

Volkswirtschaftliche Evaluierung eines nationalen Biomasse- aktionsplans für Österreich

**Daniela Kletzan, Kurt Kratena (Koord.),
Ina Meyer, Franz Sinabell (WIFO),
Erwin Schmid, Bernhard Stürmer (BOKU)**

Wissenschaftliche Assistenz: Katharina Köberl,
Alexandra Wegscheider-Pichler

Volkswirtschaftliche Evaluierung eines nationalen Biomasse- aktionsplans für Österreich

**Daniela Kletzan, Kurt Kratena (Koord.),
Ina Meyer, Franz Sinabell (WIFO),
Erwin Schmid, Bernhard Stürmer (BOKU)**

Studie des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung
und der Universität für Bodenkultur im Auftrag des
Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit

Begutachtung: Angela Köppl
Wissenschaftliche Assistenz: Katharina Köberl,
Alexandra Wegscheider-Pichler

Februar 2008

Inhaltsverzeichnis

EXECUTIVE SUMMARY	1
Einleitung	9
1. Aktualisierung des "Baseline"-Szenario	11
2 Das ökonomisches Potential der Biomasseproduktion in Österreich	26
2.1 <i>Biomasseproduktion und Flächenentwicklung im Überblick</i>	26
2.2 <i>Agrargüter und Lebensmittel auf Basis der Versorgungsbilanzen</i>	31
2.3 <i>Physische Produktionspotentiale in der Land- und Forstwirtschaft</i>	33
2.4 <i>Agrarpolitische Rahmenbedingungen, Preisentwicklung auf den Agrar- und Holzmärkten</i>	37
2.5 <i>Methodik der Abschätzung des BiomassePotentials</i>	40
2.6 <i>Ergebnisse für das BiomassePotential</i>	41
3. Definition des Biomasseaktionsplan-Szenarios bis 2020	44
3.1 <i>Biokraftstoffe</i>	45
3.1.1 <i>Zusatzbedarf Biokraftstoffe im Biomasseaktionsplan-Szenario</i>	46
3.1.2 <i>Entwicklung von Biokraftstoffen in Österreich und der EU</i>	47
3.1.3 <i>Biokraftstoffe der ersten Generation</i>	49
3.1.4 <i>Biokraftstoffe der zweiten Generation</i>	50
3.1.5 <i>Instrumente zur Förderung</i>	50
3.1.6 <i>Die volkswirtschaftlichen Kosten der Biokraftstoffbeimischung – Annahmen für die Simulation mit PROMETEUS</i>	51
3.2 <i>Biomasse in der Strom- und Wärmeerzeugung</i>	54
3.2.1 <i>Zusatzbedarf Biomasse für die Strom- und Wärmeerzeugung</i>	56
3.2.2 <i>Entwicklung von Biomasse in der Strom- und Wärmeerzeugung in Österreich und der EU</i>	57
3.2.3 <i>KWK-Technologien</i>	62
3.2.4 <i>Annahmen für die Simulation mit PROMETEUS</i>	63
4. Volkswirtschaftliche Evaluierung des Biomasseaktionsplan-Szenarios	64
4.3 <i>Volkswirtschaftliche Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios</i>	69
4.3 <i>Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf Energieverbrauch und CO₂-Emissionen</i>	81
Literaturverzeichnis	89
Anhang	92

EXECUTIVE SUMMARY

In Österreich wurden in den letzten Jahren mehrere wissenschaftliche Untersuchungen zum Potential von Biomasse in der Energiewirtschaft erstellt. Die meisten dieser Studien betrachten das Potential an heimischer Biomasse als eine naturwissenschaftlich-technische Fragestellung und behandeln die damit verbundenen Kosten nur am Rande oder als Nebenbedingungen.

Der Fokus dieser Studie liegt demgegenüber auf der Betrachtung der Effekte der zusätzlichen Nachfrage nach biogenen Rohstoffen im Energiesystem und für die Agrar- und Forstproduktmärkte. Ein weiteres wesentliches Element ist die Quantifizierung aller direkten und indirekten volkswirtschaftlichen Effekte der Maßnahmen zur Erhöhung des österreichischen Biomasseaufkommens einerseits und des biogenen Energieeinsatzes andererseits.

Die Basis dafür ist ein "Biomasseaktionsplan-Szenario", mit Zielen für die Beimischung von Biokraftstoffen (Anteil von 10% im Jahr 2010 und 20% im Jahr 2020) und für den Anteil erneuerbarer Energien insgesamt am Gesamtenergieverbrauch (2010: 25%, 2020: 45%). Um den zusätzlichen Bedarf an Biomasse zu ermitteln, wird von einem aktualisierten Baseline-Szenario der letzten WIFO-Energieszenarien (*Kratena – Wüger, 2005*) ausgegangen. Entsprechend diesem Baseline steigert sich der Anteil der erneuerbaren Energieträger bis 2010 auf 23% und bleibt bis 2020 stabil. Gleichzeitig wurde angenommen, dass die zu erwartende Entwicklung von Wasserkraft, Windenergie und Photovoltaik (PV) damit festgelegt ist. Dementsprechend besteht für die Erreichung der Zielsetzung eines Anteils von 25% (2010) bzw. 45% (2020) erneuerbarer Energien am Bruttoinlandsverbrauch ein Zusatzbedarf von insgesamt 33 PJ bzw. 390 PJ, der annahmegemäß ausschließlich durch Biomasse aufgebracht werden soll. Vom übergeordneten Ziel des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoinlandsverbrauch, d.h. einem zusätzlichen Bedarf von 33 PJ (2010) bzw. 390 PJ (2020) wird in einem ersten Schritt die zusätzliche Aufbringung an Biokraftstoffen abgezogen, die notwendig ist, um das entsprechende Ziel der Beimischung zu erreichen. Daraus ergibt sich eine Differenz von 7 PJ (2010) bzw. 327 PJ (2020). Diese Differenz wird annahmegemäß durch Biomasseinsatz in den Bereichen der Ökostrom- bzw. Wärmeerzeugung gedeckt. Rund zwei Drittel des berechneten Zusatzbedarfs entfallen dabei im Jahr 2020 auf die kombinierte Erzeugung von Strom- und Wärme in (stromgeführten) KWK-Anlagen, ein Drittel auf die Wärmeerzeugung mit Biomasseanlagen bei den privaten Haushalten. Letzteres bedeutet eine weitgehende Substitution fossiler Energieträger in der Raumwärmeerzeugung – ihr Anteil sinkt von 2008 bis 2020 von 51% auf 14%. In der kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung steigt der Zusatzbedarf an Biomasse-Inputs von 0,5 PJ im Jahr 2008 auf rund 7 PJ (2010) und 220 PJ im Jahr 2020. Es handelt sich beim Biomasseaktionsplan-Szenario um ein hypothetisches, ambitioniertes ("was wäre, wenn") Szenario und es muss angemerkt werden, dass die Realisierung derartig hoher zusätzlicher Mengen an Biomasse in nur 12 Jahren jenseits der historischen Erfahrungen des österreichischen Energiesystems liegt.

Das Design dieses Biomasseaktionsplan-Szenarios ist nachfrageorientiert und kann den Ergebnissen zum Biomassepotential in Österreich gegenübergestellt werden. Dabei wird er-

sichtlich, dass in jedem Fall mehr als 90% der zusätzlich notwendigen Biomasse in diesem Szenario importiert werden müssen.

Übersicht 1: Zusätzlicher Bedarf und Aufkommen von Biomasse

Bruttoinlandsverbrauch		2005	2010	2020
Ziele Erneuerbare Energieträger	%		25	45
Baseline Bruttoinlandsverbrauch	PJ	1.440	1.546	1.758
Baseline Erneuerbare Energieträger	PJ	308	354	402
Zusatzbedarf Erneuerbare Energieträger	PJ		33	390
heimisches Biomasseaufkommen	PJ		10	20
Importe	PJ		23	370

Q: WIFO-Berechnungen.

In Übersicht 1 wird der Zusatzbedarf an Biomasse dem zusätzlichen heimischen Biomasseaufkommen gegenübergestellt, das sich aus der Ausschöpfung des ökonomischen Potentials an Biomasse ergibt.

Zur Abschätzung dieses ökonomischen Potentials der Produktion von Biomasse für energetische Zwecke in Österreich wurde eine spezielle Modelluntersuchung mit dem partialanalytischen Modell PASMA durchgeführt. Darin wird erstmalig die Flächenkonkurrenz zwischen landwirtschaftlicher und forstwirtschaftlicher Produktion modellhaft abgebildet. Die österreichische Waldwirtschaft wird nach Regionen, Eigentumsarten, Hangneigungsstufen, Baumarten, Ertragswaldarten, Wuchsleistungsklassen, Umtriebszeiten, Durchforstungsintensitäten, Sortimentsverteilungen und Ernteverfahren differenziert. Die österreichische Landwirtschaft wird ebenfalls regional differenziert dargestellt und es werden auch alle Maßnahmen der Agrarpolitik abgebildet. Mit der Berücksichtigung von Transportkosten, den Futtermittel- und Nährstoffbilanzen werden wichtige Feedbackmechanismen berücksichtigt. Annahmen zu den Preisen von agrarischen Rohstoffen basieren auf Vorausschätzungen von FAO-OECD aus dem Jahr 2007

In den Simulationsszenarien wird für alle biogenen Energieträger dieselbe "Zusatzprämie" bezogen auf die Trockenmasse gewährt, unabhängig davon, um welches Produkt es sich handelt.

Die betrachteten Energieträger aus Biomasse sind:

Landwirtschaft

- Biogas: (Mais- u. Grassilage, Rindergülle, Schweinegülle, Ganzpflanzensilage Weizen, Ganzpflanzensilage Roggen, Ganzpflanzensilage Sonnenblume)
- Ethanol: (Weizen, Mais, Zuckerrübe)
- Pflanzenölmethylester: (Raps, Sonnenblume)
- Kurzumtrieb: Weide, Pappel
- Verfeuerung: Ganzpflanzen Weizen, Roggen, Triticale und Mais, sowie Stroh

Forstwirtschaft

- Brennholz, Hackgut, Schleifholz und Faserholz

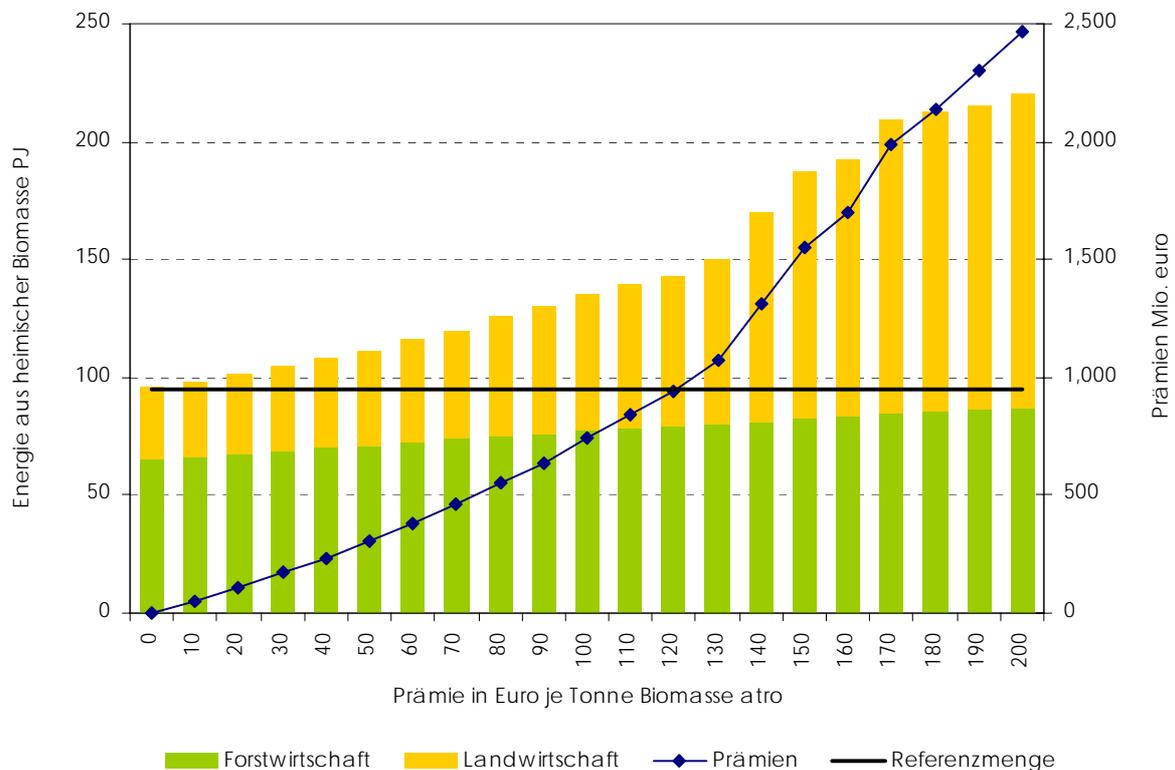
Die Ergebnisse dieses Szenarios werden in Abbildung 1 zusammenfassend dargestellt. Ausgewiesen ist die in den Energieträgern enthaltene Brutto-Energie bezogen auf die Trockensubstanz. Verfolgt man das Ziel, das Aufkommen aus heimischem Anbau zu erhöhen, so müssen gemessen am derzeitigen Preisniveau zusätzliche Anreize geschaffen werden. Dazu wurde die Annahme getroffen, dass eine spezifische Produktsubvention für heimische Biomasse zur energetischen Verwendung gewährt wird: Den Annahmen zufolge bekommen die Biomasse-Lieferanten pro abgelieferter Tonne Trockenmasse (t TM) eine Prämie. Die Energieproduzenten zahlen die Prämie aus und bekommen sie vom Staat refundiert. Für ihre Energie- und Nebenprodukte erzielen Sie die am Markt üblichen Preise. In den Szenarien wurden Prämien von 10 bis 200 Euro/ t TM untersucht (Ergebnisse siehe Abbildung 1).

Die zunehmenden Kosten spiegeln den Sachverhalt wider, dass es immer schwieriger und aufwändiger wird, weitere Potentiale zu erschließen. Die derzeit produzierte Biomasse wird bereits verwendet (z.B. verfüttert oder zum Humusaufbau dem Boden zugeführt). Die Umlenkung von der aktuellen Verwendung zur energetischen Nutzung ist teilweise mit sehr hohen Kosten verbunden, wenn man daran denkt, dass Mais etwa nicht länger in der Fütterung und Schweinemast eingesetzt wird, sondern zu Biogas umgewandelt wird. Die Mit-Berücksichtigung der Opportunitätskosten im Modell spiegelt daher in der Prämienhöhe die Gesamtkosten für den Agrarsektor wider.

Wie in Abbildung 1 dargestellt bewirkt eine Biomasseprämie in Höhe von 50 € je Tonne

- ungefähr ein zusätzliches Biomasseaufkommen von 16.000 TJ zur energetischen Verwendung;
- dies ist mit einem gesamten Fördervolumen von ca. 300 Mio. € verbunden und
- In diesem Fall müssten im Biomasseaktionsplan-Szenario mehr als 95% der zusätzlichen Biomasse importiert werden.

Abbildung 1: Ergebnisse der Simulationsberechnungen: Produktion von Energie aus Biomasse in der österreichischen Land- und Forstwirtschaft in Abhängigkeit vom Umfang der Förderung (in € je Tonne Trockenmasse für die energetische Verwertung)



Q: WIFO-Berechnungen. Die linke Skala zeigt die den Balken entsprechende Energiemenge. Die rechte Skala zeigt den der Linie entsprechenden Umfang der Förderung. In den Berechnungen wird die Annahme getroffen, dass für die in der Referenzperiode bereits produzierte Biomasse für energetische Zwecke keine Prämie gewährt wird (die Prämie in Euro je Tonne ist in diesem Fall Null). Die Prämie dient dazu, das zusätzliche heimische Aufkommen zu stimulieren. Die Referenzmenge entspricht dem ohne Förderungen produzierten Volumen (Brennholz aus Forstwirtschaft und landw. Kurzumtriebspflanzen, Biogas aus Landwirtschaft, Rapsmethylester und Ethanol).

Das Biomasseaktionsplan-Szenario kann auch auf der Nachfrageseite nur über entsprechend dimensionierte Maßnahmen mit entsprechenden gesamtwirtschaftlichen Kosten erreicht werden. Der Einsatz von Biotreibstoffen (Beimischung) ist mit Kosten in Form von Investitionen für zusätzliche Methan-Tankstellen und einem entsprechenden Ausfall an Mineralölsteuer – Einnahmen verbunden. Der Zusatzbedarf an Wärme aus Biomasse zieht ein entsprechendes Investitionsvolumen nach sich, das von 39 Mio. € im Jahr 2009 auf 1,2 Mrd. € im Jahr 2020 ansteigt. Diese Investitionen werden von der öffentlichen Hand gefördert, daraus ergibt sich ein Fördervolumen von 6 Mio. € im Jahr 2009, das bis 2015 auf 33 Mio. € und bis 2020 auf 300 Mio. € ansteigt. Um die notwendigen Kapazitäten im Bereich der Ökostromanlagen (220 PJ im Jahr 2020) zu schaffen, wird von einer Unterstützung der Erzeugung durch Einspeisetarife ausgegangen. Diese steigen ausgehend von einem Niveau von etwa 14 Cent/kWh auf knapp 20

Cent/kWh im Jahr 2011 an, um sich danach auf 18 Cent/kWh zu stabilisieren. Das sich daraus ergebende Fördervolumen wird auf den Strompreis aufgeschlagen. Da Aufkommensneutralität das Leitprinzip der volkswirtschaftlichen Evaluierung des Biomasseaktionsplan-Szenarios ist, wurden alle Steuerausfälle und Förderungen an anderer Stelle bei den Staatsausgaben abgezogen, und zwar bei den staatlichen Transferzahlungen, die an den Haushaltssektor fließen.

Das Biomasseaktionsplan-Szenario ist mit Steigerungen der Importpreise und der heimischen Preise land- und forstwirtschaftlicher Produkte verbunden. Dabei zeigen sich für Land- und für Forstwirtschaft bis 2020 Preiseffekte gegenüber dem "Baseline"-Szenario von 20 bis 25%. Das heimische Aufkommen an Biomasse ist von den Erzeugerpreisen abhängig, in die auch eine Biomasseprämie einfließt. Um die Kosten dieser Maßnahme auch volkswirtschaftlich bewerten zu können, wurde für das Biomasseaktionsplan-Szenario beispielhaft angenommen, dass diese Prämie ein Volumen von 300 Mio. € ausmacht.

Die volkswirtschaftlichen Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios wurden mit dem Modell PROMETEUS des WIFO berechnet. Die Preisschocks (Rohstoffe, Strompreis aufgrund von Ökostromförderung) bewirken über die gesamtwirtschaftlichen Rückwirkungen negative Effekte auf den Produktionswert fast aller Branchen der Sachgütererzeugung. Eine Ausnahme bilden lediglich die von der Investitionsnachfrage abhängigen Bereiche Eisen- und Stahlerzeugung und Maschinenbau. Die Land- und Forstwirtschaft weitet ihren Output aufgrund der Bereitstellung von Biomasse kräftig aus. Insgesamt ist der Effekt auf den Produktionswert der Gesamtwirtschaft leicht positiv.

Die Kostenbelastung der rohstoff- und energieintensiven Industrie ergibt sich aus den höheren Biomassepreisen und der Erhöhung der Strompreise aufgrund der Finanzierung der Ökostromförderung, die für die Industrie im Jahr 2020 ca. 160% ausmacht (für Haushalte ca. 80%). Diese Kostenbelastung der Industrie und der damit verbundene Rückgang der Investitionstätigkeit wirken v.a. auf die Sektoren Steine/Erden und Eisen/Stahl (energieintensiv), sowie Nahrungsmittel, Holzverarbeitung und Papier/Druck (rohstoffintensiv). Diese negativen Effekte sind ein Maß für die Verschlechterung des Industriestandortes Österreich in diesem Szenario. Die Investitionstätigkeit steigt in der Energieversorgung an, da in relativ teurere Technologien investiert wird (Biomasse) als im "Baseline"-Szenario (Gas). Dieser positive Effekt dominiert das Gesamtbild, sodass es zu einem gesamtwirtschaftlichen Investitionsanstieg um 4,4% im Jahr 2020 kommt.

Der positive Effekt auf die Investitionen insgesamt dominiert auch den makroökonomischen Effekt, da die anderen Nachfragekomponenten (Exporte, privater Konsum) gar nicht reagieren bzw. negativ betroffen sind. Der private Konsum wird gedämpft, wobei – da der Energiekonsum nicht zurückgeht sondern nur in Richtung Biomasse gelenkt wird – die (auch stärker in-landswirksamen) Ausgaben der privaten Haushalte für andere Güter und Dienstleistungen als Energie vergleichsweise stärker sinken.

Betrachtet man die volkswirtschaftlichen Kosten aus der Perspektive desjenigen, der die Maßnahme finanzieren muss, ergeben sich folgende Finanzierungskosten der Maßnahmen: Biomasseprämie (300 Mio. € in 2020), Investitionsförderung für Wärme in Haushalten (300 Mio. € in 2020), MöSt-Entgang durch Biotreibstoff-Beimischung (ca. 900 Mio. € in 2020)

und zusätzliche Ökostromförderung (ca. 6,6 Mrd. € in 2020). Durch die höhere wirtschaftliche Aktivität steigen jedoch die Staatseinnahmen stärker an als die -ausgaben.

Hier muss betont werden, dass das hier verwendete Modell PROMETEUS ein makroökonomisches Modell Keynesianischer Prägung ist und kein – sonst im Bereich der Energie- und Umweltökonomie häufig angewandtes – allgemeines Gleichgewichtsmodell bzw. CGE-Modell (Computable General Equilibrium). In einem Modell wie PROMETEUS kommt es durch Investitionen zu Multiplikatoreffekten in Einkommen und Beschäftigung. Daher kann man mit einem Modell wie PROMETEUS für den Fall eines Investitionsprogramms, das über höhere Steuern oder geringere Transfers (also geringere verfügbare Einkommen der Haushalte) finanziert wird, immer einen positiven gesamtwirtschaftlichen Effekt errechnen, da die negative Entzugswirkung beim verfügbaren Einkommen der Haushalte (meist) geringer ist als der expansive Effekt der Investitionstätigkeit. Dennoch zeigen sich in den Ergebnissen auch deutlich "crowding-out"-Effekte bezüglich der Investitionstätigkeit, da die Investitionen der Industrie stark zurückgehen. Die dynamischen Wirkungen dieses Mechanismus sind in PROMETEUS möglicherweise unterschätzt.

Aufgrund all dieser Effekte kommt es zu massiven Rückgängen des Verbrauchs fossiler Energieträger, vor allem von Benzin, Gasöl für Heizzwecke und Naturgas. In wesentlich geringerem Ausmaß sind Kohle und die anderen Ölprodukten (v.a. Diesel) sowie Elektrizität betroffen. Das bewirkt, dass der Bruttoinlandsverbrauch gegenüber dem "Baseline"-Szenario ebenfalls zurückgeht; insgesamt um 5.5%. Dadurch wird wiederum der Bezugswert für die ursprüngliche Zielsetzung eines Anteils von 45% verändert. Die quantitative Bedeutung dieser Rückwirkung der Maßnahmen auf das Verbrauchswachstum macht in 2010 ungefähr einen und in 2020 ungefähr zwei Prozentpunkte des Anteils der erneuerbaren Energie am Bruttoinlandsverbrauch aus. Der Rückgang im Verbrauch fossiler Energie führt direkt zu einer massiven Reduktion der CO₂-Emissionen um ca. 36 Mio. t in 2020 im Vergleich zum "Baseline"-Szenario. Aufgrund der Daten zur Emissionsreduktion und den Kosten der Maßnahmen ist es nun möglich, die Kosten der Emissionsreduktion pro Tonne CO₂ in diesem Szenario zu berechnen. Diese betragen zwischen 180 € und 200 € pro t CO₂. Diese Größenordnungen stimmen gut mit jenen im letzten Ökostrombericht der E-Control (2007) überein.

Abbildung 2: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf die Investitionen

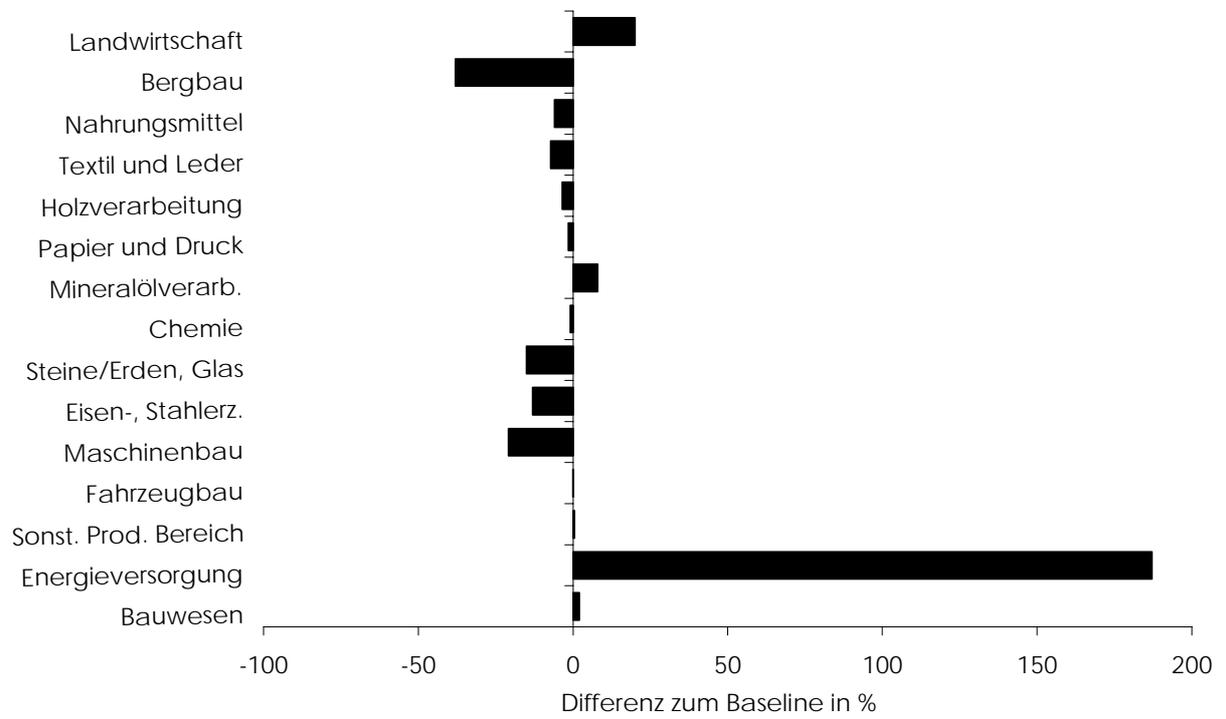


Abbildung 3: Makroökonomische Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios

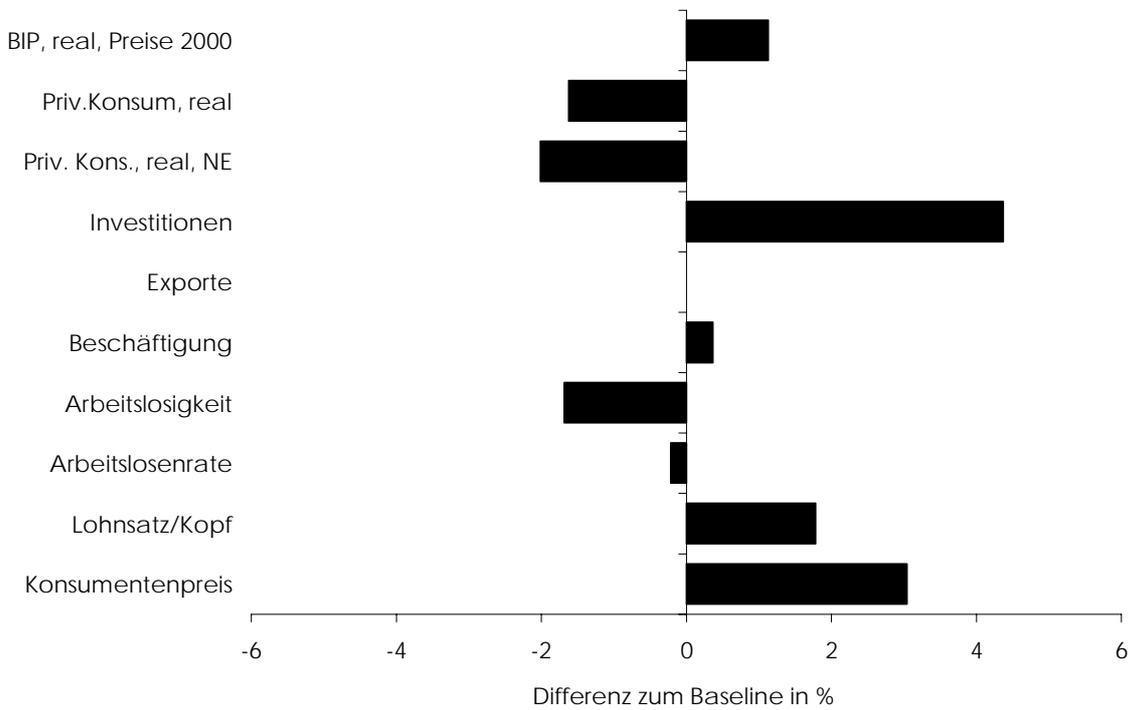
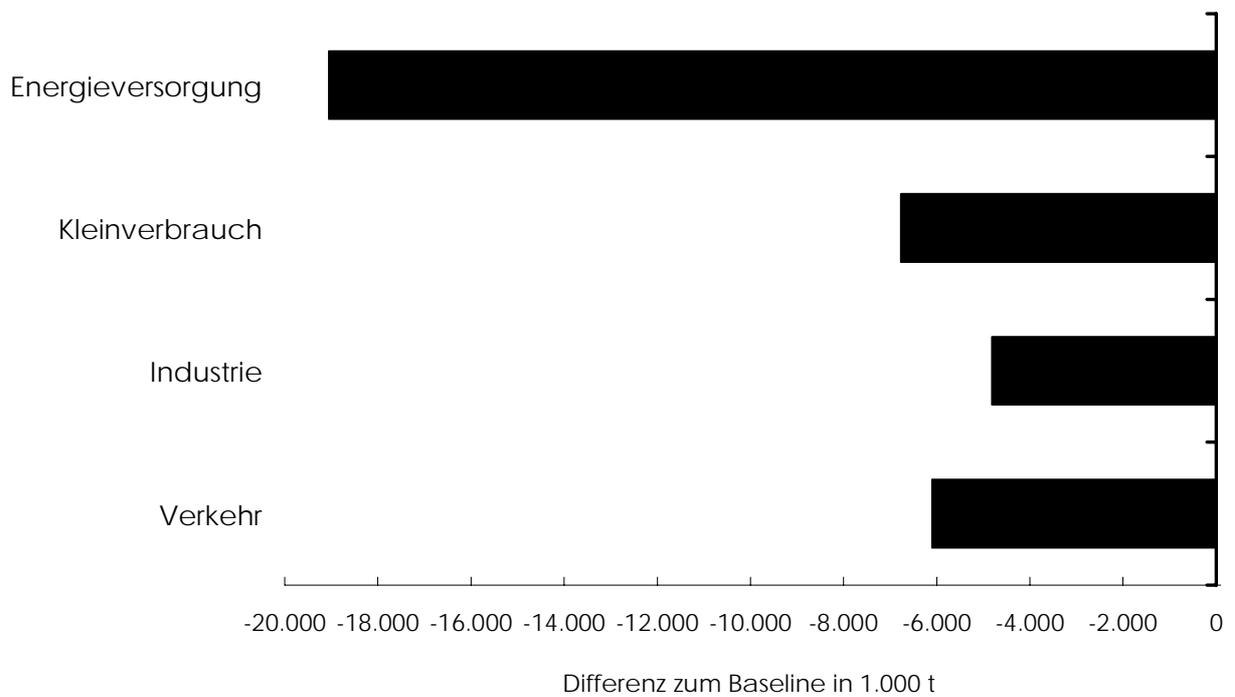


Abbildung 4: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf die CO₂ - Emissionen



Einleitung

Die Forcierung der erneuerbaren Energien stellt einen wesentlichen Ansatzpunkt sowohl der nationalen Energie- und Klimapolitik dar, als auch jener auf der Ebene der EU-Kommission. Üblicherweise wird dabei ein Zielwert als Richtlinie der Politik vorgegeben, der einen gewissen Anteil der erneuerbaren Energieträger (für die EU 27 z.B. 20%) am gesamten Energieverbrauch in einem zukünftigen Jahr (für die EU 27 z.B. 2020) definiert. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich um "bewegliche Ziele" der Politik handelt, da der künftige gesamte Energieverbrauch nur auf Basis von Energieszenarien, die wiederum an Annahmen über gewisse Rahmenbedingungen (z.B.: Wirtschaftswachstum, Energiepreise) hängen, abgeschätzt werden kann. Wie auch schon in früheren Energieszenarien für Österreich (*Kratena – Wüger*, 2005) gezeigt werden konnte, besteht daher eine starke Interdependenz zwischen der Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienz und dem Anteil erneuerbarer Energieträger. Diese Interdependenz wirkt nicht in der einfachen, direkten Weise, dass eine höhere gesamtwirtschaftliche Energieeffizienz *ceteris paribus* den Anteil erneuerbarer Energieträger erhöht, sondern weist sehr komplexe Mechanismen auf. So konnte z.B. in *Kratena – Wüger* (2005) gezeigt werden, dass eine höhere Effizienz in den Anwendungen von Elektrizität *ceteris paribus* die kalorische Stromerzeugung und damit auch den Einsatz von Biomasse in der Stromerzeugung dämpft.

Auf die Interdependenz zwischen Energieeffizienz und dem Anteil erneuerbarer Energieträger wird in der vorliegenden Studie zwar an mehreren Stellen eingegangen, das stellt allerdings nicht das Hauptthema der Studie dar. Die primäre Zielsetzung ist es vielmehr, eine mögliche Biomassestrategie für Österreich mit unterschiedlichen dahinter liegenden politischen Zielsetzungen volkswirtschaftlich zu bewerten. Eine detailliertere kombinierte Analyse von Energieeffizienz und erneuerbarer Energie wird daher als prioritäres Thema zukünftiger Forschungstätigkeit gesehen. Es wäre der Energie- und Klimapolitik in Österreich dringend zu empfehlen, für die Erstellung derartiger Expertisen zu sorgen.

In Österreich wurden in den letzten Jahren mehrere wissenschaftliche Untersuchungen zum Potential von Biomasse in der Energiewirtschaft erstellt. An erster Stelle wäre hier die Untersuchung der Energieagentur (*Austrian Energy Agency*, 2006) zum Biomasse-Aktionsplan zu nennen. Das Schwergewicht dieser Untersuchung lag auf der Darstellung, wie und an welchen Stellen Biomasse auf möglichst effiziente Weise im österreichischen Energiesystem Verwendung finden könnte. Die Studie der Energieagentur enthielt auch ein Kapitel, in dem kurzfristig auf die Frage eingegangen wurde, welche Mengen an unterschiedlichen Arten von Biomasse bei gewissen Annahmen über die Flächenverwendung aus österreichischer land- und forstwirtschaftlicher Produktion aufgebracht werden können. In weiterer Folge wurden mehrere Studien durchgeführt, in denen das Ressourcenpotential für die Aufbringung an heimischer Biomasse sowohl aus landwirtschaftlicher als auch aus forstwirtschaftlicher Produktion quantifiziert wurde (z.B. *Brainbows*, 2007). Die meisten dieser Studien betrachten das Potential an heimischer Biomasse als eine naturwissenschaftlich-technische Fragestellung und behandeln die damit verbundenen Kosten nur am Rande oder als Nebenbedingungen.

In dieser Studie wird demgegenüber eine gesamtwirtschaftliche Perspektive gewählt. Der Fokus der Studie liegt auf der Betrachtung der Effekte der zusätzlichen Nachfrage nach bioge-

nen Rohstoffen im Energiesystem und auf die Märkte für Agrar- und Forstprodukte. Ein weiteres wesentliches Element ist die Quantifizierung aller direkten und indirekten volkswirtschaftlichen Effekte der Maßnahmen zur Erhöhung des österreichischen Biomasseaufkommens einerseits und des biogenen Energieeinsatzes andererseits. Dabei ist eine primäre Auswirkung die von der höheren Nachfrage nach biogenen Rohstoffen (land- und forstwirtschaftliche Produkte) ausgelösten Preiseffekte auf diesen Märkten. Den Ausgangspunkt für die Analyse bildet die erwartete Entwicklung der österreichischen Energiemärkte auf der Grundlage des "Baseline"-Szenarios der "WIFO-Energieszenarien" (*Kratena – Wüger, 2005*).

In Kapitel 1 wird dieses Szenario zunächst aktualisiert, wobei eine neue Abschätzung der Entwicklung von Wasserkraft, Wind und Photovoltaik (PV) erfolgt. Daraus ergibt sich die Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energieträger ohne Maßnahmen. Daran knüpft dann ein Szenario der Forcierung des Aufkommens und der energetischen Verwendung von Biomasse an. In Kapitel 2 wird ein Modell präsentiert, das die Flächennutzung und Bewirtschaftung in der Land- und Forstwirtschaft in Österreich abbildet. Dieses Modell wurde an das schon bestehende partialanalytische Modell des Agrarsektors (PASMA) gekoppelt und erlaubt Aussagen über das Aufkommen unterschiedlicher Arten land- und forstwirtschaftlicher Biomasse, die sich zur energetischen Verwertung eignen. Dabei liegt der Fokus auf den ökonomischen Randbedingungen (Kosten, Marktpreise), die für das Aufkommen relevant sind und die in Grenzkosten- und Angebotsfunktionen gefasst werden. Es lassen sich daher – in Abhängigkeit von Marktpreisen und Kosten von Maßnahmen – verschiedene Potentiale heimischer Biomasse für die Energiewirtschaft ableiten ("Effizienz"-Potential und ökonomisches Potential).

In Kapitel 3 wird ausgehend von Entwicklungen des Energiesystems bis 2020 ein ambitioniertes Biomasseaktionsplan-Szenario entworfen. Die Zielsetzungen stammen zum einen aus dem Biomasseaktionsplan und orientieren sich zum anderen an hypothetischen Maximalwerten für das österreichische Energiesystem. Das Szenario ist nachfrageorientiert und enthält die Zielsetzung eines Anteils der erneuerbaren Energieträger von 45% am Bruttoinlandsverbrauch und eines Anteils der Biotreibstoffe von 20% jeweils für 2020 und außerdem Maßnahmen zur Steigerung des österreichischen Aufkommens. Die gesamten volkswirtschaftlichen Effekte für dieses Szenario werden in Kapitel 4 untersucht.

1. Aktualisierung des "Baseline"-Szenario

Das WIFO hat zuletzt im Jahr 2005 mittelfristige Energieszenarien bis 2020 für Österreich publiziert (*Kratena – Wüger, 2005*). Dabei wurden neben Annahmen über das wirtschaftliche Umfeld (Wachstum der österreichischen Industriebranchen, internationale Energiepreise) auch spezifische Annahmen über die Entwicklung der erneuerbaren Energieträger in Österreich getroffen. Ausgangspunkt dafür war das zum Zeitpunkt der Erstellung der Berechnungen (Anfang 2005) gültige Ökostromgesetz und die dazugehörigen Verordnungen bezüglich der Zuschläge zum Systemnutzungstarif. Im Modell PROMETEUS des WIFO (*Kratena – Wüger, 2006*) wird berücksichtigt, dass die Einspeisetarife und die dadurch induzierten Mengen von Ökostrom im Wesentlichen das Fördervolumen und damit die Zuschläge determinieren (der "Verrechnungspreis" wird nicht explizit berücksichtigt). Im "Baseline"-Szenario der WIFO-Energieszenarien (*Kratena – Wüger, 2005*) wurde bis 2020 eine konstante Kostenbelastung durch die Ökostromförderung im Sinne eines konstanten Zuschlages zum Strompreis angenommen. Die grundsätzliche Philosophie für das "Baseline"-Szenario bestand somit darin, von der Kostenbelastung durch Zuschläge zum Strompreis auszugehen und daraus die (impliziten) Einspeisetarife abzuleiten. Die exogene Größe im Modell sind dabei die Einspeisetarife; sind diese festgelegt, dann ergeben sich daraus bei gegebenen Energiepreisen und Kosten der Stromerzeugungstechnologien die Mengen an Ökostrom aus den verschiedenen Quellen (Biomasse, Wind und PV). Die Kosten der Stromerzeugungstechnologien ändern sich mit den installierten Kapazitäten entlang von "Lernkurven". Hier ist auch zu berücksichtigen, dass das "Baseline"-Szenario aus 2005 noch auf dem Ökostromgesetz 2002 beruht. Aus der damaligen Gesetzeslage und der Annahme einer konstanten Kostenbelastung durch die Ökostromförderung ergab sich bei entsprechend steigendem Stromverbrauch auch ein Anstieg des Fördervolumens und somit die Möglichkeit weiter bestehender (obgleich sinkender) Einspeisetarife.

