



# Übersicht Biotreibstoffe



**Baudirektion  
Kanton Zürich**

AWEL Amt für  
Abfall, Wasser, Energie und Luft

# Eine Tonne CO<sub>2</sub> pro Kopf und Jahr

Um eine Klimaveränderung zu verhindern erachten führende Klimaforscher die Halbierung des globalen CO<sub>2</sub>-Ausstosses als notwendig. Bei einer Weltbevölkerung von 10 Milliarden Menschen heisst dies: eine Limite von einer Tonne CO<sub>2</sub> pro Kopf und Jahr. Dies entspricht dem langfristigen Ziel der «Vision Energie 2050» des Kantons Zürich. Der Einsatz erneuerbarer Energieträger für die Gewinnung von Treibstoffen, Strom und Wärme ermöglicht eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Eine detaillierte Berechnung zeigt, dass rund 30 Prozent des aktuellen Energiebedarfs im Kanton Zürich mit erneuerbaren Energien gedeckt werden können; bei verstärkter Nutzung von tiefer Geothermie und von Umweltwärme sind es sogar 70 Prozent. Trockene und feuchte Biomasse wird durch Verbrennung, Vergärung oder Vergasung zur Erzeugung von Strom,

Wärme und Biotreibstoffen genutzt. Ihr Anteil am Bedarfspotenzial der erneuerbaren Energieträger liegt bei rund einem Viertel. **Biotreibstoffe kurzfristig einsetzbar** 34 bis 58 Prozent der Treibhausgasemissionen (je nach Reduktionsszenario der «Vision Energie 2050») verursacht der Verkehr. Bei den Fahrzeugen wird die Energieeffizienz zwar weiter verbessert. Aber um die Gesamtemissionen effektiv zu reduzieren, wären die Massnahmen schneller umzusetzen, als das Verkehrsaufkommen wächst. Biotreibstoffe senken den Ausstoss der Treibhausgase im Strassenverkehr unmittelbar. Eine Erweiterung des Absatzes kann zudem in kürzester Zeit realisiert werden. Das Produktionspotenzial ist wegen der beschränkten Anbaufläche jedoch weltweit limitiert.

Abbildung 1: Biomasse als wichtiger erneuerbarer Energieträger: Zuckerrübenernte in Brasilien (Bild: alcosuisse).



### Editorische Notiz

■ Quellen: AWEL, Baudirektion des Kantons Zürich, «Das Angebot erneuerbarer Energien», 2006; AWEL, Baudirektion des Kantons Zürich, «Vision Energie 2050», 2004; UBS research focus, Januar 2007

■ Herausgeber: Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, AWEL, Baudirektion Kanton Zürich April 2007

