

Andreas Gronauer

Geschichte und Zukunft der Biomasseproduktion durch die Landwirtschaft

erschienen 12/2012 in der Broschüre „Energie aus der Region“ des ÖBMV



Die Landwirtschaft entstand mit dem Schritt des Menschen vom „Jäger und Sammler“ zum „Ackerbauern und Viehzüchter“. Ihre Entwicklung kann durch verschiedene Parameter beschrieben werden. Dazu gehören z. B. der Energieverbrauch der Gesamtbevölkerung sowie der Landwirtschaft selbst, die verwendeten Energieträger, demografische Parameter (Bevölkerungszahl, Besiedlungsdichte, in der Landwirtschaft tätige Personen) und die Versorgungsleistung durch die in der Landwirtschaft Tätigen (s. Abb. 1 u. Tab. 1). Dabei sticht hervor, dass in der Mitte des 20. Jahrhunderts eine starke Veränderung der Entwicklung einsetzte, die mit der Verwendung fossiler Energieträger und der Industrialisierung in der Landwirtschaft einherging.

Das Ziel, eine nachhaltige Landbewirtschaftung zu etablieren, um den Nach-

kommen das Weiterleben auf Basis natürlicher Ressourcen zu sichern, nahm mit der Zweifelderwirtschaft der Römer bzw. der Dreifelderwirtschaft im Mittelalter seinen Ausgang. Demgegenüber stehen heute auf globaler Ebene zum Teil der betriebswirtschaftliche Erfolg und die kurzfristig hohen Renditen im Vordergrund. Deshalb bestehen heute in Europa strenge Regeln für die Landnutzung (wie z. B. Cross Compliance), um Umwelt- und Naturschutzmaßnahmen in die Landbewirtschaftung zu integrieren und gleichzeitig bäuerlich-dezentrale Strukturen zu bewahren. Die landwirtschaftliche Produktion war seit alters her darauf ausgerichtet, auch Energie für

den Eigenbedarf und für die gesamte Gesellschaft bereitzustellen. Diese Produktion wurde durch die fossile Energienutzung seit Mitte des letzten Jahrhunderts deutlich reduziert und wird vor dem Hintergrund der Ressourcenverknappung und den Herausforderungen des Klimawandels in Zukunft wieder an Bedeutung gewinnen. Neben der Nahrungs- und Futtermittelproduktion wird die Landwirtschaft wieder verstärkt die Funktionen der Energie- und Rohstoffbereitstellung übernehmen müssen.

le Ökonomie. Dabei stand nicht nur die Lebensmittelproduktion im Vordergrund, sondern es mussten auch zahlreiche gewerbliche Rohstoffe (Fasern wie Wolle, Hanf, Flachs, Baumwolle; Öle; Farben; Felle, Leder, Horn, Holz, Knochen etc.) bereitgestellt werden. Biomasse war der Hauptenergieträger, um aus mineralischen Rohstoffen Keramik, Metalle, Baustoffe oder Chemikalien herzustellen. Die landwirtschaftliche Produktion selbst beruhte noch bis Mitte des 20. Jahrhunderts auf autarker Rohstoffbasis. Nach dem Zweiten Weltkrieg veränderte sich die Entwicklung der Bevölkerung Österreichs und der in der Landwirtschaft tätigen Personen rapide (s. Abb. 2). Deshalb stieg die Anzahl der Menschen, die durch Landwirte versorgt wurden, sukzessive an

Historische Entwicklungen in der Landwirtschaft Österreichs

Die Land- und Forstwirtschaft lieferte bis Mitte des 19. Jahrhunderts weitgehend die Rohstoffbasis für die gesamte vorindustrielle

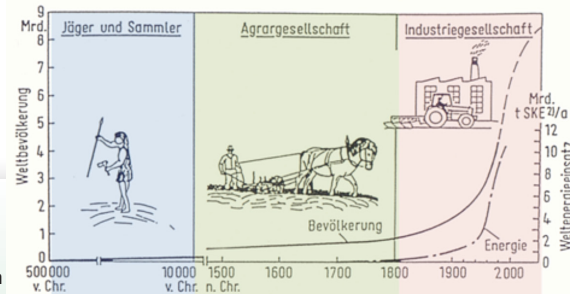
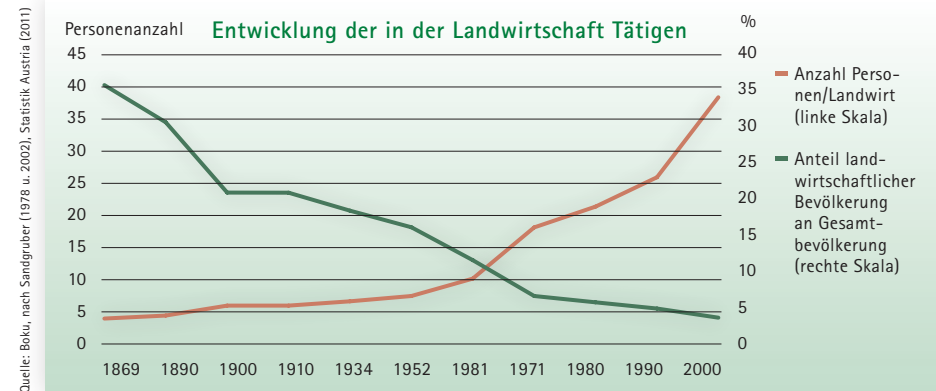