Zur Implementierung der EU-Richtlinie zur Verwendung von Biokraftstoffen wurde im "Baseline"-Szenario der WIFO-Energieszenarien (*Kratena – Wüger, 2005*) angenommen, dass die dort vorgesehenen Mengenziele (Beimischung von 5,75% des Verbrauches bis 2008) erfüllt werden und danach gleich gehalten werden. Dafür wurde aufgrund der bestehenden Differenzierung in der Mineralölbesteuerung nicht angenommen, dass eine spezifische Förderung notwendig wäre.

Für ein aktualisiertes "Baseline"-Szenario bis 2020, das den Simulationsrechnungen in dieser Studie zugrunde liegt, sind gegenüber den zuletzt publizierten "Energieszenarien 2020" des WIFO bezüglich der zu erwartenden Entwicklung der erneuerbaren Energieträger im Lichte der neuesten Daten Aktualisierungen vorgenommen worden. Das betrifft zunächst die Entwicklung der Wasserkraft bis 2020. Die Maßnahmen gemäß Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) bewirken eine geringere Abnahme des Regelarbeitsvermögens im Zeitraum 2010 – 2020 als ursprünglich angenommen. Zugleich kann auch durch technische Überholung der Anlagen eine geringfügige Steigerung der Wasserkrafterzeugung erreicht werden. Zur Berechnung dieses aktualisierten Pfades für Wasserkraft werden vorhandene Ausbaupläne der Elektrizitätswirtschaft recherchiert und berücksichtigt. Ein wesentlicher Punkt betrifft auch die Aktualisierung der Entwicklung der Windkraft und der biogenen Brennstoffe in der Elektrizitätserzeugung. Diese Entwicklung ist aufgrund der Novellierung des Ökostromgesetzes 2006 und der sich daraus abzeichnenden Änderungen im Ökostromausbau bis 2010 jedenfalls überholt.

Hier kann auf die aktuellen Untersuchungen von E-Control zurückgegriffen werden, in denen neue Daten über installierte (genehmigte) Ökostromanlagen bis Ende März 2006 und Vorausschätzungen bis 2010 enthalten sind. Geringfügige Abweichungen ergeben sich im Berichtsjahr 2005 aufgrund statistischer Differenzen der Statistik von E-Control zur Energiebilanz von Statistik Austria, auf der die WIFO-Energieszenarien beruhen. Diese Veränderungen werden bei der Aktualisierung des "Baseline"-Szenarios berücksichtigt. Dabei wird die Prognose der E-Control, die zwischen Wasserkraft, sonstigem Ökostrom aus öffentlicher Versorgung und sonstigem Ökostrom aus Unternehmen mit Eigenanlagen unterscheidet, durch zusätzliche Unterlagen und Berechnungen ergänzt. Besondere Bedeutung kommt dabei einer Neuabschätzung der Windenergie bis 2010 zu. Dafür wurde der Zuwachs der installierten Windkraftkapazität pro Jahr in enger Zusammenarbeit mit E-Control abgeschätzt. Die sich daraus ergebenden geschätzten Mengen werden dann mit den Daten aus der E-Control-Untersuchung für den "Ökostrom ohne Wasserkraft" bis 2010 kombiniert, woraus man die zusätzlich erzeugte Strommenge aus biogenen Energieträgern erhält (Übersichten 1.1 und 1.2).

Übersicht 1.1: Ökostrom-Erzeugung, 2006 – 2020 (in GWh)

	2006	2007	2008	2009	2010	2020
	GWh					
Windenergie	1.737	2.077	2.355	2.450	2.571	3.528
Photovoltaik	11	12	12	13	13	20
Geothermie	18	19	20	20	21	32
Biogene Brenn- u. Treibstoffe	3.349	4.418	4.347	4.651	4.857	6.450
Insgesamt, exklusive Wasserkraft	5.116	6.526	6.734	7.134	7.463	10.030

Q.: E-Control (Ökostrombericht 2007), Angaben des VEÖ, WIFO-Berechnungen.

Übersicht 1.2: Ökostrom-Erzeugung nach Biomasse-Energieträgern, 2006 – 2020 (in TJ)

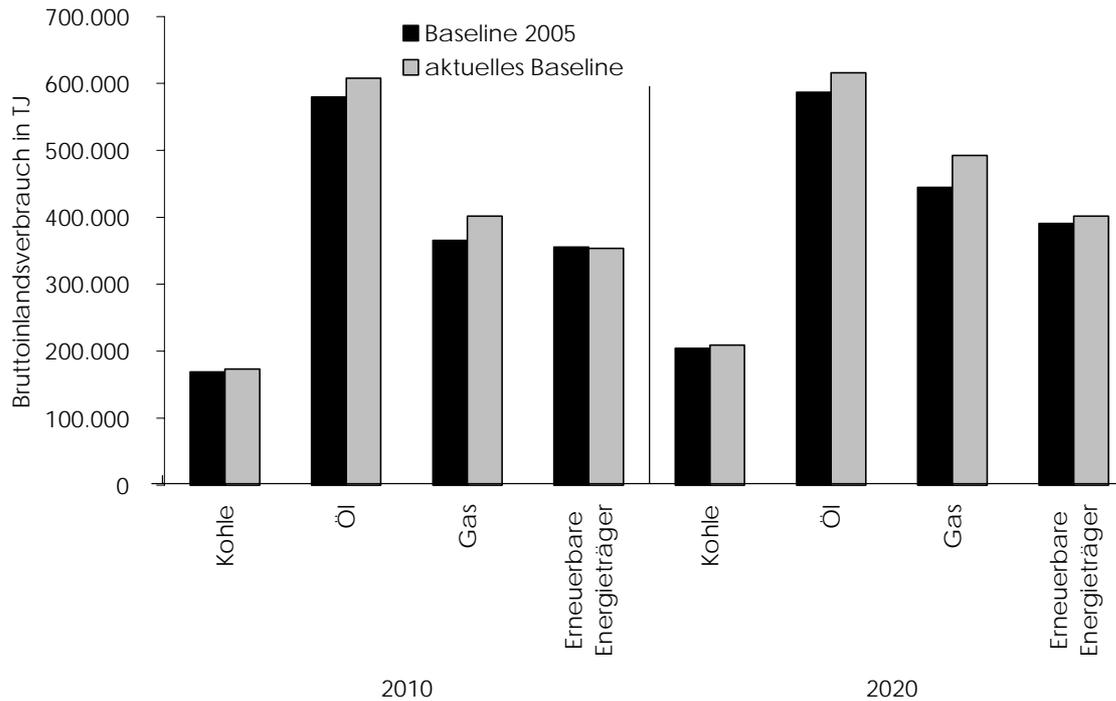
	2006	2007	2008	2009	2010	2020
	TJ					
Brennbare Abfälle	2.532	3.340	3.286	3.516	3.672	4.876
Brennholz	0	0	0	0	0	0
Biogene Brenn- u. Treibstoffe	9.526	12.565	12.362	13.228	13.813	18.344
Umgebungswärme	66	68	71	74	77	113
Fernwärme	0	0	0	0	0	0
Wasserkraft	131.038	131.038	131.038	131.038	131.038	131.038
Wind und Photovoltaik	6.294	7.520	8.523	8.865	9.305	12.772
Ökostrom-Erzeugung insgesamt	149.456	154.532	155.281	156.721	157.905	167.145
kalorische Erzeugung	93.269	95.186	100.195	104.435	108.730	157.433
Stromerzeugung insgesamt	242.725	249.718	255.476	261.156	266.635	324.578

Q.: E-Control (Ökostrombericht 2007), Angaben des VEÖ, WIFO-Berechnungen.

Verglichen mit dem "Baseline"-Szenario der WIFO-Energieszenarien (*Kratena – Wüger, 2005*) ist die Dynamik der Stromerzeugung aus Windkraft schon bis 2010 geringer, was sich auch bis 2020 fortsetzt (ca. 1.800 GWh Differenz in 2020). Umgekehrt ist die Stromerzeugung aus Biomasse höher als im "Baseline"-Szenario der WIFO-Energieszenarien (*Kratena – Wüger, 2005*),

allerdings kompensiert das nicht die geringere Windkraftherzeugung. In Übersicht 1.2 entspricht die Stromerzeugung insgesamt jener im "Baseline"-Szenario der WIFO-Energieszenarien (*Kratena – Wüger, 2005*) und die kalorische Erzeugung (aus fossilen Brennstoffen) ergibt sich als die Differenz zwischen der gesamten Stromerzeugung und der nun neu berechneten gesamten Ökostrom-Erzeugung.

Abbildung 1.1: Ökostrom- Erzeugung, 2020: "Baseline" 2005 und aktualisiertes "Baseline"



Diese adaptierte kalorische Erzeugung ist der Ausgangspunkt für eine Neuberechnung der gesamten Energieumwandlung im österreichischen Energiesystem bis 2020. Dabei wurden aktuelle Zahlen zur Aufbringung und zum Verbrauch von Energie bis 2005 von Statistik Austria berücksichtigt. Insgesamt ergibt das ein aktualisiertes "Baseline"-Szenario bis 2020 mit gleicher Entwicklung des energetischen Endverbrauchs wie in den zuletzt publizierten Energieszenarien aber mit Unterschieden im Umwandlungseinsatz und damit auch im Bruttoinlandsverbrauch.

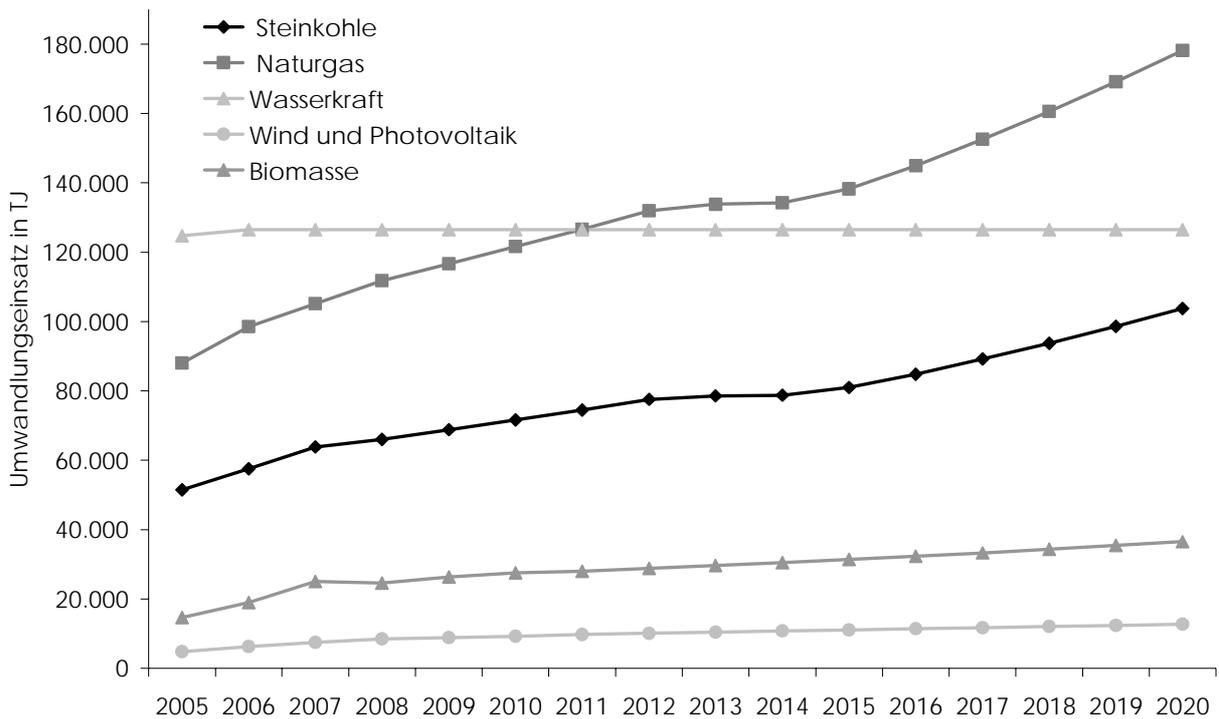
Übersicht 1.3 macht deutlich, dass die Dynamik im Umwandlungseinsatz der öffentlichen Stromerzeugung v.a. in der Periode bis 2010 mit + 4,0% p.a. sehr hoch ist und deutlich über dem "Baseline"-Szenario der WIFO-Energieszenarien (*Kratena – Wüger, 2005*) mit + 2,3% p.a. liegt. Auch in der Periode bis 2020 besteht noch eine jährliche Wachstumsdifferenz von 0,6% p.a. zum ursprünglichen "Baseline"-Szenario (*Kratena – Wüger, 2005*).

Übersicht 1.3: Umwandlungseinsatz, Öffentliche Stromerzeugung, 2005 – 2020

	2005 - 2010	2010 - 2020
	Durchschnittliche jährliche Veränderung in %	
Steinkohle	+6,9	+3,8
Braunkohle	-100,0	
Gasöl für Heizzwecke	+5,5	+3,8
Heizöl	+5,5	+3,8
Naturgas	+6,7	+3,9
Brennbare Abfälle	+13,3	+2,9
Biogene Brenn- u. Treibstoffe	+13,5	+2,9
Wasserkraft	+0,3	+0,0
Wind und Photovoltaik	+14,0	+3,2
Umwandlungseinsatz insgesamt	+4,0	+2,6

Q: WIFO-Berechnungen.

Abbildung 1.2: Umwandlungseinsatz, Öffentliche Stromerzeugung, 2005 – 2020



Außerdem zeigt sich, dass im aktualisierten "Baseline"-Szenario die Dynamik von Windenergie und Photovoltaik geringer ist, während die Wachstumsraten von Biomasse ähnlich und jene der fossilen Energieträger höher sind. Die Unterschiede sind einerseits durch die oben dargestellte unterschiedliche Entwicklung der Ökostrom-Erzeugung determiniert, andererseits durch die berücksichtigte Datenrevision bis 2005. Die Datengrundlage der WIFO-Energieszenarien

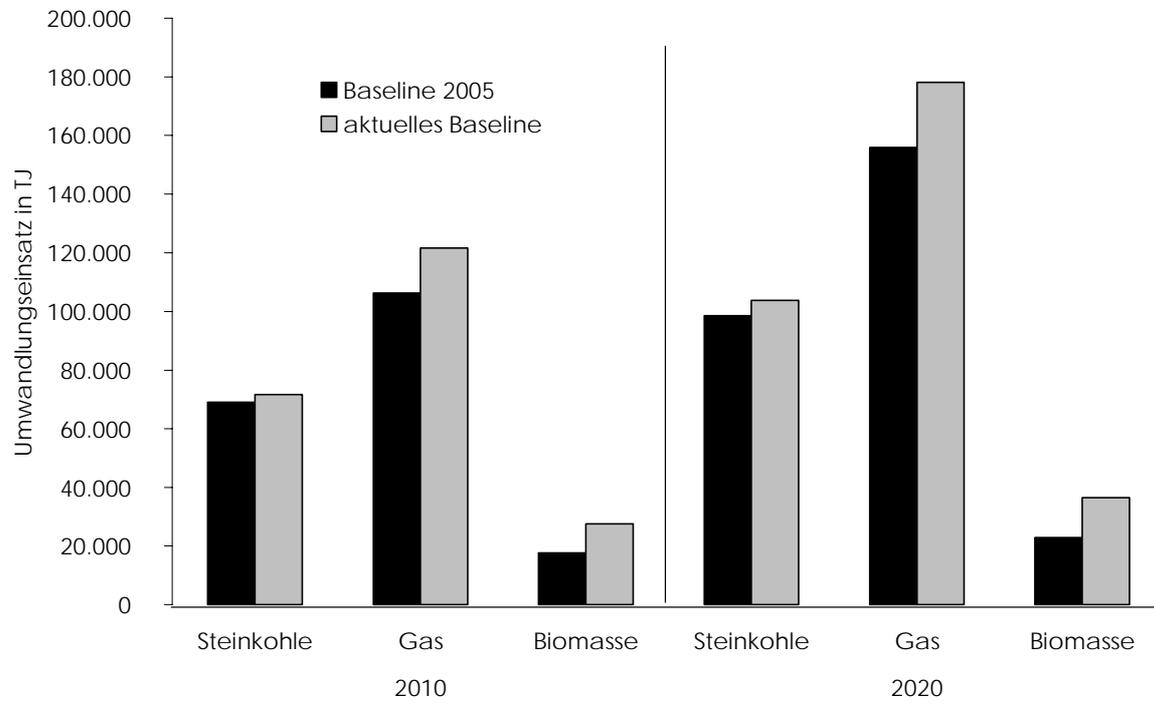
(Kratena – Wüger, 2005) bildeten die Energiebilanzen für Österreich von Statistik Austria mit dem letzten Berichtsjahr 2003, sodass die Werte für 2005 in den Energieszenarien bereits Prognosewerte darstellten. Aufgrund der Revisionen der Energiebilanzen wurden die Werte von 2003 bis 2005 aktualisiert. Daraus ergibt sich für 2005 eine Korrektur des Umwandlungseinsatzes in der Stromerzeugung um 10 PJ nach unten, v.a. aufgrund der geringeren Erzeugung aus Wasserkraft (Übersicht 1.5). Bis 2020 dreht sich dieses Verhältnis um und der Mehrbedarf gegenüber dem "Baseline"-Szenario aus 2005 erhöht sich auf insgesamt 48 PJ. Hier ist einerseits zu berücksichtigen, dass beim in Übersicht 1.5 dargestellten Einsatz zur Stromerzeugung jede Einheit geringerer Wasserkraft- und Windkraftherzeugung durch mehr als zwei Einheiten fossiler Inputs kompensiert werden muss. Außerdem ergeben sich auf Basis der Daten aus 2005 andere Marktanteile der Umwandlungssektoren (EVU-Kraftwerke, EVU-KWK, Unternehmen mit Eigenanlagen) an der Strom- und Wärmeerzeugung insgesamt. Konkret ist der Anteil der EVU ohne KWK höher, was auch in dynamischer Hinsicht (ausgehend von 2005) einen höheren Input pro Einheit Strom und Wärme nach sich zieht.

Übersicht 1.4: Umwandlungseinsatz, Öffentliche Stromerzeugung in TJ, 2003 – 2020

	2003	2005	2010	2015	2020
	TJ				
Steinkohle	57.188	51.442	71.662	80.990	103.762
Braunkohle	13.675	10.123	0	0	0
Braunkohlenbriketts	0	0	0	0	0
Brenntorf	0	0	0	0	0
Koks	0	0	0	0	0
Erdöl	0	0	0	0	0
Sonstiger Raffinerieeinsatz	0	0	0	0	0
Benzin	0	0	0	0	0
Leucht- und Flugpetroleum	0	0	0	0	0
Dieselmotortreibstoff	6	8	0	0	0
Gasöl für Heizzwecke	33	149	194	219	281
Heizöl	12.409	10.582	13.810	15.608	19.997
Flüssiggas	4	0	0	0	0
Sonstige Produkte der Erdölverarbeitung	0	0	0	0	0
Raffinerierestgas	0	0	0	0	0
Naturgas	73.316	88.034	121.578	138.241	178.113
Gichtgas	0	0	0	0	0
Kokereigas	0	0	0	0	0
Brennbare Abfälle	5.954	6.531	12.199	13.915	16.200
Brennholz	0	0	0	0	0
Biogene Brenn- u. Treibstoffe	2.442	8.139	15.328	17.484	20.356
Umgebungswärme	11	7	0	0	0
Fernwärme	0	0	0	0	0
Wasserkraft	114.541	124.711	126.535	126.535	126.535
Wind und Photovoltaik	1.359	4.832	9.291	11.091	12.754
Elektrische Energie	0	0	0	0	0
Umwandlungseinsatz insgesamt	280.936	304.557	370.597	404.084	477.997

Q: WIFO-Berechnungen.

Abbildung 1.3: Umwandlungseinsatz, Öffentliche Stromerzeugung, 2020: "Baseline" 2005 und aktualisiertes "Baseline"



Übersicht 1.5: Umwandlungseinsatz, Öffentliche Stromerzeugung in TJ, 2003 – 2020, Differenz zum "Baseline"-Szenario 2005

	2005	2010	2015	2020
	Differenz zum Baseline 2005 in TJ			
Steinkohle	-5.799	+2.571	+1.768	+5.275
Braunkohle	+5.083	0	0	0
Braunkohlenbriketts	0	0	0	0
Brenntorf	0	0	0	0
Koks	0	0	0	0
Erdöl	0	0	0	0
Sonstiger Raffinerieeinsatz	0	0	0	0
Benzin	0	0	0	0
Leucht- und Flugpetroleum	0	0	0	0
Dieselmotorkraftstoff	+8	0	0	0
Gasöl für Heizzwecke	+149	+194	+219	+281
Heizöl	-880	+4.941	+8.745	+14.686
Flüssiggas	0	0	0	0
Sonstige Produkte der Erdölverarbeitung	0	0	0	0
Raffinerierestgas	0	0	0	0
Naturgas	-4.435	+15.356	+15.540	+22.256
Gichtgas	0	0	0	0
Kokereigas	0	0	0	0
Brennbare Abfälle	+401	+3.790	+5.393	+7.777
Brennholz	0	0	0	0
Biogene Brenn- u. Treibstoffe	+4.876	+6.049	+5.495	+5.888
Umgebungswärme	-7	-27	-31	-34
Fernwärme	0	0	0	0
Wasserkraft	-9.824	-8.506	-2.403	-1.747
Wind und Photovoltaik	-7	-7.705	-7.078	-6.586
Elektrische Energie	0	0	0	0
Umwandlungseinsatz insgesamt	-10.436	+16.663	+27.649	+47.796

Q: WIFO-Berechnungen.

Die Folgen dieser Revisionen für den Bruttoinlandsverbrauch sind in den Übersichten 1.6 bis 1.8 dargestellt. Im Unterschied zum Umwandlungseinsatz ist der revidierte Bruttoinlandsverbrauch im Jahr 2005 bereits höher als in den WIFO-Energieszenarien (*Kratena – Wüger, 2005*). Diese Differenz erhöht sich, da die ursprüngliche Dynamik der Entwicklung des Brutto-(Primär-) Energieverbrauches nach Energieträgern in den WIFO-Energieszenarien (*Kratena – Wüger, 2005*) von unterschiedlichen Ausgangswerten für das Jahr 2005 startet und darüber hinaus die Differenz im Umwandlungseinsatz dazugerechnet wird. Dadurch ist der Bruttoinlandsverbrauch in 2020 um mehr als 90 PJ höher als im ursprünglichen "Baseline"-Szenario. Die Dynamik des Bruttoinlandsverbrauches ist von den Revisionen nur in geringem Ausmaß berührt (Übersicht 1.9). In der Periode bis 2010 beträgt das Wachstum im aktualisierten "Baseline"-Szenario 1,4% p.a. (ursprünglich 1,1% p.a.), von 2010 bis 2020 1,3% p.a. (ursprünglich 1,2% p.a.). Das bedeutet bei gleichem BIP-Wachstum wie im ursprünglichen "Baseline"-Szenario aus 2005 von durchschnittlich 2,2% p.a., dass die gesamtwirtschaftliche Energieeffizienz nur mehr um 0,8% bis 0,9% p.a. steigt und nicht um 1%.

Übersicht 1.6: Bruttoinlandsverbrauch, insgesamt in TJ, 2003 – 2020, Energieträger-Hauptgruppen

	2003	2005	2010 TJ	2015	2020
Kohle	171.514	170.089	173.277	184.595	209.430
Ölprodukte	593.261	603.695	607.788	613.209	616.176
Naturgas	319.481	349.470	401.608	436.861	492.560
Erneuerbare Energieträger	280.767	307.534	353.593	377.131	401.762
Elektrizität	20.209	9.595	9.564	31.257	38.489
Bruttoinlandsverbrauch insgesamt	1.385.232	1.440.384	1.545.830	1.643.053	1.758.416

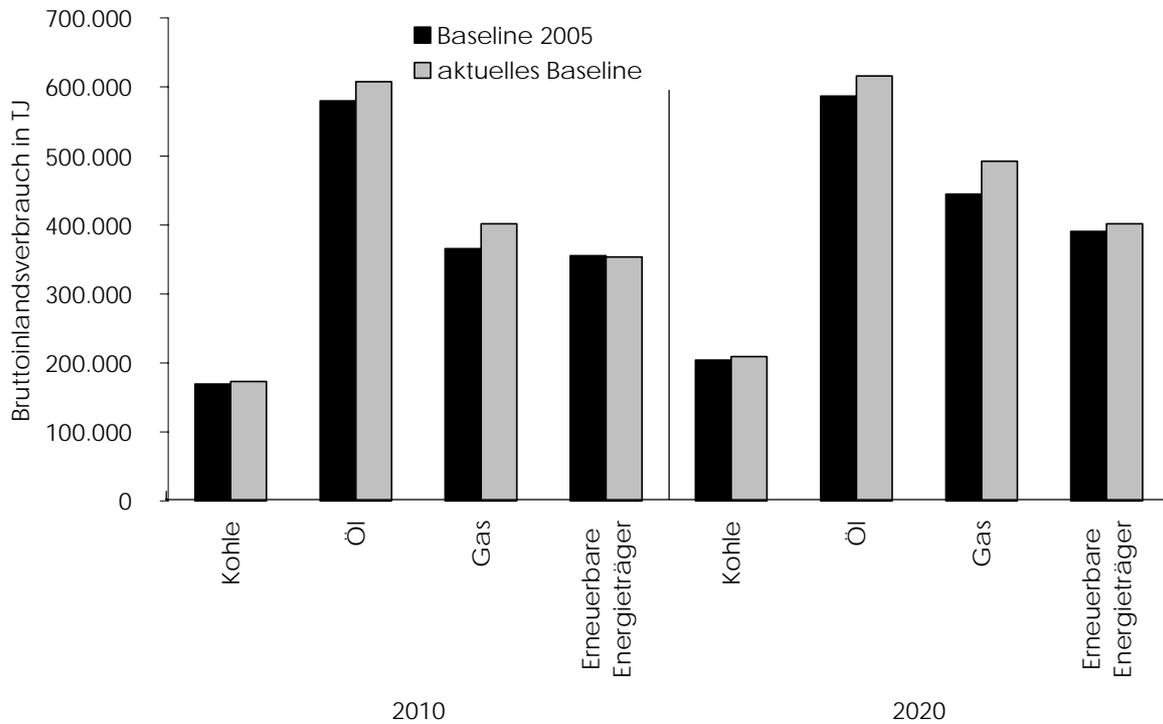
Q: WIFO-Berechnungen.

Übersicht 1.7: Bruttoinlandsverbrauch, insgesamt in TJ, 2003 – 2020, Energieträger-Hauptgruppen, WIFO- Energieszenarien (2005)

	2003	2005	2010 TJ	2015	2020
Kohle	165.510	163.444	169.242	181.663	204.194
Ölprodukte	599.523	584.043	579.932	583.725	586.753
Naturgas	319.491	335.811	365.458	398.702	444.801
Erneuerbare Energieträger	297.089	309.107	355.476	370.704	390.892
Elektrizität	20.209	11.490	9.564	31.257	38.489
Bruttoinlandsverbrauch insgesamt	1.401.822	1.403.894	1.479.672	1.566.050	1.665.129

Q: *Kratena – Wüger*, (2005).

Abbildung 1.4: Bruttoinlandsverbrauch 2020: "Baseline" 2005 und aktualisiertes "Baseline"



Übersicht 1.8: Bruttoinlandsverbrauch, insgesamt in TJ, 2003 – 2020, Energieträger-Hauptgruppen, Differenz zum "Baseline"-Szenario 2005

	2005	2010	2015	2020
	Differenz zum Baseline 2005 in TJ			
Kohle	+6.646	+4.035	+2.932	+5.235
Ölprodukte	+19.653	+27.856	+29.484	+29.423
Naturgas	+13.659	+36.150	+38.159	+47.759
Erneuerbare Energieträger	-1.573	-1.883	+6.427	+10.870
Elektrizität	-1.895	+0	+0	+0
Bruttoinlandsverbrauch insgesamt	+36.489	+66.157	+77.003	+93.287

Q: WIFO-Berechnungen.

Übersicht 1.9: Bruttoinlandsverbrauch, insgesamt, 2003 – 2020, Energieträger-Hauptgruppen

	2005 - 2010	2010 - 2020
	Durchschnittliche jährliche Veränderung in %	
Kohle	+0,4	+1,9
Ölprodukte	+0,1	+0,1
Naturgas	+2,8	+2,1
Erneuerbare Energieträger	+2,8	+1,3
Bruttoinlandsverbrauch insgesamt	+1,4	+1,3

Q: WIFO-Berechnungen.

Vergleicht man die Dynamik des gesamten Bruttoinlandsverbrauches und der erneuerbaren Energieträger in beiden "Baseline"-Szenarien, so wird deutlich, dass beides im aktualisierten Szenario höher ist. Die Unterschiede im Anteil der erneuerbaren Energieträger am Bruttoinlandsverbrauch in beiden Szenarien sind daher entsprechend gering und liegen bei rund 1%-Punkt. Bemerkenswert ist dabei, dass dieser Anteil schon 2010 erreicht wird und bis 2020 stagniert bzw. zurückgeht. Für die Politik bedeutet das, dass eine merkliche Steigerung dieses Anteils in der Periode 2010 bis 2020 mit erheblichen Anstrengungen verbunden sein wird.

Übersicht 1.10: Anteil erneuerbarer Energie am Bruttoinlandsverbrauch, 2010/2020: "Baseline" 2005 und aktualisiertes "Baseline"

	2010	2020
	in TJ	
Baseline aus 2005		
Bruttoinlandsverbrauch	1.479.672	1.665.129
Erneuerbare Energieträger	355.476	390.892
Anteil in %	24,02	23,48
Aktualisiertes Baseline		
Bruttoinlandsverbrauch	1.545.830	1.758.416
Erneuerbare Energieträger	353.593	401.762
Anteil in %	22,87	22,85

Q: WIFO Berechnungen.

In den WIFO-Energieszenarien (*Kratena – Wüger, 2005*) finden sich neben dem "Baseline"-Szenario auch Sensitivitätsanalysen bezüglich der Ölpreisentwicklung und ein alternatives "Effizienz"-Szenario. Im Prinzip können die dort gewonnenen Ergebnisse in Bezug auf die Abweichung vom "Baseline" auch auf das hier dargestellte aktualisierte "Baseline"-Szenario übertragen werden.

Für das "Effizienz"-Szenario bedeutet das, dass der Bruttoinlandsverbrauch in 2010 um 2,2% und in 2020 um 7% unter jenem des "Baseline"-Szenarios liegt. Für das "Effizienz"-Szenario (*Kratena – Wüger, 2005*) wurde angenommen, dass der Schwerpunkt der Maßnahmen in der Raumwärme und in den Anwendungen von Elektrizität im Dienstleistungsbereich und in den Haushalten liegt. Im Ergebnis führte das zu einer um durchschnittlich 0,5 Prozentpunkte p.a.

höheren Steigerungsrate der gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienz. Vom Verbrauchsrückgang gegenüber dem "Baseline"-Szenario waren v.a. Ölprodukte (Brennstoffe), Elektrizität und Fernwärme betroffen, dadurch kam es auch zu entsprechend hohen Rückgängen im Umwandlungseinsatz für die Strom- und Wärmeerzeugung. Da annahmegemäß die Erzeugung aus Wasserkraft und Windenergie davon nicht betroffen war, war der Einsatz von Biomasse in der Strom- und Wärmeerzeugung im gleichen Ausmaß negativ betroffen wie die gesamte kalorische Stromerzeugung. Dadurch kam es zu einem – wenngleich in geringerem Ausmaß als für den Gesamtverbrauch – Rückgang der erneuerbaren Energieträger im Vergleich zum "Baseline"-Szenario. Wendet man den Effekt des "Effizienz"-Szenarios auf das hier aktualisierte "Baseline"-Szenario an, dann erhält man 2010 einen Anteil der erneuerbaren Energie am Bruttoinlandsverbrauch von 23% und 2020 von 23,2%, also nur geringfügig höher. Das liegt am tendenziell negativen Effekt einer höheren Effizienz auch auf den Verbrauch mancher erneuerbarer Energieträger. Aus diesem Gesichtspunkt bietet sich für zukünftige Analysen ein kombiniertes Szenario aus Forcierung der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energieträger an.

Die Sensitivitätsanalyse bezüglich des Ölpreises in den WIFO-Energieszenarien (*Kratena – Wüger, 2005*) ging von einer Schwankungsbreite des Ölpreises von +/- 50% aus. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der letzte Datenpunkt für die Annahmen zum Ölpreis in den WIFO-Energieszenarien (*Kratena – Wüger, 2005*) das Jahr 2004 mit einem Ölpreis von 38 US \$/bbl (Brent) war. Für die Entwicklung bis 2020 wurde dann angenommen, dass der Ölpreis kurzfristig (bis 2007) zurückgeht und ab 2010 auf einem realen (US \$ 2000) Niveau von 35,5 US \$/bbl bleibt. Statt die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse in den WIFO-Energieszenarien (*Kratena – Wüger, 2005*) auf das hier aktualisierte "Baseline"-Szenario zu übertragen, wird im Folgenden ein eigenes Alternativszenario bezüglich des Rohölpreises gerechnet. Dieses Szenario "aktueller Ölpreis" geht von der bis dato bekannten Entwicklung des Rohölpreises für Brent bis 2007 aus und nimmt für die Periode danach an, dass der Preis real (in US \$ von 2008) auf einem Niveau von 80 US \$/bbl bleibt. Gleichzeitig wurde berücksichtigt, dass die Entwicklung des Dollar/€-Kurses ebenfalls bis 2007 anders verlaufen ist als in den WIFO-Energieszenarien (*Kratena – Wüger, 2005*) und dass der Dollar/€-Kurs nach 2007 jenem der neuesten mittelfristigen Weltwirtschaftsprognose des WIFO entspricht. Für die Periode ab 2008 entspricht ein weiterhin hoher Ölpreis implizit der Annahme, dass sich die Nachfragedynamik und Marktcharakteristik auf dem internationalen Rohölmarkt nicht verändern wird und es z.B. aufgrund von geopolitischen Krisen immer wieder zu Marktstörungen kommt. Aus dem neuesten World Energy Outlook von 2007 kann man für das Referenz-Szenario einen Rohölpreis für Brent¹⁾ im Jahr 2010 von (nominell) ca. 69 US \$/bbl ableiten und für 2015 von 74 US \$/bbl. Der hier angenommene Rohölpreis liegt somit um 5 bis 10 US \$/bbl darüber.

¹⁾ Der IEA World Energy Outlook gibt nur den IEA Importpreis für Rohöl an, der im Jahr 2006 um 3,34 US \$/bbl unter dem Preis für Brent lag. Für die Übertragung der Ergebnisse der IEA wurde hier angenommen, dass diese Differenz nach 2006 absolut konstant bleibt.

Übersicht 1.11: Rohölpreis (Brent) in US \$/bbl und Dollar/€-Kurs für das Szenario "aktueller Ölpreis"

	Rohölpreis Brent (US \$/bbl)	Dollar/Euro Kurs
2005	54,4	1,25
2006	65,1	1,26
2007	72,5	1,35
2008	80,0	1,40
2009	80,0	1,38
2010	80,0	1,37
2010-20	80,0	1,37

Q: WIFO-Berechnungen.

Setzt man diese Werte in das Modell PROMETEUS ein, dann erhält man Ergebnisse für die Volkswirtschaft und das österreichische Energiesystem, die hier nicht in voller Breite nochmals dargestellt werden (*Kratena – Würger, 2006*). Die entscheidende Fragestellung im Rahmen dieser Studie ist die nach der Sensitivität des Anteils der erneuerbaren Energieträger auf diese Veränderungen. Der primäre Effekt, der im Modell PROMETEUS von einer derartigen Erhöhung des Rohölpreises ausgeht, ist jener auf die Preise der anderen Energieträger. Dabei ergibt sich, dass der Preis für Ölprodukte und der Kohlepreis in etwa in gleichem Ausmaß von der Rohölpreissteigerung betroffen sind (+ 30% gegenüber dem "Baseline" in 2010 und + 24% in 2020). Nur etwa halb so stark wirkt die Rohölpreissteigerung auf den Gaspreis (+ 16% in 2010 und + 14% in 2020) und kaum auf den Strompreis (+ 2%). Diese Effekte ergeben sich aus Reaktionsparametern, die die Entwicklung in den Daten der Vergangenheit erklären und können in Zukunft anders ausfallen. Zuletzt war vor allem sichtbar, dass aufgrund der hohen Kohlenachfrage der Schwellenländer (v.a. China) die Verknüpfung zwischen dem internationalen Ölmarkt und dem Kohlemarkt stärker geworden ist und der Kohlepreis im letzten Jahr sogar prozentuell stärker gestiegen ist als der Rohölpreis.²⁾

Der höhere Rohölpreis bewirkt geringfügig negative gesamtwirtschaftliche Effekte auf BIP und Beschäftigung von ca. 0,1 bis 0,2% und einen Rückgang der Energienachfrage, wobei die einzelnen Sektoren und Energieträger unterschiedlich betroffen sind. In der Industrie beträgt der Rückgang der Energienachfrage gegenüber dem "Baseline" in 2020 fast 6%, im Haushaltssektor 0,8% und im Dienstleistungssektor nur 0,2%. Der energetische Endverbrauch ist insgesamt um ca. 4% niedriger, wovon Braunkohle, Treibstoffe und andere Ölprodukte am stärksten betroffen sind, der Verbrauch von Biomasse und Fernwärme wird gesteigert, der Stromverbrauch gedämpft. Dadurch kommt es auch zu einem Rückgang der kalorischen Stromerzeugung und in Bezug auf den Biomasse-Einsatz in der Strom- und Wärmeerzeugung wirken ein durch die Energiepreissteigerungen ausgelöster Substitutionseffekt zu Biomasse und ein Mengeneffekt einer geringeren Stromproduktion zusammen. Dadurch ist der gesamte Umwandlungseinsatz in der öffentlichen Stromerzeugung in 2020 um 2,5% geringer, während jener von Biomasse um 6% höher ist.

²⁾ Allerdings würde eine derartige Veränderung in der Verknüpfung der Märkte und Übertragung von Preisen auch das "Baseline"-Szenario betreffen.

Der Bruttoinlandsverbrauch für Energie insgesamt wird etwas gedämpft, v.a. in der Periode bis 2010 (Übersichten 1.12 bis 1.14). Davon sind in erster Linie Ölprodukte betroffen, während der Bruttoinlandsverbrauch für erneuerbare Energieträger ca. um 1,5% höher liegt als im aktualisierten "Baseline". Der Einfluss auf den Anteil der erneuerbaren Energieträger ergibt sich aus dem Zusammenspiel dieser beiden Wirkungen (Übersicht 1.15) und macht sowohl 2010 als auch 2020 ca. 1,3 Prozentpunkte aus.

Übersicht 1.12: Bruttoinlandsverbrauch, insgesamt in TJ, 2003 – 2020, Energieträger-Hauptgruppen, Szenario "aktueller Ölpreis"

	2003	2005	2010 in TJ	2015	2020
Bruttoinlandsverbrauch insgesamt	1.385.232	1.426.463	1.484.441	1.580.246	1.672.988
Kohle	171.514	169.079	166.915	178.546	199.135
Öl	593.261	594.721	568.595	571.509	567.614
Gas	319.481	344.328	380.542	416.268	463.941
Erneuerbare	280.767	308.739	358.824	382.666	403.809
Elektrizität	20.209	9.595	9.564	31.257	38.489

Q: WIFO-Berechnungen.

Übersicht 1.13: Bruttoinlandsverbrauch, insgesamt in TJ, 2003 – 2020, Energieträger-Hauptgruppen, Szenario "aktueller Ölpreis" (Differenz zum aktualisierten "Baseline"-Szenario in %)

	2005	2010	2015	2020
	Differenz in %			
Bruttoinlandsverbrauch insgesamt	-1,0	-4,0	-3,8	-4,9
Kohle	-0,6	-3,7	-3,3	-4,9
Öl	-1,5	-6,4	-6,8	-7,9
Gas	-1,5	-5,2	-4,7	-5,8
Erneuerbare	0,4	1,5	1,5	0,5
Elektrizität	0,0	0,0	0,0	0,0

Q: WIFO-Berechnungen.

