

Institut für Betriebswirtschaft
Institut für Ländliche Räume
Institut für Forstgenetik
Institut für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft
Institut für Waldökologie und Waldinventuren
Institut für Agrarrelevante Klimaforschung



Kurzumtriebsplantagen aus ökologischer und ökonomischer Sicht

**Kathrin Strohm, Jörg Schweinle, Mirko Liesebach,
Bernhard Osterburg, Anne Rödl, Sarah Baum, Hiltrud Nieberg,
Andreas Bolte, Katja Walter**

Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie

06/2012

Alle erwähnten Autoren arbeiten als wissenschaftliche MitarbeiterInnen an unterschiedlichen Instituten des Johann Heinrich von Thünen-Instituts.

Kathrin Strohm und Hiltrud Nieberg arbeiten im Institut für Betriebswirtschaft, Jörg Schweinle und Anne Rödl im Institut für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft, Mirko Liesebach im Institut für Forstgenetik, Sarah Baum und Andreas Bolte im Institut für Waldökologie und Waldinventuren, Bernhard Osterburg im Institut für Ländliche Räume und Katja Walter im Institut für Agrarrelevante Klimaforschung.

Adresse: Institut für Betriebswirtschaft

 Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI),
 Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei

 Bundesallee 50

 38116 Braunschweig

Telefon: +49 531 596-5508

E-Mail: kathrin.strohm@vti.bund.de

Die *Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie* stellen vorläufige, nur eingeschränkt begutachtete Berichte über Arbeiten aus dem Institut für Betriebswirtschaft, dem Institut für Ländliche Räume und dem Institut für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik des Johann Heinrich von Thünen-Instituts dar. Die in den Arbeitsberichten aus der vTI-Agrarökonomie geäußerten Meinungen spiegeln nicht notwendigerweise die der Institute wider. Kommentare sind erwünscht und sollten direkt an die Autoren gerichtet werden.

Zusammenfassung

Die deutsche Fläche an Kurzumtriebsplantagen (KUP) ist in den letzten drei Jahren überproportional stark angestiegen, und für 2011 geht die FNR von über 4.000 ha kommerziell genutzten Plantagen aus. Die größten KUP-Flächen befinden sich in Brandenburg (~ 1.600 ha), Niedersachsen (~ 700 ha) und Bayern (~ 480 ha). Die dynamische Entwicklung der letzten Jahre ist unter anderem auf das Engagement großer Energieversorgungsunternehmen zurückzuführen, die die Versorgung ihrer Biomasseheizkraftwerke nachhaltig und langfristig zu sichern versuchen.

Trotz der positiven Entwicklung bleibt die Flächenentwicklung hinter den Erwartungen und Wünschen seitens der Politik zurück. Vor diesem Hintergrund ist es Ziel dieses Beitrags, den aktuellen Stand der Erkenntnisse zu den ökologischen und ökonomischen Effekten des KUP-Anbaus zusammenzustellen. Dabei wird auch die Frage der Förderung thematisiert.

In deutschen Zuchtprogrammen werden derzeit Pappeln, Weiden und Robinien bearbeitet, um die Versorgung mit geeignetem Vermehrungsgut auf eine breitere Basis zu stellen. Die Verwendungsmöglichkeiten für Holz von KUP werden von der Baumart und der gewählten Rotationszeit bestimmt. Weide und Holz aus kurzen Rotationszeiten von zwei bis drei Jahren werden in der Regel energetisch genutzt.

Für die Böden unter KUP werden die gegenüber ackerbaulicher Nutzung extensivierte Bodenbearbeitung und Kulturpflege als vorteilhaft angesehen. Dieses trägt auch zu einer höheren Pflanzenvielfalt bei. Auf artenreichen Offenlandflächen, vor allem Grünland, kann die Etablierung von KUP aus Biodiversitätsgesichtspunkten jedoch eine ungünstige Änderung des Artenspektrums hervorrufen sowie mit einem Verlust an Bodenkohlenstoff einhergehen. Da sich die Artenzusammensetzung im Laufe der Zeit verschiebt, empfiehlt sich die Anlage mehrerer kleinerer anstatt einer großen KUP, die Pflanzung verschiedener Baumarten und Klone bzw. Sorten sowie eine Bewirtschaftung in unterschiedlichen Rotationszyklen innerhalb einer Gegend. Durch diese Maßnahmen wird die Strukturvielfalt erhöht, und es stehen Habitate für Tier- und Pflanzenarten mit unterschiedlichen Ansprüchen zur Verfügung.

Die jährlichen Gesamtverdunstungswerte von KUP liegen durchschnittlich bei 90 % der Jahresniederschläge. Bei langjährig konstantem Wassergehalt des Bodens und des Bestandes stünden somit im Durchschnitt die restlichen 10 % für Abfluss und Grundwasserneubildung zur Verfügung. In Regionen mit zeitweisem Wassermangel sind KUP mit geringen Umtriebszeiten bzw. KUP mit geringerer Pflanzdichte am vorteilhaftesten. Studien belegen, dass das Sickerwasser unter KUP gegenüber ackerbaulicher Nutzung deutlich verminderte Nitratgehalte und eine geringere Nährstoffauswaschung aufweist.

Gegenüber der Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern spart die Stromerzeugung aus Kurzumtriebsholz zwischen 92 und 95 % der Treibhausgasemissionen ein, wohingegen die Stromerzeugung aus Silomais-Biogas nur zwischen 54 und 81 % einspart.

Die betriebswirtschaftliche Analyse erfolgte für drei Standorte, wobei unterschiedliche Kosten- und Erlösniveaus kombiniert wurden. Die Gewinndifferenzen zwischen KUP und Ackerbau schwanken zwischen +417 € und -971 €. Mehr als 70 % aller Ergebnisse liegen jedoch in einem Korridor zwischen -500 und +100 €/ha*a. In nur 22 % der Konstellationen erzielt KUP einen höheren Gewinn als die Ackerfruchtfolgen. Zudem sind Verschiebungen zwischen den Standorten erkennbar. Auf dem schwachen Standort liegen 56 % der Fälle zwischen -200 und +100 €/ha*a. Bei dem mittleren Standort ist die Verteilung generell etwas gleichmäßiger aber in der Tendenz mehr in den negativen Bereich verschoben. Auf dem guten Standort werden in der Landwirtschaft hohe Gewinne eingefahren, und Kurzumtriebsplantagen sind noch weniger rentabel.

Während sich für einen Teil der Betriebe die Anlage von KUP schon heute lohnt, wäre für einen Großteil der Betriebe die Etablierung von KUP nur dann rentabel, wenn sie gefördert würde. Daher wurden abschließend verschiedene Fördermöglichkeiten diskutiert.

JEL: Q12, Q15, Q18

Schlüsselwörter: Kurzumtriebsplantage (KUP), Deutschland, Umweltwirkungen, betriebswirtschaftliche Analyse, Förderinstrumente

Summary

During the last three years, the German area of short rotation coppice (SRC) has increased strongly. The FNR (Agency for Renewable Resources) expects that in 2011 the commercially used plantations exceed 4,000 ha. The largest SRC areas are found in Brandenburg (~ 1,600 ha), Lower Saxony (~ 700 ha) and Bavaria (~ 480 ha). Among other things, the dynamic development of the last years goes back to the involvement of large energy providers that want to secure the supply of their biomass heating power plants.

Despite the positive development, the SRC area development falls short of expectations and wishes of politicians. Against this background, this contribution aims at compiling current findings regarding ecologic and economic aspects of SRC. Further, the question of government support is being discussed.

German breeding programmes deal with poplar, willow and black locust in order to broaden the basis of the planting material supply. The possible uses of wood from SRC plantations are determined by the species and the rotation cycle. Willow and wood from SRCs managed in rotation periods of two to three years are normally used energetically.

The soils under SRC plantations profit from the extensive soil cultivation and reduced plant protection as compared to the agronomic use. This also contributes to higher plant diversity. However, on species rich open areas, in particular grassland, the establishment of SRC can change the species spectrum negatively from the perspective of biodiversity as well as reduce the soil carbon content. Since the species composition changes over time, it is advisable to establish several small instead of one large SRC, to plant different tree species and varieties, respectively, and to manage the plantation in different rotation cycles. These measures increase the structural diversity and habitats for animals and plants with different requirements develop.

The yearly total evaporation of SRC is on average 90 % of the yearly precipitation. Given a constant water content of the soil and the plantation, on average the remaining 10 % is available for outflow and groundwater renewal. In regions with partial water shortage SRC with short rotation cycles or plantations with low plant density per hectare are advisable. Studies confirm that leakage water under SRC has lower nitrate contents and lower nutrient eluviation as compared to the agronomic use.

Opposite to the energy production from fossil resources, the energy production from SRC wood saves between 92 and 95 % of greenhouse gas emissions, while the energy production from silage corn saves only between 54 and 81 %.

The economic analysis was conducted for three locations, while different cost and revenue levels were combined. The profit differences between SRC and crop production vary between +417 € and -971 €. More than 70 % of all results however lie between -500 and +100 €/ha*a. In only 22 % of the combinations SRC generates a higher profit than the crop rotations. Further, differences among the locations can be detected. On the light soils 56 % of the cases fall into the category between -200 and +100 €/ha*a. In the middle location, the distribution is in general more even but somewhat shifted towards the negative. On the good soils the crop production generates high profits and thus SRC is even less profitable.

A yearly subsidy of 110 €/ha or a one-time investment support of 1,294 €/ha would cover 40-57 % of the establishment costs and would suffice in 15 % of the cases to make SRC equal to crop production. However, in the case of low agricultural prices and low SRC establishment costs, such a subsidy may generate clear deadweight loss effects.

While for some farms the establishment of SRC is profitable, for the majority of farms it would make economic sense only if there was a subsidy for it. Therefore, at the end of the report different funding instruments are discussed.

JEL: Q12, Q15, Q18

Keywords: short rotation coppice (SRC), Germany, environmental effects, economic analysis, funding instrument

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung/Summary	i
1 Einleitung	1
2 Kurzumtriebsplantagen in Deutschland	3
2.1 Entwicklung und Umfang schnell wachsender Hölzer auf landwirtschaftlichen Flächen	3
2.2 Vermehrungsgut für die Anlage von KUP	5
2.3 Verwendung von Holz aus KUP	9
3 Umweltwirkungen von KUP	11
3.1 Bodenschutz	11
3.2 Wasserhaushalt und Gewässerschutz	12
3.3 Klimaschutz	15
3.4 Biodiversität	17
3.5 Besonderheiten des streifenförmigen Anbaus von KUP	19
3.6 Fazit	20
4 Betriebswirtschaftliche Analyse von KUP	21
4.1 Stand der Forschung	21
4.2 Analyse der Rentabilität des KUP-Anbaus	22
4.3 Relative Vorzüglichkeit des KUP-Anbaus im Vergleich zu Ackerfruchtfolgen	29
4.3.1 Wirtschaftlichkeit ausgewählter Ackerfruchtfolgen	29
4.3.2 Wirtschaftlicher Vergleich: KUP versus Ackerfruchtfolgen	33
4.4 Beurteilung spezieller KUP-Anbausysteme	35
4.5 Gründe für den verhaltenen Anbau von KUP	36
5 Förderung von KUP in Deutschland	39
5.1 Bisherige Förderinstrumente und deren Akzeptanz	39
5.2 Alternative weitere Fördermöglichkeiten	41
Literaturverzeichnis	47
Anhang	A1-A20

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 3.1:	Gegenüberstellung von Jahresniederschlägen und Evapotranspiration bzw. Gesamtverdunstung	14
Abbildung 4.1:	Entwicklung der Waldhackschnitzelpreise im Zeitraum 2008 bis 2011	26
Abbildung 4.2:	Jährliche Gewinnbeiträge von Kurzumtriebsplantagen in Abhängigkeit des Zinssatzes, Variante mittleres Preis- und Kostenniveau	28
Abbildung 4.3:	Erzeugerpreise für Brotweizen im Zeitverlauf in Deutschland und Szenario Annahmen	30
Abbildung 4.4:	Verteilung der Differenz der Annuitäten zwischen KUP und Ackerbau in Abhängigkeit des Standortes	33
Abbildung 4.5:	Differenz der Annuitäten zwischen KUP und Ackerbau in Abhängigkeit von Standortqualität und Erlösen für Ackerfrüchte und Hackschnitzel	34

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 2.1:	Entwicklung des Anbaus NR und Agrarholz in Deutschland (ha)	4
Tabelle 2.2:	Zusammenstellung des nach FoVG zugelassenen Ausgangsmaterials (Erntebestände und Samenplantagen)	5
Tabelle 2.3:	Zusammenstellung der Mutterquartiere (MQ) bei Pappeln	7
Tabelle 2.4:	Zusammenstellung der beim Gemeinschaftlichen Sortenamt mit Sortenschutz gelisteten Weiden	8
Tabelle 3.1:	Vergleich von Ertrag, Energieeffizienz und Treibhausgasemissionen (THG) der Stromproduktion aus KUP-Hackschnitzeln und Biogas aus Silomais sowie der THG-Einsparungen gegenüber Strom aus fossilen Quellen	17
Tabelle 4.1:	Charakterisierung der Standorte	22
Tabelle 4.2:	Kosten, Erträge und Produktpreise des Energieholzanbaus	24
Tabelle 4.3:	Jährliche Gewinnbeiträge (Annuitäten) von Kurzumtriebsplantagen in € pro Hektar und Jahr (ohne Betriebsprämie)	27
Tabelle 4.4:	Preisniveaus für landwirtschaftliche Kulturen in € je Tonne	31
Tabelle 4.5:	Durchschnittliche Erträge, Teilkosten, Arbeitszeitbedarfe und Gewinnbeiträge der landwirtschaftlichen Fruchtfolgen in € pro Hektar und Jahr (ohne Betriebsprämie)	32
Tabelle 5.1:	Vergleich der Stromvergütung aus KUP nach EEG 2009 und EEG 2012	41
Tabelle 5.2:	Förderung als einmaliger Investitionszuschuss	43

1 Einleitung

Der „Nationale Biomasseaktionsplan für Deutschland“ und der „Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ verdeutlichen die Ziele der Bundesregierung zum effizienten und nachhaltigen Ausbau der Biomassenutzung. Bisher ungenutzte Biomassepotenziale sollen erschlossen werden, um die (heimische) Rohstoffbasis zur energetischen und stofflichen Nutzung zu sichern. Außerdem wird angestrebt, mögliche Nutzungskonflikte zu reduzieren (BMELV, 2009; BMELV und BMU, 2009).

In den letzten Jahren ist der Anbau nachwachsender Rohstoffe (NawaRo) in Deutschland stetig gestiegen und umfasst in 2012 insgesamt 2,5 Millionen ha. Im Portfolio möglicher Biomaseträger befinden sich auch Kurzumtriebsplantagen (KUP), die nachhaltig erzeugtes Holz liefern können. In 2012 werden in Deutschland auf schätzungsweise 6.500 ha Pflanzen für Festbrennstoffe angebaut. KUP haben daran einen Anteil von ca. 4.000 ha, während auf der restlichen Fläche hauptsächlich Miscanthus steht (FNR, 2012). Aufgrund des im Verhältnis zu anderen NawaRo geringen KUP-Anbaus sehen die oben erwähnten Aktionspläne Maßnahmen vor, um die Anlage von KUP zu erleichtern, Fördermöglichkeiten verstärkt zu nutzen und Forschung und Entwicklung zu fördern.

Vor diesem Hintergrund wurde das Thünen-Institut vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Referate 525, 524 und 531) gebeten, einen Überblick über die ökologischen und ökonomischen Effekte des KUP-Anbaus zu geben und Möglichkeiten der Förderung aufzuzeigen. Der vorliegende Arbeitsbericht geht auf die Stellungnahme vom August 2011 zurück und stellt einen Zwischenstand zu ökologischen und ökonomischen Aspekten von KUP dar.¹

Kapitel 2 liefert zunächst einen Überblick über den Umfang des KUP-Anbaus in Deutschland und das dazu verwendete Vermehrungsgut.

In Kapitel 3 beleuchten die Institute für Waldökologie und Waldinventuren, Forstgenetik, Agrarrelevante Klimaforschung und Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft die Umweltwirkungen von KUP auf die Umweltmedien Boden, Wasser, Klima und Biodiversität.

Kapitel 4 geht auf Arbeiten der Institute für Betriebswirtschaft und Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft zurück. Dabei wird unter anderem die „Relative Vorzüglichkeit“ des KUP-Anbaus im Vergleich zu Ackerfruchtfolgen auf eine aktuelle Berechnungsgrundlage gestellt und die Höhe einer möglichen Förderprämie (Kapitel 5) abgeleitet.

¹ Der Bericht erscheint in der Reihe Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie. Jedoch haben an diesem Bericht insgesamt sechs Thünen-Institute aus den Bereichen Agrar und Forst mitgewirkt. Die Bandbreite der beteiligten Thünen-Institute ermöglicht somit eine vielfältige Sichtweise auf das System KUP.

Auch in Zukunft werden die an diesem Arbeitsbericht beteiligten Thünen-Institute das Thema Kurzumtriebsplantagen in Deutschland kritisch begleiten. Im Rahmen des strategischen Konzeptes des Thünen-Instituts wird in den nächsten Jahren das Fokusthema „Züchtung und Anbau schnellwachsender Baumarten“ bearbeitet werden.

2 Kurzumtriebsplantagen in Deutschland

2.1 Entwicklung und Umfang schnell wachsender Hölzer auf landwirtschaftlichen Flächen

Die Bewirtschaftung von Gehölzen in kurzen Umtrieben ist keine Erfindung der letzten Jahrzehnte. Zur Gewinnung von Brennholz und Holzkohle wurden bereits in der Bronzezeit Wälder im Stockausschlagbetrieb als sog. Niederwälder bewirtschaftet. Die Umtriebszeit in der Betriebsart Niederwald lag zwischen 20 und 40 Jahren (DENGLE, 1944). Charakteristisch für Niederwälder ist, dass mit dem vorhandenen Baumbestand gewirtschaftet wird. Entscheidende Unterschiede zwischen der Betriebsart Niederwald und Kurzumtriebsplantagen (KUP) sind: (1) KUP werden auf landwirtschaftlichen Flächen angepflanzt, (2) zumindest in der Phase der Etablierung kann Pflanzenschutz erforderlich werden, (3) zum Anbau kommt gezüchtetes Vermehrungsgut, das sich durch gute Wachstumsleistung auszeichnet, (4) die Umtriebs-/Rotationszeit in einer KUP ist deutlich kürzer als bei einer Niederwaldbewirtschaftung, (5) es finden nur Baumarten mit schnellem Jugendwachstum Verwendung.

Die hohen Ertragsleistungen schnellwachsender Baumarten wie Pappel, Weide, Robinie, etc. sowie ihre Fähigkeit zum Stockausschlag, die es ermöglicht in kurzen Zeiträumen vergleichsweise große Mengen Holz zu ernten, fanden in Deutschland erstmals unter dem Eindruck der ersten Ölkrise Mitte der 1970er-Jahre größere Beachtung. Die hohen Wachstumsleistungen vor allem von Wildhybriden aus amerikanischen und europäischen Pappelarten sind hingegen schon im 18. Jahrhundert bekannt gewesen. Diese Wildhybride sind im späten 18. und frühen 19. Jahrhundert erstmals in Pappelplantagen gezielt angebaut worden (DICKMANN, 2006). DICKMANN (2006) führt weiter aus, dass zu Beginn des 20. Jahrhunderts mit ersten gezielten Kreuzungen von Pappeln begonnen und Mitte der 1930er-Jahre das erste ausschließlich mit Pappelzüchtung beauftragte Forschungsinstitut in Italien gegründet wurde. Wo die ersten Ansätze für unsere heutigen Kurzumtriebsplantagen liegen, die durch kurze, nur wenige Jahre umfassende Ernteintervalle gekennzeichnet sind, ist nicht eindeutig belegt. DICKMANN (2006) sieht die Anfänge hierfür in den 1960er-Jahren in den USA.

Nachdem in Deutschland nach den Ölkrisen in unterschiedlichen Forschungsprojekten erste Versuchsflächen angelegt wurden und dort erste grundlegende Erfahrungen mit Kurzumtriebsplantagen gemacht werden konnten, waren Kurzumtriebsplantagen erst wieder zu Beginn der 1990er-Jahre Gegenstand wissenschaftlicher Projekte. Im Modellvorhaben „Schnellwachsende Baumarten“ wurde untersucht, ob Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Stilllegungsflächen eine alternative Einkommensquelle für Landwirte sein können (SCHÜTTE, 1999). Mit der verbindlichen Definition von Klimazielen, die dadurch begründete Förderung erneuerbarer Energien sowie durch BMELV und BMBF geförderte umsetzungsorientierte Forschungsprojekte, scheint der Anbau von schnell-

wachsenden Bäumen heute erstmals größere Beachtung in der landwirtschaftlichen Praxis zu finden.

Vorläufige Informationen der FNR für das Jahr 2012 gehen von schätzungsweise 6.500 ha Pflanzen für Festbrennstoffe aus. Eine Mehrheit von über 4.000 ha entfällt auf kommerziell genutzte Kurzumtriebsplantagen. Das ist im Vergleich zu nachwachsenden Rohstoffen zur Biokraftstoffherstellung, Erzeugung von Biogas oder stofflichen Verwertung in der Industrie eine eher kleine Fläche. Gleichwohl ist in den letzten Jahren die Fläche überproportional stark angestiegen. In 2008 betrug die mit Agrarholz und Miscanthus angebaute Fläche lediglich 2.500 ha (vgl. Tabelle 2.1). In 2011 befanden sich die größten Agrarholz-Flächen in Brandenburg (~ 1.600 ha), Niedersachsen (~ 700 ha) und Bayern (~ 480 ha).

Tabelle 2.1: Entwicklung des Anbaus NR und Agrarholz in Deutschland (ha)

Rohstoff	2008	2009	2010	2011	2012**
Pflanzen für Biokraftstoffe	1.102.000	1.168.000	1.180.000	1.150.000	1.156.000
Pflanzen für Biogas	500.000	530.000	650.000	900.000	962.000
Industriepflanzen	304.000	294.000	317.000	311.500	401.500
Pflanzen für Festbrennstoffe*	2.500	4.120	5.250	6.000	6.500
davon Agrarholz, in:	1.220	2.300	3.140		
Brandenburg	250	700	1.247		
Niedersachsen	250	485	500		
Bayern	136	189	276		
Hessen	59	199	211		
davon Miscanthus	1.280	1.820	2.110		
Gesamtanbaufläche NR	1.908.500	1.996.120	2.152.250	2.367.500	2.526.000

* FNR nach Invekos und zzgl. Schätzungen der Länder für nicht prämienberechtigte Flächen; ** vorläufige Schätzung
Quelle: FNR 2011 und 2012.

In 2008 war das Verhältnis zwischen KUP und Miscanthus mit ca. 50 % relativ ausgewogen. Die Entwicklung der KUP-Flächen erfolgte dynamischer als bei Miscanthus, so dass sich seit 2010 der KUP-Anteil in Richtung 2/3 erhöhte.

Die dynamische Entwicklung der letzten Jahre ist unter anderem auf das Engagement großer Energieversorgungsunternehmen wie Vattenfall² und RWE zurückzuführen, die in Zusammenarbeit mit Grundbesitzern und Landwirten vermehrt Kurzumtriebsplantagen anlegen, um die Versorgung ihrer Biomasseheizkraftwerke nachhaltig und langfristig zu sichern.

² Vgl.: <http://www.vattenfall.de/de/herkunft-der-biomasse.htm>; <http://www.energy-crops.de/>

In 2010 wurde geklärt, dass KUP-Flächen Agrarflächen sind und in diesem Zusammenhang auch eine Beihilfefähigkeit für Direktzahlungen im Rahmen der gemeinsamen Agrarpolitik besteht. Wegen der Kürze der Zeit, sind die Auswirkungen dieser Änderung in der Flächenentwicklung vermutlich noch nicht bemerkbar. Für die Zukunft gehen Experten von einem weiterhin positiven Trend aus.

2.2 Vermehrungsgut für die Anlage von KUP

Für die Anlage von KUP gelten die Vorschriften des Forstvermehrungsgutgesetzes FoVG (ANONYMUS, 2002) und der zugehörigen Durchführungsverordnungen. Das FoVG stellt die rechtliche Grundlage für die Erzeugung, das Inverkehrbringen sowie die Ein- und Ausfuhr von forstlichem Vermehrungsgut dar und gewährleistet einen festgelegten Qualitätsstandard des eingesetzten Pflanzmaterials. Aus der Begründung zum FoVG geht hervor, dass der Begriff „forstlicher Zweck“ auch die KUP und Schnellwuchsplantagen umfasst, weil auch bei dieser Nutzungsform die Verwendung von geeignetem Vermehrungsgut von hoher Bedeutung für die Biomasseerzeugung und den Naturhaushalt ist. Das FoVG gilt für die in der Anlage zu § 2 Nr. 1 gelisteten 47 Baumarten/Taxa. Darunter sind auch Pappeln (*Populus* sp.), Robinien (*Robinia pseudoacacia*), Birken (*Betula pendula*, *B. pubescens*), Erlen (*Alnus glutinosa*, *A. incana*) und Eschen (*Fraxinus excelsior*), die in der Liste der für den Kurzumtrieb (U= max. 20 Jahre) geeigneten Arten zur Gewährung der Betriebsprämie (Verordnung (EG) 1120/2009) aufgeführt sind.

Das FoVG regelt die Erzeugung von Vermehrungsgut und dessen Vertrieb, nicht jedoch die Verwendung. Die Zulassung von Ernteeinheiten richtet sich nach der wirtschaftlichen Bedeutung der einzelnen Baumarten, welche sich an den Waldbauprogrammen orientiert. Dies spiegelt sich auch in der Anzahl und Flächen der nach dem FoVG zugelassenen Ernteeinheiten (Beständen und Samenplantagen) der für KUP interessanten Arten wider (Tabelle 2.2).

Tabelle 2.2: Zusammenstellung des nach FoVG zugelassenen Ausgangsmaterials (Erntebestände und Samenplantagen), 2008

Kategorie	Ausgewählt Bestände		Qualifiziert Samenplantagen		Geprüft Bestände		Geprüft Samenplantagen	
	Anzahl	Fläche [ha]	Anzahl	Fläche [ha]	Anzahl	Fläche [ha]	Anzahl	Fläche [ha]
Baumart								
<i>Fraxinus excelsior</i> (Esche)	1.162	2.769	9	19				
<i>Alnus glutinosa</i> (Schwarz-Erle)	484	1.400	17	28	5	14	5	15
<i>Robinia pseudoacacia</i> (Robinie)	443	774	1	1				
<i>Betula pendula</i> (Sand-Birke)	96	183	1	0,1				
<i>Betula pubescens</i> (Moor-Birke)	19	44	1	2				
<i>Alnus incana</i> (Grau-Erle)	6	4	2	1				
<i>Populus</i> sp. (Pappel)	6	7						

Quelle: BLE. Stand: 01.05.2008.

Die Pappeln nehmen hierbei eine Sonderstellung ein. Unter Pappeln werden im allgemeinen Sprachgebrauch häufig nur die der Sektionen *Aigeiros* (Schwarzpappeln) und *Tacamahaca* (Balsampappeln) verstanden, die sich vegetativ vermehren lassen. Während die Pappeln der Sektion *Populus* (Weiß- und Zitterpappeln) überwiegend als Aspen bezeichnet werden, die nicht oder nur schwer vegetativ vermehrt werden können.

Die vegetative Vermehrung der Pappel darf in Deutschland nur erfolgen, wenn die jeweiligen Pappelklone als Vermehrungsgut der Kategorie „Geprüft“ zugelassen und die Mutterquartiere angemeldet sind. Daher sind kaum Erntebestände der Pappel ausgewiesen. Hier sind die Regelungen in Deutschland strenger als in anderen Mitgliedstaaten. Für Pappeln existiert ein zentrales (Zulassungs-)Register, das bislang vom Regierungspräsidium Kassel geführt wurde und kürzlich an die BLE übergegangen ist. Die BLE hatte bereits 2008 eine Zusammenstellung der zugelassenen Klone und Klonmischungen der Pappeln herausgegeben. Darin sind die in Deutschland zugelassenen Klone der Pappel aufgelistet. Außerdem sind die in anderen Mitgliedstaaten zugelassenen Klone aufgelistet, soweit von denen Mutterquartiere in Deutschland bestanden.

Die Auflistung der nicht ganz geringen Anzahl von Klonen darf nicht mit der Verfügbarkeit am Markt gleichgesetzt werden. So sind einige Klone oder Klonmischungen nie auf dem Markt gehandelt worden, weil sich die Klone nicht vermehren ließen. Durch fehlende Absatzmöglichkeiten sind viele Baumschulen, die früher Pappeln vermehrt und vertrieben haben, nicht mehr existent oder haben ihre Mutterquartiere aufgegeben.

Im Jahr 2008 führte der Staatsbetrieb Sachsenforst (SBS) eine Umfrage durch, in der die Mutterquartiere mit Pappeln erfasst wurden. Die Umfrage ergab, dass in neun Bundesländern (BW, BY, BB, HE, MV, NI, NW, RP, SN) Mutterquartiere mit zusammen 36 Pappelklonen existieren. Im Februar 2012 veröffentlichte die BLE eine Liste der Pappelmuttermutterquartiere, in der jedoch die Mutterquartiere in Sachsen nicht enthalten sind. Auf der Grundlage der BLE-Liste sind in der Tabelle 2.3 die Klone mit der Anzahl an Mutterquartieren zusammengestellt. Für Sachsen ist in der Tabelle die Anzahl der Mutterquartiere aus einer Erfassung vom Jahr 2008 enthalten. Danach gibt es in Deutschland 447 Mutterquartiere mit zusammen 70 Pappelklonen. Hierbei handelt es sich überwiegend um Klone, die bereits längere Zeit am Markt sind. Diese Klone haben sich seinerzeit für die Bewirtschaftung im klassischen Anbau bewährt, ihre Eignung für den Kurzumtrieb ist jedoch nicht immer hinreichend bekannt.

Tabelle 2.3: Zusammenstellung der Mutterquartiere (MQ) bei Pappeln, 2012

Klon	Anzahl MQ	Anzahl Klone
Ahle (1, 2, 4, 5, 13, 16 und 17), Allenstein, Blanc du Poitou, Boelare, Brühl (1 - 8), Flachslanden, Ghoy, I 488, Koster, Lampertheim, Lingenfeld, Marilandica, Marquette, Matrix 11, Matrix 24, Münden (2, 6, 7, 11, 13, 16 und 20), Raspalje, Trichobel, Unal	1	38
Bietigheim, Büchig, Dorskamp, I 45/51, Isières, Löns syn. Loens, Ostia, Oxford, Rintheim, Scott-Pauley	2	10
Columbia River, Drömling, Kopecky, Matrix 49, Neupotz	3	5
Dolomiten, Heidemij	4	2
Beaupré, Fritz Pauley, Koltay, Pannonia, Rochester	5	5
Harff	7	1
J 214 Casale syn. I-214, Robusta	8	2
Jacometti 78 B	11	1
Androscoggin	40	1
Muhle Larsen	43	1
Hybride 275	45	1
Max 1, Max 4	57	2
Max 3	65	1

Quelle: BLE 2012 und SBS 2008. Stand: 29.02.2012.

