6. Internationale
Energiewirtschaftstagung
an der TU Wien

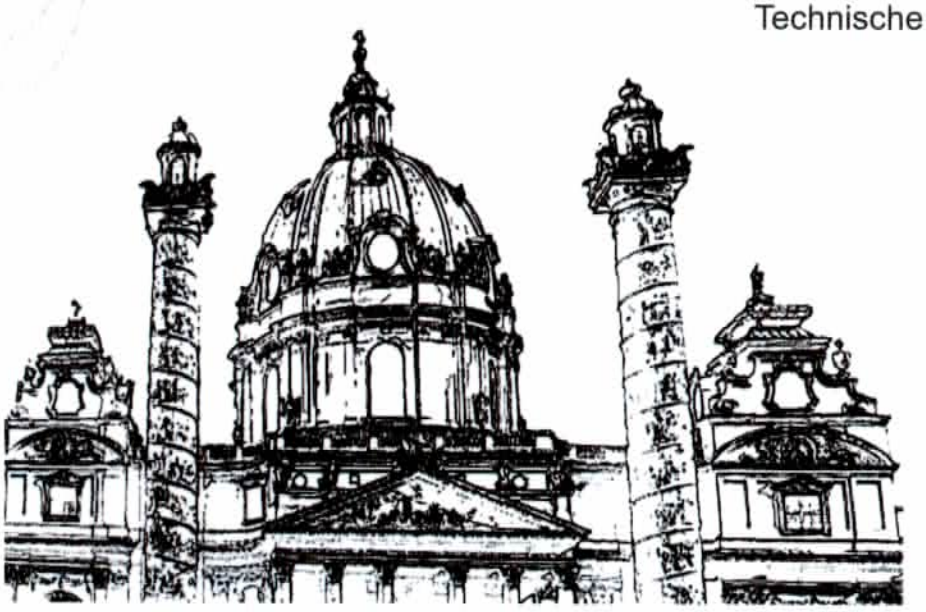
IEWT 2009

Energie, Wirtschaft und technologischer Fortschritt in Zeiten hoher Energiepreise

Kurzfassungsband

11. – 13. Februar 2009
Wien, Österreich

Tagungsort:
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13
1040 Wien



Eine Veranstaltung
in Kooperation
mit dem Strategieprozess
"e-2050" - einer Initiative des
Bundesministeriums für
Verkehr, Innovation und
Technologie (BMVIT)

Veranstalter:

Institut für Elektrische Anlagen und
Energiewirtschaft der TU Wien (EAEW)

AAEE (Austrian Association for Energy Economics)

Wie können wir Biomasse am effizientesten einsetzen? Langfristige Szenarien für Österreich

Lukas Kranzl, Gerald Kalt

Technische Universität Wien, Institut für elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Energy Economics Group, Gußhausstraße 25-29/373-2, 1040 Wien; Tel.: 01 58801 37351, Lukas.Kranzl@tuwien.ac.at, www.eeg.tuwien.ac.at

Kurzfassung:

Die Bioenergie-Nutzung ist geprägt durch eine Fülle diverser Optionen. Jeder Nutzungspfad ist durch unterschiedliche Energie- und Treibhausgas-Bilanzen sowie Kosten geprägt. Basierend auf einer Analyse der historischen Nutzung von Biomasse, der verfügbaren Potenziale sowie einer techno-ökonomischen Analyse von Bioenergie-Systemen werden mittels des Simulationstools Green-$X_{Bio\text{-}Austria}$ langfristige Szenarien des österreichischen Bioenergiesektors bis zum Jahr 2050 erstellt. Vier Basis-Szenarien wurden entwickelt, jeweils in einem Niedrig- und einem Hochpreis-Szenario, die unterschiedliche Förderregime und Biomasse-Pfade mit verschiedenen nutzungsseitigen Schwerpunktsetzungen repräsentieren. Der Biomasse-Primärenergieeinsatz erhöht sich je nach Szenario von ca. 120 PJ (2005)[1] auf 260 bis 290 PJ im Jahr 2050. Die erzielbare THG-Reduktion beläuft sich in den Förder-Szenarien auf 11 bis 12 Mt $CO_{2\ äqu}$/a (2020) bzw. bis zu 15 Mt $CO_{2\ äqu}$/a (2050). Der größte Unterschied zwischen den Szenarien besteht in den Kosten der Treibhausgasreduktion: Während im Falle eines Ausbaus im Wärmesektor (und unter Umständen bei KWK-Analgen) deutliche monetäre Einsparungen im Vergleich zur den auf fossilen Energieträgern basierenden Referenzsystemen erzielbar sind, fallen bei der Forcierung biogener Kraftstoffe auch mittel- bis langfristig hohe Reduktionskosten an. Kurzfassungstext

Keywords: Biomasse, Szenarien, Treibhausgasreduktion, Wirtschaftlichkeit

1 Fragestellung

Biomasse kommt für den zukünftigen Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energieträger eine zentrale Bedeutung zu. Nicht nur aufgrund des großen Potenzials, sondern insbesondere weil Bioenergie zur Erzeugung von Wärme, Strom und Kraftstoffen eingesetzt werden kann. Die Vielfalt des Bioenergie-Systems ist symbolisch in der folgenden Abbildung dargestellt.

[1] Alle Angaben an dieser Stelle beinhalten nur Biomasse inländischer Herkunft ohne Ablauge und nicht-biogenen Müll. In der Langfassung des Berichts wird auch die Rolle von Importen analysiert.

Jeder Pfeil steht für eine Gruppe möglicher Konversionsschritte, die mit bestimmten Kosten, Wirkungsgraden und Emissionen verbunden sind.

