

# Ethanol – Ein weltweiter Überblick

Ethanol – A global overview

Fritz GATTERMAYER

## Zusammenfassung

Biokraftstoffe, vor allem Ethanol und Biodiesel, haben das Potential, das gesteckte EU-Ziel, 5,75% des konventionellen Treibstoffmarktes bis 2010 zu substituieren. Diese zwei Produkte können aktuell im großen Stil hergestellt und vertrieben werden. Die zunehmende Mineralölabhängigkeit des Verkehrssektors, der ansteigende Verbrauch an Mineralöl und Strom sowie die im Kyoto-Abkommen getroffenen Verpflichtungen zur Emissionsverringerng haben weltweit zu einem Boom in der Biokraftstoffherstellung geführt. Wie sich die Rahmenbedingungen und die Märkte für Biokraftstoffe (Ethanol) weltweit darstellen bzw. entwickeln, soll in diesem Beitrag aufgezeigt werden.

**Schlagnvorte:** Ethanol, Biokraftstoffe

## Summary

Biofuels, especially ethanol and biodiesel, have the potential to fulfil the EU-objective to substitute 5,75% of the total EU fuel consumption by 2010. Nowadays, these two products can be produced and commercialised in large quantities. The growing dependence of the transport sector on oil, rising world oil and energy consumption and the commitments under the Kyoto Protocol to reduce emissions have lead to a worldwide boom for biofuels. Legislative requirements in the one hand and economic considerations on the other hand have lead to very attractive prices for ethanol. This article will show the framework for and development on the biofuel markets (ethanol) worldwide.

**Keywords:** Ethanol, Biofuels

## 1. Einleitung

„The fuel of the future is going to come from fruit like that sumach out by the road, or from apples, weeds, sawdust – almost anything“ (Die Treibstoffe der Zukunft basieren auf nachwachsenden Rohstoffen wie Gerberstrauch, Äpfel, Unkräuter, Sägemehl – beinahe allem), sagte Henry Ford, seines Zeichens Automobilhersteller. Biokraftstoffe sind keine Erfindung unserer Zeit. Sie beschäftigten den Forscher- und Erfindergeist schon im letzten Jahrhundert. Mittlerweile spielen diese Biokraftstoffe eine wesentliche Rolle in unserer modernen Gesellschaft und Politik. Schlagworte wie Klimawandel, Gewährleistung und Versorgungssicherheit bei der Energie, Energieunabhängigkeit und steigende Energiekosten machen das Thema Energie und alle damit abgeleiteten Energieformen zu einer fixen Größe in der Energiepolitik der Europäischen Union (EU). Aber auch die weltweit steigende Nachfrage nach Ethanol beeinflusst nachweislich die damit zusammenhängenden Rohstoffmärkte. Rohstoff-exportmärkte wie die USA und China (Mais) werden mittelfristig die Rohstoffe für ihre eigene Ethanolproduktion benötigen. So ist in Brasilien der Markt um das Zuckerrohr, welches für die Zucker- und die Ethanolherstellung verwendet wird, hart umkämpft. Alles eine Frage der Wirtschaftlichkeit und des Erlöses. Die EU schreibt als eines ihrer Ziele die Substitution von 5,75% der gesamten Treibstoffmenge durch Biokraftstoffe vor. Für dieses Ziel wird eine große Anzahl an Rohstoffen und landwirtschaftlichen Flächen bereitgestellt werden.

## 2. Energie

Sind es die kalten Winter- oder auch die heißen Sommermonate, die unseren Energiekosten ihren Stempel aufdrücken, so schmerzt uns auch jeder Cent mehr an der Benzinzapfsäule, der durch Preiserhöhungen in schon gewohnten, kontinuierlichen Intervallen zu berappen ist. In unserer modernen Gesellschaft ist der Transport von Mensch und Gut ein zentrales Anliegen. Die EU ist zu zwei Dritteln von fossilen Brennstoffen, welche importiert werden, abhängig. Im Verkehrssektor ist die Lage noch weit dramatischer, da rund 98% des Bedarfs an Treibstoffen im Transportaufkommen über fossile Treibstoffe abgedeckt werden. Global gesehen gestaltet sich die Versorgung der Fahrzeuge mit Kraftstoffen insofern spannend, da sich die Anzahl der Fahrzeuge bis ins Jahr 2030 verdoppeln wird. Aber nicht nur die Anzahl der Fahrzeuge, sondern auch der Stromverbrauch wird sich in den nächsten 25 Jahren verdoppeln.

Bei unveränderter Politik wird die weltweite Energienachfrage bis 2030 um mehr als die Hälfte auf 16,3 Mrd. Tonnen Öleinheiten steigen. Um

diesen Bedarf zu decken, müssten 17 Mrd. Dollar investiert werden. Aufgrund der vorhandenen Erdölvorkommen und Erdölreserven werden Nordafrika sowie der Nahe Osten eine essentielle Rolle wahrnehmen. Nordamerika, Europa, Indien und China wären – ohne Investitionen in alternative Energieformen – verstärkt von diesen Ländern abhängig. Gerade Länder wie Indien und China werden auch in den kommenden Jahren ein deutliches Wirtschaftswachstum zwischen 7 und 10% aufweisen. Die Folge davon ist ein unermesslicher Hunger nach Rohstoffen in diesen boomenden Volkswirtschaften, die gemeinsam etwa ein Drittel der Weltbevölkerung beherbergen. Bis ins Jahr 2030 wird in der EU-25 ein jährliches, durchschnittliches Wachstum von 0,6% bei der Primärenergie erwartet und die Abhängigkeit der Energieimporte wird von 47,1% im Jahr 2000 auf 67,5% im Jahr 2030 ansteigen. Die Transportfrachten werden durchschnittlich um 2,1% in der EU-15 bzw. um 2,3% bei den neuen Mitgliedstaaten zunehmen. 77,4% des Frachtaufkommens werden im selben Jahr über die Straße – verglichen mit 69% im Jahr 2000 – abgewickelt werden. Im Personenverkehrsaufkommen wird es einen durchschnittlichen Zuwachs von jährlich 1,5% innerhalb der EU-25 geben. Den größten Anstieg wird es im Flugverkehr geben, der seinen Anteil mit 10,8% verdoppeln wird, was einem 16%-igen Bedarf an Energie im gesamten Transportsektor entspricht. Personenkraftwagen und Motorräder werden weiterhin das wichtigste Verkehrsmittel im privaten Bereich bleiben, mit einem Marktanteil von 75,8% im Jahr 2030, verglichen mit 77,7% im Jahr 2000. Entsprechende Einflüsse auf die globalen Energie- und Rohstoffmärkte sind damit vorprogrammiert. Nach Einschätzungen von Shell werden die fossilen Energieträger ihren Höhepunkt um 2020 bis 2030 erreicht haben. Der Anteil der erneuerbaren Energieträger könnte bis ins Jahr 2050 die 50%-Marke erreichen (siehe Abbildung 1).

