



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Studiengang: Landschaftsarchitektur und Umweltplanung

Mario Adam

Diplomarbeit:

**Betriebswirtschaftliche Modellbetrachtung zur nachhaltigen Energieholz-
gewinnung am Beispiel eines Betriebes im Uecker-Randow Kreis.**

1. Betreuer:

Prof. Dr. Manfred Köhler

2. Betreuer:

Prof. Dr. Micha Teuscher

Abgabedatum:

28.05.2008

URN:

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2008-0028-6

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	S. 3
2. Einleitung und Zielsetzung	S. 5
2.1. Ausgangssituation	S. 5
2.2. Bewirtschaftungsform Kurzumtriebsplantage	S. 6
2.3. Vorgehensweise	S. 8
3. Produktionsgrundlagen	S. 9
3.1. Arten und Sortenwahl	S. 9
3.2. Standortanforderungen	S. 10
3.3. Umtriebszeit, Stammzahl, Nutzungsdauer	S. 10
3.4. Boden vor- und -nachbereitung	S. 11
3.5. Pflanzung und Bestandspflege	S. 12
3.6. Ernte, Transport und Lagerung	S. 13
3.7. Fällen, Aufbereitung und Transport auf der Kurzumtriebsplantage	S. 14
3.8. Zwischenlagerung, Transport sowie Endlagerung	S. 15
3.9. Rechtliche Grundlagen	S. 16
4. Bewirtschaftung der eigenen Plantage und die Vermarktungsmöglichkeiten	S. 19
4.1. Feststellung der Kosten einer Energieholzplantage unabhängig von der Bewirtschaftungsform	S. 19
4.2. Fremdvermarktung als Bewirtschaftungsbeispiel einer Energieholzplantage	S. 20
4.3. Eigenvermarktung als Bewirtschaftungsbeispiel einer Energieholzplantage	S. 20
5. Aufstellung der Allgemein Kosten einer Energieholzplantage (für 1 ha)	S. 25
6. Flächenbestimmung und Blockeinteilung für eine 100 ha große Energieholzplantage	
6.1. Plan der Pflegeblöcke (bei einer 100 ha großen Energieholzplantage)	S. 26
6.2. benötigte Plantagenfläche 300 ha	S. 27
6.3. Lageplan Plantage/Firmensitz	S. 28
7. Tabellarische und Grafische Darstellung der Bewirtschaftungsform Fremdvermarktung	
7.1. Rechenmodell einer Pappelplantage mit dem aktuellen Marktpreis	S. 29; S. 30
7.2. Rechenmodell einer Pappelplantage mit einem Simulierten Marktpreis	S. 31; S. 32
7.3. Rechenmodell einer Weidenplantage mit dem Aktuellen Marktpreis	S. 33; S. 34
7.4. Rechenmodell einer Weidenplantage mit einem Simulierten Marktpreis	S. 35; S. 36
8. Tabellarische und Grafische Darstellung der Bewirtschaftungsform Eigenvermarktung	
8.1. Rechenmodell einer Energieholzplantage mit einer Größe von 100 ha	S. 37; S. 38
8.2. Rechenmodell einer Pappelplantage mit einer Größe von 300 ha	S. 39; S. 40
8.3. Rechenmodell einer Weidenplantage mit einer Größe von 300 ha	S. 41; S. 42

9. Auswertung und Empfehlung	S. 43
10. Quellenverzeichnis	S. 44
11. Bilderverzeichnis	S. 46
12. Tabellenverzeichnis	S. 47
Anhang	S. 48

1. Zusammenfassung

Der Energiebedarf der Industrienationen steigt unaufhörlich und damit verbunden auch das Bedürfnis nach regenerativen Energiequellen, verursacht durch den Klimawandel in der Welt. Da wir in einem Flächenland leben, stellt sich die Frage, wie man das zu einem wirtschaftlichen Vorteil machen kann. So kam die Idee der Energieholzplantage zu Stande, welche es schon in anderen Teilen der Welt gibt.

Wenn man sich dem Thema Energieholzplantage zuwendet, kommen schnell Fragen auf, wie beispielsweise: Wie funktioniert so eine komplexe Anlage überhaupt? Welche Bedingungen sind an eine Energieholzplantage geknüpft? Inwiefern ist diese Art der Flächenbewirtschaftung rentabel?

Eine Energieholzplantage funktioniert in Pflegeblöcken, d. h. dass eine Energieholzplantage nur funktioniert, wenn jedes Jahr geerntet wird. Daher muss eine Energieholzplantage so eingeteilt werden, dass zum einen gleichgroße Pflegeblöcke entstehen und zum anderen die Flächen relativ nah beieinander liegen, damit keine langen Transportwege entstehen. In dieser Modellbetrachtung wird von einem dreijährigem Umtrieb ausgegangen, d. h., dass man eine angepflanzte Fläche alle drei Jahre abernten sollte. Nach der ersten Erntephase kann mit einem Zuwachs pro Umtrieb von 5% gerechnet werden.