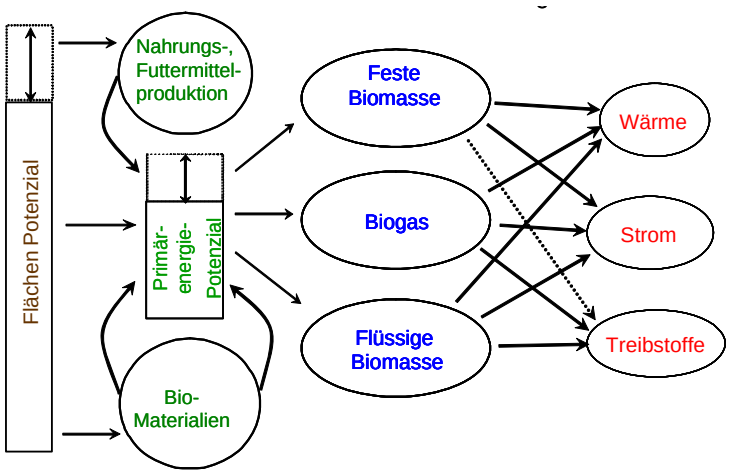


Abbildung 1: Das Bioenergie-System: Symbolische Darstellung des Untersuchungsgegenstandes

Hinsichtlich der zahlreichen rohstoff-, technologie- und nutzungsseitigen Optionen stellt sich daher die Frage, wie durch die Nutzung der inländischen Ressourcenpotenziale in Österreich ein größtmöglicher ökologischer, gesellschaftlicher und ökonomischer Nutzen erreicht werden kann. Dies ist die zentrale Fragestellung des vorliegenden Papers. Als Hauptkriterien für effiziente Nutzungspfade werden einerseits die THG-Einsparungen, andererseits die Kosten der Energiebereitstellung herangezogen. Zur Beantwortung dieser Fragestellung werden weiters die folgenden Aspekte analysiert:

- die Höhe des unter Berücksichtigung ökologischer Kriterien nutzbaren Biomasse-Ressourcenpotenzials in Österreich,
- der mit diesen Potenzialen erreichbare Anteil von Bioenergie am gesamten Energiebedarf,
- die erzielbare Reduktion an THG-Emissionen und
- die damit verbundenen Kosten (im Vergleich zu fossilen Referenzsystemen).

2 Methodik

Zu diesem Zweck wurden langfristige Szenarien des österreichischen Biomassesektors unter verschiedenen energiepolitischen Rahmenbedingungen erstellt, deren Auswertung hinsichtlich Kosten und THG-Einsparungen Schlussfolgerungen und Empfehlungen bezüglich einer Bioenergie-Strategie für Österreich ermöglichen.

Im Detail bestand die methodische Vorgehensweise aus folgenden Arbeitsschritten: Analyse der derzeitigen Biomassenutzung sowie der historischen Entwicklung und Erstellung eines kurzfristigen Ausblicks bis zum Jahr 2010, Erstellung einer Biomasse-Technologie-

Datenbank, die auch dynamische Aspekte der Technologieentwicklung enthält, Abschätzung energetisch nutzbarer Biomassepotenziale, Entwicklung und Anwendung eines dynamischen Modells zur Simulation der Entwicklung des österreichischen Biomassesektors bis 2050, Ableitung von Schlussfolgerungen und Erstellung eines Maßnahmenplans.

Zentrales Element der methodischen Vorgehensweise ist das dynamische Simulationsmodell „Green-$X_{Bio\text{-}Austria}$“. Basierend auf einer myopischen („kurzsichtigen“) kostenseitigen Optimierung wird der zukünftige Ausbau des Biomassesektors auf jährlicher Basis bis 2050 simuliert. Dabei wird die Verfügbarkeit von Ressourcenpotenzialen, dynamische Kosten- und Preisentwicklungen, die Struktur des Energiebedarfs, Diffusionsparameter sowie diverse andere Einflussparameter und politische Förderinstrumente berücksichtigt.

Dieser Beitrag wurde im Rahmen des Projekts „Strategien zur optimalen Erschließung der Biomasse-Potenziale in Österreich bis zum Jahr 2050 mit dem Ziel einer maximalen Reduktion an Treibhausgasemissionen“, das im Rahmen der Programmlinie „Energiesysteme der Zukunft“ gefördert wurde, erstellt. Detailliertere Daten, Ergebnisse und Beschreibungen der Methodik finden sich im zugehörigen Endbericht.

3 Historische Entwicklung der Biomasse-Nutzung und Ausblick bis 2010

Mit einem Anteil von mehr als 10 % am gesamten primärenergetischen Energieverbrauch nimmt Biomasse derzeit eine wichtige Stellung in der österreichischen Energieversorgung ein. Während sich die Biomassenutzung bis zum Ende des 20. Jahrhunderts fast ausschließlich auf die Wärmeerzeugung beschränkte, hat Bioenergie in den letzten Jahren zusehends auch in den Bereichen der Stromerzeugung und Mobilität an Bedeutung gewonnen. Im Bereich der Stromerzeugung wurden mit dem Ökostromgesetz 2002 Einspeisetarife für Strom aus erneuerbarer Energie festgelegt, was einen deutlichen Ausbau bei Biomasse-KWK-Anlagen zur Folge hatte. Nach Novellierung des Gesetzes im Jahr 2006 kam der Ausbau allerdings wieder nahezu zum Erliegen. Im Verkehrssektor wurde entsprechend der EU Biokraftstoff-Richtlinie eine verpflichtende Quote für biogene Kraftstoffe eingeführt. Die nationale Zielsetzung ist mit einem vorgeschriebenen Anteil von 5,75 % bis Ende 2008 sogar deutlich ambitionierter als der Zeitplan gemäß der EU-Richtlinie. Die folgende Abbildung zeigt die historische Entwicklung der Biomassenutzung in Österreich anhand des Primärenergieverbrauchs.

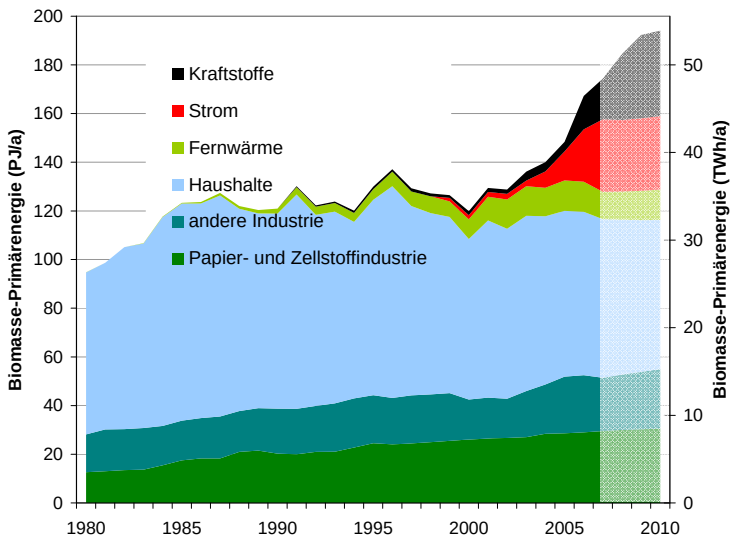


Abbildung 2: Entwicklung und Kurzfrist-Prognose der Biomasse-Nutzung in Österreich bis 2010

Quellen: E-Control 2008, Austropapier 2008, Haneder et al. 2008, Statistik Austria, Biotreibstoff-Institut, Capros et al. 2008, EEG/TU Wien

Auf Basis einer Business-as-usual-Entwicklung sowie bereits geplanter und genehmigter Anlagen wurde ein Ausblick bis zum Jahr 2010 erstellt, der als Ausgangspunkt für die Szenarienentwicklung diente. Dieser Stand der Bioenergie-Kapazitäten in Österreich ist im Modell mit etwa 250 Datensets abgebildet. Darauf basierend decken die Simulationen den Zeitraum 2011 bis 2050 ab.