Die meisten Mutterquartiere wurden mit den drei Maxklonen 1, 3, und 4 (jeweils 57 bzw. 65 Mutterquartiere) angelegt. Es folgen die Klone Hybride 275 und Muhle Larsen mit 45 bzw. 43 Mutterquartieren. Mit 40 Mutterquartieren ist der Klon Androscoggin aufgeführt. Alle weiteren haben elf oder weniger Einträge. Von dem Klon Beaupré, der durch Rostbefall nach mehreren Jahren auf Plantagen in Niedersachsen, Hessen und Mecklenburg-Vorpommern ausgefallen war, sind noch fünf Mutterquartiere gemeldet. Diese liegen in Bayern, Brandenburg und Sachsen, wo sich der Klon im kontinental geprägten Klimabereich resistenter verhalten mag.

Neben den bislang genannten Arten werden KUP auch mit Weiden (*Salix* sp.) angelegt. Im Gegensatz zur Pappel unterliegen Weiden nicht den Vorschriften des FoVG. Weiden stehen wie die zuvor behandelten Arten auf der Liste der Arten, deren Flächen für die Betriebsprämie bei einer Bewirtschaftung im Kurzumtrieb aktiviert werden können. Da Weiden weder dem FoVG unterliegen noch in der Liste des landwirtschaftlichen Saatgutverkehrsgesetzes aufgeführt sind, dürfen sie unter der Voraussetzung, dass kein privatrechtlicher Sortenschutz vorliegt, frei vermehrt und in Verkehr gebracht werden (MARX, 2010).

In der Datenbank des Gemeinschaftlichen Sortenamts in Anger stehen 51 Weiden; davon haben 37 Sortenschutz, vier sind in Prüfung und bei zehn Sorten ist der Schutz erloschen (Tabelle 2.4). Von den elf in der Tabelle genannten Taxa sind nur unter den Taxa *Salix*, *S. viminalis* und *S. ×dasyclados* Sorten für den Kurzumtrieb. Die unter den anderen Taxa genannten Sorten sind Sorten, die im Gartenbau Verwendung finden.

Tabelle 2.4: Zusammenstellung der beim Gemeinschaftlichen Sortenamt mit Sortenschutz gelisteten Weiden

Art / Taxa	Status		
	Sortenschutz	in Prüfung	erloschen
Salix alba		Express	
Salix aurita			Vidi
Salix burjatica × S. viminalis	Nora		
Salix caprea	Snowstar		Gold Leaf
Salix integra	Flamingo		
Salix	Ashton Parfitt, Ashton Stott, Beagle, Björn, Dimitrios, Linnéa, Roth, Discovery, Drago, Helga, Jorr, Jorunn, Karin, Klara, Levante, Lisa, Loden, Nimrod, Olof, Orm, Quest, Rapp, Resolution, Stina, Sven, Sw Inger, Sw Sherwood, Terra Nova, Tora, Torhild, Ulv	Chiltern, Roth, Cotswold	Asgerd, Aud, Halla, Herdis, Ivar, Thyre, Valborg
Salix matsudana			Tarkabarka
Salix repens	Armando		
Salix schwerinii × S. viminalis	Endeavour		
Salix viminalis	Tordis		
S. × dasyclados	Doris, Gudrun		

Quelle: CPVO, Aufruf: 13.05.2011.

Die Deckung der neu entstandenen Nachfrage mit Vermehrungsgut zur Anlage von Kurzumtriebsplantagen ist derzeit schwierig und führt dazu, dass auch Vermehrungsgut der Kategorie „Qualifiziert“ aus dem Ausland oder Klone unsicherer Identität angepflanzt werden.

Sowohl bei den Pappeln als auch bei Weiden werden bislang nur wenige Klone auf den Kurzumtriebsplantagen gepflanzt. So berichteten JANSEN et al. (2010), dass bei der Anlage von Kurzumtriebsplantagen überwiegend die Pappelklone Hybride 275, Max 1, 3 und 4, Muhle Larsen sowie Androscoggin verwendet werden. Die gleichen Pappelklone führte LANDGRAF (2010) an. Die Angaben, die auf Erfahrungen und Literatúrauswertungen basieren, stehen im Zusammenhang mit der Häufigkeit der Mutterquartiere (Tabelle 2.3).

Die zugelassenen Familieneltern zur Erzeugung von Nachkommenschaft der Zitter-Pappel 'Holsatia' haben 2011 erstmals geblüht, so dass voraussichtlich 2012 erstmals mit Pflanzen dieser Nachkommenschaft auf dem Markt gerechnet werden kann. Diese Nachkommenschaft erbringt auch auf ärmeren Standorten noch eine beachtliche Leistung.

In Zuchtprogrammen werden derzeit in Deutschland Pappeln, Weiden und Robinien bearbeitet, um die Versorgung mit geeignetem Vermehrungsgut auf eine breitere Basis zu stellen. Hierzu fördert das BMELV über die die FNR das Verbundvorhaben FastWOOD (JANSEN & WYPUKOL, 2009), bei dem kürzlich die zweite Förderperiode begonnen hat. Im Jahr 2010 sind die Pappelklone Matrix 11, Matrix 24 und Matrix 49 als Vermehrungsgut der Kategorie „Geprüft“ zugelassen worden. Sie sollen künftig unter dem Warenzeichen nwplus® der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt vermarktet werden, um vor

allem auch die Klonidentität zu garantieren (JANßEN et al., 2010; JANßEN et al., 2011). Erste Mutterquartiere zur Vorvermehrung wurden angelegt. Der Sachverständigenbeirat für geprüftes Vermehrungsgut hat einem Antrag des vTI-Instituts für Forstgenetik auf Zulassung von Familieneltern als Ausgangsmaterial zur Erzeugung von forstlichem Vermehrungsgut der Kategorie „Geprüft“ zugestimmt. Zu Beginn des Jahres 2012 wurde daraufhin bei der zuständigen Landesbehörde der formale Antrag zur Erzeugung von zwei Hybridaspen - Nachkommenschaften gestellt. Sobald die Zulassung vorliegt, werden die Familieneltern an Baumschulen abgegeben, die, wenn die Bäume im blühfähigen Alter sind, das Vermehrungsgut erzeugen.

Auch bei den Weiden ist das Spektrum der angebauten Sorten gering. Die meisten Weiden stammen von der Firma Lantmännen Agroenergi (2006), die derzeit 10 Sorten im Angebot hat.

2.3 Verwendung von Holz aus KUP

Die Verwendungsmöglichkeiten für Holz aus Kurzumtriebsplantagen werden von der Baumart und der gewählten Rotationszeit bestimmt. Während Weide wegen der üblichen kurzen Rotationszeiten von zwei bis drei Jahren sowie den für die stoffliche Nutzung ungünstigen Holzeigenschaften in der Regel energetisch genutzt wird, lassen sich Pappeln und Aspen sowohl stofflich als auch energetisch nutzen. Strebt man eine stoffliche Nutzung von Pappeln und Aspen an, sollte die Begründung der Plantage mit einer vergleichsweise geringen Stecklings- bzw. Pflanzenzahl von rund 5.000 St. je Hektar erfolgen, damit den Bäumen bei einer 8- bis 15-jährigen Rotationszeit ausreichend Wuchsraum zur Verfügung steht. Die Bäume erreichen bei Rotationszeiten von acht bis 15 Jahren Industrieholzdimension und können vorzugsweise in der Papier- und Zellstoffindustrie und in geringerem Umfang auch in der Holzwerkstoffindustrie verwendet werden. Sollen Pappeln und Aspen energetisch genutzt werden, sind Stecklings- bzw. Pflanzenzahlen von bis zu 10.000 je Hektar und Rotationszeiten von drei bis fünf Jahren vorteilhaft, da für die energetische Nutzung der Biomasseertrag möglichst hoch und gleichzeitig eine Ernte z. B. mit Feldhäckslern noch möglich sein sollte.

3 Umweltwirkungen von KUP

Kurzumtriebsplantagen mit Umtriebszeiten von zwei bis 20 Jahren sind im Vergleich zu einer meist über hundertjährigen forstlichen Bewirtschaftung von Hochwäldern eine Intensivkultur, aber im Vergleich zur Landwirtschaft eine extensivere Landnutzung. KUP zeigen eine gewisse Ähnlichkeit zu Niederwäldern, werden jedoch im Gegensatz zu diesen mit meist züchterisch behandeltem und genetisch eingengtem Material wie z.B. Klonen von Weiden oder Pappeln auf landwirtschaftlichen Flächen angelegt. KUP stellen somit ein eigenes Landschaftselement dar. Sie sind eine landwirtschaftliche Nutzungsform, die vergleichbar mit Weinbau, Obstplantagen usw. den langlebigen Sonderkulturen zuzuordnen sind (LIESEBACH, 2006). Die Etablierung von KUP auf landwirtschaftlich genutzter Fläche wird unter ökologischen Gesichtspunkten meist positiv beurteilt. Die mehrjährigen Kulturen gehen einher mit einer langen Bodenruhe und einem weitgehenden Entfallen von Pflegemaßnahmen (BUSCH & LAMERSDORF, 2010). Im Folgenden werden die Auswirkungen von KUP auf die Umwelt, insbesondere im Vergleich zur ackerbaulichen Nutzung, unter den Gesichtspunkten Bodenschutz, Grundwasserschutz, Biodiversität und Klimaschutz diskutiert. Abschließend werden die Besonderheiten des streifenförmigen Anbaus von KUP thematisiert.

3.1 Boden

Für die Böden unter KUP werden die gegenüber ackerbaulicher Nutzung extensivierte Bodenbearbeitung und Kulturpflege als vorteilhaft angesehen. Die positiven Bodenschutzaspekte bei der Anlage und Bewirtschaftung von KUP auf Ackerland umfassen im einzelnen (LFUG, 2006; BUSCH & LAMERSDORF, 2010):

- Der Düngemittelbedarf von KUP ist im Vergleich zum Ackerbau gering. Daher nimmt die Höhe und Frequenz der Düngergaben ab oder unterbleibt sogar vollständig durch Nährstoffrecycling über das Laub.
- KUP weisen häufig einen geschlossenen Stickstoff-Kreislauf auf. Sie binden atmosphärisch eingetragenen Stickstoff, führen aber in der Regel zu keiner N-Akkumulation und keinem unerwünschten Austrag von N-Verbindungen (Lachgas, Nitrat).
- Eine in der Regel chemische Unkrautbekämpfung ist nur in der Etablierungsphase notwendig; in KUP mit längeren Umtriebszeiten kommen lange Phasen ohne belastende Pflanzenschutzmaßnahmen vor.
- Die Stabilität der organischen Kohlenstoffverbindungen im Oberboden steigt und führt zusammen mit der geänderten Zersetzergemeinschaft zu einer sinkenden Abbaurate von Bodenkohlenstoff (JANDL et al., 2012). Der steigende Kohlenstoffgehalt im Oberboden (BUSCH & LAMERSDORF, 2010, DON et al. 2011) hat auch positive Auswirkungen auf das Bodengefüge und die Wasserspeicherung im Boden.

- KUP können zum Immissionsschutz und zur Dekontamination beitragen (Bio-Remediation; ROBINSON et al., 2000).
- Die dauerhafte Bestockung und intensive Durchwurzelung des Bodens vermindert die Erosionsgefahr im Vergleich zu Ackerstandorten.
- Die Gefahr der Schadverdichtung wird durch die Ernte bei gefrorenem Boden minimiert.

Bei Etablierung einer KUP auf Acker wird durchschnittlich 0,44 t Bodenkohlenstoff pro ha und Jahr angereichert (DON et al., 2011), wobei die Angaben in der Literatur allerdings stark schwanken (von $-4,4 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$; DOWELL et al., 2009, bis $+3,2 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, HANSEN, 1993) und die Beprobungstiefe erheblichen Einfluss auf die Ergebnisse hat (MAKESCHIN, 1994). Die Bodenkohlenstoffänderungen werden von der Bodenart, der Baumart und der Bewirtschaftung stark beeinflusst (KAHLE et al., 2010) und variieren demzufolge von Feldstudie zu Feldstudie. Oft werden allerdings in den ersten Jahren nach der Etablierung Verluste beobachtet, die durch Anreicherung in den weiteren Jahren ausgeglichen werden (JUG et al., 1999; GRIGAL & BERGUSON, 1998; HANSEN, 1993). Im Gegensatz zur KUP-Begründung nach Ackernutzung geht bei der KUP-Anlage auf Grünland Bodenkohlenstoff verloren ($-1,3 \text{ t C/ha*a}$) (DON et al., 2011).

Die positiv bewertete Bodenruhe in KUP auf Agrarstandorten wird allerdings während der **Etablierungs-, Umtriebs- und ggf. Rückumwandlungsphasen** unterbrochen, bei denen eine intensive Bodenbearbeitung empfohlen wird (HOFMANN, 2007). Dabei ist das Risiko für Bodenverdichtung, Erosion und Nährstoffauswaschung erhöht, insbesondere, da der anfängliche Nährstoffbedarf der Kulturen sehr gering ist (DVORAK et al., 2007; RÖSCH et al., 2007; LFUG, 2006). Eine dauerhafte Rückumwandlung von KUP zu Ackerland kann im Hinblick auf den Kohlenstoffhaushalt und die Bodenökologie kritisch sein, denn im Boden und in der Wurzelmasse besteht die Gefahr eines weitgehenden Verlusts des angereicherten Kohlenstoffs. Dies betrifft besonders den Export des Wurzelholzes, da hierdurch die Kohlenstoffbilanz von KUP deutlich verschlechtert wird (BUSCH & LAMERSDORF, 2010). Die Datengrundlage zur Quantifizierung dieses Prozesses ist aber noch schwach.

3.2 Wasserhaushalt und Gewässerschutz

Ein wichtiger Aspekt der Umweltwirkung von Kurzumtriebsplantagen betrifft deren Einfluss auf den Wasserhaushalt. Dabei ist zwischen der Wirkung auf die **Quantität des Abflusses** (Sickerung und Oberflächenabfluss), die zur Grundwasserneubildung beitragen, und der Beeinflussung der **Qualität des Sickerwassers** zu unterscheiden.

Unter Feldbedingungen kann die **Abflusshöhe**, die in Gehölzen weit überwiegend durch Sickerung erfolgt (vgl. MÖßMER, 2003), meist nicht direkt gemessen werden. Daher wird diese Größe aus der allgemeinen Wasserhaushaltgleichung (Gleichung 3.1) indirekt aus

Messungen des Freilandniederschlags, der Interzeption, der Evapotranspiration und ggf. der Änderung des Wassergehalts im Ökosystem (Boden, tote und lebende Pflanzenteile) bestimmt (vgl. DIMITRIOU et al. 2009):

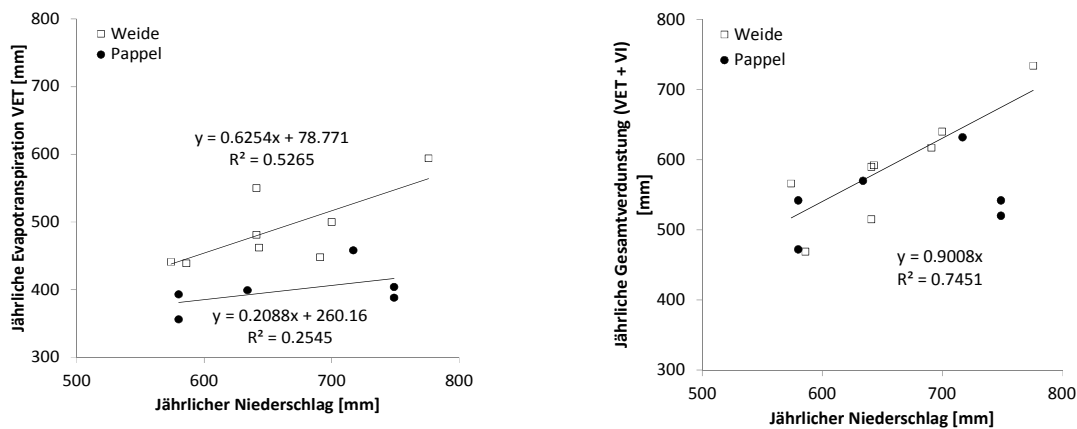
$$N_n = N - V_I = W + V_{ET} + A_{VS} \quad (3.1)$$

Mit N_n = Unterkronen-Niederschlag, N = Freilandniederschlag, V_I = Interzeption, W = Änderung des Wassergehalts im Ökosystem, V_{ET} = Evapotranspiration, A_{VS} = Abfluss. Bei Betrachtung längerer Untersuchungszeiträume wird die Änderung des Wassergehalts im Ökosystem häufig vernachlässigt, so dass die Komponenten Freilandniederschlag (N), sowie Gesamtverdunstung mit seinen Teilgrößen Interzeption (V_I) und Evapotranspiration (V_{ET}) die Abfluss- bzw. Sickerungshöhen bestimmen.

Entsprechende Untersuchungen ergaben, dass KUP in ihrer langjährigen Evapotranspiration (V_{ET}) höhere Werte erreichen als landwirtschaftliche Kulturen, aber meist geringere Werte als Wälder (PERSSON, 1995; STEPHENS, 2001; KNUR et al. 2007). Unter bestimmten Bedingungen (Tonböden und gleichmäßige Wasserversorgung) soll V_{ET} von KUP jene von Nadelwäldern übertreffen (PERSSON & LINDROTH, 1994; HALL, 2003), aber bei sommerlichem Wassermangel liegt V_{ET} geringer als die von Nadelwäldern und ähnlich hoch wie die Verdunstung bei Grasland (HALL et al., 1998).

Eine Gegenüberstellung von Niederschlagswerten und der Verdunstung (Evapotranspiration und Gesamtverdunstung) in europäischen Kurzumtriebsplantagen mit Pappel- und Weidensorten zeigt, dass sich die Verdunstung der KUP mit steigendem Niederschlagsangebot erhöht (Abbildung 3.1). Die Evapotranspiration in Weiden-KUP ist im Allgemeinen höher als die in Pappel-KUP (Abbildung 3.1, links). Durch eine höhere Interzeption der Pappel-KUP gleichen sich die jährlichen Gesamtverdunstungswerte aber an und liegen bei allen KUP durchschnittlich bei 90 % der Jahresniederschläge (Abbildung 3.1, rechts). Bei langjährig konstantem Wassergehalt des Bodens und des Bestandes stünden somit im Durchschnitt rund 10 % des Jahresniederschlags für Abfluss und Grundwasserneubildung zur Verfügung.

Abbildung 3.1: Gegenüberstellung von Jahresniederschlägen und Evapotranspiration bzw. Gesamtverdunstung



Quelle: Datenzusammenstellung von BUSCH (2009); nur komplette Datenwerte (VET und VI) verwendet; ergänzt durch LAMERSDORF & SCHULTE-BISPING (2010).

Die Verdunstungswerte variieren allerdings stark und sind neben der verwendeten Baumart (s. oben) auch von der Pflanzendichte, der Umtriebszeit und den klimatischen sowie standörtlichen Voraussetzungen abhängig (vgl. DIMITRIOU et al., 2009). So können insbesondere KUP, bei denen dichte Bestände mit längerer Umtriebszeit bewirtschaftet werden, in Regionen mit zeitweisem Wassermangel zu geschlossenen Wasserkreisläufen ohne nennenswerte Sickerung führen. Daher sind in solchen Gebieten KUP mit geringen Umtriebszeiten (z. B. Weiden-KUP mit Mini-Rotation, d. h. max. drei Jahre) am vorteilhaftesten, um den Wasserverbrauch der Kulturen zu begrenzen (vgl. BUSCH, 2009). Eine andere Möglichkeit besteht ggf. darin, Bestände mit erwünschten längeren Umtriebszeiten (z. B. bei Pappel) weniger dicht zu pflanzen und Pappelklone mit einem geringen Blattflächenindex (vgl. BUSCH & LAMERSDORF, 2010) zu verwenden.

Studien zur Wirkung von KUP auf die **Qualität des Sickerwassers** zeigen gegenüber ackerbaulicher Nutzung deutlich verminderte Nitratgehalte des Sickerwassers und eine geringere Nährstoffauswaschung während der späteren Aufwuchsjahre (DIMITRIOU et al., 2009). Allerdings können Umtrieb und ggf. nachfolgende Bodenbearbeitung (insbesondere das Pflügen im Herbst) Probleme mit erhöhtem Nitrataustrag erzeugen. So fanden LAMERSDORF et al. (2008a, b) auf KUP-Flächen in Norddeutschland impulsartig erhöhte Nitratausträge (150 mg l^{-1}) nach einer Bodenbearbeitung im Herbst, die erst nach der Etablierung einer Bodenpflanzendecke auf das Niveau einer unbearbeiteten Vergleichsfläche (20 mg l^{-1}) zurückgingen. So wird eine Bodenbearbeitung im Frühjahr empfohlen (vgl. HOFMANN, 2004; BIELEFELDT et al., 2008), falls die Bodenstruktur dies zulässt (z. B. bei leichten Böden).

3.3 Klimaschutz

Klimarelevante Gase wie z. B. Lachgas (N_2O , 296-mal so wirksam als Treibhausgas wie CO_2) entstehen im Boden. Den stärksten Einfluss auf die Höhe der Lachgasemission hat die N-Düngung. Da KUP meist nicht gedüngt werden müssen, ist mit geringen Lachgasemissionen und somit einer günstigen Wirkung von KUP auf die Treibhausgasbilanz zu rechnen. Nach Ergebnissen von Düngungsversuchen mit drei verschiedenen Düngestufen in Pappel- und Weiden-KUP sowie in annuellen Kulturen emittierten die Böden der KUP weniger N_2O als Ackerkulturen, bei der ungedüngten Variante sogar nur ca. halb so viel (KERN et al., 2010). Grund hierfür dürfte die gute Stickstoffeffizienz von Pappeln und Weiden sowie die Begrenzung der N-Mineralisierung nach Bodenbearbeitung sein.

Beim Anbau von nachwachsenden Rohstoffen zur energetischen Verwendung stehen Kurzumtriebsplantagen vor allem in Konkurrenz zum Anbau von Mais für die Biogasproduktion. Derzeit werden 52 % des erneuerbaren Stroms aus Biomasse in Biogasanlagen erzeugt (BÖHME et al. 2011; FACHVERBAND BIOGAS 2011). Dafür wird größtenteils Energiemais verwendet, der im Jahr 2010 auf insgesamt 530.000 Hektar in Deutschland angebaut wurde (BMELV 2011; DANIEL-GROMKE & RENSBERG, 2011). Deshalb sollen im Folgenden die Klimaschutzwirkungen der Stromerzeugung aus KUP-Hackschnitzeln vor allem mit denen der Stromerzeugung aus Biogas verglichen werden.

Aus dem Ertrag von 35 bis 50 t Frischmasse (FM) eines Hektars Silomais können nach konservativen Annahmen 7.000 bis 10.000 m^3 Biogas (VETTER et al., 2010; FNR, 2006) mit einem durchschnittlichen Methangehalt von 52 % sowie einem Heizwert von 5,2 kWh/m^3 erzeugt werden (FNR, 2010). In einem stromgeführten Blockheizkraftwerk (BHKW) mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 39 % kann, bei Berücksichtigung eines Silierungsverlusts von 15 % und einem Eigenstrombedarf von 10 %, eine Strommenge (netto) von rund 11.500 bis 16.000 $\text{kWh}_{\text{el}}/\text{ha} \cdot \text{a}$ erzeugt werden (KTBL, 2009; VOGT, 2008; GÄRTNER, 2008).

Ein Hektar KUP liefert unter konservativen Annahmen 8 bis 10 t_{atro} Hackschnitzel pro Jahr, aus denen rund 11.249 bis 14.061 kWh_{el} in einem stromgeführten BHKW mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 31 % erzeugt werden können.

Trotz der etwas geringeren Stromerträge je Hektar und Jahr hat die Stromproduktion aus KUP-Hackschnitzeln ein günstigeres Verhältnis von Energie-Input zu Energie-Output. Bei der Stromerzeugung aus KUP-Hackschnitzeln können mit einer eingesetzten Einheit fossiler Energie neun bis 13 Einheiten erneuerbare Energie erzeugt werden. Laut EDER et al. (2009) beläuft sich die Energiebilanz der Stromerzeugung aus maisbasiertem Biogas, abhängig von der Art der Düngung, auf rund 1 zu 2 bzw. 1 zu 3.

Die Angaben zu Treibhausgasemissionen (THG) der Stromerzeugung aus Biogas schwanken in verschiedenen Studien. Die in der Literatur gefundenen THG-Emissionen bewegen

sich in einem Bereich von -409 bis +445 g CO₂-Äqv./kWh_{el} (BACHMAIER et al., 2009; BACHMAIER et al., 2010; FRITSCHKE et al. 2007; PÖSCHL 2003; RAMESOHL et al., 2005; THRÄN, 2011). Die Ergebnisse der Treibhausgasbilanzierung werden stark von den Annahmen über Biomasseertrag, Verbrennungstechnologie, Wirkungsgrad sowie den unterstellten Emissionsfaktoren von Methan, Ammoniak und Lachgas aus dem Fermenter, dem Gärrestlager und dem Gasmotor beeinflusst. Zudem ist das Ergebnis der Treibhausgasbilanzen abhängig von der Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen und von Gutschriften, sodass im Extremfall negative Emissionen ermittelt werden. Die meisten Studien erteilen für die Ausbringung des Gärrests eine Gutschrift, da Mineraldünger gespart und dadurch THG-Emissionen aus dessen Erzeugung und Ausbringung verhindert werden. Methodisch ist jedoch die Erteilung solcher Gutschriften nicht immer gerechtfertigt. Zusätzlich wird meist eine Gutschrift für die Nutzung der Abwärme erteilt, was die THG-Bilanz weiter verringert. Es wird dabei angenommen, dass fossil erzeugte Wärme durch die Biogaswärme ersetzt wird und dementsprechend die THG-Emissionen der fossilen Wärme gegengerechnet. Dabei schwankt die Höhe der Gutschrift je nach Wahl des unterstellten fossilen Brennstoffs erheblich und sollte demzufolge gut begründet werden.

Nach Abgleich eigener Berechnungen mit denen von ROTHE et al. (2010) liegen die **THG-Emissionen bei der Erzeugung von Strom aus NawaRo-basiertem Biogas** in etwa, wie bei BACHMAIER et al. (2010) ermittelt, in einem Bereich von 160 bis 380 g CO₂-Äqv./kWh_{el}. Diese THG-Bilanzen wurden auf Grundlage von gemessenen Daten in Praxisanlagen und ohne die Anrechnung von Gutschriften berechnet. Werden Gutschriften berücksichtigt, liegen die THG-Emissionen bei BACHMAIER et al. (2010) bei -85 bis 250 g CO₂-Äqv./kWh_{el}.

Demgegenüber entstehen bei der **Stromerzeugung aus Pappelhackschnitzeln von Kurzumtriebsplantagen deutlich geringere THG-Emissionen** von rund 40 bzw. 70 g CO₂-Äqv./kWh_{el} (eigene Berechnung und siehe ROEDL, 2010). Die Schwankungen der THG-Emissionen ergeben sich vor allem durch den unterschiedlichen Einsatz von Düngemitteln und unterschiedliche Transportentfernungen.

Für die Stromerzeugung aus KUP-Hackschnitzeln ergibt sich über die gesamte Kette ein THG-Vermeidungspotential von 92 bis 95 % gegenüber der durchschnittlichen Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen. Durch die Erzeugung von Strom aus Biogas anstatt aus Steinkohle oder Erdgas können dagegen bei Betrachtung des gesamten Lebensweges nur 54 bis 81 % der fossilen Treibhausgase eingespart werden. Die Vorteile der Biogasnutzung gegenüber fossiler Energie sind jedoch stark vom Anlagenmanagement und dabei besonders von der Abdichtung des Gärrestlagers abhängig. Aus unzureichend abgedichteten Gärrestlagern können z. T. erhebliche Mengen Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) entweichen, die ein um das 25fach bzw. 298fach höheres Treibhauspotential besitzen als CO₂. Nach VOGT (2008) werden bei einem Szenario ohne Gärrestabdeckung mehr Treibhausgasemissionen bei der Stromerzeugung aus Biogas freigesetzt als durch die fossile

Referenz. In Tabelle 3.1 sind die wichtigsten Kennzahlen des Vergleichs der Stromerzeugung aus KUP-Hackschnitzeln und Silomais-Biogas noch einmal zusammengefasst.

Tabelle 3.1: Vergleich von Ertrag, Energieeffizienz und Treibhausgasemissionen (THG) der Stromproduktion aus KUP-Hackschnitzeln und Biogas aus Silomais sowie der THG-Einsparungen gegenüber Strom aus fossilen Quellen

		KUP-Holz		Silomais/Biogas		Strom, fossil ¹⁾
		von	bis	von	bis	
Biomasseertrag	t/ha*a	8	10	35	50	
Stromproduktion	kWh _{el} /ha*a	11.249	14.061	11.500	16.000	
Energie Input-Output-Verhältnis	Input _{fossil} :Output	1:9	1:13	1:2,1	1:2,6	
THG-Emissionen	g CO ₂ Äqv./kWh _{el}	40	70	160	380	825
THG-Einsparungspotential	%	95	92	81	54	

1) Durchschnitt aus Erdgas- und Steinkohlestrom nach Bachmaier et al. (2009).

Quelle: eigene Berechnungen nach KTBL, 2009; VOGT, 2008; GÄRTNER, 2008; EDER et al., 2009; BACHMEIER et al., 2010; ROEDL, 2010.

3.4 Biodiversität

Gegenüber intensiv genutztem Ackerland weisen KUP eine höhere Pflanzenvielfalt auf, während dieser Befund bei den Tieren von der betrachteten Artengruppe abhängt (LIESEBACH et al., 2006). So konnten in KUP mehr Brutvögel als auf Ackerflächen festgestellt werden (z.B. LIESEBACH & MULSOW 1995, 2003), während die Artenzahl der Laufkäfer auf Äckern höher war (LIESEBACH et al. 1997; LIESEBACH & MECKE 2003; SCHULZ et al., 2009). KUP sind ein eigenes Landschaftselement, das sich durch die Höhenstruktur von Ackerflächen und Grünland unterscheidet. Daher sind Vögel, die auf Freiflächen angewiesen sind, nur im Anlagejahr und nach einer Beerntung anzutreffen. Dafür nehmen Vogelarten zu, die in Heckenstrukturen leben. Ihre Frequenz hängt vom Randlinienanteil ab (JEDICKE, 1995; LIESEBACH & MULSOW, 1995). Neben der oben erwähnten Extensivierung spielt hierfür auch der höhere Strukturreichtum durch Gehölze eine wichtige Rolle (BUSCH & LAMERSDORF, 2010). Auf artenreichen Offenlandflächen, vor allem Grünland, kann die Etablierung von KUP ähnlich wie bisher die Aufforstung eine Änderung des Artenspektrums darstellen (GÜTHLER et al., 2002).