Aus rechtlicher Sicht fangen die Bedingungen schon in der Wahl des Bodens an, denn es heißt, dass zum Aufbau einer Energieholzplantage nur Ackerland genutzt werden darf. Wenn man andere Böden wie z.B. Grünland oder Ödland nutzt, würde man den Boden aufwerten, womit nach Beendigung der Nutzung (ca. 20 Jahre) aus Grün- und Ödland Ackerland entstanden sein würde, welches gesetzeswidrig ist. In dieser Modellbetrachtung werde ich eine Energieholzplantage in einer Größe von 100 ha (Fremdvermarktung) und eine Energieholzplantage in einer Größe von 300 ha (Eigenvermarktung) darstellen. Eine weitere Bedingung ist das nicht unerhebliche Aufbringen von großen Flächen und dass wiederum in einer Zeit, in der immer mehr Landwirte die Biogasanlage als Einnahmequelle für sich entdecken und so ihre Ackerwirtschaft darauf ausrichten und selbst die stillgelegten Flächen attraktiv werden.

Die Rentabilität stelle ich in zwei Vermarktungsmöglichkeiten dar. Zum einen eine Energieholzplantage, in einer Größe von 100 ha, die das Hackgut fremdvermarktet und eine Energieholzplantage, jeweils in einer Größe von 100 ha und 300 ha, die das Hackgut selbstvermarktet.

Die Fremdvermarktung von Hackschnitzel ist stark vom aktuellen Holzpreis abhängig. Dazu kommt noch, dass das Produkt Hackschnitzel im Landkreis Uecker-Randow keine große Nachfrage hat und sich somit nicht über Angebot und Nachfrage regulieren lässt. Wenn der Preis für den Rohstoff Öl weiter so rapide steigt, wird das Produkt Hackschnitzel sehr interessant als Heizmaterial. Zum jetzigen Zeitpunkt ist von einer Energieholzplantage mit Fremdvermarktung abzuraten, da der Preis für eine Tonne Hackschnitzel noch zu gering ist.

Um rentabel zu sein, müsste sich der momentane Preis für eine Tonne Hackschnitzel mehr als verdoppeln.

Die Eigenvermarktung dagegen stellt sich mit der richtigen Verarbeitungstechnologie rentabel dar. Es ist aber auch mit enormen Investitionen zu rechnen, da die eingesetzte Technologie sehr teuer ist und einen viel größeren Durchsatz hat als eine 100 ha große Energieholzplantage produzieren könnte. Die kleinste Produktionsanlage benötigt 2100t Hackschnitzel pro Jahr, das bedeutet das eine Plantage ca. 300 ha groß sein müsste um die Menge vorhalten zu können. Da die Verarbeitungstechnologie modular gebaut wird, ist eine Erweiterung der Anlage ohne Probleme möglich. Momentan wird eine Anlage gebaut mit einem jährlichen Durchsatz von 16800t.

2. Einleitung und Zielsetzung

2.1. Ausgangssituation

„Politische Zielsetzungen in der EU zielen auf eine deutliche Steigerung des Anteils regenerativer Energien am Primärenergieverbrauch. Dieser soll bis zum Jahre 2010, 12% des Bruttoinlandsverbrauches betragen. In Deutschland haben erneuerbare Energien im Jahre 2004 einen Anteil von 3,6% erreicht. Dabei ist ihr Anteil am Strommarkt auf 9,3% des Energieverbrauches gestiegen. Im Wärmebereich sind es 4,2% und bei den Biokraftstoffen 1,6%.

Die land- und forstwirtschaftliche Biomasse als Energiestoff ist in diesen Bereichen unterschiedlich stark vertreten, wobei die Verbrennung fester Biomasse zur Wärmeerzeugung an erster Stelle steht. Mit dieser deutlichen Verbesserung der ökonomischen Rahmenbedingungen durch das Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (EEG) und steigenden Preisen für fossile Energien zeichnet sich ein wachsender Bedarf an Energieholz ab. In Ergänzung zum Aufkommen an Rest- und Altholz aus der Forstwirtschaft und Industrie kommt Energieholz von landwirtschaftlichen Flächen für das Versorgen von Anlagen mit Kraft- Wärme- Kopplung (KWK) in Betracht. Die Gewinnung synthetischer Kraftstoffe aus Biomasse befindet sich in der technischen Entwicklung. Diese Technik kann sich in einigen Jahren ebenfalls am Markt etablieren und eröffnet damit eine weitere Absatzchance für Biomasse, vorzugsweise Holz. Von besonderem Interesse für die Landwirtschaft sind schnellwachsende Baumarten, die im Umtrieb von 3 bis 5 Jahren – ggf. länger genutzt werden. Die Flächen bleiben trotz dieser Bewirtschaftungsform in landwirtschaftlicher Nutzung, jedoch in Form einer Dauerkultur.“¹

„Folgt man den Überlegungen in [2], [3] u. a., so hat Mecklenburg-Vorpommern das erklärte politische Ziel bis 2020 Bioenergieland zu werden. Dahinter steckt die Überlegung, dass die mit der Begrenztheit fossiler Energieträger steigenden konventionellen Rohstoffpreisen zu einem Schub bei der Nutzung der erneuerbaren Energien führen, weil diese dann nicht nur aus Umwelt- und Klima-, sondern zunehmend auch aus wirtschaftlichen Aspekten als Alternative interessant werden.

