

Biotreibstoffe der 2. Generation

Szenarien für Mobilität in der Schweiz

Les biocarburants de la 2^e génération

Scénarios de la mobilité en Suisse

Une étude approfondie, mandatée par le Centre d'évaluation des choix technologiques TA-Swiss, a permis d'explorer le potentiel des biocarburants en Suisse. Du fait de la disponibilité limitée, tant des surfaces cultivables que des déchets utilisables, le potentiel des biocarburants, pour une mobilité globale et une efficacité du parc automobile constantes, est limité à moins de 8% de la mobilité individuelle suisse. L'efficacité énergétique des véhicules est ici une donnée clé. La réduction, techniquement possible, de la consommation du parc de véhicules suisse d'actuellement 7,9 l/100 km à 4 l/100 km en 2030 permettrait de doubler à 15% le potentiel des biocarburants, ce qui aurait aussi une influence très positive sur le développement durable.

2nd Generation Biofuels

Mobility Scenarios in Switzerland

An in-depth study commissioned by the TA-Swiss Centre for Technology Assessment has examined the future potential of biofuels in Switzerland. Due to the limited availability of both space for cultivation and waste materials, the potential for biofuels is restricted to less than 8% in terms of Swiss personal mobility, if constant overall mobility and fleet efficiency are assumed. A key element here is the energy efficiency of vehicles. The reduction of the Swiss fleet's consumption from the present 7.9 l/100 km to 4 l/100 km in 2030, which is technically possible, could double the potential of biofuels to 15 %, and could thereby have a very positive impact on sustainability.

Rainer Zah



In einer umfassenden Studie im Auftrag des Zentrums für Technologiefolgenabschätzung TA-SWISS (Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung) wurde das zukünftige Potenzial von Biotreibstoffen für die Schweiz ausgelotet. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit sowohl von Anbaufläche als auch von Abfallmaterialien ist das Potenzial von Biotreibstoffen auf weniger als 8% der Schweizer Individualmobilität beschränkt, wenn von konstanter Gesamtmobilität und Flotteneffizienz ausgegangen wird. Eine Schlüsselgrösse ist dabei die Energieeffizienz der Fahrzeuge. Die technisch mögliche Reduktion des Schweizer Flottenverbrauchs von gegenwärtig 7,9 l/100 km auf 4 l/100 km im Jahr 2030 könnte das Potenzial der Biotreibstoffe auf 15% verdoppeln, was auch auf die Nachhaltigkeit einen sehr positiven Einfluss hätte.

1 Einleitung

Biotreibstoffe stehen gegenwärtig in der Kritik. Energiepflanzenanbau konkurriert mit Nahrungsmittelproduktion, gefährdet Biodiversität und die Umweltauswirkungen von Biotreibstoffen sind oftmals grösser als bei Erdöl. Die Hoffnung ruht auf den sogenannten Biotreibstoffen der 2. Generation, bei deren Produktion nicht nur Öl, Zucker und Stärke, sondern auch Ligno-Zellulose umgewandelt wird. Dies bewirkt einen höheren Wirkungsgrad und ermöglicht die Nutzung neuer Biomassequellen wie Holz, Grassland oder Bioabfall, die umweltschonender bereitgestellt werden können.

Biotreibstoffe der 2. Generation stehen heute an der Schwelle zur breiten Markteinführung. Es stellt sich die Frage, ob sie sich gegen konventionelle Biotreibstoffe durchsetzen, oder ob sie mittelfristig von der Elektromobilität verdrängt werden. Falls sie sich erfolgreich auf dem Markt behaupten, gilt es die Auswirkungen auf die globale Landnutzung, auf Umwelt und Wirtschaft zu verstehen. Ziel dieser Studie war deshalb die Analyse des zukünftigen Potenzials von Biotreibstoffen der 2. Generation in der Schweiz.

2 Rahmenbedingungen und Szenarien

Als Ausgangspunkt wurden in Experten-Workshops konsistente Sets aus Rahmenbedingungen definiert, die den zukünftigen Entwicklungsraum aufspannen. Daraus wurden dann drei Bioenergie-Szenarien für die Schweiz in den Jahren 2015 und 2030 definiert (Tab. 1).