# Aus Biomasse werden Treibstoffe

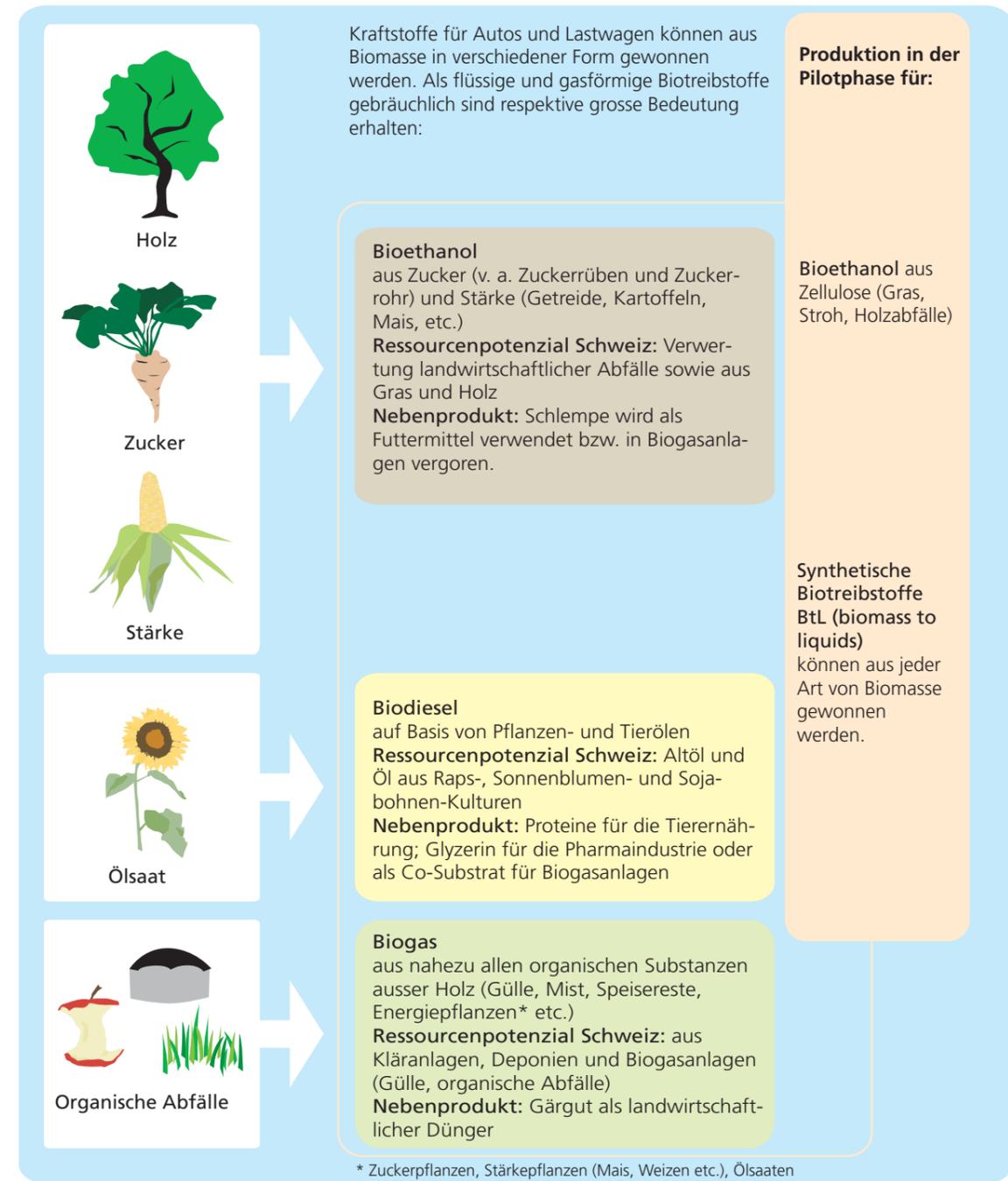


Abbildung 2: Biotreibstoffe können aus unterschiedlichen Biomasse-Rohstoffen hergestellt werden.

### Am Übergang von der 1. zur 2. Generation

fossile Treibstoffe	Biotreibstoff 1. Generation	Biotreibstoff 2. Generation
Benzin	Bioethanol aus Zucker- und Stärkepflanzen	Bioethanol aus Zellulose
Diesel	Biodiesel	BtL (biomass to liquids)
Erdgas	Biogas	

Bei den Biotreibstoffen der 1. Generation wird die Pflanzenfrucht beziehungsweise das Pflanzenöl verwertet. Biotreibstoffe der 2. Generation können hingegen auch Pflanzenreste nutzen (Stengel, Blätter etc.). Wenn die ganze Pflanze genutzt wird, erhöht sich der Energieertrag.

Tabelle 1: Erneuerbare Ressourcen ersetzen die fossilen Treibstoffe.

