

M. Wörgetter, FJ-BLT

A. Sonnleitner, BIOENERGY 2020+

„Neue Biokraftstoffe 2010“

Bericht über die Tagung der Fachagentur Nachwachsende
Rohstoffe am 23. und 24. Juni in Berlin

Datum Oktober 2010

Nummer 431 TR IK-I-1-84 01

BIOENERGY 2020+ GmbH

Standort Wieselburg

Gewerbepark Haag 3, A 3250 Wieselburg

T +43 (0) 7416 52238-10

F +43 (0) 7416 52238-99

centre@bioenergy2020.eu

www.bioenergy2020.eu

Firmensitz Graz

Inffeldgasse 21b, A 8010 Graz

FN 232244k

Landesgericht für ZRS Graz

UID-Nr. ATU 56877044

1 Kurz zusammengefasst

Deutschland nimmt bei erneuerbaren Treibstoffe eine führende Rolle ein. Die Markteinführung der Biotreibstoffe wird durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) unterstützt. Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe beobachtet und steuert die Entwicklung und wickelt Förderprogramme ab. Politische Treiber sind der Klimawandel, die Begrenztheit der Vorräte, die Sicherung der Versorgung und die Verringerung der Abhängigkeit von politisch unsicheren Regionen mit geopolitischen Konflikten. Der Rahmen wird im Immissionsschutzgesetz, im Energiesteuergesetz und in der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung festgelegt. Bis 2014 muss der Biotreibstoffanteil auf 6,25 % angehoben werden, anschließend werden Dekarbonisierungsquoten verlangt (ab 2020 minus 7 %).

Die Entwicklung wird vom Verband der Automobilindustrie unterstützt. Die Industrie steht vor Herausforderungen wie nachhaltige Mobilität, Umwelt- und Klimaschutz, Endlichkeit der Ressourcen und der Beschränkung des Flottenverbrauchs. Biotreibstoffe sind ein kosteneffizientes Element zur CO₂-Minderung, für sie gelten jedoch auch dieselben technischen Anforderungen wie für fossile Treibstoffe. BtL, HVO und NextBtL werden von der Autoindustrie bevorzugt, Hoffnungsträger ist Biomethan. Auch die deutsche Mineralölindustrie unterstützt die CO₂-Minderung, fordert dafür Technologieoffenheit und weist auf die hohen Kosten für die Verbraucher hin.

Die Europäische Biotreibstoff-Technologieplattform hat ihre Strategie überarbeitet und berücksichtigt Aspekte von Umwelt und Gesellschaft. Die Steigerung der Flächenerträge sind ein Ansatz zur Bewältigung des Tank oder Teller Konflikts. Innovationen werden bei der biochemischen und bei der thermochemischen Konversion erwartet. Laut Värnamo Gasification Centre gehört den synthetischen Treibstoffen die Zukunft. Dazu müssen Skaleneffekte genutzt werden. Unter 100 MW_{th} steigen die Produktionskosten steil an. Für eine Anlagengröße von 270 MW_{th} werden 1 €/Liter Dieselkraftstoff, für 500 MW_{th} 0,75 €/l genannt. Reinhard Rauch, TU Wien, strich die Vorteile von synthetischem Biomethan heraus. Die Bergakademie Freiberg hat die Kosten unterschiedlicher Syntheserouten untersucht. Ein zentraler Kostenfaktor sind Rohstoffe. Der Vergleich von Verfahren ist jedoch schwierig, für belastbare Aussagen sind detaillierte Untersuchungen notwendig.

In konventionellen Hydrieranlagen von Raffinerien könnten bis zu 15 % Pflanzenöl mit verarbeitet werden. Die Ausbeute liegt bei 85 %, die Qualität des Treibstoffs wird nicht negativ beeinflusst. Ungleich schwieriger wäre die gemeinsame Verarbeitung von Pyrolyseöl, hier wurden in den Niederlanden erste Grundlagenarbeiten durchgeführt. NextBtL hingegen wird bereits in großtechnischem Maßstab in Finnland erzeugt und in den Niederlanden und in Singapur eingeführt. Sinkende Kosten der Enzymerzeugung sollen zu einem Durchbruch bei der Erzeugung von Ethanol aus Lignozellulose führen.

Die hydrothermale Konversion wurde in Grundlagenarbeiten untersucht. Biomasse wird mit Wasser im überkritischen Zustand behandelt. Herausforderungen sind die Einbringung der Biomasse gegen Druck, der Trockensubstanzgehalt im Reaktor und der Aschegehalt. Butanol wird großtechnisch aus Kohle erzeugt, die Erzeugung aus Biomasse ist zu teuer. Für Mikroalgen spricht das Potential, zentrale Herausforderung bei der Entwicklung ist die Energiebilanz. Algen als Rohstoff für Biotreibstoffe sind ein Zukunftsthema, der Weg dorthin ist jedoch lang.

2 Zur Veranstaltung

Deutschland nimmt bei der Einführung erneuerbarer Treibstoffe in Europa eine führende Rolle ein und hat als eines der wenigen Europäischen Länder das 5,75 %-Ziel der Europäischen Biotreibstoffdirektive bereits 2009 erreicht. Die Markteinführung der Biotreibstoffe wird u.a. durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) unterstützt. Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe vernetzt die Akteure, beobachtet und steuert die Entwicklung und wickelt für das BMELV Förderprogramme ab.