2.1 Biotreibstoff-Potenzial

Das Szenario «Ressourcenknappheit» geht von einer weltweiten Rezession aus, die nicht zuletzt den hohen Energiepreisen geschuldet ist. Im Jahr 2015 können gut 2,5 % des benötigten Treibstoffs aus alternativen Quellen stammen. Methan aus Mist und Jauche macht dabei den Löwenanteil aus. Allerdings

wird der Herstellung von Bio-Methangas durch den Trend zu fleischlosen Speisen Grenzen gesetzt. Und weil auch die anderen Staaten ihren Treibstoff selber verwenden, sind Importe aus dem Ausland nahezu unmöglich. Der Umgang mit Bioabfall in diesem Szenario ist effizient: Im Jahr 2030 wird der Bioabfall fast vollständig zur Gewinnung von Biotreibstoff eingesetzt. Stallmist und Jauche gelangen zu 80 % in die Herstellung von Treibstoffen, was 8 % des Treibstoffbedarfs abdeckt. Die Technologien, um aus Holz Treibstoff zu erzeugen, stehen erst im Jahr 2030 im grossen Stil zur Verfügung: Abfallholz endet nun zu 100 % in die Treibstoffproduktion. Bis zum Jahr 2030 wächst der Anteil der alternativen Treibstoffe auf gut 23 % – insbesondere, weil immer mehr Elektromobile unterwegs sind.

Im Szenario «Herausforderungen» gelangen ebenfalls beträchtliche Anteile von Grünabfall (50 % bis zum Jahr 2015 resp. 70 % bis 2030) und Mist (30 resp. 50 %) in die Produktion von Bio-Methangas. Ausserdem ist die Technologie zur Umwandlung von Holz in synthetisches Gas weit genug fortgeschritten, um bereits im Jahr 2015 ein Viertel der zusätzlichen Holzernte zu verarbeiten; dieser Anteil wächst bis 2030 auf 50 %. Zusätzlich werden Biotreibstoffe der ersten Generation aus dem Ausland importiert, haupt-

sächlich aus Brasilien, dem weltweit führenden Hersteller von Ethanol aus Zuckerrohr. Bis zum Jahr 2015 werden unter diesen Voraussetzungen 4,18 % des konventionellen Brennstoffs, der für den mobilisierten Personenverkehr verwendet wird, durch alternative Treibstoffarten ersetzt werden können; den Löwenanteil macht dabei Methan aus Dung aus, ins Gewicht fallen wird auch Gas aus Holz. Elektrische Autos spielen in der Mobilität eine bedeutende Rolle; im Jahr 2030 wird der Anteil von Elektroautos an der gesamten Fahrzeugflotte nahezu 40 % betragen. Dies führt zu grossen Verschiebungen bei der verwendeten Antriebskraft: Über ein Viertel der Antriebsenergie ist im Jahr 2030 elektrisch. Weitere knapp 15 % des verwendeten Treibstoffs sind biologischen Ursprungs (hauptsächlich inländisch produziertes Bio-Methangas und importierter BTL*-Treibstoff) und speisen hocheffiziente Verbrennungsmotoren. Alles in allem ersetzen alternative Energiequellen nun rund ein Drittel des fossilen Treibstoffs.

Bis zum Jahr 2015 gelangen im Szenario «unbeschränktes Wachstum» vom zusätzlich anfallenden Mist und Abbruchholz je 20 %, vom Bioabfall 50 % in die Treibstoff-Produktion. 10 % des zusätzlich geschlagenen Holzes wird ausserdem für die Herstellung von synthetischem Gas verwendet. Dazu kommen beträchtliche Importe von Bioethanol aus Brasilien und von Palmöl aus Indonesien – beides also Biotreibstoffe der ersten Generation, deren Anbau weltweit gefördert wird. Die Verwendung biologischer Ausgangsmaterialien verstärkt sich bis 2030 weiter, so dass zu diesem Zeitpunkt 50 % des zusätzlich produzierten Mistes, 70 % des Grünabfalls sowie alles Abbruchholz und zusätzlich geschlagenes Holz für die Erzeugung von Treibstoff genutzt werden. Auch die Importe von Biotreibstoffen