Abb. 1 und Tab. 1: Globale Entwicklung von Landwirtschaft und Energieverbrauch

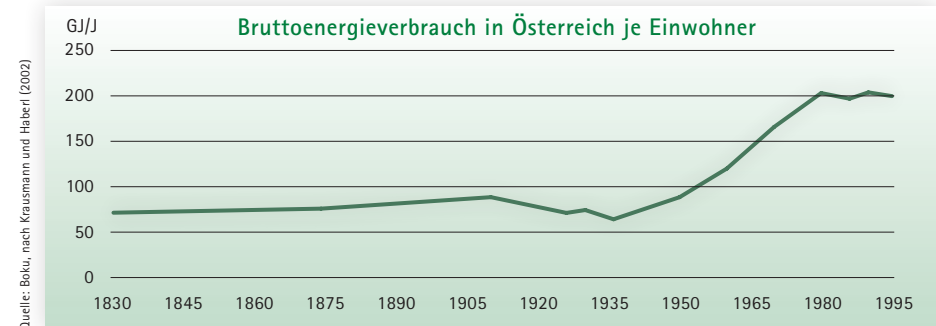
Energieträger	Mensch	Tiere, Wind, Wasser, Biomasse (regenerative Energieträger)	Fossile und nukleare Energieträger
Endenergieverbrauch (kWh/Kopf/Tag)	5	28	bis 270
Besiedlungsdichte (Menschen/km ²)	bis 0,3	bis 30	bis 300
Versorgungsleistung Landwirtschaft (Menschen/landw. Arbeitskraft)	0	bis 3	bis 60
Anteil landw. Arbeitskräfte an der Bevölkerung (%)	100	etwa 80	etwa 3

Quelle: Schön (1989)



Quelle: Boku, nach Sandgruber (1978 u. 2002), Statistik Austria (2011)

Abb. 2: Immer weniger in der Landwirtschaft tätige Personen versorgen immer mehr Menschen mit Nahrung.



Quelle: Boku, nach Krausmann und Haberl (2002)

Abb. 3: Seit Ende des Zweiten Weltkrieges ist der Energiebedarf pro Kopf in Österreich stark angestiegen.



© Boku



Unter anderem durch Ersatz von Zugtieren durch Maschinen (v. li. pferdegezogener Gabelzettwender, Traktor mit Triebachsanhänger aus den 1960er-Jahren, moderner Traktor) hat sich die Produktivität in der Landwirtschaft vervielfacht.

(seit 1952 bis heute von sieben auf über 40 Personen je Landwirt). In Österreich stellte die Biomasse noch vor 150 Jahren die quantitativ bedeutendste Energiequelle für die Gesellschaft dar. Seit 1830 bzw. seit Ende des Zweiten Weltkrieges ist der Pro-Kopf-Energiebedarf in Österreich etwa um den Faktor 2,5 angestiegen (s. Abb. 3).

Allein in den vergangenen 40 Jahren hat sich der Verbrauch von Endenergie in Österreich nahezu verdoppelt, in den letzten zehn Jahren zeigt der Endenergieverbrauch der Landwirtschaft selbst eine leicht sinkende Tendenz (s. Abb. 4). Der Bruch im Jahr 1988 ist wahrscheinlich auf eine Datenrevision zurückzuführen. In diesem Zeitraum hat sich die landwirtschaftlich genutzte Fläche zunehmend verringert (s. Abb. 5 und 6), ins-

besondere zugunsten forstwirtschaftlicher Flächen und „sonstiger Flächen“ (Siedlungen, Verkehrsflächen, Wasseroberflächen, Gletscher- und Eisflächen, nicht mehr genutztes Grünland, GLÖZ-G-Flächen [Gebiete, auf denen nur die jährliche Mindestpflegemaßnahme zur Hintanhaltung einer Verwaldung, Verbuschung oder Verödung durchgeführt wird]).

Seit den 1950er-Jahren hat die Produktivität der Landwirtschaft durch den Fortschritt im Pflanzenbau (Züchtung, Düngung und Technikeinsatz) deutlich zugenommen (Steigerung der Flächenproduktivität von 1830 bis 1995 um das Fünffache). Entsprechend stieg z.B. bis zum Jahre 1980 der Aufwand eingesetzten Stickstoffdüngers auf etwa 165.000 Tonnen an bzw. erhöh-

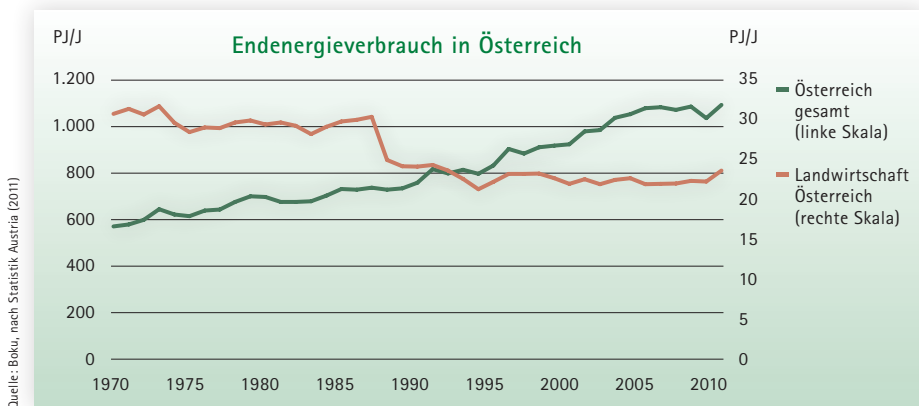


Abb. 4: Während der gesamte Endenergieverbrauch in Österreich stetig zunimmt, entwickelt er sich im Sektor Landwirtschaft leicht rückläufig.