Dieser 50%-ige Anteil am Energiegesamtmarkt wird mit klassisch hergestellten Biotreibstoffen nicht erreichbar sein. Hier bedarf es intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeit, um einerseits die Technologien in Richtung Biokraftstoffe der zweiten Generation und in darüber hinausgehende Technologien (Bioraffinerien, Wasserstoffzellen etc.) zu forcieren und um andererseits auch die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit bei diesen Technologien zu erreichen.

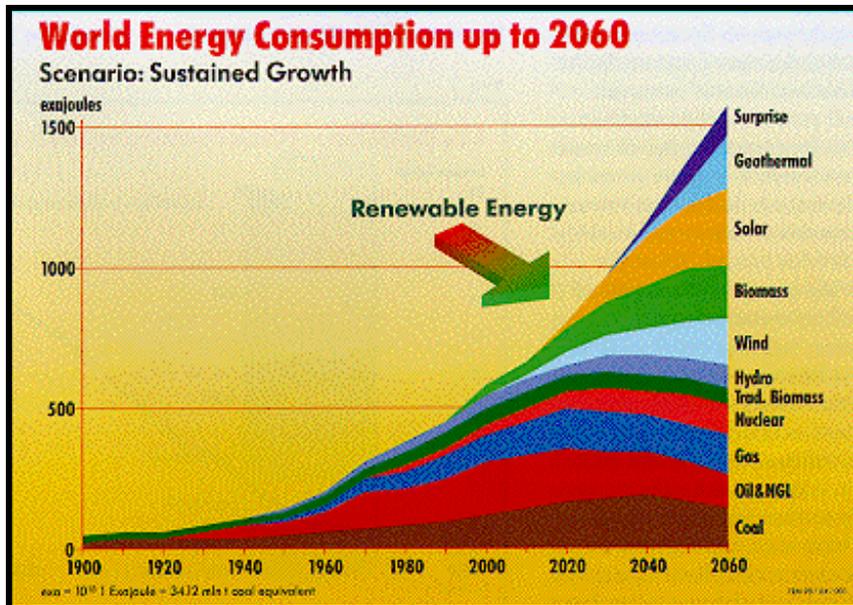


Abb. 1: Projizierter Energiekonsum bis zum Jahr 2060

Quelle: Shell AG, 2006.

Sprechen wir von Biokraftstoffen der ersten Generation, so sind damit Kraftstoffe, hergestellt aus zucker-, stärke- und ölhältigen Pflanzen und Früchten gemeint. Diese Technologie erlebt zurzeit weltweit einen enormen Zuspruch. Eine Vielzahl an Bioethanol- und Biodieselanlagen werden rund um den Globus geplant, errichtet und betrieben. Von der Zeitreihe her betrachtet werden die Biotreibstoffe der ersten Generation in den nächsten 10 Jahren tonangebend sein (siehe Tabelle 1).

Parallel dazu wird bereits an der zweiten Generation der Biotreibstoffe gearbeitet. Diese Technologie basiert auf der Konvertierung von Biomasse (z.B. Lignocellulose) durch Hydrolyse und Fermentation zu Ethanol. Dazu kann sämtliche in der Landwirt- und Forstwirtschaft anfallende Biomasse (Stroh, Gras, Holz, Laub, ...) als Eingangsstoff verwendet werden. Aber auch die Anwendung anderer Technologien kann die Kapazitäten der Treibstoffe der zweiten Generation maßgeblich steigern. „Biomass-to-liquid“ (BtL)-Technologien, bei welchen synthetische Treibstoffe mit Hilfe unterschiedlichster Technologien (Vergasung/Synthese, Fischer-Tropsch-Verfahren etc.) hergestellt werden, garantieren einen hoch qualitativen und emissionsarmen Kraftstoff (siehe Tabellen 1 und 2).

Tab. 1: Übersicht verschiedener Technologien zur Biokraftstoffherzeugung (1. Generation)

Biofuel type	Specific name	Biomass feedstock	Production process
Bioethanol	Conventional bioethanol	Sugar beets, grains	Hydrolysis and fermentation
Pure vegetable oil	Pure plant oil (PPO)	Oil crops (e.g. rape seed)	Cold pressing / extraction
Biodiesel	Biodiesel from energy crops Rape seed methyl ester (RME) Fatty acid methyl/ ethyl ester (FAME/FAEE)	Oil crops (e.g. rape seed)	Cold pressing / extraction and transesterification
Biodiesel	Biodiesel from waste FAME/FAEE	Waste/cooking/ frying oil	Trans-esterification
Biogas	Upgraded biogas	(Wet) biomass	Digestion
Bio-ETBE		Bioethanol	Chemical synthesis

Quelle: Biofuels Research Advisory Council, 2006.

Tab. 2: Übersicht verschiedener Technologien zur Biokraftstoffherzeugung (2. Generation)

Biofuel type	Specific name	Biomass feedstock	Production process
Bioethanol	Cellulosic bioethanol	Lignocellulosic material	Advanced hydrolysis & fermentation
Synthetic biofuels	Biomass-to-liquids (BTL) Fischer-Tropsch (FT) diesel Synthetic (bio)diesel Biomethanol Heavier (mixed) alcohols Biodimethylether (Bio-DME)	Lignocellulosic material	Gasification & synthesis
Biodiesel (hybrid between 1 <sup>st</sup> and 2 <sup>nd</sup> generation)	NExBTL	Vegetable oils and animal fat	Hydrogenation (refining)
Biogas	SNG (Synthetic Natural Gas)	Lignocellulosic material	Gasification & synthesis
Biohydrogen		Lignocellulosic material	Gasification & synthesis or Biological process

Quelle: Biofuels Research Advisory Council, 2006.

Viele Unternehmen, wie z.B. das deutsche Unternehmen Choren, sind davon überzeugt, dass bis 2015 10% des deutschen Kraftstoffmarktes durch BtL-Treibstoffe abgedeckt werden. Dabei kommt eine Vergasungstechnologie zum Einsatz, welche Holz und andere Biomasse zu synthetischem Diesel („SunDiesel“) transformiert. Welches Potential in diesem Verfahren steckt, verdeutlichen Konzerne wie Shell, die in eine gemeinsame 15.000 t/Jahr-Produktionsanlage investieren.

Auch andere Firmen, wie die finnische Neste Oil, finanzieren in eine 170.000 t/Jahr-Anlage in Porvoo, Finnland, um NExBTL durch die Verarbeitung von pflanzlichen Ölen und tierischen Fetten herzustellen. So gibt es eine Reihe weiterer Vorhaben auf dem Gebiet Bioethanol, die durch die Europäische Kommission aktuell gefördert werden. Ein Vorhaben zielt einerseits auf die Optimierung der Technologie und damit einhergehend auf die Senkung der Herstellungskosten um bis zu 20% Prozent ab (Finnland). Ein anderes Projekt beschäftigt sich mit Gerste und Stroh als Haupteinsatzstoffe für die Ethanolproduktion (Spanien). Bei diesem Vorhaben sollen vor allem die Vorteile in den verminderten Emissionen von Treibhausgasen sowie anderen Schadstoffen und die Energieerzeugung aus landwirtschaftlichen Abfallstoffen herausgearbeitet werden. Diese und andere Projekte haben den gemeinsamen Ansatz, dass der Einsatz neu entwickelter Hilfsstoffe (Enzyme), Rohstoffe (Biomasse), Technologien sowie vertiefte Prozessintegrationen neue Möglichkeiten und zusätzliche Kapazitäten im Bioethanolbereich und bei synthetischen Kraftstoffen schaffen.

