

Handel und Umwelt: Das Potenzial von Biotreibstoffen

Die weltweite Nachfrage nach Biotreibstoffen ist sehr hoch. Gegenwärtig stammen zwar weltweit noch weniger als 1% aller Treibstoffe aus biogenen Quellen. Die Produktion von Biotreibstoffen nimmt aber rasch zu. Ein wichtiger Treiber sind Beimischungsziele für Biotreibstoffe, wie sie in vielen Ländern beschlossen wurden (z.B. in der EU 5,75% bis 2010 oder in den USA seit kurzem 7,76%). Die Produktionsprognosen von Syngenta, aber auch jene der Welternährungsorganisation (FAO) deuten auf eine Verdopplung der Produktion in den nächsten zwei Jahren hin. Diese rasante Entwicklung führt dazu, dass viel in die Forschung zur Optimierung von Kulturpflanzen und Verarbeitungstechnologien investiert wird. Die Kehrseite der Medaille ist, dass unterschiedlichste Umweltauswirkungen immer deutlicher zutage treten.

Kürzlich war in den Medien vom Jungfernflug eines Jumbo-Jets mit Biotreibstoff zu lesen. Obwohl nur ein Triebwerk mit einer Beimischung von 20% Bio-Kerosen betrieben wurde und der Flug von London nach Amsterdam ohne Passagiere stattfand, eröffnet sich dadurch für die Luftfahrtindustrie eine bislang unübertroffene Möglichkeit, Treibhausgasemissionen einzusparen.¹ Ähnliche Möglichkeiten bieten sich für die Automobilindustrie: Kein Auto-Salon ohne Biotreibstoff-gespiesene Autos, die sich von ihren konventionellen Brüdern nur durch geringe technische Modifikationen unterscheiden.

Einer der wesentlichen Vorteile von Biotreibstoffen gegenüber anderen alternativen Energieformen liegt in der raschen Verfügbarkeit, ohne dass zuerst neue Technologien entwickelt werden müssen. Beim derzeit hohen Erdölpreis liegt die Produktion von Biotreibstoffen nahe der Gewinngrenze; für Länder wie Brasilien ist der Export von Bioethanol bereits ein wichtiges Geschäftsfeld. Dank Bioenergie wird der Zugang zu flüssigen Treibstoffen diversifiziert und die Abhängigkeit von den Erdöl produzierenden Staaten verringert. Gleichzeitig ergeben sich für den landwirtschaftlichen Sektor neue Absatzquellen, was insbesondere Chancen für die Entwicklung ländlicher Gebiete in Afrika und in Südamerika bietet.

Vielfältige Umweltauswirkungen

Obwohl die primäre Motivation für den Einsatz von Biotreibstoffen in der Schweiz die Reduktion von Treibhausgasen (THG) ist, kann die Treibhausgasbilanz für die verschiedenen Biotreibstoffe sehr unterschiedlich ausfallen.² Es ist zudem zwischen den

Treibhausgasemissionen und der gesamten Umweltbelastung zu differenzieren.

Treibhausgasemissionen

Die linke Seite in *Grafik 1* zeigt, dass gegenwärtig – je nach Biotreibstoff und Produktionsweg – Einsparungen von bis zu 80% gegenüber fossilen Treibstoffen möglich sind. Der grösste Anteil der THG-Emissionen stammt aus dem *landwirtschaftlichen Anbau* – hervorgerufen durch den Einsatz von Maschinen, Düngemitteln und Pestiziden, aber auch in Form von direkten Emissionen (z.B. Lachgas). Gleichzeitig ist dieser Anteil jedoch sehr variabel. Wichtigste Einflussfaktoren für die landwirtschaftlichen THG-Emissionen sind die Flächenerträge (hoch bei Schweizer Zuckerrüben oder brasilianischem Zuckerrohr, jedoch niedrig bei Schweizer Kartoffeln oder europäischem Roggen), die Lachgasemissionen (z.B. bei US-Mais 30%) und die Brandrodung von Regenwaldflächen (relevant bei malaysischem Palmöl und brasilianischem Sojaöl). Die regionalen Unterschiede in der Intensität der Regenwaldabholzung können einen relevanten Einfluss auf die Gesamtbilanz haben. Hauptfaktor ist generell die Art und Weise, wie Energiepflanzen angebaut werden. Dies gilt nicht nur für die THG-Emissionen, sondern auch für die meisten anderen Umweltauswirkungen von Biotreibstoffen. Im Gegensatz zu landwirtschaftlichen Produkten brauchen Abfall- und Reststoffe zur Bereitstellung keinen Energieaufwand. Dies wirkt sich sehr positiv auf deren Gesamtbilanz aus. So lässt sich die insgesamt günstigste Treibhausgasbilanz bei der Verwendung von Biodiesel aus Altspeiseöl oder Methan aus Gülle erzielen.

