

IEA Fortschrittliche Motorkraft- stoffe (AMF) Task 63: Nachhaltige Treibstoffe für die Luftfahrt

D. Matschegg, D. Bacovsky

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

2/2024

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:

Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM

Autorinnen und Autoren:

DI Doris Matschegg, DI Dina Bacovsky (BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH)

Wien, 2023

IEA Fortschrittliche Motorkraftstoffe (AMF) Task 63: Nachhaltige Treib- stoffe für die Luftfahrt

DI Doris Matschegg, DI Dina Bacovsky
BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH

Wieselburg, Mai 2023

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Programm FORSCHUNGSKOOPERATION INTERNATIONALE ENERGIEAGENTUR. Es wurde vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) initiiert, um Österreichische Forschungsbeiträge zu den Projekten der Internationalen Energieagentur (IEA) zu finanzieren.

Seit dem Beitritt Österreichs zur IEA im Jahre 1975 beteiligt sich Österreich aktiv mit Forschungsbeiträgen zu verschiedenen Themen in den Bereichen erneuerbare Energieträger, Endverbrauchstechnologien und fossile Energieträger. Für die Österreichische Energieforschung ergeben sich durch die Beteiligung an den Forschungsaktivitäten der IEA viele Vorteile: Viele Entwicklungen können durch internationale Kooperationen effizienter bearbeitet werden, neue Arbeitsbereiche können mit internationaler Unterstützung aufgebaut sowie internationale Entwicklungen rascher und besser wahrgenommen werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements der beteiligten Forschungseinrichtungen ist Österreich erfolgreich in der IEA verankert. Durch viele IEA Projekte entstanden bereits wertvolle Inputs für europäische und nationale Energieinnovationen und auch in der Marktumsetzung konnten bereits richtungsweisende Ergebnisse erzielt werden.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse einer interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Publikationsreihe und die entsprechende Homepage www.nachhaltigwirtschaften.at gewährleistet wird.

DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM
Leiter der Abt. Energie und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	7
2	Abstract	8
3	Ausgangslage	9
4	Projekthalt	11
	4.1. AP3 Übersicht über den Status quo	11
	4.2. AP4 Nationale Analysen.....	12
	4.3. AP5 Best Practice Beispiele.....	12
	4.4. AP6 Internationale Stakeholder.....	13
	4.5. AP7 Kommunikation und Dissemination	13
5	Ergebnisse	15
	5.1. Kurzüberblick: Status quo der SAF Implementierung.....	15
	5.2. Nationale Analyse bezüglich SAF Markthochlauf in Österreich.....	17
	5.2.1. Qualitative Bewertung der Lieferkette	17
	5.2.2. Rechtlicher Rahmen und Strategien.....	21
	5.2.3. Nationale Stärken und Potenziale (SWOT).....	24
	5.2.4. Herausforderungen und Forschungsbedarf für den Markthochlauf.....	25
	5.2.5. Nationale Akteure entlang der Wertschöpfungskette	26
	5.3. Task-Publikationen.....	29
6	Vernetzung und Ergebnistransfer	30
7	Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen	32

1 Kurzfassung

Nachhaltige Flugkraftstoffe können die Treibhausgas (THG)-Emissionen der Luftfahrt deutlich verringern. Dieses Potenzial bleibt jedoch weitgehend ungenutzt, da solche Kraftstoffe derzeit nur etwa 0,1% des gesamten Flugkraftstoffverbrauchs ausmachen. Das Hauptziel des AMF Task 63 zu Sustainable Aviation Fuels (SAF) ist, die wesentlichsten Herausforderungen bei der Einführung von nachhaltigen Flugkraftstoffen zu identifizieren, um eine zukünftige Markteinführung zu vereinfachen. Beispiele erfolgreicher Bereitstellung und Anwendung sollen die Task-Mitgliedsländer dabei unterstützen, eigene Strategien zur Markteinführung zu entwickeln.

Unter der Leitung von Österreich soll das gegenständliche Projekt auch die Markteinführung von nachhaltigen Flugkraftstoffen in Österreich vorantreiben und die Voraussetzungen für die Reduktion von THG-Emissionen in der Luftfahrt schaffen.

Zur Erreichung dieser Ziele wurden relevante Interessensvertreter:innen und Expert:innen der Branche identifiziert und vernetzt. Der internationale Status quo nachhaltiger Flugkraftstoffe wurde recherchiert und zusammengefasst. Folgende Themen wurden dabei unter anderem adressiert: Beschreibung der Technologiepfade und Produktionsanlagen, derzeitige Marktsituation, gesetzliche Rahmenbedingungen und die voraussichtliche Entwicklung der nachhaltigen Flugkraftstoffe.

Zusätzlich wurde die jeweilige nationale Situation teilnehmender Länder analysiert. Im Zuge dieser Analysen wurden Akteure aus Forschung und Industrie identifiziert, Rohstoffpotentiale qualitativ beschrieben und nationale Stärken in Bezug auf z.B. technologische Kompetenz analysiert. Weiters wurden die gesetzlichen Rahmenbedingungen und die nationalen Herausforderungen bei der Einführung nachhaltiger Flugkraftstoffe recherchiert.

Im Zuge der bereits erwähnten Arbeiten wurden Best Practice Beispiele identifiziert. Diese wurden aufbereitet und in einer Serie von drei Online-Seminaren präsentiert. Der thematische Fokus lag dabei auf: Rohstoff und Umwandlung, Verteilung und Logistik und Märkte und Politik. Zielgruppe dieser Seminare waren die Biokraftstoff- und Luftfahrtindustrie (z.B. Flughäfen und Fluglinien), Forschungszentren, politische Entscheidungsträger:innen und Hochschulen. Die Aufnahmen, die Präsentationen, sowie eine Zusammenfassung der Kernaussagen wurden online zur Verfügung gestellt.

Die Ergebnisse aus der Erhebung des internationalen Status quo, sowie der nationalen Analysen und der Online-Seminare wurden zusammengefasst, um die relevantesten Herausforderungen beim Markthochlauf von SAF zu identifizieren. Die relevantesten davon sind die hohen Produktionskosten von SAF im Vergleich zu herkömmlichen Flugkraftstoffen, die begrenzte Verfügbarkeit von nachhaltigen Rohstoffen (Biomasse, Strom, etc.) und der Mangel an klaren, international abgestimmten Vorschriften und Strategien.

2 Abstract

Sustainable aviation fuels (SAF) can significantly reduce aviation greenhouse gas (GHG) emissions. However, this potential remains largely untapped, as such fuels currently account for only about 0.1% of total aviation fuel consumption. The main objective of AMF Task 63 on Sustainable Aviation Fuels is to identify the most significant challenges in the deployment of sustainable aviation fuels in order to facilitate future market uptake. Examples of successful deployment and application will help Task member countries to develop their own market introduction strategies.

Led by Austria, the project at hand also aims to advance the market introduction of sustainable aviation fuels in Austria and create the conditions for reducing GHG emissions in aviation.

To achieve these goals, relevant stakeholders and experts in the industry were identified and networked. The international status quo of sustainable aviation fuels was researched and summarized. The following topics were addressed, among others: Description of technology pathways and production facilities, current market situation, legal framework and the expected development of sustainable aviation fuels.

In addition, the respective national situation of participating countries was analyzed. In the course of these analyses, actors from research and industry were identified, raw material potentials were described qualitatively and national strengths were analyzed with regard to e.g. technological competence. Furthermore, the legal framework and the national challenges for the introduction of sustainable aviation fuels were researched.

In the course of the work already mentioned, best practice examples were identified. These were processed and presented in a series of three online seminars. The thematic focus was on: Feedstock and Conversion, Supply and Operations and Markets and Policy. The target audience for these seminars included biofuel and aviation industries (e.g., airports and airlines), research centers, policy makers, and academia. The recordings, presentations, and a summary of key messages were made available online.

The results from the assessment of the international status quo, as well as the national analyses and the online seminars, were summarized to identify the most relevant challenges in the market uptake of SAF. The most relevant of these are the high production costs of SAF compared to conventional aviation fuels, the limited availability of sustainable feedstocks (biomass, electricity, etc.), and the lack of clear, internationally aligned regulations and policies.

3 Ausgangslage

Das Technology Collaboration Programme on Advanced Motor Fuels (AMF) der IEA zielt darauf ab, den Verkehrssektor nachhaltiger zu gestalten und die verkehrsbedingten Umweltauswirkungen zu verringern, indem es die Zusammenarbeit von Forschung, Entwicklung und Anwendung fördert und unvoreingenommene Informationen über saubere, energieeffiziente und nachhaltige Kraftstoffe und die damit verbundene Motoren- und Fahrzeugtechnologie bereitstellt. Themen des Advanced Motor Fuels (AMF) TCP sind fortschrittliche Kraftstoffe, die nachhaltig produziert werden und sauber und energieeffizient verbrennen. Typischerweise untersucht AMF die Energieeffizienz, die lokalen Emissionen und die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen (THG) bei der Anwendung fortschrittlicher Kraftstoffe in modernen Verbrennungsmotoren. Ziel ist es, das Verständnis für die Rolle fortschrittlicher Kraftstoffe für einen nachhaltigen Verkehr zu verbessern und eine wissensbasierte Entscheidungsfindung zu ermöglichen. Zudem sollen gemeinsame F&E-Arbeiten zu fortschrittlichen Kraftstoffen durchgeführt, Informationen über F&E, Märkte und Politik ausgetauscht und die Markteinführung von fortschrittlichen Kraftstoffen unterstützt werden.

Die fortschreitende Elektrifizierung des Antriebsstrangs führt dazu, dass alternative Kraftstoffe für den Betrieb von Verbrennungsmotoren in Zukunft an Bedeutung verlieren werden. Vor allem im innerstädtischen Verkehr sind elektrische Antriebe sehr effizient und unter dem Gesichtspunkt der lokalen Emissionen zu bevorzugen. Für den Langstreckentransport schwerer Lasten ist ein batterieelektrischer Betrieb jedoch nur schwer vorstellbar, weshalb alternative Kraftstoffe langfristig vor allem für den Antrieb von LKW, großen Schiffen und Flugzeugen eingesetzt werden. Während es bereits mehrere AMF-Projekte für LKWs und Schiffe gibt, gab es bisher noch kein Projekt zu nachhaltigen Flugkraftstoffen (SAF).

Nachhaltige Flugkraftstoffe werden derzeit als wichtige Möglichkeit zur Verringerung der Treibhausgasemissionen (THG) der Luftfahrtindustrie diskutiert, die für etwa 2% der weltweiten THG-Emissionen, 14,4% der Verkehrsemissionen in der EU und 11% der Verkehrsemissionen in den USA verantwortlich ist. Im Oktober 2022 einigten sich die Mitgliedstaaten der Internationalen Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO) auf das langfristige Ziel, die Kohlendioxidemissionen (CO₂) des Luftverkehrs bis 2050 auf null zu reduzieren.