Im Wettbewerb mit der Windenergie, Geothermie, Photovoltaik usw. hat sich die Biomasse bundesweit zum wichtigsten alternativen Energieträger entwickelt.

In Mecklenburg-Vorpommern hat die Biomasseproduktion zurzeit einen Anteil von 10% am Primärenergieverbrauch, was Bundesweit Spitze ist. Dementsprechend hat sich das Land

dahingehend positioniert, dass aus den derzeitigen 10% Biomasseanteil im Jahr 2020 25% und mehr werden sollen [3].

Die Land- und Forstwirtschaft sind die Wirtschaftszweige, die das geplante Biomasseaufkommen in der entsprechenden Menge und Qualität produzieren können. Dazu muss die zur Produktion genutzte Ackerfläche von derzeit ca. 16% auf über 30% im Jahr 2020 verdoppelt werden, was nach Experteneinschätzung auch möglich ist, ohne die parallel notwendige Nahrungs- und Futtermittelproduktion zu gefährden [4].

Zur Verwirklichung dieser Zielsetzung unterstützt das Land nicht nur die Produktion von Biomasse durch Landwirte, sondern motiviert diese unter dem Motto: „Der Landwirt als Energiewirt“ auch dazu, die nächst höhere Stufe der Wertschöpfungskette, d. h. die Umwandlung der Biomasse in unterschiedliche Energieformen, als zweites Standbein in den landwirtschaftlichen Betrieben zu integrieren [5].

Die Produktion von Getreide, Raps, Mais usw. sowie die Verwertung von Gülle und anderen biologischen Abfällen zur Biogas- und Biodieselproduktion, die dann in Strom und Wärme umgewandelt bzw. zum Antrieb der eigenen Technik genutzt werden, ist bereits Realität. Hier müssen die Landwirte zwar in die Biogas- bzw. Biodieseltechnologie investieren, können aber bekannte landwirtschaftliche Technologien und Techniken für die Rohstoffproduktion einsetzen.

Perspektivisch interessant, aber erst im Modell- bzw. Pilotstadium, ist die Produktion biogener fester Brennstoffe in Form von Holzhackschnitzeln oder –pellets auf Energieholzplantagen. Die Energieholzproduktion in der Landwirtschaft erfolgt insbesondere mit schnellwachsenden Baumarten in Kurzumtriebsplantagen. Über die zum Anbau sowie zur Pflege, Ernte und Aufbereitung benötigte Technologie und Techniken verfügen Landwirte in der Regel nicht. Das dafür benötigte Produktionssystem ist der Agroforstwirtschaft zuzuordnen.

In Anlehnung an [6] u. a. versteht man unter Agroforstwirtschaft Landnutzungstechnik, die Bäume mit Kulturen, Weiden usw. kombiniert. Dementsprechend stellen die benötigten Technologien und Techniken eine Kombination aus land- und forstwirtschaftlichen Elementen dar, für die noch ein erheblicher Entwicklungs- und Optimierungsbedarf besteht.

2.2. Bewirtschaftungsform Kurzumtriebsplantage

Kurzumtriebsplantagen gehen historisch auf die mittelalterliche Nutzungsform Niederwald zur Brennholzgewinnung zurück [4].

Nach [7] werden schnellwüchsige Baumarten und –sorten auf agroforstwirtschaftlich nutzbaren Standorten angepflanzt und liefern in kurzen Produktionszeiträumen Biomasseerträge, die deutlich die Wuchsleistung vergleichbarer klassischer Hochwaldbestände übertreffen. In den 50er Jahren wurde in Deutschland vor dem Hintergrund der befürchteten Holzknappheit mit den ersten Untersuchungen zu schnellwachsenden Baumarten begonnen. Auf Grund der Erdölkriese erlebten diese einen Höhepunkt in den 80er Jahren. Wegen der dann aber sinkenden Erdölpreise rechneten die sich in diesem Zeitraum angelegten Kurzumtriebsplantagen nicht mehr und wurden wieder aufgegeben. Im Zuge der wachsenden Bedeutung der erneuerbaren Energien hat in den 90er Jahren auch die energetische und stoffliche Nutzung von Holz wieder an Bedeutung gewonnen, so dass die Arbeiten in Deutschland wieder aufgenommen wurden.