Neben den Untersuchungen zu Österreich wurden auch Analysen zur historischen Entwicklung, politischen Zielen sowie Potenzialen in anderen Ländern durchgeführt, mit besonderem Fokus auf Mitteleuropa sowie die Länder Deutschland und Finnland.

4 Biomasse-Potenziale

Abbildung 3 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Potenzialanalyse. Die historische Nutzung (im Jahr 2005) ist ebenfalls abgebildet.

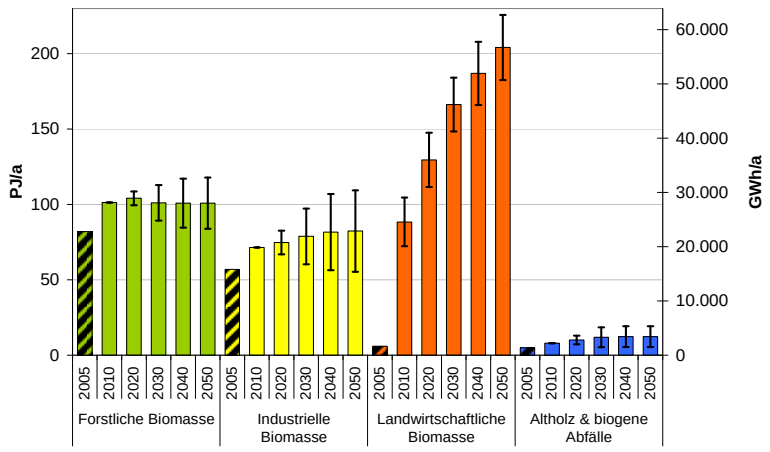


Abbildung 3: Überblick über die Ergebnisse der Potenzialabschätzung, sowie der historischen Nutzung im Jahr 2006

Es ist ersichtlich, dass die derzeitige Biomassenutzung fast ausschließlich auf forstliche Ressourcen zurückgeht, und zwar entweder in Form einer primären Nutzung von Waldholz oder einer sekundären Verwertung in Form von Sägenebenprodukten (SNP) und Ablauge („industrielle Biomasse“), oder auch Altholz. Kurzfristig werden noch Steigerungen beim Holzeinschlag möglich sein. Unter der Prämisse, dass die energetische Holznutzung nicht stark auf Kosten der Rohstoffversorgung der stofflichen Holzverwerter (insbesondere Papier-, Zellstoff und Plattenindustrie) gehen sollte, sind die zusätzlich mobilisierbaren inländischen Potenziale von forstlicher Biomasse und SNP jedoch sehr beschränkt.

Landwirtschaftliche Biomasse (inklusive landwirtschaftlicher Abfälle) stellt ein sehr großes, im Jahr 2005 noch kaum genutztes Potenzial dar. Langfristig könnte landwirtschaftliche Biomasse jedoch die bedeutendste Fraktion werden – vorausgesetzt die erforderliche Neuorientierung der Landwirtschaft in Richtung Brennstoffe bzw. Energieerzeugung (d.h. die Mobilisierung der Potenziale) findet tatsächlich statt.

Ein Schwerpunkt wurde im Rahmen der Potenzialanalyse auf die Einflussfaktoren der Biomasse-Potenziale gelegt (z.B. Entwicklung verschiedener Branchen der Holz verarbeitenden Industrie, die Verfügbarkeit von landwirtschaftlichen Flächen für die Energiebereitstellung, die Entwicklung der Viehzucht etc.). Aus der Variation dieser Faktoren wurden drei Szenarien für die Potenzial-Verfügbarkeit abgeleitet. Die Bandbreite dieser Szenarien ist in Abbildung 3 dargestellt.

Neben den in Österreich verfügbaren Biomasse-Potenzialen wurde für die Szenarien-Entwicklung auch ein begrenztes Import-Potenzial definiert, da es bereits derzeit in manchen Biomasse-Fraktionen zu nennenswerten grenzüberschreitenden Handelsströmen kommt. Die Rolle von Importen wurde im Rahmen von Sensitivitätsanalysen untersucht (s.u.).

5 Technologien zur energetischen Biomasse-Nutzung

Die Optionen zur Biomasse-Nutzung sind durch eine Vielzahl möglicher Technologien gekennzeichnet. Es wurde daher eine umfassende vergleichende technologische Analyse durchgeführt, die neben Kostendaten und Wirkungsgraden auch Informationen zu Lebenszyklusanalysen, d.h. Energie- und THG-Bilanzen zum Gegenstand hatte. Die Ergebnisse wurden in einer Datenbank zusammengefasst, die etwa 250 Technologieketten umfasst. Neben der statischen Analyse wurden auf Basis eines Lernkurven-Ansatzes auch Kosten und Effizienzen für die kommenden Jahrzehnte abgeschätzt.

Der ökonomische Vergleich führte kurz zusammengefasst für die Sektoren Wärme, Strom, und Kraftstoffe zu den folgenden Ergebnissen:

Im Wärmesektor ist die größte Wirtschaftlichkeit gegeben. Biomasseheizungen können derzeit im Wesentlichen mit Öl- und Gasheizungen konkurrieren. Wie zu erwarten zeigt sich, dass Anlagen mit größerer Leistung spezifisch billiger sind (economies of scale). Bei kleinsten Leistungen sind die fossil befeuerten Technologien aufgrund der geringeren Investitionskosten tendenziell billiger als Biomassekessel. Mit zunehmender Leistung verbessert sich jedoch aufgrund der sinkenden spezifischen Investitionskosten die Wirtschaftlichkeit von Biomassesystemen.

Im Vergleich zu derzeitigen Strom-Großhandelspreisen zeigt sich, dass Biomasse-KWK-Anlagen nur unter äußerst günstigen Rahmenbedingungen (d.h. niedrige Rohstoffkosten und hoher Wärmebedarf) ohne Förderungen wirtschaftlich betrieben werden können.