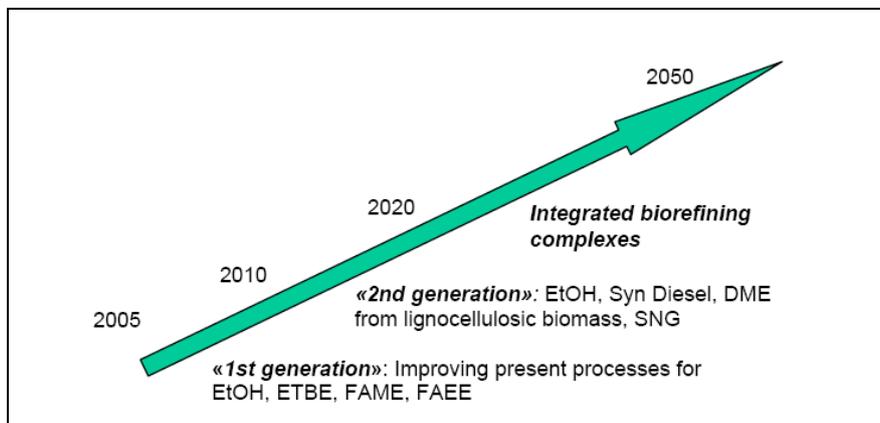


Abb. 2: Technology Roadmap

Quelle: Biofuels Research Advisory Council, 2006.

Über die Erforschung und die Entwicklung von Treibstoffen der zweiten Generation hinaus werden die integrierten Bioraffinerien verstärkt an

Bedeutung gewinnen (siehe Abbildung 2). Das Prinzip dieser Technologie beruht auf der Integration bio- und thermochemischer Transformationsprozesse in einer Anlage. Damit sollen die Vorteile bzw. Zwischenprodukte, die bei den unterschiedlichen Prozessen, z.B. bei Biogas-, Biodiesel-, Bioethanol-, Biomasse- und Rohölverarbeitung generiert werden, wechselseitig und integrativ in einer Anlage oder in einem Verbund genutzt werden.

### 3. Rahmenbedingungen

Die im Kyoto-Protokoll festgehaltene Verpflichtung zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, Rekordpreise für Rohöl, zunehmendes Konfliktpotenzial in ötreichen Ländern des Nahen Ostens und eine Vielzahl an weiteren Gründen lassen die politisch und wirtschaftlich Verantwortlichen weltweit über politische Rahmenbedingungen und Zukunftsszenarien für erneuerbare Energiequellen nachdenken. Der Wunsch nach Versorgungssicherheit, geringerer Abhängigkeit und der Beitrag zu einer saubereren und schadstoffärmeren Luft, besonders in urbanen Gebieten, mobilisieren viele Entscheidungsträger. Einen Schlüsselfaktor stellen hier sicherlich die CO<sub>2</sub>-Emissionen dar, welche durch die Nutzung biogener Treibstoffe zwischen 20% und 90% bei Ethanol und um die 50% bei Biodiesel reduziert werden können.

#### 3.1 Brasilien

Brasilien - jahrelang in der Bioethanolproduktion federführend und erst kürzlich von den USA als Nummer 1 abgelöst (siehe Abbildung 3) hat bereits in den 70er Jahren ein staatliches Förderprogramm durch die Regierung erfahren.

Das National Fuel Alcohol Program, bekannt geworden als das ‚Proálcool-Programm‘ hatte zur Aufgabe, den Anteil der in Brasilien produzierten biogenen Treibstoffe am Transportsektor zu erhöhen. Dieses Programm war derart erfolgreich, dass der Anteil der biogenen Treibstoffe den der fossilen im Transportbereich überstieg. Die Liberalisierung des Preismarktes für hydrous-Alkohol<sup>1</sup> in den 90er Jahren führte jedoch dazu, dass dieses ‚Proálcool-Programm‘ effektiv eliminiert wurde. Die brasilianische Regierung hat aber die Ethanolproduktion weiterhin über eine Kombination aus

---

<sup>1</sup> Hydrous: wasserhaltiger Ethanol; im Gegensatz dazu wird absoluter Ethanol als ‚anhydrous‘ bezeichnet

Marktregulierung und Steuererleichterungen forciert. Eine Art der Marktregulierung findet sich als eine offizielle 20% bis 25%-Beimischung von anhydrous Alkohol zu Benzin wieder. Zusätzlich werden weitere Beihilfen als Kredite, Steuererleichterungen (z.B. bei Kraftstoffen) gewährt. Ferner ist der Import von Ethanol mit einem 20%-igen „ad valorem“ Zoll belegt. Erwähnenswert ist der Umstand, dass Brasilien bei der Biodieselproduktion ebenfalls Verpflichtungen vorgibt. Bis Ende 2007 will Brasilien 2% (800 Mio. l/Jahr), 5% bis 2013 (2 Mrd. l/Jahr) und satte 20% - entspricht einer Menge von 12 Mrd. Liter pro Jahr - bis zum Jahr 2020 produzieren. Für das Vorhaben 2007 hat die brasilianische Regierung rund 41,9 Mio. USD für Beihilfen, Kredite etc. budgetiert.

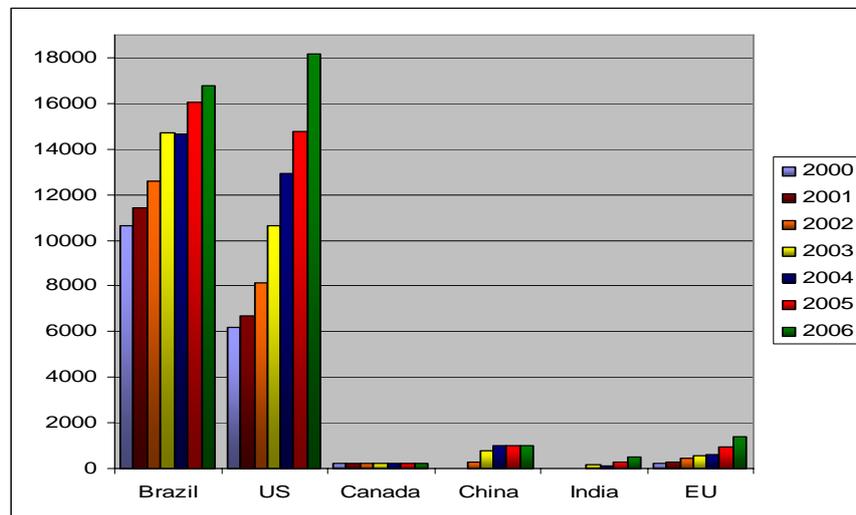


Abb. 3: Weltweite Produktion von Bioethanol als Kraftstoff (in Mio. l)

Quelle: F.O. Licht, 2006.

