

Basispapier „F&E-Strategie für Biotreibstoffe“

G. Jungmeier, J. Spitzer, H. Hofbauer,
S. Fürnsinn, M. Wörgetter, D. Bacovsky,
A. Lingitz, I. Kaltenecker, K. Könighofer

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

7a/2010

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit der Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Basispapier „F&E-Strategie für Biotreibstoffe“

G. Jungmeier, J. Spitzer, H. Hofbauer,
S. Fürnsinn, M. Wörgetter, D. Bacovsky,
A. Lingitz, I. Kaltenegger, K. Könighofer

Joanneum Research, Institut für Energieforschung
FJ BLT Wieselburg
TU Wien, Institute of Chemical Engineering

Graz, Juli 2009

Vorbemerkung

Im Dezember 2008 verabschiedete das Europäische Parlament die EU-Richtlinie für Erneuerbare Energien. Bis 2020 hat sich Europa das Ziel gesetzt, 20% des Gesamtenergieverbrauchs aus erneuerbaren Quellen zu decken, sowie einen Zielwert von 10% für die Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen im Verkehrsbereich vorgegeben.

Vor dem Hintergrund dieser ambitionierten energie- und klimapolitischen Zielsetzungen sind wesentliche Anstrengungen in der Forschung und Technologieentwicklung zu setzen. Schlagworte wie „Food versus Fuel“, CO₂-Relevanz und Gesamteffizienz bei der Nutzung und Produktion von Biotreibstoffen sind bis dato nicht zur Gänze geklärt.

Die Abteilung Energie- und Umwelttechnologien des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie beschäftigt sich schon seit vielen Jahren eingehend mit der Frage der Biotreibstoffherstellung und hat in Zusammenarbeit mit der Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien im BMVIT und der Abteilung Forschung- und Entwicklung im BMLFUW diese Arbeit in Auftrag gegeben. Ziel war es den gegenwärtigen Stand der Technik zu identifizieren, um daraus Schlüsse für mögliche Entwicklungsperspektiven in den einzelnen Technologiebereichen der Biotreibstoffherstellung ziehen zu können. Diese Arbeit gibt einen Überblick über die österreichischen Akteure in diesem Fachbereich und ist eine gute Basis für eine österreichische FTI-Strategie für Biotreibstoffe.

Dipl. Ing. Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

Basispapier (Schriftenreihe Band 7a/2010)

Abstract (deutsch)	3
Abstract (english)	4
Zusammenfassung	5
1 Hintergrund und Einleitung	12
2 Aufgabenstellung	12
3 Übersicht Biotreibstoffe	15
4 Stand der Technik und Entwicklungsperspektiven der Biotreibstoffe	16
5 Mittel- und langfristig verfügbare Rohstoffpotentiale	18
6 Umweltbewertung im Rahmen von Lebenszyklusanalysen	20
7 Kostenanalyse und notwendige Rahmenbedingungen	23
8 Szenarien für Biotreibstoffe bis 2020 und visionär bis 2050	24
9 F&E-Institutionen und Forschungsaktivitäten in Österreich	26
10 Auswahl der für Österreich zukünftig bedeutendsten Biotreibstoffe	27
11 Vorschlag für eine F&E-Struktur mit dazugehörigem Programm	33

Anhänge (Schriftenreihe Band 7b/2010)

Anhang A: Übersicht Biotreibstoffe

Anhang B: Stand der Technik

Anhang C: Rohstoffpotentiale

Anhang D: Rohstoffpotentiale der östlichen Nachbarstaaten

Anhang E: Umweltbewertung

Anhang F: Szenarien

Anhang G: F&E-Institutionen in Österreich

Anhang H: Kostenanalysen

Anhang I: F&E-Bedarf

Anhang J: Fragen zu Biotreibstoffen

Abstract (deutsch)

Der österreichische Transportsektor hatte 2006 einen Endenergiebedarf 353 PJ/a und emittierte mit 25 Mio. t CO₂Äq etwa 25% der österreichischen Treibhausgase. Seit 1.10.2008 beträgt der energetische Anteil der Biotreibstoffe 5,75% des Kraftstoffmarktes in Österreich, der durch Beimischung von 5 vol.-% Bioethanol zu Benzin und 7 vol.-% Biodiesel zu Diesel erreicht wird. Nach der neuen EU-Direktive wird für 2020 ein Anteil von 10% an alternativen Treibstoffen angestrebt, der größtenteils von Biotreibstoffen kommen soll.

Ziel des Projekts war es, Grundlagen für eine österreichische F&E-Strategie zu Biotreibstoffen zu schaffen und Vorschläge für die Vernetzung der österreichischen Biotreibstoff-Aktivitäten auszuarbeiten. Hierzu wurden der Stand der Technik, die Entwicklungsperspektiven der einzelnen Biotreibstoffe, und die mittel- und langfristig verfügbare Rohstoffpotentiale untersucht. Es folgte eine Auswahl der für Österreich zukünftig bedeutendsten Biotreibstoffe, eine Umweltbewertung mit Lebenszyklusanalysen, eine Kostenanalyse sowie eine Darstellung der notwendigen Rahmenbedingungen und Szenarien für eine Einführung.

Es wurden 9 Biotreibstoff-Gruppen betrachtet: 1) Pflanzenöl, 2) Biodiesel, 3) Bioethanol, 4) Biobutanol, 5) Biogas, 6) synthetische Biotreibstoffe, insbesondere Fischer-Tropsch (FT)-Treibstoffe und Synthetisches Erdgas (SNG), 7) Biowasserstoff, 8) Pyrolyseöl und 9) Biotreibstoffe aus der Direktverflüssigung (z.B. katalytische Niederdruckverölung). Diese können aus den 6 Rohstoffgruppen erzeugt werden: 1) ölhältige Pflanzen (z.B. Raps), 2) stärkehaltige Pflanzen (z.B. Mais), 3) zuckerhaltige Pflanzen (z.B. Zuckerrüben), 4) lignozellulose Rohstoffe (z.B. Holz), 5) organische Reststoffe (z.B. Klärschlamm) sowie 6) „Sonstige“ (z.B. Tierfett). Die 4 grundsätzlichen Herstellungsprozesse sind: 1) biochemische Prozesse (z.B. Methan-Fermentation), 2) thermochemische Prozesse (z.B. Vergasung), 3) mechanisch-chemische Prozesse (z.B. Pressen) und 4) Hydrierung (z.B. Zugabe von Wasserstoff zur Entfernung von Sauerstoff). Aus diesen Biotreibstoffen, Rohstoffen und Verfahrensprozessen ergeben sich insgesamt 40 Kombinationen, die derzeit verfolgt werden.

Es wurden 78 F&E-Institutionen in einer „Landkarte der Biotreibstoff-Aktivitäten in Österreich“ beschrieben, wovon etwa 50% der Industrie, 25% den Forschungseinrichtungen und 25% anderen Organisationen (z.B. Energieagenturen) zuzurechnen sind. Die zukünftige Bedeutung der einzelnen Biotreibstoffe wird von der erfolgreichen technischen Weiterentwicklung und der Verfügbarkeit kostengünstiger Rohstoffe abhängen, wobei Trends für einzelne Biotreibstoffe abgeleitet werden:

- Mit Biodiesel aus der Veresterung von Pflanzenölen und Bioethanol aus Zucker und Stärke können die gegenwärtig angestrebten Biotreibstoffanteile über Beimengungen zu konventionellen Treibstoffen ohne wesentliche zusätzliche Infrastruktur erreicht werden. Eine Erhöhung der Anteile dieser Treibstoffe stößt jedoch derzeit an technische und gesetzliche Grenzen.
- Biogas wird Bedeutung erlangen, wenn Erdgas als Treibstoff verstärkt eingeführt wird und die Reinigung und Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz günstiger ist als die stationäre Nutzung für Strom und Wärme.
- Da Pflanzenöl nicht mit konventionellen Treibstoffen gemischt werden kann und angepasste Motoren benötigt, kann Pflanzenöl vor allem in forst- und landwirtschaftlichen Fahrzeugen Bedeutung erlangen.
- Biodiesel aus der Hydrierung von Pflanzenölen benötigt bei der Herstellung Wasserstoff und kann dann interessant werden, wenn die Produktion in die österreichische Raffinerieinfrastruktur eingebunden wird.
- Synthetische flüssige und gasförmige Biotreibstoffe (z.B. FT-Treibstoffe, SNG) haben eine große österreichische Rohstoffbasis, sind gut mit konventionellen Treibstoffen mischbar und können mittelfristig signifikante Beiträge leisten. Für SNG ist wie für Biogas der weitere Aufbau der Erdgasinfrastruktur im Verkehrssektor die wesentlichste Voraussetzung.
- Bioethanol aus lignozellulosen Rohstoffen (vor allem Holz und Stroh) kann mittelfristig dann Bedeutung haben, wenn das bei der Herstellung (Hydrierung, Fermentation) anfallende Lignin als Energieträger bzw. als hochwertige Chemikalie genutzt werden kann.
- Biotreibstoffe aus der Direktverflüssigung und Biotreibstoffe aus Pyrolyseöl könnten langfristig Beiträge liefern.
- Wasserstoff benötigt eine ganz neue Infrastruktur, die erst nach entsprechenden Entwicklungserfolgen langfristig möglich erscheint.
- Für die anderen Biotreibstoffe wie z.B. Butanol ist es derzeit unklar, unter welchen Randbedingungen diese zukünftig Bedeutung erlangen könnten.

Bei der Ermittlung des Forschungsbedarfes wurde der mögliche mengenmäßige Beitrag einer Treibstoff-Gruppe berücksichtigt. Für „konventionelles“ Bioethanol und „konventionellen“ Biodiesel ist weitere Forschung zur Verbreiterung der Rohstoffbasis, zur Optimierung der Treibhausgasbilanz, zur Verringerung der Kosten, zur Nutzung von Nebenprodukten erforderlich. Aufgrund der in Österreich gegebenen Rohstoffbasis erscheint die Weiterentwicklung der Prozesse für die Herstellung synthetischer Treibstoffe und Bioethanol aus lignozellulosen Rohstoffen besonders vielversprechend. Bei Bioethanol aus Lignozellulose sollten die erforderlichen Entwicklungsschritte hin zu einer Demonstrationsanlage eingeleitet werden, bei synthetischen Biotreibstoffen sollen die erfolgreich angelaufenen Arbeiten mit weiteren Demonstrationsanlagen fortgesetzt werden.

Das in den letzten Jahren erfolgreich etablierte Biotreibstoff-bezogene Netzwerk soll in einem „Biofuels Production Network Austria“ im bestehenden Rahmen von IEA Bioenergy verstärkt werden, um die von A3PS – Austrian Agency for Alternative Propulsion System – auf der Seite der Antriebe und Fahrzeuge erfolgreich angelaufenen Aktivitäten durch eine Initiative auf der Seite der Biotreibstoffbereitstellung zu ergänzen.

Abstract (englisch)

In 2006 The Austrian transportation sector had an energy demand of 353 PJ/a and emitted with 25 Mio. t CO₂-eq about 25% of the total Austrian greenhouse gas emissions. Since 1.10.2008 the share of transportation biofuels is 5.75% on the Austrian market, which is realised by blending 5 vol.-% bioethanol to gasoline and 7 vol.-% biodiesel to diesel. According to the new EU Directive on Renewable energy a share of 10% alternative fuels is aimed at in 2020, which mainly will be fulfilled by transportation biofuels.

The aim of this project was to identify the basics for an Austrian R&D-strategy on transportation biofuels and to suggest a structure to interlink the Austrian activities on transportation biofuels. For this the state of technology and the future challenges of the different transportation biofuels and the medium to long term biomass feedstock potentials were analysed. A selection of the most important transportation biofuels in the future Austrian context, an environmental assessment based on life cycle analyses, a cost analyses, the description of the necessary framework conditions and future scenarios for market introduction were done.

There are 9 groups of transportation biofuels: 1) plant oil, 2) biodiesel, 3) bioethanol, 4) biobutanol, 5) biogas, 6) synthetic biofuels, mainly Fischer-Tropsch (FT)-Biofuels and synthetic natural gas (SNG), 7) biohydrogen, 8) pyrolyses oil, 9) biofuels from direct liquefaction (e.g. catalytic low temperature conversion). These biofuels may be produced from the 6 biomass feedstock groups: 1) oil crops (e.g. rape), 2) starch crops (e.g. maize), 3) sugar crops (e.g. sugar beet), 4) lingo-cellulosic materials (e.g. wood), 5) organic residues (e.g. sewage sludge) as well as 6) „others“ (e.g. animal fat). The 4 main production processes are: 1) biochemical processes (e.g. methane fermentation), 2) thermo-chemical processes (e.g. gasification), 3) mechanical-chemical processes (e.g. pressing) and 4) hydro-treatment (e.g. adding hydrogen to eliminate oxygen). With these transportation biofuels, feedstocks and processes about 40 different combinations are currently of interest and analysed.

The 78 Austrian R&D-Institutions working on transportation biofuels were described in an “Austrian Map of Transportation Biofuel Activities”; about 50% are allocated to industry, 25% to research organisations and 25% to other organisations e.g. energy agencies.

The future role of the different transportation biofuels will depend on the successful technological development and the availability of low cost feedstocks. The following trends are concluded:

- Today biodiesel from the esterification of plant oils and bioethanol from sugar and starch are most important to reach the current biofuels targets, because they are easily blended with conventional fossil fuels and need therefore no substantial new infrastructure. The increase of the share of these biofuels is currently limited by technical and legal limits.
- Biogas will gain importance, if natural gas (CNG) will be widely introduced in the transportation sector and the upgrading and injection of biogas in the natural gas grid will become cost competitive compared to the stationary heat and power production.
- As plant oil cannot be blended with conventional fuels and requires adapted internal combustion engines, plant oils might mainly become important for agricultural and forestry machines.
- Biodiesel production via hydro treatment of plant oils needs hydrogen as a process medium and might therefore become of interest, if the production will be integrated in the Austrian oil refining infrastructure.
- Synthetic liquid and gaseous transportation biofuels (e.g. FT-biofuels, SNG) have a significant Austrian feedstock base; they can easily be blended with conventional fuels and might therefore contribute significantly in the medium term perspective. For SNG – like for biogas – the further building up of a CNG infrastructure in the transportation sector is an important requirement.
- Bioethanol from lingo-cellulosic feedstocks (mainly wood and straw) might become importance in a medium term perspective, if the lignin will be used as energy carrier or high value chemical.
- Biofuels from the direct liquefaction and the pyrolysis might bring contributions in a long term perspective.
- Hydrogen needs a complete new infrastructure, which seems possible in a long term perspective after the successful technology development for market introduction.
- For all other transportation biofuels e.g. butanol, it is unclear today, under which conditions the will gain importance in the future.

For the assessment of the R&D-demand the possible quantitative contribution of the different transportation biofuels was taken into consideration. For “conventional” bioethanol and biodiesel the future research must focus on the broadening of the feedstock bases, the optimization of the greenhouse gas balance, and the reduction of production costs and the advanced use of the by-products. Based on the Austrian lingo-cellulosic biomass feedstock potential the further development of processes for synthetic biofuels and bioethanol are the most promising options. For lignocellulosic bioethanol the focus should be on the necessary development towards a demonstration plant. For synthetic biofuels the ongoing activities should be continued with further demonstration plants.