Durch Vergleich der Produktionskosten biogener Kraftstoffe mit einem typischen Nettopreis für fossile Kraftstoffe wird klar, dass biogene Kraftstoffe nur mit Hilfe massiver Förderungen an Bedeutung gewinnen können. Selbst nach den Entwicklungen des Rohölpreises in der jüngsten Vergangenheit können sie nur unter massiven steuerlichen Begünstigungen sowie entsprechenden regulativen Instrumenten (Quote) vermarktet werden.

Die dynamischen Analysen, welche im Wesentlichen auf Szenarien zu technologischen Entwicklungen und Lerneffekten sowie der Preise fossiler und biogener Energieträger basieren, brachten folgende Ergebnisse: Im Bereich der Wärmeerzeugung ist eine weitere Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Biomasseanlagen zu erwarten. Im Hochpreisszenario werden auch Biomassekessel kleinster Leistung gegenüber den konventionellen Heizsystemen wirtschaftlich. Die Stromerzeugung mit Biomasse sowie die Vermarktung biogener Kraftstoffe bleiben im Wesentlichen auch längerfristig von Förderungen abhängig.

6 Basis-Szenarien des Bioenergie-Systems in Österreich bis zum Jahr 2050

Im Wesentlichen wurden vier Szenarien, jeweils in einem Hoch- und Niedrigpreis-Szenario erstellt: Im No-Policy Szenario werden keinerlei politische Steuerungsinstrumente angenommen, im Heat-and-Power Szenario werden Wärme- und KWK-Anlagen gefördert, im Transport Szenario wurde eine ambitionierte Quote für biogene Kraftstoffe unterstellt und im Balanced-Policy Szenario eine gleichzeitige Förderung von Wärme, Strom und

Kraftstoffen. Zusätzlich zu diesen acht Basis-Szenarien wurden zahlreiche Detail- und Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Das No-Policy Szenario dient im Wesentlichen als Vergleichs- bzw. Referenz-Szenario. Die anderen drei Szenarien stellen aus heutiger Sicht denkbare energiepolitische Wege zur Förderung des Bioenergie-Sektors dar.

Die folgende Abbildung veranschaulicht die Anteile der eingesetzten Potenzial-Fraktionen sowie der durch Biomasse bereitgestellten Endenergieträger für 2005, 2010 und 2050 (in den verschiedenen Niedrigpreis-Szenarien). Hinsichtlich des Rohstoffaufkommens kommt es in jedem Szenario zu einem ausgeprägten Trend in Richtung landwirtschaftliche Ressourcen. Bei der Nutzung ergeben sich je nach Szenario, bzw. Ausgestaltung der Förderregime, unterschiedliche Trends: Aufgrund der guten wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit der biogenen Wärmebereitstellung liegt im No-Policy Szenario die Biomasse-Nutzung stark im Wärmesektor. Eine ambitionierte Kraftstoff-Quote kann die Biomasse-Nutzung deutlich in Richtung Kraftstoffe verschieben, was mitunter zu Lasten der Wärme- und Stromproduktion geht. Die beschränkten elektrischen Wirkungsgrade und die hohe Wärmeproduktion der Biomasse-KWK-Systeme bewirken, dass in keinem Szenario die Bioenergie-Nutzung durch die Verstromung dominiert wird.

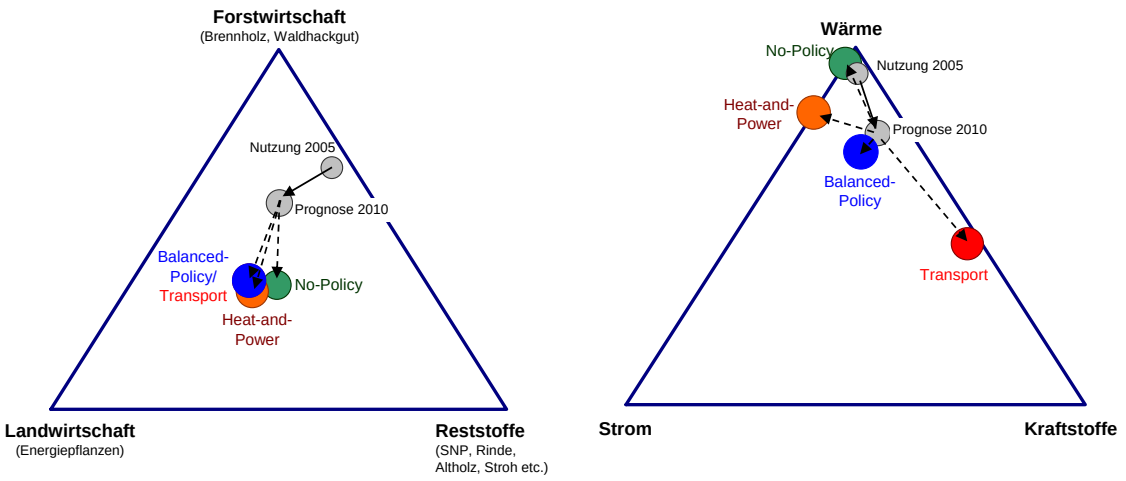


Abbildung 4: Entwicklung von Rohstoffherkunft (links) und Nutzung (rechts) historisch (2005), 2010 und in den Niedrigpreis-Szenarien im Jahr 2050

Quellen: Statistik Austria 2008 (Nutzung 2005), EEG/TU Wien (Prognose 2010 & Szenarien)

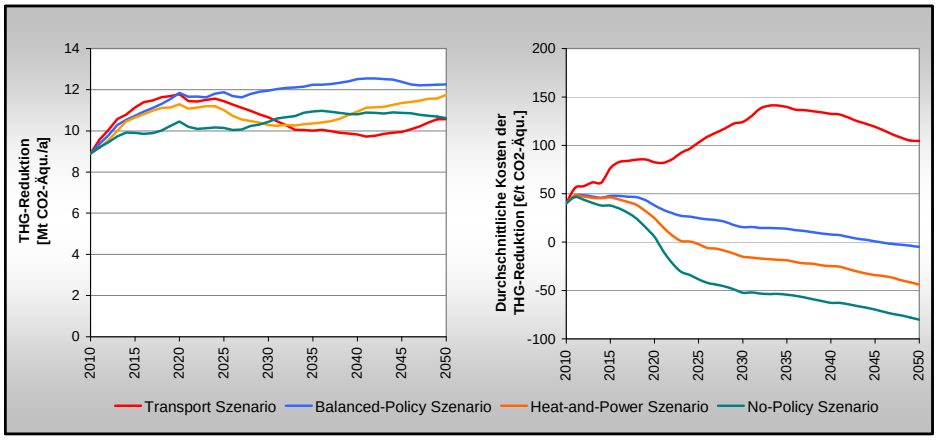


Abbildung 5: Vergleich von THG-Reduktion (links) und durchschnittlichen Kosten der THG-Reduktion (rechts) in den 4 Niedrigpreis-Szenarien

Die folgenden Abbildungen zeigen einen Vergleich der gesamten jährlichen Treibhausgas-(THG-) Reduktion, welche durch die Nutzung von Bioenergie erzielt wird, sowie die durchschnittlichen Kosten der THG-Reduktion in den vier Niedrigpreis- sowie den vier Hochpreis-Szenarien.