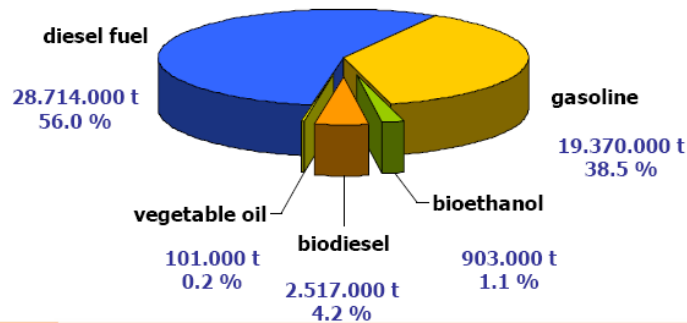
Neue rechtliche Rahmenbedingungen und ambitionierte Ziele in Deutschland und Europa stellen hohe Anforderungen an Biokraftstoffe. Hinsichtlich einer nachhaltigen Bereitstellung und Nutzung, der Treibhausgaseinsparung und mit Blick auf die Kraftstoffqualität gilt es, neue Biokraftstoffoptionen zu berücksichtigen und konventionelle Biokraftstoffe an aktuelle Erfordernisse anzupassen. Bei der Tagung in Berlin wurden neben der Herstellung von synthetischen Biokraftstoffen auch neue Prozesse und Entwicklungen im Bereich der Alkohole betrachtet. Die Bewertung der Verwendung biogener Rohstoffe gemeinsam mit fossilen Rohstoffen in Raffinerien und neue Erkenntnisse bei der Biokraftstofferzeugung aus z.B. Algen und Altfetten rundeten die Veranstaltung ab.

3 Präsentationen

Clemens Neumann vom BMELV berichtete über [Biokraftstoffe in Deutschland - Stand und aktuelle Entwicklungen](#). Politische Treiber sind der Klimawandel durch den Treibhauseffekt, die Begrenztheit der Vorräte, die Sicherung der Versorgung und die Verringerung der Abhängigkeit von politisch unsicheren Regionen mit geopolitischen Konflikten. Deutschland hat bei der Markteinführung beachtliche Erfolge erzielt, siehe das folgende Bild.

total consumption : ca. 51.6 million tonnes

biofuel share : 5.5 % (energy equivalent)



Im Jahr 2009 wurde das 5,75 % Ziel der Europäischen Biotreibstoffdirektive für 2010 fast erreicht, wobei 4,2% als Biodiesel, 0,2 % als Pflanzenöl und 1,1 % als Ethanol aus zucker- und stärkehaltigen Rohstoffen bereit gestellt wurden. Der höchste Biotreibstoffanteil von 7,2 % wurde 2007 erreicht. Derzeit finanziert das BMVEL mit 25 Mio. € Forschungsprojekte entlang der gesamten Versorgungskette. Untersucht werden der Anbau von Energiepflanzen, Additive für Pflanzenölkraftstoff, der Einfluss des Betriebs mit Biodiesel auf das Betriebsverhalten, dezentrale Erzeugung von Ethanol, synthetische Biotreibstoffe aus Biomasse mittels Pyrolyse (Erzeugung und Vergasung von Biomasse-Slurry, eine Mischung von Pyrolyseöl und feinem Kohlenstaub), Hochdruckvergasung und Treibstoffsynthesen sowie die Nachhaltigkeitszertifizierung. Der politische Rahmen ist durch die Erneuerbare Energie Direktive der EU geprägt, die die Erfüllung von Nachhaltigkeitsstandards ab Dezember 2010 verlangt. Nationale Forderungen werden in der 10. BImSchV, dem Bundesimmissionsschutzgesetz BImSchG, dem Energiesteuergesetz EnergieStG und der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV) gestellt. Die 10. BImSchV erlaubt die Beimischung von 7 vol% Biodiesel in Dieselkraftstoff und 5 vol% Ethanol, ab 2010 10 % Ethanol in Benzin. Das BImSchG verlangt für die Zeit von 2010 bis 2014 6,25 Energie-% Biotreibstoffe. Ab 2015 werden Dekarbonisierungsquoten verlangt (ab 2015 3 %, ab 2017 4,5 %, ab 2020 7 %). Das EnergieStG sieht steigende Steuern auf marktgängige Biotreibstoffe (18,6 Cent/l Biodiesel bis 2012, danach 45 Cent/l). Steuervorteile werden bei Reinanwendung und besonders nachhaltige Biotreibstoffe wie BtL, Lignozelluloseethanol und E85 sowie für

Agrarbiotreibstoffe gewährt. Die Nachhaltigkeit von Bioenergie wird seit Ende 2009 durch eine Biostrom-Nachhaltigkeitsverordnung und eine Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung geregelt, technische Durchführungsrichtlinien wurden im Februar 2010 veröffentlicht.

Zur Erfüllung der Nachhaltigkeitskriterien der Erneuerbare Energie Direktive führt Deutschland ein nationales System ein. Die Zertifizierung wird für ein Jahr anerkannt und muss durch eine Bundesagentur auditiert werden. Berücksichtigt werden die Schritte beginnend mit der Einfuhr über die Ölmühlen bis hin zu den Raffinerien. Bisher wurden das ISCC- und das RECCert System durch die Bundesagentur anerkannt.

Die Biotreibstoffe der 1. Generation werden bis 2020 voraussichtlich ihre Bedeutung behalten. Die Einführung fortgeschrittener Biotreibstoffe braucht Zeit, F&E ist für alle Biotreibstoffe erforderlich. Die Industrie ist aufgefordert, F&E durch Pilotprojekte zu unterstützen.

Dr. Jakob Seiler vom Verband der Automobilindustrie berichtete über [Biokraftstoffe in der Strategie des VDA](#). Die Automobilindustrie steht vor Herausforderungen wie

- Nachhaltige Mobilität
- Umwelt- und Klimaschutz
- Endlichkeit der Erdöle Ressourcen und die Forderung nach Energiediversifizierung
- die EU-Vorgabe einer maximalen Emission von 120 gCO₂/km für den Flottendurchschnitt.

