
Klimabilanz von Biodiesel und HVO auf Basis von gebrauchtem Pflanzenöl (UCO)

Horst Fehrenbach, Theresa Schlamp, Nabil Abdalla, Susanne Köppen

Heidelberg, 2025



Erstellt im Auftrag der Deutschen Umwelthilfe (DUH).

IMPRESSUM

Autoren: Horst Fehrenbach, Dr. Theresa Schlamp, Nabil Abdalla, Susanne Köppen

Herausgeber: ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH
Wilckensstraße 3 - D-69120 Heidelberg

Erscheinungsjahr: 2025

Bildquellen: © GborLstvn/adobestock.com

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	3
Abkürzungen	4
1 Hintergrund	5
2 Vorgehensweise	7
2.1 Fragestellung	7
2.2 Datengrundlagen	7
2.2.1 Herkunft von UCO für Biokraftstoffe in Deutschland	7
2.2.2 Daten zur Prozesskette	8
2.3 Methodischer Ansatz für den Vergleich	9
3 Ergebnisse und Diskussion	11
3.1 Vergleichsebene 1: FAME und HVO mit der UCO-Nutzung als Brennstoff	11
3.1.1 Ergebnisse	11
3.1.2 Diskussion	14
3.2 Vergleichsebene 2: UCO-Nutzung für Biodiesel mit Ersatz von Palmöl	14
3.2.1 Ergebnisse	15
3.2.2 Diskussion	19
4 Zusammenfassung	21
Literaturverzeichnis	22
Anhang	24

Inhalt

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Herkunft gebrauchter Speiseöle für die Herstellung der in Deutschland in Verkehr gebrachten Biokraftstoffe im Jahr 2023; Quelle: (BLE 2024), Darstellung ifeu	8
Abbildung 2:	Linke Seite: Vergleichsebene 1: Systeme und Vergleichsbasis für den Vergleich von FAME/HVO mit der UCO-Nutzung als Brennstoff, rechte Seite: Vergleichsebene 2: Systeme und für die Berücksichtigung von verdrängten Nutzungen (und Ersatz durch Palmöl) durch die Erzeugung von FAME/HVO aus UCO; Quelle: ifeu	10
Abbildung 3:	THG-Bilanz von UCO-HVO bzw. UCO-FAME im Vergleich mit der UCO-Nutzung als Brennstoff; Berechnungen und Darstellung ifeu	13
Abbildung 4:	THG-Bilanz von UCO für Biokraftstoffe mit Gutschrift für Substitution von fossilem Diesel sowie dem Malus für Palmöl mit dem jeweiligen Gesamtsaldo	18

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beiträge der einzelnen Lebenswegabschnitte zur THG-Emission für die Erzeugung von FAME und HVO aus UCO	11
Tabelle 2:	Beiträge der einzelnen Lebenswegabschnitte zur THG-Emission für die Erzeugung und Bereitstellung von FAME und HVO aus UCO sowie von Brennstoff aus UCO und deren jeweiligen Referenzsystemen	13
Tabelle 3:	Beiträge der einzelnen Lebenswegabschnitte zur THG-Emission für die Bereitstellung von UCO im Vergleich zu Palmöl Referenzsystemen; Berechnungen des ifeu.	17
Tabelle 4:	Zusammenstellung zentraler Inputgrößen im verwendeten Berechnungstool für FAME aus UCO	24
Tabelle 5:	Zusammenstellung zentraler Inputgrößen im verwendeten Berechnungstool für HVO aus UCO	26
Tabelle 6:	Zusammenstellung zentraler Inputgrößen im verwendeten Berechnungstool für Palmöl	28

Abkürzungen

aLUC	attributive Landnutzungsänderung
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ Äq.	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent
CORSIA	Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation – Kohlenstoff-kompensations- und Reduktionsprogramm für die internationale Zivilluftfahrt
CPO	Crude palm oil – Rohes Palmöl
dLUC	direct land-use change – direkte Landnutzungsänderung
DUH	Deutsche Umwelthilfe
FAME	Fatty acid methyl ester – Fettsäuremethylester (Biodiesel)
FAO	Food and Agriculture Organization der Vereinten Nationen
HVO	Hydrotreated vegetable oil – hydriertes Pflanzenöl
HVO100	Kraftstoff zu 100% aus HVO
ICAO	International Civil Aviation Organization – Internationale Organisation für zivile Luftfahrt
iLUC	Indirect land-use change – indirekte Landnutzungsänderung
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change – Weltklimarat
ISCC	International Sustainability & Carbon Certification
LUC	Land-use change - Landnutzungsänderung
LULUCF	Land use, land-use change and Forestry – Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft
MJ	Megajoule
Nabisy	Nachhaltige Biomasse Systeme
PJ	Petajoule
POME	Palm oil mill effluent – Abwasser aus Palmölmühlen
RED	EU Renewable energy directive – EU Erneuerbare Energie-Richtlinie
RED III	RED-Richtlinie in der aktuell geltenden, Neufassung; Richtlinie (EU) 2018/2001 geändert durch Richtlinie (EU) 2023/2413
THG	Treibhausgas
TJ	Terajoule
UBA	Umweltbundesamt
UCO	Used cooking oil – gebrauchtes Speiseöl
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change – Klimarahmenkonvention der UN

1 Hintergrund

Biokraftstoffe für Dieselmotoren können nicht nur aus verschiedenen Rohstoffen, sondern auch mit **unterschiedlichen Verfahrenstechniken** hergestellt werden. Aktuell sind das vor allem die sogenannte Umesterung, das ist der „klassische“ Weg zu Biodiesel, der dann als Fettsäuremethylester (englisches Kürzel **FAME**) bezeichnet wird. Der zweite Weg ist die sogenannte Hydrierung. Hierbei werden die Fette und Öle mit Wasserstoff behandelt, man spricht dann von Hydrogenated Vegetable Oil, kurz **HVO**. Neuere Techniken zu synthetischem Biodiesel sind bisher nicht marktreif. In dieser Kurzstudie wird der Begriff Biodiesel gleichbedeutend mit der Summe von FAME und HVO verwendet.

Seit Ende Mai 2024 ist **HVO100** als „Reinkraftstoff“ auf Basis von biogenen Ölen oder Fetten für den allgemeinen Verkauf in Deutschland zugelassen. Die Zahl 100 weist auf die unvermischte „reinen“ HVO-Charakter hin. Der Begriff „vegetable“ wird im Übrigen unpräzise verwendet, denn im Grunde wird auch Kraftstoff aus hydriertem tierischem Fett unter HVO subsummiert. In der allgemeinen Diskussion konzentriert der Blick auf HVO100 v.a. auf die Möglichkeit, **gebrauchte pflanzliche (bzw. tierische) Öle und Fette** als Ausgangsstoff einzusetzen.

Da es sich um Abfallstoffe handelt, die nicht erst wie z.B. Raps- oder Palmöl aufwändig und unter großen Umweltlasten erzeugt werden müssen, erscheint es naheliegend, dass daraus erzeugte Kraftstoffe besonders vorteilhaft sind. Insbesondere sollten sich damit hohe Treibhausgas minderungswerte erzielen lassen.

Tatsächlich berichten die zur THG-Emissionsminderung verpflichteten Inverkehrbringer von Einsparungen durch HVO gegenüber fossilem Diesel-Kraftstoff in Höhe von durchschnittlich 87,16 % - für FAME aus Abfallstoffen werden sogar 88,38 % THG-Emissionsminderung berichtet. Das geht aus dem jüngsten Evaluations- und Erfahrungsbericht der Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft (BLE) für das Jahr 2023 hervor (BLE 2024). Dem Bericht zu Folge wurden in 2023 insgesamt 16.700 Terajoule (TJ) als HVO und 58.780 TJ als FAME jeweils auf Basis von Abfall- und Reststoffen in Verkehr gebracht und auf die gesetzlichen Quoten angerechnet. Das entspricht 491 Millionen Liter HVO und 1.940 Millionen Liter FAME ausschließlich auf Basis von Abfällen und Reststoffen.¹

Wie die Evaluationsberichte zurückliegender Jahre zeigen, bestanden diese öl- oder fettartigen Abfälle bis vor dem Jahr 2022 weit überwiegend aus gebrauchtem Altspeiseöl, kurz **UCO** als Akronym des englischen Begriffs **Used Cooking Oil**. Dieses stammt von Sammlungen aus der Gastronomie und Privathaushalten als Rohstoff für über 30 Petajoule Biodiesel inklusive HVO in 2022.

Seither hat sich das Spektrum um weitere öl- oder fettartige Abfälle vergrößert. In 2022 stieg zunächst der Beitrag von Biodiesel oder HVO aus dem Abwasser aus Palmölmühlen – dem sogenannten **POME**² auf ca. 13.000 TJ. In 2023 stieg der Anteil von Biokraftstoffen aus Industrieabfällen auf fast 42.000 TJ – nahezu aus dem Nichts. Diese Ausgangsstoffe und insbesondere POME sind aus verschiedenen Gründen kritisch zu beurteilen. Im Kapitel zur Diskussion (Kapitel 3.2.2) findet sich eine Textbox mit Erläuterungen dazu.

¹ Anteile von Raps- oder Sojaöl liegen bei HVO weit unter 1%; Palmöl kann nach deutscher Rechtslage seit 2023 nicht mehr auf die THG-Minderungsquote nach RED angerechnet werden.

² POME = Palm Oil Mill Effluent = Abwasser von Palmölmühlen

Die vorliegende Studie konzentriert sich auf den **Rohstoff UCO**, dessen Sammlung grundsätzlich positiv gewertet werden muss, da diese Ressource ansonsten verloren geht und – in Deutschland oder Europa jedenfalls – über das Siedlungsabwasser entsorgt wird.

UCO wird zusammen mit Tierfetten nach der Erneuerbare Energien-Richtlinie (RED III) unter Anhang IX Teil B geführt. Ihr Anteil darf nach RED III 1,7 % am Energiegehalt der Kraftstoffe und der Elektrizität, die an den Verkehr geliefert werden, nicht überschreiten.¹ Nach deutschem Recht ist der Wert auf 1,9 % angehoben.² Bezogen auf die in Deutschland im Verkehr eingesetzte Endenergiemenge in 2023 sind somit maximal 50.000 TJ anrechnungsfähig. Ausgehend vom bisherigen Höchstwert von 30.000 TJ Biodiesel in 2022 besteht somit noch Spielraum zur Erhöhung des Einsatzes von Biodiesel und HVO aus UCO oder Tierfetten.