# Deutlich bessere Klimabilanz

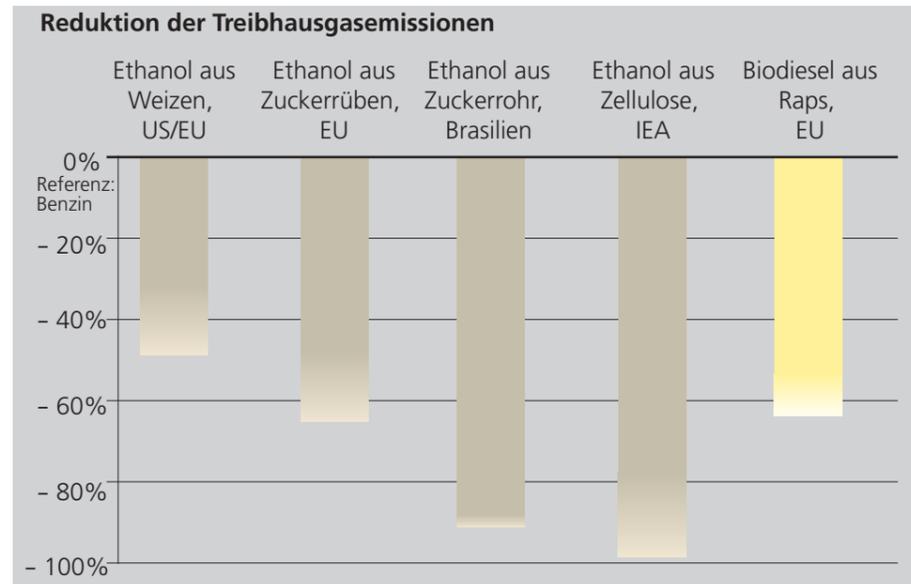


Abbildung 3: Potenzial der Biotreibstoffe für die Treibhausgasreduktion pro gefahrenen Kilometer, bezogen auf den gesamten Lebensweg. Benzin als Referenz bei 0 Prozent. Quelle: International Energy Agency IEA; AWEL

Nachhaltig produzierte Biotreibstoffe verringern den Ausstoss von Treibhausgasen gegenüber den fossilen Treibstoffen. Das Verbrennen im Motor erfolgt sogar CO<sub>2</sub>-neutral: Nur so viel Kohlendioxid wird freigesetzt, wie in der nachwachsenden Biomasse gebunden war. Mit Ethanol, der in Brasilien aus Zuckerrohr erzeugt wird, werden bis zu 90 Prozent weniger Treibhausgase in die Luft ausgestossen (siehe Abbildung 3). Selbst wenn die langen Transportwege für einen Import berücksichtigt werden, fällt die Emissionsbilanz günstiger aus als bei den fossilen Treibstoffen.

der Produktion anfallenden Nebenprodukte für den energetischen Eigenbedarf verwendet werden. In brasilianischen Produktionsanlagen werden beispielsweise Reste des verarbeiteten Zuckerrohrs anstelle von fossilen Energieträgern eingesetzt. Auch bei der Produktion von Ethanol aus Zellulose fallen Nebenprodukte an, aus denen Strom erzeugt wird.

### Deutlich weniger Schadstoffe

Die Ökobilanz von Biotreibstoffen wird durch die Produktionsweise geprägt und ist deshalb auch vom Klima und dem Rohstoff abhängig. Für Biotreibstoffe aus Abfällen ist sie in der Regel positiv. Die «Abgase» der Biotreibstoffe gelten generell als weniger toxisch als die Verbrennungsprodukte von fossilen Treibstoffen. Zudem reduzieren Biotreibstoffe teilweise die Schadstoffemissionen im Strassenverkehr (siehe Tabelle 2). So kann der Ausstoss einiger Stoffe zwar ansteigen. Vor allem aber entstehen deutlich geringere Kohlenmonoxid-, Schwefeldioxid- und Feinstaubmengen.

### Verbesserte Energieeffizienz

Die Energieeffizienz misst das Verhältnis zwischen der Energie für die Gewinnung und dem Energieertrag (Input/Output). Der Energiegehalt von Ethanol aus Zuckerrohr beträgt beispielsweise das Zehnfache der Produktionsenergie. Auch die übrigen Biotreibstoffe schneiden gut ab. Zusätzlich verbessern lässt sich die Energieeffizienz, wenn die bei

	Kohlenmonoxid	Stickoxide	Feinstaub	Schwefel	Kohlenwasserstoffe
Biogas	↓	↓	↓	–	–
Ethanol	↓	–	↓	↓	↓ ↑
Biodiesel	↓	↑	↓	↓	↓

Tabelle 2: Schadstoffemissionen von Biotreibstoffen während der Verbrauchsphase, im Vergleich zu fossilen Treibstoffen. grüne Pfeile: Reduktion; roter Pfeil: Erhöhung; – keine Angaben.

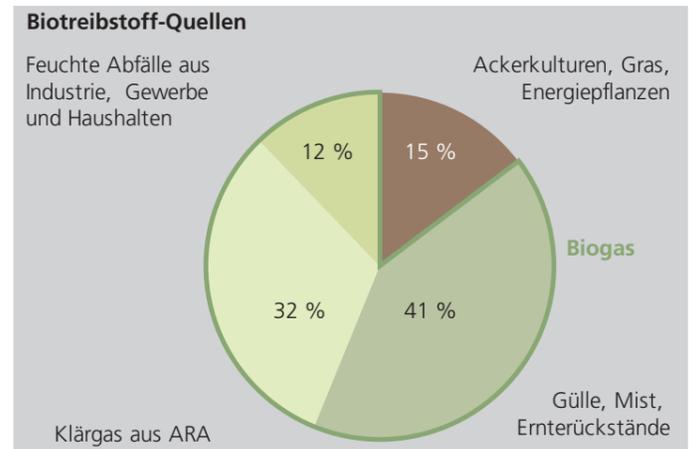
# Potenziale – Energiekulturen und Biogas