### 3.2 USA

Die USA hat ebenfalls eine Reihe von Förderungen und Subventionen seit Jahrzehnten für die Bioethanolproduktion bereitgestellt. So wird in den Staaten die Herstellung von Bioethanol einerseits über die nationale Regierung in Form z.B. von Steuererleichterungen, andererseits über die bundesstaatliche Gesetzgebung mittels zusätzlichen Anreizsystemen ein zweites Mal unterstützt. So etwa in Bundesstaaten wie Minnesota, Wisconsin oder Iowa, welche im amerikanischen Maisgürtel liegen.

Von der nordamerikanischen Maisproduktion werden 12% zu Ethanol verarbeitet. Dieser Prozentsatz wird sich in den kommenden Jahren auf 20% erhöhen. Waren es Anfang der 80er Jahre um die zehn Ethanolanlagen, die in den USA betrieben wurden, so wird sich diese Anzahl in den kommenden Jahren auf über 200 erhöhen. 1978 ermöglichte der „Energy Tax Act“ Steuererleichterungen bei Ethanol-Benzin- Kraftstoffen. Zahlreiche verschiedene Modelle für Steuererleichterungen und Beihilfen wurden seit dieser Zeit diskutiert und umgesetzt. Einen enormen Aufschwung erlebt die USA aktuell durch den „Renewable Fuels Standard“ (RFS), als Teil der einer umfangreichen Gesetzesvorlage (US Energy Bill), die kürzlich den US - Kongress passierte und in Kraft gesetzt wurde. Dieser Standard – gleichzusetzen mit einem Mandat zur Beimischung – sieht vor, dass bis zum Jahr 2012 28,4 Mrd. l/Jahr an Ethanol produziert werden. Experten sehen aber, aufgrund mehrerer marktpolitischer Veränderungen – ETBE (Ethyl Tertiär Butyl Ether) wird anstatt des MTBE (Methyl Tertiär Butyl Ether) dem Benzin als Klopfmittel beigemischt, steigende Rohölpreise, überaus attraktive Ethanolpreise – dass dieses Produktionsvolumen bereits mit Ende 2008 erreicht sein wird.

### 3.3 EU

Die EU unterstützt ebenso die Herstellung von Biokraftstoffen anhand von mehreren Maßnahmen. Die Diskussionen über Energieressourcen, deren zukünftige Verfügbarkeiten, Energiekosten und die Suche nach entsprechenden Alternativen spiegeln sich in einer Reihe von Verordnungen (2003/30/EC – Verwendung biogener Treibstoffe; 2003/96/EC – Besteuerung von Energieprodukten) und Dokumenten wider. Diese Instrumente werden über die Mitgliedstaaten in nationales Recht umgesetzt und lassen dabei differenzierte Ansätze für die Umsetzung (von der Beimischung bis hin zur verpflichtenden Beimischung bzw. steuerlichen Begünstigungen bis zur Steueraussetzung) offen. Die Richtlinie 2003/30/EC fordert von den Mitgliedstaaten, den Mindestanteil von 2% im Jahr 2005 bzw. 5,75% im Jahr 2010 bezogen auf die Gesamtmenge an Benzin- und Dieselmotorkraftstoffen, gemessen am Energiewert, zu substituieren. Diese Richtlinie hat keinen verbindlichen Charakter, sondern ist als Richtschnur zu sehen, wobei die Mitgliedstaaten ihre Planungen und Fortschritte bezüglich der Umsetzung der Kommission zu melden haben. In Österreich wurde aus gegebenem Anlass die Kraftstoffverordnung 1999 insofern geändert, als sich Österreich verpflichtet, ab 01.10.2008 5,75% (01.10.2005: 2,5%; 01.10.2007: 4,3%) der gesamten fossilen Treibstoffmenge, gemessen am Energiegehalt, durch Biokraftstoffe (Bioethanol, Biodiesel, Biogas, Biomethanol, Biodimethylether, Bio-ETBE, Bio-MTBE, synthetische Biokraftstoffe, Biowasser-

stoff, reines Pflanzenöl) zu ersetzen. Aufgrund der aktuellen IST-Situation (gemeldete Ziele der Mitgliedstaaten und dem Delta zwischen IST-Situation und SOLL-Planung bzw. Zielvorstellungen der Kommission) wird diese Direktive (2003/30/EC) seitens der Kommission einem Review unterzogen. Eine Stellungnahme zu dieser Richtlinie ist bis Ende 2006 zu erwarten. Die zweite Direktive – 2003/96/EC erlaubt den Mitgliedstaaten, steuerliche Anreizsysteme zu etablieren. In Österreich wurde dementsprechend zum Ersten das Mineralölsteuergesetz 1995 geändert und zum Zweiten die Bioethanolverordnung 2005 in Kraft gesetzt. Beide gesetzlichen Bestimmungen erlauben eine Steuerreduzierung bzw. Steuerbefreiung bei der Beimengung von Mindestanteilen von Biokraftstoffen zu den konventionellen Kraftstoffen.

#### **4. Ethanolmärkte**

Die weltweite Ethanolproduktion wird im Kalenderjahr 2006 beinahe die 50 Mrd. Liter-Grenze erreichen (vgl. Abbildung 4). Verglichen mit den 44,9 Mrd. Litern im Jahr 2005 ist das eine stolze Steigerung um rund 10%. Wie schon eingangs erwähnt, wird die USA erstmalig in der Geschichte Brasiliens als weltweit größten Ethanolproduzenten überholen, trotz eines sehr starken Marktauftritts des südamerikanischen Landes. Im günstigsten Fall könnten die USA im Jahr 2006 19,15 Mrd. Liter Ethanol produzieren, ausgehend von einer Menge von 16,2 Mrd. Litern 2005. In Brasilien ist eine potentielle Steigerung von 16,1 Mrd. Liter im Jahr 2005 auf 16,7 Mrd. Liter 2006 realistisch.

##### **4.1 Asien**

Zu den bis dato zwei großen Bioethanolproduzenten USA und Brasilien, die eine gewisse Dominanz seit vielen Jahren vertreten, zeigt nun eine Reihe weiterer Länder ambitionierte Absichten, ebenfalls in diesem Konzert mitzuspielen – Asien und Europa. Insbesondere die belastende Umweltsituation in China – gerade in den Ballungsräumen – die immer größer werdende Nachfrage nach Energieressourcen und die sich in den nächsten Jahren stellenden

Herausforderungen im Straßenverkehr lassen die Regierung in China über Großprojekte im Bioethanolbereich nachdenken. Spricht man über Asien, so denkt man unweigerlich an groß dimensionierte Projekte, an Investitionsvorhaben westlicher Wirtschaftsunternehmen und an ein Land, dem in den kommenden Jahren zweistellige Prozentsätze beim Wirtschaftswachstum prognostiziert werden. Analysiert man bestehende und projektierte Bioethanolanlagen in China, so erkennt man sofort die enormen

