

Manfred Wörgetter
Dina Bacovsky
Nikolaus Ludwiczek
Andrea Sonnleitner

IEA Bioenergy Task 39

BBEST Conference Campos do Jordao

BBEST Study Tour

Task Business Meeting Rio de Janeiro

IEA Bioenergy Task 39

BBEST Conference Campos do Jordao

BBEST Study Tour

Task Business Meeting Rio de Janeiro

Datum Februar 2012

Nummer 516 TR IK-I-1-85

Autor Manfred Wörgetter

manfred.woergetter@bioenergy2020.eu

Mitarbeit Dina Bacovsky

dina.bacovsky@bioenergy2020.eu

Nikolaus Ludwiczek

nikolaus.ludwiczek@bioenergy2020.eu

Andrea Sonnleitner

andrea.sonnleitner@bioenergy2020.eu

Wissenschaftliche Partner



Erstellt im Rahmen der



Finanziert durch



BIOENERGY 2020+ GmbH

Standort Wieselburg

Gewerbepark Haag 3
A 3250 Wieselburg
T +43 (0) 7416 52238-10
F +43 (0) 7416 52238-99
office@bioenergy2020.eu
www.bioenergy2020.eu

Firmensitz Graz

Innfeldgasse 21b, A 8010 Graz
FN 232244k
Landesgericht für ZRS Graz
UID-Nr. ATU 56877044



Inhalt

1	Das Wichtigste in Kürze	4
1.1	BBEST Konferenz	4
1.2	BBEST Study Tour nach Campinas	5
1.3	Task 39 Business Meeting	6
2	Zur Einführung	9
3	BBEST Conference Campos do Jordao	10
3.1	Zur Konferenz	10
3.2	Konferenzbeiträge	11
4	BBEST Study Tour nach Campinas	31
4.1	Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE)	31
4.2	Besuch bei der Firma Monsanto	36
4.3	Besuch bei der Firma Amyris	37
5	Task 39 Meeting Rio de Janeiro	39
5.1	Teilnehmer und Ort des Workshops	39
5.2	Berichte der Gastgeber	40
5.3	Länderberichte	56
6	Biotreibstoffe und Zerstörung des Regenwaldes	65
7	Dank	67

1 Das Wichtigste in Kürze

1.1 BBEST Konferenz

Brasilien spielt weltweit eine führende Rolle bei Biotreibstoffen. Jahrzehntelange Bemühungen von Politik und Wirtschaft haben Ethanol aus Zuckerrohr für PKWs zu einer Erfolgsstory gemacht. Brasilien ist an einem globalen Erfahrungsaustausch interessiert. Die BBEST Konferenz bot Gelegenheit zu einem breiten und tiefen Erfahrungsaustausch. Veranstalter war die São Paulo Research Foundation FAPESP, eine Agentur mit dem Auftrag, Wissenschaft, Forschung und technologische Entwicklung im Staat São Paulo, dem finanzstärksten Bundesstaat Brasiliens, zu unterstützen. Ziel der Konferenz war, in globalem Kontext eine Übersicht über Chancen und Grenzen der Biotreibstoffe zu bekommen. Beinhaltet waren Rohstoffproduktion, Technologien, Prozessintegration, Bioraffinerien, die motorische Verwendung sowie Politik und Nachhaltigkeit. Der Biofuels Task von IEA Bioenergy war eingeladen, zwei Sitzungen bei der Konferenz zu gestalten.

„Die Menschen sind dem Auto verfallen“, so Jose Goldemberg, der Vater des Proalcool-Programms. Fast jeder Amerikaner hat ein Auto. Im Staat Sao Paulo kommen auf 1000 Einwohner bereits 400 PKWs. Die Zahl der PKWs wird von 27 Mio. im Jahr 2010 auf 52 Mio. im Jahr 2020 wachsen. Fast jeder Neuwagen kann mit Ethanol und mit Benzin fahren, Mischen ist kein Problem. Die brasilianische Firma EMBRAER, der drittgrößte Flugzeughersteller der Welt und einem Umsatz von 6 Mrd. \$ entwickelt mit Boeing Strategien und Roadmaps für die Einführung von „Drop-in“ Biotreibstoffen für Flugzeuge. Größte Herausforderungen sind die Qualitätsanforderungen und die Kosten.

Ein Kubikmeter Ethanol aus Zuckerrohr kann um 144 \$ erzeugt werden. Brasiliens Ethanol- und Zuckerindustrie setzt jährlich 50 Mrd. \$ um und beschäftigt 1,3 Mio. Menschen. Die Industrie betreibt mehr als 400 Anlagen, wächst jährlich um 2 % und erzeugt 18 % des Energiebedarfs des Landes. Nach einer langen Periode ständiger Kostensenkungen steigen derzeit die Erzeugungskosten. Dem wirkt man mit weiteren Ertrags- und Effizienzsteigerungen entgegen. Mit fortgeschrittenen Technologien kann die Produktivität von 7 m³/ha auf 11 m³ gesteigert werden. Höhere Alkoholkonzentration vor der Destillation (bis zu 18 statt 8 %), ein hoher Grad der Prozessintegration und die Koppelung mit der Erzeugung von Biogas können zur Kostensenkung und Effizienzsteigerung beitragen. Die Simulation ist ein kostengünstiges Tool für die Verbesserungen der Prozesse.

Die Nachhaltigkeit von Erzeugung und Verwendung wird intensiv diskutiert. Die Bewertung ist schwierig, bisherige Untersuchungen beruhen auf punktuellen Ansätzen, die der Komplexität des Themas nicht gerecht werden. Mit öffentlichen Mitteln wird derzeit ein Werkzeug entwickelt, mit dem umfassende Bewertungen leicht gemacht werden.

Ein Grund für den Erfolg Brasiliens sind starke Organisationen. So vertritt z.B. UNICA die Interessen von 140 Mitgliedern, die 60 % der Zuckerindustrie abdecken. UNICA betreibt Lobbybüros in den USA, der EU und in Asien.

Die langfristige Entwicklung wurde in der Konferenz intensiv diskutiert. Biomasse kann bis 2050 je nach den Erfolgen von Forschung, Entwicklung und Verbreitungsmaßnahmen 100 bis 1000 EJ zur Energieversorgung der Erde beitragen, wobei 250 EJ bereits ein ehrgeiziges Ziel sind. Der Ausbau von Bioenergie hat Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft und sollte daher mit der gebotenen Vorsicht erfolgen. Die Chancen hängen von der Entwicklung der Produktivität der Land- und Forstwirtschaft ab. Länder entlang des Äquators können am meisten beitragen. Brasilien zeigt bereits heute die Möglichkeiten auf. Afrika hätte ebenfalls beste Voraussetzungen, die Politik schafft es jedoch nicht, diese zu nutzen.

Die Beiträge der Konferenz können hier herunter geladen werden:

www.bbest.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=66

1.2 BBEST Study Tour nach Campinas

Ziel der Study Tour war Campinas im Staat Sao Paulo. Die Region ist durch starke wirtschaftliche Aktivitäten geprägt, hier finden sich viele innovative Betriebe.

Besuch des Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE). Seit 1975 sind die Kosten der Ethanolherzeugung auf 1/3 gesunken. Ermöglicht wurde dies durch Forschung und Entwicklung entlang der Produktionskette. CTBE setzt hier fort und erforscht technische und wissenschaftliche Fragen innovativer und nachhaltiger Erzeugung von Bioethanol aus Zuckerrohr mit nationalen Mitteln und in strategischen Partnerschaften. CTBE wird durch das Zentrum für Energie- und Materialforschung betrieben und vom Ministerium für Wissenschaft und Technologie finanziert. Seit 2010 steht auf 8000 m² ein Laboratorium für 50 ständig beschäftigte Mitarbeiter und die gleiche Zahl von Gastwissenschaftlern zur Verfügung. Die Wissenschaftler werden durch 90 technische Mitarbeiter unterstützt.

Die Gründung des CTBE geht auf eine 2005 vom Brasilianischen Ministerium für Wissenschaft und Technologie beauftragte Studie zurück. Die Studie hat gezeigt, dass Brasilien im Jahr 2025 10 % des Benzinbedarfs der Welt decken kann. CTBE hat von der Regierung den Auftrag, die führende Rolle Brasiliens durch Forschung, Entwicklung und Innovationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette auszubauen. Gearbeitet wird in den Grundlagenwissenschaften, bei der Prozessentwicklung in Pilotanlagen und durch Simulation, an der pfluglosen Bodenbearbeitung sowie an Fragen der Nachhaltigkeit.

Besuch bei Monsanto in Campinas. Monsanto ist in Brasilien an 42 Standorten tätig. Monsanto Brazil erzeugt Saatgut für Mais, Sojabohne, Baumwolle, züchtet und vermehrt Zuckerrohr und erzeugt und vertreibt Pflanzenschutzmittel. In Campinas werden Zuckerrohrpflanzen erforscht. Die Aktivitäten sind das Ergebnis einer Partnerschaft mit den brasilianischen Firmen CanaVialis und Alellyx. CanVialis steigert mit Gentechnologien die

Produktivität von Zuckerrohr. Alellyx arbeitet mit Eukalyptus und verbessert die Qualität des Holzes in Hinblick auf die Eigenschaften für die Papier- und Zellstofferzeugung sowie für die Energie- und Holzkohleerzeugung. Mit dem Know-how von Monsanto kann die Produktivität durch insektenresistente Sorten gesteigert werden.

Monsanto Brazil arbeitet auch an der Verbesserung des genetischen Potentials von Sweet Sorghum (Zuckerhirse). Sweet Sorghum wird 30 bis 40 Tage vor Zuckerrohr geerntet. Damit könnten die bestehenden Ernte- und Umwandlungstechnologien besser ausgelastet und die Kosten der Zuckernerzeugung gesenkt werden. Ebenfalls erforscht wird „Energy Cane“ mit dem Ziel, die Energiemenge pro Flächeneinheit zu steigern, der Markteintritt ist für 2017 geplant.

Besuch bei der Firma Amyris. Die Firma wurde in Kalifornien gegründet und erhielt 2004 Mittel aus der Bill and Melinda Gates Foundation zur Entwicklung von Artemisininsäure, einem Malariamedikament. Amyris hat insgesamt 380 Mitarbeiter, der Börsenwert läge bei einer Mrd. US\$. Seit 2008 ist die Firma in Brasilien vertreten. Amyris hat Hefen entwickelt, die aus Zucker durch Fermentation Isoprenoide erzeugen. Erste Produkte sind Farnesene, aus denen eine Reihe von Stoffen erzeugt werden können. Derzeit sind drei Fermenter in Betrieb (bei der österreichischen Firma Biomin in Brasilien, bei Tate&Lyle in den USA und bei Antibioticocos in Spanien). Zwei kommerzielle Anlagen sind in Brasilien in Bau.

Mit bekannter Raffinerietechnologie kann aus Farnesen ein Paraffin, das sehr gut als Dieselkraftstoff geeignet ist, erzeugt werden. Der CFPP ist niedrig, die Cetanzahl hoch. Die Energiedichte entspricht herkömmlichem Dieseltreibstoff. In São Paulo läuft eine Flotte von Bussen mit einem Treibstoff aus 85 % fossilem Diesel, 10 % Amyris-Diesel und 5 % Biodiesel.

1.3 Task 39 Business Meeting

Bereits zu Beginn der laufenden Periode von Task 39 hat Petrobras, die nationale brasilianische Mineralölgesellschaft, Interesse an einer Zusammenarbeit gezeigt. Petrobras hat Task 39 eingeladen, ein Meeting in ihrem Forschungszentrum in Rio de Janeiro durchzuführen. Im Rahmen des Meetings berichteten die Task-Vertreter und Fachleuten aus Brasilien über Status und Entwicklung der Biotreibstoffe in ihren Ländern.

Der Business Plan von PETROBRAS sieht für die Jahre 2011 bis 2015 einen Gesamtumsatz von 225 Mrd. US\$ vor. Bei den Biotreibstoffen sind 4,1 Mrd. US\$ geplant: 46 % davon für Ethanol, 32 % für Biodiesel, 15 % für den Vertrieb, 7 % für die Forschung. Derzeit hat Petrobras bei Ethanol einen Marktanteil von 5,3 %, bei Biodiesel 28 %. Die Forschung ist breit aufgestellt. Bei den Biotreibstoffen werden Biodiesel, Ethanol und fortgeschrittene Verfahren wie Ethanol aus Lignozellulose und Bio-FT untersucht. Die Hydrierung von Pflanzenölen wurde im industriellen Maßstab in sechs Raffinerien erprobt, die Rahmenbedingungen und die Rohstoffpreise erlauben derzeit jedoch nicht, Pflanzenöl als Rohstoff in Raffinerien wirtschaftlich einzusetzen.

Die Produktivität von Energiepflanzen wird ebenfalls erforscht. Die Erträge von Ölpalmen, Sonnenblumen oder Castor können durch Züchtung und bessere landwirtschaftliche Praxis gesteigert werden. Das Ertragspotential nativer Pflanzen wird untersucht. Pflanzen mit hohem Potential werden selektiert, neue Produktionssysteme werden entwickelt und hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit bewertet. Dabei wird mit Embrapa, einem Netzwerk von 38 brasilianischen Forschungszentren, zusammen gearbeitet.

Brasilien ist weltweit die Nummer Eins bei Bioenergie. Mehr als die Hälfte des Landes ist mit natürlicher Vegetation bedeckt. 20 % der Fläche wird für Weidewirtschaft, 6,4 % für Ackerbau genutzt. Zuckerrohr wird lediglich auf 1 % der Fläche angebaut, der Anbau im Amazonasgebiet ist verboten. Neue Projekte unterliegen dem „Agro-ecological zoning“ und werden nur dann genehmigt, wenn die Ernte mechanisch erfolgt. Bewässerung ist verboten. Die Landnutzungsänderung wird durch vier Satelliten beobachtet, die Ergebnisse sind öffentlich zugänglich. Lobbyorganisationen setzen sich intensiv mit der wachsenden Zahl an internationalen Umweltinitiativen auseinander.

Zuckerrohr ist nach Erdöl die wichtigste Energiequelle und trägt wesentlich dazu bei, dass Brasilien mit 53% erneuerbarer Energie weltweit die führende Rolle einnimmt. Unter den geltenden Einschränkungen könnten 63 Mio. ha (7,5 % der Fläche) mit Zuckerrohr und 30 Mio. ha mit Ölpflanzen bebaut werden. Brasilien könnte 2025 10 % des Bedarfs der ganzen Welt an Vergaserkraftstoff erzeugen. Dazu sind 1000 neue Fabriken erforderlich, 9 Millionen Arbeitsplätze würden geschaffen. Die Erzeugung von Biostrom aus Nebenprodukten der Zuckerrohr- und Ethanolherzeugung kann stark gesteigert werden. Ethanol aus Lignozellulose wird intensiv erforscht, die Chancen sind jedoch im Wettbewerb mit der Erzeugung aus Zucker ungünstig.

Die Politik konzentriert sich auf den nationalen Markt und ist durch Pflichtbeimengung von Ethanol (18 - 25 %) und Biodiesel (5%) geprägt. Bis 2020 sollen 63 Mio. m³ Ethanol auf den Markt kommen. Die Produktion von Pflanzenöl soll von 7,6 Mio. m³ auf 10 Mio. m³, die von Biodiesel auf 3,8 Mio. m³ angehoben werden. Die Pflanzenölproduktion in kleinen Betrieben wird besonders gefördert.

In Australien, Europa und Nordamerika hat sich seit dem letzten Meeting in Seattle wenig geändert:

- **Australien:** Die wirtschaftliche Lage der Ethanolindustrie ist schwierig. Die Regierung unterstützt die Forschung durch Gründung des „Australien Biofuels Research Institute“.
- **Dänemark:** Die Demonstrationsanlage von INBICON zur Erzeugung von Ethanol aus Stroh ist erfolgreich in Betrieb gegangen.
- **Finnland:** Bis 2020 soll der Anteil erneuerbarer Energie im Transportsektor 20 % betragen. Entscheidungen zur Errichtung Anlagen zur Erzeugung synthetischer Treibstoffe werden vorbereitet, biochemische Verfahren werden erforscht.

- **Deutschland:** Der Anteil von Biodiesel ist von 12 % im Jahr 2007 auf 7,2% gesunken, Deutschland führt immer noch die europäische Statistik an. CHOREN, Betreiber der Bio-FT-Demonstrationsanlage in Freiberg, musste wegen des Rückzugs von Shell Konkurs anmelden.
- **Kanada:** die Produktionskapazität liegt bei 2 Mio. m³ Biotreibstoffen. Der „Renewable Fuel Standard“ fordert die Beimengung von 5 % Ethanol und 2 % Biodiesel.
- **Neuseeland:** Die Pilotanlage von LanzaTech, in der aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff mit Mikroben Treibstoffe und Rohstoffe erzeugt werden, ist seit 2008 in Betrieb.
- **Norwegen:** Borregaard errichtet eine Pilotanlage zur Erzeugung von Ethanol aus lignozellulosen Rohstoffen. Die nationale Klimaagentur empfiehlt, die Forschung auf thermochemische Verfahren auszudehnen.
- **Österreich:** Das Intelligent Energy Europe finanzierte Projekt „Biograce“, in dem ein Tool zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen von Biotreibstoffen erstellt wird, steht vor dem Abschluss, ein Folgeprojekt wurde beantragt.
- **Schweden:** bis 2015 werden für das „SEKAB-Programm“ (Ethanol aus Holz) 14 Mio. € bereitgestellt. Dem Schwedischen Vergasungszentrum stehen jährlich 20 Mio. € zur Verfügung. Gothenburg Energi setzt 23 Mio. € zur Errichtung einer Biomethananlage ein. Chemrec will mit 53 Mio. € eine Anlage für Biotreibstoffen aus Sulfitablaue bauen.

Weitere Details sind auf der Taskwebsite www.task39.org verfügbar (login notwendig) und können bei Bedarf von Dina Bacovsky oder Manfred Wörgetter¹ weitergegeben werden.

¹ Dina.Bacovsky@Bioenergy2020.eu; Manfred.Woergetter@Bioenergy2020.eu

2 Zur Einführung

Brasilien nimmt nach den Vereinigten Staaten von Amerika den zweiten Platz bei der Erzeugung und Verwendung von Biotreibstoffen ein. Die führende Rolle Brasiliens reicht auf das 1975 durch die Regierung initiierte „Proalcol-Programm“ zurück. Jahrzehntelange intensive Bemühungen von Politik, Industrie, Wirtschaft und Landwirtschaft haben aus der Erzeugung von Ethanol aus Zuckerrohr für den Betrieb von PKWs eine Erfolgsstory gemacht. Die Entwicklung der Preise von Erdöl sowie Nahrungs- und Futtermittel sowie die riesigen Ressourcen in der Land- und Forstwirtschaft schaffen für Brasilien Chancen für den Aufbau eines starken Heimmarktes und günstige Voraussetzungen für den Zugang zu den Weltmärkten.

Brasilien ist seit Beginn dieser Entwicklung an einem Austausch mit Europa interessiert und nimmt auch seit langer Zeit an IEA Bioenergy teil. Bisher waren die Bemühungen, Vertreter Brasiliens in die Aktivitäten des Liquid Biofuels Task einzubeziehen, wenig erfolgreich. Jack Saddler, Leader von Task 39, nahm im Rahmen der 32th Conference on Biotechnology for Fuels and Chemicals vom 1. bis zum 5. Mai 2011 in Seattle Kontakte zum wissenschaftlichen Komitee der „1st Brazilian Bioenergy Science and Technology Conference „BBEST“ auf und konnte Frau Professor Glaucia Souza vom Instituto de Química der Universidade de São Paulo dazu gewinnen, in zwei Sitzungen der Konferenz die Arbeiten von Task 39 präsentieren zu können.

Bereits zu Beginn der laufenden Periode von Task 39 hat Petrobras, die nationale brasilianische Mineralölgesellschaft, Interesse an einer Zusammenarbeit gezeigt. Petrobras hat Task 39 eingeladen, das zweite Meeting im Jahr 2011 in ihrem Forschungszentrum in Rio de Janeiro durchzuführen. Im Rahmen des zweitägigen Meetings berichtete eine Reihe von Fachleuten aus Brasilien über ihre Erfahrungen bei der Markteinführung erneuerbarer Energie im Allgemeinen und über Biotreibstoffen im Speziellen.

Der gegenständliche Berichte informiert über:

1. Wichtige Beiträge der BBEST Konferenz
2. Die Study Tour im Rahmen der BBEST Konferenz zu CTBE, Monsanto und AMYRIS
3. Die Ergebnisse des Task 39 Meetings bei Petrobras

Weitere Details sind auf der Taskwebsite www.task39.org verfügbar (login notwendig) und können bei Bedarf von Dina Bacovsky oder Manfred Wörgetter² weitergegeben werden.

² Dina.Bacovsky@Bioenergy2020.eu; Manfred.Woergetter@Bioenergy2020.eu

3 BBEST Conference Campos do Jordao³

3.1 Zur Konferenz

Die Konferenz wurde im Bioen-Programms von FAPESP veranstaltet⁴. FAPESP, die São Paulo Research Foundation (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) – ist eine unabhängige Agentur mit dem Auftrag, Wissenschaft, Forschung und technologische Entwicklung im Staat São Paulo, dem finanzstärksten Bundesstaat Brasiliens, zu unterstützen. Seit 1989 erhält FAPESP 1 % des Budgets des Staates São Paulo. Unter anderem ist FAPESP bemüht, die Entwicklung der Biotreibstoffe durch Forschung zu unterstützen⁵. Das Bioen-Forschungsprogramm dient der Vernetzung von Industrie und Forschung und unterstützt Laboratorien an Hochschulen und in Unternehmen⁶. Themen sind:

1. Biomasseforschung mit Fokus auf Zuckerrohr einschließlich Verbesserung der Pflanzen und der landwirtschaftlichen Methoden
2. Bioraffinerietechnologien und Chemie der Ethanolherzeugung
3. Ethanolverwendung in Fahrzeugen mit Ottomotoren und Brennstoffzellen
4. Industrielle Technologien zur Erzeugung von Ethanol
5. Auswirkungen auf Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt einschließlich Fragen der Landnutzung und des geistigen Eigentums

Das Bioen-Programm unterstützt die wissenschaftliche Forschung an Hochschulen mit dem Ziel, Know-how auf dem Gebiet der Erzeugung von Bioethanol zu generieren und hochqualifizierte Forscher, Wissenschaftler und Experten auszubilden, um einen technischen Vorsprung auf diesem Gebiet zu erreichen⁷. Die Konferenz wurde 2011 zum ersten Mal veranstaltet, weitere Konferenzen sollten in Abständen von drei Jahren folgen.