te sich die für Biomasetransporte zurückgelegte Strecke auf rund 18.000 Millionen Tonnenkilometer. Die österreichische Landwirtschaft sicherte im Jahre 1995 auf Basis der Pflanzenproduktion eine „potenziell essbare Netto-Biomasseproduktion“ für 17 Millionen Menschen. Berücksichtigt man den Futtermittelverbrauch für die Tierhaltung, entspricht das einer Nettolebensmittel-Produktion für 12 Millionen Menschen. Ein historisch wesentlicher Einschnitt für die Landwirtschaft vollzog sich mit dem Ersatz der Zugtiere durch mit fossiler Energie betriebene Maschinen und Geräte. Dies geschah in größerem Ausmaß erst nach dem Zweiten Weltkrieg und erreichte erst

Ende der 1960er-Jahre seinen Abschluss. Entsprechend des Rückgangs der Zugtiere wurden Futterflächen für anderweitige Nutzungen frei, obwohl zwischen 1950 und 1985 die verfügbare landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) um ein Drittel und die Futterfläche um etwa 18% schwanden (s. Abb. 7). Besonders auffällig ist der Rückgang der Ackerfutterfläche zugunsten der Marktfruchtflächen seit 1985. In den 1930er-Jahren wurde in der Landwirtschaft Österreichs für Traktoren eine installierte Leistung von circa 10 Megawatt (MW) bereitgestellt, bis zum Jahr 1995 stieg diese Leistung um das 2.500-Fache auf etwa 25.000 MW an. Hier liegt auch die Erklärung

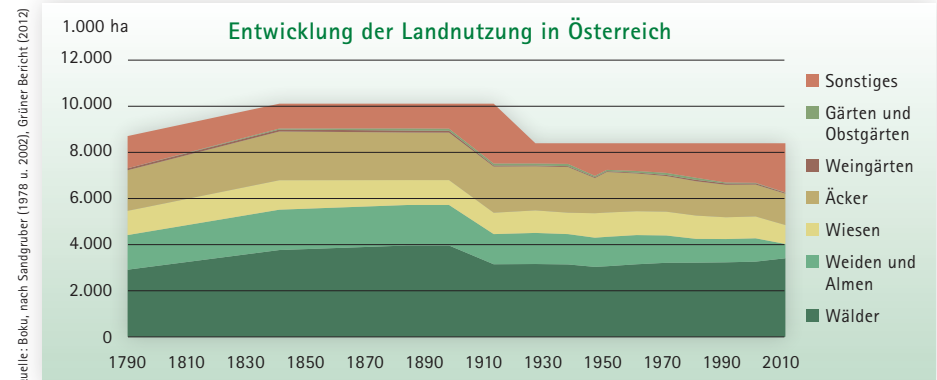


Abb. 5: Zugunsten von Wäldern und „sonstigen Flächen“ geht die landwirtschaftliche Nutzfläche in Österreich zurück.

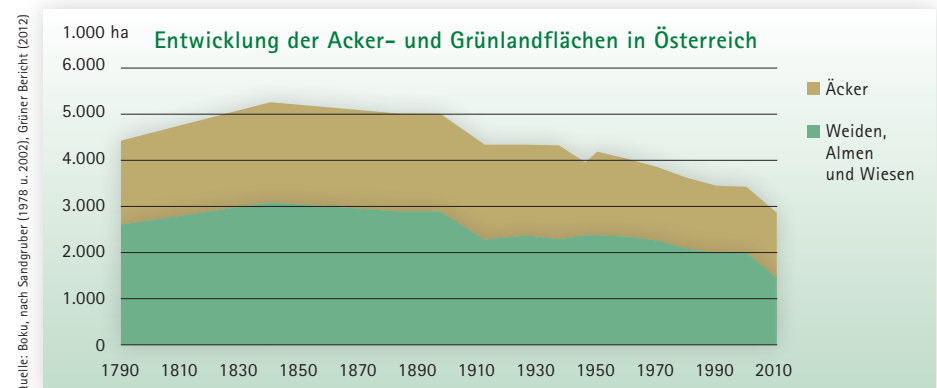


Abb. 6 verdeutlicht das Ausmaß des Rückgangs von Acker- und Grünlandflächen in Österreich.

rung für die Feststellung Krausmanns 2004: „Trotz einer Verdoppelung der Bevölkerung und einer Verzweifachung des gesellschaftlichen Biomasse-Metabolismus seit dem frühen 19. Jahrhundert ist die NPP-Aneignung (Netto-Primär-Produktion) in diesem Zeitraum gesunken. Bezogen auf die Bevölkerung (pro Kopf) ist sie zwischen 1830 und 1995 sogar um zwei Drittel zurückgegangen. Diese Entwicklung ist in sehr engem Zusam-

menhang mit dem zunehmenden Verbrauch fossiler Energieträger zu sehen.“ Damit wird deutlich, dass zukünftige Entwicklungen darauf auszurichten sind, den Energieeinsatz in der Landwirtschaft zu reduzieren und weitgehend durch erneuerbare Ressourcen zu substituieren. Zugleich muss eine nachhaltige Landwirtschaft die NPP-Aneignung als Maß für menschliche Eingriffe in natürliche Kreisläufe minimieren.