Die entscheidende Frage dieser Studie ist: **Sagt die Berechnung nach den Regeln der RED III³ mit den oben erwähnten angeblichen Einsparungen durch HVO und FAME aus Abfallstoffen die Wahrheit über die tatsächliche Einsparung an THG-Emissionen?** Die regulatorischen Regeln beinhalten die Annahme, Abfälle und Reststoffe stünden frei zur Verfügung, die Nachfrage und Nutzung durch andere Verwender wird nicht in Betracht gezogen. Damit wird das Gesamtbild jedoch ausgeblendet, denn sowohl für UCO als auch für tierische Fette bestehen vielfältige Nachfragen und Verwendungsmöglichkeiten am Markt. Aufgrund der Förderkulisse der RED III, die die Verwendung für Biokraftstoffe gerade aufgrund des angeblich exzellenten THG-Einsparungsergebnisses bevorzugt, ist vielmehr anzunehmen, dass sich die existierende Nutzung dieser Ausgangsstoffe zu Gunsten der Kraftstoffproduktion verlagert. Dabei ist anzumerken, dass UCO grundsätzlich eine knappe Ressource ist und nur in begrenztem Umfang zur Verfügung steht. Als Abfallstoff wird sie per Definition nicht gezielt hergestellt – es sei denn durch betrügerische Handlungen. Allerdings besteht in Deutschland noch ein Potenzial an bisher nicht erfasstem UCO in Höhe von 125.000 t pro Jahr bzw. 3.400 TJ, was einem Drittel des Gesamtaufkommens in Deutschland entspricht (Abdalla und Fehrenbach 2020). Insgesamt landeten 2023 in deutschen Tanks gut 15.000 TJ UCO-Diesel, wovon nahezu 90% importiert wurden.⁴ Neben der Problematik, dass Altspeiseöle häufig dezentral anfallen und aufwendig eingesammelt werden müssen, stellt sich also die Frage, wie realistisch und wirtschaftlich dieses zusätzliche Potenzial ist, würden diese zusätzlichen Mengen also nur einen Bruchteil des UCO-Bedarfs in Deutschland abdecken.

In dieser Kurzstudie soll aufgezeigt werden, wie sich die gesamtheitliche THG-Bilanz der Produktion von Kraftstoffen aus UCO errechnet unter **Einbeziehung der entgangenen und ggf. sogar verhinderten Nutzung zu anderen Zwecken** wie z.B. Rohstoff für oleochemische Produkte (das sind Tenside und Detergenzien, die im Bereich Wasch- und Reinigungsmittel eingesetzt werden oder Schmierstoffe z.B. für Hydrauliköle), für Wiedereinsatz als Speiseöl nach Aufbereitung oder schlicht der direkten energetischen Nutzung als Brennstoff.

Ein bedeutender Aspekt ist dabei, dass nach den Zahlen von (BLE 2024) UCO zu 89% nach Deutschland importiert wird und zu mehr als der Hälfte aus anderen Kontinenten. Der Preisvorteil einer Nutzung als Kraftstoff ist erheblich höher als die effiziente Nutzung vor Ort. In den Herkunftsländern muss der Bedarf an Pflanzenölen aufgrund der Ausfuhr von UCO durch günstigeres frisches Öl (häufig Palmöl) ausgeglichen werden. Dies soll auch bei der Analyse in dieser Kurzstudie mit betrachtet werden.

¹ Siehe Richtlinie (EU) 2018/2001, Neufassung vom 16.07.2024: Artikel 27 (1) c) iv).

² Siehe 38. BImSchV, § 13a.

³ Errechnet nach den Regeln der RED III in Anhang V Teil C.

⁴ Nach schriftlicher Mitteilung der BLE vom 11.8. 2025 auf Anfrage.

2 Vorgehensweise

2.1 Fragestellung

Für die hier erarbeiteten Analysen wird UCO als Ausgangsstoff betrachtet. Die Kraftstoffoption besteht in der Umesterung zu „klassischem“ Biodiesel (FAME) sowie der Hydrierung zu HVO und dem Einsatz als HVO100.

Folgende Alternativszenarien werden bilanziert:

1. Transparente Berechnung der THG-Emissionen der Lieferkette (inklusive Schiffstransporte) und Substitution von fossilem Diesel-Kraftstoff, wie nach RED III vorgegeben¹, jedoch unter Einbeziehung der damit entgangenen alternativen Nutzung als Brennstoff, wobei wiederum die Substitution von fossilem Brennstoff verhindert wird (Referenzsystem).
2. Wie 1., jedoch mit dem Ansatz, dass als Referenzsystem der Ersatz von UCO in den asiatischen Herkunftsländern durch frisches Palmöl angesetzt wird. Hierbei wird der als realistisch eingeschätzte Beitrag zu Landnutzungsänderung mit einbezogen.

Beide Alternativszenarien stellen gesamtheitliche und nutzungsgleiche Systembilanzierungen dar.

2.2 Datengrundlagen

2.2.1 Herkunft von UCO für Biokraftstoffe in Deutschland

Abbildung 1 zeigt die Anteile der Herkunftsregionen für die im Jahr 2023 in Deutschland in Verkehr gebrachten Biokraftstoffe aus UCO nach den Daten von (BLE 2024). Es wird deutlich, dass nahezu die Hälfte aus Asien importiert wird. Frühere Berichte weisen noch aus, dass die Hauptexportländer China, Indonesien und Malaysia sind. Ebenfalls nahezu die Hälfte stammt aus Europa, was hier bedeutet: Das europäische Ausland, denn aus Deutschland selbst stammen nur kleine Mengen (circa 1.700 TJ,² das sind etwa 11 % des in Deutschland genutzten UCO).

Es sei angemerkt, dass aus den Daten der (BLE 2024) nicht hervorgeht, ob und inwiefern sich die Herkunftsländer von UCO für die Produktion von HVO und die von konventionellem Biodiesel (FAME) unterscheiden.

¹ Diese Teilergebnisse werden den von der BLE berichteten THG-Werten weitgehend entsprechen.

² Nach schriftlicher Mitteilung der BLE vom 11.8. 2025 auf Anfrage.

Biokraftstoffe aus UCO und Deutschland im Jahr 2023

Angaben in PJ

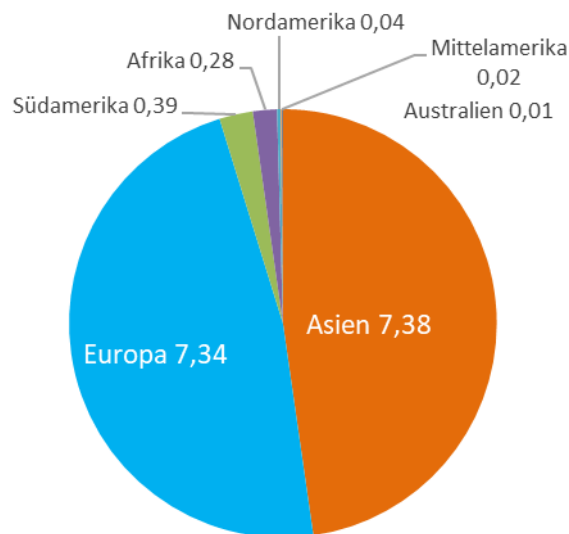


Abbildung 1: Herkunft gebrauchter Speiseöle für die Herstellung der in Deutschland in Verkehr gebrachten Biokraftstoffe im Jahr 2023, Angaben in Pejajoule (PJ) = 1.000 Terajoule (TJ); Quelle: (BLE 2024), Darstellung ifeu

Für die Bilanzierung wird somit davon ausgegangen, dass die Hälfte des UCO im ostasiatischen Raum gesammelt (angenommener Radius bis zur Verschiffung 100 km) und nach Europa per Schiff verbracht wird. Als Distanz wird von 11.000 km ausgegangen.

Für HVO erfolgt die Anlieferung zu europäischen Häfen, die in räumlicher Nähe zu den HVO-Anlagen liegen. Die größten Produktionskapazitäten an HVO liegen in Finnland (zwei Anlagen) und den Niederlanden (eine Anlage) sowie einer weiteren Anlage in Singapur – alle der Firma Neste Oil gehörend, dem mit 69 % Anteil an der Weltkapazität größten HVO-Produzenten.¹ Konkurrenten in Europa finden sich mit ENI in Italien und TOTAL in Frankreich.²

Angenommen wird hier, dass vom europäischen Hafen (hier Rotterdam) die Verarbeitung in den Niederlanden erfolgt. Dort wird auch das aus europäischen Ländern stammende UCO zu HVO hydriert. Nach einer Untersuchung von (Abdalla und Fehrenbach 2020) sind die wichtigsten europäischen Importländer für in Deutschland genutztes UCO Polen, Slowakei, Bulgarien, Spanien, Rumänien und Österreich. Es wird von einer mittleren Transportstrecke von 1.250 km per Tanklastzug ausgegangen. Von der Produktionsstätte in den Niederlanden wird der HVO100 Kraftstoff erneut per Tanklastzug zu Tankstellen in Deutschland verteilt mit einer angenommenen mittleren Distanz von 450 km.

Da, wie erwähnt, keine Informationen darüber vorliegen, welche Anteile des UCO aus welchen Herkunftsorten in die Umesterung zu FAME und welche in HVO gehen, werden für FAME aus UCO die gleichen Distanzen angesetzt. Die in Abbildung 1 dargestellten Herkunftsorte sind mit Blick auf die vorliegenden BLE-Daten für beide Produkte als vergleichbar anzusehen.

2.2.2 Daten zur Prozesskette

Die Berechnung erfolgt anhand eines vom ifeu entwickelten Rechentools, mit welchem bereits seit 2017 die Emissionsbilanzen für Bioenergieträger seitens des Umweltbundesamts (UBA) errechnet werden (Fehrenbach et al. 2016). Dieses Tool ist harmonisiert mit dem ehemals von der EU Kommission einzig anerkannten THG-Tool BioGrace (ifeu 2015) sowie

¹ <https://www.neste.com/about-neste/how-we-operate/production>

² <https://www.greenpeace.org/publication/new-players-join-the-hvo-game/>

dem von der BLE anerkannten Tool ENZO2. Die darin hinterlegten Inputfaktoren sind den Daten entnommen, die für die Berechnung der Standardwerte in Anhang V der RED zu Grunde gelegt wurden.