## Kanton Zürich

Im Kanton Zürich könnten theoretisch rund 7 Millionen Liter Benzinäquivalente pro Jahr aus Ackerkulturen, Gras und Energiepflanzen für flüssige Biotreibstoffe gewonnen werden. Dies entspricht einem Anteil von 0,6 Prozent des kantonalen Treibstoffverbrauchs – ohne Berücksichtigung des Luftverkehrs. Mit Einbezug von Biogas liessen sich 4 Prozent des Treibstoffverbrauchs durch Biotreibstoffe ersetzen. Dies gilt unter der Annahme, dass 40 Prozent der flüssigen und trockenen Biomasse für die Treibstoffproduktion verwendet werden. Bezogen auf die Landwirtschaft heisst das: Maximal 15 Prozent der Acker- und Wiesflächen werden für die Produktion von Energiepflanzen zur Verfügung gestellt (siehe Abbildungen 5 und 6).

## Potenzial Schweiz

Auch in der gesamten Schweiz schränkt die bestehende Nahrungsmittelproduktion das Produktionspotenzial für Biotreibstoffe ein. Realistisch ist aber eine Substitution von 1 Prozent des Treibstoffverbrauchs – aus der inländischen Erzeugung von Biodiesel und Bioethanol aus Energiepflanzen. Eine Verwertung von Ernteüberschüssen fällt – im Gegensatz zur Nutzung von Biomasse-Abfällen – allerdings ausser Betracht. Wenn die

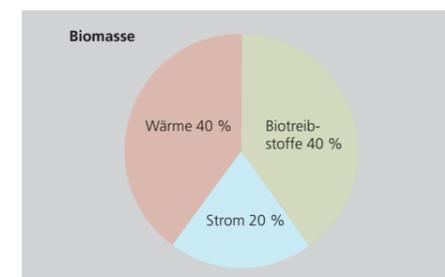
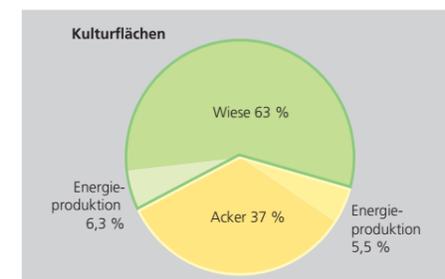


gesamte verfügbare Ackerfläche für den Anbau von Energiepflanzen verwendet würde, könnten theoretisch 10 Prozent des Benzin- und Dieselverbrauchs durch flüssige Biotreibstoffe ersetzt werden. Ähnlich hoch wären die Zahlen für den Kanton Zürich.

Abbildung 4: Eine Substitution von 4 Prozent des fossilen Treibstoffverbrauchs ist möglich: Biotreibstoffe aus einheimischer Produktion.

## Potenzial EU/Global

In der EU geht man davon aus, dass der landwirtschaftlichen Nahrungsmittelproduktion beträchtliche Flächen entzogen werden müssen, wenn die Biotreibstoffe 5 Prozent des fossilen Treibstoffverbrauchs substituieren sollen. Globale Langzeit-Studien ergeben, dass Biotreibstoffe bis 2050 rund einen Drittel des fossilen Treibstoffverbrauchs ersetzen können.



Abbildungen 5 und 6: Rund 15 Prozent der Landwirtschaftsflächen im Kanton Zürich können für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung gestellt werden (oben). 40 Prozent der Biomasse werden zu Biotreibstoffen verarbeitet (unten).



# Der Benzinpreis als Massstab

Die Schweizer Produktion von Bioethanol aus Holz ist mit 1,8 Franken pro Liter Benzinäquivalent sehr teuer im Vergleich zum Ethanol, der im Ausland angeboten wird (siehe Abbildung 7). Jedoch wird ein spezielles Verfahren angewendet, das sich nicht mit der konventionellen Produktion vergleichen lässt. In der Schweiz werden keine Subventionen für die Produktion von Energiepflanzen in Aussicht gestellt. Demgegenüber erhalten Landwirte in den EU-Staaten einen Zuschuss. Für den Anbau von Energiepflanzen auf ökologischen Ausgleichsflächen werden 100 bis 500 Euro pro Hektare ausbezahlt.