In Mecklenburg-Vorpommern ist die Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei in Gülzow führend an dieser Grundlagenarbeit und deren Publizierung (vgl. [2], [4], [8], [9], [10] u.a.) beteiligt. Nachfolgende Darstellungen beziehen sich insbesondere auf die in diesen Quellen veröffentlichten Ergebnisse.

Kurzumtriebsplantagen können auf landwirtschaftlichen Flächen oder auf Dauergrünland angebaut werden. Für sie gilt zurzeit noch das Bundes- und Landeswaldgesetz, worauf sich Regelungen zur Aufforstung, zu den Vermehrungsgütern, zur Umtriebsdauer usw. ableiten. Dauergrünland erhält bei Anlage einer Kurzumtriebsplantage den Status einer Dauerkulturfläche, so dass die landesrechtlichen Regelungen zum Grünlandumbruch zu beachten sind. Für landwirtschaftlich genutzte und Dauergrünlandflächen kann beim Anbau von Energiehölzern eine Energiepflanzenprämie als Beihilfe beantragt werden. Auf stillgelegten Flächen ist der Energieholzanbau unschädlich.

Für die in der Region Mecklenburg-Vorpommern gegebenen Klimabedingungen sind insbesondere Pappelhybriden und gezielt gezüchtete Weiden für die Anpflanzung in Kurzumtriebsplantagen geeignet.

Die Auswahl des konkreten Pflanzgutes hängt außer von der beabsichtigten Verwendung stark von den Bodenbedingungen (vorzugsweise Sand- und andere Böden mit $AZ > 30$) so wie einer ausreichenden Wasserversorgung (Niederschlagsmenge $>500\text{mm/a}$ bzw. $>330\text{mm/Vegetationsperiode}$, stabile Grundwasserversorgung, keine Staunässe) ab.

Wichtige Auswahlkriterien sind weiterhin:

- ein sicheres Anwachsen und schnelles Wachstum in der Jugendphase,
- die Vermehrung über Steckholz (Bei Pappeln ist das Waldgesetz zu beachten.),
- hohes und nachhaltiges Stockausschlagverhalten,
- Konkurrenzverträglichkeit im Dichtstand sowie
- die Resistenz gegen Früh- und Spätfröste bzw. biotische Schäden.

Der in Mecklenburg-Vorpommern seit 1993 an drei Standorten durchgeführte Versuchsbetrieb mit Kurzumtriebsplantagen (vgl. [8], [4]) hat zu dem Ergebnis geführt, dass die höchsten Holztrockenmasseerträge mit Pappeln im dreijährigen Umtrieb (12 – 16 t/ha/a) erreicht werden können. Das Ergebnis der Weiden liegt deutlich darunter. Nachfolgende Abbildung zeigt den Austrieb der Pappeln (rechts) und Weiden (links) zum Erntezeitpunkt sowie die auf dem Versuchsfeld in Gülzow erreichten Biomasseerträge.²