Übersicht 1.14: Bruttoinlandsverbrauch, insgesamt, 2003 – 2020, Energieträger-Hauptgruppen, Szenario "aktueller Ölpreis"

	2005-2010	2010-2020
	Durchschnittliche jährliche Veränderung in %	
Bruttoinlandsverbrauch insgesamt	0,8	1,2
Kohle	-0,3	1,8
Öl	-0,9	0,0
Gas	2,0	2,0
Erneuerbare	3,1	1,2
Elektrizität	-0,1	14,9

Q: WIFO-Berechnungen.

Übersicht 1.15: Anteil erneuerbarer Energie am Bruttoinlandsverbrauch, 2010/2020: aktualisiertes "Baseline" und Szenario "aktueller Ölpreis"

	2010	2020
	in TJ	
Aktualisiertes Baseline		
Bruttoinlandsverbrauch	1.545.830	1.758.416
Erneuerbare Energieträger	353.593	401.762
Anteil in %	22,87	22,85
Aktueller Ölpreis		
Bruttoinlandsverbrauch	1.484.441	1.672.988
Erneuerbare Energieträger	358.824	403.809
Anteil in %	24,17	24,14

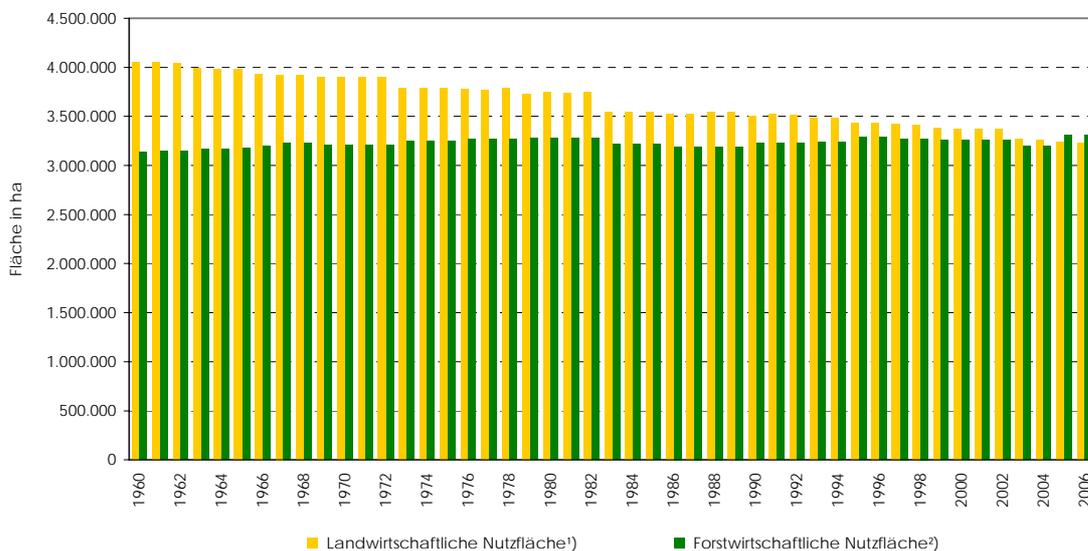
Q: WIFO-Berechnungen.

2 Das ökonomisches Potential der Biomasseproduktion in Österreich

2.1 Biomasseproduktion und Flächenentwicklung im Überblick

Die Produktion von Biomasse findet auf landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Flächen statt. Das technische und somit ökonomische Potential steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der zur Produktion verfügbaren Fläche. In den letzten dreißig Jahren hat sich vor allem aufgrund der Siedlungsentwicklung und der Ausweitung der Flächen für die Verkehrsinfrastruktur die Basis zur Biomasseproduktion deutlich verringert (siehe Abbildung 2.1)

Abbildung 2.1: Entwicklung der forstwirtschaftlichen (FN) und landwirtschaftlichen (LN) Nutzfläche in Österreich



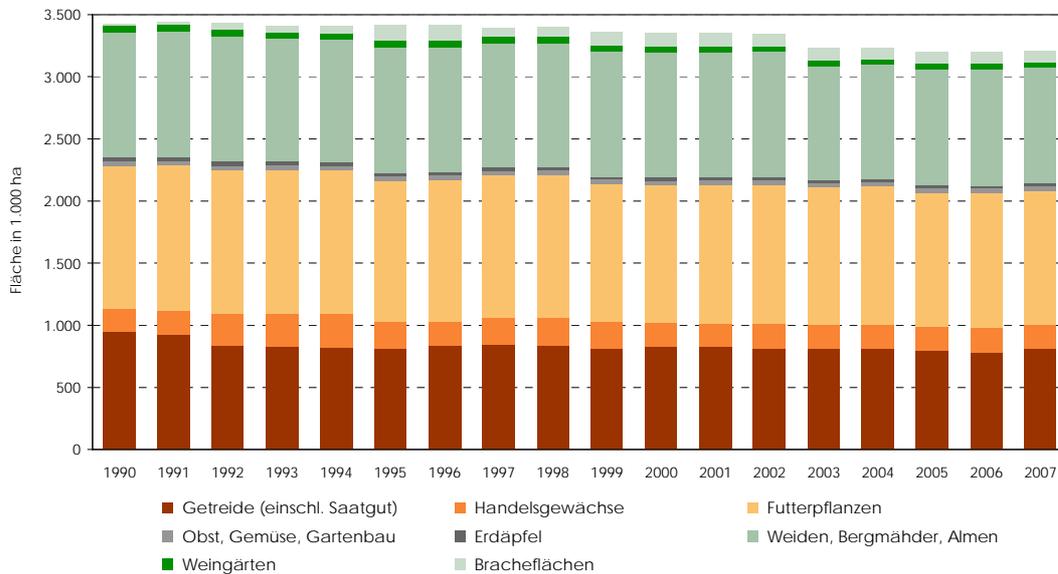
Q: Statistik Austria. 1) Landwirtschaftlich genutzte Fläche bis 1994 inklusive und ab 1995 ohne Energieholzflächen und Christbaumkulturen sowie ab 1995 auch ohne nicht mehr genutztem Grünland; -²⁾ Forstwirtschaftlich genutzte Fläche inklusive Forstgärten und bis 1994 ohne Christbaumkulturen und Energieholzflächen.

Im Jahr 2006 sind etwa 1.870 km² von Österreich versiegelt, die Summe aus Bau- und Verkehrsflächen beträgt etwa 4.280 km². In relativen Zahlen umfasst die versiegelte Fläche Österreichs zwar nur 2,2% des Staatsgebietes, auf Grund der topographischen Bedingungen ist die Ressource Boden jedoch nur sehr eingeschränkt für Siedlungs- und Verkehrstätigkeit nutzbar. Lediglich 37% der Gesamtfläche Österreichs stehen als Dauersiedlungsraum für die Nutzungen Landwirtschaft, Siedlung und Verkehr zur Verfügung. Bezogen auf den Dauersiedlungsraum nehmen die versiegelten Flächen knapp 6% ein, mit ungebrochen steigender Tendenz. Es ist nicht absehbar, dass sich dieser Trend umkehrt. In der österreichischen Nachhaltigkeitsstrategie wird ein Wert der Flächenversiegelung von einem Hektar pro Tag für ganz Österreich angestrebt (Statistik Austria, 2007a). Dem steht für das Jahr 2006 eine Zuwachsrate von etwa fünf Hektar pro Tag im Vergleich zum Vorjahr gegenüber.

Die Ausdehnung von Siedlungs- und Infrastrukturf lächen ist nur eine Komponente der Verringerung der Fläche zur Produktion von Biomasse. Durch die Ausdehnung der Flächen, die für

Naturschutzzwecke verwendet werden, wird die Nutzung zur Biomasseproduktion darauf stark verringert oder überhaupt unterbunden.

Abbildung 2.2: Entwicklung der Flächennutzung in der Österreichischen Landwirtschaft



Q: Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

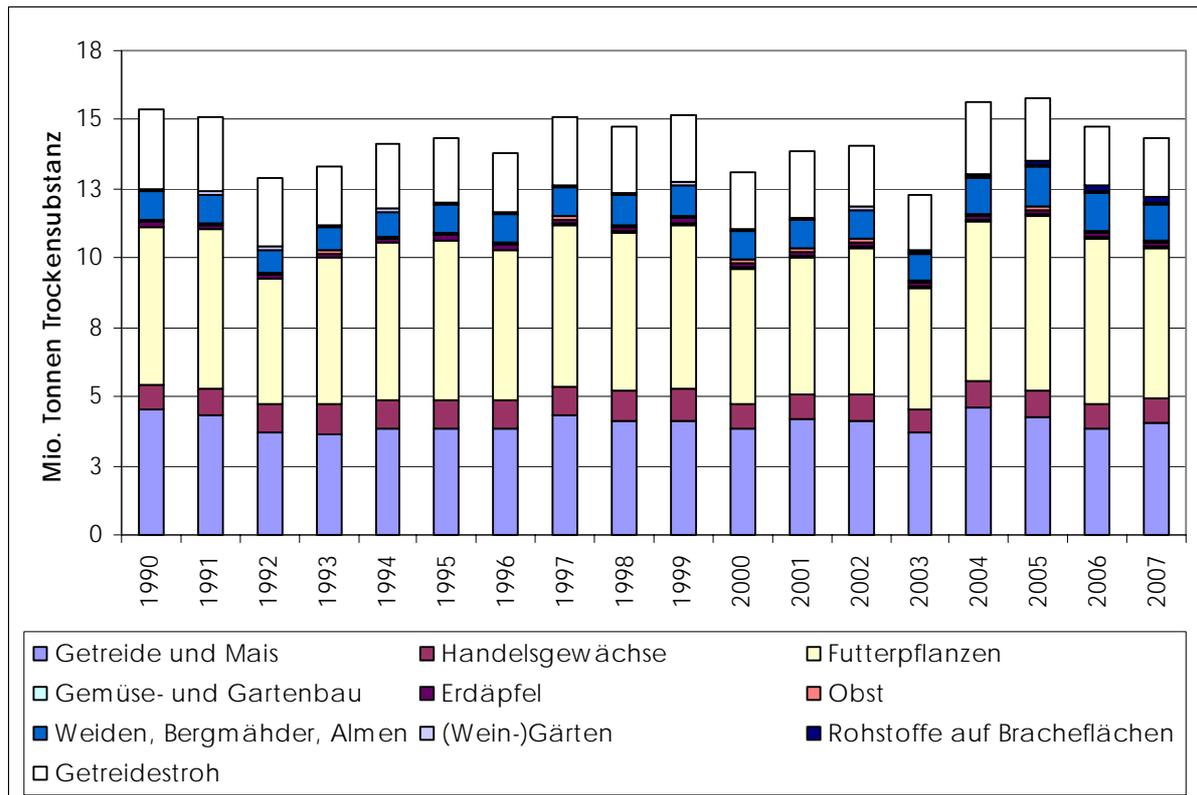
Zwei weitere Entwicklungen verändern das Produktionspotential. Die landwirtschaftliche Fläche wird kontinuierlich zugunsten der Waldfläche verringert. Dabei handelt es sich um einen kaum mehr rückgängig machbaren Prozess, da das Forstgesetz nur unter schwierig zu erfüllenden Auflagen die Umwandlung von Wald in landwirtschaftliche Nutzungen gestattet. Aus Sicht des Produktionspotentials für Biomasse ist dies nicht unbedingt mit Nachteilen verbunden. Die Produktion von Holz auf Standorten, die für die landwirtschaftliche Nutzung nur ungenügend geeignet sind, kann durchaus zu einer Steigerung des Biomasseaufkommens beitragen. Eine weitere langfristige Entwicklung ist die zunehmende Aufgabe von Ackerflächen in Grünlandgebieten. Dies bedeutet aber nicht unbedingt, dass der Biomasseertrag abnimmt, die Möglichkeit der Nutzung der Ernteprodukte von Grünland ist jedoch verglichen mit jener von Ackerkulturen deutlich eingeschränkt.

Zusammenfassend zeigt die Entwicklung der Flächen im Aggregat, dass der Wald in den letzten Dekaden leicht zugenommen hat und die landwirtschaftliche Nutzfläche verringert wurde. Für das Produktionspotential von Biomasse hat dies dann Vorteile, wenn extensives Grünland durch Wald ersetzt wird. Während im Gras bzw. Heu der Kohlenstoff nur ein Jahr gebunden wird, wird er in Bäumen festgelegt und kann somit gespeichert werden.

Im Zeitraum von 1990 bis 2007 verringerte sich die Agrarfläche (einschließlich Brachefflächen) von knapp 3,5 auf 3,2 Mio. Hektar, also eine Abnahme um fast 10% (Abbildung 2.2). Fasst man die Flächen für Getreide (einschließlich Mais), Handelsgewächse (darunter Raps und Zuckerrübe) und Kartoffeln zusammen, so veränderte sich die Fläche dieser Kulturen im selben Zeitraum von knapp 1,2 auf 0,9 Mio. Hektar. Auf diesen Flächen wird die meiste Biomasse

akkumuliert, die Produktivität gemessen an Trockenmasse ist auf diesen Flächen am höchsten. Gemessen an der Wertschöpfung, sind die Wein-, Obst-, und Gemüseflächen am produktivsten. Die Entwicklung der landwirtschaftlichen Flächen zeigt, dass sich das Produktionspotential für Biomasse ziemlich rasch verringert hat.

Abbildung 2.3: Entwicklung der Produktion der österreichischen Landwirtschaft (nach Abzug von Verlusten in Werbung, Lagerung und Verfütterung) in Tonnen Trockenmasse



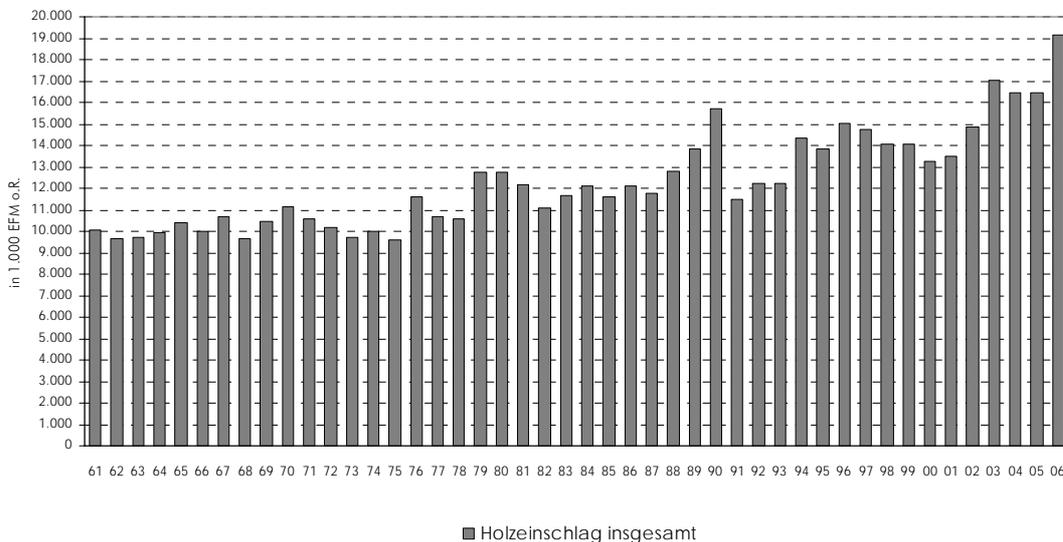
Q: Buchgraber et al., 2003; DLG Futterwerttabelle; Resch et al. 2006; WIFO-Berechnungen. Hinweise: Stroh ist ein Nebenprodukt der Getreideerzeugung (ohne Mais); es wurde ein einheitliche Korn zu Stroh-Verhältnis von 1 zu 0,9 unterstellt. Verlustfaktoren gemäß Buchgraber et al., 2003 (Futterwirtschaft) und Statistik Austria (Versorgungsbilanzen).

Der physische Ertrag (gemessen in geernteter Trockenmasse) ist im selben Zeitraum jedoch annähernd konstant geblieben. Dies war nur möglich, da der Trockenmasseertrag durchwegs gesteigert werden konnte. Die Steigerungen der Erträge je Hektar fanden gleichermaßen im Marktfruchtbau (Getreide, Zuckerrüben, Kartoffeln) wie auch im Futterbau (vor allem Silomais) statt. In Abbildung 2.3 wird diese Entwicklung zusammenfassend dargestellt. Es ist deutlich, dass die jährlichen Ertragschwankungen (Missernten in den Jahren 2002 und 1992, Rekordernten 2004 und 2005) die beiden oben gezeichneten Entwicklungen von Flächenveränderung und Ertragssteigerung überlagern.

Die Zusammenstellung in Abbildung 2.3 zeigt, dass der überwiegende Teil der Biomasse in Form von Futterpflanzen vorliegt. Dabei handelt es sich um Produkte, die nur beschränkt am Markt gehandelt werden und überwiegend am landwirtschaftlichen Betrieb verwertet werden. Aus der Gegenüberstellung der gemessenen physischen Erträge und der Zuwachsleis-

tung von Nutztieren und der Milchproduktion können Rückschlüsse über die betriebliche Verwertung gezogen werden. Dabei zeigt sich, dass bei weitem nicht das ganze Erntevolumen auch tatsächlich verwertet werden kann. Durch Verluste im Zuge der Werbung, der Lagerung und der Verfütterung geht eine beträchtliche Menge an Biomasse verloren und steht somit nicht zur Verfügung. Für die Auswertung wurden fixe Verlustkoeffizienten über den gesamten Zeitraum angesetzt, die den Ergebnissen der Untersuchung von *Buchgraber et al.*, (2003) entsprechen. In Abbildung 2.3 ist auch das Getreidestroh (ohne Maisstroh) ausgewiesen, das derzeit nur teilweise stofflich verwertet wird (z.B. als Einstreu). Der überwiegende Teil wird (zum Aufbau der organischen Substanz) nach der Ernte wieder den Böden zugeführt. Das Stroh stellt prinzipiell eine mögliche künftige Quelle von Biomasse dar (in den Berechnungen wurde ein einheitliches Korn : Stroh-Verhältnis von 1 : 0,9 unterstellt).

Abbildung 2.4: Entwicklung der Produktion von Holz in Österreich



Q: BMLFUW, WIFO-Datenbank.

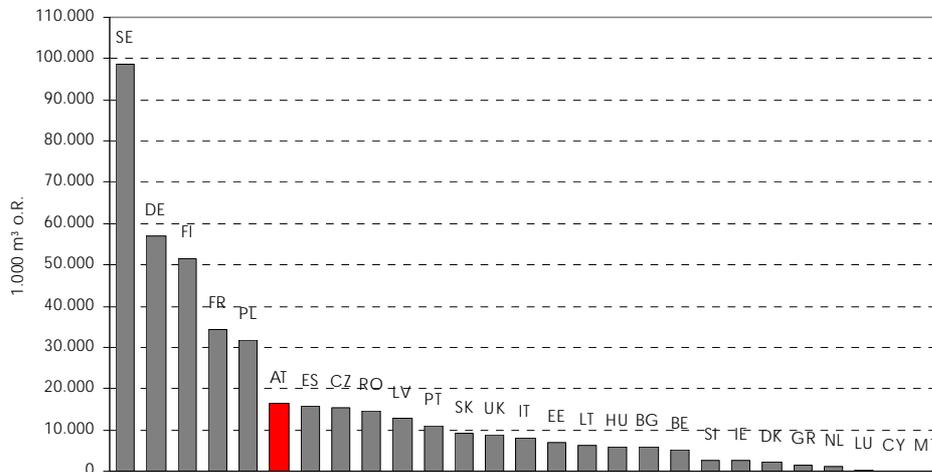
Die in Abbildung 2.3 vorgestellte Übersicht zur Produktion von Trockenmasse auf landwirtschaftlichen Böden kann dazu verwendet werden, eine energetische Bewertung der beobachteten Biomasseproduktion vorzunehmen. Trifft man die Annahme, dass pro kg wasserfreie Biomasse etwa 17,5 MJ Energie (Hu)³ verfügbar sind, so beläuft sich das landwirtschaftliche Produktionsvolumen auf etwa 220 bis 270 PJ je Jahr in Abhängigkeit von den witterungsbedingten Schwankungen. Diese Größenordnung dient lediglich zur Orientierung über das prinzipiell verfügbare Potential (der Bruttoinlandsverbrauch der österreichischen Volkswirtschaft betrug 1.442 PJ im Jahr 2006). Eine Berücksichtigung weiterer potentieller pflanzlicher Energieträger (z.B. Maisstroh, Rübenblätter, Stroh von Sonnenblumen und Raps) oder die Ausdehnung der Produktion von Pflanzen mit höherem Energieertrag je Hektar (z.B. Kurzumtriebspappeln statt Heu zur Fütterung) oder die Verringerung von Ernte- und Lagerverlusten

³) Hu: unterer Heizwert

könnte zu einer Erhöhung des Potentials beitragen. Auf der anderen Seite muss berücksichtigt werden, dass im Zuge der Bereitstellungs- und Umwandlungsprozesse nur ein Teil der Bruttoenergie tatsächlich als Endenergie genutzt werden kann.

Für die in weiterer Folge angestellten Berechnungen wurde unterstellt, dass in den kommenden Jahren der Trend anhält zu dem Flächen aus der Agrarproduktion ausscheiden. Weiters wird unterstellt, dass die technische Entwicklung in der Landwirtschaft weiterhin aufrechterhalten wird und Leistungssteigerungen erzielt werden können. Die beiden Entwicklungen halten sich annähernd die Waage. In einem auf Steigerung der Biomasseproduktion ausgerichteten Produktionsumfeld ist ein verstärkter Anreiz zur Umwandlung von landwirtschaftlichen Flächen in Forstflächen zu erwarten.

Abbildung 2.5: Produktion von Holz in der EU im Jahr 2005



Q: Eurostat, NewCronos Datenbank.

Während das Volumen der Agrarproduktion innerhalb der beiden letzten Dekaden annähernd gleich geblieben ist, wurde die Produktion von Holz in Österreich signifikant ausgedehnt. Dies ist am deutlichsten an der Entwicklung der Holzeinschlagsmeldungen sichtbar (Abbildung 2.4). In den letzten Jahren wurden zwischen 16 und 19 Mio. Erntefestmeter ohne Rinde (EFM o.R.) geerntet. Wie in der Landwirtschaft, sind auch in der Forstwirtschaft meteorologische Bedingungen für das Angebot mitverantwortlich (die Aufarbeitung von Schadholz nach Sturmschäden führt zu einer vorübergehenden Ausdehnung der Marktleistung). Basierend auf den Holzeinschlagsmeldungen kann von einem Volumen von Energieholz von 4,1 Mio. Fm m.R. gerechnet werden und die energetische Verwendung von Holz im Gesamtausmaß von etwa 14 Mio. FM speist sich auch durch Nebenprodukte der Holzindustrie und aus sonstigem Aufkommen (Kranzl, 2007). Gemäß der österreichischen Energiebilanz wurden in den letzten Jahren zwischen 4,1 und 4,3 Mio. Tonnen inländisches Brennholz energetisch verwertet, was einer Erzeugung von 58 bis 62 PJ Rohenergie entspricht (vgl. Statistik Austria, 2007b).

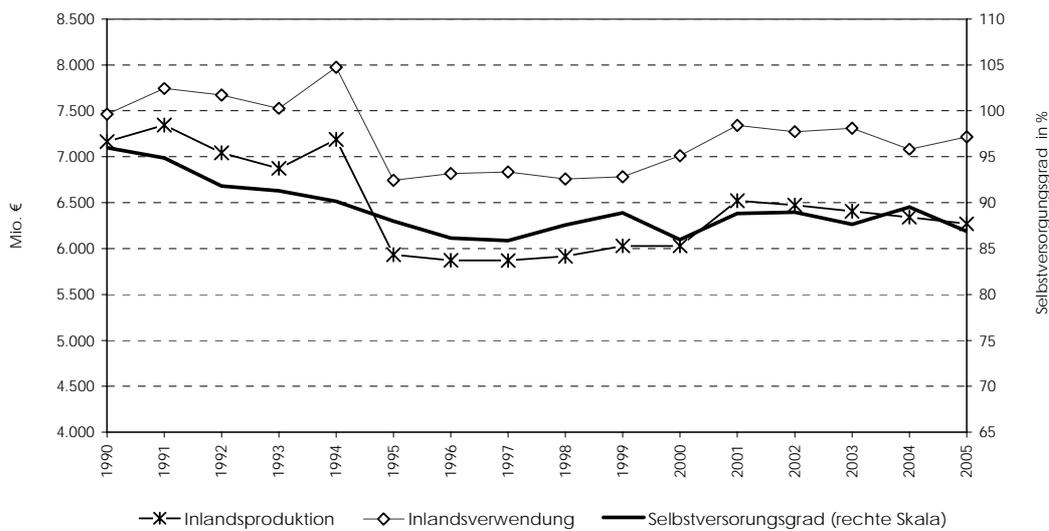
Im internationalen Vergleich der EU-Länder steht die Holzproduktion in Österreich an der sechsten Stelle, die Bedeutung der österreichischen Holzproduktion für den Binnenmarkt ist daher weit größer als für Agrarmärkte, auf denen lediglich 1% bis 2% des gesamten Volumens aus Österreich stammen.

2.2 Agrargüter und Lebensmittel auf Basis der Versorgungsbilanzen

Die Versorgungsbilanzen geben Aufschluss darüber, in welchem Umfang die inländische Produktion den Verbrauch der Wohnbevölkerung deckt bzw. übersteigt. Damit ist es möglich, die im vorigen Abschnitt vorgestellte Produktion mit der Nachfrage in Beziehung zu setzen. In den Versorgungsbilanzen werden Exporte und Importe der einzelnen Produktkategorien gegen gerechnet. Es ist möglich, die Versorgungsbilanzen in physischen Größen zu interpretieren (Produktion in Tonnen und Verbrauch in Tonnen) oder auch monetär.

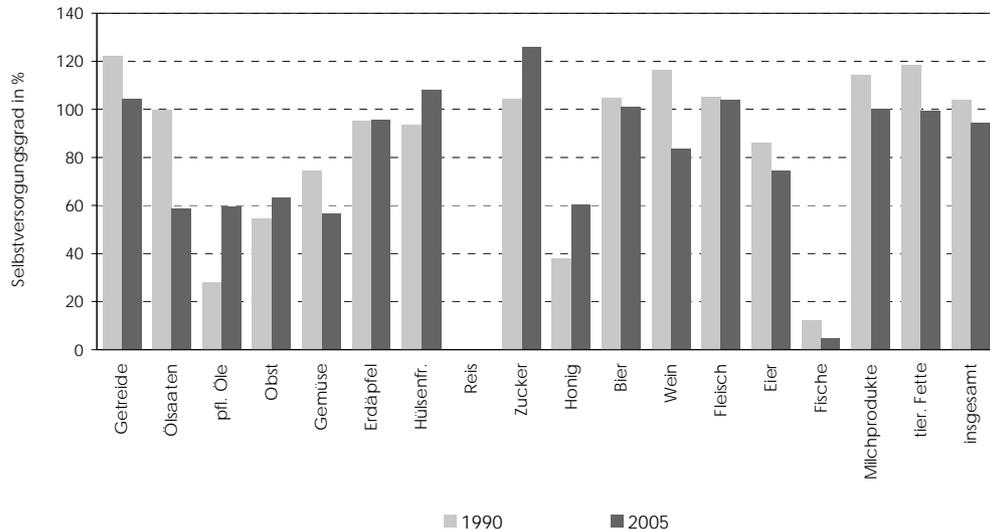
In Abbildung 2.6 werden Nahrungsmittelversorgung und -verbrauch in Österreich im Zeitablauf dargestellt (zur Methode siehe *Sinabell, 2005*). Die Gegenüberstellung zeigt, dass der Selbstversorgungsgrad – monetär betrachtet – seit den 1990er Jahren abgenommen hat.

Abbildung 2.6: Selbstversorgungsgrad mit Nahrungsmittel (monetäre Bewertung)



Q: Statistik Austria, WIFO-Berechnungen. Monetäre Bewertung mittels Erlöspreisen aus dem Verkauf an andere Wirtschaftsbereiche bzw. Export-Unit-Values.

Abbildung 2.7: Selbstversorgungsgrad mit Nahrungsmittel (physische Bewertung)



Q: Statistik Austria.

Diese Entwicklung ist auf drei Faktoren zurückzuführen:

- Durch den EU-Beitritt wurde das Niveau der Erzeugerpreise im Inland deutlich gesenkt, während die Preise von Importgütern (Kaffee, Bananen, usw.) sich kaum änderten, dieser Preiseffekt findet daher in der Bilanz seinen Niederschlag.
- Von Statistik Austria wird die physische Sicht der Versorgungsbilanz jährlich publiziert und es wird die verzehrte bzw. in der Industrie eingesetzte Menge der Versorgung gegenübergestellt. Abgesehen von Zucker, Pflanzlichen Ölen, Obst und Hülsenfrüchten sank über alle Produktkategorien hinweg der Grad der Selbstversorgung oder er stagnierte (Abbildung 2.7).
- In den Versorgungsbilanzen wird der Nahrungsverbrauch pro Kopf in den verschiedenen Nahrungskategorien ausgewiesen. Die Beobachtung zeigt eine Zunahme der pro-Kopf-Verbräuche. Da auch die Bevölkerung wächst, ergibt sich ein zunehmender Verbrauch. Der Verbrauch von Agrargütern für industrielle Zwecke gemäß Versorgungsbilanz hat sich im selben Zeitraum anteilmäßig nur wenig verändert.

Übersicht 2.1: Anteil der industriellen Verwertung von Agrargütern am inländischen Aufkommen

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Anteil in %											
Getreide insgesamt	12,3	11,3	12,4	11,0	13,0	13,8	18,3	17,0	17,0	18,6	12,5	13,3
Ölsaaten insgesamt	54,2	64,0	103,5	73,9	118,3	88,7	132,8	116,5	111,7	137,2	131,5	132,8
Pflanzliche Öle ¹⁾	45,7	43,5	60,3	76,6	34,4	29,6	29,0	19,0	22,3	31,1	35,5	48,8
Obst	47,4	42,8	47,5	45,3	30,5	38,0	37,4	34,4	32,1	32,6	32,6	32,7
Gemüse	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kartoffeln ²⁾	25,2	22,8	34,5	36,8	37,1	32,2	31,9	30,5	28,2	23,8	21,9	28,9
Hülsenfrüchte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reis	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
Zucker ³⁾	2,4	1,5	1,4	2,9	5,5	7,2	3,6	3,7	2,6	11,1	4,6	12,3
Honig	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bier	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wein	1,5	4,1	1,4	1,4	1,3	2,1	1,4	1,7	1,5	1,9	2,0	2,1
Fleisch insgesamt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eier	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fische	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rohmilch	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Milchprodukte (VMÄ)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Konsummilch	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Obers und Rahm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Butter	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Käse, Schmelzkäse	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Milchpulver	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
tierische Fette ¹⁾	33,4	34,5	42,2	29,0	36,1	35,3	47,3	38,9	32,3	31,0	37,4	36,2
Insgesamt	5,3	5,7	6,1	5,9	6,1	6,4	7,5	6,9	6,5	6,8	6,2	6,8

Q: Statistik Austria, WIFO-Berechnungen. Anmerkung: Für pflanzliche Produkte gelten Wirtschaftsjahre, z.B. 2005 entspricht dem Wirtschaftsjahr 2005/2006; -¹⁾ In Reinfett; -²⁾ Inklusive Kartoffelstärke; -³⁾ Weißzuckerwert.

2.3 Physische Produktionspotentiale in der Land- und Forstwirtschaft

Die Gegenüberstellung von Produktionspotential und Verbrauch zeigt, dass in den vergangenen beiden Dekaden mehrere Entwicklungen stattgefunden haben:

- Reduktion der Agrarflächen bei gleichzeitiger Zunahme der Bracheflächen und Ausdehnung der Waldfläche;
- Steigerung der Flächenproduktivität in der Landwirtschaft;
- Zunahme des Verbrauchs von Lebensmitteln für Nahrungszwecke;

Die Folge davon ist, dass sich in Österreich der Grad der Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln verringert hat. Um agrarische Rohstoffe für die vermehrte stoffliche und energetische Verwertung verfügbar zu machen, sind mehrere Ansatzpunkte möglich:

- Mobilisierung von Flächen;
- Steigerung der Flächenproduktivität;
- Nutzung bisher nicht genutzter Biomasse;
- Verringerung der (Ernte-, Lager-, Fütterungs-) Verluste;
- Verringerung des Verbrauchs von Nahrungsmitteln;
- Umlenkung der bisherigen stofflichen und industriell genutzten Biomasse;
- vermehrter Import von Biomasse für die stoffliche und energetische Nutzung, bzw. vermehrter Import von Nahrungsmitteln.

Eine aktuelle Untersuchung zur möglichen Ausdehnung der Flächen für die Produktion von Biomasse durch die Landwirtschaft wurde in *Brainbows* (2007) vorgelegt. Je nach Szenario können im Jahr 2020 Flächen im Umfang von 200.900 bis 455.700 Hektar mobilisiert werden. In diesen Szenarien ist berücksichtigt, dass aufgrund der hohen Kosten die Ausdehnung von Grünlandflächen nur sehr schwer möglich ist. Weiters wurde berücksichtigt, dass die landwirtschaftliche Fläche insgesamt abnehmen dürfte. Verglichen mit dem Ausmaß der derzeit genutzten Flächen, sind die Potentiale beträchtlich.

Übersicht 2.3: FlächenPotentiale in drei Szenarien der stofflich-energetischen Nutzung von Biomasse in Österreich

	Referenzszenario	Umweltszenario	Biomasseszenario
Nutzung von Stillgelegflächen	2010 30.000ha bis 40.000ha 2020 bis 50.000ha	16.000ha bis 26.000ha bis 22.000 ha	40.000ha bis 50.000ha bis 60.000ha
Export Überschuss & Verdrängung von Kulturen	2010 60.000ha bis 90.000ha 2020 bis 100.000ha	40.000ha bis 70.000ha bis 75.000ha	90.000ha bis 120.000ha bis 140.000ha
Nutzung von Grünlandflächen	2010 5.000ha bis 10.000ha 2020 bis 40.000ha	4.000ha bis 7.000ha bis 30.000ha	6.000ha bis 12.000ha bis 50.000ha
Verdrängung anderer Kulturen	2010 0ha 2020 0ha	minus 10.000ha minus 15.000ha	0ha 0ha
Sinkender Futtermittelbedarf	2010 10.000ha bis 15.000ha 2020 25.000ha	10.000ha bis 15.000ha bis 25.000ha	10.000ha bis 15.000ha bis 25.000ha
Züchterischer Fortschritt	2010 5.000ha bis 10.000ha 2020 bis 15.000ha	5.000ha bis 10.000ha bis 15.000ha	6.000ha bis 11.000ha bis 17.000ha
Verwendung ungenutzter Potenziale (Stroh, Nebenprodukte aus der LW, keine Abfälle aus der Produktion)	2010 0ha 2020 50.000ha	0ha 25.000ha	25.000ha 100.000ha
Verstärkte Produktionsorientierung	2010 15.000ha bis 20.000ha 2020 30.000ha bis 18.000ha	10.000ha bis 15.000ha 43.000ha	25.000ha bis 30.000ha
Nutzung von Zwischenfrüchten	2010 10.000ha bis 15.000ha 2020 bis 20.000ha	5.000ha bis 8.000ha 10.000ha bis 30.000ha	13.000ha bis 19.000ha
Potenzial gesamt	2010 135.000ha bis 200.000ha 2020 bis 330.000ha	80.000ha bis 141.000ha bis 205.000ha	215.000ha bis 282.000ha bis 465.000ha
Flächenversiegelung			
2010 (1% weniger Fläche)	133.650ha bis 198.000ha	79.200ha bis 139.590ha	212.850ha bis 279.180ha
2020 (2% weniger Fläche)	bis 323.400ha	bis 200.900 ha	bis 455.700ha

Q: Brainbows (2007), Tabelle 10.

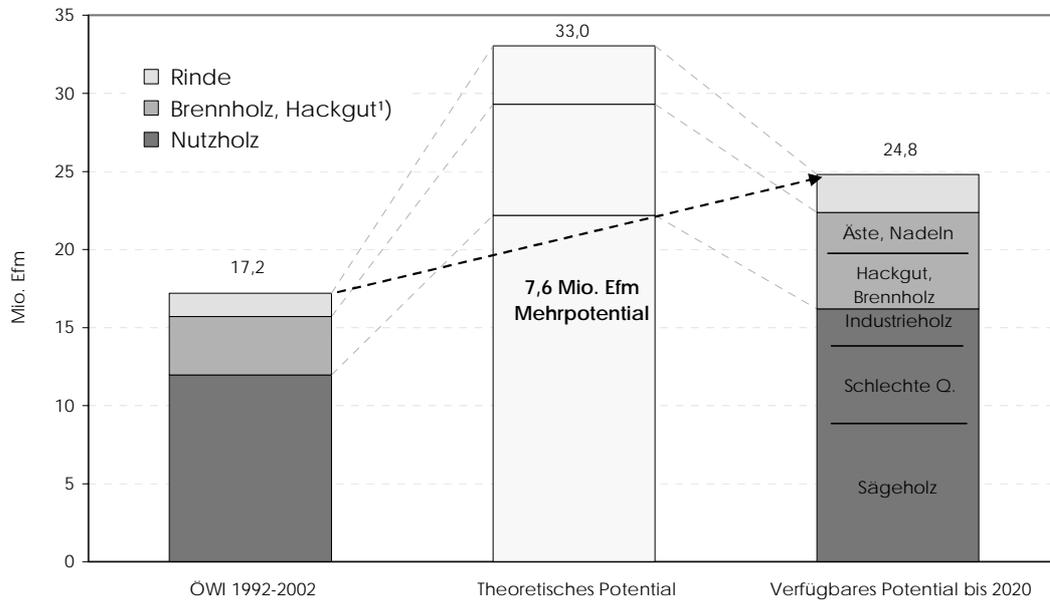
Werden neben der vermehrten Nutzung der Flächen für die Produktion von Biomasse zu energetischen Zwecken auch die Potentiale bisher nicht genutzter Biomasse (z.B. Stroh) mobilisiert oder die Verluste verringert (z.B. energetische Nutzung von Schlachtabfällen) so können

gemäß Schätzungen der Task-Force "Potential Landwirtschaft" 80 PJ an Energie aus der Landwirtschaft bis zum Jahr 2020 verfügbar gemacht werden (*BMLFUW*, 2007). Der Anteil der Energieträger für den Transport (also Dieselerstattreibstoff auf Pflanzenbasis und Ethanol aus Getreide) beträgt etwa ein Viertel (19 PJ), der überwiegende Rest des Potentials stammt von Energiepflanzen (40 PJ) und Stroh (17,5 PJ), von dem angenommen wird, dass es zu einem Viertel der Produktion thermisch verwertet werden kann.

Die physischen Potentiale betreffend (zusätzliche) Fläche und darauf produzierbarer Biomasse ergeben die Obergrenze dessen, was unter ökonomischen Gesichtspunkten erzielbar ist. Zu den Faktoren, die dazu führen, dass dieses Potential nicht zur Gänze genutzt wird zählen:

- Kosten der Ernte und Logistik: die Vermeidung von Verlusten, die Sammlung, die Verarbeitung und die Verwertung von Reststoffen wie Stroh ist mit Kosten verbunden, die prohibitiv hoch sein können, da in der Regel die Energiedichte sehr gering ist.
- Das Erntegut liegt in der Regel in feuchter Form vor und kann nur in trockenem Zustand verarbeitet oder gelagert werden, es ist also Energie nötig, den Wasseranteil zu beseitigen.
- Die Zeitpunkte von Ernte der Biomasse und des Verbrauchs sind in der Regel unterschiedlich – der höchste Bedarf für thermische Energie ist im Winter, pflanzliche Energieträger müssen daher bis dahin gelagert werden, wobei Lagerverluste auftreten.
- Die Produktion von Biomasse steht im Wettbewerb mit alternativen Produktionszweigen in der Landwirtschaft. Das Angebot hängt von den Produktionskosten und den Produkterlösen ab. Nur bei ausreichend hohen Deckungsbeiträgen und guten Aussichten auf eine ausreichende Verzinsung der getätigten Investitionen lohnt sich für Unternehmer der Einstieg in die Produktion von Biomasse für energetische Zwecke.

Abbildung 2.8: Nachhaltiges verfügbares Potential von Holz in Österreich (jährliche Erntemenge in Mio. Efm)



Q: Schadauer – Neumann (2007), aiz (2007).

Für die forstwirtschaftliche Produktion liegen ebenfalls Potentialeinschätzungen vor. Erste Ergebnisse einer umfassenden Studie des Bundesamts für Wald (Schadauer – Neumann, 2007) legen nahe, dass fast 25 Mio. EFM Holz in Österreich im Jahr 2020 in nachhaltiger Weise genutzt werden können. Damit wird das "theoretisch" denkbare Potential bei weitem nicht ausgenutzt (vgl. Abbildung 2.8). Verglichen mit dem in den letzten beiden Waldinventuren festgestellten Produktionsniveau ist diesen Ergebnissen zu Folge eine starke Ausweitung des Produktionsvolumens möglich. Verglichen mit den in den letzten Jahren beobachteten Steigerungen des Holzeinschlags gemäß Holzeinschlagsmeldungen entspricht dies einer möglichen Steigerung von etwa einem Viertel.

