



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

Discussion Paper 2005:3

Schnellwachsende Baumarten - Chance für zusätzliches Einkommen im ländlichen Raum?

Short Rotation Coppice – chances for more income in rural areas?

Gregor Pallast, Thomas Breuer und Karin Holm-Müller

The series "Agricultural and Resource Economics, Discussion Paper" contains preliminary manuscripts which are not (yet) published in professional journals, but have been subjected to an internal review. Comments and criticisms are welcome and should be sent to the author(s) directly. All citations need to be cleared with the corresponding author or the editor.

Editor: Thomas Heckelei
Institute for Agricultural Policy, Market Research
and Economic Sociology, University of Bonn
Nußallee 21
53115 Bonn, Germany

Phone: +49-228-732332
Fax: +49-228-734693
E-mail: heckelei@agp.uni-bonn.de

Schnellwachsende Baumarten - Chance für zusätzliches Einkommen im ländlichen Raum?

Short Rotation Coppice – chances for more income in rural areas?

Gregor Pallast, Thomas Breuer und Karin Holm-Müller

Abstract

Based on previous experiences with the cultivation of short Rotation Coppice in Germany, the present article deals with the profitability of tree-plantations for bio-energy generation. The production process is divided into several steps in order to compare the resulting production costs with the associated revenues of potential users. As the cultivation of short rotating coppice in Germany is still in its experimental stage, the focus of this article is on the comparison of different production processes as well as on a critical evaluation of the available data base.

The results show that – with no government aid taken into account – large scale cultivation can reach profitability only under very optimistic assumptions. Considering the necessary long term transaction-specific investments, a stable economic environment with secure sales is at least as important as financial aids.

Keywords: Short Rotation Coppice; farmer's income; renewable energy; profitability; rural areas.

JEL-classification: Q23, R32

Zusammenfassung

Ausgehend von den bisherigen Erfahrungen mit dem Anbau schnell wachsender Baumarten beschäftigt sich der vorliegende Artikel mit der Chance der kommerziellen Nutzung von Baumplantagen zur Erzeugung von Bioenergie in Deutschland. Hierzu wird die Produktion in einzelne Schritte gegliedert und monetär bewertet, um die daraus resultierenden Produktionskosten den möglichen Erlösen denkbarer Abnehmer entgegenzusetzen. Da der Anbau schnell wachsender Baumarten in Deutschland das Versuchsstadium noch nicht verlassen hat, liegt der Schwerpunkt auf dem Vergleich verschiedener Produktionsverfahren sowie einer kritischen Bewertung der verfügbaren Datengrundlage.

Dabei zeigt sich, dass der Anbau in großem Stil – die staatliche Förderung einmal ausgeklammert – nur bei sehr optimistischen Grundannahmen in die Nähe der Wirtschaftlichkeit rückt. Zudem wird deutlich, dass auch finanzielle

Hilfen ohne eine Planungssicherheit für die notwendigen langfristigen und in hohem Maße faktorspezifischen Investitionen wenig bewirken werden.

Schlüsselwörter: Schnellwachsende Baumarten; Einkommensmöglichkeiten; erneuerbare Energie; Rentabilität; Ländliche Räume

1 Einleitung

Sie sollen ohne Düngung auskommen, ab dem zweiten Jahr keiner Pflege mehr bedürfen und bis zu 20 Jahre lang Ertrag bringen: Schnellwachsende Baumarten – in Deutschland bedeutet das Pappelanbau – werden als Hoffnungsträger unter den nachwachsenden Rohstoffen neu entdeckt. Immer häufiger sind die Baumplantagen als Möglichkeit der Produktion biogener Energie im Gespräch. Selbst als Rohstoffquelle für die Biokraftstoffe der 2. Generation (synthetische Designerkraftstoffe aus einer Vielzahl möglicher Biomassen) werden sie von Politik und Industrie ins Spiel gebracht (BUNDESVERBAND BIOENERGIE, UFOP 2004, FRITSCH ET AL. 2004, VETTER 2004).

In zweierlei Hinsicht scheinen die Baumplantagen in der Tat viel versprechend. Als genügsame, arbeitsexensive Kultur bieten sie nicht nur eine klimaneutrale sondern auch eine ökologisch sinnvolle Möglichkeit der Bereitstellung von Bioenergie. Gleichzeitig erscheinen nach dem derzeitigen Stand der Forschung Schnellwuchsplantagen auch in landwirtschaftlichen Ungunstlagen als eine sinnvolle Bewirtschaftungsform. Zusammen mit einer dezentralen Weiterverarbeitung der Biomasse könnten Baumplantagen auf Ackerstandorten somit eine neue Perspektive für den ländlichen Raum bedeuten.

Sollen die schnellwachsenden Baumarten tatsächlich neues Potential für den ländlichen Raum bergen, müssen verschiedene Bedingungen erfüllt sein: Der Anbau der Baumplantage muss praktikabel sein, die erzeugte Biomasse nachgefragt werden, Angebot und Nachfrage müssen in einer akzeptablen Transportentfernung zueinander liegen und die Vergütung für die Biomasse die Wirtschaftlichkeit ihrer Erzeugung gewährleisten. Was so plausibel klingt erweist sich in der Praxis allerdings als problematisch, denn auch wenn die Idee nicht neu ist – Schnellwuchsplantagen sind in Deutschland seit Mitte der 70er Gegenstand intensiver Forschung (PAPPELKOMMISSION DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND 1992) – ist der kommerzielle Anbau hier bislang Theorie geblieben. Auf Fachtagungen tauschen zwar Experten ihre Erfahrungen aus, diskutieren Zukunftschancen und verschiedene Potentialstudien für Biomasse beziehen inzwischen die Schnellwuchsplantagen in ihre Szenarien mit ein (HEMMESEIFERT 2003, INSTITUT FÜR AGRARTECHNIK BORNIM 2004). Doch häufig bleibt die Diskussion auf qualitativer Ebene oder basieren verschiedene Beiträge auf unterschiedlichen Prämissen, die wiederum aufgrund einer unsicheren Datenlage getroffen werden.

Aus diesem Grund soll im Folgenden mit Produktion und Absatz schnellwachsender Baumarten die Grundlage einer jeden Potentialanalyse beschrieben und kritisch hinterfragt werden. Besonderes Augenmerk wird dabei auf Quelle und Belastbarkeit der Daten sowie auf die zugrunde liegenden Annahmen gelegt. Zur kritischen Betrachtung dieser Annahmen werden auch Expertenbefragungen herangezogen. Ziel ist es, möglichen Erträgen die anfallenden Produktionskosten gegenüberzustellen, und unter Einbezug von Logistik und Nachfrage das Potential der Baumplantage zu bewerten.

2 Die Produktionsanforderungen

Die Betrachtung der Produktion der Biomasse umfasst analog zu Abbildung 1 drei große Abschnitte. Zunächst sei die Anlage der Kultur Gegenstand der Betrachtung. Hierzu gehören neben Flächenauswahl, -vorbereitung und Pflanzung die Festlegung der richtigen Baumart und die Sortenwahl. Letztere hat auch Auswirkungen auf den zweiten Punkt, die Bewirtschaftung – maßgeblich auf den Schutz der Kultur vor Krankheiten. Von elementarer Bedeutung aufgrund der Variabilität der möglichen Verfahren sowie des großen Anteils an den Gesamtkosten der Produktion ist schließlich drittens die Analyse der Ernte. Nach der abschließenden Schätzung realistischer Erträge kann dann eine Aussage über die Kosten der Produktion der Biomasse getroffen werden.

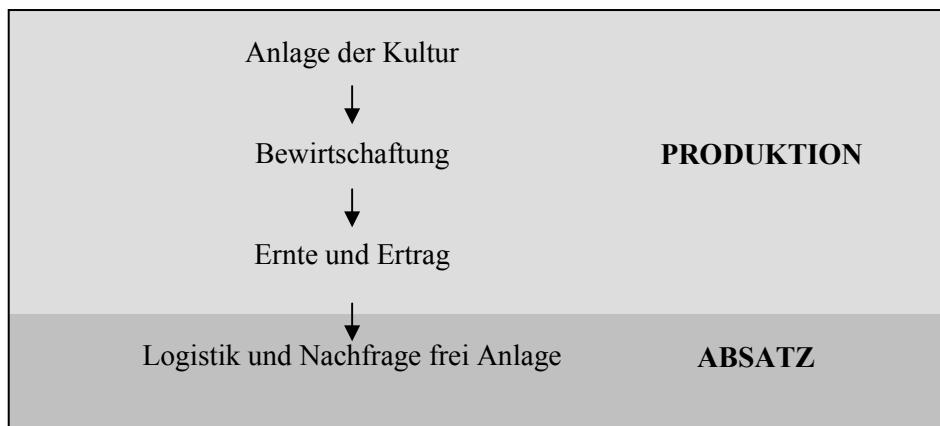


Abb. 1. Kette der Bereitstellung von Biomasse aus Schnellwuchsplantagen

Die Betrachtung basiert dabei auf einem Anbau in größerem Stil. Zwar ist prinzipiell auch die Option einer weitgehend untechnisierten Produktion in kleinem Rahmen für den Eigenbedarf an Wärme besonders vor dem Hintergrund eines hohen Ölpreises durchaus interessant. Ausgehend von der Frage nach der Steigerung des ländlichen Einkommens spielt sie im Weiteren allerdings keine Rolle.