Gegenstand der Konferenz waren Übersichten über die Chancen und Grenzen der Bioenergie, über Technologien zur Erzeugung von Treibstoffalkohol sowie wissenschaftliche Beiträge über Teilaspekte. Folgende Themen wurden in Plenarvorträgen, Parallelsitzungen und Posterpräsentationen behandelt:

³ <http://www.bbest.org.br/>

⁴ http://bioenfapesp.org/index.php?option=com_content&view=article&id=170&Itemid=151&lang=en

⁵ <http://www.fapesp.br/en/>

⁶ Projekte des BIOEN-Programms: www.fapesp.br/publicacoes/pasta_bioen_jun2010.pdf#page=106

⁷ <http://www.fapesp.br/en/472>

1. Potentiale und Aufkommen, Züchtung, Anbau, Ernte, Logistik, Vorbehandlung und Fraktionierung, Grundlagen der Photosynthese, Gentechnologie, Biomasse aus Algen,
2. Technologien der Erzeugung von Biotreibstoffen, enzymatischer Aufschluss, Fermentation und thermochemische Konversion, Verstromung und innovative Biotreibstoffe,
3. Chemie der Alkoholerzeugung und Bioraffinerien, Nebenprodukte mit hoher Wertschöpfung sowie Stand der Technik von Pilotanlagen,
4. Motorische Verwendung,
5. Nachhaltigkeit, Politik und Bildung,
6. Prozessintegration.

Die Konferenz war mit ca. 700 Teilnehmern aus 21 Ländern sehr gut besucht. Die Forscher stellten mit 233 Personen das größte Kontingent; 218 Teilnehmer waren Studenten, 163 Teilnehmer kamen von verschiedenen Organisationen. Insgesamt wurden 105 Beiträge präsentiert⁸. Das Programm beinhaltete Beiträge aus den Bereichen Politik und Bioenergieprogramme, Verfügbarkeit von Biomasse, Biomasse für Strom und Wärme, Pyrolyse, Vergasung, flüssige Biotreibstoffe für den Verkehr, Bioenergie aus Algen, Kohlenstoffspeicherung mit Biokohle, Biogaserzeugung, Energie aus Bioabfällen und übergreifende Aspekte wie Treibhausgasemissionen aus Bioenergiesystemen. Ergänzt wurde die Konferenz durch Posterpräsentationen und eine Study Tour.

Der Bericht enthält eine Zusammenfassung von Highlights der Konferenz.

Die Beiträge der Konferenz können hier herunter geladen werden:

www.bbest.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=66

3.2 Konferenzbeiträge

Eine Überblick über die Entwicklung der Biotreibstoffe seit 1975 gab Prof. Jose Goldemberg von der Universidade de São Paulo. Professor Goldemberg ist als Physiker seit den 1960-er Jahren mit Fragen der Energie und der Energiebilanzen befasst. Er spielte bei der Unterstützung von Bioethanol durch die brasilianische Politik eine tragende Rolle. In den 80-er Jahren entwickelte er Energiestrategien, die wesentlich zur weltweiten Entwicklung nachhaltiger Energiesystem beigetragen haben. Sein Pionierkonzept für Entwicklungsländer zum Überspringen von Entwicklungsschritten hat wesentlich zur weltweiten Einführung erneuerbarer Energie beigetragen. Im Jahr 1992 hat er als Energieminister Brasiliens das „Rio Earth Summit“

⁸ <http://agencia.fapesp.br/en/14407>

vorbereitet und in Folge in Brasilien und in den Vereinten Nationen starke Impulse in Richtung Umwelt, erneuerbare Energie, Minderung der Treibhausgasemission, ethische Fragestellungen, Entwaldung gegeben und damit zu einer besseren Energieverwendung beigetragen⁹.

„Die Menschen sind dem Auto verfallen“, so Jose Goldemberg. In den USA kommen auf 1000 Einwohner 800 Autos, in der Stadt São Paulo sind es auch schon 800, im Staat Sao Paulo 400, in Brasilien 100. Während die Ethanolproduktion aus Getreide in den USA energieintensiv ist, kann bei Zuckerrohr der Energiebedarf aus Bagasse gedeckt werden. Die Kosten für die Produktion sind stark gefallen, heute kann ein Kubikmeter Ethanol aus Zuckerrohr um 144 US\$ erzeugt werden. Bedenken bezüglich der Nachhaltigkeit seien ebenso wenig begründet wie die Behauptung, dass die Ethanolerzeugung in Brasilien die volatilen Lebensmittelpreise verursacht hätten. Der Zuckerrohranbau sei nicht der Grund für die Ausdehnung der Weidewirtschaft in das Amazonasgebiet. Die Mechanisierung der Zuckerrohrernte verringert die Umweltbelastung durch das Abbrennen des Zuckerrohrs vor der Ernte. Heute schon wird 60 % der Zuckerrohrfläche in São Paulo mechanisch geerntet.

Marcos Jank, Präsident von UNICA, berichtete über die Ethanol- und Zuckerindustrie Brasiliens, die jährlich 50 Mrd. US\$ umsetzt und 1,28 Mio. Arbeitsplätze sichert. Die Industrie betreibt 434 Anlagen und erzeugt 18 % des Energiebedarfs des Landes. Das Proalcool-Programm, das von 1975 bis 1990 gelaufen ist, ist die Grundlage des Erfolgs, der 1990 durch eine Finanzkrise und geänderte politische Rahmenbedingungen unterbrochen wurde. Die Entwicklung und Markteinführung von Fahrzeugen, die sowohl für Ethanol und Benzin in beliebiger Konzentration geeignet sind (Flex Fuel Vehicles, „FVV“) hat nach dem Jahr 2000 die positive Entwicklung fortgesetzt. Mittlerweile sind ca. die Hälfte des PKW-Bestands und 90 % der neu angemeldeten PKWs damit ausgerüstet.

Das jährliche Wachstum der Ethanolindustrie liegt bei 2 %. Auf das Krisenjahr 2008 hat die Industrie mit geringeren Investitionen reagiert, seither ist jedoch das Interesse internationaler Gruppen und Investoren gewachsen. Die Industrie ist immer noch sehr fragmentiert. Die zehn wichtigsten Gruppen teilen sich 29 % des Marktes, der Konzentrationsprozess startet langsam.

Die Ethanolwirtschaft tritt derzeit in eine dritte Phase ein. Die Weltwirtschaftskrise hat die Wettbewerbsbedingungen geändert. Der hohe Weltmarktpreis für Zucker hat in Brasilien zu Verknappung von Bioethanol geführt, politisch setzt man nun mit dem Ziel der Treibhausgaseminderung auf „Low Carbon Credits“.

Seit 5 Jahren setzt die Regierung die Preise für Benzin und Ethanol fest, derzeit darf Benzin 2,00 Real, Ethanol 1,70 pro Liter kosten. Der brasilianische Mineralölriese Petrobras hat das

⁹ www.af-info.or.jp/en/blueplanet/doc/prof/2008profile-eng.pdf

Treibstoffmonopol, Ethanol muss sich aber auf einem freien Markt bewähren. Die Kosten der Erzeugung sind von 0,80 Real im Jahr 2006 auf 1,00 Reales im Jahr 2011 gestiegen.

Mit weiter steigenden Kosten der Erzeugung ist wegen steigender Landmieten und steigenden Lohnkosten zu rechnen. Steigend Produktivität soll die Kosten in Grenzen halten. Mit fortgeschrittenen Technologien könnte die Ethanolproduktion pro Hektar von 7 m³ auf 11 m³ gesteigert werden. In der nächsten Dekade ist in Brasilien mit stark steigender Motorisierung zu rechnen. Die Zahl der PKWs wird von 27 Mio. im Jahr 2010 auf 52 Mio. im Jahr 2020 wachsen. Um die Erfolge nicht zu gefährden, verlangt UNICA Steuererminderungen für Ethanol. Forschung und Entwicklung sind die Grundlage für weitere Erfolge. Forschungsschwerpunkte werden bei Bio-Kohlenwasserstoffe, Biobutanol, Ethanol aus Lignozellulose, Bio-Ethylen für die Industrie und auf Feinchemikalien gesetzt.

UNICA ist die größte einschlägige Lobbyorganisation Brasiliens und vertritt die Interessen von 140 Mitgliedern aus der Zucker-, Ethanol- und Biostromproduktion. UNICA wurde im Jahr 1997 nach der Deregulierung des Zucker- und Ethanolsektors gegründet. Die Mitglieder tragen mehr als 50 % der Ethanolproduktion und mehr als 60 % der Zuckerproduktion Brasiliens bei. UNICA hat 60 Mitarbeiter und betreibt Büros in Washington D.C. und in Brüssel. Ein Büro in Asien ist geplant.

Aufgabe von UNICA ist, die weltweit führende Rolle der brasilianischen Zuckerrohrindustrie auszubauen und einen nachhaltigen agro-industriellen Komplex als Erzeuger und Lieferant von Zucker, Ethanol und Biostrom aufzubauen. Die derzeitigen Arbeitsschwerpunkte liegen auf der weltweiten Vermarktung von Ethanol als nachhaltiger Treibstoff, der Steigerung der Nachfrage auch in anderen Sektoren, dem großvolumigen Ausbau der Biostromerzeugung für den Heimmarkt, dem Nachweis der nachhaltigen Erzeugung von Ethanol in den Anlagen der Mitglieder und der Verbreitung von Informationen über die Wettbewerbsfähigkeit und Umweltverträglichkeit von Ethanol. Dies soll durch Verbreitung von Best Practice Beispielen in einem wettbewerbsfähigen freien Markt erfolgen. Politische Marktbarrieren sollen in Verhandlungen abgebaut werden¹⁰.

Ein Beispiel für die Informationsverbreitung zeigt das folgende Bild mit einem Hinweis auf eine „Virtuelle Mühle“, wo in kurzen Filmen die Schritte der Zucker- und Ethanolherzeugung von der landwirtschaftlichen Produktion bis zum Leben der Arbeiter gezeigt werden¹¹.

¹⁰ <http://english.unica.com.br/>

¹¹ <http://english.unica.com.br/virtual-mill/video-new/virtual-mill.htm>



„Virtuelle Zuckerfabrik“

Chris Somerville berichtet über die Forschung am Energy Bioscience Institut (EBI). Das EBI verbindet Biologie, Physik, Ingenieurwissenschaften und Forschungen über Umwelt und Gesellschaft mit dem Ziel, die Herausforderungen der künftigen globalen Energieversorgung anzunehmen und einen Beitrag zur Verringerung der Erderwärmung durch fossile Energieträger zu leisten. Weltweit erstmalig hat ein Institut der Biowissenschaften ausschließlich die Aufgabe, sich mit fortgeschrittenen Biotreibstoffen zu befassen. Im EBI arbeiten die University of California, Berkeley, die University of Illinois und BP zusammen, wobei BP das EBI für 10 Jahre mit 500 Mio. US\$ unterstützt.

Das EBI hat 120 fixe Mitarbeiter und 200 Forscher (Post-Docs, graduierte Forscher und Studenten) in 60 Forschergruppen. Erforscht werden die Erzeugung von Rohstoffen und Biotreibstoffen, Bioverfahren für die Treibstoffproduktion, der Aufschluss von Biomasse sowie die Nachhaltigkeit in Bezug auf Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft¹². Bei der Erzeugung von Ethanol aus Lignozellulose setzt man darauf, das Lignin möglichst rasch zu entfernen. Allein zu diesem Thema wurden bisher 300 wissenschaftliche Beiträge veröffentlicht. In einem weiteren Programm wurden tausende Enzyme untersucht.

Die Erneuerbare-Energie-Ziele der sind ehrgeizig. Das technisch nutzbare Biomassepotential wird in einer aktuellen Studie mit 1,3 Mrd. t/a bzw. 23 EJ/a beziffert¹³. BP sieht große Chancen in der Erzeugung von Lignozellulose-Ethanol aus Gräsern. Untersucht werden Miscanthus,

¹² www.energybiosciencesinstitute.org

¹³ http://www1.eere.energy.gov/biomass/billion_ton_update.html

Napier Gras, aber auch exotische Pflanzen wie z.B. die in Wüsten wachsenden Agaven. Vercipia, eine Tochterfirma von BP, errichtet derzeit in Florida eine kommerzielle Anlage für Gräser als Rohstoff¹⁴.

Lee Lynd vom Dartmouth College/ USA berichtet über die Erfahrungen aus dem Global Sustainable Bioenergy Project¹⁵, das sich mit der Kritik an der Entwicklung von Bioenergie und Biotreibstoffen auseinandersetzt. Er wies darauf hin, dass der Hunger in der Welt durch Armut und Misswirtschaft bedingt sei. Biotreibstoffe – die beste Alternative für den Flug- und Straßenverkehr über lange Strecken – schaffen neue Einkommenschancen. Die Ursachen für die Probleme Afrikas seien organisatorische und institutionelle Schwächen. Afrika hat 12 Mal mehr Fläche, aber um 30 % weniger Einwohner als Indien, Indien könne jedoch den Nahrungsbedarf decken. Brasilien sei ein positives Beispiel, wie es der Landwirtschaft gelingen kann, Nahrung und Energie zu erzeugen. Degradierete und stillgelegte Flächen können das Potential für die Erzeugung von Energie und Rohstoff weiter vergrößern.

Die Perspektiven der Biotreibstoffe für die Luftfahrt waren das Thema von Guilherme de Almeida Freire von Firma Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. (EMBRAER). EMBRAER ist nach Boeing und Airbus der drittgrößte Flugzeugbauer der Welt und produziert für den zivilen und den militärischen Sektor. Im Jahr 2007 hat EMBRAER mit 16 853 Mitarbeitern einen Umsatz von 6 Mrd. US\$ erwirtschaftet.

Die Luftfahrtsindustrie trägt 2 % zur weltweiten Treibhausgasbelastung bei. Die Industrie hat eine Roadmap zur Minderung der Emissionen entwickelt. Biotreibstoffe sind Teil dieser Strategie. Da die Treibstoffkosten ca. 30 bis 40 % der Kosten für den Flugbetrieb betragen, müssen die Preise mit fossilem Treibstoff konkurrieren können, ähnliche Kostenmodelle wie für Straßenfahrzeuge sind erforderlich. Mengenmäßig bedeutende Lösungen werden beträchtliche Zeit dauern.

Für den Betrieb von Jet-Triebwerken muss der Treibstoff den Anforderungen bestehender Standards voll entsprechen, „Drop-In-Biotreibstoffe“ sind erforderlich, Ethanol ist nicht geeignet. Besonders wichtig ist das Tieftemperaturverhalten. Die „American Society for Testing Materials“ ASTM hat 2008 ein Programm für Biotreibstoffe gestartet. Hydrierte Pflanzenöle wie NextBtL sind für den Flugbetrieb bereits approbiert. Die Firmen AMYRIS, Virent und LS9) arbeiten an Verfahren zur Erzeugung von Flugtreibstoffen aus Ethanol.

¹⁴ www.vercopia.com/press/vercopia-fact-sheet.aspx

¹⁵ <http://engineering.dartmouth.edu/gsbproject/index.html>

Im Mai 2010 haben folgende Firmen die Brasilianische Allianz für Bio-Flugtreibstoffe „ABRABA“ (Aliança Brasileira para Biocombustíveis de Aviação) gegründet¹⁶:

- Algae Biotecnologia
- Amyris Brasil
- Brazilian Jatropha Growers
- Aerospace Industries Association Brazil
- Azul Linhas Aéreas
- Curcas Diesel Brasil
- Embraer
- GOL Linhas Aéreas Inteligentes
- TAM Linhas Aéreas
- TRIP Linhas Aéreas
- UNICA

Laut einer Pressemeldung arbeiten mittlerweile Boeing, Embraer und die São Paulo State Research Foundation (FAPESP) bei der langfristigen Entwicklung von Biotreibstoffen für die Luftfahrt zusammen. Die brasilianischen Fluglinien Azul, GOL, TAM und Trip airlines beteiligen sich beratend. Erstes Ziel ist, die Chancen und Herausforderungen für den Aufbau einer kostengünstigen Erzeugung von Bio-Jet Treibstoff herauszuarbeiten. Die Studie, die gegen Ende 2012 vorliegen soll, wird eine Roadmap enthalten und die Grundlage für ein brasilianisches Zentrum zur Erforschung von Biotreibstoffen für die Luftfahrt werden. Das Zentrum soll von FAPESP und der Industrie finanziert werden und zur Entwicklung von Flugtreibstoffen in Brasilien führen¹⁷.

Das Thema „Wieviel Biotreibstoffe kann die Welt erzeugen“ wurde in einem Round Table behandelt:

- **Carlos Henrique de Brito Cruze von FAPESP¹⁸ präsentierte den nationalen Rahmen.** Brasilien hat 2009 47 % des Energiebedarfs aus erneuerbaren Quellen gedeckt, der Anteil von Zuckerrohr hat ohne die Stromerzeugung 18 % betragen. Der Staat São Paulo hat 2/3 zur Ethanolherzeugung Brasiliens beigetragen.

Die für die Ethanolproduktion genutzte Fläche des Landes ist mit 1,5 % sehr gering¹⁹. Die Produktivität der Ethanolproduktion kann auf das 2,5-fache gesteigert werden. In den nächsten 10 Jahren ist eine Steigerung um 1,6 % pro Jahr möglich. Genmanipulation kann den den Zuckergehalt steigern und den Wasserbedarf der Pflanzen senken. Eine weitere Option ist die Erzeugung von Ethanol aus der Lignozellulose.

¹⁶ www.enviro.aero/BrazilianAllianceforAviationBiofuels.aspx;
www.abraba.com.br/pt-BR/Paginas/home.aspx

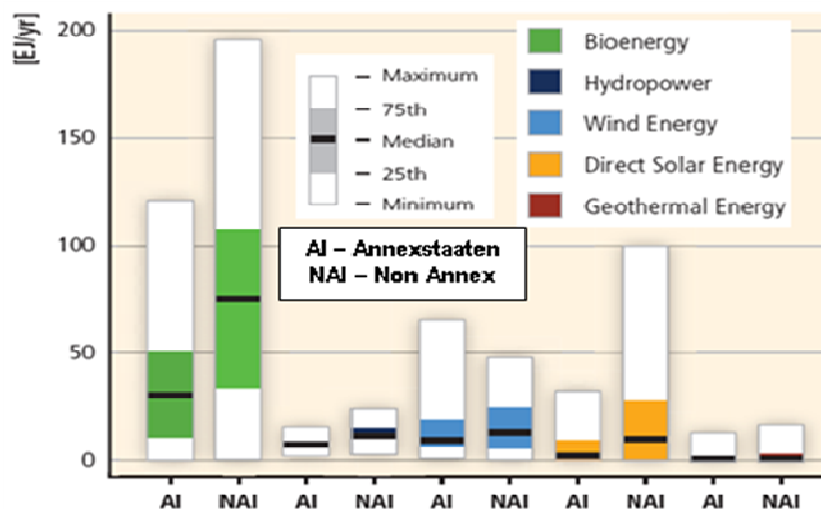
¹⁷ www.finanznachrichten.de/nachrichten-2011-10/21753483-boeing-embraer-to-lead-aviation-biofuels-program-in-brazil-020.htm

¹⁸ www.fapesp.br/en/6026

¹⁹ Unterschiedliche Angaben zum Flächenanteil sind durch die Bezugsfläche begründet

Südamerika und Afrika zusammen haben das Potential, im Jahr 2050 den Treibstoffbedarf der Welt zu decken. Unter realen Bedingungen erscheinen 25 % erreichbar.

- Richard Flavell von CERES/ USA berichtet über die Herausforderungen beim Aufbau eines Energiepflanzenmarkts.** Die Firma CERES wurde 1996 gegründet, hat derzeit 88 Mitarbeiter und entwickelt Gräser wie Switchgrass, Sorghum und Miscanthus für die Erzeugung von Bioenergie und fortgeschrittene Biotreibstoffe²⁰. Der Erfolg hängt von der Wettbewerbsfähigkeit mit anderen landwirtschaftlichen Produkten ab. Profite entlang der gesamten Wertschöpfungskette sind die Voraussetzung zur Lösung des „Henne - Ei“ - Problems. Die Industrie fordert vorhersehbare Preise, internationale Politik ist gefordert.
- Jeremy Woods vom Imperial College in London** erforscht das Zusammenspiel zwischen der Entwicklung der Bioenergie und der Landnutzung²¹. Weltweit sollten die bewirtschafteten Flächen ausgedehnt, die Erträge gesteigert, die Ernteverluste gesenkt und die Effizienz der Erzeugung und Verarbeitung jedeweder landwirtschaftlicher Produktion gesteigert werden. Insgesamt müsse der verfügbare Kohlenstoff effizienter genutzt werden. Das Potential der Bioenergie ist groß, eine Analyse der IPCC WG III beziffert das Potential für 2050 mit 50 bis 1 000 (!) EJ.



Mögliche Mengen erneuerbarer Energie 2050 laut IPCC WG III²²

Derzeit sind die verfügbaren Biomassen zu wenig genutzt, wie bei jeder Entwicklung wird auch hier eine steigende Nutzung Konsequenzen haben.

²⁰ www.ceres.net/Index.html

²¹ <http://www3.imperial.ac.uk/people/jeremy.woods>

²² http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_SPM.pdf

- **Luis Carlos Correa Carvaho von ABAG ging auf die Preisentwicklung ein.** ABAG ist eine Vereinigung von Organisationen entlang der Wertschöpfungskette von der landwirtschaftlichen Urproduktion bis zum Verbraucher. Die Erzeugung von Bioethanol ist in Brasilien im Jahr 2011 wegen der weltweit steigenden Preise für Bio-Commodities am Weltmarkt gesunken. Der Weltmarkt für Biotreibstoffe hat nicht die Erwartungen erfüllt. Die prognostizierte Steigerung der Biotreibstoffmengen wird zu weiteren Preissteigerungen führen, die Zeit der niedrigen Rohstoffkosten ist vorbei. Zur Deckung des steigenden Ethanolbedarfs Brasiliens müssen jährlich 15 bis 20 neue Anlagen errichtet werden.