Das bedeutet, dass im Jahr 2050 weltweit nur noch 325 Millionen Tonnen CO₂ emittiert werden sollen, bei einem gleichzeitigen Anstieg des Verkehrsaufkommens von etwa 3 % pro Jahr. Die Air Transport Action Group (ATAG) untersucht in ihrer Publikation Waypoint 2050 die globale Entwicklung der Nachfrage nach Flugkraftstoffen bis zum Jahr 2050 und darüber hinaus und berechnet drei mögliche Szenarien, um das für 2050 gesetzte CO₂-Reduktionsziel zu erreichen (ATAG 2021). Ohne Maßnahmen ergibt sich daraus ein Bedarf von etwa 570 Millionen Tonnen Flugkraftstoff pro Jahr, welcher etwa 1.800 Millionen Tonnen CO₂ verursacht. In Szenario 1, welches die Entwicklung neuer Antriebstechnologien sowie Maßnahmen im Bereich der Infrastruktur und des Betriebs fokussiert, werden 61% der Emissionseinsparungen durch den Einsatz von 290-390 Millionen Tonnen nachhaltiger Flugkraftstoffe erreicht. Dies unterstreicht die Rolle von SAF bei der Dekarbonisierung des Luftfahrtsektors. Dieses Potenzial bleibt jedoch weitgehend ungenutzt, da solche Kraftstoffe derzeit nur etwa 0,1 % des gesamten Flugkraftstoffverbrauchs ausmachen.

Der AMF Task 63 zu Sustainable Aviation Fuels (AMF-SAF) wurde im November 2021 unter der Leitung Österreichs gestartet. Die Task-Mitgliedsländer im Rahmen des Projekts sind Österreich, Brasilien, China, Dänemark, Deutschland, die Schweiz und die USA. Ziel des AMF-SAF-Projekts ist es, den Grundstein für gemeinsame F&E-Arbeiten zu nachhaltigen Flugkraftstoffen innerhalb vom AMF TCP zu legen. Daher konzentrierte sich das Projekt auf die Ermittlung von Interessengruppen und Expert:innen, die Bewertung der nationalen Situation der Teilnehmerländer und die Erleichterung des Informationsaustauschs. Der Projektumfang umfasste sowohl Biokraftstoffe als auch E-Fuels. Das Projekt zielt außerdem darauf ab, die Herausforderungen bei der Markteinführung nachhaltiger Flugkraftstoffe zu ermitteln und Beispiele für die erfolgreiche Einführung und Anwendung zu präsentieren, voneinander zu lernen, mit nationalen und internationalen Interessengruppen in Kontakt zu treten und die Menge des produzierten SAF zu erhöhen. Außerdem werden die Task-Mitgliedsländer bei der Entwicklung ihrer eigenen Markteinführungsstrategien unterstützt. Das Projekt soll auch die Grundlage für weitere AMF-Arbeiten zu diesem Thema bilden.

4 Projektinhalt

AMF Task 63 hatte zum Ziel, den Grundstein für gemeinsame F&E-Arbeiten zu nachhaltigen Flugkraftstoffen innerhalb vom AMF TCP zu legen. Daher fokussiert der Task darauf, Interessenvertreter:innen und Expert:innen zu identifizieren, die nationale Situation der Teilnehmerländer zu analysieren und den Informationsaustausch über die wichtigsten Herausforderungen bei der Einführung nachhaltiger Flugkraftstoffe zu erleichtern. Der Task befasste sich sowohl mit Biokraftstoffen als auch mit E-Fuels. Der Forschungsanteil im Projekt ist eher gering, da der Netzwerkaufbau im Vordergrund stand. Tabelle 4-1 zeigt einen Überblick über relevante Eckdaten des Projektes.

Tabelle 4-1: Eckdaten zu AMF Task 63

Projektlaufzeit	November 2021 – April 2023 (18 Monate)
Taskleitung	Doris Matschegg, BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH, Österreich
Teilnehmende Länder	China, Dänemark, Deutschland, Österreich, Schweiz und die USA
Task-Webseite	https://iea-amf.org/content/projects/map_projects/63

Folgend, eine detaillierte Beschreibung des Projektinhalts:

4.1. Übersicht über den Status quo

Die Projektarbeit umfasste eine Erhebung des internationalen Status quo zu nachhaltigen Flugkraftstoffen. Dafür wurden relevante Informationen aus der Literatur sowie von Websites einschlägiger Organisationen wie ICAO, CAAFI, Clean Aviation Partnership, aus Konferenzbeiträgen und aus persönlichen Kontakten mit Interessenvertreter:innen in den jeweiligen Taskländern und im Ausland gesammelt. Alle Taskmitglieder stellten relevante Informationsquellen zur Verfügung, darunter auch Initiativen zur Umsetzung von SAF. Die folgenden Themen wurden adressiert:

- Zertifizierte Technologien und solche, die sich im ASTM-Zertifizierungsprozess befinden, Rohstoffe und Produkte, TRL, Produktionskosten und Treibhausgasemissionen über den Lebenszyklus,
- Produktionsanlagen in Betrieb, im Bau oder in Planung, aktuelle und geplante Produktionskapazitäten, Technologieanbieter,
- Anwendung nachhaltiger Flugkraftstoffe, belieferte Flughäfen, nutzende Fluggesellschaften, angekündigte Liefervereinbarungen,
- Internationale und nationale Gesetzgebung, internationale Ankündigungen und Vereinbarungen,
- Weltweite Nachfrage, Verhältnis zu anderen Verkehrssektoren und anderen energieintensiven Sektoren, voraussichtliche Entwicklung.

4.2. Nationale Analysen

In diesem Arbeitspaket führte auf der Grundlage eines von Österreich zur Verfügung gestellten Berichtsentwurfs jedes teilnehmende Task-Mitglied (Dänemark, Deutschland, Österreich, Schweiz und die USA) die nationale Bewertung für sein eigenes Land durch. Die Task-Mitglieder wurden gebeten, zu diesem Zweck nationale oder internationale Partner zu kontaktieren (unter Berücksichtigung der DSGVO). Die Themen sowie die Methoden und Datenquellen für diese Bewertungen wurden in einem internen „Scoping-Workshop“ diskutiert. Ziel dieser Analysen war es, die konkrete Situation hinsichtlich nachhaltiger Flugkraftstoffe in den jeweiligen Ländern zu ermitteln. Aus dem Vergleich der nationalen Bewertungen wurde eine gemeinsame Liste von Herausforderungen abgeleitet.

Die nationalen Analysen umfassten die folgenden Aspekte:

- Identifizierung aktueller und potenzieller nationaler Akteure aus Forschung, Industrie und Verwaltung entlang der Wertschöpfungskette (z.B. Rohstoffversorgung, Technologieanbieter, Flugkraftstofflieferanten, Flugkraftstoffverbraucher, Energieversorger, Forschungszentren),
- Qualitative Bewertung des nationalen Rohstoffpotenzials (unter Berücksichtigung von Nutzungskonkurrenzen und Handel) für die Produktion von nachhaltigen Flugkraftstoffen aus Biomasse, Abfällen, Reststoffen und Elektrolyse-Wasserstoff und Vergleich des Produktionspotenzials mit der Nachfrage,
- Analyse der nationalen Stärken in Bezug auf Rohstoffverfügbarkeit, technologische Kompetenz und Umsetzungsbereitschaft der beteiligten Akteure,
- Analyse des aktuellen Rechtsrahmens und angekündigte Regelungen und Strategien im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die nationalen Klimaziele,
- Identifikation von Herausforderungen und Chancen entlang der Wertschöpfungskette im Hinblick auf die Markteinführung von nachhaltigen Flugkraftstoffen.

4.3. Best Practice Beispiele

Ziel war es, Beispiele für die erfolgreiche Herstellung und Anwendung nachhaltiger Flugkraftstoffe vor den Vorhang zu holen, damit andere Akteure in diesem Bereich (Flughäfen, Fluggesellschaften, Kerosinanbieter usw.) von ihnen lernen können. Um dies zu erreichen, wurden Beispiele für die Einführung von SAF auf dem Markt (wie BP/Oslo, Sky-NRG/Niederlande oder AIRBUS/Total Energies/Kopenhagen) gesammelt und innerhalb des Projektteams diskutiert. Gewünschte Referent:innen oder Organisationen wurden vom Projektteam gemeinsam ausgewählt und kontaktiert.

Die Best-Practice-Beispiele wurden in einer Reihe von drei Online-Seminaren mit unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten vorgestellt (Rohstoffe & Umwandlung, Versorgung & Logistik und Märkte & Politik), in denen erfolgreiche Akteure beschrieben haben, wie sie die Produktion oder Anwendung nachhaltiger Flugkraftstoffe umgesetzt haben, welchen Herausforderungen sie gegenüberstanden und wie sie diese bewältigt haben. Es wurde ausreichend Zeit für Fragen des Publikums eingeplant. Die Reihe der Online-Seminare wurde auch in den sozialen Medien angekündigt, um die interessierte Öffentlichkeit einzubeziehen.

Um die Erkenntnisse aus diesen Seminaren bestmöglich zugänglich zu machen, wurden Aufzeichnungen der Seminare sowie die Präsentationen online zur Verfügung gestellt. Außerdem wurden die vorgestellten Beispiele zusammengefasst und mit dem AMF-Endbericht publiziert.

4.4. Internationale Stakeholder

Während der gesamten Projektlaufzeit wurden Kontakte zu relevanten Akteuren gesammelt (unter Berücksichtigung der DSGVO). Dieses Arbeitspaket diente als Unterstützung bei der Erstellung des Kapitels zum Status Quo, der Identifizierung von erfolgreichen Markteinführungsbeispielen und der Referenten für die Online-Seminare und ermöglicht es dem AMF-TCP Kontakte zu internationalen Akteuren im Bereich der nachhaltigen Flugkraftstoffe zu knüpfen. Dies war besonders relevant, da sich das AMF-TCP bisher noch nicht mit der Luftfahrt beschäftigt hatte.

4.5. Kommunikation und Dissemination

Dieses Arbeitspaket diente der Kommunikation des internationalen Wissenstands an die österreichischen Akteure und Dissemination der Task-Ergebnisse innerhalb Österreichs, sowie der Vernetzung der österreichischen Community untereinander. Das österreichische Taskmanagement fungierte als Schnittstelle zwischen dem österreichischen und dem internationalen Netzwerk. Das Arbeitspaket war in drei Tasks gegliedert:

- Identifikation nationaler Stakeholder: Firmen und Institute, die sich mit F&E für die Luftfahrt befassen, die Produktionstechnologien für nachhaltige Flugtreibstoffe entwickeln und demonstrieren oder die Treibstoffe produzieren, anbieten oder anwenden könnten.
- Dissemination von Task-Ergebnissen unter Verwendung folgender Kanäle: Task-Webseite, nachhaltigwirtschaften.at, Abhalten von Workshops, Social-Media, Onlineseminare, etc.
- Vernetzung der nationalen Stakeholder untereinander durch die Organisation eines nationalen und eines internationalen Workshops, welche in Österreich abgehalten wurden.