Um den Forderungen an die Nachhaltigkeit zu genügen, wurde eine „Fächerstrategie“ entwickelt:

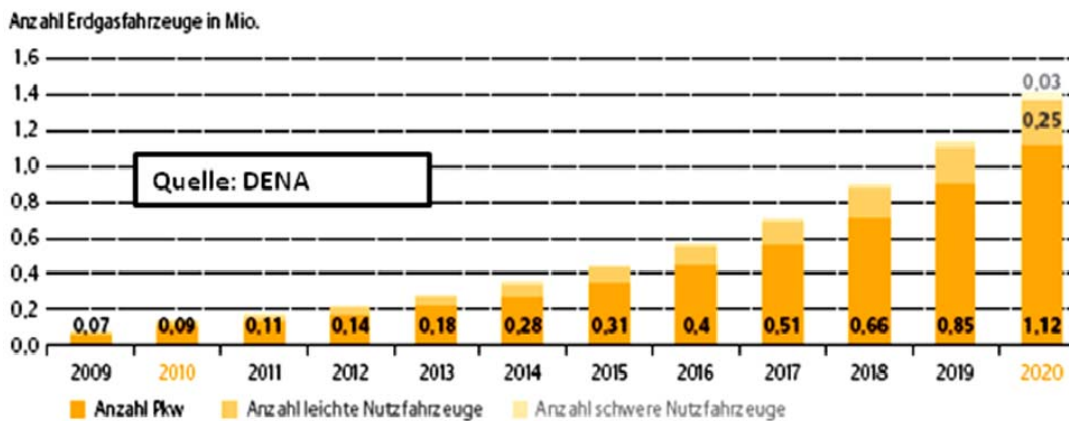
- Einsparen in Motoren, im Antriebsstrang, beim Roll- und Luftwiderstand, Leichtbau und durch „Mild Hybrid“-Konzepte.
- Ergänzen durch Biotreibstoffe, synthetische Treibstoffe, Gas, Vollhybridkonzepte und Batterien.
- Ersetzen mit Brennstoffzellen, Wasserstoff und Elektroantriebe.

Biotreibstoffe sind für die deutsche Automobilindustrie ein wichtiges und kosteneffizientes Element zur CO₂-Minderung und stellen die einzige Möglichkeit dar, die Emissionen von Fahrzeugen im Bestand zu mindern. Die Nachhaltigkeitsanforderungen sind Garant für den Umweltnutzen, die Verwendung darf aber nicht zu Konkurrenz mit der Nahrungsmittelerzeugung führen. Die Quoten müssen den landwirtschaftlichen und technologischen Anforderungen genügen. Das 10 %-Ziel der Erneuerbaren Energie Direktive für 2020 kann nur durch Biokraftstoffe erreicht werden, die Elektromobilität kann in 10 Jahren keinen großen Beitrag dazu leisten.

Biotreibstoffe sollten so (weiter-) entwickelt werden, dass höchstmögliche CO₂-Einsparung realisiert werden kann. Die Nachhaltigkeitskriterien sollten über die Cross-Compliance-Regeln hinaus gehen. Die Biotreibstoffpolitik sollte sich an diesen Kriterien orientieren und technologieneutral sein.

Neufahrzeuge werden nur für definierte Treibstoffqualitäten freigegeben. Neue Kraftstoffe bedürfen einer ausreichenden Einführungszeit, mit einer Vorlaufzeit von 5 Jahren ist zu rechnen. Die Qualität von Biokraftstoffen muss denselben Anforderungen wie an fossile Kraftstoffe genügen. Motoren müssen damit dieselben Emissionsgrenzwerte unterschreiten, die Dauerhaltbarkeit darf nicht negativ beeinflusst werden. Dies sind die Gründe, warum die Biodieselbeimengung mit 7 %, die Ethanolbeimengung mit 10 % begrenzt wird. Andere Biotreibstoffe wie BtL („Biomass to Liquid“) und HVO („Hydrated vegetable oil“) bzw. „NextBtL“ (ein Produkt von Neste Oil) können in höheren Anteilen beigemischt werden.

Hoffnungsträger ist Biomethan. Das CO₂-Einsparungspotential und die Flächeneffizienz sind hoch, die 800 Erdgastankstellen in Deutschland können ohne zusätzliche Infrastrukturkosten für Biogas verwendet werden. Was noch fehlt sind langfristige Planung, eine ausreichend große Fahrzeugflotte und die Sicherstellung der Steuerbegünstigung für ausreichend lange Zeit. Wünschenswert ist, die Fahrzeugflotte bis 2020 auf 1,4 Mio. PKWs und leichte Nutzfahrzeuge auszubauen.



In einem „Runden Tisch“ hat der VDA bekräftigt, dass das Ziel einer 7 %-igen CO₂-Minderung mit Biotreibstoffen erreichbar ist. Dazu sind folgende Prioritäten zu setzen:

- THG-Optimierung der Biokraftstoffe und Stärkung von Methan
- Europäische Normung
- Technologieoffene Biokraftstoffpolitik
- F&E innovativer Biokraftstoffe.

Veronique Hervouet von der **European Biofuels Technology Platform (EBTP)** informierte über [Aktuelle Strategie der europäischen Biokraftstoff-Technologieplattform \(EBTP\) und der europäischen Industrie-Initiative Bioenergy \(EIBI\)](#). Die „Strategic Research Agenda 2008“ (SRA) enthält folgende Forderungen:

- Den Wettbewerb um Biomasse zwischen der Nahrungs-, Futtermittel-, Energie- und Rohstoffherzeugung durch höhere Flächenerträge und effiziente Ketten bei Energiepflanzen und Koppelprodukten managen.
- Effiziente, verlässliche und für verschiedenen Rohstoffe geeignete Verfahren entwickeln.
- Motoren und Treibstoffe gemeinsam verbessern und an derzeitige und zukünftige Infrastrukturen anpassen.