The transportation biofuels oriented network successfully established in recent years should be further strengthened in a „Biofuels Production Network Austria“ in the existing framework of the Austrian participation in IEA Bioenergy, to complement the existing A3PS – Austrian Agency for Alternative Propulsion System – focusing on propulsion systems and vehicle, with the transportation biofuels production.

Zusammenfassung

Hintergrund

Derzeit (2006) werden in Österreich im Transportsektor etwa 353 PJ/a Endenergie eingesetzt, die sich im Wesentlichen aus Benzin und Diesel zusammensetzt und etwa 32% des gesamten Endenergie-Bedarfes (1.105 PJ/a) ausmachen. Hiermit verbunden sind Treibhausgas-Emissionen von derzeit etwa 25 Mio. t pro Jahr, die sich in den letzten 10 Jahren nahezu verdoppelt haben. Zukünftig wird es daher immer wichtiger, im Transportsektor verstärkt erneuerbare Energieträger einzusetzen, wobei Treibstoffen, die aus Biomasse erzeugt werden können („Biotreibstoffe“) eine besondere Bedeutung zukommen wird. Seit 1.10.2008 beträgt der energetische Anteil der Biotreibstoffe 5,75% des Kraftstoffmarktes in Österreich. Bereits bestehende Verordnungen sowie nationale und europäische politische Ziele sehen eine Erhöhung dieses Anteils vor. Diese Bemühungen sollten durch verstärkte Koordination unterstützt werden. Auf Europäischer Ebene werden folgende Ziele für das Jahr 2020 verfolgt: 20% Steigerung Energieeffizienz, 20% Treibhausgas-Reduktion sowie ein Anteil von 20% an erneuerbarer Energie (RED-Renewable Energy Directive). Für den Transportsektor werden ein Anteil von 10% an alternativen Treibstoffen angestrebt, die größtenteils von Biotreibstoffen erwartet werden. In der Richtlinie zu Erneuerbarer Energie werden auch Akzente in Richtung Nachhaltigkeit, z.B. Zertifizierung von Biomasse bzw. Biotreibstoff-Importen, sowie die Zielsetzung zur mindest Einsparung von Treibhausgas-Emissionen im Lebenszyklus von Biotreibstoffen im Vergleich zu Benzin und Diesel von derzeit 35% und zukünftig bis zu 60% nach 2017 gesetzt.

Ziel des Projekts

Ziel des Projekts ist es, Grundlagen für eine österreichische F&E-Strategie zu Biotreibstoffen zu schaffen und Vorschläge für die Vernetzung der österreichischen Aktivitäten im Bereich Biotreibstoffe auszuarbeiten, z.B. Etablierung eines „Biofuels Production Network Austria“, deren Schwerpunkt in der Bündelung der nationalen F&E-Aktivitäten liegt. Hierbei sollen die Möglichkeiten für die Markteinführung von Biotreibstoffen in Österreich dargestellt und die hierfür notwendigen Schwerpunkte für die zukünftige nationale Forschung und Entwicklung aufgezeigt werden. Basierend auf einer Zusammenfassung vorliegender F&E-Arbeiten wird ein Vorschlag für Schwerpunkte des weiteren F&E-Bedarfes erarbeitet. Es wird auch ein Vorschlag für eine F&E-Struktur und die Einrichtung einer „Biofuel Production Network Austria“ ausgearbeitet, die Aufgaben der nationalen und internationalen Koordination wahrnehmen sollte. Folgende Bereiche werden hierzu analysiert:

- Stand der Technik und Entwicklungsperspektiven der unterschiedlichen Biotreibstoffe,
- mittel- und langfristig verfügbare Rohstoffpotentiale,
- Auswahl der für Österreich zukünftig bedeutendsten Biotreibstoffe,
- Umweltbewertung im Rahmen von Lebenszyklusanalysen,
- Kostenanalyse und notwendige Rahmenbedingungen,
- Szenarien bis 2020 und visionär bis 2050,
- Österreichische Forschungsaktivitäten und
- Biofuels Production Network Austria

Strukturierung der Produkte, Rohstoffe und Prozesse

Es gibt eine Reihe verschiedener gasförmiger und flüssiger Biotreibstoffe, die aus unterschiedlichen Rohstoffen und Verfahrensprozessen hergestellt werden.

Die neun Biotreibstoff-Gruppen sind:

1) Pflanzenöl, 2) Biodiesel, 3) Bioethanol, 4) Biobutanol, 5) Biogas, 6) synthetische Biotreibstoffe, insbesondere Fischer-Tropsch (FT)-Treibstoffe und Synthetisches Erdgas (SNG), 7) Biowasserstoff, 8) Pyrolyseöl und 9) Biotreibstoffe aus der Direktverflüssigung, vor allem aus dem Hydro-Thermal Upgrading (HTU-Biotreibstoff) sowie der katalytischen Niederdruckverölung (KNV-Biotreibstoff).

Die sechs Rohstoffgruppen sind:

1) ölhältige Pflanzen (z.B. Raps, Sonnenblume), 2) stärkehaltige Pflanzen (z.B. Mais, Weizen), 3) zuckerhaltige Pflanzen (z.B. Zuckerrüben), 4) lignozellulose Rohstoffe (z.B. Holz, Stroh und Miscanthus), 5) organische Reststoffe (z.B. Klärschlamm, Gülle, Biomüll) sowie 6) „Sonstige“ (z.B. Tierfett).

Die vier grundsätzlichen Verfahrensprozesse zur Herstellung von Biotreibstoffen sind:

1) biochemische Prozesse (z.B. Alkohol- und Methan-Fermentation), 2) thermo-chemische Prozesse (z.B. Vergasung, Pyrolyse, Synthese), 3) mechanisch-chemische Prozesse (z.B. Pressen, Veresterung) und 4) Hydrierung („hydro-treated“) (z.B. addieren von Wasserstoff an Moleküle u. A. zur Entfernung von Sauerstoff).

Aus diesen Biotreibstoffen, Rohstoffen und Verfahrensprozessen ergeben sich insgesamt 40 Kombinationen, die derzeit untersucht werden.

Landkarte der Biotreibstoff-Aktivitäten in Österreich

Die F&E-Institutionen, die Forschungsaktivitäten zu Biotreibstoffen in Österreich durchführen werden in einer „Landkarte der Biotreibstoff-Aktivitäten in Österreich“ beschrieben, die auf Basis einer Fragebogenerhebung ermittelt wurden. Von 95 befragten Institutionen führen 78 in Österreich F&E-Aktivitäten zu Biotreibstoffen durch. Von diesen gehört knapp die Hälfte zum Bereich Industrie, ein gutes Viertel sind Forschungseinrichtungen und ein weiteres Viertel stellt der Bereich Vereine, Energieagenturen und diverse Dienstleistungsunternehmen. Etwa ein Drittel dieser Institutionen ist international verankert. F&E-Aktivitäten gibt es entlang der gesamten Bereitstellungskette von Biotreibstoffen (Rohstoffe, Konversion, Nutzung) und auch in angrenzenden Branchen. Die Forschungsschwerpunkte spiegeln den aktuellen Stand der Marktentwicklung von Biotreibstoffen wider. Die befragten Institutionen sind zum Teil über Interessensgemeinschaften miteinander vernetzt; diese Situation könnte durch eine Vernetzung verschiedener Biotreibstoffbranchen und eine Einbindung der angrenzenden Branchen noch verbessert werden.

Zukünftige Bedeutung und Trends

Die zukünftige Bedeutung der einzelnen Biotreibstoffe wird vom Erfolg der technischen Weiterentwicklung, der Verfügbarkeit kostengünstiger Rohstoffe und dem Aufbau der zusätzlichen Infrastruktur abhängen. Die Möglichkeit der breiten Einführung von Biotreibstoffen hängt von den verfügbaren biogenen Rohstoffmengen ab. Hierbei müssen andere Nutzungsformen wie Nahrungs- und Futtermittelproduktion, Wärme- und Stromerzeugung sowie die stoffliche Nutzung (z.B. Holzprodukte) berücksichtigt werden. Eine weitere Verbesserung der politischen Rahmenbedingungen kann die Einführung von Biotreibstoffen der Zukunft beschleunigen. Grundsätzlich muss bei allen Biotreibstoffen und deren Rohstoffen (z.B. Import) sichergestellt sein, dass diese nachhaltig bereitgestellt werden, was durch entsprechende Zertifikate wie sie derzeit auf EU-Ebene ausgearbeitet werden, nachgewiesen werden muss.

Folgende Trends lassen sich für die einzelnen Biotreibstoffe ableiten:

- Zur Erfüllung der Treibstoffverordnung werden vor allem Biodiesel („konventionell“, über Veresterung von Pflanzenölen) und Bioethanol („konventionell“, aus Zucker und Stärke) eine Rolle spielen, da sie sich gut mit den konventionellen Treibstoffen Diesel und Benzin mischen lassen und somit keine wesentliche zusätzliche Infrastruktur, insbesondere keine neuen Fahrzeuge, benötigen.

- Biogas wird dann Bedeutung erlangen, wenn es gelingt, Erdgas als Treibstoff verstärkt einzuführen (d.h., wenn eine entsprechend große Anzahl von Erdgas-Fahrzeugen und Tankstellen in Betrieb ist) und wenn die Reinigung und Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz günstiger ist als die stationäre Nutzung für Strom und Wärme.
- Da Pflanzenöl nicht mit konventionellen Treibstoffen gemischt werden kann und angepasste Motoren benötigt, kann Pflanzenöl als Nischenanwendung, z.B. in forst- und landwirtschaftlichen Fahrzeugen, Bedeutung erlangen.
- Biodiesel aus der Hydrierung von Pflanzenölen benötigt bei der Herstellung Wasserstoff, daher wird dieser Biodiesel dann interessant werden, wenn er in die österreichische Raffinerieinfrastruktur eingebunden werden kann.
- Synthetische flüssige und gasförmige Biotreibstoffe (FT-Treibstoffe, SNG) haben in Österreich eine große Rohstoffbasis, d.h. sie können aus Produkten der Forst- und Holzwirtschaft, aber auch aus landwirtschaftlichen Reststoffen erzeugt werden. Sie sind sehr gut mit konventionellen Treibstoffen mischbar und könnten daher mittelfristig signifikante Beiträge leisten. Für SNG ist wie für Biogas der weitere Aufbau der Erdgasinfrastruktur im Verkehrssektor die wesentlichste Voraussetzung.
- Bioethanol aus lignozellulosen Rohstoffen (Holz, Stroh und landwirtschaftlichen Energiepflanzen) kann mittelfristig dann Bedeutung haben, wenn es gelingt, die Nebenprodukte (z.B. Lignin) als Energieträger zu verwerten oder hochwertige Chemikalien zu erzeugen.
- Biotreibstoffe aus der Direktverflüssigung (HTU- und KNV-Biotreibstoff) und Biotreibstoffe aus Pyrolyseöl („aufbereitetes Pyrolyseöl“) könnten langfristig Beiträge liefern.
- Wasserstoff benötigt eine ganz neue Infrastruktur, sowohl für die Erzeugung und Verteilung als auch für die Fahrzeuge, die erst nach entsprechenden Entwicklungserfolgen langfristig möglich erscheint.
- Für die anderen Biotreibstoffe wie z.B. Biomethanol, Butanol, DME ist es derzeit unklar, unter welchen Randbedingungen diese mittelfristig Bedeutung erlangen könnten.

Forschungsbedarf

Bei der Ermittlung des Forschungsbedarfes ist es wichtig, den möglichen mengenmäßigen Beitrag einer Entwicklungslinie zu berücksichtigen. Nischenanwendungen sollen nur dann verfolgt werden, wenn sie aus technologischen Gründen (Förderung österreichischer

Produktentwicklungen) zu empfehlen sind. Die diesbezüglichen Entwicklungsarbeiten sollten dann aus Mitteln der Technologieförderung finanziert werden.

Derzeit lässt sich ableiten, dass zur stärkeren Involvierung der industriellen Forschung ein Schwerpunkt bei der anwendungsorientierten und umsetzungsrelevanten Forschung gesetzt werden sollte.

Obwohl „konventionelles“ Bioethanol und „konventioneller“ Biodiesel bereits heute die technische Reife erlangt haben und bis 2010 in Europa bedeutende Investitionen getätigt werden, erscheint weitere Forschung zur Verbreiterung der Rohstoffbasis, zur Verbesserung der Eigenschaften, zur Optimierung der Treibhausgasbilanz, zur Verringerung der Kosten, zur Nutzung von Neben- und Koppelprodukten und zur Überwindung nichttechnischen Barrieren und zur sozialen Akzeptanz erforderlich.

Aufgrund der in Österreich gegebenen Rohstoffbasis (Nebenprodukte der Forst- und Holzwirtschaft, zellulose Nebenprodukte der Landwirtschaft und Energieholz aus landwirtschaftlichen Restflächen) erscheint die Weiterentwicklung der Prozesse für die Herstellung synthetischer Treibstoffe und Bioethanol aus lignozellulosen Rohstoffen besonders vielversprechend. Die mit diesen Prozessen hergestellten Treibstoffe haben die besten Chancen, mittelfristig folgende Anforderungen zu erfüllen: Mengenpotenzial, technische Reife, Erfolgswahrscheinlichkeit, Nutzung der Infrastruktur und Konkurrenzfähigkeit bei „fertiger“ Entwicklung. Bei synthetischen Biotreibstoffen und Bioethanol aus Lignozellulose sollten die erforderlichen Entwicklungsschritte hin zu einer Demonstrationsanlage eingeleitet werden. Die thematischer Prioritäten und die strategischen Forschungsfragen liegen daher im Bereich der Biotreibstoffe aus Holz und Stroh.

Biofuels Production Network Austria („BPNA“)

In den letzten Jahren haben sich – vor allem ausgehend von internationalen Kooperationen im Rahmen von IEA Bioenergy – einige Biotreibstoff-bezogene Netzwerke in Österreich gebildet: „Netzwerk Biotreibstoffe“ im Zusammenhang mit der Teilnahme an Task 39 „Liquid Biofuels“; ähnliche Netzwerke existieren im Zusammenhang mit der Teilnahme an Task 33 „Gasification“ und Task 42 „Biorefineries“. Anstelle einer Schaffung einer neuen Plattform sollen diese Netzwerke in einem „Biofuels Production Network Austria“ im bestehenden Rahmen von IEA Bioenergy zusammengeführt werden. Damit soll die Initiative, die von A3PS auf der Seite der Antriebe und Fahrzeuge erfolgreich angelaufen ist, durch eine Initiative auf der Seite der Biotreibstoffbereitstellung ergänzt werden. In Abbildung 1 das „Biofuel Production Network Austria“ dargestellt, einerseits mit seiner Struktur (Beteiligte,

Themen und Aufgaben) und andererseits in seinem Zusammenwirken mit den internationalen Programmen und Netzwerken sowie mit seiner Verknüpfung zu A3PS. Die Struktur gliedert sich wie folgt:

- Beteiligte:
 - Ministerien
 - Industrie
 - Forschung
 - Organisationen
- Themen:
 - Rohstoffaufkommen
 - Logistik
 - Konversion
 - Barrieren und Strategien
 - Wertschöpfungsketten
 - Standardisierung
- Aufgaben
 - Informationsaufbereitung
 - Informationsverbreitung
 - Statusreports
 - Veranstaltungen
 - Beratung

Als internationale Programme sind vor allem zu nennen

- European Technology Platforms zu „Biofuels“ und „Plants of the future“
- IEA Implementing Agreement zu „Bioenergy“ und „Advanced Motor Fuels (AMF)“.

