

Wie wirkt sich die ReFuelEU Aviation Verordnung auf den Luftfahrtsektor aus?



2023 verabschiedete die Europäische Union (EU) die Verordnung zur Gewährleistung gleicher Wettbewerbsbedingungen für einen nachhaltigen Luftverkehr, auch bekannt als ReFuelEU Aviation. Die Verordnung zielt darauf ab, nachhaltigen kommerziellen Luftverkehr in der EU zu fördern, indem sie verpflichtende Beimischungsquoten für nachhaltige Flugkraftstoffe (Sustainable Aviation Fuels, SAFs) festlegt. Die Verordnung tritt ab 2024 in allen Mitgliedsstaaten in Kraft.

Wen betrifft die ReFuelEU Aviation Verordnung?

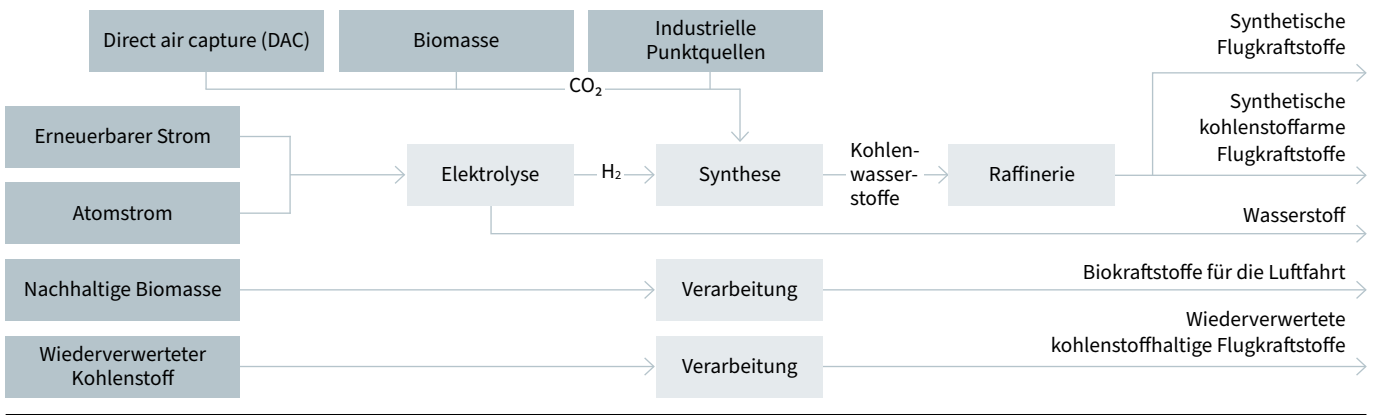
- + **Flugkraftstoffanbieter** müssen Mindestanteile an SAFs bereitstellen, die sich an verpflichtenden Quoten orientieren.
- + **EU-Flughäfen** mit einem Passagierverkehrsaufkommen von über 800.000 Personen oder einem Frachtverkehr von über 100.000 Tonnen pro Jahr müssen eine Betankung mit SAFs ermöglichen (Ausnahmen gelten für kleine abgelegene Flughäfen). Idealerweise sollen Flughäfen auch alternative Möglichkeiten der Bodenstromversorgung (z. B. Strom, Wasserstoff) bereitstellen.
- + **Luftfahrzeugbetreibende (Fluggesellschaften)**, die von Flughäfen in der EU abfliegen, sind verpflichtet, mindestens 90 Prozent ihres jährlich benötigten Flugkraftstoffs in der EU zu tanken. Diese Anforderung soll das sogenannte „Tankering“ verhindern (die Mitnahme von mehr Kraftstoff aus Drittländern als nötig).