Die *Treibstoffproduktion* verursacht im Durchschnitt deutlich geringere THG-Emissionen als der landwirtschaftliche Anbau. Besonders gering sind die Emissionen bei der Ölgewinnung und Veresterung zu Biodiesel. Bei der Fermentierung von Bioethanol sind die Emissionen sehr variabel, da entweder fossile Energieträger zum Einsatz kommen (Bioethanol aus US-Mais) oder Abfälle aus der landwirtschaftlichen Produktion als Prozessenergie verwendet werden (Bagasse beim brasilianischen Zuckerrohr). Die höchsten THG-Emissionen im Produktionsprozess werden bei der Gewinnung von biogenem



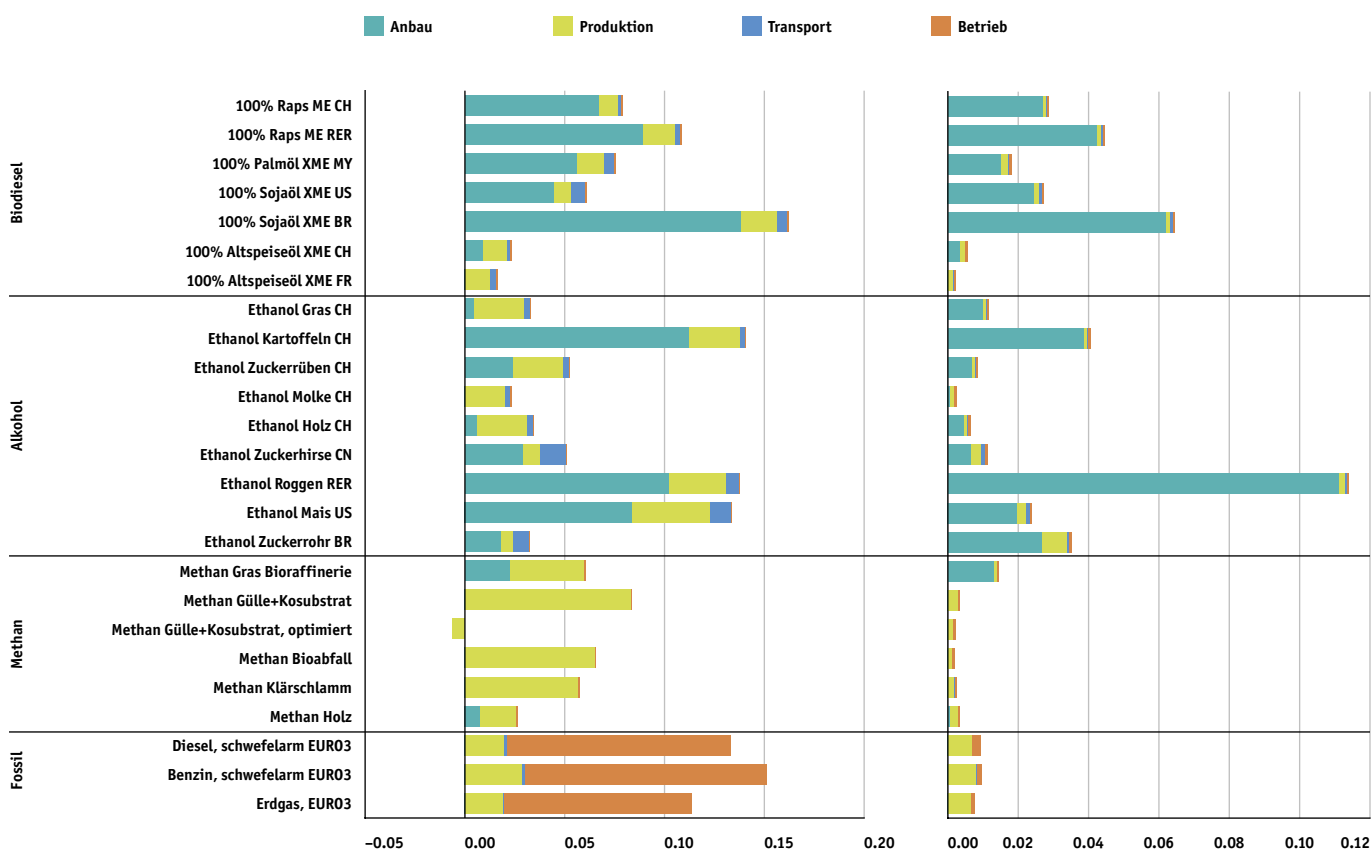
Dr. Rainer Zah
Head of Group Life Cycle Assessment & Modelling (LCAM), Empa Materials Science and Technology, St. Gallen