Während in den Niedrigpreis-Szenarien noch positive THG-Reduktionskosten je nach Szenario bis etwa 2020 (v.a. bedingt durch den historischen Anlagenbestand) oder auch im gesamten Simulationszeitraum bis 2050 zu verzeichnen sind, sind in den Hochpreis-Szenarien stark negative Reduktionskosten in allen Szenarien zu erwarten - außer dem Transport Szenario. Die THG-Einsparungen betragen im Zeitraum 2030 bis 2050 etwa 10 bis 12 Mt/a im Niedrigpreis-Szenario und 12 bis knapp 15 Mt/a im Hochpreis-Szenario. Es zeigt sich, dass die Transport Szenarien mittel- bis langfristig sowohl die geringsten THG-Reduktionen erzielen, als auch die höchsten Kosten aufweisen. Aufgrund des sehr wirksamen Quoten-Instruments können kurzfristig allerdings rasche Ergebnisse und hohe Diffusionsraten erzielt werden. Würden ähnliche oder vergleichbar effektive Instrumente auch im Wärme- oder Stromsektor eingesetzt werden, könnte mit demselben Biomasse-Primärenergieeinsatz ein größerer Effekt zur THG-Reduktion erzielt werden.

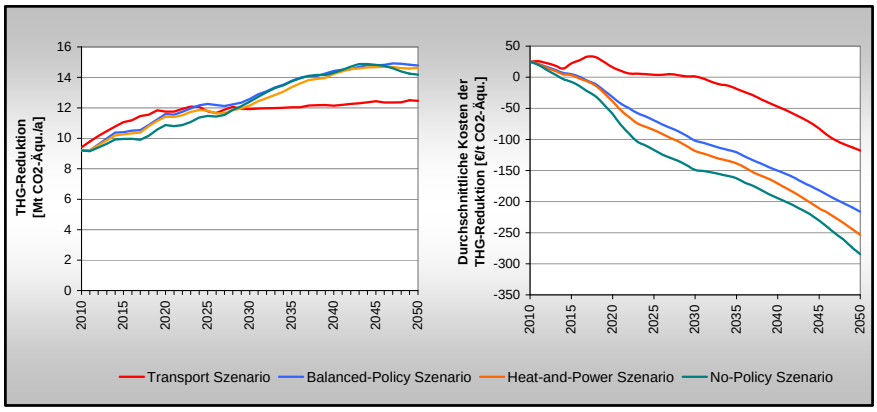


Abbildung 6: Vergleich von THG-Reduktion (links) und durchschnittlichen Kosten der THG-Reduktion (rechts) in den vier Hochpreis-Szenarien

7 Detail-Ergebnisse und Sensitivitätsanalysen

Im Folgenden sind einige Ergebnisse der Detail- und Sensitivitätsanalysen für ausgewählte Fragestellungen dargestellt:

7.1 Welchen Anteil am Gesamtenergieverbrauch kann inländische Biomasse einnehmen?

Der Anteil, den Bioenergie am gesamten Primär-Energiebedarf einnehmen kann, hängt neben dem Ausmaß der Biomasse-Nutzung vor allem von der Entwicklung des Energieverbrauchs ab. In den Basis-Szenarien unterstellten wir die Entwicklung des Energieverbrauchs nach [Capros et al. 2008] sowie Fortschreibungen bis 2050. Dabei gingen wir im Niedrigpreis-Szenario von einer BAU-Verbrauchsentwicklung und im Hochpreis-Szenario vom Effizienz-Szenario aus. Die folgende Grafik zeigt, dass im Falle eines weiteren Anstiegs des Energieverbrauchs („Niedrigpreis-Basisszenario“, basierend auf Capros-Baseline) auch langfristig und bei ambitionierter Förderung von Bioenergie mit inländischen Ressourcen lediglich ein Anteil von knapp über 15 % möglich ist. In den No-Policy Szenarien (d.h. ohne jegliche Förderung von Bioenergie) bleibt der Anteil bis 2020 praktisch konstant. Danach ergibt sich je nach Preis- und Energieverbrauchsszenario ein geringfügiger Anstieg auf maximal 15 %. Nur durch die Kombination der Förderung von Bioenergie mit Energieeffizienz-Maßnahmen („Hochpreis-Effizienz-Szenario“, basierend auf Capros-Efficiency) ist ein deutlich höherer Beitrag (langfristig über 20 %) von inländischer Biomasse zur österreichischen Energieversorgung möglich. Mit – aus heutiger Sicht – sehr drastischen Verbrauchs-Reduktionen („Hochpreis-Effizienz Max“, angelehnt an [Nitsch et al. 2006] und [Haas et al. 2008]) wäre sogar ein Anteil von bis zu 30% erzielbar.

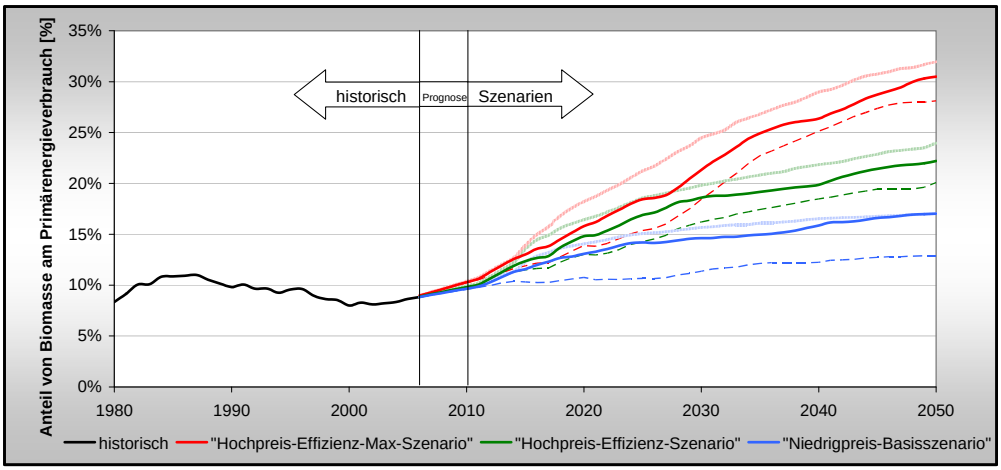


Abbildung 7: Anteil von inländischer Biomasse am Primärenergieverbrauch bei verschiedenen Preis- und Energieverbrauchs-Szenarien und unterschiedlichen Förderregimen