Tabelle 4 und Tabelle 5 im Anhang zeigen die Struktur der Berechnung der THG-Emission der FAME- und HVO-Produktion inklusive aller Inputgrößen, wie:

- Transporte (inklusive der Sammlung)
- Energieaufwand der Verarbeitung (Strom und Dampf)
- Einsatz von Prozesschemikalien wie Methanol, Wasserstoff, Phosphorsäure, Natronlauge

Verknüpft werden diese Inputgrößen mit Hintergrunddaten wie:

- Emission der Energievorketten von
 - Netzstrom
 - Diesel, Bunkeröl
 - Prozessdampf (auf Basis von Erdgasfeuerung)
- Emission zur Herstellung der Einsatzstoffe
 - Methanol, Wasserstoff, Phosphorsäure, Natronlauge.
- Emission der Transportprozesse:
 - Tanklastzug, Seeschiff.

2.3 Methodischer Ansatz für den Vergleich

Es werden, wie beschrieben, Vergleiche auf zwei verschiedenen Ebenen durchgeführt. Auf der ersten Vergleichsebene wird die Produktion der Kraftstoffstoffe FAME und HVO aus UCO mit der direkten Nutzung von UCO als Brennstoff verglichen. Auf Vergleichsebene 2 wird durch die Nutzung von UCO für die Erzeugung von Biokraftstoff die zusätzliche Produktion von Palmöl angenommen, um die Verdrängung von UCO aus seiner bisherigen Nutzung abzubilden. Palmöl wird angenommen, weil es in den Hauptherkunftsregionen Asiens von UCO unter den Pflanzenölartern die dominierende¹ und gleichzeitig die billigste² darstellt.

Ausgangspunkt ist in beiden Betrachtungen jeweils 1 Megajoule (MJ) UCO; zusätzlich erfolgt der Anschaulichkeit halber auch eine Darstellung mit Bezug auf 1 Liter UCO. Für Energiegehalt und Dichte werden in dieser Betrachtung die allgemeinen Werte für reines Pflanzenöl angesetzt. Die Energiedichte beträgt somit 34 MJ pro Liter.³

Für Vergleichsebene 1 werden die verschiedenen Systeme der Nutzung von UCO verglichen. Dies wird in Abbildung 2 auf der linken Seite schematisch dargestellt. Entscheidend ist, dass beide Nutzungspfade verschiedene fossile Referenzsysteme aufweisen – wenngleich Diesel und Heizöl⁴ nicht sonderlich verschieden sind. Hier könnte man einwenden, dass die aus UCO erzeugte Heizwärme auch aus anderen Quellen erzeugt werden könnte als aus Heizöl. Das gleiche Argument gilt jedoch auch für Kraftstoff, der z.B. durch Strom ersetzt werden kann. Für diesen Vergleich ist es daher wichtig, dass analoge Ebenen auch

¹ <https://www.mordorintelligence.com/de/industry-reports/asia-pacific-vegetable-oil-market>

² Preise nach Online-Tool der FAO: <https://fpma.fao.org/giews/fpmat4/#/dashboard/tool/international>

³ Nach RED III Anhang III

⁴ Gemeint ist leichtes Heizöl, auch mit der technischen Bezeichnung Heizöl EL, für „extra leicht“

gegenübergestellt werden. Dem jeweiligen Nutzungspfad wird das entsprechende fossile Referenzsystem gegenübergestellt und die THG-Emissionen in Form einer Saldierung subtrahiert. Dies entspricht der Vorgehensweise nach RED III, wo die „Einsparung“ an THG-Emissionen ebenfalls durch Abzug der THG-Emissionen des Referenzsystems von denen des UCO-Nutzungspfads ermittelt wird.¹ Hier geht es darum, den Unterschied zwischen den beiden saldierten Systemen, bzw. den jeweiligen „Einsparungen“, zu ermitteln und zu bewerten.

Abbildung 2 zeigt auf der rechten Seite ein Schema für den Vergleich auf der zweiten Ebene. Dort wird davon ausgegangen, dass durch die Nutzung von UCO für Biokraftstoff, dieses UCO für die bisherigen Nutzungswege (z.B. Energie, aber auch Wiederaufbereitung für die erneute Nutzung zur Zubereitung von Speisen) nicht mehr zur Verfügung steht. Bilanztechnisch wird hier der Emissionslast der Biokraftstoffherzeugung aus UCO der zusätzliche Bedarf an Palmöl durch dessen Produktion als „Last“ gegenübergestellt.

Bezüglich der Klimawirksamkeit der einbezogenen Treibhausgase CO₂, Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) werden die in der RED III in Anhang V Teil C Punkt 4 genannten Charakterisierungsfaktoren angewendet. Diese beziehen sich auf einen 100 Jahreszeitraum, das sogenannte GWP100, jedoch auf einen nicht mehr aktuellen IPCC-Bericht (IPCC 2023).²

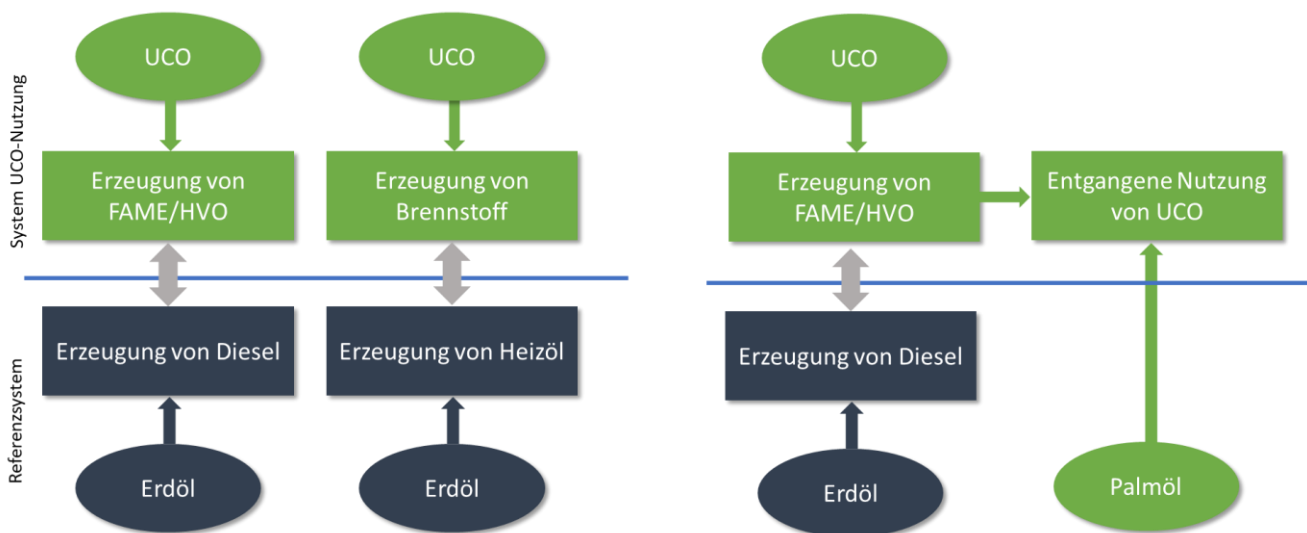


Abbildung 2: Linke Seite: Vergleichsebene 1: Systeme und Vergleichsbasis für den Vergleich von FAME/HVO mit der UCO-Nutzung als Brennstoff, rechte Seite: Vergleichsebene 2: Systeme und für die Berücksichtigung von verdrängten Nutzungen (und Ersatz durch Palmöl) durch die Erzeugung von FAME/HVO aus UCO; Darstellung: ifeu

¹ Siehe RED III Anhang V Teil C, Nr. 3 a): Einsparung = (Gesamtemission Referenzsystem minus Gesamtemission Biokraftstoffverwendung) geteilt durch Gesamtemission Referenzsystem

² In der RED III ist der Faktor für Methan 25, für Lachgas bei 298 kg CO₂-Äq pro kg. Im 6. Assessment Report des IPCC sind die Werte für Methan auf 27 und für Lachgas bei 273 kg CO₂-Äq pro kg angepasst.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Vergleichsebene 1: FAME und HVO mit der UCO-Nutzung als Brennstoff

3.1.1 Ergebnisse

Die Produktion von 1 MJ FAME bzw. 1 MJ HVO aus UCO verursacht nach den durchgeführten Berechnungen 18,9 g CO₂-Äq. bzw. 15,8 g CO₂-Äq. Dieses Ergebnis setzt sich wie in Tabelle 1 gezeigt zusammen. Bei HVO kommt der größte Beitrag durch die Herstellung von Wasserstoff für die Hydrierung zustande. Wasserstoff wird bislang mit Ausnahme von Nebenprodukten der Mineralölraffinerie oder der Schwerölvergasung praktisch vollständig aus Erdgas über Dampfreformierung erzeugt. Die Herstellung von 1 kg solchen „grauen“ Wasserstoffs verursacht dabei ca. 11 kg CO₂-Äq. Die Emission könnte zukünftig durch den Einsatz von „grünem“ Wasserstoff deutlich verringert werden. Dieser steht jedoch bisher nicht ausreichend zur Verfügung.

Bei FAME sind die Emissionen der Energieerzeugung höher als bei HVO, da bei HVO die Prozesswärme durch Abwärme aus dem Prozess verwendet werden kann, während für FAME Erdgas für die Prozesswärme benötigt wird. Außerdem kommt bei FAME der Methanolbedarf hinzu. Die spezifischen Emissionen für 1 MJ FAME sind daher höher als für 1 MJ HVO.

Tabelle 1: Beiträge der einzelnen Lebenswegabschnitte zur THG-Emission für die Erzeugung von FAME und HVO aus UCO

Abschnitt	Verfahren	Ergebnis in g CO ₂ -Äq/ MJ FAME	Ergebnis in g CO ₂ -Äq/ MJ HVO	„Standard Werte“ aus RED III Anhang V	
				FAME	HVO
Sammlung	LKW	0,2	0,2		
Transport	Seeschiff	1,3	1,4		
Verarbeitung	Wasserstoff	-	7,8		
	Methanol	7,0	-		
	sonst. Chemikalien	0,1	0,1		
	Energie	7,5	3,6		
Verteilung	LKW	1,9	1,9		
Tankstelle	Strom	0,8	0,8		
Summe Verarbeitung (e_p)		14,6	11,5	13,0	14,3
Summe Transp. & Verteilung (e_{td})		4,3	4,4	1,9	1,7
Summe gesamt		18,9	15,8	14,9	16,0

Berechnungen des ifeu; RED III – Ungenauigkeiten in Summenbildungen beruhen auf Rundungen

Nach der von der RED III vorgegebenen Methode errechnen sich die THG-Einsparungen durch Verrechnung mit dem Vergleichswert von 94 g CO₂-Äq/MJ fossiler Kraftstoff. Tatsächlich sind die hier berechneten Ergebnisse bei FAME leicht höher als der Standardwert von 14,9 g CO₂-Äq/MJ FAME aus dem Anhang V der RED III. Für HVO sind die hier berechneten Werte dagegen deutlich unter dem Standardwert von 16,0 g CO₂-Äq/MJ HVO. Der im Anhang der RED III dokumentierte Emissionswert für die Verarbeitung (e_p) liegt bei HVO höher bei FAME niedriger als hier errechnet. Dagegen werden insgesamt aufgrund der Herkunft aus Ostasien entsprechend höhere Transportemissionen errechnet. Die Hintergrunddaten für die Standardwerte der RED III liegen nicht vor, sodass die Abweichung bei den Verarbeitungsemissionen nicht weiter analysiert und bewertet werden kann. Für die Betrachtung hier sind die Unterschiede als überschaubar zu bewerten, in jedem Fall zeigen sie, dass in der vorliegenden Studie konservativ zu Gunsten von HVO vorgegangen wird.