* BTL = Biomass to Liquid (Biomasseverflüssigung)

	Ressourcenknappheit	Herausforderungen	Unbeschränktes Wachstum
Ölpreis	hoch	hoch	niedrig
Ernährung	Trend zu vegetarisch	keine Änderung	keine Änderung
Nahrungsmittelpreise	Ernährungskrise	Ernährungskrise	normale Versorgung
Globale Wirtschaft	Rezession	Boom	Boom
CH-Bioenergie-Regulierung	Subventionen für Nahrung	nachhaltige Biotreibstoffe	nachhaltige Biotreibstoffe
Globale Klimapolitik	«Post-Kyoto» in Kraft	«Post-Kyoto» in Kraft	kein Abkommen

Tab. 1 Bioenergie-Szenarien für die Schweiz (2015 und 2030).

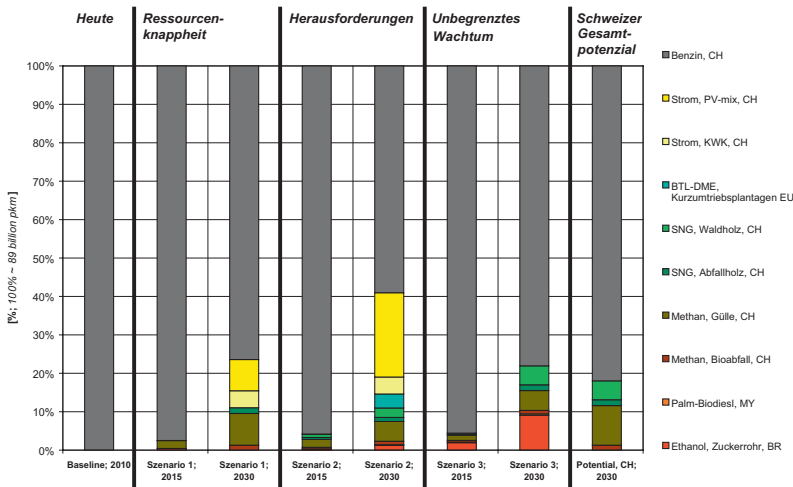


Abb. 1 Potenzial alternativer Mobilitätsformen im Kontext der Individualmobilität 2010.

steigern sich, und zwar um das Dreifache des Wertes von 2015. Unter den Bedingungen des unbeschränkten Wachstums können zunächst, d.h. bis 2015, gut 4 % des fossilen Treibstoffs durch alternative Formen ersetzt werden – hauptsächlich dank importiertem brasilianischem Ethanol und einheimisch produziertem Bio-Methangas auf Basis von Mist. Der Anteil, der durch eingeführtes Bioethanol ersetzt wird, steigt bis 2030 auf über 9 % an; dazu kommen je gut 5 % synthetisches Gas auf Holzbasis und Bio-Methangas auf der Grundlage von Mist. Aufgrund der grossen Importe könnten mithin 22 % des Treibstoffs aus Rohöl durch Biotreibstoffe ersetzt werden – allerdings ohne Rücksicht auf die Nachhaltigkeit.