(durchgezogene Linien: Balanced-Policy Szenarien, strichlierte Linien: No-Policy Szenario, trans¬parente Linien: Transport Szenarien)

7.2 Welcher Anteil des Kraftstoffbedarfs kann mit inländischen Biomasseressourcen gedeckt werden?

Die in Österreich für Ende 2008 festgelegte Biokraftstoff-Quote von 5,75 % kann nur mit Hilfe massiver Rohstoffimporte erfüllt werden, da in Österreich nicht ausreichend Ackerflächen zur Verfügung stehen. Selbst wenn die gesamte österreichische Produktion von Raps und Sonnenblumen (insgesamt ca. 170.000 t auf 75.000 ha im Jahr 2007) und die Erträge einer ebenso großen Fläche zur Ethanolerzeugung (also in Summe ca. 11 % der gesamten Ackerfläche Österreichs) genutzt würden, könnten damit maximal 2,5 % des derzeitigen Kraftstoffbedarfs gedeckt werden.

Welche Anteile auf Basis inländischer Ressourcen längerfristig realisierbar sind, wurde in einem ambitionierten Biokraftstoff-Szenario analysiert. Das Ergebnis zeigt, dass (gesetzt den Fall, dass ab 2015 Großanlagen zur Produktion von biogenen Kraftstoffen der 2. Generation realisierbar sind) signifikante Biokraftstoffanteile auf Basis inländischer Ressourcen nur auf Kosten der Wärme- und Stromerzeugung mit Biomasse erreicht werden können. In der Simulation wird ein Anteil von ca. 13 % des gesamten Kraftstoffbedarfs im Jahr 2020 und von 30 % nach 2030 erreicht . Aufgrund der durch die Implementierung ambitionierter Biokraftstoffquoten erhöhten Nutzungskonkurrenz um die inländischen Biomasseressourcen werden die hinsichtlich Kosten und THG-Minderung deutlich effizienteren Nutzungsformen signifikant beeinträchtigt. Ambitionierte Quoten sind bei gleichzeitigem Ausbau der Biomassenutzung im Wärme- und Stromsektor also auch langfristig nur mit Hilfe von massiven Rohstoffimporten realisierbar. Eine Fokusierung der Bioenergie-Förderung auf den Verkehrssektor ist kontraproduktiv, da hier die höchsten Kosten der THG-Einsparung anfallen und Rohstoffkonkurrenz zu effizienteren Nutzungsformen der Biomasse geschaffen wird.

7.3 Gibt es auch bei steigenden Rohstoffpreisen wirtschaftliche Biomasse-Anwendungen?

Rohstoffpreise sind ein wesentlicher Einflussfaktor – sowohl im Fall biogener als auch fossiler Energieträger. Prinzipiell ist in den Szenarien unterstellt, dass die Kopplung zwischen dem Ölpreis und Biomassepreisen kleiner 100 % ist (vgl. Kapitel 5.2.4). Zur Sensitivitätsanalyse wurden folgende Aspekte untersucht:

- Erhöhung der Kopplung von Biomassepreis an den Ölpreis auf 100%, d.h. eine Ölpreis-Steigerung um 1% bewirkt auch eine Steigerung der Biomassepreise um 1%, und zwar für alle Biomasse-Fraktionen.
- Variation der Biomassepreise um +/-10 % bzw. +/-20 % im Niedrigpreis-Szenario.
- Variation des fossilen Referenz-Preises um +/-10% bzw. +/- 20% im Hochpreis-Szenario.

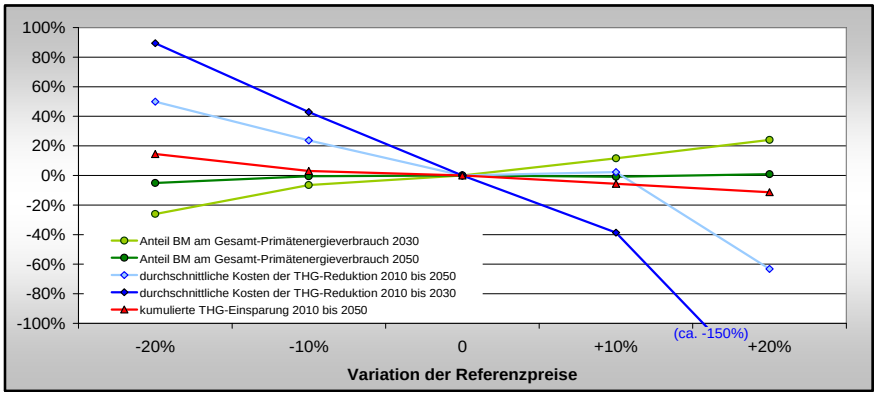


Abbildung 8: Sensitivitätsanalyse des Anteils von Biomasse am Primärenergieverbrauch, der THG-Reduktionskosten sowie der kumulierten THG-Einsparung in Abhängigkeit der Referenzpreise im No-Policy Hochpreisszenario (siehe Abschnitt 6.2 bzw. 6.3)

Die Analysen lieferten folgende Ergebnisse:

- Es ist nur eine relativ geringe Auswirkung der Kopplung zwischen Biomasse- und Ölpreis auf die Diffusion der Bioenergie zu beobachten. Wesentlicher Grund dafür ist, dass die meisten Biomasse-Technologien einen deutlich geringeren Rohstoffkosten-Anteil (und dafür einen höheren Kapitalkostenanteil) aufweisen als die fossile Referenztechnologie. Damit fallen die Rohstoffkosten in geringerem Ausmaß ins Gewicht als bei den fossilen Referenztechnologien.
- Die Variation der Biomasse- bzw. Referenzpreise alleine (d.h. ohne gegenseitige Beeinflussung) hat zwei Effekte: Erstens ist ein Einfluss auf das Ausmaß der Biomasse-Nutzung vor allem im Zeitraum bis 2030 gegeben. Hier bewirkt eine Veränderung des Preises um 20% auch eine Veränderung des Biomasse-Anteils um etwa 20 % vom Ausgangswert. Viel stärker wirkt sich die Preisvariation zweitens allerdings auf die Kosten der THG-Reduktion aus. Im Zeitraum 2010 bis 2030 bewirkt die Veränderung der Preise um +/- 20 % eine Änderung der THG-Reduktionskosten in der Höhe von 80 bzw. 150 %. Das bedeutet im Wesentlichen, dass die erzielbaren Kosteneinsparungen und damit ein Teil des ökonomischen Nutzens der Biomasse von der Preis-Relation zwischen Biomasse und fossilen Energieträgern sowie der Preis-Stabilität der Biomasse abhängig sind.

