

Factsheet – Defossilisierung der Land- und Forstwirtschaft

Ausgangssituation¹

- Der Sektor Land- und Forstwirtschaft verursacht derzeit ca. 10,0 % der gesamten österreichischen Treibhausgas-Emissionen.
- Der Diesel- und Erdgasverbrauch in der Land- und Forstwirtschaft ist für ca. 1,1 % der gesamten österreichischen Treibhausgas-Emissionen, das sind ca. 1 Mio. to CO₂e/Jahr, verantwortlich.
- Die Energieanalyse des Sektors Land- und Forstwirtschaft zeigt, dass Diesel mit 9,2 PJ, und Erdgas mit 0,9 PJ zusammen zu rund 44 % des Endenergieaufkommens beitragen.
- Zur vollständigen Defossilisierung der Land- und Forstwirtschaft ist lediglich die Substitution des fossilen Diesels (ca. 9,2PJ) und des fossilen Erdgases (ca. 0,9PJ) erforderlich, sofern die Annahme getroffen wird, dass Kohle, Öl und Flüssiggas für Heizwecke nicht mehr zur Verfügung stehen und der österreichische Strommix bis 2030 zu 100% aus erneuerbaren Energieträgern besteht. (siehe Abbildung 1)

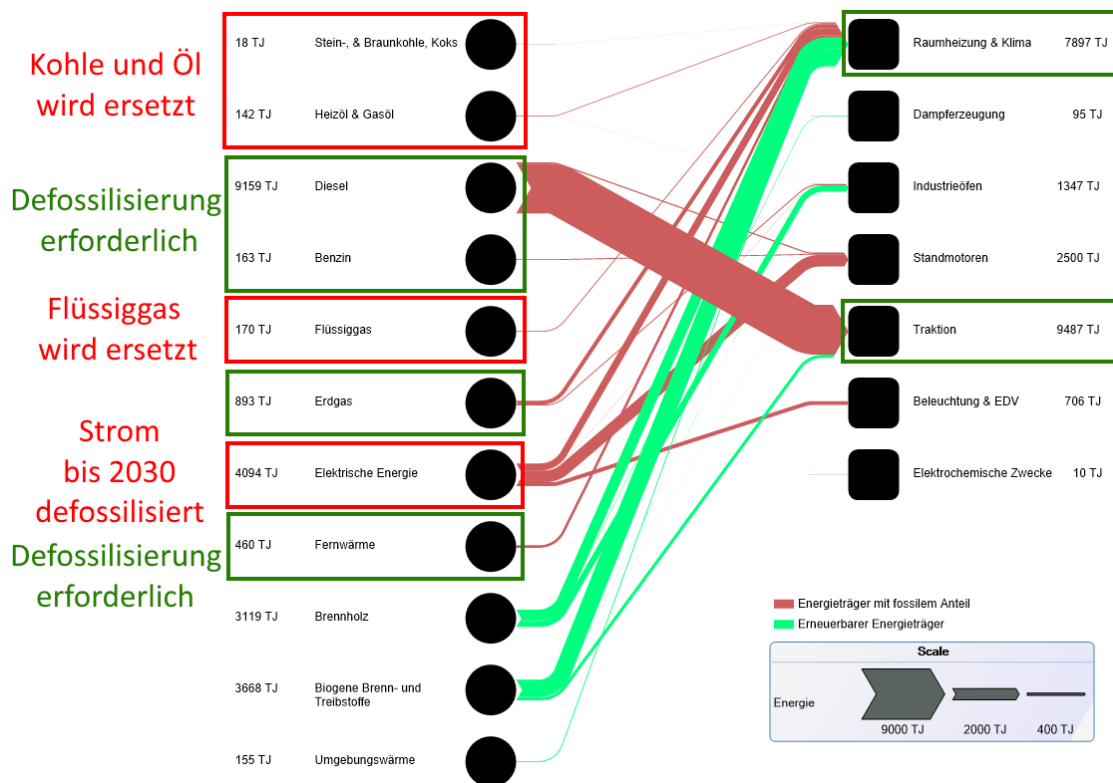


Abbildung 1: Nutzung der Energieträger im Sektor Landwirtschaft im Jahr 2017

¹ H. Hofbauer et al. (2020) – Reallabor zur Herstellung von Holzdieasel und Holzgas aus Biomasse und biogenen Reststoffen für die Land- und Forstwirtschaft; Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften, Wien