2.1 Anlage der Kultur

Die Überlegungen zur Kulturanlage beginnen mit der Auswahl von Standort und Pflanzmaterial. Einigkeit besteht darin, dass für den Anbau in Deutschland vor allem die Balsampappel (*Populus trichocarpa*) in Frage kommt. Sie gilt als raschwüchsig, zeigt ein gutes Bewurzelungsvermögen (Voraussetzung für die Vermehrung über Stecklinge) und bringt ansehnliche Zuwächse (SCHIRMER 1996: 9, HARTMANN, KALTSCHMITT 2001).

Wichtig für den Erfolg ist, neben der tiefgründigen Durchwurzelbarkeit des Bodens, besonders die Wasserversorgung der Kultur. Die Niederschlagsmenge sollte deshalb 300 mm in der Vegetationszeit (HOFMANN 1998: 4) nicht unterschreiten. Es wäre aber vorschnell, die Standorte ausschließlich nach dem Niederschlag zu bewerten. Eine besondere Bedeutung kommt der Wasserhaltekapazität des Bodens zu. Darüber hinaus sind die Pappeln in der Lage, Anschluss an das Grundwasser zu erreichen – und als klassischer Auenwaldbaum duldet die Pappel hohe Grundwasserstände. Auf diese Weise können auch auf sandigen Böden oder bei geringem Niederschlag gute Erträge erzielt werden (DÖHRER 2004). Voraussetzung ist allerdings eine ausreichende Wasserversorgung im Jahr der Kulturanlage (besonders im Frühjahr), die es den Pflanzen ermöglicht, mit ihren Wurzeln in tiefere Bodenschichten vorzudringen.

Als mechanische Bodenvorbereitung gelten Pflügen auf 25 bis 30 cm Tiefe und Eggen bzw. Fräsen (bei Grünlandflächen) als ausreichend (BURGER 1996: 19, FRIEDRICH 1999: 121,122, HOFMANN 1998: 8). Gepflanzt werden die bei Vegetationsruhe im Winter gewonnenen Stecklinge entweder per Hand oder mit Pflanzmaschinen. Sofern es die Beschaffenheit des Geländes zulässt, empfiehlt sich ein Maschineneinsatz ab einer Parzellengröße größer 2 ha (FRIEDRICH 1999: 122, HARTMANN, KALTSCHMITT 2004: 36,37). Darunter und bei kleinparzellierter Struktur der zur Verfügung stehenden Fläche kommt die manuelle Pflanzung mit Pflanzschnur und Steckeisen in Frage – allerdings wohl kaum für die bei automatisierter Ernte angestrebte Zahl von rund 13 000 Pappeln je ha.

Nach der Pflanzung brauchen die Stecklinge abhängig vom Wetter etwa zwei bis drei Wochen, bis sie ausschlagen. Es folgt eine Phase relativ schnellen Wachstums von bis zu 10 cm, das aus Nährstoffvorräten bestritten wird, die bereits im Steckling vorhanden sind. Erst danach entwickeln sich die Wurzeln. In dieser Zeit stockt das Wachstum für etwa vier Wochen (DÖHRER 2004).

Diese Phase ist besonders kritisch. WOLF (2004) und DÖHRER (2004) plädieren deshalb für eine chemische Unkrautbekämpfung mit einem so genannten Vorauflaufmittel, wie es in der konventionellen Landwirtschaft nach der Anlage von Maisfeldern ausgebracht wird. Es wird in der ersten Woche nach Abstecken der Kultur gespritzt, um eine mögliche Konkurrenz für die Pappelstecklinge in der entscheidenden Phase auszuschließen. Die Wirkung solcher Mittel lässt in der Regel im Juli nach.

Eine solche Behandlung sollte in der Regel ausreichen, um die Pappelstecklinge sicher durch das erste Jahr zu bringen. Das hängt aber vor allem von der Vornutzung der Fläche ab. Wird sie bis zur Anlage des Pappelfeldes als Ackerfläche genutzt, ist die Konkurrenzvegetation bereits stark zurückgedrängt. Ist die Fläche schon einige Jahre stillgelegt, sieht die Situation meist anders aus, und auch auf einem ehemaligen Rapsacker kann durch überliegenden Samen im Juli nochmals Raps in beachtlichem Umfang auflaufen und die jungen Pappeln verdämmen.

In diesen Fällen wird mitunter eine zusätzliche mechanische Unkrautbekämpfung empfohlen, da die Pappeln zu diesem Zeitpunkt bereits 30 bis 40 cm hoch sind und die Gefahr deshalb gering ist, die jungen Bäume zu verschütten. Eine solche Maßnahme ist allerdings nicht unumstritten, da die Arbeit mit großem Gerät, egal ob mit Hacke oder Mähbalken, hohe Ansprüche an die Fähigkeiten des Fahrers stellt. Auch wenn der Pflanzverband auf den Einsatz entsprechender Maschinen ausgelegt ist, können bei ungenauer Fahrweise die Pappeln zerstört werden.

Unabhängig davon, in welcher Form die Bekämpfung der Begleitvegetation als zweckmäßig befunden wird, bleibt sie auf die Kulturanlage beschränkt. Bereits im zweiten Jahr sowie beim Wiederaustrieb nach der Ernte sind die Bäume in der Lage, die Konkurrenz aus eigener Kraft zu überwinden.

2.2 *Bewirtschaftung*

Es darf als allgemein anerkannt betrachtet werden, dass nach der erfolgreichen Kulturanlage außer turnusmäßiger Ernte und Rekultivierung der Fläche am Ende der Standzeit keine weiteren Arbeitsschritte mehr anfallen – mit Ausnahme der Frage nach der Notwendigkeit einer Düngung. Diese Frage ist auch unter Experten stark umstritten. Die Empfehlungen reichen von genauen Mengenangaben für verschiedene Nährstoffe bis hin zur völligen Ablehnung jeder zusätzlichen Düngung.

Fest steht, dass die Ansprüche an die Nährstoffversorgung in der Landwirtschaft höher ausfallen als in der Forstwirtschaft, Waldstandorte in der Regel vergleichsweise nährstoffarm sind und die hier betrachteten Ackerflächen zum Zeitpunkt der Pflanzung einen großen Vorrat mitbringen. Nach forstlicher Einteilung sind Ackerstandorte in der Regel als gut mesotroph bis eutroph anzusprechen (HOFMANN 1998: 2), was sich mit den Anforderungen deckt, die die Forstwirtschaft für den Pappelanbau an die Böden stellt (SCHULZKE, LANGE, WEISGERBER 1990: 6, 7). SCHIRMER (1996: 10) nennt sogar bereits ein mittleres Nährstoffangebot ausreichend.

LEWANDOWSKI (2001: 59) fordert hingegen schon ab dem zweiten Jahr bzw. einem jährlichen Ertragszuwachs von 10 t Trockenmasse eine zusätzliche Nährstoffzufuhr. Sie hält 60 kg N, 15 kg P, 35 kg K, 18 kg Ca und 3 kg Mg pro Jahr

und Hektar für angebracht. Andere lehnen wiederum eine Düngung kategorisch ab. JUG (1997) kommt im Rahmen ihrer „standortkundlichen Untersuchungen“ zu dem Ergebnis, dass auf den betrachteten ehemaligen Ackerstandorten der Ernährungszustand aller untersuchten Baumarten als normal bis optimal zu bezeichnen war. Befürchtungen, dass durch die Kurzumtriebswirtschaft große Mengen an Nährelementen aus dem Boden abgeschöpft und in relativ kurzer Zeit Engpässe in der Ernährung der Bäume eintreten würden, haben sich zumindest in den ersten zehn Jahren auf den untersuchten früher hoch gedüngten Acker-Versuchsflächen nicht bestätigt. Des Weiteren fiel der Nährstoffentzug durch die Ernte der Bäume im Winter bei blattlosem Zustand geringer aus als erwartet. Nach Einschätzung von JUG (1997: 193, 206-208) bietet der Schnellwuchsplantagenbetrieb eine gute Möglichkeit, die großen Nährstoffpotentiale ehemaliger Ackerflächen schonend zu nutzen und nur langsam abzuschöpfen.