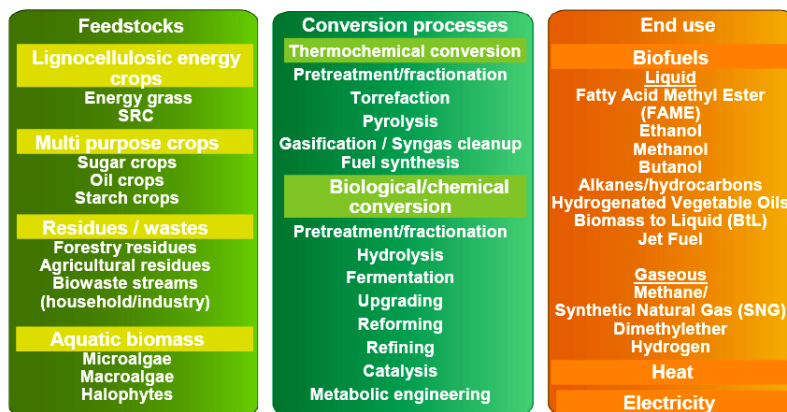
Dazu ist es notwendig,

- zur Sicherung des Vertrauens der Investoren kohärente, langfristig tragfähige und europaweit abgestimmte Rahmenbedingungen zu schaffen,
- die Finanzierung durch Zusammenarbeit des öffentlichen und privaten Finanzsektor zu sichern,
- Qualitätsstandards einzuführen,
- ein einfaches, globales Zertifizierungsschema aufzubauen und
- öffentliches Bewusstsein und Akzeptanz durch offene Kommunikation zu schaffen.

Der rasch wachsende Biotreibstoffmarkt, die Erneuerbare Energie Richtlinie, neue Technologien, neue Rohstoffe und neue Märkte haben es notwendig gemacht, die SRA 2008 zu überarbeiten. Die SRA 2010 berücksichtigt den Bedarf an Treibstoffen für die Luft- und Seefahrt sowie die Notwendigkeit für Grundlagenforschung für langfristige Optionen wie z.B. Treibstoffe aus Algen.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über fortgeschrittene Bioenergie-Wertschöpfungsketten.

Current and advanced bioenergy value chains - multiple options for feedstocks, conversion processes and end use



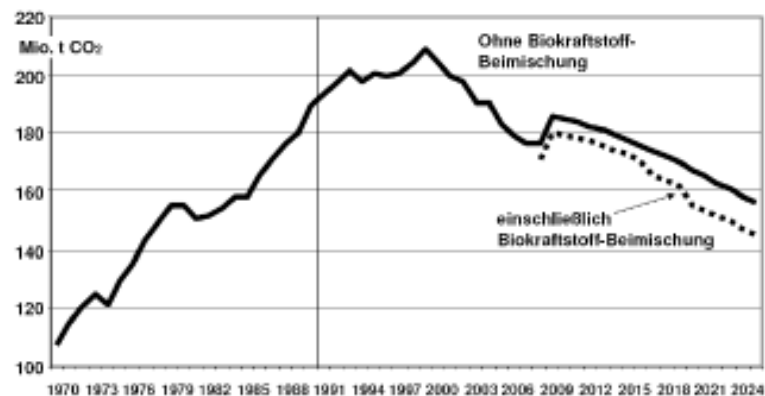
Rohstoffseitig kommen lignozellulose ein- und mehrjährige Energiepflanzen, öl-, stärke- und zuckerhaltige Pflanzen aus der Land- und Forstwirtschaft, Abfälle aus Haushalten und der Industrie, aber auch Biomasse aus aquatischen Systemen und Halophyten¹ in Frage. Bei den Umwandlungsprozessen sind Verfahren zur Vorbehandlung wie Torrifizierung, Pyrolyse und Vergasung in Entwicklung, für die Erzeugung von Kraftstoffen konzentrieren sich die Verfahren auf Syntheseverfahren und biochemische Konversion.

Über Grundlagen der [Hydrothermalen Verfahren zur Biomassekonditionierung](#) sprach **Andrea Kruse** vom **Karlsruher Institut für Technologie**. Dabei werden Biomassen in Wasser im superkritischen Zustand in Kohlenwasserstoffe und/oder Wasserstoff umgesetzt. Wasser hat in diesem Zustand sehr gute Eigenschaften als Lösungsmittel und ist reaktiv. Die Reaktionen können mit Katalysatoren verbessert werden. Versuche sind in kleinen Labor-Rühr- und Röhrenreaktoren und in einer Pilotanlage „VERENA“ durchgeführt worden. „VERENA“ hat eine Leistung von 100 kg/h und arbeitet bei 600 °C und 30 MPa. Herausforderungen bei der Entwicklung sind die Einbringung fester Biomasse gegen den Druck, die Steigerung des Trockensubstanzgehalts im Reaktor, die Wahl geeigneter Katalysatoren und der Aschegehalt. Experimente werden u.a. mit Glukose durchgeführt.

Klaus Picard präsentierte die [Biokraftstoffe in der Strategie des MWV](#) (MWV = Mineralölwirtschaftsverband). Massive Effizienzsteigerung der Fahrzeuge in den kommenden 15 Jahren wird in Deutschland zu einem Rückgang des Absatzes von Otto- und Dieselmotoren führen. Die CO₂-Emissionen des Verkehrs sinken bereits seit 2000 und werden weiter sinken, siehe das folgende Diagramm.

¹ Halophyten sind Pflanzen, die auf salzhaltigen Böden gedeihen

Entwicklung CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs



Fossile Kraftstoffe sind wegen ihrer Preiswürdigkeit, hohen Energiedichte, einfachen Handhabung und flächendeckenden Versorgung unschlagbar. Zur Sicherung der Versorgung mit Öl ist eine aktive Energieaußenpolitik erforderlich. Keine der heute diskutierten Alternativen ist mit der existierenden Antriebstechnik wettbewerbsfähig, sie sind deshalb auf massive staatliche Regulierungen angewiesen. Die Kosten dafür gehen zu Lasten des Verbrauchers. Die Entwicklung der Mobilität wird durch die Akzeptanz der Verbraucher und der Reflektion dieser im politischen Rahmen bestimmt. Daraus resultiert die Forderung nach der kostengünstigsten Lösung für die CO₂-Minderung im Verkehr.

Die Mineralölindustrie unterstützt die Minderung der CO₂-Belastung und fordert dafür Technologieoffenheit. Unter technologieoffenen Rahmenbedingungen haben Biotreibstoffe gute Chancen im Wettbewerb um die kostengünstigste Lösung. Dabei muss die Kraftstoffqualität den steigenden Anforderungen der Motoren genügen. Eine 70%-ige CO₂-Minderung erscheint mit Biotreibstoffen möglich, weitere Anstrengungen in Forschung und Entwicklung sowie EU-weite Normung ist unerlässlich.