In einer Literatursauswertung von vegetationsökologischen Studien aus Schweden, den Niederlanden, UK, Deutschland und der Schweiz stellten BAUM et al. (2009) eine Artenspanne von 10 bis 220 in KUP fest, wobei die Artenzahl nach Norden hin tendenziell abnahm. BAUM et al. (2012) verglichen die Pflanzenvielfalt von 15 Weiden- und Pappel-KUP in Norddeutschland und Mittelschweden mit derjenigen der angrenzenden Äcker,

Grünländer und Wälder. In KUP wurden höhere Artenzahlen als in angrenzenden Ackerflächen, Nadelwäldern und deutschen Mischwäldern festgestellt, während die Artenzahlen sich nicht von denen der Grünländer unterschieden und etwas geringer als in schwedischen Mischwäldern und die KUP umgebenden Grünlandrandstreifen waren. Dies zeigt, dass KUP vor allem in von Ackerbau und Nadelwald dominierten Gebieten einen wertvollen Beitrag zur Biodiversität leisten können. Die Ergebnisse einer deutschen Studie von HEILMANN et al. (1995) zeigen, dass die Gesamtartenanzahl von 17 Arten in einem angrenzenden Weizenfeld auf 145 Arten in der fünfjährigen KUP auf einem ehemaligen Acker angestiegen ist. Dabei waren Arten der Ackerbeikrautgesellschaft noch stark in der Plantage vertreten. Aber auch Arten von Grünlandgesellschaften, der waldnahen Staudenfluren und Gebüsche wanderten ein. Auf den die Plantage umgebenden Grünbracheflächen war die Gesamtartenanzahl geringer als auf der Plantage. Die Rolle von KUP als besonderes Übergangshabitat mit Offenland-Bedingungen nach der KUP-Etablierung und Waldbedingungen nach dem Bestandesschluss wird durch eine Reihe von Studien bestätigt. Diese zeigen, dass sich das Artenspektrum mit zunehmendem Plantagenalter und Rückgang der die Bodenvegetation erreichenden Strahlung zugunsten der Waldarten verschob (BAUM et al., 2012; BRITT et al., 2007; DELARZE & CIARDO, 2002; KROIHER et al., 2008). Da sich die Artenzusammensetzung im Laufe der Zeit verschiebt, empfiehlt sich die Anlage mehrerer kleinerer anstatt einer großen KUP, die Pflanzung verschiedener Baumarten und Klone bzw. Sorten sowie eine Bewirtschaftung in unterschiedlichen Rotationszyklen innerhalb einer Gegend. Durch diese Maßnahmen wird die Strukturvielfalt erhöht, und es stehen Habitate für Tier- und Pflanzenarten mit unterschiedlichen Ansprüchen zur Verfügung.

Neben dem Bestandsalter, der Nährstoffverfügbarkeit und dem Lichtangebot haben auch die umgebende Landschaft, aus der die Pflanzen in die KUP einwandern können, sowie die Vornutzung und vorherige Vegetation Einfluss auf die Artenzusammensetzung (BAUM et al., 2009; BAUM et al., im Druck), die überwiegend aus verbreiteten mehrjährigen Arten besteht (GUSTAFSSON, 1987; HEILMANN et al., 1995; BRITT et al., 2007; BAUM et al., 2012). Gefährdete Arten wurden nur selten nachgewiesen (BAUM et al., 2009). Im Vergleich zu Acker, Grünland, Nadel- und Mischwald ist die Artenzusammensetzung hinsichtlich landnutzungsspezifischer Arten in KUP am größten und besteht etwa aus 33 % Grünland-, 24 % Ruderal-, 15 % Wald- und 8 % Ackerarten (BAUM et al., 2012).

Eine Untersuchung von WOLF & BÖHNISCH (2004) kommt zu dem Ergebnis, dass die Auswirkungen von KUP mit Pappel in intensiv landwirtschaftlich genutzten Regionen mit geringem Waldanteil positiv bewertet werden können. Mit Ausnahme eines potentiellen Grünland Verlusts wurden hier die Plantagen als Bereicherung der Biotopstruktur bzw. als Vernetzung von Biotopen angesehen. KUP können in Form von kleinen, strukturierten Beständen, unter Verwendung unterschiedlicher Baumarten und Klone, in landwirtschaftlich geprägten Gegenden zur Bereicherung der Pflanzendiversität beitragen (BAUM et al. 2009; BUSCH & LAMERSDORF, 2010, zit. nach WIRKNER, 2010). Der Einsatz von Herbiziden wirkt sich jedoch selektiv auf die Unterdrückung behandelter Pflanzen aus und ist aus

Gründen der Artenvielfalt auf ein Minimum zu beschränken oder wenn möglich, durch mechanische Pflegemethoden zu ersetzen (BIELEFELDT et al. 2008; BURGER et al. 2005; BUSCH & LAMERSDORF, 2010).

KUP weisen eigenständige Biotope auf, die die Kulturlandschaft bereichern sowie zusätzliche Diversität und Struktur in die Landschaft bringen. Durch die im Vergleich zum Acker stark verminderte Bodenbearbeitungsintensität in der KUP können sich Arten ansiedeln und vermehren, die in der intensiver genutzten Kulturlandschaft nur wenig Lebensraum finden. Auch wenn KUP nicht als besonderes Reservoir für Rote-Liste-Arten auffallen, so bieten sie dennoch anspruchsvollen Arten zusätzlichen Lebensraum (LIESEBACH, 2006). Im Vergleich zu konventionell oder intensiv bewirtschafteten annuellen Kulturen kann die Tier- und Pflanzenartenvielfalt in KUP höher sein (BIELEFELDT et al. 2008). Die biologische Vielfalt einer KUP hängt letztlich stark vom Einzelfall ab (HILDEBRANDT & ACKERMANN, 2010).

Im Sinne des Naturschutzes können KUP auch als wertvolle Pufferzonen zwischen intensiv bewirtschafteten Flächen und sensiblen Naturschutzgebieten fungieren, da eine Gefährdung durch Dünge- und Pflanzenschutzmittel deutlich verringert wird.

3.5 Besonderheiten des streifenförmigen Anbaus von KUP

Bei der Beurteilung vom KUP-Anbau in der Landschaft sind auch die Wechselwirkungen von KUP bei einer Kombination mit anderen Landnutzungen von Bedeutung. Diskutiert wird vor diesem Hintergrund der Anbau von Gehölzstreifen von 12°m Breite sowohl im konventionellen (BÄRWOLF et al., 2010, 2011) als auch im ökologischen Landbau (PAULSEN & LIESEBACH, unveröffentlicht). Die Ackerzwischenstreifen richten sich nach der Maschinenbreite (12 m) und betragen ein Vielfaches von 12 m. In den angelegten Versuchen hat der Ackerzwischenstreifen eine Breite von mindestens 48 m.

Positive Wechselwirkungen (Grenzbereich KUP – Agrar)

Von den streifenförmigen KUP liegen bislang nur wenige Ergebnisse vor. Diese allerdings zeigen bereits, dass sich die Windgeschwindigkeit auf den ackerbaulich bewirtschafteten Zwischenflächen reduziert. Dieses geht mit einer Verringerung der Lufttemperatur und einer Erhöhung der relativen Luftfeuchte einher (BÄRWOLFF et al., 2011).

Auch im Rekultivierungsbereich von Tagebauen im Osten Deutschlands wurden KUP in Streifenform angelegt. Hier haben die Ackerzwischenstreifen eine Breite von 24 m. Erste Ergebnisse zeigen hier, dass die etablierten, streifenförmigen KUP positive Effekte auf das Mikroklima und somit auf die Ertragsstabilität der Ackerkultur ausüben. Die durch die Gehölzstreifen verringerten Verdunstungsraten sind mit einer potentiell höheren Wasserverfügbarkeit verbunden, was für die landwirtschaftliche Produktion gerade in den durch

Trockenheit geprägten Bergbaufolgelandschaften des Lausitzer Braunkohlereviere durchaus bedeutsam sein kann (BÄRWOLFF et al., 2011).

Negative Wechselwirkungen (Grenzbereich KUP – Agrar)

Im Nachbarbereich der Gehölzstreifen (bis 3 m) verursachen die reduzierte Windgeschwindigkeit und geringere Verdunstung einen erhöhten Feuchtegehalt im Erntegut der einjährigen agrarischen Kulturpflanzen. Auch der Besatz an Fremdbestandteilen ist eher höher, nimmt aber mit zunehmendem Alter der Gehölzstreifen durch stärkeren Kronenschluss wieder deutlich ab (BÄRWOLFF et al., 2011).

3.6 Fazit

Der ökologische Wert resultiert u. a. aus der unterlassenen Düngung und der stark reduzierten Bodenbearbeitung sowie der Mehrjährigkeit der Kultur, die sich aus der Bewirtschaftungsform Kurzumtrieb ergeben und daher nicht vorgeschrieben werden müssen. Auch die Ernte erfolgt vor Laubaustrieb in der Vegetationsruhe der Kulturpflanzen und liegt damit grundsätzlich außerhalb der für Brutvögel problematischen Zeit. Eine Möglichkeit ist die Vorgabe maximaler Schlaggrößen (Schlag = Bewirtschaftungseinheit mit einer Sorte und gleichen Alters innerhalb einer Plantage), um große eintönige Einheiten zu verhindern. Die Schlaggröße richtet sich nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten und könnte je nach Plantagengesamtgröße zwischen 1 und 5 ha liegen. Damit lassen sich strukturierte KUP erzielen, die zusätzlich durch Wege und Grünstreifen (im Vorgewende) bereichert sind. Die Vielfalt lässt sich in Abhängigkeit vom Standort durch den Anbau unterschiedlicher Klone bzw. Sorten und unterschiedlicher Arten sowie eine Variation der Umtriebszeiten von KUP-Unterflächen erhöhen. Da Randzonen eine hohe Biodiversität aufweisen (Ökotoneffekte), sind längere, schmale KUP-Schläge mit einem höheren Randlinienanteil gegenüber „quadratischen“ Formen vorzuziehen. Interne erwünschte Ökotoneffekte mit positiven Struktur- und Biodiversitätseffekten können auch durch gestaffelte Umtriebszeiten verschiedener Bestandteile erreicht werden.

4 Betriebswirtschaftliche Analyse von KUP

4.1 Stand der Forschung

Wie die Auswertung der vorhandenen Literatur zeigt (siehe Anhang 4³), werden für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Kurzumtriebsplantagen teilweise leicht unterschiedliche Methoden (Annuitätenkalkulation auf Basis Vollkosten oder Teilkosten, Deckungsbeitragsberechnungen, etc.), Zinssätze, Erträge, Preise sowie Referenzsysteme verwendet. Da die Studien aufgrund unterschiedlicher Herangehensweisen und Annahmen nur begrenzt vergleichbar sind, ist die Ableitung von Faustzahlen zur Wirtschaftlichkeit von Kurzumtriebsplantagen schwierig. Die Anfrage des BMELV in 2011 zielte u.a. auch darauf ab, eine mögliche Förderhöhe zu berechnen, die die potentiellen Wettbewerbsnachteile des KUP Anbaus im Vergleich zu traditionellen Ackerkulturen ausgleicht. Daher wurde ein aktuelles und transparentes Zahlengerüst aufgebaut, welches die Ableitung einer möglichen Förderhöhe ermöglicht.

Im Folgenden werden zunächst die berücksichtigten Kosten und Erlöse beim Anbau von KUP (Kapitel 4.2) und bei ausgewählten Ackerfruchtfolgen (Kapitel 4.3.1) erläutert. Darauf aufbauend erfolgt die Ermittlung der relativen Vorzüglichkeit von KUP, d. h. ein Vergleich KUP und Ackerfruchtfolge (Kapitel 4.3.2). In Kapitel 4.4 wird die Wirtschaftlichkeit spezieller KUP-Anbausysteme (auf Grünland und als Streifenelement) kurz angesprochen. Abschließend werden die Gründe für den bislang verhaltenen Anbau von KUP aufgeführt (Kapitel 4.5).

Ein wesentlicher Unterschied zwischen konventionellen landwirtschaftlichen Kulturen und KUP ist der jeweils unterschiedliche Investitionszeitraum. Während dies bei Marktf Früchten in der Regel ein Jahr ist, werden Kurzumtriebsplantagen sinnvollerweise für 20 Jahre und mehr angelegt. Dies hat Konsequenzen für die Wahl der geeigneten Methode zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit. Wie in KRÖBER et al. (2010) ausführlich dargelegt, eignet sich die für einjährige Kulturen gängige Deckungsbeitragsrechnung nicht für die Beurteilung des vergleichsweise langen Investitionszeitraums einer Kurzumtriebsanlage. Hierfür sind Methoden der dynamischen Investitionsrechnung wie die Ermittlung des Kapitalwertes oder der Annuität einer Investition besser geeignet, da sie alle während des Investitionszeitraums auftretenden Zahlungsströme und den Zeitpunkt ihres Auftretens berücksichtigen.

³ In 2010 hat das Thünen-Institut (Dr. Heiko Zeller, Dr. Hiltrud Nieberg und Dr. Jörg Schweinle) für das damalige Referat 532 Holzmarkt des BMELV eine Literatursynthese zu „Holz als erneuerbarer Energieträger: Synopse zur Wirtschaftlichkeit des Anbaus schnell wachsender Baumarten in der Landwirtschaft“ erstellt. Diese Synopse wurde im Zuge der Erstellung dieses Arbeitsberichtes um weitere Publikationen der jüngeren Vergangenheit ergänzt.

Ein Wirtschaftlichkeitsvergleich einjähriger Marktfrüchte mit der einer Kurzumtriebsplantage (siehe Kapitel 4.3.2) erfolgt deshalb auch sinnvollerweise mittels dynamischer Investitionsrechnung, indem dem Investitionszeitraum der Kurzumtriebsplantage entsprechende standorttypische Fruchtfolgen einjähriger Kulturen gegenübergestellt werden.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen erfolgen im Folgenden für drei unterschiedliche Standorte (siehe Tabelle 4.1) mit typischen Fruchtfolgen und Erträgen.

Tabelle 4.1: Charakterisierung der Standorte

Standort	Gut	Mittel	Schwach
Region	Magdeburger Börde	Mecklenburg-Vorpommern	Brandenburg
Bodenpunkte	> 70	30 - 50	< 35
Ertragsniveau	hoch	mittel (Raps: hoch)	niedrig (Raps: mittel)
Niederschlag, l/m ²	ca. 525	ca. 670	ca. 570
Fruchtfolge	Zuckerrüben Winterweizen Winterweizen	Winterraps Winterweizen Wintergerste	Winterraps Winterroggen Winterroggen
Pachtansatz, €/ha	400 €	250 €	180 €

Quelle: *agri benchmark* 2011

4.2 Analyse der Rentabilität des KUP-Anbaus

Zum Anbau, den Kosten und Erlösen von KUP liegen eine Vielzahl unterschiedlicher Daten vor. In der auf KRÖBER et al. (2010) beruhenden Tabelle 4.2 sind im Rahmen des BMBF-Projektes „AGROWOOD“ gesammelte Ausgangsdaten für die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung einer für Deutschland typischen Kurzumtriebsplantage aufgeführt. Diese beruhen auf in unterschiedlichen Veröffentlichungen dokumentierten Kosten für Anlage, Pflege, Ernte und Rückwandlung von Kurzumtriebsplantagen sowie Transport der Biomasse zum Abnehmer. Da KUP in Deutschland noch kein etabliertes Verfahren ist, können die Kosten z. B. aufgrund der eingesetzten Technik stark schwanken. Für die anfallenden Arbeitsschritte, das Pflanzmaterial etc. sind daher drei unterschiedliche Kosten-niveaus (niedrig, mittel und hoch) aufgeführt.

Da die zugrunde liegenden Veröffentlichungen keinen Lohnansatz für die eigene eingesetzte Arbeit ausweisen, einige Arbeitsschritte aber in der Regel nicht vom Lohnunternehmer, sondern selber durchgeführt werden, wurde der Umfang der selbst eingesetzten Arbeit für die Arbeitsschritte Unkrautbekämpfung, Pflügen, Saatbettbereitung und Pflege aus dem KTBL Handbuch „Betriebsplanung Landwirtschaft“ abgeleitet. Die für die o. a.

Produktionsschritte ausgewiesenen minimalen und maximalen Arbeitskraftstunden (AKh) wurden mit durchschnittlichen Lohnkosten in Höhe von 16,00 €/AKh bewertet.

Die Anlagekosten sind der größte Kostenfaktor und gliedern sich in die Arbeitsschritte Unkrautbekämpfung, Pflügen, Saatbettbereitung und Pflanzung. Eine Unkrautbekämpfung vor der Pflanzung mit einem Voraufmittelsmittel ist erforderlich, um die Etablierung der Plantage zu gewährleisten. Das Ausbringen des Mittels erfolgt mit einer Anbauspritze. Pflügen und Saatbettbereitung erfolgen mit den für den konventionellen Pflanzenbau üblichen Geräten und Arbeitsverfahren.

Für die Stecklinge wird ein Stückpreis zwischen 0,18 und 0,22 € angenommen. Das Stecken von 10.000 Stecklingen pro Hektar erfolgt maschinell mit dafür speziell entwickelten Anbaugeräten. Im ersten Jahr nach der Anlage sind Pflegemaßnahmen erforderlich, um den Anwuchs der Stecklinge zu sichern. Vor allem sind die Stecklinge vor Konkurrenzvegetation zu schützen. In den nachfolgenden Jahren ist pro Rotation jeweils eine Pflegemaßnahme kalkuliert, obwohl diese nach den bisherigen Erfahrungen nur in Ausnahmefällen erforderlich ist. Es kann sich dabei um Schädlingsbekämpfung oder, falls die Anlage mit Weide erfolgt ist, um eine Düngemaßnahme handeln.

Die ausgewiesenen Erntekosten gelten für an KUP angepasste Maishäcksler. Das sind Maishäcksler mit einem speziellen Erntevorsatz und einer veränderten Hacktrommel. Der Aufwuchs wird bei diesem Verfahren in einem Arbeitsgang abgeschnitten, gehackt und das Hackgut auf ein parallel fahrendes Schleppergespann gefördert. Die Transportkosten zum Abnehmer gelten für den Transport mit einem Schleppergespann über eine Entfernung von 30 km.

Die abschließenden Kosten für die Rückwandlung einer KUP gelten für den Einsatz von Bodenfräsen, die die Wurzelstöcke soweit zerkleinern, dass nachfolgend der Anbau von Marktfrüchten möglich ist.

Da für die maschinelle Pflanzung sowie Ernte und Transport spezielle Erntemaschinen bzw. Anbauaggregate erforderlich sind, deren Anschaffung für einen einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb aufgrund der hohen Investitionskosten unwirtschaftlich ist, wird davon ausgegangen, dass diese Arbeitsschritte durch Lohnunternehmen durchgeführt werden.

Die spezifisch für die drei Standorte ausgewählten Flächenkosten (180, 250, 400 jeweils €/ha – siehe Tabelle 4.1) sind für KUP und Marktfrüchte gleich hoch angesetzt. Ein durch den erforderlichen langen Pachtzeitraum und die damit verbundene geringere Flexibilität begründeter „KUP-Aufschlag“ auf den Pachtzins wird nicht angenommen. Es wird vielmehr davon ausgegangen, dass sich der Grundeigentümer vertraglich zusichern lässt, in regelmäßigen Abständen den Pachtzins an die Marktbedingungen anpassen zu können.

Es wird bei den Berechnungen angenommen, dass nur ein kleiner Teil der Ackerfläche des Betriebes als KUP genutzt wird. Deshalb bleibt der Teil der betrieblichen Gemeinkosten wie Aufwand für Verwaltung, Versicherung etc., der unabhängig von der angebauten Kultur anfällt, bei den Berechnungen unberücksichtigt. Dasselbe gilt für die Betriebsprämie, die unabhängig von der angebauten Kultur gezahlt wird.

Tabelle 4.2: Kosten, Erträge und Produktpreise des Energieholzanbaus

Kosten	n ¹⁾	Einheit	Niedrig	Mittel	Hoch
Unkrautbekämpfung	1	€/ha	36.00	47.17	60.00
<i>davon Lohnansatz</i> ²⁾	1	€/ha	3.04	3.82	4.64
Pflügen	1	€/ha	59.00	88.57	114.00
<i>davon Lohnansatz</i>	1	€/ha	30.08	34.56	39.04
Saatbettbereitung	1	€/ha	20.00	36.86	49.00
<i>davon Lohnansatz</i>	1	€/ha	7.04	10.56	14.08
Pflanzgut	1	€/ha	1,800.00	1,970.00	2,200.00
Pflanzung	1	€/ha	340.00	540.00	800.00
Pflege	7	€/ha	88.00	132.00	167.00
<i>davon Lohnansatz</i>	7	€/ha	10.56	12.80	15.04
Ernte	7	€/t _{atro} ³⁾	10.28	12.80	15.00
Transport	7	€/t _{atro}	20.00	22.00	24.00
Rückwandlung	1	€/ha	960.00	1,920.91	3,200.00
Investitionskosten gesamt	1	€/ha	2,255.00	2,683.00	3,223.00
Standort			Schwach	Mittel	Gut
Flächenkosten	21	€/ha	180.00	250.00	400.00
Ertrag ⁴⁾	7	t _{atro} /ha*a	6.00	8.00	12.00
Markterlös			Niedrig	Mittel	Hoch
Hackschnitzelpreis ⁵⁾	7	€/t _{atro}	75.00	93.00	110.00

1) Häufigkeit je Nutzungsdauer.

2) Lohnkosten sind der KTBL Betriebsplanung Landwirtschaft entnommen;

3) absolut trocken;

4) da der Ertrag pro Jahr angegeben wird, werden nach 3 Jahren folglich 18, 24 bzw. 36 t_{atro} pro ha geerntet.

5) Preisspanne der Jahre 2008 – 2010.

Quelle: KRÖBER et al. (2010)

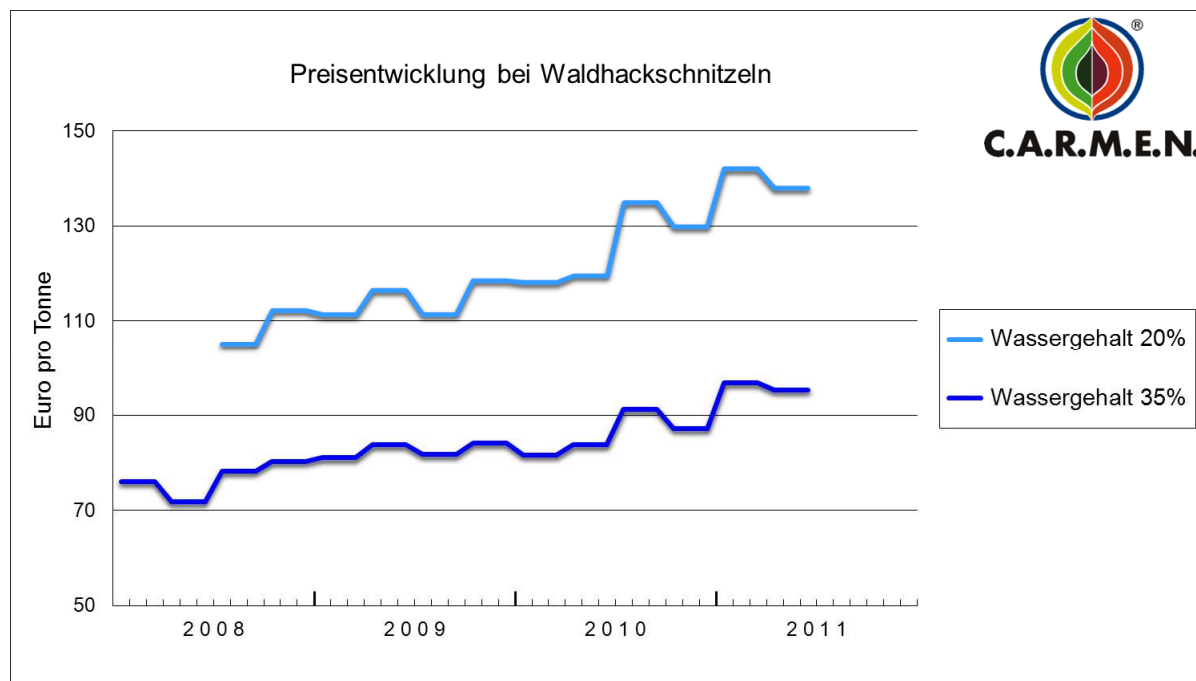
Basierend auf im Rahmen des Projektes „AGROWOOD“ durchgeführten Untersuchungen von RÖHLE et al. (2005, 2006, 2008) und dem auf diesen Untersuchungen basierenden Ertragsschätzer für KUP der TU Dresden sind in Tabelle 4.2 die durchschnittlich jährlich zu erwartenden Biomasseerträge für einen schwachen (6 t_{atro}/ha*a), mittleren (8 t_{atro}/ha*a) und guten (12 t_{atro}/ha*a) Ackerstandort aufgeführt. Der über die Standzeit einer Kurzumtriebsplantage zu erwartende nicht-lineare Zuwachsverlauf wird aus Gründen der Verein-

fachung bei der nachfolgenden Wirtschaftlichkeitskalkulation nicht berücksichtigt. Als gängige Maßeinheit für den Holzbiomassezuwachs und die Erntemenge hat sich die Tonne absolute Trockenmasse (t_{atro}) etabliert. Es handelt sich dabei um eine rechnerische Größe, die nur das Gewicht der Holzmasse angibt. Der Einfluss unterschiedlicher Holzdichte und Wassergehalte wird damit eliminiert und der Vergleich auf einheitlicher Basis ermöglicht. Üblicherweise wird der Ertrag pro Jahr angegeben, wodurch nach einem dreijährigen Umtrieb folglich 18 (schwacher Standort), 24 (mittlerer Standort) oder 36 t_{atro} pro ha (guter Standort) geerntet werden.

Die von C.A.R.M.E.N. e.V.⁴ veröffentlichten und oft zitierten Preise für Energiehackschnitzel gelten für die Abnahmemenge von 20 oder im Falle von Hackschnitzeln mit 35 % Wassergehalt von 80 Schüttraummeter und Transport mit LKW über 20 km. Außerdem beziehen sie sich eher auf süddeutsche Verhältnisse. Die Repräsentativität dieser Preise ist mithin stark eingeschränkt, weil langfristige Lieferverträge über größere Mengen, wie für die Belieferung von Heiz(kraft)werken üblich, nicht erfasst werden. Aus diesem Grund sind die von C.A.R.M.E.N. berichteten Preise nicht alleinige Grundlage dieser Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Da eine repräsentative Marktpreiserfassung derzeit für Deutschland nicht vorliegt, beruhen die in Tabelle 4.2 aufgeführten Erlöse für Hackschnitzel (75, 93, 110 jeweils €/t_{atro}) auf einzelnen Preisberichten unterschiedlicher Quellen der Jahre 2008 bis 2010. Nähere Informationen zur Preisentwicklung von Holzhackschnitzeln finden sich in Abbildung 4.1.⁵ Die von C.A.R.M.E.N. veröffentlichten Preisstatistiken zeigen, dass die Marktpreise für Energiehackschnitzel zum einen saisonalen und im geringen Maße auch konjunkturellen Schwankungen unterliegen. Im Vergleich zu den Marktpreisschwankungen landwirtschaftlicher Früchte sind diese aber vergleichsweise gering.

⁴ http://www.carmen-ev.de/dt/energie/bezugsquellen/hackschnitzelpreis_index/hackschnitzelpreis.html

⁵ Lieferung von 80 Schüttraummeter mit einem Wassergehalt von 35 %; Lieferung von 30 Schüttraummeter mit einem Wassergehalt von 20 %.

Abbildung 4.1: Entwicklung der Waldhackschnitzelpreise im Zeitraum 2008 bis 2011

Im August 2011 ging ein neues Preis- und Marktinformationsportal, der BIOMASSE^{Re-port}⁶, online. Dieser kostenpflichtige Onlineservice wird in Zukunft unabhängige Informationen über aktuelle Marktpreise für Holzpellets, Holzhackschnitzel und Biogassubstrate, speziell in Norddeutschland, bereitstellen. Darüber hinaus soll ein öffentlicher Marktplatz die Möglichkeit bieten, Angebot und Nachfrage in Bezug auf Holzhackschnitzel und andere Rohstoffe besser zu koordinieren.

Diese Wirtschaftlichkeitsrechnung hat zum Ziel, die Spanne aufzuzeigen, in der sich die jährlichen Gewinn- oder Verlustbeiträge (Annuitäten) einer Kurzumtriebsplantage unter den gegebenen Standortbedingungen und Kosten-Erlös-Relationen bewegen. Hierzu werden folgende Variablen variiert:

- drei Kostenniveaus
- drei Preisniveaus für Hackschnitzelpreise
- drei Standorte mit unterschiedlichen Ertragsniveaus

Da unklar ist, ob auf der Fläche nach 21 Jahren KUP a) abermals eine neue KUP angepflanzt wird oder b) geräumt werden muss, um wieder Ackerbau betreiben zu können, werden zwei Varianten durchgerechnet: sowohl mit als auch ohne Rückwandlungskosten, die mit bis zu 3.200 €/ha recht erheblich ausfallen können.

⁶ <http://www.biomasse-report.de/index.php/de/>

Insgesamt ergeben sich somit 54 unterschiedliche Kosten-Erlös-Relationen, wie in Tabelle 4.3 dargestellt. Von den berechneten Varianten erzielen nur 12 positive Gewinnbeiträge (grau schattiert).

Unter den gegebenen Annahmen sind die höchsten positiven kalkulatorischen Gewinnbeiträge auf dem **guten Standort** bei **niedrigen Kosten** kombiniert mit **hohen Holzpreisen** zu erzielen und betragen 255 bzw. 279 €/ha*a – je nachdem, ob eine Rückwandlung in Acker erfolgt oder nicht. Bei **niedrigen Kosten** und **hohen Holzpreisen** erzielen **alle Standorte** positive Gewinne (24 bis 279 €/ha*a), der gute Standort auch bei mittleren Holzpreisen.