### Befreit von der Steuer

Hierzulande werden Treibstoffe aus Biomasse oder anderen erneuerbaren Energieträgern künftig von der Mineralölsteuer befreit. Für den Import sind Kontingente vorgesehen. Die Biotreibstoffe haben den Nachweis einer positiven ökologischen Gesamtbilanz und von sozial annehmbaren Produktionsbedingungen zu erbringen. Der Bundesrat wird dafür die Mindestanforderungen bestimmen. Die Erdölfirmen werden demzufolge an

einem breiten Absatz der Biotreibstoffe interessiert sein, und sie dem Benzin respektive Diesel beimischen. Dies gilt sowohl für in der Schweiz produzierte als auch importierte Biotreibstoffe.

### Bioethanol mittelfristig billiger

In Europa können die Produktionskosten flüssiger Biotreibstoffe nicht mit dem Preis für fossile Treibstoffe mithalten. Gegenüber der Produktion in den USA sind die Rohstoff- und Energiekosten fast doppelt so hoch. Zudem sind US-amerikanische Anlagen in der Regel grösser als europäische, was zusätzlich tiefere Herstellungskosten ermöglicht. Einzig in Brasilien liegen die Kosten der Bioethanolproduktion zeitweise unterhalb dem Benzinpreis.

Technologisch werden keine grossen Durchbrüche mehr erwartet, die die hohen Produktionskosten heutiger Biotreibstoffe wesentlich senken würden. Neuere Biotreibstoffe (2. Generation), wie Ethanol aus Zellulose, bringen höhere Gestehungskosten mit sich. Das Produktionsverfahren ist jedoch wenig optimiert, weshalb Bioethanol mittelfristig billiger werden sollte.

### Produktionskosten

Franken pro Liter Benzinäquivalent

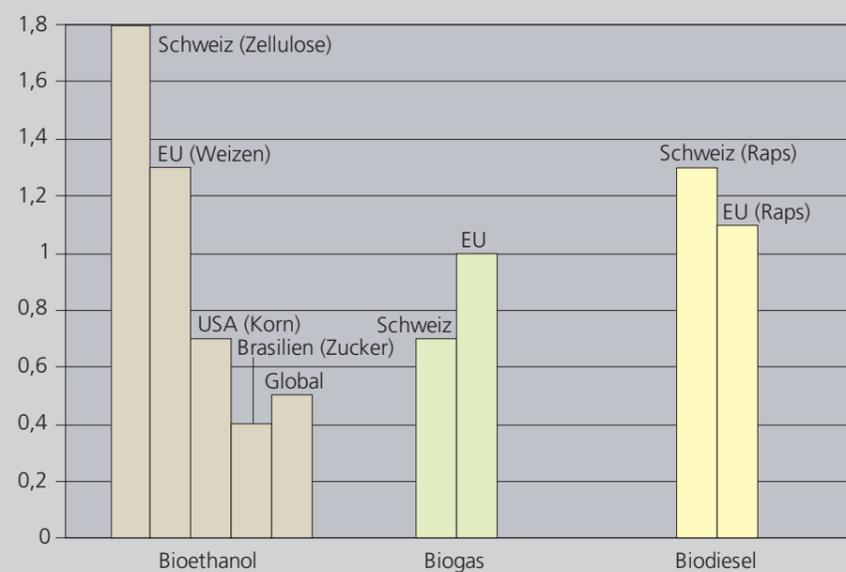


Abbildung 7: Herstellungskosten für Bioethanol, Biogas und Biodiesel (ohne Subventionen) in Franken pro Liter Benzinäquivalent.