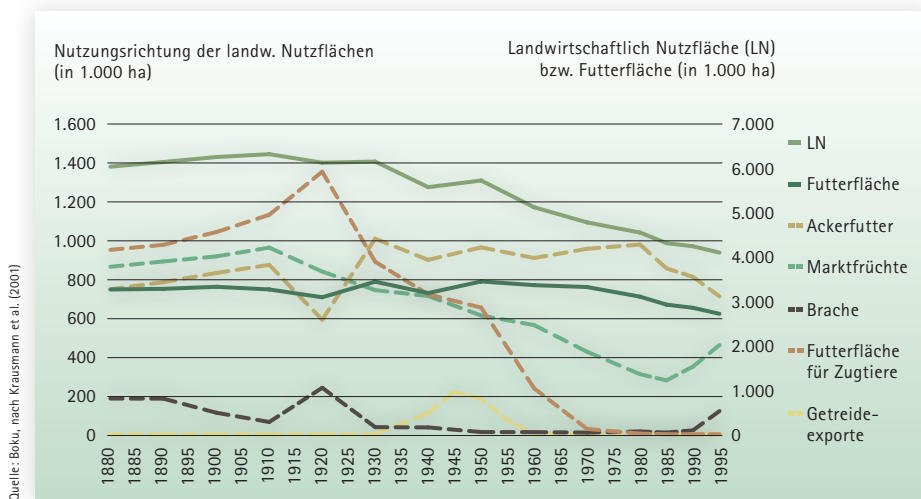


Abb. 7: Historische Entwicklung der Flächennutzung in der Landwirtschaft Österreichs (linke Achse: gepunktete Linien; rechte Achse: durchgezogene Linien)

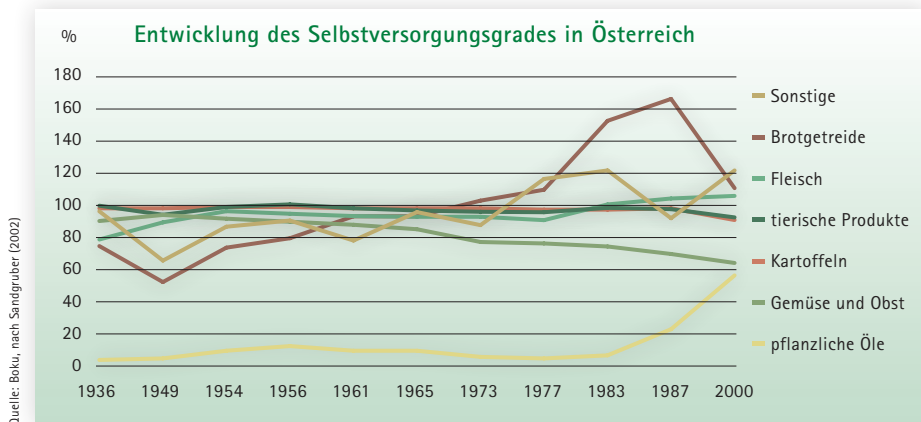


Abb. 8: Historische Entwicklung des Selbstversorgungsgrades Österreichs mit Lebensmitteln (Sonstige: Zucker, Wein)

Die historische Entwicklung des Selbstversorgungsgrades (SVG) Österreichs mit Lebensmitteln seit dem Zweiten Weltkrieg zeigt, dass bis zum Jahr 1977 eine nahezu konstante Produktion vorherrschte, außer beim sukzessiven Ausbau der Brotgetreideproduktion und des Sonderkulturanbaus, insbesondere Weinanbaus (s. Abb. 8). In den 1980er-Jahren erfolgte ein deutlicher Anstieg in der Brotgetreideproduktion, die aber durch den zunehmenden Anbau von Ölpflanzen und die Verwendung als Viehfutter wieder zurückgedrängt wurde. Der Rückgang des SVG im Bereich „tierischer Produkte“ bezieht sich vorwiegend auf Geflügelprodukte.

Konsequenzen für zukünftige Entwicklungen der Landwirtschaft

Nachdem jüngsten „International Energy Outlook“ der US-Energie-Informations-Agentur ist global mit einem Anstieg der Nachfrage nach flüssigen Energieträgern um fast 30% bis zum Jahr 2035 zu rechnen (heute: 88 Barrel/Tag; 2035: 112 Barrel/Tag). Demgegenüber steht das Ziel der EU-2020, den Energieverbrauch um 20% zu reduzieren, die CO₂-Emissionen um 20% zu senken und den Anteil erneuerbarer Energieträger auf 20% des Energieverbrauchs zu steigern, wobei derzeit etwa zwei Drittel aus biogenen Ressourcen stammen.

Zukünftige Herausforderungen für die Landwirtschaft orientieren sich an der Nachfrage nach Lebensmitteln, Futtermitteln und zunehmend auch nach Rohstoffen für die heimische Industrie und Energieversorgung. Diese Nachfrage entsteht innerhalb eines globalisierten Marktgeschehens, das die lokalen Besonderheiten der Urproduktion unberücksichtigt lässt. Gleichzeitig gilt es, die gesellschaftlichen Ansprüche an den Natur-, Gewässer-, Klima- und Bodenschutz sowie soziale Aspekte zu erfüllen. Diese Aspekte der Nachhaltigkeit definieren sich nicht nur auf globaler, sondern auch auf

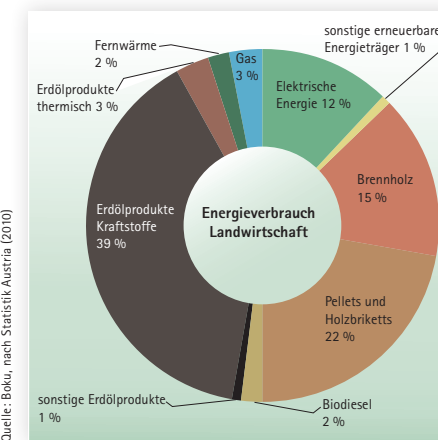


Abb. 9: Endenergieverbrauch in der Landwirtschaft – rund 40% werden aus erneuerbaren Quellen gedeckt.

betrieblicher und damit lokaler Ebene. Eine Vermischung der unterschiedlichen räumlichen Betrachtungsebenen kann als eine der Hauptursachen der derzeit kontroversell geführten Diskussion angesehen werden.

Landwirtschaft und Energienutzung

Auf die Landwirtschaft Österreichs entfallen nach Statistik Austria 2010 mit rund 24 PJ pro Jahr 2,1% des inländischen Endenergieverbrauchs (1.119 PJ/a). Rund 40% des Verbrauchs innerhalb der Landwirtschaft werden heute durch erneuerbare Energieträger (hauptsächlich Biomasse für die thermische Nutzung) gedeckt (s. Abb. 9).