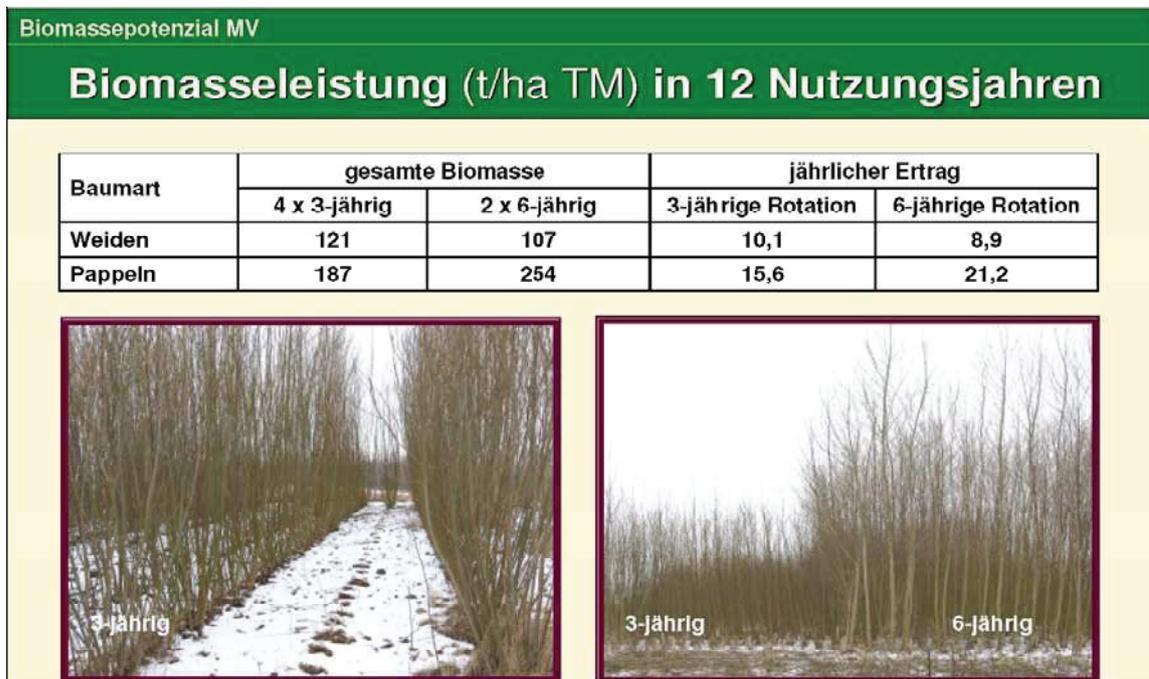


Abbildung 1: Vergleich Weiden und Pappeln in Umtrieb und Biomasse

2.3. Vorgehensweise

Für diese Diplomarbeit, die sich mit der oben dargestellten Problematik auseinandersetzt, gilt folgende Vorgehensweise:

- Auswahl der in Frage kommenden Pflanzen
- rechtliche Grundlagen für die Anlegung, die Pflege und die Erntezyklen einer Energieholzplantage
- Definition der für das Anlegen einer Energieholzplantage in Frage kommenden Agrarflächen
- Definition der Vermarktungsmöglichkeiten
- Kosten- Erlösrechnung der einzelnen Vermarktungsmöglichkeiten
- Darstellung der Machbarkeit
- Aussprechen einer Empfehlung

3. Produktionsgrundlagen

3.1. Arten und Sortenwahl

„Seit der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg sind Pappeln in Mitteleuropa von großem Interesse, da sie eine Möglichkeit zur schnellen Rohstoffgewinnung darstellen. In Deutschland wurde zunächst vorwiegend die Schwarzpappel gepflanzt. Mittlerweile sind eine Reihe weiterer Pappelarten und Pappelhybriden im Anbau.

Aus der formenreichen Gattung Pappel sind es für den Kurzumtrieb außer der Schwarzpappel (Sektion Aigeiros) die Arten der Balsampappel (Sektion Tacamahaca). Dabei spielen die Artenhybriden und intersektionelle Hybriden eine herausragende Rolle (Tab. 1). Sie zeichnen sich durch geringe Ansprüche an Wärme und Bodendurchlüftung sowie Raschwüchsigkeit aus. Die Aspen (Sektion Leuce) sind für diese Bewirtschaftungsform aufgrund ihrer Wurzelbrutbildung nach dem Rückschnitt nicht geeignet. Zudem sind Bestände dieser Art nicht über Steckholzpflanzung zu gründen. Gleiches gilt auch für Robine und Erle, die auch deutlich geringere Wachstumsleistungen als Balsampappeln aufweisen (Burger, 2004 und Dimitri, 1988) und deswegen standortabhängig lediglich in Landschaftskonzepten eine Rolle spielen sollten.

Der Weidenanbau zur Biomasseproduktion für energetische Zwecke ist neu und entsprechend steckt die züchterische Bearbeitung der Weiden mit dem Ziel hoher Biomasseerträge in den Anfängen. In den 1970/80er Jahren begannen in Europa die Zuchtarbeiten mit gegenwärtigem Schwerpunkt in Schweden und Großbritannien. Erste Sorten mit hohem Ertragspotential und

guter Gesundheit stehen für den Anbau zur Verfügung. In Schweden werden derzeit 16.000 ha Weiden im Kurzumtrieb zur Versorgung von Heizkraftwerken genutzt.

Familie: Salicaceae - Weidengewächse			
Gattung			
Populus (Pappel)		Salix (Weide)	
Sektion Aigeiros (Schwarzpappel)		Art	
Art	P.nigra L.		S.viminalis L.
	P.deltoides Marshall		S.dasyclados Wimmer
			S.schwerinii
Sektion Tacamahaca (Balsampappel)			S.triandra L.
Art	P. maximowiczii Henry		S.caprea L.
	P.koreana Rehder		
	P.szechuanica Schneider.		
	P.trichocarpa Torr. Et Gray		

Tabelle 1: Systematik der für den Kurzumtrieb in Deutschland bedeutsamen Baumarten

3.2. Standortanforderungen

Für den Pappel- und Weidenanbau auf landwirtschaftlichen Flächen gilt: Je besser Wasser-, und Lufthaushalt und die Nährstoffversorgung der Böden sind, umso höher ist die Ertragsleistung, um so besser widerstehen die Baumbestände biotische und abiotische Schadfaktoren und umso größer ist die Auswahl der geeigneten Pappel- und Weidenarten sowie deren Sorten. Leitungsfähige landwirtschaftliche Flächen (ab AZ 30) gewährleisten gute Erträge bei der Bewirtschaftung von Pappel und Weiden im Kurzumtrieb. Die Erträge auf leichteren Standorten sind verstärkt von der Wasserversorgung abhängig.