In Fortsetzung der bestehenden Partnerschaft zwischen den am gegenständlichen Projekt beteiligten Institutionen (JOANNEUM RESEARCH, FJ-BLT Wieselburg, TU-Wien), die auch die österreichischen Vertreter in den vorgenannten Task von IEA Bioenergy sind, könnten diese Institutionen die operativen Funktionen des „Biofuel Production Network Austria“ übernehmen. Das im Rahmen der Beteiligung an Task 39 von der FJ-BLT Wieselburg aufgebaute „Netzwerk Biotreibstoffe“ hat durch eine Erweiterung der Aktivitäten in der laufenden Arbeitsperiode der Task 39 (2007 – 2009) bereits eine formelle Basis bis 31.12.2009 hierfür erhalten. Diese Basis wäre durch die weitere Beteiligung Österreichs an Task 33, Task 33 und Task 42 in der Periode 2010 – 2012 zu sichern.

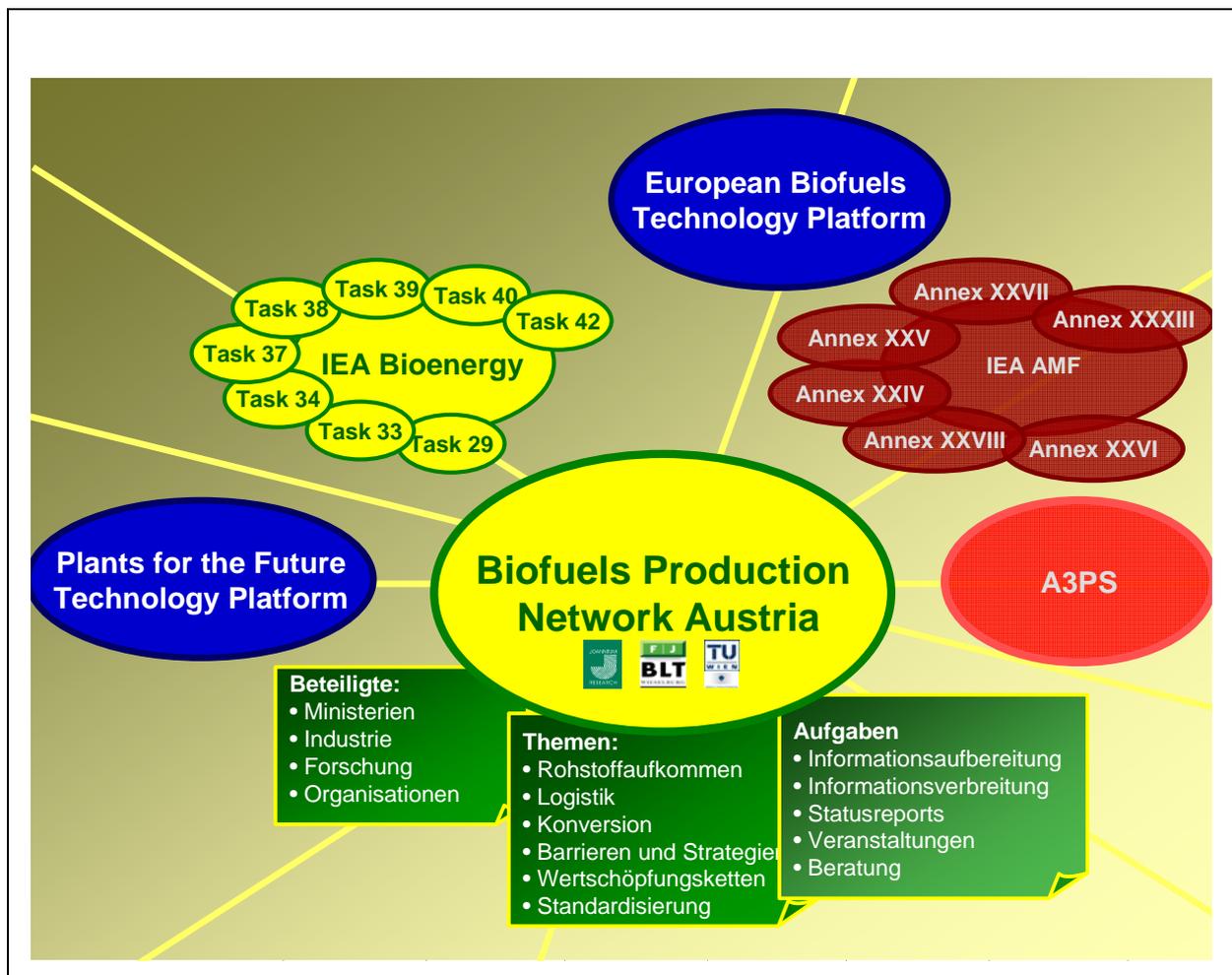


Abbildung 1: Beteiligte und Themen des „Biofuels Production Network Austria“

Die breite Palette von Verfahren und Biotreibstoffen resultiert aus der gegenwärtigen Schwierigkeit, die Chancen für den Erfolg einer bestimmten Entwicklung einzuschätzen. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass nicht alle Entwicklungslinien mit der gleichen Intensität verfolgt werden können. Eine wichtige Herausforderung wird es daher sein, in bestimmten Abständen eine Neubewertung der Chancen der einzelnen Entwicklungslinien und eine Anpassung des Forschungsbedarfs vorzunehmen.

1 Hintergrund und Einleitung

Derzeit (2006) werden in Österreich im Transportsektor etwa 353 PJ/a Endenergie eingesetzt, die im Wesentlichen aus Benzin und Diesel bestehen und etwa 32% des gesamten Endenergie-Bedarfes (1.105 PJ/a) ausmachen. Hiermit verbunden sind auch Treibhausgas-Emissionen von derzeit etwa 25 Mio. t pro Jahr, die sich in den letzten 10 Jahren nahezu verdoppelt haben. Seit 1.10.2008 beträgt in Österreich der Anteil der Biotreibstoffe 5,75%.

Zur zukünftigen nachhaltigen Energieversorgung des Transportsektors ist neben Maßnahmen zur Reduktion des Transportbedarfes und Erhöhung der Energieeffizienz (Reduktion der Flottenverbräuche) auch die Einführung von erneuerbaren Biotreibstoffen im Verkehrssektor notwendig.

In der österreichischen Treibstoffverordnung wurden Zielwerte für 2005 mit 2,5% und für 2008 mit 5,75% Anteil an Biotreibstoffen im Transportsektor festgelegt. Auf Europäischer Ebene werden in der Richtlinie für Erneuerbare Energie folgende Ziele für das Jahr 2020 verfolgt: 20% Steigerung Energieeffizienz, 20% Treibhausgas-Reduktion sowie ein Anteil von 20% an erneuerbarer Energie (RED-Renewable Energy Directive). Für den Transportsektor werden ein Anteil von 10% an alternativen Treibstoffen angestrebt, die größtenteils von Biotreibstoffen erwartet werden. In dieser Richtlinie werden auch Zielwerte für die notwendige Reduktion von Treibhausgas-Emissionen im Lebenszyklus von Biotreibstoffen im Vergleich zu Benzin und Diesel angeführt, derzeit von 35%, und zukünftig bis zu 60% und mehr. Auf europäischer Ebene werden bis zum Jahr 2030 im Visionreport der Biofuel Technology Platform 25% Biotreibstoffe im Treibstoffmarkt als Zielsetzungen angestrebt. Derzeitige und zukünftige F&E-Aktivitäten zielen daher auf eine möglichst rasche Markteinführung von Biotreibstoffen ab.

2 Aufgabenstellung

Ziel des Projekts ist es, Grundlagen für eine österreichische F&E-Strategie zu Biotreibstoffen zu schaffen und Vorschläge für die Vernetzung der österreichischen Aktivitäten im Bereich Biotreibstoffe auszuarbeiten, z.B. Etablierung einer österreichischen Biotreibstoff-Plattform, deren Schwerpunkt in der Bündelung der nationalen F&E-Aktivitäten liegt. Hierbei sollen die Möglichkeiten für die Markteinführung von Biotreibstoffen in Österreich dargestellt und die

hierfür notwendigen Schwerpunkte für die zukünftige nationale Forschung und Entwicklung aufgezeigt werden.

Bei der Entwicklung der Strategien für den Aufbau dieses Netzwerkes sind folgende Aspekte wesentlich:

- Biotreibstoffe betreffen neben der Forschung auch die Energiewirtschaft-, Land- und Forstwirtschaft sowie die gesamte Volkswirtschaft. Die Entwicklung der Biotreibstoffe ist auch in einem globalen Kontext, insbesondere hinsichtlich einer nachhaltigen Erzeugung zu sehen.
- Die Bedeutung der Biotreibstoffe ist bereits heute beachtlich; in Europa wird die Entwicklung durch die „Biotreibstoffdirektive“ vorgezeichnet (2% in 2005, 5,75% in 2010).
- Einzelprojekte und Maßnahmen einzelner Forschergruppen können zu beachtlichen Erfolgen führen. Die mittel- und langfristig erfolgreiche Markteinführung erfordert jedoch ein konzertiertes Vorgehen, das wirtschaftliche und politische Voraussetzungen berücksichtigt.
- Die Bemühungen zielen mittel- bis langfristig auf Erfolge auf den Biotreibstoffmärkten und bei den österreichischen Wirtschaftsunternehmen, die Biotreibstofftechnologien anbieten, ab. Hierzu müssen die relevanten Stakeholder aus Industrie, Forschung und Verwaltung informiert und eingebunden werden.
- Die Forschungsstrategie für Biotreibstoffe muss neben der Stärkung der österreichischen Wirtschaft auch Umweltvorteile ermöglichen („Doppeldividende“).
- Die Bedeutung von Biotreibstoffen wird weiter zunehmen. Der steigende Erdölpreis stärkt die Wettbewerbsfähigkeit von Biotreibstoffen. Das Verständnis für den F&E-Bedarf bei Biotreibstoffen nimmt zu, da die Notwendigkeit zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen und Steigerung des Einsatzes erneuerbaren Energie erkannt wurden. Grundvoraussetzung ist es jedoch, alle Aspekte der Nachhaltigkeit insbesondere bei der Rohstoffherzeugung zu berücksichtigen.

Die drei Projektpartner – JOANNEUM RESEARCH, FJ-BLT und TU-Wien – arbeiten schon viele Jahre in internationalen Kooperationen im Forschungsbereich Biotreibstoffe. Die F&E-Schwerpunkte umfassen hierbei folgende

- JOANNEUM RESEARCH: System- und Lebenszyklusanalysen, Umweltbewertungen, Bioethanol aus Holz und Stroh

- FJ-BLT: Rohstoffe und Logistik, Standardisierung, Biodiesel, Betrieb von Pilotanlagen, Politikberatung
- TU-Wien: Verfahrenstechnik, Biomasse-Vergasung, Synthetische Biotreibstoffe

Über diese Partner wurden auch die wichtigsten internationalen Aktivitäten (EU, IEA) in das Projekt integriert.

Die folgenden Themenbereiche werden auf Grundlage vorliegender F&E-Arbeiten zusammenfassend dargestellt:

- a) Stand der Technik und Entwicklungsperspektiven der unterschiedlichen Biotreibstoffe
- b) mittel- und langfristig verfügbare Rohstoffpotentiale
- c) Auswahl der für Österreich zukünftig bedeutendsten Biotreibstoffe
- d) Umweltbewertung im Rahmen von Lebenszyklusanalysen
- e) Kostenanalyse und notwendige Rahmenbedingungen
- f) Szenarien bis 2020 und visionär bis 2050
- g) österreichische Forschungsaktivitäten

Hieraus wird ein Vorschlag für den weiteren F&E-Bedarf und für das „Biofuels Production Network Austria“, das ein nationales Spiegelgremium („National Mirror Group“) der etablierten European Biofuels Platform sein kann, erarbeitet.

Österreichische Experten wurden im Rahmen einer „Strategiegruppe“ eingebunden, um die gemeinsamen Möglichkeiten der mittel- und langfristigen Entwicklung abzustimmen. Die Strategiegruppe lieferte entsprechende Inputs für den laufenden Prozess der Entwicklung einer zukünftigen Forschungsstrategie. Die Zusammensetzung der Strategiegruppe umfasste wesentliche Akteure/Stakeholder. Im Rahmen eines Stakeholder-Workshops werden die vorläufigen Ergebnisse präsentiert und diskutiert sowie Vorschläge für die weiteren Schritte ausgearbeitet. Somit werden die wesentlichen Grundlagen erarbeitet und aufbereitet, die für den Aufbau einer F&E-Struktur notwendig sind, um die breite Einführung von Biotreibstoffen in Österreich zu ermöglichen. Die Mitglieder der Strategiegruppe sowie die Teilnehmer am Stakeholder-Workshop sind in der Anlage angeführt.

3 Übersicht Biotreibstoffe

Es gibt eine Reihe unterschiedlicher gasförmiger und flüssiger Biotreibstoffe, die aus unterschiedlichen Rohstoffen und unterschiedlichen Verfahrensprozessen hergestellt werden. Die neun Biotreibstoff-Gruppen sind (Abbildung 1):

- 1) Pflanzenöl,
- 2) Biodiesel (konventioneller Biodiesel aus der Veresterung und hydrierter Biodiesel aus Pflanzenöl),
- 3) Bioethanol, (konventionelles Bioethanol aus Zucker und Stärke und lignozelluloses Bioethanol aus Holz und Stroh)
- 4) Biobutanol,
- 5) Biogas,
- 6) Synthetische Biotreibstoffe, (z.B. FT-Treibstoff, SNG)
- 7) Biowasserstoff,
- 8) Pyrolyseöl und
- 9) Biotreibstoffe aus der Direktverflüssigung.

MTBE (Methyl-Tertiär-Butylether) und ETBE (Ethyl-Tertiär-Butylether) werden nicht als Biotreibstoffe angesehen, da diese Kraftstoffadditive sind. Die sechs Rohstoffgruppen für Biotreibstoffe sind:

- 1) ölhältige Pflanzen: z.B. Raps, Sonnenblume,
- 2) stärkehaltige Pflanzen: z.B. Mais, Weizen,
- 3) zuckerhaltige Pflanzen: z.B. Zuckerrüben,
- 4) lignozellulose Rohstoffe: z.B. Holz, Stroh und Miscanthus,
- 5) organische Reststoffe: z.B. Klärschlamm, Gülle, Biomüll sowie
- 6) „Sonstige“ z.B. Tierfett.

Die vier grundsätzlichen Verfahrensprozesse zur Herstellung von Biotreibstoffen sind

- 1) biochemische Prozesse: Alkohol- und Methan-Fermentation,
- 2) thermo-chemische Prozesse: Vergasung, Pyrolyse, Synthese,
- 3) mechanisch-chemische Prozesse: Pressen, Veresterung,

- 4) Hydrierung („hydro-treated“): addieren von Wasserstoff an Moleküle u. A. zur Entfernung von Sauerstoff.