Die Befragung weiterer Experten hat ergeben, dass beim derzeitigen Stand der Forschung nach vorherrschender Meinung zumindest eine Stickstoffdüngung auf ehemaligen Ackerstandorten nicht nötig erscheint (PALLAST 2004: 29-31). Damit zeigt die Pappel einen entscheidenden Vorteil gegenüber der Weide, die sich trotz geringerer Erträge in Skandinavien als Energiewaldbaum bereits etabliert hat – was allerdings ihrer ausgesprochenen Winterhärte zuzuschreiben ist.

Weitaus weniger strittig als die zusätzliche Nährstoffzufuhr ist der Umgang mit Krankheitsbefall: Eine ständige Kontrolle und ggf. Behandlung der Kultur oder gar ein prophylaktischer Schutz verbieten sich aus ökonomischen wie ökologischen Gründen. Das soll aber nicht bedeuten, dass Pappelkulturen prinzipiell ungefährdet sind. Im Gegenteil: Vor allem der Befall mit Rostpilz hat immer wieder ernste Probleme bereitet. Es sind Versuchsanbauten bekannt, die nach sieben bis acht Jahren innerhalb kurzer Zeit vollständig an Pilze verloren wurden (DÖHRER 2004: 37). Der Anbau als Monokultur begünstigt dabei sowohl das Durchbrechen von Resistenzen des Wirtes als auch die schnelle Ausbreitung Pilzes.

Die einzige Chance, dieses Risiko zu minimieren, besteht in der Wahl einer resistenten Sorte und dem regelmäßigen, automatischen Austauschen der verwendeten Klone (WOLF 2004). Das hat für die weitere Betrachtung zwei Folgen: Zum einen zeigt es die Bedeutung, die der Züchtung neuer Pappelsorten in Zukunft zukommen wird. Da die Züchtung erst am Anfang steht, steckt hier auch ein erhebliches Potential für Ertragssteigerungen. Zum anderen schränkt sie für den Plantagenbetreiber die Möglichkeit erheblich ein, aus seinen eigenen Beständen Stecklingsmaterial zu gewinnen, möchte er das Risiko des Krankheitsbefalls nicht zu groß werden lassen. Kostenkalkulationen, die von der Möglichkeit der Eigenwerbung des Pflanzmaterials und daraus resultierend von geringen Beschaffungskosten ausgehen, tendieren deshalb dazu, unseriös zu werden.

Für die Rekultivierung der Fläche finden schließlich Mulch- und Rodefräsen Verwendung, wie sie als konventionelle Schlepperanbaugeräte in der Forst- und

Umwelttechnik eingesetzt werden. Sie zerstören das Wurzelwerk der Bäume im Boden, um das Areal nach dem Ende des Plantagenbetriebs wieder als Ackerland verwenden zu können (HARTMANN, KALTSCHMITT 2001: 133).

2.3 Ernte und Erträge

Ausgehend von einer Bewirtschaftung in größeren Dimensionen, die eine weitgehende Automatisierung erfordert, kommen für die Ernte derzeit prinzipiell zwei Maschinen in Frage: Der modifizierte Maishäcksler „Jaguar“ der Firma Claas und der Diemelstädter Mähacker.

Der „Jaguar“ wird in Schweden seit 1992 erfolgreich bei der Weidenernte eingesetzt. Der selbstfahrende Feldhäcksler aus Serienproduktion wurde dafür mit einem speziell für die Ernte von Kurzumtriebsholz konzipierten Vorsatz kombiniert. Die Bäume werden von einer so genannten Abweisergabel beim Fahren durch die Reihen nach vorne gedrückt und dabei leicht gespannt. Ein Schneidwerk trennt dann unten die Stämme von den Stöcken. Durch die sich schlagartig lösende Spannung wird das untere Stammende in das Einzugsmaul des Häckslers geschleudert, der Baum anschließend gehackt und in einem Arbeitsgang auf ein parallel fahrendes Transportfahrzeug oder einen mitgeführten Anhänger überladen. (BRÖKELAND 1998: 44, 45, HARTMANN, THUNEKE 1997: 21, 22).

Der Diemelstädter Mähacker – auch Göttinger Mähacker genannt – wurde 1992 in Kooperation des Forstamtes Diemelstadt mit dem Institut für Agrartechnik der Universität Göttingen gebaut und im Folgejahr noch einmal optimiert. Ziel war es, eine preiswerte und robuste Erntetechnik zu entwickeln – allerdings auf Kosten der Hackgutqualität (DÖHRER 2004). Ergebnis war ein zapfwellengetriebenes Anbaugerät für die Fronthydraulik eines gewöhnlichen Schleppers mit einer Motorleistung größer 85 kW. Das Ernteaggregat besteht aus einem senkrecht stehenden Schneckenhacker und einem darunter angebrachten Sägeblatt. Die abgeschnittenen Bäume werden senkrecht eingezogen, gehackt und ebenfalls auf einen nachgezogenen oder parallelfahrenden Anhänger überladen (HARTMANN, THUNEKE 1997: 18-20).

Im Gegensatz zu den Exakthackschnitzeln des Claas Jaguar produziert der Diemelstädter Mähacker Grobhackschnitzel von in der Regel 8 cm (DÖHRER 2004) bis 10 cm (HARTMANN, THUNEKE 1997: 25, BRÖKELAND 1998: 42) Länge. Die größten Stücke, die nicht ausgeschlossen werden können, erreichen allerdings Längen bis zu 30 cm (DÖHRER 2004). Für beide Ernteverfahren werden maximale Stammdurchmesser von etwa 10 cm angegeben, so dass sie nur für die Ernte bei drei- bis maximal vierjährigem Umtrieb geeignet sind.

Wird von Erträgen gesprochen, so ist damit stets der durchschnittliche jährliche Zuwachs auf Grundlage der Gesamtkulturdauer gemeint. In der Anfangsphase werden die jährlichen Zuwächse natürlich deutlich niedriger ausfallen, so

dass die angegebenen Durchschnittserträge nur bei entsprechend langer Standzeit der Plantage erreicht werden können.

Die Tatsache, dass die Nährstoffversorgung auch ohne Düngung als ausreichend angenommen wird und statt dessen Wasserversorgung sowie Durchwurzelbarkeit des Bodens eine besondere Bedeutung zukommt, macht eine Ertragsprognose nicht leicht. Besonders der wechselseitige Einfluss der Faktoren Niederschlag, Wasserhaltekapazität und Grundwasserstand, die erst im Zusammenspiel über die Wasserversorgung der Pflanzen entscheiden, führt dazu, dass Vorhersagen mit großen Unsicherheiten behaftet und die Ergebnisse von Versuchsanbauten nur schwer übertragbar sind.

KAUTER ET AL (2001: 68) versuchen, einen Überblick über die in der Fachliteratur angegebenen Ertragsaussichten zu geben und stoßen je nach Quelle und den zugrunde liegenden Standorten, Anbau- und ggf. Versuchsbedingungen auf eine extrem weite Spanne von 2 bis 35 t atro¹/ha·a. Sie nennen neben besonders günstigen wie ungünstigen Standorten vor allem für die Ausreißer nach oben die definierten Bedingungen der Versuchsflächen, auf denen die Daten ermittelt wurden, als Ursache. Bei Exaktversuchen, im Rahmen derer die Erträge von wenigen Pflanzen kleinerer Parzellen auf größere Flächen hochgerechnet werden, führen beispielsweise Randeffekte und daraus resultierende geringere Ausfälle und höhere Erträge zu übertrieben optimistischen Ergebnissen.

Aber nicht nur Qualität sondern auch die Quantität der verfügbaren Daten lässt zu wünschen übrig. Mit Schuld daran ist die lange Standzeit, für die die Baumplantagen konzipiert wurden. Fundierte Aussagen über den durchschnittlichen jährlichen Zuwachs lassen sich erst treffen, wenn die Kultur einige Jahre auf dem Feld steht und die Wiederaustriebe auf etablierten Stöcken genauso wie die ersten Aufwüchse in die Messungen eingehen. So liefert ein Versuchsanbau erst nach mehreren Jahren ein Ergebnis – bei einer einjährigen Kultur gibt es jedes Jahr ein neues.