Tabelle 4.3: Jährliche kalkulatorische Gewinnbeiträge⁷ (Annuitäten) von Kurzumtriebsplantagen in € pro Hektar und Jahr (ohne Betriebsprämie)

Niedrige Kosten							
Standort		Schwach		Mittel		Gut	
Rückwandlung		mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne
Preis	Niedrig (75)	-174	-150	-160	-136	-141	-117
	Mittel (93)	-72	-48	-24	0	63	87
	Hoch (110)	24	48	104	128	255	279
Mittlere Kosten							
Standort		Schwach		Mittel		Gut	
Rückwandlung		mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne
Preis	Niedrig (75)	-275	-227	-270	-222	-268	-220
	Mittel (93)	-173	-125	-134	-86	-65	-17
	Hoch (110)	-77	-29	-6	42	128	176
Hohe Kosten							
Standort		Schwach		Mittel		Gut	
Rückwandlung		mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne
Preis	Niedrig (75)	-389	-309	-392	-312	-406	-326
	Mittel (93)	-288	-208	-256	-176	-202	-122
	Hoch (110)	-191	-111	-128	-48	-10	70

Steigen die **Kosten jedoch auf mittleres Niveau**, dann kann nur der **gute Standort** und zum Teil der **mittlere Standort** – allerdings nur ohne Rückwandlung in Acker und bei **hohen Holzpreisen** – ein positives Ergebnis vorweisen: 42, 128 oder 176 €/ha*a. Die Verluste der anderen Varianten unter diesem Kostenszenario liegen zwischen -275 und

⁷ bei vollständiger Entlohnung des Bodens, des Kapitals und der eigenen eingesetzten Arbeit

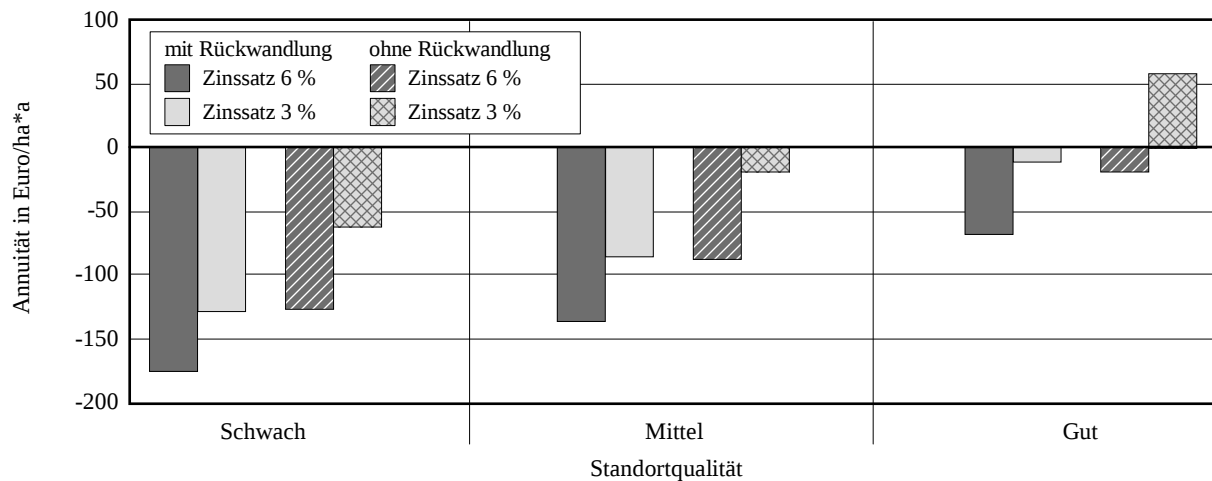
-6 €/ha*a bei Umwandlung bzw. zwischen -227 und -17 €/ha*a ohne Umwandlung der KUP in Ackerbau.

Wie zu erwarten, ist bei **hohen Kosten** der Anbau von KUP noch unwirtschaftlicher. Nur die Variante „guter Boden, hohe Holzpreise und ohne Rückumwandlung“ erzielt ein positives Ergebnis (+70 €/ha*a). Alle anderen Varianten fahren Verluste zwischen -406 und -10 €/ha*a ein.

Um die Auswirkungen unterschiedlicher Zinshöhen zu evaluieren, wurde die Annuität zusätzlich für ausgewählte Fälle (mittlerer Hackschnitzelpreis (93), mittlere Kosten) mit einem niedrigeren Zinssatz von nur 3 % anstatt 6 % berechnet.

Abbildung 4.2 zeigt graphisch die Änderung für die drei Standorte und für jeweils zwei Fälle (mit/ohne Rückwandlungskosten). Durch den halbierten Zinssatz erhöht sich die Annuität dieser sechs ausgewählten Fälle um 46 bis 75 €/ha*a. Der Annuitätszuwachs der drei Standorte mit Rückwandlung beträgt im Durchschnitt 51 €/ha*a, der ohne Rückwandlung 70 €/ha*a. Lediglich auf dem guten Standort ohne Rückwandlung erreicht KUP aufgrund des niedrigeren Zinssatzes die Gewinnschwelle. Lag die Annuität zuvor bei -17 €/ha*a, so steigt sie nun auf 58 €/ha*a.

Abbildung 4.2: Jährliche Gewinnbeiträge von Kurzumtriebsplantagen in Abhängigkeit des Zinssatzes, Variante mittleres Preis- und Kostenniveau⁸



⁸

Die Berechnung wurde für das mittlere KUP Preisniveau von 93€/t_{atro} und mittlere Kosten angestellt.

4.3 Relative Vorzüglichkeit des KUP-Anbaus im Vergleich zu Ackerfruchtfolgen

Um die relative Vorzüglichkeit des KUP Anbaus gegenüber konventionellem Ackerbau zu ermitteln, wird zunächst die Wirtschaftlichkeit ausgewählter Ackerfruchtfolgen betrachtet.

4.3.1 Wirtschaftlichkeit ausgewählter Ackerfruchtfolgen

In der Literatur wird KUP oftmals mit nur einer Ackerfrucht, meist Wintergerste oder Winterroggen, verglichen. Dies greift jedoch zu kurz, da KUP mit den Früchten einer Fruchtfolge konkurriert. Deshalb werden im Folgenden die Kosten und Erlöse von drei unterschiedlichen standortbezogenen Fruchtfolgen erläutert, die anschließend (Kapitel 4.3.2) für den Vergleich mit KUP herangezogen werden.

Für die Entwicklung des landwirtschaftlichen Referenzsystems standen im Wesentlichen drei unterschiedliche Quellen zur Verfügung: Daten des KTBL⁹, der LfL¹⁰ aus Bayern sowie Daten von drei typischen Betrieben des *agri benchmark* Cash Crop-Netzwerkes¹¹, welches am vTI koordiniert wird.

Für die drei Standorte (siehe Tabelle 4.1) wurden jeweils zwei landwirtschaftliche Modellbetriebe konstruiert:

- Modell 1: Um die Kostenstrukturen von eher kleinen Betrieben zu berücksichtigen, wurde für jeden der drei Standorte jeweils eine Fruchtfolge auf Grundlage der Daten des KTBL und LfL konstruiert. Dieser hat eine durchschnittliche Schlaggröße von 10 ha, was sich sowohl auf die Maschinenkosten als auch auf die benötigte Arbeitszeit auswirkt. Für die Mechanisierung wurden eine Schlepperleistung von 120 kW und eine Hof-Feld-Entfernung von 4 km angenommen. Da die LfL Datenbank Dreijahresdurchschnitte anbietet, wurden die KTBL Daten um die durchschnittlichen Dünger- und Pflanzenschutzkosten für die letzten drei Jahre (2008-2010) ergänzt. In Punkto Bodenbearbeitung wurde „nicht wendend, Kreiseleggensaat“ gewählt, passend zur konservierenden Bodenbearbeitung der *agri benchmark*-Betriebe.
- Modell 2: Für das Modell 2 wurden flächenstarke typische Betriebe des *agri benchmark* Cash Crop-Netzwerkes herangezogen, deren Daten auf real existierenden Be-

⁹ KTBL: Datensammlung 2010/2011, Leistungs-Kostenrechnung Pflanzenbau (registrierter online Zugang unter <http://daten.ktbl.de/dslkr/start>); konventionelle Wirtschaftsweise

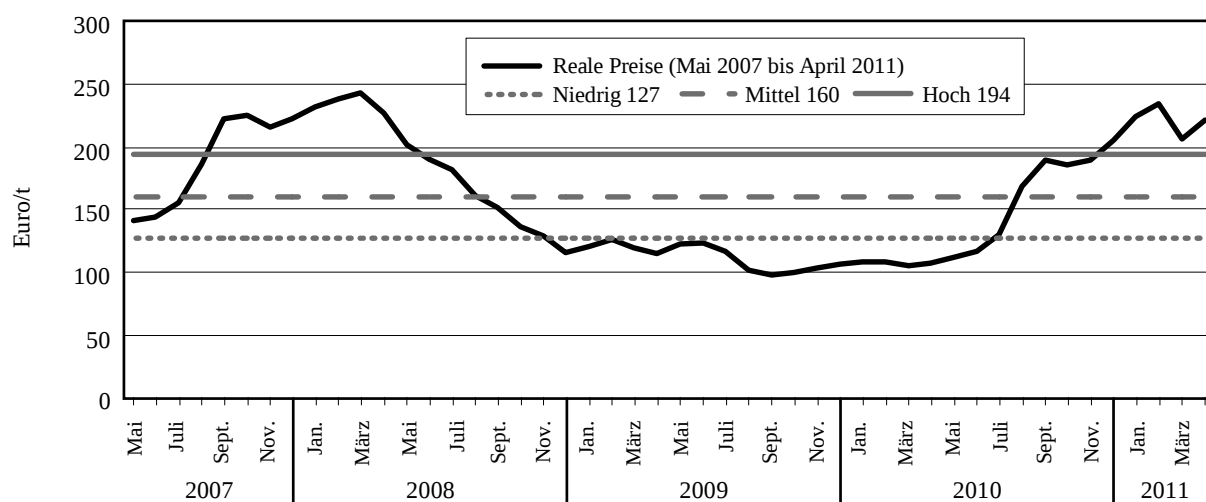
¹⁰ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft: LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten, <https://www.stmelf.bayern.de/idb/default.html>

¹¹ Mehr Infos unter: http://www.agribenchmark.org/cash_crop.html Wenn möglich wurde ein Durchschnitt über die letzten zwei bis drei Jahre gebildet, d. h. die Daten für die Erntejahre 2009 und 2010 sowie teilweise auch 2008.

trieben ihrer jeweiligen Produktionsregion basieren. Die Betriebe sind mit 1.300 ha, 1.600 ha bzw. 2.100 ha Ackerland groß strukturierte Betriebe in Ostdeutschland. Im Durchschnitt verfügen sie über Schlaggrößen von 30 bis 40 ha und sind äußerst effizient mechanisiert, was sich in niedrigeren Direkt- und Arbeitserledigungskosten widerspiegelt.

In den letzten Jahren haben die Erzeugerpreise für landwirtschaftliche Produkte stark geschwankt (vgl. Abbildung 4.3), und auch in Zukunft ist mit Preisvolatilitäten zu rechnen. Daher werden bei der Analyse der Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Fruchtfolgen analog zu den drei Preisszenarien für KUP-Hackschnitzel drei unterschiedliche Erzeugerpreinsniveaus angenommen.

Abbildung 4.3: Erzeugerpreise für Brotweizen im Zeitverlauf in Deutschland und Szenario Annahmen



Quelle: Eigene Kalkulation nach Statistisches Bundesamt.

Auf Basis historischer Preise (Mai 2007 bis April 2011) und der beobachteten Schwankungsbreiten wurden für sämtliche Fruchtfolgeglieder drei Preisniveaus abgeleitet, die in die Wirtschaftlichkeitsberechnung einfließen (vgl. Tabelle 4.4). Lediglich der Preis für Zuckerrüben wurde nicht variiert aufgrund bisher vergleichsweise geringer Schwankungen. Nähere Informationen zur Herleitung der Preise können Anhang 1 entnommen werden.

Tabelle 4.4: In den Berechnungen herangezogene Erzeugerpreisniveaus für landwirtschaftliche Kulturen in € je Tonne

Preisniveau	Brotweizen	Roggen	Futtergerste	Raps	Zuckerrüben
Niedrig	127	117	111	256	35
Mittel	160	139	137	335	35
Hoch	194	161	163	415	35

Quelle: Eigene Kalkulationen nach Statistisches Bundesamt, AMI, KTBL für die Jahre 2007 bis 2011

Abbildung 4.3 zeigt exemplarisch für Brotweizen, wie sich die abgeleiteten Preisniveaus für die Wirtschaftlichkeitsanalysen in die Preisentwicklung einordnen. Der niedrige Preis mit 127 €/t ist nicht so tief wie zu Zeiten der Finanzkrise, und der hohe Preis erreicht mit 194 €/t nicht die Preisspitzen der Jahreswenden 2007/2008 oder 2010/2011.

In Tabelle 4.5 sind für jeden Standort und jede Kultur die unterstellten Erträge und Teilkosten des Produktionssystems sowie die über die Fruchtfolge durchschnittlich aufgewendeten Feldarbeitsstunden aufgeführt. Die durchschnittlichen Gewinnbeiträge je Jahr der dreijährigen Fruchtfolgen sind für die in Tabelle 4.4 aufgeführten drei Erzeugerpreisniveaus aufgeführt. Detaillierte Hintergrunddaten für die drei Standorte und zwei Modelle sind in Anhang 2 zu finden.

Wie zu erwarten, können auf dem guten Standort die höchsten kalkulatorischen Gewinnbeiträge erzielt werden; auch bei einem niedrigen Erzeugerpreisniveau werden noch Gewinne realisiert. Auf dem schwachen Standort ist dagegen ein hohes Erzeugerpreisniveau notwendig, um nach Entlohnung aller Produktionsfaktoren (Boden, Arbeit Kapital) einen positiven Unternehmergewinn zu erlangen.

Tabelle 4.5: Durchschnittliche Erträge, Arbeitszeitbedarfe, Teilkosten und kalkulatorische Gewinnbeiträge der landwirtschaftlichen Fruchtfolgen in € pro Hektar und Jahr (ohne Betriebsprämie)

Schwacher Standort:		Raps	Roggen	Roggen	Raps	Roggen	Roggen
Preis ⁴⁾	Datenbasis	Modell 1			Modell 2		
	Erträge t/ha	3,35	4,44	4,44	3,3	5,15	4,45
	Ø Akh/ha ¹⁾		4,7			2,1	
	Teilkosten €/ha ²⁾	1.100	865	865	1.181	716	697
		kalkulatorischer Gewinnbeitrag ²⁾			kalkulatorischer Gewinnbeitrag ²⁾		
	Niedrig		-311			-209	
	Mittel		-158			-51	
	Hoch		-3			107	
Mittlerer Standort:		Raps	Weizen	Wintergerste	Raps	Weizen	Wintergerste
Preis ⁴⁾	Datenbasis	Modell 1			Modell 2		
	Erträge t/ha	4,31	7,9	6,8 ³⁾	4,27	8,48	7,25
	Ø Akh/ha ¹⁾		5,4			2,8	
	Teilkosten €/ha ²⁾	1.280	1.291	1.157	1.193	1.054	1.023
		kalkulatorischer Gewinnbeitrag ²⁾			kalkulatorischer Gewinnbeitrag ²⁾		
	Niedrig		-289			-98	
	Mittel		-30			170	
	Hoch		233			443	
Guter Standort:		Zuckerrüben	Weizen	Weizen	Zuckerrüben	Weizen	Weizen
Preis ⁴⁾	Datenbasis	Modell 1			Modell 2		
	Erträge t/ha	70	9,9	9,9	57	8,4	8,4
	Ø Akh/ha ¹⁾		5,5			3	
	Teilkosten €/ha ²⁾	1.815	1.522	1.522	1.524	1.075	1.075
		kalkulatorischer Gewinnbeitrag ²⁾			kalkulatorischer Gewinnbeitrag ²⁾		
	Niedrig		32			152	
	Mittel		249			337	
	Hoch		473			527	

1) Bewertung der eingesetzten Arbeitszeit (Fremd-AK und eigene Arbeit) mit 16,00 Euro/Akh.

2) Berücksichtigte Kostenpositionen:

Saatgut, Dünger, Pflanzenschutz, variable und fixe Maschinenkosten, Hagelversicherung, Lohnunternehmer, Lohnansatz, Pachtansatz.

Folgende Positionen wurden nicht berücksichtigt:

Gemeinkosten (Bürounterhaltung, sonstige Versicherungen), Betriebsprämie, Büroarbeitszeiten.

3) Die Online Datenbank von KTBL liefert keinen Ertrag für Wintergerste. Der Ertrag entspricht daher dem Durchschnitt des Landes Mecklenburg Vorpommern in den Jahren 2005 bis 2010.

4) Erzeugerpreis für die landwirtschaftlichen Produkte, siehe Erläuterung im Text und Tabelle 4.4.

4.3.2 Wirtschaftlicher Vergleich: KUP versus Ackerfruchtfolgen

In diesem Kapitel wird der in Abschnitt 4.2 dargestellte KUP Anbau ökonomisch mit den in Abschnitt 4.3.1 entwickelten landwirtschaftlichen Referenzfruchtfolgen verglichen. Dabei werden folgende Konstellationen berücksichtigt:

- Drei Standorte
- Je Ackerbaustandort zwei unterschiedlich strukturierte Betriebe
- KUP Anbau: drei unterschiedliche Kostenniveaus
- Drei unterschiedliche Erlösniveaus – sowohl für die jeweiligen Ackerfrüchte als auch für Holzhackschnitzel
- Mit und ohne Rückwandlung von KUP nach 21 Jahren
- Mit und ohne Bewertung der durch KUP freigesetzten Arbeitszeit. Die selbst eingesetzte Arbeitszeit eines Landwirts, die durch den KUP Anbau gebunden wird, liegt mit 0,15 bis 0,22 Stunden pro Hektar und Jahr deutlich unter dem, was im Durchschnitt durch den Anbau einer Ackerfruchtfolge (2,1 bis 5,5 h/ha*a) aufgewendet wird. Hier stellt sich nun die Frage, wie die freigesetzte Arbeitszeit zu bewerten ist. Kann die freigesetzte Zeit anderweitig produktiv eingesetzt werden, fallen Opportunitätskosten an (wir bewerten hier mit 16,00 €/h). Da aber davon auszugehen ist, dass die bei einer kleinflächigen Umwandlung zu KUP freigesetzte Arbeit nicht an anderer Stelle sinnvoll verwertet werden kann, wird auch eine Variante mit Opportunitätskosten der Arbeit von 0 € gerechnet.

Die Kombination dieser Konstellationen ergibt 648 Variationsrechnungen.

Abbildung 4.4: Verteilung der Differenz der Annuitäten zwischen KUP und Ackerbau in Abhängigkeit des Standortes

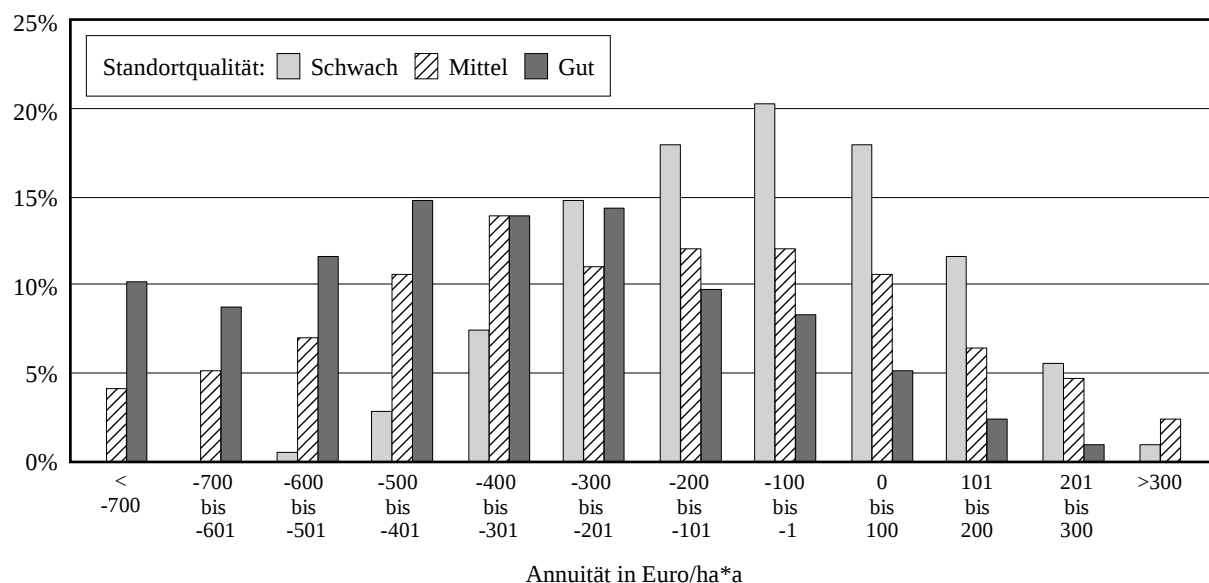
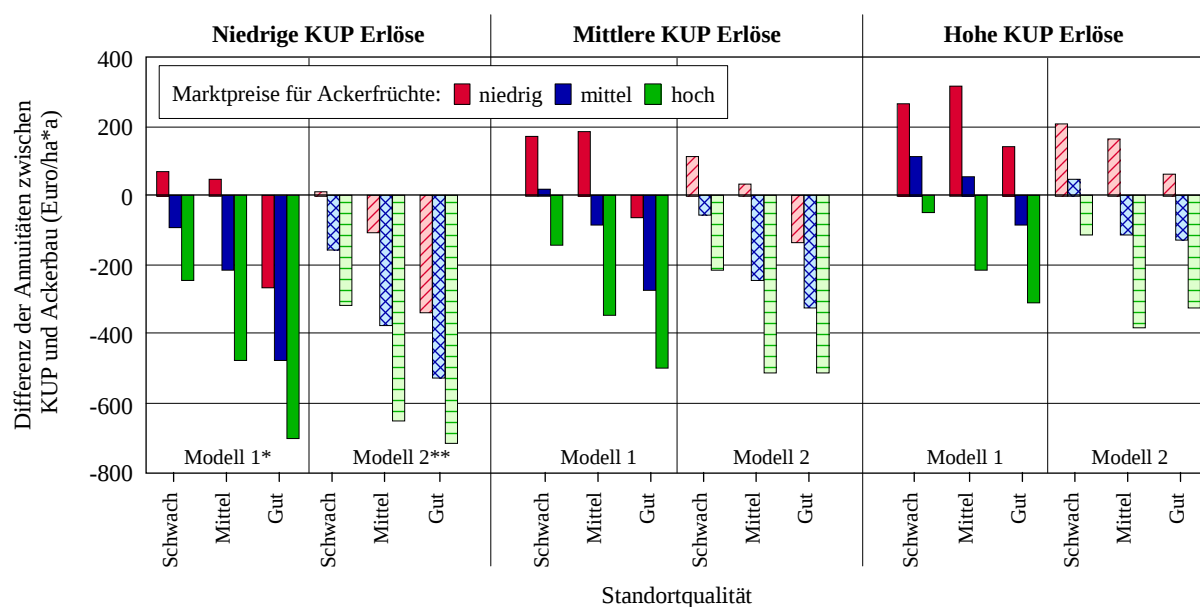


Abbildung 4.4 stellt zusammenfassend die Verteilung der ermittelten Differenzen der Annuitäten zwischen KUP und Ackerbau in Abhängigkeit der drei Standorte dar. Die Gewinndifferenzen schwanken zwischen +417 und -971 €. Mehr als 70 % aller Ergebnisse liegen jedoch in einem Korridor zwischen -500 und 100 €/ha*a. In nur 22 % der Konstellationen erzielt KUP einen höheren Gewinn als die Ackerfruchtfolgen. Zudem sind Verschiebungen zwischen den Standorten erkennbar. Auf dem schwachen Standort liegen 56 % der Fälle zwischen -200 und 100 €/ha*a. Bei dem mittleren Standort ist die Verteilung generell etwas gleichmäßiger, in der Tendenz aber mehr in den negativen Bereich verschoben. Hier liegen 49 % der Werte zwischen -400 und -1 €/ha*a. Auf dem guten Standort werden durch eine konventionelle Ackerfruchtfolge deutlich höhere Gewinne realisiert als mit der Anlage von KUP. Somit tendiert die Differenz der Annuitäten noch weiter ins Negative, und 55 % der Berechnungen liegen zwischen -600 und -200 €/ha*a.

Abbildung 4.5: Differenz der Annuitäten zwischen KUP und Ackerbau in Abhängigkeit von Standortqualität und Erlösen für Ackerfrüchte und Hackschnitzel



* Die drei Betriebe des Modell 1 basieren auf Daten des KTBL und der LfL.

** Die drei Betriebe des Modell 2 basieren auf Daten typischer Betriebe des agri benchmark Netzwerkes.

Abbildung 4.5 liefert eine detailliertere Betrachtung von 54 ausgewählten Rechenergebnissen¹² und gibt Aufschluss über den Einfluss einzelner Variablen. Die Erlöse für Hackschnitzel beeinflussen die Rentabilität des KUP Anbaus deutlich. Sind sie mit 75 €/t_{atro} niedrig, so ergeben sich nur drei Fälle, in denen KUP eine höhere Annuität erzielt als der Ackerbau. Steigen die Preise für Hackschnitzel auf 93 €/t_{atro}, so ergeben sich bereits fünf

¹² Berechnung für KUP: geringe Kosten, mit Rückumwandlung, Bewertung der Arbeit mit 0 € und zwei Modelle für den Ackerbau

positive Konstellationen und bei 110 €/t_{atro} sogar neun. Allerdings hängt die Rentabilität von KUP gleichzeitig auch von der zu erwarteten Erlössituation in der Landwirtschaft ab. In der Mehrheit der oben erwähnten Fälle liegen die landwirtschaftlichen Marktpreise nur auf einem niedrigen Niveau (rote Balken). Je höher die landwirtschaftlichen Preise und je besser der Standort, umso mehr verschiebt sich die Rentabilität in Richtung des Ackerbaus. Außerdem sind die Ergebnisse für beide landwirtschaftlichen Datengrundlagen visualisiert. Da in den flächenstarken Betrieben (Modell 2) die Produktionskosten tendenziell geringer ausfallen, stehen diese Betriebe im Vergleich zu KUP noch besser da.

Die gesamte Bandbreite der Ergebnisse kann in Anhang 3 eingesehen werden.

4.4 Beurteilung spezieller KUP-Anbausysteme

KUP auf Grünlandstandort

Im Vergleich zu Ackerflächen fallen die Opportunitätskosten einer Nutzung durch KUP auf extensivem Grünland deutlich niedriger aus. Die Pachtpreise für Grünland lagen im Jahr 2007 im bundesweiten Durchschnitt um fast 70 €/ha unter denen für Ackerflächen. In einigen Bundesländern wie Bayern, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen betrug die mittlere Pachtpreisdifferenz über 100 €/ha (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2008). Grünlandflächen mit geringem Viehbestand und ohne Milchproduktion weisen besonders geringe Opportunitätskosten auf. Hier könnte KUP besonders rentabel sein. Allerdings bestehen auf vielen Grünlandflächen standörtliche Nachteile wie geringe Bodenmächtigkeit, Staunässe, Frostgefährdung oder starke Hangneigung, die auch für die Produktion von Energiehölzern ungünstig sind und die Ertragshöhe sowie die Ausfallrisiken negativ beeinflussen.

Zur Etablierung von KUP auf bisherigen Grünlandflächen kommen mehrere Verfahren in Frage. Der Vollumbruch in Verbindung mit einer vorherigen Totalherbizidbehandlung ist das intensivste Verfahren (SCHOLZ et al., 2006). Dem hohen Anwuchserfolg steht aber eine überdurchschnittlich hohe Kohlenstoffmobilisierung gegenüber. Schonendere Verfahren wie die streifenweise oder ausschließlich in den Pflanzlöchern durchgeführte Entfernung der Grasnarbe machen in der Regel die Pflanzung von bewurzelten Stecklingen oder von Setzstangen erforderlich, um gegen die Konkurrenz der Grünlandpflanzen um Licht, Wasser und Nährstoffe bestehen zu können.

Ein erheblicher Anteil der Grünlandflächen liegt in Zielkulissen des Naturschutzes. Nach einer Schätzung des Thünen-Instituts (ROTHE et al., 2010) befinden sich über 20 % des Grünlands in Deutschland in Natura-2000-Gebieten. In solchen Schutzgebieten kann die Etablierung großflächiger Energieholzplantagen den Schutzziele zuwiderlaufen. Zudem stellt die Etablierung von KUP einen Grünlandumbruch dar, der in vielen Schutzgebieten reglementiert ist.

KUP und/oder Agroforstsysteme als Streifenelemente

Die Wirtschaftlichkeit von Agroforstsystemen, also der Kombination von Ackerbau und streifenförmigem Anbau von KUP wird von der Wirtschaftlichkeit der beiden Einzelsysteme und deren Flächenanteilen bestimmt (BÄRWOLFF et al., 2011). Auch wenn die Anlage des Agroforstsystems auf die zu verwendende Maschinenteknik optimiert wird (z. B. Streifen ein Vielfaches von 12 m breit), lassen sich Überbrückungsfahrten zwischen den einzelnen Streifen oder Restfahrten, bei denen nicht die volle Arbeitsbreite verwendet werden kann, kaum vermeiden. Dies lässt unweigerlich die Arbeitserledigungskosten ansteigen. Zusätzlich können konkurrierende Effekte zwischen den Gehölzstreifen und Ackerfrüchten die ökonomische Bilanz weiter verschlechtern: dazu zählen z. B. Wurzel- und Nährstoffkonkurrenz, vermehrter Schädlingsbefall oder Lichtmangel im Schatten der Gehölze. Andererseits können auch vielfältige positive Synergieeffekte auftreten: Mehr verfügbare Nährstoffe infolge von Wurzel- und Baumresten, erhöhtes Wasserangebot zwischen den Gehölzstreifen infolge der Verringerung der Windgeschwindigkeit und somit einer geringeren Verdunstung können das Wachstum der Ackerkulturen fördern (BÄRWOLFF et al., 2011).

Ob jedoch die synergetischen Effekte überwiegen und somit das Agroforstsystem mit einem flächigen Anbau von KUP konkurrieren kann, konnte bisher noch nicht nachgewiesen werden. Die am Verbundprojekt „Agro Forst Energie“ beteiligten Institutionen werden in den kommenden Jahren weiter dazu forschen und zusätzliche Erkenntnisse aus den in den Jahren 2007 und 2008 angelegten, noch jungen Agroforstsystemen sammeln.

4.5 Gründe für den verhaltenen Anbau von KUP

Obwohl die voranstehenden Analysen gezeigt haben, dass KUP auf verschiedenen Standorten durchaus rentabler sind als eine konventionelle Ackerfruchtfolge, ist der Anbau von KUP noch wenig verbreitet.