Für die Forstwirtschaft liegen neben den Einschätzungen über das mögliche physische Potential auch Schätzungen über das ökonomische Potential vor. Diese von Schwarzbauer (2005) vorgelegten Ergebnisse dienen als Referenzgröße für die vorliegende Untersuchung.

Übersicht 2.4: Vorausschätzung der Holzproduktion in Österreich bis 2020 in Efm

	beobachtet		reales Wirtschaftswachstum in Österreich					
	1996-2000	2020	Basis		niedrig		hoch	
			Änd p.a.	%	2020	Änd p.a.	2020	Änd p.a.
	Efm	Efm			Efm	%	Efm	%
Nutzholz	14.063	16.325	0,7		14.914	0,3	18.201	1,3
Brennholz (rund)	4.400	5.300	0,8		5.300	0,9	5.300	0,9
zusammen	18.463	21.625	0,8		20.214	0,5	23.501	1,2
Einschlag/Zuwachs	0,75	0,82			0,76		0,91	

Q: Schwarzbauer (2005), Anmerkung: Erntefestmeter (Efm).

Je nach Annahme über die Entwicklung des Wirtschaftswachstums ist zu erwarten, dass die Holzproduktion in Österreich auf 20 bis 23 Mio. Efm bis zum Jahr 2020 ausgedehnt werden dürfte (Schwarzbauer, 2005). Die Vorausschau basiert auf ökonometrischen Schätzungen in denen die einzelnen Nachfragesegmente detailliert berücksichtigt wurden. Vergleicht man die im Jahr 2005 von Schwarzbauer vorgelegten Berechnungen mit den ersten Ergebnissen zur nachhaltigen Potentialschätzung von *Schadauer – Neumann* (2007) sieht man eine gute Deckung der Größenordnungen. Das BMLFUW schätzt dass bis 2020 die Potentiale von Energie aus forstlicher Biomasse von 107 PJ derzeit auf 137 PJ im Jahr 2020 steigen dürften (BMLFUW, 2007), also um annähernd ein Drittel.

2.4 Agrarpolitische Rahmenbedingungen, Preisentwicklung auf den Agrar- und Holzmärkten

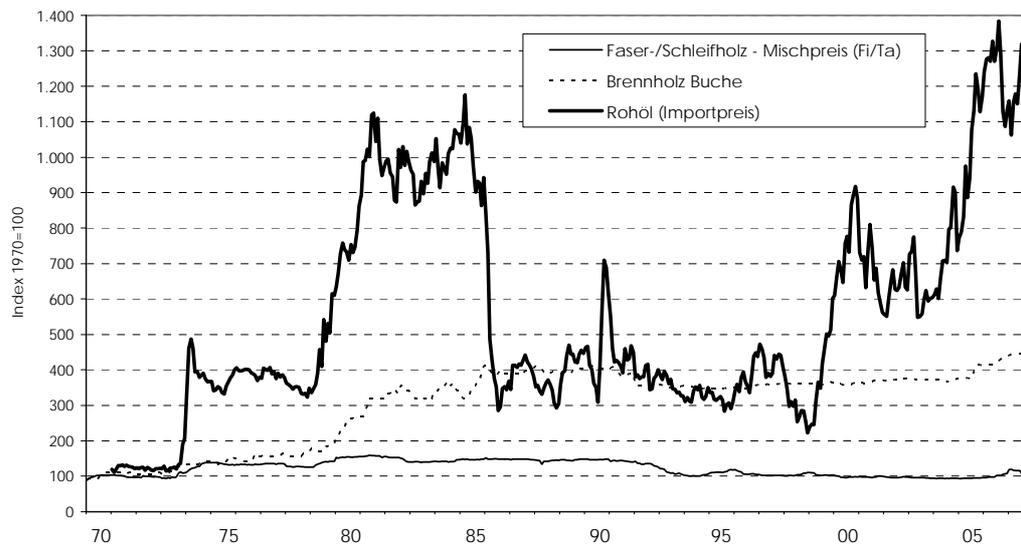
Seit der Reform unter Kommissar MacSharry im Jahr 1992 werden die Ziele der Gemeinsamen Agrarpolitik durch maßgeschneiderte Instrumente angestrebt. Eine Folge davon ist die Abkehr von der Marktpreistützung als dem wichtigsten Instrument der Einkommenssicherung in der Landwirtschaft. Stattdessen zieht sich die Agrarpolitik in Schritten immer mehr aus den direkten Eingriffen in Agrarmärkte zurück.

Die Agrarreform aus dem Jahr 2003 markierte dabei eine wichtige Zwischenzäsur. In diesem Jahr wurden von der Produktion entkoppelte Direktzahlungen an die Landwirte eingeführt und es wurden Schritte zur weiteren Heranführung wichtiger Agrarmärkte im Binnenmarkt an die Weltmärkte gesetzt (Sinabell – Schmid, 2003 und 2005). Dies geschieht schrittweise für einzelne Märkte (z.B. Gemüse, Tabak, Zucker, Wein). Für die österreichische Landwirtschaft ist von besonderer Bedeutung, dass die EU-Kommission plant, die Produktionsbeschränkung durch Quoten in der Milchwirtschaft im Jahr 2015 zu beseitigen (Sinabell – Schmid, 2007).

Österreich ist eine kleine offene Volkswirtschaft und die produzierten Agrargüter werden international gehandelt. Die Erzeugerpreise für Agrarprodukte in Österreich und den übrigen EU-Ländern unterscheiden sich in der Regel, sie folgen aber den gleichen Bewegungen auf den internationalen Agrarmärkten. Auf der Basis von Prognosen über die Entwicklung von Agrarpreisen auf dem Weltmarkt und in der EU (OECD – FAO, 2007) wurden Preisszenarien für Österreich abgeleitet (die wichtigsten Prognosewerte sind im Anhang in Abbildung A.1, Abbildung A.2 und Abbildung A.3 dargestellt). Die von OECD-FAO veröffentlichten Preisprognosen basieren auf dem von der Internationalen Energieagentur projizierten Ölpreis von 40 US\$ je Barrel. Derzeit ist der Ölpreis deutlich über dieser Marke. In einer Sensitivitätsuntersuchung

hat von Lampe (2007) untersucht, wie sich die Preise von Agrargütern entwickeln dürften, wenn die Ölpreise nachhaltig hoch sind (siehe Kasten 1). Die Auswirkungen dieser Änderungen der Grundannahmen werden in einem Sensitivitätszenario untersucht.

Abbildung 2.9: Langfristige Entwicklung der nominellen Preise von Faserholz, Brennholz und Rohöl



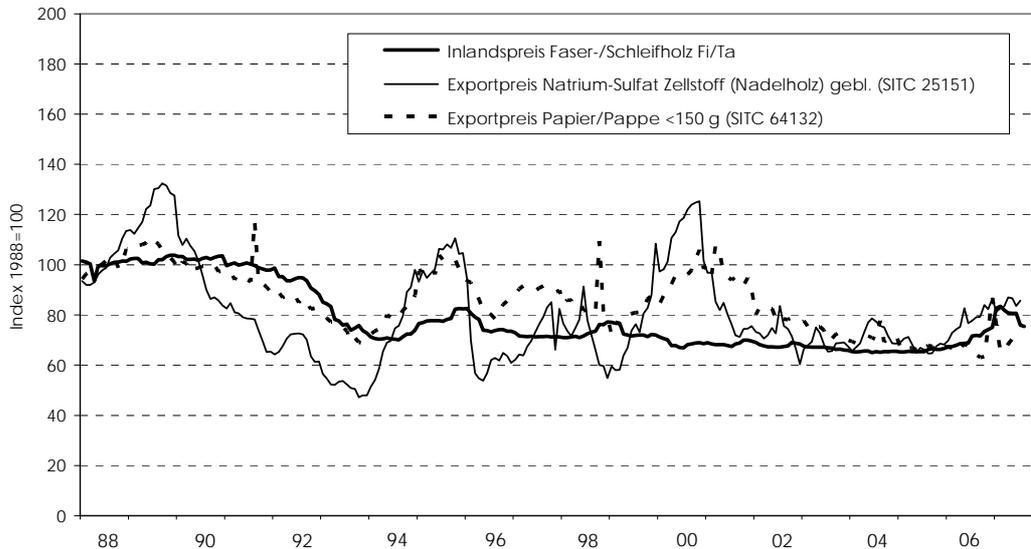
Q: Statistik Austria, WIFO-Datenbank, WIFO-Berechnungen.

Gemäß dem Nationalen Strategieplan des BMLFUW werden bis 2014 pro Jahr annähernd 521 Mio. € aufgewendet, um Umweltmaßnahmen im Bereich der Land- und Forstwirtschaft zu finanzieren (BMLFUW, 2007b). Der Einsatz dieser Mittel zielt darauf ab, eine extensive Bewirtschaftung wirtschaftlich rentabel zu machen und negative Nebenwirkungen auf die Umwelt zu reduzieren. Dieses Programm trägt einerseits dazu bei, eine offene Kulturlandschaft zu erhalten und andererseits das Produktionspotential in Gunstlagen zu beschränken. Daneben ist die landwirtschaftliche Produktion von Bestimmungen des Umweltschutzes betroffen (vor allem was die Nährstoffflüsse betrifft) und die im Jahr 2005 eingeführten handelbaren Zahlungsansprüche (auch Betriebsprämie genannt) sind an die Einhaltung von Umweltauflagen geknüpft. Die Verpflichtungen und freiwilligen Programme wirken gemeinsam dahingehend, dass Produktionspotentiale nicht zur Gänze ausgenutzt werden können und dies nur unter erheblichen Kosten möglich ist.

Zur künftigen Preisentwicklung auf den internationalen Holzmärkten gibt es keine ähnlich gut abgesicherten Prognosen wie für Agrargüter. Die Beobachtung der Zeitreihen der Vergangenheit zeigt, dass die Preise von Faser- und Schleifholz über Jahrzehnte annähernd auf dem gleichen nominellen Niveau sind. Die Brennholzpreise erhöhten sich seit den 1980er während der Periode hoher Ölpreise und das Niveau erhöhte sich neuerlich etwas ab dem Jahr 2005 mit dem Einsetzen der starken Preissteigerungen von Rohöl (Abbildung 2.9). In den Simulationen wurde davon ausgegangen, dass die Preise nominell über den gesamten betrachteten Zeitraum annähernd gleich bleiben, wenngleich auf etwas höherem Niveau als in der jünger-

ten Vergangenheit (Blochholz im Preisband zwischen 82 und 69 € je FMO (Festmeter ohne Rinde) und Schleifholz bei 31 € je FMO).

Abbildung 2.10: Langfristige Entwicklung der nominellen Preise von Faserholz, Zellstoff und Papier



Q: WIFO-Datenbank, WIFO-Berechnungen.

Kasten 1: Weltmarktpreise von Agrargütern: die Einflüsse von Rohölpreisen und von energie- und umweltpolitisch motivierten Eingriffen

Im Sommer 2007 hat Martin von Lampe (OECD) Untersuchungen über die wechselseitigen Einflüsse steigender Energiepreise und energie- und umweltpolitisch motivierter Markteingriffe zur Hebung der Produktion pflanzlicher Rohstoffe für energetische Zwecke vorgestellt. Dazu wurden Modelle eingesetzt, die die Weltagrarmärkte im Detail abbilden (das OECD Modell Aglink und das Modell Cosimo, das Entwicklungsländer und industrialisierte Nicht-OECD-Länder im Detail abbildet). Die untersuchten Rohstoffe sind Getreide, Mais, Zucker (zur Ethanolherzeugung) und Ölsaaten (zur Produktion von Pflanzenöl als Rohstoffquelle von Dieselerstattreibstoff). Als Vergleich dient ein Referenzszenario, in dem die Produktion von Energieträgern auf pflanzlicher Basis auf dem Niveau von 2004 gehalten wurde.

Gegenüber diesem Referenzszenario führt die Ausdehnung der Produktion von Pflanzen für energetische Zwecke in den USA und in der EU im Jahr 2014 zu Preissteigerungen am Weltmarkt im Ausmaß von 62% für Zucker, 7% für Mais und 5% für Weizen. Die Preise für Ölsaaten steigen im Untersuchungsszenario um etwa 2%, jene für Pflanzenöl jedoch etwa um 16%. Diese Abweichung ist dadurch zu erklären, dass das Nebenprodukt der Ölerzeugung (Ölkuchen) in der Fütterung durch Nebenprodukte der Ethanolherzeugung aus Getreide ersetzt werden kann. In diesen Simulationen wurde angenommen, dass der Ölpreis 41 US \$ je Barrel beträgt.

In einer Sensitivitätsanalyse wurde untersucht, welche Konsequenzen ein Ölpreis von 70 US \$ je Barrel auf die Agrarpreise hätte. Höhere Energiepreise wirken in zweierlei Weise auf Agrar-

märkte: (1) wegen der höheren Produktionskosten wird die Agrarproduktion eingeschränkt und (2) höhere Energiepreise machen Energieträger auf pflanzlicher Basis wettbewerbsfähiger, die Nachfrage nach ihnen wird ausgedehnt. Durch den ersten Effekt wird die Agrarproduktion zwischen 1% (Zucker, Pflanzenöl) und 3% (Getreide) verringert. Die Weltmarktpreise von Agrargütern reagieren darauf mit Steigerungen zwischen 10% (Weizen) bis 18% (Ölsaaten), die Preissteigerungen von Zucker und Mais liegen dazwischen. Aufgrund des zweiten Effekts kommt es zu einer weiteren Steigerung, und zwar zwischen 1,1% (Ölsaaten), 2,5% (Weizen) und 5,1% (Zucker, Mais und anderes Getreide).

Zusammenfassend zeigen die Simulationsergebnisse, dass Politikmaßnahmen in der EU und den USA die Produktion von Treibstoffen auf Pflanzenbasis in signifikanter Weise anheben. Die dadurch bedingten Preissteigerungen werden jedoch überlagert und übertroffen vom Preisanstieg, der durch höhere Energiepreise ausgelöst wird. In den vorgestellten Modellergebnissen werden jährliche Ertragsschwankungen ausgeblendet. Missernten oder außergewöhnlich gute Ernten überdecken in der Realität die geschilderten Effekte und erklären die hohe Preisvolatilität auf den Weltagrarmärkten.

2.5 Methodik der Abschätzung des BiomassePotentials

Die Entwicklung der Agrar- und Holzproduktion in Österreich wird mit dem Modell PASMA untersucht (vgl. *Sinabell – Schmid, 2003; Schmid – Sinabell, 2007*). In PASMA wird die Methode der Positiven Mathematischen Programmierung (PMP) angewandt. Seit ihrer Vorstellung durch *Howitt (1995)*, findet sie in Agrarsektormodellen zunehmend Anwendung (z.B. *Lee – Howitt, 1996, Paris – Arfini, 1995, Heckeley – Britz, 1999, Cypris (2000), Röhm (2001)* sowie *Röhm – Dabbert, 2003*). Die PMP-Methode erlaubt die Kalibrierung von Modellen an beobachtete Daten. Sie basiert auf dem Dualitätsprinzip der Linearen Programmierung (LP), die häufig zur Analyse agrarpolitischer Maßnahmen auf Betriebs- und Sektorebene eingesetzt wird.

In PASMA werden alle Politikinstrumente der Gemeinsamen Agrarpolitik, soweit sie für Österreich relevant sind, explizit abgebildet (z.B. die Direktbeihilfen, das Milchquotensystem, die Zuckermarktordnung). Darüber hinaus wird der in Österreich sehr wichtige Politikbereich der "zweiten Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik" explizit modelliert (die Ausgleichszahlungen in benachteiligten Gebieten und das Agrarumweltprogramm).

Dem partiellen Charakter des Modells entsprechend werden nicht alle Verflechtungen mit anderen Wirtschaftsbereichen im Detail modelliert. Abgesehen von Intermediärgütern sind alle Preise (sowohl Inputs als auch Outputs) exogen gegeben. Diese Annahmen scheinen gerechtfertigt, da der Agrarsektor in Österreich einen sehr geringen Anteil am BIP hat und innerhalb des gemeinsamen Marktes von Agrargütern nur eine unbedeutende Rolle spielt.

Das Modell ist ein Programmierungsmodell, das eine Zielvariable maximiert und dabei Restriktionen, die die Produktionsmöglichkeiten abbilden, beachtet. Die wichtigsten Datenquellen für die Abbildung der Ressourcenbeschränkungen sind die Agrarstrukturerhebungen und laufende Auswertungen der Flächen- und Viehbestände in der österreichischen Landwirtschaft. Als Grundlage zur Beschreibung der Forstproduktion wurde neben der Forstwirtschaftlichen Gesamtrechnung auch die Waldinventur 2000-2002 herangezogen. Die Kostenstruktur

wurde von den aktuellen Veröffentlichungen des BMLFUW zu den Deckungsbeitragskalkulationen entnommen und durch eigene Erhebungen ergänzt.

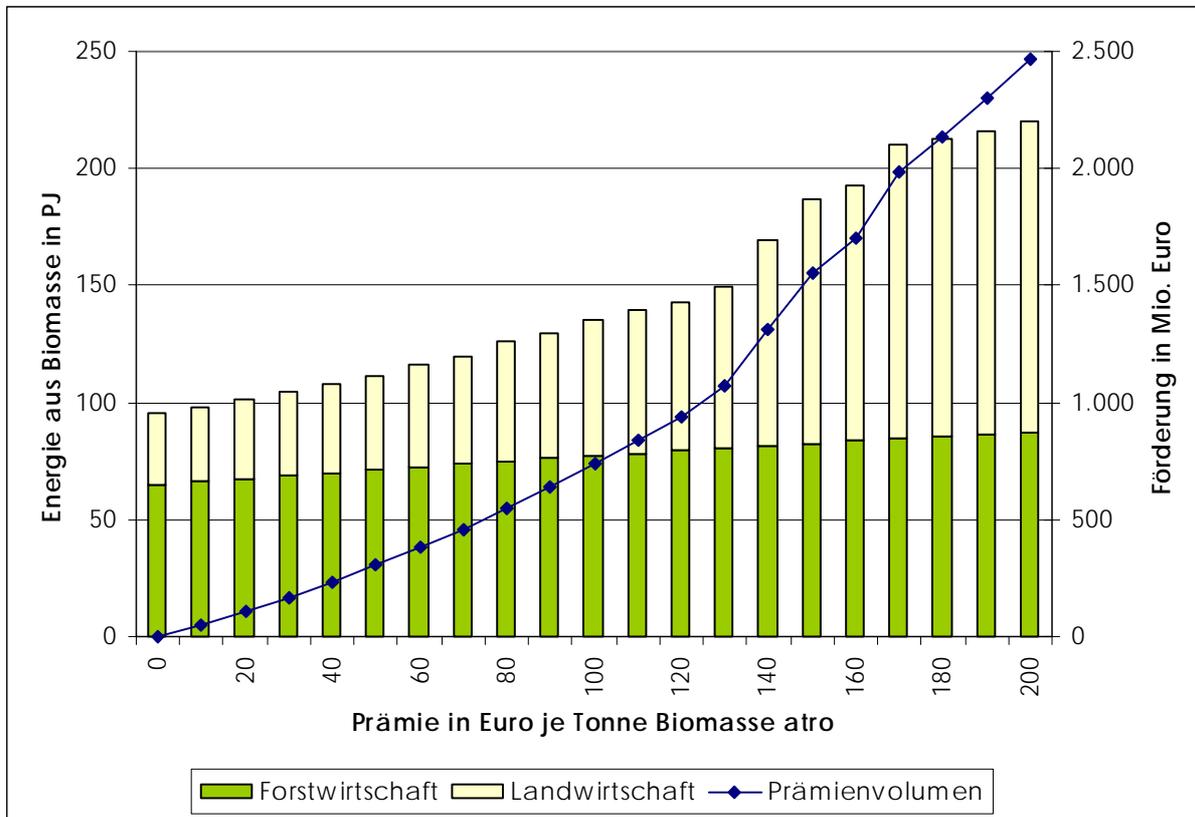
Mit Hilfe der PMP-Methode wird in PASMA die Produzentenrente landwirtschaftlicher Betriebe bzw. der diskontierte Deckungsbeitrag der Holzproduktion in Österreich maximiert. Die Ergebnisse für das gesamte Bundesgebiet basieren auf der Aggregation von bis zu 40 Teilregionen in der Landwirtschaft. In der Forstwirtschaft werden die einzelnen Bundesländer gesondert behandelt. In der als "Produzentenrente" ausgewiesenen Größe sind die Produkterlöse abzüglich der Produktionskosten enthalten, sowie alle Förderungen an landwirtschaftliche Betriebe (Ausgleichszahlungen, handelbare Zahlungsansprüche, ÖPUL-Prämien und an die Produktion gekoppelte Prämien). Die Modellierung dieser Größen ist außerordentlich wichtig, da die Produktionsentscheidung (vor allem die Änderung der Flächennutzung von Landwirtschaft zu Forstwirtschaft) stark von den agrarpolitischen Anreizen abhängt. Der hier verwendete Einkommensbegriff unterscheidet sich von der Landwirtschaftlichen bzw. Forstwirtschaftlichen Gesamtrechnung und von jenem im Bericht der Bundesregierung zum Agrareinkommen (vgl. *BMLFUW*, 2006) nur geringfügig. Einzelheiten zum Modell, zur verwendeten Methode und dem Einkommensbegriff werden in *Sinabell – Schmid* (2003) und *Sinabell – Schmid* (2005) im Detail ausgeführt.

2.6 Ergebnisse für das BiomassePotential

Zur Abschätzung des ökonomischen Potentials der Produktion von Biomasse für energetische Zwecke wurde eine spezielle Modelluntersuchung durchgeführt. Dazu wurde im Modell die Annahme getroffen, dass eine spezifische Produktsubvention für Biomasse zur energetischen Verwendung gewährt wird. Im Modell kann diese – im Gegensatz zur Realität – so gestaltet werden, dass die Subvention nur für heimisches Aufkommen ausbezahlt wird. In der praktischen Politikgestaltung müsste eine andere Vorgehensweise gewählt werden, wenn es das Ziel ist, das heimische Aufkommen zu steigern.

In den Simulationsszenarien wird pro Tonne biogene Trockenmasse frei Abnahmestation jeweils dieselbe "Zusatzprämie" gewährt, unabhängig davon, um welches Produkt es sich handelt. Da die Energiedichte von Raps höher ist als von Weizen und diese höher ist als von Stroh werden bevorzugt die höherwertigen Produkte nachgefragt (dies spiegelt sich bereits im Marktpreis wieder). Die zusätzliche Prämie dient dazu, einerseits die Produktion bereits hochwertiger Produkte weiter zu steigern und zusätzlich Biomasse zu mobilisieren, die unter den derzeitigen Preisverhältnissen nicht oder nur in geringem Maß zur Energieproduktion herangezogen wird.

Abbildung 2.11: Ergebnisse der Simulationsberechnungen: Produktion von Energie aus Biomasse in der österreichischen Land- und Forstwirtschaft in Abhängigkeit vom Umfang der Förderung (in € je Tonne Trockenmasse für die energetische Verwertung)



Q: WIFO-Berechnungen. In den Berechnungen wird die Annahme getroffen, dass für die in der Referenzperiode bereits produzierte Biomasse für energetische Zwecke keine Prämie gewährt wird. Die Prämie dient dazu, das zusätzliche heimische Aufkommen zu stimulieren.

Die Ergebnisse dieses Szenarios werden in Abbildung 2.11 zusammenfassend dargestellt. Bereits in der Ist-Situation wird Biomasse aus der Land- und Forstwirtschaft für die Bereitstellung von Energie verwendet. Daher sind die Zusatzkosten der Bereitstellung Null bzw. nahe Null. Verfolgt man das Ziel, das Aufkommen aus heimischem Anbau zu erhöhen, so müssen gemessen am derzeitigen Preisniveau zusätzliche Anreize geschaffen werden. Von deren Höhe hängt es ab, wie viel mobilisiert werden kann. Die betrachteten Energieträger aus Biomasse sind:

Landwirtschaft

- Biogas: Mais- u. Grassilage, Rindergülle, Schweinegülle, Ganzpflanzensilage Weizen, Ganzpflanzensilage Roggen, Ganzpflanzensilage Sonnenblume
- Ethanol: Weizen, Mais, Zuckerrübe
- Pflanzenölmethylester: Raps, Sonnenblume
- Kurzumtrieb: Weide, Pappel
- Verfeuerung: Weizen, Roggen, Triticale, Mais, Stroh

Forstwirtschaft

- Brennholz, Hackgut, Schleifholz, Faserholz

Die in die Energiebilanz eingehenden Reststoffe und biogenen Abfälle, sind in der Darstellung nicht enthalten, es handelt sich um speziell für die energetische Verwertung bereitgestellte Biomasse. Den in Abbildung 2.11 vorgestellten Ergebnissen entspricht, dass bei einer Prämie von 50 € / t trockene Biomasse für die energetische Verwendung 16 PJ zusätzlich zur Verfügung stehen.

Je nach Prämienhöhe werden unterschiedliche Energieträger aus Biomasse eingesetzt. Die steigenden Kosten spiegeln den Sachverhalt wider, dass es zunehmend schwieriger und aufwändiger wird, weitere Potentiale zu erschließen. So ist Stroh ein Nebenprodukt der Getreideerzeugung. Das Pressen, Sammeln, Transportieren und Lagern bis zur Winterperiode ist mit Kosten verbunden. Der Umstand, dass derzeit nur wenig Stroh verfeuert wird, zeigt, dass finanzielle Anreize nötig sind, diese Biomasse für die thermische Verwertung zu mobilisieren.

Die in Abbildung 2.3 ausgewiesenen Mengen an Biomasse werden derzeit bereits einer Verwendung zugeführt (z.B. verfüttert, eingestreut oder zum Humusaufbau dem Boden zugeführt). Die Umlenkung von der aktuellen Verwendung zur energetischen Nutzung ist mit sehr hohen Kosten verbunden, wenn man daran denkt, dass Mais etwa nicht länger in der Fütterung und Schweinemast eingesetzt wird, sondern zu Biogas umgewandelt wird. Die Mit-Berücksichtigung der Opportunitätskosten im Modell spiegelt daher in der Prämienhöhe die Gesamtkosten für den Agrarsektor (und die Gesellschaft) wider.

Detailauswertungen zeigen, dass die Gesamtmenge an erzeugter Biomasse in der Landwirtschaft nur geringfügig zunimmt (weniger als 1%), wenn Produktivitätssteigerungen außer Acht gelassen werden. Dennoch nimmt die Flächenproduktivität zu. Es kommen ertragsreichere Biomassepflanzen in das Produktionsprogramm und dadurch steigt der Output je Hektar. Durch die Ausweitung der Förderung mit dem skizzierten Instrument wird eine Ausweitung der Waldflächen induziert, die zu Lasten der landwirtschaftlichen Nutzflächen geht.

Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- es ist möglich das heimische Aufkommen von Biomasse aus Landwirtschaft deutlich zu heben;
- allerdings geht dies – ab einer bestimmten Schwelle – zu Lasten der Versorgung für andere Zwecke;
- zweckmäßiger Weise sollten in erster Linie Nebenprodukte (wie Stroh) bevorzugt verwertet werden, um Wechselwirkungen mit anderen Märkten gering zu halten.
- weiteres Steigerungspotential bis 2020 ist möglich (Steigerung technische Effizienz; neue Technologien), aber teuer;
- die verfügbaren Potentiale können nur mit erheblichem Aufwand ausgeschöpft werden.

3. Definition des Biomasseaktionsplan-Szenarios bis 2020

Die Basis für den Bedarf an Biomasse für die Wärme- und Stromerzeugung sowie die Bereitstellung von Biokraftstoffen bis 2020 bilden teilweise die Ziele für erneuerbare Energieträger des österreichischen Biomasseaktionsplans; dies betrifft die Beimischung von Biokraftstoffen (Anteil von 10% im Jahr 2010 und 20% im Jahr 2020). Andererseits werden Ziele für den Anteil erneuerbarer Energien insgesamt am Gesamtenergieverbrauch (2010: 25%, 2020: 45%) definiert, zu denen die Biomasse wiederum einen bestimmten Beitrag leistet.

Um den zusätzlichen Bedarf an Biomasse zu ermitteln, wird vom aktualisierten Baseline-Szenario aus Kapitel 1 ausgegangen. Der Vergleich der darin enthaltenen Mengen an erneuerbaren Energieträgern und den Zielwerten dieses Biomasseaktionsplan-Szenarios ergibt den in Übersicht 3.1 - 3.4 dargestellten Zusatzbedarf. Die Werte 2005 sind der Österreichischen Energiebilanz entnommen, die Werte für den Ökostrom wurden von der E-Control und dem VEÖ bereitgestellt.

Übersicht 3.1: Zielvorgaben, Mengenentwicklung und Zusatzbedarf im Bereich des Bruttoinlandsverbrauchs

		2005	2010	2020
Ziele Erneuerbare Energieträger	%		25	45
Baseline Bruttoinlandsverbrauch	PJ	1.440	1.546	1.758
Bedarf Erneuerbare Energieträger	PJ		386	791
Baseline Erneuerbare Energieträger	%	21	23	23
Baseline Erneuerbare Energieträger	PJ	308	354	402
davon Brennbare Abfälle	PJ	20	30	38
davon Brennholz	PJ	65	67	75
davon Biogene Brenn- u. Treibstoffe	PJ	79	105	133
davon Wind, PV, Umgebungswärme	PJ	15	20	25
davon Wasserkraft	PJ	129	131	131
Zusatzbedarf Erneuerbare Energieträger	PJ		33	390

Q: Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

Im Bereich des Bruttoinlandsverbrauchs lag der Beitrag erneuerbarer Energieträger 2005 bei 308 PJ bzw. 21,4%. Davon entfielen 143 PJ bzw. 10% auf Brennholz und biogene Brenn- und Treibstoffe. Entsprechend dem Baseline steigert sich der Anteil der erneuerbaren Energieträger bis 2010 auf 23% und bleibt bis 2020 stabil. Die Biomasse erhöht ihren Anteil bis 2020 auf 14%. Dementsprechend besteht für die Erreichung der Zielsetzung eines Anteils von 25% (2010) bzw. 45% (2020) erneuerbarer Energien am Bruttoinlandsverbrauch ein Zusatzbedarf von insgesamt 33 PJ bzw. 390 PJ. Die Differenz zwischen Zusatzbedarf und Aufbringung durch andere Erneuerbare (Wasserkraft, Wind, Photovoltaik, Umgebungswärme, brennbare Abfälle) wird durch die Biomasse abgedeckt. Dies inkludiert einerseits die Biokraftstoffe und andererseits den Einsatz von Biomasse zur Wärme- und Stromerzeugung. Es handelt sich beim Biomasseaktionsplan-Szenario um ein hypothetisches, ambitioniertes Szenario und es muss angemerkt werden, dass die Realisierung derartig hoher zusätzlicher Mengen an Biomasse in nur 12 Jahren jenseits der historischen Erfahrungen des österreichischen Energiesystems liegt.

Das Design dieses Biomasseaktionsplan-Szenario ist nachfrageorientiert und kann den Ergebnissen aus Kapitel 2 zum BiomassePotential in Österreich gegenübergestellt werden. Dabei wird ersichtlich, dass in jedem Fall ein großer Anteil der zusätzlich notwendigen Biomasse in diesem Szenario importiert werden muss. Nimmt man die Variante aus Kapitel 2, in der die Biomasseprämie bis 2020 auf 50 € / t ansteigt, sind es im Jahr 2020 95% der zusätzlich notwendigen Biomasse, die eingeführt werden muss (Übersicht 3.2). Eine höhere Deckung des zusätzlichen Bedarfs durch heimische Biomasse würde wesentlich höhere Kosten verursachen.

Übersicht 3.2: Zusätzlicher Bedarf und Aufkommen von Biomasse

Bruttoinlandsverbrauch		2005	2010	2020
Ziele Erneuerbare Energieträger	%		25	45
Baseline Bruttoinlandsverbrauch	PJ	1.440	1.546	1.758
Baseline Erneuerbare Energieträger	PJ	308	354	402
Zusatzbedarf Erneuerbare Energieträger	PJ		33	390
heimisches Biomasseaufkommen	PJ		10	20
Importe	PJ		23	370

Q: WIFO-Berechnungen.

3.1 Biokraftstoffe

Die Biokraftstoffproduktion ist ein dynamischer Wirtschaftsbereich, in dem einerseits Biokraftstoffe durch die Konversion von Agrarkulturen mit Hilfe verfügbarer Technologien erzeugt werden, sowie andererseits innovative Technologien und Biokraftstoffe entwickelt und erprobt werden, die ökologische und ökonomische Effizienzvorteile erzielen. Die Senkung der Produktionskosten spielt hierbei eine wichtige Rolle, da Biokraftstoffe bisher nicht wettbewerbsfähig sind. Der Einsatz und die Produktion von Biokraftstoffen werden daher über staatliche Förderungsinstrumente gezielt begünstigt. Ferner ist die Weiterentwicklung der Nutzung von Energiepflanzen bzw. deren Diversifizierung aufgrund der begrenzten Kapazitäten von Agrarflächen bzw. der nur gering ausbaufähigen Anbauflächen von strategischer Bedeutung, um die weltweit steigende Nachfrage nach Biokraftstoffen befriedigen zu können. Der Bereich der Biokraftstofftechnologien kann daher als ein dynamisch-innovativer Wirtschaftssektor bezeichnet werden, der nicht nur in Österreich, sondern weltweit an Bedeutung gewinnt.

Mit dem dynamischen Wachstum des Biokraftstoffmarkts nehmen allerdings auch kritische Stimmen gegenüber einem ungezügelteten Wachstum von Biokraftstoffen zu. Hauptkritikpunkte betreffen die ökologischen und sozialen Auswirkungen der Biokraftstoffproduktion, insbesondere des Anbaus von Bioenergiepflanzen wie Raps, Weizen, Mais und Palmöl sowie tropischer Pflanzen in Monokultur. Zu den ökologischen Folgen von großflächig angebauten Energiepflanzen gehören etwa die Versauerung von Böden, Einträge von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, Bodenerosion, Auswirkungen auf die Biodiversität und den Wasserhaushalt. Problematisch sind darüber hinaus Landnutzungsänderungen zu Lasten von ökologisch bedeutsamen Bewuchsformen wie (tropischen) Wäldern, Moorböden und Grünflächen, die als Kohlenstoff-Senken eine wichtige Funktion im Klimaschutz übernehmen (Sedjo, 2006 und Meyer – Scheffran, 2008). Soziale Auswirkungen sind in erster Linie in Schwellen- und Entwicklungsländern von Relevanz, zunehmend jedoch auch in den Industriestaaten, etwa über stei-

gende Nahrungsmittelpreise, die aufgrund von Trade-offs zwischen der Nahrungsmittel- und Energiepflanzenproduktion und der begrenzten Verfügbarkeit von Land und Süßwasser zu erwarten sind. Soziale und ökologische Standards sollten daher bei Produktion und Import von Bioenergiepflanzen Berücksichtigung finden. Auch die Frage der Wirtschaftlichkeit von Biotreibstoffen und damit verbunden die gegenwärtige Praxis der Förderung von Biokraftstoffen gerät zunehmend unter Kritik (vgl. *Doornbosch - Steenblik, 2007*), insbesondere auch vor dem Hintergrund, dass der Einsatz von Energiepflanzen zur Kraftstoffproduktion ein weit geringeres Potential zur Treibhausgasreduktion besitzt als in der Verwendung zur Strom- und Wärmeherzeugung (*SRU, 2007*).

Der Einsatz von Biokraftstoffen wird u.a. damit begründet, dass es keine Alternativen gibt, sollen fossile Kraftstoffe unter der gegenwärtigen Kraftfahrzeugtechnologie substituiert werden. Dies ist im Bereich der Elektrizitäts- und Wärmeproduktion anders, da es zahlreiche erneuerbare Alternativen zur kalorischen Erzeugung von Strom und Wärme gibt. Darüber hinaus wird der Einsatz von Biokraftstoffen jedoch nicht allein mit dem Ziel des Klimaschutzes begründet, sondern ebenso mit dem Vorhaben, die Energieversorgungssicherheit im Mobilitätssektor zu erhöhen, die angesichts steigender weltweiter Nachfrage nach Rohöl, zunehmender Importabhängigkeit und politischer Schwächen der erdölexportierenden Länder weiter abnimmt.

Es gibt jedoch andere Maßnahmen, um die Abhängigkeit von Rohölimporten für den Kraftfahrzeugbereich zu reduzieren, wie z.B. technologische Effizienzsteigerungen der Fahrzeugflotten sowie der Einsatz von alternativen Antriebstechniken durch Elektro- und Hybridfahrzeuge oder aber Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung und -vermeidung. Letztlich empfiehlt sich eine klimapolitische Priorität für den Einsatz der Biomasse zu begründen und den potenziellen Klimaschutzbeitrag der Energie aus Biomasse zu maximieren. Dieser Ansatz würde die Substitution fossiler Energieträger im Wärmebereich und in der Stromerzeugung favorisieren, da das Treibhausgasreduktionspotential je eingesetzter Biomasse in diesen Bereichen um durchschnittlich 50% höher ausfallen kann als im Bereich der Biokraftstoffe (CO₂-Optimierung des Biomasseeinsatzes) (*SRU 2007, S. 103ff*). Andere Ziele der Biomasseförderung, wie die Reduktion der Importabhängigkeit von Rohöl und die Förderung des ländlichen Raumes, können effektiver auf anderen Wegen erfolgen.

3.1.1 Zusatzbedarf Biokraftstoffe im Biomasseaktionsplan-Szenario

Entsprechend den Vorgaben des Biomasseaktionsplans für Österreich berechnet sich auf der Grundlage des modifizierten Baseline-Szenarios ein Zusatzbedarf an Biokraftstoffen (Übersicht 3.3). Dieser Zusatzbedarf an Biokraftstoffen differenziert sich entsprechend der folgenden Annahmen nach Biodiesel, Bioethanol und Biogas.

Übersicht 3.3: Zusatzbedarf Biokraftstoffe

Biokraftstoffe	2005	2010	2020
Ziele in %		10	20
Baseline Kraftstoffe fossil in PJ	357	355	362
Baseline Biokraftstoffe in PJ	4	11	12
Baseline Summe Kraftstoffe in PJ	361	366	374
Bedarf Biokraftstoffe in PJ		37	75
Zusatzbedarf in PJ		26	63

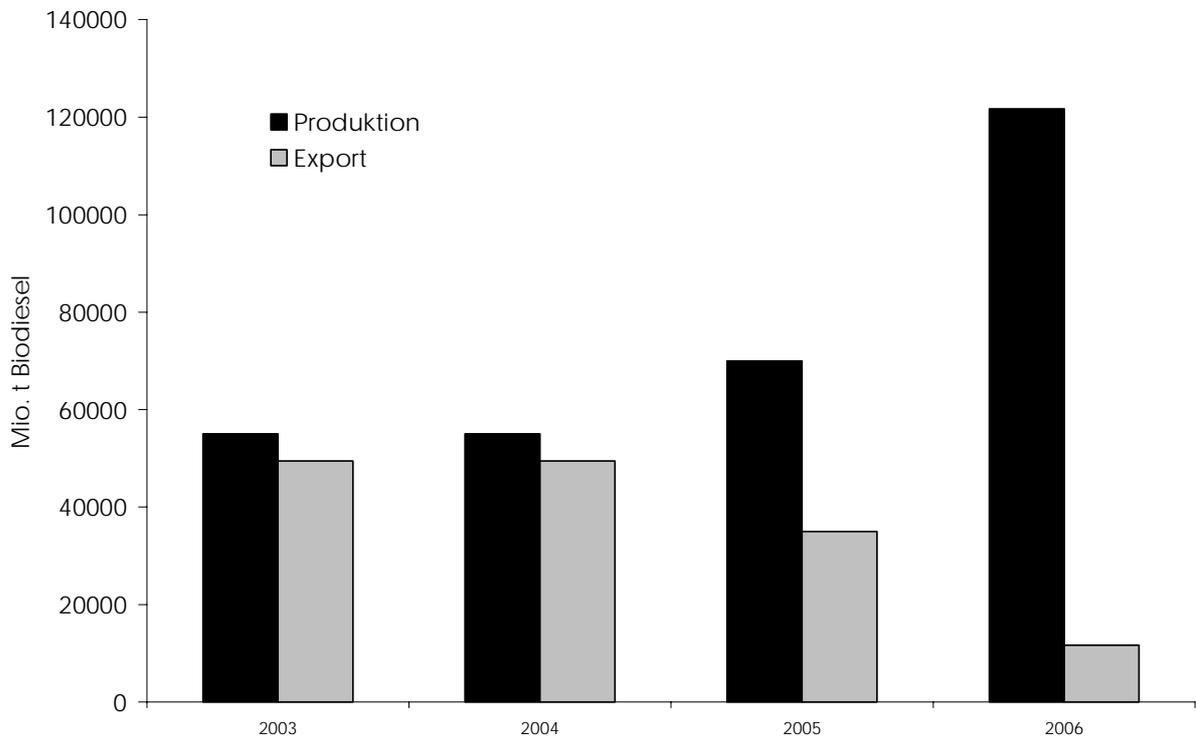
Q: WIFO-Berechnungen.