Bis 2035 ermöglicht ein SAF- Flexibilitätsmechanismus die Beimischungsverpflichtungen zwischen EU-Flughäfen durchschnittlich zu verteilen. Das bedeutet, dass die Ziele an einigen Flughäfen übertroffen werden können, während an anderen (z. B. kleineren) Flughäfen zunächst keine SAFs beigemischt werden müssen. Die Einzelheiten des SAF- Flexibilitätsmechanismus werden von der Europäischen Kommission bis zum 1. Juli 2024 festgelegt.

Wie werden SAFs in der ReFuelEU Aviation Verordnung definiert?

- + **Biokraftstoffe für die Luftfahrt:** Kerosin, das aus nachhaltigen Biomasserohstoffen hergestellt wird, die in Teil A und B des Anhangs IX der Erneuerbaren-Energien-Richtlinie (Renewable Energy Directive, RED) aufgeführt sind. Dazu gehören unter anderem spezifische biologische Abfälle und Rückstände, bestimmte Algen, gebrauchtes Speiseöl (Used Cooking Oil, UCO), etc.. Biokraftstoffe aus anderen Biomasserohstoffen unterliegen einer Begrenzung von 3 Prozent. Biokraftstoffe aus konventionellen Rohstoffen, wie etwa Anbaubiomasse oder Palmölprodukte, sind ausgeschlossen.
- + **Synthetische Flugkraftstoffe:** Kerosin, das aus erneuerbarem Wasserstoff (erneuerbare Kraftstoffe nicht-biologischen Ursprungs, Renewable Fuels of Non-Biological Origin, RFNBOs, wie in der RED definiert) hergestellt wird, oder Kerosin, das aus kohlenstoffarmem Wasserstoff hergestellt wird, der aus nicht-fossiler, kohlenstoffarmer Energie, wie beispielsweise aus Atomstrom, gewonnen wird. Die Treibhausgaseinsparungen synthetischer Flugkraftstoffe müssen mindestens 70 Prozent im Vergleich zu einem fossilen Vergleichswert von 94 g CO₂-Äq./MJ betragen. Kriterien für kohlenstoffarmen Wasserstoff werden zukünftig in der EU-Gasmarkt-Richtlinie festgelegt.
- + **Wasserstoff für die Luftfahrt:** Erneuerbarer oder kohlenstoffarmer Wasserstoff, der aus nicht-fossiler kohlenstoffarmer Energie hergestellt wird.
- + **Wiederverwertete kohlenstoffhaltige Flugkraftstoffe:** Kerosin, das aus wiederverwertetem Kohlenstoff hergestellt wird, wie in der RED definiert, beispielsweise aus Raffinerie- oder Stahlwerkabgasen.

Potenzielle Kraftstoffproduktionspfade



Weitere wichtige Aspekte der Verordnung:

- + **Überprüfungsklausel:** Ab 2027 muss die Europäische Kommission alle 4 Jahre einen Bericht vorlegen, um die Machbarkeit der Verordnung zu bewerten.
- + **SAFs müssen nicht innerhalb der EU hergestellt werden,** sie können auch importiert werden.
- + **Alle EU-Mitgliedstaaten** müssen eine zuständige Behörde zur Durchsetzung der Verordnung und zur Verhängung von Bußgeldern benennen.
- + Die Verordnung sieht die **Einführung eines EU-weiten Umwelt-labels** für die Umweltfreundlichkeit von Flügen ab 2025 vor.