Die Biotreibstoffe haben sehr unterschiedliche chemische und physikalische Eigenschaften und können in reiner Form oder in Beimischung zu Benzin, Diesel und Erdgas in Verbrennungsmotoren und zukünftig auch in Brennstoffzellen eingesetzt werden.

Die Biotreibstoffe werden oft auch in Biotreibstoffe der 1. und 2. Generation eingeteilt, wobei die heute kommerziell erzeugten Biotreibstoffe Biodiesel (durch Veresterung von Pflanzenölen und –fetten), Pflanzenöl und Bioethanol (aus Zucker und Stärke) sowie Biogas als die Biotreibstoffe der 1. Generation angesehen werden. Die anderen Biotreibstoffe gehören der 2. Biotreibstoff-Generation an und werden heute noch nicht kommerziell erzeugt. Es ist daher wichtig, bei der Diskussion der unterschiedlichen Aspekte von Biotreibstoffen neben dem jeweiligen Biotreibstoff auch den Rohstoff sowie - falls erforderlich - den Verfahrensprozess anzugeben. So sind z.B. Biodiesel aus der Veresterung von Altspeiseöl und Biodiesel aus der Hydrierung von Palmöl unterschiedlich zu bewerten.

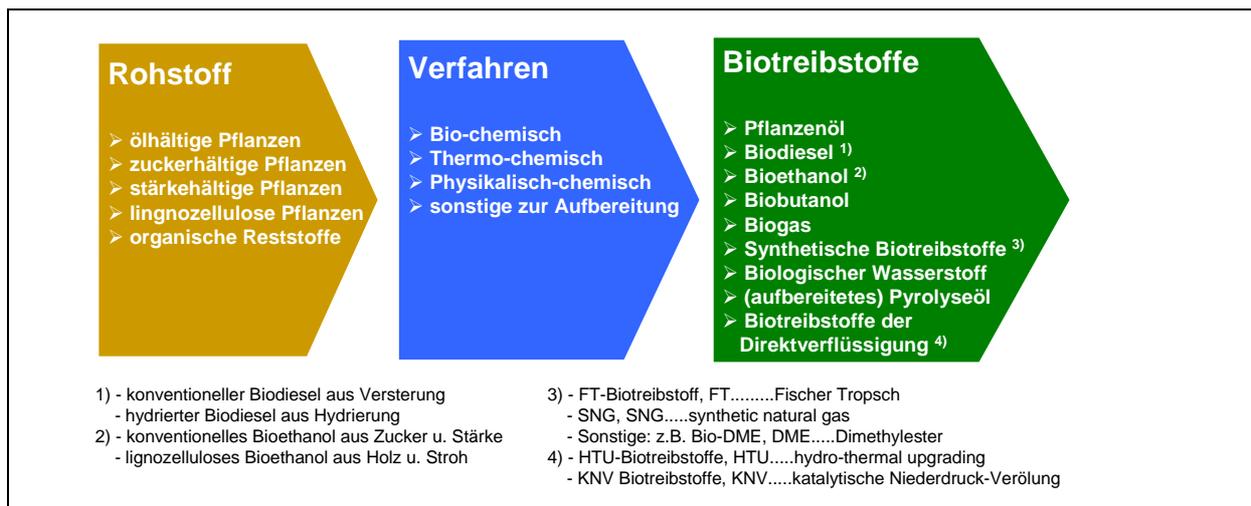


Abbildung 1: Rohstoff und Verfahren zur Herstellung der Biotreibstoffe

4 Stand der Technik und Entwicklungsperspektiven der Biotreibstoffe

Der Entwicklungsstand der Biotreibstoffe ist unterschiedlich und erstreckt sich von Erforschung im Labor bis zur kommerziellen Anwendung (Abbildung 2).

Die Erzeugung von Pflanzenölen, die Erzeugung von Biodiesel durch die Veresterung von Pflanzenölen und –fetten sowie die Erzeugung von Bioethanol aus Zucker und Stärke sind

Stand der Technik, diese Biotreibstoffe werden weltweit kommerziell erzeugt und sind am Treibstoffmarkt eingeführt. Pflanzenöl wird derzeit vorwiegend in land- und forstwirtschaftlichen Fahrzeugen und Maschinen eingesetzt, in Deutschland auch in LKWs. Die Erzeugung von Biogas und die Nutzung in Gasmotoren zur stationären Erzeugung von Strom und Wärme ist Stand der Technik, die Aufbereitung von Biogas zu Erdgasqualität, die Verwendung in Erdgasfahrzeugen und die Einspeisung ins Erdgasnetz ist in ersten Demonstrationsanlagen realisiert. Erdgasfahrzeuge sind Stand der Technik und werden in einigen Ländern breit eingesetzt.

Die Erzeugung von hydriertem Biodiesel aus Pflanzenölen ist in einer finnischen Demonstrationsanlage realisiert. Die anderen Biotreibstoffe und deren Verfahrensprozesse sind in Entwicklung, wobei für FT-Diesel, DME und Bioethanol aus lignozellulosen Rohstoffen (wie Holz und Stroh) sowie HTU-Biotreibstoff aus Reststoffen (z.B. Zuckerrübenschnitzel, Klärschlamm) und Biobutanol aus Zucker und Stärke erste Demonstrationsanlagen errichtet werden oder bereits in Betrieb sind. Für Pyrolyseöl gibt es eine kommerzielle Anlage, wobei das unaufbereitete Pyrolyseöl als Ersatz von Heizöl Schwer verwendet wird. Für die Erzeugung von Treibstoffen werden Verfahren erwogen, die von Pyrolyseöl ausgehen (z.B. FT-Treibstoffe aus der Vergasung von Pyrolyseöl, Aufbereitung von Pyrolyseöl). In Fahrzeugmotoren könnte zukünftig nur zu Treibstoff-Qualität aufbereitetes Pyrolyseöl eingesetzt werden. Die Verfahren zur Direktverflüssigung von Biomasse mit Katalysator werden im Labormaßstab erprobt, mit Kunststoffabfällen gibt es erste Demonstrationsanlagen. Die Aufbereitung von HTU- und KNV-Biotreibstoff ist derzeit noch nicht realisiert.

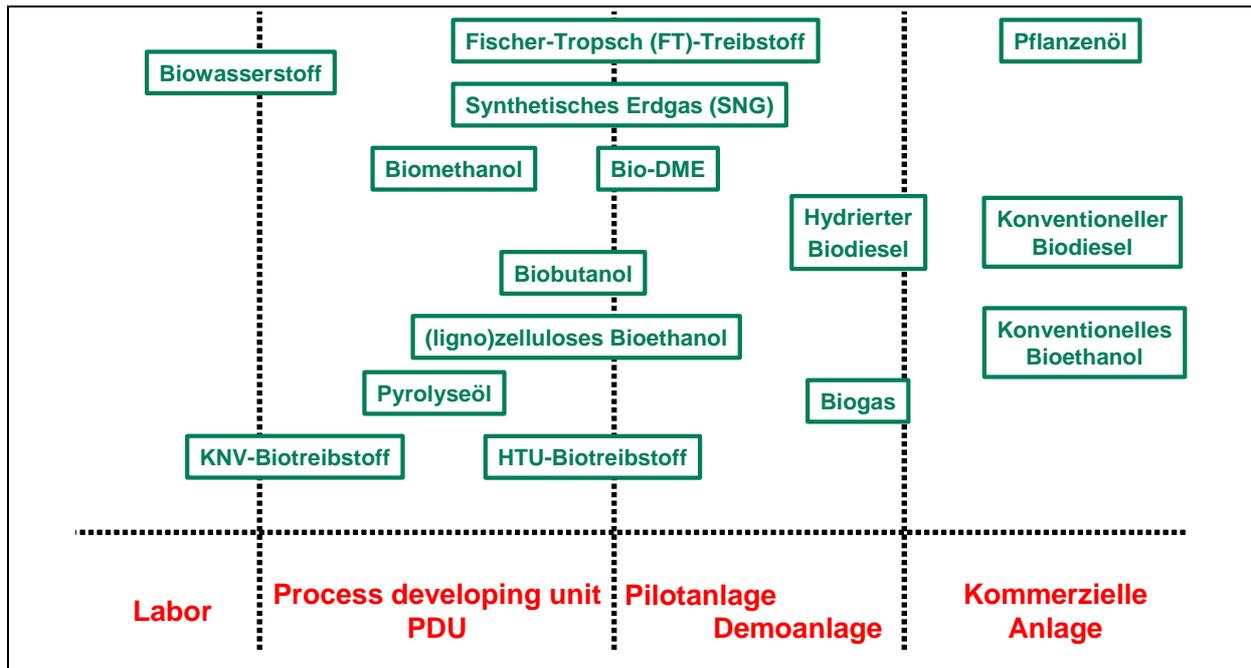


Abbildung 2: vom Labor zum kommerziellen Produkt - aktueller Entwicklungsstand der Biotreibstoffe

5 Mittel- und langfristig verfügbare Rohstoffpotentiale

Vorliegende Studien über das Potential heimischer Biomasse zeigen die möglichen mittel- und langfristigen Rohstoffpotentiale, die von den technischen und ökonomischen Randbedingungen abhängen. Biogene Rohstoffpotentiale stehen aus der Forst- und der Landwirtschaft sowie als Reststoffe aus Industrie, Gewerbe und Haushalten zur Verfügung. Bereits eine Verdoppelung der Erzeugung von Energie aus Biomasse von derzeit 140 PJ/a, das sind etwa 11% des österreichischen Primärenergieeinsatzes, erscheint ambitioniert, eine Verdreifachung nur mit sehr großen Anstrengungen möglich.

Auf der Nachfrageseite steht die Energiewirtschaft mit der stofflichen Nutzung der Holz- und Papierindustrie, der Nahrungs- und Futtermittelindustrie und zukünftig auch der chemischen Industrie in Konkurrenz. Innerhalb der Energiewirtschaft steht der Transportsektor im Wettbewerb mit der Strom- und Wärmeerzeugung.

Bei den unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten der Rohstoffe bestehen allerdings auch Synergien, da bei Biodiesel und Bioethanol aus Zucker und Stärke Eiweißfuttermittel als Nebenprodukte anfallen, sowie bei Biotreibstoffen aus Holz und Stroh meist auch Strom und Wärme erzeugt werden („Polygeneration“), und zukünftig auch Chemikalien und Wertstoffe („Bioraffinerie“).

Die erfolgreiche Entwicklung der Bioenergie in Österreich basiert zum Großteil auf forstlichen Nebenprodukten z.B. Rinde, Sägenebenprodukte, Durchforstungsrückstände, für die keine zusätzlichen Flächen benötigt wurden. Die Biotreibstoffe der zweiten Generation können auch forstliche Rohstoffe nutzen. Rund 12,5 Mio. Vorratsfestmeter, das sind 40 % vom jährlichen Zuwachs des Waldes, bleiben jährlich ungenutzt im Forst, von denen rund 5 Mio. Vfm bzw. rund 40 PJ energetisch genutzt werden könnten. Die Mobilisierung dieser Reserven ist mit zusätzlichen Kosten verbunden. Die Verfügbarkeit und in Folge die Preisbildung der forstlichen Rohstoffe hängt vom Wettbewerb mit der stofflichen Nutzung und der Erzeugung von Strom und Wärme ab.

Biotreibstoffe der 1. Generation werden aus traditionellen landwirtschaftlichen Produkten wie öl-, zucker- und stärkehaltige Pflanzen (z.B. Raps, Weizen) erzeugt. Der Anbau von Energiepflanzen in der Landwirtschaft könnte dazu beitragen, die engagierten nationalen und europäischen Ziele zu erreichen. Da die zukünftige wirtschaftliche Entwicklung der Energieerzeugung auf landwirtschaftlichen Flächen derzeit schwer abschätzbar ist, ist das Interesse der landwirtschaftlichen Betriebsführer derzeit noch gering, innovative Energiepflanzen anzubauen.

Nach Einschätzung von Experten kann bis 2020 eine landwirtschaftliche Fläche von bis zu 400.000 ha für Energiepflanzen erschlossen werden. Bereits 2010 könnten 183.000 t Biodiesel (120.000 t aus Ölpflanzen von 100.000 ha, 60.000 t aus tierischen Fetten und Altspeiseölen) und 190.000 t Bioethanol (600.000 t Getreide von 100.000 ha) aus heimischer Produktion auf den Markt gebracht werden. Der Anbau von Energiepflanzen auf weiteren 200.000 ha kann 2,2 Mio. t Biomasse entsprechend einem Energieaufkommen von 40 PJ liefern. Werden 25% des Getreidestrohs und 50% des Strohs aus der Produktion von Rohstoffen für die Biotreibstoffe der 1. Generation einer energetischen Nutzung zugeführt, stehen zusätzlich 1,75 Mio. t TS bzw. rund 30 PJ/a zur Verfügung.

Die Nutzung der landwirtschaftlichen Potentiale erfordert soziale Akzeptanz. Wesentliche Forderungen der Gesellschaft sind eine sichere Versorgung mit hochwertigen Nahrungsmitteln, der Erhalt der Kulturlandschaft, die traditionelle Wertschöpfung z.B. durch die tierische Veredelung, aber auch der Erhalt gesunder Böden und die Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch Humusabbau. Diese Einschränkungen gelten sowohl für die Produktion im Inland als auch für Importe.

6 Umweltbewertung im Rahmen von Lebenszyklusanalysen

Ziel ist es, Biotreibstoffe mit möglichst hohem Umweltnutzen zu erzeugen und einzusetzen. Es ist eine international anerkannte Methode, die Umweltauswirkungen der Erzeugung und Nutzung von Biotreibstoffen im Rahmen von Lebenszyklusanalysen durchzuführen (z.B. ISO 14 040 „Ökobilanz“). Bestandteil der Lebenszyklusanalyse für Biotreibstoffe (d.h. auch entlang der gesamten Wertschöpfungskette) müssen die folgenden Prozesse sein (Abbildung 3):

- 1) Rohstoff-Erzeugung,
- 2) Rohstoff-Transport,
- 3) Biotreibstoff-Erzeugung,
- 4) Biotreibstoff-Verteilung und
- 5) Biotreibstoff-Einsatz in Fahrzeugen,
- 6) Nutzung der Nebenprodukte sowie
- 7) Referenznutzung der landwirtschaftlichen Fläche oder der Biomasse (inkl. Indirekte Effekte aus der Landnutzungsänderung).