Allgemein akzeptierte realistische Erträge für Schnellwuchsplantagen geben KAUTER ET AL (2001: 68) mit 10 bis 12 t atro/ha·a an. Im Folgenden soll als Richtwert ein durchschnittlicher jährlicher Ertrag von 12 t atro/ha·a angenommen werden, der er auch in weiteren Expertenbefragungen zu Anbauverfahren bestätigt werden konnte (PALLAST 2004: 49-54).

2.4 Kosten

Ähnlich erklärungsbedürftig wie das Verfahren der Produktion der Biomasse ist auch dessen monetäre Bewertung. Der Übersichtlichkeit halber sollen deshalb die

¹ atro = absolut trockene Biomasse

Kosten zunächst getrennt nach Kulturanlage, Pflanzmaterial, Ernte, Rekultivierung und anderen für den Vollkostenansatz erforderlichen Posten analysiert werden. Die einzelnen Punkte werden in folgender Reihenfolge behandelt:

Zusammensetzung der Gesamtkosten

1. Verfahrensschritte bei Kulturanlage (Annuität)
2. Pachtzins, Gemein- und Festkosten
3. Rekultivierung (Annuität)
4. Pflanzmaterial (Annuität)
5. Erntekosten

Abb. 2. Vorgehensweise bei der Aufstellung der Kosten

Entsprechend der getroffenen Annahmen sind in der nachfolgenden Tabelle die Kosten für die unumgänglichen Arbeitsschritte und benötigten Materialien für die Anlage der Baumplantage zusammengestellt. Zunächst noch unberücksichtigt bleiben dabei die Kosten für das Pflanzgut. Weitere denkbare Maßnahmen wie ein zusätzlicher chemischer Pflanzenschutz oder ein Zaun zum Schutz vor Wildverbiss bleiben ausgeklammert.

Tabelle 1. Zusammenstellung der bei Anlage der Kultur anfallenden Verfahrenskosten

<i>Einflussgröße</i>	<i>Kosten</i>	<i>Bemerkungen</i>
Pflügen	80 €/ha	
Kreiselegen	41 €/ha	bei Vornutzung der Fläche als Acker
Fräsen	55 €/ha	
Maschinelle Pflanzung	250 €/ha	bei Wiesenfläche
Vorauflaufmittel	67 €/ha	Ausbringung incl. Mittel

Quelle: (PALLAST 2004)

Als Referenzfläche für den Pappelanbau soll im Folgenden ein Acker mit einer aus Sicht des Plantagenbetreibers unproblematischen Vorfrucht dienen. Fasst man die Kosten für das *Mindestmaß der bei Anlage der Kultur erforderlichen Verfahrensschritte* zusammen (Pflügen, Eggen, Pflanzen, Einsatz Vorauflaufmittel), so ergibt sich ein *Betrag von 438 €/ha*.

Diese einmalig anfallenden Investitionskosten werden analog der von HARTMANN (2002: 485, 486) verwendeten Annuitätenberechnung auf die einzelnen Jahre der Nutzungsdauer umgelegt. Hierzu wird die Investitionssumme mit dem Annuitätenfaktor *a* multipliziert, der sich aus folgender Gleichung ergibt:

$$a = \frac{i(1+i)^T}{(1+i)^T - 1}$$

(i sei der kalkulatorische Zinssatz, T die kalkulatorische Betrachtungsdauer)

Der errechnete periodisch konstante Betrag (im Folgenden Annuität genannt) ist als Zins und Tilgung für rückzuzahlendes Kapital in Höhe des Kapitalwertes aufzufassen. Auch der von HARTMANN (2002) unterstellte Zinsfuß von einheitlich 5 % wird übernommen. Er liegt deutlich über der Inflationsrate und berücksichtigt einen nennenswerten Anteil von Fremdkapital bei der Finanzierung der Investitionen. Es ergibt sich somit eine *Annuität von 35,15 €/ha·a*.

Zur Vollkostenrechnung gehören jedoch auch die Verzinsung des eingesetzten Eigenkapitals sowie die auf einem landwirtschaftlichen Betrieb anfallenden Gemein- und Festkosten, die nicht der jeweiligen Kulturart zugeordnet werden können, sondern – bei Marktfruchtbetrieben – auf die betriebswirtschaftliche Fläche umgelegt werden müssen. Für ersteres wird ein *einheitlicher Pachtzins von 250 €/ha·a* und für die *Gemein- und Festkosten ein Wert in Höhe von 210 €/ha·a* unterstellt HARTMANN (2002: 490, 491). Der Pachtzins spiegelt gleichzeitig die Opportunität wider.

Dass nicht nur Quantität sondern auch Qualität der verfügbaren Datengrundlage zu wünschen übrig lässt, zeigt sich in besonderem Maß bei der Bewertung der Rekultivierung der Fläche am Ende der Standzeit. Hier schwanken die Angaben über die Kosten bei vollständiger Räumung der Fläche zwischen 1000 DM/ha (~510 €/ha) (HARTMANN, MAYER 1997: 26, 27) und 10 000 DM/ha (~5100 €/ha) (KÜPPERS, J. G. 1999: 439, 440) – und damit um nicht weniger als 900 %. Nach Vergleich verschiedener Literaturangaben und Befragung von Experten fällt hier die Entscheidung für die von HARTMANN (HARTMANN 2002) bereits annuitätisch abgezinsten *Rekultivierungskosten von 8 €/ha·a* (RATHKE, DIEPENBROCK 2003).

Die *Produktionskosten ohne Pflanzmaterial und Ernte* betragen demnach *503,15 €/ha·a*. Die beiden Posten Pflanzmaterial und Ernte bedürfen im Folgenden einer genaueren Analyse, da gerade hier zahlreiche Modellannahmen Eingang in die Berechnung finden. Die praktische Umsetzung von Steckholzbereitstellung und Ernte ist noch weitgehend Spekulation und impliziert automatisch Annahmen über entsprechende Anbauszenarien.

Da Pappelstecklinge noch nicht in nennenswerten Mengen angeboten werden, kann auch von einem Marktpreis noch keine Rede sein. Um der de facto existierenden Unsicherheit Rechnung zu tragen, finden im Folgenden drei unterschiedlich optimistische Prognosen über den Stecklingspreis Verwendung.

Tabelle 2. angenommener Stecklingspreis

Stecklingspreis niedrig	0,08 €/Stück
Stecklingspreis mittel	0,13 €/Stück
Stecklingspreis hoch	0,18 €/Stück

Dieser Variation liegt die Annahme zugrunde, dass der Preis für das Pflanzmaterial von der Verbreitung der Bewirtschaftungsform Baumplantage abhängig ist, und mit einer Ausweitung der Produktion sinkt. Die Kosten für die Stecklinge schwanken hier erheblich und betragen für den *Kauf von 13.000 Pflanzen je ha* und entsprechend Tabelle 2 angenommenem niedrigem, mittlerem und hohem Preis je Steckling *annuitätisch abgezinst 83,45 €/ha-a, 135,61 €/ha-a bzw. 187,77 €/ha-a.*

Auch die Kosten für die Ernte sind über die Auslastung der Maschinen von der bewirtschafteten Gesamtfläche abhängig. Für die beiden vorgestellten Verfahren und die Variante, bei der die Hackschnitzel während der Ernte auf einen angehängten Wagen oder Bunker überladen werden, ergeben sich je nach jährlicher Auslastung der Geräte folgende Erntekosten:

Tabelle 3. Maschinen- und Erntekosten je ha für Mäh Hacker und Claas Jaguar bei dreijährigem Aufwuchs

	<i>Claas Jaguar</i>		<i>Mäh Hacker</i>	
	<i>250 h/a</i>	<i>500 h/a</i>	<i>250 h/a</i>	<i>500 h/a</i>
<i>Erntedauer h/ha</i>	2,1		5	
<i>Maschinenkosten €/ha</i>	485	349	340	270
<i>Erntekosten ges. €/ha</i>	506	370	390	320

Quelle: (PALLAST 2004)

Die Angaben verstehen sich als Richtwerte. Die Kosten für Lagerung und Transport der Biomasse werden dem Punkt Absatz zugerechnet und in Kapitel 3 gesondert erfasst.

Tabelle 3 zeigt, dass die jährliche Auslastung des Erntegerätes und damit die Modellannahme über die Etablierung des Produktionsverfahrens beträchtlichen Einfluss auf die Erntekosten hat. Geht man von einem Erntezeitraum von November bis Mitte März aus, so bedeutet eine jährliche Auslastung von 500 h/a, dass bei einigermaßen günstigen Witterungsverhältnissen etwa 75 Erntetage unterstellt werden (KÜPPERS et al.1997: 34). In diesem Fall muss eine Erntemaschine täglich im Schnitt 6,7 Stunden im Einsatz sein, um auf diese Auslastung zu kommen. Anders ausgedrückt: Ausgehend von einer angenommenen Erntezeit von

durchschnittlich 5 Stunden je Hektar beim Mäh Hacker und 2,1 Stunden je ha beim Claas Jaguar (vgl. Tabelle 3) müssen pro Jahr etwa 100 ha bzw. 238 ha Kurzumtriebsplantage beerntet werden, was bei einer Ernte in dreijährigem Turnus einer Anbaufläche von 300 ha bzw. 714 ha pro Maschine entspricht.

Tabelle 4 beschreibt nun die Gesamtkosten der Produktion von Pappelhackgut bei gleichzeitiger Variation von eingesetzter Erntemaschine, deren jährlicher Auslastung und verschiedenen Stecklingspreisen. Die Gesamtkosten setzen sich zusammen aus den Ausgaben in Höhe von 503,15 €/ha-a zuzüglich der Erntekosten bei siebenmaliger Ernte in 20 Jahren und der annuitätisch abgezinsten Kosten für das Pflanzmaterial bei angenommenem niedrigen, mittleren und hohem Stecklingspreis. Die Kosten werden in €/t atro bei einem Ertrag von 12 t atro/ha-a angegeben.

Tabelle 4. Gesamtkosten der Biomasseproduktion frei Feld [€/t atro]

	<i>Claas Jaguar</i>		<i>Mäh Hacker</i>	
	<i>250 h/a</i>	<i>500 h/a</i>	<i>250 h/a</i>	<i>500 h/a</i>
<i>Stecklingspreis niedrig</i>	63,67	59,67	60,25	58,25
<i>Stecklingspreis mittel</i>	68,00	64,00	64,58	62,58
<i>Stecklingspreis hoch</i>	72,33	68,33	68,92	66,92

Den Gesamtkosten in Tabelle 4 liegt das zuvor definierte Minimum der Verfahrensschritte zugrunde. Durch die gleichzeitige Variation der drei genannten Größen ergibt sich nicht nur eine Spannweite realistischer Produktionskosten, sondern lassen sich auch die Auswirkungen der Modifikation verschiedener Annahmen ablesen.

Da Stecklingspreis und jährliche Maschinenauslastung ihrerseits direkt von den Erwartungen über die Etablierung der Baumplantage abhängen, ist es theoretisch möglich, den Gesamtkosten gewissermaßen eine „Mindestverbreitung“ von Kurzumtriebsplantagen zuzuordnen.

3 Absatz

Sind Bedingungen und Kosten für die Produktion frei Feldrand damit beschrieben, ist nun der Absatz zu betrachten. Der Übersichtlichkeit halber werden hierbei Logistik und Nachfrage unterschieden.

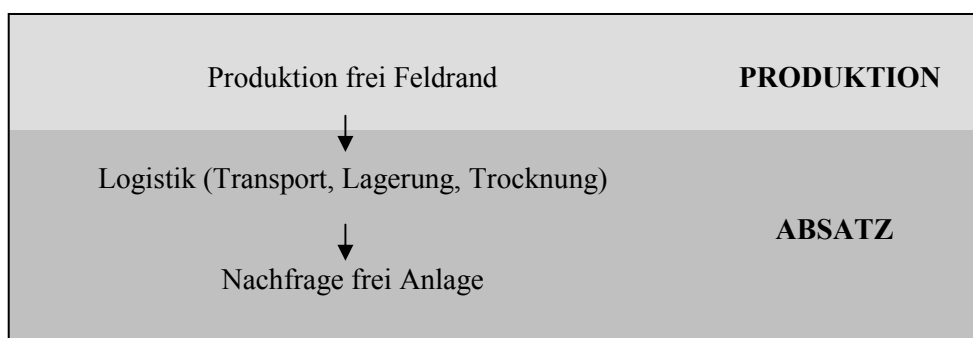


Abb. 3. Kette der Bereitstellung von Biomasse aus Schnellwuchsplantagen

Mit Blick auf das Ziel, einen möglichst großen Teil der Wertschöpfung im ländlichen Raum zu belassen und hier das Einkommen zu steigern, kommt dem Punkt Logistik, der seinerseits Transport, Lagerung und Trocknung der Biomasse umfasst, besondere Bedeutung zu. Dessen Analyse fällt in dieser Hinsicht positiv aus: Lagerung und Trocknung erfolgen aus organisatorischen wie ökonomischen Gründen unmittelbar nach der Ernte am Feldrand und auch für den Transport der Biomasse gilt vor allem eines: Er sollte so kurz wie möglich ausfallen.

Der Direkttransport der Biomasse zum Endverbraucher parallel zur Ernte als eine denkbare Variante stellt besondere Anforderungen an die Transportkette: Der Transport muss derart koordiniert werden, dass (der Leistung der Erntetechnik angemessen) stets freie Transportkapazitäten am Feld bereitstehen, um den Stillstand der Erntemaschine zu verhindern. Letzteres wird vor allem bei leistungsstarker Erntetechnik sowie größeren Entfernungen zum Problem.

Es empfiehlt sich deshalb, von vornherein eine Zwischenlagerung der erntefrischen Hackschnitzel in Form von Haufen am Feldrand, die gegebenenfalls mit einem Frontlader auf eine günstige Kegelform gebracht werden, einzuplanen. Das Material kann hier so lange verbleiben, bis ein entsprechender Bedarf besteht. Auf die direkte Übergabe des Hackgutes während der Ernte auf ein parallel-fahrendes Gespann kann somit zugunsten eines vom Erntegerät gezogenen Hängers oder Bunkers verzichtet werden.

Hackschnitzelhaufen können bis etwa 7 m hoch aufgetürmt werden. Über dieser Marke kann es je nach Körnigkeit des Hackgutes zur Selbstentzündung kommen. Aus diesem Grund verbietet es sich auch, das Material zu verdichten. Gleichzeitig trocknet die Biomasse während der Lagerung ohne nennenswerten technischen Aufwand oder externe Energiezufuhr. Vor allem bei Hackgut mit Rinde kommt es innerhalb der Kegel aufgrund von Abbauprozessen durch Mikroorganismen zur Selbsterwärmung und der Hackschnitzelhaufen trocknet von innen nach außen – selbst bei Lagerung im Freien ohne Schutz vor Niederschlag. Eine äußere Schicht von etwa einem halben Meter bleibt dabei immer feucht. Monetär bewertet wird der Mehraufwand durch Ab- und Wiederbeladen für Lagerung und Trocknung am Feldrand mit 5 €/t atro (KIRSCHBAUM 1998: 160, 162-166, 170, PALLAST 2004).

Durch die Arbeit der Mikroorganismen kommt es allerdings auch zu einem Abbau der Trockensubstanz und somit zum Energieverlust der Biomasse. Bei der Lagerung von Hackschnitzeln im Freien können bis zu 4 % der Trockensubstanz pro Lagerungsmonat zersetzt werden (STÜBIG 2000: 50). Der Heizwertgewinn durch die passive Trocknung der Biomasse wird somit auf Kosten eines Abbaus von Trockensubstanz realisiert, und soll deshalb monetär unbewertet bleiben.

Eine Zwischenlagerung vereinfacht also den organisatorischen Aufwand bei der Ernte, reduziert den Wassergehalt der Biomasse und ermöglicht darüber hinaus eine ganzjährige Versorgung der Abnehmer unabhängig vom Erntezeitraum im Winter. Die Transportkosten scheitern die Trocknung und der damit einhergehende Gewichtsverlust womöglich aufgrund reduzierter Schütffähigkeit hingegen nicht wesentlich zu senken. So geben LEIBLE et al (2003: 92) für den Transport von drei bis sechs Monate gelagerten Hackschnitzeln dieselben Kosten an, wie für den Transport erntefrischer Holzhackschnitzel. Aus diesem Grund sollen im Folgenden die Transportkosten als unabhängig vom Wassergehalt der Hackschnitzel angenommen werden. Für den Transport per landwirtschaftlichem Gespann dienen als Richtwerte 13 €/t bzw. bei einer Transportentfernung von 10 km und 23 €/t bzw. bei 20 km (PALLAST 2004: 75, 76).

Für die Abnehmer der Biomasse kann der Wassergehalt des Holzes allerdings durchaus von Bedeutung sein. Er ist neben der Struktur des Hackgutes in der Regel die entscheidende Größe bei der energetischen Nutzung – wichtiger noch als die Art des Holzes. Der Wassergehalt hat einen wesentlichen Einfluss etwa auf Verbrennungsverhalten und den Heizwert. Er kann durch Trocknung zwar reduziert werden. Ein Teil des Wassers ist aber an die Substanzen des Holzes adsorptiv fest gebunden, so dass bei der Trocknung ohne externe Energiezufuhr lediglich ein Zustand der Gleichgewichtsfeuchte erreicht wird, der bei Freiluftlagerung dem so genannten lufttrockenen Zustand mit einer Holzfeuchte von je nach Jahreszeit und Witterung 15 bis 20 % entspricht (MARUTZKY, SEEGER 1999: 26, 27).

Der Wassergehalt wird für erntefrische Energiehackschnitzel aus Kurzumtriebsholz je nach Quelle mit einer Spanne von 50 % bis 58% angegeben (BRÖKELAND 1998: 15; HARTMANN, THUNEKE 1997: 65, LEIBLE ET AL, 2003: 162, RATHKE, DIEPENBROCK 2003: 43, SCHOLZ 1999: 62). Zwar ist vor allem im Bereich großer dimensionierter Verbrennung die Verwendung erntefrischer Holzhackschnitzel kein Problem. Abnehmer, die die Biomasse aber nicht in ein „Endprodukt“ wie Wärme oder Strom umsetzen, sondern in einen anderen Energieträger umwandeln, um Energiedichte und Transportwürdigkeit zu erhöhen, stellen oft höhere Ansprüche an das Hackgut.

Prinzipiell sind für die energetische Umwandlung biogener Festbrennstoffe neben der Verbrennung die Vergasung sowie Pyrolyse und Verkohlung denkbar. Darüber hinaus lässt sich aus Holz auch Ethanol produzieren, das als flüssiger Brenn- bzw. Kraftstoff eingesetzt werden kann. Die exemplarische Untersuchung von Veredelungsverfahren ergab aber, dass die potentiellen Abnehmer in der Regel vom Zukauf von Material mit einem Wassergehalt ausgehen, wie er durch Freiluftlagerung ohne Probleme erreicht werden kann (PALLAST 2004: 61-71). Da in der diskutierten Logistikkette ohnehin von einer Vortrocknung des Holzes am

Feldrand ausgegangen wird, würde dies den Kreis potentieller Abnehmer nicht einschränken.

Trotzdem bleiben bei der folgenden Betrachtung der Wirtschaftlichkeit des Betriebs von Baumplantagen die chemischen Veredelungsverfahren zugunsten der Verbrennung der Rohbiomasse unberücksichtigt. Grund sind die größere Erfahrung, die bereits bestehenden technischen Möglichkeiten und vor allem die hohe Effizienz im Bereich der Verbrennung, die es am ehesten erlauben, eine begründete, kurzfristige Betrachtung über die Chancen der Baumplantage unter bestehenden Rahmenbedingungen anzustellen.

Moderne Hackschnitzelfeuerungen zeichnen sich durch einen sehr hohen Wirkungsgrad von über 90 % aus, gelten als bedienungsfreundlich, wartungsarm und ermöglichen eine automatische Wärme-Bereithaltung (MARUTZKY, SEEGER 1999: 99). Als Nachteil ist allerdings nach wie vor die geringe Transportwürdigkeit des Brennstoffs zu vermerken. Außerdem stellen vor allem Feuerungen in kleineren Größenordnungen höhere Ansprüche an das Material. In Bezug auf den Wassergehalt gibt es zwar durch die obligatorische Vortrocknung kein Problem. Je kleiner die Anlagen, desto höher sind aber in der Regel die Anforderungen an Größe und Homogenität der Hackschnitzel. So konnte das Anfang 2004 in Bayern bei der Ernte mit dem Mäh Hacker gewonnene Hackgut aus einer Kurzumtriebsplantage nicht einmal als Geschenk an den örtlichen Biomasseabnehmer abgegeben werden (SCHIRMER 2004). Die Mischung aus sehr kleinen und bis zu 30 cm großen Stücken reduziert die Schütffähigkeit des Materials und führt zu Problemen in kleineren Heizwerken, in denen die Förderschnecken zu verklemmen drohen. Eine Pelletierung, um auch kleine und kleinste Feuerungen mit Brennstoff aus Pappelplantagen im Kurzumtrieb beschicken zu können, ist aufgrund des hohen Rindenanteils der jungen Bäume problematisch und dürfte sich darüber hinaus aufgrund der derzeitigen Konkurrenz durch trockene Holzabfälle und Sägemehl wohl kaum rechnen (PALLAST 2004: 70,71).

Bei mittleren und größeren Holzfeueranlagen, bei denen die Rostfeuerung den am weitesten verbreiteten Feuerungstyp darstellt, ist die Situation eine andere. Die für den Brennstoff Kohle entwickelten Rostfeuerungssysteme bieten bei entsprechender Konzeption der Anlage die breiteste Anwendungspalette zur energetischen Verwertung von Holz. Durch einen relativ langen Aufenthalt des Brennstoffs auf dem Rost und hohe Temperaturen können auch nicht oder sehr grob zerkleinerte sowie relativ feuchte Materialien gut verbrannt werden (MARUTZKY, SEEGER 1999: 129).

Bleibt also die Frage, mit welchem Erlös für seine Biomasse der Plantagenbetreiber rechnen kann. Detaillierte Untersuchungen über den Energieholzmarkt liegen beispielsweise für Bayern vor. Nach Angaben von WAGNER UND WITTKOPF 2000: 79) verbrannten hier bereits Ende 1998 68 geförderte und etwa 200 nicht geförderte Heiz(kraft)werke (Anlagen zur Erzeugung von Heizwärme

und/oder elektrischem Strom), etwa 5000 Schreinereien und Zimmereien sowie zahlreiche private Kleinverbraucher Energieholz. Über 1,7 Millionen Kleinanlagen wie Zentralheizungen, Einzel- oder Mehrraumöfen, Allzweck- oder Kachelöfen sowie offene Kamine waren im Jahr 2000 in Betrieb. Die Heiz(kraft)werke, die aus Gründen der Nachfrage größerer Mengen und geringerer Anforderungen an den Zustand des Brennmaterials für die Produzenten von Energiehackschnitzeln besonders interessant sind, setzten allerdings überwiegend Industrieholz ein. Für Waldhackschnitzel, die den Hackschnitzeln aus Baumplantagen am nächsten kommen, zahlten die bayerischen Heiz(kraft)werke durchschnittlich 46 €/t Holz mit einem Wassergehalt von 30 %. Die Spanne reicht allerdings von 14,80 bis 74,60 €/t und zeigt, dass auch hier von einem Marktpreis noch nicht die Rede sein kann. Der Anteil dieses Waldenergieholzes lag darüber hinaus bei lediglich 1,7 % und der des Altholzes bei 7,9 %. Von Energiewaldholz hingegen ist gar nicht die Rede.

Ähnliches gilt für andere Studien. Auch bei den vom Bayernwerk in Auftrag gegebenen Untersuchungen von HARTMANN UND MADEKER (1997) zum Handel mit biogenen Festbrennstoffen spielt Energiewaldholz keine Rolle. In ihrer Preisübersicht der an industrielle und größere Feuerungsanlagen angelieferten Brennstoffe kommt neben dem Hackgut aus Sägeresten wieder das Waldhackgut dem Endprodukt der Baumplantagen am nächsten. Als Quelle für das Waldhackgut nennen sie neben Sägewerken und Großhändlern für Resthölzer vor allem „Liefergemeinschaften“. Auch sie weisen ausdrücklich darauf hin, dass es noch keinen freien Marktpreis gibt. Vor allem aufgrund der in der Regel hohen wirtschaftlichen Verflechtung von Brennstofflieferant und Betreiber der Feuerungsanlage sind die gezahlten Preise mit Vorsicht zu interpretieren (HARTMANN, MADEKER 1997: 46, 57).

Das „Centrale Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk“ (C.A.R.M.E.N. e.V.) veröffentlicht monatlich aktualisiert die Preisentwicklung für Holzpellets, Pflanzenöl und Waldhackgut. Demnach lag der Preis im ersten Quartal 2005 bei etwa 58 €/t Holz mit einem Wassergehalt von 35 % bei Lieferung im Umkreis von 20 km inklusive Mehrwertsteuer. Die Spanne reicht von etwa 30 bis 85 €/t (4). Als Basis dieser Werte dienen freiwillige Angaben von zu diesem Zeitpunkt 19 Lieferanten von Waldhackgut.

Diesen Versuchen der Preisbestimmung ist gemeinsam, dass sie auf empirisch gewonnenen Daten beruhen – also nur den Ist-Zustand beschreiben. Da sich aber schon bei der Betrachtung der Erntekosten abgezeichnet hat, dass der Betrieb von Kurzumtriebsplantagen erst ab einer gewissen Größenordnung interessant zu werden scheint, können die aktuellen Rahmenbedingungen in Bezug auf Nachfrager und nachgefragte Menge kein Maßstab sein. Sinnvoller wäre es, die maximale Zahlungsbereitschaft potentieller Abnehmer unter dem Postulat wirtschaftlicher Arbeitsweise und eines größeren gehandelten Volumens zu schätzen, und dann

unter Einbezug der derzeit in Deutschland sowie auf Schwedens etabliertem Energieholzmarkt gezahlten Preise eine begründete Annahme über den Erlös für die Biomasse zu treffen. Der Vergleich von Literaturwerten sowie Befragungen ergab, dass eine solche maximale Vergütung bei Anlieferung frei Anlage des Abnehmers unter Ausschluss von intra- und interproduktspezifischer Konkurrenz bei rund 60 €/t atro für die Verfeuerung liegen dürfte (PALLAST 2004: 66-68).

4 Fördermaßnahmen: Das Beispiel Schwedens

Eine finanzielle Förderung der Baumplantagen von Seiten des Staates ist in die vorliegende Kalkulation bislang noch nicht eingeflossen. Grund hierfür ist die Tatsache, dass jährlich ausgezahlte Beträge – etwa bei Anbau auf Stilllegungsflächen oder eine Prämie für den Energiepflanzenanbau – bei einer Kulturform, die eine Fläche auf 20 Jahre festlegt, keinen Ausschlag geben dürfen. Zu groß ist die Unsicherheit über die Fortzahlung der Mittel. Eine aus Sicht des Plantagenbetreibers sinnvolle Form der staatlichen Förderung bietet hingegen eine einmalig gezahlte Pflanzbeihilfe, wie sie in Schweden in Höhe von 500 €/ha bei Kulturanlage gewährt wird (NEUMEISTER 2004). Sie schafft nicht nur Sicherheit für die längerfristige Planung, sondern kann auch den Bedarf an Fremdkapital reduzieren, was den zuvor mit 5 % angenommenen Zinssatz für die annuitätische Abzinsung der Investitionen senken würde.

Ein anderes Problem wird sich aber auch trotz staatlicher Förderung wohl kaum über den Markt lösen lassen: Die vorliegenden Angaben über Kosten und Erlöse gelten sämtlich für Szenarien, die von der Etablierung der Baumplantage ausgehen. Hinderlich hierfür sind allerdings die langfristigen, in hohem Maße factorspezifischen Investitionen, die sowohl auf Seiten der Anbieter als auch der Nachfrager zu tätigen sind. So warten die Anbieter auf das Aufkommen einer Nachfrage und umgekehrt – und es bildet sich kein Markt. Die Frage ist also berechtigt, wie eine Etablierung von Schnellwuchsplantagen dann gelingen soll.

An dieser Stelle lohnt sich wieder der Blick nach Schweden. Hier findet der Anbau von Weiden in kurzen Umtriebszeiten zur energetischen Nutzung bereits auf einer Fläche von etwa 16 000 ha statt. Diesem Erfolg vorausgegangen ist die Schaffung einer zentralen Institution zur Koordination von Angebot und Nachfrage. Die Firma „Agrobränsle“ hat über die Forschung hinaus aktiv die tatsächliche Einführung der Energiewaldplantage neben der bereits etablierten Nahrungs- und Futtermittelproduktion betrieben. Agrobränsle ist die Tochter mehrerer schwedischer Bauernverbände und koordiniert nahezu 100 % des Weidenanbaus für die energetische Nutzung. Die Versorgung mit Steckhölzern, Züchtung neuer Sorten, Entwicklung von Anbau- und Ernteverfahren, die Bereitstellung der dazugehörigen Gerätschaften und die Übernahme der Vermarktung schaffen sowohl beim Produzenten das nötige Vertrauen, seine Fläche für eine entsprechende Zeit mit einer Baumplantage festzulegen, als auch die Sicherheit für die Abnehmer

bezüglich der tatsächlichen Produktion der Biomasse, die sie für ihre Investitionen brauchen.

Die Kraftwerke haben Verträge mit Agrobränsle und Agrobränsle wiederum mit den Produzenten. Darüber hinaus hat Agrobränsle Verträge mit Landwirten, die sich Pflanz- oder Erntemaschinen zugelegt haben und als Lohnunternehmer tätig sind. Das garantiert eine ausreichende Auslastung der entsprechenden Spezialgeräte. Schließlich wird von zentraler Stelle auch der Zustand der Kultur überwacht und die Ernte koordiniert (NEUMEISTER 2004).

5 Fazit

Ausgehend von den Ergebnissen in Punkt 2 und 3 muss die Frage, ob Schnellwuchsplantagen unter den gegebenen Rahmenbedingungen eine Chance für den ländlichen Raum bedeuten, sicherlich verneint werden. Stellt man dem angenommenen Erlös von 60 €/t atro die in Tabelle 4 abgebildeten Gesamtkosten für die Produktion gegenüber, so zeigt sich, dass selbst unter Optimalbedingungen – also der Annahme eines niedrigen Stecklingspreises und hoher Auslastung der Erntetechnik – lediglich die Produktionskosten gedeckt werden können. Die Kosten für die Logistik bleiben dabei noch völlig unberücksichtigt.

Neben den Kosten für Pflanzmaterial oder Ernte ließen sich zwar noch andere Größen variieren. Interessant wäre beispielsweise die Pacht, die mit über 8 Cent je Euro bei den Produktionskosten pro Tonne atro zu Buche schlägt. Setzt man die Pacht statt mit 250 nur mit 150 €/ha·a an, so sinken die Kosten je t atro frei Feld um 8,33 €. Davon ausgehend, dass sich im Pachtzins die Güte einer Fläche widerspiegelt, könnten also durch das Ausweichen auf aus ackerbaulicher Sicht schlechtere Standorte die Produktionskosten gesenkt und die Wirtschaftlichkeit verbessert werden. Dennoch bleibt die Kalkulation eng und für die Logistik kaum Spielraum.

Die bisherigen Ausführungen haben aber gezeigt, dass zur Beantwortung der Frage, ob Schnellwuchsplantagen für den Landwirt denn nun tatsächlich eine Alternative darstellen, neben der Wirtschaftlichkeit noch ein zweiter Aspekt von Bedeutung ist: Die Analyse der den Berechnungen zugrunde liegenden Rahmenbedingungen. Damit ist vor allem die Größenordnung des Anbaus gemeint. Ergebnis ist, dass – wenn überhaupt – der Anbau nur in großem Stil möglich ist. Aufgrund der in hohem Maße unsicheren factorspezifischen Investitionen sowohl auf Seiten von Angebot als auch Nachfrage ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass sich ohne erklärten Willen und damit verbundener Schaffung einer zentralen Institution zur Koordination beider Seiten kein Markt bilden wird.

Aber auch dann, wenn die entsprechenden Rahmenbedingungen geschaffen werden, ist nicht sicher, dass auch in Deutschland Energieholz angebaut wird. Zwar decken sich eine Reihe der Angaben aus Schweden etwa über Produktionsverfahren oder gezahlte Preise weitgehend mit den der vorliegenden Kalkulation

zugrunde liegenden Annahmen und stützen diese. So werden auch in Schweden die Hackschnitzel am Feldrand gelagert, hat sich eine sinnvolle Transportentfernung der Biomasse von allerhöchstens 25 bis 30 km herausgestellt und die Marktpreise, die sich etabliert haben, schwanken zwischen 55 und 60 €/t atro (NEUMEISTER 2004). Dennoch ist der Erfolg keineswegs sicher. Das Beispiel Schweden lässt Chancen erahnen – eine Garantie für dessen Übertragbarkeit kann es aber nicht geben, denn die Entscheidung über den Anbau liegt letztlich beim einzelnen Landwirt und hier spielen Faktoren mit hinein, die sich nicht oder nur schwer ökonomisch erfassen lassen. Dazu können eine berechtigte Scheu vor der langen Festlegung auf die Nutzungsart der Ackerfläche, die nicht unerhebliche Veränderung des Landschaftsbildes oder eine mögliche konservative Grundhaltung gehören, um nur einige zu nennen.