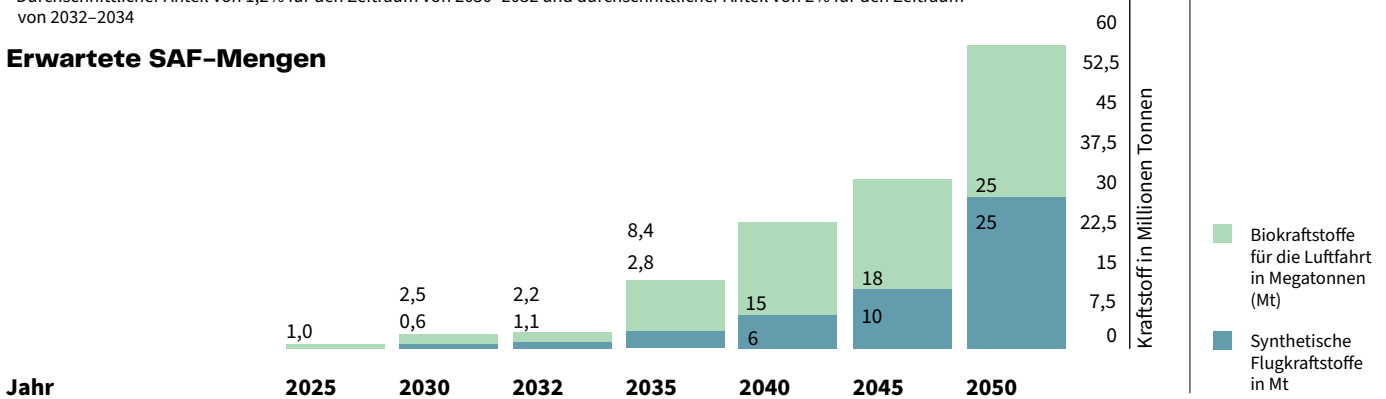
Info: Kuppelprodukte aus Raffinerien
 Bei der Herstellung von Kerosin in Raffinerien fallen zwangsläufig Kuppelprodukte wie Diesel, Benzin, Naphtha oder Wachse an. Abhängig vom Prozess beträgt die Ausbeute an Kerosin zwischen 50 und 80 Prozent. Das bedeutet, dass die verbleibenden 20 bis 50 Prozent aus anderen kohlentstoffarmen oder erneuerbaren Kraftstoffen bestehen können.

EU-weite Quoten

Jahr	2025	2030	2032	2035	2040	2045	2050
SAF-Anteil	2%	6%	6%	20%	34%	42%	70%
Mindestanteil von synthetischen Flugkraftstoffen	0%	1,2%*	2%*	5%	10%	15%	35%

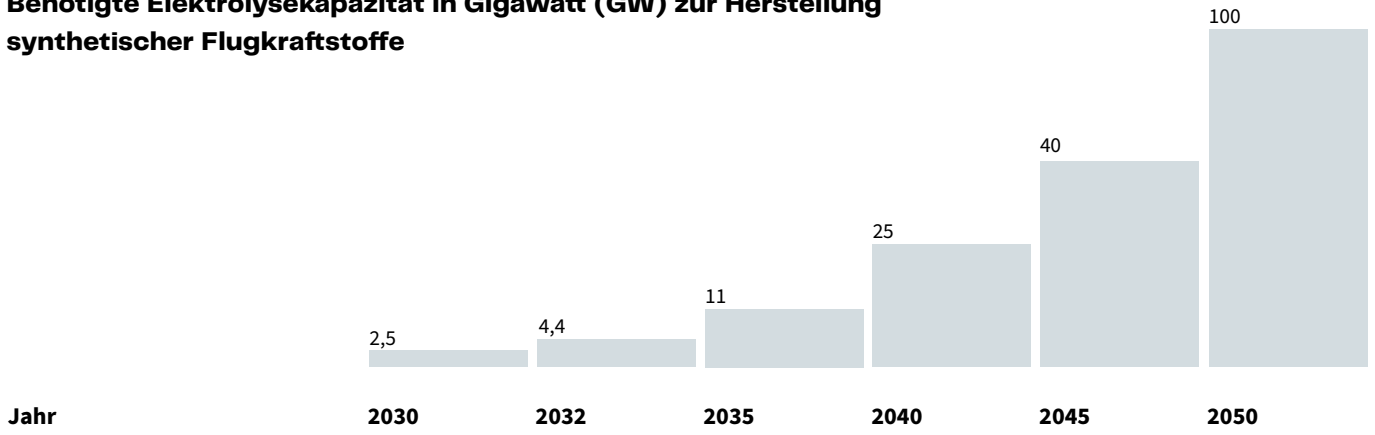
* Durchschnittlicher Anteil von 1,2% für den Zeitraum von 2030–2032 und durchschnittlicher Anteil von 2% für den Zeitraum von 2032–2034