Zusammenfassend lassen sich unter den günstigsten Voraussetzungen im Jahr 2030 ca. 21 % der Schweizer Fahrzeugflotte mit Biotreib-

stoffen betreiben (Szenario «unbegrenzt Wachstum» 2030). Das Potenzial an Biotreibstoffen ist begrenzt durch die Verfügbarkeit von Anbauflächen, die Verfügbarkeit von Abfällen oder – im Fall von Treibstoffen aus Algen – durch hohe Kosten und geringe energetische Effizienz der Wertschöpfungskette. Die Nutzungseffizienz der Individualmobilität ist daher entscheidend für den Beitrag von Biotreibstoffen zur zukünftigen Individualmobilität. Zum Beispiel liesse sich im Szenario «Herausforderungen» (2030), mit Biotreibstoffen der ersten und zweiten Generation ca. 15 % der heutigen Schweizer Individualmobilität betreiben. Ohne die technisch mögliche Re-

duktion des Schweizerischen Flotten-Verbrauchs von gegenwärtig 7,9 l/100 km auf 4 l/100 km im Jahr 2030, würde sich dieser Anteil jedoch auf ca. 7,3 % halbieren. Das Potenzial an Elektromobilität ist weniger begrenzt durch die Verfügbarkeit von Strom (mit ca. 5 % des gegenwärtigen Strombedarfs könnte ca. 25 % der Schweizer Individualmobilität ersetzt werden), sondern durch ökonomische Randbedingungen und die Knappheit seltener Metalle (Abb. 1).

2.2 Nutzen

Die Abbildung 2 zeigt den Nutzen alternativer Mobilitätsformen in der Schweiz in 2030 für das Szenario «Herausforderungen». Unter Berücksichtigung des technisch möglichen Flotten-Verbrauchs von 4 l/100 km im Jahr 2030, führen die Biomasse-basierte Mobilität (ca. 15 %) im Szenario «Herausforderungen» im heutigen Vergleich zu 10 % Treibhausgasersparungen, aber nur zu 2 % mehr Nachhaltigkeit. Die Elektromobilität führt im günstigsten Fall zu einer Treibhausgasersparung von 15 % und einer Verbesserung der Nachhaltigkeit

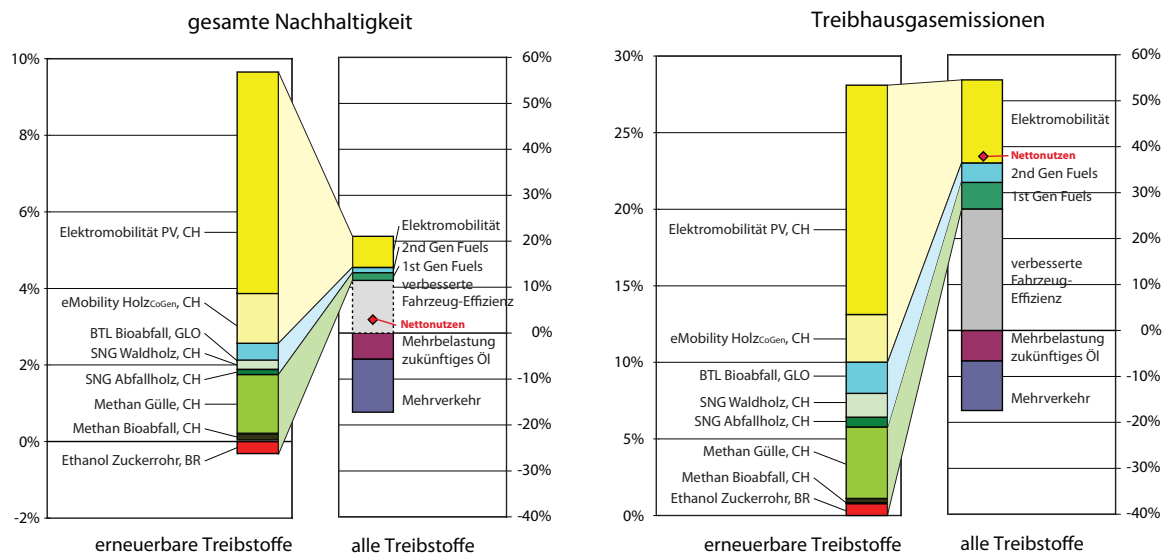


Abb. 2 Nutzen alternativer Mobilitätsformen im Kontext der Individualmobilität 2010.

von 7 %. Dieser Nutzen ist jedoch nur möglich, wenn der Strom zum Betrieb der Elektrofahrzeuge aus erneuerbaren Quellen (Photovoltaik etc.) stammt. Würde die Elektromobil-Flotte mit dem Europäischen Strom-Mix oder mit Kohle-Strom betrieben, wäre der Umweltnutzen weitestgehend eliminiert oder gar überkompensiert.