Standortansprüche: **Klima:** Die in Mecklenburg Vorpommern vorherrschenden Klimabedingungen sind für Pappel und Weiden am besten geeignet. Die Jahresniederschlagsmenge soll 500mm nicht unterschreiten, günstig sind >300mm Niederschlag in der Vegetationsperiode.

Standortansprüche: **Boden:** Für den Pappel- und Weidenanbau eignen sich frische, feuchte anlehmgige sande bis tonige Lehme. Die Pflanzen dürfen keiner länger anhaltenden Staunässe ausgesetzt sein und der optimale pH- Wert liegt bei 5,5 - 6,5. Es ist außerdem zu gewährleisten, dass mindestens 30 cm tiefer, durchwurzelbarer Oberboden vorhanden ist.

3.3. Umtriebszeit, Stammzahl, Nutzungsdauer

Die Wachstumszeit bis zur Nutzung der Biomasse hat einen deutlichen Einfluss auf den jährlichen Ertragszuwachs (Tab. 2). Sie sollte mindestens 2 Jahre betragen. Der maximalen Umtriebszeit sind einerseits durch rechtliche Regelungen und andererseits durch die Ernteverfahren noch Grenzen gesetzt. Das Argument des schnelleren Kapitalrückflusses spricht für die Wahl der Umtriebszeit im Bereich von 3 – 4 Jahren.

Die Ergebnisse der Mecklenburger Versuchsanlagen bestätigen allerdings Ertragstabellen der raschwüchsigen Balsam- und Hybridpappeln: Die höchsten jährlichen Holzzuwächse werden bei Umtriebszeiten deutlich > 3 Jahre erreicht. Entsprechend der Ergebnisse des Instituts für schnellwachsende Baumarten Hann. Münden ist aus Kurzumtriebsplantagen im Versuchsanbau bekannt, dass bei einer Umtriebszeit von 2 - 3 Jahren nur über eine hohe Anzahl an Einzelpflanzen je Fläche hohe Erträge erzielt werden können. Es werden 16.000 bis 22.000 Stecklinge für die Bestandesgründung empfohlen. Bei 4 – 6 Jahren Wachstumszeit zwischen den Ernten soll die Pflanzdichte 6.000 bis 9.000 St/ha betragen. Die Bestockung ab der 2. Umtriebszeit kann im Ergebnis eines guten Stockausschlages bis um das 3-fache höher liegen (Hofmann, 1989).

Bei Weiden ist eine Umtriebszeit von 3 (max. 4 Jahre) optimal, denn bei einer 6-jährigen Umtriebszeit ging die Ertragsleistung im Vergleich zur 3-jährigen um 12% zurück. Nach schwedischen und dänischen Erfahrungen sollte die Weidenplantage mit 15.000-20.000 Steckhölzern begründet werden. Aufgrund der nahezu 100%-igen Anwuchsraten, ein wichtiger ökonomischer Vorteil der Weide, konnte in der Versuchsanlage in Mecklenburg Vorpommern ausreichend dicht bestockte Flächen realisiert werden. Da bei einigen Weidensorten auch Pflanzenausfall durch Dichtstand festgestellt wurde, kann die Pflanzdichte von 13.000 St./ha unter den Anbaubedingungen in Mecklenburg Vorpommern als ausreichend betrachtet werden.“³