Literatur

- BRÖKELAND, RUTH (1998): Planungsprogramm zur Nutzung von Biomasse für die Heizenergieversorgung von Gewächshäusern. Hannover.
- BUNDESVERBAND BIOENERGIE; UFOP (2004): Kraftstoffe der Zukunft 2004. Tagungsband zum 2. Internationaler Fachkongress für Biokraftstoffe. Berlin.
- BURGER, FRANK. (1996): Praxiserfahrung bei der Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen. In: Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft (Hrsg.): Schnellwachsende Baumarten, ihr Anbau und ihre Verwertung. Beiträge eines Fachgesprächs. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft. Nr. 8. S. 19-28. Freising.
- CARMEN E.V. (HRSG.) (2005): Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln. Online im Internet: URL <http://www.carmen-ev.de/dt/energie/bezugsquellen/hackschnipreise.html> [Stand 16.07.2005].
- DÖHRER, KARL (2004): Interview mit Forstdirektor i. R. Karl Döhner, ehemaliger Leiter des Forstamtes Diemelstadt, aufgezeichnet am 28.04.2004.
- FRIEDRICH, E. (1999): Anbautechnische Untersuchungen in forstlichen Schnellwuchsplantagen und Demonstration des Leistungsvermögens schnellwachsender Baumarten. In: Schütte, A. (Hrsg.): Modellvorhaben „Schnellwachsende Baumarten“. Zusammenfassender Abschlußbericht. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“. Bd. 13. S. 19-150. Münster.
- FRITSCHKE ET AL. (2004): Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse. Endbericht des BMU-Forschungsvorhabens. Darmstadt.
- HARTMANN, HANS (2002): Grundlagen der Kostenanalyse. In: Hartmann, Hans.; Kaltschmitt, Martin. (Hrsg.): Biomasse als erneuerbarer Energieträger. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“. Bd. 3. S. 484-486. Münster.

- HARTMANN, HANS (2002): Kosten der Energiegewinnung aus Biomasse. In: Hartmann, H.; Kaltschmitt, M. (Hrsg.): Biomasse als erneuerbarer Energieträger. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“. Bd. 3. S. 486-527. Münster.
- HARTMANN, HANS & MARTIN KALTSCHMITT (Hrsg.) (2001): Bereitstellungskonzepte. In: Kaltschnitt, M.; Hartmann, H. (Hrsg.): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken, Verfahren. S. 123-145. Berlin.
- HARTMANN, HANS & URSULA MADEKER (1997): Der Handel mit biogenen Festbrennstoffen. Anbieter, Absatzmengen, Qualität, Service, Preise. Freising.
- HARTMANN, HANS & B. MAYER (1997): Rekultivierung von Kurzumtriebsplantagen. In: Landtechnik. 52 1/97. S. 26-27.
- HARTMANN, HANS & KLAUS THUNEKE (1997): Ernteverfahren für Kurzumtriebsplantagen. Maschinenerprobung und Modellbetrachtungen. Freising.
- HEMME-SEIFERT, KATJA (2003): Regional differenzierte Modellanalyse zur Erzeugung von Biomasse zur energetischen Nutzung in Deutschland. Braunschweig.
- HOFMANN, MARTIN (1998): Bewirtschaftung schnellwachsender Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen im Kurzumtrieb. Merkblatt 11. Hannoversch Münden.
- HOFMANN, MARTIN (2004): Ergebnisse und Erfahrungen mit schnellwachsenden Baumarten. In: Institut für Agrartechnik Bornim (Hrsg.): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Potential, Anbau, Technologie, Ökologie und Ökonomie. Bornimer Agrartechnische Berichte. Heft 35. S. 33-40. Potsdam-Bornim.
- INSTITUT FÜR AGRARTECHNIK BORNIM (HRSG.) (2004): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Potential, Anbau, Technologie, Ökologie und Ökonomie. Bornimer Agrartechnische Berichte. Heft 35. Potsdam-Bornim.
- JUG, ANGELA (1997): Standortkundliche Untersuchungen auf Schnellwuchsplantagen unter besonderer Berücksichtigung des Stickstoffhaushalts. München.
- KAUTER, DIRK; IRIS LEWANDOWSKI & WILHELM CLAUPEIN (2001): Pappeln in Kurzumtriebswirtschaft: Eigenschaften und Qualitätsmanagement bei der Festbrennstoffbereitstellung – Ein Überblick. In: Pflanzenbauwissenschaften. 5 (2). S. 64-74.
- KIRSCHBAUM, HANS.-GEORG (1998): Lagerung von Holzhackschnitzeln für eine energiewirtschaftliche Nutzung. In: Innovations- und Bildungszentrum Hohen Luckow e.V. (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe – Erzeugung und wirtschaftliche Verwertung. S. 159-170. Hohen Luckow.
- KÜPPERS, JOHANNES G. (1999): Ökonomische Betrachtung von Pappel-Kurzumtriebsflächen. In: Schütte, A. (Hrsg.): Modellvorhaben

- „Schnellwachsende Baumarten“. Zusammenfassender Abschlußbericht. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“ Bd. 13. S. 433-454. Münster.
- KÜPPERS, J.G.; J SCHWEINLE; C THOROE & H.-J WIPPERMANN (1997): Betriebswirtschaftliche und ertetechnische Begleitforschung zum Anbau schnellwachsender Baumarten auf Landwirtschaftlichen Flächen. Hamburg.
- LEIBLE ET AL. (2003): Energie aus Biogenen Rest- und Abfallstoffen. Bereitstellung und energetische Nutzung organischer Rest- und Abfallstoffe sowie Nebenprodukte als Einkommensalternative für die Land- und Forstwirtschaft – Möglichkeiten, Chancen, Ziele. Karlsruhe.
- LEWANDOWSKI, IRIS (2001): Energiepflanzenproduktion. In: Kaltschmitt, M.; Hartmann, H. (Hrsg): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken, Verfahren. S. 57-93. Berlin.
- MARUTZKY, RAINER & KLAUS SEEGER (1999): Energie aus Holz und anderer Biomasse. Grundlagen, Technik, Entsorgung, Recht. Leinfelden-Echterdingen.
- NEUMEISTER, CARSTEN (2004): Interview mit Carsten Neumeister, Firma Agrobränle, Ketzerbachtal, aufgezeichnet am 02.07.2004.
- PAPPELKOMMISSION DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (HRSG.) (1992): Bericht über Aktivitäten in Bezug auf den Anbau, die Nutzung und die Verwendung von Pappeln und Weiden in der Bundesrepublik Deutschland. Bonn.
- PALLAST, GREGOR (2004): Anbaubedingungen und Wirtschaftlichkeit forstlicher Schnellwuchsplantagen. Unveröffentlicht.
- RATHKE, GISELA-WILHELMINE & WULF DIEPENBROCK (2003): Biogene Energieträger – eine Übersicht. In: Pflanzenbauwissenschaften 7 (1). S. 39-47.
- SCHIRMER, RANDOLF (1996): Aspekte der Pflanzenzüchtung schnellwachsender Bauarten für Energiewälder. In: Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft (Hrsg.): Schnellwachsende Baumarten, ihr Anbau und ihre Verwertung. Beiträge eines Fachgesprächs. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft. Nr. 8. S. 6-18. Freising.
- SCHIRMER, RANDOLF (2004): Interview mit Forstoberrat Randolf Schirmer, Bayerische Landesanstalt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht, Teisendorf, aufgezeichnet am 26.03.2004.
- SCHOLZ, VOLKHART (1999): Umwelt- und technologiegerechter Anbau von Energiepflanzen. Potsdam-Bornim.
- SCHULZKE, ROLF; OTTO LANGE, & HORST WEISGERBER (1990): Pappelanbau. Bonn.
- STÜBIG, DIRK (2000): Verfahren zur Nutzung von Knick- und Schwachholz für dezentrale Heizwerke. Kiel.
- VETTER, ARMIN (2004): Bereitstellungsketten und Kosten land- und forstwirtschaftlicher Biomassen zur Produktion von BTL-Kraftstoffen. <http://fir->

server.de/cms35/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/btl2004/Vetter.pdf
[Stand 17.08.2005]

WAGNER KLAUS & STEFAN WITTKOPF (2000): Der Energieholzmarkt in Bayern.
Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft Nr.
26. Freising.

WOLF, HEINO (2004): Interview mit Dr. Heino Wolf, Referatsleiter des Referats
Forstgenetik im Landesforstpräsidium Sachsen, Graupa, aufgezeichnet am
30.04.2004.