Einsparpotenziale in der Landwirtschaft

Einsparpotenziale innerhalb der landwirtschaftlichen Produktionsverfahren ergeben sich sowohl in der Außenwirtschaft (Pflanzenproduktion im Ackerbau und auf dem Grünland) als auch in der Innenwirtschaft (z. B. Tierhaltung, Wirtschaftsdünger-Management, Trocknungstechnik).

Außenwirtschaft

In der Außenwirtschaft hängt der Energieaufwand vor allem vom Aufwand an Betriebsmitteln (Pflanzenschutz und Dünger)

und an Dieseltreibstoff ab. Biedermann, 2009, weist z.B. für die Produktion von Winterweizen Einsparpotenziale von mehr als 50% des Energieeinsatzes pro Hektar aus. Die Art der Bodenbearbeitung und Mechanisierung kann den Kraftstoffverbrauch senken (z.B. Winterweizen von 40 Liter/Hektar auf unter 4 Liter/Hektar). Feldgrößen hingegen beeinflussen den Kraftstoffaufwand nur mäßig und das wiederum nur bei relativ kleinen Feldstückgrößen.

Weitere Einsparmöglichkeiten liegen sowohl in technischen Bereichen (Arbeitsbreiten, Arbeitsgeschwindigkeit, Schlagkraft) als auch in der Fruchtfolgegestaltung (z. B. Leguminosen) und Effizienz des Düngereinsatzes. Sima 2007 ermittelt Einsparpotenziale des kumulierten Energieaufwandes (in Kraftstoffäquivalenten) für die Grundfutterkette von bis zu 146 Litern pro Hektar und Jahr. Unter der theoretischen Annahme, dass der Verbrauch von Dieselöl in der Landwirtschaft (s. Abb. 9) um 50% reduziert bzw. durch inländisch erzeugte regenerative Energieträger ersetzt würde, bedeutet dies ein Einsparungspotenzial von knapp 20% des gesamten landwirtschaftlichen Endenergieverbrauches. Das entspricht 265 Millionen Litern Diesel bzw. 4,7 Petajoule (PJ) und 807.903 Tonnen CO₂-Äquivalenten (bei Ausschöpfung des Einsparpotenzials) bzw. 531.097 Tonnen CO₂-Äquivalenten bei Ersatz der Hälfte des Dieselerverbrauchs

durch Biodiesel. Eine weitere Verbesserung würde der Einsatz von regional produzierten Pflanzenölen direkt als Kraftstoff mit sich bringen, die als Koppelprodukt der inländischen Eiweißfüttererzeugung zum Ersatz von z. B. Sojaimporten (Handelssaldo Soja 2010: 47.370 Tonnen/Jahr) anfallen.

Innenwirtschaft

Die Innenwirtschaft benötigt für die Produktion vor allem elektrische und thermische Energie. Nach Jauschnegg, 1999, liegt der Energieverbrauch für österreichische Modellbetriebe bei bis zu 474 Megajoule elektrisch (MJ_{el}) pro Milchkuh und Jahr, sowie bei 400 bis 1.212 MJ_{el} pro Zuchtsau und Jahr. Naser et al., 2011, ermitteln für bayerische verbrauchsstarke Betriebe theoretische Einsparpotenziale von rund 910 MJ_{el} pro Milchkuh und Jahr sowie 970 MJ_{el} pro Zuchtsau und Jahr. Auf Österreich theoretisch übertragen würde dies ein landesweites Einsparpotenzial von 0,74 PJ_{el}/Jahr bzw. eine Einsparung von rund 74.000 Tonnen CO₂-Äquivalenten bedeuten. Einsparmöglichkeiten in der Milchviehhaltung liegen in den Bereichen Reinigung der Melkanlagen, Entmistungstechnik, Stallklimatetechnik und Beleuchtung sowie Maßnahmen des Lastgang-Managements auf landwirtschaftlichen Betrieben. Für den Bereich der Schweinehaltung liegen die wesentlichen Einsparpotenziale vor allem in den Bereichen der Lüftungstechnik (Verlustver-

meidung, Regelung, Wartung), Wärmebereitstellung (Dämmung, Regelung, Raumkonzept) und Fütterungstechnik (Wahl der Fütterungssysteme). Diese Einsparpotenziale gilt es zu erschließen und den verbleibenden Energiebedarf weitgehend durch regenerative Energieträger zu decken. Gleiches gilt für die Trocknungstechnik von landwirtschaftlichen Betrieben.

• Bereitstellungspotenziale für regenerative Energie

Bliem et al., 2010, geben für die nächsten 40 Jahre Prognosen zu den Potenzialen er-

neuerbarer Energieträger für Österreich ab (s. Abb. 10). Langfristig würden demnach die größten Wachstumspotenziale in den Bereichen Photovoltaik, biogene Brennstoffe sowie Brennholz liegen, bezieht man die Potenziale aus Kleinwaldstrukturen (< 200 Hektar) mit ein.