8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

8.1 Wärme, Strom und/oder Kraftstoffe?

In dem Sektor, in dem die Biomasse-Nutzung historisch dominierte, nämlich der Wärmebereitstellung sind hohe Effizienz-Steigerungen durch eine Erhöhung der thermischen Gebäudequalität erzielbar. Diese werden zum Teil heute bereits umgesetzt. Eine Verstärkung dieser Bemühungen kann wesentlich zur Reduktion des Energieverbrauchs und damit der THG-Emissionen beitragen. Allerdings zeigen unsere Analysen, dass auch im Jahr 2050 noch ein substanzieller Wärmebedarf zu erwarten ist, der nicht alleine mit Solar-

Systemen gedeckt werden kann. Biomasse ist zur Abdeckung dieses Wärmebedarfs eine effiziente, klimaschonende und wirtschaftliche Option. Hier liegt die Herausforderung vor allem in der Entwicklung von flexiblen, wartungs- und emissionsarmen Systemen, die vor allem auf die Anforderungen kleiner Heizlasten angepasst sind. Weiters gilt es, das Segment des großvolumigen Gebäudebestands bzw. zunehmend auch urbane Gebiete zu erschließen.

Wenn eine hohe Wärmenutzung und damit eine hohe energetische Ausbeute erreicht werden kann, stellt auch die Verstromung eine effiziente Option zur Biomasse-Nutzung dar, insbesondere unter dem Aspekt, dass so die wertvolle Ressource Biomasse in einen hochwertigen Energieträger (nämlich Strom) umgewandelt wird. Hier stellt sich erstens die Frage, wie Standorte mit hohem ganzjährigem Wärmebedarf (zum Beispiel in der Industrie) erschlossen werden können. Zweitens wird die Rolle von Biomasse als speicherbarer und daher nicht-volatiler Energieträger in einem künftigen nachhaltigen Strom-Mix zu klären sein.

Biogene Kraftstoffe stellen unter den Biomasse-Technologien jene mit den höchsten THG-Reduktionskosten sowie den geringsten erzielbaren THG-Einsparungen dar. Sobald es durch die Produktion biogener Kraftstoffe zu einer Verdrängung anderer Biomasse-Nutzungen kommt, führt dies also zu höheren Kosten bei geringerer THG-Reduktion. Gasförmige biogene Kraftstoffe können die beste ökonomische und ökologische Effizienz aufweisen. Hier stellt allerdings der Aufbau der entsprechenden Infrastruktur sowie der Fahrzeugflotte eine wesentliche Barriere dar. Gleichzeitig ist zu sehen, dass derzeit biogene Kraftstoffe noch die einzige versorgungsseitige Option darstellen, rasch einen höheren Anteil erneuerbarer Energie im motorisierten Individualverkehr zu erreichen. Die politische Diskussion hat daher die Aufgabe zu klären, welche Kosten für einen höheren Anteil erneuerbarer Kraftstoffe gesellschaftlich akzeptabel sind.

8.2 Elemente eines Bioenergie-Maßnahmenplans

Die energetische Biomasse-Nutzung wird durch eine Vielzahl von politischen Einflussfaktoren geprägt. Ein umfassender Bioenergie-Maßnahmenplan müsste alle diese Faktoren und bestehenden Rahmenbedingungen in einer konsistenten, integrierten Weise abdecken. Im Folgenden sollen einige wesentliche Elemente herausgegriffen werden:

- Eine umfassende Regelung zur Förderung erneuerbarer Wärme bei gleichzeitiger Steigerung der Gebäudeeffizienz könnte entscheidende Rahmenbedingungen für die Förderung von Biomasse bieten. Auch wenn die Wärmebereitstellung zu den wirtschaftlichsten Varianten der Biomassenutzung zählt, sind Anreize, vor allem auch zur Überwindung nicht-ökonomischer Barrieren entscheidend; sowohl im kleinen als auch im mittleren und großen Leistungsbereich.
- Insbesondere im mittleren und großen Leistungsbereich von Wärmeanwendungen ist eine sukzessive Anhebung der gekoppelten Strom- und Wärmeproduktion dort zu forcieren, wo ein hoher, idealerweise ganzjähriger Wärmebedarf besteht. Die Förderung der Verstromung mittels Einspeisetarifen hat sich in der Vergangenheit als effizient und effektiv erwiesen. Zusätzlich ist die Schaffung von Investitionssicherheit entscheidend. Durch Implementierung entsprechender Anreize bzw.

Förderbedingungen ist ein gesamtenergetisch effizienter Betrieb der KWK-Anlagen zu gewährleisten.

- Die Förderung biogener Kraftstoffe kann nur dann zu einem nachhaltigen Verkehrssystem beitragen, wenn sie in ein umfassendes Konzept zur drastischen Verringerung der THG-Emissionen im Verkehr, und zwar insbesondere durch Erhöhung der Effizienz, integriert wird. Ambitionierte Biokraftstoff-Quoten als alleinige Maßnahme sind jedenfalls kein adäquates Instrument.
- Der Mobilisierung der Biomassepotenziale kommt eine große Bedeutung zu. Im Bereich der landwirschaftlichen Biomassebereitstellung ist die Abstimmung von agrar- und energiepolitischen Zielen erforderlich.
- In jedem Sektor der Bioenergie stellen sich spezifische technologische Herausforderungen, die in entsprechenden forschungs- und technologiepolitischen Maßnahmen zu adressieren sind.

8.3 Wesentliche Entscheidungen für die Zukunft des Bioenergie-Systems

Die Zukunft des Bioenergie-Systems wird von einigen grundsätzlichen Entscheidungen abhängen. Es existieren unterschiedliche Pfade, die beschritten werden können. Die wesentlichsten Fragen, die sich stellen sind:

- small scale ⇔ large scale

Die Größe von Bioenergie-Anwendungen hängt auch mit dem Zentralisierungsgrad und dieser wieder mit der Art und Zahl der involvierten Akteure zusammen. Die Struktur, die gesellschaftliche Akzeptanz und auch die Herausforderungen in einem regionalen, „small scale“ System werden deutlich anders gestaltet sein als in einem stärker zentralisierten „large scale“ System.