Erwartete SAF-Mengen



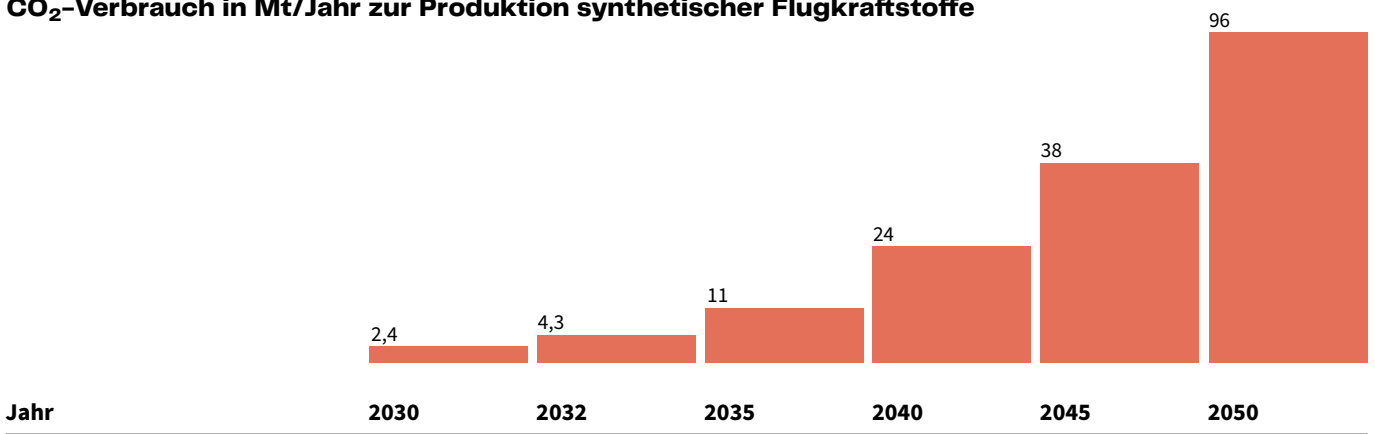
Quelle: Eurostat Datenbank (2024); jährliche Wachstumsrate des Flugsektors wird mit 1,5% angenommen entsprechend des mittleren Szenarios der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (International Civil Aviation Organization, ICAO)

Benötigte Elektrolysekapazität in Gigawatt (GW) zur Herstellung synthetischer Flugkraftstoffe



Annahmen: Elektrolyse mit 5.000 Volllaststunden und einer Effizienz von 70% bezogen auf den Heizwert; Synthese mit einer Effizienz von 70% (Deutsche Energie-Agentur, Dena 2018)

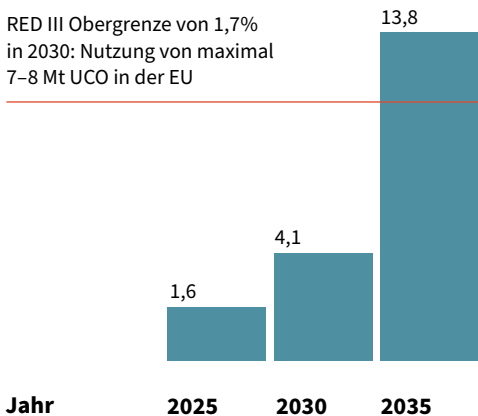
CO₂-Verbrauch in Mt/Jahr zur Produktion synthetischer Flugkraftstoffe



Annahme: Spezifischer CO₂-Verbrauch von 3,9 kg CO₂/kg Kraftstoff (Druenert et al. 2020)