Die nachfolgende Auflistung gibt eine Reihe von Gründen wieder, die für den verhaltenen Anbau von KUP in Deutschland verantwortlich gemacht werden:

- Zwei miteinander korrespondierende Gründe, die immer wieder genannt werden, sind fehlende Vermarktungsstrukturen und fehlende Abnehmer für die Biomasse. Das Problem besteht insbesondere darin, wer beginnt. Jede Seite „wartet“ auf die andere. Landwirte werden sich nicht für den KUP Anbau entscheiden, solange kein verlässlicher Käufer am Markt ist. Und ein potentieller Nachfrager nach KUP-Holz wird nicht in die entsprechende Technologie investieren, solange die Rohstoffbasis nicht gesichert ist. Ein typisches Koordinationsproblem. Eine Rolle spielt hierbei auch, dass KUP keinen jährlichen Erntezyklus hat, sondern jeweils mindestens drei Jahre vergehen müssen. Für einen Abnehmer von KUP-Holz bedeutet dies, dass er auf KUP Anbauflächen zurückgreifen muss, die zu unterschiedlichen Jahren angepflanzt wurden,

- um eine jährliche und kontinuierliche Rohstoffversorgung z.B. für die Auslastung seiner Produktionskapazitäten sicherzustellen.
- Es bestehen in der Praxis Wissenslücken bezüglich der Etablierung, Pflege, Ertragsfähigkeit und Ernte von KUP sowie zur Rückumwandlung nach Ende eines Nutzungszyklus. Die veröffentlichten Zahlen zu den Produktionskosten variieren zudem sehr stark, was die Unsicherheit bei den Landwirten weiter erhöht.
 - Für viele Standorte ist von Bedeutung, dass es derzeit noch keine ausgereiften Systeme gibt, „mit welchen speziell kleinflächige, verstreut liegende, geneigte oder vernässte KUP-Flächen effizient beerntet werden können“ (BEMMANN et al., 2010).
 - Geeignetes Pflanzgut und die Erntetechnik stehen in vielen Regionen nicht uneingeschränkt zur Verfügung. Für Lohnunternehmer lohnt sich der Kauf der Erntetechnik erst dann, wenn genügend KUP-Flächen in der Region vorhanden/geplant sind. Landwirte dagegen scheuen den Einstieg in KUP, wenn keine entsprechende Erntetechnik regional zur Verfügung steht.
 - In der Vergangenheit waren die Holz-(hackschnitzel-)preise eher niedrig, so dass KUP auf den meisten Standorten gegenüber einer Ackerfruchtfolge nicht rentabel war. Bis die derzeitigen Preissignale für Holzhackschnitzel bei den Landwirten ankommen und sich dann auch in Neuanpflanzungen widerspiegeln, braucht es eine gewisse Zeit (KUDLICH, 2011).
 - Durch die langfristige Flächenbindung geht Flexibilität verloren, auf veränderte Marktbedingungen (z. B. höhere Erlöse aufgrund höherer Agrarpreise) reagieren zu können.
 - In der Praxis, werden Pachtverträge meist über kürzere Zeiträume geschlossen, was die Anlage einer KUP über 20 Jahre behindern kann.
 - Das Anbaurisiko für KUP trägt bislang alleine der Landwirt. Die meisten Ackerfrüchte können über eine Hagelversicherung abgesichert werden. Bei KUP ist das höchste Risiko die Trockenheit im Anwuchsjahr, welche man bisher nicht versichern kann. Wird eine neue Saatgutsorte ausprobiert, so besteht das Risiko nur für ein Jahr. Wird das falsche KUP-Pflanzgut für den Standort ausgewählt, trägt der Landwirt die Konsequenzen für die Standzeit der KUP, z. B. 20 Jahre (KUDLICH, 2011).
 - Für Betriebe mit geringer Liquidität können die hohen Anfangsinvestitionen für Anlage und Etablierung einer Plantage ein zusätzlicher Hinderungsgrund sein.
 - KUP kann negative Folgen für die verlegte Drainage haben (Wurzeln wachsen in Drainage ein, Beschädigung beim Roden; daher sind drainierte Flächen eher nicht geeignet).
 - Der Anbau von KUP auf Grünland ist oftmals nicht möglich, da das Umbrechen von Grünland zu Ackerland innerhalb von Kulissen des Wasser- und Naturschutzes in vielen Fällen verboten ist und in einigen Bundesländern (Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein) der gemäß Cross-Compliance-Anforderungen maximal für den Umbruch zulässige Flächenanteil bereits

ausgeschöpft ist. Allerdings: Im Dezember 2010 hat das Land Mecklenburg-Vorpommern die Dauergrünlanderhaltungsverordnung vom 24. November 2008 geändert. Die Anlage von KUP auf Grünland kann demnach auf Antrag genehmigt werden, ohne dass Dauergrünland neu angelegt werden muss. Diese Ausnahme gilt, solange landesweit insgesamt nicht mehr als 3.000 ha Grünland in Energieholzplantagen umgewandelt werden. Die Begrenzung auf diese Fläche stellt sicher, dass der Grünlandverlust im Vergleich zur Referenz im Jahr 2005 nicht die 8%-Marke überschreitet.

- Auf Ebene der Bundesländer bestehen teilweise unterschiedliche juristische und naturschutzfachliche Anforderungen. Hinzu kommen Wissenslücken bei den staatlichen Fachinstitutionen der Landwirtschaft und des Naturschutzes bezüglich der Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen (KUDLICH, 2011).
- Schließlich muss festgestellt werden, dass Landwirte und Landeigentümer z.T. immer noch generelle Akzeptanzprobleme haben, Bäume auf landwirtschaftlichen Produktionsflächen zu kultivieren.

5 Förderung von KUP in Deutschland

In Deutschland bestehen bereits unterschiedliche, direkte und indirekte Maßnahmen die Anlage von Kurzumtriebsplantagen zu fördern. Die Förderung wird je nach Mittelgeber bzw. -herkunft mit der Verbesserung der wirtschaftlichen Situation landwirtschaftlicher Betriebe oder einer Verbesserung des Klima- und Umweltschutzes begründet.

Die Verordnung über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER) (RAT DER EU, 2005) ergänzt die Markt- und Einkommensstützungsmaßnahmen der gemeinsamen Agrarpolitik und trägt zur Förderung nachhaltiger Entwicklung des ländlichen Raumes bei. Im Hinblick auf KUP zielt die ELER Förderung konkret auf die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Land- und Forstwirtschaft, die Verbesserung der Umwelt und der Landschaft sowie die Diversifizierung der ländlichen Wirtschaft ab. Im Detail dienen Maßnahmen zur Umstrukturierung und Entwicklung des Sachkapitals und zur Innovationsförderung der Modernisierung landwirtschaftlicher Betriebe sowie der Erhöhung der Wertschöpfung land- und forstwirtschaftlicher Erzeugnisse. Die Förderung der Erstaufforstung landwirtschaftlicher Flächen unterstützt die nachhaltige Bewirtschaftung bewaldeter Flächen.

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG, 2011) dient dem Zweck „im Interesse des Klima- und Umweltschutzes eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen, fossile Energieressourcen zu schonen und die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien zu fördern.“

Analog zum EEG wird auch die Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energie im Wärmemarkt mit dem Aufbau einer zukunftsfähigen Energieversorgung, der begrenzten Verfügbarkeit fossiler Energieressourcen sowie dem Klima- und Umweltschutz begründet. Die Instrumente des Marktanreizprogramms stellen Anreize dar, innovative regenerative Wärmetechnologien zu nutzen und fördern entsprechende Investitionen.

5.1 Bisherige Förderinstrumente und deren Akzeptanz

Gemäß Verordnung (EG) Nr. 73/2009 gehören Kurzumtriebsplantagen als Dauerkultur zur beihilfefähigen Fläche und können Zahlungsansprüche aktivieren. In Verordnung (EG) 1120/2009 wird in Art. 2 der „Niederwald im Kurzumtrieb“ näher definiert, weiterhin müssen die Mitgliedstaaten Listen mit zugelassenen Arten und maximalen Erntezyklen festlegen. In Deutschland wurden mit Veröffentlichung im Bundesanzeiger vom 12.05.2010 Weiden, Pappeln, Robinien, Birken, Erlen und Eschen mit einem maximalen Erntezyklus von 20 Jahren als beihilfefähige KUP-Fläche zugelassen. Somit können auf KUP-Flächen Direktzahlungen aktiviert werden. Die Flächen werden förderrechtlich als

Landwirtschaftsfläche behandelt. Dies ist im engeren Sinne kein Förderinstrument für KUP; die zuvor bestehende „Benachteiligung“ wurde lediglich aufgehoben.

Die Anlage von KUP-Plantagen kann über Agrarinvestitionsförderungsprogramme (AFP) gemäß ELER Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 bezuschusst werden. Die Obergrenzen liegen im Regelfall bei 40 % der förderfähigen Investitionssumme, in benachteiligten Gebieten bei 50 %.

- In Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern wird eine Förderung der Anlage von Dauerkulturen angeboten. Dabei können die Kosten des Pflanzguts zu 20 % (Niedersachsen) bzw. 25 % (Mecklenburg-Vorpommern) bezuschusst werden. Bis zum Jahr 2010 lagen keine Förderfälle vor. Auch in Thüringen können – wie in Mecklenburg-Vorpommern – die Kosten des Pflanzguts zu 25 % bezuschusst werden.
- Neben den in Abschnitt 4.5 genannten Gründen ist die Mindestinvestitionssumme von zum Teil 20.000 € ein möglicher Hinderungsgrund für die Nachfrage nach dieser Investitionsförderung. Da nur die Pflanzgutkosten für KUP bezuschusst werden, muss eine beihilfefähige KUP-Etablierung auf entsprechend großer Fläche (um die 10 ha) stattfinden.
- In Sachsen erfolgt die Förderung von KUP über ein eigenes Landesprogramm. Die Kosten der Bodenvorbereitung einschließlich Unkrautbekämpfung, Pflanzkosten (Maschinenkosten, Lohnkosten, Nachbesserung), Pflanzgut, mechanische Unkrautbekämpfung und Wildschutzzäune können mit 30 % bezuschusst werden; auch hier gilt eine Mindestinvestitionssumme von 20.000 €. Förderfälle gibt es in Sachsen bisher nicht oder nicht in nennenswertem Umfang.

Gemäß ELER Verordnung (Artikel 53) können Investitionen zur Diversifizierung der ländlichen Wirtschaft gefördert werden. Hierbei handelt es sich aber nicht um Investitionen in die Außenwirtschaft landwirtschaftlicher Betriebe, sondern um Investitionen im Bereich erneuerbarer Energien z. B. in Holzhackschnitzel-Heisanlagen. Eine Förderung der Holzhackschnitzelverwendung besteht vor allem im Marktanreizprogramm (MAP) des Bundesumweltministeriums.

Neben der Förderung über das AFP und indirekt über das MAP wird die Verwendung des KUP-Holzes auch über das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) gefördert, wenn die Hackschnitzel verstromt werden. Bis Ende 2011 galten die Fördersätze des EEG 2009. Neuanlagen, die ab dem 1. Januar 2012 in Betrieb genommen werden, unterliegen ab dann dem novellierten EEG 2012.

Tabelle 5.1 stellt ausgewählte für KUP relevante Vergütungssätze der EEG 2009 und EEG 2012 gegenüber. Im EEG 2012 ist die Grundvergütung für Anlagen bis maximal 5 MW gestiegen. Die Zusatzvergütung über Rohstoffe, die zur Einsatzvergütungskategorie I oder II gehören ist ebenfalls im Vergleich zum vorherigen NawaRo-Bonus gestiegen. Verbände kritisieren allerdings, dass Holz aus Kurzumtriebsplantagen je nach Herkunft der einen

oder der anderen Rohstoffklasse angehört, was die Sachlage komplizierter mache. Das KUP-Holz unterliegt der Einsatzvergütungsklasse II (bis maximal 5 MW zusätzlich 8 Cent/KWh zur Grundvergütung), wenn die KUP nicht auf Grünlandflächen (mit oder ohne Grünlandumbruch), in Naturschutzgebieten, in Natura 2000-Gebieten, in Nationalparks oder auf zusammenhängenden Flächen von nicht mehr als 10 ha angepflanzt wurde. Holz aus allen anderen Kurzumtriebsplantagen unterliegt der Einsatzvergütungsklasse I und wird je nach Anlagengröße mit 4 bis 6 Cent/KWh zusätzlich zur Grundvergütung vergütet. Die Vergütung für Anlagen mit mehr als 5 MW ist durch die Novellierung gesunken. Die neue Förderkulisse bevorzugt kleinere dezentrale Anlagen, welche für ihre höheren Stromgestehungskosten und höheren Anforderungen an die Rohstoffqualität „entschädigt“ werden. Nach Experteneinschätzung sind bisher allerdings kaum Biomasseanlagen mit weniger als 1 MW Leistung auf dem Markt bzw. in Betrieb (EHM, 2011).

Weiterhin wird die Aufhebung des Ausschließlichkeitsprinzips des EEG 2009 positiv bewertet. Das novellierte EEG ermöglicht nun eine differenzierte Abrechnung verschiedener Biomasse-Einsatzstoffe mittels vorab festgelegter Energiegehalte. Nachweise erfolgen über die Kopie des Einsatzstoff-Tagebuchs mit Angaben und Belegen über Art, Menge und Einheit sowie Herkunft der eingesetzten Stoffe. Eine Ko-Feuerung von Biomasse in fossilen Heizkraftwerken wird allerdings auch nach dem neuen EEG nicht vergütet.

Bisher ist nicht abzuschätzen, ob und wie sich die veränderte EEG-Vergütungsstruktur auf die Nachfrage nach Holzhackschnitzeln von KUP in Deutschland auswirken wird.

Tabelle 5.1: Vergleich der Stromvergütung aus KUP nach EEG 2009 und EEG 2012

Bemessungsleistung	Vergütung nach EEG 2009 (cent/KWh*)		Vergütung nach EEG 2012 (cent/KWh*)	
	GV + NawaRo	GV + KWK + NawaRo	GV + EVK I	GV + EVK II
150 KW	17,44	19,54	20,30	22,30
500 KW	15,73	17,83	18,90	20,90
750 KW	13,18	15,28	17,27	20,27
5 MW	12,25	14,35	15,19	19,19
20 MW	7,79	9,89	7,30	7,30

GV = Grundvergütung

NawaRo = Bonus für nachwachsende Rohstoffe

KWK = Bonus für Kraft-Wärme-Kopplung, 70 % zu Grunde gelegt

EVK = Einsatzstoffvergütungsklasse I oder II

EEG 2009: Jahr der Inbetriebnahme 2011

EEG 2012: Jahr der Inbetriebnahme 2012

* Gesamtvergütung ausgerechnet nach Anteilen der unterschiedlichen Bemessungsleistungsklassen für die angegebene Bemessungsleistung.

5.2 Alternative weitere Fördermöglichkeiten

Wie in Kapitel 4.3 erläutert, ist die Frage nach der relativen Vorzüglichkeit des KUP-Anbaus nicht einfach zu beantworten. Es hängt sehr von den regional- und marktspezifischen Gegebenheiten ab, ob der Anbau von KUP im Vergleich zu Marktfrüchten vorzüg-

licher ist oder nicht. Daher ist es nur schwer möglich, einen bestimmten Fördersatz oder ein bestimmtes Förderinstrument, wie es die Politik gerne hätte, abzuleiten.

KUP als Agrarumweltmaßnahme (AUM)

Die in den Anhängen 4.1 bis 4.3 aufgeführten negativen Gewinndifferenzen des KUP-Anbaus zum Ackerbau können als jährliche Zahlung interpretiert werden, die ein Landwirt erhalten müsste, um ihn mit dem zu erwartenden Einkommen aus dem Ackerbau gleich zu stellen.¹³

Bei knapp 23 % der berechneten Konstellationen (148 positive Ergebnisse/Gewinndifferenzen) wäre keine Förderung notwendig, da KUP unter den getroffenen Annahmen auch ohne staatliche Zuschüsse wettbewerbsfähiger ist als der Ackerbau.

In ca. 15 % der Fälle (96 Ergebnisse) würde eine jährliche Zahlung von 110 €/ha (über einen Zeitraum von 21 Jahren) ausreichen, um KUP mit dem Ackerbau gleichzustellen. Unter der Bedingung niedriger landwirtschaftlicher Preise und niedriger KUP-Investitionskosten käme es jedoch zu deutlichen Mitnahmeeffekten.

Würde man die Förderung auf 220 €/ha*a verdoppeln, dann wäre in 100 zusätzlichen Konstellationen der KUP Anbau wirtschaftlich genauso attraktiv wie die ackerbauliche Nutzung der Fläche. Allerdings fielen dann die Mitnahmeeffekte noch größer aus als bei einer jährlichen Förderung in Höhe von 110 €/ha.

Agrarumweltmaßnahmen haben gemäß ELER-VO in der Regel nur eine Vertragslaufzeit von fünf bis sieben Jahren. Allerdings können, sofern erforderlich und begründet, auch längere Verpflichtungszeiträume festgelegt werden. In der Umsetzung gab es bisher jedoch nur maximale Verpflichtungszeiträume von zehn Jahren (Maßnahme: Umwandlung von Acker in Grünland). Eine KUP wird aber üblicherweise für mindestens 20 Jahre angelegt, damit sich die Investition überhaupt lohnt. Hinzu kommt, dass die Investitionskosten im ersten Jahr anfallen, was Liquiditätsengpässe hervorrufen kann. Insgesamt betrachtet ist KUP unter den gegebenen Bestimmungen keine geeignete Agrarumweltmaßnahme im Rahmen der Programme für den ländlichen Raum. Gleichwohl könnten längere Vertragslaufzeiten und gleichzeitige Dynamisierung der Förderhöhe in Abhängigkeit von den Marktbedingungen ein Ansatz sein, sowohl den Anbau von KUP zu fördern als auch Mitnahmeeffekte zu verringern. Lange Vertragslaufzeiten und Dynamisierung der Prämienhöhe entsprechen aber nicht den heutigen Umsetzungsbestimmungen.

¹³

Die Höhe der Agrarumweltprämien bemisst sich nach den zusätzlichen Kosten bzw. Einkommensverlusten, die durch die Durchführung der Maßnahme (im Vergleich zur Referenzbewirtschaftung) entstehen.

KUP als Vorrangfläche

In der Diskussion um die Neuausrichtung der Gemeinsamen Agrarpolitik wird u.a. diskutiert, einen Teil der Direktzahlungen (1. Säule der GAP) an die Einhaltung ökologischer Kriterien bzw. an die Durchführung von Ressourcen schonenden Produktionsweisen („greening“) zu binden. In den am 12. Oktober 2011 vorgelegten Reformvorschlägen der EU-Kommission ist vorgesehen, mindestens 7 % der Acker- und Dauerkulturfläche eines landwirtschaftlichen Betriebes in eine ökologische Vorrangfläche umzuwidmen. Das Thünen-Institut hält KUP in flächiger oder streifenförmiger (Agroforstsystem) Ausformung grundsätzlich als ökologische Vorrangfläche für vertretbar. Dies gilt insbesondere, wenn so weit wie wirtschaftlich vertretbar auf einen Herbizideinsatz verzichtet werden kann, die Schlaggrößen klein gehalten werden und die Beerntung generell außerhalb der Setz- und Brutzeiten erfolgt. KUP werden, wie oben dargestellt, als Habitat seltener Pflanzen- und Tierarten eher von untergeordneter Bedeutung sein. Sie können dennoch zu einer deutlichen Erhöhung der Struktur- und Artenvielfalt beitragen, insbesondere in gehölzarmen Agrarlandschaften.

Sollten auf solchen Flächen u.a. die Anlage von KUP anerkannt werden und die Greening-Komponente ca. 100 €/ha betragen, dann würden von der GAP Reform weitere Impulse für den Anbau von KUP ausgehen. Wie stark dieser Impuls tatsächlich sein wird, hängt letztlich vom Portfolio der anerkannten Greening-Maßnahmen und der betriebsindividuellen Rentabilität der verschiedenen Maßnahmen ab.

Höhe der Investitionsförderung

Wie in Kapitel 5.1 erläutert, bieten einige Bundesländer im Rahmen der Agrarinvestitionsförderung eine Bezuschussung der Kosten für das KUP-Pflanzgut in Höhe von 20 % bis 25 % bzw. eine Bezuschussung der Kosten für die KUP-Etablierung in Höhe von 30 % an.

Würde man einen jährlichen Förderbetrag von 110 €/ha über einen Zeitraum von 21 Jahren umwandeln in eine einmalige Zahlung (Nettobarwert bei 6 % Zins), so ergäbe sich ein Betrag von 1.294 €/ha; bei einem jährlichen Förderbetrag von 220 €/ha ein Betrag von 2.588 €/ha (vgl. Tabelle 5.2).

Tabelle 5.2: Förderung als einmaliger Investitionszuschuss

		Förderhöhe 1	Förderhöhe 2	Förderhöhe 3
Jährliche Zahlung (21 Jahre lang)	€/ha	110,00	220,00	85,00
Einmalige Zahlung (Nettobarwert, 6 %)	€/ha	1.294,05	2.588,10	1.000,00
KUP Investitionskosten ¹⁾	€/ha	Einmalzahlung in % der Investitionskosten		
Niedrig	2.255	57,4 %	114,8 %	44,3 %
Mittel	2.683	48,2 %	96,5 %	37,3 %
Hoch	3.223	40,2 %	80,3 %	31,0 %

1) Die KUP Investitionskosten umfassen: Unkrautbekämpfung, Pflügen, Saatbettbereitung, Kosten des Pflanzgutes und der Pflanzung.

Wie der Tabelle 5.2 entnommen werden kann, beträgt der benötigte einmalige Investitionszuschuss bei einem Förderbedarf in Höhe von 110 €/ha*a 40 bis 57 % und bei einem Förderbedarf in Höhe von 220 €/ha*a 80 bis 115 % der Etablierungskosten einer KUP. Diese Beträge liegen deutlich über dem, was derzeit in einzelnen Bundesländern an Förderung gewährt wird.

Abgesehen davon, dass die derzeit angebotene Förderung in ihrer Höhe in den meisten Fällen nicht ausreicht, ist davon auszugehen, dass die Mindestinvestitionssumme in Höhe von 20.000 € für viele Landwirte eine zu große Hürde darstellt. Bei unterstellten mittleren Investitionskosten in Höhe von 2.683 € müssten KUP im Umfang von mehr als 7 ha angelegt werden. Für Landwirte (insbesondere von vergleichsweise kleinen Betrieben in Westdeutschland), die noch keine eigenen Erfahrungen mit der Anlage einer KUP gesammelt haben und den Anbau von KUP zunächst nur ausprobieren möchten, ist der geforderte Mindestumfang zu groß, um sich auf einen langen Zeitraum von 20 Jahren festzulegen. Aus der Praxis wurde daher der Wunsch geäußert, die Barriere der Mindestinvestitionssumme zu senken und für KUP einen Sondertatbestand einzurichten, der erlaubt auch geringere Investitionen (z. B. Anlage einer KUP für nur 1 bis 2 ha) fördern zu können (KUDLICH, 2011).

Damit eine solche Förderung auch tatsächlich in Anspruch genommen wird, sollte die Beantragung möglichst unbürokratisch erfolgen. Um zu verhindern, dass Baumschulen und KUP-Dienstleister ihre Kosten entsprechend der Förderung anpassen, wäre es sinnvoll, eine fixe Fördersumme, unabhängig von den tatsächlichen Etablierungskosten, als Investitionszuschuss auszuzahlen. Die Förderung von Kleininvestitionen generiert zwar mehr Verwaltungsaufwand, die Zahlung eines fixen Betrages kann aber helfen, diesen Verwaltungsaufwand vergleichsweise niedrig zu halten. Ein einmaliger Investitionszuschuss in Höhe von 1.000 €/ha würde eine Annuität in Höhe von 85 €/ha bedeuten (Tabelle 5.2) somit für viele Konstellationen schon eine Anreizwirkung ausüben und das Risiko des ersten Jahres abfedern.

Wie lange ein Sondertatbestand zur Entwicklung von KUP sinnvollerweise bestehen sollte, lässt sich derzeit nicht abschätzen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass bei einer weiteren Verbreitung des KUP-Anbaus genügend Praxiserfahrungen gesammelt, bestimmte Risiken minimiert und bestehende Vorbehalte gegenüber KUP abgebaut werden könnten. Darüber hinaus ist bei stärkerer Verbreitung des KUP Anbaus mit sinkenden Produktions- und Logistikkosten zu rechnen.

Förderung von regionalen KUP-Agenturen und/oder KUP-Erzeugergemeinschaften

Wie oben in Kapitel 4.5 beschrieben, besteht häufig das Problem, dass Landwirte nicht anfangen KUP anzubauen, solange kein Nachfrager am Markt ist und dass ein potentieller Nachfrager von KUP-Produkten nicht anfängt in die entsprechende Technologie zu investieren, solange keine kontinuierliche Rohstoffbasis zu angemessenen Preisen gesichert ist. Hier könnten Netzwerke oder Agenturen wie zum Beispiel das „3N Niedersachsen Netz-

werk Nachwachsende Rohstoffe“ oder das „KUP Netzwerk“ helfen, Nachfrage und Angebot zu koordinieren und den Wissenstransfer zu organisieren. Doch solche regional ausgerichteten Agenturen entstehen nicht von alleine, sondern benötigen häufig eine Anschubfinanzierung.

Eine weitere Möglichkeit, den KUP-Anbau weiter voranzutreiben, wäre die Förderung von KUP-Erzeugergemeinschaften. Hierzu müssten die Grundsätze für die Förderung zur Marktstrukturverbesserung entsprechend für KUP erweitert oder alternativ ein eigenständiger Fördergrundsatz erarbeitet werden. Es macht Sinn, wenn die Förderung wie bei den anderen landwirtschaftlichen Produkten auch folgende Bereiche umfasst: Gründung und Tätigwerden von Zusammenschlüssen, Investitionen, Vermarktungskonzeptionen.

Im Rahmen des BMBF-Forschungsprojektes „AgroForNet“ wird derzeit mit maßgeblicher Beteiligung des Thünen-Instituts an Konzepten und Geschäftsmodellen zur Etablierung von regionalen Wertschöpfungsketten für Holz aus KUP gearbeitet. Erste Erfahrungen zeigen, dass eine Anschubfinanzierung für die Etablierung von Wertschöpfungsketten ein sinnvoller Ansatz sein kann, den Anbau von KUP zu fördern.

Förderung von Forschung und Entwicklung sowie Wissenstransfer

Forschungsvorhaben zum Anbau von KUP haben zwar in den letzten Jahren einen starken Zuwachs erfahren. Dennoch gibt es noch viele offene Fragen und Optimierungsmöglichkeiten (z. B. Züchtung verbesserter Sorten, Erntetechnik, kleinflächiger Anbau, Anbau im hängigen Gelände). Für den Transfer in die Praxis sind vor allem praxisbezogene und standortangepasste Forschungsvorhaben unerlässlich.

Für einen besseren Wissenstransfer in die Praxis und zum Abbau von Vorbehalten kann erwogen werden, KUP-Demonstrationsbetriebe zu errichten und diese für spezielle Versuchsanlagen und die Betreuung von Besuchergruppen finanziell zu unterstützen.

Abbau weiterer Hemmnisse

Auf Länderebene bestehen teilweise administrative Hürden, die interessierten Landwirten die Anlage einer KUP zusätzlich erschweren. Als Beispiele werden häufig genannt:

- Baden-Württemberg, Landwirtschafts- und Landeskulturgesetz (LLG):
Demnach ist der Landwirt, der eine KUP anlegen möchte, anzeigepflichtig. Die untere Landwirtschaftsbehörde hat drei Monate Zeit, sich dazu zu äußern. Werden keine Bedenken vorgebracht, kann die Anlage erfolgen.
- Baden-Württemberg, Nachbarschaftsrecht:
Je nach Bestandshöhe müssen Grenzabstände von bis zu 8 m eingehalten werden.

- Bayern, Aufforstungsgenehmigungsverfahren:
Die Landesgesetze wurden noch nicht an das novellierte Bundeswaldgesetz angepasst. Daher muss nach wie vor ein Aufforstungsgenehmigungsverfahren eingeleitet werden. Der Vorgang der Genehmigung kann erfahrungsgemäß von 6 Wochen bis zu 6 Monaten dauern, was sehr von der jeweiligen unteren Naturschutzbehörde abhängt. Bisweilen wurde auch schon von einer Verweigerung der Genehmigung berichtet.
- Beihilfefähigkeit von Agroforstsystemen (MARX, 2011):
 - Landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Komponenten eines Agroforstsystems werden als Teilschläge betrachtet. Dies bedeutet, dass für jedes einzelne Teilstück ein eigener Antrag auf die Betriebsprämie gestellt werden muss.
 - Um beihilfefähig zu sein, darf der Bestand maximal 50 Bäume/ha umfassen.
 - Mindestgröße eines Schlages muss mindestens 0,3 ha und die beihilfefähige Fläche eines Betriebes 1 ha betragen.
- Die Anlage von KUP auf Grünland gilt gemäß Verordnung (EG) 73/2009 als Umwandlung und wird auf den Grünlandverlust angerechnet, der nach dieser Verordnung auf Landesebene höchstens 5 % Verlust (auf Basis des Grünlandanteils an der beantragten Landwirtschaftsfläche) erreichen darf. Während eine Erstaufforstung von der Berechnung des Grünlandverlustes ausgenommen ist, gilt diese Ausnahme gemäß Artikel 6, Absatz 2 nicht für Weihnachtsbaumkulturen und „schnellwachsende Baumarten“, also KUP. Eine Öffnungsklausel könnte es erlauben, bei beantragten und nach Kriterien des Natur-, Wasser- und Bodenschutz geprüften Pflanzungen den Grünlandverlust nicht anzurechnen, soweit dieser für die genannten Ziele unkritisch ist. Hierfür müsste jedoch das EU-Recht angepasst werden. Eventuell könnten auch weitere Bundesländer dem Vorbild Mecklenburg-Vorpommerns folgen und eine Öffnungsklausel einführen, die bis zu einem bestimmten Maß erlaubt, Grünland in KUP umzunutzen (vgl. Kapitel 4.5).
- Im Vergleich zu Wildschäden bei Ackerkulturen ist die Kostenübernahme bei Wildschäden in Kurzumtriebsplantagen noch recht ungeklärt (BBE, 2011).
- Holzhackschnitzel aus KUP werden höher vergütet, wenn sie unter die Rohstoffvergütungsklasse II fallen. Bisher ist noch nicht geklärt, wie weit einzelne KUP Plantagen auseinander liegen müssen, um die Vorgabe „kleiner als 10 ha“ zu erfüllen (BBE, 2011).