Erik Rensfelt vom Växjö Värnamo Biomass Gasification Centre VVGBC referierte über [Prozesse und Konversionsrouten – Stand der Entwicklung Vergasung von Biomasse](#). Die Vergasung ist der Schlüssel für die Erzeugung synthetischer Biotreibstoffe. Die optimalen Vergasungstemperaturen hängen vom Rohstoff ab (in °C):

Landwirtschaftliche Biomasse	750 – 800 – 850
RDF („Residue derived fuels“)	800 – 850 – 900
Holzartige Biomasse	850 – 900 – 950
Kohle	960 – 980 – 1020

Das VVGBC Zentrum verfügt über eine Forschungsplattform im industriellen Maßstab und hat das Ziel, zum Europäischen Forschungszentrum für die Biomassevergasung heran zu

wachsen. Weltweit werden Technologien zur thermischen Vergasung von Biomasse entwickelt. So arbeitet z.B. in den USA das Gas Technology Institute GTI seit Jahrzehnten an der Vergasung fester Brennstoffe² und hat weltweite Erfahrungen mit der großtechnischen Vergasung von Kohle, die man auch für die Vergasung von Biomasse und für Treibstoffsynthesen nützt. Der 8 MW-Vergaser in Güssing sowie die Fortschritte bei der Demonstration der Erzeugung von synthetischen Methan sind ebenfalls zu erwähnen.

Derzeit wird in Skandinavien eine Reihe von Projekten entwickelt, aus österreichischer Sicht sind die Arbeiten bei Carbona von Interesse, da Carbona zum Andritz Konzern gehört. Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht über fortgeschrittene Projekte.

		MW_{th}		Status
Xynergo-Norske Skog	Norwegen	100	FT-Diesel	Prestudy
Värmlandsmethanol in Hagfors	Schweden	100	Methanol	Feasibility
E-ON in Malmö	Schweden	200	Syngas und KWK	Feasibility
Carbona in Skive	Dänemark	30	Demonstrationsanlage	seit 2008 in Betrieb
Chemrec in Pitea	Schweden	3	DME, Pilotanlage	seit 2010 in Betrieb
Stora Enso/ Neste in Varkaus	Finnland	1	Gas	seit 2009 in Betrieb
Göteborg Energi	Schweden	20	SNG	Baubeginn 2010
VVBGC, Värnamo	Schweden	20	Syngas	Start 2013

Synthetische Biotreibstoffe sind die Biotreibstoffe der Zukunft. Für wirtschaftliche Erzeugung müssen wegen der hohen spezifischen Investitionskosten Skaleneffekte konsequent genutzt werden. Unterhalb einer Anlagengröße von 100 MW_{th} steigen die Produktionskosten steil an. Für eine Anlagengröße von 270 MW_{th} werden 1 €/Liter Dieseldieselkraftstoff, für 500 MW_{th} 0,75 €/l genannt. Die druckaufgeladene Vergasung mit vorgeschalteter Pyrolyse oder Torrifizierung sei die bestmögliche Technologie und müsse im industriellen Maßstab demonstriert werden.

² Mehr dazu hier:

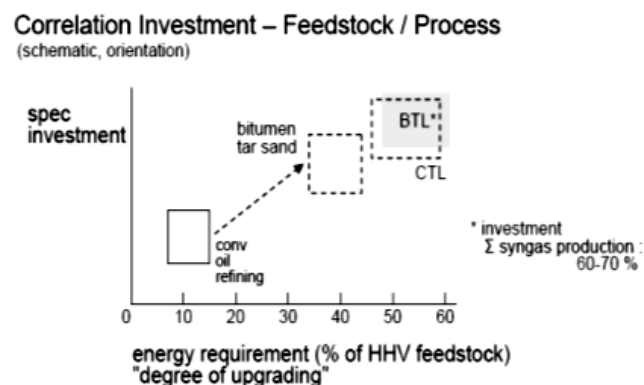
www.gastechnology.org/webroot/app/xn/xd.aspx?it=enweb&xd=1researchcap\1_8gasificationandgasprocessing\gasificationhomepage.xml

www.gastechnology.org/webroot/app/xn/xd.aspx?it=enweb&xd=MarketResults\gasification_commProd.xml

http://media.godashboard.com/gti/1ResearchCap/1_8GasificationandGasProcessing/GTIGasificationProcess9_18_07.pdf

Dazu ein Hinweis: Im Rahmen der SET-Plan-Aktivitäten werden u.a. folgende Projektunterkategorien: (a) Umwandlung von Lignozellulose zu festen, flüssigen oder schlammförmigen Bioenergieträgern mittels Pyrolyse und (b) Umwandlung von Lignozellulose zu festen, flüssigen oder schlammförmigen Bioenergieträgern mittels Röstung als förderungswürdig genannt.

Georg Schaub vom Engler-Bunte-Institut führte in die **Grundlagen der [Kohlenwasserstoffe aus biogenem Synthesegas](#)** ein. Die Verfahren sind komplex, Biomasserohstoffe sind eine Herausforderung für die Entwickler. Studien weisen für BtL („Biomass to Liquid“ – Fischer-Tropsch-Treibstoffe aus Bio-masse) eine Kohlenstoffeffizienz von 23 bis 41 % und einen energetischen Wirkungsgrad von 29 bis 51 % aus.



Der Aufwand für Investitionen, die Kosten und der Energiebedarf für die Erzeugung von Kohlenwasserstofftreibstoffen wachsen mit der Komplexität der Verfahren, wobei die Investitionen für die Synthesegaserzeugung die meisten Kosten verursachen, siehe das obige Bild.

Reinhard Rauch, TU Wien, stellte die **[Methanisierung von biogenem Synthesegas am Standort Güssing](#)** vor. Das halbkommerzielle Projekt wurde mit Mitteln der EU, der Schweiz und Österreichs finanziert und demonstriert die Durchführbarkeit der gesamten Prozesskette vom Rohstoff bis in Fahrzeuge. Die 1 MW Syntheseanlage wird mit Gas aus der 8 MW Kraft-Wärmekopplungsanlage versorgt. Der Vergaser der Anlage zeichnet sich durch hohe Betriebssicherheit aus (zwischen 2004 und 2009 erreichte der Vergaser 6000 bis über 7000 Betriebsstunden im Jahr).