Defossilisierung Traktion – Diesel

Wie aus obiger Grafik ersichtlich, werden auch relativ kleine Mengen (rund 3.700 t/a bzw. 160 PJ) an Benzinkraftstoffen in der Land- und Forstwirtschaft (v.a. Spezialkraftstoffe für Motormäher, Motorsägen u.ä.) eingesetzt. Der Ersatz dieser wird hier in weiterer Folge nicht näher behandelt, wengleich bereits Alternativen (Bioethanol) verfügbar sind und im Rahmen der FT-Produktion auch Benzinkraftstoffe anfallen, die fossile Benzinkraftstoffe in der Land- und Forstwirtschaft ersetzen können.

Istzustand Mobilität / Traktion der Traktoren und Standmotoren¹

- Fossiler Diesel
 - CO₂ - Fußabdruck: 180 g CO₂e/PKW-km
 - Kraftstoffgestehungskosten: ca. 0,3 - 0,5 €/l → 30-50 €/MWh
 - Kraftstoffkosten – Tankstelle (inkl. Steuern): ca. 1,0 - 1,2 €/l → 100-120 €/MWh
 - Infrastruktur vorhanden → ca. 3000 öffentliche Tankstellen in Österreich

Alternative Antriebsmöglichkeiten¹

- Biogas (BioCNG – Maissilage)
 - CO₂ - Fußabdruck: 90 g CO₂e/PKW-km
 - Kraftstoffgestehungskosten: ca. 70-90 €/MWh
 - 175 öffentliche Erdgastankstellen in Österreich vorhanden²
 - Änderungen Infrastruktur für Land- und Forstwirte:
 - Flächendeckender Ausbau öffentlicher Tankstellen erforderlich
 - Umrüstung der privaten Tankstellen auf Erdgastanks
 - Kosten Ankauf neue Traktoren Österreich Gesamt*: mind. 20 Mrd. €
 - Technologiereifegrad**: TRL 9
(Traktoren und Technologie kommerziell verfügbar)
- SNG/Holzgas (BioCNG – Holz)
 - CO₂ - Fußabdruck: 50 g CO₂e/PKW-km
 - Kraftstoffgestehungskosten: ca. 65-80 €/MWh
 - 175 öffentliche Erdgastankstellen in Österreich vorhanden²
 - Änderungen Infrastruktur für Land- und Forstwirte:

² Fachverband Gas Wärme (2016) – Erdgas (<https://www.erdgasautos.at/aktuell/2016/spritpreisrechner-um-cng-erdgas-tankstellen-erweitert/>)

- Flächendeckender Ausbau öffentlicher Tankstellen erforderlich
- Umrüstung der privaten Tankstellen auf Erdgastanks
- Kosten Ankauf neue Traktoren Österreich Gesamt*: mind. 20 Mrd. €
- Technologiereifegrad**: TRL 8
(Traktoren kommerziell verfügbar/Technologie kommerziell demonstriert)

- Wasserstoff (FCEV – Strom/Elektrolyse) → **Zero Emission Technology**

- CO₂ - Fußabdruck: 150 g CO₂e/PKW-km (Annahme: derzeitiger AT-Strommix)
- Kraftstoffgestehungskosten: ca. 140-160 €/MWh
- 5 öffentliche Wasserstofftankstellen in Österreich vorhanden³
- Änderungen Infrastruktur für Land- und Forstwirte:
 - Flächendeckender Ausbau öffentlicher Tankstellen erforderlich
 - Umrüstung der privaten Tankstellen auf Wasserstofftankstellen
 - Kosten Ankauf neue Traktoren Österreich Gesamt*: mind. 20 Mrd. €
- Technologiereifegrad**: TRL 4-6
(Traktoren in Prototypenphase/Technologie in Demonstrationsphase)

- Wasserstoff (FCEV – BioH₂ aus Holz) → **Zero Emission Technology**

- CO₂ - Fußabdruck: 50 g CO₂e/PKW-km (Annahme: gleich wie SNG-Holz)
- Kraftstoffgestehungskosten: ca. 105-120 €/MWh
- 5 öffentliche Wasserstofftankstellen in Österreich vorhanden³
- Änderungen Infrastruktur für Land- und Forstwirte:
 - Flächendeckender Ausbau öffentlicher Tankstellen erforderlich
 - Umrüstung der privaten Tankstellen auf Wasserstofftankstellen
 - Kosten Ankauf neue Traktoren Österreich Gesamt*: mind. 20 Mrd. €
- Technologiereifegrad**: TRL 4-5
(Traktoren in Prototypenphase/Technologie im Labormaßstab demonstriert)