Kapazitäten dieser Anlagen. Die durchschnittlichen Anlagenkapazitäten liegen bei 380.000 m<sup>3</sup> pro Jahr, wobei die größte geplante Anlage rund 1,1 Mio. m<sup>3</sup> Ethanol pro Jahr produzieren wird. Die größten Anlagen befinden sich vorwiegend im Nordosten, dem Maisgürtel Chinas. Neben Mais werden als Rohstoffe auch Cassava, Sorghumhirse, Zuckerrohr und Mais verarbeitet. China wird in der nächsten Dekade rund 2 Mrd. USD in die Ethanolproduktion investieren. Das chinesische „Renewable Energy Law“, welches maßgeblichen Einfluss auf die Expansion erneuerbarer Energien ausübt, wurde 2005 ratifiziert und ist seit Jänner 2006 in Kraft. Die weiteren Ziele für 2020 wurden mit einem jährlichen Produktionsvolumen von 12 bis 15 Mio. t, sowohl bei Ethanol als auch bei Biodiesel mit 50 Mio. t Energie in Form von Pellets gesteckt. 246 Ethanol- bzw. 236 Biodieselanlagen sind in Planung. Der Ethanolverkaufspreis ist seit 2004 durch eine Kommission staatlich fixiert und liegt bei 91,1% des Benzinpreises. Die ambitionierten Vorhaben in Asien haben diese Region bereits auf Rang drei im weltweiten Ranking der Ethanolproduktion katapultiert. 2006 ist ein Sprung von 6,6 Mrd. Liter auf 7,1 Mrd. Liter realistisch.

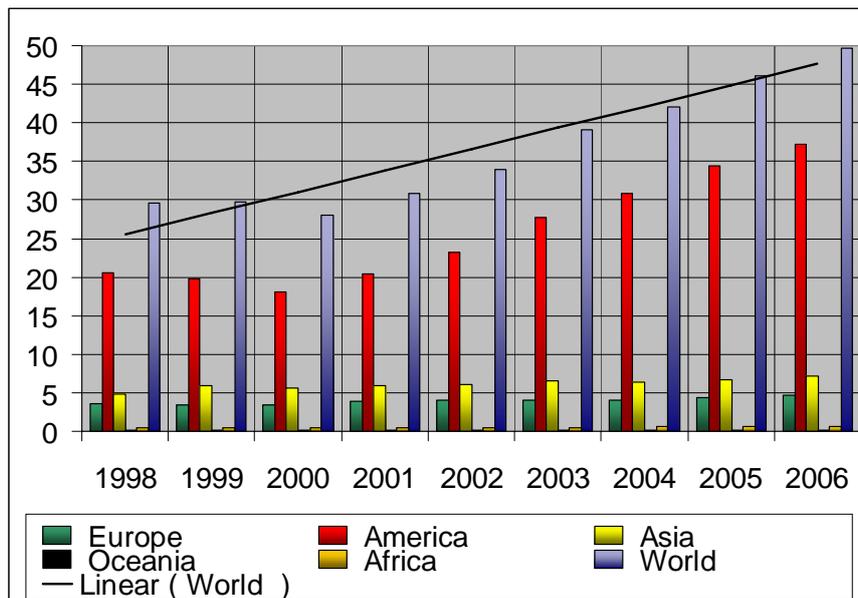


Abb. 4: Weltweite Ethanolproduktion (in Mrd. Liter)  
Quelle: F.O. Licht, 2006.

## 4.2 Europa

Um die Vorgaben und Zielsetzungen, die von der Europäischen Kommission vorgegeben wurden, zu erfüllen, werden bis 2010 rund 12 Mrd. Liter Bioethanol benötigt. Momentan werden ca. 1 Mio. Liter europaweit hergestellt. Betrachtet man die reinen Ethanolmengen, so ist ein stetiges Wachstum von 2,5 Mrd. Liter im Jahr 2004 über 2,7 Mrd. Liter im Jahr 2005 auf 3,2 Mrd. Liter im Jahr 2006 erkennbar. Vor allem Deutschland wird mit seinen großen Anlagen in Zeitz (Südzuckergruppe), Zörbig und Schwedt (Sauter) einen großen Beitrag zum Ethanolboom leisten. Eine weitere führende europäische Nation in diesem Bereich ist Frankreich, die zwar in der Ethanolproduktion weiter im Spitzenfeld zu finden ist, bei der Beimischung zum fossilen Treibstoff anderen europäischen Nationen jedoch nachhinkt. Aus diesem Grund wird die EU-Vorgabe (5,75% Substitution im Jahr 2010) auf 2008 vorverlegt. Bis 2010 will Frankreich 7% des Treibstoffmarktes durch Biokraftstoffe substituieren, was einer Angebotsmenge von rund 1,1 Mrd. Liter Alkohol entspricht. Der spanische Markt scheint momentan gesättigt. Der Marktführer Abengoa hat sein drittes Werk mit einer Kapazität von 200 Mio. Liter in Salamanca eröffnet und will weitere Investments außerhalb des Landes in Großbritannien, den Niederlanden oder Deutschland prüfen. Mit Schweden, als weiterhin größtem Abnehmer und Konsumenten für Biokraftstoffe, hat Europa einen Vorreiter in der alternativen Energieform. 285 Mio. Liter Ethanol wurden 2005 beigemischt, was einem 5%-Anteil am Gesamttreibstoffmarkt entspricht. Damit hat das Land sein Ziel für 2009 bereits heute mehr als erreicht und diskutiert auf Regierungsebene eine 10% Beimischverpflichtung. Bis 2020 hat Schweden das engagierte Ziel, die Erdölunabhängigkeit zu erreichen.

Die EU beherbergt zweifelsohne ein großes Potential zur Produktion von Biokraftstoffen. Für die Zielerreichung von 5,75% im Jahr 2010 – rund 12 Mrd. Liter – sind in etwa 35 Ethanolanlagen mit einer durchschnittlichen Anlagekapazität von ungefähr 350 Mio. Liter notwendig (siehe Tabelle 2). Zugrundegelegte Berechnungen seitens der Europäischen Vereinigung der Ethanolproduzenten unterstellen hier einen Rohstoffbedarf von rund 38 Mio. Tonnen Getreide. Zur Erfüllung des EU-Zieles von 5,75% werden laut Schätzungen des Biofuels Research Advisory Council zwischen 4% und 13% der gesamten landwirtschaftlichen Fläche der EU für die Biokraftstoff-erzeugung genutzt werden.

Tab. 2: Geplante Bioethanolkapazitäten in der EU

Country (Number of plants)	In	Under	Project	In total
Austria (1)		190		190
Belgium (2)			570	570
Denmark (1)			127	127
Finland (1)			83,5	83,5
France (10)	328	300	905	1.533
Germany (7)	676		230	906
Italy (3)	42			42
Spain (8)	376	200	676	1.252
Sweden (3)	115		150	265
The Netherlands (4)	14		440	454
UK (2)		187,5		187,5
Czech Republic (7)			280	280
Hungary (5)	46		656	702
Poland (3)	115		140	255
Latvia (1)		8		8
Lithuania (1)	25			25
Slovakia (1)			75	75
Slovenia (1)			55	55
EU (15)	1.541	885,5	3.181,5	5.608
EU (10)	156	8	1.206	1.370
EU (25)	1.578	893,5	3.797,5	6.978

Quelle: F.O. Licht, 2006.