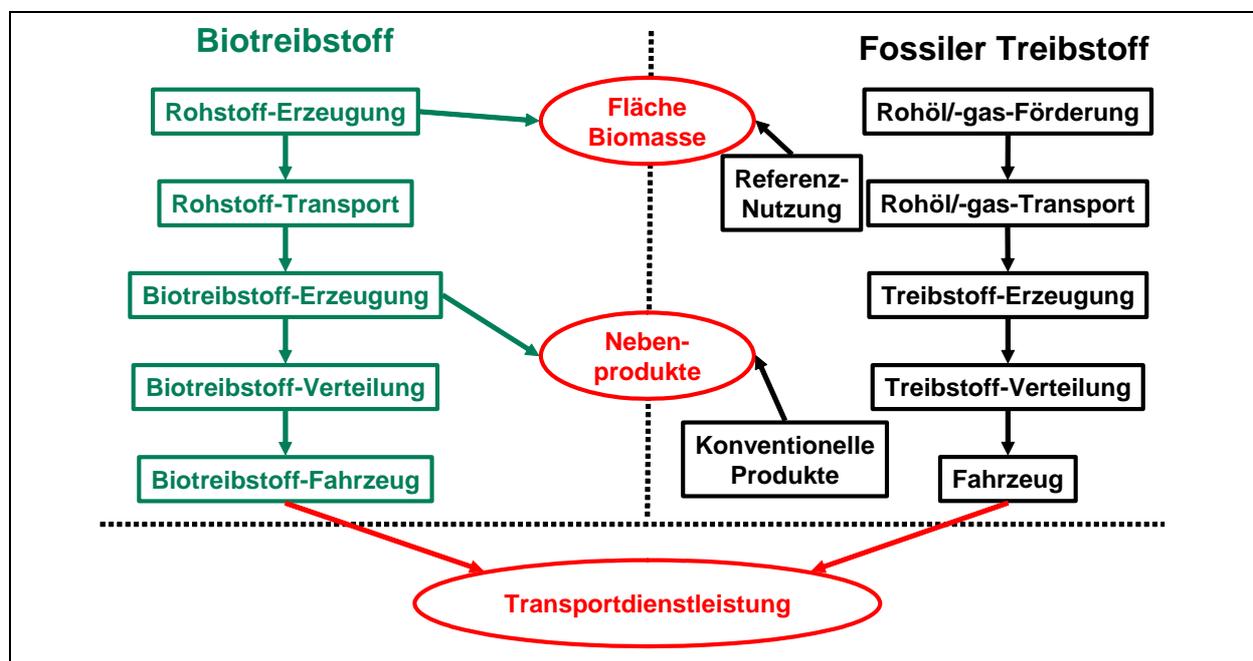


Abbildung 3: Prozess-Schritte der Lebenszyklusanalyse zur Umweltbewertung

Zu den Treibhausgas-Emissionen und dem (Primär-)Energieeinsatz gibt es bereits umfangreiche und belastbare Ergebnisse, für die anderen Umweltauswirkungen wie z.B.

Versauerung, Eutrophierung, Human- und Ökotoxizität, Biodiversität, gibt es internationale Vorarbeiten, es besteht jedoch noch F&E-Bedarf bei der Ermittlung von repräsentativen Grunddaten.

Grundsätzlich muss bei allen Biotreibstoffen und deren Rohstoffen (z.B. beim Import) sichergestellt sein, dass diese nachhaltig bereitgestellt werden, was durch entsprechende Zertifikate wie sie derzeit auf EU-Ebene ausgearbeitet werden, nachgewiesen werden muss. Bei diesen Zertifikaten werden Kriterien zu Grunde gelegt, die neben den umweltrelevanten Aspekten auch soziale Aspekte wie z.B. Preisdruck auf Lebensmittel, Verdrängung überlebenswichtiger Anbau- und Weidegebiete und nachhaltige Bodenzerstörung durch Versalzung berücksichtigen, die sich letztlich auch auf die Rohstoff- und Biotreibstoff-Kosten auswirken.

Die Umweltauswirkungen, insbesondere die Treibhausgas-Emissionen und der Einsatz von fossiler Hilfsenergie entlang der gesamten Produktions- bzw. Wertschöpfungskette, sind vor allem von den folgenden Faktoren abhängig:

- Art des Rohstoffes,
- Stand der Technik (z.B. heute kommerziell erzeugt oder zukünftig erwartet),
- Art und Ort der Nutzung der Nebenprodukte (z.B. Glycerin aus der Veresterung),
- Art und Ort des landwirtschaftlichen Rohstoffanbaues sowie
- Treibstoffbedarf des Fahrzeuges und
- Indirekte Effekte aus der Landnutzungsänderung („Land use change“).

Die Treibhausgas-Emissionen hängen vom Stand der technischen Entwicklung entlang der Kette von der Rohstoffherzeugung bis zur Transportdienstleistung ab. Verbesserungen sind bei der Produktion der Rohstoffe, bei der Nutzung von Koppelprodukten, bei den Umwandlungstechnologien sowie bei der Fahrzeugtechnik möglich. Die Ergebnisse von Lebenszyklusanalysen hängen von der Qualität und der Aktualität der Grunddaten ab, d.h. für etablierte kommerziellen Technologien wie Biodiesel und Bioethanol können Daten aus dem praktischen Betrieb verwendet werden, während man bei neuen Technologien auf Daten von Labor und Pilotanlagen sowie begründete Annahmen angewiesen ist.

In Österreich werden diese Berechnungen mit dem Computerprogramm GEMIS (Global Emission Modelling of Integrated Systems) durchgeführt, da unter Koordination des Umweltbundesamtes für Österreich laufend aktuelle Datensätze „GEMIS-Österreich“ in einschlägigen Projekten erstellt werden.

Hinsichtlich der Treibhausgas-Emissionen und des Einsatzes fossiler Hilfsenergien sind Biotreibstoffe aus Reststoffen wie z.B. Altspeiseöl, Klärschlamm, Gülle und Restholz besonders günstig, während Biotreibstoffe, die Rohstoffe aus landwirtschaftlicher Produktion nutzen (z.B. Rapssamen, Weizenkörner) aufgrund des Dünge- und Maschineneinsatzes schlechter bilanzieren. Biotreibstoffe aus Rohstoffen der Forstwirtschaft (z.B. Waldhackgut) liegen in Bezug auf die Treibhausgas-Emissionen zwischen den Reststoffen und den landwirtschaftlichen Rohstoffen. Insgesamt tragen aber alle Biotreibstoffe mit wenigen Ausnahmen (z.B. Bioethanol aus Weizen mit Braunkohle als Prozessenergie), zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen und des Einsatzes fossiler Energie bei Ersatz von Diesel und Benzin bei.

Es wird erwartet, dass aufgrund der technischen Entwicklungen die zukünftigen Biotreibstoffe stärker zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen (bis zu 90%) und des fossilen Energieeinsatzes beitragen werden als dies die heute kommerziell erzeugten Biotreibstoffe Biodiesel aus Pflanzenölen und Bioethanol aus Zucker und Stärke mit einer Treibhausgas-Reduktion von 20% - 60% erreichen. Diese Bandbreite wird vor allem durch folgende Produktionsbedingungen bestimmt:

- Art des Rohstoffes (z.B. Biodiesel aus Sonnenblumenöl hat weniger Treibhausgas-Emissionen als Biodiesel aus Rapsöl),
- Art der Nutzung der Nebenprodukte (z.B. Glycerin als Chemierohstoff oder als Brennstoff) sowie
- Art des Energieträgers zur Erzeugung der Prozesswärme (wird z.B. die Prozesswärme bei Bioethanol aus Stroh erzeugt, so sind die Treibhausgas-Emissionen geringer als beim Einsatz von Erdgas oder Heizöl).

In der Renewable Energy Directive (RED) werden auch Akzente in Richtung Nachhaltigkeit, z.B. Zertifizierung von Biomasse bzw. Biotreibstoff-Importen, sowie Zielsetzung zur mindest Einsparung von Treibhausgas-Emissionen im Lebenszyklus von Biotreibstoffen im Vergleich zu Benzin und Diesel von derzeit 35% und zukünftig bis zu 60% nach 2017 gesetzt.

Bei den Biotreibstoffen die Rohstoffe aus dem landwirtschaftlichen Energiepflanzenanbau verwenden, wird auch der erforderliche landwirtschaftliche Flächenbedarf („Flächeneffizienz“) ermittelt, wobei unter österreichischen Bedingungen pro Fahrzeug-Kilometer Biogas aus Maissilage die kleinste und Biodiesel aus Ölpflanzen die größte Fläche benötigt; Bioethanol aus Zucker und Stärke liegt bei der Flächeneffizienz zwischen Biogas und Biodiesel.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass derzeit kein einziger Biotreibstoff aus Umweltsicht eindeutig am günstigsten zu bewerten ist.

7 Kostenanalyse und notwendige Rahmenbedingungen

Ziel ist es, Biotreibstoffe möglichst kostengünstig zu erzeugen und einzusetzen sowie volkswirtschaftlich günstige Impulse zu setzen (z.B. Schaffung von Arbeitsplätzen). Bei den Kostenanalysen werden die Biotreibstoffkosten [€/MJ] (aufgrund unterschiedlicher Dichten und Heizwerte der Biotreibstoffe ist ein Kostenvergleich pro Liter [€/l] nicht möglich), die Transportkosten [€/km] sowie die Kosten der Treibhausgas-Reduktion [€/t CO₂-Äq vermieden] behandelt. Folgende vier Kostenfaktoren sind von Bedeutung:

- 1) Produktionskosten der Rohstoffe,
- 2) Transportkosten der Rohstoffe,
- 3) Kosten der Treibstoffherzeugung mit Berücksichtigung von allfälligen Erlösen durch Verkauf von Nebenprodukten (z.B. Eiweißfutter, Öko-Strom),
- 4) Kosten der Treibstoff-Verteilung inkl. Tankstelle und Kosten der Fahrzeuge zur Nutzung der Treibstoffe.

Die Erzeugung von Biotreibstoffen ist im Vergleich zu Diesel und Benzin meistens mit höheren Kosten verbunden. Die Kosten von Biotreibstoffen werden vor allem durch die Kosten des Rohstoffes sowie die Investitionskosten für die Biotreibstoffanlagen bestimmt. Bei jenen Biotreibstoffen, die die bestehende Infrastruktur für Benzin und Diesel bzw. auch Erdgas wie Tankstellen und Fahrzeuge aus technischen Gründen durch Beimischung nicht nutzen können (z.B. Pflanzenöl, DME, Biowasserstoff), fallen auch noch zusätzliche Kosten für die Errichtung der Infrastruktur und die Fahrzeuge an. Es wird erwartet, dass der steigende Rohölpreis die Konkurrenzfähigkeit der Biotreibstoffe weiter verbessern wird.

Für die derzeit kommerziell erzeugten Biotreibstoffe Biodiesel und Bioethanol liegen Kostenanalysen unter derzeitigen ökonomischen Randbedingungen vor, die zeigen, dass die Erzeugungskosten höher sind als bei mineralischen Treibstoffen. Für die zukünftigen Biotreibstoffe liegen nur Abschätzungen über mögliche Kosten vor, die erst nach Realisierung erster Anlagen überprüft werden können. Es wird erwartet, dass bei der gekoppelten Erzeugung von Biotreibstoffen, Chemikalien und Wertstoffen in Bioraffinerien die zusätzlichen Erlöse zukünftig zur Kostenreduktion der Biotreibstoffe beitragen werden. Auch weitere Lerneffekte („Technical Learning“) bei der breiten kommerziellen Anwendung werden zur Kostenreduktion beitragen.

Neben diesen betriebswirtschaftlichen Kostenaspekten werden günstige Auswirkungen der Erzeugung und Nutzung von Biotreibstoffen für die Volkswirtschaft erwartet, wie z.B. Sicherung bzw. Schaffung von Arbeitsplätzen, Verringerung des Devisenabflusses ins Ausland, Erhöhung der inländischen Wertschöpfung und eine Erhöhung der Versorgungssicherheit. Auch die verringerten Schadenskosten bzw. externen Kosten der Umweltbelastung durch z.B. geringere Emission von Treibhausgasen bei Ersatz von mineralischen Treibstoffen wirken sich günstig auf die Volkswirtschaft aus.

Aus den Kostenanalysen lässt sich insgesamt feststellen, dass Biotreibstoffe aus Reststoffen (z.B. Altspeiseöl, Gülle) meist kostengünstiger sind als aus Rohstoffen aus landwirtschaftlichem Anbau. Die Reststoffmengen sind jedoch begrenzt verfügbar, da diese an andere Produktionsverfahren gebunden sind, z.B. Stroh aus dem Nahrungsweizenanbau.

Insgesamt zeigen die Kostenanalysen, dass sich derzeit kein einziger Biotreibstoff als besonders kostengünstig darstellt und die Bewertung stark von den ökonomischen Rahmenbedingungen abhängt.

8 Szenarien für Biotreibstoffe bis 2020 und visionär bis 2050

Laut Umweltbundesamt war der energetische Biotreibstoffanteil im Jahr 2006 3,54%. Ab 1.10.2008 beträgt der energetische Anteil der Biotreibstoffe 5,75% am österreichischen Markt, die durch Beimischung von 7%vol bzw. 6,5%eng Biodiesel zu Diesel und 5%vol bzw. 3,5%eng Bioethanol zu Benzin erreicht werden. Im Folgenden werden mögliche Auswirkungen der verstärkten Einführung von Biotreibstoffen anhand verschiedener Szenario-Analysen dargestellt, wobei jeweils unterschiedliche Anteile an Biotreibstoffen angenommen werden (Abbildung 4).

Szenarien 2008:

Die Erfüllung der Österreichischen Kraftstoffverordnung im Jahr 2008¹ durch Biodiesel und Bioethanol kann zu einer Reduktion der über den Lebenszyklus betrachteten Treibhausgas-Emissionen von bis zu 0,6 Mio. t CO₂-Äq/a führen. Der landwirtschaftliche Flächenbedarf beträgt je nach Rohstoffart und Biotreibstoff bis zu 500.000 ha/a und der Biomasse-Rohstoffbedarf bis zu 5,3 Mio. t/a betragen, wobei bis zu 3,2 Mio. t/a Nebenprodukte anfallen.

¹ gesetzlich vorgeschrieben ab 1.10.2008

Szenarien 2020:

Die Biotreibstoffe in einem Szenario für 2020 (8% Biotreibstoffe, 10% Erdgas) könnten folgende Ergebnisse für einen Biotreibstoffmix (Biodiesel, Bioethanol, Biogas und FT-Diesel) liefern: Über den Ersatz von Benzin und Diesel durch Biotreibstoffe könnten die über den Lebenszyklus betrachteten Treibhausgas-Emissionen um bis zu 2 Mio. t CO₂-Äq/a reduziert werden. Der Biomasse-Rohstoffbedarf würde je nach Rohstoffart und Biotreibstoff bis zu 7,7 Mio. t/a betragen, wobei bis zu 4,7 Mio. t/a Nebenprodukte anfallen.

Szenarien 2050

Es wird in der Szenario-Annahme zu Grunde gelegt, dass ein Energiesystem mit ausschließlich erneuerbaren heimischen Energieträgern realisiert werden kann, in dem der Endenergiebedarf im Transportsektor von derzeit etwa 353 PJ/a auf etwa 117 PJ/a deutlich d.h. um 67% reduziert werden kann. Insgesamt würden dann 27 PJ/a flüssige Biotreibstoffe und 8 PJ/a gasförmige Biotreibstoffe als Endenergieträger für Fahrzeugantriebe benötigt werden neben etwa 63 PJ/a Öko-Wasserstoff, der vor allem durch Elektrolyse durch (zusätzlichen) Öko-Strom aus Wind- und Wasserkraft erzeugt werden würde. Flüssige und gasförmige Biotreibstoffe würden einen Endenergieanteil von 14% haben, im Transportsektor würde der Anteil 30% betragen.