1 Vgl. Atkins W., Virgin flies first commercial plane with biofuel, 2008. Internet: www.itwire.com/content/view/16826/1066/.

2 Vgl. Zah R, Hischer R, Gauch M, Lehmann M, Böni H, Wäger P., Ökobilanz von Energieprodukten: Ökologische Bewertung von Biotreibstoffen. Bern: BFE, BFU, BLW; 2007, S. 206.

Grafik 1

Vergleich der Treibhausgas-Emissionen (links) und der gesamten Umweltbelastung (rechts) von Biotreibstoffen im Vergleich mit fossilen Treibstoffen



Quelle: Zah / Die Volkswirtschaft

Methan frei. Die Ursachen hierfür sind die Methan- und Lachgasemissionen bei der Nachgärung des Gärrückstands sowie der Methanschlupf bei der Aufbereitung von Biogas zu 96 Volumenprozent Methan. Durch gezielte Massnahmen – wie beispielsweise die Abdeckung des Nachgärbehälters bei der Gülle – kann ein Grossteil dieser Emissionen reduziert werden. Diese Abdeckung entspricht dem Stand der Technik.

Aus Sicht des Handels ist bemerkenswert, dass der *Treibstofftransport* aus den Produktionsgegenden an die Schweizer Tankstelle in den meisten Fällen deutlich weniger als 10% der Gesamtemissionen ausmacht und aus Umweltsicht eine untergeordnete Rolle spielt. Der eigentliche *Fahrzeugbetrieb* ist bei den hier verglichenen, reinen Biotreibstoffen CO₂-neutral, da das freigesetzte CO₂ beim Pflanzenwachstum in einem kurzen Zeitraum gebunden wurde.

Gesamte Umweltbelastung

Ein anderes Bild zeigt die gesamte Umweltbelastung auf der rechten Seite in *Grafik 1*.³ Zwar sind die Umweltauswirkungen des Fahrzeugbetriebs bei der Verwendung von fossilem Treibstoff im Vergleich zu den Biotreibstoffen noch deutlich höher. Dies wird aber durch

teilweise sehr hohe Umweltbelastungen in der landwirtschaftlichen Produktion überkompensiert. Ursachen hierfür sind Bodenversauerung und Überdüngung bei der europäischen und Schweizer Landwirtschaft. Bei der tropischen Landwirtschaft sind Biodiversitätsverlust, Luftbelastung durch Brandrodung sowie Toxizität von in der Schweiz teilweise verbotenen Pestiziden die wesentlichen Ursachen für die hohen Umweltbelastungen. Die sehr hohe Belastung bei der Nutzung von Schweizer Kartoffeln ist durch die hohe Gewichtung der Nährstoffauswaschung zu erklären. Die sehr hohen Werte für Roggen aus europäischer Produktion lassen sich dagegen durch den niedrigen Ernteertrag von Roggen im gesamteuropäischen Schnitt erklären.