### 4.3 Brasilien

Jahrelange Erfahrung in der Bioethanolherstellung und ebenso lange Unterstützung seitens der Regierung haben Brasilien zu einem der „Big Player“ in diesem Geschäft wachsen lassen. Günstige Voraussetzungen und ebenso günstige Bedingungen in der Produktion sichern Brasilien enorme Kostenvorteile, die aktuell weltweit kaum zu unterbieten sind. Ein Vergleich der Ethanolherstellkosten zwischen der EU und den „Big Playern“ Brasilien und den USA verdeutlicht, dass Brasilien mit rund 20 €/hl und darunter die niedrigsten Herstellkosten aufweist. Begründet sind diese niedrigen Herstellkosten in den geringen Energiekosten (die Bagasse wird als Energieträger verwendet und verfeuert), den kaum vorhandenen Umweltkosten, den geringen Lohn- und den niedrigen Rohstoffkosten. Die USA folgen mit 30 €/hl; die Produktionskosten für Bioethanol sind in Europa mit durchschnittlich 50 €/hl am höchsten anzusetzen.

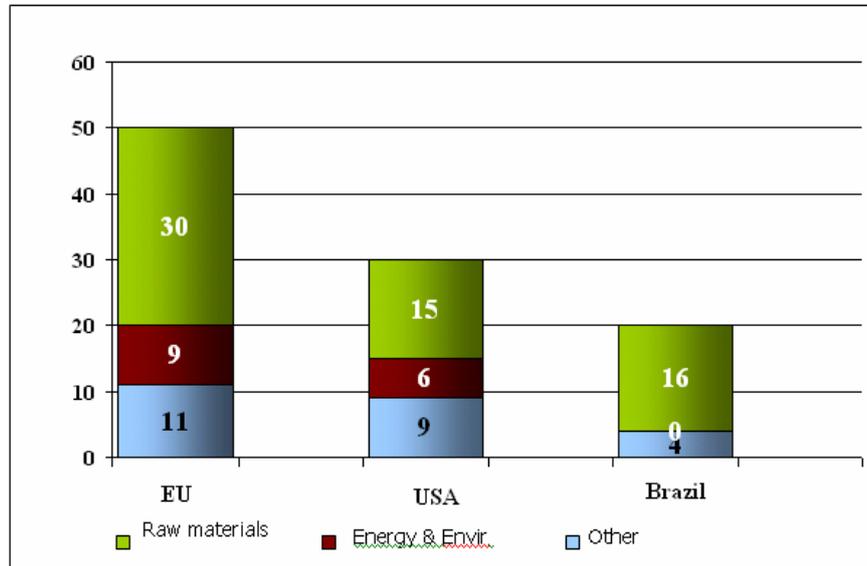


Abb. 5: Vergleich der Herstellkosten bei Bioethanol in ausgewählten Ländern (in €/hl)  
Quelle: European Association of Ethanol Producers (UEPA), 2005.

Berücksichtigt man die bei der Ethanolproduktion anfallenden Nebenprodukte (Futtermittel), so lassen sich die Bruttoherstellkosten senken. Der zurzeit vorherrschende Enthusiasmus für Bioethanol, die steigende Nachfrage nach Flexi Fuel Vehicels (FFV)<sup>2</sup> und der steigende Rohölpreis haben dazu geführt, dass sich der Weltpreis für Ethanol in den letzten Monaten verdoppelt hat. Absoluter Ethanol wird aktuell mit 505 USD/m<sup>3</sup> ab Mühle gehandelt. Die europäischen Spot-Preise bewegen sich für absolutes europäisches Ethanol um die 630-650 €/m<sup>3</sup> free on board Rotterdam. Waren Anfang des Jahres um die 1,5 Mio. Fahrzeuge (FFV) auf den Straßen Brasiliens unterwegs, so werden mit einem Anteil von rund 90% bei den Neuzulassungen bis Ende des Jahres weitere 2 Mio. dazu kommen. Um auf die Marktverhältnisse rasch und effektiv zu reagieren, haben viele brasilianische Zucker- bzw. Ethanolanlagen aufgrund der Anlagenkonstellation die Möglichkeit, beim Endprodukt bis zu maximal 55% zwischen Zucker und Bioethanol zu wählen.

<sup>2</sup> Können sowohl mit reinem Benzin als auch mit Ethanol-Benzinmischungen bis zu einem Ethanolanteil von 85% angetrieben werden.

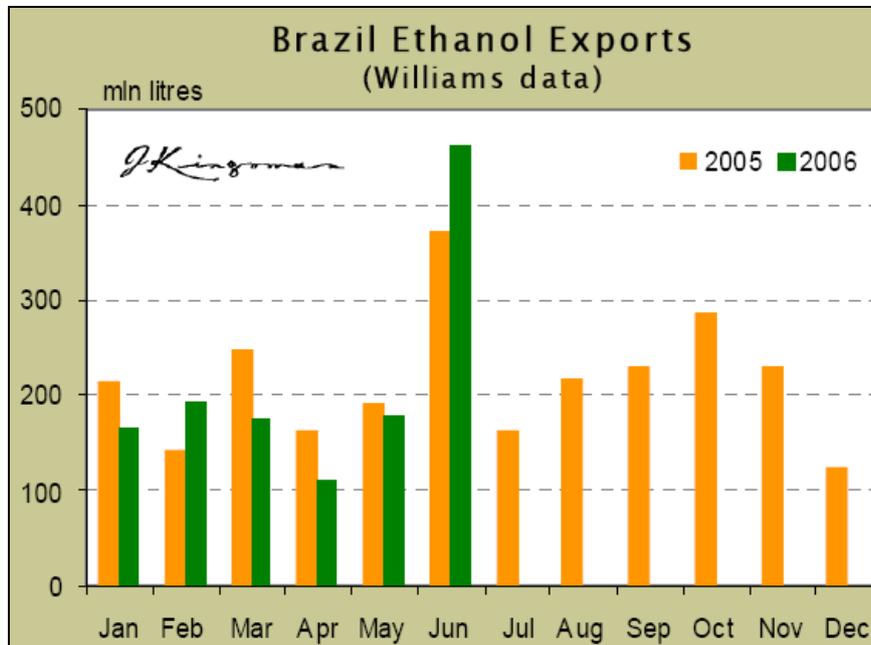


Abb. 6: Ethanol Exporte Brasiliens

Quelle: Kingsman, 2006.

Die hohen Rohölpreise und die enorme Nachfrage an Ethanol – vor allem aus dem asiatischen, europäischen und amerikanischen Raum – haben die Produktion von Ethanol, aber auch die Exportmenge (siehe Abbildung 6) sprunghaft ansteigen lassen. Mit dem Anstieg der Ethanolpreise hat sich aber auch die Situation innerhalb Brasiliens verschärft. Einerseits ist die Regierung bestrebt, die heimischen Ethanolpreise auf moderatem Niveau zu halten, auf der anderen Seite wird der Kubikmeter Ethanol auf dem Weltmarkt momentan um die 500 USD gehandelt. Damit liegt der Preis um das 2,5-fache über dem Niveau des Vorjahres und ist zwischen 20% und 30% höher, als auf dem inländischen Markt erzielt wird. Um hier für eine Entspannung auf dem Markt zu sorgen, hat die Regierung die offizielle Beimischung von 25% auf 20% gesenkt bzw. den 20%-Importzoll temporär aufgehoben.