Der nationale Vernetzungsworkshop fand am 07.09.2022 am Flughafen Wien statt. Die Präsentationen behandelten Chancen für Österreich, Status quo und Forschungsbedarf bezüglich SAF. Zudem wurden Anforderungen und Lösungsansätze der österreichischen Stakeholder präsentiert. Den Abschluss bildete ein World Café, bei welchem der Forschungsbedarf und Barrieren bei der Markteinführung in Kleingruppen diskutiert wurden.

Der internationale Workshop zu nachhaltigen Flugtreibstoffen wurde im Rahmen der Mitteleuropäischen Biomassekonferenz (CEBC) am 18.01.2023 in Graz durchgeführt. Es wurden nationale Strategien zu der Markteinführung von SAF aus Brasilien, Europa und den USA präsentiert. Danach folgten Best-Practice Beispiele aus Österreich. Den Abschluss bildete eine Podiumsdiskussion mit österreichischen Stakeholdern (FH Joanneum, AUA, Capenia, DHL Air Austria) zu Herausforderungen und Lösungsansätzen bei der Markteinführung von nachhaltigen Flugtreibstoffen.

Zur Identifizierung von Herausforderungen und Sichtweisen der Stakeholder wurden auch Gespräche mit einzelnen Unternehmen geführt (z.B. VIE, Wien Energie, Agrana, OMV). Taskergebnisse und Veranstaltungseinladungen wurden laufend über Social-Media-Kanäle, E-Mail, Webseiten und Newsletter verbreitet.

5 Ergebnisse

Dieses Kapitel enthält eine kurze Zusammenfassung des Status quo der globalen SAF Implementierung und die nationale Analyse Österreichs. Weitere Ergebnisse, wie eine detaillierte Beschreibung des SAF Implementierungsstatus, sowie die nationalen Analysen von Brasilien, Dänemark, Deutschland, Schweiz und den USA werden auf der Task-Webseite unter https://iea-amf.org/content/projects/map_projects/63 in englischer Sprache veröffentlicht.

5.1. Kurzüberblick: Status quo der SAF-Implementierung

Die Luftfahrtindustrie ist für etwa 2 % der weltweiten Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) verantwortlich, und da der Flugverkehr in den kommenden Jahren voraussichtlich weiter zunehmen wird, ist es von entscheidender Bedeutung, Wege zur Verringerung seiner Umweltauswirkungen zu finden. Nachhaltige Flugkraftstoffe (Sustainable Aviation Fuels, SAF) sind alternative Düsenkraftstoffe, die aus erneuerbarer Biomasse, abfallbasierten Rohstoffen oder erneuerbarer Elektrizität hergestellt werden, eine geringere Lebenszyklus-Kohlenstoffintensität aufweisen als herkömmliches fossiles Jet-A1 und über die Kohlenstoffintensität hinausgehende Nachhaltigkeitskriterien erfüllen. SAF bieten eine vielversprechende Lösung, da sie als Drop-in-Ersatz für konventionellen Düsenkraftstoff verwendet werden können, was bedeutet, dass sie in bestehenden Flugzeugtriebwerken eingesetzt werden können, ohne dass Umbauten erforderlich sind.

SAF können über verschiedene Wege hergestellt werden. Derzeit sind neun Produktionsverfahren zugelassen, und mehrere weitere werden geprüft. Der wichtigste Produktionsweg ist derzeit Hydro-treatment von Lipiden, wobei HEFA-SPK entsteht, aber es wird erwartet, dass die Verfahren Gaserzeugung-Fischer-Tropsch (FT) und Alcohol-to-Jet (ATJ) bis 2030 erhebliche Mengen produzieren werden. Power-to-Liquid (PtL) Verfahren werden noch länger brauchen, um voll kommerziell zu werden. Der künftige Bedarf an SAF ist jedoch enorm, und zur Erreichung der sektoralen Ziele wird eine Vielzahl von Technologien erforderlich sein.

Die Einsparungen an Treibhausgasen durch SAF hängen von den verwendeten Rohstoffen und Technologien ab. Nicht-CO₂-Effekte wie Kondensstreifen müssen ebenfalls berücksichtigt werden, da sie für etwa zwei Drittel der Klimaauswirkungen des Luftverkehrs verantwortlich sind. SAF hat das Potenzial, die THG-Emissionen und Nicht-CO₂-Effekte im Vergleich zu fossilem Jet A-1 erheblich zu reduzieren. Die Gaserzeugung-FT hat das größte Potenzial zur Verringerung der THG-Emissionen, aber der Bau von Produktionsanlagen ist sehr kostspielig. Der kosteneffizienteste SAF ist jetzt und in naher Zukunft HEFA auf UCO-Basis, da die Umwandlungskosten relativ niedrig und die Kraftstoffausbeute hoch sind. Das Angebot an UCO wird jedoch begrenzt sein, und bei steigender Nachfrage müssen zusätzliche SAF über verschiedene andere Wege hergestellt werden.

Die derzeitige SAF-Produktion bleibt hinter der Nachfrage zurück und wird auf etwa 0,1 % des derzeitigen Flugkraftstoffverbrauchs geschätzt. Es wurden jedoch zahlreiche geplante Produktionsanlagen und Abnahmevereinbarungen angekündigt, die auf einen starken Anstieg der Produktion in den nächsten Jahren hindeuten. Insbesondere die USA, die EU und Brasilien haben ehrgeizige Pläne für Kapazitätssteigerungen. Anfang 2023 sind weltweit sechs Produktionsanlagen in Betrieb, wobei

Neste der Marktführer ist. In den Vereinigten Staaten ist die Produktionsprognose für 2027 etwa 60 Mal höher als 2022. Mehrere Flughäfen weltweit bieten SAF entweder regelmäßig oder in einzelnen Chargen an. Die Ausweitung der SAF-Kapazitäten erfordert enorme Investitionen und eine Risikoteilung zwischen den Beteiligten. Abnahmevereinbarungen sind eine Möglichkeit für Fluggesellschaften, SAF-Produzenten zu unterstützen und gleichzeitig ihre Versorgung zu sichern. Die Zahl solcher Vereinbarungen hat in den letzten Jahren stark zugenommen, und es wird erwartet, dass sich dieser Trend fortsetzt.

Derzeit werden rechtsverbindliche Anforderungen und Anreize für die Verwendung von SAF im Luftverkehrssektor entwickelt. Die nationalen Ziele und Mandate sind unterschiedlich, aber es werden Anstrengungen unternommen, um internationale und nationale Regelungen anzugleichen, da eine Harmonisierung von Vorschriften und Nachhaltigkeitskriterien wünschenswert ist, um eine Verlagerung von Flugmustern in weniger regulierte Märkte zu vermeiden, die dort zu höheren CO₂-Emissionen führen.

Die europäische Strategie für einen nachhaltigen Luftverkehr wird vor allem durch ReFuelEU Aviation Initiative vorangetrieben, die sich auf die Gewährleistung gleicher Wettbewerbsbedingungen konzentriert (European Commission 2021). Obwohl der rechtliche Rahmen auf europäischer Ebene festgelegt ist, sind die Strategien der einzelnen Mitgliedstaaten unterschiedlich. Mehrere Mitgliedstaaten haben bereits ihre eigenen SAF-Roadmaps veröffentlicht, wobei Dänemark und Deutschland einen starken Schwerpunkt auf die Power-to-Liquid-Technologie (PtL) legen. In allen vier untersuchten europäischen Ländern (Österreich, Dänemark, Deutschland, Schweiz) betrachten politische Entscheidungsträger und die Industrie SAF als die wichtigste Maßnahme zur Dekarbonisierung des Luftverkehrs, und Technologieanbieter und Universitätsnetzwerke arbeiten an der Entwicklung von SAF.

Die Haupthindernisse für die Einführung von SAF wurden im Rahmen des Tasks bestätigt, nämlich die nachhaltige Verfügbarkeit von Rohstoffen, vergleichsweise hohe Produktionskosten und das Fehlen klarer (internationaler) Vorschriften. Die großflächige Einführung von SAF erfordert große Investitionen in neue Produktionsanlagen und eine starke Senkung der Produktionskosten (über die gesamte Wertschöpfungskette). SAF ist wesentlich teurer als fossiler Kraftstoff und kostet im Allgemeinen zwei- bis fünfmal so viel wie herkömmlicher Düsenkraftstoff.

Die Vermischung von zertifiziertem SAF mit konventionellem Düsenkraftstoff ist keine technische, sondern eine verwaltungstechnische Frage, selbst im Falle von Mehrfachmischungen. Es gibt drei Arten der Auslieferung von SAF:

- **Getrennte Auslieferung:** Parallel zur bestehenden Infrastruktur wird eine zweite, getrennte Infrastruktur für die Auslieferung von SAF aufgebaut. Die Trennung von SAF und fossilem Kerosin ermöglicht eine physische Auslieferung von SAF, führt allerdings zu höheren Kosten.
- **Massenbilanz:** SAF und fossiles Kerosin werden gemischt. Das Mischverhältnis wird mittels Massenbilanz bestimmt. Flughäfen werden physisch mit SAF beliefert und die bestehende Infrastruktur kann weitgehend genutzt werden.
- **"Book and Claim":** SAF wird mit Zertifikaten zugekauft und nicht physisch an alle Flughäfen geliefert. Die bestehende Infrastruktur kann weiterhin genutzt werden und Logistikkosten sind gesenkt. Für diese Art der Auslieferung ist ein zentrales Register nötig und die Lieferkette muss genau geprüft werden. Book and Claim wird von der Industrie bevorzugt, trägt aber nicht zur Verringerung der regionalen Nicht-CO₂-Effekte bei.

Um die ehrgeizigen Dekarbonisierungsziele des Luftfahrtsektors zu erreichen, muss der Markthochlauf von SAF durch die Identifizierung und Überwindung verschiedener Unsicherheiten und Herausforderungen sowie durch die anschließende Verbesserung der Rahmenbedingungen gefördert werden. Die Identifizierung dieser Hindernisse und das Aufzeigen erfolgreicher Beispiele für den Markthochlauf von SAF ist ein wichtiger Schritt, um das Potenzial von SAF im Hinblick auf die Reduzierung von Treibhausgasemissionen und das Erreichen des langfristigen Ziels (LTAG) von netto null Kohlendioxidemissionen (CO₂) im Luftverkehr bis 2050 zu realisieren.

Es ist wichtig, dass Regierungen und die Luftfahrtindustrie zusammenarbeiten, um diese Herausforderungen anzugehen und die Entwicklung und Nutzung von SAF zu unterstützen.