Es wird erwartet, dass dieser Nutzen durch die steigenden Umweltauswirkungen der Erdölproduktion (Mehrbelastung zukünftiges Öl), aber auch die Zunahme in der Individualmobilität (Mehrverkehr) reduziert wird. Von 2010 bis 2030 wird mit einem Anstieg von ca. 17 % der Individualmobilität gerechnet.

Die Verbesserung des Flotten-Verbrauchs erzielt den grössten Nutzen. Die mögliche Reduktion von 7,9 l/100 km auf 4 l/100 km erzielt einen Treibhausgaseinsparung von 26 % und erhöht das Nachhaltigkeitspotenzial um 12 %.

Diese Ergebnisse verdeutlichen insbesondere den Nutzen von Effizienzsteigerungen – die Halbierung des gegenwärtigen Flottenverbrauchs bis 2030 würde die Treibhausgase der gesamten Schweizer Individualmobilität um ca. 40 % verringern – und der Elektromobilität.

Trotzdem werden auch Biotreibstoffe der 2. Generation in Zukunft eine wichtige Rolle für unsere Mobilität spielen, indem sie urbane elektrische Mobilität im Langstrecken-transport oder auch im Luftverkehr ergänzen.

3 Fazit

Zusammengefasst erlauben Biotreibstoffe der 2. Generation eine nachhaltigere Mobilität als Biotreibstoffe der 1. Generation und als fossile Treibstoffe. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit sowohl von Anbaufläche als auch von

Abfallmaterialien ist das Potenzial aber auf weniger als 8 % der Schweizer Individualmobilität beschränkt, ausgehend von konstanter Gesamtmobilität und Flotteneffizienz.

Die folgenden *sieben Empfehlungen* sollen helfen das Potenzial von Agrotreibstoffen nachhaltig auszu-schöpfen.

Empfehlungen

I Die Verbesserung der Fahrzeugeffizienz und die nachhaltige Verwendung von Biotreibstoffen der ersten Generation sind parallel zu fördern – ebenso die Nutzung von Biotreibstoffen der zweiten Generation in Verbindung mit elektrischer Mobilität.

Biotreibstoffe und die elektrische Antriebskraft ergänzen sich und schaffen Synergien; sie tragen beide dazu bei, den Ausstoss von Schadstoffen zu begrenzen und verringern die Abhängigkeit von der Einfuhr fossiler Brennstoffe. Ob der Vorrang dem elektrischen Antrieb, der verbesserten Fahrzeugeffizienz oder der Förderung des Biotreibstoffs zukommen solle, ist daher die falsche Frage; vielmehr müssen Wege gefunden werden, um diese drei verschiedenen Ansätze gleichzeitig voranzutreiben.

II Es müssen langfristige Strategien für den Umgang mit Biotreibstoffen entwickelt werden, um mit verlässlichen regulativen und gesetzlichen Rahmenbedingungen neue Investitionen in diesem Sektor anzuregen.

Die verschiedenen Interessensvertreter halten sich zurzeit noch mit Investitionen bei der Herstellung von Biotreib-

stoffen der zweiten Generation zurück. Denn viele Unsicherheiten wirken abschreckend: So ist ungewiss, ob ausreichend Rohmaterial zur Verfügung gestellt werden kann, zudem gibt es noch keine Standards, welche sicherstellen, dass Biotreibstoffe auch wirklich nachhaltig produziert werden.

III Es sind Initiativen zu lancieren, die alle massgeblichen Akteure in ein nachhaltiges Ressourcenmanagement auf nationaler und internationaler Ebene einbinden.