„Biotreibstoffe und Politik“ war Thema eines weiteren Round Table:

- **Luiz Augusto Horta von UNIFEI**, der Universität in Itajuba, Brasilien, wies auf die Notwendigkeit eines durch die Politik getriebenen Paradigmenwechsels in der globalen Energiepolitik hin. Ein ausgewogenes Steuersystem kann Grundlage für neue Energiesysteme sein. In Brasilien haben sich aus der Entwicklung von Ethanol Vorteile für die Gesellschaft ergeben. So sind z.B. die Einkommen der Arbeiter in der Zuckerindustrie höher als der Durchschnitt. Die technische Entwicklung hat zu größeren Vorteilen für die Umwelt geführt; so wurde z.B. der Wassereinsatz in den Fabriken auf ein zwanzigstel verringert. Der Anbau von Zuckerrohr wurde auf ökologisch geeignete Regionen beschränkt. Brasilien betreibt eine aktive Informationspolitik und berät andere Länder in Lateinamerika bei der Einführung von Biotreibstoffen.
- **Marcello Poppe von cgee**, dem Zentrum für strategische Studien und Management, wies auf das Engagement Brasiliens zur Minderung der Umweltbelastung durch landwirtschaftliche Produktion hin, wobei unter anderem auf die Verringerung des Pestizideinsatzes, des Wasser- und Energiebedarfs, die Landnutzungsänderung und soziale Aspekte geachtet werde.
- **Sharlene Weatherwax vom US Department of Energy** gab eine umfangreiche und detaillierte Übersicht über die mit erneuerbarer Energie befassten Organisationen des Ministeriums.

Die Fortschritte beim AFEX-Prozess waren Thema von Bruce Dale von MSU/ Great Lakes Biomass Centre²³. Moderate Produktionskosten sind die Voraussetzung für die Markteinführung fortgeschrittener Biotreibstoffe. Die Kosten werden maßgeblich durch die direkten und verborgenen Kosten der Vorbehandlung (Bildung von Inhibitoren, Verlust von Nährstoffen, Wasserverbrauch) bestimmt. Die Vorbehandlung mit dem „Ammonia Fibre Expansion Prozess“

²³ <http://glbrc.msu.edu/research.html>

(AFEX) bietet Vorteile. Der Prozess dauert 15 Minuten und läuft bei 20 bis 30 bar und 70 bis 140°C. Da kein Wasser verwendet wird, werden die Nährstoffe nicht ausgewaschen. Switchgrass, Maisstroh, Zuckerrohrbagasse, Reisstroh, Miscanthus und DDGS wurden erfolgreich mit AFEX behandelt. Mehr als 98 % des Katalysators konnte zurück gewonnen werden, die Bildung von Inhibitoren wie z.B. Furane war gering und unterschiedliche Produkte wie z.B. Futtermittel konnten erzeugt werden. Derzeit werden neue AFEX-Verfahren entwickelt:

- Extraktives AFEX,
- Festbett-AFEX,
- 2nd Generation AFEX für pumpbare Rohstoffe.

MSU entwickelt ein fortgeschrittenes AFEX-Verfahren, das keine externe Wärmezufuhr benötigt. Dabei wird die Biomasse an die Wand von Rohren geblasen. Die Funktion wurde im Labormaßstab nachgewiesen. Ende 2011 soll eine Pilotanlage in Betrieb genommen werden, das US Department of Energy finanziert das Projekt mit 4,3 Mio. US\$. Das Verfahren soll zur dezentralen Erzeugung von AFEX-behandelten Pellets geeignet sein.

Auf integrierte Prozesse zur Energieerzeugung aus Zuckerrohr ging Rubens Macial von der Ingenieurwissenschaftlichen Fakultät der Universität in Campinas²⁴ ein. Seine Arbeiten werden vom FAPESP/ BIOEN Programm finanziert. Ziel ist, in Ethanolanlagen und Zuckerfabriken Energie einzusparen, mehr Energie in Form von Ethanol, Biodiesel und Strom zu erzeugen und die Netto-CO₂-Emissionen gegen Null zu bringen. Dies soll Hand in Hand mit der Steigerung der Produktivität von 6 auf 14 m³ Ethanol pro Hektar gehen.

Zuckerrohr kann in Bioraffinerien zur Erzeugung von Ethanol, Essig- und Milchsäure sowie für die gekoppelte Erzeugung von Azeton, Butanol und Ethanol verwendet werden. In den „Sugar Mills“ werden eine Reihe von Nebenprodukten wie Glycerol, Succinsäure, Isoamylalkohol erzeugt. Alle Produkte und Nebenprodukte können in der chemischen Industrie als Rohstoff eingesetzt werden. Bei der Vielzahl der Möglichkeiten ist die Suche nach der besten Lösung schwierig, die Computersimulation bietet dabei Hilfe.

In den Anlagen selbst ist eine Reihe von Verbesserungen z.B. bei der Extraktion und der Konzentration des Dicksafts, der Rückgewinnung der Hefen und bei der Destillation möglich. Da die Kosten der Destillation bei 70 % der Gesamtkosten liegen, sind hier Verbesserungen am wirksamsten. Wichtig daher auch die Steigerung der Alkoholkonzentration vor der Destillation von 8 - 10 auf 15 – 18 %.

²⁴ www.feq.unicamp.br/; <http://www.unicamp.br/unicamp/en>

Vielversprechende innovative Verfahren werden im Pilotmaßstab und durch Simulation untersucht. Eine aussichtsreiche Technologie ist die Fermentation unter Vakuum, der Energiebedarf könnte damit um den Faktor 5 verringert werden. Die Azeton-Butanol-Ethanolfermentation scheint für die C5 Zucker gut geeignet.

Die Integration von Prozessen ist allgemein von Bedeutung, besonders interessant erscheint die Kombination mit der Biogaserzeugung. Die Erzeugung von Synthesegas wird ebenfalls untersucht, das Institut hat auch ein „Bio - Kerosin“ - Verfahren patentiert.

Die Entwicklung von Technologien zur Erzeugung von Ethanol aus Lignozellulose soll Hand in Hand mit der Verbesserung der bestehenden Technologien gehen. Die Weiterentwicklung bewährter Verfahren sowie die Verbesserung der Logistik soll Vorrang gegenüber der Entwicklung neuer Technologien haben.

Die norwegische Firma Borregard setzt auf die stoffliche Nutzung von Biomasse, so Gisle Johannssen. Im Durchschnitt besteht Biomasse zu 45 % aus Fasern, 30 % aus Füllmaterial und 25 % aus Zuckern und anderen Substanzen. Borregard ist bestrebt, die Wertschöpfung in Summe zu maximieren und hat dabei mit 1200 Mitarbeitern in 12 Ländern der Erde gute Erfolge erzielt²⁵. Wichtige Produkte sind Lignosulfonat und Oxilignosulfonat, Vannilin und Acetovanillon sowie ein Pheromon zur Bekämpfung des Rindenkäfers. Borregard - Produkte werden als Pelletierhilfsmittel, als Futtermitteladditiv, zur Verbesserung der Eigenschaften von Beton, als Bindemittel, Emulgator, in Fahrzeugbatterien, zur Industrierwasserreinigung und sogar auf Erdölbohrfeldern eingesetzt²⁶.

Um Bioraffinerien weiter zu entwickeln, hat Borregard im „BALI-Projekt“ anfangs des Jahres in Sarpsborg in Norwegen mit der Errichtung einer Pilotanlage zur Erzeugung von Lignozellulose-Ethanol und anderer Produkte begonnen. Dabei werden lignozellulose Rohstoffe enzymatisch aufgeschlossen. Die C6 Zucker werden zur Erzeugung von Ethanol, die C5 Zucker zur Erzeugung von Chemikalien, Hefen und Ethanol, das Lignin für Chemikalien verwendet. Der patentierte Prozess ist flexibel. Als Rohstoffe können Bagasse, Maisstroh, Bambus, Eucalyptus, Getreidestroh und Switchgrass eingesetzt werden. Die Pilotanlage kann 50 kg Biomasse pro Stunde verarbeiten, die Investitionskosten betragen 150 Mio. NOK²⁷. Das Projekt wird mit Mittel

²⁵ In Brasilien ist Borregard mit Borregard LignoTech vertreten.

²⁶ www.lignotech.com/Industries

²⁷

www.nobio.no/images/stories/bioenergidagene/bioenergidagene2010/presentasjoner/Biodrivstoff/gislelohrejohanse_nborregaard.pdf

aus den EU-FP7 Projekten Eurobioref und Suprabio²⁸ sowie mit norwegischen Forschungsmitteln finanziert.

Über die Inbetriebnahme der Anlage von INBICON in Dänemark berichtete Henning Jorgensen. Die Anlage ist wie geplant in Betrieb gegangen und erzeugt aus Stroh Ethanol und Lignin als Brennstoff für das daneben liegende Kraftwerk. Pro Tonne Stroh werden 180 bis 200 Liter Ethanol erzeugt. Die C5-Zucker werden als Rohstoff für die Erzeugung von Biogas verwendet. Inbicon ist in Gesprächen mit der dänischen Regierung über die Errichtung einer kommerziellen Anlage zur Erzeugung von 1200 t Ethanol pro Tag.

Eine Übersicht über die Entwicklung in Norwegen gab Karin Oyaas vom Paper and Fiber Research Institut (PFI). Die norwegische Firma Weyland entwickelt ein Verfahren zur Erzeugung von Ethanol aus Lignozellulose. Die Grundlagen dafür wurden 1987 von einer Forschergruppe an der Universität in Bergen im Labor erarbeitet. Der Aufschluss erfolgt mit konzentrierter Säure, die Säure wird zu 98,5 % recycelt. Mittlerweile wurde eine Pilotanlage einer Kapazität von 200 m³/Jahr in Bergen in Betrieb genommen. Die Anlage dient als Plattform für die Entwicklung eines kommerziellen Verfahrens²⁹. Die Forschungen werden von der Regierung und von Statoil mit 2,5 Mio. € unterstützt,

Die Chancen und Grenzen der Biotreibstoffproduktion in Südafrika zeigte Emile Van Zyl, Universität Stellenbosch (Südafrika), auf. Energie spielt eine wesentliche Rolle in der Entwicklung von Nationen und ist der Motor wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Fortschritte. Für die Verbesserung des Lebens der Menschen in Afrika (heute 800, in einer Dekade 1200 Millionen) ist ausreichender Zugang zu Energie unerlässlich. Dabei kommt der erneuerbaren Energie besondere Bedeutung zu.

Das Potential für Bioenergie in Afrika ist riesig. Voraussetzung für die Nutzung ist jedoch ein gute land- und forstwirtschaftliche Praxis (siehe dazu die Arbeiten von Smeets, Faaij, 2004). Südlich der Sahara sind riesige Flächen zur Erzeugung von Nahrung, Futtermittel, Rohstoffen und Bioenergie verfügbar (Campell et al. 2008; Environ. Sci. Technol. 42). Brandrodungen waren und sind in diesen Regionen weit verbreitet. Brennholz ist mit einem Anteil von fast 50 % die am meisten verbreitete Energiequelle, wird aber mehr und mehr zu einem seltenen Gut.

²⁸ <http://eurobioref.org/>, www.suprabio.eu/

²⁹ <http://weyland.no/about-us/>



Malawi today



Malawi in the past



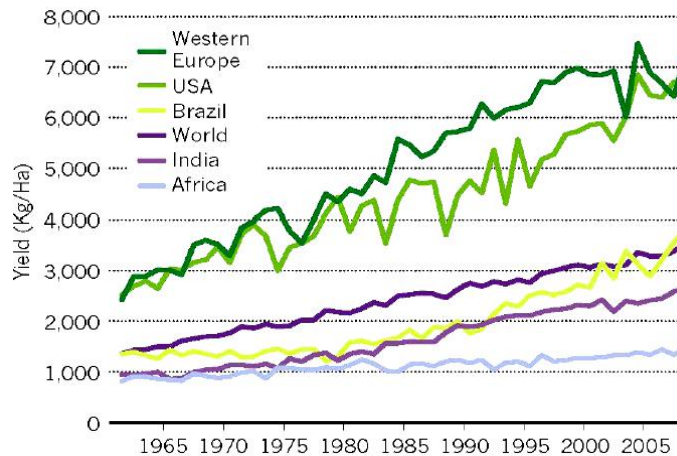
Brick-making using woody materials



Charcoal

Verfügbarkeit von Biomasse, Beispiel Malawi

Indien kann mehr als eine Milliarde Menschen ernähren. Trotz ähnlicher klimatischer Voraussetzungen schaffen dies 800 Millionen Afrikaner auf der 12-fachen Fläche nicht. Die Institutionen und Organisationen Afrikas haben es bisher nicht geschafft, die Chancen umzusetzen. Emile Van Zyl bringt es auf den Punkt: „Afrika ist nicht arm, aber armselig verwaltet“. Während weltweit die Erträge von Getreide stark steigen, hat die „Grüne Revolution“ Afrika nicht erreicht.



Entwicklung der Getreideerträge [Lynd and Woods. 2011; *Nature* 424]

Wenn auch Afrikas Entwicklungsländer ein großes Potential für Biotreibstoffe haben, unterscheidet sich die Situation wesentlich von der in Ländern wie Brasilien. Die unsichere Versorgung mit Nahrung und Energie, die extreme Armut, die Arbeitslosigkeit und die Zerstörung der Umwelt hindern die Entwicklung.

Im Süden Afrikas wächst die Zuckerrohrproduktion jährlich um 2,5 %. Mit 6 % der Landfläche ist der Anteil aber gering. Entwicklungen laufen in Südafrika, Malawi, Swasiland, Mauritius und Simbabwe. Afrika erzeugt ca. 10 Mio. t Zucker und ca. 5 Mio. t Ethanol, Südafrika ist der wichtigste Produzent. Die gesamte Zuckerrohrfläche beträgt ca. 325 000 ha, alleine in Angola, Mosambik, Tansania, Sambia, Simbabwe und Malawi könnten 6 Mio. ha bebaut werden. Theoretisch nutzt Afrika sein Potential nur zu einem Prozent.

Ergebnis der „African Bioenergy Convention“ vom 17. bis 19. März 2010 in Stellenbosch war eine Resolution für Afrika³⁰. Das Bioenergie-Potential Afrikas sollte besser analysiert, der höchste Stand der Technik demonstriert, Humanressourcen und Wissen sollte aufgebaut werden. Ebenfalls wichtig ist die Zusammenarbeit aller afrikanischen Stake Holder, die Effizienzsteigerung und der Schutz von Ressourcen sowie lokale, regionale und internationale Maßnahmen zur Entwicklung integrierter Wertschöpfungsketten. Die Zukunft der Biotreibstoffe verlangt eine nachhaltige Land- und Forstwirtschaft, die sowohl Nahrung als auch Energie bereit stellt.

Das Ergebnis der Studie von Task 39 über Biotreibstoff aus Algen³¹ fasste Les Edye, der Vertreter Australiens in Task 39 zusammen. Algen werden bereits in großen offenen Anlagen produziert, Algenöl kann erzeugt werden. Die unter realen Bedingungen erzielbaren Erträge sowie die Effizienz der Umwandlung der Energie der Sonne sind gering, die Kosten hoch. Grundsätzlich bieten Algen die Möglichkeit, eine wirtschaftliche Alternative zu Erdöl zu werden, der Weg dorthin ist jedoch weit.

Die pro Quadratmeter erzeugbare Biomasse hängt von der Einstrahlung und der Effizienz der Photosynthese ab. Das theoretische Maximum von 100 g/m².d (365 t/ha.a) kann bei hoher Einstrahlung (6 kWh/m².d) erreicht werden. Bei der Algenblüte wurden bis zu 50 g/m².d beobachtet, diese Produktivität tritt jedoch nur kurzzeitig auf. Im Versuch wurden unter Idealbedingungen über kürzere Perioden Wachstumsraten von 20 bis 30 g/m².d ermittelt. Die Bestwerte unter realen Bedingungen liegen bei 13 bis 18 g/m².d

³⁰ <http://academic.sun.ac.za/biofuels/Convention/Draftresolution.html>

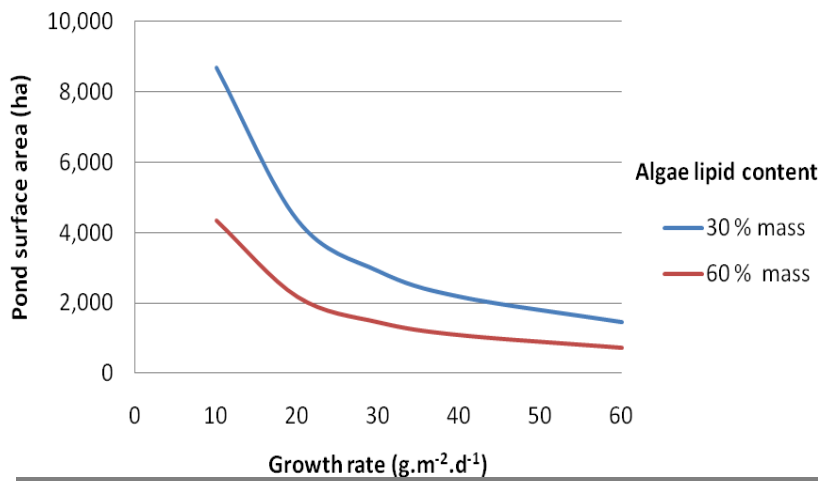
³¹ www.task39.org/LinkClick.aspx?fileticket=MNJ4s1uBeEs%3d&tabid=4426&language=en-US

Die auf die Fläche bezogenen Erträge werden häufig überschätzt. Vergleicht man die Ketten zur Erzeugung von Biodiesel, so können bei einer Produktivität von 20 g/m².d, 340 Produktionstage im Jahr und einem Fettgehalt von 30 % folgende Erträge erzielt werden:

	Soja	Jatropha	Algen, 20 g/m ² .d	Palmöl
l/ha	450	2000	4870	6000

Biodiesel, Erträge pro Hektar

Der Flächenbedarf hingegen wird unterschätzt. Eine Anlage gemäß obiger Voraussetzungen mit einer Kapazität von 100 000 m³ Biodiesel im Jahr benötigt 54 km² und muss mit Wasser, CO₂ und Nährstoffen versorgt werden. Das folgende Bild zeigt den Flächenbedarf in Abhängigkeit von der Wachstumsrate und vom Fettgehalt.



Flächenbedarf für die jährliche Erzeugung von 100 000 m³ Biodiesel

Die Errichtung von Algenanlagen wird durch die Sonneneinstrahlung, die Verfügbarkeit von Wasser und Nährstoffen sowie von Flächen limitiert. Der Flächenbedarf von Photobioreaktoren hängt von denselben Faktoren ab. Die Errichtung hoher Reaktoren wie im folgenden Bild dargestellt mindert somit den Flächenbedarf nicht.



Selbsteinschattung eines Photobioreaktors

Algen können CO₂ aus technischen Anlagen aufnehmen und Nährstoffe aus Abwässern nutzen. Sie können auf Grenzertragsflächen auch mit Salzwasser erzeugt werden können und stehen somit nicht im Wettbewerb mit der Nahrungsmittelproduktion um Flächen und Wasser. Algen sind als Rohstoffe sowohl für etablierte als auch für fortgeschrittene Biotreibstoffe geeignet und können dazu beitragen, signifikante Mengen an Biotreibstoffen bereit zu stellen. Für Erfolge am Markt sind entlang der gesamten Produktionskette Innovationen, die die Effizienz verbessern, unerlässlich. Um einen Absturz des derzeitigen Hypes zu vermeiden, soll die Forschungen dazu sorgfältig geplant werden. *(Ergänzung aus Sicht des Berichterstatters: ... und international abgestimmt!)*

Jamie Cat berichtete über Forschungen des Energy Bioscience Institute (EBI)³² mit Pilzen. Ziel ist die simultane Verzuckerung und Fermentierung (SSF) von C5 und C6 Zucker mit Hilfe von Pilzen. Für die Grundlagenuntersuchung wird *Neurospora Crassa* verwendet. SSF ist machbar, der Cellodextrintransport spielt beim Aufschluss der Biomasse eine wichtige Rolle.

Die Nachhaltigkeit der Biomasserzeugung war Thema von Stephen Long, ebenfalls EBI (Standort Illinois). Dr. Long hat langjährige Erfahrung über die Wechselwirkungen zwischen Klima und Ökosystemen. Er hat zu diesem Thema sowohl den Kongress als auch Präsident Bush beraten³³. Sein Institut erforscht die Pflanzenphysiologie (auch) in Zusammenhang mit der

³² Siehe dazu auch den Beitrag von Chris Somerville weiter vorne.

³³ www.energybiosciencesinstitute.org/index.php?option=com_content&task=view&id=47&Itemid=103

Kältetoleranz, die Auswirkungen der globalen Klimaänderung auf die Nutzpflanzen und die natürliche Vegetation, die C4 Photosynthese sowie innovative Energiepflanzen³⁴.

Treibhausgasemissionen und verstärkte Biomasseproduktion haben unterschiedliche Auswirkungen. Höhere Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre und steigende Niederschläge können die globale Biomasseproduktion steigern. Geschickte Anbaumethoden können dazu führen, dass mehr Kohlenstoff gebunden wird. Höhere Temperaturen während der Wachstumsphase führen zu Ertragseinbußen, deren Größe vom Pflanzenmaterial und anderen Faktoren wie z.B. der Ozonkonzentration abhängt.

Die Landwirtschaft trägt global durch Methan- und Stickoxidemission zur Erderwärmung bei. Diese Effekte können jedoch beeinflusst werden. Im Vergleich zu C3-Pflanzen haben C4-Pflanzen einen effizienteren Stoffwechselweg und können mehr Biomasse erzeugen. So konnte z.B. mit Hühnerhirse (*Echinochloa*) in Manaus ein Ertrag von 100 t TS/ha nachgewiesen werden. Ähnliche Erfolge wie bei Zuckerrohr sind in gemäßigten Zonen z.B. mit *Miscanthus* und *Sorghum* erreichbar, ein Konversionswirkungsgrad von 8,8 % ist möglich. So konnte z.B. in Illinois in Versuchen mit *Miscanthus* ein Ertrag von 30 bis 40 t_{TS}/ha erreicht werden. Ein positiver Nebeneffekt ist die Kohlenstoffspeicherung in den Wurzeln. Für den Süden der USA scheinen Zuckerrohr und Energierohr aussichtsreich.

Carlos Alfredo Joly von UNICAMP berichtete über Nachhaltigkeitsforschung. Carlos Joly ist Professor an der Universität in Campinas (Unicamp), leitet die Abteilung Politik des "Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (Seped) des Ministeriums für Wissenschaft und Technologie und koordiniert das Biota-FAPESP-Programm³⁵.

Das Gebiet des Staates São Paulo war ursprünglich zu 85 % bewaldet. Um 1800 wurde begonnen, die Wälder abzuholzen. Bis 2005 ist der Anteil der Waldfläche auf 13 % gesunken. Die zwei wesentlichen Landschaftsformen – atlantische Wälder und Cerrado (mit Bäumen und Büschen durchsetzte Savannen) wurden auf 12 % bzw. 2 % der ursprünglichen Fläche verringert. Mit Ausnahme der Küstengebiete sind die Flächen stark fragmentiert³⁶.