Biomassepotenziale in der Landwirtschaft

Die Frage nach den nachhaltig erschließbaren Biomassepotenzialen aus der Landwirtschaft ist aktuell durch eine emotional geführte Diskussion geprägt. Der komplexe Zusammenhang von ethischen Aspekten,

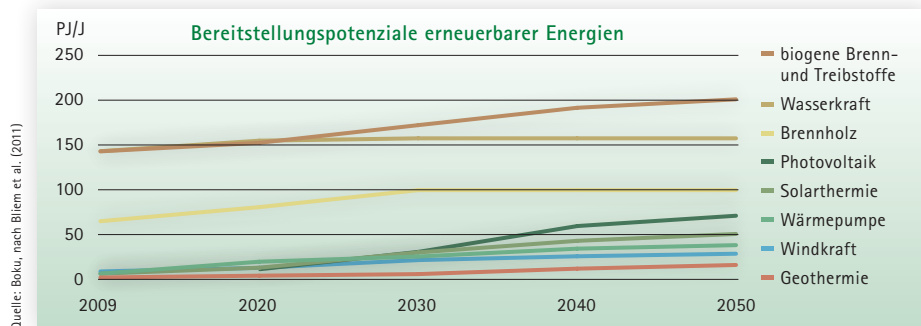


Abb. 10: Abschätzung des Potenzials erneuerbarer Energie in Österreich bis zum Jahr 2050

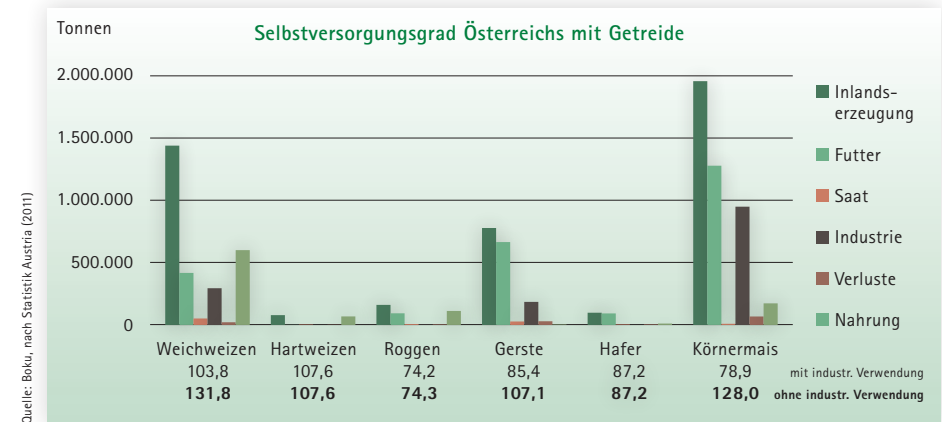


Abb. 11: Selbstversorgungsgrad Österreichs mit Getreide (in %) mit und ohne industrielle(r) Verwendung

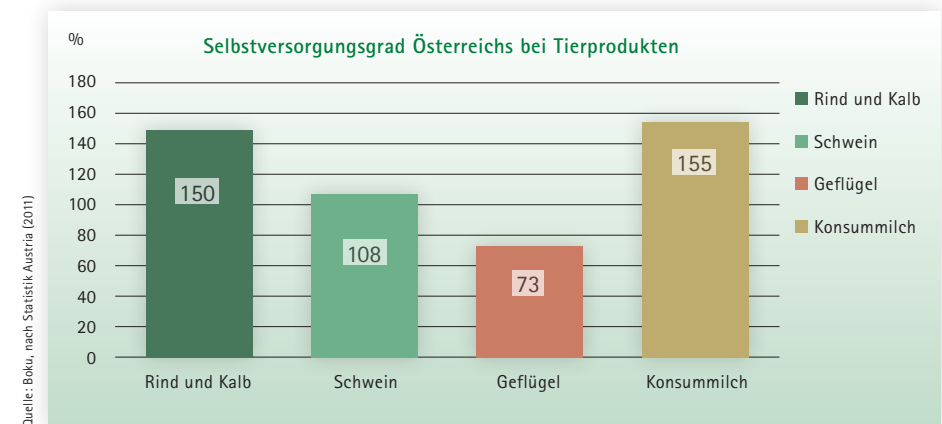


Abb. 12: Selbstversorgungsgrad Österreich mit ausgewählten Produkten aus der Tierhaltung (in %)

„Teller-Tank-Diskussionen“, variierenden Klimaschutzbewertungen und Naturschutzaufgaben erschwert die sachliche Auseinandersetzung. Eine erste Klärung bietet die Betrachtung der Produktionsdaten, der Importe und der Verwendung landwirtschaftlicher Rohstoffe aus den Daten der Statistik Austria, 2011 (s. Abb. 11). Die Selbstversorgungsgrade liegen auf den ersten Blick unter 100%. Demnach ist Österreich auf Importe angewiesen. Gerade östliche Nachbarländer wie Tschechien, die Slowakei und Ungarn, weisen einen deutlich über 100% liegenden Selbstversorgungsgrad auf und gelten als Nettoexporteure. Berücksichtigt man jedoch die Tatsache eines eng verbundenen Marktes innerhalb der EU-27, zeigt sich auf den zweiten Blick, dass für Nahrungs- und Futtermittel die Eigenversorgung Österreichs mit Getreide nicht nur gegeben ist, sondern zusätzlich 760.000 Tonnen Getreide an inländischen Überschüssen im Jahre 2010 für die industrielle Energie- und Rohstoffproduktion zur Verfügung standen. Darüber hinaus wurden Überschüsse vor allem aus östlichen Nachbarländern für die Veredelung nach Österreich importiert.

Im Bereich der Produkte aus der Tierhaltung weist Österreich, außer bei Geflügel, ebenfalls Selbstversorgungsgrade von durchgängig über 100% aus (s. Abb. 12).

Demnach bestehen auch hier Potenziale für zukünftige Nutzungsalternativen. Weitere Möglichkeiten erschließen sich durch die zukünftige Nutzung von Dauergrünlandflächen und insbesondere Flächen in sogenannten Ungunstlagen.