Bedarf an UCO in Mt zur Herstellung von Kerosin aus hydrierten Estern und Fettsäuren (Hydrotreated Esters and Fatty Acids, HEFA) zur Erfüllung der ReFuelEU Aviation Vorgaben*

RED III Obergrenze von 1,7% in 2030: Nutzung von maximal 7-8 Mt UCO in der EU



Die kostengünstigste verfügbare Option zur Herstellung von Biokraftstoffen für die Luftfahrt ist HEFA-Kerosin aus gebrauchtem Speiseöl (UCO), das gemäß Anhang IX Teil B der RED als nachhaltige Biomasse gilt. Da die revidierte Version der RED (RED III) eine Obergrenze von 1,7 Prozent für die Biomasse aus Anhang IX Teil B vorschreibt, kann die durch ReFuelEU Aviation angeregte Nachfrage nach SAFs ab 2035 nicht mehr allein mit UCO-basierendem Kerosin gedeckt werden. Stattdessen werden Biokraftstoffquellen, die in Anhang IX Teil A aufgeführt sind, oder anderweitige nicht für Lebensmittel und Futtermittel bestimmte Biomasse zur Erfüllung der Quoten benötigt. Diese könnten aus forst- oder landwirtschaftlichen Rückständen stammen (z. B. Alcohol-to-Jet). Alternativ könnten höhere Anteile synthetischer Flugkraftstoffe verwendet werden, um die Quotenanforderungen zu erfüllen, die über die Mindestanteile hinausgehen.

* andere Herstellungswege für Biokraftstoffe für die Luftfahrt werden nicht berücksichtigt

Quellen: NOW-Berechnung, Studiogearup (2021), International Council on Clean Transportation, ICCT (2021)

Wie werden verpflichtete Parteien bestraft, wenn sie die Ziele nicht erreichen?

Alle EU-Mitgliedstaaten legen selbst Geldstrafen für die Nichterfüllung fest und sind für deren Durchsetzung verantwortlich. Die ReFuelEU Aviation Verordnung schreibt dabei Mindeststrafen für die verschiedenen verpflichteten Parteien vor.

- + **Mindeststrafen für Flugkraftstoffanbietende:**
 $2 \times$ [Differenz zwischen dem Preis von SAF oder synthetischem Flugkraftstoff und dem Preis von konventionellem Kerosin pro Tonne] \times Menge des Flugkraftstoffs, der die Quote nicht erfüllt

Beispielrechnung mit Preisannahmen:

Konventioneller Kerosinpreis	Preis für SAF/Synthetischen Flugkraftstoff	Mindestgeldstrafe
1.000 €/Tonne	2.500 €/Tonne	3.000 €/Tonne (70 €/Gigajoule (GJ))

- **Zusatzerlöse für Produzierende von SAFs:**
 Abhängig von den Marktentwicklungen wird erwartet, dass die durch Quoten hervorgerufene Nachfragegarantie in Kombination mit abschreckenden Geldstrafen zu attraktiven Erlösen für SAF-Produzierende führt.

- + **EU-Flughäfen:** Die Ausgestaltung der Geldstrafen für Flughäfen wird von den EU-Mitgliedstaaten individuell festgelegt.
- + **Mindeststrafen für Luftfahrzeugbetreibende (Fluggesellschaften):** $2 \times$ jährlicher Durchschnittspreis von Flugkraftstoff pro Tonne \times jährliche nicht getankte Menge.

Beispielrechnung mit Preisannahmen:

Jährlicher Durchschnittspreis von Luftkraftstoffen	Mindestgeldstrafe
1.000 €/Tonne	2.000 €/Tonne (46,5 €/GJ)

- Das schafft für Fluggesellschaften einen Anreiz, einen Aufschlag (maximal die Strafzahlung) auf den jährlichen Durchschnittspreis für Flugkraftstoffe zu zahlen. Da in den ersten Jahren nur geringe Kraftstoffmengen beigemischt werden, wird zunächst nicht erwartet, dass die Ticketpreise stark ansteigen.