SNG-Syntheseprojekte werden an mehrerer Stelle verfolgt, siehe die nachfolgende Tabelle.

Gothenburg Biomass Gasification Plant	Schweden	Feasibility Study
Dakota Gas ³	USA	Kommerzielle Anlage für Kohle ⁴
BioSNG	Güssing	Demonstration
Milena Gasification	Niederlande	R&D
Agnion	Deutschland	R&D
ArtFuel Cutec	Deutschland	R&D

Die SNG-Anlage in Güssing ist seit Ende 2008 in Betrieb, Mitte Juni 2009 konnte die gewünschte Gasqualität erreicht werden. In einem nächsten Schritt wird im GoBiGas Projekt in Göteborg eine 20 MW Anlage errichte, die Inbetriebnahme ist für 2013 vorgesehen. Anschließend soll in einer zweiten Phase eine 80 MW Anlage errichtet werden, die 2015/ 16 den Betrieb aufnehmen soll.

BioSNG bietet einige Vorteile. Die Synthesetechnologie ist bekannt, die Effizienz des Verfahrens ist mit 60 bis 70 % hoch. BioSNG kann für Fahrzeuge, aber auch zur Versorgung großer Städte mit Bioenergie verwendet werden.

Die Frage [Olefine aus Synthesegas - Potenzial für biogene Anwendungen?](#) behandelte **Thomas Wurzel/Fa. Lurgi**. Eine ausgewogene Verwendung unterschiedlicher Rohstoffe ist der Schlüssel für einen nachhaltigen Erfolg. Die Erzeugung von Methanol aus Synthesegas ist eine interessante Option. Methanol kann zur Erzeugung von Propylen und DME verwendet werden. Lurgi entwickelt die „Methanol to Propylen“-Technologie, aus 1,7 Mio. t Methanol sollen 470.000 t Propylen und 190.000 t Vergasertreibstoffe erzeugt werden. China plante eine große „Kohle zu Propylen-Anlage“, siehe folgendes Bild.

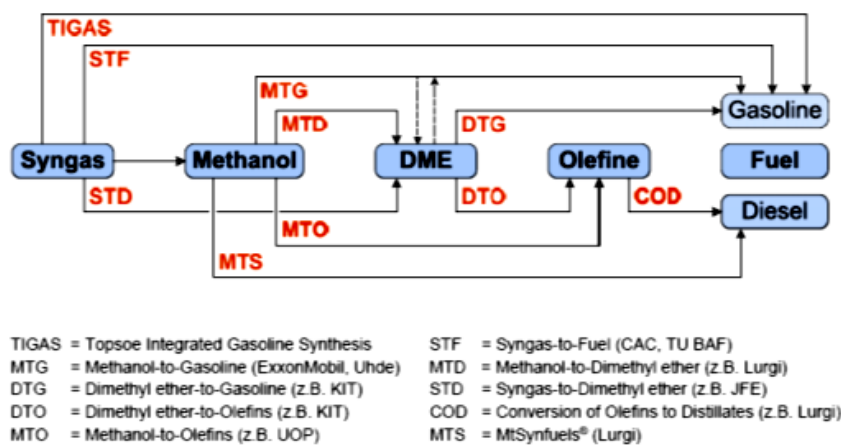


³ Weitere Informationen auf www.bio-sng.com

⁴ Die kommerzielle Anlage läuft seit 1984 und verbraucht 6 Mio. t Kohle im Jahr, weitere Informationen: www.dakotagas.com/About_Us/At_A_Glance/index.html

Die Produktion von Olefinen aus Biomasse ist in Entwicklung. Dabei spielt die „Economy of Scale“ eine wichtige Rolle, biobasierte Prozesse mögen durch die Logistik beschränkt sein. Bei der Produktion von speziellen Olefinen kann die Nutzung von durch die Natur synthetisierten Strukturen von Vorteil sein.

Syntheserouten über Methanol und DME waren das Thema von **Rene Stahlschmidt von der Bergakademie Freiberg**. Das folgende Bild enthält eine Übersicht über verschiedene Synthesewege.



Für aussichtsreiche Synthesen wurden in einem vom BMELV unterstützten Projekt die Wirtschaftlichkeit und die Umweltverträglichkeit untersucht. Der Vergleich der Ergebnisse ist schwierig. Die Verfahren unterscheiden sich hinsichtlich des Standes der Entwicklung. „Benzin aus Methanol“ und „Destillate aus Olefinen“ sind kommerziell umgesetzt, während alle anderen Verfahren die Labor- oder Pilotphase noch nicht überschritten haben. In Deutschland rücken die Erzeugung von Treibstoffen aus Synthesegas sowie das bioliq-Verfahren, das von Pyrolyseöl ausgeht, in die Demonstrationsphase. Die Erfolgsaussichten von Verfahren hängen von der Zusammensetzung des Synthesegases ab. Die Ergebnisse eines Vergleichs unterschiedlicher BtL-Pfade mit gleichen Rahmenbedingungen streuen weit, für belastbare Aussagen sind detaillierte Untersuchungen notwendig. Knackpunkte der Entwicklung sind die hohen Produktionskosten und die Versorgung der Anlagen mit Rohstoffen.

K. D. Vorlop vom vTI gab eine Übersicht über Butanol aus Biomasse. Derzeit werden von BASF und DuPont jährlich 8 Mio. t Butanol aus fossilen Rohstoffen erzeugt, der Preis liegt bei 2 €/kg. Butanol kann fermentativ aus Synthesegas oder aus Zucker und Stärke erzeugt werden. Bekannt ist unter anderem die ABE-Fermentation, die zu 15 – 20 % Aceton, 70 – 80 % Butanol und 5 – 10 % Ethanol führt. Mehrere ABE-Anlagen laufen in China. Weltweit sind mehrere Syntheseanlagen bei großen Firmen in der Pipeline. Butanol findet seinen Markt, die Kosten

sind jedoch derzeit für die Verwendung als Treibstoff zu hoch. Um hier Fuß zu fassen, sind signifikante technische Verbesserungen erforderlich.