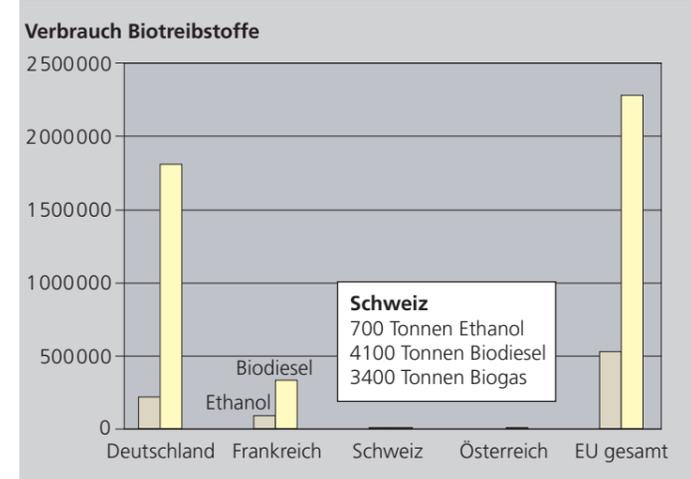
# Die Produktion ist angelaufen

Die Biotreibstoff-Produktion befindet sich hierzulande in der Pilotphase (siehe Abbildung 8). Der aktuelle Substitutionsanteil in der Schweiz liegt bei 0,6 Promille. Währenddem ersetzt Deutschland rund 3 Prozent des fossilen Treibstoffs durch Biodiesel. Die weltweite Produktion von Biotreibstoffen belief sich 2004 auf über 33 Milliarden Liter, was rund 3 Prozent des fossilen Treibstoffverbrauchs entspricht. Hiervon sind 94 Prozent Bioethanol und rund 6 Prozent Biodiesel.

### Beimischungen erhältlich

Flüssige Biotreibstoffe werden den fossilen Treibstoffen häufig beigemischt. Die üblichen Beimischungen sind beispielsweise E5 – 5 Prozent Ethanol, 95 Prozent Benzin – respektive B5 – 5 Prozent Biodiesel, 95 Prozent Diesel. Beimischungen bis zu 5 Prozent sind gemäss europäischer Norm erlaubt und Autohersteller garantieren die volle Funktionsfähigkeit. Die Praxis hat gezeigt, dass Diesel mit bis zu 20 Prozent Biodiesel beigemischt in nahezu allen Diesel-Motoren verwendet werden kann.

Weit verbreitet ist auch eine Beimischung E85 (85 Prozent Ethanol, 15 Prozent Benzin). Bei mehr als 10 Prozent Ethanol sind Autos jedoch umzurüsten. So genann-

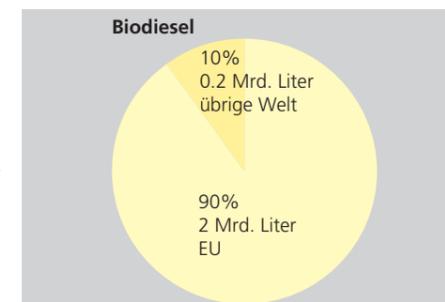
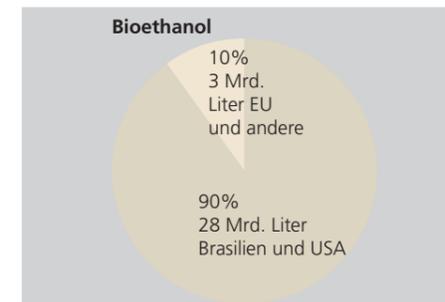


te Flexible Fuel Vehicles (FFV) können sowohl mit reinem Ethanol als auch mit Benzin betrieben werden.

### Vorschriften und Steueranreize

Brasilien und die USA decken zusammen über 90 Prozent der Bioethanol-Produktion ab. In beiden Ländern sichern zudem gesetzlich geregelte Mindestanteile den eigenen Bioethanol-Absatz. Deutschland und die EU sind demgegenüber die wichtigsten Lieferanten von Biodiesel (siehe Abbildungen 9 und 10). Beimischungsverpflichtungen und Steueranreize sollen den Marktanteil der Biotreibstoffe in Europa weiter erhöhen.

Abbildung 8: Biotreibstoffverbrauch in der Schweiz (Zahlen 2005) und EU-Mitgliedstaaten (2004) in Tonnen pro Jahr.



Abbildungen 9 und 10: Produzierte Mengen weltweit für Bioethanol (oben) beziehungsweise Biodiesel (unten). (Bild: Alcosuisse)



Rund 42 Millionen Liter Benzin  
– beziehungsweise 4 Prozent des  
fossilen Treibstoffverbrauchs im  
Kanton Zürich – können ersetzt  
werden, wenn die ökologisch und  
regional verfügbare Biomasse  
für die Produktion von Biotreib-  
stoffen verwendet wird. Die  
Verwertung von Biomasse-  
Abfällen hat gegenüber dem  
spezifischen Anbau von Energie-  
pflanzen Vorrang.  
Die Verwendung von nachhaltig  
produziertem Biogas, Bioethanol  
und Biodiesel im Strassenverkehr  
reduziert den Ausstoss von Treib-  
hausgasen markant.