Im Szenario des Biomasseaktionsplans würden für 2010 83% Biodiesel, 9% Bioethanol und 8% Biomethan zu einem Biokraftstoffanteil in der Höhe von 10% im Verkehrsbereich beitragen. Bis zum Jahr 2020 würden sich die Anteile der Biokraftstoffe der ersten Generation wie folgt entwickeln: 41% Biodiesel, 6% Bioethanol und 49% Biomethan. Hinzu kommen 4% Biokraftstoffe der zweiten Generation. Die EU fördert Biokraftstoffe sowie andere erneuerbare Kraftstoffe im Verkehrssektor mit dem Ziel, eine Mindestbeimischung erneuerbarer Kraftstoffe von 5,7% am Energiegehalt aller Otto- und Dieselmotorkraftstoffe bis zum 31. Dezember 2010 zu erlangen (Richtlinie 2003/30/EG). Laut Österreichischer Kraftstoffverordnung BGBl. II, Nr. 417/2004 sollen Biokraftstoffe ab 1. Oktober 2008 5,75% Marktanteil erreichen. Die Ziele des österreichischen Biomasseaktionsplans können angesichts dieser Zielmarken als sehr ambitioniert bezeichnet werden.

3.1.2 Entwicklung von Biokraftstoffen in Österreich und der EU

In Österreich wird aufgrund der Berichtspflicht an die Europäische Kommission gemäß Richtlinie (2003/30/EG) die Produktionskapazität, der Absatz von Biokraftstoffen sowie die Entwicklung der Produktionskapazitäten jährlich erfasst (ab 2005 bzw. 2003), nicht aber der Mix an Quellpflanzen zur Herstellung der Biokraftstoffe. Der überwiegende Anteil an Quellpflanzen zur Produktion von Biodiesel besteht aus Raps. Allerdings haben sich die Importe von Palmöl von 15.300 t (2003/2004) auf 37.800 t (2005/2006) erhöht, wobei eine Zuordnung auf die einzelnen Verwendungszwecke von Palmöl nicht vorgenommen werden kann.

Abbildung 3.1: Biokraftstoffentwicklung in Österreich



Q: BMLFUW, (2007).

Abbildung 3.1 zeigt die österreichische Produktion von Biodiesel im Vergleich zum Export von Biodiesel von 2003 bis 2006. In den Jahren 2003 und 2004 wurde Biodiesel in einem Umfang von 55.000 Tonnen hergestellt, wovon der größte Teil, etwa 90%, nach Deutschland und Italien exportiert wurde. Im Jahr 2005 wurden in Österreich etwa 70.000 t Biodiesel hergestellt, wobei von dieser Menge etwa 50% im Ausland verkauft wurden. Insgesamt wurden etwa 75.000 t beigemischter und 17.000 t purer Biodiesel in den Verkehr gebracht (BMLFUW, 2007). Im Jahr 2006 wurden etwa 121.665 Tonnen Biodiesel in Österreich hergestellt und davon 11.693 Tonnen exportiert, 77.404 Tonnen wurden dem fossilen Diesel beigemengt und 32.568 Tonnen wurden als purer Biokraftstoff bzw. als Dieselkraftstoff mit einem höheren, nicht normkonformen Biokraftstoffanteil (z.B. über Betriebstankstellen von Flottenbetreibern) im Verkehrssektor eingesetzt. (Winter, 2007). Insgesamt kamen in Österreich 2006 321.000 Tonnen Biodiesel zum Einsatz, davon wurden 288.500 Tonnen fossilen Kraftstoffen beigemischt und 32.500 Tonnen als purer Biokraftstoff bzw. Dieselkraftstoff mit einem Bio-Anteil von mehr als fünf Volumenprozent verkauft (BMLFUW, 2007). Das heißt, Österreich importierte erhebliche Mengen an Biokraftstoffen (2006 199.335 Tonnen Biodiesel). Nach Berechnungen des BMLFUW/UBA wurden insgesamt 3,54% aller im Inland verkauften Kraftstoffe durch Biokraftstoffe ersetzt (gemessen am Energiegehalt). Im Jahr 2006 betrug die Gesamtkapazität der österreichischen Biodieselanlagen 199.000 Tonnen. Für das Jahr 2007 wird eine Kapazität von 440.000 Tonnen prognostiziert.

Die EU-weite Biokraftstoffproduktion betrug 2005 insgesamt 3,9 Mio. Tonnen, wobei auf Bioethanol 0,7 Mio. t (~18%) und auf Biodiesel 3,2 Mio. t (82%) entfielen. Das entspricht insgesamt

weniger als 1% des Otto- und Dieselkraftstoffverbrauchs der EU. Die Gesamtproduktion stieg 2005 um über 60% im Vergleich zum Vorjahr, in dem 2,4 Mio. t Biokraftstoffe erzeugt wurden (0,5 Mio. t Bioethanol und 1,9 Mio. t Biodiesel) (*Europäische Kommission, 2006*).

3.1.3 Biokraftstoffe der ersten Generation

Zu den Biokraftstoffen der ersten Generation gehören u.a. Biodiesel und Bioethanol. Was deren Ausgangsstoffe betrifft, so dominieren weltweit zwei Verfahren: die Fermentation von zucker- oder stärkehaltigen Pflanzen wie Mais, Weizen, Kartoffeln, Zuckerrüben und Zuckerrohr für die Ethanolproduktion sowie die Pressung von Ölsaaten wie Raps, Sonnenblumen, Soja, Jatropha und Ölpalmen für die Biodieselgewinnung. In Europa setzte man bisher zu 82% aller hier erzeugten Biokraftstoffe auf Biodiesel aus Rapssamen oder Sonnenblumenkernen (*Dufey, 2006*). Süd- und Nordamerika sind die Hochburgen der Ethanol-Erzeugung. Weltweit ist Palmöl noch vor Soja-, Raps- und Sonnenblumenöl die wichtigste Ölpflanze. Allerdings wird Palmöl in Europa vornehmlich zur Stromerzeugung verwendet, da es nicht als Kraftstoff für Dieselautos zugelassen ist.

Biokraftstoffe der ersten Generation können in den meisten Fahrzeugen zu einem geringen Prozentanteil den konventionellen Kraftstoffen beigemischt und über die bestehende Infrastruktur vertrieben werden. Einige Dieselfahrzeuge können mit reinem Biodiesel (B100) betrieben werden. In vielen Ländern sind bereits "flexible-fuel" Kraftfahrzeuge auf dem Markt, Benzin betriebene Autos, die einen beliebig hohen Anteil an Ethanol als Beimischung (z.B. E85, 85% Ethanol, 15% Benzin) ermöglichen. Die Entwicklung eines Substituts für Dieselkraftstoff ist für Europa besonders wichtig, da die EU derzeit Nettoimporteur von Dieselkraftstoff ist, während sie Ottokraftstoff exportiert.

Biogas nimmt als ein leitungsgebundener Kraftstoff eine gesonderte Stellung ein, da es eine Anpassung der Tankstelleninfrastruktur sowie eine Nachrüstung der Pkws erforderlich macht. In Österreich gibt es derzeit ca. 55 öffentliche sowie 40 betriebliche Erdgastankstellen (*OMV-Angaben*). In Österreich sollen bis zum Jahr 2010 ca. 200 Erdgastankstellen sowie in der Folge ein flächendeckendes Netz von Erdgastankstellen errichtet werden.

Biogas entsteht durch die Vergärung von Biomasse, z.B. von Gülle, Lebensmittelabfällen, nachwachsenden Rohstoffen, Stroh, Gras oder anderen organischen Materialien. Es besitzt gegenüber Biodiesel und Bioethanol den Vorteil, dass ein weites Spektrum an organischen Substanzen bei der Produktion Verwendung finden kann, so dass der Energieertrag pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche relativ hoch ist. Zur Einspeisung in das Erdgasnetz wie auch zur Verwendung als Kraftstoff muss das Biogas gereinigt und dadurch der Methangehalt von ca. 55% bis 70% auf über 96% erhöht werden. Die Verwendung von Bio-Methan als Kraftstoff weist einige Vorteile auf. So werden die Schadstoff- und Lärmemissionen gegenüber Dieselmethan deutlich reduziert und weniger Kohlenmonoxid, Partikel/Ruß und Stickoxide emittiert. Die Treibhausgasemissionen können durch den Einsatz von Bio-Methan erheblich reduziert werden, um bis zu 65% (*SRU, 2007*).

3.1.4 Biokraftstoffe der zweiten Generation

Biokraftstoffe der zweiten Generation basieren im Gegensatz zu den Biokraftstoffen der ersten Generation auf der Ganzpflanzennutzung und der Verwertung von landwirtschaftlichen Rest- und Abfallstoffen. Da sie auf einer wesentlich breiteren Rohstoffbasis beruhen, können sie die Engpassressource Land überwinden helfen und besitzen daher auch ein größeres Potential zur Ausweitung des Biokraftstoffangebotes sowie zur Generierung eines Mehrwertes aus sonst nicht verwertbaren Rohstoffen. Biokraftstoffe der zweiten Generation haben darüber hinaus eine günstigere Bilanz bei der Reduktion von CO₂-Emissionen gegenüber denen der ersten Generation. Biokraftstoffe der zweiten Generation sind derzeit noch nicht marktreif. Die Nutzung von Ganzpflanzen, Gräsern, landwirtschaftlichen Rest- und Abfallstoffen als Rohmaterialien zur Gewinnung von Biokraftstoffen der zweiten Generation basiert auf der Entwicklung von neuen Konversionstechnologien. Die Markteinführung von Biokraftstoffen der zweiten Generation wird etwa zwischen 2010 und 2015 erwartet (KOM, 2006). Eine vielversprechende Biokraftstofftechnologie der zweiten Generation, ist die Lignozellulose-Verarbeitung, z.B. aus forstwirtschaftlichen Ressourcen. Weitere Technologien zur Umwandlung von Biomasse in flüssige synthetische Kraftstoffe (Biomass to Liquid – BtL) umfasst die Fischer-Tropsch-Synthese. Die EU-Expertengruppe CARS 21 empfiehlt, beträchtliche Mittel in die Forschung und Entwicklung der zweiten Generation von Biokraftstoffen zu investieren. Es wird angenommen, dass Biokraftstoffe der zweiten Generation teurer sind als die der ersten Generation⁴⁾.

3.1.5 Instrumente zur Förderung

Der entscheidende Faktor für den Markteintritt von Biokraftstoffen und die Akzeptanz auf Seiten der Nachfrager sind die Kosten für die Autofahrer, d.h. der Preis des Kraftstoffes an der Tankstelle. Die österreichische wie die Europäische Biokraftstoffproduktion ist aufgrund der hohen Produktionskosten⁵⁾ bisher nicht wettbewerbsfähig. Dies macht eine staatliche Förderung der Produktion und/oder des Absatzes von Biokraftstoffen erforderlich. So sind Biokraftstoffe in Europäischen Ländern weitgehend von der Mineralölsteuer befreit. Ziel der steuerlichen Maßnahme ist es, den Preisunterschied zwischen dem Biokraftstoff und dem Preis für den konkurrierenden fossilen Kraftstoff auszugleichen sowie letztlich einen wirtschaftlichen Anreiz zum Kauf von Biokraftstoffen zu setzen.

In Österreich sind reine Biokraftstoffe gänzlich von der Mineralölsteuer befreit. Infolgedessen sind Dieselmotorkraftstoffe mit einem Gehalt von mindestens 4,4% Biokraftstoffanteil und einem

⁴⁾ Zu den Details sowie weiteren Vorzügen von Biokraftstoffen der zweiten Generation vergleiche *Worldwatch Institute* (2007).

⁵⁾ Produktionskosten von Biokraftstoffen werden u. a. von der Anlagengröße bestimmt, hängen in entscheidendem Maße aber von den Rohstoffkosten ab. Diese haben einen Anteil an den Gesamtkosten von etwa 50 bis 80% (IEA, 2004). Die Rohstoffkosten in den Schwellen- und Entwicklungsländern der tropischen und subtropischen Regionen sind im Allgemeinen weitaus geringer als in den industrialisierten Ländern, weshalb die Wettbewerbsfähigkeit von Biokraftstoffen aus diesen Regionen höher ist. Eine Öffnung der Agrarmärkte für den internationalen Wettbewerb könnte den Import von kostengünstigen Biokraftstoffen und/oder Energiepflanzen auf dem Weltmarkt ermöglichen. Allerdings sollte der internationale Handel aufgrund der eingangs erwähnten ökologischen und sozialen Aspekte der Bioenergieerzeugung auf zertifizierte Produkte beschränken.

Schwefelgehalt von höchstens 10mg/kg steuerlich begünstigt (ab 01.10.2005) ebenso wie Benzin mit einem Anteil von mindestens 4,4% Biokraftstoff und einem Schwefelgehalt von höchstens 10 mg/kg (ab 01.10.2007).

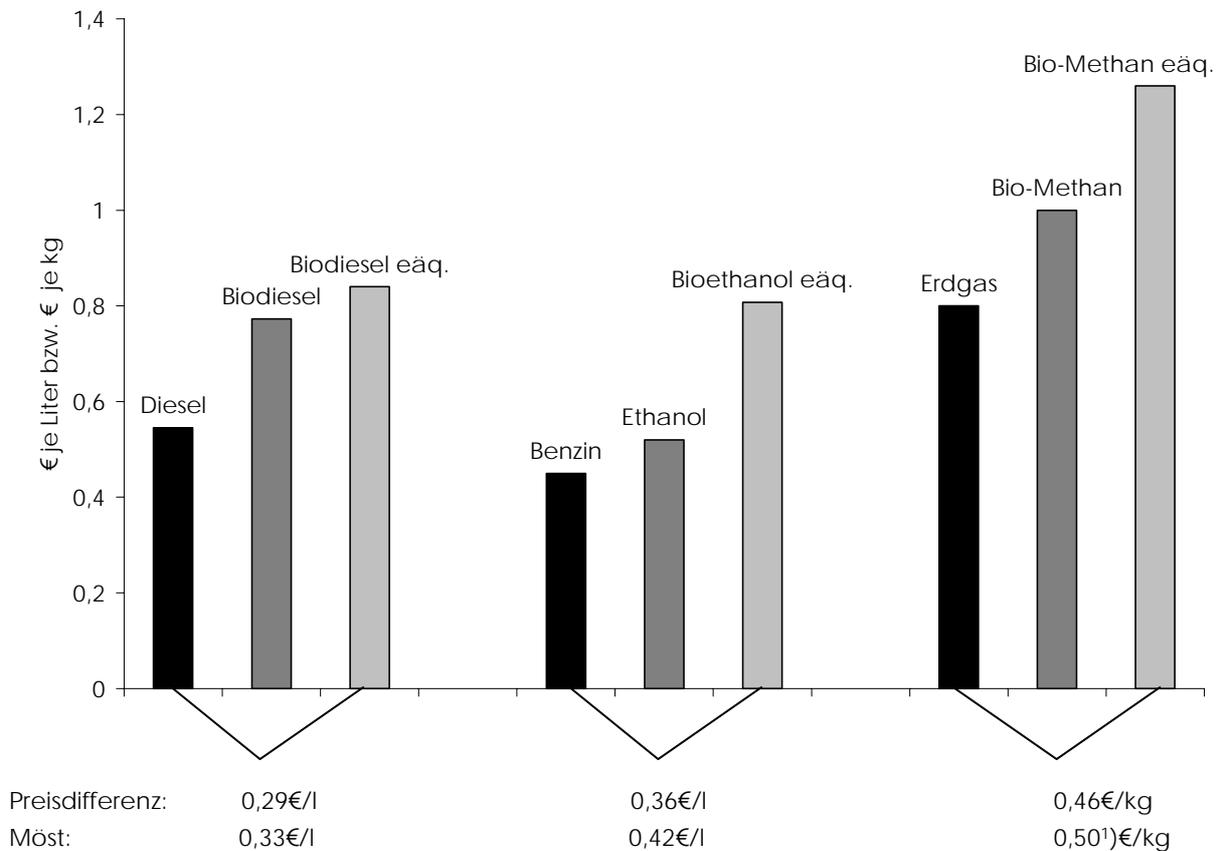
Zum Vergleich: In Deutschland sind laut Mineralölsteuergesetz seit dem 1. Januar 2004 bis zum 31. Dezember 2009 sämtliche Biokraftstoffe steuerbegünstigt, wobei sich diese Begünstigung sowohl auf reine Biokraftstoffe als auch auf Mischungen mit fossilen Energieträgern auf den biogenen Anteil bezieht. Die Steuerbegünstigung wurde bis Mitte 2006 in Form einer Steuerbefreiung gewährt. Im Jahr 2004 wurde eine Überkompensation für Biokraftstoffe festgestellt, die sowohl den Reinkraftstoff (+0,05 €/Liter) als auch die Beimischung (+ 0,10 €/Liter) betrifft. Damit sind die betreffenden Biokraftstoffe überfördert. Nach europäischem Recht (EU-Energiesteuerrecht und EU-Beihilferecht) ist bei Auftreten einer Überförderung die Steuerbegünstigung gesetzlich anzupassen. Seit August 2006 bis Ende 2007 wird Biodiesel dementsprechend als Reinkraftstoff (B100) mit 9 Cent/Liter besteuert. Zwischen 2008 und 20012 wird dieser Satz stufenweise auf 45 Cent/Liter, d. h. auf den vollen Energiesteuersatz angehoben. Biokraftstoffe in der Beimischung sind seit Beginn 2007 voll energiesteuerpflichtig (Diesel: 47 Cent/l, Benzin 65 Cent/l). An die Stelle der Steuerfreiheit trat zum 1. Januar 2007 eine Abnahmegarantie für Biodiesel als Beimischungsprodukt in Höhe von 4,4 Energieprozent Marktanteil am Gesamtkraftstoffmarkt in Kraft (Quotenregelung). Der Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie (*Jahresbericht, 2006/2007*) beklagt die Besteuerung von Biokraftstoffen vor dem Hintergrund (temporär) gefallener Rohölpreise. So konnte die für eine Nachfrage erforderliche Preisdifferenz zwischen Biodiesel und konventionellem Diesel bei wieder anziehendem Ölpreis nicht aufrechterhalten werden und der Absatz von reinem Biodiesel brach in der Folge um 30% bis 40% ein. Reiner Biodiesel war temporär nicht mehr konkurrenzfähig. Dies verdeutlicht, dass die Preisdifferenziale zwischen Biokraftstoffen und fossilen Kraftstoffen mit der Höhe des Rohölpreises variieren und Biokraftstoffe mit steigendem Rohölpreis zunehmend konkurrenzfähig werden.

3.1.6 Die volkswirtschaftlichen Kosten der Biokraftstoffbeimischung – Annahmen für die Simulation mit PROMETEUS

Die volkswirtschaftlichen Kosten der Beimischung von Biokraftstoffen berechnen sich nach der Höhe des Mineralölsteuerentgangs (Abbildung 3.2). Darüber hinaus sind die Investitionskosten für die Produktionsanlagen von Biokraftstoffen sowie die Investitionskosten der Erweiterung der Gastankstelleninfrastruktur zu berücksichtigen. Demgegenüber stehen die Nutzen im landwirtschaftlichen Produktionssektor und in der Biokraftstoffproduktion, sowie die externen Nutzen der CO₂-Reduktion.

Für die Kalkulation der Kosten der Biokraftstoffe nach dem österreichischen Biomasseaktionsplan werden an dieser Stelle allein die volkswirtschaftlichen Kosten im Sinne des Mineralölsteuerentgangs kalkuliert. Ausgangspunkt und Referenzwert der Kalkulation sind die Nettokraftstoffpreise für die fossilen Kraftstoffe Diesel, Benzin und Erdgas (Abbildung 3.2).

Abbildung 3.2: Kraftstoffpreise netto in €/l bzw. €/kg



1) Biogasförderung

Q: WIFO-Berechnungen.

Für die Simulation der volkswirtschaftlichen Kosten des Biokraftstoffeinsatzes laut obigem Zusatzbedarf wurden die folgenden Annahmen getroffen. Die volkswirtschaftlichen Kosten der Biodieselbeimischung belaufen sich auf den Mineralölsteuerentgang (0,33 €/l) zuzüglich der aufgrund unterschiedlicher Nettopreise zu entrichtenden Mehrwertsteuerrückzahlung, bezogen auf energieäquivalente (eäq.) Mengen von fossilen und biogenen Kraftstoffen. Die in der Berechnung verwendeten Nettopreise für Diesel sind durchschnittliche Marktpreise in Österreich für das Jahr 2006⁶⁾ abzüglich Mehrwert- und Mineralölsteuer, d.h. es handelt sich um den Wareneinstandspreis zuzüglich einer Gewinnmarge. Der verwendete Marktpreis für Biodiesel entspricht dem durchschnittlichen Tankstellenpreis für Biodiesel in Österreich laut ÖAMTC-Statistik. Die Mehrwertsteuer wurde abgezogen und so der Netto-Marktpreis berechnet. Die Preisdifferenz der beiden Dieselmotorkraftstoffe unter Berücksichtigung der Energiedichte beträgt 0,29 € bezogen auf einen Liter fossilen Diesel. Der Wegfall der Mineralölsteuer in Höhe von 0,33 € pro Liter sorgt für die Wettbewerbsfähigkeit des biogenen Dieseltreibstoffs.

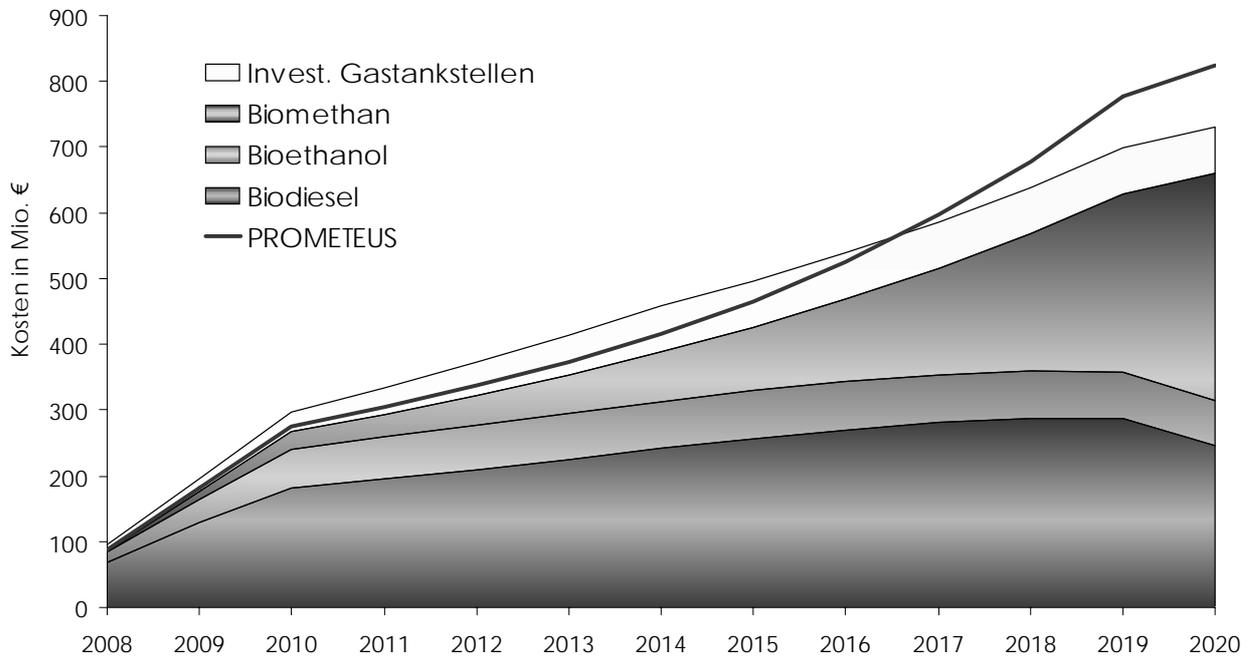
⁶⁾ Mineralölwirtschaftsverband e.V., Hamburg; ADAC; OMV, WIFO-Berechnungen. – Die Annahmen zur Aufteilung des Nettopreises für Österreich basieren auf Angaben der OMV (http://www.omv.com/smgr/portal/jsp/index.jsp?p_site=AT).

Der gleiche Ansatz wird für die Ethanolbeimischung verwendet, wobei die Mineralölsteuer für Benzin bei 0,42 € pro Liter liegt. Der Referenzpreis für Ethanol wurde mit 0,52 € pro Liter angesetzt und basiert auf Informationen aus persönlichen Gesprächen mit Vertretern der AGRANA Bioethanol GmbH, Pischelsdorf und des Energieparks Bruck an der Leitha. Die Produktionskosten für Bioethanol aus Weizen und Zuckerrüben werden in der EU mit etwa 0,45 € pro Liter angegeben (Henniges, 2006).

Für den Einsatz von Bio-Methangas fehlen bisher verlässliche politische Rahmenbedingungen. Die Kalkulation der volkswirtschaftlichen Kosten der Bio-Methangas Verwendung basiert auf dem Netto-Marktpreis für Erdgas als Referenzpreis, der sich derzeit auf ca. 0,80 € pro Kilogramm beläuft. Aus einer persönlichen Kommunikation mit dem Geschäftsführer des Energieparks Bruck an der Leitha ergab sich die Einschätzung eines Preisbandes für Bio-Methangas von 0,80 € pro Kilogramm bis zu 1,50 € pro Kilogramm. Für unsere Berechnungen gehen wir von einem Netto-Preis von 1,00 € pro Kilogramm Bio-Methan aus. Daraus ergibt sich eine relevante Förderung der Bio-Methangas Verwendung von ca. 0,50 € pro Kilogramm. Die derzeitige Erdgasabgabe beläuft sich auf 0,066 € pro Kubikmeter bzw. 0,055 € pro Kilogramm Erdgas. Entsprechend der Preisrelation von Erdgas zu Bio-Methangas nehmen wir eine Förderung von 0,50 € pro Kilogramm Bio-Methangas an. Darüber hinaus wird für die Erweiterung des Gastankstellennetzes in Österreich eine Investitionssumme von 350.000 € pro Gas-Zapfsäule veranschlagt, entsprechend der Angaben von OMV Vertretern. Mit den veranschlagten Investitionskosten kann bis zum Jahr 2020 ein flächendeckendes System von Gas-Zapfsäulen erreicht werden.

Eine komparativ-statische Berechnung der volkswirtschaftlichen Kosten (brutto) ohne Berücksichtigung der volkswirtschaftlichen Nutzen der Biokraftstoffproduktion und -bereitstellung ergibt unter den obigen Annahmen folgendes Ergebnis (Abbildung 3.3): Die Kosten der Biokraftstoffbeimischung steigen von 86 Mio. € im Jahr 2008 auf ca. 660 Mio. € im Jahr 2020. Dies ist eine *ex ante* - Berechnung, der in Abbildung 3.3 das Ergebnis der Modellsimulation mit PROMETEUS (s. dazu: Kapitel 4.3) zum Steuerausfall (inkl. der Investitionskosten für Gastankstellen) gegenübergestellt wurde. In diesem Ergebnis (*ex post*) finden die in PROMETEUS abgebildeten Mengenreaktionen im Treibstoffverbrauch ihren Niederschlag, entsprechend ergeben sich geringfügige Differenzen.

Abbildung 3.3: Kosten der Biokraftstoffe in Mio. €



Q: WIFO-Berechnungen.

Die Berechnungen basieren auf einem konstanten Preisverhältnis zwischen fossilen und biogenen Kraftstoffen, d.h. es wird für den Betrachtungszeitraum davon ausgegangen, dass sich dieses Preisverhältnis weder durch steigende Mineralölpreise noch durch sinkende Produktionskosten im Biokraftstoffbereich ändert. Ein steigender Rohölpreis kann dazu führen, dass Biokraftstoffe auch ohne staatliche Förderung wettbewerbsfähig werden. Die volkswirtschaftlichen Kosten der Biokraftstoffbeimischung würden dann entsprechend sinken. Allerdings wird aufgrund der steigenden weltweiten Nachfrage nach Biokraftstoffen bzw. nachwachsenden Rohstoffen auch für die Biokraftstoffproduktion ein Preisanstieg erwartet, so dass eine Konstanz im Preisverhältnis zwischen fossilen und biogenen Kraftstoffen nicht unplausibel erscheint. Zu berücksichtigen wären schließlich die externen Kosten fossiler Kraftstoffe, die die volkswirtschaftlichen Kosten von Biokraftstoffen in Relation zu den fossilen Kraftstoffen reduzieren würden bzw. die externen Nutzen der Biokraftstoffbeimischung.

3.2 Biomasse in der Strom- und Wärmeerzeugung

Die Forcierung der Nutzung von Biomasse zur Strom- und Wärmeerzeugung folgt aus verschiedenen Vorgaben auf nationaler und EU Ebene zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch bzw. an der Elektrizitätserzeugung (siehe dazu auch Kapitel 3.2.2). Dabei spielen energiepolitische Zielsetzungen (z.B. Reduktion der Importabhängigkeit von fossilen Energieträgern, Diversifikation im Energieträgermix) ebenso eine Rolle wie

die Bestrebungen zur Reduktion von Treibhausgas- und anderen Luftemissionen. Die Nutzung heimischer Biomasse unterstützt weitere politische Ziele, wie etwa die Schaffung bzw. Erhaltung von Beschäftigung und Wertschöpfung im (strukturschwachen) ländlichen Raum durch die Brennstoffbereitstellung bzw. den Betrieb von Biomasse-Anlagen. Darüber hinaus kann die Steigerung der heimischen Nachfrage nach effizienten Biomasse-Technologien zu Innovationen und technischen Entwicklungen bei den Anlagenproduzenten führen, was in Folge einerseits die Exportchancen für diese Technologien erhöht, andererseits sinken dadurch die Kosten der Anlagen, was wiederum den Subventionsbedarf in diesem technologischen Segment reduziert.

In den vergangenen Jahren wurde eine Reihe von Studien verfasst, die sich mit der Bewertung der ökonomischen Effekte der Forcierung erneuerbarer Energien im Allgemeinen und der Biomasse im speziellen beschäftigen (siehe dazu etwa: *Kletzan et al.*, 2006, *Haas et al.*, 2006, *Haas – Kranzl*, 2002, *Pichl et al.*, 1999). Aspekte, die dabei in unterschiedlichem Ausmaß berücksichtigt werden, sind einerseits Beschäftigungs- und Outputeffekte sowie Wirkungen auf den öffentlichen Haushalt der Investitionen bzw. des Betriebs von Anlagen auf Basis erneuerbarer Energieträger und andererseits dynamische Effekte durch technologische Innovationen, Verbesserungen der Wettbewerbsfähigkeit und Exportpotentialen. Die identifizierten positiven Effekte ergeben sich aus der Investitionstätigkeit (insbesondere wenn im Inland produzierte Technologien zur Verfügung stehen) und dem laufenden Betrieb, wobei der Betriebseffekt im Fall der Biomasse durch die (heimische) Brennstoffbereitstellung verstärkt wird. Der Budgeteffekt ist vom Förderbedarf für erneuerbare Energien bzw. Mehrkosten der Energiedienstleistungen abhängig.

Der Markt für Biomasse zeichnet sich sowohl auf der Seite der Rohstoffbereitstellung als auch auf der Seite der technologischen Entwicklungen durch große Dynamik aus. Ähnlich wie im Fall der Biotreibstoffe bedingt die nach wie vor bestehende Differenz in den Entstehungskosten zu fossilen Technologien einen Förderbedarf der Biomasse-basierten Strom- und Wärmeerzeugung. Der Förderbedarf hängt jedoch neben dem technologischen Fortschritt auch von der Preisdifferenz bei den verwendeten Rohstoffen ab. Diese verringert sich einerseits durch den stetig steigenden Ölpreis, andererseits führt jedoch die zunehmende Nutzungskonkurrenz bei fester Biomasse (stoffliche und energetische Nutzung, Flächenkonkurrenz mit Nahrungsmittelproduktion) auch zu Preissteigerungen bei Biomasse.

Biomasse in der Strom- und Wärmeerzeugung verfügt über ein hohes Potential zur Substitution fossiler Energieträger, was dazu beitragen kann, einerseits die wirtschaftlichen Effekte von steigenden Ölpreisen abzufedern und andererseits die Emissionen von Treibhausgasen zu reduzieren. Zentral für die Realisierung dieses Potentials – und die Erreichung der ambitionierten Zielsetzungen – ist jedoch der Einsatz hocheffizienter Biomasse-Technologien (z.B. KWK-Anlagen⁷⁾ und die Kombination mit anderen effizienzsteigernden Maßnahmen im Gebäudebereich (thermische Effizienz im Neu- und Sanierungsbau) bzw. bei elektrischen Anwendungs-

⁷⁾Biomasse hat aufgrund der geringen Energiedichte einen relativ niedrigen Wirkungsgrad in der Stromerzeugung. Der Wirkungsgrad von fossilen Energieträgern ist im Vergleich dazu mindestens doppelt so hoch, wohingegen in der Wärmeerzeugung die Wirkungsgrade in einer vergleichbaren Höhe liegen. Zur Steigerung der Energieeffizienz ist es daher sinnvoll Biomasse zur Wärmeerzeugung oder optimalerweise zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung einzusetzen.

technologien (Haushaltsgeräte, Produktionstechnologien). Generell ist Biomasse für eine dezentrale Strom- und Wärmeerzeugung geeignet, da der Transport des Rohstoffs über lange Strecken weder ökonomisch noch ökologisch sinnvoll ist. Daher sollte der Einsatz zur kombinierten Produktion von Strom und Wärme entsprechend der lokalen bzw. regionalen Verfügbarkeit des Rohstoffs und der Wärmenachfrage erfolgen.

3.2.1 Zusatzbedarf Biomasse für die Strom- und Wärmeerzeugung

Um den zusätzlichen Bedarf an Biomasse für die Strom- und Wärmeerzeugung zu ermitteln, der sich aufgrund der Zielsetzungen ergibt (Übersicht 3.1), wird folgender Ansatz gewählt:

Vom übergeordneten Ziel des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoinlandsverbrauch, d.h. einem zusätzlichen Bedarf von 33 PJ (2010) bzw. 390 PJ (2020) wird in einem ersten Schritt die zusätzliche Aufbringung an Biokraftstoffen abgezogen, die notwendig ist, um das entsprechende Ziel der Beimischung zu erreichen. Daraus ergibt sich eine Differenz von 7 PJ (2010) bzw. 327 PJ (2020). Diese Differenz muss durch Biomasseeinsatz in den Bereichen der Ökostrom- bzw. Wärmeerzeugung gedeckt werden (vgl. Übersicht 3.4). Dies ist einerseits durch die Dynamik des Bruttoinlandsverbrauchs bedingt und andererseits durch den Entwicklungspfad der anderen erneuerbaren Energieträger aus den WIFO-Energieszenarien.

Übersicht 3.4: Zusatzbedarf an Biomasse in der Strom- und Wärmeerzeugung

Bruttoinlandsverbrauch		2005	2010	2020
Ziele Erneuerbare Energieträger	%		25	45
Baseline Bruttoinlandsverbrauch	PJ	1.440	1.546	1.758
Baseline Erneuerbare Energieträger	PJ	308	354	402
Zusatzbedarf Erneuerbare Energieträger	PJ		33	390
davon Kraftstoffe	PJ		26	63
davon Wärme im Haushaltsbereich	PJ		0	107
davon Ökostrom/KWK	PJ		7	220

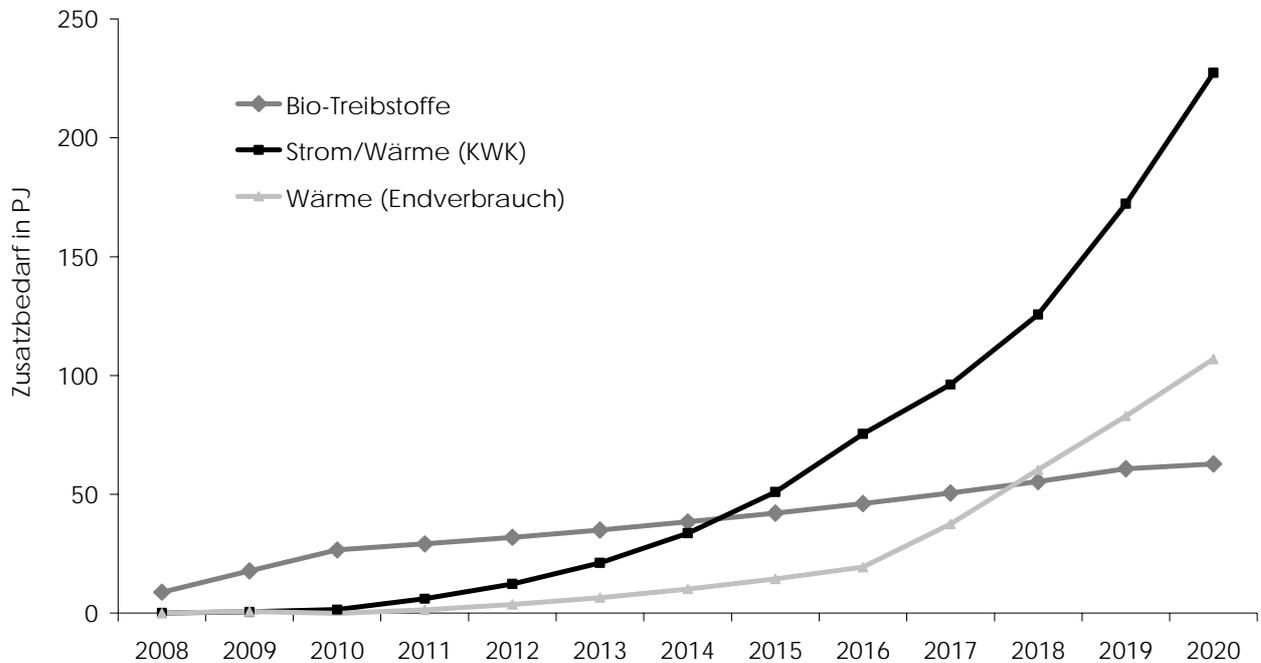
Q: Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

Rund zwei Drittel des berechneten Zusatzbedarfs entfallen dabei im Jahr 2020 auf die kombinierte Erzeugung von Strom- und Wärme in (stromgeführten) KWK-Anlagen, ein Drittel auf die Wärmeerzeugung mit Biomasseanlagen bei den privaten Haushalten. Letzteres bedeutet eine weitgehende Substitution fossiler Energieträger in der Raumwärmeerzeugung – ihr Anteil sinkt von 2008 bis 2020 von 51% auf 14%. Im Vergleich dazu liegt der Anteil der fossilen Energie im Baseline-Szenario im Jahr 2020 noch bei knapp 48%. Der Anteil der erneuerbaren Energie an der Wärmeerzeugung der Haushalte steigt von 2008 bis 2020 von 23% auf 56%, während er im Baseline-Szenario annähernd unverändert bleibt. Der massive Anstieg im Biomasse-Einsatz für die Raumwärmeerzeugung erfolgt in den letzten fünf Jahren des Beobachtungszeitraums (2017 – 2020).

In der kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung steigt der Zusatzbedarf an Biomasse-Inputs von 0,5 PJ im Jahr 2008 auf rund 7 PJ (2010) und 220 PJ im Jahr 2020.

Zusammengefasst sind die Entwicklungspfade des Zusatzbedarfs für Biomasse nach den einzelnen Verwendungsarten in Abbildung 3.4 dargestellt.

Abbildung 3.4: Entwicklung des Zusatzbedarfs für Biomasse bis 2020



Q: WIFO-Berechnungen.

3.2.2 Entwicklung von Biomasse in der Strom- und Wärmeerzeugung in Österreich und der EU

Die Ziele der Europäischen wie der österreichischen Energiepolitik sind auf die Aspekte Nachhaltigkeit, Versorgungssicherheit und Wettbewerbsfähigkeit fokussiert. Bereits im Weißbuch der EU "Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energieträger" (COM(97) 599 final) wurde auf das Potential erneuerbarer Energien hingewiesen, zu Versorgungssicherheit, Klimaschutz und einer Stärkung der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit beizutragen. Entsprechend dem Weißbuch sollte der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoinlandsverbrauch in der EU bis 2010 auf 12% erhöht werden, was einer Verdopplung im Vergleich zu 1997 entspricht. 2005 lag der tatsächliche Anteil bei ca. 6,4%, wobei davon zwei Drittel auf Biomasse (83 Mio. toe⁸⁾ entfielen. Der Europäische Rat von März 2006 sprach sich für eine weitere Forcierung der erneuerbaren Energien und eine Erhöhung ihres Anteils am Bruttoinlandsverbrauch auf 15% bis zum Jahr

⁸⁾ Tonnen Öl-Äquivalent.

2015 aus (*Council Document 7775/1/06 REV10*). Das Europäische Parlament forderte im Dezember 2006 ein Ziel von 25% bis zum Jahr 2020⁹⁾.

Ein weiteres Politikziel der EU betrifft die Elektrizitätserzeugung bzw. die Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien am Bruttoelektrizitätsverbrauch auf 22% bis 2010 (im Vergleich zu 14% im Jahr 2000¹⁰⁾), was in der Richtlinie 2001/77/EG zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt festgelegt ist¹¹⁾.

Speziell in Hinblick auf die Förderung der Nutzung von Biomasse-Energie aus Holz, Abfällen und landwirtschaftlichen Erzeugnissen wurde 2005 der Biomasse-Aktionsplan von der EU Kommission vorgelegt (*KOM(2005) 628 endgültig*), der eine Erhöhung der energetischen Biomassenutzung auf ca. 150 Mio. toe bis 2010 (oder kurz danach) vorsieht (im Vergleich dazu lag der Wert im Jahr 2003 laut Biomasseaktionsplan bei 69 Mio. toe). Dies soll entsprechend der Ansicht der EU-Kommission die Abhängigkeit von Energieimporten um 6%-punkte sowie die Treibhausgasemissionen um 209 Mio. t CO₂-Äquivalent pro Jahr reduzieren, zur Diversifizierung der Energieversorgung Europas beitragen sowie bei überwiegender Bereitstellung der Biomasse im EU-Raum bis zu 300.000 Arbeitsplätze schaffen. Bisher gibt es auf EU-Ebene keine Richtlinie zur Forcierung der Wärme- und Kälteerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien. Gewisse Ansätze dahingehend sind jedoch in der Richtlinie über die Förderung einer am Nutzwärmebedarf orientierten Kraft-Wärme-Kopplung im Energiebinnenmarkt (2004/8/EG) und der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2002/91/EG) enthalten, die auf effiziente Wärmebereitstellung abzielen.

Für Österreich wurde 2006 ein nationaler Biomasseaktionsplan vorgelegt (*BMLFUW, 2006*) der seinerseits bis 2010 eine Erhöhung der Biomassenutzung von 130 PJ (2003) auf 205 PJ vorsieht, wobei der Schwerpunkt auf der Wärmeerzeugung liegt. Auf diese entfällt ein Zusatzbedarf von 41 PJ (knapp 60%). Für die Stromerzeugung wird ein zusätzliches Potential von 13 PJ angegeben.

Die tatsächliche Entwicklung der Biomasse-Nutzung für energetische Zwecke in der EU 27 sowie in Österreich ist anhand von Daten der Energiebilanzen der Internationalen Energieagentur (IEA) in Abbildungen 3.5 und 3.6 dargestellt¹²⁾. Der Bruttoinlandsverbrauch der EU 27 hat zwischen 1990 und 2005 um durchschnittlich 0,6% p.a. zugenommen, während der Einsatz von Biomasse jährlich um 3,7% gestiegen ist. Somit hat sich der Anteil der Biomasse am Bruttoinlandsverbrauch der EU 27 von 2,8% auf 4,6% erhöht. Im selben Zeitraum hat der Bruttoinlandsverbrauch in Österreich um durchschnittlich 1,9% p.a. zugenommen, der Biomasse-Einsatz um 3%. Die Steigerung des Biomasseanteils am Bruttoinlandsverbrauch fällt damit vergleichsweise geringer aus (von 9,8% auf 11,6%) liegt jedoch insgesamt auf höherem Niveau als in der EU insgesamt.

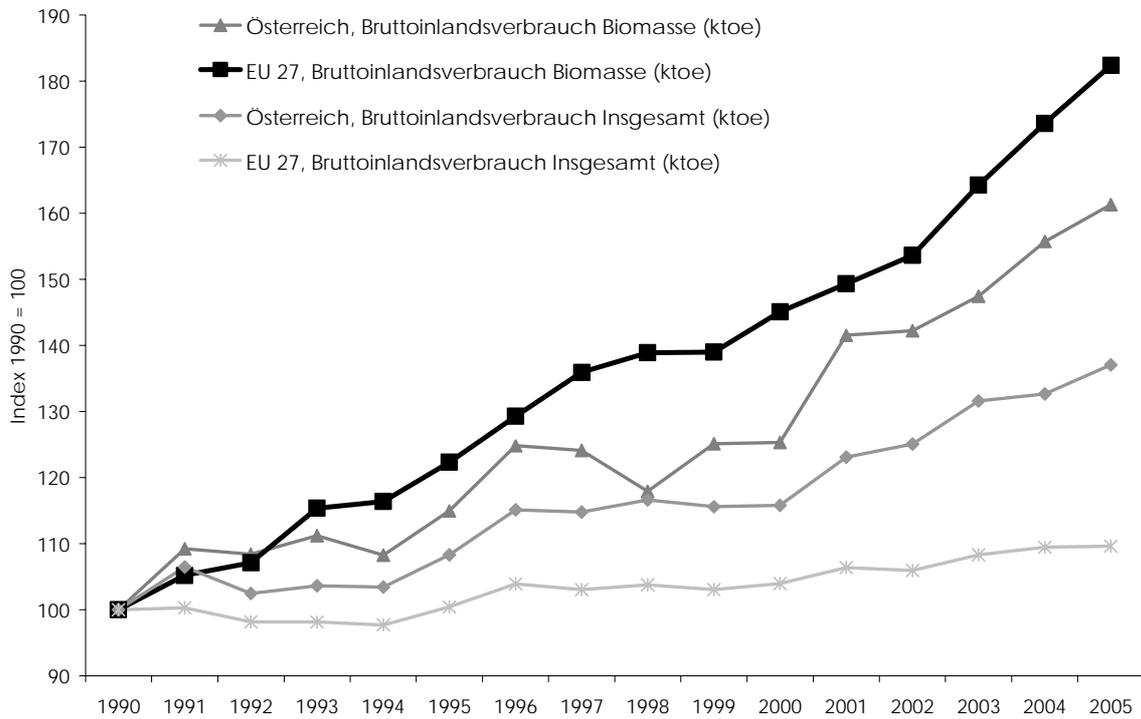
⁹⁾ Siehe dazu auch Renewable Energy Road Map, Renewable energies in the 21st century: building a more sustainable future (*COM(2006) 848 final*).

¹⁰⁾ Das entspricht ebenfalls dem Wert von 2005, ein Jahr, das jedoch aufgrund der klimatischen Bedingungen eine geringe Wasserkraftproduktion aufwies.

¹¹⁾ Für Österreich ergibt sich daraus die Erhöhung des Anteils von Ökostrom (inklusive Großwasserkraft) auf 78,1%.

¹²⁾ Die Kategorie "Combustible renewables & waste" umfasst in dieser Datenbasis feste, flüssige und gasförmige Biomasse sowie Industrie- und Haushaltsabfälle.

Abbildung 3.5: Bruttoinlandsverbrauch insgesamt und Biomasse in Österreich und der EU 27

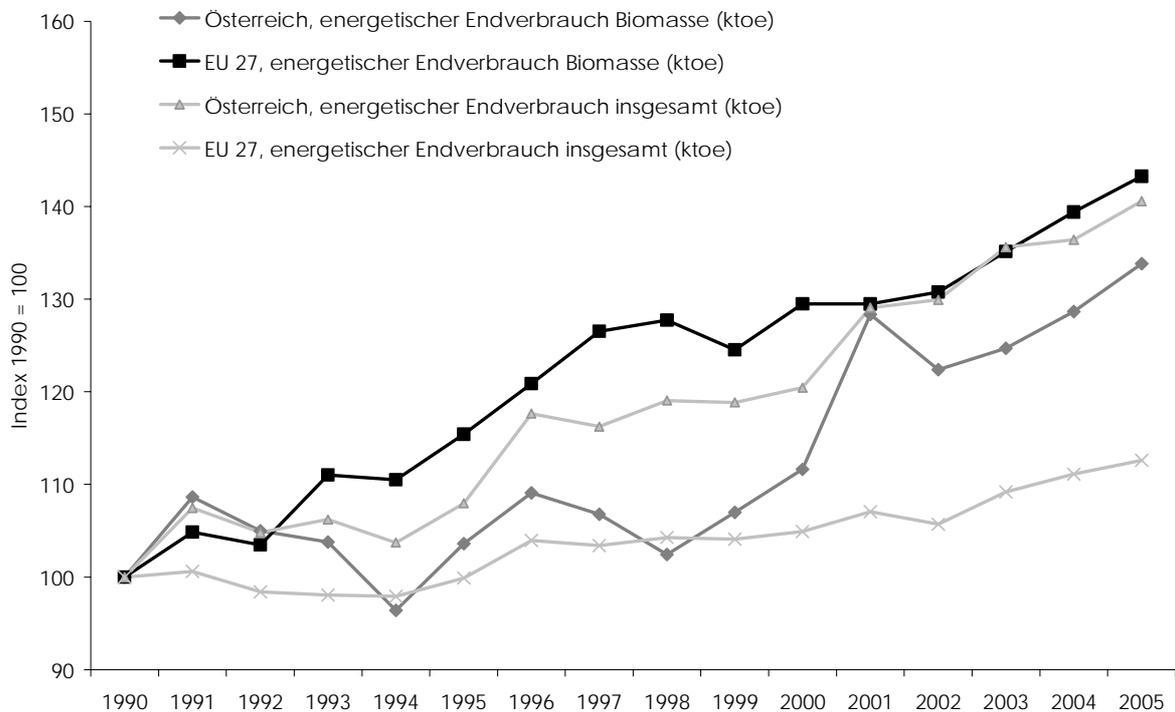


Q: IEA Energy Balances.

Ein ähnliches Bild ergibt sich für die EU 27 in Hinblick auf den energetischen Endverbrauch. Dieser stieg in der EU 27 zwischen 1990 und 2005 im Durchschnitt um 0,7% pro Jahr, während die Biomassenutzung um 2,2% p.a. zunahm und ihren Anteil von 3,2% auf 4,1% erhöhte. In Österreich hingegen betrug die mittlere jährliche Steigerung des energetischen Endverbrauchs 2,1%, wohingegen die Biomasse mit einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 1,7% p.a. weniger stark zunahm. Daher reduzierte sich auch der Anteil der Biomasse am energetischen Endverbrauch von 10,8% auf 10,3%.

Generell weist Österreich somit ein stärkeres Wachstum des Energieverbrauchs auf als die EU 27 und gleichzeitig geringere Wachstumsraten, was die Nutzung von Biomasse betrifft.

Abbildung 3.6: Energetischer Endverbrauch insgesamt und Biomasse in Österreich und der EU 27



Q: IEA Energy Balances.

Dennoch wurde in den letzten Jahren nicht zuletzt aufgrund der zunehmenden Diskussion über den Klimawandel und die kontinuierlich steigenden Ölpreise die Anzahl der Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung auf Basis von Biomasse in Österreich deutlich ausgebaut.

In Übersicht 3.5 ist die Entwicklung der Anzahl von Biomassefeuerungsanlagen zwischen 2001 und 2006 dargestellt. Die Übersicht ist nach Leistungsklassen differenziert. Die Daten stammen aus der jährlichen Biomasse-Heizungserhebung der Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2007). Die Anzahl der neu installierten Anlagen ging im Segment der Kleinanlagen (Wärmeversorgung von Einfamilienhäusern, landwirtschaftlichen Betrieben, Mikronetzen) in den ersten Jahren leicht zurück, war aber ab 2003 durch ein teilweise deutliches Wachstum gekennzeichnet. Die höchsten Wachstumsraten waren 2005 (im Vergleich zu 2004) zu verzeichnen, die Anzahl der Stückholz- und Hackgutfeuerungen nahm um über 30%, die Anzahl der Pelletsessel um 46% zu. Der Anstieg wurde im Jahr 2006 durch Preissteigerungen von Brennstoffen und – was Pellets betrifft – auch durch Versorgungsprobleme und daraus folgende Unsicherheiten bei den Konsumenten gebremst. Dennoch wurden 2005 und 2006 in Österreich mehr Pelletsfeuerungen als Ölkessel verkauft. Die Nachfrage nach Biomasseheizungsanlagen ist demnach durch den Heizölpreis, das Umweltbewusstsein der Verbraucher, aber auch durch technische Entwicklungen und die Einschätzung der Verfügbarkeit biogener Brennstoffe determiniert.

Anlagen im mittleren und hohen Leistungsbereich dienen der Wärmeversorgung von Mehrgeschoßwohnbauten (über Nah- und Fernwärmenetze) oder von Gewerbe- und Industriebetrieben. Auch bei diesen Anlagen ist ab 2003 ein deutliches Wachstum zu verzeichnen, mit der stärksten Zunahme im Jahr 2005 (+77%) und einer Steigerung der Anlagenzahl um 17,5% im Jahr 2006. Die zu erwartende Brennstoffnachfrage der neuerrichteten großen Blockheizkraftwerke, die zum Großteil auf die kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung ausgelegt sind, und damit verbundene Brennstoffpreiseffekte dürften dazu führen, dass in den nächsten Jahren weniger Anlagen in diesem Leistungssegment errichtet werden (siehe dazu auch *E-Control*, 2007).

Übersicht 3.5: Entwicklung von Biomasseanlagen in Österreich, 2001 – 2006

	Kleinanlagen (bis 100 kW)			mittlere Anlagen (>100 - 1.000 kW)	Großanlagen (>1MW)
	Stückholz	Hackgut (<100 kW)	Pellets Anzahl		
2001	5.314	2.344	4.932	301	54
2002	4.276	2.392	4.492	223	26
2003	4.144	2.558	5.193	332	36
2004	4.555	2.855	6.077	369	43
2005	6.078	3.856	8.874	653	78
2006	6.937	3.949	10.467	777	82

Q: Landwirtschaftskammer Niederösterreich.

Aus dem Ökostrombericht der E-Control können darüber hinaus detaillierter Informationen über die installierte Engpassleistung von Biomasse-Ökostromanlagen entnommen werden. Diese sind in Übersicht 3.6 für die Jahre 2003 bis 2007 (Stand 1. Quartal) dargestellt.

Die installierte Kapazität an Ökostromanlagen auf Basis von fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse hat sich in diesem Zeitraum von 58 MW auf 514 MW erhöht. Der höchste Anteil von knapp drei Viertel entfällt dabei auf feste Biomasse, rund 22% entfallen auf Biogas und durchschnittlich 5% auf flüssige Biomasse.

Übersicht 3.6: Entwicklung der Kapazitäten von Biomasseanlagen in der Ökostromproduktion, 2003 – 2007

	Vertragsverhältnis mit Engpassleistung in MW					Anerkannte Anlagen 31.03.2007
	31.12.2003	31.12.2004	31.12.2005	31.12.2006	30.06.2007	
Biogas	15,0	28,4	50,7	62,5	64,2	86,2
Biomasse fest	41,1	87,5	126,0	257,9	270,4	402,0
Biomasse flüssig	2,0	6,8	12,4	14,7	14,6	26,1
Sonstiger Ökostrom ¹⁾	433,4	630,8	854,4	983,4	995,3	1.099,9
Anteil Biomasse in %	11,8	16,3	18,1	25,4	26,0	31,9

Q: E-Control. 1) Ohne Kleinwasserkraft.

Diese Anlagen speisten 2006 insgesamt knapp 1.500 GWh Ökostrom in das öffentliche Netz ein, was einem Anteil am sonstigen Ökostrom (ohne Kleinwasserkraft) von 45% entspricht. 2005 lag die Einspeisemenge mit 806 GWh (36% des sonstigen Ökostroms) deutlich darunter.

Die Förderung der Ökostromanlagen erfolgt mittels garantierter Einspeisetarife. Die durchschnittliche Vergütung für Strom aus Biomasseanlagen lag 2006 bei 12,64 Cent/kWh bei fester Biomasse, 13,73 Cent/kWh bei Biogas und 13,99 Cent/kWh bei flüssiger Biomasse. Der durchschnittliche Einspeisetarif für Ökostrom lag 2006 mit 10,35 Cent/kWh deutlich niedriger. Insgesamt erhielten Biomasse-Ökostromanlagen 2006 Einspeisevergütungen in der Höhe von 194 Mio. €, was einem Anteil von knapp 57% am Volumen der sonstigen Ökostromanlagen entspricht. Im Jahr 2005 lag die Einspeisevergütung bei 93 Mio. € (45%).

Zusätzlich können Biomassewärme- und -KWK-Anlagen auch über Investitionsförderungen aus verschiedenen Quellen unterstützt werden. Neben Investitionszuschüssen der Bundesländer ist hier insbesondere die betriebliche Umweltförderung im Inland relevant, die für Biomasse-Einzelanlagen, Biomasse-Nahwärme und -KWK-Anlagen Zuschüsse von maximal 30% der umweltrelevanten Investitionskosten gewährt¹³⁾. Für private Haushalte gibt es Förderungsmöglichkeiten im Rahmen der Wohnbauförderung, Heizkesseltauschaktionen bzw. spezifische Förderinstrumente für Biomasseheizungsanlagen der Bundesländer¹⁴⁾.

3.2.3 KWK-Technologien

Während die Verbrennung von Biomasse zur Wärmeerzeugung eine ausgereifte und breit angewendete Technologie ist, gibt es intensive Entwicklungsbestrebungen für Technologien zur Stromerzeugung aus Biomasse. Aufgrund der – relativ zu vergleichbaren Erdgas GuD-Anlagen – hohen Brennstoffkosten haben Biomasse-KWK-Anlagen noch keine breite Diffusion erreicht. Allerdings ist die Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen auch durch die Preisdifferenz zu fossilen Energieträgern bestimmt, die sich in den letzten Jahren verringert hat. Die effiziente energetische Nutzung setzt jedoch jedenfalls die Wärmenutzung mit zusätzlicher Stromauskopplung voraus (wärmegeführte Anlagen), da der elektrische Wirkungsgrad vergleichsweise gering ist¹⁵⁾. Für den wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen ist eine optimale Wärmebelegung des Leitungsnetzes – d.h. möglichst vollständige Wärmenutzung - anzustreben.

Biomasse-KWK-Technologien werden für verschiedene Anwendungsbereiche entwickelt und angeboten. Für die zukünftige Anwendung erscheinen u.a. folgende Technologien interessant (vgl. ARGE "KWK-Studie", 2005, *Obernberger et al.*, 2005), wobei Weiterentwicklungen in erster Linie auf eine Erhöhung des elektrischen Wirkungsgrads und kostengünstige Bauweisen abzielen:

- der Stirlingmotorprozess v.a. für den niedrigen Leistungsbereich (<100 kW_{el}), z.B. in Haushalten,

¹³⁾ Für nähere Informationen siehe <http://www.publicconsulting.at> oder *Kletzan et al.*, (2006).

¹⁴⁾ Einen Überblick über relevante Landes-, Bundes- und EU-Förderungen bietet das Service "EnergieSparFörderungen EnergieBeratung" der Österreichischen Energieagentur.

¹⁵⁾ Der Wirkungsgrad in der Stromerzeugung ist bei fossilen Energieträgern etwa doppelt so hoch wie bei der Biomasse, während der Wirkungsgrad in der Wärmeerzeugung vergleichbar ist (siehe auch *E-Control*, 2007).

- die Organic-Rankine-Cycle (ORC) Technologie für den Leistungsbereich zwischen 200 und 1.500 kW_{el},
- Wirbelschicht-Dampfvergasung mit nachgeschaltetem Dampfmotor im großen Leistungsbereich (>2 MW_{el}).

Relevante Rahmenbedingungen für die Weiterentwicklung und breite Anwendung dieser Technologien sind einerseits längerfristig garantierte und ausreichende Einspeisetarife, die die Wirtschaftlichkeit der Anlagen sicherstellen und andererseits Aspekte wie die Standort- und Technologiewahl sowie insbesondere im großen Leistungsbereich die Sicherstellung der Brennstoffversorgung.

3.2.4 Annahmen für die Simulation mit PROMETEUS

Wie in Kapitel 3.2.1 dargestellt, erfordert das untersuchte Maximalszenario eine massive Ausweitung der Strom- und Wärmeproduktion auf Basis von Biomasse bis zum Jahr 2020. Insgesamt ergibt sich einerseits ein Zusatzbedarf von 107 PJ im Bereich der Raumwärmeerzeugung der privaten Haushalte, d.h. im niedrigen Leistungsbereich, was durch eine weitgehende Substitution fossiler Brennstoffe erzielt wird. Um diesen Umstieg in der Raumwärmeerzeugung anzustoßen, wird für die Modellsimulation die Annahme getroffen, dass der Heizungstausch durch öffentliche Förderungen unterstützt wird.

Der Investitionsbedarf wurde anhand von Daten aus der Literatur, Angaben von Herstellern von Biomasse-Heizkesseln und Präsentationen auf Fachtagungen ermittelt. Diese Informationen ergaben durchschnittliche Investitionskosten von 20 Cent je kWh. Für diese wurde aufgrund von Lerneffekten und technologischem Fortschritt ein degressiver Verlauf angenommen, d.h. sie sinken bis 2020 um 10%. Auf Basis des berechneten Verlaufs des Zusatzbedarfs an Wärme aus Biomasse ergibt sich daraus ein Investitionsvolumen, das von 39 Mio. € im Jahr 2009 auf 1,2 Mrd. € im Jahr 2020 ansteigt. Diese Investitionen werden von der öffentlichen Hand gefördert, zunächst (bis 2015) mit einem Fördersatz von 15%, danach – um das stärkere Wachstum der Biomasse-Wärmeerzeugung zu ermöglichen – steigt der Fördersatz auf 25% der Investitionssumme. Daraus ergibt sich ein Fördervolumen von 6 Mio. € im Jahr 2009, das bis 2015 auf 33 Mio. € und bis 2020 auf 300 Mio. € ansteigt.

Andererseits besteht ein Zusatzbedarf an Biomasse für die kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung in der Höhe von 220 PJ im Jahr 2020. Um die notwendigen Kapazitäten im Bereich der Ökostromanlagen zu schaffen, wird im Gegensatz zur reinen Wärmeerzeugung nicht von einer Investitionsförderung ausgegangen, sondern von einer Unterstützung der Erzeugung durch Einspeisetarife für den Ökostrom. Diese steigen ausgehend von einem Niveau von etwa 14 Cent/kWh auf knapp 20 Cent/kWh im Jahr 2011 an, um sich danach auf 18 Cent/kWh zu stabilisieren. Der starke Anstieg am Beginn der Periode ist notwendig, um den notwendigen Ausbau der Ökostrom-Kapazitäten auszulösen. Aufgrund von Lerneffekten aus der technologischen Entwicklung und breiteren Anwendung können die Einspeisetarife in Folge wieder gesenkt werden.

4. Volkswirtschaftliche Evaluierung des Biomasseaktionsplan-Szenarios

Im Folgenden werden die volkswirtschaftlichen Auswirkungen und Umwelteffekte des in den letzten Kapiteln dargestellten Biomasseaktionsplan-Szenarios quantifiziert. Die Simulationsrechnungen wurden mit dem im WIFO entwickelten disaggregierten makroökonomischen Modell PROMETEUS (PROjecting and MOdelling the Economy, Transport and Energy Use for Sustainability) durchgeführt (*Kratena – Wüger, 2006*). Für die Simulationen wurde ein Beginn der Wirkung ab 2008 angenommen, die entsprechenden Maßnahmen wirken dann gemäß dem Biomasseaktionsplan bis 2020. Die Effekte sind für die Jahre 2015 und 2020 dargestellt.

4.1. Das makroökonomische Modell PROMETEUS

Das neue disaggregierte makroökonomische Modell des WIFO, PROMETEUS, stellt eine Weiterentwicklung des in *Kratena - Zakarias (2001)* beschriebenen Modells (MULTIMAC) dar. Eine wesentliche und vor allem für "Impact"-Analysen relevante Neuerung ist die Modellierung des Arbeitsmarktes im Sinne eines sektoralen Modells der Sucharbeitslosigkeit. Ein wesentlicher Aspekt von PROMETEUS ist die Disaggregation in 31 Branchen, die über eine Aggregation der 60 NACE-Zweisteller definiert sind. Das Modell besteht aus drei großen Blöcken: der Produktionsseite, der Güternachfrage, sowie dem Arbeitsmarkt mit der Einkommenseite. Energie ist als Produktionsfaktor und Konsumgut jeweils in die Produktionsseite und in die Güternachfrage voll konsistent integriert. Darüber hinaus ist auch das gesamte Energiesystem – quasi als Satellitensystem zum ökonomischen Datensatz – abgebildet, wobei der Schwerpunkt auf der Modellierung der Strom- und Wärmezeugung liegt. Alle Beziehungen beruhen auf ökonometrisch geschätzten Gleichungen für die Stützperiode 1988–2003 und nicht – wie in allgemeinen Gleichgewichtsmodellen – auf Elastizitäten aus der Literatur und kalibrierten Gleichungen. Den Kern des Modells bildet die Input-Output Tabelle 2000 von Statistik Austria, die die Lieferverflechtungen zwischen den 31 Wirtschaftszweigen abbildet. Das Modell bildet nicht nur die statischen Multiplikatoreffekte der Input-Output Analyse ab, sondern alle gesamtwirtschaftlichen Multiplikatoren und dynamischen Rückwirkungen bzw. Anpassungen. So reagieren Firmen z.B. nicht in vollem Ausmaß ihrer durchschnittlichen Produktivität auf eine Nachfrageerhöhung mit Beschäftigungsausweitungen, sondern erhöhen zunächst nur die Produktivität.

Für die Darstellung des Energiesystems wurde das an den Formaten der IEA-Energiebilanz orientierte und im Zusammenhang mit der Erstellung der zuletzt publizierten "Energieszenarien 2020" des WIFO (*Kratena - Wüger, 2005*) entwickelte Modell verwendet. In diesem ist die Nachfrage der einzelnen Wirtschaftszweige nach Energie in ein Modell der Produktion mit drei voll flexiblen (variablen) Faktoren (Arbeit, Energie und Vorleistungen) und einem "quasi" fixen Faktor (Kapital) eingebettet. Der aktuelle Kapitalstock enthält die auch für die Energienachfrage entscheidenden Technologien und wird von den Firmen an den "optimalen" Kapitalstock angepasst. Letzterer ist durch das Gleichgewicht zwischen den tatsächlichen Kapitalkosten und dem "Schattenpreis" des Kapitals (= die kostendämpfende Wirkung des Kapitalstocks) gegeben. Eine Absenkung der Kapitalkosten kann somit eine Erhöhung im Kapitalstock und dann in weiterer Folge eine Absenkung der Energienachfrage bewirken. Die in

PROMETEUS eingebauten Relationen bilden diesen Zusammenhang direkt ab. Alle Kostenfaktoren, die den Energiepreis der Firmen erhöhen (Ökostromförderung, Energiesteuern) führen somit zu Substitutionseffekten zwischen den drei Produktionsfaktoren (Arbeit, Energie und Vorleistungen). Das Marktmodell, in dem die österreichischen Firmen agieren, ist durch nicht vollständige Überwälzbarkeit dieser Kostenfaktoren auf die Outputpreise gekennzeichnet. Steigen die variablen Kosten (Arbeit, Energie und Vorleistungen), dann wird das mit einem konstanten, von Branche zu Branche unterschiedlichen "mark-up" überwälzt, wodurch die Gewinnspanne, z.B. der "Schattenpreis" des Kapitals kleiner wird. Das wiederum hat direkte Auswirkungen auf die Investitionstätigkeit. Die internationale Wettbewerbssituation der österreichischen Firmen wird daher über diesen Mechanismus der Abhängigkeit der Investitionen von der gesamten Kostensituation berücksichtigt und nicht – wie traditionellerweise in makroökonomischen Modellen – über die Preiselastizität der Exportnachfrage. Der Mechanismus der nicht vollständigen Überwälzbarkeit von Kosten enthält die implizite Annahme, dass die Firmen Kosten nur in dem Ausmaß überwälzen, wie es nicht negativ auf die Exporte wirkt. Die Exporte sind in jedem Szenario ausschließlich vom Wachstum der ausländischen Märkte abhängig.

Das Energiemodell wurde gegenüber früheren Modellversionen erweitert, indem die Energienachfrage der Haushalte in ein Modell des privaten Konsums integriert wurde. Dieses Konsummodell beschreibt die Nachfrage nach Dienstleistungen, die durch Energie- und Kapitalinputs "produziert" werden (Raumwärme, Mobilität). Dadurch wird es möglich, Substitutionsvorgänge zwischen energierelevanten Nachfragekategorien in Abhängigkeit von Preisen und den im Kapitalstock enthaltenen Technologien darzustellen. Die umfassende Darstellung der Substitutionsbeziehungen erlaubt z.B. Rückwirkungen von Veränderungen in der Nachfrage nach Energie für Beheizung auf die Verkehrsnachfrage der Haushalte zu erfassen. Damit gibt es in allen Sektoren (Industrie, Verkehr und Haushalte) Substitutionsreaktionen als Folge von Energiepreisteigerungen. Diese setzen sich dann auch auf der Ebene der Aufteilung der gesamten Energienachfrage auf die einzelnen Energieträger fort. Steigt z.B. der Strompreis, dann wird damit zunächst Energie insgesamt teurer, was zu Substitutionsreaktionen zwischen Energie und anderen Produktionsfaktoren bzw. Gütern führt. Auf der anderen Ebene wird Strom – soweit das die Technologie erlaubt – durch andere Energieträger ersetzt. Dieser zweite Reaktionsmechanismus ist im Falle von elektrischem Strom eher klein (zu den Preiselastizitäten und zur Frage von Substitution vs. Komplementarität s.: *Kratena – Wüger, 2006*).

Detailliert abgebildet ist im Bereich der Energieumwandlung die öffentliche Elektrizitätsversorgung. Dabei wird zwischen kalorischer Erzeugung (aus fossilen Energieträgern und Biomasse) einerseits und Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern, die nur Kapitalinput benötigen (Wasserkraft, Windenergie, PV, Geothermie) andererseits differenziert. Ein wesentlicher Faktor dabei ist der spezifische Kapitalinput der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie. Einerseits ist der Input in der kalorischen Stromerzeugung von der Relation zwischen dem Preis kalorischer Energie (Kapitalkosten und Energiekosten) und den "user costs of capital" in der Erzeugung erneuerbarer Energie abhängig. Dabei werden aber technische und andere Grenzen (Naturschutz) für das Potential erneuerbarer Stromerzeugung berücksichtigt. Für die erneuerbaren Technologien, die nur Kapitalinput benötigen, wurde zu jeder Technologie

überdies eine Lernkurve geschätzt, in der der spezifische Kapitalinput selbst von der installierten Kapazität in MW abhängt ("learning by doing"). Die Akkumulation des Kapitalstocks (gemessen als installierte Kapazität in MW) der erneuerbaren Energieträger erfolgt ebenfalls in Abhängigkeit von der Relation des "effektiven" Preises kalorischer Energie zu den "user costs of capital" dieser erneuerbaren Technologien. Diese Spezifizierung führt dazu, dass die Entwicklung der erneuerbaren Stromerzeugung vollständig modellendogen ist (mit Einschränkung der Grenzen für die Potentiale) und von den Energiepreisen und den Einspeisetarifen abhängt. Die Einspeisetarife senken die "user costs of capital" in der Erzeugung erneuerbarer Energie ab und induzieren damit eine gewisse Installation von Kapazitäten, wodurch aufgrund der Lernkurven wiederum die Kapitalkosten sinken. Die Entwicklung des Fördervolumens für Ökostromerzeugung ist dann einfach das Produkt aus erzeugter Menge an Strom aus erneuerbaren Energieträgern und der Differenz aus Einspeisetarif und Marktpreis für elektrische Energie. Dieses Fördervolumen wird dann auf den gesamten Stromverbrauch aufgeschlagen und verteuert somit den Strompreis für Industrie und Haushalte (in unterschiedlichem Ausmaß).

Kleinere Erweiterungen des Energiesystem-Modells betreffen ein Modul zur Berechnung der CO₂-Emissionen. Dabei werden die auch vom Umweltbundesamt (UBA) verwendeten Emissionsfaktoren auf die emissionsrelevanten Verbräuche der Energiebilanz angewendet und die sich auf der Ebene von Sektoren ergebenden Abweichungen von den offiziellen CO₂-Emissionsdaten des UBA durch Anpassungsfaktoren berücksichtigt.¹⁶

4.2 Implementierung des Biomasseaktionsplan-Szenarios in PROMETEUS und Kopplung an PASMA

Die im vorigen Kapitel beschriebenen Elemente des Biomasseaktionsplan-Szenarios wurden so in PROMETEUS implementiert, dass nach Möglichkeit exogene Variable verändert wurden. Durch die Zielvorgaben war festgelegt, welches Volumen erneuerbarer Energieträger in welchem Teil des österreichischen Energiesystems erreicht werden musste und gleichzeitig waren in einigen Bereichen auch die Kosten der Maßnahmen determiniert. Teilweise mussten die Maßnahmen so in PROMETEUS implementiert werden, dass durch Veränderung von Politikvariablen im Modellergebnis ein gewisser Zielwert an erneuerbarer Energie erreicht werden konnte.

Der Einsatz von Biotreibstoffen (Beimischung) ist in PROMETEUS exogen und reduziert in gleichem Ausmaß den Verbrauch des jeweiligen fossilen Treibstoffs (Benzin oder Diesel). Die Kosten für die zusätzlichen Methan-Tankstellen wurden als Kosten und Investitionen des Wirtschaftszweigs "Mineralölverarbeitung" verbucht. Da Aufkommensneutralität das Leitprinzip zur volkswirtschaftlichen Evaluierung des Biomasseaktionsplan-Szenarios ist, wurde außerdem der statisch berechnete, zu erwartende Ausfall an Mineralölsteuer an anderer Stelle bei den Staatsausgaben abgezogen, und zwar bei den staatlichen Transferzahlungen, die an den Haushaltssektor fließen. Das entspricht einer Behandlung der Aufkommensneutralität im Sinne

¹⁶ Die Abweichung der Emissionsdaten zwischen PROMETEUS und den Publikationen des UBA beträgt auf sektoralem Niveau ca. +/- 5%, die Gesamtemissionen sind annähernd gleich.

von *ex ante* aufkommensneutral, die tatsächlichen Effekte auf den Staatshaushalt ergeben sich dann *ex post* aus den Ergebnissen der Modellsimulation.

Die Implementierung der zusätzlichen Biomasseverwendung in den Haushalten für Raumheizung wird durch Eingriffe an den Anteilen der einzelnen Energieträger in PROMETEUS implementiert. Diese Anteile sind im Modell von den relativen Preisen und deterministischen Trends abhängig, die technische Entwicklungen und Veränderungen in der Infrastruktur (Wärme- und Gasnetz) abbilden. Die Investitionsförderung wird wiederum *ex ante* aufkommensneutral für den Staatshaushalt verbucht, sodass wiederum die Transferzahlungen an Haushalte reduziert werden, andererseits führen die Förderungen auch zu Investitionen und zu höheren Ausgaben der Haushalte für Wohnungsinstandhaltung bzw. -sanierung.

Die Implementierung des zusätzlichen Biomasseeinsatzes in der Stromerzeugung erfolgt über eine Förderung, die – analog zum Einspeisetarif – den Kostenunterschied zwischen der Stromerzeugung aus Biomasse und dem Netto-Strompreis ausgleicht. Die dafür getätigten Aufwendungen werden über einen Zuschlag zum Strompreis finanziert; das entspricht der Modellierung des Ökostromgesetzes in PROMETEUS (s. oben).

Zu den Annahmen der Modellsimulationen, wie sie auch in Kapitel 3 beschrieben sind, müssen an dieser Stelle einige einschränkende Bemerkungen gemacht werden. Es handelt sich beim Biomasseaktionsplan-Szenario um ein hypothetisches, ambitioniertes Szenario und die Tatsache, dass diese Annahmen in ein makroökonomisches Modell implementierbar sind, stellt keine Bewertung im Sinne einer "Feasibility"-Studie zur Erreichung der Ziele dar. Zunächst muss angemerkt werden, dass die Realisierung derartig hoher zusätzlicher Mengen an Ökostrom aus Biomasse in nur 12 Jahren jenseits der historischen Erfahrungen des österreichischen Energiesystems liegt. Diese Feststellung gilt auch angesichts der ersten Periode nach Inkrafttreten des Ökostromgesetzes (ab 2003), in der sehr wohl eine sehr rasche Diffusion der erneuerbaren Technologien erfolgte (österreichischer "Ökostromboom"). Da die Mechanismen, die im Modell PROMETEUS wirken, hauptsächlich auf den historischen Daten beruhen, sind derart massive Eingriffe im österreichischen Energiesystem in PROMETEUS nur dadurch abbildbar, dass verschiedene Modellmechanismen verändert oder ausgeschaltet werden. Dabei musste zunächst in die Modellgleichungen eingegriffen werden, da die in den Daten der Vergangenheit enthaltene Information über die Reaktion des Ausbaus der Kapazitäten zur Stromerzeugung aus Biomasse auf die Förderung einen Förderbeitrag ergeben hätte, der den Kostennachteil bei weitem überkompensiert hätte und stark negative "Nettokosten" (inkl. Förderung) ergeben hätte. Es wurde daher angenommen, dass der Ausgleich der Differenz zwischen Netto-Strompreis am Markt und Kosten der Stromerzeugung aus Biomasse bis 2020 erlaubt, den für die Erreichung des Ziels im Biomasseaktionsplan-Szenario notwendigen Ausbau zu erreichen. Das wäre über die im Modell eingebauten Mechanismen nicht möglich gewesen und musste in einem Verfahren schrittweiser Modellrechnungen erfolgen, da der Ausbau der Kapazitäten (zumindest anfangs) noch eine Absenkung der Kosten aufgrund der Bewegung entlang der Lernkurve mit sich bringt. Gleichzeitig wurde berücksichtigt, dass der Wirkungsgrad von 82% in der Biomasse-KWK, die zum Einsatz kommen soll und das Strom/Wärme-Verhältnis von 1,6 eine zusätzliche Wärmeauskopplung ermöglicht, die die Lieferung von Wärme aus reinen Fernwärme-Heizwerken ersetzt. In diesem Bereich sind somit bei Festlegung der Förderung der Biomasse-Stromerzeugung pro kWh alle anderen

Ergebnisse endogen determiniert. Der massive Ausbau der Kapazitäten von Biomasse-KWK ist in dieser Form in der Praxis mit ziemlicher Sicherheit nicht möglich, weil für derartig viele Anlagen wahrscheinlich keine Absatzmöglichkeit der produzierten Wärme gegeben ist.¹⁷⁾

Um die volkswirtschaftlichen Effekte der nationalen und internationalen Forcierung des Biomasse-Aufkommens zu quantifizieren, musste das Modell PROMETEUS mit dem Modell PASMA verbunden werden. Bei dieser Kopplung von Modellen können verschiedene Grade der Anbindung von Modellen unterschieden werden. Eine vollständige Integration eines Modells in das andere stellt den vollkommensten Grad der Ankopplung dar, dieser Weg konnte jedoch im Rahmen dieses Projektes nicht beschritten werden. Die loseste Form der Ankopplung stellt die Übertragung von Ergebnissen in das jeweils andere Modell dar, ohne etwas an den Modellstrukturen zu verändern. In der vorliegenden Studie wurde die zweite Methode gewählt, wobei jedoch die Strukturen in PROMETEUS so weit angepasst wurden, dass eine eindeutige Schnittstelle für die Ergebnisse von PASMA entstand. Im Prinzip muss die Integration oder Ankopplung von PASMA in bzw. an PROMETEUS davon ausgehen, dass die Land- und Forstwirtschaft, die in PASMA partialanalytisch beschrieben wird, einen Sektor in PROMETEUS darstellt. Ein erster Schritt der Ankopplung besteht somit darin, diesen Sektor in PROMETEUS als exogen zu behandeln und im Rahmen eines partitionierten Input-Output Modells darzustellen, wie das z.B. in Vorgängerversionen von PROMETEUS mit dem Energiemodell gehandhabt wurde (*Kratena – Schleicher, 1998*). Das war auch der erste Schritt zur Modellkopplung in dieser Studie, besonders, was das Preismodell betrifft. Veränderungen in Mengengrößen im Land- und Forstwirtschaftssektor (realer, Output, reale Importe und Beschäftigung) wurden in PROMETEUS teilweise als voll exogen behandelt (Beschäftigung) teilweise wird bei jenen exogenen Größen (exogene Nachfrage) eingegriffen, wo dies möglich war, während die Lösung für Output und Importe modellendogen belassen wurde. Insofern bestand für die Aufteilung einer gewissen Nachfrage an land- und forstwirtschaftlichen Produkten auf Importe und heimische Produktion ein gewisses Konsistenzproblem der Lösungen beider Modelle, das allerdings quantitativ unbedeutend war. Die Ankopplung wurde gewählt, weil auch in PROMETEUS die Mengengrößen in der Land- und Forstwirtschaft von den Preisen abhängig sind und der Schwerpunkt der Ankopplung für diese Studie auf der vollständigen Übertragung von Preisschocks auf die Gesamtwirtschaft liegt.