Anders Lau Tuxen/ Novozymes präsentierte [Ethanol aus Lignozellulose](#). Effiziente und kostengünstige Enzyme sind der Schlüssel für Biotreibstoffe aus lignozellulosen Rohstoffen. Die Bewertung der Enzyme muss entlang der gesamten Kette von der Vorbehandlung bis zum Produkt erfolgen. Novozymes arbeitet bei der Entwicklung von Lignozellulose-Ethanol mit den Firmen Lignol, Poet, Greenfield, Fiberight und ICM in Nordamerika, CTC in Brasilien, Inbicon und M&G in Europa, PRAY (Indien) und COFCO&Sinopec in Asien zusammen. Mit dem Enzym CELLIC®CTEC2 seiner Firma seien die Enzymkosten auf 5% der Kosten im Jahr 2002 gefallen. Greenfield Ethanol, der größte Ethanolproduzent in Kanada verwendet dieses Enzym in einer 1 t/d Pilotanlage bei der Erzeugung von Ethanol aus Maiskolben und anderen Rohstoffen. Die Produktionskosten kämen damit erstmalig in den Bereich der Ethanolerzeugung aus Stärke, mit der breiten kommerziellen Einführung sei 2012 zu rechnen.

Die [Mitraffination von Pflanzenölen bei der Erdölverarbeitung](#) behandelte Thomas Kuchling von der Bergakademie Freiberg. Im Labor wurden Hydrierungsversuche mit Raps- und Jatrophaöl durchgeführt. Eine vollständige Konversion ist bei Temperaturen zwischen 300 und 350 °C möglich. Der Sauerstoff im Ester wird dabei in Wasser oder Kohlendioxid übergeführt, die Ausbeute an Kohlenwasserstoffen (hauptsächlich n-Alkane) beträgt ca. 85 %M/M. Die Verarbeitung in konventionellen Hydrieranlagen von Erdölraffinerien sollte somit möglich sein. Eine Beimischung von 15 % Pflanzenöl in Hydrieranlagen von Erdölraffinerien beeinflusst weder das Siede- noch das Tieftemperaturverhalten des Kraftstoffs.

Ferran de Miguel Mercader, University Twente, führte in die [Co-Raffination von aufbereiteten Pyrolyseölen](#) ein. Pyrolyseöl könnte dezentral erzeugt, die Eigenschaften davon könnten dann in einer „Upgradinganlage“ bei einer Raffinerie verbessert werden. „Hydrodeoxygenierung“ (HDO) sei dabei aussichtsreich. Mit HDO gelingt es, den Sauerstoffgehalt von 39 auf 16 bis 28 % zu senken. In einer Laboranlage wurde gezeigt, dass HDO-Öl mit Rückstandölen aus der Raffinerie katalytisch gekrackt werden kann, wobei die Ausbeute von Benzin und LPG gleich bleibt.

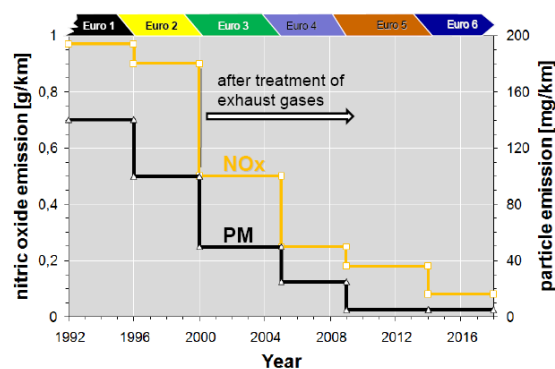
[NExBTL – aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen an die Nachhaltigkeit](#) waren das Thema von Pekka Tuovinen von Neste Oil, Finnland. Zwei Anlagen in Finnland sind in Betrieb, zwei Großanlagen in Rotterdam und Singapur nehmen demnächst die Produktion auf.

Poorvo 1	190 000 t/a	In Betrieb
Poorvo 2	190 000 t/a	In Betrieb
Singapur	800 000 t/a	Fertigstellung Ende 2010
Rotterdam	800 000 t/a	Fertigstellung 2011

Als Rohstoff wird vorzugsweise Palmöl verwendet. Für Palmöl sprechen die hohen Erträge pro Flächeneinheit. Man ist bemüht, nachhaltige und nachvollziehbare Versorgungsketten aufzubauen. Bei sorgfältigem Management der gesamten Versorgungskette sollte es möglich sein, die europäischen THG-Minderungsziele deutlich zu unterschreiten.

Über ein [Pflichtenheft zur Nutzung von Biokraftstoffen in modernen Hochleistungsmotoren](#) berichtete **Horst Harndorf von der Universität Rostock**. Die gesetzlichen Anforderungen an die Emissionen und den Verbrauch werden laufend verschärft. Zu einer geforderten CO₂-Emission von 130 g/km im Jahr 2012 können die Biotreibstoffe 5 g/km beitragen. Ähnliche Beiträge liefern in Summe Maßnahme wie die Verringerung der Rollwiderstände, Gangwechselstrategien, Reifendruckkontrolle, effiziente Klimaanlage u.ä. Derzeit liegen die CO₂ Emissionen neuer Flotten bei 160 g/km, für 2025 werden 95 g/km gefordert. Die Forderungen nach geringeren NO_x - und Partikelemissionen sind ebenso zu beachten. Seit 2000 können die geforderten Grenzwerte nur mit Abgasnachbehandlung erreicht werden, eine weitere Verschärfung der NO_x-Grenzwerte tritt 2014 ein (siehe folgendes Diagramm).