- Distanz und Ausmaß von Biomasse-Transporten und -Handel

Auch von obigem Punkt abhängig ist die Art und Weise, wie sich Bioenergie-Transporte entwickeln werden, v.a. unter welchen Rahmenbedingungen für Umwelt, Produzenten und Abnehmer. Dies wird wesentlich dazu beitragen, in welchem Ausmaß zu welchen Preisen welche Art von Rohstoffen wo verfügbar sind, wie sich globale Preisentwicklungen auf regionale Märkte auswirken und wie sich damit Biomasse-Märkte und –Systeme entwickeln.

- Technologischer Fortschritt

Technologische Entwicklung und Technologie-Diffusion bedingen einander. Die Entwicklung innovativer Anwendungstechnologien und Konversionsverfahren, z.B. zur Erzielung hoher elektrischer Wirkungsgrade oder kostengünstiger Sekundär¬energieträger wird entscheidend dafür sein, welche Bioenergie-Systeme künftig dominieren werden.

- Die Rolle verschiedener „Bio-Energiedienstleistungen“

Das Verhältnis von Wärme, Strom und Kraftstoffproduktion aus Biomasse ist ein wesentliches Charakteristikum und wurde daher oben bereits thematisiert. In hohem Maße wird es wohl auch von der Verfügbarkeit anderer nachhaltiger Systeme, den Anstrengungen zur Senkung des Energieverbrauchs in jedem dieser Sektoren sowie der technologischen Entwicklung abhängen.

Es liegt heute an uns, die Weichen in Richtung eines nachhaltigen Energiesystems zu stellen. Biomasse wird darin eine wesentliche Rolle spielen. Welchen Beitrag zu welchen Kosten sie liefern kann, liegt auch an den Nutzungspfaden, die beschritten werden. Die Entscheidungen darüber werden bereits heute getroffen. Die vorliegende Studie soll neben anderen Arbeiten fachliche Entscheidungsgrundlagen liefern und so zur gesellschaftlichen, wissenschaftlichen, politischen Diskussion und Entscheidungsfindung beitragen.

Der vorliegende Beitrag wurde im Rahmen des Projekts „Strategien zur optimalen Erschließung der Biomasse-Potenziale in Österreich bis zum Jahr 2050 mit dem Ziel einer maximalen Reduktion an Treibhausgasemissionen“ erstellt. Dieses Projekt wurde im Rahmen der Programmlinie „Energiesysteme der Zukunft“ gefördert.

Referenzen

BFW (2007): Vorläufige Ergebnisse der „Holz- und Biomassenpotenzialstudie für Österreich“ (Bundesamt und Forschungszentrum für Wald), http://bfw.ac.at; Wien 2007

BMLFUW (2006): „Nationaler Biomasseaktionsplan für Österreich“ - Begutachtungsentwurf (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), Wien 2006

BMLFUW (2006b): „Holzbedarf für energetische Verwertung in Österreich“ – Prognose bis 2010 (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), http://forst.lebensministerium.at – „Daten & Zahlen“, Wien 2006

BMLFUW (2006c): „Grüner Bericht 2006“ - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien 2006; http://www.gruenerbericht.at

Capros P., Mantzos L., Papandreou V., Tasios N. (2008): “European Energy and Transport – Trands to 2030 – Update 2007” – European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, Institute of Communication and Computer Systems of the National Technical University of Athens, ESAP SA, CNRS/LEPII, ECN, Observ’ER, WSP, Wuppertal Institute, IIASA

E-Control (2007): „Ökostrom sowie Energieverbrauchsentwicklung und Vorschläge zur Effizienzsteigerung“ – Bericht der Energie-Control GmbH, Wien 2007

EEA (2006): „How much bioenergy can Europe produce without harming the environment?“ (European Environment Agency) – EEA Report No 7/2006; Kopenhagen 2006

Fritsche, Uwe R. et al. (2004): „Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse“. Endbericht. Verbundprojekt gefördert vom BMU im Rahmen des ZIP, Projektträger: FZ Jülich. – Mai 2004.

Haas R., Huber C., Resch G., Faber T. et al. (2004): „Green-X – Deriving optimal promotion strategies for increasing the share of RES-E in a dynamic European electricity market”, Final report of the project Green-X, 5th framework programme of the European Commission – Energy Economics Group (Vienna University of Technology), IT Power, KEMA, RISO, CSIC, FhG-ISI, Wienstrom, EGL, EREC; Wien, 2004

Jungmeier G., Canella L., Spitzer J, Stiglbrunner R. (1999): „Treibhausgasbilanz der Bioenergie – Vergleich der Treibhausgasemissionen aus Bioenergie-Systemene und fossilen Energiesystemen“, Endbericht; Graz, 1999

Jungmeier G. et al. (2003): „Treibhausgas-Emissione und Kosten von Transportsystemen - Vergleich von biogenen mit fossilen Treibstoffen“

König A., Eltrop L. (2008): “Efficiency Strategies for Bioenergy”, Tagungsband der “16. European Biomass Conference and Exhibition”, 2. – 6. Juni 2008 in Valencia, ETA - Renewable Energies, 2008

Kranzl L., Kalt G., Haas R., Eltrop L., König A., Makkonen P. (2008): „Strategien zur optimalen Erschließung der Biomasse-Potenziale in Österreich bis zum Jahr 2050 mit dem Ziel einer maximalen Reduktion an Treibhausgasemissionen“ Endbericht zum Projekt im Rahmen der Programmlinie „Energiesysteme der Zukunft“.

Statistik Austria (2006a): „Land- und forstwirtschaftliche Erzeugerpreise 2006“ http://www.statistik.at – Raumwirtschaft, Wien 2006

Statistik Austria (2006d): „Wohnungen 2005“ Ergebnisse der Wohnungserhebung im Mikrozensus. Jahresdurchschnitt 2005 - Wien 2006

Thrän, Daniela et al (2004): „Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext. Analyse im Spannungsfeld nationaler Vorgaben und der Konkurrenz zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträgern.“ Institut für Energetik und Umwelt, Universität Hohenheim, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Öko-Institut e.V. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. – Leipzig 2004.

Walla, Christoph (2006): „Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen“ Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Institut für Agrar- und Forstökonomie. – Wien, Februar 2006

Winter, R. (2007): "Biokraftstoffe im Verkehrssektor in Österreich 2007" Zusammenfassung der Daten der Republik Österreich gemäß Art. 4, Abs. 1 der Richtlinie 2003/30/EG für das Berichtsjahr 2006 – Umweltbundesamt im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft