

Strategien für eine nachhaltige Aktivierung landwirtschaftlicher Bioenergie-Potenziale

(ALPot)

Zusammenfassung

Projektleitung:



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

*Technische Universität Wien,
Institut für elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Energy Economics Group*

Gerald Kalt

Lukas Kranzl

Partner:

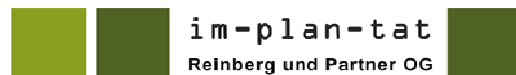
Austrian Energy Agency



AUSTRIAN ENERGY AGENCY

Heidelinde Adensam

Im-plan-tat Reinberg und Partner



Matthias Zawichowski

*Universität für Bodenkultur Wien,
Institut für nachhaltige Wirtschaftsentwicklung*



Bernhard Stürmer

Erwin Schmid



Wien 2010

Fragestellung

Die Nutzung von Biomasse stellt mit einem Anteil von ca. 15% am Bruttoinlandsverbrauch (2008) die wichtigste Form der erneuerbaren Energiegewinnung in Österreich dar. In den letzten Jahren kam es zu einem deutlichen Anstieg der energetischen Biomassenutzung, die nicht zuletzt auch auf eine zunehmende Nutzung landwirtschaftlicher Ressourcen (z.B. Raps zur Biodiesel- und Weizen zur Bioethanolerzeugung) zurückgeht. Hinsichtlich der energiepolitischen Zielsetzungen in den Bereichen Treibhausgasemissionen und Erneuerbare Energieträger (Kyoto-Protokoll, *EnergieStrategie Österreich*, „2020-Ziele“ etc.) kann davon ausgegangen werden, dass die Bedeutung erneuerbarer Energieträger in den nächsten Jahren bzw. Jahrzehnten weiter zunehmen wird. Hinsichtlich der zukünftigen Rolle landwirtschaftlicher Bioenergieerzeugung sind jedoch zahlreiche Fragen offen. Im vorliegenden Projekt werden folgende zentrale Fragestellungen untersucht:

- Welche Potenziale landwirtschaftlicher Biomasse können in Österreich unter Berücksichtigung naturräumlicher und ökonomischer Rahmenbedingungen für eine energetische Nutzung bereitgestellt werden?
- Welche Rolle spielen dabei die Entscheidungsstrukturen der Landwirte, Betriebstypen sowie diverse treibende und hemmende Faktoren?
- Welchen Beitrag kann die Landwirtschaft für das österreichische Energiesystem längerfristig (bis 2030) leisten, und welche Nutzungspfade landwirtschaftlicher Biomasse sind zur Erreichung energie- und klimapolitischer Zielsetzungen zu empfehlen?

Methodik

Der methodische Ansatz beinhaltet neben agrar- und energiewirtschaftlichen Analysen die Durchführung von Interviews mit Landwirten und Interessensvertretern, die Simulation des daraus abgeleiteten Entscheidungsverhaltens in einem agentenbasierten Modell, sowie einem räumlich expliziten, auf Geoinformationssystemen (GIS) basierenden Modellansatz.

In einem ersten Schritt werden Daten zur derzeitigen Bedeutung und Struktur der landwirtschaftlichen Bioenergieerzeugung, den dabei zum Einsatz kommenden Rohstoffen und Technologien sowie deren Bedeutung für die österreichische Energieversorgung analysiert. Des Weiteren werden konsistente Szenarien für die zukünftigen energie- und agrarwirtschaftlichen Rahmenbedingungen erstellt, die eine gemeinsame Datenbasis für die Modellierungsansätze darstellen.

Da das Entscheidungsverhalten bzw. die Bereitschaft der Landwirte eine Grundvoraussetzung für eine Ausweitung der landwirtschaftlichen Energieerzeugung darstellt, wird dieser Aspekt mit Hilfe von Interviews und einer **agentenbasierten Modellierung** analysiert. Agentenbasierte Modelle erlauben es, das Verhalten von individuellen und kollektiven Akteuren abzubilden, wobei die Handlungen der „Agenten“ (in diesem Fall der Landwirte) über bestimmte Entscheidungsregeln oder -strukturen definiert sind. Für das Modell *AGRIEN* wird eine Abbildung der landwirtschaftlichen Betriebe erstellt, wobei zwischen Hauptproduktionsgebieten, Betriebstypen und -größen, deren Flächenverteilung etc. unterschieden wird. Auf Basis der Ergebnisse der leitfadenbasierten Interviews werden jedem Betrieb bestimmte Entscheidungsmuster hinsichtlich der Bereitschaft zur Nutzung der verfügbaren Acker- und Grünlandflächen für die Energieträgerproduktion unterstellt. Durch Variation der exogenen agrar- und energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen werden unterschiedliche Szenarien erstellt, die zeigen, wie sich die individuellen Entscheidungsmuster auf der Makroebene auswirken. Die Gesamtflächen (Grünland und Acker), die für die Produktion von

landwirtschaftlichen Energieträgern je Hauptproduktionsgebiet bzw. in ganz Österreich eingesetzt werden, sowie die Anzahl der an der Energieträgerproduktion beteiligten Betriebe stellen den zentralen Modelloutput dar.

Die naturräumlichen Gegebenheiten der landwirtschaftlichen Flächen Österreichs sind zusammen mit den Standortanforderungen der verschiedenen Energiepflanzen eine zentrale Rahmenbedingung, die im Falle einer verstärkten Energiepflanzenproduktion in Betracht gezogen werden muss. Mithilfe eines **auf Geoinformationsdaten basierenden Modellierungsansatzes** (GIS-Modell) werden dynamische Szenarien der Ackerflächennutzung erstellt. Die Modellergebnisse zeigen, welche Produktionsmengen und regionalen Verteilungen der Ackerfrüchte sich unter der Annahme einer auf Basis der Standortbedingungen optimalen (d.h. den naturräumlichen Gegebenheiten am besten angepassten) Wahl der Pflanzenarten ergeben. Durch Variation von Fruchtfolgebeschränkungen und anderen Parametern werden Varianten mit unterschiedlichen Flächenverteilungen und Produktionsschwerpunkten generiert.

Im Gegensatz dazu dient der **agrarische Modellcluster** (bestehend aus den Modellen *CropRota*, *EPIC* und *BiomAT*) der Analyse des wirtschaftlich realisierbaren Potenzials landwirtschaftlicher Energieträger. Dabei werden ebenfalls regional unterschiedliche Standortbedingungen wie Bodentyp, Topographie und Klima sowie typische Fruchtfolgen berücksichtigt, für die Wahl der jeweiligen Ackerkulturarten sind jedoch die unter den szenariospezifischen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (Erzeugerpreise, variable Kosten, Förderungen) erzielbaren Deckungsbeiträge entscheidend. Durch Variation der mit Energiepflanzen erzielbaren Erzeugerpreise werden mit dem Modellcluster Angebotskurven erstellt, die zeigen, welche Mengen landwirtschaftlicher Energieträger bei einem bestimmten Preisgefüge bereitgestellt werden.

Die energiewirtschaftlichen Analysen beinhalten Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Nutzungspfade landwirtschaftlicher Biomasse zur Erzeugung von Wärme, Strom und Kraftstoffen sowie die modellbasierte Erstellung von Szenarien des österreichischen Bioenergie-Sektors. Die mithilfe des agrarischen Modellclusters erstellten Angebotskurven stellen einen Input für das zu diesem Zweck entwickelte **energiewirtschaftliche Modell *SimBioSe*** dar. Das Modell simuliert auf Basis von Wirtschaftlichkeitsanalysen den Ausbau von Bioenergieanlagen von 2010 bis 2030, wobei wirtschaftliche Rahmenbedingungen und energiepolitische Förderungen variiert werden. Damit können die Auswirkungen verschiedener Rahmenbedingungen auf den energetischen Biomasseeinsatz, d.h. die Ausschöpfung des primärenergetischen Biomassepotenzials und die End- bzw. Nutzenergieerzeugung aus Biomasse analysiert, und die Szenarien hinsichtlich verschiedener Parameter wie Treibhausgaseinsparung oder Förderkosten ausgewertet werden. Insbesondere wird untersucht, mit welchen Kosten und Nutzen eine forcierte Energieerzeugung aus landwirtschaftlicher Biomasse verbunden ist, wobei unterschiedliche Förderschwerpunkte bezüglich der Nutzungspfade (Wärmeerzeugung, Verstromung, Mobilität) und der Art von Energiepflanzen (konventionelle Ackerfrüchte, Biogaspflanzen, Kurzumtriebsplantagen) untersucht werden.

Entscheidungsstrukturen der Landwirte und agentenbasiertes Modell

Aus den Interviewergebnissen geht hervor, dass im Wesentlichen zwischen drei Entscheidungstypen zu unterscheiden ist: Innovative, traditionelle und utilitaristische Betriebe. Innovative Betriebe stellen nach Einschätzung der Befragten die kleinste Gruppe dar (5 bis 10% aller Betriebe in Österreich). Sie zeichnen sich durch eine hohe Bereitschaft, Neues auszuprobieren aus, selbst wenn dies mit einem gewissen Risiko verbunden ist. Sofern innovative Betriebsführer von der Sinnhaftigkeit überzeugt sind, sind diese Betriebe am

leichtesten (d.h. ohne bzw. mit geringen finanziellen Anreizen) zur landwirtschaftlichen Energieerzeugung zu bewegen.

Das Entscheidungsverhalten traditioneller Betriebe, die etwa 75 bis 80% aller Betriebe ausmachen, hängt im Wesentlichen vom Produktions- und Erwerbstyp sowie von der Einkommenssituation ab. Betriebe mit Tierhaltung haben oft nicht die Möglichkeit landwirtschaftliche Flächen für die Energieträgerproduktion bereitzustellen, da diese Flächen für die Viehzucht benötigt werden. Sollte aus wirtschaftlichen oder sonstigen Gründen die Tierhaltung aufgegeben werden, stellt die Energieträgerproduktion jedoch eine attraktive Alternative dar. Traditionelle Marktfruchtbetriebe hingegen sind weitaus flexibler und können auch kurzfristig auf Energieträgerproduktion umsteigen, sofern dies mit einem höheren Deckungsbeitrag verbunden ist. Gemischte Betriebe, die häufig auch über Waldflächen verfügen, zeichnen sich nach Einschätzung der Interviewpartner durch die höchste Bereitschaft zur Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen aus.

Für utilitaristisch entscheidende Betriebe stehen Preis- und Markterwartung im Vordergrund. Im Gegensatz zu traditionellen Betrieben haben bei utilitaristischen Betrieben Förderungen für die Energieträgerproduktion keinen so bedeutenden Einfluss auf das Entscheidungsverhalten, da für sie längerfristige Marktentwicklungen entscheidend sind.

In den Interviews wurden zahlreiche hemmende und begünstigende Faktoren für eine landwirtschaftliche Energieträgerproduktion bzw. Energieerzeugung genannt. Diese werden in persönliche, betriebsinterne, externe und naturräumliche Faktoren eingeteilt. Zu den persönlichen Faktoren zählen beispielsweise die Risikobereitschaft, persönliche Präferenzen und Wertehaltungen oder persönliche Erfahrungen. Betriebsinterne Faktoren spiegeln die Lage des Betriebes wider, beispielsweise die Verfügbarkeit freier Flächen, Liquidität oder kürzlich getätigte oder bevorstehende Investitionen. Unter externe Faktoren fallen Förderungen, Abnahmeverträge, Zahlungskonditionen und Marktpreise. Die naturräumlichen Gegebenheiten bzw. die Eignung verschiedener Energiepflanzen für die zur Verfügung stehenden Flächen können unter „naturräumliche Faktoren“ zusammengefasst werden.

Hauptergebnis des **agentenbasierten Modells AGRIEN** sind die bei verschiedenen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen resultierenden Flächenanteile (Acker- und Grünland), die zur Energieträgerproduktion eingesetzt werden. Insgesamt wurden neun unterschiedliche Szenario-Kombinationen simuliert, wobei die Rahmenbedingungen für Landwirtschaft und Bioenergieproduktion mittels Indikatoren für agrar- und energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen von „ungünstig“ („Pro“) bis „vorteilhaft“ („Contra“) variiert wurden. Die Simulationsergebnisse zeigen, dass in den betrachteten Szenarien zwischen 4 % und 30 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche für die Produktion von landwirtschaftlichen Energieträgern aufgewendet wird (siehe Tabelle 1). Der höchste Anteil wird erwartungsgemäß bei unvorteilhaften Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft („Landwirtschaft Contra“), aber sehr günstigen Rahmenbedingungen für die Bioenergieproduktion („Bioenergie Pro“) erzielt.

In nahezu allen Szenarien kommt es im nordöstlichen Flach- und Hügelland zum stärksten Ausbau der Energieträgerproduktion, was auf die Struktur der landwirtschaftlichen Betriebe (Betriebsart und -größen) zurückzuführen ist. In Hauptproduktionsgebieten mit großer Bedeutung der Tierhaltung (Alpenvorland und Voralpen) gewinnt die Energieträgerproduktion selbst unter günstigen Rahmenbedingungen nur geringfügig an Bedeutung.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Simulationsergebnisse des Modells AGRIEN: Flächen zur Energieträgerproduktion in Österreich im Jahr 2030 unter Annahme verschiedener landwirtschaftlicher und energiewirtschaftlicher Rahmenbedingungen¹

Fläche mit Energieträgerproduktion in % der Gesamtfläche 2030		Landwirtschaft			Landwirtschaftl. Energieträgerproduktion in ha 2030		Landwirtschaft		
		Pro	Trend	Contra			Pro	Trend	Contra
Bioenergie	Pro	21 %	28 %	30 %	Bioenergie	Pro	444.211	582.596	630.242
	Trend	8 %	10 %	12 %		Trend	175.058	214.713	238.963
	Contra	4 %	5 %	6 %		Contra	81.402	107.133	128.401

GIS-Modell

Mithilfe des GIS-Modells werden dynamische Szenarien der Ackerflächennutzung erstellt. Dabei ist als zentrale Annahme unterstellt, dass auf jedem der ca. 46.000 im Modell abgebildeten Flächenpolygone jene Ackerfrüchte angebaut werden, die hinsichtlich der naturräumlichen Gegebenheiten, der Standortanforderungen der Pflanzenarten sowie hinsichtlich Fruchtfolgebeschränkungen am besten geeignet sind. Das Modell baut auf der Annahme auf, dass keine künstlichen Veränderungen der naturräumlichen Standortbedingungen (z.B. Pflanzenschutzmittel) bei der Produktion der Kulturarten vorgenommen werden. Die Modellergebnisse zeigen, welche Produktionsmengen und regionalen Verteilungen der Ackerfrüchte sich unter diesen Rahmenbedingungen ergeben, und geben somit Aufschluss, inwiefern die naturräumlichen Gegebenheiten eine Einschränkung für den verstärkten Anbau verschiedener Energiepflanzen darstellen. Durch Variation von Fruchtfolgebeschränkungen und anderen Parametern werden Varianten mit unterschiedlichen Flächenverteilungen und Produktionsschwerpunkten generiert. Abbildung 1 zeigt eine Zusammenfassung der Simulationsergebnisse in den verschiedenen Varianten.

Dieser Ansatz führt gegenüber der derzeitigen, realen Flächennutzung zu einer starken Extensivierung mit hohen Flächenanteilen von Ackerwiese und anderen extensiven Kulturarten. Durch diverse Einschränkungen bei Begrünung kann dieser starke Extensivierungstrend exogen abgeschwächt werden, und Kulturarten wie Weizen oder Mais setzen sich stärker durch (Varianten „intensive Landwirtschaft“, „Fruchtfolge intensiv I bis III“). Unabhängig davon zeigt sich hinsichtlich der Flächenanteile von „neuen“ Kulturarten (insbesondere Kurzumtriebsholz), dass diese den Standortbedingungen teilweise besser entsprechen als traditionelle Kulturarten. Die Ergebnisse deuten also darauf hin, dass es durch den verstärkten Energiepflanzenanbau nicht per se zu einer Intensivierung der Flächennutzung kommt. Die Anforderungen von Energiepflanzen entsprechen zum Teil besser den Standortbedingungen auf österreichischen Ackerflächen, als derzeit weit verbreitete konventionelle Ackerfrüchte.

¹ Die hier berücksichtigten Flächen beinhalten Acker- und Grünland exklusive dem Hauptproduktionsgebiet „Hochalpengebiet“.

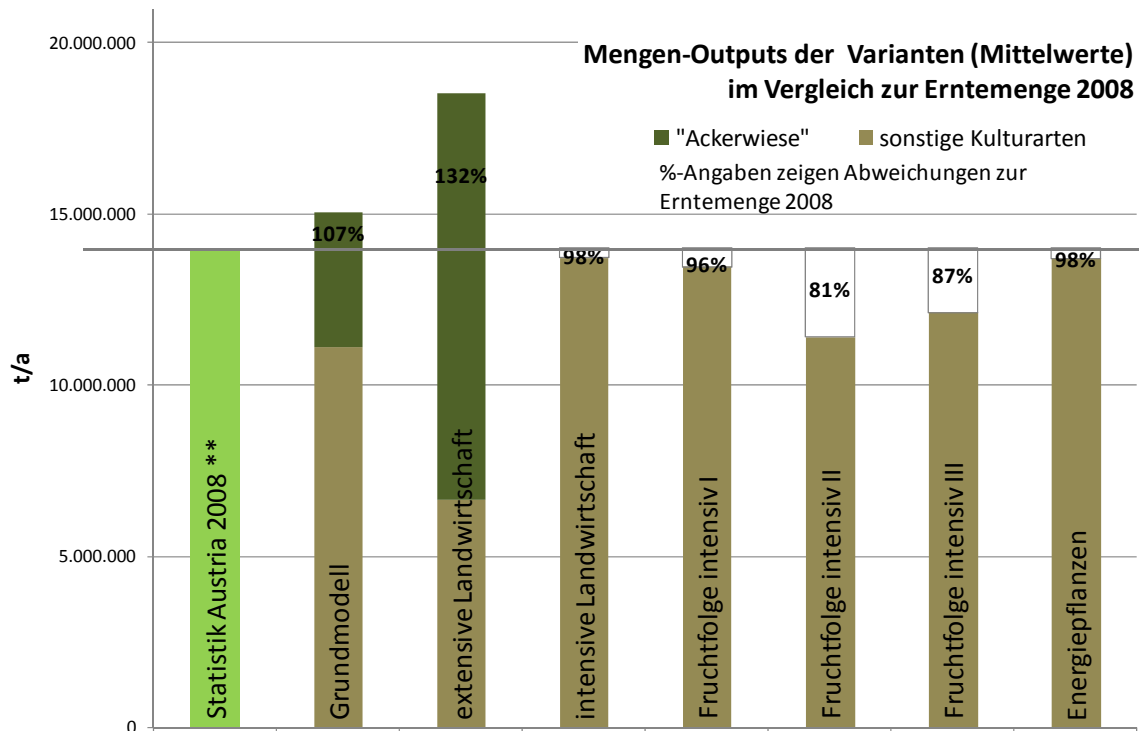


Abbildung 1: Zusammenfassung der Simulationsergebnisse des GIS-Modells: Vergleich der durchschnittlichen jährlichen Gesamterntemengen in den verschiedenen Varianten
 ** In den Daten der Statistik Austria 2008 sind die Mengen aller erhobenen Kulturarten erfasst.

Agrarischer Modellcluster – Agrarwirtschaftliche Aspekte

Die Abschätzung des heimischen, ökonomischen, agrarischen Biomassepotenzials berücksichtigt (1) das agronomische Potential in Form von standortspezifischen Pflanzenerträgen, welche mit dem bio-physikalischen Prozessmodell *EPIC* simuliert wurden, (2) regional typische Fruchtfolgen, welche mit dem Modell *CropRota* bestimmt wurden, und (3) standortspezifische Opportunitätskosten alternativer Verwertungsmöglichkeiten, welche mit *BiomAT* abgeschätzt werden. Mit dem räumlich expliziten Landnutzungsoptimierungsmodell *BiomAT* werden auf Gemeindeebene Fruchtfolgen ausgewählt, die den höchsten Gesamtdeckungsbeitrag unter Berücksichtigung der regionalen Standortqualitäten (Boden, Wetter und Topographie) und Ackerflächenausstattungen aufweisen. Um Angebotsmengenreaktionen in *BiomAT* abzuschätzen, sind in den Modellsimulationen Biomasseoutputprämien in unterschiedlicher Höhe vorgegeben worden, sodass sich die Deckungsbeitragsunterschiede zugunsten des Energiepflanzenbaus verschieben. Modellergebnisse zeigen, dass sowohl das Flächenausmaß als auch die Produktionsintensität steigen. Jedoch wirkt das österreichische Agrarumweltprogramm (ÖPUL) dem entgegen, sodass relativ hohe Biomasseprämien nötig wären, um die heimische, agrarische Biomasseproduktion zu fördern.

Die Simulationsergebnisse zeigen auch, dass durch die heimische, agrarische Biomasseproduktion und aufgrund der begrenzten Flächenverfügbarkeit die Fläche für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion sinkt, vor allem von Weizen und Körnermais (siehe Abbildung 2). Zudem ändert sich die Verwertung. So wird z. B. Futterweizen vermehrt in der Ethanolproduktion oder GPS-Weizen in der Biogasproduktion eingesetzt. Zu stärkeren

Strategien für eine nachhaltige Aktivierung landwirtschaftlicher Bioenergie-Potenziale (ALPot)

Änderungen im Kulturartenverhältnis kommt es vorwiegend durch den Anbau von Kurzumtriebsgehölzen.

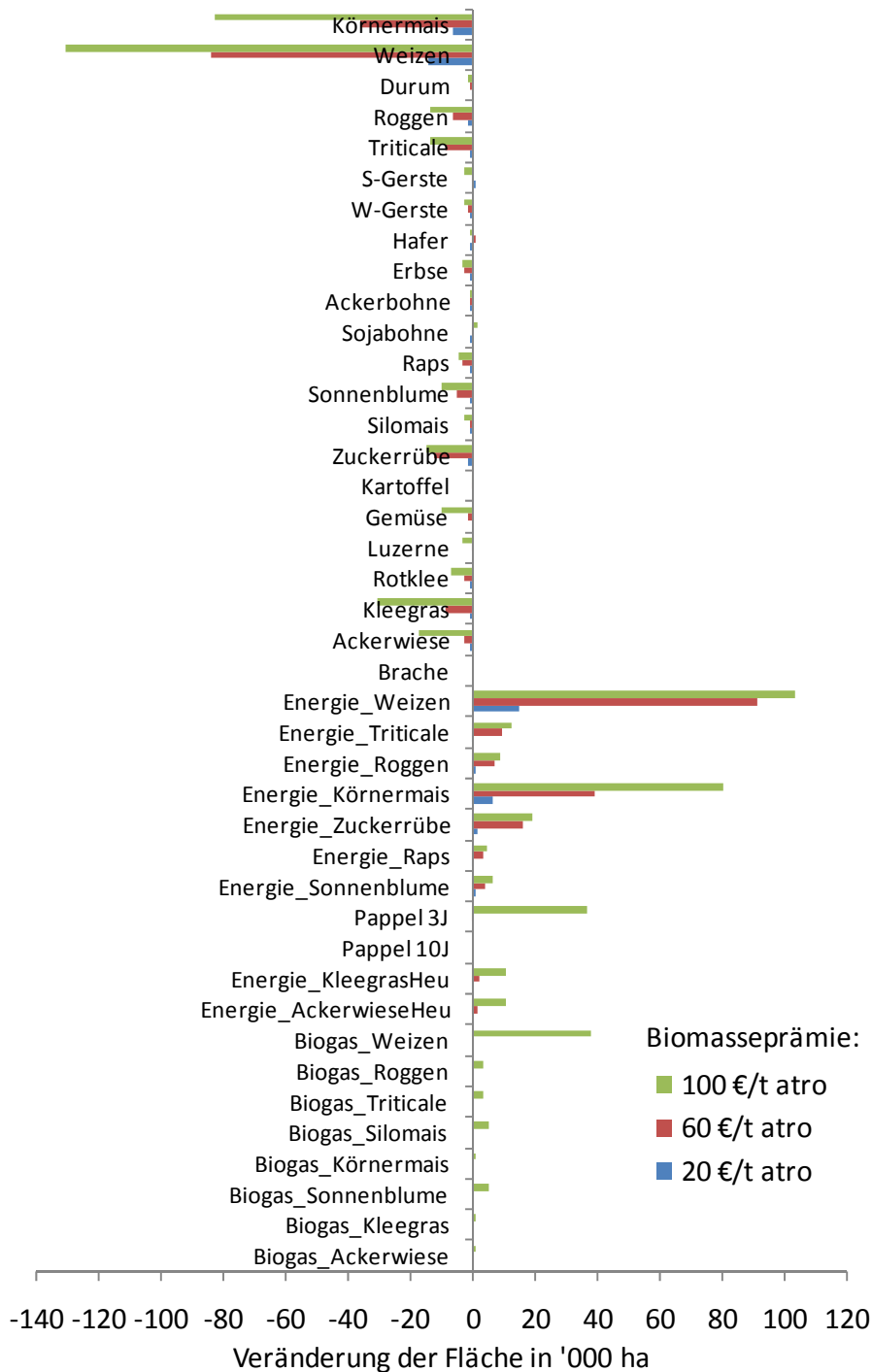


Abbildung 2: Veränderung der Ackerlandnutzungen in Abhängigkeit der Biomasseprämie

Simulationen des Bioenergie-Sektors – Energiewirtschaftliche Aspekte

Mit dem Modell *SimBioSe* werden Szenarien des Biomassesektors erstellt, wobei wirtschaftliche und energiepolitische Rahmenbedingungen wie Preise fossiler Energieträger oder Förderungen für Biomasseanlagen berücksichtigt werden. Konkret wird der Ausbau von Biomasseanlagen (Kleinf Feuerungsanlagen, Heizwerke, KWK-Anlagen und Kraftstoff-Produktionsanlagen) unter der Annahme rein wirtschaftlich entscheidender (potenzieller) Anlagenbetreiber simuliert. Voraussetzung für die energetische Nutzung der verfügbaren primärenergetischen Potenziale ist daher, dass eine Nutzung unter den jeweiligen Rahmenbedingungen (Energiepreise, Förderungen etc.) im Vergleich zum entsprechenden, auf fossilen Energieträgern basierenden Referenzsystem wirtschaftlich ist. Damit können die Auswirkungen verschiedener Rahmenbedingungen auf den energetischen Biomasseeinsatz, d.h. die Ausschöpfung des primärenergetischen Biomassepotenzials und die Energieerzeugung aus Biomasse simuliert und ausgewertet werden.

Die Simulationen des Bioenergie-Sektors beinhalten folgenden Szenariengruppen: *No Policy*-Szenarien (keine Förderung für Bioenergie, auch nicht in Form von steuerlichen Begünstigungen), *Current Policy*-Szenarien (derzeitige Förderungen und Steueranreize) und *Spezifische Förderszenarien* (sukzessive Steigerung des Förderniveaus für bestimmte Anwendungen). Die Ergebnisse der *No Policy*- und der *Current Policy*-Szenarien werden in erster Linie in Hinblick auf die Bedeutung, die landwirtschaftliche Biomasse für die Energieversorgung einnimmt, analysiert. Bei den *spezifischen Förderszenarien* steht die Gegenüberstellung von Förderkosten und Nutzen (hinsichtlich THG-Einsparung und Einsparung fossiler Energieträger) im Vordergrund, sowie die Frage, welche Nutzungspfade (landwirtschaftlicher) Biomasse aus einer energiewirtschaftlich-systemischen Sichtweise zu bevorzugen sind. Hinsichtlich der Preisentwicklung bei fossilen Energieträgern wird zwischen dem Szenario *Niveau 2006* (auf dem Niveau des Jahres 2006 konstante Realpreise) und dem Szenario *FAO/Primes* (mit einem bis 2020 auf knapp über 100 \$₂₀₀₇/bbl steigenden Rohölpreis) unterschieden.

Im *No-Policy*-Szenario können unter Annahme des Preisszenarios *Niveau 2006* Energiepflanzen praktisch nicht genutzt werden. Bis 2030 kommt der einzige nennenswerte Beitrag landwirtschaftlicher Biomasse von der Nutzung von Stroh in größeren KWK-Anlagen und in sehr geringem Umfang von der Verstromung von Pflanzenöl. Im Übrigen kommt es in dem Szenario zu einer Konzentration des Bioenergiesektors auf die wenigen Bereiche, in denen die Biomassenutzung bei einem niedrigen Preisniveau und ohne Förderungen wirtschaftlich ist: Kleinf Feuerungsanlagen im 50 kW-Bereich und die Erzeugung von Prozesswärme auf Basis forstlicher Biomasse. Im Preisszenario *FAO/Primes* werden auch größere Biogas-BHKWs (ab 500 kW) auf Basis von Mais wirtschaftlich, der Hauptunterschied zum *Niveau 2006*-Szenario liegt jedoch im deutlich höheren Einsatz forstlicher Biomasse in Kleinf Feuerungsanlagen und Heizwerken. Landwirtschaftliche Biomasse spielt also im *No-Policy*-Szenario auch im Fall eines Preisanstieges bei fossilen Energieträgern entsprechend dem Szenario *FAO/Primes* eine relativ geringe Rolle.

Die *Current Policy* Szenarien geben Aufschluss darüber, welche energetischen Nutzungspfade landwirtschaftlicher und sonstiger Biomasseressourcen unter den derzeitigen energiepolitischen Rahmenbedingungen wirtschaftlich sind bzw. in Zukunft wirtschaftlich werden könnten, und in welchen Bereichen auf Basis wirtschaftlicher, bedarfs- und angebotsseitiger Potenziale ein Ausbau der Biomassenutzung möglich ist. Im Gegensatz zu den *No Policy* Szenarien kommt es hier im Preisszenario *FAO/Primes* zu einem starken Ausbau im landwirtschaftlichen Bioenergiesektor, und die Frage, welche Art von Energiepflanzen von der Landwirtschaft bereitgestellt werden, gewinnt an Bedeutung. Es werden daher Szenarien mit drei verschiedenen Rohstoffschwerpunkten simuliert (*Konventionelle Ackerfrüchte*, *Biogaspflanzen* und *Ligno-Zellulose*). Die Ergebnisse zeigen, dass der Schwerpunkt *Ligno-Zellulose* längerfristig

zum höchsten Ausbau landwirtschaftlicher Biomassenutzung, und damit auch zu den höchsten Treibhausgasreduktionen (3 Mt CO₂-Äqu. im Jahr 2020 und 5,7 Mt im Jahr 2030) und den höchsten Einsparungen fossiler Energieträger (15 bzw. 27 TWh in den Jahren 2020 und 2030) führt. Diese Einsparungen sind allerdings nur mit einer signifikanten Ausweitung des Energiepflanzenanbaus erzielbar (ca. 300.000 bzw. 600.000 ha Ackerflächen in den Jahren 2020 und 2030, was nahezu einem Viertel bzw. der Hälfte der gesamten Ackerfläche in Österreich entspricht), d.h. einer Verdrängung der konventionellen Ackerflächennutzung. Mit den Rohstoffschwerpunkten *Konventionelle Ackerfrüchte* und *Biogaspflanzen* werden deutlich niedrigere Einsparungen erzielt (um 2020 typisch die Hälfte und ab 2025 typisch ein Drittel der Treibhausgaseinsparungen im *Ligno-Zellulose-Szenario*). Abbildung 3 zeigt eine Zusammenfassung der primärenergetischen Nutzung landwirtschaftlicher und sonstiger Biomasse inländischer Herkunft in den *No Policy* und den *Current Policy*-Szenarien in den Jahren 2020 und 2030.

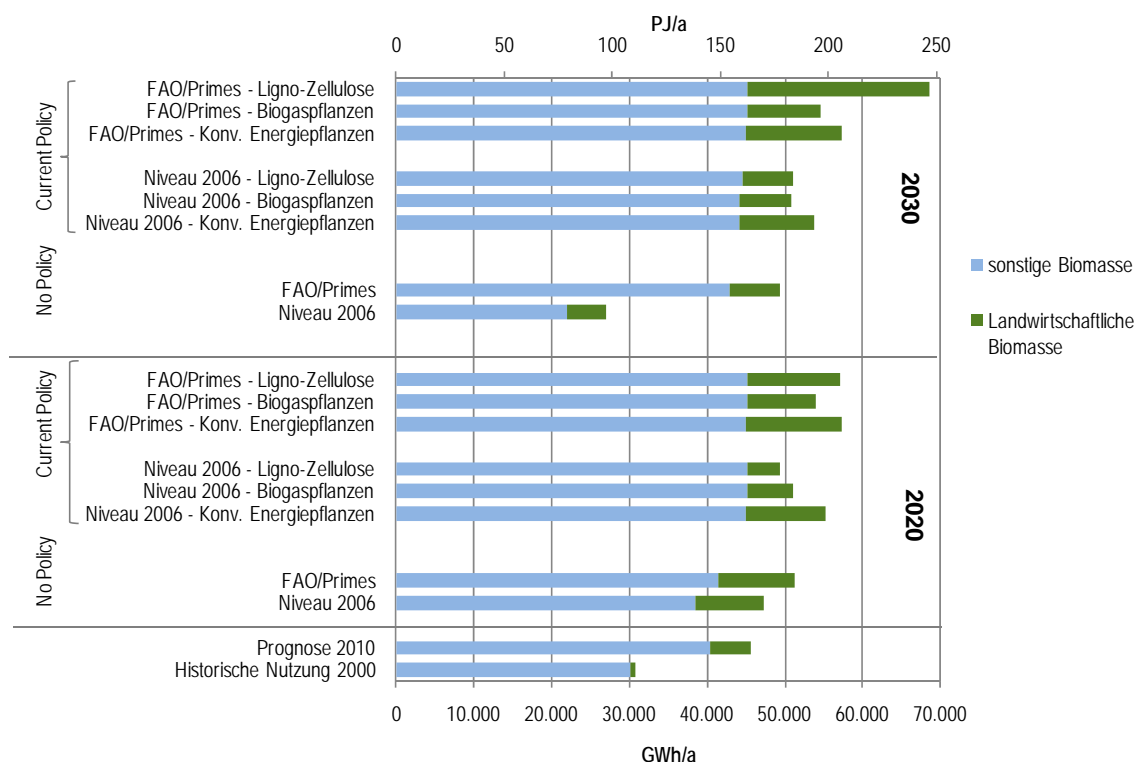


Abbildung 3: Zusammenfassung der Simulationsergebnisse: Primärenergetische Nutzung² landwirtschaftlicher und sonstiger Biomasse inländischer Herkunft in den *No Policy*- und den *Current Policy*-Szenarien

„FAO/Primes“ und „Niveau 2006“ sind die Bezeichnungen der Preisszenarien (siehe Text). Bei den *Current Policy*-Szenarien wird zwischen den Rohstoffschwerpunkte „Konventionelle Energiepflanzen“, „Biogaspflanzen“ und „Ligno-Zellulose“ unterschieden (Zwischenfrüchte und Grünlandpotenziale hier nicht berücksichtigt).

² Im Gegensatz zu offiziellen Statistiken nach Eurostat bzw. Statistik Austria repräsentieren die hier dargestellten Primärenergiemengen die tatsächlich eingesetzte Biomasse inklusive der bei Konversionsprozessen (z.B. Holzvergasung, Fischer-Tropsch-Synthese) auftretenden Verluste. Im Fall von Biogas stellt der Energieinhalt des genutzten Rohgases die für den Primärenergieeinsatz relevante Größe dar.

In den *spezifischen Förderszenarien* wird durch Variation des Förderniveaus für verschiedene Schwerpunktsetzungen analysiert, welcher Zusammenhang zwischen Förderkosten und Treibhausgasreduktion bzw. Einsparung fossiler Energieträger besteht, und welchen Ackerflächenbedarf für Energiepflanzen unterschiedliche Förderniveaus zur Folge haben. Die Simulationen zeigen, dass Förderschwerpunkte auf Basis von Ligno-Zellulose in einer systemischen Betrachtung hinsichtlich dieser energiewirtschaftlicher Kriterien die besten Kosten-Nutzen-Relationen aufweisen, insbesondere im Bereich der Wärmeerzeugung.

Interpretation und Schlussfolgerungen

Die zukünftige Stellung landwirtschaftlicher Biomasseerzeugung hängt von zahlreichen agrarischen und energiewirtschaftlichen Faktoren ab, aber auch persönliche Präferenzen und Einstellungen der Landwirte spielen eine Rolle. Der Ausbau der Biomasseproduktion ist mit verschiedenen Trade-Offs verbunden, deren Implikationen und Konsequenzen untersucht werden müssen. Beispielsweise können Energiepflanzen andere Kulturen für die Futtermittel- oder Lebensmittelproduktion verdrängen, in Jahren mit hohen Erntemengen kann die energetische Nutzung jedoch auch marktentlastend wirken. Bei entsprechender Förderung der Biomasseproduktion bzw. -nutzung ist mit einer Zunahme der Bewirtschaftungsintensität zu rechnen, die den Zielen des ÖPULs entgegenwirken kann. Um dies zu vermeiden, sind Rahmenbedingungen zu schaffen, die etwa die Verwertung von Reststoffen, ungenutztem Pflanzenmaterial oder auch Zwischenfrüchten favorisieren.

Die landwirtschaftliche Biomasse- und Bioenergieerzeugung kann durch Verschaffung von zusätzlichen Einkommensquellen den Erhalt der landwirtschaftlichen Nutzung gegenüber der Verwaldung unterstützen, und zur Entwicklung des ländlichen Raumes beitragen. Zudem kann eine (teilweise) Abfederung der Schwankungen von Weltmarktpreisen, sowohl bei Agrarprodukten, als auch Energieträgern erzielt werden. Zu den potenziellen negativen Aspekten zählen neben einer verstärkten Flächenkonkurrenz etwa die (insbesondere im globalen Kontext brisanten) Risiken einer verstärkten Kopplung von Agrar- und Energiepreisen und zum Teil hoher Förderbedarf der landwirtschaftlichen Energieerzeugung. Die standörtlichen und regionalen Gegebenheiten sind dabei von zentraler Bedeutung, die es im Zuge der Frage, welchen Energiepflanzen bzw. welchen Nutzungspfaden der Vorzug gegeben werden soll, zu beantworten gilt. Die Frage, inwiefern die verstärkte Flächenkonkurrenz zu einem erhöhten Import von Nahrungs- und Futtermitteln führt, wird nicht zuletzt auch von Ernährungsgewohnheiten und der Effizienz im Nahrungsmittelsektor (Stichwort Fleischkonsum, Verschwendung und Lebensmittelabfälle).

Der mögliche Beitrag landwirtschaftlicher Biomasse zur österreichischen Energieversorgung hängt in hohem Maße von energiepolitischen Schwerpunktsetzungen und Förderbudgets ab; unter Berücksichtigung von Opportunitätskosten und ökonomischen Rahmenbedingungen zeigt sich jedoch in jedem Fall ein deutlich geringeres Potenzial, als auf Basis rein naturwissenschaftlich-technischer Analysen. Die Projektergebnisse unterstreichen damit die Bedeutung eines effizienten Ressourcenumgangs, sowohl im Bereich der fossilen und erneuerbaren Energieerzeugung und -nutzung, als auch im Bereich der Nahrungsmittelversorgung.