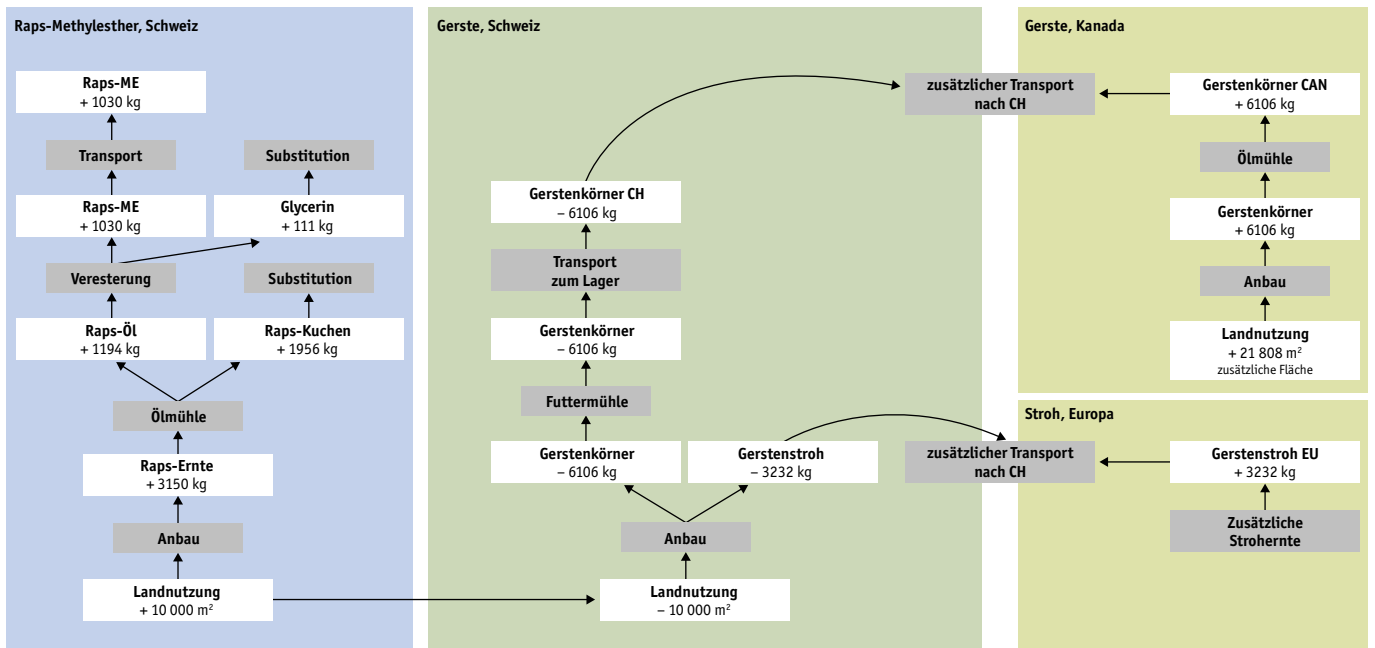
Zielkonflikt bei ökologischer Gesamtbilanz

Wenn wir die Ergebnisse bezüglich der Treibhausgasemissionen und der gesamten Umweltbelastung miteinander vergleichen, zeigt sich, dass bei den meisten Biotreibstoffen ein Zielkonflikt zwischen der Minimierung der Treibhausgasemissionen und einer positiven ökologischen Gesamtbilanz besteht. Zwar lassen sich Treibhausgasreduktionen von mehr als 30% mit einer ganzen Reihe von Biotreibstoffen erzielen. Die meisten dieser Be-

3 Berechnet nach der Methode der ökologischen Knappheit (UBP 06). Vgl. Frischknecht R, Steiner R, Braunschweig A, Egli N, Hildesheimer G., Swiss Ecological Scarcity Method: The New Version 2006. 2006, S. 4.
 4 Vgl. Searchinger T, et al., Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land Use Change. Science 2008; 319:1238.

Grafik 2

Indirekte Effekte bei Verdrängung des Anbaus von Futtergetreide durch Energieraps-Produktion.



Quelle: Reinhard 2008 / Die Volkswirtschaft

reitstellungspfade weisen jedoch bei mehreren anderen Umweltindikatoren höhere Belastungen als Benzin auf. Der Transport – auch von ausländischen Biotreibstoffen in die Schweiz – ist dabei von untergeordneter Bedeutung. Wesentlich wichtiger ist, wie der jeweilige Biotreibstoff hergestellt wird.

Bei diesen Auswertungen sind die möglichen Umwelteffekte der Wassernutzung noch gar nicht berücksichtigt. In mediterranen Klimazonen kann die Nutzung von Grundwasser langfristige und irreversible Auswirkungen auf Grundwasserstand, Vegetation und Bodenfruchtbarkeit haben.

Indirekte Effekte

Der Anbau von Biomasse benötigt Land, das in der Regel bereits landwirtschaftlich genutzt wird. Um die zusätzliche Nachfrage zu befriedigen, muss irgendwo auf der Erde bisher unkultiviertes Land in Ackerland umgewandelt werden. Wenn auf Regenwaldflächen Energiepflanzen angebaut werden, führt dies nicht nur zu einem unersetzlichen Verlust von Biodiversität, sondern auch zu grossen Mengen von CO₂-Emissionen. Falls extensiv genutzte Flächen – wie Weideland – zur Biomasseproduktion genutzt werden sollen, muss genau abgeklärt werden, ob die verdrängten Viehherden nicht den Rodungsdruck auf den Regenwald erhöhen. Beispielsweise führt die Ethanolproduktion aus Mais in den USA, die eigentlich eine Treibhausgaseinsparung von 20% ermöglicht, zu einer Verdoppelung der

Treibhausgasemissionen gegenüber fossilen Treibstoffen, wenn die Verdrängung der Soja-Produktion in Ländern wie Brasilien mitberücksichtigt wird.⁴ Falls aber in der Schweiz statt Wiesland Energieraps angebaut wird, können die totalen Treibhausgasemissionen auch abnehmen, da der zusätzlich produzierte Rapskuchen brasilianisches Soja-Proteinfuttermittel substituiert (siehe Grafik 2).

Beide Beispiele zeigen, wie eng die Bioenergieproduktion mit der Nahrungs- und Futtermittelproduktion verknüpft ist, was kaum überschaubare Konsequenzen auf die Umwelt- und Treibhausgasbilanz hat. International setzt sich daher die Erkenntnis immer mehr durch, dass die Produktion von Biotreibstoffen von der Nahrungsmittelproduktion entkoppelt werden muss und Biotreibstoffe bevorzugt aus Abfallstoffen produziert werden sollen. Es stellt sich hierbei die Frage, ob mittelfristig überhaupt noch ein Potenzial für Biotreibstoffe vorhanden ist.

Gibt es überhaupt ein Potenzial für Biotreibstoffe?

Für die Schweiz und andere OECD-Länder ist die Hauptmotivation zur Förderung von Biotreibstoffen die Minderung von Treibhausgasemissionen. Im Sinne der Nachhaltigkeit sollten diese Reduktionen ohne negative Wirkungen auf andere Umwelt- oder Sozialfaktoren realisierbar sein. Das Biotreibstoff-Potenzial beschränkt sich dabei auf folgende Bereiche:

- *Biogene Abfallstoffe wie Gülle, Klärschlamm, Molke, Abfälle aus der Lebensmittelproduktion und der Landwirtschaft:* Oftmals bietet die Produktion von Biotreibstoffen Synergien mit der Vermeidung von unkontrollierten atmosphärischen Emissionen (z.B. Methan-Bildung bei unkontrollierter Kompostierung). Das Potenzial der Abfallstoffe ist jedoch beschränkt, und es zeichnet sich bereits ein Wettbewerb um besonders begehrte Abfallfraktionen ab.
- *Holz:* Das grösste Bioenergie-Potenzial bietet in der Schweiz die nachhaltige Nutzung von Wald-, Rest- und Altholz. Hier ist jedoch die Nutzungskonkurrenz zwischen thermischer Verwertung und der Produktion von Methan als Treibstoff besonders gross. Die Bedeutung von Holz für die Treibstoffproduktion kann noch zunehmen, wenn die Biomass-to-Liquid-Technologie (BTL) marktreif wird.
- *Landwirtschaftlicher Anbau von Bioenergie ohne Nahrungsmittelkonkurrenz und nach nachhaltigen Kriterien:* Insbesondere in Afrika und Südamerika finden sich in Teilregionen unternutzte landwirtschaftliche Flächen. Die Ursachen hierfür können bei der niedrigen Bevölkerungsdichte, fehlenden Absatzmärkten oder auch bei Stammeskonflikten um Landbesitz liegen. In solchen Regionen kann der Anbau von Biotreibstoffen neue Impulse für die ländliche Entwicklung geben. Voraussetzung ist eine umfassende Beurteilung des Landnutzungsdrucks unter nachhaltigen Kriterien, wie dies der *Roundtable on Sustainable Biofuels* vorsieht (siehe Kasten 1).

pflichten, landwirtschaftliche Subventionen, vergünstigte Kredite für Biotreibstoff-Raffinerien und Vergünstigungen für Biotreibstoffe und Biotreibstoff-Fahrzeuge.

Diese Massnahmen verfolgen jeweils spezifische Ziele: Unterstützung der Landwirtschaft und Förderung der ländlichen Entwicklung, Energieautonomie, Wiederherstellung von Naturflächen und Treibhausgasreduktion. Meist werden diese unterschiedlichen Ziele nicht in einer gemeinsamen Strategie verfolgt, sondern stammen aus jeweils anderen Ministerien. Erfolgversprechend wäre daher ein integrierter Ansatz, der von allen beteiligten Partnern gemeinsam entwickelt wird und darauf ausgerichtet ist, die Zielsetzungen zu erreichen und gleichzeitig die Risiken der Biotreibstoffe zu minimieren. Industrialisierte Länder sollten Biotreibstoffe nur fördern, wenn nachgewiesen werden kann, dass Treibhausgasemissionen über den ganzen Lebenszyklus hinweg reduziert werden, ohne dass Trade-off-Effekte auf andere Umweltfaktoren stattfinden. Entwicklungs- und Schwellenländer sollten Bioenergie nur fördern, wenn dadurch lokale Gemeinschaften besseren Zugang zu Strom und Treibstoffen erhalten, ohne dass die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln gefährdet wird. Für bestimmte Länder Afrikas und Südamerikas mit ausgewiesenen Landreserven besteht ausserdem ein gewisses Potenzial zur Förderung des Anbaus von Biotreibstoffen aus nachhaltiger Produktion, um so die eigene Exportpalette zu diversifizieren und neue Einkommen zu generieren.

Des Weiteren sollten regulatorische Massnahmen kontinuierlich überprüft und an die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse angepasst werden. Die interdisziplinäre Bioenergie-Forschung ist gegenwärtig sehr dynamisch. Neue Erkenntnisse und Einsichten zu Biotreibstoffen dürften somit nicht lange auf sich warten lassen.

Kasten 1

Roundtable on Sustainable Biofuels

Der Roundtable on Sustainable Biofuels (RSB) ist eine Multi-Stakeholder-Initiative zur Entwicklung eines freiwilligen Standards für nachhaltige Biotreibstoffe. Die Initiative strebt die Ausarbeitung und Verabschiedung von Prinzipien und Kriterien an, deren Anwendung Anbau und Handel von Biotreibstoffen ökologisch und sozial verträglich gestalten soll. Hintergrund ist der aktuelle Boom bei der Produktion von Biotreibstoffen, der durch die jüngsten Entwicklungen in der globalen Energiepolitik ausgelöst wurde. Der RSB-Prozess wurde durch das Energy Center der EPFL gemeinsam mit einer Anzahl von prominenten Partnern aus Wirtschaft (u.a. Toyota, BP, Petrobras), Zivilgesellschaft (WWF) und Produzentenkreisen lanciert. Ziel der Initiative ist die Erarbeitung eines Standards, d.h. einer Liste von Kriterien und messbaren Indikatoren, die allesamt auf einer Reihe von strategischen Grundprinzipien beruhen. Die Erfüllung des Standards soll mit einer unabhängigen Kontrolle verifiziert werden. Der RSB wird vom Bundesamt für Energie (BFE) sowie vom Staatssekretariat für Wirtschaft (Seco) im Rahmen der wirtschaftlichen Entwicklungszusammenarbeit unterstützt. Dabei geht es auch darum, das Potenzial in Entwicklungsländern zur Förderung einer nachhaltigen Produktion von Biotreibstoffen abzuklären und für solche Produkte den Zugang zu Märkten zu fördern. Ziel ist die Entwicklung eines ersten internationalen Standards noch in diesem Jahr.

Internet: www.bioenergywiki.net/index.php/Roundtable_on_Sustainable_Biofuels.

Anders präsentiert sich das Bioenergie-Potenzial aus Sicht der Schwellen- und Entwicklungsländer. Oberstes Ziel ist oftmals eine Erhöhung der Versorgungssicherheit durch eine Reduktion der Erdölimporte. Besonders relevant ist dies für ländliche, unterentwickelte Regionen. Dort ist einerseits viel Biomasse, andererseits wenig Geld für den Import von Diesel vorhanden. Die lokale Produktion von Biotreibstoffen erhöht die Versorgungsautonomie, schafft Anreize für das lokale Kleingewerbe und diversifiziert die landwirtschaftliche Produktionspalette. Darüber hinaus lassen sich Biotreibstoffe und Elektrizität aus Biomasse mit einfachen Einrichtungen (Ölpresse, modifizierte Dieselgeneratoren) herstellen.

Mögliche regulatorische Massnahmen

Haupttreiber für die negativen Auswirkungen von Biotreibstoffen ist in vielen Ländern eine Kombination unterschiedlicher regulatorischer Massnahmen, wie Beimischungs-