Mit dem beim UN Earth Summit im Jahr 1992 (ECO-92 Konferenz) in Rio de Janeiro vorgeschlagenen Abkommen über die biologische Vielfalt hat in Brasilien Biodiversität Eingang in Politik und Wissenschaft gefunden. Der Staat São Paulo fördert über die "Fundacao de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo" (FAPESP) die wissenschaftliche Forschung.

³⁴ www.life.illinois.edu/plantbio/People/Faculty/Long.htm

³⁵ Eine Übersicht über die Projekte des BIOEN-Programms findet man hier: www.fapesp.br/publicacoes/pasta_bioen_jun2010.pdf#page=106

³⁶ www.fapesp.br/biota/10scienceplan.pdf

Im Programm "Phanerogamen Flora" wurde eine Übersicht über die Vielfalt der Blütenpflanzen São Paulos erstellt. Das BIOTA/FAPESP Program "The Virtual Institute of Biodiversity" analysiert die Vielfalt, Herkunft und geographische Verteilung der Flora und Fauna des Staates, bewertet die Chancen und Grenzen der wirtschaftlichen Nutzung einzelner Pflanzen und unterstützt die Ausarbeitung politischer Maßnahmen. Seit 1998 wurden 40 Mio. US\$ in die Forschung investiert, 18 Projekte evaluiert, 850 wissenschaftliche Beiträge veröffentlicht und sieben Bücher verfasst.

Eine internationale Kommission bestätigt bei der Evaluierung im Jahr 2003, dass das BIOTA-Programm weltweit eine Spitzenstellung einnimmt³⁷. Mit dem Programm wurden auch die wissenschaftlichen Grundlagen zur Bewertung von Bioenergie geschaffen. Nachhaltige Systeme und Wirtschaftsweisen machen es möglich, Konflikte zwischen der Bereitstellung von Nahrung, Futter und Energie auf der einen Seite und der Natur auf der anderen Seite gering zu halten oder zu vermeiden.

Das Programm wird fortgeführt, eine Strategie dafür ist in Ausarbeitung³⁸. Die untersuchten Flächen sollen ausgedehnt und marine Systeme eingeschlossen werden. Bemühungen, die ursprüngliche Biodiversität wieder herzustellen, sind im Gange. Eine wichtige Rolle kommt der Informationsverbreitung und der Bildung in allen Bereichen (Öffentlichkeit, Grundschulen und höhere Schulen) zu.

Jeremy Woods vom Imperial College stellte seine Arbeiten zu Land Use Change vor. Die weltweite Landnutzungsänderung ist dynamisch und wird auch in Zukunft dynamisch bleiben. Von 1880 bis 1980 ist die Bevölkerung von 1,5 Mrd. auf 4,5 Mrd. gewachsen, gleichzeitig ist die Fläche der Wälder um 1,1 Mrd. ha gesunken. Es erscheint durchaus möglich, weltweit 250 EJ an Bioenergie zu erzeugen. Dafür jedoch sind die Steigerung der Effizienz und die Verringerung der Verluste unumgänglich. Besonders hoch sind die Chancen in Afrika, kritisch dabei ist das Management.

Andre Nassar von ICONE gab einen Einblick in die Landnutzung in Brasilien. ICONE, das Institute for International Trade Negotiations ist ein Non-Profit Think Tank im Bereich der Agrarwirtschaft, die Arbeiten dienen als Grundlage für die Politik und für internationalen Verhandlungen. ICONE arbeitet auch mit der Modellierung der Landwirtschaft und der

³⁷ www.biota.org.br/info/sac/sac4.pdf

³⁸ www.fapesp.br/biota/10scienceplan.pdf

Landnutzung und ist mit Projekten auf dem Gebiet der Biotreibstoffe, Landnutzungsänderung, Treibhausgasemissionen und Zertifizierung befasst³⁹.

Die von den USA und der EU gesetzten Standards über die Treibhausgasemissionen der Biotreibstoffproduktion erschweren den internationalen Handel. Die Berechnungsmethoden und Ergebnisse unterscheiden sich untereinander und weichen von den Ergebnissen wissenschaftlicher Arbeiten in Brasilien ab. Noch schwieriger wird die Bewertung, wenn die indirekte Landnutzungsänderung mit berücksichtigt werden muss.

Einjährige Pflanzen werden lediglich auf 6 % der Fläche Brasiliens angebaut, wichtigster Wirtschaftszweig in der Landwirtschaft ist die Viehwirtschaft, die 21 % der Fläche beansprucht (siehe die nachfolgende Tabelle). Gravierend ist die Landnutzungsänderung im Amazonasgebiet. Wenn sich die derzeitige Entwicklung fortsetzt, wird der Regenwald mehr und mehr durch Weideland verdrängt werden.

	Fläche (1000 ha)	Anteil (%)
Nationalparks und indigene Reserven	175 020	21
Ungenutzte potentielle Flächen	369 396	43
Weideland	182 336	21
Einjährige Pflanzen	49 204	6
Mehrjährige Pflanzen	6 496	1
Wirtschaftswälder	6 126	1
Städte und Wasserflächen	35 352	4
Andere	27 558	3
Gesamt	851 288	100

Landnutzung in Brasilien⁴⁰

Im vergangenen Jahrzehnt wurde eine Fläche von etwas mehr als 3 Mio. ha auf Zuckerrohranbau umgestellt. Dabei handelt es sich um 74% Weideland, 24 % landwirtschaftliche Flächen und weniger als 1 % Forstflächen. Die Erneuerbare Energiedirektive der Europäischen Union spielt keine Rolle bei der Landnutzungsänderung. Da die Direktive

³⁹ www.iconebrasil.org.br/en/?actA=1&areaID=4&secaoID=2&conteudoID=4

⁴⁰ www.iconebrasil.org.br/en/?actA=1&areaID=4&secaoID=2&conteudoID=4

auch den Sojaanbau für die Biodieselerzeugung belebt, sind geringe Auswirkungen im Süden Brasiliens möglich.

Die Entwicklung der brasilianischen Zuckerrohrindustrie war Thema von Maria da Graca Derengovsky vom Instituto de Economia der Universität Rio de Janeiro. In der vergangenen Dekade waren die Veränderungen in der Branche gering, die Größe und die Marktanteile der einzelnen Betriebe blieben konstant. Die Wettbewerbsfähigkeit der Firmen ist hoch, neue Investitionen werden nur in geringem Maß getätigt.

Das „Integrated Sustainable Assessment“ ISA („Avaliação Integrada da Sustentabilidade do Etanol“ AISE) wurde von Arnaldo Walter vom Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE) vorgestellt. Biotreibstoffe rufen in der Öffentlichkeit Unbehagen hervor. Die Bewertung wird durch die Komplexität des Themas erschwert, bisherige wissenschaftliche Untersuchungen beruhen auf punktuellen Ansätzen. Die angewendeten Methoden werden der Komplexität der Erzeugung in der Landwirtschaft und der Industrie nicht gerecht. Um die Bewertung zu verbessern, wird im FAPESP-finanzierten ISA-Projekt eine Methode entwickelt, die den Fragen der Gesellschaft und der Politik gerecht werden soll⁴¹. Ziele des Projekts sind:

- Eine wissenschaftliche Diskussion über die Nachhaltigkeit der Ethanolherzeugung aus Zuckerrohr unter Einbeziehung der Stake Holder
- Ein Vorschlag für eine ISA-Methode zur Bewertung der Bioenergie, mit deren Hilfe Beratung der Regierungen(en) und von NGOs möglich ist
- Eine Basis für eine Software, mit der in Zukunft die Bewertungen leicht durchgeführt werden können

In die Komplexität der integrierten Bewertung führte Tadeu Fabricio Malheiros von der Universität Sao Paulo ein. Die ISA-Methode ist in Entwicklung. Ziel ist, neben einer Bewertung auch Kapazitäten aufzubauen, Stake Holder zu involvieren und klare Empfehlungen für die Politik auszuarbeiten. Informationen sollen gesammelt und zentral zugänglich gemacht werden.

Bisher sind vier Workshops durchgeführt worden, zwei Monografien und drei Dissertationen sind entstanden. Das Projekt läuft bis 2013 und soll danach fortgesetzt werden.

⁴¹ Eine Kurzbeschreibung findet man hier: www.fapesp.br/publicacoes/pasta_bioen_jun2010.pdf#page=106

Über Satellitenaufklärung durch die European Space Agency (ESA) berichtete Ramon Hansen von der Universität in Delft. Global Monitoring for Environment and Security (GMES) ist eine im Jahre 1998 von der Europäischen Kommission (EU) und der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) gegründete Initiative⁴². Sie zielt darauf ab, auf der Grundlage von modernen Erdbeobachtungstechnologien ein unabhängiges europäisches Beobachtungssystem zu schaffen. Ziel ist, den Gebrauch von Daten aus mehreren Quellen zu vereinheitlichen, um hochwertige Informationen, Dienste und Wissen zur Verfügung zu stellen und Zugang zu Informationen über Umwelt und Sicherheit zu schaffen.

GMES sammelt Daten, die von Erkundungssatelliten, Raum- und Bodenstationen gewonnen werden, um ein umfassendes Bild vom Zustand der Erde zu erstellen. GMES soll zur politischen Entscheidungsfindung in Umweltbelangen (inklusive Klimawandel) auf nationaler und Europäischer Ebene beitragen und die Implementierung der dazugehörigen Gesetze beobachten.

GMES-Dienstleistungen umfassen u. a. die Landüberwachung, Katastrophen- und Krisenmanagement, Überwachung der Atmosphäre und die Anpassung an den Klimawandel. Es ist geplant, ab 2011 europaweit operative Tätigkeiten einzuleiten und ab 2014 die vollständige Aufnahme des Betriebes von GMES-Dienste zu beginnen⁴³. GMES macht es auch möglich, Landnutzungsänderung weltweit und deren Folgen zu analysieren.

⁴² www.esa.int/esaLP/SEMRR10DU8E_LPgmes_0.html

⁴³ http://de.wikipedia.org/wiki/Global_Monitoring_for_Environment_and_Security

4 BBEST Study Tour nach Campinas

4.1 Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE)

Bioethanol aus Zuckerrohr spielt für die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung Brasiliens eine wichtige Rolle. Seit Beginn des Proalcool Programms im Jahr 1975 wurden wesentliche Fortschritte erzielt. Der durchschnittliche Zuckerrohrertrag ist von 47 t/ha auf 78 t/ha, der Zuckerertrag von 4,7 auf 11 t/ha gestiegen. Ebenfalls gestiegen ist die Ethanolausbeute: 1975 wurden aus einer Tonne Zuckerrohr 59 Liter, 2008 bereits 80 Liter Ethanol erzeugt. Dadurch sind die Kosten um 70 % - also auf 1/3 (!) - gesunken. Ermöglicht wurde dies durch intensive Forschung und Entwicklung entlang der gesamten Produktionskette.

Diese erfolgreiche Entwicklung wird durch das neue Laboratorium fortgesetzt. CTBE ist ein nationales Laboratorium, das sich auf technische und wissenschaftliche Fragen innovativer und nachhaltiger Erzeugung von Bioethanol aus Zuckerrohr konzentriert. Um dieses Ziel zu erreichen, betreibt das CTBE mit eigenen Mitteln und in strategischen Partnerschaften Grundlagenforschung und technische Entwicklungen. CTBE wird durch das Brasilianische Zentrum für Energie- und Materialforschung CNPEM betrieben und vom Ministerium für Wissenschaft und Technologie finanziert. Standort ist Campinas, eine wirtschaftlich starke aufstrebende Stadt im Staat São Paulo. Seit der offiziellen Eröffnung im Jahr 2010 stehen auf einer Fläche von 8000 m² ein Laboratorium für 50 ständig beschäftigte Mitarbeiter, die gleiche Zahl von Gastwissenschaftlern (graduierte Studenten, Doktoranten, Post Docs und assoziierte Forscher) und für 90 technische Mitarbeiter zur Verfügung.



Das neue Gebäude des CTBE; vorne die Laboratorien und Büros, hinten die Halle für die Pilotanlagen zur Prozessentwicklung

Die Gründung des CTBE geht auf eine 2005 vom Brasilianischen Ministerium für Wissenschaft und Technologie beauftragte Studie zurück⁴⁴. Die Studie hat gezeigt, dass Brasilien im Jahr 2025 10 % des Benzinbedarfs der Welt decken kann.

Zuckerrohr ist in Brasilien seit 500 Jahren bekannt. Derzeit wächst Zuckerrohr auf 8,6 Mio. ha. Im Vergleich dazu hat Brasilien 40 Mio. ha degradiertes Weideland. Die Produktivität von Zuckerrohr ist sehr hoch, bis zu 100 t/ha sind möglich. Allein 11 t davon betragen die Blätter. Bei der manuellen Ernte von Zuckerrohr werden die Blätter vor der Ernte abgebrannt, bei der mechanischen Ernte bleiben sie derzeit ungenutzt am Feld. Darüber hinaus stehen mit dem Nebenprodukt Bagasse zusätzliche Mengen an wertvoller Biomasse für Energie und Industrie zur Verfügung. Brasiliens Zuckerindustrie ist höchst flexibel und kann rasch auf die volatilen Weltmärkte reagieren. Auf hohe Preise für Zucker wird mit geringerer Produktion von Treibstoff reagiert.

Die brasilianischen Konsumenten sind preisbewusst und kennen den Unterschied zwischen Benzin und reinem Ethanol (E100). Die breite Einführung von Flexible Fuel Vehicles (FFVs) ermöglicht, je nach Preis Benzin oder Ethanol zu tanken. FFVs werden seit 2003 verkauft, derzeit können 2 Mio. PKWs sowohl mit Benzin als auch mit E100 betrieben werden. Die rasche Entwicklung der FFVs wurde durch den Wettbewerb zwischen zwei in Brasilien tätigen Herstellern von Einspritzanlagen (Magneti Marelli und BOSCH) möglich. Da diese Technologien jedoch nur für den brasilianischen Markt bestimmt sind, ist das technische Potential von Flex Fuel Motoren noch nicht voll ausgeschöpft.

Es besteht die Chance, Brasilien zu einem globalen Player zu machen. Dazu ist es erforderlich, Engpässe in Wirtschaft, Industrie und Gesellschaft zu überwinden. CTBE hat von der Regierung den Auftrag erhalten, diese führende Rolle Brasiliens durch Forschung, Entwicklung und Innovationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette auszubauen.

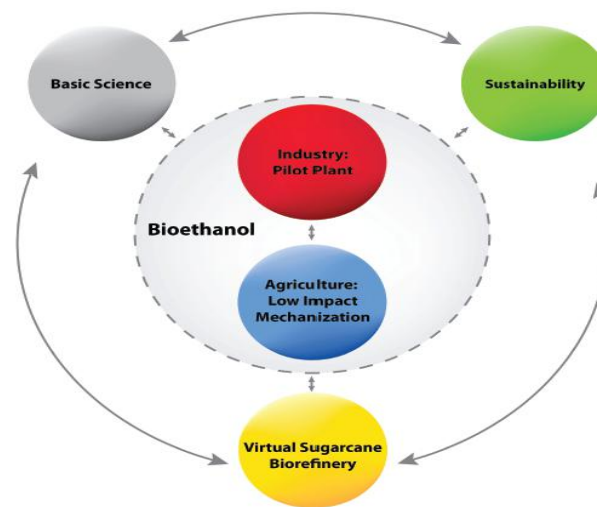
Die Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf alle Schritte der Ethanolherstellung einschließlich der Erzeugung von Ethanol aus lignozellulösen Rohstoffen. Die pfluglose Bodenbearbeitung zur Zuckerrohrproduktion wird ebenfalls erforscht. In integraler Behandlung laufen Arbeiten in folgenden Bereichen:

- Grundlagenwissenschaften,
- Prozessentwicklung in Pilotanlagen,

⁴⁴ Durchgeführt vom Zentrum Studien und Wissenschafts-, Technologie- und Innovationsmanagement (Center for Strategic Studies and Management CGEE) in Zusammenarbeit mit dem Interdisziplinären Zentrum für Energieplanung (Interdisciplinary Center of Energy Planning NIPE/Unicamp).

- pfluglose Bodenbearbeitung,
- Virtuelle Bioraffinerie,
- Nachhaltigkeit.

Das folgende Bild zeigt das Zusammenspiel der Programme.



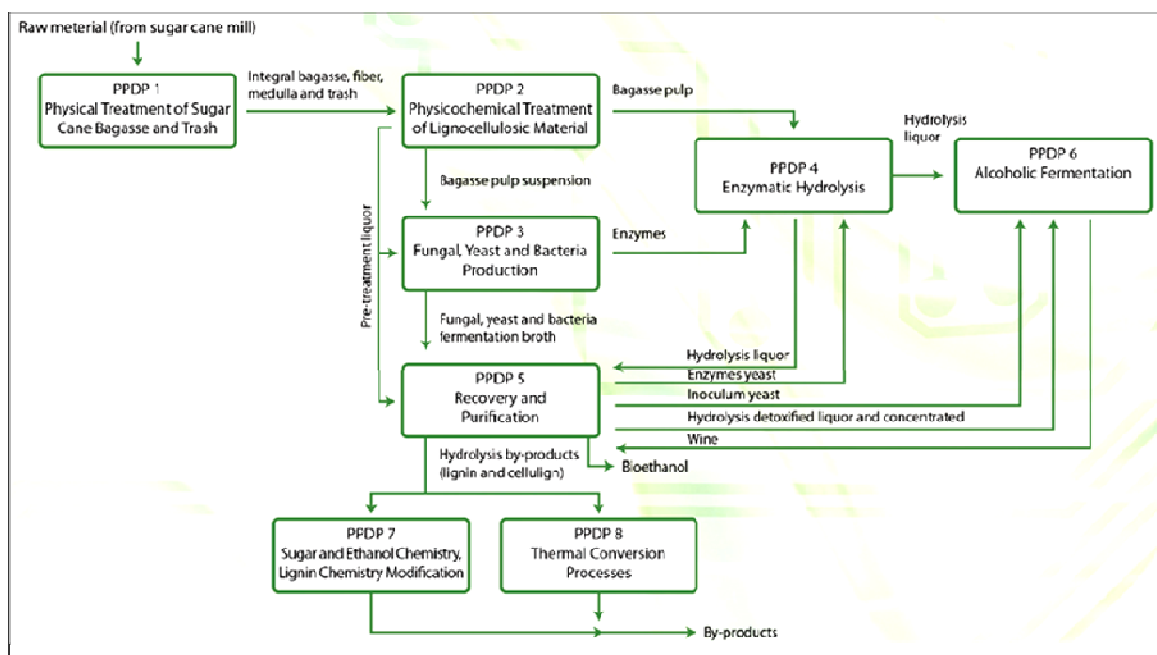
Integration der CTBE-Programme

Das landwirtschaftliche Programm konzentriert sich auf die Steigerung der Produktivität und Senkung der Kosten bis zum Fabrikator (die ca. 70 % zu den Gesamtkosten der Ethanolproduktion betragen!). Geeignete Technik dafür ist die pfluglose Bodenbearbeitung. Mit ihr können die Kosten gesenkt, die Nährstoffe im Boden geschützt und Wasser effizient genutzt werden. Die Entwicklung baut auf den Erfolgen bei der Getreideproduktion auf. Um die Bodenverdichtung gering zu halten, wird mit der Firma Maquinas Agricolas Jacto S.A. mit Sitz in Pompeia, Spanien, eine „Controlled Traffic Structure“ Technologie entwickelt (siehe das folgende Bild).



CAD-Entwurf eines Zuckerrohrvollernters mit geringer Bodenverdichtung

Das industrielle Programm konzentriert sich auf die Erzeugung von Ethanol aus Lignozellulose und auf die Verbesserung bestehender Verfahren. Für die Entwicklung sind in einer eigenen Halle auf einer Fläche von 2500 m² eine Reihe von Anlagen und Einrichtungen im Pilotmaßstab („Pilot Plants for Process Development“, PPPD) verfügbar.

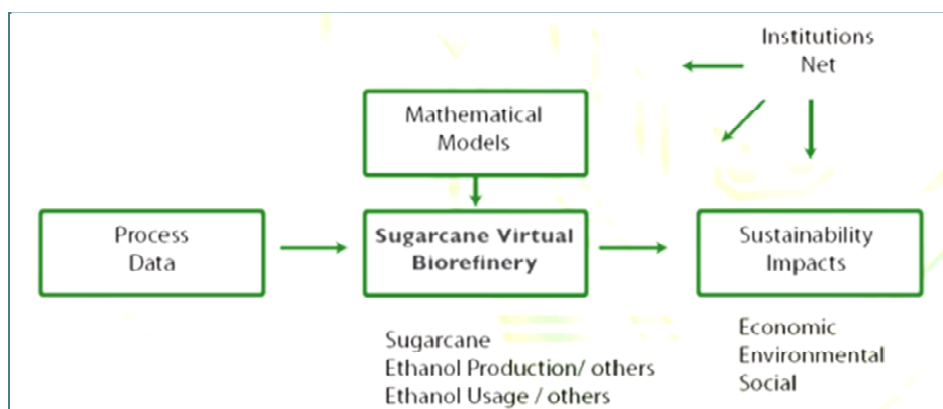


Beispiele für das Zusammenspiel von „Pilot Plants for Process Development“,

Die Einrichtungen werden es ermöglichen, Parameterstudien für alle Schritte der Erzeugung von Ethanol aus Lignozellulose zu machen. Die Ergebnisse können für technoökonomische und umweltbezogene Bewertungen sowie für das industrielle Up-Scaling verwendet werden. Die Anlagen sind Forschern aus der ganzen Welt zugänglich.

Die Grundlagenforschung ist breit aufgestellt. Behandelt werden unter anderem Themen wie die Photosynthese, die Struktur von Kohlehydraten und Proteinen, die Synthese sowie der Aufschluss von Polysacchariden, der Metabolismus von Pflanzen, Nanotechnologien in Verbindung mit Pflanzenmaterialien, die Konversion chemisch gebundener Energie in mechanische Energie und die motorische Verbrennung von Ethanol. Die Forschungen werden in Arbeiten anderer Gruppen integriert. Die modern ausgestatteten Laboratorien können von Forschern aus Universitäten und Industrie genutzt werden. Es wird erwartet, mit diesen Arbeiten neue Ideen in allen einschlägigen Gebieten der Wissenschaft zu generieren und die Ergebnisse durch wissenschaftliche Publikationen der Industrie zugänglich zu machen.