5.2. Nationale Analyse bezüglich SAF-Markthochlauf in Österreich

Die jeweiligen Task-Mitgliedsländer Österreich, Brasilien, Dänemark, Deutschland, Schweiz und die USA führten eine nationale Erhebung durch, um die konkrete Situation bezüglich der Einführung von SAF zu ermitteln. Die Analyse umfasste die Identifizierung aktueller und potenzieller nationaler Akteure entlang der Wertschöpfungskette, eine qualitative Bewertung des Rohstoffpotenzials, eine Analyse der nationalen Stärken und Strategien sowie der rechtlichen Rahmenbedingungen und Herausforderungen entlang der Wertschöpfungskette. In den folgenden Kapiteln wird die Situation in Österreich analysiert.

In Österreich werden nachhaltige Flugkraftstoffe sowohl von der Industrie als auch von der Politik als eine wichtige Maßnahme zur Dekarbonisierung des Luftfahrtsektors angesehen. Es wurden SAF-Roadmaps und -Strategien entwickelt und veröffentlicht, und bei den nationalen Akteuren besteht Interesse an der Herstellung und dem Kauf von SAF. Die Strategie sieht sowohl fortschrittliche Biokraftstoffe als auch E-Fuels vor.

5.2.1. Qualitative Bewertung der Lieferkette

Laut Statista lag der Inlandsverbrauch von Jet-A1 (herkömmlicher, fossiler Flugkraftstoff) in Österreich im Jahr 2019 bei rund 1.190 Millionen Liter (Statista 2022d). Die heimische Produktionsmenge lag 2019 bei rund 1.116 Millionen Liter (Statista 2022c), was zeigt, dass der Großteil des nachgefragten Kerosins im Inland produziert wird. Die Import- und Exportmengen beliefen sich auf etwa 63 Millionen Liter (Statista 2022b) bzw. 36 Millionen Liter (Statista 2022a), wie aus Tabelle 5-1 hervorgeht. Im Jahr 2019 gab es in Österreich weder SAF-Produktion noch SAF-Verbrauch.

Tabelle 5-1: Übersicht Flugkraftstoff in Österreich

Flugkraftstoff	Produktion in Ö. [Millio- nen Liter]	Importvolumen [Millionen Li- ter]	Exportvolumen [Millionen Li- ter]	THG-Inten- sität [gCO _{2eq} /MJ]	Produktionskosten [€/l] ²
Jet-A1	1,116 (893,040 t)	62.6 (50,064 t)	36.1 (28,848 t)	85 bis 95 ¹	0,4 ²

Unter Berücksichtigung eines erhöhten Flugaufkommens und Effizienzsteigerungen sowie der Ziele von ReFuelEU Aviation (siehe Tabelle 5-3) könnte sich die österreichische SAF-Nachfrage in etwa wie in Abbildung 1 dargestellt entwickeln. Die folgenden Überlegungen und Annahmen wurden getroffen, um die österreichische SAF-Entwicklung in Übereinstimmung mit den EU-Rechtsvorschriften und Zielen zu erheben. Der Anteil von SAF an der Gesamtnachfrage nach Flugkraftstoff muss kontinuierlich steigen, bis er im Jahr 2050 63% SAF erreicht, mit einem Unterziel von 28% synthetischer Flugtreibstoffe. Bis 2050 wird das Flugaufkommen um durchschnittlich 1,2 % pro Jahr zunehmen (0,8 % 2020-2035 und 1,6 % 2036-2050) (Eurocontrol geht davon aus, dass sich das Wachstum in den nächsten 15 Jahren verlangsamen wird, um den Ausbruch von Covid-19 aufzuholen; danach wird sich das Wachstum beschleunigen, weil immer mehr Menschen fliegen werden) (Eurocontrol 2022). Nach dem Basisszenario des EUROCONTROL Forecast Update 2021-2027 werden die IFR-Flugbewegungen in Österreich wie folgt zunehmen: 2021 (+22%), 2022 (+70%), 2023 (+6%), 2024 (+6%), 2025 (+2%), 2026 (+2%), 2027 (+2%) (Eurocontrol 2021). Darüber hinaus hat die ICAO das Ziel einer jährlichen Effizienzsteigerung von 2 % bis 2050 festgelegt – durch Kraftstoffe, Technologie und Betrieb (ICAO 2023). Diese Szenarien und Überlegungen führen zu einem SAF-Bedarf von 18 Millionen Litern bis 2025 und 51 Millionen Litern bis 2030, einschließlich 6 Millionen Litern synthetischer Flugkraftstoffe.

¹ ICCT 2021, <https://theicct.org/sites/default/files/publications/Alt-aviation-fuel-sustainability-mar2021.pdf>

² ICCT 2019, https://theicct.org/sites/default/files/publications/Alternative_jet_fuels_cost_EU_2020_06_v3.pdf

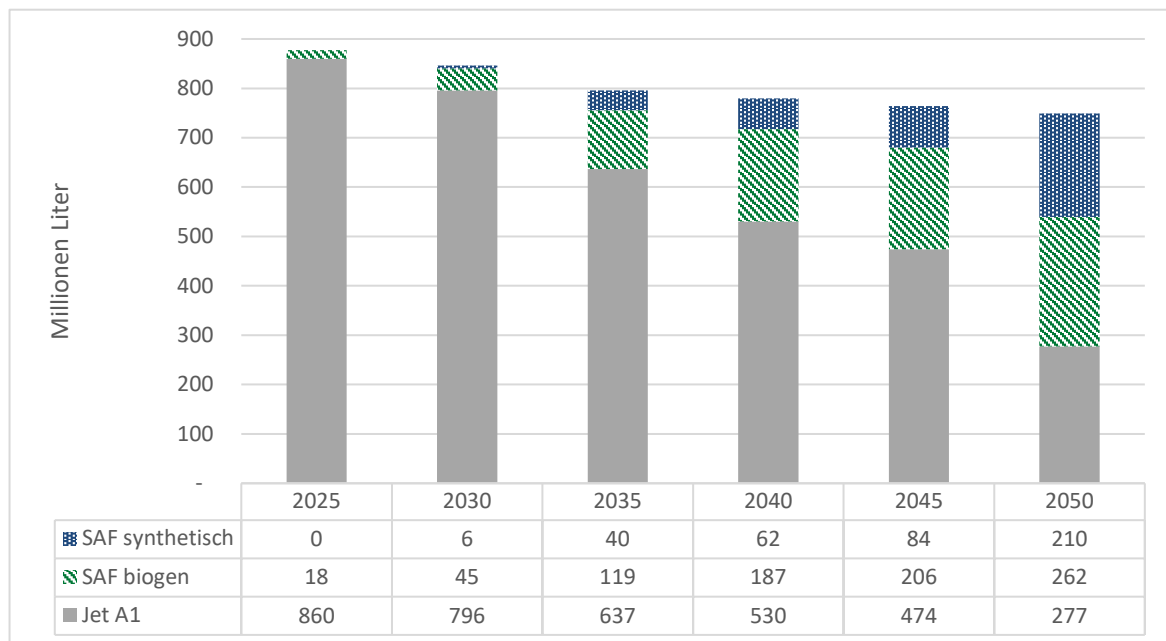


Abbildung 1: Prognostizierte Entwicklung von SAF in Österreich nach dem EU Gesetzesentwurf (in Millionen Liter)

Laut der Studie „Erneuerbares Gas 2040“ der Österreichischen Energieagentur wird der Endenergieverbrauch des Luftfahrtsektors bis 2040 9.325 GWh betragen, aufgeteilt in 1.025 GWh biogenen SAF und 8.300 GWh E-Fuels. Diese Studie geht von einem Anteil von E-Fuels im Luftfahrtsektor von 89% im Jahr 2040 aus. Für die Produktion von 8.300 GWh E-Fuels (entspricht 750.000 t/a oder 940 Mio. l) wurde ein Bedarf an grünem Wasserstoff von etwa 12.000 GWh (entspricht 360.000 t oder 4.000.000 Mio. l) berechnet. (BMK 2021b)

SAF biogen

Für die Erhebung des theoretischen Biomassepotenzials für die SAF-Produktion bis 2050 wurde der Status quo relevanter Rohstoffe bewertet. Im Jahr 2019 betrug das Biomassepotenzial rund 6 Millionen Tonnen atro. Diese Menge wurde nahezu vollständig ausgeschöpft. Das Potenzial kann theoretisch auf 13 Mio. t atro erhöht werden (BEST 2019). Das Potenzial nach Rohstoffen ist in Tabelle 5-2 ersichtlich.

Tabelle 5-2: Theoretisches Biomassepotenzial in Österreich (in Tonnen atro)

Rohstoff	Status 2019	Potenzial 2050	Nutzbarer Anteil (hohes Szenario)	Potenzial 2050 für SAF
Ungenutzter Holzzuwachs	2,836,371	4,123,039	10%	412,304
Restholz	641,242	1,289,893	1%	12,899
Sägenebenprodukte	2,378,758	4,394,265	1%	43,943
Kurzumtriebsplantagen	26,631	1,339,173	40%	535,669
Miscanthus	16,000	1,338,750	25%	334,688
Klärschlamm	238,000	261,800	50%	130,900
Altspeisefett	2,376 ³	4,400	100%	4,400
Öle und Fette	133,965 ⁴	107,172	33%	35,367
Summe	6,273,343	12,858,492		1,510,169

Das tatsächliche Biomassepotenzial ist abhängig von politischen, wirtschaftlichen, technischen und ökologischen Entwicklungen. Um das Rohstoffpotenzial für SAF bis 2050 zu berechnen, wurden verschiedene Annahmen getroffen. Es wurde angenommen, dass die Sägeindustrie in Österreich weiterwächst, der Holzbau ausgebaut wird, Kleinwaldbesitzer mobilisiert werden, Brachflächen rekultiviert werden, die Bodenversiegelung reduziert wird, die Bevölkerung wächst und der Fleischkonsum abnimmt.

Der nutzbare Anteil dieser Biomassefraktionen für die SAF-Produktion stellt ein hohes Szenario dar, das darauf abzielt, die EU-Beimischungsverpflichtungen für SAF bis 2050 zu erreichen. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die SAF-Produktion in diesem Szenario in direktem Wettbewerb mit der Produktion von erneuerbarem Gas steht.

Unter Berücksichtigung der Technologiepfade HEFA, FT und ATJ können mit dieser Menge an Biomasse etwa 260 Millionen Liter SAF produziert werden, davon 26 Millionen Liter HEFA. Dies unterstreicht die Tatsache, dass mittelfristig ein hoher Anteil von SAF via die Pfade FT und ATJ produziert werden wird.