Die höheren Anteile von Biotreibstoffen werden sich nur dann realisieren lassen, wenn es gelingt, den Energiebedarf im Transportsektor nachhaltig zu reduzieren. Bei weiter steigendem Bedarf werden die Anteile an Biotreibstoff eher geringer werden. In der Vergangenheit war der Verkehrssektor einer der am schnellsten wachsenden Wirtschaftssektoren überhaupt und derzeit ist noch keine Änderung dieses Trends erkennbar. Eine beträchtliche Effizienzsteigerung und begleitende Maßnahmen (z.B. Ausbau des öffentlichen Verkehrs, Güterverlagerung auf die Schiene) werden notwendig sein, um den Energieverbrauch im Verkehrssektor zumindest zu stabilisieren.

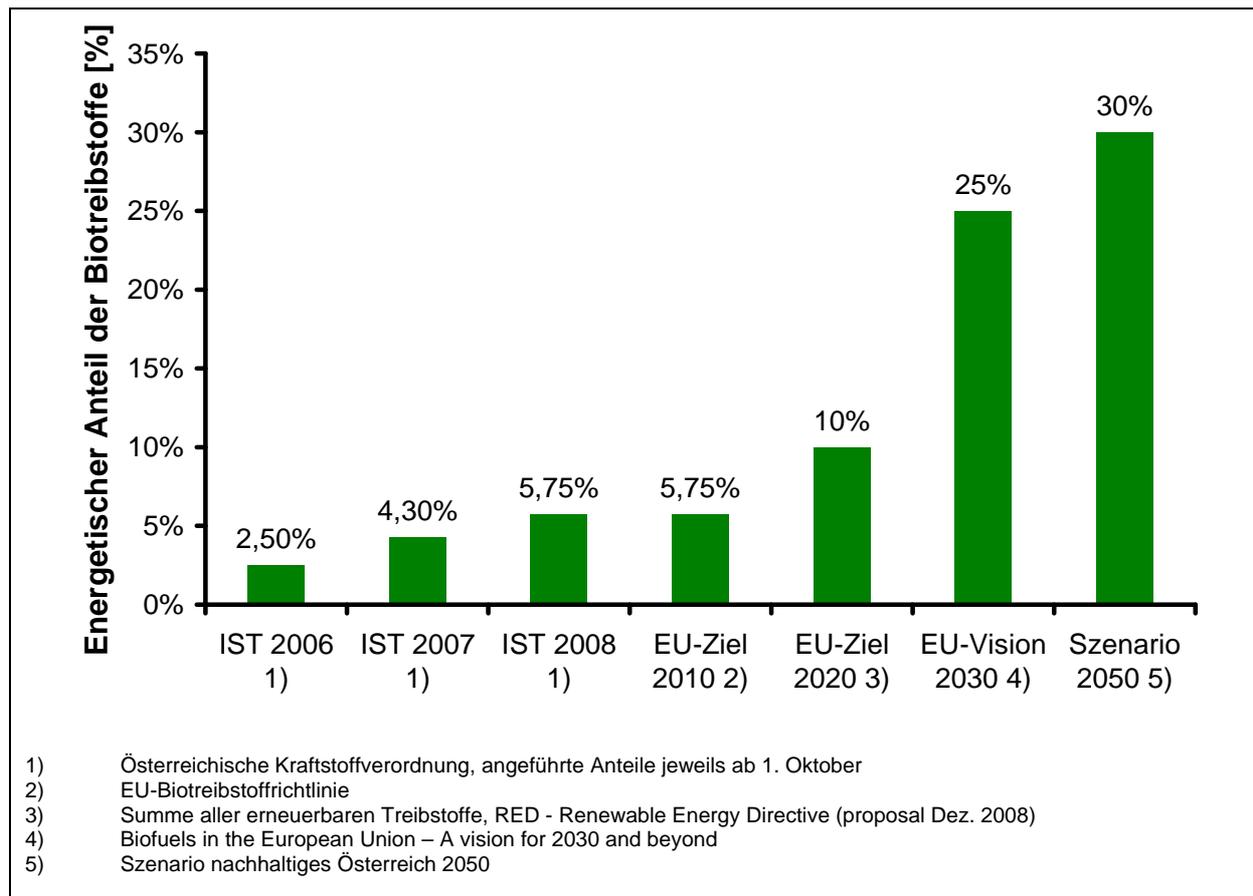


Abbildung 4: Mögliche Entwicklung des energetischen Anteils der Biotreibstoffe im Österreichischen Treibstoffmarkt

9 F&E-Institutionen und Forschungsaktivitäten in Österreich

Von 95 befragten Institutionen führen 78 in Österreich F&E-Aktivitäten zu Biotreibstoffen durch. Von diesen gehört knapp die Hälfte zum Bereich Industrie, ein gutes Viertel sind Forschungseinrichtungen und ein weiteres Viertel stellt der Bereich Vereine, Energieagenturen und diverse Dienstleistungsunternehmen.

Die meisten der mit Biotreibstoffforschung befassten Institutionen sind in Wien (24) oder Graz (13) angesiedelt; weitere Knotenpunkte sind Feldbach, Güssing, Klosterneuburg, Tulln, Wieselburg und Zwettl.

27 Institutionen forschen an Rohstoffen zur Herstellung von Biotreibstoffen, wobei Rohstoffe für Biodiesel/Pflanzenöl, Rohstoffe für Bioethanol und Rohstoffe für Biogas in etwa gleich intensiv erforscht werden. Etwas weniger Aktivitäten gibt es zu Reststoffen und Kurzumtriebsplantagen.

48 Institutionen befassen sich mit F&E zur Erzeugung von Biotreibstoffen und 34 mit der Nutzung von Biotreibstoffen in Motoren oder Brennstoffzellen. Sowohl bei der Erzeugung als auch bei der Nutzung liegt der Schwerpunkt der Aktivitäten bei den bereits etablierten Biotreibstoffen Biodiesel (konventionell und hydriertes Pflanzenöl), Bioethanol (konventionell und aus lignozellulosen Rohstoffen), Biogas und Pflanzenöl. Bei den noch nicht etablierten Technologien gibt es die meisten Aktivitäten zu Fischer-Tropsch Diesel und SNG.

44 Institutionen führen Systemanalysen durch, wobei jedoch generell Industriebetriebe in diesem Bereich weniger aktiv sind. Insgesamt werden „soziale Bewertungen“ viel seltener genannt als ökonomische, ökologische und technologische Bewertungen oder Zukunftsszenarien.

Mit 39 Institutionen bietet die Hälfte aller Institutionen Beratung an, für Analysen von Rohstoffen und Biotreibstoffen stehen insgesamt 34 Institutionen zur Verfügung.

Die Analyse zeigt, dass Österreich im Bereich Biotreibstoffe über zahlreiche F&E Institutionen verfügt, von denen etwa ein Drittel international verankert ist. F&E Aktivitäten gibt es entlang der gesamten Bereitstellungskette von Biotreibstoffen (Rohstoffe, Konversion, Nutzung) und auch in angrenzenden Branchen wie Land- und Forstwirtschaft, Zuckerindustrie, Papier- und Zellstoffindustrie, Autoindustrie und Mineralölindustrie.

Die Forschungsschwerpunkte spiegeln den aktuellen Stand der Marktentwicklung von Biotreibstoffen wider. Im Bereich der sozialen Bewertung von Biotreibstoffen gibt es kaum Aktivitäten. Die befragten Institutionen sind zum Teil über Interessensgemeinschaften bereits miteinander vernetzt; diese Situation könnte durch eine Vernetzung verschiedener Biotreibstoffbranchen und der Einbindung angrenzender Branchen noch verbessert werden.

10 Auswahl der für Österreich zukünftig bedeutendsten Biotreibstoffe

Die wirtschaftliche Umsetzung der Ziele der Energiepolitik erfordert eine Fokussierung von Forschung, Entwicklung und Demonstration von Technologien zur Erzeugung von Biotreibstoffen. Hierbei kann unterschieden werden zwischen:

- Technologien, die einen Beitrag zur Erreichung der politischen Vorgaben bis 2020 (kurz- bis mittelfristig) leisten können, und
- Technologien, die im Zeitraum von 2020 bis 2050 (mittel- bis langfristig) Bedeutung erlangen können.

Bei der Vielzahl an unterschiedlichen Biotreibstoffen ist es erforderlich zu analysieren, welche Biotreibstoffe zukünftig die besten Chancen im Wettbewerb mit den heute überwiegend eingesetzten Treibstoffen Benzin und Diesel haben. Werden die unterschiedlichen Aspekte untersucht, so zeigt sich, dass eine eindeutige Reihung der Treibstoffe nicht möglich ist.

Im Folgenden wird versucht, mit Hilfe von Kriterien einen Vergleich der Biotreibstoffe mit Benzin und Diesel durchzuführen, um jene auszuwählen, die „kurz- und mittel“ bzw. „mittel- bis langfristig“ Bedeutung haben können. Folgende Kriterien werden hierzu herangezogen:

- Stand der Technik (siehe auch Kapitel 4): der aktuelle Stand der Technik wird zwischen Labormaßstab („-“), Pilot/Technikumsmaßstab („-“), Demonstrationsmaßstab („+“) und kommerziellem/industriellem Einsatz („++“) unterschieden
- Nutzung Infrastruktur für Benzin, Diesel oder Erdgas: bei der Nutzung der Infrastruktur wird unterschieden, ob die Biotreibstoffe zu fossilen Treibstoffen beigemischt werden können und ob Biotreibstoffe (in reiner Form oder als Beimischung) in der heutigen Fahrzeugflotte eingesetzt werden können. Trifft beides zu, wird das mit „sehr günstig“ („++“) bewertet. Ist die Tankstelleninfrastruktur bzw. die Fahrzeugflotte derzeit schon im kommerziellen Aufbau (wie z.B. für Erdgas), dann wird das mit „günstig“ („+“) bewertet (vor allem für die gasförmigen Biotreibstoffe zutreffend). Ist der Biotreibstoff nicht mit fossilen Treibstoffen mischbar und die Fahrzeuge noch nicht kommerziell verfügbar, wird das mit „ungünstig“ („-“) bewertet (betrifft Pflanzenöl). Ist zukünftig eine völlig neue Infrastruktur aufzubauen, wird das mit „sehr ungünstig“ („--“) bewertet.
- Breite der Rohstoffbasis (siehe auch Kapitel 5): wenn sehr unterschiedliche Rohstoffe zur Erzeugung des Biotreibstoffes genutzt werden können, so wird das mit „sehr günstig“ („++“) bewertet. Können unterschiedliche Rohstoffe genutzt werden, so wird das „günstig“ („+“) angesehen. Können nur wenige bzw. sehr wenige Rohstoffarten genutzt werden, so wird das mit „ungünstig“ („-“) bzw. „sehr ungünstig“ („--“) bewertet.
- Reduktion Treibhausgas-Emissionen (siehe auch Kapitel 6): können bei Ersatz von fossilen Treibstoffen die Treibhausgas-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus über 80% bzw. über 50% reduziert werden, dann wird das als „sehr günstig“ („++“) bzw. „günstig“ („+“) bewertet. Bei einer Reduktion von bis zu 35% wird das als „ungünstig“ („-“) bzw. bei keiner Reduktion als „sehr ungünstig“ („--“) angesehen.

- Technologiebasis Wissen in Österreich (siehe auch Kapitel 9): gibt es in Österreich ein breites Fachwissen und umfangreiche F&E-Aktivitäten zu einem bestimmten Biotreibstoff, so wird das mit „sehr günstig“ („++“) bzw. „günstig“ („+“) bewertet. Gibt es hingegen in Österreich nur eingeschränktes bzw. wenig F&E-Aktivitäten, dann wird das mit „ungünstig“ („-“) bzw. „sehr ungünstig“ („--“) bewertet.

In Tabelle 1 wird das Ergebnis dieses Vergleichs zusammengestellt.

Die möglichen Bedeutung in Österreich der unterschiedlichen Biotreibstoffe kann in Hinblick auf die „kurz- bis mittelfristigen“ und „mittel- bis langfristigen“ Erwartung der breiten Markteinführung zusammengefasst werden (Abbildung 5).

Tabelle 1: Bewertung der Bedeutung der unterschiedlichen Biotreibstoffe für Österreich

Biotreibstoff	Kriterien				
	Stand der Technik	Nutzung Infrastruktur für Benzin, Diesel oder Erdgas	Breite der Rohstoffbasis	Reduktion Treibhausgas-Emissionen	Technologiebasis Wissen in Österreich
Pflanzenöl	++	-	-	+	++
Biodiesel					
- Veresterung	++	++	-	+	++
- Hydrierung	+	++	-	+	-
Bioethanol					
- Zucker und Stärke	++	++	+	+	++
- Lignozellulose	-	++	++	++	+
Biobutanol					
- Zucker und Stärke	+	++	+	+	-
- Lignozellulose	--	++	++	+	--
Biogas	++	+	+	++	++
Synthetische Biotreibstoffe					
- FT-Treibstoff	+	++	++	++	++
- SNG	+	+	++	++	+
- andere	- ¹⁾	--	++	+	+
Biowasserstoff	--	--	-	++	+
Pyrolyseöl	--	+	++	+	-
Biotreibstoffe aus Direktverflüssigung					
- HTU-Biotreibstoff	-	+	+	+	--
- KNV-Biotreibstoff	--	+	+	+	+

Anmerkungen

Für Stand der Technik:

- Labormaßstab
- ... Pilot/Technikumsmaßstab
- + ... Demonstrationsmaßstab
- ++ ... kommerziell/industriell

1) + für DME

Sonstige Kriterien:

- sehr ungünstig
- ungünstig
- + günstig
- ++.....sehr günstig

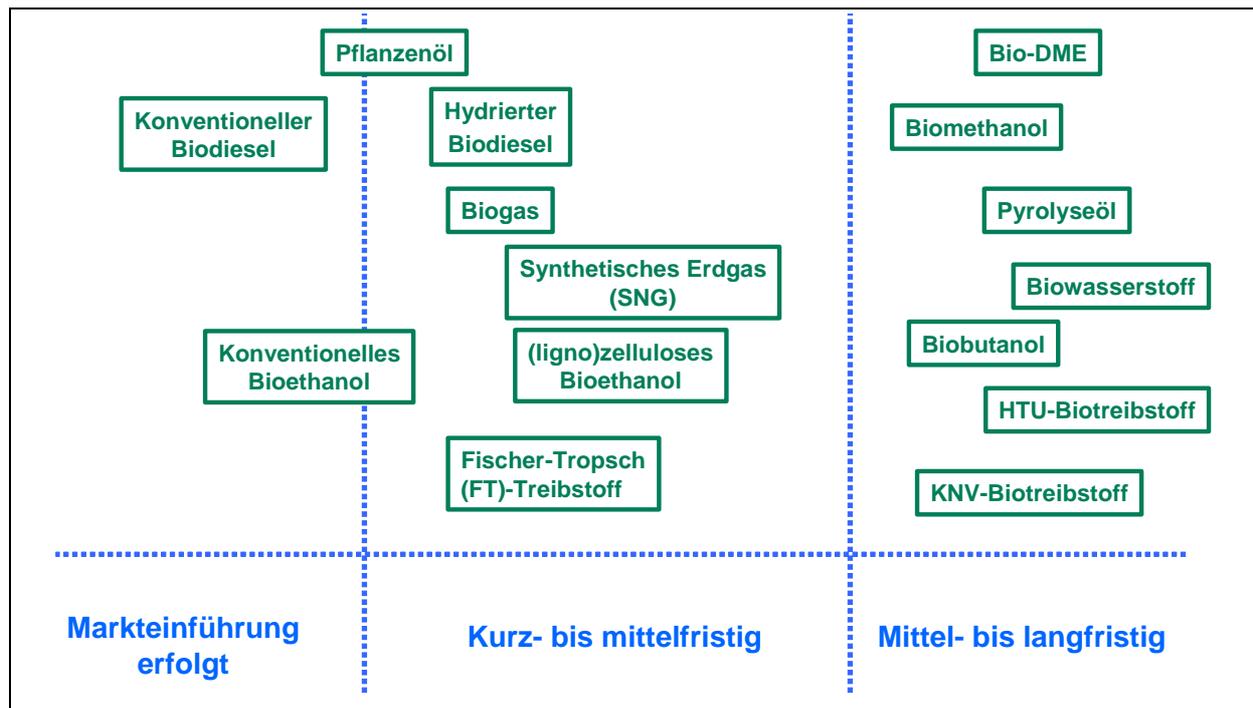


Abbildung 5: Erwartete „kurz- bis mittelfristige“ und „mittel- bis langfristige“ Markteinführung