EU-Regulations of NOx/PM emission for diesel passenger cars



Emission limit values = booster for engine development

Die (Diesel-) Motorenindustrie fordert von der Treibstoffwirtschaft hohe Oktanzahl, günstige Tieftemperatureigenschaften, hohe Energiedichte und geringen Gehalt an Aromaten. Die Treibstoffe müssen frei von Schwefel und Metallen, mit den Werkstoffen und den Schmiermitteln verträglich und gut lagerfähig sein. Ein wichtiger Parameter für die Emissionen ist der Siedeverlauf. Synthetische Treibstoffe können in hohem Maß diese Forderungen

erfüllen. Das Mischen von Biotreibstoffen mit fossilen Treibstoffen vereinfacht die Einführung erneuerbarer Treibstoffe. Reines Pflanzenöl kann höchstens in Nischen Verwendung finden.

[Verfahren zur Modifikation von FAME – Überblick über neuere Entwicklungen](#) war der Titel des Beitrags von **Axel Munack von vTI**. Ziel ist, den Siedeverlauf an den von fossilem Dieselmotorkraftstoff anzugleichen und die Stabilität zu verbessern, da in Mischungen von fossilem Diesel mit FAME Alterungsprobleme durch Bildung unlöslicher Oligomere auftreten können. Die Sedimente können mit Ethanol und Butanol aufgelöst werden. Das Siedeverhalten kann durch Verringerung der Kettenlänge der Methylester durch Methathese verbessert werden.

[Algen als neue Rohstoffquelle für Biokraftstoffe](#) war das Thema von **Heike Frühwirth von BDI (Graz)**. Die BDI hat im Labormaßstab die (Mikro-) Algenproduktion, die Extraktion und Reinigung von Algenöl und die Umwandlung davon zu Biodiesel erforscht. Ein Ergebnis der Forschungsarbeiten war, dass sich die Fettsäuren der Algenöle deutlich von bekannten Pflanzenölen unterscheiden, 1/3 der Fettsäuren mögen unverseifbar sein. Daraus erwachsen beträchtliche Anforderungen auch an die Analytik. Algenbiodiesel hat wegen hohen Anteils ungesättigter Fettsäuren ungünstiges Tieftemperaturverhalten, der Cold Filter Plugging Point liegt zwischen 0 und 15 °C.

Die Energiebilanzen der Algentreibstoffherstellung werden durch den geringen Trockensubstanzgehalt von Mikroalgen im Wasser beeinflusst, typische Konzentrationen liegen zwischen 1 bis 10 kg TS/m³ Wasser. Beim Einsatz von Separatoren mag der Energieaufwand bis zu 2 kWh/kg Biomasse liegen. Mikroalgen bieten ein beträchtliches Potential für die zukünftige Energieversorgung, die kommerzielle Erzeugung von Biodiesel aus Algenöl ist jedoch eine beträchtliche Herausforderung.

Für den Bericht:
Manfred Wörgetter
Andrea Sonnleitner

[Programm zum Download](#)

- **Session 1: Strategien und Optionen**

[Biokraftstoffe in Deutschland - Stand und aktuelle Entwicklungen](#)

Ministerialdirigent Clemens Neumann, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)

[Biokraftstoffe in der Strategie des VDA](#)

Dr. Jakob Seiler, Verband der Automobilindustrie (VDA)

[Aktuelle Strategie der europäischen Biokraftstoff-Technologieplattform \(EBTP\) und der europäischen Industrie-Initiative Bioenergy \(EIBI\)](#)

Veronique Hervouet, European Biofuels Technology Platform (EBTP)

[Biokraftstoffe in der Strategie des MWV](#)

Dr. Klaus Picard, Mineralölwirtschaftsverband e.V. (MWV)

- **Session 2: Thermochemische Konversion von Biomasse**

[Hydrothermale Verfahren zur Biomassekonditionierung](#)

Dr. Andrea Kruse, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Pyrolyseöle als Vorprodukte der Biokraftstoffgewinnung

Michael Windt, Institut für Holztechnologie und Holzbiologie (HTB)

[Prozesse und Konversionsrouten – Stand der Entwicklung Vergasung von Biomasse](#)

Erik Rensfelt, Växjö Värnamo Biomass Gasification Centre (VVBGC)

- **Session 3: Synthesegas**

[Kohlenwasserstoffe aus biogenem Synthesegas](#)

Prof. Dr. Georg Schaub, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

[Methanisierung von biogenem Synthesegas am Standort Güssing](#)

Dr. Reinhard Rauch, Technische Universität Wien

[Olefine aus Synthesegas - Potenzial für biogene Anwendungen?](#)

Dr. Thomas Wurzel, Lurgi GmbH

- **Session 4: Alkohole – neue Prozesse und technische Entwicklungen**
Gemischte Alkohole aus Synthesegas

Steven Phillips, National Renewable Energy Laboratory (NREL), USA

[Syntheserouten über Methanol und DME](#)

Rene Stahlschmidt, Technische Universität Bergakademie Freiberg

[Butanol aus Biomasse](#)

Prof. Klaus-Dieter Vorlop, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)

[Ethanol aus Lignocellulose](#)

Anders Lau Tuxen, Novozymes A/S, DK

- **Session: 5: Mitraffination von Biokraftstoffen**

Mitraffination von Pflanzenölen bei der Erdölverarbeitung

Dr. Thomas Kuchling, Technische Universität Bergakademie Freiberg

Co-Raffination von aufbereiteten Pyrolyseölen

Ferran de Miguel Mercader, University of Twente, NL

NExBTL – aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen an die Nachhaltigkeit

Pekka Tuovinen, Neste Oil Corporation

- **Session 6: Neue Anwendungen und Optionen**

Pflichtenheft zur Nutzung von Biokraftstoffen in modernen Hochleistungsmotoren

Prof. Dr. Horst Harndorf, Universität Rostock

Verfahren zur Modifikation von FAME – Überblick über neuere Entwicklungen

Prof. Dr. Axel Munack, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)

Herstellung von Kraftstoffen aus biogenen Altfetten

Dr.-Ing. Axel Kraft, Fraunhofer Umsicht

Algen als neue Rohstoffquelle für Biokraftstoffe

Dr. Heike Frühwirth, BioDiesel International AG (BDI), A