Im „**Technology Assessment Programm**“ wird eine „Virtual Sugarcane Biorefinery“ entwickelt. Mit Hilfe der Computersimulation werden neue Technologien bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit analysiert. Von besonderem Interesse ist die Kombination von konventionellen und innovativen Verfahren der Ethanolherzeugung aus Zuckerrohr sowie die Koppelung mit der Erzeugung von Strom, Chemierohstoffen und pharmazeutischen Produkten. Die Ergebnisse werden eine Bewertung neuer Technologien erlauben und Grundlagen für Entscheidungen in der Industrie, der Politik und der Verwaltung schaffen.



„Virtual Sugarcane Biorefinery“ Plattform

Unter anderem sollen Verfahrensketten für die Erzeugung von Ethanol, Zucker und Strom, die Hydrolyse von Lignozellulose und die Erzeugung fortgeschrittener Biokraftstoffe, die thermische Vergasung von Biomasse, die Alkohol- und Zuckerchemie und die Zellstoffherzeugung analysiert werden.

Im Nachhaltigkeitsprogramm werden mit wissenschaftlichen Methoden die Auswirkungen neuer Technologien zur Erzeugung von Ethanol auf die Umwelt im nationalen und globalen Kontext untersucht. Dabei werden behandelt:

- Energie- und Treibhausgasbilanzen
- Änderungen des Kohlenstoffgehalts des Bodens und Emissionen von Lachgas und Methan
- Auswirkungen der direkten und indirekten Landnutzungsänderungen
- Auswirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft
- Auswirkungen auf Qualität und Mengen der Wasserressourcen
- Biodiversität

Dabei wird mit international anerkannten Instituten wie dem Imperial College London, dem National Renewable Energy Laboratory (NREL) in den USA sowie mit anderen brasilianischen Instituten zusammen gearbeitet.

4.2 Besuch bei der Firma Monsanto

Einleitend wurden von Jose Carlos Carramate, dem Leiter der Forschung am Standort Campinas der Leitsatz von Monsanto vorgestellt: Mehr erzeugen, mehr bewahren und das Leben der Menschen verbessern

Monsanto ist seit 1963 in Brasilien und derzeit an 42 Standorten tätig. Monsanto Brazil ist mit der Erzeugung von Saatgut für Mais, Sojabohne, Baumwolle, mit der Züchtung und Vermehrung von Zuckerrohr sowie mit dem Vertrieb und der Erzeugung von Pflanzenschutzmitteln befasst. Die Landwirtschaft Brasiliens unterscheidet sich von der

Europas grundlegend. Neben einer Vielzahl von „Small Holders“ beherrschen die großen Betriebe die Landwirtschaft⁴⁵.

In Campinas werden Zuckerrohrpflanzen erforscht und entwickelt. Die Aktivitäten in Campinas sind das Ergebnis einer Partnerschaft mit den brasilianischen Firmen CanaVialis und Alellyx. Ziel von CanaVialis ist, mit Hilfe von Gentechnologien die Produktivität von Zuckerrohr zu steigern. Alellyx arbeitet mit Eukalyptus und möchte die Qualität des Holzes in Hinblick auf die Eigenschaften für die Papier- und Zellstofferzeugung sowie für die Energie- und Holzkohleerzeugung verbessern.

Mit Gentechnologie ist es möglich, die Entwicklungszeit neuer Sorten zu verkürzen und neue Gene zur Verbesserung der Pflanzen einzuführen. Gemeinsam mit dem Know how von Monsanto bei insektenresistenter Sorten können die Produktivität von Zuckerrohr gesteigert und die Kosten gesenkt werden. Mittlerweile hat Monsanto beide Unternehmen um 290 Mio. US\$ gekauft und steigt damit auch in das Zuckerrohrgeschäft Brasiliens ein. Der Standort in Campinas ist nach Bangalore in Indien zum zweitgrößten Forschungszentrum von Monsanto außerhalb der USA geworden. Der Start auf einem neuen Markt ist aber auch für ein global agierendes Unternehmen schwierig und erfordert eine langfristige Strategie.

Derzeit arbeitet Monsanto Brazil an der Verbesserung des genetischen Potentials von Sweet Sorghum (Zuckerhirse). Sweet Sorghum wird 30 bis 40 Tage vor Zuckerrohr geerntet. Damit könnten die Ernte- und Umwandlungstechnologien besserer ausgelastet und die Kosten gesenkt werden. In São Paulo werden derzeit ca. 20 – 30 000 ha Sweet Sorghum angebaut. Ebenfalls erforscht wird „Energy Cane“ mit dem Ziel, die Energiemenge pro Flächeneinheit zu steigern, der Markteintritt ist für 2017 geplant.

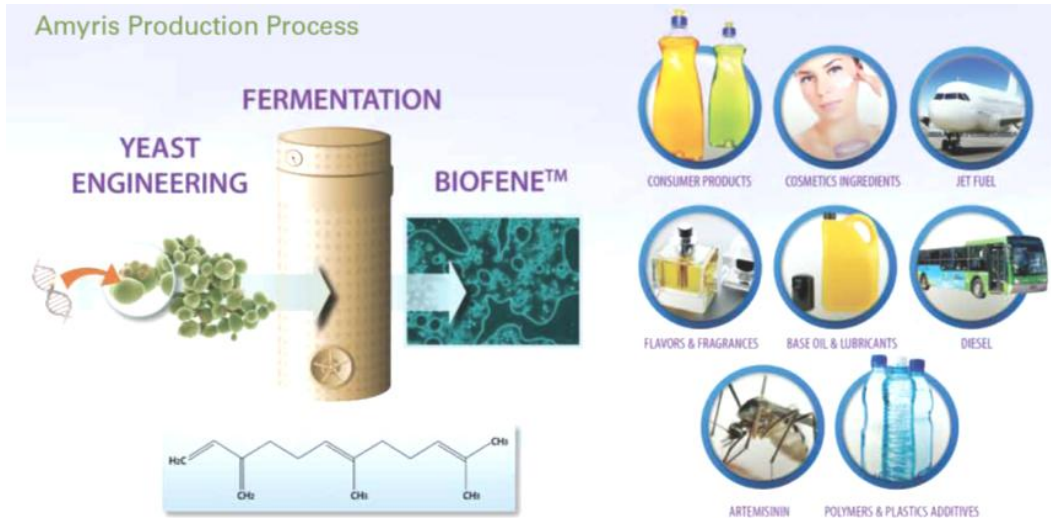
4.3 Besuch bei der Firma Amyris

Amyris wurde 2003 in Emeryville in Kalifornien gegründet und erhielt 2004 Mittel aus der Bill and Melinda Gates Foundation zur Entwicklung von Artemisininisäure, einem kostengünstigen Medikament zur Bekämpfung der Malaria. Diese Technologie wurde mittlerweile an Sanofi-Aventis verkauft. Amyris hat zur Zeit insgesamt 380 Mitarbeiter, ist börsennotiert und hat angeblich 200 Mio. US\$ an Finanzmitteln aufgestellt. Der derzeitige Börsenwert läge fast bei einer Mrd. US\$.

Seit 2008 ist Amyris auch in Campinas/ Brasilien vertreten. Amyris hat mit genetischem Engineering und Screeningtechnologien Hefen entwickelt, die aus Zucker durch Fermentation Isoprenoide erzeugen. Erste Produkte sind Farnesene (Handelsname BiofenTM). Aus

⁴⁵ Laut Jose Carlos Carramate besitzen ca. 500 private und institutionelle Eigentümer Farmen einer Fläche von je 50 000 ha.

Farnesenen kann eine Reihe von Produkten erzeugt werden, siehe das folgende Bild. Als erstes Produkt wurde beta-Farnesen, ein C15 Kohlenwasserstoff, entwickelt.



Amyris Prozess und Produkte

Durch Hydrierung, einer bekannten Raffinerietechnologie, kann ein C15-Paraffin, das sehr gut als Dieselkraftstoff geeignet ist, erzeugt werden. Der CFPP sei sehr niedrig, die Cetanzahl sei 59, die Energiedichte entspricht herkömmlichem Dieseltreibstoff. In São Paulo läuft eine Flotte von Bussen mit einem Treibstoff aus 85 % fossilem Diesel, 10 % Amyris-Diesel und 5 % Biodiesel.

Derzeit sind drei Fermenter in Betrieb (bei Biomin in Piracicaba in Brasilien, bei Tate&Lyle in Decatur, USA und bei Antibioticocos in Leon, Spanien). Zwei kommerzielle Anlagen sind in Bau, die Anlage bei SMA - São Martinho Amyris in Pradopolis und bei Parasis in Brotas, Brasilien, sollen 2012 in Betrieb gehen⁴⁶.

⁴⁶ Siehe dazu auch <http://demoplants.bioenergy2020.eu/>

5 Task 39 Meeting Rio de Janeiro

5.1 Teilnehmer und Ort des Workshops

Trotz der großen Entfernung und der schwierigen Anreise war das Task Meeting sehr gut besucht, einschließlich der brasilianischen Kollegen nahmen 16 Vertreter des Tasks teil.

Gastgeber		Task Member	
Paulo Barbosa	Petrobras	Les Edye	Australien
Viviana Coelho	Petrobras	Manfred Wörgetter	Austria
Gäste		Warren Mabee	Kanada
Luiz Amaral	UNICA	Don O'Connor	Kanada
Viviana Bevilaqua	Petrobras Biofuels	Jack Saddler	Kanada
Elba Bon	Universität Rio de Janeiro	Henning Jørgensen	Dänemark
Ricardo Dornelles	Bras. Bergbau- und Energieministerium	Michael Persson	Dänemark
Regis Leal	Vertreter Brasiliens in Task 38	Matti Siika-aho	Finnland
Viridiana Leitão	Nationales Technologieinstitut	Axel Munack	Deutschland
Marco Lima	CTBE	Ian Suckling	Neuseeland
Francesco Palombo	Petrobras	Gisle Johannsen	Norwegen
Luiz Rosa	COPE, Universität Rio de Janeiro	Karin Oyaas	Norwegen
Bernard Rudorff	Bras. Institut für Weltraumforschung	Maria Nyquist	Schweden
José Vieira	Bras. Landwirtschaftsministerium	Jim McMillan	USA

Entschuldigt: Japan, Niederlande, Südafrika, Südkorea, Türkei, Großbritannien

Die wichtigsten Neuigkeiten aus den jeweiligen Ländern werden nachfolgend kurz beschrieben. Alle Beiträge zum Taskmeeting sind auf der Taskwebsite veröffentlicht (login notwendig) und können bei Bedarf über Dina Bacovsky oder Manfred Wörgetter zugänglich gemacht werden.

Das Meeting fand im neuen Gebäude von CENPES, dem Forschungszentrum von PETROBRAS statt. PETROBRAS ist das größte Unternehmen Lateinamerikas und nach Forbes das achtgrößte Unternehmen der Welt. Mit einem Anteil von 54 % ist der Staat Brasilien Mehrheitseigentümer. Innerhalb von PETROBRAS koordiniert das Forschungszentrum „Leopoldo Américo M. de Mello den Technologiebereich“ die Forschung des Konzerns. In den firmeneigenen Labors auf dem Campus der staatlichen Universität Rio de Janeiros wird auf internationalem Niveau auf allen für die Erdölindustrie relevanten Gebieten geforscht. Nicht

zuletzt durch die Arbeit des CENPES gehört Brasilien heute zu den Entwicklern von Spitzentechnologie in der Erdölindustrie⁴⁷.



CENPES, Forschungszentrum von PETROBRAS

5.2 Berichte der Gastgeber

Petrobras und Biotreibstoffe

Leitlinien von PETROBRAS sind Wachstum, Wettbewerbsfähigkeit und gesellschaftliche Verantwortung. Dabei ist man bemüht, die Anteile auf den Märkten für Erdöl, petrochemischen Produkten, Gas und Strom, aber auch für Biotreibstoffe auszudehnen und im Tankstellengeschäft mitzumischen. Technologische Herausforderungen sind das Verschieben technischer Grenzen wie z.B. bei der Erschließung neuer und der bessere Ausbeutung bestehender Lagerstätten, die Erdölgewinnung aus großer Wassertiefe in Meeren, die Veränderungen auf den Produktmärkten einschließlich der Erzeugung und Vermarktung von Biotreibstoffen und die Entwicklung nachhaltiger Systeme durch besseres Wasser- und Treibhausgasmanagement sowie die Steigerung der Effizienz.

Die Forschung von PERTROBRAS ist breit aufgestellt und schließt erneuerbare Energie ein⁴⁸. Wesentliche Forschungsthemen sind die Exploration und die Steigerung der Ausbeute der Erdölgagerstätten, siehe das folgende Bild.

⁴⁷ www.kooperation-international.de/brasilien/themes/info/detail/data/21805/?PHPSESSID=c332&cHash=0b6d306c33

⁴⁸ www.matmidia.mat.puc-rio.br/sibgrapi2009/media/petroleum_applications/Petrobras_CENPES.pdf



Forschung bei PETROBRAS

Bioethanol hat in Brasilien lange Tradition und finden seit der Erdölkrise 1973 breiten Eingang in den Transportenergiemarkt. In den 90-iger Jahren wurde die Entwicklung durch das PROCONVE-Programm zur Minderung der Emissionen beeinflusst. Mit der Einführung der Flex Fuel Technik in den frühen 2000-er Jahren steigt der Anteil kontinuierlich weiter. Seit 2005 ist die Beimengung von Biodiesel gesetzlich vorgeschrieben, seit 2010 müssen 5 % Biodiesel beigemischt werden.

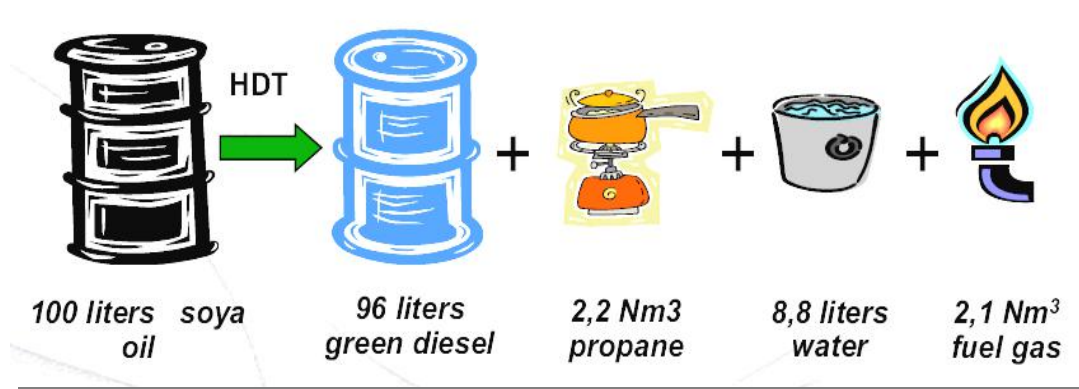
Der Petrobras Business Plan für die Jahre 2011 bis 2015 sieht einen Gesamtumsatz von 225 Mrd. US\$ vor. Bei den Biotreibstoffen sind 4,1 Mrd. US\$ geplant: 46 % davon bei Ethanol, 32 % für Biodiesel, 15 % für den Vertrieb, 7 % für Forschung. Derzeit hat Petrobras bei Ethanol einen Marktanteil von 5,3 %, bei Biodiesel 28 %. Das Ethanolgeschäft soll von 1,5 Mio. m³ auf 5,6 Mio. m³ ausgedehnt werden, Biodiesel soll von 0,735 Mio. m³ auf 0,86 Mio. m³ wachsen.

Paolo Palombo berichtete über technische Entwicklungen. Technologisch hat man in den letzten fünf Jahren auf Biodiesel und hydriertes Pflanzenöl, bei fortgeschrittenen Biotreibstoffen auf die Zusammenarbeit mit einem Partner in den USA gesetzt. Auch in Zukunft wird man strategische Allianzen anstreben.

Die Biodieseltechnologien wurden im eigenen Haus entwickelt. Seit 2004 steht dafür eine 200 t/a-Anlage zur Verfügung, die mittlerweile auf 6 000 t/a ausgebaut wurde. Neben der Erzeugung von Biodiesel wurden innovative Produkte aus Glycerin wie Verwendung bei der Erdölgewinnung, Additive für Dieselkraftstoff und die Erzeugung von Polymeren erforscht. Mittlerweile erzeugt Petrobras in drei Anlagen jährlich 171 000 m³ Biodiesel. Rohstoffe sind Soja-, Sonnenblumen-, Baumwollsaat-, Castor- und Palmöl sowie tierische Fette und Gebrauchtfette.

Die Hydrierung von Pflanzenölen wurde seit 2006 in sechs Raffinerien im industriellen Maßstab untersucht. Unter anderem wurden geeignete Katalysatoren entwickelt. Sojaöl als Rohstoff führt zu einer Steigerung der Cetanzahl des Produkts um 5 bis 10%. Die gesetzlichen

Rahmenbedingungen und die Rohstoffpreise erlauben derzeit jedoch nicht, Pflanzenöl als Rohstoff in Raffinerien wirtschaftlich einzusetzen.



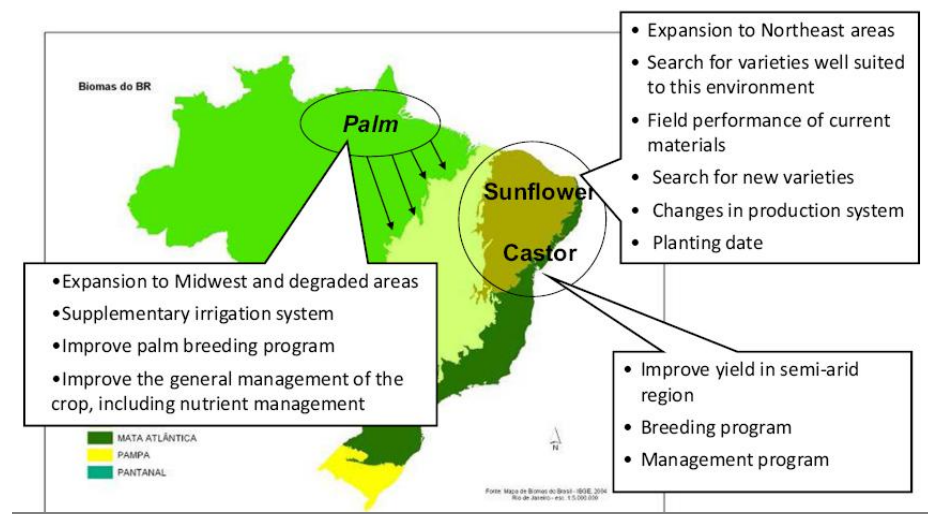
Stoffbilanz PETROBRAS HBIO Prozess

CENPES, das Forschungszentrum von Petrobras, betreibt seit 2007 eine Pilotanlage zur Erzeugung von Ethanol aus Bagasse nach einem eigenen Verfahren. Die Vorbehandlung erfolgt mit Xylanase, fast 90 % der Xylose wird zu Ethanol fermentiert. Mit simultaner Verzuckerung und Fermentation wird eine Ausbeute von 85 % erreicht. Die Errichtung einer Demonstrationsanlage wird geprüft.

Ebenfalls erforscht wird die Treibstoffsynthese aus Synthesegas. Bagasse wird in einem Laborvergaser eingesetzt, eine Pilotanlage wurde bei der Firma Zeton⁴⁹ in Auftrag gegeben. Im BRT-Projekt ist die Synthese von Dieseltreibstoffen und von Ethanol geplant, zum Einsatz sollen Wirbelschicht- und Flugstromvergaser kommen. Bis 2014 soll der Entwurf der Pilotanlage fertig gestellt sein. Die schnelle Pyrolyse wird in einer Laboranlage einer Leistung von 1,5 kg/h untersucht. Petrobras arbeitet dabei mit Universitäten in Brasilien und in den Niederlanden zusammen. Eine große Herausforderung in der Entwicklung ist der Einsatz von Pyrolyseöl in Raffinerien.

José Nicomede berichtete über die Energiepflanzenforschung bei Petrobras. Die Erträge wirtschaftlich genutzter Ölpflanzen wie Ölpalmen, Sonnenblume oder Castor können durch Züchtung und bessere landwirtschaftliche Praxis gesteigert werden.

⁴⁹ Mehr über Zeton Pilotanlagen hier: www.zeton.com/site/pilot-plants.html



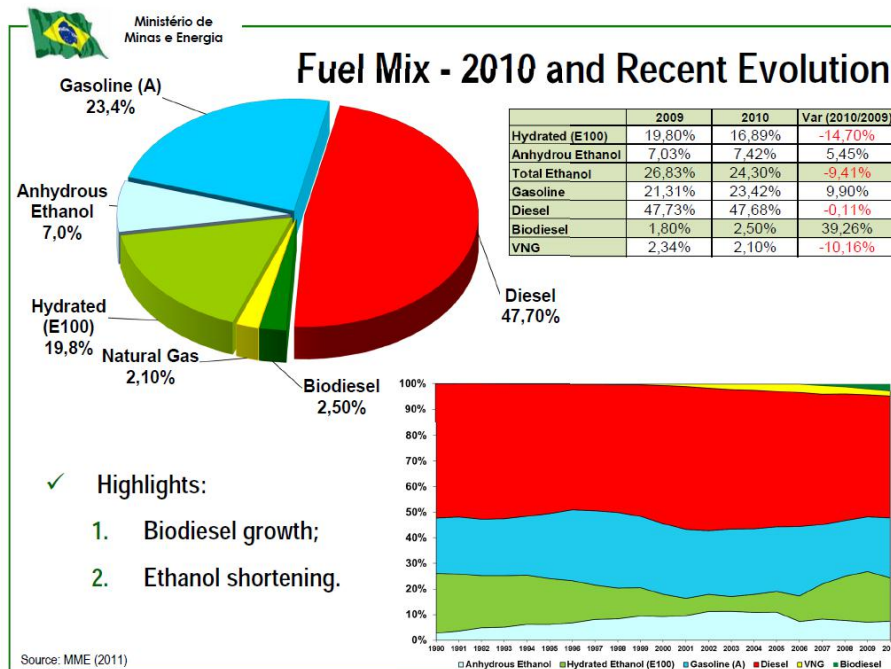
Maßnahmen zur Ertragssteigerung etablierter Ölpflanzen

Interesse besteht auch an neuen Ölpflanzen wie *Jatropha*, *Acrocomia*, *Macauba*, *Faveleia* und andere Arten wie *Cnidocolus quercifolius*. Man untersucht das Ertragspotential nativer Pflanzen, selektiert Pflanzen mit hohem Potential, entwickelt Produktionssysteme und bewertet sie in Hinblick auf Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit. Dabei wird mit Embrapa und einer Reihe von Universitäten zusammen gearbeitet. Embrapa⁵⁰ ist ein Netzwerk von 38 Forschungszentren, drei Serviceunternehmen, hat 13 Abteilungen und beschäftigt mehr als 8000 Mitarbeiter, wovon mehr als 2000 einen akademischen Grad haben. Embrapa koordiniert die nationale landwirtschaftliche Forschungsszene und unterstützt die Entwicklung von Technologien für die Landwirtschaft durch Senkung der Produktionskosten bei gleichzeitigem Schutz der Umwelt. Ebenfalls untersucht wird die Entwicklung von Zuckerrohr für den Einsatz in Savannengebieten sowie die Entwicklung genmanipulierter Pflanzen.