Vor allem Letztere sind durch einen Biomasseaufwuchs gekennzeichnet, der einen relativ hohen Anteil schwer verdaulicher Lignozellulose enthält und dennoch ungünstig für die thermische Verwertung ist (z. B. Aschegehalte, Emissionen, Heizwert). Buchgraber und Schaumberger, 2006, geben an, dass etwa 40.000 Hektar Dauergrünland in den Niederungen und 330.000 Hektar Almflächen nicht mehr bewirtschaftet werden, mit allen damit verbundenen negativen Naturschutzkonsequenzen. Selbst bei moderater Bewirtschaftung böten die genannten Dauergrünlandflächen ein Biomassepotenzial von theoretisch 700.000 Tonnen Trockenmasse pro Jahr.

Verschiedene Literaturwerte für das Biomassepotenzial aus der Landwirtschaft unterscheiden sich teilweise beträchtlich (s. Tab. 2). Der Grund liegt in den getroffenen Annahmen, wie zum Beispiel den zukünftig verfügbaren Acker- und Grünlandflächen oder den nutzbaren Mengen an landwirtschaftlichen Reststoffen, wie z. B. Stroh. Ein Ansatz, der auf lokalen und

Tab. 2: Biomassepotenzial in der Landwirtschaft

Landwirtschaftliches Biomassepotenzial 2020 (PJ/J)	Unterstellter Flächenbedarf (ha)	Quelle
21 bis 26	210.000	BMLFUW (2009)
61 bis 143	480.000 bis 913.000	Konrad (2008)
63 bis 85	400.000 bis 450.000	Wörgetter (2008)
66	nicht angegeben	Stanzer et al. (2010)
75,6	176.000	Kaltschmitt und Streicher (2009)
80	400.000	Jungmeier et al. (2009)
115 bis 145 ¹	nicht angegeben	Kranzl et al. (2008)

Literaturwerte für 2020, ¹ Schätzwert aus Abbildung, genauer Wert nicht angegeben

regionalen Potenzialerhebungen aufbaut, könnte für manche Annahmen verbesserte Grundlagen liefern.

Biomassearten und Konversionstechnologien

Je nach Flächenertrag, Art und Zusammensetzung der Biomassen sowie der Anbau- und Erntekosten bieten sich je nach regionalen Gegebenheiten verschiedene Verwertungswege und Verarbeitungstechnologien an (s. Tab. 3). Erfolgreiche Technologien müssen technisch robust an Biomassen mit schwankenden Qualitäten und an die regionalen Gegebenheiten angepasst sein sowie vielfältigen Nachhaltigkeitskriterien genügen. Die Konversionstechno-

logien sind an die jeweiligen Rohstoffe zu adaptieren und für den Einsatz von „neuen“, vor allem lignozellulosehaltigen Biomassen weiterzuentwickeln, z. B. Stroh. Dadurch kann erreicht werden, dass auch Nebenprodukte für die Produktion von Bioenergie und Biotreibstoffen der zweiten Generation genutzt werden können. Einige dieser Techniken werden bereits erfolgreich eingesetzt, andere befinden sich noch im Labor-, Pilot- oder Demonstrationsstadium.

Die hocheffiziente Umwandlung von Biomasse unter hohen Temperaturen und Sauerstoffausschluss eignet sich für verschiedene Biomassen. Zur physikalisch-chemischen Umwandlung von Biomasse zählt

Tab. 3: Systematik verschiedener Konversionstechnologien nach Eignung für landwirtschaftliche Biomassen.

Technologie	Thermochemische Umwandlung		Physikalisch-chemische Umwandlung		Biochemische-biologische Umwandlung			
	Verkohlung/ Verbrennung	Vergasung	Pyrolyse BtL	Pressung/ Extraktion	Umesterung	Anaerober Abbau	Alkoholische Gärung	Andere fermen- tative Nutzung
Rohstoff								
Dauergrünlandaufwuchs - intensiv		(X)	(X)	X ¹		X		X ³
Dauergrünlandaufwuchs - extensiv		(X)	(X)	X ¹		X		X ³
Acker - Mais			X	X ¹		X	X	X
Acker - Getreide	X		X	X ¹		X	X	X
Acker - Raps	X			X	X	X ³		
Acker - Feldfutterbau				X ¹		X		X
Acker - Kurzumtriebsplantagen	X	X	X				X	
Acker - Zwischenfrüchte			X	X		X	X	X
Acker -Ernterückstände ^a	X	X	X	X ¹		X ³	X ³	X ³
Acker -Biomassekulturen ^b	X	X	X	X		X	X ³	X ⁴
Acker - Zuckerrüben				X ¹		X ²	X	X

^a z. B. Maisstroh, Rapsstroh; ^b z. B. durchwachsende Sylvie, Hanf; ¹ Grüne Bioraffinerie: z. B. Aminosäuren und organische Säuren; ² Einsatz der Schlempe nach Bioethanolherstellung; ³ Verwertung von Reststoffen (z. B. Stroh); ⁴ Kaskadennutzung, nach Aufschluss durch Vorbehandlung
Quelle: Boku

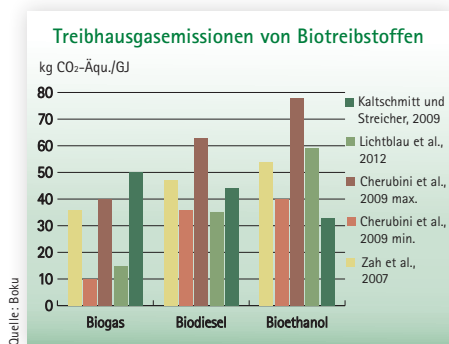


Abb. 13: In verschiedenen Studien ermittelte Emissionen von Treibhausgasen bei der Bereitstellung von Biotreibstoffen zeigen eine große Streuung.

die Gewinnung von Pflanzeninhaltsstoffen durch Pressung und/oder Extraktion. Die Produktion von anderen Pflanzeninhaltsstoffen, wie z. B. Aminosäuren und Milchsäure aus Gras-Silage, wird mit modernen Trenntechnologien in Demonstrationsanlagen untersucht (Grüne Bioraffinerie). Unter biochemisch-biologischen Umwandlungen sind verschiedene aerobe und anaerobe Fermentationen zu verstehen. Dazu zählen die etablierten Verfahren, wie die Biogas- und die Bioethanolherstellung. Neuere fermentative Verfahren dienen der Gewinnung anderer Rohstoffe, wie z. B. Zitronensäure oder n-Butanol.

