



3. Februar 2023

Verfügbarkeit nachhaltiger biogener Treibstoffe

Bericht zuhanden der UREK-S

22.061 s Revision des CO₂-Gesetzes nach 2024

1 Ausgangslage

Die UREK-S möchte wissen, welche Mengen an nachhaltig erzeugten biogenen Treibstoffen (bTS) für den Strassen- und Luftverkehr in der Schweiz und in Europa produziert werden können. Ausserdem soll dargelegt werden, wie diese Mengen hinsichtlich der Vorgaben zur Verwendung durch die EU und die Schweiz einzuordnen sind. Bevor darauf in den Abschnitten 3 bis 7 eingegangen wird, werden in Abschnitt 2 die verschiedenen Biomassequellen separat quantifiziert und dessen jeweiliger ökologischer und Treibhausgas-Fussabdruck ausgewiesen.

2 Ökologischer und Treibhausgas-Fussabdruck verschiedener Biomassequellen

Im Folgenden werden Standardwerte zur Emissionsreduktion im Vergleich zu einem fossilen Treibstoff präsentiert.¹ Sowohl *angebaute* Ackerkulturen wie auch auf Ackerland *angebaute* Holzbiomasse ermöglichen eine Minderung der Treibhausgasemissionen, stehen aber in Konkurrenz zur Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln und können daher nicht als nachhaltig angesehen werden (siehe Tabelle 1). Die Minderungen von Treibhausgasemissionen sind bei Biomasse, die nicht angebaut werden muss, mit Werten zwischen 77 Prozent und 98 Prozent deutlich höher als für angebaute Biomasse, die für Treibstoffe zwischen 19 Prozent und 76 Prozent liegen.

In der Schweiz wurde die Grundlage für die ökologische Bewertung von Biotreibstoffen in der Studie Ökobilanz von Energieprodukten (2007)² gelegt. Auch in dieser Arbeit zeigt sich, dass Treibstoffe aus Abfällen und Rückständen tendenziell ein höheres Einsparpotential bieten als angebaute Rohstoffe, wobei die Spannbreite gross ist (siehe Tabelle 1). Zusätzlich wird ersichtlich, dass Treibstoffe aus angebauten Rohstoffen meist zu einer höheren gesamten Umweltbelastung im Vergleich zur fossilen Referenz führen. Dies ist vor allem auf den Energieverbrauch und die Emissionen zurückzuführen, die aus dem Anbau resultieren.

¹ Da die absoluten Werte auch von der Systemgrenze und den Annahmen einer Studie beeinflusst werden sind folgende Punkte anzumerken:

- Die Treibhausgasemission und die Gesamtumweltbelastung eines biogenen Treibstoffs können sich stark von den Standardwerten unterscheiden da sie stark von den jeweiligen Produktionsbedingungen insbesondere von einzelnen Faktoren wie z.B. der direkten Landnutzungsänderungen oder dem Ertrag abhängen.
- Die direkte Landnutzungsänderung ist teilweise und die indirekte Landnutzungsänderung ist in den aufgeführten Zahlen nicht berücksichtigt.

² Rainer Zah, Heinz Böni, Marcel Gauch, Roland Hirschier, Martin Lehmann & Patrick Wäger (Empa): Ökobilanz von Energieprodukten: Ökologische Bewertung von Biotreibstoffen, Bern, 22. Mai 2007 Im Auftrag des Bundesamtes für Energie, des Bundesamtes für Umwelt und des Bundesamtes für Landwirtschaft

Tabelle 1: Standardwerte für Treibhausgasemissionsminderungen biogener Treibstoffe³

Art biogener Treibstoffe	Treibhausgasemissionsminderung	Gesamte Umweltbelastung
Abfälle und industrielle Rückstände	-77 bis -98 Prozent	-30 bis – 40 Prozent
Land- und forstwirtschaftliche Rückstände	-83 bis -86 Prozent	-10 bis -30 Prozent
angebaute Holzbiomasse	-82 bis -83 Prozent	-10 bis -20 Prozent
angebaute Ackerkulturen verarbeitet zu		
- Biodiesel/HVO	-19 bis -54 Prozent	+ 20 bis +500 Prozent
- Ethanol	-24 bis -76 Prozent	- 10 bis +500 Prozent

3 Aktueller Stand der biogenen Treibstoffe

Nicht nachhaltig sind Treibstoffe aus Nahrungs- und Futtermitteln, da sie neben ethischen Aspekten ein sehr geringes Reduktionspotential von Treibhausgasen und oft eine schlechte gesamte Umweltbilanz aufweisen. Für die Gewährung einer Mineralölsteuererleichterung müssen die bTS die ökologischen und sozialen Anforderungen nach Artikel 12b des MinöStG einhalten. Im Rahmen der Mineralölsteuererleichterung geht man davon aus, dass Treibstoffe, die nach dem Stand der Technik aus biogenen Abfällen oder Produktionsrückständen hergestellt werden, diese Anforderungen einhalten und als nachhaltig angesehen werden können.

Im Folgenden werden nur in diesem Sinne nachhaltig produzierte bTS betrachtet. Es wird das Potential zur Herstellung bTS ins Verhältnis zur regulierten Nachfrage gesetzt. Dabei handelt es sich um ein Potential ohne alle technischen Verluste, welches lediglich eine Obergrenze für die zur Verfügung stehenden bTS-Mengen darstellt. Weiterhin werden die verschiedenen Potentiale immer in Energiegehalt (PJ, Petajoule⁴) angegeben, um sie vergleichbar zu machen.

Tabelle 2 zeigt die Mengen der wichtigsten in Verkehr gesetzten Treibstoffe und deren biogener Anteil für das Jahr 2021.

Tabelle 2: In der Schweiz insgesamt in Verkehr gesetzte Treibstoffe und ihr nachhaltig biogener Anteil im Jahr 2021⁵.

In Verkehr gesetzte Treibstoffart	Menge [1000 l]	nachhaltig biogener Anteil
Diesel	3'268'155	4.5 Prozent
Benzin	2'898'651	2.9 Prozent
Flugtreibstoffe	1'047'062	-

³ Anhang V [RICHTLINIE \(EU\) 2018/ 2001 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES - vom 11. Dezember 2018 - zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen \(europa.eu\)](#)

⁴ 1 PJ = 278 GWh = 0.0239 Mtoe (Megatonnen Öläquivalent)

⁵ BAZG, [Statistik zur Mineralölsteuer, 2021](#), Tabellen T2.1c und T2.8b

Im Strassenverkehr lag der biogene Anteil im Jahr 2021 bei 4.5 Prozent für Diesel und bei 2.9 Prozent für Benzin. Dabei wurden 95 Prozent der bTS importiert⁶. Dieser biogene Anteil erfüllt die in der Mineralölsteuergesetzgebung festgelegten Anforderungen der Schweiz an nachhaltige bTS.

Im Jahr 2021 wurden für den Luftverkehr keine nachhaltigen bTS eingesetzt. Gemäss der Folgeabschätzung der EU besteht derzeit weder auf Angebots- noch auf Nachfrageseite ein Markt für bTS im Luftverkehr⁷. Gründe dafür sind beispielsweise die starke Wettbewerbskonkurrenz im Luftverkehrssektor, die derzeit hohen Produktionskosten, die konkurrierende Nachfrage nach Rohstoffen und Strom aus erneuerbaren Quellen sowie in den risikoreichen Investitionen zur Steigerung der Produktion.

bTS werden bisher nur dort eingesetzt, wo eine entsprechende Regulierung greift.

4 Potentiale in der Schweiz und in der EU

In der Schweiz gibt es ein Potential von etwa **3.8 PJ** nachhaltiger Energie aus biogenen Quellen (2.8 PJ aus organischen Industrieabfällen, 1 PJ Nebenprodukte aus dem Pflanzenbau)⁸. Davon waren im Jahr 2017 bereits 2.6 PJ genutzt, das grösste ungenutzte Potential besteht hier bei Nebenprodukten aus dem Pflanzenbau. Selbst wenn man heute bereits das gesamte Potential der Schweiz von 3.8 PJ nutzen würde, müsste man immer noch 2.8 PJ importieren, um den bereits heute bestehenden Markt an bTS für den Strassenverkehr von ca. **6.6 PJ** zu decken. Auch für bTS für den Luftverkehr geht das Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL⁹ davon aus, dass bTS vor allem aus der Grossproduktion im Ausland stammen werden.

Tabelle 3: Inländisches Biomassepotential zur energetischen Nutzung der Schweiz¹⁰

Biomassart	Nachhaltiges Potential [PJ]	Theoretisches Potential [PJ]
Organische Industrieabfälle	2.8	13.6
Nebenprodukte aus dem Pflanzenbau	2.6	14.9
Klärschlamm aus zentralen ARA	4.9	4.9
Grüngut aus Haushalt & Landschaft	5.8	5.8
Org. Anteil im Hauskehricht	3.9	6.0
Hofdünger aus der landw. Tierhaltung	26.9	48.8
Rest-, Alt- und Flurholz	24.1	47.8
Waldenergieholz	26.1	107.5

Schätzungen zum Potential für Importe unterliegen grossen Unsicherheiten, da sie stark von der politischen Entwicklung im Ausland abhängig sind. Die EU schätzt¹¹, dass basierend auf Abfällen und Rückständen im Jahr 2050 über **8'000 PJ** Bioenergie nachhaltig erzeugt werden können. Dieses

⁶ BFE, [Gesamtenergiestatistik 2021](#) Tabelle 34b

⁷ [Nachhaltige Flugzeugtreibstoffe – ReFuelEU Aviation \(europa.eu\)](#): Zusammenfassung der Folgenabschätzung - SWD(2021)634, S.2

⁸ BFE, [Energieperspektiven 2050+ Exkurs Biomasse](#) (Abbildung 4 und 5)

⁹ [74504.pdf \(admin.ch\)](#), Bericht des BAZL betreffend die Förderung der Entwicklung und des Einsatzes von nachhaltigen Flugzeugtreibstoffen, Seiten 23-25

¹⁰ Aus [EP2050+ Exkurs Biomasse 2021-10-13.pdf \(Abbildung 4\)](#)

¹¹ COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Sustainable carbon cycles for a 2050 climate von 2021

Potential wird nicht ausschliesslich für bTS zur Verfügung stehen, und es bedingt eine Verbesserung der Sammlung von Industrie- und Siedlungsabfällen sowie eine bessere Mobilisierung von land- und forstwirtschaftlichen Rückständen. Dieses Potential kann auch ohne eine Zunahme der Verwendung von (minderwertigem) Stammholz für die Energiegewinnung, und ohne den Einsatz von Nahrungsmittelpflanzen zur Erzeugung von Biogas oder Biokraftstoffen erreicht werden. Dieses für 2050 geschätzte Potential wird sich vermutlich nicht wesentlich von dem Potential für 2030 unterscheiden und wird als Grundlage für die weiteren Überlegungen für die Zeit 2025-2030 verwendet.

Das von der EU geschätzte Potential ist um den Faktor 2'200 höher als das in der Schweiz (Zahlen aus 2017).

Bisher gab es in der Schweiz keine verbindlichen Mengenziele für die Verwendung von bTS. Von den insgesamt 6.6 PJ bTS werden bereits heute **6.2 PJ**¹² auf Grund der Regulierung zur Kompensationspflicht in Verkehr gebracht. Der Bundesrat hat mit seiner Botschaft zum CO₂-Gesetz nach 2024¹³ einerseits für den Strassenverkehr die Überführungspflicht (Art. 28f [E-CO₂-Gesetz](#)) mit einem Anteil von 5 Prozent bis 10 Prozent der Treibhausgasemissionen (Art. 28g [E-CO₂-Gesetz](#)) vorgeschlagen. Damit würde die regulierte Nachfrage auf etwa **9 PJ**, respektive **18 PJ** pro Jahr ansteigen.

Für den Luftverkehr ist eine Beimischquote (Art. 28k [E-CO₂-Gesetz](#)) vorgesehen, die sich an den Quoten für erneuerbare Flugtreibstoffe der internationalen Entwicklungen und Regelungen, insbesondere an den Entwicklungen in der EU orientieren soll. Diese sieht für das Jahr 2030 einen Anteil von mindestens 5 Prozent erneuerbaren Flugtreibstoffen, davon wiederum mindestens 0,7 Prozent erneuerbare *synthetische* Treibstoffe, vor¹⁴. Die EU hat sich in den laufenden Trilog-Verhandlungen unter anderem noch nicht auf die definitiven Quoten geeinigt (Stand 12.12.2022). Unter diesen Bedingungen ergäbe sich jedoch für das Jahr 2030 eine Nachfrage an erneuerbaren Flugtreibstoffen in der Bandbreite¹⁵ von aufgerundet **3 bis 4 PJ**¹⁶.

Die EU plant in 2030 einen Anteil von erneuerbarer Energie im Verkehrssektor in Höhe von mindestens 14 Prozent¹⁷. Um diese zu erreichen, können die Mitgliedstaaten bei verschiedenen Treibstoffen sogenannte Multiplikatoren verwenden, die je nach Energiequelle und Verwendungsart unterschiedlich sind. Biogas aus bestimmter Biomasse für den Strassenverkehr kann z.B. doppelt angerechnet werden, bei Verwendung im Luftverkehr 1.2-fach, etc. Aus diesen Gründen ist der tatsächliche Bedarf nur sehr schwer abzuschätzen, wird wohl zwischen **300 PJ** und **900 PJ** liegen (entspricht zwischen 5 Prozent und 14 Prozent ohne Multiplikatoren¹⁸).

Die EU hat einen Bedarf an bTS bis 2030, der um den Faktor 13 bis 75 grösser ist, als derjenige der Schweiz. Da die EU eine etwa 55-mal grössere Bevölkerung hat, steht der Schweiz im Falle des Faktors 13 ein grösserer Anteil des Potentials zur Verfügung, während beim Faktor 75 die Nachfrage durch die Schweiz in der gleichen Grössenordnung der EU liegen wird.

¹² BAFU, Monitoringberichte 2021 der Kompensationsprojekte 0063, 0183, 0192 (werden teilweise noch veröffentlicht auf dieser [Webseite](#)) -> entspricht (ca. 476'000 tCO₂ im Jahr 2021)

¹³ BBI 2022 2651 ([BBI 2022 2651 - Botschaft zur Revision des CO₂-Gesetzes für die Zeit nach 2024 \(admin.ch\)](#))

¹⁴ [Nachhaltige Flugzeugtreibstoffe – ReFuelEU Aviation \(europa.eu\)](#), Anhang - COM(2021)561

¹⁵ erneuerbare biogene Flugtreibstoffe: 67'000 – 88'000 Tonnen

- Treibstoffabsatz 2019 aus Treibhausgasinventar
- Bedarfsentwicklung gemäss EUROCONTROL Prognosen von 2022 (MTF 2022b), extrapoliert, jeweils Szenario «Low» oder «High»
- Entwicklung der Effizienzsteigerung gemäss ICAO LTAG Report (2022), jeweils «IS1 Medium» oder «IS3 Medium»
- SAF-Anteile gemäss Vorschlag der EU-Kommission, resp. BR-Botschaft CO₂-Gesetz

¹⁶ 1 kg Jet-A1 = 43,1 MJ

¹⁷ Art. 25, Abs. 1, [RICHTLINIE \(EU\) 2018/ 2001 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES - vom 11. Dezember 2018 - zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen \(europa.eu\)](#)

¹⁸ [47.56 Prozent Strassenverkehr](#) von [310 Mtoe EU-Endverbrauch Ölprodukte](#) = 147 Mtoe = 6'150 PJ

5 Verhältnis von Potential zur Nachfrage

Der Bedarf im Jahr 2030 von bTS der Schweiz in Höhe von ca. 12 bis 22 PJ pro Jahr für Strassen- und Flugverkehr stellt eine Erhöhung um den Faktor zwei bis knapp drei des aktuellen Verbrauchs dar. Dies steht einem begrenzten inländischen Potential in Höhe von etwa 3.8 PJ pro Jahr gegenüber (Zahlen aus 2017). Für das Jahr 2050 geht die EU von einem nachhaltigen Potential von über 8'000 PJ aus. Aus diesem Potential sollen nicht nur Treibstoffe gedeckt werden.