Wenn Biomasse zu Treibstoff umgewandelt wird, konkurrenziert dies andere Anliegen wie die Herstellung von Nahrung und den Schutz der biologischen Vielfalt. Ohne vorbeugende Massnahmen droht die verstärkte Förderung von Biotreibstoffen negative Auswirkungen für andere Wirtschaftssektoren und für die betroffenen Ökosysteme nach sich zu ziehen.

IV Die Versorgung mit nachhaltigen Rohstoffen ist in den Mittelpunkt zu rücken und dabei die Nutzung von Abfall und Holz sowie der Pflanzenanbau auf Flächen zu begünstigen, die bis jetzt für die Landwirtschaft von geringerem Interesse waren.

Einzig Abfall, auch Abfallholz, erlaubt es, Biotreibstoffe herzustellen, ohne Druck auf Landwirtschaftsland, Wasser und die biologische Vielfalt auszuüben. Holz wiederum verfügt über ein grösseres energetisches Potenzial als Abfall und lässt sich überdies leicht transportieren und lagern. Werden Spritpflanzen auf Flächen angebaut, die bis jetzt landwirtschaftlich nicht genutzt wurden, sind den Anliegen des Umweltschutzes Rechnung zu tragen.

V Es sind breit abgestützte und akzeptierte Methoden zu entwickeln, um unerwünschte und indirekte Nebenfolgen der Biotreibstoffe zu erfassen und zu vermeiden.

Die indirekten Folgen der Produktion von Biotreibstoffen lassen sich kaum quantifizieren, sind aber von grosser Bedeutung. Es sind multi-sektorale Statistiken über die Landnutzung, die Produktion von Biomasse und die Preisentwicklung erforderlich, um im globalen Massstab Kausalketten zu modellieren, die eine

verstärkte Produktion von Biotreibstoffen in Gang setzen würde.

VI Die Perspektive bei der Beurteilung von Biotreibstoffen muss von der einseitigen Betonung der CO₂-Bilanz abrücken und verstärkt auch gesellschaftliche und ökologische Aspekte mit einschliessen.

Die meisten Studien über die Folgen von (Bio)Treibstoffen konzentrieren sich auf CO₂-Bilanzen oder die Energieeffizienz – Indikatoren also, die einfach zu erheben sind. Dabei sind die Auswirkungen der Biotreibstoffe vielschichtig und oftmals schwer zu quantifizieren. Es braucht daher Methoden, die weiter reichen als die Berechnung von Material- und Energieflüssen und beispielsweise Landbesitz mitberücksichtigen.

VII Der Umgang mit der Ungewissheit bei der Beurteilung der Zukunftsperspektiven von Biotreibstoffen will gelernt und überwunden werden.

Die Studie von TA-SWISS vermag nicht alle Fragen zu beantworten, die sich im Hinblick auf Biotreibstoffe stellen. Dies

Danksagung

Die Autoren möchten sich an dieser Stelle bei ihren Projektpartnern *Claudia Binder, Stefan Bringezu, Alfons Schmid* sowie *Helmut Schütz* bedanken. Des Weiteren gilt unser Dank TA-SWISS für die Finanzierung des Projektes.

und über die Wechselwirkungen von Indikatoren untereinander, sollten in die Wege geleitet werden.

Keywords

Biotreibstoff – Energieeffizienz – Mobilität

Autoren

Rainer Zah, Dr.
Head of Group
Tel. +41 44 823 46 04
rainer.zah@empa.ch

Jürgen Reinhard
juergen.reinhard@empa.ch

Life Cycle Assessment & Modelling (LCAM)
Technology & Society Lab Empa –
Materials Science & Technology
Ueberlandstrasse 129
CH-8600 Dübendorf

Erdgas- und Biogasanlagen

Dienstleistungen



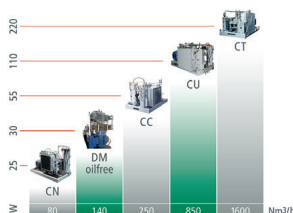
Komplettlösungen



Zapfsäulen



Kompressoren



GREENFIELD



GREENFIELD Europe

www.greenfield-comp.com

Part of the Atlas Copco Group

info@ch.greenfield-comp.com