Aus den Berechnungen mit PASMA werden Effekte auf die Importpreise und auf die heimischen Preise land- und forstwirtschaftlicher Produkte für das Biomasseaktionsplan-Szenario übernommen und in einen durchschnittlichen Nachfragepreis (Durchschnitt aus Importen und heimischen Produkten) umgerechnet. Dabei zeigen sich für Land- und für Forstwirtschaft bis 2020 Preiseffekte gegenüber dem "Baseline"-Szenario von 20% bis 25%. Der Entwicklungspfad dieser Preiseffekte von 2008 bis 2020 wurde dann in ein partitioniertes Input-Output Preismodell auf Basis der Input-Output Tabelle 2003 zur Bestimmung der Vorleistungspreise eingesetzt. Der sich daraus ergebende Preisschock für Vorprodukte in jedem Wirtschaftszweig wurde dann in PROMETEUS eingesetzt.

¹⁷⁾ Es ist nicht absehbar, dass technologische Entwicklungen wie die Fernkälte im Beobachtungszeitraum soweit umgesetzt werden können, dass die produzierte thermische Energie genutzt werden kann.

Wie in Kapitel 2 dargestellt, ist das heimische Aufkommen an Biomasse in PASMA von den Erzeugerpreisen abhängig, in die auch eine Biomasseprämie einfließt. Um die Kosten dieser Maßnahme auch volkswirtschaftlich bewerten zu können, wurde für das Biomasseaktionsplan-Szenario beispielhaft angenommen, dass diese Prämie ein Volumen von 300 Mio. € ausmacht.

4.3 Volkswirtschaftliche Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios

Der Preisschock für Vorprodukte wurde so berechnet, dass die Firmen die Kostensteigerungen an den Produktpreis für Vorprodukte, die an andere Firmen im Inland geliefert werden, voll überwälzen. Damit ist der Schock eher über- als unterschätzt, da andererseits in PROMETEUS ein Preissetzungsverhalten abgebildet ist, in dem die exportorientierte Industrie Kostenerhöhungen nur in jenem Ausmaß auf die Outputpreise überwälzt, als dies im internationalen Wettbewerb möglich ist. Das führt auch dazu, dass die Exportnachfrage von derartigen Kostenschöcks nicht negativ betroffen ist. Aus Übersicht 4.1 ist ersichtlich, dass vor allem jene Branchen betroffen sind, für die eine Nutzungskonkurrenz zur Verwertung von Biomasse mit der Energiewirtschaft besteht, nämlich die Nahrungsmittelindustrie, die Holzverarbeitung sowie Papier und Druck. Auch die nachgelagerten Branchen, die Nahrungsmittel (Beherbergungs- und Gaststättenwesen) oder Holzprodukte (Möbelerzeugung in der "sonstigen Sachgüterproduktion") einsetzen, sind überdurchschnittlich von den Preisschöcks betroffen. Bezüglich des Wirtschaftszweiges "Papier und Druck" muss angemerkt werden, dass dort (aufgrund der Datenlage) zwei Bereiche zusammengefasst sind, von denen einer besonders rohstoff- und energieintensiv ist und der andere nicht. Aufgrund von anderen disaggregierten Datensätzen für diesen Wirtschaftszweig lässt sich abschätzen, dass die Betroffenheit der reinen Papiererzeugung (Zellstoff) von Kostensteigerungen für Energie und Rohstoffe in etwa doppelt so hoch ist wie für den aggregierten Sektor "Papier und Druck".

Ein weiterer Kostenschock, der in diesem Szenario für die Industrie wirksam wird, ist die Erhöhung der Strompreise aufgrund der Finanzierung der Ökostromförderung über einen Zuschlag zum Strompreis. Der Strompreis für die Industrie ist im Jahr 2020 im Biomasseaktionsplan-Szenario um ca. 160% höher als im "Baseline" und jener für Haushalte um ca. 80%. Übersicht 4.2 zeigt den Effekt auf den Outputpreis unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Kostensteigerungen von Firmen in Österreich nicht voll in die Preise überwälzt werden können. Die sektorale Betroffenheit unter Berücksichtigung des Rohstoffpreis- und des Energiepreisschöcks ist nun eine andere als zuvor für den Vorleistungspreis. Sehr deutlich wird, dass es im Sektor Papier und Druck zu einer Kumulierung von Belastungen aus beiden Effekten kommt. Wendet man zusätzlich die oben angeführte Regel an, dass die Betroffenheit der reinen Papiererzeugung in etwa doppelt so hoch wäre, dann ergäbe sich damit für die Papiererzeugung der nach der Landwirtschaft zweithöchste Preiseffekt.

Übersicht 4.1: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf den Vorleistungspreis (zu konstanten Preisen) der Wirtschaftszweige

	2015	2020
	Differenz zum Baseline in %	
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei		
Bergbau	0,0	0,1
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	2,7	6,1
Textil und Leder	0,3	0,8
Holzverarbeitung	1,7	3,8
Papier und Druck	0,4	0,9
Mineralölverarbeitung	0,0	0,1
Chemie	0,1	0,2
Steine und Erden, Glas	0,1	0,1
Eisen- und Stahlerzeugung, NE-Metalle	0,1	0,1
Maschinenbau	0,0	0,1
Fahrzeugbau	0,0	0,1
Sonstiger Produzierender Bereich	0,2	0,5
Energieversorgung	0,0	0,1
Bauwesen	0,1	0,2
Kfz-Handel, Kfz-Reparatur	0,0	0,1
Großhandel	0,1	0,2
Einzelhandel	0,0	0,1
Beherbergungs- und Gaststättenwesen	0,5	1,2
Verkehr	0,0	0,1
Sonstiger Verkehr	0,1	0,3
Nachrichtenübermittlung	0,0	0,1
Geld- und Kreditwesen, Versicherungen	0,0	0,1
Realitätenwesen	0,0	0,1
Datenverarbeitung, Datenbanken	0,0	0,0
F&E, unternehmensbezogene Dienstleistungen	0,0	0,1
Sonstige öffentliche und persönliche Dienstleistungen	0,0	0,1
Öffentliche Verwaltung	0,0	0,1
Unterricht	0,0	0,1
Gesundheit	0,1	0,3
Interessensvertretungen	0,1	0,2

Q: WIFO-Berechnungen.

Übersicht 4.2: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf den Outputpreis (zu konstanten Preisen) der Wirtschaftszweige

	2015	2020
	Differenz zum Baseline in %	
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	5,9	13,7
Bergbau	0,0	0,0
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	2,4	5,3
Textil und Leder	0,6	1,4
Holzverarbeitung	0,5	1,1
Papier und Druck	1,6	3,2
Mineralölverarbeitung	0,0	0,0
Chemie	1,2	2,5
Steine und Erden, Glas	1,0	2,1
Eisen- und Stahlerzeugung, NE-Metalle	0,0	0,0
Maschinenbau	0,4	0,8
Fahrzeugbau	0,3	0,6
Sonstiger Produzierender Bereich	0,2	0,5
Energieversorgung	0,2	0,4
Bauwesen	0,6	1,5
Kfz-Handel, Kfz-Reparatur	0,7	2,1
Großhandel	0,0	0,1
Einzelhandel	0,2	0,6
Beherbergungs- und Gaststättenwesen	0,9	1,4
Verkehr	0,3	0,8
Sonstiger Verkehr	0,1	0,3
Nachrichtenübermittlung	0,0	0,0
Geld- und Kreditwesen, Versicherungen	0,6	1,4
Realitätenwesen	0,1	0,5
Datenverarbeitung, Datenbanken	0,2	0,5
F&E, unternehmensbezogene Dienstleistungen	0,4	1,2
Sonstige öffentliche und persönliche Dienstleistungen	0,8	1,3
Öffentliche Verwaltung	0,0	0,0
Unterricht	0,0	0,0
Gesundheit	0,7	1,4
Interessensvertretungen	0,0	0,0

Q: WIFO-Berechnungen.

Abbildung 4.1: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf den Vorleistungspreis

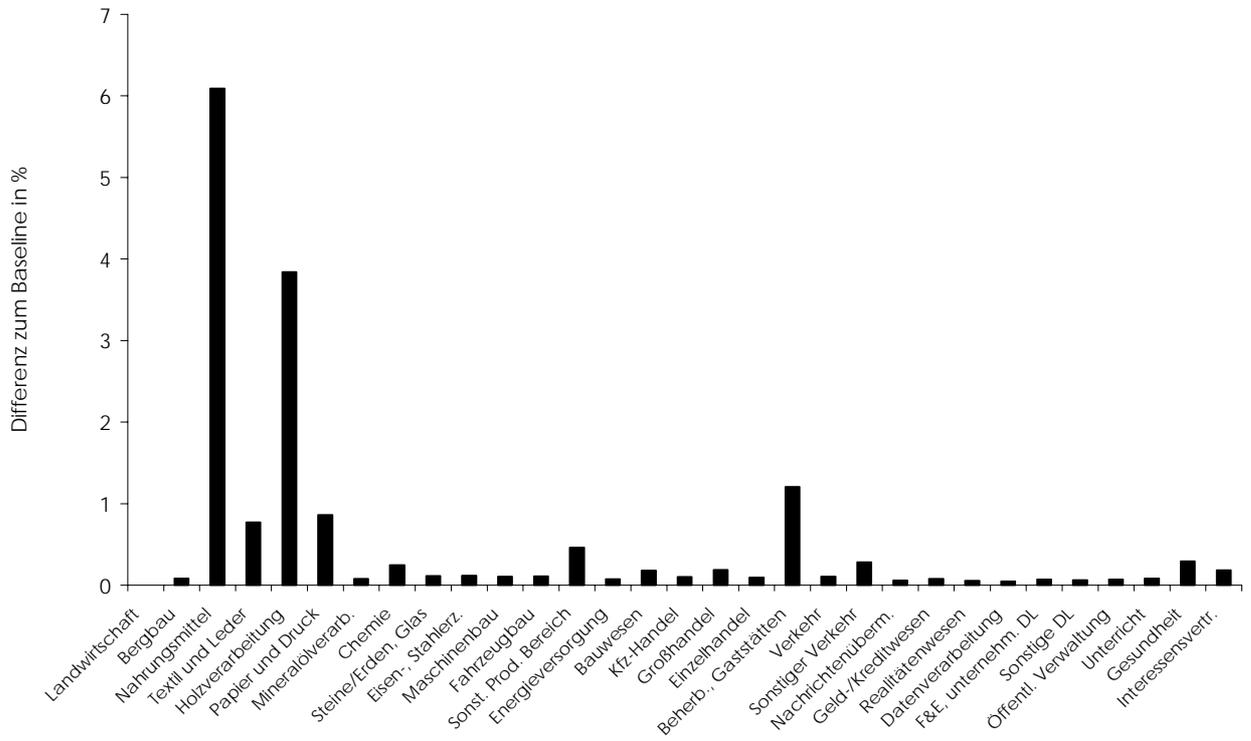
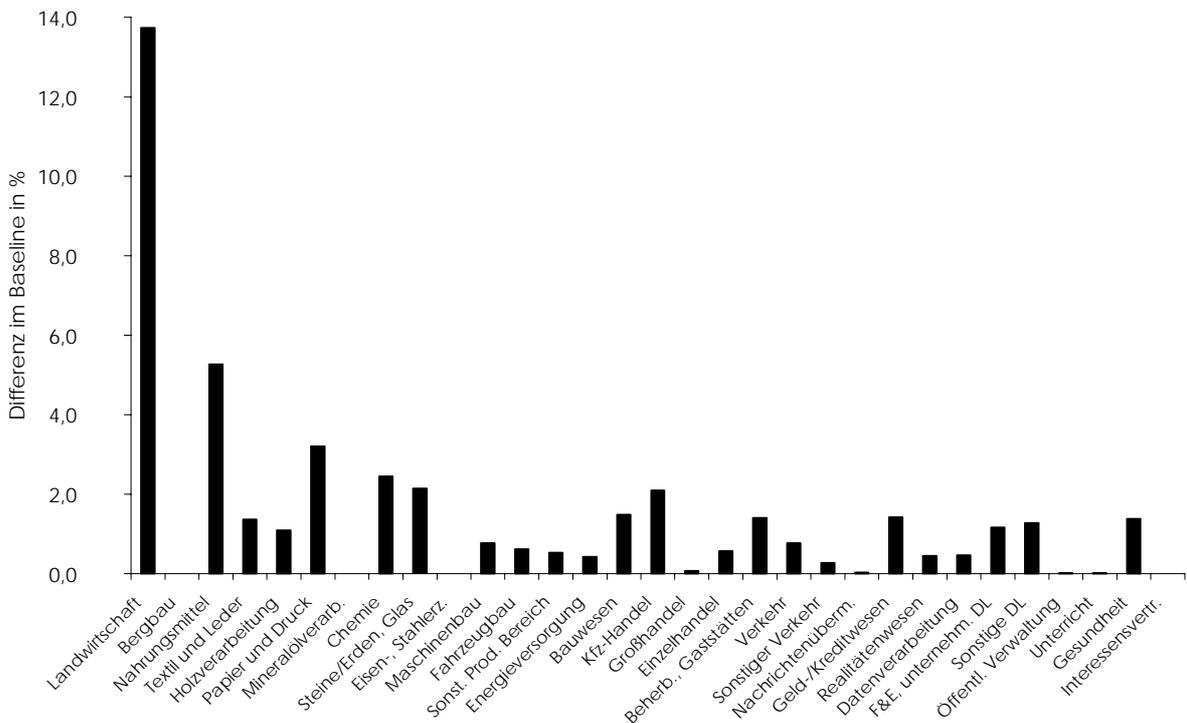


Abbildung 4.2: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf den Outputpreis



Die Preisschocks bewirken über die gesamtwirtschaftlichen Rückwirkungen negative Effekte auf den Produktionswert fast aller Branchen der Sachgütererzeugung (Übersicht 4.3 und Abbildung 4.3). Eine Ausnahme bilden lediglich die von der Investitionsnachfrage abhängigen Bereiche Eisen- und Stahlerzeugung und Maschinenbau. Die Bauwirtschaft profitiert ebenfalls von den zusätzlichen Investitionen in die Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse. Die Land- und Forstwirtschaft weitet ihren Output aufgrund der Bereitstellung von Biomasse kräftig aus. Insgesamt ist ersichtlich, dass der Effekt auf den Produktionswert der Gesamtwirtschaft leicht positiv ist. Allerdings sind auch einige Dienstleistungsbereiche negativ betroffen.

Die sektoralen Beschäftigungseffekte (Übersicht 4.4 und Abbildung 4.4) spiegeln einerseits die Output-Effekte wider, andererseits zeigen sie aber klar den Substitutionseffekt von Energie und Vorleistungen zu Arbeit aufgrund des höheren Energiepreinsniveaus (Strompreis) und der höheren Rohstoffkosten. Das ist auch der Grund dafür, dass einige energieintensive Sektoren (z.B. Papier und Druck, Steine und Erden, Glas) und auch die Holzverarbeitung positive Beschäftigungseffekte bei negativen Output-Effekten aufweisen. Bezüglich dieses Substitutionseffektes ist weiters zu bedenken, dass diese Sektoren Aggregate aus einem energieintensiven Produktionszweig (z.B. Zellstoffherzeugung, Zementerzeugung) und einem nicht energieintensiven Produktionszweig (z.B. Druck, Steinverarbeitung) darstellen. Ein im Gesamtsektor gemessener Substitutionseffekt von Energie zu Arbeit kann daher auch auf intra-industriellen Strukturwandel zurückzuführen sein. Andererseits weisen auch einige Dienstleistungsbereiche negative Beschäftigungseffekte auf.

Die Kostenbelastung der Industrie und der damit verbundene Rückgang der Investitionstätigkeit (Übersicht 4.5 und Abbildung 4.5) betreffen alle von den Rohstoff- und Energiekostensteigerungen betroffenen Industriesektoren und sind ein Maß für die Effekte dieses Szenarios auf den Industriestandort Österreich. In der Mineralölverarbeitung steigt die Investitionstätigkeit aufgrund der Expansion des Tankstellennetzes für Methan.

Die Investitionstätigkeit steigt in der Energieversorgung an, da in relativ teurere Technologien investiert wird (Biomasse) als im "Baseline"-Szenario (Gas). Dieser positive Effekt dominiert das Gesamtbild, sodass es zu einem gesamtwirtschaftlichen Investitionsanstieg um 4,4% im Jahr 2020 kommt. Hier muss betont werden, dass PROMETEUS ein makroökonomisches Modell Keynesianischer Prägung ist und kein – sonst im Bereich der Energie- und Umweltökonomie häufig angewandtes – allgemeines Gleichgewichtsmodell bzw. CGE-Modell (Computable General Equilibrium). In CGE-Modellen determiniert die gegebene Ersparnis (inklusive des Leistungsbilanzsaldos) die Investitionstätigkeit und es herrscht Vollbeschäftigung aller Ressourcen (vor allem am Arbeitsmarkt). Ein Anstieg der Investitionstätigkeit kann in einem CGE-Modell daher kein zusätzliches Einkommen und keine zusätzliche Beschäftigung generieren, sodass andere Investitionen in vollem Ausmaß verdrängt werden ("crowding-out"). In einem Keynesianischen makroökonomischen Modell kommt es durch Investitionen zu Multiplikatoreffekten in Einkommen und Beschäftigung und die zusätzliche Investition kann über die höhere Ersparnis (aufgrund des gestiegenen Einkommens) finanziert werden. Es gibt natürlich auch in makroökonomischen Modellen und besonders in PROMETEUS Gegenereffekte, die diesen expansiven Effekt bremsen und die v.a. vom Arbeitsmarkt ausgehen (Friktionen) und zu Lohn- und Preissteigerungen führen. Überdies fließt in Österreich ein Teil der Nachfrage sofort

ins Ausland ab. Dennoch kann man mit einem Modell wie PROMETEUS für den Fall eines Investitionsprogramms, das über höhere Steuern oder geringere Transfers (also geringere verfügbare Einkommen der Haushalte) finanziert wird, immer einen positiven gesamtwirtschaftlichen Effekt errechnen, da die negative Entzugswirkung beim verfügbaren Einkommen der Haushalte (meist) geringer ist als der expansive Effekt der Investitionstätigkeit (wie es dem "Haavelmo-Theorem" eines ausgeglichenen Budgets entspricht). Dennoch zeigen sich in den Ergebnissen auch deutlich "crowding-out"-Effekte bezüglich der Investitionstätigkeit, da die Investitionen der Industrie stark zurückgehen. Die dynamischen Wirkungen dieses Mechanismus sind in PROMETEUS möglicherweise unterschätzt. Langfristige Investitionen in teure (nicht wettbewerbsfähige) Technologien wie Biomasse könnten neben dem positiven Effekt auf die gesamte Investitionstätigkeit andere negative Effekte auf den Wirtschaftsstandort Österreich haben, die noch zu berücksichtigen wären.

Übersicht 4.3: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf den Produktionswert (zu konstanten Preisen) der Wirtschaftszweige

	2015	2020
	Differenz zum Baseline in %	
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	8,0	12,5
Bergbau	-1,5	-7,4
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	-0,3	-1,3
Textil und Leder	-0,7	-2,1
Holzverarbeitung	-0,1	-0,4
Papier und Druck	-0,5	-1,2
Mineralölverarbeitung	-1,0	-2,6
Chemie	-0,2	-0,4
Steine und Erden, Glas	-0,2	-1,3
Eisen- und Stahlerzeugung, NE-Metalle	0,3	0,4
Maschinenbau	1,5	1,4
Fahrzeugbau	-0,1	-0,3
Sonstiger Produzierender Bereich	1,1	0,7
Energieversorgung	-0,1	0,6
Bauwesen	1,4	1,9
Kfz-Handel, Kfz-Reparatur	-0,9	-2,4
Großhandel	-0,1	-0,3
Einzelhandel	0,0	0,1
Beherbergungs- und Gaststättenwesen	-2,0	-4,5
Verkehr	0,0	-0,1
Sonstiger Verkehr	-0,1	-0,3
Nachrichtenübermittlung	-1,6	-4,7
Geld- und Kreditwesen, Versicherungen	-1,1	-3,2
Realitätenwesen	1,3	5,9
Datenverarbeitung, Datenbanken	3,8	4,6
F&E, unternehmensbezogene Dienstleistungen	1,6	1,9
Sonstige öffentliche und persönliche Dienstleistungen	-0,2	-0,8
Öffentliche Verwaltung	0,0	0,0
Unterricht	-0,1	-0,3
Gesundheit	-0,7	-1,8
Interessensvertretungen	-1,2	-3,7
Insgesamt	0,4	0,4

Q: WIFO-Berechnungen.

Übersicht 4.4: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf die Beschäftigung der Wirtschaftszweige

	2015	2020
	Differenz zum Baseline in %	
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	13,0	23,4
Bergbau	-0,2	-4,2
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	0,3	0,7
Textil und Leder	-2,7	-9,6
Holzverarbeitung	4,1	10,2
Papier und Druck	4,1	12,9
Mineralölverarbeitung	0,0	0,0
Chemie	2,2	5,1
Steine und Erden, Glas	5,5	14,3
Eisen- und Stahlerzeugung, NE-Metalle	0,0	0,4
Maschinenbau	1,3	3,8
Fahrzeugbau	2,1	8,0
Sonstiger Produzierender Bereich	3,1	6,8
Energieversorgung	0,8	3,0
Bauwesen	1,0	1,0
Kfz-Handel, Kfz-Reparatur	-0,3	-0,4
Großhandel	-0,1	-0,3
Einzelhandel	-0,2	-0,3
Beherbergungs- und Gaststättenwesen	-2,2	-4,7
Verkehr	-0,3	-1,1
Sonstiger Verkehr	-0,1	-0,3
Nachrichtenübermittlung	-5,6	-13,1
Geld- und Kreditwesen, Versicherungen	-2,3	-5,8
Realitätenwesen	0,1	0,4
Datenverarbeitung, Datenbanken	3,1	3,4
F&E, unternehmensbezogene Dienstleistungen	1,8	2,0
Sonstige öffentliche und persönliche Dienstleistungen	-1,5	-2,6
Öffentliche Verwaltung	0,0	0,0
Unterricht	0,0	0,0
Gesundheit	-0,9	-2,4
Interessensvertretungen	0,0	0,0
Insgesamt	0,3	0,4

Q: WIFO-Berechnungen.

Übersicht 4.5: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf die Investitionen (zu konstanten Preisen) der Wirtschaftszweige

	2015	2020
	Differenz zum Baseline in %	
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	11,5	20,0
Bergbau	-1,2	-38,0
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	-2,3	-6,0
Textil und Leder	-1,8	-7,2
Holzverarbeitung	-1,4	-3,5
Papier und Druck	-0,7	-1,5
Mineralölverarbeitung	7,8	8,0
Chemie	-0,4	-0,9
Steine und Erden, Glas	-5,4	-15,0
Eisen- und Stahlerzeugung, NE-Metalle	-5,2	-13,0
Maschinenbau	-9,7	-20,9
Fahrzeugbau	0,0	-0,1
Sonstiger Produzierender Bereich	1,4	0,4
Energieversorgung	131,6	187,1
Bauwesen	1,4	2,0
Kfz-Handel, Kfz-Reparatur	0,0	0,0
Großhandel	-0,1	-0,2
Einzelhandel	0,0	0,0
Beherbergungs- und Gaststättenwesen	-1,4	-4,4
Verkehr	0,0	-0,2
Sonstiger Verkehr	0,0	0,0
Nachrichtenübermittlung	-1,1	-2,7
Geld- und Kreditwesen, Versicherungen	0,0	0,0
Realitätenwesen	0,0	0,0
Datenverarbeitung, Datenbanken	2,4	2,8
F&E, unternehmensbezogene Dienstleistungen	0,0	0,0
Sonstige öffentliche und persönliche Dienstleistungen	0,0	0,0
Öffentliche Verwaltung	0,0	0,0
Unterricht	0,0	0,0
Gesundheit	-1,2	-3,3
Interessensvertretungen	0,0	0,0
Insgesamt	3,4	4,4

Q: WIFO-Berechnungen.

Abbildung 4.3: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf den Produktionswert

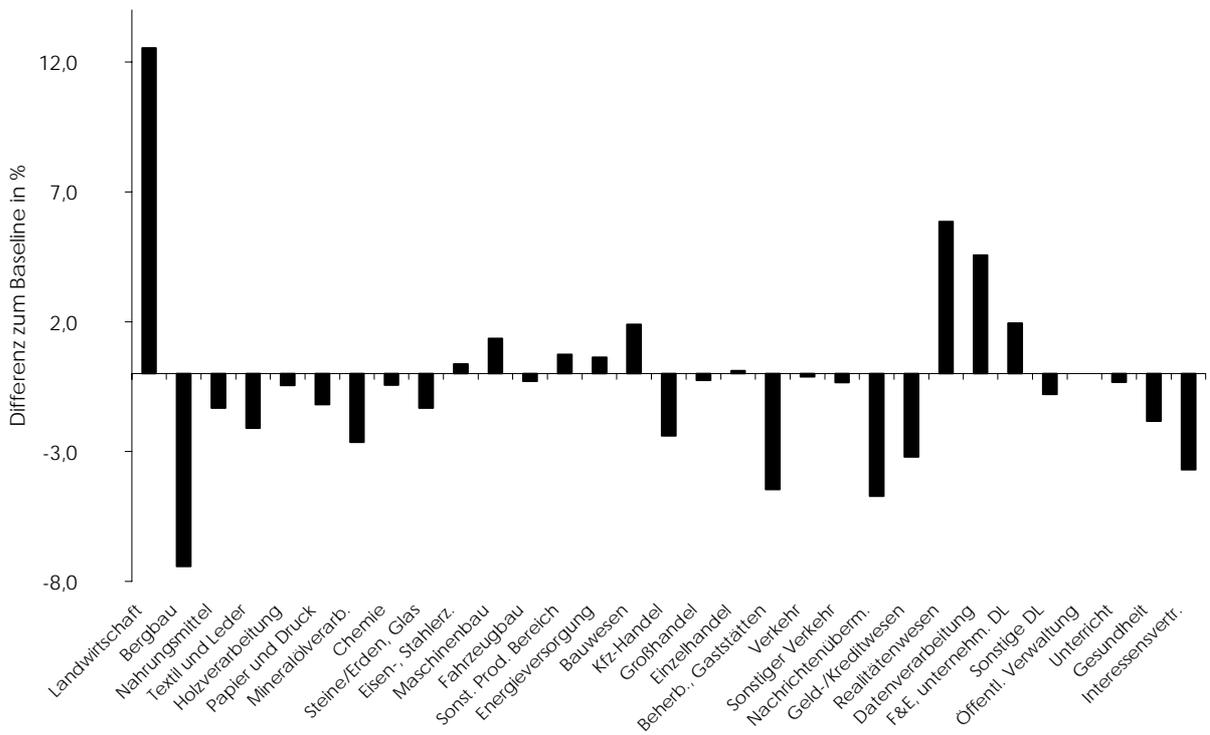


Abbildung 4.4: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf die Beschäftigung

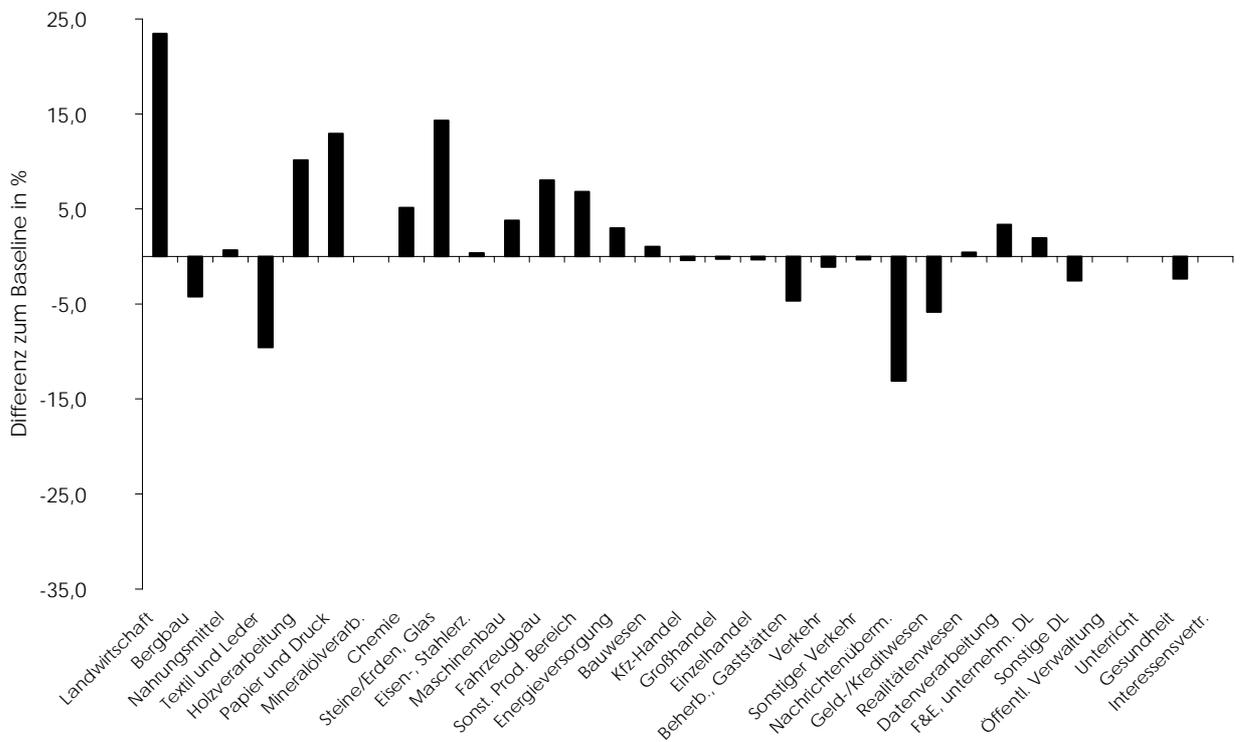
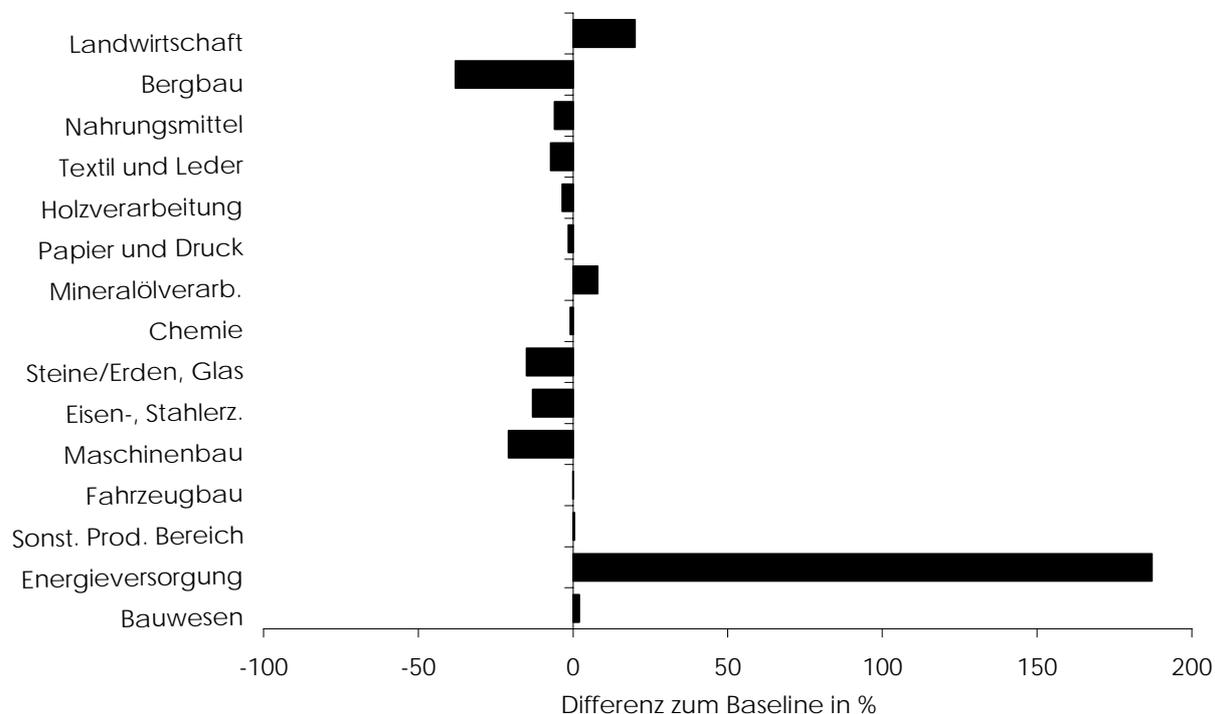


Abbildung 4.5: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf die Investitionen



Der positive Effekt auf die Investitionen insgesamt dominiert auch den makroökonomischen Effekt, da die anderen Nachfragekomponenten (Exporte, privater Konsum) gar nicht reagieren bzw. negativ betroffen sind. Der private Konsum wird gedämpft, wobei – da der Energiekonsum nicht zurückgeht, sondern nur in Richtung Biomasse gelenkt wird – die (auch stärker inlandswirksamen) Ausgaben der privaten Haushalte für andere Güter und Dienstleistungen als Energie vergleichsweise stärker sinken. Insgesamt bedeutet das, dass die positiven Effekte auf das BIP direkt vom gewählten Modellansatz (makroökonomisch vs. CGE) und von den damit implizit getroffenen Annahmen über die Möglichkeit von Multiplikatoreffekten von Investitionserhöhungen abhängen. In einer Simulation mit einem CGE-Modell würde sich für das Biomasseaktionsplan-Szenario mit Sicherheit kein positiver gesamtwirtschaftlicher Effekt ergeben.

Die Beschäftigung reagiert in geringerem Ausmaß als das BIP, es werden somit Produktivitätssteigerungen im Zuge von Nachfrageerhöhungen wirksam. Deutlich sichtbar sind die inflationären Effekte der Kostensteigerungen, der Konsumentenpreis-Index liegt um 3% über jenem des "Baseline"-Szenarios; die Lohnerhöhungen fallen dadurch ebenfalls höher aus, der Lohnsatz pro Kopf (der auch vom Stundeneinsatz pro Kopf beeinflusst wird) bleibt allerdings hinter der Preissteigerung zurück.

Die positiven gesamtwirtschaftlichen Effekte führen sowohl zu Steigerungen der Staatsausgaben als auch der Einnahmen. Bei den Ausgaben schlägt auch die Investitionsförderung für Biomasse in der Raumwärme und die Biomasseprämie in der Landwirtschaft zu Buche (unter Umweltförderung zusammengefasst). Durch den Rückgang des Verbrauchs der fossilen

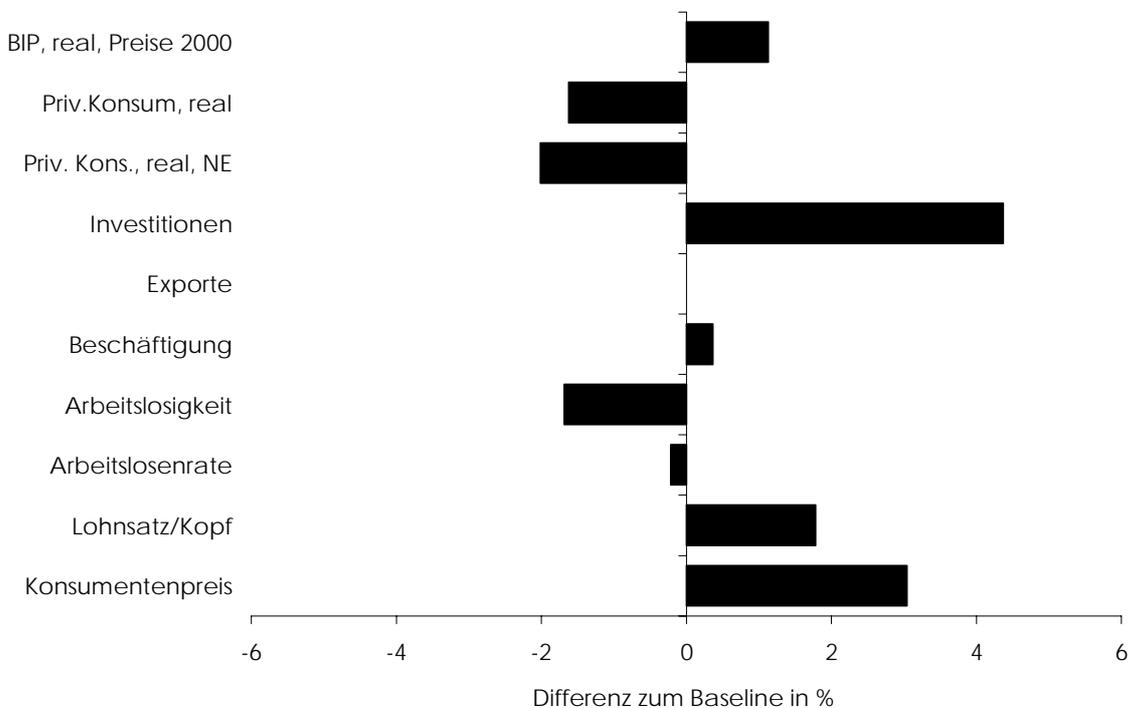
Energieträger kommt es zu Steuerausfällen (Energiesteuern), die als volkswirtschaftliche Kosten zu sehen sind. Die höhere gesamtwirtschaftliche Aktivität bewirkt jedoch auch höhere Einnahmen von lohnabhängigen Steuern und anderen Steuern (MWSt, Lohn- und Einkommensteuer), sodass die Gesamtwirkung auf den Staatshaushalt mit 1,9 Mrd € (2020) positiv ist.

Übersicht 4.6: Makroökonomische Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios

	2015	2020
	Differenz zum Baseline in %	
BIP, real, Preise 2000	0,7	1,1
Privater Konsum, real	-0,6	-1,6
Privater Konsum, real, Nicht-Energie	-0,8	-2,0
Investitionen	3,4	4,4
Exporte	0,0	0,0
Beschäftigung	0,3	0,4
Arbeitslosigkeit	-1,5	-1,7
Arbeitslosenrate, Prozentpunkte	-0,2	-0,2
Lohnsatz/Kopf	0,8	1,8
Konsumentenpreis	1,2	3,0

Q: WIFO-Berechnungen.

Abbildung 4.6: Makroökonomische Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios



Übersicht 4.7: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf die öffentlichen Haushalte

	2015	2020
	Differenz zum Baseline in Mio. €	
Ausgaben, insgesamt	457	1.323
Transfers	275	716
Umweltförderung	182	607
Einnahmen, Insgesamt	1.300	3.234
Lohnabhängige Steuern	278	618
Energiesteuern (ohne Verkehr)	-128	-369
Energiesteuern, Verkehr	-447	-811
Saldo, öffentliche Haushalte	842	1.912

Q: WIFO-Berechnungen.

4.3 Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf Energieverbrauch und CO₂-Emissionen

Die oben beschriebenen ökonomischen Effekte sind direkt mit den Effekten im Energiesystem verbunden, da diese beiden Bereiche im Modell PROMETEUS in konsistenter Weise aneinander gekoppelt sind. Die Maßnahmen im Biomasseaktionsplan-Szenario bewirken eine starke Erhöhung des Strompreises. Insgesamt kommt es dadurch zu einer Erhöhung des Preises für das Güterbündel Energie, was ebenfalls Substitutionseffekte bewirkt. Im Wesentlichen wirken somit ein gesamter Energieverbrauchseffekt (ausgelöst durch den "Bündelpreis" für Energie) und ein Energieträger-Substitutionseffekt (ausgelöst durch die Preissteigerungen für Elektrizität) zusammen auf den Energieverbrauch nach Energieträgern (Übersicht 4.8 und Abbildung 4.7). Verbrauchsrückgänge werden auch durch den Rückgang der Produktion in den energieintensiven Industriebranchen und durch den Rückgang im verfügbaren Einkommen der Haushalte bewirkt. Weiters wirkt der Substitutionseffekt von fossilen Energieträgern zu Biomasse im Bereich der Treibstoffe und in der Raumwärme der Haushalte.