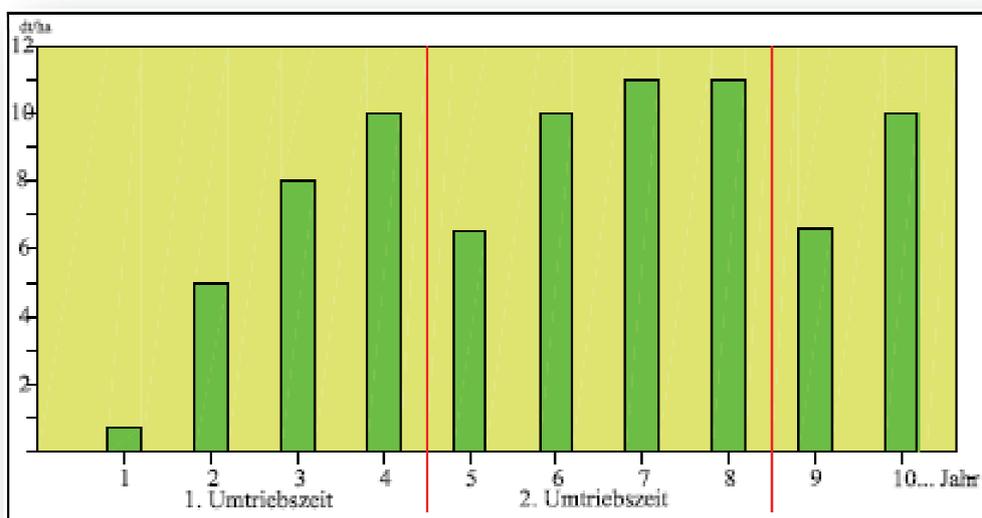


Tabelle 2: Ertragszuwachs am Beispiel schwedischer Weiden

3.4. Boden vor- und -nachbereitung

„Die notwendigen Maßnahmen zur Bodenvorbereitung hängen von den konkreten Mikrobedingungen (Klima, Boden, Vorfrucht usw.) des Standortes ab. Steckholzpflanzungen werden in der Regel im Frühjahr durch Pflügen (25 bis 35 cm Tiefe) und Eggen der Fläche vorbereitet. Lehm Böden bzw. starker Unkrautbewuchs verlangen eine vorherige Herbstfurche bzw. Herbizidbehandlung. Zur Wiedereingliederung der Kurzumtriebsflächen in die landwirtschaftlichen Nutzflächen erfolgt nach Beendigung der Nutzungsdauer der Plantage mit der letzten Baumernte im anschließenden Frühjahr die Zerkleinerung der Wurzelstöcke z. B. mittels Rodungsfräse. Mit einem Mulchgerät, Grubber bzw. einer Scheibenegge wird der Boden zur Einsaat einer Zwischenfrucht vorbereitet, die den Boden bedeckt und für die Einsaat der ersten Hauptfrucht aufbereitet. Im Herbst kann dann die erste Hauptfrucht z. B. Wintergetreide ausgebracht werden.

3.5. Pflanzung und Bestandspflege

Zum Beginn der Pflanzung müssen alle wesentlichen Eckpunkte der Bewirtschaftung (z. B. Baumart, Umtriebszeit, Pflege- und Erntetechnik) feststehen. Gegenüber der Forstwirtschaft haben Steckhölzer ($l = 20 \text{ cm}$, $d = 10 - 20 \text{ mm}$) als Pflanzgut für Kurzumtriebsplantagen entscheidende Kostenvorteile. Sie können für Pappeln und Weiden sortenrein und qualitätsgerecht von Baumschulen und Züchtern oder preislich besonders günstig aus hofeigener Vermehrung bezogen werden.

Sie werden vorzugsweise in Reihen mit Nord-Süd-Ausrichtung und einem Abstand von 1,7 – 2m und bis zu 20 cm tief gepflanzt. Der Pflanzabstand in den Reihen selbst sollte rund 50 cm betragen. Bei diesen Parametern werden je Hektar rund 11.000 Steckhölzer benötigt.

Die Anwuchsrate wird für Pappeln mit 70-80% und für Weiden mit nahezu 100% angegeben. Bei kleineren Flächen bis 2 ha hält man eine manuelle Bepflanzung noch für möglich. Darüber hinaus ist die maschinelle Pflanzung mit in der Forstwirtschaft gebräuchlichen Pflanzmaschinen üblich. Spezielle Setzmaschinen lohnen sich nur für Dienstleistungsunternehmen.

Eine Düngung bei der Anlage von Kurzumtriebsplantagen ist bei den in Mecklenburg-Vorpommern gegebenen Bodenbedingungen in der Regel nicht notwendig.

Standortbezogen ist jedoch der zusätzliche Nährstoffbedarf für die Pflanzen und der Erhalt der Bodenfruchtbarkeit über die Nutzungsdauer zu ermitteln und bei Bedarf als Düngung in die Bestandspflege zu integrieren. Als problematischer für den Erhalt eines hohen Biomassewachstums hat sich die Sicherung des Oberflächen- und Grundwasserhaushaltes erwiesen. Hier kann gerade bei jungen Pflanzungen eine zusätzliche Wassergabe während der Vegetationsperiode notwendig werden.

Im Pflanzjahr stellt die Unkraut- und Schädlingsbekämpfung einen Schwerpunkt der Bestandspflege dar. Der Verlauf der Sprossentwicklung führt zu einer Verunkrautung der Plantagenfläche, da der Steckholzaustrieb zu dieser Zeit einen sehr geringen Deckungsgrad hat. Um den Unkrautdruck zu verringern, können Bodenherbizide solange eingesetzt werden, wie die Steckholzknospen noch geschlossen sind. Die spätere Verunkrautung ist durch Mulchen und Mähen zu bekämpfen, bis das Sprosswachstum die Unkräuter überdeckt.

Untersaaten sind zur Unkrautbekämpfung nicht geeignet, da sie und auch die Unkräuter selbst eine starke Wasser Konkurrenz zu den Steckhölzern darstellen können und zusätzliche Lebensräume für Schädlinge bieten. Neben den Mäusen sind weitere biotische Risiken (z. B. Rehwildverbiss oder Insekten- und Pilzbefall) vorbeugend zu bekämpfen.