Literaturverzeichnis

- AGRI BENCHMARK (2011): Daten deutscher typischer Betriebe der Jahre 2008-2010
- ANONYMUS (2002): Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) vom 22.5.2002 (BGBl. I S. 1658), geändert durch Art. 214 V. v. 31.10.2006 (BGBl. I S. 2407)
- BACHMAIER H, BAYER K, GRONAUER A, FRIEDL G, RAUH S, PAHL H (2009): Treibhausgasemissionen der Energieproduktion aus Biogas. Biogas Forum Bayern, Nr. V-3/2009, München
- BACHMAIER J, EFFENBERGER M, GRONAUER A (2010): Greenhouse gas balance and resource demand of biogas plants in agriculture. Engineering in Life Sciences 10 (6): 560-569
- BÄRWOLFF M, BIERTÜMPFEL A, OSWALD M (2010): Verbundvorhaben: Ökonomische und ökologische Bewertung von Agroforstsystemen in der landwirtschaftlichen Praxis. 3. Zwischenbericht
- BÄRWOLFF M, VETTER A, BÖHM C, HOFFMANN J, SCHMIDT C (2011): Was bringen Streifen-KUP? Fachmagazin energie pflanzen. (2), S. 9-11
- BAUM S, WEIH M, BUSCH G, KROIHER F, BOLTE A (2009): The impact of Short Rotation Coppice plantations on phytodiversity. Landbauforschung – vTI Agriculture and Forestry Research 3 (59): 163-170.
- BAUM S, BOLTE A, WEIH M (2012): High value of short rotation coppice plantations for phytodiversity in rural landscapes. GCB Bioenergy, doi: 10.1111/j.1757-1707.2012.01162.x
- BAUM S, WEIH M, BOLTE A: Stand age characteristics and soil properties affect species composition of vascular plants in short rotation coppice plantations. BioRisk (im Druck)
- BBE (2011): persönliche Mitteilung von Hans-Albrecht Wiehler, Politischer Referent des Bundesverbandes BioEnergie e.V. nach Abfrage bei ausgewählten Verbandsmitgliedern, August 2011.
- BEMMANN et al. (2010): Holz aus Kurzumtriebsplantagen: Hemmnisse und Chancen, forstarchiv 81 (6): 246-254
- BIELEFELDT J, BOLTE A, BUSCH G, DOHRENBUSCH A, KROIHER F, LAMERSDORF N, SCHULZ U, STOLL B (2008): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Chancen und Risiken aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. NABU-Naturschutzbund Deutschland e.V., Berlin
- BLE (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG) (2008): Zugelassene Klone und Klonmischungen der Pappel (*Populus* spp.). Faltblatt
- BMELV (2009): Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe.

- BMELV (2011): Bundesministerin Aigner für Anpassung der Biogas-Förderung. Konferenz berät über Neugestaltung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes. Pressemitteilung Nr. 045 vom 17.02.2011. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Berlin, Bonn.
- BMELV, BMU (2009): Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland.
- BOELCKE B (2006): Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen. Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, 44 S.
- BÖHME D, DÜRRSCHMIDT, W, VAN MARK M, MUSIOL F, VAN MARK K, NIEDER T, ZIMMER U, MEMMLER M, MORITZ S, SCHNEIDER S (2011): Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und internationale Entwicklung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin.
- BRITT CP, FOWBERT J, McMILLAN SD (2007): The ground flora and invertebrate fauna of hybrid poplar plantations: results of ecological monitoring in the PAMUCEAF project. *Asp. Appl. Bio.* 82: 83-90
- BURGER F, SOMMER W, OHRNER G (2005): Anbau von Energiewäldern. LWF-Merkblatt 19
- BUSCH G (2009): The impact of Short Rotation Coppice cultivation on groundwater recharge – a spatial (planning) perspective. *LBF-vTI Agriculture and Forestry Research* 59 (3): 207-222
- BUSCH G, LAMERSDORF N (2010): Kurzumtriebsplantagen. Handlungsempfehlungen zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft. Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS. Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück, 74 S.
- DANIEL-GROMKE J, RENSBERG N (2011): Substratmix bei der Biogaserzeugung. Vortrag: 2. Workshop „Biogasplattform“-Energiewirtschaft trifft Rohstoffwirtschaft, Berlin 5.Mai 2011
- DELARZE R, CIARDO F (2002): Rote Liste-Arten in Pappelplantagen. Informationsbl. Forschungsber ,Wald Birmensdorf 9:3-4
- DENGLER A (1944): Waldbau auf ökologischer Grundlage. 3. Aufl., P. Parey, Berlin.
- DICKMANN DI (2006): Silviculture and biology of short-rotation woody crops in temperate regions: Then and now. *Biomass and Bioenergy*, 30 (8-9): 696-705
- DIMITRIOU I, BUSCH G, JACOBS S, SCHMIDT-WALTER P, LAMERSDORF N (2009): A review of the impacts of Short Rotation Coppice cultivation on water issues. *LBF – vTI Agriculture and Forestry Research* 59 (3): 197-206
- DON A, OSBORNE B, HASTINGS A, SKIBA U, CARTER MS, DREWER J, FLESSA H, FREIBAUER A, HYVÖNEN N, JONES MB, LANIGAN GJ, MANDER Ü, MONTI A, DJOMO SN, VALENTINE J, WALTER K, ZEGADA-LIZARAZU W, ZENONE T (2011), Land-use change to bioenergy production in Europe: implications for the greenhouse gas balance and soil carbon. *GCB Bioenergy*. doi: 10.1111/j.1757-1707.2011.01116.x

- DOWELL RC, GIBBINS D, RHOADS JL, PALLARDY SG (2009): Biomass production physiology and soil carbon dynamics in short-rotation-grown *Populus deltoides* and *P. deltoides* x *P. nigra* hybrids. *Forest Ecology and Management* 257, 134-142
- DVORAK T, EPPLER U, PETERSEN J-E, SCHLEGEL S, LAASER C (2007): WFD and Bioenergy production at the EU Level. A review of the possible impacts of biomass production from agriculture on water. Final version 26.1.2008. Im Internet unter: www.ecologic-events.de/cap-wfd/en/background.htm
- EDER B, PAPST C, DARNHOFER B, EDER J, SCHMID H, HÜSBERGEN KJ (2009): Energie- und CO₂-Bilanz für Silomais zur Biogaserzeugung vom Anbau bis zur Stromeinspeisung. Vortrag, Internationale Tagung „Biogas Science“, 2.-4. 12. 2009, Erding. S.717-719
- EEG, (2011): Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG), in der Fassung vom 22.12.2011
- EHM T (2011): Telefonat mit Tobias Ehm am 26.08.2011, Mitarbeiter von www.energy-crops.de
- FACHVERBAND BIOGAS (2011): Biogas Branchenzahlen 2010, Stand 06/2011. Fachverband Biogas e.V. Freising.
- FASTJE L (2008): Kurzumtriebsplantagen im Praxisbetrieb - Eine wirtschaftliche Analyse anhand von Fallbeispielen. Bachelorarbeit Georg-August-Universität Göttingen.
- FNR (2006): Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe, Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung. 3. Überarbeitete Auflage
- FNR (2010): Basisdaten Biogas. Stand: Juni 2010, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow
- FNR (2012): Tabelle der Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe 2012
- FRITSCH UR, RAUSCH L, SCHMIDT K (2007): Treibhausgasemissionen und Vermeidungskosten der nuklearen, fossilen und erneuerbaren Strombereitstellung. Arbeitspapier- Öko-Institut e.V., Darmstadt
- GÄRTNER S, MÜNCH J, REINHARDT G, VOGT R (2008): Biogas und Umwelt. Materialband E, Ökobilanzen. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin
- GRIGAL DF, BERGUSON WE (1998): Soil carbon changes associated with short-rotation systems. *Biomass & Bioenergy* 14, 371-377
- GRUNERT M (2005): Energie aus Biomasse. Überblick über Rohstoffe und Möglichkeiten der energetischen Verwertung. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, 2 S.
- GUSTAFSSON L (1987): Plant conservation aspects of energy forestry – a new type of land use in Sweden. *Forest Ecology and Management* 21: 141-161

- GÜTHLER W, GEYER A, HERHAUS F, PRANTL T, REEB G, WOSNITZA C (2002) Zwischen Blumenwiese und Fichtendickung: Naturschutz und Erstaufforstung. Angewandte Landschaftsökologie, H. 45. Bundesamt für Naturschutz
- HALL RL, ALLEN SJ, ROSIER PTW, HOPKINS R (1998): Transpiration from coppiced poplar and willow measured using sap-flow methods. *Agriculture Forest Meteorology* 90: 275–90
- HALL RL (2003) Short rotation coppice for energy production hydrological guidelines. <http://www.berr.gov.uk/files/file14960.pdf> (Abrufdatum 16.03.2012)
- HANSEN EA (1993): Soil carbon sequestration beneath hybrid poplar plantations in the north central United States. *Biomass & Bioenergy* 5, 431–436
- HEILMANN B, MAKESCHIN F, REHFUESS KE (1995): Vegetationskundliche Untersuchungen auf einer Schnellwuchsplantage mit Pappeln und Wieden nach Ackernutzung. *Forstw. CBl.* 114
- HILDEBRANDT C, ACKERMANN K (2010): Energieholzanbau auf landwirtschaftlichen Flächen. Anbauanforderungen und Empfehlungen des BfN. 15 S.
- HOFMANN M (2004): Ergebnisse und Erfahrungen mit schnellwachsenden Baumarten. In: Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Bornimer Agrartechnische Berichte Bd. 35: 33–40
- HOFMANN M (2007): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Fachagentur Nachhaltende Rohstoffe (FNR), Gülzow
- HOFMANN M (2009): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Fachagentur Nachhaltende Rohstoffe e.V. (Hrsg.). Gülzow. 3. Auflage
- HÖLSCHER T, DEIMLING S, FREIERMUTH-KNUCHEL R, GAILLARD G, KÄGI T, MÜLLER-SÄMANN K (2007): Energieproduktion aus landwirtschaftlicher Biomasse am Oberrhein-Auswirkungen für Landwirtschaft und Umwelt. Endbericht. ANNA, Agentur für Nachhaltige Nutzung von Agrarlandschaften, Müllheim (Baden)
- JANDL G, BAUM CH, BLUMSCHEIN A, LEINWEBER P (2012): The impact of short rotation coppice on the concentrations of aliphatic soil lipids. *Plant Soil* 350: 163–177. DOI 10.1007/s11104-011-0892-x
- JANßEN A, WYPOKOL H (2009): Neue Sorten braucht das Land! Moderner Niederwald – FastWOOD. *AFZ-DerWald* (6): 307
- JANßEN A, FEY-WAGNER C, HOFMANN M (2010): Verbundvorhaben FASTWOOD: Züchtung schnellwachsender Baumarten – Teil Pappel. [online]. In: Deutschland / Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (eds) Beiträge - Agrarholz 2010: Symposium am 18. und 19. Mai 2010 in Berlin. Bonn: BMELV, pp 1–7, zu finden in <http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/Agrarholz2010/09_2_Beitrags_Janssen.pdf> [Aufruf vom 20.04.2011]
- JANßEN A, ARNDT HJ, GEBHARDT K, MEIER-DINKEL A (2011): Forstvermehrungsgut mit Mehrwert – nwplus®. *AFZ/Der Wald*

- JEDICKE E (1995): Naturschutzfachliche Bewertung von Holzfeldern – Schnellwachsende Weichlaubhölzer im Kurzumtrieb, untersucht am Beispiel der Avifauna. Mitt. aus der NNA 1/95, S. 109-119
- JUG A, MAKESCHIN F, REHFUESS KE, HOFFMANN-SCHIELLE C (1999): Short-rotation plantations of balsam poplars, aspen and willows on former arable land in the Federal Republic of Germany. III. Soil ecological effects. Forest Ecology and Management 121 (1-2): 85-99
- KAHLE P, BAUM C, BOELCKE B, KOHL J, ULRICH R (2010): Vertical distribution of soil properties under short-rotation forestry in Northern Germany. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 173, 737-746.
- KERN J, HELLEBRAND HJ, SCHOLZ V, LINKE B (2010): Assessment of nitrogen fertilization for the CO(2) balance during the production of poplar and rye. Renew. Sust. Energ. Rev. 14, 1453-1460
- KNUR L, MURACH D, MURN Y, BILKE G, MUCHIN A, GRUNDMANN P, EBERTS J, SCHNEIDER U, GRÜNEWALD H, SCHULTZE B, QUINKENSTEIN A, JOCHHEIM H (2007): Potentials, economy and ecology of a sustainable supply with wooden biomass. In: From research to market development : 15th European Biomass Conference & Exhibition; proceedings of the international conference held in Berlin, Germany, 7-11 May 2007. Florence : ETA-Renewable Energies,
- KRÖBER M, HEINRICH J, WAGNER P, SCHWEINLE J (2010): Ökonomische Bewertung und Einordnung von Kurzumtriebsplantagen in die gesamtbetriebliche Anbaustruktur. In: Bemann, A., Knust, C. (Hrsg.): Agrowood – Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven. Berlin: Weißensee Verlag, 217-229
- KROIHER F, BIELEFELD J, BOLTE A, SCHULTER M (2008): Die Phytodiversität in Energieholzbeständen: erste Ergebnisse im Rahmen des Projektes NOVALIS. Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie 42: 158-165
- KUDLICH, W. (2011): Telefonat mit Wolfram Kudlich am 18.08.2011, Geschäftsführer von Wald21, <http://wald21.com/>
- KTBL (2009): Faustzahlen Biogas. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. 2.Auflage, Darmstadt
- KTBL (2011): Datensammlung 2010/2011, Leistungs-Kostenrechnung (online Datenbank) für unterschiedliche Kulturen und Ertragsniveaus
- LAMERSDORF N, BIELEFELDT J, BOLTE A, BUSCH G, DOHRENBUSCH A, KROIHER F, SCHULZ U, STOLL B (2008a): Das Projekt Novalis – zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft. Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie 42: 138-141
- LAMERSDORF N, BIELEFELDT J, BOLTE A, BUSCH G, DOHRENBUSCH A, KNUST C, KROIHER F, SCHULZ U, STOLL B (2008b): Naturverträglichkeit von Agrarholzanpflanzungen - erste Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS. In DENDROM (Hrsg.): Holzerzeugung in der Landwirtschaft. Cottbuser Schriften zur Ökosystemgenese und Landschaftsentwicklung Bd. 6: 19-32

- LAMERSDORF N, SCHULTE-BISPING H (2010): Impact of short rotation forestry on soil ecological services. Proceedings 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia. Symposium 4.3.1 Impacts of land use change in unsustainable ecosystems: 48-51
- LANDGRAF D (2010): Erfahrungen aus der kommerziellen Vermehrung von Pappeln und Weiden [online]. In: Deutschland/Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (eds.) Beiträge - Agrarholz 2010: Symposium am 18. und 19. Mai 2010 in Berlin. Bonn: BMELV, pp 1-16, zu finden in <http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/Agrarholz2010/13_1_Beitrag_Landgraf.pdf> [Aufruf vom 20.04.2011]
- LANTMÄNNEN AGROENERGI (2006): Weidensorten von Agrobränsle AB.
<http://www.agrobransle.se/index2,1.htm> [Aufruf vom 20.4.2011]
- LFUG (2006): Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie; Büro für Umwelt- und Regionalentwicklung; Ingenieurbüro Feldwisch: Vorstudie – Rahmenbedingungen und Potenziale für eine natur- und umweltverträgliche energetische Nutzung von Biomasse im Freistaat Sachsen
- LIESEBACH M (2006): Aspekte der biologischen Vielfalt in Kurzumtriebsplantagen. In Bemann (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. 1. Fachtagung Tharandt, 6. und 7. November 2006. Tagungsband. TU Dresden, S. 3-16
- LIESEBACH M, MECKE R (2003): Die Laufkäferfauna einer Kurzumtriebsplantage, eines Gerstenackers und eines Fichtenwaldes im Vergleich. Die Holzzucht 54, S. 11-15
- LIESEBACH M, MULSOW H (1995): Zur Bedeutung des Biotops Kurzumtriebsplantage für den Sommervogelbestand. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 29 (1), S. 32-35
- LIESEBACH M, MULSOW H (2003): Der Sommervogelbestand einer Kurzumtriebsplantage, der umgebenden Feldflur und des angrenzenden Fichtenwaldes im Vergleich. Die Holzzucht 54, S. 27-31
- LIESEBACH M, ROSE A, MECKE R (1997): The epigeal fauna of a short-rotation coppice plantation. In G. VAN DER BIJL; E.E. BIEWINGA (Hrsg.): Environmental impact of biomass for energy. Proc. of a conference in Noordwijkerhout, The Netherlands, 4./5. Nov. 1996, CLM, Utrecht, CLM 313-1997, S. 119-121
- MAKESCHIN F (1994): Effects of energy forestry on soils. Biomass & Bioenergy 6, 63-79
- MARX M (2010): Rechtliche Rahmenbedingungen für Kurzumtriebsplantagen (KUP) und Agroforst. [online]. In: Deutschland / Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.) Beiträge - Agrarholz 2010: Symposium am 18. und 19. Mai 2010 in Berlin. Bonn: BMELV, S. 1-6, zu finden in <http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/Agrarholz2010/14_2_Beitrag_Marx.pdf> [Aufruf vom 20.04.2011]

- MARX M (2011): Rechtliche Einordnung von Agroforstsystemen. Vortrag auf dem Forum Agroforstsysteme, 20./21.06.2011 TLL, Dornburg
<http://www.tll.de/ainfo/html/afs.htm>
- MÖßMER R (2003): Vorbeugender Hochwasserschutz im Wald – Umsetzung im praktischen Forstbetrieb. LWF-Berichte 40: 55-66
- PALLAST G, BREUER T, HOLM-MÜLLER K (2005): Schnellwachsende Baumarten – Chance für zusätzliches Einkommen im ländlichen Raum? Institute for Agricultural Policy, Market Research and Economic Sociology, University of Bonn. Discussion Paper 2005:3
- PERSSON G, LINDROTH A (1994): Simulating evaporation from short-rotation forest: variations within and between seasons. *Journal of Hydrology* 156: 21-45
- PERSSON G (1995): Willow stand evapotranspiration simulated for Swedish soils. *Agricultural Water Management* 28: 271-293
- PÖSCHL M, SCHULZ M (2003): Ökologische Bewertung der Biogaserzeugung und -nutzung. In: *Biogas in der Landwirtschaft*, Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, Potsdam S.40-43
- RAMESOHL S, ARNOLD K, KALTSCHMITT M, SCHOLWIN F, HOFMANN F, PLÄTTNER A, KALLIES M, LULIES S, SCHRÖDER G, ALTHAUS W, URBAN W, BURMEISTER F (2005): Analyse und Bewertung der Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse. Endbericht. Band 2: Biomassepotenziale in Deutschland und ökonomisch-ökologische Bewertung ausgewählter Nutzungspfade. Wuppertal, Leipzig, Oberhausen, Essen
- RAT DER EUROPÄISCHEN UNION (2005): Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 des Rates vom 20. September 2005 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raumes durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER)
- ROBINSON BH, MILLS TM, PETIT D, FUNG LE, GREEN SR, CLOTHIER BE (2000): Natural and induced cadmium-accumulation in poplar and willow: Implications for phytoremediation. *Plant and Soil* 237: 301-306
- ROEDL A (2010): Production and energetic utilization of wood from short rotation coppice-a life cycle assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment* (15) 6: 567-578
- RÖHLE H, HARTMANN KU, STEINKE C, WOLF H (2005): Wuchsleistung von Pappel und Weide im Kurzumtrieb. *AFZ-DerWald* 60 (14): 745-747
- RÖHLE H, HARTMANN K.-U, STEINKE C, SCHRÖDER J (2006): Aufstellung von Biomassefunktionen für Kurzumtriebsbestände. *AFJZ* 177 (10), S. 178-187
- RÖHLE H, BÖCKER L, FEGER K.-L, PETZOLD R, WOLF H, ALI W (2008): Anlage und Ertragsaussichten von Kurzumtriebsplantagen in Ostdeutschland. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 159, S. 133-139
- RÖSCH C, RAAB K, SKARKA J, STELZER V (2007): Energie aus dem Grünland – eine nachhaltige Entwicklung? *Wissenschaftliche Berichte. FZKA* 7333

- ROTHE A, OSTERBURG B, DE WITTE T, ZIMMER Y (2010): Modellgestützte Folgenabschätzung für den Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. vTI-Arbeitsbericht, unveröffentlicht; Institut für Betriebswirtschaft und Institut für Ländliche Räume, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig
- SCHIRMER R (2006): Erfahrungen mit schnellwachsenden Balsampappeln in Sortenprüffeldern. AFZ-DerWald 61 (2): 71-74
- SCHMIDT C (2011): Zur ökonomischen Bewertung von Agroforstsystemen. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.) am Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotropologie und Umweltmanagement der Justus-Liebig-Universität Gießen
- SCHOLZ V, BOELCKE B, BURGER F, HOFMANN M, VETTER A (2006): Produktion von Pappeln und Weiden auf landwirtschaftlichen Flächen. Merkblatt, KTBL-Datensammlung Energiepflanzen
- SCHULZ U, BRAUNER O, GRUBB H (2009): Animal diversity on short rotation coppices - a review. Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research 59(3): 171-182
- SCHÜTTE A (1999): Vorwort des Herausgebers. Modellvorhaben „Schnellwachsende Baumarten“. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Band 13: 11-14
- SCHWEINLE J, BEMMANN A, FRANKE E (2007): Betriebswirtschaftliche Rahmenbedingungen der Anlage und Nutzung von Kurzumtriebsplantagen. In: Bemann, A., Franke, E. (Hrsg.): Tagungsband, 1. Fachtagung Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen, Tharandt, 06.-07.11.2006. Tharandt: TU Dresden, Institut für internationale Forst- und Holzwirtschaft 2006, S. 139-147
- SHERIDIAN P, KUHLMANN F (2008): Standortspezifische Analyse der Wettbewerbsfähigkeit von Kurzumtriebspappeln. Kurzgutachten im Auftrag der FNR (unveröffentlicht)
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2008): Agrarstrukturerhebung 2007: Eigentums- und Pachtverhältnisse. Fachserie 3 Reihe 2.1.6, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei
- STAUB B (2006): Betriebswirtschaftliche Aspekte von Kurzumtriebsplantagen. Vortrag, gehalten auf der HeRo-Fachtagung „Holzenergie vom Acker“, 09.03.06, Bad Hersfeld. http://www.hero-hessen.de/texte/eichhof_staub.pdf (Abrufdatum: 24.04.07)
- STEPHENS W, HESS T, KNOX J (2001): Review of the effects of energy crops on hydrology. Silsoe. Inst Water Environment, Cranfield Univ., U.K.
- THRÄN D, KRAUTZ A, WITT J, MAJER S, DANIEL-GROMKE J, HENNIG C, RENSBERG N, GROPE J, TROMMLER M, BIENERT K, SCHAUBACH K (2011): EEG 2009. Erfahrungen und Überlegungen. Vortrag, BMELV Konferenz: Anspruch der Bioenergie an die EEG-Novellierung, Berlin 17. Februar 2011
- VETTER A, WERNER A, HERING T (2006a): Energieholz vom Acker. Neue Landwirtschaft 2006 (6): 64-66

- VETTER A, WERNER A, HERING T (2006b): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Energieholz. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, 21 S. <http://www.tll.de/ainfo/pdf/holz1206.pdf> (Abrufdatum: 15.01.07)
- VETTER A, ARNOLD K (2010): Klima- und Umwelteffekte von Biomethan: Anlagentechnik und Substratwahl. Wuppertal Papers Nr. 182, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal
- VOGT R (2008): Basisdaten zu THG-Bilanzen für Biogas-Prozessketten und Erstellung neuer THG-Bilanzen. IFEU-Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg
- WAGNER P, HEINRICH J, KRÖBER M, SCHWEINLE J, GROßE W (2009): Ökonomische Bewertung von Kurzumtriebsplantagen und Einordnung der Holzerzeugung in die Anbaustruktur landwirtschaftlicher Unternehmen. In: Reeg, T. et al. (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Wiley VCH Weinheim, (2009), S. 135-146
- WIRKNER R (2010): Energieholzproduktion im Kurzumtrieb – Chancen und Probleme bei der Umsetzung. TU Cottbus, Diss. 248 S.
- WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT AGRARPOLITIK BEIM BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2007): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik. <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Standardartikel/Ministerium/Organisation/Beiraete/Veroeffentlichungen/NutzungBiomasseEnergiegewinnung.html?nn=429108> [Abruf: 06.01.2010].
- WOLF H, BÖHNISCH B (2004): Modellvorhaben StoraEnso/Verbundvorhaben – Pappelanbau für die Papierherstellung. Förderkennzeichen 95NR142/00NR094. Abschlussbericht
- ZELLER H, UTKE N, HÄRING AM (2009): Langfristig gebunden - Hackschnitzel sind gefragt. Doch wie wirtschaftlich ist der Anbau von Holz im Kurzumtrieb im Vergleich zur konventionellen Fruchtfolge? Brandenburger Bauernzeitung 32. Woche 2009: 55-56

Anhang

Anhang 1: Herleitung der drei Niveaus für landwirtschaftliche Erzeugerpreise

1. Als statistische Basis wurden zunächst deutsche Erzeugerpreise zwischen Mai 2007 und April 2011 zu Grunde gelegt. In einem ersten Schritt wurde der durchschnittliche Monatspreis während dieser Zeitperiode ermittelt und als mittlerer Preis herangezogen.
2. Um die Abweichung nach oben und unten zu erhalten, wurde die Standardabweichung errechnet. Hierzu wurde jedoch nicht auf Monatsdaten sondern auf Jahresdurchschnitte zurückgegriffen. Somit kann die Verzerrung durch Monate mit außergewöhnlich hohen oder niedrigen Preisen reduziert werden, und zudem fallen Monate weniger ins Gewicht, in denen kaum Rohstoffe verkauft wurden. Um mehr Beobachtungspunkte für die Berechnung der Standardabweichung zu haben, wurde der Beobachtungszeitraum ausgedehnt und der Zeitraum 2000 bis 2010 betrachtet.
3. In einem dritten Schritt wurde nun die Standardabweichung vom Mittelwert subtrahiert, um ein niedriges Preisniveau zu erhalten, und hinzu addiert, um ein hohes Preisniveau zu erhalten.

Die ermittelten Preise sind in folgender Tabelle zusammengefasst. Zu beachten ist, dass die Preisrelationen der Kulturen in jedem so ermittelten Preisniveau gut zueinander passen. Bei den ermittelten Werten ist Raps somit immer mindestens doppelt so teuer wie Brotweizen.

Als Ausnahme wurde der Preis für Zucker konstant gehalten, da der Zuckermarkt nach wie vor sehr stark durch die Zuckermarktordnung geregelt wird.

Ermittelte Preisniveaus für landwirtschaftliche Kulturen in €/t

Preisniveau	Brotweizen	Roggen	Futtergerste	Raps	Zuckerrüben
Niedrig	127	117	111	256	35
Mittel	160	139	137	335	35
Hoch	194	161	163	415	35
Standardabweichung	33	26	22	80	
Preisrelation zu Brotweizen		0,83 - 0,92	0,84 - 0,87	2,01 - 2,14	

Quelle: Eigene Kalkulationen nach Statistisches Bundesamt, AMI, KTBL für die Jahre 2007 bis 2011

Anhang 2: Hintergrunddaten zum landwirtschaftlichen Referenzsystem

Anhang 2.1: Schwacher Standort

		Schwacher Standort Landwirtschaft				
		Modell 1 ¹⁾		Modell 2 ¹⁾		
		Roggen ³⁾	Raps (mittel)	Raps	Roggen1	Roggen2
Anteil an der Fruchtfolge	%	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33
Ertrag KTBL, Ertrag niedrig, leichter Boden	t/ha	4,44	3,35			
Ertrag agri benchmark 2009 - 2010	t/ha			3,30	5,15	4,45
Direkt- und Arbeitserledigungskosten²⁾						
Saatgut/Pflanzgut	EUR/ha	80,00	75,83	77,00	80,00	80,00
Dünger ⁴⁾	EUR/ha	164,40	246,10	254,50	81,54	81,54
Pflanzenschutz ⁴⁾	EUR/ha	87,30	141,20	183,00	68,00	68,00
Maschinenkosten (variabel + fix)	EUR/ha	278,77	361,46	390,75	274,95	259,20
Hagelversicherung	EUR/ha	0,00	20,54	9,75	3,56	3,07
Kosten für Lohnunternehmer	EUR/ha	0,00	0,00	40,00	0,00	0,00
Pachtansatz	EUR/ha	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00
Summe der Kosten OHNE entlohnte Arbeit	EUR/ha	790,47	1.025,13	1.135,00	688,05	671,81
Arbeitszeitbedarf	Akh/ha	4,66	4,70	2,88	1,75	1,58
Ø Arbeit in Fruchtfolge	Akh/ha	4,67		2,07		
Lohnansatz	EUR/Akh	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Lohnkosten	EUR/ha	74,56	75,20	46,11	28,01	25,31
Summe der Kosten MIT entlohnter Arbeit	EUR/ha	865,03	1.100,33	1.181,11	716,05	697,12
Preisniveau 1						
niedriges Preisniveau	EUR/t	117,00	256,00	256,00	117,00	117,00
Markterlös	EUR/ha	519,48	857,60	844,80	602,55	520,65
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten (OHNE Arbeit)	EUR/ha	-270,99	-167,53	-290,20	-85,50	-151,16
Ø über Fruchtfolge (OHNE Arbeit)	EUR/ha	-236,50		-175,62		
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten	EUR/ha					
Summe der Ø nominalen Nettozahlungen über 21 Jahre	EUR/ha	-4.966,57		-3.687,99		
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten (MIT Arbeit)	EUR/ha	-345,55	-242,73	-336,31	-113,50	-176,47
Ø über Fruchtfolge (MIT Arbeit)	EUR/ha	-311,28		-208,76		
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten	EUR/ha					
Preisniveau 2						
mittleres Preisniveau	EUR/t	139,00	335,00	335,00	139,00	139,00
Markterlös	EUR/ha	617,16	1.122,25	1.105,50	715,85	618,55
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten (OHNE Arbeit)	EUR/ha	-173,31	97,12	-29,50	27,80	-53,26
Ø über Fruchtfolge (OHNE Arbeit)	EUR/ha	-83,17		-18,32		
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten	EUR/ha					
Summe der Ø nominalen Nettozahlungen über 21 Jahre	EUR/ha	-1.746,50		-384,69		
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten (MIT Arbeit)	EUR/ha	-247,87	21,92	-75,61	-0,20	-78,57
Ø über Fruchtfolge (MIT Arbeit)	EUR/ha	-157,94		-51,46		
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten	EUR/ha					
Preisniveau 3						
hohes Preisniveau	EUR/t	161,00	415,00	415,00	161,00	161,00
Markterlös	EUR/ha	714,84	1.390,25	1.369,50	829,15	716,45
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten (OHNE Arbeit)	EUR/ha	-75,63	365,12	234,50	141,11	44,64
Ø über Fruchtfolge (OHNE Arbeit)	EUR/ha	71,29		140,08		
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten	EUR/ha					
Summe der Ø nominalen Nettozahlungen über 21 Jahre	EUR/ha	1.497,02		2.941,72		
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten (MIT Arbeit)	EUR/ha	-150,19	289,92	188,39	113,10	19,33
Ø über Fruchtfolge (MIT Arbeit)	EUR/ha	-3,49		106,94		
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten	EUR/ha					

Quelle:

1) Modell 1: kleinere Betriebe auf Basis von KTBL Daten

Modell 2: flächenstarke Betriebe auf Basis von typischen agri benchmark Daten

2) Kosten des Produktionssystems: KTBL Datensammlung 2010/2011, Leistungs-Kostenrechnung Pflanzenbau:

Annahmen: konventionelle Wirtschaftsweise, nicht wendend Kreiseleggensaat, 120 kW-Mechanisierung, Schlaggröße 10 ha, Hof-Feld Entfernung 4 km; Ertragsniveau niedrig, leichter Boden

3) Roggenanbau: Für den Roggenanbau wurden die Daten aus dem KTBL-Kostenrechner für Energiepflanzen genommen. Demnach wäre der Roggen für die energetische Verwertung bestimmt. Ertragsniveau niedrig.