³ H2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG (2020) – Wasserstoff Tankstellen (<https://h2.live/>)

- E-Mobilität (BEV – Strom)

- CO₂ - Fußabdruck: 90 g CO₂e/PKW-km (Annahme: derzeitiger AT-Strommix)
- Kraftstoffgestehungskosten: ca. 100-200 €/MWh⁴
- Tankstelleninfrastruktur mit Stromnetz ausreichend
- Änderungen Infrastruktur für Land- und Forstwirte:
 - Private Tankstellen vorhanden (Stromnetz), Anschlussleistung begrenzt
➔ keine Schnellademöglichkeit
 - Kosten Ankauf neue Traktoren Österreich Gesamt*: mind. 22 Mrd. €
- Technologiereifegrad**: TRL 4-6
(Traktoren in früher Entwicklungsphase/Technologie kommerziell verfügbar)

- Biodiesel (VKM – Altöl)

- CO₂ - Fußabdruck: 60g CO₂e/PKW-km (Rohstoffmix AT liegt bei 100g CO₂e/PKW-km)
- Kraftstoffgestehungskosten: ca. 0,6-1,0 €/l ➔ ca. 60-100 €/MWh
- Keine Änderungen an Tankstelleninfrastruktur notwendig
- Großteils nur als Beimengung für fossilen Diesel (B7) in Österreich im Einsatz
- In Reinform (B100) Adaptierung der Fahrzeuge notwendig
- Technologiereifegrad**: TRL 9
(Traktoren bei Umrüstung (mit B100) verwendbar/
Technologie kommerziell verfügbar)

- FT-Diesel/Holzdiesel (VKM – Holz) ➔ **Drop-In Fuel für Dieseltraktoren**

- CO₂ - Fußabdruck: 20 g CO₂e/PKW-km
- Kraftstoffgestehungskosten: ca. 0,8-1,4 €/l ➔ ca. 80-140 €/MWh
- Keine Änderungen an Tankstelleninfrastruktur und Fahrzeugflotte notwendig
- Technologiereifegrad**: TRL 7-8
(Bestehende Traktoren verwendbar/Technologie demonstriert)

BioCNG ... biogenic compressed natural gas

FCEV ... Fuel Cell Electric Vehicle (Brennstoffzellenfahrzeug)

BEV ... Battery Electric Vehicle (E-Mobilität)

VKM ... Verbrennungskraftmaschine

* ca. 415 000 Traktoren in Österreich im Einsatz ➔ Annahme: 250 000 Traktoren müssen um einen Kaufpreis von je 80 000 € neu angeschafft werden⁵ ➔ Preis für Traktoren mit alternativen Antrieben meist aufgrund der nicht ausgereiften Technologie anfangs meist noch teurer; für elektrisch

⁴ E-Control – Marktpreientwicklung Strom

(<https://www.e-control.at/statistik/strom/marktstatistik/preisentwicklung>)

⁵ Agrarheute (2014): Vergleichstest Traktoren (<https://www.agrarheute.com/technik/traktoren/traktor-vergleichstest-wieviel-kostet-testsieger-teil-7-448630>)

betriebene Traktoren wird angenommen, dass der Anschaffungspreis um 20% höher als die anderen Varianten liegen

** TRL ... Technology Readiness Level - Skala betreffend Marktreife der Technologie (TRL 9 → marktreif ... TRL 1 → konzeptionelle Grundlagenforschung)⁶

Empfehlung für die Defossilisierung des fossilen Diesels in der Land- und Forstwirtschaft:

Als vielversprechendste Lösung für die Substitution von fossilem Diesel für den Einsatz in der Traktion wird der FT-Diesel genannt. Für den Einsatz von Traktoren sind derzeit lediglich „Erdgas-Traktoren“ (CNG) und konventionelle „Diesel-Traktoren“ (VKM) kommerziell verfügbar. Der komplette Fuhrpark müsste jedoch bei allen Technologien, ausgenommen FT-Diesel ausgetauscht oder zumindest adaptiert werden, wofür volkswirtschaftlich gesehen bei Umstellen des gesamten Fuhrparks durch die Neuanschaffung der Traktoren mind. 20 Mrd. € an Investitionen notwendig sind. Zusätzlich müssten viele der ca. 3000 öffentlichen Tankstellen in Österreich um den alternativen Kraftstoff erweitert werden, da eine flächendeckende Versorgung ausnahmslos notwendig ist. Aus diesen Gründen ist für den Einsatz von Traktoren in der Land- und Forstwirtschaft der Ersatz von fossilem Diesel mit biogenen Dieseleratz zu bevorzugen. Gemäß aktuellen Regelwerken, wonach keine Lebensmittel für die Kraftstoffproduktion eingesetzt werden sollten, bleiben nur Altöle für die Produktion von Biodiesel und anderen Dieseleratzkraftstoffen. Biodiesel wird aktuell überwiegend in der Beimischung eingesetzt, darüber hinaus auch in Reinform als B100 in geschlossenen LKW-Flotten. Die Produktion von FT-Diesel würde neben der Defossilisierung der Land- und Forstwirtschaft auch eine Kreislaufwirtschaft ermöglichen in dem die Biomasse (z.B.: Holz) direkt für die Kraftstoffproduktion innerhalb des Sektors eingesetzt werden könnte. Zusätzlich kann bei einer FT-Anlage zusätzlich zu FT-Diesel (Dieseleratz) auch FT-Benzin (Benzinersatz), FT-Wachs (für z.B. Kerzen) und Fernwärme erzeugt werden. Bei Erlangung der Marktreife kann auch noch im Laufe der nächsten Jahrzehnte mit einer Senkung der Herstellungskosten von FT-Diesel um 20-30% gerechnet werden.

⁶ Technology Readiness Level (2020): Wikipedia (https://de.wikipedia.org/wiki/Technology_Readiness_Level)

Defossilisierung Heizanlagen – Erdgas

Istzustand Heizanlagen - Gas / Mobile und stationäre Heizanlagen im Land- und Forstwirtschaftlichen Bereich – Betrieb mit Erdgas oder Flüssiggas¹

- **Fossiles Erdgas**
 - CO₂ - Fußabdruck: 312 g CO₂e/kWh_{th} (Annahme: Gastherme)
 - Kosten Erdgas für Privathaushalt (inkl. Steuern): ca. 60-70 €/MWh
 - Kosten Erdgas für Industrie (inkl. Steuern): ca. 20-50 €/MWh
 - Infrastruktur weitgehend vorhanden

Alternative Möglichkeiten zur Herstellung von synthetischem Erdgas¹

- **Biogas (Maissilage) → Drop-In Fuel (Direkte Einspeisung in Erdgasnetz möglich)**
 - CO₂ - Fußabdruck: 163 g CO₂e/kWh_{th}
 - Gasgestehungskosten: ca. 70-90 €/MWh
 - Infrastruktur vorhanden
 - Technologiereifegrad**: TRL 9
(Technologie kommerziell verfügbar)
- **SNG/Holzgas (Holz) → Drop-In Fuel (Direkte Einspeisung in Erdgasnetz möglich)**
 - CO₂ - Fußabdruck: 50 g CO₂e/kWh_{th}
 - Gasgestehungskosten: ca. 65-80 €/MWh
 - Infrastruktur vorhanden
 - Technologiereifegrad**: TRL 8
(Technologie kommerziell demonstriert)

Empfehlung für die Defossilisierung des fossilen Erdgases in der Land- und Forstwirtschaft:

Neben dem Einsatz von FT-Kraftstoffen in der Land- und Forstwirtschaft wird empfohlen das für Heizzwecke eingesetzte fossile Erdgas mit einem aus Biomasse hergestellten synthetischen Erdgas (SNG/Holzgas) zu substituieren, da diese Technologie einen wesentlichen Beitrag zum „Greening the Gas“ leisten und damit auch eine sehr hohe Reduktion der CO₂-Emissionen erzielt werden kann.