Bewertung der Biomassenutzung

Die Verfügbarkeit der fossilen Energieressourcen ist endlich und das Maximum der globalen Förderquote für Erdöl ist überschritten. Die fossilen Rohstoffe werden zum Teil durch kurzfristig gebildete Biomasse zu substituieren sein, zumal dieser „kurzfristige Kohlenstoff-Zyklus“ in der Regel wesentlich klimaschonender abläuft. Beispielsweise weist Bachmaier, 2012, nach, dass die Bereitstellung elektrischer Energie aus Wirtschaftsdüngern durch die anaerobe Behandlung in Biogasanlagen bei gleichzeitiger Nutzung der Wärme rein rechnerisch sogar zu negativen Treibhaus-

gasemissionen führen kann. Im Einzelfall hängt dies aber von den betrachteten Systemen zur Biomassenutzung ab, wobei es in der Praxis zu sehr unterschiedlichen Bewertungsergebnissen kommen kann (s. Abb. 13). Die hohe Diskrepanz der Ergebnisse ist auf Unterschiede sowohl bei den verwendeten Grunddaten, als auch bei den Modellannahmen zurückzuführen.

Dazu zählt beispielsweise die Einbeziehung der Trocknungsenergie für die Trockenschlempe, die bei Bioethanol als Nebenprodukt anfällt, aber auch die Berücksichtigung der Emissionen aus der Herstellung von Maschinen und Produktionsgebäuden. Generell werden für zukünftige landwirtschaftliche Ökobilanzen bessere Daten nötig sein. Auch die Methodik zur Behandlung der Datenvariabilität ist noch in Entwicklung begriffen. Um auch regional und lokal tragfähige Ergebnisse zu erhalten, ist eine stärkere Regionalisierung der Datengrundlage ausschlaggebend.

Neben der ökologischen Bewertung sind im Sinne einer umfassenden Nachhaltigkeitsbetrachtung auch soziale und ökonomische Kriterien zu betrachten. Steigende Energiepreise belasten weltweit zunehmend die Haushalte. Entsprechend des Außenhandelsdefizites Österreichs für Energie (rund 11,5 Milliarden Euro/Jahr) war jeder österreichische Haushalt im Jahr 2011 mit durchschnittlich 3.150 Euro/Jahr belastet. 2003 lag dieser Wert noch bei etwa 1.200 Euro/Jahr.

Diese Entwicklung weist darauf hin, dass sich alternative Energieträger bei weiter anhaltender Teuerung auf die Rentabilitätsgrenze zubewegen, soweit sie diese nicht schon überschritten haben. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist die ökonomische Bewertung verschiedener Bioenergieträger durch betriebliche und lokale Bedingungen stark beeinflusst und soll hier nicht weiter erörtert werden.



© Landtechnik Weihenstephan

Biogaserzeugung zählt zu den biochemisch-biologischen Umwandlungstechnologien landwirtschaftlicher Biomasse.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Landwirtschaft war gemeinsam mit der Forstwirtschaft über Jahrhunderte die Hauptquelle für Energie und Rohstoffe. Heute ist sie hochproduktiv, aber – wie der Rest der österreichischen Gesellschaft – von fossilen Energiequellen abhängig, mit den bekannten negativen Konsequenzen. Auf dem Weg zu einer nachhaltigeren Produktionsweise sollte sie die erheblichen Möglichkeiten zur internen Energieeinsparung sukzessive ausschöpfen. Für die Energiebereitstellung in ländlichen Räumen kann die Landwirtschaft durch die Biomasseproduktion unter Einhaltung einer nachhaltigen Bewirtschaftungsweise und -intensität eine Schlüsselstellung einnehmen.

Eine steigende Nachfrage nach Agrarprodukten kann durch eine Erhöhung der landwirtschaftlichen Erträge über den Einsatz von Technologien und Betriebsmitteln, die auf Biomasse basieren, nur begrenzt befriedigt werden. Es gilt, die Relation von Energieaufwand zu (energetischem) Ertrag zu berücksichtigen und negative Folgen

durch produktionsbedingte Energie- und Nährstoffabflüsse in die Ökosysteme (z. B. Bodendegradation und -erosion, Grundwasserbelastung, Emission von Treibhausgasen oder Artenverlust) zu minimieren.

Die regionalen Bedingungen werden über die Intensität und die Technologie der Biomassenutzung entscheiden, um die verschiedenen Funktionen der Biomasse – Lebensmittel, Futtermittel, Werkstoffe und Energie (F4 = Food, Feed, Fuel, Fibre) – den Ansprüchen der Gesellschaft und insbesondere den lokalen und regionalen Gegebenheiten adäquat anzupassen.

Univ.-Prof. DI Dr. Andreas Gronauer
 Professur für Agrarsystemtechnik,
 Institut für Landtechnik,
 Department für nachhaltige Agrarsysteme,
 Universität für Bodenkultur (Boku),
 DI Dr. Gerhard Piringer,
 DI Iris Kral,
 DI Dr. Alexander Bauer und
 DI Dr. Gerhard Moitzi
 alle Institut für Landtechnik, Boku,
 andreas.gronauer@boku.ac.at