Die Schweiz wird ihren Bedarf an biogenen Treibstoffen auch weiterhin bis 2030 vornehmlich aus Importen decken können und müssen. Dies gilt insbesondere deshalb, weil der von der EU selbst für 2030 geschätzte Bedarf von 300 bis 900 PJ um den Faktor 10 unter dem EU-eigenen Potential für biogene Energie liegt.

6 Fazit

Biogene Treibstoffe haben unter bestimmten Voraussetzungen sowohl eine treibhausgasemissionsmindernde Wirkung, als auch insgesamt geringere Umweltbelastungen als fossile Treibstoffe. Diese Aussage gilt v.a. für bTS aus Abfällen und Resten. Angebaute Biomasse eignet sich meist nicht als nachhaltige Quelle für bTS. Im Zusammenhang mit nachhaltigen Treibstoffen sind langfristig auch synthetische Treibstoffe wichtig. Diese werden jedoch erst nach 2030 eine wesentliche Rolle spielen. Die EU rechnet damit, dass ihr Anteil im Verkehrsbereich im Jahr 2030 noch begrenzt sein wird¹⁹. Auch das BAZL geht davon aus, dass dann maximal 0.6 PJ im Flugverkehr eingesetzt werden²⁰. Sie werden jedoch langfristig für eine Skalierung nachhaltiger Treibstoffe benötigt.

Die Schweiz ist bei bTS vor allem auf Importe angewiesen. Dies wird sich in Zukunft kaum ändern. Das Potential für biogene Energie in der EU liegt um Grössenordnungen über dem Bedarf der Schweiz bis 2030. Insofern ist es möglich, den Bedarf aus der Überföhrungspflicht für erneuerbare Treibstoffe im Strassenverkehr und der Beimischquote bei erneuerbaren Flugtreibstoffen mengenmässig abzudecken. Dies gilt trotz der grossen Unsicherheiten bei der Potentialschätzung, die insbesondere für den Anteil nachhaltiger bTS bestehen. Es gilt zu bedenken, dass erst durch eine entsprechende Regulierung die notwendigen Potentiale erschlossen werden. Auch die aktuelle Verwendung von bTS zeigt, dass die Potentiale ohne Regulierung kaum erschlossen werden.

Grundsätzlich wäre es denkbar, dass durch die Nachfrage der Schweiz nach nachhaltigen bTS vermehrt weniger nachhaltige bTS im Ausland verwendet werden. Das könnte zu negativen Umwelteinflüssen (Abholzung) föhren. In Anbetracht der vergleichsweise geringen Nachfrage der Schweiz ist aber davon auszugehen, dass die Schweiz keinen treibenden Effekt auf eine solche Verlagerung haben wird.

Die Menge an Abfällen und Rückständen, die nicht stofflich genutzt werden, sind begrenzt. Sie werden mittelfristig die wichtigste Quelle für nachhaltige Treibstoffe bleiben, bis nachhaltige synthetische Treibstoffe in ausreichenden Mengen erhältlich sein werden. Der Einsatz der daraus gewonnenen bTS sollte trotz ausreichendem Potential möglichst in den Bereichen unterstützt werden, in denen eine Elektrifizierung nicht möglich ist.

¹⁹ COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT IMPACT ASSESSMENT Accompanying the document COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Stepping up Europe's 2030 climate ambition Investing in a climate-neutral future for the benefit of our people {COM(2020) 562 final} - {SEC(2020) 301 final} - {SWD(2020) 177 final} - {SWD(2020) 178 final}

²⁰ Dies unter der Voraussetzung, dass eine Beimischpflicht eingeföhrt wird sowie der Berücksichtigung der im Vorschlag vom 14.07.2021 vorgesehenen Quoten der EU. Die Erwartung von erneuerbaren synthetischen Flugtreibstoffen: 11'000 – 14'000 Tonnen unter den folgenden Annahmen:

- Treibstoffabsatz 2019 aus Treibhausgasinventar
- Bedarfsentwicklung gemäss EUROCONTROL Prognosen von 2022 (MTF 2022b), extrapoliert, jeweils Szenario «Low» oder «High»
- Entwicklung der Effizienzsteigerung gemäss ICAO LTAG Report (2022), jeweils «IS1 Medium» oder «IS3 Medium»
- SAF-Anteile gemäss Vorschlag der EU-Kommission, resp. BR-Botschaft CO₂-Gesetz