Biotreibstoffe in Brasilien

Ricardo de Gusmão Dornelles, Leiter der Abteilung für erneuerbare Energie im Ministerio de Minas e Energia gab einen Überblick über den Treibstoffsektor in Brasilien. Im Jahr 2010 haben Ethanol und Biodiesel fast 30 % zur Treibstoffversorgung beigetragen. Gegenüber dem Vorjahr ist Biodiesel auf niedrigem Niveau um fast 40 % gestiegen, Ethanol ist um 10 % gesunken. Ursachen für den sinkenden Verbrauch von Ethanol sind die internationale Finanzkrise, ungünstiges Klima sowie die hohen Preise für Zucker am Weltmarkt. Ursache für den gestiegenen Biodieselvebrauch war die Anhebung der gesetzlichen Beimischungsrate und die günstige wirtschaftliche Entwicklung Brasiliens.

⁵⁰ www.embrapa.br/english/embrapa/about-us

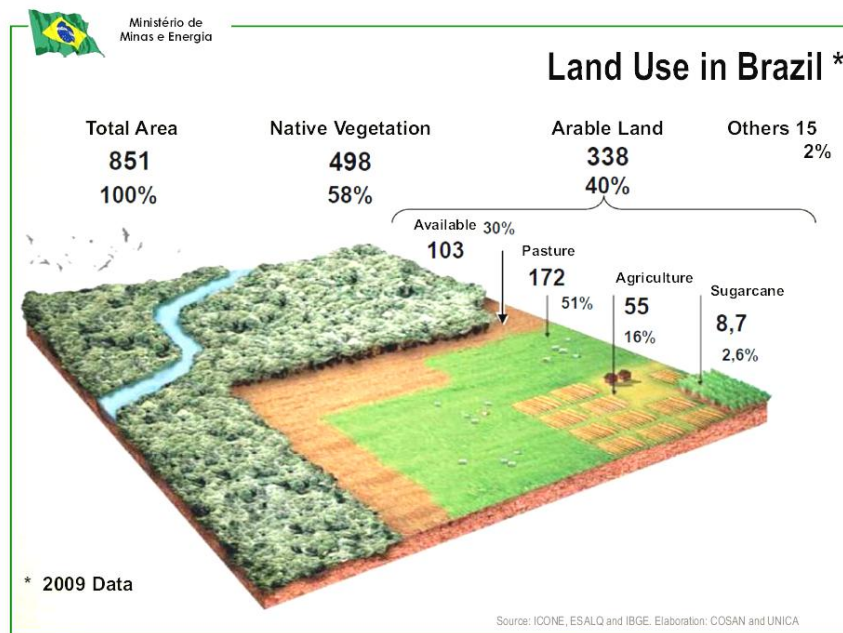


Entwicklung des Treibstoffsektors

Die Entwicklung ist durch den starken Anstieg der Zulassung von leichten Fahrzeugen gekennzeichnet. Zwischen 2006 und 2011 wuchs die Zahl um 7,6 % im Jahr.

Brasiliens Politik ist durch Pflichtbeimengung von 18 bis 25 % Ethanol und 5 % Biodiesel geprägt. Ebenfalls von Bedeutung ist das „Agro-ecological zoning“, durch das der Anbau von Zuckerrohr und Ölpflanzen auf bestimmte Regionen beschränkt wird. Die Regierung und der Nationalkongress schaffen den gesetzlichen Rahmen für die Ethanolproduktion. Die Ausweitung von Anlagen wird durch die Regierung finanziell unterstützt. Die Regierung fördert auch die Etablierung von Kontrakten zwischen den Marktakteuren und den permanenten Dialog zwischen den Stakeholdern. Dabei steht der Heimmarkt im Fokus: bis 2020 sollen 63 Mio. m³ Ethanol auf den brasilianischen Markt kommen.

Die Entwicklung bei Biodiesel wird durch die 5%-ige Pflichtbeimengung bestimmt. In den einzelnen Regionen Brasiliens wird unterschiedlich versteuert. Im Norden und Nordosten ist die Steuer um 15 % geringer. Besonders unterstützt wird die Produktion in kleinen Betrieben. Mit einem „Social Fuel Certificate“ beträgt die Steuererleichterung 61 %, im Norden und Nordosten sogar 100%. 80 % der Biodieselproduktion wird in öffentlichen Auktionen für die Kleinerzeuger reserviert. Die Regierung unterstützt auch die Diversifizierung der Rohstoffe. Die Produktion von Pflanzenöl soll von 7,55 Mio. m³ im Jahr 2011 auf 9,92 Mio. m³ im Jahr 2020 steigen. Für Biodiesel sind 2011 2,52 Mio. m³ geplant, bis 2020 soll Biodiesel auf 3,84 Mio. m³ steigen.



Landnutzung in Brasilien 2009

Mehr als die Hälfte Brasiliens ist mit natürlicher Vegetation bedeckt. 20 % der Fläche wird für Weidewirtschaft, 6,4 % für Ackerbau genutzt. Die landwirtschaftliche Nutzung könnte ohne Beeinträchtigung der natürlichen Vegetation um 100 Mio. ha bzw 12 % der Fläche ausgebaut werden. Zuckerrohr wird lediglich auf 1 % der Fläche des Landes angebaut.

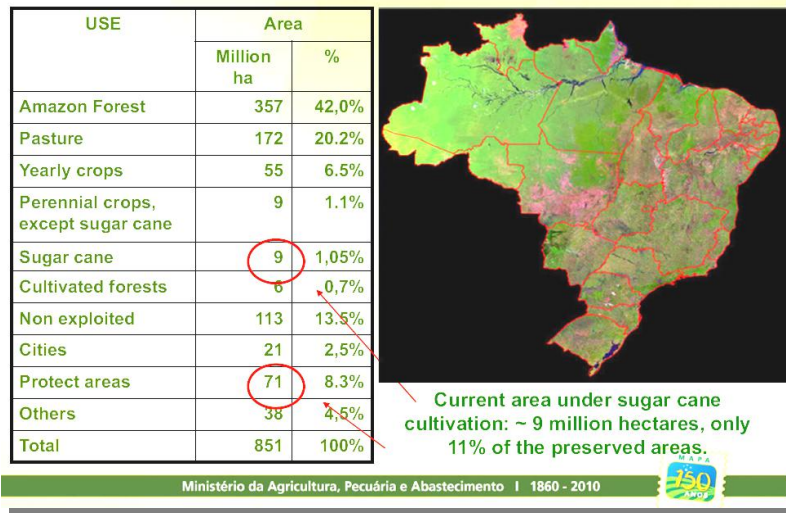
Um die Kosten von Treibstoffen an der Tankstelle zu senken, wird die bestehende Ethanolpipeline von Rio de Janeiro nach Paulina mit einer Länge von ca. 500 km um eine weitere Pipeline von Caraguatatuba nach Jatai mit mehr als 1100 km ergänzt. Ethanol wird auch als Treibstoff für Dieselmotoren in Bussen (auch mit Hybridantrieb) und Landmaschinen erprobt. Brasilien hat mit 77 Ländern (ca. 1/3) der Erde internationale Übereinkommen zur Entwicklung der Bioenergie.

Jose Nilton de Souza Vieira vom brasilianischen Landwirtschaftsministerium berichtete über die Einrichtung von ökologischen Zonen in Brasiliens Landwirtschaft im Rahmen von COP 10⁵¹.

Die größte Fläche Brasiliens nimmt mit 40 % der tropische Regenwald im Amazonasgebiet ein. Acht Prozent der Fläche sind durch Gesetze geschützt. Die Landnutzung ist durch die Weidewirtschaft geprägt, die 20 % der Fläche in Anspruch nimmt. Fast 14 % der Fläche sind

⁵¹ COP 10, die „Konvention über Biodiversität“, wurde 1992 beim „Earth Summit“ in Rio von 160 Regierungen anerkannt und soll die nachhaltige Entwicklung vorwärts zu treiben. Sie ist ein Werkzeug, um die Prinzipien der Agenda 21 der Vereinten Nationen umzusetzen.

ungenutzt. Einjährige Pflanzen werden auf 6,5 % des Landes angebaut. Mit 1,05 % ist der Anbau von Zuckerrohr sehr gering.



Landnutzung in Brasilien

Die Produktion von Getreide ist in den vergangenen Jahrzehnten stark gestiegen und hat sich seit 1991 bei einem Zuwachs von 4,8 %/a fast verdreifacht (von 58 Mio. t auf 142 Mio. t). Im gleichen Zeitraum ist die Fläche um 1,3 %/a von 38 Mio. ha auf 48 Mio. ha gestiegen.



Entwicklung der Getreideflächen seit 1991

Brasiliens Bioenergiestrategie setzt auf Biodiesel, Ethanol, biogene Rückstände, Abfälle und Energieholzflächen. Die Einrichtung von ökologischen Zonen in der Landwirtschaft, aber auch Forschung und die Unterstützung landwirtschaftlicher Familienbetriebe soll die Nachhaltigkeit der Produktion sichern. Der Zuckerrohranbau soll auf Flächen erfolgen, die

- für mechanische Ernte gut geeignet sind oder
- derzeit als Weideland genutzt werden

- und wo der Anbau ökologisch unbedenklich ist.

Verboten ist der Anbau im Amazonasgebiet, in Pantanal und im oberen Paraguya Flussgebiet auf geschützten Flächen und auf Forstflächen. Neue Projekte werden nur dann genehmigt, wenn die Ernte mechanisch erfolgt, Bewässerung ist nicht erlaubt.

Eine Analyse hat ergeben, dass unter diesen Einschränkungen 63 Mio ha bzw. 7,5 % der Fläche Brasiliens für den Zuckerrohranbau geeignet sind. Es ist jedoch nicht anzunehmen, dass in den nächsten 10 Jahren mehr als 1/10 dieser möglichen Flächen für Zuckerrohr genutzt werden wird.

Die Einschränkungen beim Anbau von Ölpalmen sind ähnlich. Ölpalmen sollen auf kürzlich durch Raubbau entwaldeten Flächen speziell im Amazonasgebiet angebaut werden. Insgesamt wurde eine potentielle Fläche von 30 Mio. ha identifiziert. Beim Anbau auf degradierten Flächen werden Zinszuschüsse für Investitionen gewährt. Für „Small Holders“ werden spezielle Ausbildungsprogramme angeboten. Forschung, Innovationen und Technologietransfer werden ebenso angeboten wie die Unterstützung der Zusammenarbeit von Landwirten und der verarbeitenden Industrie.

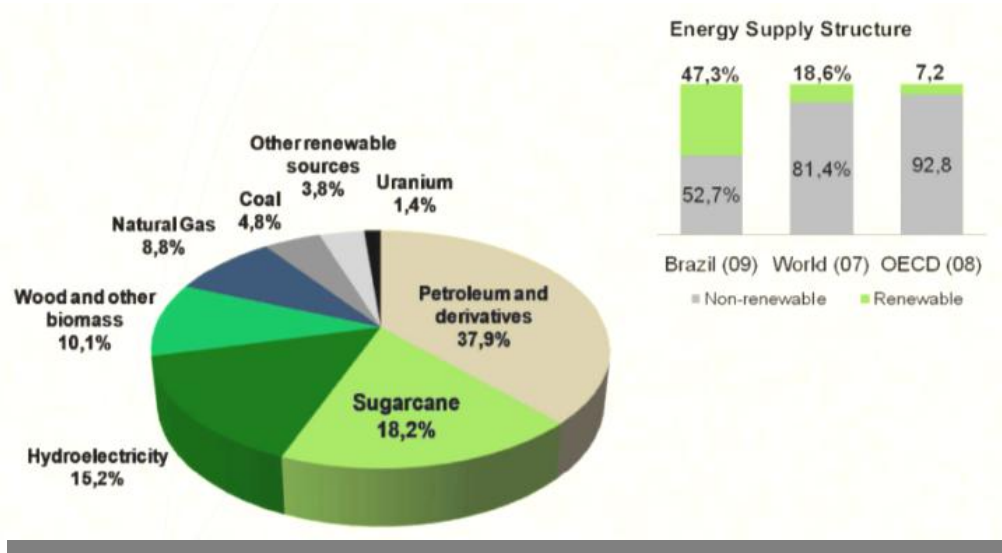
Biotreibstoffe können in Brasilien einen wichtigen Beitrag zur ländlichen Entwicklung, zur Sicherung der Energieversorgung und zur Verringerung der Treibhausgasemissionen leisten. Mit politischen Maßnahmen wie der Festlegung geeigneter Regionen und technischer Anforderungen können die Effizienz gesteigert und negative Umweltauswirkungen verringert werden. Brasiliens Landwirtschaft hat in den vergangenen Jahren beträchtliche Fortschritte gemacht, weitere Verbesserungen sind zu erwarten. Ähnliche Maßnahmen können auch anderen Ländern empfohlen werden.

Die “União da Indústria de Cana-de-Açúcar” (UNICA) repräsentiert die brasilianischen Erzeuger von Zucker, Ethanol und Strom aus Zuckerrohr. Die UNICA Mitglieder – 140 an der Zahl - vertreten 50 % der Ethanol- und 60 % der Zuckerproduktion Brasiliens. UNICA betreibt Büros in São Paulo, Ribeirão Preto, Washington D.C. und Brüssel. UNICA spielt eine führende Rolle bei der Positionierung der brasilianischen Zuckerrohrindustrie als führende Kraft einer modernen, nachhaltigen und globalen Agrarindustrie. Themen sind Umwelt, Energie, Technologie, internationaler Handel, Verantwortung für die Gesellschaft, gesetzliche Regelungen, Wirtschaftlichkeit und Kommunikation⁵².

Die Bedeutung von Zuckerrohr für Brasiliens Wirtschaft wird aus der Struktur der Energieversorgung Brasiliens ersichtlich: Zuckerrohr ist nach Erdöl die wichtigste Energiequelle

⁵² Siehe dazu auch den Beitrag von Marcos Jank bei der BBEST Konferenz

und trägt wesentlich dazu bei, dass Brasilien mit 53% erneuerbarer Energie weltweit die führende Rolle einnimmt.



Brasiliens Energiemix

Das Potential an Biostrom ist ausbaubar, der Export von Biostrom könnte deutlich gesteigert werden. Zuckerrohr kann im Winter das sinkende Angebot von Strom aus Wasserkraft ergänzen. Die gekoppelte Erzeugung von Treibstoff und Strom führt im Vergleich zur Erzeugung von Ethanol aus Getreide und Mais zu sehr hoher Treibhausgasreduktion.

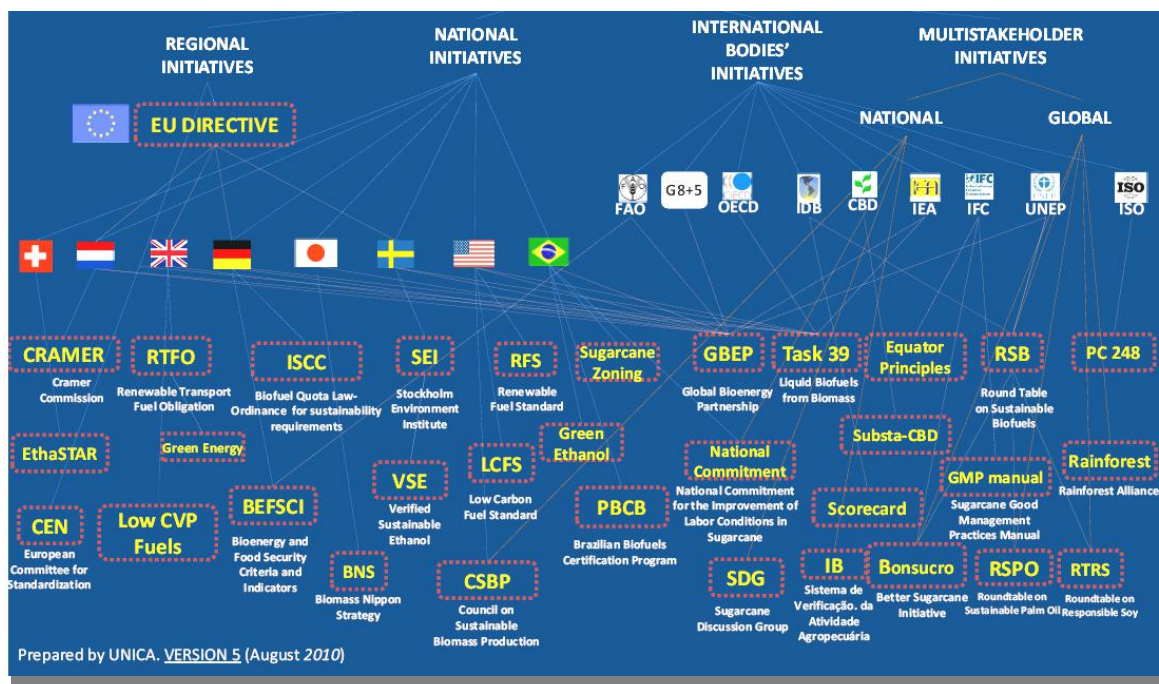
UNICA ist allgemein um die Verbesserung der Nachhaltigkeit bemüht, 75 Industriebetriebe haben Nachhaltigkeitsberichte nach den Vorgaben von UNICA erstellt. UNICA unterstützt auch das Verbot des Verbrennens von Zuckerrohrstroh, das bis 2017 flächendeckend umgesetzt werden muss. Bereits 2010 wurden 60 % der Fläche des Staates São Paulo mechanisch (ohne Abbrennen) geerntet.

UNICA betreibt Qualifikationsprogramme für die Mitarbeiter und ist um die Verbesserungen der Arbeitsbedingungen bemüht. Arbeiter auf Zuckerplantagen verdienen mehr als Landarbeiter, die Reis, Kaffee, Getreide oder Cassava anbauen, ihre Löhne nähern sich denen von Arbeiter in der Sojaproduktion. UNICA unterstützt auch den Aufbau guter Beziehungen zwischen den Lieferanten von Zuckerrohr und der Zuckerrohrindustrie.

Ein Ziel ist, „Best Practice Beispiele“ aufzubauen und zu verbreiten. Dazu gehören Maßnahmen wie die Verregnung der Vinasse, die Verwendung von Filterrückständen als Dünger und die biologische Schädlingsbekämpfung. Darüber hinaus wird das Abwasser rezykliert und damit der Wasserbrauch verringert.

Die Zuckerrohrindustrie ist bemüht, ihre Produktpalette zu erweitern und arbeitet an der Erzeugung von Bioethylen und an flüssigen Kohlenwasserstoffen. Neue Märkte wie die Verwendung von Ethanol in Bussen, Flugzeugen und Motorrädern werden angestrebt.

Zur Informationsverbreitung auch außerhalb Brasiliens hat UNICA eine web page in englischer Sprache gestaltet, unter anderem ist hier ein Film über die Ethanolherzeugung zu sehen (<http://english.unica.com.br/virtual-mill/video-new/virtual-mill.htm>). UNICA ist um Einordnung der Ethanolaktivitäten in das internationale Umfeld bemüht und setzt sich mit der wachsenden Zahl an Nachhaltigkeits- und Umweltinitiativen auseinander, siehe das nachfolgende Bild.



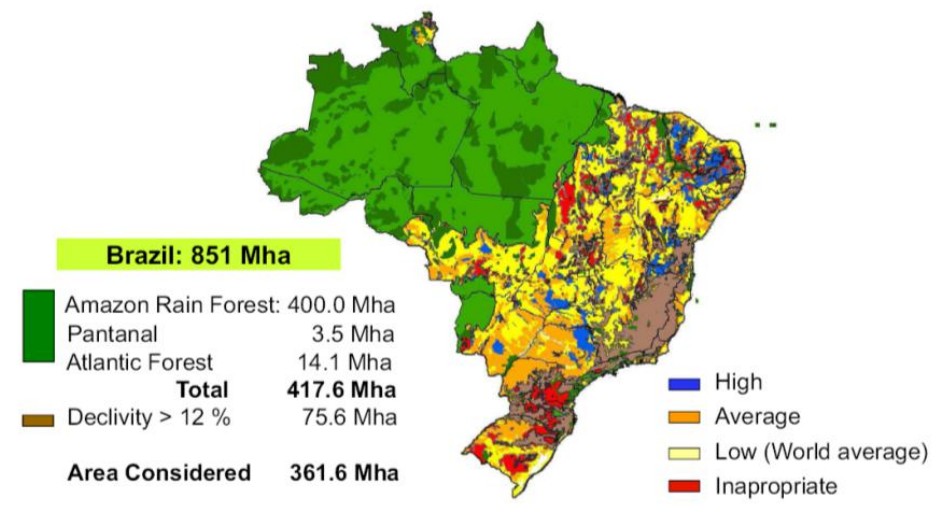
Weltweite Nachhaltigkeitsinitiativen, Übersicht

In der „BONSUCRO – Better Sugar Cane Initiative“ werden Zertifikate ausgestellt. Bestätigt werden die Beachtung der Gesetze, das Respektieren von Arbeitsstandards, die Bemühungen um Steigerung der Effizienz und der Nachhaltigkeit der Produktion, ein aktives Herangehen an Biodiversität, die ständige Verbesserung der Geschäftsabläufe und die Erfüllung der Forderungen der Europäischen Erneuerbare Energie Direktive.

Marco Lima vom CTBE gab einen Überblick über die Forschung in Brasilien. Das “ Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol” CTBE ist Brasiliens nationales Biotreibstofflaboratorium. Es wird vom Ministerium für Wissenschaft und Technologie finanziert und soll dazu beitragen, die weltweite Führung in der nachhaltigen Erzeugung von Bioethanol aufrecht zu erhalten. Aufgabe ist die Verbesserung der Rohstoffe und der

Konversionsverfahren. CTBE betreibt Grundlagenforschung, entwickelt innovative Verfahren und ist mit anderen Forschungseinrichtungen und Laboratorien vernetzt⁵³.