Die zukünftige Bedeutung der einzelnen Biotreibstoffe wird vom Erfolg der technischen Weiterentwicklung, der Verfügbarkeit kostengünstiger Rohstoffe und dem Aufbau der zusätzlichen Infrastruktur abhängen. Die Möglichkeit der breiten Einführung von Biotreibstoffen hängt von den zu bestimmten Kosten verfügbaren biogenen Rohstoffmengen ab. Hierbei müssen andere Nutzungsformen wie Nahrungs- und Futtermittelproduktion, Wärme- und Stromerzeugung sowie die stoffliche Nutzung (z.B. Holzprodukte) berücksichtigt werden. Eine weitere Verbesserung der politischen Rahmenbedingungen kann die Einführung von Biotreibstoffen beschleunigen. Folgende Trends lassen sich ableiten:

- Zur Erfüllung der Treibstoffverordnung werden vor allem Biodiesel („konventionell“, über Veresterung von Pflanzenölen) und Bioethanol („konventionell“, aus Zucker und Stärke) eine Rolle spielen, da sie sich gut mit den konventionellen Treibstoffen mischen lassen und somit keine wesentliche zusätzliche Infrastruktur, insbesondere keine neuen Fahrzeuge, benötigen.
- Biogas wird dann Bedeutung erlangen, wenn es gelingt, Erdgas als Treibstoff verstärkt einzuführen (d.h. eine entsprechend große Anzahl von Erdgas-Fahrzeugen und Tankstellen in Betrieb ist) und wenn die Reinigung und Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz günstiger ist als die stationäre Nutzung für Strom und Wärme.

- Da Pflanzenöl nicht mit konventionellen Treibstoffen gemischt werden kann und angepasste Motoren benötigt, kann Pflanzenöl als Nischenanwendung, z.B. in forst- und landwirtschaftlichen Fahrzeugen, Bedeutung erlangen.
- Biodiesel aus der Hydrierung von Pflanzenölen benötigt bei der Herstellung Wasserstoff, daher wird dieser Biodiesel dann interessant werden, wenn er in die österreichische Raffinerieinfrastruktur eingebunden werden kann.
- Synthetische flüssige und gasförmige Biotreibstoffe (FT-Treibstoffe, SNG) haben in Österreich eine große Rohstoffbasis, d.h. sie können aus Produkten der Forst- und Holzwirtschaft, aber auch aus landwirtschaftlichen Reststoffen) erzeugt werden. Sie sind sehr gut mit konventionellen Treibstoffen mischbar und könnten daher mittelfristig signifikante Beiträge leisten. Wie für Biogas ist auch für SNG der verstärkte Aufbau Erdgasinfrastruktur im Verkehrssektor eine wichtige Voraussetzung.
- Bioethanol aus lignozellulosen Rohstoffen (Holz, Stroh und landwirtschaftlichen Energiepflanzen) kann mittelfristig dann Bedeutung haben, wenn es gelingt, die Nebenprodukte (z.B. Lignin) als Energieträger zu verwerten oder hochwertige Chemikalien zu erzeugen, sowie die biochemischen Prozesse zu optimieren.
- Biotreibstoffe aus der Direktverflüssigung (HTU- und KNV-Biotreibstoff) und Biotreibstoffe aus Pyrolyseöl („aufbereitetes Pyrolyseöl“) könnten langfristig ebenfalls Beiträge liefern.
- Wasserstoff benötigt eine ganz neue Infrastruktur, sowohl für die Erzeugung und Verteilung als auch für die Fahrzeuge, die erst nach entsprechenden Entwicklungserfolgen langfristig möglich erscheint. Es könnte sich jedoch zeigen, dass andere Formen der Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff, z.B. Elektrolyse mit erneuerbarem Strom im Vergleich zu Biomasse zukunftsweisender sind, da die vorhandene Biomasse zweckmäßiger für kohlenstoffhaltige Biotreibstoffe (und Wertstoffe im Bioraffinerie-Ansatz) eingesetzt wird (z.B. FT-Diesel für Schwerfahrzeuge).
- Für die anderen Biotreibstoffe wie z.B. Biomethanol, Butanol, DME ist es derzeit unklar, unter welchen Randbedingungen diese mittelfristig Bedeutung erlangen könnten.

11 Vorschlag für eine F&E-Struktur mit dazugehörigem Programm

Der in den vorangegangenen Kapiteln dargestellte Stand der Technik und die Perspektiven für Biotreibstoffe erfordern F&E-Anstrengungen in Österreich, die in das internationale Geschehen eingebunden sein müssen. Die hierbei zu berücksichtigenden strategischen, strukturellen und programmatischen Eckpunkte werden nachfolgend dargestellt.

Entwicklungsstrategien

In den international verfolgten Strategien wird die Entwicklung der Biotreibstoffe in drei Abschnitte unterteilt:

- Biotreibstoffe der ersten Generation wie Bioethanol (aus zucker- und stärkehaltigen Pflanzen), Biodiesel (aus Pflanzenölen) und Biogas werden derzeit in Europa im Rahmen der Biotreibstoffdirektive eingeführt. Man kann erwarten, dass bis 2010 in Europa bedeutende Investitionen getätigt werden. Wenn auch diese Treibstoffe bereits heute die technische Reife erlangt haben, erscheint weitere Forschung zur Verbreiterung der Rohstoffbasis, zur weiteren Verbesserung der Eigenschaften, zur Optimierung der Treibhausgasbilanz, zur Verringerung der Kosten, zur Nutzung von Neben- und Koppelprodukten und zur Überwindung nichttechnischen Barrieren und zur sozialen Akzeptanz erforderlich.
- Biotreibstoffe der zweiten Generation sind Treibstoffe aus Synthesegas (FT-Treibstoffe, Methanol, DME, Synthetisches Erdgas), Treibstoffe aus Pyrolyseölen, Produkte aus dem HTU-Prozess, mit hydrierenden Verfahren gewonnene Treibstoffe (z.B. NextBtL, Dieselkraftstoff aus Fetten und Pflanzenölen) und Bioethanol aus lignozellulosen Rohstoffen. Damit erste großtechnische Anlagen ab 2010 in Betrieb gehen können, sind erhebliche F&E-Anstrengungen notwendig, die mit der Entwicklung neuer Motorengenerationen abgestimmt werden müssen.
- Nach 2020 wird ein Wettbewerb zwischen Verbrennungsmotoren und Brennstoffzellen erwartet. Die Entscheidung, welche Treibstoffe (Kohlenwasserstoffe oder Wasserstoff) hierfür eingesetzt werden, ist noch offen. Die F&E-Strategie für diese Treibstoffe in der Zeit vor 2020 wird auch davon abhängen, ob Batterie-Elektrofahrzeuge erfolgreich entwickelt werden können.

Neben den technologischen Entwicklungen ist in den letzten Jahren die Frage nach der Verfügbarkeit der Biomasserohstoffe in den Vordergrund getreten. Hier geht es zum Einen

um die Bereitstellung der nachgefragten Mengen und die sich daraus ergebende Konkurrenz zur nicht-energetischen Nutzung in der Lebens- und Futtermittelproduktion sowie in der Holzverarbeitenden Industrie. Zum Anderen geht es um die nachhaltige Produktion, das heißt, um die Sicherstellung der geschlossenen Kreisläufe (Kohlenstoff, Nährstoffe) und die Aufrechterhaltung der Biodiversität auf den Produktionsflächen. In den Industrieländern ist die „Nachhaltigkeit“ der Land- und Forstwirtschaft als Wirtschaftsprinzip festgeschrieben, so dass die Einhaltung auch für die Bereitstellung von Biomasse aus heimischen Anbauflächen für energetische Zwecke gewährleistet ist. Anders könnte sich die Situation bei Biomasseimporten darstellen. Biomasse (und Bioenergieträger wie Biotreibstoffe) werden zunehmend Bestandteil von internationalen Märkten werden, in denen die Herkunft und damit die Nachhaltigkeit der Produktion nicht in allen Fällen nachvollziehbar sind. Internationale Bemühungen, die Nachhaltigkeit auch in diesen Fällen sicherzustellen sind bereits angelaufen, beispielsweise über die Entwicklung von Verfahren zur Ausstellung eines „Certificate of Origin“ für alle gehandelten Biomassen. Da zu erwarten ist, dass es auch in Österreich zu Biomasseimporten kommen wird, bzw. solche bereits stattfinden, müssen auch in diesem Bereich bestimmte F&E-Aktivitäten stattfinden, um die diesbezüglichen österreichischen Anforderungen in die internationalen Aktivitäten einbringen zu können.

Die F&E-Aktivitäten sind entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Bioenergie anzusiedeln (Abbildung 6).

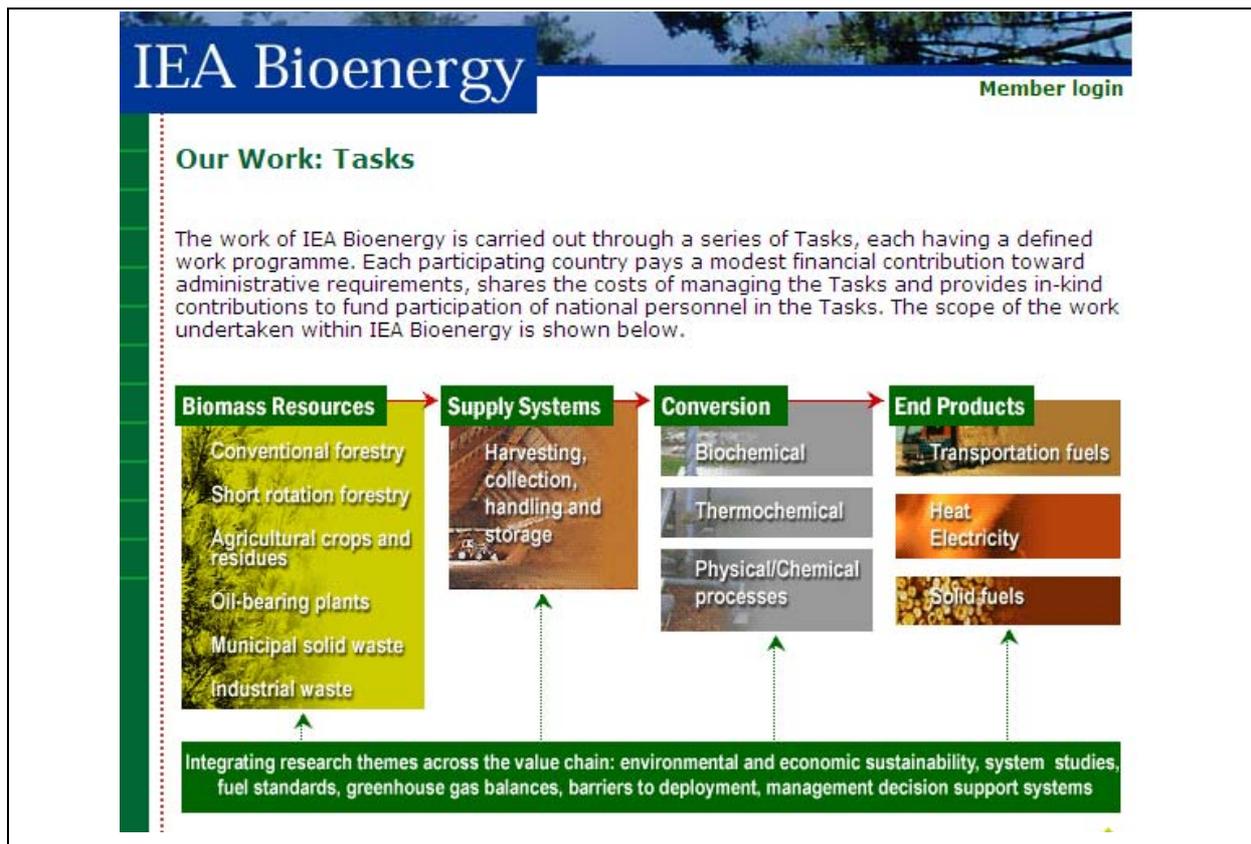


Abbildung 6: Forschungsbedarf entlang der Wertschöpfungskette der Bioenergie, wie in IEA Bioenergy

F&E-Struktur

Die (Weiter-)Entwicklung der für Österreich bedeutenden Biotreibstoffe (Kapitel 10) kann auf ein international anerkanntes, bereits vorhandenes Know-how aufbauen. Zur Erreichung der Marktfähigkeit (siehe Abbildung 5) müssen allerdings noch weitere Kapazitäten aufgebaut werden. Diese müssen einerseits auf den internationale Stand der Technik (Tabelle 1, zweite Spalte) und andererseits auf die in Österreich gegebene Technologiebasis (Tabelle 1, letzte Spalte) abgestimmt sein. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Entwicklungsziele auf die Bereitstellung großer Mengen ausgerichtet sein müssen, nämlich dem Ersatz eines möglichst großen Anteil der gegenwärtigen (2006) 353 PJ/a Treibstoffe aus fossilen Energieträgern. Dieses Ziel leitet sich auch aus der Tatsache ab, dass Produktion und Verteilung der Treibstoffe in den bestehenden nationalen und internationalen Markt für Treibstoffe integriert werden müssen.

Die Entwicklung der Biotreibstoffe sollte in Abstimmung mit der Entwicklung neuartiger Antriebssysteme erfolgen, neben dem Verbrennungskraftmotor wird langfristig der Einsatz

von Brennstoffzellen angestrebt, wobei für beide Systeme elektrische Zusatzantriebe (Hybrid) zunehmende Bedeutung erlangen werden. Die Entwicklung soll zu kostengünstigen, umwelt- und sozialverträglichen Technologien und zu hoher Wertschöpfung in Land- und Forstwirtschaft und Industrie führen.

Bezug nehmend auf die in Abbildung 5 skizzierte erwartete Markteinführung kann der Forschungsbedarf in vier Bereiche gegliedert werden (Abbildung 7):

- Grundlagenforschung,
- Anwendungsorientierte Forschung,
- Umsetzungsorientierte Forschung und
- Industrielle Forschung.