#### 4.4 USA

Die USA wollen bei den Biokraftstoffen weiterhin federführend bleiben. Diese Absichten sind an den politischen Aktivitäten und Signalen in Sachen Bioethanol deutlich sichtbar. Absichten, die durch den Renewable Fuels Standard (RFS) national und durch bundesstaatliche Beimischungsvorgaben

bis zu 20% laufend getätigt werden, und Signale, die eine gesetzliche Verpflichtung von festgesetzten Verkaufsanteilen für FFVs bei Autoverkäufen vorsehen. Damit soll eine langfristige steigende Nachfrage an Biokraftstoffen gesichert werden. Diese Prozentsätze sollen 2010 bei 25% und im Jahr 2020 bei 50% liegen. Andere Überlegungen sehen zum Beispiel vor, dass bis 2015 eine flächendeckende Infrastruktur für alternative Tankstellen im Ausmaß von 10%, gemessen am gesamten US-Tankstellennetz, geschaffen wird. Waren es Anfang der 80er Jahre gerade einmal 10 Ethanolanlagen mit einer durchschnittlichen Anlagenkapazität von 4 bis 16 Mio. Liter/Jahr, so lagen die Kapazitäten bei den in den 90er Jahren gebauten Anlagen bereits bei 40 bis 160 Mio. Liter/Jahr. Heutzutage gibt es über 90 Anlagen, wobei die durchschnittlichen Kapazitäten moderner Anlagen zwischen 151 und 300 Mio. Liter/Jahr liegen.

Die Steigerung der Anlagengrößen hatte selbstverständlich auch Auswirkungen auf die Produktionskosten (economy of scale). So sanken die Produktionskosten von USD 0,41/l (1980) über USD 0,35/l (1990) auf USD 0,30/l (2000). Im gleichen Zeitraum gingen die Konstruktionskosten von USD 0,66/l über USD 0,53/l auf USD 0,34/l zurück, während die Ethanolausbeuten von 0,36- 0,37 l/kg Mais über 0,39-0,40 l/kg auf 0,42-0,43 l/kg anstiegen.

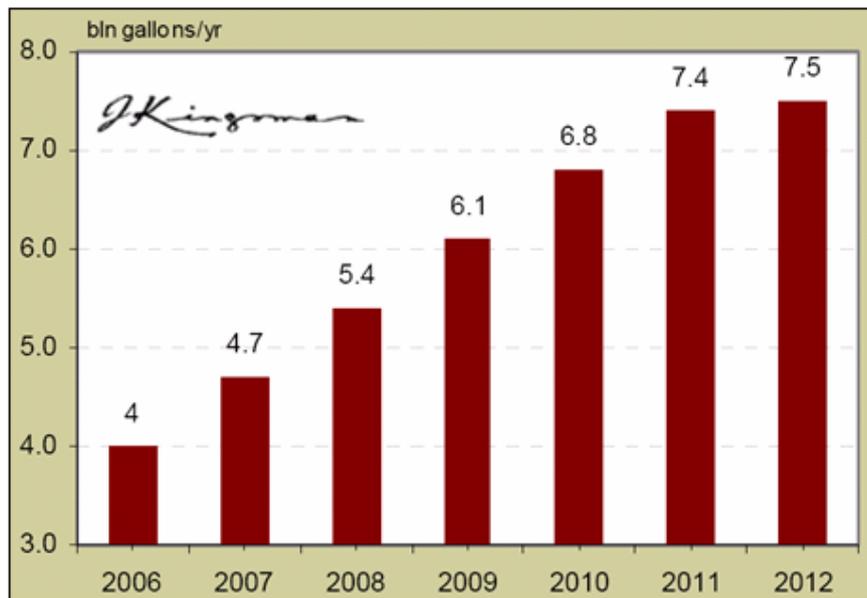


Abb. 7: Renewable Fuels Standard – Ziele für die Biokraftstoffherstellung in den USA

Quelle: Kingsman, 2006.

2004 wurden rund 12% des Maismarktvolumens in den USA für die Ethanolproduktion verwendet. Für 2006/2007 wird erwartet, dass weltweit rund 65 Mio. Tonnen Mais und davon rund 55 Mio. Tonnen in den USA – was ungefähr 20% der erwarteten Ernte entspricht – in Bioethanolanlagen verarbeitet werden. Vor allem Bundesstaaten wie Minnesota, die im Corn Belt liegen, forcieren den Ausbau der Biokraftstoffe. So werden in Minnesota bereits 20% des Treibstoffmarktes durch Ethanol abgedeckt, was wiederum 10% der in Minnesota hergestellten Ethanolmenge entspricht. Die anderen 10% werden exportiert. Dafür werden rund 15% des Maismarktvolumens verwendet. Minnesota könnte aufgrund seiner Mais- und Sojaproduktion zu 100% den Benzin- und Dieselmärkte über Ethanol bzw. Biodiesel abdecken. In den USA werden rund 500 Mrd. Liter Benzin pro Jahr verbraucht. Rund 30% des verkauften Ottokraftstoffes enthalten 10% Ethanol.

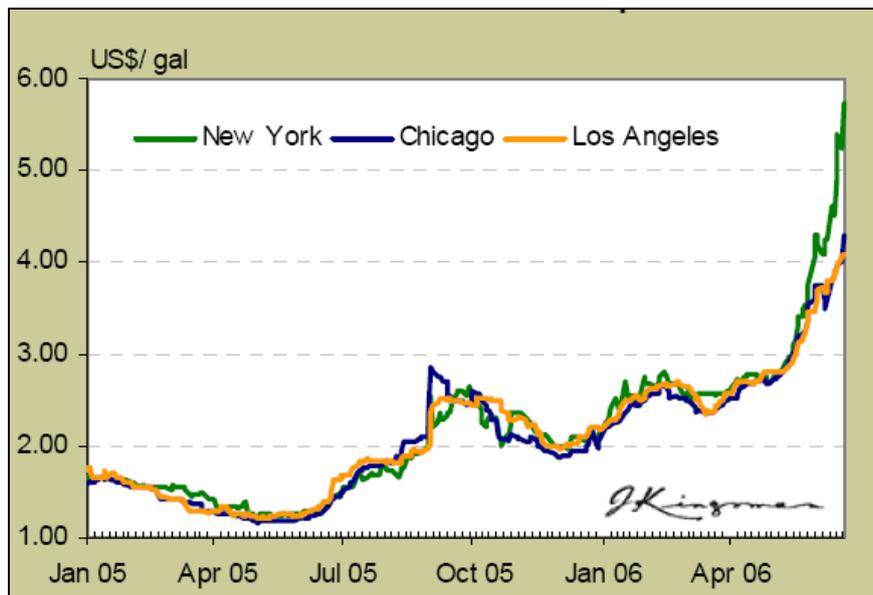


Abb. 8: US Ethanol Spot Market  
Quelle: Kingsman, 2006.