Brasilien könnte 2025 10 % des Bedarfs der ganzen Welt an Vergaserkraftstoff erzeugen. Dazu wären 1000 neue Fabriken erforderlich und 9 Millionen Arbeitsplätze würden geschaffen. Diese Überlegungen beziehen sich ausschließlich auf Gebiete außerhalb geschützter Flächen wie das Amazonas- und das Pantanal-Gebiet, die mehr als die Hälfte der Fläche Brasiliens einnehmen.



Mögliche Flächen für den Zuckerrohranbau in Brasilien

Mit einer Fläche von 9,1 Mio. ha ist die Zuckerrohrfläche im Vergleich zur Landesfläche gering. Sojabohne wird auf 37 %, Mais auf 20, Zuckerrohr auf 14,3 % der Ackerfläche angebaut. Die durch Viehwirtschaft degradierte Fläche dagegen beträgt 40 Mio. ha.

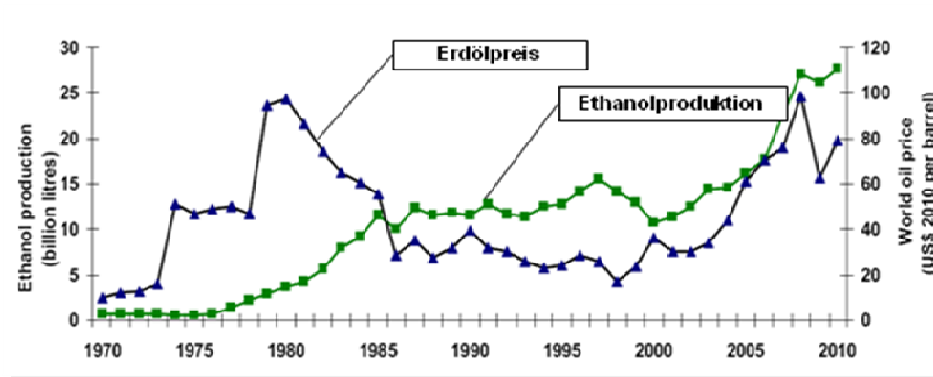
⁵³ www.bioetanol.org.br/english/index.php

Sugarcane uses **3.4%** of available agricultural land in Brazil!
 Brazil has nearly **40 million hectares** of degraded pastures.

Crop	Area (Mha)	Area/Total	Production (Mt)
Soybean	23.3	36.6%	68.5
Maize	12.8	20.1%	56.1
Sugarcane	9.1	14.3%	719.2
Beans	3.5	5.4%	3.2
Rice	2.7	4.3%	11.3
Wheat	2.2	3.4%	6.0
Coffee	2.2	3.4%	2.9
Cassava	1.8	2.8%	24.4
Cotton	0.8	1.3%	2.9
Sorghum	0.6	1.0%	1.5
Other	4.8	7.5%	
Total	63.7	100.0%	

Ackerbauflächen in Brasilien

Die Entwicklung der Ethanolproduktion seit 1973 steht in engem Zusammenhang mit den Erdölpreisen. Steigende Erdölpreise gehen Hand in Hand mit steigender Produktion, während bei fallenden Ölpreisen die Produktion gleich bleibt.

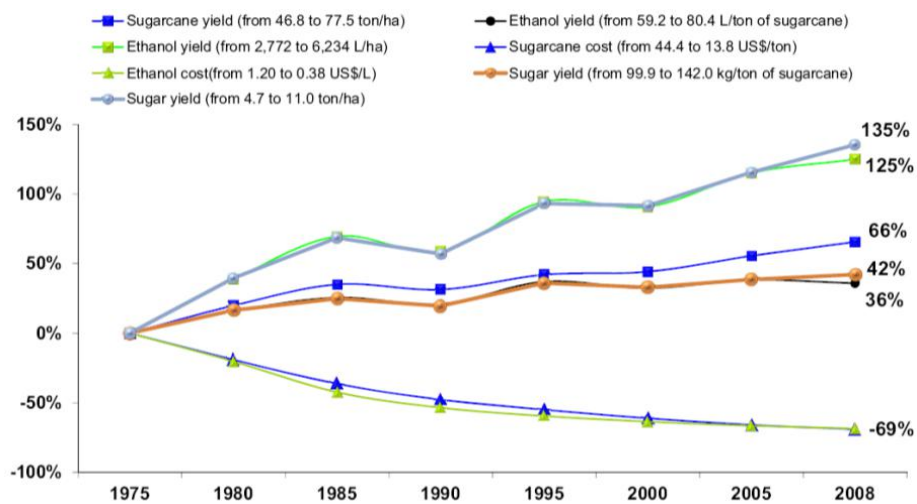


Ethanolproduktion und Erdölpreis

Die Entwicklung in dieser Zeit war durch Lerneffekte geprägt. In 33 Jahren ist der Ethanolertrag pro Hektar von 2 772 Liter um 125 % auf 6234 Liter gestiegen, Hauptgrund dafür war der gestiegene Zuckerertrag. Die Kosten der Ethanolproduktion sind von 1,2 US\$/l um 69 % auf 0,38 US\$/l gesunken, wobei vor allem die Rohstoffkosten gesenkt werden konnten.

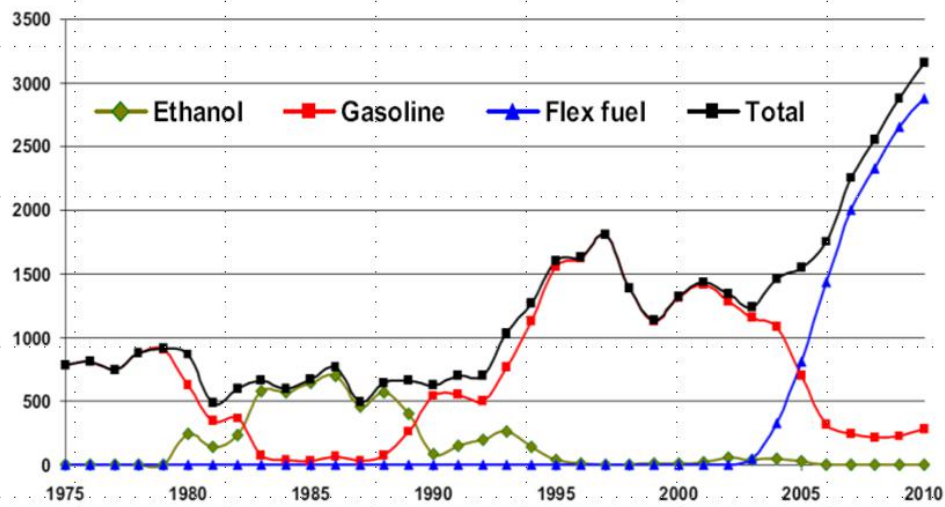


Manuelle und mechanische Zuckerrohrernte



Ethanolproduktion: Lernkurve

Anfang der 90-iger Jahre hat eine dynamische Entwicklung des Fahrzeugmarkts begonnen. Die Neuzulassungen sind stark gestiegen und haben sich fast vervierfacht. Die Einführung der „Flex Fuel Vehicles“ (FFV) im Jahr 2003 war höchst erfolgreich, heute können ca. 90 % der neuangemeldeten PKWs sowohl mit Benzin als auch mit reinem Ethanol (E100) betrieben werden. Auffällig ist das Fehlen von Dieselfahrzeugen, Ursache dafür ist ein gesetzliches Verbot von PKWs mit Dieselmotoren.



Zulassung von Neufahrzeugen (in Tausend)

Die Politik unterstützt die Forschung. CTBE hat von 2008 bis 2010 50 Mio. US\$ für die Errichtung des nationalen Laboratoriums erhalten. Ab 2013 werden dort 110 Wissenschaftler aus den Bereichen Biologie, Physik, Chemie und Ingenieurwissenschaften arbeiten. Die Infrastruktur steht auch für Forscher aus Universitäten und der Industrie zur Verfügung. Focus der Forschungen ist die Integration neuer Technologien in Bioraffinerien der Zukunft. Behandelt werden

- Grundlagenforschung
- Entwicklung an Pilotanlagen
- Nachhaltigkeit
- Mechanisierung der Landwirtschaft
- Simulation

Für die Entwicklung von fortgeschrittenen Verfahren stehen Labor- und im Pilotanlagen. Die Einrichtungen zum Scale-up neuer Verfahren und können auch von externen Forschern verwendet werden.

Entwicklungen laufen auch zur pfluglosen Bodenbearbeitung. Ziel ist, die Kosten zu senken und durch geringere Bodenverdichtung den Boden zu schützen. Die Entwicklung basiert auf umfangreichen Erfahrungen aus dem pfluglosen Getreideanbau. Das Projekt wird durch Embrapa koordiniert. Für das Projekt stehen 10 Mio. \$ zur Verfügung. Die technische

Entwicklung wird von JACTO, einem brasilianischen Hersteller von Spritzmaschinen für die Landwirtschaft⁵⁴, durchgeführt.

Die Nachhaltigkeitsforschung ist mit aktuellen Fragestellungen wie Energie- und Umweltbilanzen, indirekter Landnutzungsänderung, Bodenkohlenstoff und Bodenemissionen, sozio-ökonomischen Auswirkungen und Auswirkungen auf den Wasserhaushalt befasst. In der Grundlagenforschung werden die Photosynthese und der Zelluloseaufschluss behandelt. Mit der „virtuellen Zuckerrohr-Bioraffinerie“ wird man die Auswirkungen neuer Technologien auf die Kosten untersuchen.

Das Instituto Nacional de Tecnologia INT mit Sitz in Rio de Janeiro gehört dem Brasilianischen Ministerium für Wissenschaft, Technologie und Innovation. INT hat insgesamt 528 Mitarbeiter, die Hälfte davon ist fix angestellt. Biotreibstoffe werden in der Abteilung für chemische und katalytische Prozesse erforscht, die Arbeiten konzentrieren sich auf die Vorbehandlung von Biomasse, die Zellulaseproduktion sowie die technische Umsetzung.

Die Entwicklung fortgeschrittener Biotreibstoffe ist eine komplexe Aufgabe und Aussagen über den Weg zum Erfolg sind schwierig. Die Zahl der Patente in diesem Bereich hängt eng mit der Entwicklung des Rohölpreises zusammen. Die Beobachtung der Entwicklung internationaler Patente deutet auf eine Vernetzung einzelner Akteure hin. Mehr als 2/3 der Patente der letzten Jahre wurden von Novozymes und Novonordisk angemeldet, Genencor und Danisco folgen mit 20 % der Anmeldungen. Japan hat 10 % der Patente angemeldet, logen jedoch nur 2 %.

INT wir die zukünftige Forschung auf die Erzeugung von Ethanol aus Bagasse und Zuckerrohrstroh sowie von Wasserstoff aus Vinasse konzentrieren. Dabei wird man mit der Universität Rio de Janeiro, EMBRAPA, INMETRO, BIOMM Technolgy und der Universität Lund zusammen arbeiten.

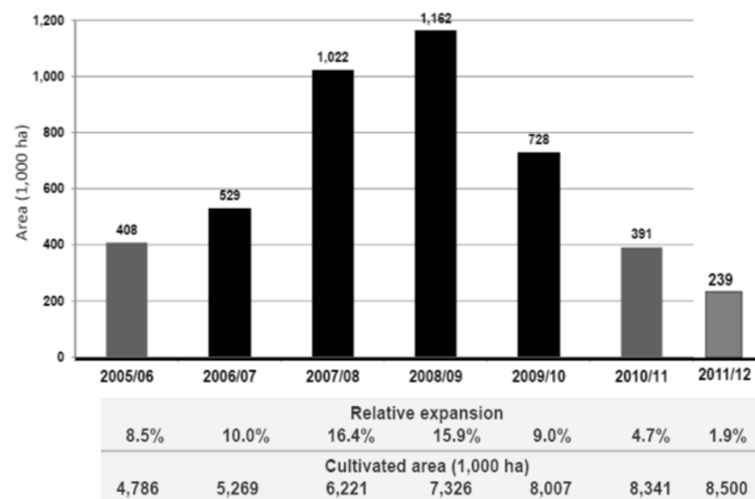
Elba Bon von der Universität Rio de Janeiro gab einen Einblick in die Forschungsarbeiten über Lignozellulose-Ethanol. Die verfügbaren Mengen an Biomasse sind groß, jährlich fallen 85 Mio. Tonnen trockener Bagasse an. Mit dem Verbot des Verbrennens der Zuckerrohrblätter vor der Ernte wird bis 2017 die verfügbare Menge an Biomasse ansteigen. Durch Aufschluss der Lignozellulose könnten zusätzlich 23,7 Mio. m³ Ethanol erzeugt werden. Dies entspricht annähernd einer Verdoppelung der derzeitigen Produktion.

Die Kosten der Erzeugung von Ethanol aus Zucker liegen in Brasilien bei 0,20 US\$/Liter. Im Vergleich dazu betragen die Kosten von Ethanol aus Stärke in den USA 0,42 US\$/Liter. Bei geschätzten Kosten von 0,6 US\$/Liter ist die Erzeugung von Ethanol aus Lignozellulose derzeit

⁵⁴ www.jacto.com/index.html

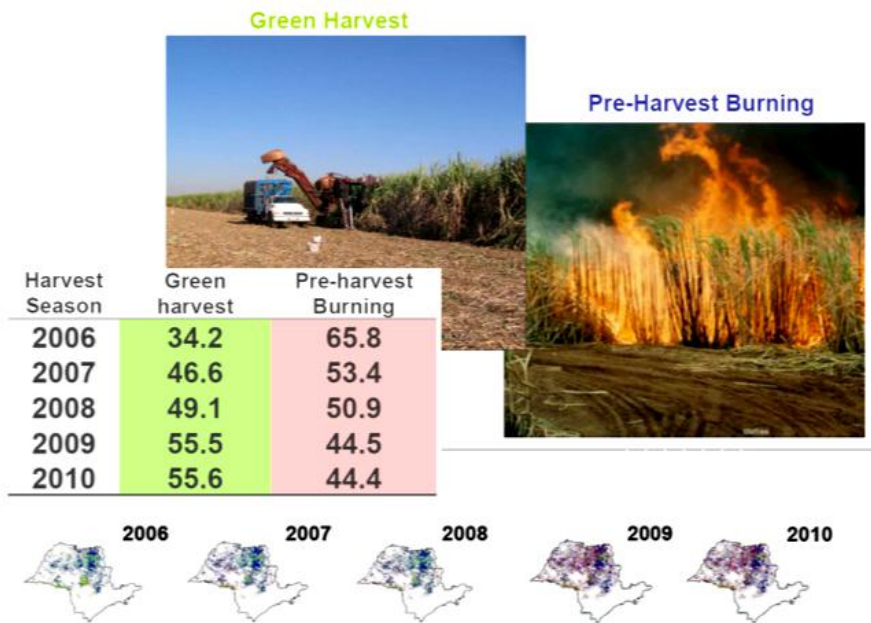
wenig attraktiv. Die Erzeugung von Lignozelluloseethanol steht somit im harten Wettbewerb mit der Verstromung. Derzeit laufen eine Reihe von national finanzierten Projekten sowie ein gemeinsames Projekt mit der EU.

Bernardo Rudorff vom nationalen Weltraumforschungsinstitut berichtete über satellitengestützte Fernaufklärung. Für die Beobachtung stehen vier Satelliten zur Verfügung (Landsat, CBERS, Resourcesat, Terra MODIS). Im Cansat-Projekt wird mit Hilfe von Satellitenaufnahmen die Entwicklung der Zuckerrohrflächen und die Landnutzungsänderung beobachtet, die Ergebnisse werden in Zeitserien dargestellt.



Ausdehnung der Zuckerrohrproduktion in Süd-Zentral-Brasilien

Aussagen über die zu erwartenden Erträge sind damit ebenso möglich wie Aussagen über die Art der Ernte.



Die Entwicklung moderner Erntetechnik

Die Umstellung der Ernteverfahren läuft rasch. Während im Jahr 2006 noch 2/3 der Fläche von Hand geerntet wurden, ist die Fläche im vergangenen Jahr auf 44 % gesunken.

Weitere Cansat-Daten findet man im Internet (www.dsr.inpe.br/laf/canasat/).

5.3 Länderberichte

Australien

Zucker und Zuckerrohr spielt für Australiens Landwirtschaft eine bedeutende Rolle. Die Australische Zuckerindustrie ist auf die Küste Queenslands konzentriert. Jährlich werden auf etwas mehr als 400 000 ha 36 bis 38 Mio. t Zuckerrohr geerntet und 5 Mio. t Zucker sowie 60 000 m³ Ethanol erzeugt. Im Vergleich dazu beträgt der Benzinverbrauch Australiens 19 Mio. m³. Aus 280 000 m³ C-Molasse und 750 000 m³ C-Molasse könnte ebenfalls Alkohol erzeugt werden. Zusätzlich werden 5,6 Mio. t Bagasse und 32 Mio. t Abfälle auf den Zuckerrohrfeldern nicht genutzt.

Die Ethanolindustrie ist in einer schwierigen wirtschaftlichen Lage. Die Dalby Biorefinery, die jährlich 200 000 t Getreide verarbeitet, wurde nach finanziellen Problemen von „United Petroleum“, einem unabhängigen Treibstoffhändler, übernommen. Die Forschung hingegen entwickelt sich gut. Die Regierung richtet mit 20 Mio. AUS\$ das „Australien Biofuels Research Institute“ (ABRI) ein und unterstützt damit die Entwicklung wettbewerbsfähiger fortgeschrittener Biotreibstoffe. Fünf Millionen Dollar davon gehen an die James Cook Universität in Townsville in

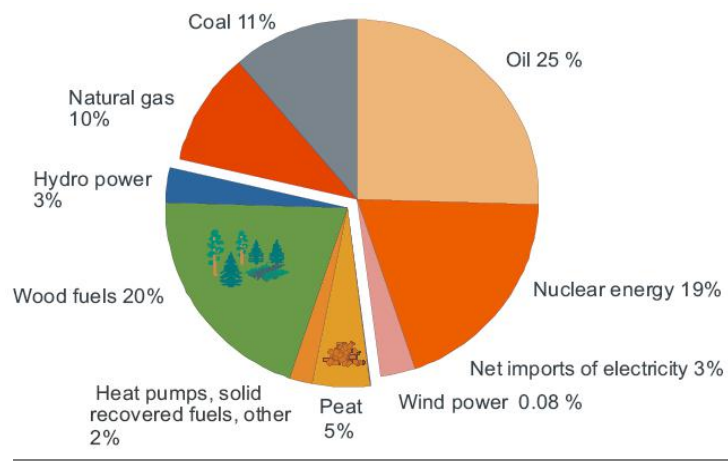
Queensland.⁵⁵ Biotreibstoffe werden weiter durch die Politik unterstützt, Ethanol und Biodiesel bleiben steuerfrei. Noch im Jahr 2011 soll das Parlament eine CO₂-Steuer verabschieden.

Dänemark

Die Lignozellulose-Anlage von INBICON ist in Betrieb gegangen, sämtliche Ziele wurden erreicht: der Ethanolertrag ist hoch, kontinuierlicher Betrieb ist auch bei hohem Trockensubstanzgehalt möglich. Das Gesamtkonzept stimmt und die Auslegedaten wurden erreicht. Die Ligninpellets sind als Brennstoff, die Molasse zur Erzeugung von Biogas geeignet. Arbeiten zur Verwendung der Molasse als Futtermittel sind im Laufen.

Finnland

Mit einem Anteil von 20 % ist Holz nach Erdöl die wichtigste Energiequelle des Landes, Nummer drei ist die Kernenergie mit 19 %.



Energieverbrauch Finnlands

Der nationale Aktionsplan über Erneuerbare Energie sieht bis 2020 einen 38%-igen Anteil erneuerbarer Energie am Gesamtenergieverbrauch vor.

Biotreibstoffe spielen derzeit eine geringe Rolle. Im Zeitraum von 2011 bis 2013 wird der Anteil per Gesetz auf 6 % angehoben. Der Schwerpunkt der Forschung liegt auf fortgeschrittenen Biotreibstoffen. Die Ziele sind ehrgeizig, im Jahr 2020 soll 20 % der Transportenergie erneuerbar sein. Neste Oil betreibt in Finnland zwei NextBtL-Anlagen einer Kapazität von je 170 000 t/a. Eine 800 000 t-Anlage ist in Singapur in Betrieb gegangen, eine weitere Anlage dieser Größe ist in Rotterdam in Bau. Die ETBE-Kapazität beträgt 100 000 t/a.

⁵⁵ <http://minister.ret.gov.au/MediaCentre/MediaReleases/Pages/BudgetAustralianBiofuelsResearchInstitute.aspx>

Die Firma ST1 betreibt 6 kleine Ethanolanlagen einer Leistung von je ca. 1 500 m³/a sowie eine Destillationsanlage einer Leistung von 22 000 t/a.

Stora Enso und Neste Oil betreiben eine 12 MW Demonstrationsanlage bei der Zellstoffabrik in Varkaus, die Vergasungstechnologie wurde von VTT entwickelt.

UPM arbeitet mit Andritz Carbona an der Entwicklung von Fischer-Tropsch-Diesel. Pilotversuche laufen auf der Anlage von GTI, einer privatwirtschaftlich organisierten Forschungseinrichtung mit ca. 250 Mitarbeitern in den USA⁵⁶. UPM plant auch die Errichtung einer kommerziellen Anlage zur Erzeugung von hydriertem Pflanzenöl in ihrer Industrieanlage in Kaukas. Die auf Bioenergy spezialisierte Firma Vapo⁵⁷ interessiert sich gemeinsam mit der Industriegruppe Metsäliitto⁵⁸ für die Erzeugung von BTL aus Forstabfällen.

Mehrere Firmen entwickeln neue Biotreibstofftechnologien. UPM arbeitet in einem EU-geförderten Demonstrationsprojekt an der Erzeugung von Ethanol aus Lignozellulose. ST1 erforscht neue Rohstoffe wie Verpackungsabfälle und Stroh für den oben angeführten Prozess. Metso, UPM, Fortum und VTT betreiben in Tampere eine 2 MW Pilotanlage zur Erzeugung von Pyrolyseöl.

Die Regierung fördert eine Reihe von einschlägigen Forschungsprogrammen:

- BioRefine –neue Produkte aus Biomasse, Laufzeit 2007 – 2012, finanziert von Tekes.
- Nachhaltige Erzeugung von Energie und Rohstoffen, finanziert von der finnischen Akademie der Wissenschaften.
- Programme der Forschungseinrichtungen VTT (finnisches technisches Forschungszentrum), Metla (finnisches forstliches Forschungszentrum) und MTT (finnisches landwirtschaftliches Forschungszentrum).
- TransEco Forschungsprogramm – Energieeffizienz und erneuerbare Energie für Straßenfahrzeuge, Laufzeit 2009 bis 2013.