SAF synthetisch (PtL)

Der österreichische Gesamtstromverbrauch belief sich im Jahr 2020 auf 70,3 TWh. Die Stromerzeugung erfolgte hauptsächlich durch Wasserkraft (45,4 TWh) und thermische Kraftwerke (18,3 TWh). Zusätzlich wurden 8,9 TWh mit erneuerbaren Energien wie Windkraft, Photovoltaik und Geothermie erzeugt. Die Stromimporte sind im Vergleich zu den Stromexporten etwas höher (E-Control 2021). Bis

³ IFEU 2020, https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/UCO_ifeu-Studie_final_28-10-20.pdf

⁴ Statistik Austria 2020, https://www.statistik.at/fileadmin/publications/Versorgungsbilanzen_fuer_tierische_Produkte_2020.pdf

2030 will Österreich 100% seines Strombedarfs und 100% seines Energiebedarfs für den Verkehr im Inland aus erneuerbaren Quellen erzeugen. Die Produktion von E-Fuels für die Luftfahrt ist von diesem Ziel ausgenommen.

In Österreich ist bis 2030 eine Elektrolysekapazität von 1 GW geplant, was in etwa 5 TWh oder 125.000 t/a Wasserstoff entspricht (bei 5.000 Betriebsstunden pro Jahr). Diese Menge würde den derzeitigen Bedarf an Wasserstoff in Österreich decken. Bis 2040 wird der Wasserstoffbedarf der österreichischen Industrie auf 16 - 25 TWh geschätzt. Die für 2030 geplante Wasserstoffkapazität (5 TWh) liegt also weit unter dem für 2040 prognostizierten Bedarf der Industrie, selbst wenn man ein Szenario mit geringer Nachfrage und ausschließlichem Wasserstoffverbrauch (16 TWh) zugrunde legt. (BMK 2022b)

Um bis 2050 210 Millionen Liter synthetischen SAF zu produzieren, würden etwa 75.000 t grüner Wasserstoff und 530.000 t CO₂ benötigt (stöchiometrisch).

Die Beimischungsverpflichtungen könnten mit der heimischen Produktion erreicht werden. Allerdings konkurriert die Nutzung von sowohl Biomasse als auch grünem Wasserstoff. Die SAF-Produktion muss entweder priorisiert werden, oder der Import von Rohstoffen und SAF wird notwendig sein, um die Beimischungsziele zu erreichen. Aufgrund des Wettbewerbs um bestimmte Rohstoffe ist Technologieoffenheit von entscheidender Bedeutung, und eine Kombination aus biogenen und synthetischen SAF ist erforderlich, um die europäischen und nationalen Ziele zu erreichen.

5.2.2. Rechtlicher Rahmen und Strategien

Im Rahmen des Fit-for-55-Pakets gibt es fünf Initiativen mit direkten Auswirkungen auf den Luftverkehr, nämlich die ReFuelEU Aviation Initiative⁵, die Erneuerbare Energien Richtlinie (RED), das EU Emission Trading System, die Energy Taxation Richtlinie und die Alternative Fuel Infrastructure Regulation. Die ReFuelEU Aviation Initiative zielt auf eine schrittweise Einführung von SAF bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung eines gut funktionierenden Luftverkehrsmarktes (gleiche Wettbewerbsbedingungen im Luftfahrtsektor) ab. SAF muss den Fluggesellschaften zu wettbewerbsfähigen Preisen zur Verfügung gestellt werden. Ziel ist eine schrittweise Erhöhung des SAF-Anteils mit einem Unterziel für synthetische Kraftstoffe (siehe Tabelle 5-3). Förderfähige SAF sind Biokraftstoffe aus Altölen und -fetten, fortschrittliche Biokraftstoffe aus Abfällen und Reststoffen (angeführt in Anhang IX der Erneuerbare Energien Richtlinie) sowie synthetische Kraftstoffe (PtL). Diskutiert wird eine Ausweitung auf kohlenstoffhaltige Recycling-Kraftstoffe, E-Fuels auf Nuklearbasis und erneuerbaren Wasserstoff. Die Ziele müssen von den Treibstofflieferanten erreicht werden, und die Betreiber müssen die bereitgestellten SAF kaufen. Die Verordnung gilt für alle Luftfahrtunternehmen, die von EU-Flughäfen aus fliegen (Ausnahmen für kleine Unternehmen). Zu den begleitenden Maßnahmen zählen die Intensivierung der europäischen Bemühungen bei der ICAO, die Gründung einer „Renewable and Low-Carbon Fuels Value Chain Industrial Alliance“ und die regulatorische Unterstützung des SAF Markthochlaufs (CORSIA, EU-ETS usw.).

⁵ European Commission 2021, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0561>

Tabelle 5-3: Beimischungsverpflichtungen nach ReFuelEU Aviation Initiative

Jahr	Beimischungsverpflichtung SAF	Sub-Ziel SAF synthetisch
2025	2%	0%
2030	6%	0.7%
2035	20%	5%
2040	32%	8%
2045	38%	11%
2050	63%	28%

Die Erneuerbare Energien Richtlinie (RED-II), welche derzeit überarbeitet wird, enthält eine Liste von Rohstoffen, die für die Herstellung fortschrittlicher Biokraftstoffe in Frage kommen (Anhang IX, Teil A und B), und legt Ziele für ihren Anteil am Endenergieverbrauch im Verkehr fest (European Commission 2018). Der Anteil der im Luftverkehr gelieferten Kraftstoffe wird mit dem 1,2-fachen ihres Energiegehalts angesetzt, mit Ausnahme von Kraftstoffen, die aus Nahrungs- und Futtermittelpflanzen hergestellt werden. Die European Strategy for Low-Emission Mobility hebt die besondere Bedeutung hervor, die fortschrittliche Biokraftstoffe und erneuerbare flüssige und gasförmige Kraftstoffe nicht-biologischen Ursprungs mittelfristig für den Luftverkehr haben (European Commission 2016).

Österreich als Mitgliedstaat der EU muss diese Richtlinien in nationales Recht umsetzen. Die österreichische Regierung hat sich sogar noch ehrgeizigere Ziele gesetzt. Bis 2030 sollen netto 100% des nationalen Stromverbrauchs aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden. Der gesamte Energieverbrauch des Verkehrssektors (mit Ausnahme des Flugverkehrs) soll durch erneuerbare Energie aus Österreich gedeckt werden. Außerdem will Österreich bis 2040 klimaneutral werden.

In Österreich befassen sich das BMK (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie) als oberste Zivilluftfahrtbehörde und die ihm unterstellte Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUB), die Austro Control GmbH, der Österreichische Aeroclub, die Landeshauptleute und die Bezirkshauptmannschaften mit Angelegenheiten der Luftfahrt (BMK 2023). Die Luftverkehrspolitik wird von der Regierung (Ministerien) und den Bundesländern in Abstimmung mit den Stakeholdern gestaltet.

In den letzten Jahren wurden mehrere Strategien und Berichte mit Relevanz für SAF veröffentlicht:

- Luftfahrstrategie 2040+ (2022)
 - Diese vom BMK veröffentlichte Luftverkehrsstrategie konzentriert sich auf vier Themenbereiche, nämlich: Umweltschutz und Einführung von SAF, Integration in das Gesamtverkehrssystem, Entwicklung gleicher Wettbewerbsbedingungen sowie Innovation und technologischer Wandel.

- FTI Strategie für Luftfahrt 2040+ (2022) ist Teil der Luftfahrtstrategie und konkretisiert die Forschungs-, Technologie- und Innovationsstrategie 2030 des Bundes für luftfahrtbezogene Themen.
- Wasserstoffstrategie für Österreich (2022)
 - Wasserstoff wird eine Lösung für die Dekarbonisierung der Industrie sein, aber nur, wenn er mit erneuerbaren Energien hergestellt wird. Der österreichische Plan sieht eine Elektrolysekapazität von 1 GW bis 2030 und die Entwicklung eines unterstützenden Rahmens für die Integration von Wasserstoff in das Energiesystem vor. Der Schwerpunkt der Nutzung von Wasserstoff wird auf Industrien liegen, die schwer zu dekarbonisieren sind, z. B. die chemische Industrie, die Stahlindustrie, die Schifffahrt und die Luftfahrt. Die Gasinfrastruktur wird in eine Wasserstoffinfrastruktur umgewandelt und es werden Anreize, wie Investitionen in Forschung und Vernetzung (z.B. Wasserstoffplattform H2Austria) geschaffen.
- Erneuerbares Gas in Österreich 2040 (2021)
 - Der geschätzte Gasbedarf für 2040, der dem Ziel von 100 % erneuerbarem Strom entspricht, liegt je nach Szenario zwischen 89 TWh und 138 TWh (25 TWh bzw. 16 TWh können nur durch Wasserstoff gedeckt werden). Die Nachfrage nach grünem Gas übersteigt deutlich das potenzielle Angebot an Biogas, das bei etwa 20 TWh liegt. Es sollen nur die Sektoren mit grünem Gas versorgt werden, die keine Substitutionsmöglichkeiten haben. Das sind vor allem die Industrien. Der Gebäudesektor und der Mobilitätssektor haben Substitutionsmöglichkeiten.
- Klimaneutralität Österreichs bis 2040 (2021)
 - Das österreichische Ziel ist eine vollständige Dekarbonisierung des Energiesystems und der Wirtschaft bis 2040. Österreichs Industrie verbraucht etwa 110 TWh/a an Energie, das entspricht etwa 27 % des Bruttoinlandsverbrauchs. Die jährlichen Treibhausgasemissionen belaufen sich auf 27,1 Mio. t CO₂-Äquivalente, die hauptsächlich aus der Produktion von Stahl, Zement, Papier und chemischen Erzeugnissen stammen. Es gibt vier Strategien, um dieses Ziel zu erreichen: Elektrifizierung, Nutzung von grünen Gasen, Kohlenstoffabscheidung und Kreislaufwirtschaft. Der Verkehrssektor, einschließlich des Luftverkehrs, wird in dem Dokument nicht erwähnt, da der Schwerpunkt auf der Industrie liegt.
- Mobilitätsmasterplan 2030 für Österreich (2021)
 - Der österreichische Mobilitätsmasterplan sieht eine Förderung von E-Fuels sowie innovative Antriebssysteme auf Basis von Wasserstoff und Batterie, die Einführung von Beimischungspflichten, die Einhaltung internationaler Zulassungskriterien, die Teilnahme an CORSIA, einen klimaneutralen Verkehr bis 2040 und einen Verkehrssektor, der zu 100 % aus erneuerbaren Energien aus Österreich gedeckt wird (mit Ausnahme der Luftfahrt), vor. Biokraftstoffe, die heute ausschließlich im Straßenverkehr verwendet werden, sollen bis zu einem gewissen Grad auch im Flugverkehr eingesetzt werden, wenn es keine andere effizientere Anwendung gibt.
- Integrated nation energy and climate plan for Austria NEKP (2019)
 - CORSIA sollte in das EU-ETS integriert werden und Zertifikate sollten nicht mehr

kostenlos vergeben werden. Es sollten Beimischungspflichten für SAF eingeführt und die langfristige Forschung im Bereich der E-Fuels für schwer zu dekarbonisierende Sektoren wie den Luftverkehr intensiviert werden. Unvermeidbare Flüge sollten kompensiert werden. Investitionen in alternative Infrastruktur und Kostenwahrheit für Flugtickets sollten zu weniger Flugbewegungen führen. Treibstoff sollte durch freien Luftraum und optimierte Sinkflugprofile (ODP) eingespart werden. Single European Sky sollte vollendet werden und Steuerbefreiungen für grünes Gas und grünen Wasserstoff sollten eingeführt werden. Die Forschung an CO₂-freien Kraftstoffen für die Luftfahrt sollte gefördert werden.

- Zudem wird derzeit vom Umweltbundesamt eine SAF-Roadmap erarbeitet.
- Darüber hinaus hat die ZÖVI (Zukunftsoffensive Verkehr & Infrastruktur), ein überparteiliches Bündnis führender österreichischer Infrastrukturanbieter, einen Aktionsplan für die Einführung von SAF in Österreich vorgelegt.

5.2.3. Nationale Stärken und Potenziale (SWOT)

Tabelle 5-4 enthält eine SWOT-Analyse für Österreich. Dazu wurden spezifische Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken bezüglich Markthochlauf von SAF zusammengefasst.

Tabelle 5-4: SWOT-Analyse für Österreich

STRENGTHS	WEAKNESSES
<ul style="list-style-type: none"> • Know-how, es gibt mehrere einschlägige Forschungsinstitute und Technologieanbieter • Einigkeit von Politik und Industrie über die Bedeutung von SAF • Gemeinsame Position zu SAF der führenden Unternehmen aus den Bereichen Mobilität, Energie und Digitalisierung • Nachhaltige Waldbewirtschaftung und Biomassenutzung ist traditionell 	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrizitätserzeugung ist vergleichsweise teuer • Derzeit keine heimische Produktion von grünem Wasserstoff
OPPORTUNITIES	THREATS
<ul style="list-style-type: none"> • Politische Anreize wie Finanzierung und Risikoverteilung könnten zu Investitionen führen • Nationale Akteure sind an der Produktion und dem Kauf von SAF interessiert 	<ul style="list-style-type: none"> • Unsicherer rechtlicher Rahmen • Begrenzte Verfügbarkeit von Rohstoffen aufgrund der geringen Größe des Landes

5.2.4. Herausforderungen und Forschungsbedarf für den Markthochlauf

Die folgenden Aufzählungspunkte sind eine Sammlung von Herausforderungen für den Markthochlauf von SAF durch österreichische Stakeholder aus Industrie und Forschung. Diese wurde in Form eines World Cafés beim nationalen Vernetzungsworkshop im September 2022 erarbeitet⁶. Die Teilnehmer:innen tauschten sich zu den Punkten „Barrieren bei der Markteinführung von SAF“ und „aktueller Forschungsbedarf“ aus. Als relevante Barrieren wurden unter anderem die Kosten, die Verfügbarkeit von Rohstoffen, Strom und SAF, sowie die fehlende Planungssicherheit aufgrund des noch nicht finalisierten rechtlichen Rahmens identifiziert. Konkreten Forschungsbedarf sehen die Teilnehmer:innen unter anderem bei den verschiedenen Technologiepfaden, dem Korrosionsverhalten verschiedener Rohstoffe und der Skalierung von Pilotprojekten.

Rohstoffe & Umwandlung

- Rohstoffverfügbarkeit
 - Konkurrerender Markt für Rohstoffe, die für SAF geeignet sind, was sich auf die Verfügbarkeit, die Versorgungssicherheit und die Qualität auswirkt.
 - Notwendigkeit von Importen im Falle von Biomasse, grünem Wasserstoff und Elektrizität
- Technologieoffenheit
 - Fluch und Segen - Diversifizierung, aber das Geld verteilt sich auf viele Technologien
- Forschung
 - Zusammenarbeit mit Forscher:innen erforderlich - Daten sind für sie oft nicht verfügbar
 - Globale Kooperationen erforderlich
 - Die besten Technologiepfade sollten bewertet und optimiert werden
 - Diversifizierung von Technologien und Rohstoffen (parallele Forschung an mehreren Technologien und Rohstoffen)
 - Hochskalierung von biogenen SAF-Pilotanlagen in den Großmaßstab und Demonstration synthetischer SAF
- Energiebedarf
 - Ausbau der erneuerbaren Energien notwendig
 - Energieverteilung (Netze)
 - Derzeit keine Selbstversorgung mit Energie

Versorgung & Logistik

- Infrastruktur
 - Notwendigkeit einer neuen Infrastruktur
- Verfügbarkeit von SAF für die Forschung
 - Es werden genügend SAF-Testmengen für Forschungsversuche benötigt
- Nachhaltigkeit
 - Bewertung der Nachhaltigkeit im Betrieb oder über den Lebenszyklus
 - Angemessene Definition der Systemgrenzen

⁶ Siehe https://www.iea-amf.org/content/events/web_seminars/workshop_task63

Märkte & Politik

- Kosten
 - Künftiges Verhältnis zwischen den Kosten für fossilen Flugzeugtreibstoff und SAF. Bleiben SAF so teuer oder wird es eine Verschiebung geben?
 - Bereitschaft der Verbraucher, zusätzliche Kosten zu tragen (erhöhter Ticketpreis)
 - Die Produktionskosten für synthetische SAF sind stark vom Strompreis abhängig
 - Die Produktion in größeren Anlagen könnte die Kosten senken, aber dann sind die erforderlichen Rohstoffmengen schwieriger zu beschaffen (Transportdistanz).
- Regulatorischer Rahmen
 - Das Fehlen eines klaren Rahmens verringert die Planungssicherheit und hemmt Investitionen (RED-III und ReFuelEU Aviation werden noch diskutiert)
 - Wie lässt sich die Verlagerung von Emissionen vermeiden? Sind internationale Regelungen möglich?
 - ReFuelEU Aviation sieht vor, dass 90% der SAF am Ort des Verbrauchs gekauft werden müssen
 - Inhomogene Regelungen sollten harmonisiert werden
- Planungssicherheit
 - Investitionen werden für eine lange Lebensdauer berechnet (die Entwicklung von Flugzeugen dauert etwa 30 Jahre)
- Finanzierung, Zweckwidmung
 - Flugabgabe, EU-ETS, Kerosinsteuer
 - Förderung als Investment/Risikoabdeckung (Innovation Fund)
 - Anschubfinanzierung der öffentlichen Hand nötig
 - Unterstützung der Forschung (Ausschreibungen etc.)
- Politischer Wille

5.2.5. Nationale Akteure entlang der Wertschöpfungskette

Österreich verfügt über sechs relevante Flughäfen, wobei der internationale Flughafen Wien (VIE) der wichtigste ist, gefolgt von den Flughäfen in Graz, Innsbruck, Salzburg, Linz und Klagenfurt.

Das Unternehmen OMV betreibt die einzige fossile Raffinerie in Österreich, die sich in der Nähe von Wien (Schwechat) befindet. Die OMV Raffinerie Schwechat kann jährlich bis zu 9,6 Millionen Tonnen Rohöl verarbeiten. Seit September 2022 produziert die OMV HEFA durch Co-Processing von hauptsächlich Altspeiseöl und beliefert Austrian Airlines mit SAF⁷. OMV und Lufthansa unterzeichneten ein Memorandum of Understanding über die Lieferung von mehr als 800.000 Tonnen SAF für die Jahre 2023 bis 2030, wobei die Zusammenarbeit neue Standorte und neue SAF-Produktionstechnologien umfassen soll⁸. Ein weiteres Memorandum of Understanding über die Lieferung von rund 160.000 Tonnen SAF wurde von OMV und Ryanair unterzeichnet. Diese sollen in Österreich, Deutschland und Rumänien produziert werden⁹.

⁷ Siehe: OMV Aktiengesellschaft 2022, <https://www.omv.com/en/news/220412-omv-supplies-austrian-airlines-with-sustainable-aviation-fuel-under-the-partnership-agreement>

⁸ Siehe: AustrianRoadmap2050, <https://www.roadmap2050.at/omv-und-lufthansa-group-bauen-partnerschaft-zu-nachhaltigen-flugkraftstoffen-aus/>

⁹ Siehe: Aviation direct, <https://aviation.direct/wien-ryanair-bestellt-saf-bei-omv>

Die Raffinerie der OMV befindet sich in der Nähe des internationalen Flughafens Wien (VIE) und SAF kann über bestehende Pipelines transportiert werden. Die Betankung erfolgt über die FSH (Flughafen Wien Schwechat-Hydranten-Gesellschaft GmbH & Co OG), ein Tochterunternehmen von OMV und VIE.

Tabelle 5-5 enthält eine Auflistung einiger österreichischer Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Interessensgruppen, welche sich unseres Wissens (potenziell) mit dem Thema nachhaltiger Flugverkehr oder SAF beschäftigen oder dies planen.

Tabelle 5-5: Nationale Akteure Luftfahrt/SAF

Nationale Akteure	Firmentyp	Kurzbeschreibung
Rohstofflieferanten		
Verbund	Energieanbieter	Geplante Produktion von 40.000 t/a grünem Wasserstoff bis 2025 gemeinsam mit Burgenland Energie.
Energie Steiermark	Energieanbieter	Geplante Produktion von 300 t/a grünem Wasserstoff bis 2022.
Wien Energie	Energieanbieter	Potenzielle Rohstoffversorgung
SAF Produzenten		
OMV	Raffinerie	Die OMV ist die einzige fossile Raffinerie in Österreich, die hauptsächlich Rohöl verarbeitet. Seit 2022 produziert die OMV auch SAF aus HEFA. Derzeit liegt die Produktion bei rund 2.000 Tonnen. Bis 2030 soll die Produktion auf mehr als 700.000 Tonnen pro Jahr steigen. Die OMV ist auch an der Produktion von grünem Wasserstoff interessiert.
Agrana	Bioraffinerie	Potenzielle SAF Produktion
SAF Konsumenten		
Austrian Airlines	Fluglinie	Abnahmevereinbarung mit OMV
Avcon Jet	Private Fluglinie	Charterflüge
DHL Air Austria	Fluglinie (Cargo)	Ankündigung ehrgeiziger Dekarbonisierungspläne
Luftfahrt OEMs		
Combustion Bay One	Technologieanbieter	Auf Verbrennungstechnik spezialisiertes Maschinenbaubüro
Austro Engine	Technologieanbieter	Hersteller von Flugzeugtriebwerken

Nationale Akteure	Firmentyp	Kurzbeschreibung
Zoerkler Gears GmbH & Co KG	Technologieanbieter	Entwicklung von Antriebssystemen für die internationale Luftfahrt
Diamond Aircraft Industries	Technologieanbieter	Hersteller von Flugzeugen
Bosch General Aviation Technology GmbH	Technologieanbieter	Zertifizierter Luftfahrt-Zulieferer
Brimatech Services GmbH	Beratungsunternehmen	Technologietransfer, Marktstudien, Business Development
FACC AG	Technologieanbieter	Luftfahrt-Zulieferer
TEST-FUCHS GmbH	Technologieanbieter	Komponenten und Baugruppen für Flugzeuge und die Luft- und Raumfahrtindustrie
SAF Technologieanbieter		
AVL List	Technologieanbieter	Hochtemperatur-Elektrolyse (SOEC)
Caphenia	Technologieanbieter	Erneuerbare Kraftstoffe aus CO2
Forschungsinstitute und Projekte		
BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH	Forschungsinstitut, Kompetenzzentrum K1	Förderung der Vernetzung von SAF-Akteuren, Marktüberblick, 1MW Gaserzeuger inkl. Fischer-Tropsch Synthese (Demonstration)
H2Future (Voestalpine, VERBUND, Siemens, Austrian Power Grid, K1-MET, TNO)	Horizon-Projekt	6 MW PEM-Elektrolyse-System zur Erzeugung von grünem Wasserstoff im Stahlwerk der Voestalpine Linz
AIT (LKR)	Forschungsinstitut	Leichtmetalltechnologien
Joanneum Research	Forschungsinstitut/Universität	Luftfahrt-Masterprogramm
TU Graz	Universität	Thermische Turbomaschinen, Maschinendynamik
TU Wien	Universität	Kraftfahrzeugtechnik, Luftfahrtgetriebe
HyCenthA	Forschungsinstitut, Kompetenzzentrum K1	Projekte und Forschung zu Wasserstoff
Interessensgruppen, Netzwerke, Andere		
AviationIndustry Austria	Interessensgruppe	Dachverband der Luftfahrt (Austrian Aeronautics Industries Group und Österreichischer Luftfahrtverband)

Nationale Akteure	Firmentyp	Kurzbeschreibung
VIE	Flughafen	Internationaler Flughafen Wien
ZOVI	Interessensgruppe	Kooperation führender Energie-, Mobilisierungs- und Digitalisierungsunternehmen
A3PS	Interessensgruppe	Österreichische Gesellschaft für fortschrittliche Antriebssysteme
Federal Energy Agency	Staatliche Organisation	Gemeinnütziger wissenschaftlicher Verein
Federal Environment Agency	Staatliche Organisation	Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft zur Sicherung nachhaltiger Lebensbedingungen

5.3. Task-Publikationen

Die **Task-Webseite** informiert über die Aktivitäten von Task 63. Zudem findet man darauf alle Publikationen und die Dokumentation von organisierten Veranstaltungen: https://iea-amf.org/content/projects/map_projects/63

Im Zuge des Projektes wurde ein nationaler Vernetzungsworkshop veranstaltet. Die Zusammenfassung der Präsentationen zu den Themen „Chance für Österreich – Status quo und Forschungsbedarf“ und „Anforderungen und Lösungsansätze der österreichischen Stakeholder“ sowie die Erkenntnisse des World Cafés sind unter folgendem Link abrufbar: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/publikationen/2023/iea-amf-task-63-nationaler-vernetzungsworkshop.php>

Task 63 hat im Rahmen der 7. Mitteleuropäischen Biomassekonferenz (CEBC 2023) einen internationalen Workshop über nachhaltige Flugkraftstoffe organisiert. Der Workshop konzentrierte sich auf die nationalen Stärken und Strategien der Task-Mitgliedsländer sowie auf Lehren aus Best-Practice-Beispielen für die SAF-Markteinführung. Eine Podiumsdiskussion rundete das Programm ab: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/publikationen/2023/iea-amf-task-63-internationaler-workshop.php>

In einer Serie von drei Online-Seminaren im November und Dezember 2022 wurden folgende Themen in Bezug auf nachhaltige Flugtreibstoffe behandelt: Versorgung & Betrieb, Rohstoff & Umwandlung sowie Markt & Politik. Ziel dieser Online-Seminare war es, Best-Practice-Beispiele für die Markteinführung von nachhaltigen Flugtreibstoffen aufzuzeigen, damit andere Interessengruppen von ihnen lernen können. Die Präsentationen der internationalen Expert:innen wurden aufgezeichnet und stehen online zur Verfügung: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/publikationen/2023/iea-amf-task-63-serie-online-seminare.php>

6 Vernetzung und Ergebnistransfer

Die Einschätzung der eigenen Stärken und das Identifizieren von Herausforderungen und Lösungsansätzen ist für einen Erfolg österreichischer Firmen und für die forschungsfördernden Stellen wichtig. Ebenfalls wichtig ist, die politischen Rahmenbedingungen in Ländern mit starken Ambitionen bezüglich des Markthochlaufs von SAF zu kennen und auf das technologische Wissen in diesen Ländern zugreifen zu können. Der Informationsaustausch zu SAF Produktionstechnologien, politischen Rahmenbedingungen und Implementierungsfragen innerhalb von AMF leistet hierzu einen wichtigen Beitrag und kommt allen österreichischen Einrichtungen zugute, die sich mit dem Markthochlauf von SAF beschäftigen.

Bei einem nationalen Vernetzungsworkshop zu nachhaltigen Flugtreibstoffen im September 2022 in Wien, wurden Chancen für Österreich, Status quo, Forschungsbedarf sowie Anforderungen und Lösungsansätze der österreichischen Stakeholder präsentiert. Der Workshop wurde mit einer Diskussionsrunde in Form eines World Cafés abgerundet. Die Teilnehmer:innen tauschten sich zu den Punkten Barrieren bei der Markteinführung von SAF und aktueller Forschungsbedarf aus. Als relevante Barrieren wurden unter anderem die Kosten, die Verfügbarkeit von Rohstoffen, Strom und SAF, sowie die fehlende Planungssicherheit aufgrund des noch nicht finalisierten rechtlichen Rahmens identifiziert. Konkreten Forschungsbedarf sehen die Teilnehmer:innen unter anderem bei den verschiedenen Technologiepfaden, dem Korrosionsverhalten verschiedener Rohstoffe und der Skalierung von Pilotprojekten. Die Folien aller 10 Vorträge und deren Zusammenfassung wurden auf der Task-Webseite veröffentlicht unter <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/publikationen/2023/iea-amf-task-63-nationaler-vernetzungsworkshop.php>.

Die Einführung von SAF ist mit verschiedenen Herausforderungen verbunden, welche für einen erfolgreichen Markthochlauf identifiziert und überwunden werden müssen. Aus diesem Grund wurde eine Serie von drei Onlineseminaren zu Best Practice Beispielen in den Themenbereichen Verteilung & Logistik, Rohstoffe & Umwandlung und Märkte & Politik veranstaltet. Die insgesamt elf Vorträge relevanter Stakeholder aus Industrie und Forschung wurden durch Fragen und Diskussionen ergänzt. Die Folien sowie die Aufzeichnung der Vorträge wurden auf der Task-Webseite veröffentlicht und stehen nach wie vor für allen Interessierten zur Verfügung unter <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/publikationen/2023/iea-amf-task-63-serie-online-seminare.php>.

Eine identifizierte Herausforderung ist das Fehlen einheitlicher rechtlicher Rahmenbedingungen und Strategien für den globalen Luftverkehrssektor. Mit diesem Thema beschäftigte sich der internationale Workshop, welcher im Rahmen der CEBC in Graz abgehalten wurde. Taskländervertreter:innen präsentierten jeweilige nationale Strategien und Rahmenbedingungen für Europa, USA und Brasilien. Das Programm wurde mit Vorträgen aus der Industrie ergänzt, welche sich mit der konkreten Umsetzung dieser Strategien beschäftigen: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/publikationen/2023/iea-amf-task-63-internationaler-workshop.php>.

Der finale Bericht des AMF Task 63 Sustainable Aviation Fuels, sowie Key Messages wurden ebenfalls auf der Task-Webseite publiziert. Dieser Bericht enthält alle gesammelten Ergebnisse zu Status quo, nationale Analysen und Best Practice Beispielen: https://iea-amf.org/content/projects/map_projects/63.

Kernergebnisse des Tasks wurden bereits auf der 6. Sitzung des Projektbeirates IEA Tasks/Annexes in HEV, AMF, AMC, AMT und Bioenergy am 25. April 2023 vorgestellt. Zudem werden die Ergebnisse beim ExCo Meeting im Mai/Juni 2023 und auf der EUBCE im Juni 2023 in Bologna vorgestellt.

7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

Der weltweite Luftverkehr verursacht derzeit etwa 2 % der globalen Treibhausgasemissionen. Die Luftfahrtindustrie unterstützt das Pariser Abkommen und hat sich verpflichtet, bis 2050 netto null CO₂-Emissionen zu erreichen. Neben Effizienzsteigerungen und angepasstem Flugverhalten werden nachhaltige Flugkraftstoffe einen wichtigen Beitrag zu diesem Ziel leisten müssen.

Die Herstellung von SAF kann auf der Grundlage von Biomasse oder erneuerbarem Strom erfolgen, und bisher wurden neun Verfahren von der ASTM zertifiziert. Ab Anfang 2023 werden fast alle auf dem Markt befindlichen SAF durch Hydrotreatment von Lipiden hergestellt, wobei HEFA-SPK entsteht. Weitere vielversprechende Verfahren sind Gaserzeugung und FT-Synthese sowie das Alcohol-to-Jet-Verfahren. Da die Verfügbarkeit von Lipiden geringer sein wird als für die Substitution fossiler Flugkraftstoffe erforderlich, ist es notwendig, die Rohstoffbasis zu verbreitern und Technologien zur Umwandlung von reichlich vorhandenen Rohstoffen in SAF zu entwickeln.

Weltweit sind nur sechs Produktionsanlagen für SAF in Betrieb, und die produzierte Menge deckt weniger als 0,1 % des Flugzeugkraftstoffbedarfs. Das Interesse an diesem Sektor ist jedoch groß, und viele weitere Produktionsanlagen wurden angekündigt oder befinden sich derzeit im Bau. So soll die SAF-Produktionskapazität in den USA bis 2027 gegenüber 2022 um das 60-fache ansteigen.

Die wichtigsten Herausforderungen für eine schnelle Markteinführung von SAF sind:

- Hohe Produktionskosten von SAF im Vergleich zu herkömmlichem Düsenkraftstoff
- Begrenzte Verfügbarkeit von nachhaltigen Rohstoffen (Biomasse, Elektrizität)
- Mangel an klaren internationalen Vorschriften und deren Angleichung

Obwohl andere SAF-Produktionstechnologien als Hydrotreatment von Lipiden noch weiterentwickelt und eingesetzt werden müssen, werden weder die Produktionstechnologie noch technische Probleme beim Betrieb von Flugzeugen mit SAF als größte Herausforderungen angesehen. Die Einführung von SAF ist in erster Linie ein wirtschaftliches und kein technisches Problem. Es bedarf politischer Maßnahmen, um eine Marktnachfrage zu schaffen und den Preisunterschied zwischen SAF und fossilem Flugkraftstoff auszugleichen.

Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass eine nachhaltige Rohstoffversorgung, eine effiziente Umwandlung und eine zuverlässige Nachhaltigkeitszertifizierung gewährleistet sind. Die Nachhaltigkeitskriterien für SAF müssen weltweit harmonisiert werden, ebenso wie eine international vereinbarte Methode zur Berechnung der Kohlenstoffintensität (d. h. der Treibhausgasemissionen) von SAF und ein internationales SAF-Register, das die Lieferung, den Handel und die Verwendung von SAF weltweit ermöglicht. Auf diese Weise kann der Luftfahrtsektor weiterhin international operieren und gleichzeitig seinen Kohlenstoff-Fußabdruck verringern.

Das Advanced Motor Fuels TCP ist bestrebt, diese Entwicklung durch kooperative F&E und Informationsaustausch zu unterstützen, und prüft die Zusammenarbeit mit seinen Schwester-TCPs IEA

Bioenergy und Combustion. Mehrere Bereiche von Interesse wurden bei einem gemeinsamen Meeting wie folgt identifiziert:

- Auf der Grundlage des Überblicks über den aktuellen Stand der SAF-Entwicklung und -Einführung, der durch die vorliegenden Arbeiten gewonnen wurde, könnte AMF kurze zusammenfassende Berichte (2-3 Seiten) zur Unterstützung und Information der IEA-Analyse vorlegen, z. B. über den aktuellen Stand, die Schlüsselkomponenten für eine erfolgreiche Politikgestaltung, die Sicherstellung einer nachhaltigen Produktion von SAF und SAF-Rohstoffen sowie technologische Grundlagen.
- Weitere Desktop-Arbeiten, möglicherweise in Zusammenarbeit mit dem Bioenergy TCP, könnten Folgendes umfassen:
 - Monitoring von SAF-F&E, Demonstrationsprojekten oder Produktionseinsatz
 - Analyse der potenziellen Rolle von SAF bei der Dekarbonisierung der Luftfahrt in IEA-Szenarien
 - Politische Empfehlungen an Regierungen, die an einer Ausweitung der SAF-Produktion oder -Einführung interessiert sind
 - Quantifizierung der Umweltauswirkungen von Book und Claim-Systemen
- Experimentelle Arbeiten, möglicherweise in Zusammenarbeit mit dem Combustion TCP, könnten Folgendes umfassen:
 - Auswirkungen des SAF-Einsatzes auf Nicht-CO₂-Effekte (Kondensstreifen, Sprühentwicklung)
 - Stand und Entwicklungen der Triebwerkstechnologie in der Luftfahrt
 - Identifizierung von Produktionsprozessparametern und erwünschten Endnutzungseigenschaften, die für die Gemischaufbereitung, Verbrennung, Stabilität und Emissionsbildung relevant sind, durch Experimente und Simulationen (Start, Reiseflug usw.)
 - Bewertung, Erprobung, Qualifizierung und Spezifikation von SAF, um die Entwicklung neuer ASTM-Normen zu unterstützen
 - Ermöglichung der Verwendung von unverschnittenen SAF und SAF-Mischungen bis zu 100 %.
 - Untersuchung neuartiger Düsenkraftstoffe, die Vorteile in Bezug auf Leistung oder Herstellbarkeit bieten
 - Integration von SAF in die Kraftstoffvertriebsinfrastruktur

Die Diskussionen innerhalb von AMF und mit den anderen TCPs laufen noch.

Literaturverzeichnis

ATAG 2021. Waypoint 2050 2nd edition. 2021. URL: <https://atag.org/resources/waypoint-2050-2nd-edition-september-2021/> (abgerufen am 28.April 2023)

BEST 2019. Dißauer C., Rehling B., Strasser C.: Machbarkeitsuntersuchung Methan aus Biomasse. 2019. URL: <https://www.gruenes-gas.at/assets/Uploads/BioEnergy2020+ Machbarkeitsuntersuchung Methan aus Biomasse.pdf>

BMK 2023. Abteilung IV/L 2 Luftfahrt-Rechtsangelegenheiten. <https://www.bmk.gv.at/themen/verkehr/luftfahrt/behoerden/ozb/l2.html> (abgerufen am 28.April 2023)

BMK 2021a. Austria's 2030 Mobility Master Plan. The new climate action framework for the transport sector: sustainable – resilient – digital. Wien 2021. URL: <https://www.bmk.gv.at/themen/mobilitaet/mobilitaetsmasterplan/mmp2030.html>

BMK 2021b. Erneuerbares Gas in Österreich 2040. Quantitative Abschätzung von Nachfrage und Angebot. Wien. 2021. URL: <https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:2486be49-85cd-41d6-b2af-a6538757e5cd/Erneuerbares-Gas-2040.pdf>

BMK 2022. FTI-Strategie für Luftfahrt. Klimafreundliche Luftfahrtinnovationen. Die Strategie für Forschung, Technologie und Innovation für die österreichische Luftfahrt 2040+. Wien 2022. URL: <https://www.bmk.gv.at/themen/innovation/aktivitaeten/luftfahrttechnologie/FTI-Strategien-Luftfahrt.html>

BMK 2021c. Klimaneutralität Österreichs bis 2040. Beitrag der österreichischen Industrie. Wien 2021. URL: https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:0ac604d1-7928-492f-991a-4845dce78c27/Begleitstudie_Endbericht.pdf

BMK 2022a. Luftfahrtstrategie 2040+. Klimafreundliche und zukunftsorientierte Luftfahrt – Eine Umsetzungsstrategie im Rahmen des Mobilitätsplans. Wien 2022. URL: https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:5dde1203-c163-418c-a44e-9bb00a1eb4d5/BMK_Luftfahrtstrategie_2040_UA.pdf

BMK 2022b. Wasserstoffstrategie für Österreich. Wien 2022. URL: <https://www.bmk.gv.at/themen/energie/publikationen/wasserstoffstrategie.html>

BMNT 2018. Mission 2030. Die Österreichische Klima- und Energiestrategie. Wien. 2018. URL: https://www.bundeskanzleramt.gv.at/dam/jcr:903d5cf5-c3ac-47b6-871c-c83eae34b273/20_18_bei-lagen_nb.pdf

E-Control 2021. Statistikbroschüre 2021. URL: <https://www.e-control.at/documents/1785851/1811582/E-Control-Statbro-2021.pdf>

Eurocontrol 2022. Aviation Outlook 2050 Main report. 2022. URL: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2022-04/eurocontrol-aviation-outlook-2050-report.pdf>

Eurocontrol 2021. Forecast Update 2021-2027. 2021. URL: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2021-10/eurocontrol-7-year-forecast-2021-2027.pdf>

European Commission 2021. ReFuelEU Aviation Initiative. Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on ensuring a level playing field for sustainable air transport. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0561>

European Commission 2018. Renewable Energy Directive (RED II). DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652

ICAO 2023. Climate Change. URL: <https://www.icao.int/environmental-protection/pages/climate-change.aspx> (abgerufen am 28. April 2023; 12:00)

ICCT 2021. Pavlenko Nikita, Searle Stephanie. Assessing the sustainability implications of alternative aviation fuels. 2021. URL: <https://theicct.org/sites/default/files/publications/Alt-aviation-fuel-sustainability-mar2021.pdf>

ICCT 2019. Pavlenko Nikita, Searle Stephanie, Christensen Adam. The cost of supporting alternative jet fuels in the European Union. 2019. URL: https://theicct.org/sites/default/files/publications/Alternative_jet_fuels_cost_EU_2020_06_v3.pdf

IFEU 2020. Abdalla Nabil, Fehrenbach Horst: Verfügbarkeit und nachhaltige Bereitstellung von Biokraftstoffen nach Anhang IX Teil B (Biodiesel aus gebrauchtem Speiseöl und Tierfett. Heidelberg 2020. URL: https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/UCO_ifeu-Studie_final_28-10-20.pdf

NECP 2019. Integrierter Nationaler Energie und Klimaplan Österreich. Wien 2019. URL: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-03/at_final_necp_main_en_0.pdf

OMV Aktiengesellschaft 2022. OMV supplies Austrian Airlines with sustainable aviation fuel under the partnership agreement. URL: <https://www.omv.com/en/news/220412-omv-supplies-austrian-airlines-with-sustainable-aviation-fuel-under-the-partnership-agreement> (abgerufen am 28. April 2023; 12:00)

Statista 2022a: Export von Erdölprodukten aus Österreich nach Produkt in den Jahren 2019 bis 2021. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/809039/umfrage/export-von-erdoelprodukten-aus-oesterreich-nach-produkt/> (abgerufen am 28. April 2023; 12:00)

Statista 2022b: Import von Erdölprodukten in Österreich nach Produkt in den Jahren 2019 bis 2021. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/808885/umfrage/importe-von-erdoelprodukten-in-oesterreich-nach-produkt/> (abgerufen am 28. April 2023; 12:00)

Statista 2022c: Produktion von Erdölprodukten in Österreich nach Produkt in den Jahren 2019 bis 2021. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/808866/umfrage/produktion-von-erdoelprodukten-in-oesterreich-nach-produkt/> (abgerufen am 28. April 2023; 12:00)

Statista 2022d: Verbrauch von Erdölprodukten in Österreich nach Produkt in den Jahren 2019 bis 2021. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/808627/umfrage/verbrauch-von-erdoelprodukten-in-oesterreich-nach-produkt/> (abgerufen am 28. April 2023; 12:00)

Statistik Austria 2020. Versorgungsbilanzen für tierische Produkte. 2020. URL: https://www.statistik.at/fileadmin/publications/Versorgungsbilanzen_fuer_tierische_Produkte_2020.pdf

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prognostizierte Entwicklung von SAF in Österreich nach dem EU Gesetzesentwurf (in Millionen Liter)	19
---	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Eckdaten zu AMF Task 63	11
Tabelle 5-1: Übersicht Flugkraftstoff in Österreich.....	18
Tabelle 5-2: Theoretisches Biomassepotenzial in Österreich (in Tonnen atro)	20
Tabelle 5-3: Beimischungsverpflichtungen nach ReFuelEU Aviation Initiative	22
Tabelle 5-4: SWOT-Analyse für Österreich.....	24
Tabelle 5-5: Nationale Akteure Luftfahrt/SAF.....	27

Abkürzungsverzeichnis

ATJ	Alcohol-to-Jet
atro	Absolut trocken
CO ₂	Kohlendioxyd
FT	Fischer-Tropsch
HEFA	Hydroprocessed Esters and Fatty Acids
PtL	Power-to-Liquid
SAF	Sustainable Aviation Fuels = Nachhaltiger Flugkraftstoff
THG	Treibhausgas
UCO	Used cooking oil = Altspeisefett

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

+43 800 21 53 59

servicebuero@bmk.gv.at

bmk.gv.at