Tabelle 1: Übersicht alternative Biokraftstoffe Traktoren im Vergleich zu fossilen Diesel

Traktion	CO ₂ -Fußabdruck	Kraftstoff-gestehungs-kosten	Vorhandene Infrastruktur		Technologiereifegrad (TRL)	
			Traktoren	Tankstellen	Traktoren	Erzeugung Kraftstoff
Diesel (fossil)	↑↑	↓↓	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑
BioCNG (Mais)	↓	↓	↓	↑	↑↑	↑↑
BioCNG (Holz)	↓↓	↓	↓	↑	↑↑	↑
H ₂ -FCEV Elektrolyse (AT-Strommix)	↑	↑↑	↓↓	↓	↓	↑
H ₂ -FCEV (Holz)	↓↓	↑	↓↓	↓	↓	↑
Strom-BEV (AT-Strommix)	↓	↑↑	↓↓	↑↑	↓	↑↑
Biodiesel (Altöl)	↓	↓	↑	↑↑	↑↑	↑↑
FT-Diesel (Holz)	↓↓	↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑
↑↑ sehr hoher CO ₂ -Fußabdruck (150-200 g CO ₂ e/kWh) / sehr hohe Kosten (150-200 €/MWh) / Infrastruktur flächendeckend ausgebaut / Technology Readiness Level (TRL 9) → marktreif						
↑ hoher CO ₂ -Fußabdruck (100-150 g CO ₂ e/kWh) / hohe Kosten (100-150 €/MWh) / Infrastruktur gut ausgebaut / Technology Readiness Level (TRL 7-8) → Demonstrationsphase						
↓ niedriger CO ₂ -Fußabdruck (50-100 g CO ₂ e/kWh) / hohe Kosten (50-100 €/MWh) / Infrastruktur schlecht ausgebaut / Technology Readiness Level (TRL 5-6) → Entwicklungsphase						
↓↓ sehr niedriger CO ₂ -Fußabdruck (0-50 g CO ₂ e/kWh) / hohe Kosten (0-50 €/MWh) / Infrastruktur nicht vorhanden / Technology Readiness Level (TRL <5) → Konzeptphase						

Tabelle 2: Übersicht alternative Produktionstechnologien für synthetisch hergestelltes Erdgas im Vergleich zu fossilen Erdgas

Heizanlagen	CO ₂ -Fußabdruck	Gas-gestehungs-kosten	Vorhandene Infrastruktur		Technologiereifegrad (TRL)	
			Heizanlagen	Gas-erzeugung/ Gasförderung	Heizanlagen	Gas-erzeugung
Erdgas (fossil)	↑↑	↓↓	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑
Biogas (Mais)	↓	↑	↑↑	↑	↑↑	↑↑
SNG (Holz)	↓↓	↑	↑↑	↓↓	↑↑	↑
↑↑ sehr hoher CO ₂ -Fußabdruck (300-400 g CO ₂ e/kWh _{th}) / sehr hohe Kosten (100-200 €/MWh) / Infrastruktur flächendeckend ausgebaut / Technology Readiness Level (TRL 9) → marktreif						
↑ hoher CO ₂ -Fußabdruck (200-300 g CO ₂ e/kWh _{th}) / hohe Kosten (50-100 €/MWh) / Infrastruktur gut ausgebaut / Technology Readiness Level (TRL 7-8) → Demonstrationsphase						
↓ niedriger CO ₂ -Fußabdruck (50-200 g CO ₂ e/kWh _{th}) / hohe Kosten (15-50 €/MWh) / Infrastruktur schlecht ausgebaut / Technology Readiness Level (TRL 5-6) → Entwicklungsphase						
↓↓ sehr niedriger CO ₂ -Fußabdruck (0-50 g CO ₂ e/kWh _{th}) / hohe Kosten (0-15 €/MWh) / Infrastruktur nicht vorhanden / Technology Readiness Level (TRL <5) → Konzeptphase						

Durch die Substitution von fossilem Diesel mit FT-Diesel und fossilem Erdgas mit SNG/Holzgas, kann es der Land- und Forstwirtschaft als ersten Sektor gelingen eine komplette Defossilisierung zu erreichen. Dazu sind 9 Gaserzeugungsanlagen mit FT-Dieselerzeugung in einer Größe von je 100MW Brennstoffwärmeleistung notwendig und 1 Gaserzeugungsanlage mit Aufbereitung zu SNG (biogener Erdgasersatz) mit einer Anlagengröße von 100MW Brennstoffwärmeleistung. Diese 10 Anlagen würden einer Investition von ca. 2 Mrd. € bedürfen. Im Vergleich zu den anfallenden Kosten zur Umstellung des kompletten Traktorenfuhrparks und der Heizanlagen, sowie der dazu nötigen Infrastrukturumbaumaßnahmen (Tankstellen und Heizanlagen) bei anderen Alternativen, wodurch ein zweistelliger Milliardenbetrag fällig werden würde, scheint diese Option im Sinne der Kreislaufwirtschaft und aller volkswirtschaftlichen Rahmenbedingungen am sinnvollsten.