4) Kosten für Dünger und Pflanzenschutz: aus LfL Datenbank; Durchschnitt der Jahre 2008 - 2010; Pflanzenschutz Intensität hoch

Anhang 2.2: Mittlerer Standort

		Mittlerer Standort Landwirtschaft					
		Modell 1 ¹⁾			Modell 2 ¹⁾		
		Winterraps (hoch)	Winter- gerste ³⁾	Winter- weizen ⁴⁾	Winter- raps	Winter- gerste	Winter- weizen
Anteil an der Fruchtfolge	%	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Ertrag KTBL (mittel, mittlerer Boden)	t/ha	4,31	6,80	7,89			
Ertrag agri benchmark 2008 - 2010	t/ha				4,27	7,25	8,48
Direkt- und Arbeiterledigungskosten²⁾							
Saatgut/Pflanzgut	EUR/ha	75,83	68,80	69,47	62,60	47,87	49,49
Dünger ⁵⁾	EUR/ha	308,40	243,20	290,60	286,86	209,17	179,35
Pflanzenschutz ⁵⁾	EUR/ha	141,20	122,10	138,40	179,53	113,68	178,37
Maschinenkosten (variabel + fix)	EUR/ha	398,39	379,80	438,19	355,58	351,60	342,96
Hagelversicherung	EUR/ha	26,37	8,13	8,13	10,65	6,10	9,07
Kosten für Lohnunternehmer	EUR/ha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pachtansatz	EUR/ha	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00
Summe der Kosten OHNE entlohnte Arbeit	EUR/ha	1.200,19	1.072,03	1.194,79	1.145,22	978,42	1.009,24
Arbeitszeitbedarf	Akh/ha	5,00	5,30	6,00	2,97	2,79	2,77
Ø Arbeit in Fruchtfolge	Akh/ha		5,43			2,84	
Lohnansatz	EUR/Akh	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Lohnkosten	EUR/ha	80,00	84,80	96,00	47,52	44,64	44,32
Summe der Kosten MIT entlohnter Arbeit	EUR/ha	1.280,19	1.156,83	1.290,79	1.192,74	1.023,06	1.053,56
Preisniveau 1							
niedriges Preisniveau	EUR/t	256,00	111,00	127,00	256,00	111,00	127,00
Markterlös	EUR/ha	1.103,36	754,80	1.002,03	1.093,12	804,75	1.076,96
Erlös minus Direkt- und Arbeiterledigungskosten (OHNE Arbeit)	EUR/ha	-96,83	-317,23	-192,76	-52,10	-173,67	67,72
Ø über Fruchtfolge (OHNE Arbeit)	EUR/ha						
Erlös minus Direkt- und Arbeiterledigungskosten	EUR/ha	-202,27			-52,68		
Summe der Ø nominalen Nettozahlungen über 21 Jahre	EUR/ha	-4.247,74			-1.106,35		
Erlös minus Direkt- und Arbeiterledigungskosten (MIT Arbeit)	EUR/ha	-176,83	-402,03	-288,76	-99,62	-218,31	23,40
Ø über Fruchtfolge (MIT Arbeit)	EUR/ha						
Erlös minus Direkt- und Arbeiterledigungskosten	EUR/ha	-289,21			-98,18		
Preisniveau 2							
mittleres Preisniveau	EUR/t	335,00	137,00	160,00	335,00	137,00	160,00
Markterlös	EUR/ha	1.443,85	931,60	1.262,40	1.430,45	993,25	1.356,80
Erlös minus Direkt- und Arbeiterledigungskosten (OHNE Arbeit)	EUR/ha	243,66	-140,43	67,61	285,23	14,83	347,56
Ø über Fruchtfolge (OHNE Arbeit)	EUR/ha						
Erlös minus Direkt- und Arbeiterledigungskosten	EUR/ha	56,95			215,87		
Summe der Ø nominalen Nettozahlungen über 21 Jahre	EUR/ha	1.195,88			4.533,34		
Erlös minus Direkt- und Arbeiterledigungskosten (MIT Arbeit)	EUR/ha	163,66	-225,23	-28,39	237,71	-29,81	303,24
Ø über Fruchtfolge (MIT Arbeit)	EUR/ha						
Erlös minus Direkt- und Arbeiterledigungskosten	EUR/ha	-29,99			170,38		
Preisniveau 3							
hohes Preisniveau	EUR/t	415,00	163,00	194,00	415,00	163,00	194,00
Markterlös	EUR/ha	1.788,65	1.108,40	1.530,66	1.772,05	1.181,75	1.645,12
Erlös minus Direkt- und Arbeiterledigungskosten (OHNE Arbeit)	EUR/ha	588,46	36,37	335,87	626,83	203,33	635,88
Ø über Fruchtfolge (OHNE Arbeit)	EUR/ha						
Erlös minus Direkt- und Arbeiterledigungskosten	EUR/ha	320,23			488,68		
Summe der Ø nominalen Nettozahlungen über 21 Jahre	EUR/ha	6.724,90			10.262,28		
Erlös minus Direkt- und Arbeiterledigungskosten (MIT Arbeit)	EUR/ha	508,46	-48,43	239,87	579,31	158,69	591,56
Ø über Fruchtfolge (MIT Arbeit)	EUR/ha						
Erlös minus Direkt- und Arbeiterledigungskosten	EUR/ha	233,30			443,19		

Quelle:

1) Modell 1: kleinere Betriebe auf Basis von KTBL Daten

Modell 2: flächenstarke Betriebe auf Basis von typischen agri benchmark Daten

2) Kosten des Produktionssystems: KTBL Datensammlung 2010/2011, Leistungs-Kostenrechnung Pflanzenbau:

Annahmen: konventionelle Wirtschaftsweise, nicht wendend Kreiseleggensaat (1 x Pflug zu Weizen), 120 kW-Mechanisierung, Schlaggröße 10 ha, Hof-Feld Entfernung 4 km; Ertragsniveau mittel, mittlerer Boden

3) Wintergerste: Der Ertrag entspricht dem Durchschnitt des Landes Mecklenburg Vorpommern in den Jahren 2005 - 2010

4) Winterweizen: als Brotweizen

5) Kosten für Dünger und Pflanzenschutz: aus LfL Datenbank; Durchschnitt der Jahre 2008 - 2010; Pflanzenschutz Intensität hoch

Anhang 2.3: Guter Standort

Guter Standort Landwirtschaft					
		Modell 1 ¹⁾		Modell 2 ¹⁾	
		Zuckerrüben	Winterweizen ³⁾	Zuckerrüben	Winterweizen
Anteil an der Fruchtfolge	%	0,33	0,67	0,33	0,67
Ertrag KTBL, hoch mittlerer Boden	t/ha	70,00	9,86		
Ertrag agri benchmark 2008 - 2010	t/ha			57,00	8,40
Direkt- und Arbeitserledigungskosten²⁾					
Saatgut/Pflanzgut	EUR/ha	225,11	81,00	226,32	66,59
Dünger ⁴⁾	EUR/ha	373,60	356,50	186,82	177,21
Pflanzenschutz ⁴⁾	EUR/ha	240,60	138,40	220,52	132,53
Maschinenkosten (variabel + fix)	EUR/ha	475,53	441,31	189,79	243,75
Hagelversicherung	EUR/ha	22,88	10,18	10,82	7,99
Kosten für Lohnunternehmer	EUR/ha	0,00	0,00	230,00	5,00
Pachtansatz	EUR/ha	400,00	400,00	400,00	400,00
Summe der Kosten OHNE entlohnte Arbeit	EUR/ha	1.737,72	1.427,39	1.464,27	1.033,07
Arbeitszeitbedarf	Akh/ha	4,80	5,90	3,72	2,59
Ø Arbeit in Fruchtfolge	Akh/ha	5,53		2,97	
Lohnansatz	EUR/Akh	16,00	16,00	16,00	16,00
Lohnkosten	EUR/ha	76,80	94,40	59,52	41,44
Summe der Kosten MIT entlohnter Arbeit	EUR/ha	1.814,52	1.521,79	1.523,79	1.074,51
Preisniveau 1					
niedriges Preisniveau	EUR/t	35,00	127,00	35,00	127,00
Markterlös	EUR/ha	2.450,00	1.252,22	1.995,00	1.066,80
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten (OHNE Arbeit)	EUR/ha	712,28	-175,17	530,73	33,73
Ø über Fruchtfolge (OHNE Arbeit)	EUR/ha	120,65		199,40	
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten	EUR/ha				
Summe der Ø nominalen Nettozahlungen über 21 Jahre	EUR/ha	2.533,58		4.187,33	
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten (MIT Arbeit)	EUR/ha	635,48	-269,57	471,21	-7,71
Ø über Fruchtfolge (MIT Arbeit)	EUR/ha	32,11		151,93	
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten	EUR/ha				
Preisniveau 2					
mittleres Preisniveau	EUR/t	35,00	160,00	35,00	160,00
Markterlös	EUR/ha	2.450,00	1.577,60	1.995,00	1.344,00
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten (OHNE Arbeit)	EUR/ha	712,28	150,21	530,73	310,93
Ø über Fruchtfolge (OHNE Arbeit)	EUR/ha	337,57		384,20	
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten	EUR/ha				
Summe der Ø nominalen Nettozahlungen über 21 Jahre	EUR/ha	7.088,90		8.068,13	
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten (MIT Arbeit)	EUR/ha	635,48	55,81	471,21	269,49
Ø über Fruchtfolge (MIT Arbeit)	EUR/ha	249,03		336,73	
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten	EUR/ha				
Preisniveau 3					
hohes Preisniveau	EUR/t	35,00	194,00	35,00	194,00
Markterlös	EUR/ha	2.450,00	1.912,84	1.995,00	1.629,60
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten (OHNE Arbeit)	EUR/ha	712,28	485,45	530,73	596,53
Ø über Fruchtfolge (OHNE Arbeit)	EUR/ha	561,06		574,60	
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten	EUR/ha				
Summe der Ø nominalen Nettozahlungen über 21 Jahre	EUR/ha	11.782,26		12.066,53	
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten (MIT Arbeit)	EUR/ha	635,48	391,05	471,21	555,09
Ø über Fruchtfolge (MIT Arbeit)	EUR/ha	472,53		527,13	
Erlös minus Direkt- und Arbeitserledigungskosten	EUR/ha				

Quelle:

1) Modell 1: kleinere Betriebe auf Basis von KTBL Daten

Modell 2: flächenstarke Betriebe auf Basis von typischen agri benchmark Daten

2) Kosten des Produktionssystems: KTBL Datensammlung 2010/2011, Leistungs-Kostenrechnung Pflanzenbau:

Annahmen: konventionelle Wirtschaftsweise, nicht wendend Kreiseleggen, 120 kW-Mechanisierung, Schlaggröße 10 ha, Hof-Feld Entfernung 4 km; Ertragsniveau hoch, mittlerer Boden

3) Winterweizen: als Brotweizen

4) Kosten für Dünger und Pflanzenschutz: aus LfL Datenbank; Durchschnitt der Jahre 2008 - 2010; Pflanzenschutz Intensität hoch

Anhang 3: Differenz der Annuitäten zwischen dem KUP-Anbau und Ackerbau bei unterschiedlichen Konstellationen

Anhang 3.1: Detailergebnisse für den **schwachen Standort**, €/ha*a

Niedriges Preisniveau Hackschnitzel													
Preisniveau für landw. Erzeugnisse	Datengrundlage Landwirtschaft	Modell 1						Modell 2					
	KUP Rückwandlung	MIT			OHNE			MIT			OHNE		
	Bewertung Arbeit ¹⁾	KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau		
		niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch
niedrig	0 €	70	-30	-142	94	18	-62	9	-91	-203	33	-43	-123
	16 €	137	36	-78	161	84	2	35	-66	-180	59	-18	-100
mittel	0 €	-84	-184	-296	-60	-136	-216	-149	-249	-361	-125	-201	-281
	16 €	-16	-117	-231	8	-69	-151	-123	-224	-338	-99	-176	-258
hoch	0 €	-238	-338	-450	-214	-290	-370	-307	-407	-519	-283	-359	-439
	16 €	-171	-272	-386	-147	-224	-306	-281	-382	-496	-257	-334	-416

Mittleres Preisniveau Hackschnitzel													
Preisniveau für landw. Erzeugnisse	Datengrundlage Landwirtschaft	Modell 1						Modell 2					
	KUP Rückwandlung	MIT			OHNE			MIT			OHNE		
	Bewertung Arbeit	KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau		
		niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch
niedrig	0 €	172	72	-40	196	120	40	111	11	-101	135	59	-21
	16 €	239	137	23	263	186	103	137	35	-79	161	84	1
mittel	0 €	18	-82	-194	42	-34	-114	-47	-147	-259	-23	-99	-179
	16 €	86	-16	-130	110	33	-50	-21	-123	-237	3	-74	-157
hoch	0 €	-136	-236	-348	-112	-188	-268	-205	-305	-417	-181	-257	-337
	16 €	-69	-171	-285	-45	-122	-205	-179	-281	-395	-155	-232	-315

Hohes Preisniveau Hackschnitzel													
Preisniveau für landw. Erzeugnisse	Datengrundlage Landwirtschaft	Modell 1						Modell 2					
	KUP Rückwandlung	MIT			OHNE			MIT			OHNE		
	Bewertung Arbeit	KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau		
		niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch
niedrig	0 €	268	168	56	292	216	136	207	107	-5	231	155	75
	16 €	335	234	120	359	282	200	233	132	18	257	180	98
mittel	0 €	114	14	-98	138	62	-18	49	-51	-163	73	-3	-83
	16 €	182	81	-33	206	129	47	75	-26	-140	99	22	-60
hoch	0 €	-40	-140	-252	-16	-92	-172	-109	-209	-321	-85	-161	-241
	16 €	27	-74	-188	51	-26	-108	-83	-184	-298	-59	-136	-218

1) Bewertung der nicht entlohnerten, durch KUP freigesetzten, Arbeit

Anhang 3.2: Detailergebnisse für den mittleren Standort, €/ha*a

Niedriges Preisniveau Hackschnitzel													
Preisniveau für landw. Erzeugnisse	Datengrundlage Landwirtschaft	Modell 1						Modell 2					
	KUP Rückwandlung	MIT			OHNE			MIT			OHNE		
	Bewertung Arbeit	KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau		
		niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch
niedrig	0 €	50	-59	-179	74	-11	-99	-99	-208	-328	-75	-160	-248
	16 €	129	19	-103	153	67	-23	-62	-172	-294	-38	-124	-214
mittel	0 €	-209	-318	-438	-185	-270	-358	-368	-477	-597	-344	-429	-517
	16 €	-130	-240	-362	-366	-192	-282	-330	-440	-562	-306	-392	-482
hoch	0 €	-472	-581	-701	-448	-533	-621	-641	-750	-870	-617	-702	-790
	16 €	-393	-503	-625	-369	-455	-545	-603	-713	-835	-579	-665	-755

Mittleres Preisniveau Hackschnitzel													
Preisniveau für landw. Erzeugnisse	Datengrundlage Landwirtschaft	Modell 1						Modell 2					
	KUP Rückwandlung	MIT			OHNE			MIT			OHNE		
	Bewertung Arbeit	KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau		
		niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch
niedrig	0 €	185	77	-44	209	125	36	36	-72	-193	60	-24	-113
	16 €	265	155	33	289	203	113	74	-36	-158	98	12	-78
mittel	0 €	-74	-182	-303	-50	-134	-223	-233	-341	-462	-209	-293	-382
	16 €	6	-104	-226	30	-56	-146	-194	-304	-426	-170	-256	-346
hoch	0 €	-337	-445	-566	-313	-397	-486	-506	-614	-735	-482	-566	-655
	16 €	-257	-367	-489	-233	-319	-409	-467	-577	-699	-443	-529	-619

Hohes Preisniveau Hackschnitzel													
Preisniveau für landw. Erzeugnisse	Datengrundlage Landwirtschaft	Modell 1						Modell 2					
	KUP Rückwandlung	MIT			OHNE			MIT			OHNE		
	Bewertung Arbeit	KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau		
		niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch
niedrig	0 €	313	205	85	337	253	165	164	56	-64	188	104	16
	16 €	393	283	161	417	331	241	202	92	-30	226	140	50
mittel	0 €	54	-54	-174	78	-6	-94	-105	-213	-333	-81	-165	-253
	16 €	134	24	-98	158	72	-18	-66	-176	-298	-42	-128	-218
hoch	0 €	-209	-317	-437	-185	-269	-357	-378	-486	-606	-354	-438	-526
	16 €	-129	-239	-361	-105	-191	-281	-339	-449	-571	-315	-401	-491

Anhang 3.3: Detailergebnisse für den guten Standort, €/ha*a

Niedriges Preisniveau Hackschnitzel													
Preisniveau für landw. Erzeugnisse	Datengrundlage Landwirtschaft	Modell 1						Modell 2					
	KUP Rückwandlung	MIT			OHNE			MIT			OHNE		
	Bewertung Arbeit	KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau		
		niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch
niedrig	0 €	-255	-380	-517	-231	-332	-437	-333	-458	-595	-309	-410	-515
	16 €	-173	-300	-438	-149	-252	-358	-293	-420	-558	-269	-372	-478
mittel	0 €	-472	-597	-734	-448	-549	-654	-518	-643	-780	-494	-595	-700
	16 €	-390	-517	-655	-366	-469	-575	-478	-605	-743	-454	-557	-663
hoch	0 €	-695	-820	-957	-671	-772	-877	-709	-834	-971	-685	-786	-891
	16 €	-614	-741	-879	-590	-693	-799	-668	-795	-933	-644	-747	-853

Mittleres Preisniveau Hackschnitzel													
Preisniveau für landw. Erzeugnisse	Datengrundlage Landwirtschaft	Modell 1						Modell 2					
	KUP Rückwandlung	MIT			OHNE			MIT			OHNE		
	Bewertung Arbeit	KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau		
		niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch
niedrig	0 €	-51	-177	-313	-27	-128	-233	-129	-255	-391	-105	-206	-311
	16 €	31	-97	-234	54	-48	-154	-89	-217	-354	-66	-168	-274
mittel	0 €	-268	-394	-530	-244	-345	-450	-314	-440	-576	-290	-391	-496
	16 €	-186	-314	-451	-163	-265	-371	-274	-402	-539	-251	-353	-459
hoch	0 €	-491	-617	-753	-467	-568	-673	-505	-631	-767	-481	-582	-687
	16 €	-410	-538	-675	-387	-489	-595	-464	-592	-729	-441	-543	-649

Hohes Preisniveau Hackschnitzel													
Preisniveau für landw. Erzeugnisse	Datengrundlage Landwirtschaft	Modell 1						Modell 2					
	KUP Rückwandlung	MIT			OHNE			MIT			OHNE		
	Bewertung Arbeit	KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau			KUP Kostenniveau		
		niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch
niedrig	0 €	141	15	-121	165	63	-41	63	-63	-199	87	-15	-119
	16 €	223	96	-42	247	144	38	103	-24	-162	127	24	-82
mittel	0 €	-76	-202	-338	-52	-154	-258	-122	-248	-384	-98	-200	-304
	16 €	6	-121	-259	30	-73	-179	-82	-209	-347	-58	-161	-267
hoch	0 €	-299	-425	-561	-275	-377	-481	-313	-439	-575	-289	-391	-495
	16 €	-218	-345	-483	-194	-297	-403	-272	-399	-537	-248	-351	-457

Anhang 4: Synopse zur Wirtschaftlichkeit des Anbaus schnell wachsender Baumarten in der Landwirtschaft

Literaturquelle	Region	Datengrundlage/Annahmen	Methode	Ergebnis
1 Schmidt, C. (2011): Zur ökonomischen Bewertung von Agro- forstsystemen		Kalkulationen beruhen für KUP im Wesentlichen auf Angaben des KTBL. <i>Berechnungsgrundlage:</i> Baumart: Pappel und Weide Nutzungsdauer 20 Jahre, 4-jähriger Umtrieb, Ernte vollmechanisiert, Schlaggröße 20 ha, Vermarktung zur Ernte, Kosten für Trocknung sind berücksichtigt Ertragsleistung Pappel 10 $t_{\text{atro}}/\text{ha} \cdot \text{a}$ Ertragsleistung Weide 8 $t_{\text{atro}}/\text{ha} \cdot \text{a}$ Kalkulationszins 0 %, 4 %, 8 % Hackschnitzelerlös: 81,75 €/t_{WG35} Preise für Hackschnitzel beruhen auf Angaben von C.A.R.M.E.N für das Jahr 2009.	Berechnung der Annuitäten der Leistungen Kosten-Differenzen (Bodenrente) pro Hektar und Jahr. Es wird aufgezeigt, welchen Einfluss Schlaggröße und Hof-Feld-Entfernung auf die Bodenrente haben. Vergleich der Bodenrente von Ackerfruchtfolgen, Agroforstsystemen und KUP.	Für die Schlaggröße 20 ha werden Bodenrenten in Höhe von: Zins: 0% -200,98 €/ha*a Zins: 4 % -149,29 €/ha*a Zins: 8 % -86,14 €/ha*a kalkuliert und in einer Tabelle gegenübergestellt. Kalkulationsgrundlagen der Ergebnisse sind nicht vollständig nachvollziehbar. Die Kalkulation gilt vermutlich für Pappel. Fazit: - Die Annuität der Bodenrenten für eine Weiden-KUP sind bei den zugrunde liegenden Annahmen deutlich höher als für Silomais; Winterraps, Winterweizen, Silomais, Sommergerste; Winterraps, Winterweizen, Körnermais, Sommergerste - Die Annuität der Bodenrente ist für Weiden-KUP auch mit zunehmender Hof-Feld-Entfernung immer deutlich höher als für vergleichbare Fruchtfolgen und Agroforstsysteme. Für eine 20 ha KUP ist die Bodenrente bei einer Entfernung von 37,6 km gleich Null. Für die annuellen Kulturen liegt die entsprechende Entfernung zwischen 2,9 und 15,3 km. - Im Vergleich zu Ackerfruchtfolgen und Agroforstsystemen sind die Annuitäten der Bodenrenten von KUP immer am höchsten.

Literaturquelle	Region	Datengrundlage/Annahmen	Methode	Ergebnis
2 Kröber, M., Heinrich, J., Wagner, P., Schweinle, J. (2010): Ökonomische Bewertung und Einordnung von Kurzumtriebsplantagen in die gesamtbetriebliche Anbaustruktur	Bundesland SN	Umfassende Auswahl von Literaturdaten im Kontext des Pappelanbaus Referenzjahre: 2005 - 2008 <i>Berechnungsgrundlage:</i> Baumart: Pappel Nutzungsdauer 24 Jahre, 3-jähriger Umtrieb, Ernte vollmechanisiert, Vermarkung zur Ernte. Die unterstellte Ertragsleistung liegt zwischen $10,89 \text{ t}_{\text{atro}}/\text{ha} \cdot \text{a}$ und $13,31 \text{ t}_{\text{atro}}/\text{ha} \cdot \text{a}$ Hackschnitzelerlös: $58,00 - 110,00 \text{ €/t}_{\text{atro}}$ Marktfrucht: Winterfüttergerste Ertragsleistung zwischen $59,13 \text{ dt}/\text{ha} \cdot \text{a}$ und $77,99 \text{ dt}/\text{ha} \cdot \text{a}$ Erlös: $8,97 - 22,25 \text{ €/dt}$ Ertragsdaten und Preise beruhen auf Angaben der ZMP und des Statistischen Landesamtes Sachsen	Rechengrundlage ist eine Annuitätenkalkulation auf Vollkostenbasis. Der kalkulatorische Gewinnbeitrag wird pro Hektar und Jahr berechnet. Mittels Monte-Carlo-Simulation wird berechnet, mit welcher Wahrscheinlichkeit unter den gegebenen Ausgangsdaten ein bestimmter kalkulatorischer Gewinnbeitrag erreicht wird. In einer Sensitivitätsanalyse wird aufgezeigt, wie unterschiedliche Faktoren (Zäunung, vorzeitige Räumung, doppelte Transportentfernung, Förderung der Anlagekosten, etc.) die Höhe der Gewinnbeiträge beeinflussen. Die kalkulatorischen Gewinnbeiträge des Pappelanbaus werden mit denen von Winterfüttergerste verglichen.	Die Annuitäten des Pappelanbaus liegen im Bereich 5 – 95 % Wahrscheinlichkeit zwischen: Minimum – Mittel - Maximum -139 79 268 €/ha*a Die Wahrscheinlichkeit, dass ein positiver Gewinnbeitrag erwirtschaftet wird, liegt bei 73 %. Die Annuitäten des Winterfüttergersteanbaus liegen im Bereich 5 – 95 % Wahrscheinlichkeit zwischen: Minimum – Mittel - Maximum -265 60 458 €/ha*a Im Mittel der Jahre 2005 – 2008 ist das mittlere erzielte Ergebnis um $19 \text{ €/ha} \cdot \text{a}$ geringer als das des Pappelanbaus. Fazit: • Grundsätzlich kann mit Pappelanbau ein positiver Gewinnbeitrag erwirtschaftet werden. • Die Gewinnschwelle wird auf Standorten Mittelsachsens bei Erträgen von $12 \text{ t}_{\text{atro}}/\text{ha} \cdot \text{a}$ und Erlösen von $80 \text{ €/t}_{\text{atro}}$ erreicht. • Mit dem Pappelanbau lassen sich im Vergleich zu Marktfüchten konstante Gewinnbeiträge erwirtschaften, da Ertrags- und Erlösschwankungen weit geringer sind.