Deutschland

Axel Munack, von Tünen Institut Braunschweig, berichtete über die Entwicklung der Biotreibstoffe in Europa und Deutschland. Von 2003 bis 2007 ist die Rapsanbaufläche von ca. 0,8 Mio. ha auf mehr als 2,0 ha gewachsen. In den folgenden Jahren war der Anstieg gering,

⁵⁶ www.gastechnology.org/

⁵⁷ www.vapo.fi/

⁵⁸ www.metsaliitto.com

die Rapsfläche liegt derzeit knapp unter 2,3 Mio. ha. Im Jahr 2010 wurden in Deutschland etwas mehr als 2,5 Mio. t Biodiesel verbraucht. Demgegenüber hat Europa fast 10 Mio. t Biodiesel erzeugt⁵⁹. Mit einem Anteil von 30 % in der Produktion und 21% im Verbrauch ist Deutschland aber immer noch die Nummer 1 bei Biodiesel in Europa und liegt klar vor Frankreich.

In der EU werden derzeit 2,9 Mio. t Ethanol erzeugt, Deutschland trägt dazu 0,6 Mio. t bei. Bei der Ethanolherzeugung ist Frankreich, beim Verbrauch Deutschland die Nr. 1 in Europa. Sowohl bei Biodiesel als auch bei Ethanol sind die europäischen Anlagen schlecht ausgelastet. Der Anteil von Biodiesel hat 2007 in Deutschland ein Maximum von 12 % (bezogen auf die Energie) erreicht und ist mittlerweile auf 7,2 % gesunken. Standarddiesel enthält derzeit 7 vol% Biodiesel, die Beimischung von 3 % hydriertem Pflanzenöl steht bevor. Benzin enthält derzeit 3,7 % Ethanol, E10 wird von den Kunden nicht akzeptiert.

Deutschland anerkennt derzeit zwei Zertifizierungssysteme:

- ISCC – das International Sustainability and Carbon Certification System, das auch von der Europäischen Kommission anerkannt wird.
- Das deutsche REDcert-System.

Probeweise wird auch das System des „Round Table on Sustainable Biofuel“ anerkannt.

In der Forschung arbeiten 20 Institute der RWTH Aachen im „Fuel Design Centre“ an der Erzeugung und Verwendung neuer Biotreibstoffe. Als Beispiel sei eine Mischung von 70 % 2-Ethyltetrahydrofuran in Di-n-Buthylether erwähnt. Jährlich stehen jährlich 6,5 Mio. € für diese Arbeiten zur Verfügung.

Shell hat sich von CHOREN zurückgezogen. Im Juli 2011 hat CHOREN die Insolvenz erklärt. Die Arbeiten im Karlsruhe Institut für Technologie laufen plangemäß. Die „Fast Pyrolysis“-Anlage und der Vergaser wurden fertig gestellt, die Gasreinigung und die DME-Syntheseanlage sind in Bau und sollten 2012 in Betrieb gehen. Die Südchemie baut in Straubing bei München eine Zellulose-Ethanolanlage einer Kapazität von 2 000 t/a. Die Südchemie wurde 2011 von der Schweizer Firma Clariant, ein Erzeuger von Spezialchemikalien, gekauft.

Kanada

In Kanada sind 22 Biotreibstoffanlagen in Betrieb oder in Bau, die gesamte Produktionskapazität liegt bei 2 Mio. m³. Die Investitionskosten dafür liegen bei 2,3 Milliarden

⁵⁹ Siehe auch EurObserv'ER 07/2011

US\$. Der „Renewable Fuel Standard“ fordert die Beimengung von 5 % Ethanol und 2 % Biodiesel.

Neuseeland

Seit dem letzten Meeting in Seattle haben sich keine wesentlichen Änderungen ergeben. Das seit Mitte 2010 geltende Emissionshandelsschema wurde im Lichte des Australischen Schemas revidiert. Die Zukunft der Landwirtschaft ist seither unsicher und es ist offen, wie die Emissionen verringert werden sollen.

In den vergangenen zwei Jahren hat die Aufforstung zugenommen, elf Kraftwerke auf Basis erneuerbare Energie wurden genehmigt. Die Treibhausgasemissionen sind gesunken.

Die Pilotanlage von LanzaTech, in der aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff mit Hilfe von Mikroben Treibstoffe und Chemierohstoffe erzeugt werden, ist seit Ende November 2008 in Betrieb, eine Demonstrationsanlage wird bei Baosteel in China unter Mithilfe der Chinesischen Akademie der Wissenschaften errichtet⁶⁰.

Norwegen

Der Verbrauch an Treibstoffen wächst ständig, im Jahr 2009 wurden 6 Mio. m³ verbraucht. Der Anteil des Dieselmotors beträgt 55 % und wächst, da 70 % der verkauften Fahrzeuge mit Dieselmotoren ausgestattet sind. Seit April 2010 ist die Beimengung von 3,5 % Biodiesel obligatorisch, die Anhebung auf 5 % wurde auf Juli 2011 verschoben.

Die norwegische Klimaagentur KLIF empfiehlt nun auch, die Forschung über fortgeschrittene Biotreibstoffe von der biochemischen Erzeugung auch auf thermochemische Verfahren auszudehnen. Die Firma Borregaard arbeitet an einem enzymatischen Verfahren zur gekoppelten Erzeugung von Chemikalien aus Lignin und Ethanol aus Bagasse und ähnlichen Rohstoffen. Eine Pilotanlage in Sarpsborg in Norwegen soll eine Tonne Biomasse am Tag verarbeiten. Die Anlage soll 25 Mio. US\$ kosten, 10 Mio. davon kommen von der norwegischen Regierung. Baubeginn war Mitte 2011, die Inbetriebnahme ist für Mitte 2012 vorgesehen. Kommerzielle Anlagen sollen außerhalb Norwegens errichtet werden (siehe dazu auch den Beitrag bei der BBEST Konferenz weiter vorne im Bericht).

Norwegen ist auch an der Entwicklung von Biomasse aus marinen Makroalgen interessiert, Arbeiten laufen im „Norwegian Seaweed Centre“ im Küstengebiet.

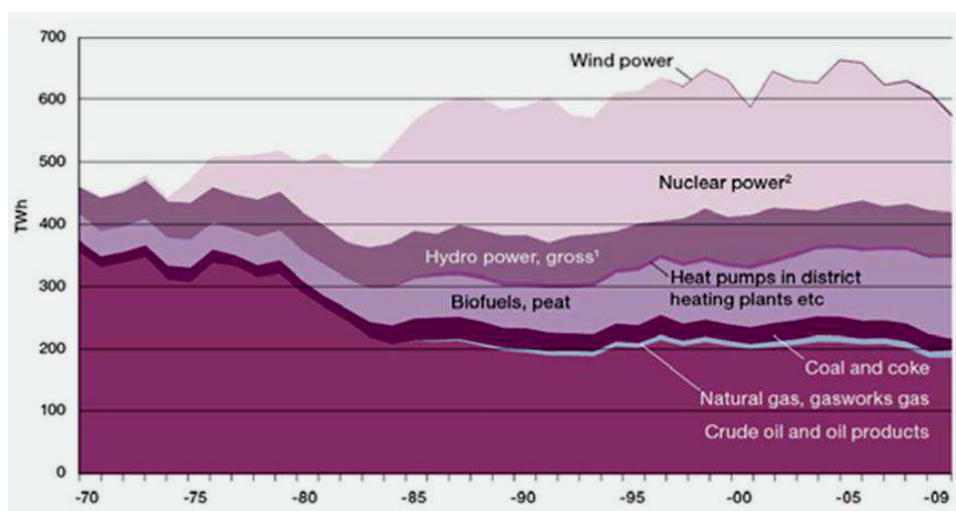
⁶⁰ Siehe dazu auch [Task 39 Business Meeting, Bioenergy Australia, NZ Study Trip \(2011, in German\)](#)

Schweden

Die Energieforschung wird von der „Swedish Energy Agency“, der drittgrößten Förderagentur Schwedens, abgewickelt. Die Agentur deckt in 40 Programmen alle Aspekte von der Grundlagenforschung bis hin zur Markteinführung ab. Im laufenden Jahr stehen für ca. 700 Projekte 144 Mio. € zur Verfügung. Der Fokus liegt auf

- Energiesystemen
- Industrie
- Kraftwerken
- Gebäuden
- Verkehr
- Bioenergiesystemen

Im Transportbereich wird die Entwicklung von fortgeschrittenen bio- und thermochemisch erzeugten Treibstoffen aus forstlicher Biomasse, bei den Antrieben die Entwicklung von Hybridtechnologien und effiziente Verbrennungskraftmaschinen gefördert. Themen der Biomasseforschung sind die nachhaltige Bereitstellung und Effizienzsteigerungen.



Gesamtenergieverbrauch Schwedens, 1970 - 2009

Der Anteil erneuerbare Energie in Schwedens Energiemix nimmt zu und hat 2009 45 % erreicht. Bioenergie und Torf tragen den größten Teil dazu bei, der Anteil der Biotreibstoffe im Transportbereich (Ethanol, Biodiesel und Biogas) hat 5,4 % betragen.

In der Forschung konzentrierte man sich auf Ethanol aus Zellulose, dieses Jahr läuft das Programm aus. Seit 2004 läuft die Pilotanlage bei SEKAB erfolgreich⁶¹. Im Folgeprogramm

⁶¹ www.sekab.com

werden bis 2015 14 Mio. € bereitgestellt. Ziel ist, kommerzielle Technologien zu entwickeln, der Fokus liegt auf Gesamtkonzepten und der Steigerung der Effizienz.

Dem Schwedischen Vergasungszentrum stehen jährlich 20 Mio. € zur Verfügung. Damit wird der Betrieb von Demonstrationsanlagen unterstützt. An drei Universitäten werden die Wirbelschichtvergasung (KTH Stockholm), die Vergasung mit indirekter Wärmezufuhr (Chalmers, Göteborg) und die Flugstomvergasung (LTU/ETC, Lulea/ Pitea) erforscht.

Gothenburg Energi AB setzt 23 Mio. € zur Errichtung einer Biomethananlage ein. Chemrec erhält Fördermittel für die Errichtung einer Anlage zur Erzeugung von Biotreibstoffen aus Sulfitablauge, die Investition beträgt 53 Mio. €. Södra Cell AB arbeitet ebenfalls an einer innovativen Technologie zur energetischen Nutzung von Sulfitablauge in der Papier- und Zellstoffindustrie und erhält dafür 9 Mio. € öffentliche Mittel.

Österreich

Das BMVIT unterstützt die Vernetzung der österreichischen Experten in mannigfaltiger Weise. Neu ist die web page www.netzwerk-biotreibstoffe.at/, wo allgemeine Informationen über Biotreibstoffe, Projekte, Experten, Organisationen, Publikationen und Veranstaltungen zugänglich gemacht werden.

Diese Internetseite stellt allgemeine Informationen des Biotreibstoffsektors zur Verfügung, verbreitet Neuigkeiten über Projekte, Publikationen und Veranstaltungen und verschafft einen Überblick über ExpertInnen und Organisationen in der Biotreibstoffszene.

Die von Bioenergy2020+ erstellte „Demoplant-Database“⁶² wird in Konferenzen (XIX ISAF Conference Verona, „Biofuels International“ Antwerpen) und im F.O. Licht „Sugar Journal Internationale“ vorgestellt. Weitere Projekte von Bioenergy 2020+ am Standort Wieselburg sind:

- Das im „Intelligent Energy“ Programm der EU finanzierte Projekt „Biograce“, in dem ein Tool zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen von Biotreibstoffketten nach den Vorgaben der Biotreibstoffdirektive erstellt wird (www.biograce.net/). Das Projekt läuft bis Anfang 2012, ein Folgeprojekt zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen von Bioenergieketten wurde beantragt.
- Das im nationalen Programm „Neue Energien 2020“ finanzierte „Algae&Energy“ Projekt, in dem die Integration von Algenbiomasse in das österreichische Energiesystem untersucht wird (www.nachhaltigwirtschaften.at/results.html/id6296)
- Die Führung des Sekretariat des IEA Advanced Motor Fuel Agreement (IEA AMF), die Herausgabe der Web page und des Newsletters (www.iea-amf.vtt.fi/6contact.html)

⁶² <http://biofuels.abc-energy.at/demoplants/>

- Das ERA-ARD Projekt „Bioenergy in Africa“, in dem die Chancen und Risiken der Bioenergieerzeugung in Afrika untersucht wird, wobei der Focus auf Jatropha liegt (www.bioenergyinafrica.net/home.html)

Das Interesse Österreichs für die nächste Periode von Task 39 liegt auf:

- Biotreibstoffpolitik und Einbeziehung von Entscheidungsträgern
- Rohstoffe für Biotreibstoffe, Importe aus Entwicklungsländern, Nachhaltigkeit einschließlich sozialer Aspekte
- Innovative Rohstoffe einschließlich Algen
- Biotreibstoffe für die Luftfahrt
- Zusammenarbeit mit anderen Netzwerken (mit anderen Tasks von IA Bioenergy, IEA AMF, ETP Biofuels)
- Fortführung der Demonstrationsanlagen-Datenbank

USA

Die Markteinführung von Stärkeethanol hat das Ziel von 50 Mio. m³ erreicht, weitere Steigerungen sind gering. Eine Reihe von Pilotanlagen zur Erzeugung von Ethanol aus lignozellulosen Rohstoffen sind in Betrieb, die ehrgeizigen Ziele des „Renewable Fuel Standard 2“ wurden aber weit verfehlt. Für die Kommerzialisierung werden wegen des hohen Risikos verbesserte Rahmenbedingungen gefordert.

Die „Billion Ton Study“, eine Potentialanalyse, die den Weg zur Erzeugung von mehr als einer Milliarde Tonnen Biomasse weist, wurde überarbeitet, das Ergebnis ist nun veröffentlicht⁶³. Die Zahlen für die Rückstände der forstlichen Biomassen sowie der Rückstände aus dem Ackerbau wurden etwas nach unten revidiert, hingegen geht man bei den Energiepflanzen von deutlich größeren Mengen aus. Im Baseline Szenario werden bis 2030 1,1 Mrd. t, im „High Yields“ Szenario 1,5 Mrd. t erreicht. Die größten Mengen stehen im Süden und im mittleren Westen der USA zur Verfügung.

Die Forschungsförderung konzentriert sich auf „Drop in“ Biotreibstoffe, das US Department of Energy (USDoE) stellt 36 Mio. US\$ dafür zur Verfügung. Das National Advanced Biofuel Consortium (NABC) untersucht sechs verschiedene Routen: (a) die Fermentation und (b) die katalytische Konversion von Zucker, (c) die katalytische schnelle Pyrolyse, (d) die

⁶³ <https://bioenergykdf.net/content/billiontonupdate>

Hydropyrolyse, (e) die hydrothermale Verflüssigung und (f) die Erzeugung von Treibstoffen aus Synthesegas. Aussichtsreich erscheinen die Verfahren von Amyris und Virent.

Das NREL hat in Golden ihre neue „Integrierte Bioraffinerie“-Pilotanlage in Betrieb genommen, im Lawrence Berkley Laboratory in Kalifornien wurde eine „Advanced Biofuels Process Demonstration Unit“ eröffnet⁶⁴.



Integrated Biorefinery Research Facility in Golden, Colorado

Das USDoE hat eine Ausfallsgarantie von 105 Mio US\$ für eine Zelluloseethanolanlage der Firma Poet in Iowa und von 134 Mio. US\$ für eine ähnliche Anlage von Abengoa in Kansas übernommen.

Weitere Informationen über Aktivitäten in den USA sind hier erhältlich:

- National Renewable Energy Laboratory: www.nrel.gov
- DOE's Biomass Program: www.eere.energy.gov/biomass/
- DOE-USDA Biomass R&D Initiative: www.brdisolutions.com
- Alternative Fuels: www.afdc.doe.gov

⁶⁴ <http://newscenter.lbl.gov/news-releases/2011/08/18/berkeley-lab-opens-abpdu/>

6 Biotreibstoffe und Zerstörung des Regenwaldes

Das Schicksal des Regenwaldes war nur am Rande Thema der Konferenz und des Workshops, in persönlichen Kontakten konnten jedoch Informationen zu diesem für die weltweite CO₂-Bilanzierung höchst wichtigen Thema gesammelt werden.

Das Amazonasbecken umfasst Gebiete in den Staaten Brasilien, Französisch-Guayana, Suriname, Guyana, Venezuela, Kolumbien, Ecuador, Peru und Bolivien. Es ist mit 7 Mio. km² - etwa 5 % der gesamten Landfläche der Erde - das größte zusammenhängende Landschaftsgebiet und der zweitgrößte zusammenhängende Wald unseres Planeten.

Laut Wikipedia wurde in den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts im Amazonasgebiet mit dem Bau großer Fernverkehrsstraßen begonnen, an deren Trassen es in den Folgejahren zu einer weitflächigen Waldrodung durch Agrarkolonisten und später durch Rinderzucht betreibende Großgrundbesitzer kam. Darüber hinaus kam es durch die bergbauliche Erschließung von Lagerstätten zu weiteren groß angelegten Rodungen des tropischen Regenwaldes. Diese Rodungen halten bis heute an und haben bereits zu ökologischen Schäden mit Auswirkungen auf Flora und Fauna geführt⁶⁵.

Mongabay, eine NGO, versucht, das Interesse an natürlichen Lebensräumen zu wecken und die Auswirkungen der Zerstörung zu untersuchen. Rhett Butler, Herausgeber von www.Mongabay.com, fasst das Ausmaß und die Ursachen wie folgt zusammen⁶⁶.

Zwischen Mai 2000 und August 2006 hat Brasilien 150 000 km² Wald verloren – eine Fläche fast doppelt so groß wie Österreich, seit 1970 wurden 600 000 km² Regenwald zerstört. So wie in anderen tropischen Ländern ist die Zerstörung auf die schlechten Lebensbedingungen der Bevölkerung zurückzuführen. In Brasilien ist davon nur ein Drittel betroffen. Historisch betrachtet geht die Zerstörung auf die Rodung zur Schaffung von Weideland durch kommerzielle Interessen zurück. Brasiliens Politik und ungeeignete Maßnahmen der Weltbank seien die Ursachen.

⁶⁵ <http://de.wikipedia.org/wiki/Amazonasgebiet>

⁶⁶ <http://www.mongabay.com/brazil.html>

Jahr	Entwaldung in km ²	Änderung in %
2000	18,226	6
2001	18,165	0
2002	21,651	17
2003	25,396	19
<u>2004</u>	27,772	9
<u>2005</u>	19,014	-31
<u>2006</u>	14,285	-49
<u>2007</u>	11,651	-18
<u>2008</u>	12,911	11
<u>2009</u>	7,464	-42
<u>2010</u>	6,451	-14

Entwicklung der Entwaldung in Brasilien⁶⁷

Die Ursachen für die Entwaldung werden wie folgt eingeschätzt:

Viehzucht	65-70%
Kleinfarmer	20-25%
Kommerzielle Landwirtschaft	5-10%
Holzwirtschaft, legal und illegal	2-3%
Feuer, Bergbau, Siedlungen, Straßen, ...	1-2%

Die „Small Holder“ erzeugen auf den brandgerodeten Flächen Bananen, Maniok, Mais oder Reis. Fallen die Erträge, werden neue Flächen gerodet. Mit Hilfe der Satellitenaufklärung können jährlich zehntausende Feuer zur Landgewinnung erkannt werden⁶⁸. Die Waldwirtschaft im Amazonasgebiet ist gesetzlich geregelt, illegale Entnahmen sind jedoch weit verbreitet. Ibama, die brasilianische Umweltagentur, setzt starke Bemühungen gegen dieses Vorgehen, z.B. wurden im Jahr 2003 17 Personen verhaftet, weil sie 10 000 ha Wald gefällt hatten.

Ein Bericht über die historische Entwicklung des tropischen Regenwalds ist hier zu finden:

www.usca.edu/polisci/sshjournal/volXVIX/kinney.htm

Weitere Informationen:

www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio_Prodes2008.pdf

www.obt.inpe.br/deter/index.html

www.inpe.br/cra/ingles/office_phones.php

⁶⁷ Quelle: Institute of Space Research

⁶⁸ Siehe dazu auch <http://www.obt.inpe.br/deter/index.html>

7 Dank

IEA Bioenergy wird auf der web page wie folgt beschrieben:

.... IEA Bioenergy is an organisation with the aim of ... information exchange between countries that have national programmes in bioenergy research, development and deployment.

.... IEA Bioenergy's vision is to achieve a substantial bioenergy contribution to future global energy demands.

.... IEA Bioenergy provides opportunities for researchers, Industry and policy makers and decision makers to gain an international perspective.

Die Reise nach Brasilien wurde diesen Ansprüchen in höchstem Maß gerecht. Die BBEST Tagung hat tiefen Einblick in die wissenschaftliche, technische und organisatorische Leistungsfähigkeit Brasiliens auf dem Gebiet der Bioenergie gegeben und in den globalen Kontext gerückt, die Study Tour hat den Eindruck vertieft. Das Meeting bei PETROBRAS hat die enge Zusammenarbeit von Wirtschaft und Verwaltung sowie das Interesse an einer weltweiten Zusammenarbeit bewiesen. All denen, die zum Zustandkommen dieses wichtigen globalen Austauschs beigetragen haben sei herzlich gedankt. Besonders zu erwähnen sind:

- Prof. Glucia Souza von der Universität Sao Paulo für die Organisation der BBEST Konferenz und die Möglichkeit, Task 39 dort zu präsentieren.
- Die Vertreter von UNICA, Monsanto und Amyris für den freundlichen Empfang bei der Study Tour.
- In Vertretung von PETROBRAS Viviana Coelho und Paolo Barbosa für die Gastfreundschaft.
- Die Vertreter der Ministerien für ihre eingehende Darstellung des politischen Rahmens.
- Jack Saddler, Leiter von Task 39, für seine erfolgreichen Bemühungen um den Informationsaustausch mit Brasilien.
- Last not least das BMVIT für die Finanzierung dieser für die Entwicklung erneuerbarer Energie so wichtigen globalen Vernetzung.

bioenergy2020+

Bericht Nr. 516 TR IK-I-1-85
Wieselburg-Land, Februar 2012

BIOENERGY 2020+ GmbH

Standort Wieselburg

Gewerbepark Haag 3, A 3250 Wieselburg-Land

T +43 (0) 7416 52238-10

F +43 (0) 7416 52238-99

office@bioenergy2020.eu

www.bioenergy2020.eu

Firmensitz Graz

Inffeldgasse 21b, A 8010 Graz