Beiträge zur Erfüllung der Klimaziele

- FT-Diesel (Holzdiesel) zählt zu den „Advanced Biofuels“ und kann wesentlich zu den in der RED II festgelegten Zielen beitragen. Die Defossilisierung der Land- und Forstwirtschaft mit dem hier aufgezeigten Weg ersetzt ca. 3 % (Ziel 3,5 % bis 2030) des derzeitigen Kraftstoffverbrauches durch Advanced Biofuels.
- Da es sich bei FT-Diesel (Holzdiesel) um einen „Drop-in“-Kraftstoff handelt, entfällt jegliche Umrüstung oder Neuanschaffung des Traktorenfuhrparks. Alleine die Adaptierung des Fuhrparks würde die Kosten der Holzdieselproduktion um ein Vielfaches übersteigen.
- Erfüllung der Forderung zur Verwendung erneuerbarer Energieträger in der Landwirtschaft laut dem „Integrierten nationalen Energie- und Klimaplan für Österreich“ (Dez. 2019, S.139): „Der in der Landwirtschaft eingesetzte fossile Treibstoff soll schrittweise durch erneuerbare Energieträger bis 2030 unter Wahrung von wirtschaftlichen und ökologisch nachhaltigen Rahmenbedingungen ersetzt werden, insbesondere durch die Verwendung von Schadh Holz aus der Forstwirtschaft zur Herstellung von Fischer-Tropsch-Diesel für den Einsatz in Traktoren im Ausmaß von 50 % des technischen Potenzials bis 2030“.
- SNG (Holzgas) erfüllt alle Anforderungen zur direkten Einspeisung in das bestehende Gasnetz. Die Verwendung von Holzgas liegt daher im Sinne des geplanten „Grünes Gas“ Ausbau- und Unterstützungsprogramms der Regierung und trägt dazu bei, die dabei gesteckten Ziele zu erreichen.
- Die Land- und Forstwirtschaft kann der erste fossilfreie Sektor und damit ein Vorreiter in Sachen Klimaschutz bis 2035 werden. Des Weiteren können die erzeugten Produkte Holzgas und Holzdiesel auch in anderen Sektoren außerhalb der Land- und Forstwirtschaft eingesetzt werden.
- Der CO₂ Fußabdruck von SNG (Holzgas) und FT-Diesel (Holzdiesel) ist um 90 % geringer als jener von fossilem Erdgas oder Diesel und kann somit einen wesentlichen Beitrag zur Defossilisierung des Energiesystems leisten.

Notwendige politische Rahmenbedingungen

- Die Verwendung von Holzdiesel impliziert, dass Verbrennungsmotoren mit biogenen Kraftstoffen in Anwendungsbereichen, wo eine Elektrifizierung des Antriebs mittelfristig nicht in Sicht ist (z.B.: Offroad, Schwerlastverkehr, Schifftransport, in weiterem Sinne auch Flugverkehr) weiterhin erlaubt sein müssen, dahingehend sollte das Regierungsprogramm präzisiert werden.
- Eine Befreiung von der Mineralölsteuer für Holzdiesel und von der Erdgasabgabe für Holzgas ist unerlässlich.
- Eine Umsatzsteuerbegünstigung für den Verkauf von Holzgas und Holzdiesel würde allen voran auch der Land- und Forstwirtschaft zu Gute kommen.
- Regulatorische Förderinstrumente wie einmalige Investitionsförderungen oder eine Ökodieselpauschale bzw. Ökogaspauschale führen zu einem wirtschaftlichen Betrieb bei gleichen Endkonsumentenpreisen.
- Die Einführung einer CO₂-Besteuerung für fossile Kraftstoffe könnte – wie das in anderen Ländern schon eingeführt wurde – die Wettbewerbsfähigkeit der Bioenergie erhöhen.