Die aktuelle Kapazität zur Ethanolproduktion in den USA liegt bei rund 18,2 Mrd. Liter/Jahr. Weitere geplante Kapazitäten bis Ende 2007 umfassen rund 8,6 Mrd. Liter. Damit werden bis Ende 2008 rund 26,8 Mrd. Liter/Jahr hergestellt werden. Während sich Brasilien und die USA in der Ethanolherstellung in den letzten Jahren ein Kopf-an-Kopf-Rennen lieferten, setzen sich die USA nun deutlich von Brasilien ab. Ausschlaggebend, wie schon vorher erwähnt, ist der Renewable Fuels Standard, der bis zum Ende 2012

ein jährliches Produktionsvolumen von 28 Mrd. Liter vorsieht. Bei dem zurzeit herrschenden Boom in der Bioethanolerzeugung wird dieses Volumen bereits Ende 2007/Anfang 2008 erreicht sein (umfasst die Bioethanol- und Biodieselproduktion). Diese Begeisterung für Biokraftstoffe wird durch die aktuell guten Ethanolpreise zusätzlich gefördert. Gründe dafür sind sicherlich im hohen Rohölpreis und in der starken Nachfrage an Ethanol als ein Methyl Tertiär Butyl Ether (MTBE) Ersatz für Ottokraftstoffe zu sehen. An der Ostküste wurde der Liter bis zu USD 1,45 gehandelt während im übrigen Land die USD 1,06-Marke pro Liter überschritten wurde. Bei Produktionskosten von USD 0,24 bis 0,32 pro Liter wurden im Vergleich zum Vorjahr, wo temporär Ethanolverkaufspreise von USD 0,26 pro Liter erzielt wurden, respektable Margen erzielt. Ein Grund mehr, warum Analysten und Investoren diese Branche derzeit interessiert verfolgen.

## **5. Schlussfolgerungen**

Neben den USA und Brasilien werden Asien und die EU verstärkt in das Geschäft der Biokraftstoffe einsteigen. Das Interesse für diesen Sektor ist derzeit so hoch wie noch nie. Mehrere Gründe sind dafür verantwortlich. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die Rohölpreise mittelfristig auf hohem Niveau bewegen werden, und es ist auch bekannt, dass vor allem Länder mit labilen politischen Verhältnissen die größten Erdölreserven besitzen. Die Fragen der Erdölabhängigkeiten, der Versorgung bzw. Sicherheit dieser Energieträger werden die politisch verantwortlichen Menschen weltweit dazu anhalten, Beimischungsverpflichtungen und neue Ziele zu definieren. Um das Ziel von 10% der fossilen Treibstoffe durch Biokraftstoffe 2020 EU-weit zu erreichen, ist in die Forschung und Entwicklung von Biokraftstoffen der zweiten Generation besonders zu investieren. Mit zunehmender Biokraftstoffproduktion wird es auch intensiveren Wettbewerb um die Rohstoffe geben. Biokraftstoffe, erzeugt aus primären öl-, stärke- und zuckerhaltigen Früchten transformieren den Faktor landwirtschaftliche Fläche zu einem knappen Gut und verändern auch die Rohstoffhandelsströme. So werden sich z.B. China und die USA mittelfristig vom Nettoexporteur zu einem Nettoimporteur verändern. Biokraftstoffe haben einen nachhaltigen und positiven Effekt auf die Umwelt. Gerade die CO<sub>2</sub>-Bilanzen können durch die verminderten Emissionen im Verkehrssektor dramatisch verbessert werden. Das Nutzen und die Verwendung alternativer Energien sparen die Ressourcen herkömmlicher Energieträger wie Öl, Gas und Kohle. Zusätzliche positive Effekte sind in den Möglichkeiten zur Erforschung innovativer und

nachhaltiger Produkte („green chemistry“) zu sehen. Sie bieten ebenso neue Absatzschienen für die Landwirtschaft, sichern und fördern die Entwicklung und die Umwelt ländlicher Regionen.

### Literatur

- KNIGHT, P. (2006a): High Prices bring new uncertainties for Brazil's sugar and alcohol industry. F. O. Licht World Ethanol & Biofuels Report World, Vol.4, No.13, S.293-299.
- KNIGHT, P. (2006b): Dry weather threat to sugar and alcohol in Brazil. F.O. Licht World Ethanol & Biofuels Report, Vol.4, No.21, S. 473-479.
- HENNIGES, O. und ZEDDIES, J. (2005): Economics of bioethanol production in the Asia-Pacific: Australia - Thailand - China. F.O. Licht World Ethanol & Biofuels Report, Vol.3, No.11, S. 214-221.
- N.N. (2006a): World ethanol production to approach 50 bln litres. F.O. Licht World Ethanol & Biofuels Report, Vol.4, No.17, [http://www.agra-net.com/portal/home.jsp?Pagetitle=showstory&article\\_id=1147057648682&pubId=ag072](http://www.agra-net.com/portal/home.jsp?Pagetitle=showstory&article_id=1147057648682&pubId=ag072)
- N.N. (2006b): Bioethanol fighting for maize market share as price soars - IGC. F.O. Licht World Ethanol & Biofuels Report, Vol.4, No.19, [http://www.agra-net.com/portal/home.jsp?pagetitle=showstory&article\\_id=1149736351122&pubId=ag072](http://www.agra-net.com/portal/home.jsp?pagetitle=showstory&article_id=1149736351122&pubId=ag072)
- N.N. (2006c): Kingsman Bio-Ethanol Report, May 23, 2006, May 30, June 13, 2006.
- N.N. (2006d): Kingsman, Friday Editorial - Boom Times for US ethanol, June 23, 2006.
- Biofuels Research Advisory Council (2006): Biofuels in the European Union. A Vision for 2030 and beyond. March 14, 2006.
- CORRE, V. (2005): The development of fuel ethanol in the EU. Presentation, December 2, 2005.
- KAVALOV, B. (2004): Biofuel Potentials in the EU. European Commission Joint Research Centre. Report EUR 21012.
- NÄGELE, E. (2005): Bioethanol-Potenzial in der Europäischen Union. Zuckerindustrie 130 (2005) Nr.9, S.687-693.
- Shell AG (2006): Erneuerbare Energie - eine Chance. [http://www.shell.com/home/Framework?siteId=at-de&FC2=/at-de/html/iwgen/Energiedaten/zzz\\_lhn.html&FC3=/at-de/html/iwgen/Energiedaten/erneuerbare\\_energie\\_chance\\_04030755.html](http://www.shell.com/home/Framework?siteId=at-de&FC2=/at-de/html/iwgen/Energiedaten/zzz_lhn.html&FC3=/at-de/html/iwgen/Energiedaten/erneuerbare_energie_chance_04030755.html), 05.07.2006.
- Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 2004, 417. Verordnung: Änderung der Kraftstoffverordnung 2004.
- Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 2004, 180. Bundesgesetz: Abgabenänderungsgesetz 2004 - AbgÄG 2004.
- Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 2005, 378. Verordnung: Bioethanolgemischverordnung.
- Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor. Amtsblatt L-123/42 vom 17. Mai 2003.

**Anschrift des Verfassers**

*Mag. DI Dr. Fritz Gattermayer  
AGRANA Beteiligungs-Aktiengesellschaft  
Donau-City-Strasse 9, 1220 Wien, Österreich  
eMail: [fritz.gattermayer@agrana.at](mailto:fritz.gattermayer@agrana.at)*