Wie bereits oben erwähnt, sollte die nachhaltige Bereitstellung von Biomasserohstoffen im Zusammenhang mit der Entwicklung eines internationalen Marktes für Biomasse und Bioenergieträger als Thema in der Grundlagenforschung vertreten sein.

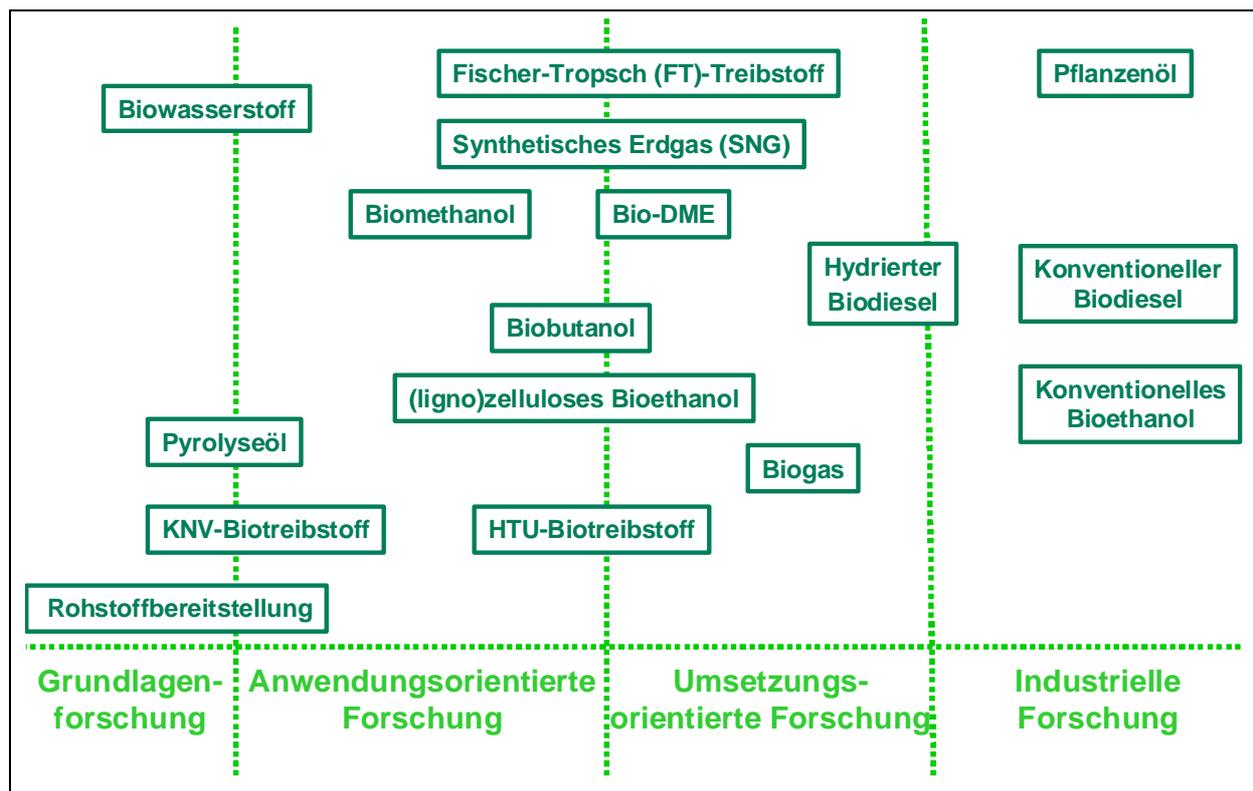


Abbildung 7: Forschungsbedarf für die Markteinführung von Biotreibstoffen

Die breite Palette von Verfahren und Biotreibstoffen resultiert aus der gegenwärtigen Schwierigkeit, die Chancen für den Erfolg einer bestimmten Entwicklung einzuschätzen. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass nicht alle Entwicklungslinien mit der gleichen

Intensität verfolgt werden können. Eine wichtige Herausforderung wird es daher sein, in bestimmten Abständen eine Neubewertung der Chancen der einzelnen Entwicklungslinien und eine Anpassung des Forschungsbedarfs vorzunehmen. Ein wichtiges Kriterium wird dabei der mengenmäßige Beitrag einer Entwicklungslinie sein. Nischenanwendungen sollen nur dann verfolgt werden, wenn sie aus technologiepolitischen Gründen (Förderung österreichischer Produktentwicklungen) zu empfehlen sind. Die diesbezüglichen Entwicklungsarbeiten sollten dann aus Mitteln der Technologieförderung finanziert werden.

Bei der Bewertung des Forschungsbedarfs wird die erwähnte Berücksichtigung des internationalen Standes der Technik dadurch ermöglicht, dass österreichische Forschungseinrichtungen seit vielen Jahren in den internationale Netzwerken zur Biotreibstoffforschung erfolgreich tätig sind: IEA Bioenergy, EU Biofuels Technology Platform. Darüber hinaus sind diese Einrichtungen an einer Reihe von internationalen Entwicklungsprojekten beteiligt, wodurch einerseits Doppelarbeiten vermieden und andererseits konkrete Ergebnisse der Partner in Österreich angewendet werden können.

Aus der in Abbildung 7 dargestellten Momentaufnahme lässt sich ableiten, dass zur stärkeren Involvierung der industriellen Forschung ein Schwerpunkt bei der anwendungsorientierten und umsetzungsrelevanten Forschung gesetzt werden sollte. Aufgrund der in Österreich gegebenen Rohstoffbasis (Nebenprodukte der Forst- und Holzwirtschaft, zellulose Nebenprodukte der Landwirtschaft und Energieholz aus landwirtschaftlichen Restflächen) erscheint die Weiterentwicklung der Prozesse „Synthetische Treibstoffe über die Vergasung“ und „Bioethanol aus lignozellulosen Rohstoffen“ besonders vielversprechend. Die mit diesen Prozessen hergestellten Treibstoffe haben die besten Chancen, mittelfristig folgende Anforderungen zu erfüllen: Mengenpotenzial, technische Reife, Erfolgswahrscheinlichkeit, Nutzung der Infrastruktur und Konkurrenzfähigkeit bei „fertiger“ Entwicklung. Hinzu soll die Produktion von Biogas und hydriertem Biodiesel kommen, die ein hohes technisch-wirtschaftliches Potenzial haben, jedoch in Bezug auf die Verfügbarkeit der (landwirtschaftlichen) Rohstoffe gewissen Beschränkungen unterliegen können.

Biofuels Production Network Austria

In den letzten Jahren haben sich – vor allem ausgehend von internationalen Kooperationen im Rahmen von IEA Bioenergy – einige Biotreibstoff-bezogene Netzwerke in Österreich gebildet: „Netzwerk Biotreibstoffe“ im Zusammenhang mit der Teilnahme an Task 39 „Liquid Biofuels“; ähnliche Netzwerke existieren im Zusammenhang mit der Teilnahme an Task 33 „Gasification“ und Task 42 „Biorefineries“. Anstelle einer Schaffung einer neuen Plattform

sollen diese Netzwerke in einem „Biofuels Production Network Austria“ im bestehenden Rahmen von IEA Bioenergy zusammengeführt werden. Damit soll die Initiative, die von A3PS auf der Seite der Antriebe und Fahrzeuge erfolgreich angelaufen ist, durch eine Initiative auf der Seite der Biotreibstoffbereitstellung ergänzt werden. In Abbildung 8 das „Biofuel Production Network Austria“ dargestellt, einerseits mit seiner Struktur (Beteiligte, Themen und Aufgaben) und andererseits in seinem Zusammenwirken mit den internationalen Programmen und Netzwerken sowie mit seiner Verknüpfung zu A3PS. Die Struktur gliedert sich wie folgt:

- Beteiligte:
 - Ministerien
 - Industrie
 - Forschung
 - Organisationen
- Themen:
 - Rohstoffaufkommen
 - Logistik
 - Konversion
 - Barrieren und Strategien
 - Wertschöpfungsketten
 - Standardisierung
- Aufgaben
 - Informationsaufbereitung
 - Informationsverbreitung
 - Statusreports
 - Veranstaltungen
 - Beratung

Als internationale Programme sind vor allem zu nennen

- European Technology Platforms zu „Biofuels“ und „Plants of the future“
- IEA Implementing Agreement zu „Bioenergy“ und „Advanced Motor Fuels (AMF)“.

In Fortsetzung der bestehenden Partnerschaft zwischen den am gegenständlichen Projekt beteiligten Institutionen (JOANNEUM RESEARCH, FJ-BLT Wieselburg, TU-Wien), die auch die österreichischen Vertreter in den vorgenannten Task von IEA Bioenergy sind, könnten diese Institutionen die operativen Funktionen des „Biofuel Production Network Austria“ übernehmen. Das im Rahmen der Beteiligung an Task 39 von der FJ-BLT Wieselburg

aufgebaute „Netzwerk Biotreibstoffe“ hat durch eine Erweiterung der Aktivitäten in der laufenden Arbeitsperiode der Task 39 (2007 – 2009) bereits eine formelle Basis bis 31.12.2009 hierfür erhalten. Diese Basis wäre durch die weitere Beteiligung Österreichs an Task 33, Task 33 und Task 42 in der Periode 2010 – 2012 zu sichern.

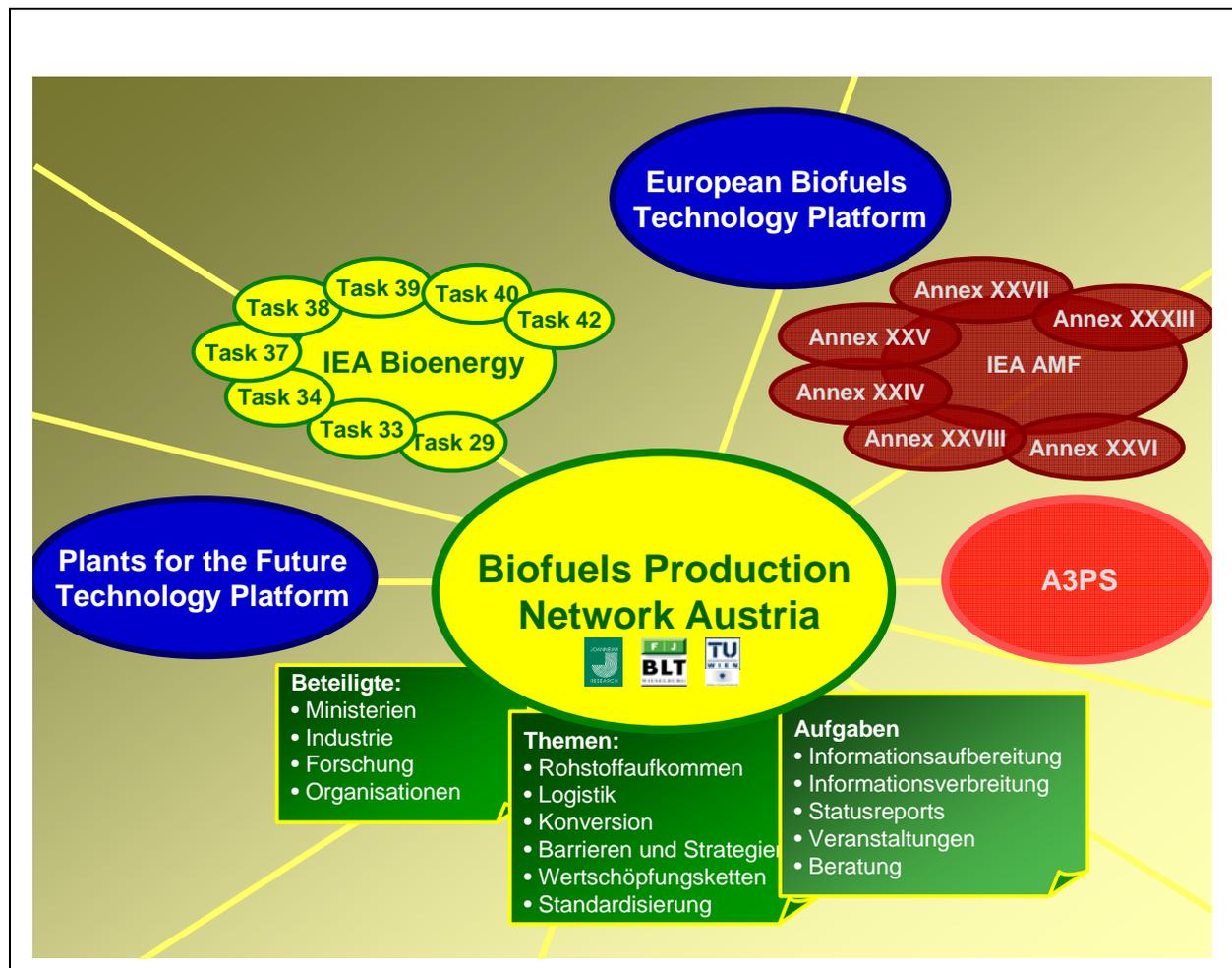


Abbildung 8: Beteiligte und Themen des „Biofuels Production Network Austria“

Anlage:

Mitglieder der Strategiegruppe beim Workshop am 16. April 2007:

- Paula, Dorda, Zillner, Hollaus (BMVIT)
- Hilber (BDI)
- Böhme, Pollak (OMV)
- Mittelbach (KFU Graz)
- Geringer (TU Wien)
- Fuhrmann (BMLFUW)
- Spitzer, Jungmeier (JOANNEUM RESEARCH)
- Hofbauer, Fürnsinn (TU Wien)
- Wörgetter, Bacovsky (FJ-BLT Wieselburg)
- Steiner (Vogelbusch): entschuldigt

Eingeladene Teilnehmer zum Stakeholder-Workshop am 12. Dezember 2007:

Verwaltung:

- Paula, Grassegger, Dorda, Zillner, Hollaus (BMVIT)
- Fuhrmann, Thaler, Wurm, Bach (BMLFUW)
- Binder (Bgl.)
- Nagl (Stmk.)
- Zeppelzauer (NÖ)
- Prosenbauer (Die Landwirtschaftskammer)
- Tretter (Energieagentur)
- Pseiner, Binder (FFG)

Industrie:

- Steiner (Vogelbusch)
- Hilber (BDI)

- Aichernig (Repotec)
- Böhme, Pollak (OMV)
- Merkl (AGRANA)
- Rebernik (Andritz)
- Thayer, Doloszeski (ARGE Biokraft WKÖ)
- Bachhiesl (Bundesforste)
- Fischer (Saatbau Linz)
- Drexler (Mondi)
- Prenninger (AVL)
- Münzer (Biodiesel Vienna)

Forschung:

- Hofbauer (TU-Wien)
- Spitzer, Jungmeier (JOANNEUM RESEARCH)
- Wörgetter, Bacovsky (FJ-BLT)
- Schnitzer (JOANNEUM RESEARCH)
- Hausberger (TU-Graz)
- Braun (IFA Tulln)
- Mittelbach (Uni Graz)
- Geringer (TU Wien)
- Claassen (ALPPS)
- Bahrs (BOKU)
- Körbitz (ÖBI/ABI)
- Dallos (ABC)
- Auer (TDZ Ennstal)