	Literaturquelle	Region	Datengrundlage/Annahmen	Methode	Ergebnis														
3	Wagner, P., Heinrich, J., Kröber, M., Schweinle, J., Große, W. (2009): Ökonomische Bewertung von Kurzumtriebsplantagen und Einordnung der Holzherzeugung in die Anbaustruktur landwirtschaftlicher Unternehmen. In: Reeg, T. et al. (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Wiley VCH Weinheim (2009) S.135-146.	Bundesland SN	Umfassende Auswahl von Literaturdaten im Kontext des Pappelanbaus. Referenzjahr 2007 Daraus werden folgende Annahmen abgeleitet: <i>Berechnungsgrundlage</i> Baumart: Pappel Nutzungsdauer 21 Jahre, 3-jähriger Umrtrieb, Ernte vollmechanisiert, Vermarktung zur Ernte. Es werden zwei Varianten unterschieden: <i>Variante 1:</i> a) Mittl. Standort, Ertragsleistung 10,39 t _{atro} /ha*a b) Günstige Kosten <i>Variante 2:</i> a) Guter Standort, Ertragsleistung 11,72 t _{atro} /ha*a b) Ungünstige Kosten Hackschnitzelpreis: 85,32 €/t _{atro} <i>Vergleichsbasis Ackerfrüchte</i> Winterroggen, Preis: 20,75 €/dt Ertrag mittl. Standort: 58 dt/ha Wintergerste, Preis 19,55 €/dt Ertrag mittl. Standort: 60 dt/ha Ertrag guter Standort: 72 dt/ha Ertragsdaten und Preise basieren auf ZMP (2007).	Die Rechengrundlage bildet eine Annuitätenrechnung auf Vollkostenbasis. Entsprechend wird der kalkulatorische Gewinn oder Verlust pro Hektar und Jahr berechnet. Danach erfolgt eine Risikoanalyse mittels Monte-Carlo-Simulation, bei der für die Varianten das arithmetische Mittel für die Annuitäten pro Hektar und Jahr (Zinssatz 6%) berechnet wird. Es werden zwei verschiedene Varianten für einen mittleren und einen besseren Standort gerechnet. Die Ergebnisse der Szenarien werden mit den Ackerfrüchten Winterroggen und Wintergerste auf vergleichbaren Standorten verglichen.	Variante 1 : Mittlerer Standort <table><tr><td>Ackerfrucht</td><td>Annuität</td></tr><tr><td>Pappel</td><td>-27 €/ha *a</td></tr><tr><td>Winterroggen</td><td>310 €/ha</td></tr><tr><td>Wintergerste</td><td>330 €/ha</td></tr></table> Auf mittl. Standorten mit geringeren Biomasseerträgen sind für KUP zumeist keine positiven Gewinnbeiträge zu erwirtschaften. Im Vergleich dazu gestaltet sich der Anbau von Ackerfrüchten wirtschaftlicher. Variante 2: Besserer Standort <table><tr><td>Ackerfrucht</td><td>Annuität</td></tr><tr><td>Pappel</td><td>209 €/ha *a</td></tr><tr><td>Wintergerste</td><td>490 €/ha</td></tr></table> Auf guten Standorten sind für KUP positive Gewinnbeiträge zu erzielen. Der Anbau von Wintergerste bleibt wirtschaftlicher Fazit: • Ausgehend vom Agrar- und Hackschnitzelpreis-niveau des Jahres 2007 ist das Produktions-verfahren Energieholz nicht konkurrenzfähig. • Unter Bedingungen von 2008 würde der Energieholzanbau bei Getreidepreisen von 15 €/dt konkurrenzfähig werden. • Nimmt man das Getreidepreinsniveau von 2006 sind KUP auf mittl. und guten Standorten überlegen. Vorteile kann der Energieholzanbau bei hohem Getreidepreinsniveau auf Standorten bieten, die für die ackerbauliche Nutzung ungeeignet sind.	Ackerfrucht	Annuität	Pappel	-27 €/ha *a	Winterroggen	310 €/ha	Wintergerste	330 €/ha	Ackerfrucht	Annuität	Pappel	209 €/ha *a	Wintergerste	490 €/ha
Ackerfrucht	Annuität																		
Pappel	-27 €/ha *a																		
Winterroggen	310 €/ha																		
Wintergerste	330 €/ha																		
Ackerfrucht	Annuität																		
Pappel	209 €/ha *a																		
Wintergerste	490 €/ha																		

Literaturquelle	Regi- on	Datengrundlage/Annahmen	Methode	Ergebnis																												
4 Hofmann, M. (2009): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Fachagentur Nach- wachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.). Gülzow. 3. Auflage.	Bun- des- land HE	Datenbasis: Kompetenzzentrum Hes- senRohstoffe (HERO) e.V. Referenzjahr 2009 Daten basieren auf Feldversuchen, die an repräsentativen Standorten mit verschiedenen Pappelklonen durch- geführt werden. <i>Berechnungsgrundlage</i> Baumart: Pappel Nutzungsdauer 24 Jahre, 3-jähriger Umtrieb, Ernte vollmechanisiert, inkl. Flächenlogistik und Transport. Ertragsleistung: Szenario 1: 10 t _{atro} /ha*a Szenario 2: 12 t _{atro} /ha*a Szenario 3: 14 t _{atro} /ha*a Hackschnitzelpreise: 60 €/t _{atro} ; 65 €/t _{atro} ; 70 €/t _{atro} Vergleichsbasis Ackerfrüchte Getreidefruchtfolge: Winterweizen-Winterraps- Wintergerste Preisniveau von 2009 <table><tr><th>Kultur</th><th>Preis [€/dt]</th><th>Ertrag [dt/ha]</th></tr><tr><td>Weizen</td><td>12</td><td>75</td></tr><tr><td>Raps</td><td>23</td><td>33</td></tr><tr><td>Gerste</td><td>10</td><td>70</td></tr></table> Quellen: Eigene Berechnungen (2009), KTBL	Kultur	Preis [€/dt]	Ertrag [dt/ha]	Weizen	12	75	Raps	23	33	Gerste	10	70	Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit er- folgt über eine Teilkos- tenrechnung. Es werden der Gesamt- deckungsbeitrag und der durchschnittliche De- ckungsbeitrag pro Hek- tar und Jahr für ver- schiedene Ertragsleis- tungen und Hackschnit- zelpreise berechnet (Diskontsatz 5%). Die Ergebnisse werden mit einer typischen Fruchtfolge bestehend aus Winterweizen, Win- terweizen und Winter- gerste verglichen. Dafür wird für die Fruchtfolgeglieder ein durchschnittlicher De- ckungsbeitrag kalku- liert, welcher wiederum mit und ohne Prämie ausgewiesen wird. Fazit: • Ab einem Ertragsniveau von 10 t_{atro}/ha*a und einem Erzeugerpreis von 65 €/t_{atro} ist ein positiver Deckungsbeitrag möglich. • Im Vergleich zu Deckungsbeiträgen einer landwirtschaftlichen Fruchtfolge sind Energieholzplantagen ab einem Ertragsni- veau von mindestens 12 t_{atro}/ha*a und Er- zeugerpreisen von über 65 €/t_{atro} wettbe- werbsfähig. Neben den Erntekosten wirken sich bei lang-	Durchschnittliche Deckungsbeiträge der Pap- pelanlage in Abhängigkeit vom Ertragsniveau und Verkaufspreisen <u>Durchschn. Deckungsbeiträge Pappelanlage in [€/ha]</u> <table><tr><th>Ertragsniveau in [t_{atro}/ha*a]</th><th>10</th><th>12</th><th>14</th></tr><tr><td>Preis [€/t_{atro}]</td><td>60</td><td>-30</td><td>33</td></tr><tr><td></td><td>65</td><td>17</td><td>89</td></tr><tr><td></td><td>70</td><td>64</td><td>146</td></tr></table> <u>Vergleich mit Ackerfrüchten</u> Fruchtfolge: Winterweizen-Winterraps- Wintergerste Durchschnittlicher Deckungsbeitrag ohne Prämie: 128,45 €/ha	Ertragsniveau in [t _{atro} /ha*a]	10	12	14	Preis [€/t _{atro}]	60	-30	33		65	17	89		70	64	146
Kultur	Preis [€/dt]	Ertrag [dt/ha]																														
Weizen	12	75																														
Raps	23	33																														
Gerste	10	70																														
Ertragsniveau in [t _{atro} /ha*a]	10	12	14																													
Preis [€/t _{atro}]	60	-30	33																													
	65	17	89																													
	70	64	146																													

Literaturquelle	Region	Datengrundlage/Annahmen	Methode	Ergebnis
				fristiger Betrachtung die Höhe der Anfangsinvestition und deren Verzinsung sehr stark auf die Gewinnsituation aus.
5 Zeller, H., Utke, N., Häring, A.M. (2009): Langfristig gebunden - Hackschnitzel sind gefragt. Doch wie wirtschaftlich ist der Anbau von Holz im Kurzumtrieb im Vergleich zur konventionellen Fruchtfolge? Brandenburger Bauernzeitung 32. Woche 2009: 55-56.	Bundesland BB	Datenbasis: KTBL, Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg (LVLF), ZMP, eigene Berechnungen. Daten beruhen überwiegend auf Literaturdaten und eigenen Annahmen. <i>Berechnungsgrundlage</i> Baumart: Pappel, Weide <u>Nutzungsdauer 21 Jahre, 4-jähriger Umtrieb,</u> Ernte mit Mähacker, Vermarktung zur Ernte. Ertragsleistung: Pappel: Mittl. Standort 10 t _{atro} /ha*a Weide: Mittl. Standort 8 t _{atro} /ha*a Hackschnitzelpreise 70 €/t _{atro} ; 80 €/t _{atro} ; 90 €/t _{atro} <u>Vergleichsbasis Ackerfrüchte</u> Getreidefruchtfolge: Winterweizen-Winterraps-Wintergerste Erträge und Preise versch. Anbaujahre Winterraps, 30 dt/ha <u>2006 2007 2008</u> 23 €/dt 25 €/dt 39 €/dt Winterweizen, 50 dt/ha <u>2006 2007 2008</u> 11 €/dt 15 €/dt 23 €/dt	Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit erfolgt über eine Teilkostenrechnung. Für die Produktionsverfahren Pappel und Weide werden Direkt- und arbeitserledigungs- und kostenfreie Leistungen (DAKL) ermittelt. In Verbindung mit den Kosten für das Anpflanzen und die Zwischen-erntejahre wird über eine Investitionsanalyse der Kapitalwert (Zinssatz 6%) ermittelt. Die Ergebnisse werden mit einer typischen Fruchtfolge bestehend aus Winterraps, Winterweizen und Wintergerste verglichen. Dafür wird für die Fruchtfolgeglieder die durchschnittliche DAKL und danach der Kapitalwert berechnet. Bei den DAKL-Rechnungen werden Prämien nicht berücksichtigt.	Kapitalwerte von Pappel- und Weidenanlagen in Abhängigkeit von Verkaufspreisen in [€/ha] Holzpreis 70 €/t _{atro} 80 €/t _{atro} 90 €/t _{atro} Pappel - 730 318 1.367 Weide 100 939 1.778 Nutzungsdauer 21 Jahre, 6% Verzinsung Vergleich mit Fruchtfolge: Raps-Weizen-Gerste Kapitalwerte in Abhängigkeit vom Preisniveau für Ackerfrüchte in [€/ha] Preisniveau 2006 2007 2008 -867 677 5.750 Die Ergebnisse zeigen, dass die Wirtschaftlichkeit von Kurzumtriebsplantagen im Vergleich zu einer konventionellen Fruchtfolge sehr stark von den Marktpreisen für Agrarrohstoffe abhängig ist. Fazit: - Nur bei niedrigem Preisniveau für Agrarrohstoffe stellen Energieholzplantagen eine Alternative zu konventionellen Fruchtfolgen dar. - Das Hauptargument gegen den Energieholzanbau ist der lange Investitionszeitraum, welcher kaum Marktanpassungsmöglichkeiten bietet.

Literaturquelle	Region	Datengrundlage/Annahmen	Methode	Ergebnis
		Wintergerste, 48 dt/ha 2006 2007 2008 10 €/dt 12 €/dt 21 €/dt	sichtigt.	Für einen angenommenen Holzerlös von 80 €/t_{atro} wird beim Anbau von Weiden die Gewinnschwelle nach 12 und beim Pappelanbau nach 16 Jahren erreicht. Anpassungsmaßnahmen vor den genannten Zeiträumen sind mit Kosten und Gewinneinbußen verbunden.
6	D gesamt	Daten der Durchschnittserträge und -preise für die betrachteten Ackerkulturen basieren auf DESTATIS, ZMP-Daten und eigenen Berechnungen. Der Hackschnitzelpreis beruht auf Daten von C.A.R.M.E.N. Zeitraum Durchschnittserträge: 2001-2005 Zeitraum Durchschnittspreise inkl. Hackschnitzelpreis: Jan 2006 – Jun 2008 Bei Silomais wird der Veredelungswert für Biogasanlagen genommen. Daten Pappelanbau KUP-Hackschnitzel: 63,14 €/t FM (≈70 % TM) Für die Berechnung der Grenzpreise werden unterschiedliche Ertragsniveaus für KUP auf Basis von Pappel genommen. Die Produktionskosten wurden standortspezifisch auf Grundlage von Kalkulationsdaten des KTBL ermittelt. Die Produktionsfunktionen basieren auf bereits implementierten Funktionen von Nusser et al. (2007). Vergleichsbasis Ackerfrüchte	Für die Analyse der Wettbewerbsfähigkeit wird das bio-ökonomische Modell ProLand eingesetzt. Das Modell kalkuliert die standortspezifischen Leistungen und Kosten von unterschiedlichen Landnutzungssystemen und bestimmt aus der Differenz die Bodenrente. Grundlage des Modells sind kulturspezifische, linear-limitationale Ertragsfunktionen. Die relative Vorzüglichkeit eines Landnutzungssystems kann durch Ertrags- bzw. Preissteigerungen, gekoppelte Transferzahlungen oder Produktionskosten-senkungen verbessert werden. Entsprechend werden Kurzumtriebspappeln	Die Ergebnisse beziehen sich auf Grenzpreise und Transferzahlungen. - Kurzumtriebsplantagen sind gegenüber den Kulturen Raps, Körner- und Silomais in keinem Fall konkurrenzfähig. - Bei Weizen wird eine Konkurrenzfähigkeit bei überdurchschnittlichen Pappelerträgen von ca. 14 t_{atro} je ha und Jahr ausgewiesen. - KUP sind gegenüber den Ackerkulturen Gerste und Roggen bei Annahme von durchschnittlichen Pappelerträgen von ca. 9 t_{atro} je ha und Jahr konkurrenzfähig. - Standortbezogene Betrachtungen zeigen, dass bei niedrigen Grenzpreisen Kurzumtriebspappeln zwar relativ wettbewerbsstark sind, aber bei einem angenommenen Hackschnitzelpreis von 63,14 €/t FM auf keinem Standort konkurrenzfähig sind. - Standorte mit niedrigen Grenzpreisen befinden sich hauptsächlich in Süd-Ost BW, Teilen von NW, NI, SH, ST, BB. - Auf 50% aller Standorte liegen die Grenzpreise zwischen 9 €/dt FM und 11 €/dt FM, bei Grenztransfers zwischen 400 €/ha und 500 €/ha.

	Literaturquelle	Region	Datengrundlage/Annahmen	Methode	Ergebnis																					
			<table><tr><td>Kultur</td><td>Preis [€/t]</td><td>Ertrag [dt/ha]</td></tr><tr><td>Roggen</td><td>155</td><td>53</td></tr><tr><td>Weizen</td><td>156</td><td>74</td></tr><tr><td>Gerste</td><td>145</td><td>59</td></tr><tr><td>Mais</td><td>170</td><td>88</td></tr><tr><td>Silomais</td><td>43</td><td>434</td></tr><tr><td>Raps</td><td>381</td><td>35</td></tr></table>	Kultur	Preis [€/t]	Ertrag [dt/ha]	Roggen	155	53	Weizen	156	74	Gerste	145	59	Mais	170	88	Silomais	43	434	Raps	381	35	dann angebaut, wenn der Erwartungswert der Bodenrente über dem der derzeit bodenrentenmaximalen Fruchtfolge liegt. Dafür werden Hackschnitzelgrenzpreise je Konkurrenzfrucht berechnet.	- Preissteigerungen von rund 30% auf 8 €/dt FM würden zu einer Anbaufläche von 200.000 ha führen. Bei 9 €/dt FM weist das Modell eine Pappelanbaufläche von 1,4 Mio. ha aus. Fazit: - Bei unterstellten Erträgen, Preisen und Kosten sind Kurzumtriebspappeln derzeit nicht konkurrenzfähig. - Erst gekoppelte Transferzahlungen von mindestens 230 €/ha und Preise von 114 €/t_{atro} führen in den Simulationsrechnungen zu nennenswerten Anbauflächen.
Kultur	Preis [€/t]	Ertrag [dt/ha]																								
Roggen	155	53																								
Weizen	156	74																								
Gerste	145	59																								
Mais	170	88																								
Silomais	43	434																								
Raps	381	35																								
7	Fastje, L. (2008): Kurzumtriebsplantagen im Praxisbetrieb - Eine wirtschaftliche Analyse anhand von Fallbeispielen. Bachelorarbeit Georg-August-Universität Göttingen.	Bundesländer NI, SH	2 Fallbeispiele von KUP unter Praxisbedingungen. Datenerhebung im Rahmen von Expertengesprächen mit beteiligten Landwirten. Baumarten: div. Pappel- und Weidensorten Nutzungsdauer 21 Jahre, 3-jähriger Umtrieb, Ernte vollmechanisiert. Hackschnitzelpreis 72 €/t _{atro} Szenario 1: Verkauf der Hackschnitzel ohne Klärschlammdüngung Szenario 2: Verkauf der Hackschnitzel mit Klärschlammdüngung Standort Schleswig Holstein Ertragsleistung: KUP Ackerbaustandort durchschnittlich 11 t _{atro} /ha*a Grenzstandort 8,5 t _{atro} /ha*a Weide 6,5 t _{atro} /ha*a Pappel	Die Rechengrundlage bildet eine Annuitätenrechnung auf Teilkostenbasis für unterschiedliche Standorte und Ertragsleistungen (Zinssatz 5%). Zur Berechnung der Rentabilität werden zu den KUP-Verfahren Nutzungskosten für Ackerfrüchte addiert, welche auf Deckungsbeiträgen beruhen. Danach wird der Gewinnvor- bzw. -nachteil ausgewiesen.	Ergebnisse: Eine vergleichende Betrachtung wird für die Standorte auf Basis von Weiden durchgeführt. Die Rentabilität wird unter Einbeziehung der Nutzungskosten in [€/ha] als Gewinnvorteil bzw. -nachteil ausgewiesen. Szenario I: Hackschnitzelverkauf ohne Klärschlammdüngung <table><tr><td>Standort</td><td>Gewinnvorteil</td></tr><tr><td>Ackerstandort SH</td><td>- 429 €/ha*a</td></tr><tr><td>Grenzstandort SH</td><td>- 101 €/ha*a</td></tr><tr><td>Ackerstandort NI</td><td>- 167 €/ha*a</td></tr></table> Ohne Klärschlammdüngung wird auf keinem Standort ein Gewinnvorteil erwirtschaftet. Entsprechend ist es wirtschaftlicher Weizen oder Triticale anzubauen. Szenario II: Hackschnitzelverkauf mit Klärschlammdüngung <table><tr><td>Standort</td><td>Gewinnvorteil</td></tr><tr><td>Ackerstandort SH</td><td>412 €/ha*a</td></tr></table>	Standort	Gewinnvorteil	Ackerstandort SH	- 429 €/ha*a	Grenzstandort SH	- 101 €/ha*a	Ackerstandort NI	- 167 €/ha*a	Standort	Gewinnvorteil	Ackerstandort SH	412 €/ha*a									
Standort	Gewinnvorteil																									
Ackerstandort SH	- 429 €/ha*a																									
Grenzstandort SH	- 101 €/ha*a																									
Ackerstandort NI	- 167 €/ha*a																									
Standort	Gewinnvorteil																									
Ackerstandort SH	412 €/ha*a																									

Literaturquelle	Region	Datengrundlage/Annahmen	Methode	Ergebnis
		<u>Vergleichsbasis Ackerfrüchte</u> Ackerbaustandort: Weizen (8 t/ha, 200 €/t), Deckungsbeitrag 872 €/ha Grenzstandort: Pachtpreis 300 €/ha Standort Niedersachsen Ertragsleistung: Ackerbaustandort 12 t _{atro} /ha*a Weide 11 t _{atro} /ha*a Pappel <u>Vergleichsbasis Ackerfrüchte</u> Triticale (7 t/ha, 185 €/t), Deckungsbeitrag 658 €/ha		Grenzstandort SH 740 €/ha*a Ackerstandort NI 674 €/ha*a In diesem Szenario kann hingegen durch eine Klärschlammverwertung mit einem angenommenen Erlös von 1.000 €/ha*a ein erheblicher Wettbewerbsvorteil gegenüber konventionellen Ackerfrüchten erzielt werden. Fazit: - Potentielle Wettbewerbsvorteile von KUP verschlechtern sich mit steigenden Nutzungskosten der Fläche. Die Wirtschaftlichkeit ist somit von der Preisentwicklung konventioneller Ackerfrüchte abhängig. - Neben Ackerstandorten kann auch auf Grenzstandorten ein wirtschaftlicher Betrieb von KUP erreicht werden.
Schweinle, J., Bemann, A., Franke, E. (2007): Betriebswirtschaftliche Rahmenbedingungen der Anlage und Nutzung von Kurzumtriebsplantagen. In: Bemann, A., Franke, E. (Hrsg.): Tagungsband, 1. Fachtagung Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen, Tharandt, 06.-07.11.2006. Tharandt: TU Dresden, Institut für internationalen	Keine geographische Zuordnung	Zusammenstellung verschiedener Literaturangaben für eine ex-ante Analyse. Als Rechengrundlage werden Ober- und Untergrenzen von Literaturangaben der variablen und produktfixen Produktionskosten verwendet. <i>Berechnungsgrundlage</i> Baumart: Pappel Nutzungsdauer 20 Jahre, 3-jähriger Umtrieb, Ernte: Vergleich vollmechanisiert bzw. Mähacker, Produktion frei Feldrand. Ertragsleistung: 12 t _{atro} /ha*a bzw. 8 t _{atro} /ha*a Hackschnitzelpreis.	Die Rechengrundlage bildet eine Annuitätenrechnung auf Teilkostenbasis für unterschiedliche Ertragsleistungen und Biomassepreise (Zinssatz 5%).	Szenario 1 Bei geringen Kosten und unterstellten Erlösen von 60 €/t _{atro} kann eine Annuität je nach Ertrag zwischen 250 und 500 €/ha*a erzielt werden. Szenario 2 Bei hohen Kosten kann nur bei Erträgen von 12 t _{atro} /ha*a und Erlösen von 60 €/t _{atro} nach 6 Rotationen ein geringer positiver Gewinnbeitrag erwirtschaftet werden. Fazit: Kurzumtriebsplantagen können bei niedrigen Investitions- und Bewirtschaftungskosten sowie durchschnittlichen Biomasserträgen und Preisen eine gewinnbringende Alternative zu einjährigen Kulturen

Literaturquelle	Region	Datengrundlage/Annahmen	Methode	Ergebnis
		60 €/t_{atro}, 40 €/t_{atro} Unterscheidung von zwei Szenarien Szenario 1 Geringe Kosten Szenario 2 Hohe Kosten Kein Vergleich mit Ackerfrüchten		sein.
9 Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Verbraucherschutz (2007): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik. http://www.bmelv.de/Shared-Docs/Standardartikel/Ministerium/Organisation/Beirats/Veroeffentlichungen/NutzungBiomasseEnergiegewinnung.html?nn=429108 [Abruf: 06.01.2010].	Keine geographische Zuordnung	Zusammenstellung verschiedener Literaturangaben für eine ex-ante Analyse Zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit von KUP wird überwiegend die Berechnungsgrundlage von Schweinle et al. (2007) übernommen (vgl. Nr. 6). Ertragsleistung: 10 t_{atro}/ha*a Bei den Produktionskosten wird ein Sicherheitsaufschlag addiert, so dass mit Preisen von 80 €/t_{atro} für eine großflächige Produktion gerechnet wird. <u>Vergleichsbasis Ackerfrüchte</u> Alternativkultur ist Wintergerste Die Deckungsbeiträge für verschiedene Preisniveaus basieren auf einem Ertrag von 6 t/ha. <u>Preise Wintergerste</u> 115 €/t 145 €/t 170 €/t <u>Deckungsbeiträge</u> 67 €/ha 247 €/ha 397 €/ha <u>Anstieg Nutzungskosten</u>	Die Rechengrundlage bildet eine Annuitätenrechnung auf Teilkostenbasis (Zinssatz 5%). Zur Berechnung der Rentabilität werden zum KUP-Verfahren die Nutzungskosten der Alternativkultur Wintergerste in Form von Deckungsbeiträgen addiert. Die kalkulierten Kosten der KUP dienen als Grundlage für die Wirtschaftlichkeitsanalyse einer Hackschnitzelheizung.	Bei einem unterstellten Preisniveau von 170 €/t für Wintergerste erhöhen sich die Nutzungskosten der Fläche um 330 €/ha gegenüber dem Ausgangsniveau. Werden diese Kosten auf einen Ertrag für KUP von 10 t_{atro}/ha*a umgelegt, ergeben sich in dem unterstellten Szenario Produktionskosten für Hackschnitzel in Höhe von 115 €/t gehäckselt ab Feld. Fazit: Bei Verwendung dieser Kosten als Grundlage für die betriebswirtschaftliche Analyse einer Hackschnitzel Heizung (400 kW_{th}) kann ein geringer Unternehmerrisikowinn erzielt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Bioenergielinie nur minimal subventioniert wird.

Literaturquelle	Region	Datengrundlage/Annahmen	Methode	Ergebnis
		180 €/ha 330 €/ha Der Preisannahme in Höhe von 170 €/t für Wintergerste basiert auf Weltmarktpreisen nach ACTI - Töpfer International (2007).		
10 Boelcke, B. (2006): Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen. Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei (Hrsg.). Schwerin.	Bundesland MV	Ableitung von Daten auf Versuchstandorten in MV. <i>Berechnungsgrundlage</i> Baumart: Pappel Nutzungsdauer 25 Jahre, 3-jähriger Umtrieb, Ernte vollmechanisiert, Transport 20 km zum Hof. Ertragsleistung: Mittl. Standort 13 $t_{\text{atro}}/\text{ha}^*a$ Hackschnitzelpreis 69 €/t _{atro} , Vergleichsbasis Ackerfrüchte Alternativkultur Winterraps (Energieraps) Nutzungskosten 80 €/ha* ^a . <i>(Anmerkung: Zahl im Beitrag nicht nachvollziehbar)</i>	Die Rechengrundlage bildet eine Annuitätenrechnung auf Teilkostenbasis (Zinssatz 5%) In der Annuitätenrechnung werden Nutzungskosten von Energieraps und ein Risikozuschlag von 50 €/Jahr eingebunden. Die Rentabilität wird unter Annahme verschiedener Pflanzgutkosten und Transportentfernungen für Hackschnitzel ausgewiesen.	Die Annuitäten der Energieholzproduktion variieren zwischen 58 €/ha* ^a und 214 €/ha* ^a . • Die höchste Annuität von 214 €/ha* ^a wird bei Pflanzgutkosten von 0,15 €/St. und einer Transportentfernung von 20 km erreicht. • Der geringste Wert von 58 €/ha* ^a wird bei Annahme von Stecklingskosten in Höhe von 0,24 €/St. und einer Entfernung von 50 km erzielt.
11 Pallast, G., Breuer, T., Holm-Müller, K. (2005): Schnellwachsende Baumarten – Chance für zusätzliches Einkommen im ländlichen Raum? Institute for Agricultural Policy, Market Research and Economic Sociology,	Keine geographische Zuordnung	Zusammenstellung verschiedener Literaturangaben. <i>Berechnungsgrundlage</i> Baumart: Pappel Nutzungsdauer 20 Jahre, 3-jähriger Umtrieb, Ernte: Vergleich vollmechanisiert bzw. Mähacker, Produktion frei Feldrand. Ertragsleistung: Mittl. Standort 12 $t_{\text{atro}}/\text{ha}^*a$	Die Rechengrundlage bildet eine Annuitätenrechnung auf Vollkostenbasis, bei der die anfallenden Kosten auf die einzelnen Jahre der Nutzungsdauer umgelegt werden (Zinssatz 5%). Der Fokus liegt auf der	Die Ergebnisse der Kosten werden nach Stecklingspreisen und Ernteverfahren unterteilt. Minimale Gesamtkosten: 58,25 €/t _{atro} Annahmen: Stecklingspreise niedrig (0,08 €/Stück), Ernte Mähacker, Auslastung 500 h/a Maximale Gesamtkosten: 72,33 €/t _{atro} Annahmen: Stecklingspreise hoch (0,18 €/Stück), Ernte Vollernter Claas Jaguar. Auslastung 250 h/a

Literaturquelle	Region	Datengrundlage/Annahmen	Methode	Ergebnis
University of Bonn. Discussion Paper 2005:3.		Hackschnitzelpreis 60€/t _{atro}	Darstellung der Gesamtkosten in €/t _{atro} frei Feld unter Annahme verschiedener Stecklingspreise und Auslastungen von Erntemaschinen und -verfahren.	Fazit: • Stellt man den angenommenen Erlös von 60 €/t_{atro} den Gesamtkosten für die Produktion gegenüber, so zeigt sich, dass selbst unter Optimalbedingungen lediglich die Produktionskosten gedeckt werden können. • Hinzu kommt, dass auch finanzielle Hilfen ohne eine Planungssicherheit für die notwendigen und faktorspezifischen Investitionen wenig bewirken werden.

Folgende Kalkulationshilfen stehen zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen zur Verfügung:

KUP-Kalkulator des Thünen-Instituts für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft:
<http://www.agrowood.de/download/KUP-Kalkulator.zip>

KUP-Rechner der Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume Baden-Württemberg (LEL)
https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1315052_11/KUP_Rechner_07_12_2010.xls

Verzeichnis der Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie seit 2010

- Nr. 01/2010 Plankl R, Weingarten P, Nieberg H, Zimmer Y, Isermeyer F, Krug J, Haxsen G:
Quantifizierung „gesellschaftlich gewünschter, nicht marktgängiger Leistungen“ der Landwirtschaft
- Nr. 02/2010 Steinrück B, Küpper P:
Mobilität in ländlichen Räumen unter besonderer Berücksichtigung bedarfsgesteuerter Bedienformen des ÖPNV
- Nr. 03/2010 Tietz A:
Auswirkungen von Health Check und EU-Konjunkturprogramm auf die ländlichen Entwicklungsprogramme der deutschen Bundesländer
- Nr. 04/2010 Becker H, Strohm-Lömpcke R:
Wohnortnahe Grundschulversorgung in ländlichen Räumen – Rahmenbedingungen und Gestaltungsmöglichkeiten
- Nr. 05/2010 Rothe A, Osterburg B:
Entwicklung der Biogasproduktion in Niedersachsen und Auswirkungen auf die Flächennutzung
- Nr. 06/2010 Friedrich C:
Milchverarbeitung und -vermarktung in Deutschland – eine deskriptive Analyse der Wertschöpfungskette
- Nr. 07/2010 Kleinhanß W, Offermann F, Ehrmann M:
Evaluation of the Impact of Milk quota – Case Study Germany
- Nr. 08/2010 Wolter M, Schierholz F, Lassen B:
Künftige Veränderungen in der Lieferantenstruktur einer Molkerei an drei Standorten – Ergebnisse einer Befragung
- Nr. 09/2010 Strohm K:
Stoffstromanalyse des deutschen Biokraftstoffsektors für das Jahr 2007
- Nr. 10/2010 Margarian A:
Methodische Ansätze zur Quantifizierung der Arbeitsplatzeffekte von Maßnahmen zur ländlichen Entwicklung

- Nr. 11/2010 Margarian A:
Gewinnentwicklung und Betriebsaufgabe in der Landwirtschaft: Angebotseffekte, Nachfrageeffekte und regionale Heterogenität
- Nr. 12/2010 Deumelandt F, Lassen BJ, Schierholz F, Wagner P:
Entwicklungstendenzen der Milchproduktion in Schweden – Ergebnisse einer Befragung von Milcherzeugern
- Nr. 01/2011 Mehl P:
Das agrarsoziale Sicherungssystem in Frankreich. Zentrale Merkmale und Entwicklungen aus der Perspektive der landwirtschaftlichen Sozialversicherung in Deutschland
- Nr. 02/2011 Kriehn C:
Erwerbstätigkeit in den ländlichen Landkreisen in Deutschland seit 1995
- Nr. 03/2011 Plankl R:
Finanzielle Staatshilfen für den Agrarsektor und deren regionale Verteilung
- Nr. 04/2011 Peter G:
Gemeinschaftliche Absatz- und Exportförderung für Agrarerzeugnisse und Lebensmittel in Österreich und den USA
- Nr. 05/2011 von Ledebur O, Schmitz J:
Preisvolatilität auf landwirtschaftlichen Märkten
- Nr. 06/2011 Klepper R:
Energie in der Nahrungsmittelkette
- Nr. 07/11 Kleinhanß W, Offermann F, Butault JP (INRA), Surry Y:
Cost of production estimates for wheat, milk and pigs in selected EU member states
- Nr. 08/11 Grajewski R:
Ländliche Entwicklungspolitik ab 2014. Eine Bewertung der Verordnungsvorschläge der Europäischen Kommission vom Oktober 2011.
- Nr. 01/12 Margarian A:
The relation between agricultural and non-agricultural economic development: Technical report on a empirical analysis of European regions

- Nr. 02/12 Plankl R:
Regionale Verteilung raumwirksamer finanzieller Staatshilfen im Kontext regionalwirtschaftlicher Entwicklung
- Nr. 03/12 Kleinhanß W, Junker F:
Analyse und Abschätzung des Biomasse-Flächennutzungspotentials
- Nr. 04/12 Forstner B, Deblitz C, Kleinhanß W, Nieberg H, Offermann F, Röder N, Salamon P, Sanders J, Weingarten P:
Analyse der Vorschläge der EU-Kommission vom 12. Oktober 2011 zur künftigen Gestaltung der Direktzahlungen im Rahmen der GAP nach 2013
- Nr. 05/12 Tietz A, Bathke M, Osterburg B:
Art und Ausmaß der Inanspruchnahme landwirtschaftlicher Flächen für außerlandwirtschaftliche Zwecke und Ausgleichsmaßnahmen. 47 Seiten
- Nr. 06/12 Strohm K, Schweinle J, Liesebach M, Osterburg B, Rödl A, Baum S, Nieberg H, Bolte A, Walter K:
Kurzumtriebsplantagen aus ökologischer und ökonomischer Sicht