Die Grundannahme einer korrekten und legalen Lieferkette ist als konservativ zu bewerten. Es ist davon auszugehen, dass die als UCO angegebenen Mengen im FAME und HVO in Teilen tatsächlich andere Rohstoffe, v.a. frisches Palmöl, sind. Auf die Problematik von Betrugssachverhalten wird in der Text-Box in Kapitel 0 kurz eingegangen. Grundsätzlich ist bei realen Fällen von Betrug mit deutlich höheren Emissionen auszugehen.

Im Folgenden werden eine Reihe von Umrechnungen durchgeführt für UCO und die Produkte FAME und HVO auf der Basis ihrer spezifischen Heizwerte und Ausbeuten bei der Umwandlung. Die Heizwerte sind der RED III, Anhang III entnommen, die Ausbeuten errechnen sich gemäß den Daten zur Prozesskette (siehe Anhang).

Aus 1 kg UCO werden nach den Verfahrensdaten 0,813 kg HVO bzw. aus 1 Liter UCO werden 0,958 Liter HVO erzeugt. Energetisch verbleiben auf 1 MJ UCO Input 0,967 MJ HVO. Bei FAME entspricht der Heizwert des eingesetzten Pflanzenöls gemäß den Daten der RED III auch dem des daraus erzeugten Biodiesels. Allerdings ist der Prozessverlust hier gegenüber der Hydrierung geringer: Aus 1 MJ UCO werden 0,975 MJ FAME.

Im Folgenden werden die Ergebnisse auf Basis von 1 MJ UCO für beide Vergleichssysteme inklusive der Referenzsysteme dargestellt (siehe Tabelle 2). Dabei ist die Bezugsgröße hier 1 MJ UCO, da hier verschiedene Produkte aus UCO verglichen werden. In Tabelle 1 lautet stattdessen die Bezugseinheit 1 MJ FAME bzw. 1 MJ HVO, da dort die THG-Intensität dieses Produkts ausgedrückt werden soll.

Die Herstellung eines Brennstoffs ist mit deutlich geringeren Emissionslasten verbunden, da hier der aufwändige Schritt der Umesterung bzw. der Hydrierung entfällt. Auch der Referenzprozess (Herstellung fossiles Heizöl) ist hier gegenüber Diesel etwas geringer in der Emissionslast, da die Qualitätsanforderungen an Diesel (v.a. Schwefelgehalt) strenger sind. Statt 94 g CO₂-Äq pro MJ Diesel (umgerechnet pro MJ eingesetztes UCO in HVO sind das 90,9 g CO₂-Äq, in FAME 91,7 g CO₂-Äq) fallen für leichtes Heizöl nur 92 g CO₂-Äq pro MJ an (bzw. 89 g CO₂-Äq pro MJ eingesetztes UCO).¹

¹ Unterschiedliche Werte resultieren daraus, dass aus 1 MJ UCO unterschiedliche Mengen an FAME bzw. HVO bzw. Heizöl hergestellt werden können, sowohl in kg also auch in MJ, denn Diesel und HVO haben sehr unterschiedliche Heizwerte. Der Vergleich erfolgt auf der Ebene der gleichen Menge UCO.

Tabelle 2: Beiträge der einzelnen Lebenswegabschnitte zur THG-Emission für die Erzeugung und Bereitstellung von FAME und HVO aus UCO sowie von Brennstoff aus UCO und deren jeweiligen Referenzsystemen

Abschnitt	Verfahren	Produktion von FAME g CO ₂ Äq/MJ UCO	Produktion von HVO g CO ₂ Äq/MJ UCO	Produktion von Heizöl g CO ₂ Äq/MJ UCO
Sammlung	LKW	0,2	0,2	0,2
Transport	Seeschiff	1,3	1,3	1,3
Verarbeitung	Wasserstoff		7,6	
	Methanol und sonst. Chemikalien	6,9	0,1	0,1
	Energie	7,3	3,5	0,6
Verteilung	LKW	1,9	1,8	1,8
Tankstelle	Strom	0,8	0,8	0
Summe		18,5	15,3	4,0
Fossiler Vergleichswert		91,7	90,9	89,0
Nettobilanz		-73,2	-75,6	-84,9

Berechnungen des ifeu – Ungenauigkeiten in Summen hinter dem Komma beruhen auf Rundungen

In Abbildung 3 sind die Ergebnisse nochmals grafisch dargestellt. Darin sind auch die Netto-Ergebnisse herausgestellt. Die höchste Einsparung (Minus-Wert) wird dabei durch den Heizöl-Pfad erzielt mit 84,9 g CO₂Äq/MJ UCO. Die Netto-Einsparungen durch FAME und HVO fallen mit 73,2 bzw. 75,6 g CO₂Äq/MJ UCO niedriger aus.

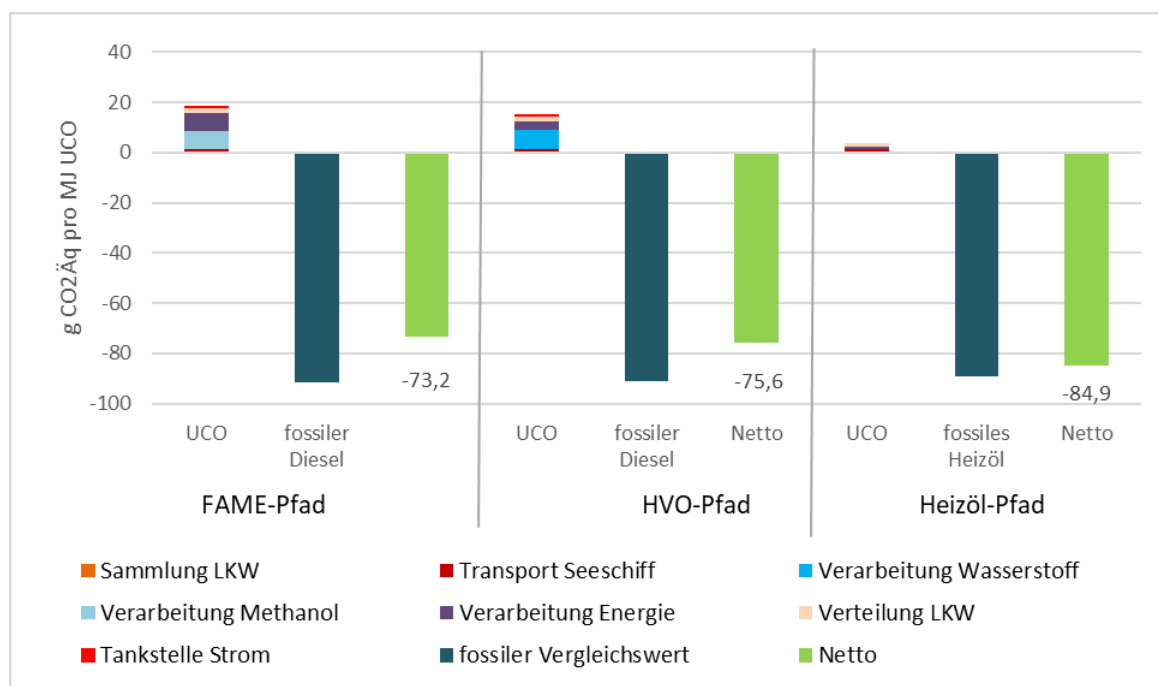


Abbildung 3: THG-Bilanz von UCO-HVO bzw. UCO-FAME im Vergleich mit der UCO-Nutzung als Brennstoff; Berechnungen und Darstellung ifeu

3.1.2 Diskussion

Zunächst ist grundsätzlich festzustellen, dass eine Sammlung und Nutzung von UCO als Energieträger oder auch als Rohstoff für die stoffliche Nutzung, z.B. für oleochemische Produkte (s. Kapitel 1 „Hintergrund“), deutliche Entlastungen bei THG-Emissionen ermöglicht. Diese Ressource sollte somit in jedem Fall genutzt werden.

Nutzungsmöglichkeiten bieten sich mehrere an. Hier verglichen werden die Option als Kraftstoff und als Brennstoff, was sehr nahverwandte Anwendungsbereiche sind. Insofern fallen die Ergebnisse auch nicht sehr unterschiedlich aus. Der aufwändigere Prozess zur Verarbeitung zu FAME und zu HVO ersetzt mit Diesel ein fossiles Produkt, das im Raffinerieprozess etwas aufwendiger herzustellen ist, als das leichte Heizöl der Brennstoffoption. Dessen Qualitätsanforderungen sind etwas geringer und somit auch der Herstellungsaufwand und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen. Unter dem Strich ist die Einsparung bei der Brennstoffoption höher. Der Unterschied ist mit deutlich mehr als 10 % als durchaus belastbar zu bewerten. Somit stellt sich die Nutzung als Brennstoff im direkten Vergleich mit Kraftstoffen als die effektivere für den Klimaschutz dar.

Die Aussage, mit FAME und HVO aus UCO würden massiv THG-Emissionen eingespart, wäre nur dann richtig, wenn es keine alternativen Nutzungsmöglichkeiten für UCO gäbe oder diese nicht genutzt würden. Dies wäre somit nur für Mengen geltend zu machen, die nicht bereits anderweitig genutzt werden bzw. genutzt werden könnten. Für die im Markt befindlichen Mengen ist dies jedoch nicht der Fall. Vielmehr besteht hier die Situation, dass bereits bestehende Nutzungen als Brennstoff umgewidmet werden für die Biodiesel-Produktion (Kristiana et al. 2022), (van Grinsven et al. 2020). Gerade die großen Mengen, die aus Asien importiert werden, wurden nicht erst durch neu entwickelte Sammelsysteme erfasst, sondern sind Ausdruck einer etablierten Bewirtschaftungskultur von Ressourcen (Stratasadvisors 2024). Der Anreiz, diese Ressourcen in einen geförderten Markt in der EU umzulenken, ist dagegen groß.

Die Aussage, die Nutzung von FAME oder HVO aus UCO führe zu einer THG-Minderung in Höhe von knapp 90 %, ist bei gesamtwirtschaftlicher Betrachtung falsch. UCO für die Kraftstoffproduktion zu nutzen, führt zu keiner Verringerung der THG-Emissionen. Eine solche lässt sich lediglich im eng gesteckten Definitionsrahmen der RED begründen. Der rein auf den Ersatz von fossilem Diesel bezogene Einspareffekt geht zu Lasten einer Einsparung durch UCO-Nutzung an anderer Stelle. Im Vergleich mit der hier skizzierten alternativen Nutzung von UCO als Brennstoff ist sie sogar mit einer Verschlechterung verbunden.

3.2 Vergleichsebene 2: UCO-Nutzung für Biodiesel mit Ersatz von Palmöl

Hier wird anstelle eines Vergleichs einer etablierten alternativen Nutzung von UCO eine Verlagerung („Leakage“) auf der Ebene des Rohstoffs betrachtet. Da UCO im angenommenen Szenario dem bestehenden Markt entzogen wird, wird die Lücke durch einen verfügbaren und günstigen Rohstoff ersetzt. Dies ist in der Regel Palmöl, was sich nicht nur auf die ostasiatische Region beschränkt, sondern ebenfalls für den Pflanzenöl-Weltmarkt gilt. Der Grund: Palmöl weist unter den Pflanzenölen seit Jahren den niedrigsten Weltmarktpreis auf.¹ Lediglich seit September 2024 war Palmöl erstmals teurer als z.B. Raps- oder Sojaöl u.a. wegen ungünstiger Vegetationsbedingungen in Malaysia.² Nach Statista sind die

¹ Preise nach Online-Tool der FAO: <https://fpma.fao.org/giews/fpmat4/#/dashboard/tool/international>

² <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/494e22f9-c748-4634-be2d-d1e6d37eeac8/content>;

https://www.ufop.de/files/9817/0738/7445/24_06_W_FAO_Preisindex.pdf

Preise für Palmöl seit Frühjahr 2025 wieder deutlich niedriger als für andere Pflanzenöle.¹ In den ostasiatischen Hauptherkunftsregionen des UCO ist Palmöl unbestritten die dominierende Ölpflanze (van Grinsven et al. 2020).

Dies gilt nur bedingt für die UCO-Importe aus europäischen Ländern nach Deutschland, da in diesen Ländern schließlich die vergleichbaren RED III Quotenverpflichtungen zu erneuerbarer Energie oder THG-Minderung im Verkehr gelten. Verzichtet man dort auf die exportierten UCO-Ressourcen, heißt das, dass andere Rohstoffe für die Kraftstoffherstellung bevorzugt werden. Das kann Rapsöl sein, aber – je nach rechtlicher Umsetzung bis 2030 – auch Palmöl als billigerer Biodiesel-Rohstoff. In jedem Fall ist der hier durchgeführte Vergleich zielgerecht für den aus Ost- und Südostasien importierten Anteil an UCO.

Hier wird daher der Bilanz der Herstellung von Biodiesel aus UCO die Bilanz des alternativen Rohstoffs Palmöl gegenübergestellt und mit der Nettobilanz für FAME und HVO verglichen.

Ist es überhaupt gerechtfertigt, dass in den Exportländern ein Ersatz für den UCO Export nach Deutschland angerechnet werden muss? Dies wäre tatsächlich nicht der Fall, wenn die Erfassung und Sammlung ausschließlich aus gesetzlicher Verpflichtung zur Eindämmung von negativen Folgen der Abfallentsorgung erfolgen würde und die Produzenten von UCO sich dessen entledigen müssten. Da die Verfügbarkeit von UCO aber in jedem Erzeugerland ausreichend eigene Nutzungsmöglichkeiten bietet (sei es energetisch oder stofflich), „entgeht“ diese Nutzungsoption bei Export. Die „potenzielle“ Nutzung wird somit durch eine andere Rohstoffquelle abgedeckt. Dieses Vorgehen ist bei vergleichenden Ökobilanzen eine Grundvoraussetzung zur Herstellung der Nutzengleichheit der zu bewertenden Systeme.

3.2.1 Ergebnisse

Die Berechnung erfolgt mit demselben Rechen-Tool wie für UCO (s. Kapitel 2.2.2), ebenfalls im Einklang mit den Regeln der RED III. Im Anhang in Tabelle 6 sind die wesentlichen Inputgrößen zusammengestellt. In Tabelle 3 sind die THG-Emissionen ausschließlich für die Bereitstellung von UCO und von Palmöl zusammengestellt. Für UCO steht hier nur die Sammlung in Ballungszentren an, die vergleichsweise geringe Distanzen zurückzulegen hat. Hier ist jedoch eine Unterschätzung möglich, da die Ersterfassung auch über sehr kleine Fahrzeuge verlaufen kann. Die Emissionslast kann hier durchaus höher ausfallen.

Für Palmöl nimmt hier der Anbau, nach den hier durchgeführten Berechnungen, mit knapp 20 g CO₂-Äq pro MJ rohes Palmöl (crude palm oil, CPO) einen erheblichen Anteil ein. Die Verarbeitung in der Ölmühle führt nur zu geringen Emissionen, weil als Brennstoff biogene Reststoffe aus Anbau und Produktion eingesetzt werden. Diese geringen Emissionen setzen jedoch voraus, dass die Abwässer aus der Palmölmühle (POME) erfasst und die Freisetzung von Methan verhindert wird. Ist dies nicht der Fall, erhöht sich die Emission um 18,4 g CO₂-Äq pro MJ. Es sei an der Stelle angemerkt, dass die Standardwerte der RED III die tatsächlichen THG-Emissionen aus POME-Teichen u.U. weit unterschätzen. Satellitengestützte Messungen zeigen erhebliche Methankonzentrationen im Bereich von Palmölmühlen in Indonesien (Valverde et al. 2024).

Ein weiterer Faktor führt zu einer breiten Varianz der Ergebnisse für Palmöl, die Frage der Landnutzungsänderung.

Hierfür gibt es keine eindeutigen Daten, verschiedene Quellen können hier jedoch als Referenz dienen: zum einen die Faktoren, die ursprünglich für die indirekten

¹ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1312207/umfrage/preis-von-pflanzlichen-oelen-im-welt-handel-art-monate/>

Landnutzungsänderung (iLUC) nach RED durch (Laborde 2011) ermittelt wurden und auf die sich noch immer die RED III in Anhang VIII bezieht. Für Palmöl sind das 54 g CO₂-Äq pro MJ. Dieser Wert wird für die Berechnung in Tabelle 3 herangezogen.

Standardwerte zu iLUC enthält auch das von der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (ICAO) eingeführte Kompensations- und Reduktionsprogramm CORSIA (ICAO 2022). Sie liegen für Palmöl mit 39,1 g CO₂-Äq pro MJ etwas niedriger als die der RED III. Höher dagegen liegen die Emissionen der sogenannten attributiven Landnutzungsänderung (aLUC). Siehe hierzu auch die untenstehenden Info-Box.

In der Summe stellt sich eine Bandbreite von etwa 25 g CO₂-Äq pro MJ (ohne Landnutzungsänderung und mit Verhinderung der Emissionen aus den POME-Teichen) bis 94 g CO₂-Äq pro MJ (mit iLUC und POME-Emissionen) dar. Hierbei wurde der Ansatz der attributiven Landnutzungsänderung nicht herangezogen, welche diese Bandbreite noch deutlich nach oben erweitern würde. Auch die Verarbeitung zu Biodiesel und der Transport nach Europa sind nicht berücksichtigt, da sich die Betrachtung rein auf rohes Palmöl bezieht.

Info-Box: Methoden zur Abschätzung von Landnutzungsänderungen (LUC)

Je nach Zeitraum und räumlicher Lage befindet sich die Landnutzung stets in einem gewissen Wandel. Wälder werden gerodet für den Anbau von Ackerkulturen oder Weideland, Grünland wird zu Ackerland umgebrochen und Flächen werden für Siedlungsräume, Verkehrswege oder Industrieanlagen versiegelt. Da die Produktion von Biomasse den mit Abstand größten Anteil an der vom Menschen genutzten Fläche einnimmt, hat sie auch die größte Bedeutung bezüglich Landnutzungsänderungen.

Zur Bestimmung von Landnutzungsänderungen gibt es verschiedene Ansätze, die sich v.a. auch je nach Kontext unterscheiden. Grob lässt sich folgendes untergliedern:

- ▶ Ansätze im Kontext der nationalen Berichterstattung im Rahmen des UNFCCC, die die Gesamtemissionen einer Volkswirtschaft beschreiben
- ▶ Ansätze zu direkter Landnutzungsänderung (dLUC)
- ▶ Ansätze zu indirekter Landnutzungsänderung (iLUC)
- ▶ Ansätze, die versuchen, zwischen direkter und indirekter Landnutzungsänderung zu vermitteln, wie z.B. der sogenannte attributive LUC (aLUC).

Im Rahmen der **nationalen Berichterstattung** werden unter der Kategorie **LULUCF** die jährlichen Veränderungen des nationalen Kohlenstoffhaushalts, die durch Änderungen der Landnutzung entstehen, über ein Gleichgewichtsmodell ermittelt. Die LULUCF-Bilanz spiegelt die offiziellen und realitätsnahen Gesamtemissionen (oder Senken) aus Landnutzung wider. Diese Bilanz lässt sich jedoch nicht auf Produkte und Dienstleistungen beziehen.

Die direkte Landnutzungsänderung (**dLUC**) bezieht sich konkret auf das Handeln eines Produzenten. Dieser Ansatz wird benötigt für den Nachweis der Nachhaltigkeit von konkreten Biokraftstofflieferungen im Rahmen der RED III. Theoretisch wäre der dLUC geeignet, die tatsächlichen LUC-Emissionen durch Produkte wie Rapsdiesel oder Palmöl genau zu bestimmen, aber für die Ökobilanz von Produkten im Allgemeinen ist der Ansatz nicht anwendbar. Grund: Bei der Wahl von Landwirtschaftsflächen für Biokraftstoffe wird einfach vermieden, Flächen auf denen ein LUC stattgefunden hat zu nutzen. Biomasse von Flächen mit LUC gehen dann eben in Märkte, die keine Nachweispflichten haben, wie sie für Biokraftstoffe gelten.

Von indirekter Landnutzungsänderung (**iLUC**) spricht man, wenn durch die Herstellung eines Produkts an einem Ort anderswo neue Flächen für die Landwirtschaft benötigt werden. Das passiert zum Beispiel, wenn für den Anbau von Energiepflanzen bestehende Nutzflächen verdrängt werden und an anderer Stelle Wälder oder andere Flächen in

Ackerland umgewandelt werden müssen. Um iLUC abzuschätzen, verwendet man komplexe Rechenmodelle. Diese berechnen, wie sich eine plötzliche oder gezielte Erhöhung der Nachfrage – etwa durch politische Vorgaben – auf die weltweite Nutzung von Land auswirkt. Ein Beispiel ist die steigende Nachfrage nach Biokraftstoffen, wenn in Europa Quoten für deren Einsatz eingeführt werden. Die dadurch verursachten Landnutzungsänderungen werden dann den Biokraftstoffen zugerechnet. iLUC gilt deshalb als sogenannter konsequenzieller Ansatz, weil er nicht die Eigenschaften des Produkts selbst betrachtet, sondern die Folgen politischer Entscheidungen. So kann zum Beispiel Palmöl je nach Verwendungszweck sehr unterschiedliche iLUC-Werte bekommen – etwa je nachdem, ob es für Biokraftstoffe, Kosmetik oder Lebensmittel verwendet wird.

Hier setzt die attributive Landnutzungsänderung (**aLUC**) an, die ausdrücken will, welcher LUC von Palmöl oder Rapsöl ungeachtet der Verwendung ausgeht. Der Grundansatz geht hier erst einmal davon aus, dass Landnutzungsänderungen real stattfinden und sie in der Regel mit Daten belegt sind (siehe nationale Berichterstattung). Diese tatsächlichen LUC-Vorgänge werden den damit verbundenen Prozessen zugerechnet. Dazu braucht es eine Zuordnungslogik, die z.B. lauten kann: in Deutschland werden durch die Produktion von Ackerpflanzen jährlich x% an Fläche von Grünland umgewandelt. Jedem Agrarprodukt wird dann anteilig zu für sie benötigten Anbaufläche die x% an LUC Flächenumwandlung von Grünland zugerechnet. Auf diese Weise erhält man einen generischer Emissionsfaktor, der den tatsächlichen und messbaren LUC in einem definierten Agrarraum allen Produzenten des Agrarraums zurechnet. Siehe: (Fehrenbach et al. 2016), (Keller et al. 2021). Ein ähnlicher Ansatz wurde in den Niederlanden entwickelt (Salim et al. 2024).

Tabelle 3: Beiträge der einzelnen Lebenswegabschnitte zur THG-Emission für die Bereitstellung von UCO im Vergleich zu Palmöl Referenzsystemen

Abschnitt	Verfahren	Bereitstellung UCO g CO ₂ Äq/MJ UCO	Produktion von Palmöl g CO ₂ Äq/MJ CPO
Landnutzungsänderung	iLUC RED ^{a)}		54
	iLUC CORSIA		39,1
	aLUC (alternativ)		112
Anbau			19,9
Sammlung	LKW	0,2	1,2
Verarbeitung	Energie		0,4
	Emission aus POME-Teich		18,4
Summe ohne POME, ohne LUC		0,2	21,5
Summe mit POME, ohne LUC			39,9
Summe (mit iLUC, ohne POME) ^{a)}			75,5
Summe mit iLUC, mit POME zu ^{2/3}			87,7
Summe mit iLUC, mit POME ^{a)}			93,9

Berechnungen des ifeu.

„ohne POME“ bedeutet ohne Methanerfassung aus POME-Teichen; „mit POME“ bedeutet entsprechend mit Methanerfassung aus POME-Teichen;

a) mit iLUC bedeutet der Faktor aus der RED III Anhang VIII für Pflanzenöle angesetzt.

Bei den Landnutzungsänderungen wird für die vorliegende Betrachtung der iLUC-Faktor aus der RED III Anhang VIII für Palmöl herangezogen (54 g CO₂Äq pro MJ).

Inklusive vollständiger Emissionen aus den POME-Teichen plus den iLUC-Faktoren errechnen sich 93,9 g CO₂Äq als THG-Last für 1 MJ Palmöl. Dem steht die Emission von 0,2 g CO₂Äq für die Bereitstellung von 1 MJ UCO gegenüber.

Die Erfassung von Methanemissionen aus POME-Teichen ist in Malaysia bereits weitgehend umgesetzt. Der deutlich größere Produzent Indonesien¹ ist in dieser Entwicklung jedoch noch weit zurück (Listiningrum et al. 2022), (Mohd Pauzi et al. 2023), (Saad et al. 2021). Es wird somit davon ausgegangen, dass für mindestens zwei Drittel der Produktion keine Methanerfassung erfolgt. Wenn allerdings, wie in Indonesien, kaum Methanemissionen aus der Palmölproduktion verhindert werden, entstehen dort große Emissionsquellen.

Mit dem Ansatz von zwei Drittel der Emissionen aus POME-Teichen errechnen sich in der Summe 87,7 g CO₂Äq pro MJ Palmöl. Dieser Wert wird nach Abzug der Sammelaufwendung von UCO (0,2 g CO₂Äq/MJ) als Malus in Höhe von 87,5 g CO₂Äq/MJ für die Verdrängung der Nutzung von 1 MJ UCO für Biokraftstoffe angerechnet. Geht man also nach Bilanzierung gemäß RED III (s. Kapitel 2.2.2) von einer Einsparung von 73,2 g CO₂Äq. für FAME und 75,6 g CO₂Äq. für HVO aus (siehe Tabelle 2), so resultieren unter jeweiliger Berücksichtigung des Malus durch die zusätzliche Produktion von Palmöl verbleibender Emission von 14,4 g CO₂Äq pro MJ UCO für FAME und 12 g CO₂Äq. pro MJ UCO eingesetzt für HVO. In anderen Worten: Wird die Bereitstellung von Palmöl zum Ersatz des UCO in den Herkunftsländern berücksichtigt, entstehen in der Summe nicht etwa Emissionsminderungen gegenüber fossilem Diesel, sondern Emissionslasten im Bereich zwischen 12 und 14,4 g CO₂Äq., wie in Abbildung 4 dargestellt.

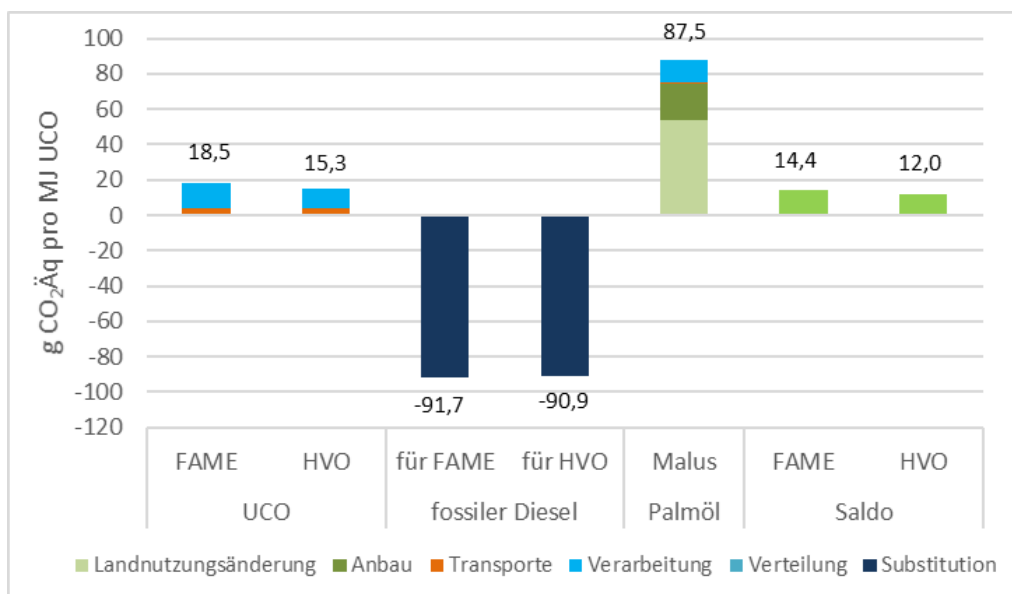


Abbildung 4: THG-Bilanz von UCO für Biokraftstoffe mit Gutschrift für Substitution von fossilem Diesel sowie dem Malus für Palmöl mit dem jeweiligen Gesamtsaldo; Berechnung und Darstellung: ifeu

¹ Nach ourworldindata.org produzierte Indonesien in 2022 49 Mio. t CPO, Malaysia 18,5 Mio. t womit beide Länder 83 % des Weltmarkts abdecken.

3.2.2 Diskussion

Im vorangehenden Kapitel 3.1.2 wurde bereits auf eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung abgestellt. Die vorliegende Kurzstudie hat keinesfalls den Anspruch, einen solchen Rahmen vollständig zu erschließen. Sie beschränkt sich lediglich auf die als wesentlich identifizierten Teilsysteme dieser Wirtschaft und die darin bestehenden Mechanismen. Ein solcher Mechanismus ist das Prinzip der „Leakage“, sprich, der Verlagerung von Prozessen und somit auch von Emissionen. Vergleichbar mit der im vorangehenden Abschnitt beschriebenen Verlagerung von der bestehenden Nutzung als Brennstoff hin zu einer Nutzung als Kraftstoff, kann die Verlagerung auch schon auf der Ebene des Rohstoffs stattfinden. Ist der Stoff der Wahl (hier UCO) in einem sich neu erschließbaren Markt zu einem höheren Preis handelbar als ein alternativer Stoff (hier Palmöl), so wird UCO in diesen neuen Markt fließen, während der bisherige Nutzer dann auf das billigere Palmöl zurückgreift.

Stellt man diesen Aspekt wie oben dargestellt in einen Zusammenhang, so wird auch auf diesem Weg deutlich, dass durch die Nutzung von UCO für FAME wie für HVO kein Nettogewinn an Treibhausgasminde rung herauskommt. Vielmehr verursacht die Nutzung von UCO als Kraftstoff klimaschädlichere Ausweichproduktionen. Das Ergebnis der Kraftstoffnutzung sind Zusatzemissionen von Treibhausgasen. Die hier durchgeführten Berechnungen sind beispielhaft und über die Annahmen im Einzelnen lässt sich diskutieren. Doch insgesamt ist der Nutzen, wie er nach der auf Basis der RED-Rechenlogik ermittelten Einsparwerte erscheint, nicht gegeben.

Info-Box: zu Betrugsfällen und Betrugsanfälligkeit im Kontext UCO

Waren im Jahr 2022 die in Deutschland durch die BLE angerechneten Mengen an Biokraftstoffen aus UCO (30 PJ) und POME (12,9 PJ) bereits hoch, so halbierte sich in 2023 zwar die Menge an UCO, hinzukamen aber Biokraftstoffe aus Industrieabfällen in Höhe von knapp 42 PJ – praktisch aus dem Nichts. Der Bezeichnung dieses neuen Ausgangsstoffs nach handelt es sich um so genanntes „Brown Grease“, ein stark verunreinigtes Fett/Öl-Gemisch aus Abscheideanlagen. Der Vorteil dieses Stoffs: er wurde nicht etwas unter der RED III Kategorie nach Teil B eingeordnet (wie es für UCO und Tierfett gilt), sondern nach Kategorie A, d.h. als fortschrittlicher Biokraftstoff, für den besonders hohe Quotenanforderungen gelten. Wie UCO kam der Großteil dieses Materials aus China. Eine Überprüfung der Herkunft, sprich die Audits, wie sie erstens im Rahmen des vorgeschriebenen Zertifizierungsverfahrens erforderlich sind, fand nach Aussagen der Bundesregierung¹ nicht statt: sie wurden in China sowie weiteren Herkunftsländern schlicht nicht zugelassen. Laut dem Zertifizierungssystem ISCC (International Sustainability & Carbon Certification) enthielten die bis Februar 2023 stark gestiegenen Einfuhren Anzeichen, die auf einen möglicherweise zweifelhaften oder betrügerischen Ursprung dieser Handelsströme hinweisen.²

Ein Effekt dieses massenhaften und weitgehend ungeprüften „Fluten“ des Biokraftstoffmarkts in Deutschland und auch anderen EU-Ländern, war ein massiver Preisverfall für Biokraftstoffe und v.a. für die Quotenpreise zur Treibhausgasminderung. So betrug der Preis 440 € für die Tonne CO₂ zwischen Mai 2022 und Januar 2023 und stürzten dann im April 2023 auf etwa 220 € ab.³ Dies hat Konsequenzen für diverse Marktteilnehmer, wie z.B. Elektroautofahrer mit eigener Ladesäule oder Wallbox, die für ihren Umstieg mit der THG-Prämie kalkuliert haben,⁴ wie auch alle Unternehmen, die ihre Geschäftsmodelle auf den Handel mit den Quoten oder auf quotenrelevante Erzeugnisse, z.B. Biodiesel oder Biogas, zugeschnitten haben.

Eine kurze Beschreibung, wie das Betrugssystem funktioniert, liefert die DLG in einer Mitteilung von November 2023: Da Palmöl als Rohstoff für Biodiesel seit Januar nicht mehr auf die deutsche THG-Quote angerechnet werden kann, liegt ein Interesse vor, Palmöl in Europa auf andere Weise für Biodiesel abzusetzen. Der Weg von Palmöl oder HVO aus Palmöl geht nach China, wo es entweder hydriert (Palmöl) oder einfach wieder re-exportiert wird und zwar umdeklariert als HVO aus Altspeisefetten oder als Ölmühlenabwasser (POME).⁵ In einem solchen Zusammenhang wurde seitens der BLE ein zertifizierter HVO-Lieferant der Zugang zur staatlichen Datenbank Nabisy⁶ gesperrt.⁷

Zu POME gibt eine Studie von (Transport & Environment 2025) Aufschluss über die eigentlich verfügbaren Mengen. Danach wurden in Europa POME-Biokraftstoffe angerechnet in Höhe des nahezu Doppelten des global verfügbaren POME – ein starkes Indiz für Betrug. Dazu gilt es zu bedenken, dass diese Öle, ob UCO aus Ostasien oder POME alle auf Palmöl basieren, weswegen auch analytische Nachweise zur Detektion keinen Sinn ergeben.

¹ Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Fraktion der CDU/CSU – Drucksache 20/7103 – <https://dserver.bundestag.de/btd/20/073/2007327.pdf>

² <https://archive.newsletter2go.com/?n2g=ij14sms7-o8am5zg0-t>

³ Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Fraktion der CDU/CSU – Drucksache 20/7103 – <https://dserver.bundestag.de/btd/20/073/2007327.pdf>

⁴ <https://www.emobility.energy/thg/der-einfluss-von-brown-grease-auf-die-hohe-der-thg-pramie>

⁵ <https://www.dlg-mitteilungen.de/artikel/biodiesel-hvo-betrug>

⁶ NaBiSy: Nachhaltige-Biomasse-Systeme; das ist ein staatliches Online-System der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), in dem Nachhaltigkeitsnachweise für Biomasse erstellt und eingereicht werden.

⁷ https://www.ble.de/DE/Themen/Klima-Energie/Nachhaltige-Biomasseherstellung/nachhaltige-biomasseherstellung_node.html

4 Zusammenfassung

Für den seit Mai 2024 in Deutschland zugelassenen Kraftstoff HVO100 werden ebenso wie für „klassischen“ beigemischten Biodiesel aus UCO hohe Einsparungen bei THG-Emissionen berichtet, vorausgesetzt, er wird aus Abfällen wie gebrauchtem Speiseöl (UCO) und tierischen Fetten hergestellt. Die offiziell von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) berichteten Werte liegen bei Einsparungen um die 87 bis 88 % gegenüber fossilem Diesel. Das sind im Vergleich zu anderen Biokraftstoffen sehr hohe Einsparwerte und das trotz der großen Anteile an UCO-Importen aus Asien, v.a. China, mit weiten Transportwegen.

Aber drücken diese Zahlen auch die Realität aus, wenn man ganz konkret die Minderung an Treibhausgasemissionen betrachtet? Zwei Aspekte wurden in der Kurzstudie herausgearbeitet, die zeigen, dass dies nicht der Fall ist – oder zumindest die angebliche Einsparung im angegebenen Umfang nicht real ist.

Der erste Aspekt zielt darauf ab, dass diese Abfallöle und -fette auch ohne Verarbeitung zu Kraftstoff genutzt würden. Durch den Einsatz von UCO als Kraftstoff und den Ersatz von fossilem Diesel wird der UCO-Nutzung in einem anderen Sektor die Möglichkeit des Ersatzes fossiler Rohstoffe entzogen. Betrachtet wurde der Einsatz als Brennstoff, wie er gerade in den asiatischen Herkunftsländern üblich ist. Gegenüber einer solchen Nutzung wäre die Erzeugung von Biokraftstoff aus UCO für den europäischen Markt sogar mit weniger THG-Einsparungen verbunden. Damit liegt bei Betrachtung der entgangenen alternativen UCO-Nutzung der Netto-Klimavorteil von Biokraftstoff aus UCO bestenfalls bei Null. In der Bilanz bringt also Kraftstoff aus UCO, selbst wenn man der Logik der offiziellen Berechnungsmethode folgt, keine THG-Einsparung. Ein anderes Bild könnte sich lediglich ergeben, wenn das eingesetzte UCO zusätzlich gesammelt und keinem anderen Nutzungssektor entzogen wird. Das zusätzliche Sammlungspotenzial ist allerdings stark beschränkt.

Ein vergleichbares Ergebnis zeigt sich, wenn man den zweiten Aspekt in Betracht zieht: Anstelle von fossilem Brennstoff kann der Export von UCO in den wachsenden europäischen Biokraftstoffmarkt in den Herkunftsländern auch einen erhöhten Bedarf an nativem Pflanzenöl bedeuten. Der Wegfall des UCO-Angebots zieht dort dann in elastischer Weise eine Deckung dieser Lücke durch das kostengünstigste Pflanzenöl nach sich, was häufig nichts anderes bedeutet als die zusätzliche Produktion von Palmöl. Bilanziert man diese als Malus auf die Nutzung von UCO zur Produktion von Biokraftstoff zum Ersatz fossilen Diesels, dann kehrt sich ebenfalls die Nettoeinsparung in einen Emissionsüberhang um.

Die Berechnungen der hohen Einsparwerte nach den Rechenregeln der RED spiegeln somit nicht den tatsächlichen Klimanutzen wider. Der Einsatz von HVO100 wie auch „klassischer“ Biodiesel aus UCO ist keine Maßnahme, die dem Klimaschutz hilft. Mit Blick auf die überwiegende Herkunft aus Ländern, in denen die lokale Nutzung von UCO mit dem Einsatz von frischem Palmöl konkurriert, ist sogar zu sagen: diese Praxis schadet effektiv dem Klimaschutz. Sogar wenn man das Thema Betrugsrisiken außer Acht lässt.

Literaturverzeichnis

- Abdalla, N.; Fehrenbach, H. (2020): Verfügbarkeit und nachhaltige Bereitstellung von Biokraftstoffen nach Anhang IX Teil B (Biodiesel aus gebrauchtem Speiseöl und Tierfett). Heidelberg. https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/UCO_ifeu-Studie_final_28-10-20.pdf (03.06.2021).
- BLE (2024): Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2023. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn. https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Klima-Energie/Nachhaltige-Biomasseherstellung/Evaluationsbericht_2023.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (24.03.2025).
- Fehrenbach, H.; Köppen, S.; Markwardt, S.; Vogt, R. (2016): Aktualisierung der Eingangsdaten und Emissionsbilanzen wesentlicher biogener Energienutzungspfade (BioEm). Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/aktualisierung-der-eingangsdaten-emissionsbilanzen> (29.04.2022).
- van Grinsven, A.; van den Toorn, E.; van der Veen, R.; Kampmann, B. (2020): Used Cooking Oil (UCO) as biofuel feedstock in the EU. CE Delft. S. 65. https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/04/CE_Delft_200247_UCO_as_biofuel_feedstock_in_EU_FINAL-v5.pdf.
- ICAO (2022): ICAO document - CORSIA Default Life Cycle Emissions Values for CORSIA Eligible Fuels. International civil aviation organization. https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/CORSIA_Eligible_Fuels/ICAO%20document%2006%20-%20Default%20Life%20Cycle%20Emissions%20-%20June%202022.pdf (07.11.2022).
- ifeu (2015): Biograce. <https://www.biograce.net/home>. (21.12.2021).
- IPCC (Hrsg.) (2023): Sixth Assessment Report (AR6I) - Annex II: Definitions, Units and Conventions. In: *Climate Change 2022 - Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press. S. 1821–1840. DOI: 10.1017/9781009157926.021.
- Keller, H.; Rettenmaier, N.; Reinhardt, G. (2021): New method attributional land use and land use change (aLULUC) applied to biofuels: What can it do better than iLUC and dLUC?
- Kristiana, T.; Baldino, C.; Searle, S. (2022): An estimate of current collection and potential collection of used cooking oil from major Asian exporting countries. ICCT. S. 21. https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/02/UCO-from-Asia_wp_final.pdf.
- Laborde, D. (2011): Assessing the land use change consequences of European biofuels policies. IFPRI : International Food Policy Research Institute, Washington, D.C. <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/cca8fc85-3b9b-4aa6-8398-75612b00551d/content>.
- Listiningrum, P.; Idris, S. H.; Suhartini, S.; Vilandamargin, D.; Nurosidah, S. (2022): Regulating Biogas Power Plant From Palm Oil Mill Effluent (POME): A Challenge to Indonesia's Just Energy Transition. In: *Yustisia Jurnal Hukum*. Vol. 11, No. 2, S. 77. DOI: 10.20961/yustisia.v11i2.56421.
- Mohd Pauzi, F.; Muda, K.; Basri, H. F.; Omoregie, A. I.; Hong, C. Y.; Aftar Ali, N. S.; Mohamed Najib, M. Z.; Mohd Amin, M. F.; Ismail, S.; Mohamad Shahimin, M. F.; Dahalan, F. A. (2023): A mini review and bibliometric analysis of palm oil mill effluent in past five years. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 1143, No. 1, S. 012019. DOI: 10.1088/1755-1315/1143/1/012019.
- Saad, M. S.; Wirzal, M. D. H.; Putra, Z. A. (2021): Review on current approach for treatment of palm oil mill effluent: Integrated system. In: *Journal of Environmental Management*. Vol. 286, S. 112209. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.112209.