Aufgrund all dieser Effekte kommt es zu massiven Rückgängen des Verbrauchs fossiler Energieträger, vor allem von Benzin, Gasöl für Heizzwecke und Naturgas. In wesentlich geringerem Ausmaß sind Kohle und die anderen Ölprodukten (v.a. Diesel) sowie Elektrizität betroffen. Zum Verbrauchsrückgang von Benzin und Diesel ist anzumerken, dass in den Vorgaben des Biomasseaktionsplans enthalten ist, dass von der Beimischung von 20% des Treibstoffverbrauchs im Jahr 2020 die Hälfte aus Biomethan stammt. Hier wurde angenommen, dass die Entscheidung für den Kauf von Diesel-Pkw durch gewisse Kriterien (z.B. jährliche Fahrleistung) determiniert ist und zukünftige Käufe von Gas-Pkw daher in erster Linie heutige Benzin-Pkw ersetzen. Positiv beeinflusst werden der Verbrauch von Biomasse und Fernwärme.

Die Reduktion des Verbrauchs von Elektrizität führt zu Multiplikatoreffekten im Energiesystem, weil da dadurch vor allem kalorische Stromerzeugung reduziert werden kann und die Verringerung im Primärenergieeinsatz damit doppelt so hoch ausfällt. Andererseits wird der Primärenergieeinsatz zur Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse (hier in erster Linie unter "Holzabfälle" verbucht, die in der Vergangenheit stark expandiert sind) erhöht. Insgesamt ist der

Primärenergieeinsatz im Jahr 2020 in der öffentlichen Stromversorgung um 12% geringer. Die Veränderung des Kohle- und Gaseinsatzes in der Stromversorgung macht deutlich, dass in einem derartigen Szenario im Jahr 2020 kaum mehr kalorische Stromerzeugung aus Kohle und Gas in Österreich erfolgen würde. Das ist ein Modellergebnis, in dem nicht berücksichtigt wird, ob ein Elektrizitätsversorgungssystem mit diesen Charakteristika in Hinblick auf andere Gesichtspunkte (Abdeckung des Spitzenstrombedarfs) lebensfähig wäre.

Übersicht 4.8: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf den energetischen Endverbrauch nach Energieträgern

	2015	2020
	Differenz zum Baseline in %	
Steinkohle	-8,0	-22,0
Braunkohle	-13,6	-29,0
Benzin	-26,8	-74,4
Spezialbenzine	0,2	4,2
Flugbenzin	0,0	0,0
Flugpetroleum	0,0	0,0
Diesel	-8,8	-9,4
Gasöl für Heizzwecke	-5,9	-66,9
Heizöl	-5,2	-22,2
Naturgas	-12,7	-37,9
Brennholz	18,9	137,3
Holzabfälle	3,5	31,4
Sonstige biogene Brennstoffe	240,0	250,2
Elektrische Energie	-8,8	-17,1
Fernwärme	12,7	28,6

Q: WIFO-Berechnungen.

Übersicht 4.9: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf den Umwandlungseinsatz, Öffentliche Stromerzeugung

	2015	2020
	Differenz zum Baseline in %	
Steinkohle	-82	-95
Naturgas	-26	-99
Geothermie	337	745
Industrieabfälle	0	0
Hausmüll	0	0
Holzabfälle	768	1.844
Deponiegas	337	745
Klärgas	337	745
Umwandlungseinsatz insgesamt	-7	-12

Q: WIFO-Berechnungen.

Aufgrund der Rückgänge im energetischen Endverbrauch und im Primärenergieverbrauch für die Stromerzeugung geht der Bruttoinlandsverbrauch gegenüber dem "Baseline"-Szenario ebenfalls zurück; insgesamt um 5.5%. Dadurch wird wiederum der Bezugswert für die ursprüngliche Zielsetzung eines Anteils von 45% verändert. Nach Energieträgern wird deutlich, dass die stärksten Rückgänge im Kohle- und Erdgasverbrauch zu verzeichnen sind. Beide Energieträger sind von mehreren Maßnahmen im Biomasseaktionsplan-Szenario betroffen, sowohl von den Veränderungen in der Raumwärmeerzeugung der Haushalte als auch von der forcierten Ökostromerzeugung. Demgegenüber wird das Wachstum der Ölprodukte in geringerem Ausmaß gedämpft. In Summe ist die Wachstumsdynamik des Bruttoinlandsverbrauchs gegenüber dem aktualisierten "Baseline" von 2010 bis 2020 um 0,5% p.a. geringer. Da gleichzeitig der BIP-Effekt positiv ist, ist das Wachstum der gesamtwirtschaftlichen Energieintensität um mehr als 0,5% p.a. höher.

Ein entscheidender Punkt ist hier auch die quantitative Bedeutung der Rückwirkung der Maßnahmen auf das Verbrauchswachstum für die Zielerreichung. Dabei zeigt sich, dass dieser Effekt in 2010 ungefähr einen und in 2020 ungefähr zwei Prozentpunkte des Anteils der erneuerbaren Energie am Bruttoinlandsverbrauch ausmacht. Der Anteil erneuerbarer Energieträger am Bruttoinlandsverbrauch beträgt somit in 2020 47,5% und übertrifft den ursprünglichen Zielwert.

Übersicht 4.10: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf den Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträger-Hauptgruppen (absolut in TJ)

	2003	2005	2010 in TJ	2015	2020
Bruttoinlandsverbrauch insgesamt	1.385.232	1.440.120	1.533.344	1.596.282	1.661.173
Kohle	171.514	169.888	144.582	117.787	108.521
Öl	593.261	603.569	579.291	561.076	497.357
Gas	319.481	349.320	401.261	371.221	227.488
Erneuerbare Energieträger	280.767	307.748	398.646	514.940	789.318
Elektrizität	20.209	9.595	9.564	31.257	38.489

Q: WIFO-Berechnungen.

Übersicht 4.11: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf den Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträger-Hauptgruppen (Differenz in %)

	2005	2010	2015	2020
	Differenz in %			
Bruttoinlandsverbrauch insgesamt	0,0	-0,8	-2,8	-5,5
Kohle	-0,1	-16,6	-36,2	-48,2
Öl	0,0	-4,7	-8,5	-19,3
Gas	0,0	-0,1	-15,0	-53,8
Erneuerbare Energieträger	0,1	12,7	36,5	96,5
Elektrizität	0,0	0,0	0,0	0,0

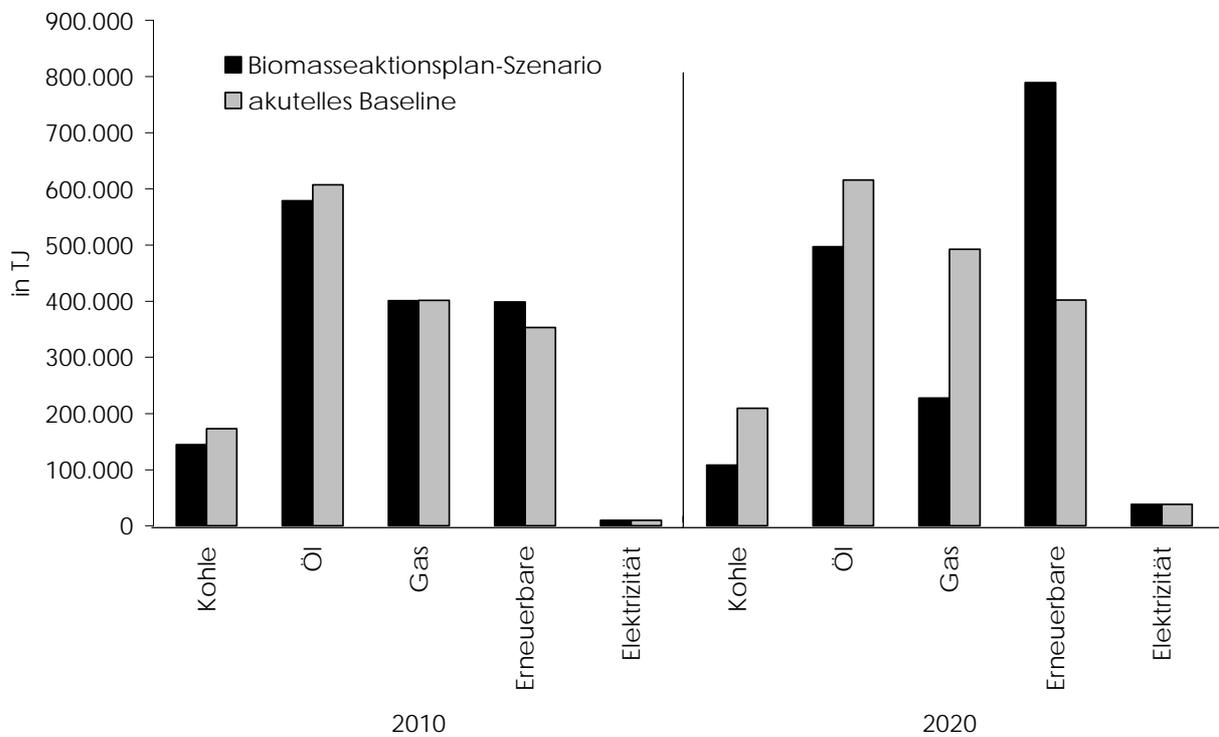
Q: WIFO-Berechnungen.

Übersicht 4.12: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf den Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträger-Hauptgruppen (Durchschnittliche jährliche Veränderung in %)

	2005 - 2010	2010 - 2020
	Durchschnittliche jährliche Veränderung in %	
Bruttoinlandsverbrauch insgesamt	1,3	0,8
Kohle	-3,2	-2,8
Öl	-0,8	-1,5
Gas	2,8	-5,5
Erneuerbare Energieträger	5,3	7,1
Elektrizität	-0,1	14,9

Q: WIFO-Berechnungen.

Abbildung 4.7: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf den Bruttoinlandsverbrauch



Übersicht 4.13: Anteil erneuerbarer Energie am Bruttoinlandsverbrauch, 2010/2020: aktualisiertes "Baseline" und Biomasseaktionsplan-Szenario

	2010	2020
	in TJ	
Aktualisiertes Baseline		
Bruttoinlandsverbrauch	1.545.830	1.758.416
Erneuerbare Energieträger	353.593	401.762
Anteil in %	22,87	22,85
Biomasseaktionsplan		
Bruttoinlandsverbrauch	1.533.344	1.661.173
Erneuerbare Energieträger	398.646	789.318
Anteil in %	26,00	47,52

Q: WIFO-Berechnungen.

Der Rückgang im Verbrauch fossiler Energie führt direkt zu einem massiven Rückgang der CO₂-Emissionen. Da die Maßnahmen, was die absoluten Mengen an Biomasse betrifft, die fossile Energie ersetzen, einen Schwerpunkt in der Energieversorgung haben, sind auch in diesem Bereich die höchsten Emissionsreduktionen (19 Mio. t in 2020) zu erwarten. Die restliche Reduktion von ca. 17 Mio. t verteilt sich relativ gleichmäßig auf die anderen Bereiche. Die Emissionsreduktionen in der Industrie sind hauptsächlich durch die verringerte Produktions- und Investitionstätigkeit der rohstoff- und energieintensiven Industrie verursacht und sind bei einem nationalen Alleingang in einem derartigen Szenario zu relativieren. Es ist durchaus möglich, dass der verringerten Investitionstätigkeit in Österreich Verlagerungen der Produktionstätigkeit gegenüberstehen, sodass es global gesehen zu einer geringeren oder gar keiner Reduktion der Emissionen kommt.

Aufgrund der Daten zur Emissionsreduktion und den Kosten der Maßnahmen ist es nun möglich, die Kosten der Emissionsreduktion pro Tonne CO₂ in diesem Szenario zu berechnen. Diese sind in Abbildung 4.9 in Abhängigkeit von der gesamten Emissionsreduktion (entlang des Pfades 2008-12) dargestellt. Dabei zeigt sich, dass anfangs – bis zu einer Reduktion von ca. 12 Mio. t CO₂ bzw. bis 2012 – mikroökonomische Kosten der Emissionsreduktion von unter 180 € pro t CO₂ anfallen und danach Kosten von über 200 € pro t CO₂. Das liegt am Verlauf der Zielerreichung, die anfangs geringere Emissionsreduktionen und Förderungen notwendig macht (das Ziel 2010 wird fast "automatisch" erreicht) und danach höhere; es werden somit die steigenden Grenzkosten der Emissionsreduktion abgebildet. Die Größenordnungen stimmen gut mit jenen im letzten Ökostrombericht der E-Control (2007) überein. Generell ist dazu anzumerken, dass hier keine volkswirtschaftlichen, sondern ganz im Gegenteil "ultra-mikroökonomische" Kosten berechnet wurden. Sie sind aus der Perspektive desjenigen, der die Maßnahme finanzieren muss und nicht direkt Nutznießer des volkswirtschaftlichen Nutzens (geringere Energiekosten, Steuer-Mehreinnahmen, etc.) ist. Berücksichtigt wurden bei den Kosten folgende Finanzierungskosten der Maßnahmen: Biomasseprämie (300 Mio. € in 2020), Investitionsförderung für Wärme in Haushalten (300 Mio. € in 2020), MÖSt-Entgang durch Biotreibstoff-Beimischung (ca. 900 Mio. € in 2020) und zusätzliche Ökostromförderung (ca. 6,6 Mrd. € in 2020).

Die hier berechneten mikroökonomischen Kosten der CO₂ - Reduktion können auch mit den Ergebnissen anderer partialanalytischer Studien zu den CO₂-Vermeidungskosten der Förderung erneuerbarer Energieträger verglichen werden. Dabei ist allerdings immer die Frage nach der Abgrenzung bzw. Definition des Kostenbegriffs zu stellen. In anderen Studien (z.B.: McKinsey&Company, 2007) wird häufig ein erweitertes partialanalytisches Konzept im Sinne einer vollständigen Rentabilitäts/Kostenrechnung für die Lebensdauer des Kapitalstocks angewendet. Dabei werden den Kosten auch die partialanalytischen Nutzen (Energiekostensparnis) gegenübergestellt, aber keine indirekten volkswirtschaftlichen Nutzen in anderen Sektoren. Nach Berechnungen des SRU (2007) liegen die Vermeidungskosten für Biokraftstoffe bei ca. 100 €/t CO₂-eq, die jedoch je nach Anbaupflanze und Umwandlungstechnik einer erheblichen Schwankungsbreite unterliegen. Allgemein scheint der Ersatz von Diesel durch reines Rapsöl mit Vermeidungskosten von 63 €/t CO₂-eq bei weitem die günstigste und bereits jetzt verfügbare Alternative zu sein. Die Vermeidungskosten von Bioethanol gibt der SRU (2007) mit durchschnittlich 368 €/t CO₂-eq in 2010 und 117 €/t CO₂-eq im Jahr 2030 an. Ähnliche Kostenrelationen finden sich auch in anderen Studien, z.B. IEA (2004). Vermeidungskosten bei Biokraftstoffen betragen in Europa für Biodiesel etwa 150 bis 250 € je Tonne CO₂ und für Bioethanol aus Getreide etwa 250 bis 400 € je Tonne CO₂. In den USA sind sie nur unmerklich geringer, während die Vermeidungskosten für Treibhausgase in Brasilien außerordentlich gering sind. In Deutschland stehen einer Tonne eingespartem CO₂ rund 215 € Mineralölsteuersubventionen gegenüber (Deutscher Bundestag – 15. Wahlperiode, Drucksache 15/5816). Für Österreich ergibt eine neue Studie (*Austrian Energy Agency*, 2007), dass sowohl Bioethanol und Biodiesel als auch Biomethan – sofern sie aus Großanlagen stammen - Vermeidungskosten je Tonne CO₂ von 110-135 € je Tonne CO₂ aufweisen.

Übersicht 4.14: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf die CO₂ – Emissionen

	2015	2020
	Differenz zum Baseline in 1.000 t	
Energieversorgung	-8.754	-19.055
Kleinverbrauch	-844	-6.774
Industrie	-2.075	-4.818
Verkehr	-3.607	-6.102
CO ₂ -Emissionen insgesamt	-15.281	-36.749

Q: WIFO-Berechnungen.

	2015	2020
	Differenz zum Baseline in %	
Energieversorgung	-48,8	-90,5
Kleinverbrauch	-6,8	-60,6
Industrie	-7,6	-15,9
Verkehr	-12,2	-17,4
CO ₂ -Emissionen insgesamt	-17,5	-37,6

Q: WIFO-Berechnungen.

Abbildung 4.8: Effekte des Biomasseaktionsplan-Szenarios auf die CO₂ – Emissionen

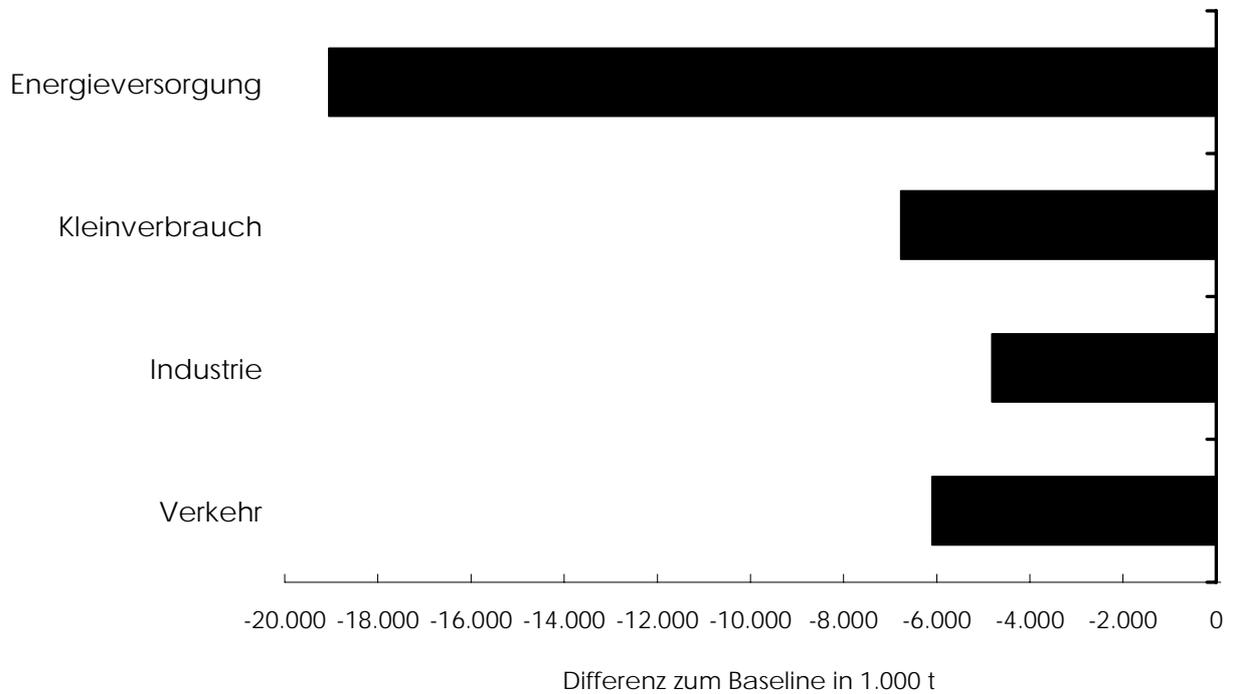
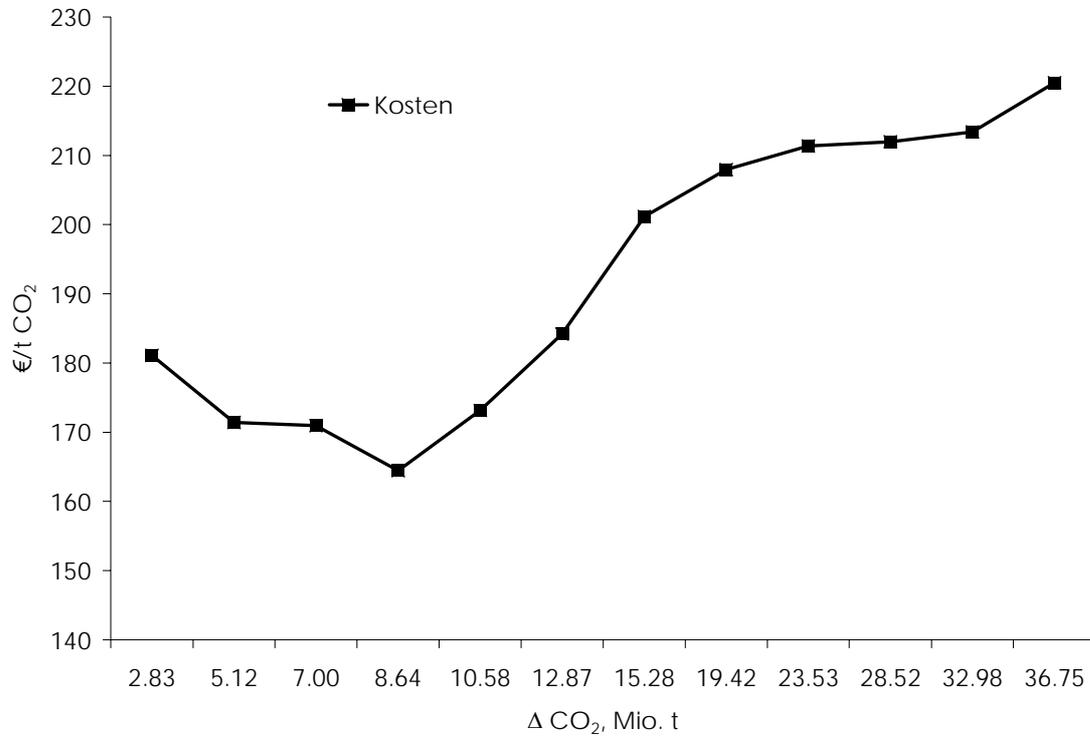


Abbildung 4.9: Kostenkurve der CO₂ – Emissionsreduktion (in €/t CO₂)



Literaturverzeichnis

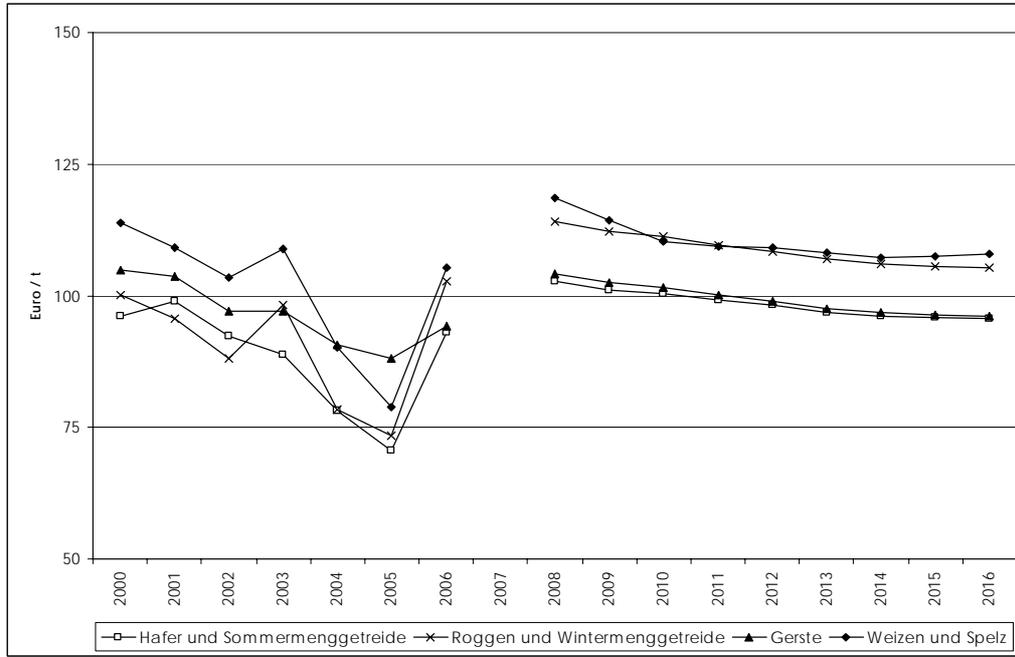
- aiz (Agrarisches Informationszentrum), Ausgabe Nr. 11909, 06.November 2007.
- Austrian Energy Agency (Hrsg.), Vorstudie für einen nationalen Biomasseaktionsplan für Österreich. Endbericht, Wien, Juli 2006.
- Austrian Energy Agency, Erdgas und Bio-Methan als Kraftstoffoption(en) aus dem Erdgasnetz, Wien, 2007.
- Brainbows (Brainbows informationsmanagement GmbH), Biomasse-RessourcenPotential in Österreich. Studie im Auftrag der RENERGIE Raiffeisen Managementgesellschaft für erneuerbare Energie GmbH, Endbericht 07.05.2007, Wien, 2007.
- Buchgraber, K., Resch, R., Blashka, A., Entwicklung, Produktivität und Perspektiven der österreichischen Grünlandwirtschaft, 9. Alpenländisches Expertenforum, 27.-28. März 2003, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, Gumpenstein, 2003.
- Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (Hrsg.), Forstmaschinen- und Geräteselbstkostendatenbank, http://bfw.ac.at/rz/proell_online.main, 2007.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, (Hrsg.), Ergänzungsheft 3 zum Katalog von Standarddeckungsbeiträgen und Daten für die Betriebsberatung: Grundlagen zu den Deckungsbeitragskalkulationen des Betriebszweiges Wald im bäuerlichen Betrieb, Wien, 2002.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Parlamentarische Materialien, Biokraftstoffentwicklung Österreich, Wien, 2007.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Mitteilung des Lebensministeriums, Wien, 2007.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Grüner Bericht, Selbstverlag, Wien, 2006.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Erneuerbare Energie - Potentiale in Österreich. Diskussionsgrundlage für die Expertengruppe zum "Burden Sharing" Wien, 2007a.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Ländliche Entwicklung 2007 – 2013 Nationaler Strategieplan Österreichs für die Entwicklung des ländlichen Raums 2007 – 2013. Selbstverlag, (verfügbar unter: <http://land.lebensministerium.at/filemanager/download/26210/>), Wien 2007b.
- Council of the European Union, Brussels European Council 23/24 March 2006, Presidency Conclusions, Brussels, Mai 2006.
- Cypris, C., Positive Mathematische Programmierung (PMP) im Agrarsektormodell Raumis, Schriftenreihe der Forschungsgesellschaft für Agrarpolitik und Agrarsoziologie, Bonn, 2000.
- Deutscher Bundestag, Unterrichtung durch die Bundesregierung, Bericht zur Steuerbegünstigung für Biokraft- und Bio-treibstoffe – 15. Wahlperiode, Drucksache 15/5816, Berlin, 2005.
- E-Control, Ökostrom sowie Energieverbrauchsentwicklung und Vorschläge zur Effizienzsteigerung, Wien, August 2007.
- EEA (European Environment Agency), how much bioenergy can Europe produce without harming the environment? EEA Report No 7/2006: http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2006_7/en, 2006.
- Dufey, Biofuels production, trade and sustainable development: emerging issues, International Institute for Environment and Development, London, 2006.
- Europäische Kommission, Mitteilungen der Kommission, Aktionsplan für Biomasse KOM (2005) 628 endgültig, Brüssel, 2005.
- Europäische Kommission, Fact Sheet, Biokraftstoffe in der Europäischen Union: Die Situation aus Landwirtschaftlicher Sicht, Luxemburg, 2006.
- Europäische Kommission, Mitteilungen der Kommission, Biomassefortschrittsbericht, KOM (2006) 845 endgültig, Brüssel, 2006.
- Europäische Kommission, Renewable Energy Road Map, Renewable energies in the 21st century: building a more sustainable future (COM (2006) 848 final).
- Europäische Kommission, Mitteilungen der Kommission, Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energieträger, Weißbuch für eine Gemeinschaftsstrategie und Aktionsplan, KOM (1997) 599 endgültig, Brüssel, 1997.
- Doornbosch, R., and Steenblik, R., Biofuels: Is the cure worse than the disease?, Round Table on Sustainable Development, SG/SD/RT OECD, 2007.

- Haas, R., Biermayr, P., Kranzl, L., Technologien zur Nutzung Erneuerbarer Energieträger - wirtschaftliche Bedeutung für Österreich, im Auftrag der Wirtschaftskammer Österreich, Wien, Jänner 2006.
- Haas, R., Kranzl, L., Bioenergie und Gesamtwirtschaft Analyse der volkswirtschaftlichen Bedeutung der energetischen Nutzung von Biomasse für Heizzwecke und Entwicklung von effizienten Förderstrategien für Österreich, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, September 2002.
- Heckelei, T., Britz, W., "Maximum Entropy Specification of PMP in CAPRI", CAPRI Working Paper, Universität Bonn, 1999 (8).
- Henniges, O., Internationale Wettbewerbsfähigkeit der Bioethanolproduktion in Deutschland, Landinfo 5/06, 2006.
- Howitt, R. E., "Positive mathematical programming", American Journal of Agricultural Economics, 77(May), S. 329-342, 1995.
- International Energy Agency, Biofuels for Transport. An International Perspective, Paris, 2004.
- Isermeyer, F., Ökonomische Rahmenbedingungen und Perspektiven landwirtschaftlicher Produktion in den nächsten Jahrzehnten. Arbeitsbericht des Bereichs Agrarökonomie 2/2005. FAL - Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig, 2005.
- Kletzan, D., Steininger, K., Hochwald, J., Gesamtwirtschaftliche Effekte der klimarelevanten Maßnahmen im Rahmen der Umweltförderung im Inland 2004, Studie des WIFO im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 2006.
- Kletzan, D., Kraft-Wärme-Kopplung in Österreich, Perspektiven für technologische Innovationen und institutionelle Reformen in Österreich und Europa, Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Wien, 2005.
- Kratena, K., Schleicher, St., Impact of CO₂ - Reduction on the Austrian Economy, Economic Systems Research, 1999 (11) 245 - 261.
- Kratena, K., Wüger, M., Energieszenarien für Österreich bis 2020, Studie des WIFO im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Wien, 2005.
- Lee, D. Howitt, R. E., "Modeling Regional Agricultural Production and Salinity Control Alternatives for Water Quality Policy analysis", American Journal of Agricultural Economics, 1996, 78(January), S. 41-53, 1996.
- McKinsey & Company, Kosten und Potentiale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland, Eine Studie im Auftrag von "BDI initiativ - Wirtschaft für Klimaschutz", Berlin, September 2007.
- Meyer, I. und Scheffran, J., Bioenergie für Klimaschutz und nachhaltige Entwicklung? Potentiale und Grenzen von Biokraftstoffen, Wissenschaft & Umwelt Interdisziplinär, Nr. 11/2008.
- Mineralölwirtschaftsverband e.V., Hamburg; ADAC; OMV, http://www.omv.com/smgr/portal/jsp/index.jsp?p_site=AT.
- NÖ Landes-Landwirtschaftskammer, Biomasse - Heizungserhebung 2006, St. Pölten, 2007.
- Obernberger, I., Hammerschmid, A., Thonhofer, P., Biedermann, F., Strom aus fester Biomasse - Stand der Technik und künftige Entwicklungen, Vortrag bei der Mitteleuropäischen Biomassekonferenz, Graz, 2005.
- OECD-FAO, Agricultural Outlook 2007-2016, Paris, 2007.
- Österreichischer Biomasse-Verband, Biomasse-Aktionsplan für Österreich unter Einbeziehung der Solarthermie, der Windenergie und der Wasserkraft, Wien 2006.
- Paris, Q., Arfani, F., "A positive mathematical programming model for the analysis of regional agricultural policies", Proceedings of the 40th Seminar of the European Association of Agricultural Economists, 26-28 June 1995, Ancon, 1995.
- Peneder, M., Falk, M., Hölzl, W., Kaniovski, S., Kratena, K.: Wifo-Weissbuch Teilstudie 3: Wachstum, Strukturwandel und Produktivität. Disaggregierte Wachstumsbeiträge für Österreich von 1990 bis 2004. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Wien, November 2006.
- Pichl, C., W. Puwein, I. Obernberger, K. Steininger, und H. Voraberger, Erneuerbare Energieträger in Österreichs Wirtschaft. Volkswirtschaftliche Evaluierung am Beispiel Biomasse, Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, November 1999.
- Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor, Amtsblatt der Europäischen Union, L 275/32, 25. Oktober 2003.
- Richtlinie 2001/77/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. September 2003 zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L283/33, 27. Oktober 2001.
- Röhm, O., Analyse der Produktions- und Einkommenseffekte von Agrarumweltprogrammen unter Verwendung einer weiterentwickelten Form der Positiven Quadratischen Programmierung, Schaker Verlag, Aachen, 2001.

- Röhm, O., Dabbert S., "Integrating Agri-Environmental Programs into Regional Production Models: An Extension of Positive Mathematical Programming", *American Journal of Agricultural Economics*, 2003, 85(February), S. 254-265.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), Klimaschutz durch Biomasse, 2007.
- Schadauer, K., Neumann, M., Unterlage einer Pressekonferenz, mimeo, 6.11.2007.
- Schwarzbauer, P., Long-term supply and demand projections for wood products in Austria until 2020, *Lignovision*, Bd. 10, Universität für Bodenkultur Wien, 2005.
- Schmid, E., Sinabell, F., Modeling alternative farming practices at sector level – an application to organic farming and the reformed CAP in Austria; paper submitted for publication *Agricultural Economics Review*, 2007.
- Sedjo, R.; Forest and Biological Carbon Sinks after Kyoto, Background, March 2006, *Resources for the Future*, Washington DC, 2006.
- Sinabell, F., Schmid, E., Entkopplung der Direktzahlungen. Konsequenzen für Österreichs Landwirtschaft. Studie des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 2003, http://titan.wsr.ac.at/wifosite/wifosite.get_abstract_type?p_language=1&pubid=23706&pub_language=-1&p_type=0.
- Sinabell, F., Schmid, E., Austrian Agriculture 2005-2020. Forschungsbericht des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung, Wien, 2005.
- Sinabell, F., Marktspannen und Erzeugeranteil an den Ausgaben für Nahrungsmittel, Studie des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Jänner 2005.
- Sinabell, F., Schmid, E., "Entwicklungen in der österreichischen Landwirtschaft bis 2013", *WIFO-Monatsberichte*, 2006, (2), S. 121-135.
- Sinabell, F., Schmid, E., "Handlungsoptionen der Akteure am Milchmarkt", in: Kirner, L., Rosenwirth, Ch., Schmid, E., Sinabell, F., Tribl, Ch., Analyse von möglichen Handlungsoptionen für die Zukunft des Milchmarktes der Europäischen Union und deren Auswirkungen auf die Österreichische Milchwirtschaft, Studie der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft und des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Selbstverlag, Wien, erscheint 2007, S. 120-135.
- Statistik Austria, Land- und Forstwirtschaftliche Erzeugerpreise, Jahresdurchschnitt 2005, www.statistik.at/web_de/static/land_und_forstwirtschaftliche_erzeugerpreise_2005_37456_012385.pdf, Wien, 2005.
- Statistik Austria, Statistisches Jahrbuch, 2007a.
- Statistik Austria, Energiebilanzen 1970-2006. Selbstverlag, Wien, 2007b.
- Thran, D., Weber M., Scheuermann, A., Fröhlich, N., Zeddies, J., Henze, A., Thoro, C., Schweinle, J., Fritsche, U., Jen-
seit, W., Rausch, L. und Schmidt, K., Nachhaltige Biomassennutzungsstrategien im Europäischen Kontext. Erstellt
im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2006.
- Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie, Nachhaltige Mobilität sichern, Jahresbericht 2006/2007, Berlin, 2007.
- von Lampe, M., "Economics and agricultural market impacts of growing biofuel production", *Agrarwirtschaft*, 2007, 5/6(56), S. 232-237.
- Winter, R., 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, Report REP-0109, Wien, 2007.
- Worldwatch Institute, Biofuels for transport, global potential and implications for sustainable energy and agriculture, London, 2007.

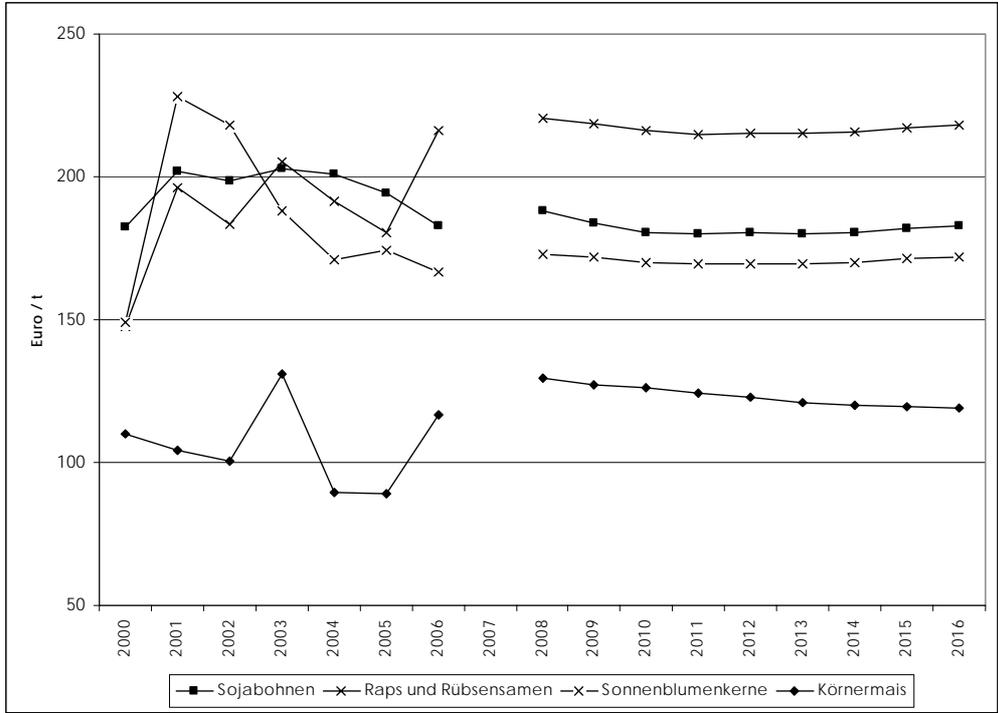
Anhang

Abbildung A.1: Annahmen über die Entwicklung von Preisen wichtiger Agrargüter in Österreich



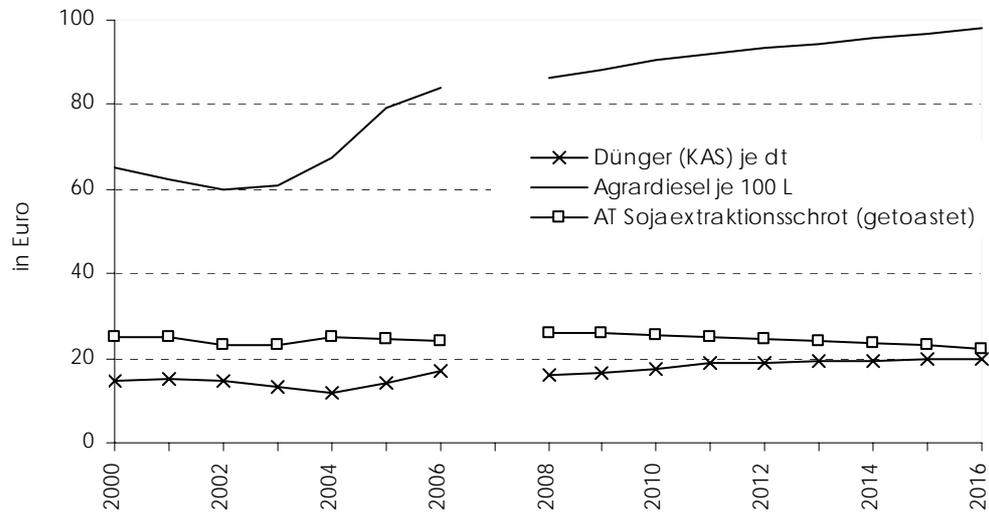
Q: OECD-FAO (2007), WIFO-Berechnungen.

Abbildung A.2: Annahmen über die Entwicklung von Preisen wichtiger Agrargüter in Österreich



Q: OECD-FAO (2007); WIFO-Berechnungen.

Abbildung A.3: Annahmen über die Entwicklung von Preisen wichtiger Vorleistungsgüter der Landwirtschaft



Q: OECD-FAO (2007); WIFO-Berechnungen.

© 2008 Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Medieninhaber (Verleger), Herausgeber und Hersteller: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung,
Wien 3, Arsenal, Objekt 20 • Postanschrift: A-1103 Wien, Postfach 91 • Tel. (+43 1) 798 26 01-0 •
Fax (+43 1) 798 93 86 • <http://www.wifo.ac.at/> • Verlags- und Herstellungsort: Wien

Verkaufspreis: 50,00 € • Download 40,00 €:

http://www.wifo.ac.at/www/jsp/index.jsp?fid=23923&id=31219&typeid=8&display_mode=2