- Salim, I. C.; Corigliano, J.; Braconi, N.; Liu, J.; Jasson, M. (2024): LUC impact tool - Documentation of the LUC Impact Tool: Methodology and basic principles. Mérieux NutriSciences | Blonk. S. 26. [https://website-production-s3bucket-1nevfd7531z8u.s3.eu-west-1.amazonaws.com/public/website/download/ee885d3c-b8d6-4d67-84af-664311457fad/LUC%20impact%20tool%20-%20Methodology%20description%20\(June%202024\)%20-%20For%20website.pdf](https://website-production-s3bucket-1nevfd7531z8u.s3.eu-west-1.amazonaws.com/public/website/download/ee885d3c-b8d6-4d67-84af-664311457fad/LUC%20impact%20tool%20-%20Methodology%20description%20(June%202024)%20-%20For%20website.pdf).
- Stratasadvisors (2024): UCO Imports: Unfair Competition with EU UCO Industry? S. 26. https://www.transportenvironment.org/uploads/files/TE_UCO-Study_Stratas_11062024_2024-06-17-103904_bjrt.pdf.
- Transport & Environment (2025): Palm oil in disguise? How recent import trends of palm residues raise concerns over a key feedstock for biofuels. S. 16. https://www.transportenvironment.org/uploads/files/202504_POME_fraud_Report.pdf.
- Valverde, A.; Roger, J.; Gorroño, J.; Irakulis-Loitxate, I.; Guanter, L. (2024): Detecting methane emissions from palm oil mills with airborne and spaceborne imaging spectrometers. In: *Environmental Research Letters*. Vol. 19, No. 12, S. 124003. DOI: 10.1088/1748-9326/ad8806.

Anhang

Tabelle 4: Zusammenstellung zentraler Inputgrößen im verwendeten Berechnungstool für FAME aus UCO

Sammeln des Altspeiseöls		
Ertrag		
Altspeiseöl	1,00	kg / kg
Sammeln		
Entfernung 1 (für 100%) des UCO	100	km
Transportmittel	LKW (40 t) für Flüssigkeiten	
Kraftstoff	Diesel	
Entfernung 2 (für 50%) des UCO	11.000	km
Transportmittel	Produktetanker (22,56 kt), Bunkeröl	
Kraftstoff	Bunkeröl (3.5% S)	
Verarbeitung - Umesterungsanlage		
Biodiesel (FAME)	0,975	kg FAME / kg Altspeiseöl
Nebenprodukte		
Glyzerin	0,0980	kg / kg Altspeiseöl
Bioöl	0,0250	kg / kg Altspeiseöl
Einsatzstoffe		
Phosphorsäure (H ₃ PO ₄)	0,0146	kg / kg FAME
Kaliumhydroxid (KOH)	0,0135	kg / kg FAME
Methanol	2,25	kg / kg FAME
Energie		
Strombedarf	0,0421	kWh / kg FAME
Dampfbedarf	3,29	MJ / kg FAME
Erdgaskessel		
Thermische Effizienz	90%	%
Erdgas	3,65	MJ / kg FAME
Strombedarf (inkl. Kessel)	0,0603	kWh / kg FAME
Strommix	Strommix EU Niederspannung	

Allokation zwischen Haupt- und Nebenprodukt (überschüssiges Rauchgas)		
Heizwert Produkte gesamt	38,4	MJ
Emissionen auf FAME alloziert	94,5%	%

Transport FAME zu Depot & Tankstelle		
Transport		
Entfernung	100	km
Transportmittel	LKW (40 t) für Flüssigkeiten	
Kraftstoff	Diesel	
Depot		
Strombedarf	0,00868	kWh / kg FAME
Strommix	Strommix EU Niederspannung	
Transport Hydrieröl zur Tankstelle		
Transport		
Entfernung	150	km
Transportmittel	LKW (40 t) für Flüssigkeiten	
Kraftstoff	Diesel	
Tankstelle		
Strombedarf	0,0351	kWh / kg FAME
Strommix	Strommix EU Niederspannung	

Tabelle 5: Zusammenstellung zentraler Inputgrößen im verwendeten Berechnungstool für HVO aus UCO

Sammeln des Altspeiseöls		
Ertrag		
Altspeiseöl	1,00	kg / kg
Sammeln		
Entfernung 1 (für 100%) des UCO	100	km
Transportmittel	LKW (40 t) für Flüssigkeiten	
Kraftstoff	Diesel	
Entfernung 2 (für 50%) des UCO	11.000	km
Transportmittel	Produktetanker (22,56 kt), Bunkeröl	
Kraftstoff	Bunkeröl (3.5% S)	
Verarbeitung - Hydrieranlage		
Hydrieröl (HVO)	0,813	kg HVO / kg Altspeiseöl
Einsatzstoffe		
Phosphorsäure (H ₃ PO ₄)	0,00075	kg / kg HVO
Natronlauge (NaOH)	0,00120	kg / kg HVO
Wasserstoff (H ₂)	3,77	MJ / kg HVO
Energie		
Strombedarf	0,200	kWh / kg HVO
Dampfbedarf	1,17	MJ / kg HVO
Rauchgas-HKW		
Strom- und Wärmeproduktion		
Elektrische Effizienz	54%	%
Thermische Effizienz	28%	%
Rauchgas aus Prozess	2,81	MJ / kg HVO
Wärmeproduktion	1,52	MJ / kg HVO
Wärme für Hydrieranlage	1,17	MJ / kg HVO
Stromproduktion	0,788	MJ / kg HVO
Strom für Hydrieranlage	0,719	MJ / kg HVO
Allokation		
Temperatur Wärme	150	°C
Allokationsfaktor Strom	0,845	
Allokationsfaktor Wärme	0,155	

Aufteilung der Emissionen		
Fraktion Strom in die Hydrieranlage	0,770	
Fraktion Wärme in die Hydrieranlage	0,120	
Emissionen KWK		
Rauchgas	2,50	MJ / kg HVO
Emissionen aus Rauchgas-KWK		

Allokation zwischen Haupt- und Nebenprodukt (überschüssiges Rauchgas)		
Heizwert Produkte gesamt	36,0	MJ
Emissionen auf HVO alloziert	99,3%	%

Transport Hydrieröl zu Depot & Tankstelle		
Transport		
Entfernung	100	km
Transportmittel	LKW (40 t) für Flüssigkeiten	
Kraftstoff	Diesel	
Depot		
Strombedarf	0,0103	kWh / kg HVO
Strommix	Strommix EU Niederspannung	
Transport Hydrieröl zur Tankstelle		
Transport		
Entfernung	150	km
Transportmittel	LKW (40 t) für Flüssigkeiten	
Kraftstoff	Diesel	
Tankstelle		
Strombedarf	0,0416	kWh / kg HVO
Strommix	Strommix EU Niederspannung	

Tabelle 6: Zusammenstellung zentraler Inputgrößen im verwendeten Berechnungstool für Palmöl

Anbau		
Ertrag		
Palmfruchtstände (FFB)	19,0	t/ha*a
Wassergehalt	34%	%
Dünger & Pestizide		
N-Dünger	79,6	kg N / ha*a
P ₂ O ₅ -Dünger	29,6	kg P ₂ O ₅ / ha*a
K ₂ O-Dünger	151	kg K ₂ O / ha*a
CaO-Dünger (kg CaCO ₃)	174	kg CaCO ₃ / ha*a
Pestizide	53,8	kg / ha*a
Feld-CO ₂ -Emissionen (Versauerung)	40,2	kg / ha*a
Feld-N ₂ O-Emissionen	5,07	kg N ₂ O / ha*a
NH ₃ -Emission aus N-Mineraldünger	9,66	kg NH ₃ / ha*a
Energie		
Diesel	45,0	l / ha*a
Transport der FFB		
Entfernung	50,0	km
Transportmittel	LKW (12 t) für FFB-Transport	
Kraftstoff	Diesel	
Verarbeitung - Ölmühle		
Palmöl (CPO)	0,200	kg CPO / kg FFB _{frisch}
Nebenprodukte		
Extraktionsschrot-Palmkerne	0,0293	kg / kg FFB _{frisch}
Wassergehalt Extraktionsschrot	0,100	
Palmkernöl	0,0240	kg / kg FFB _{frisch}
Energie		
Strombedarf aus KWK	0,102	kWh / kg CPO
Faser-Turbine		
Elektrische Effizienz	10%	%
Faserbedarf	3,67	MJ / kg CPO
Diesel	0,00459	l / kg CPO
Wasserbedarf	2,25	l / kg CPO

Umgang mit POME		
Fall: keine Methanvermeidung	5,46	g CH ₄ / kg CPO

Allokation zwischen Haupt- und Nebenprodukt		
Heizwert Produkte gesamt	8,76	MJ
Emissionen auf CPO alloziert	84,37%	%