3.6. Ernte, Transport und Lagerung

Der Zeitraum für die Ernte beginnt mit dem Ende der Vegetationsperiode. Frühere Ernten (belaubter Bestand) gefährden den neuen Stockausschlag bis hin zum Totalausfall. Empfohlen wird die Ernte bei Temperaturen $> -5^{\circ}\text{C}$, um mögliche Frostschäden am Wurzelstamm zu vermeiden. Die aus der Forstwirtschaft bekannten Ernteverfahren beruhen im Wesentlichen auf dem Einbaumprinzip und sind deshalb aus Kostengründen für Kurzumtriebsplantagen wenig geeignet. In Bezug auf das erhaltene Holzprodukt haben sich folgende drei Ernteverfahrenslinien herausgebildet:

- Stammholzlinie für Umtriebszeiten > 5 Jahre,
- Bündellinie für Umtriebszeiten < 10 Jahre und
- Hackgutlinie für Umtriebszeiten < 5 Jahre.

Wie im Abschnitt 3.2 bereits herausgearbeitet worden ist, können maximale Holztrockenmasseerträge je Fläche und Jahr mit Pappeln im dreijährigen Umtrieb (12 – 16 t/ha/a) erwartet werden. Für diese Bewirtschaftungsform bietet sich als Ernteverfahren vor allem die

Hackgutlinie an, auf die sich deshalb die weiteren Ausführungen konzentrieren. Nachfolgende Darstellung visualisiert den Verfahrensablauf der Hackgutlinie. Abb.2: Visualisierter Verfahrensablauf der Hackguternte. Der dargestellte Ablauf kann unter dem Aspekt der Entwicklung von Dienstleistungsangeboten in zwei grundsätzlich unterschiedliche Abschnitte unterteilt werden, denen die einzelnen Verfahrensschritte dann zugeordnet werden können.

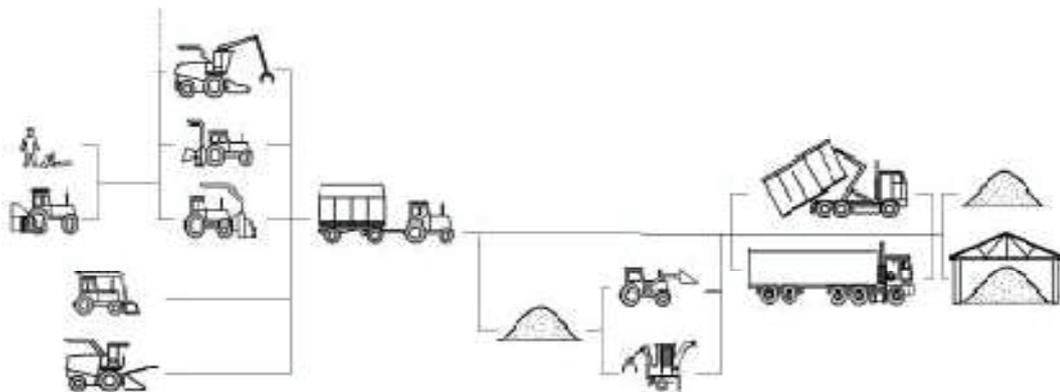


Abbildung 2: Verfahrensschritte

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

3.7. Fällen, Aufbereitung und Transport auf der Kurzumtriebsplantage

Schwerpunkt des ersten Abschnittes sind die Verfahrensschritte Fällen und Aufbereiten, die nacheinander oder in eine technische Lösung integriert, durchgeführt werden können. Deshalb unterscheidet man:

a) Zweiphasenernte:

- Fällen des Holzes → Motor- bzw. Anbausäge (1)
 - Zusammenfassen + Aufbereiten + Beladen → Großhacker, mobiler bzw. Schwadhacker (3)
- oder

b) Einphasenernte:

- Fällen, Aufbereiten und Beladen → Anbau- oder SF-Mäh Hacker (2)

Für beide gilt der dritte Schritt: Rücken des Holzes zum Rand der Plantage → Traktorzug (4)

Charakteristisch für diesen ersten Abschnitt ist, dass die Ernte des Kurzumtriebs in der Regel zu einem Kahlschlag auf der betreffenden Fläche führt, so dass günstige Voraussetzungen für die agroforstwirtschaftliche Mechanisierung der Arbeiten und damit für ein spezialisiertes Dienstleistungsangebot bestehen.

Ein Kostenvergleich in der Literatur zeigt, dass die Einphasenernte im Vollernteverfahren mittels Mäh Hacker, bezogen auf einen Schüttelraummeter Hackgut, nur halb so teuer ist, wie die Zweiphasenernte als motormanuelle Ernte plus Einsatz eines mobilen Hackers.

Nachfolgende Abbildung zeigt beispielhaft ein kostengünstiges Vollernteverfahren für Pappeln im 3-jährigen Umtrieb mit einem Stammfußdurchmesser bis zu 8 cm.



Abbildung 3: Anbau-Mäh Hacker beim Ernteeinsatz

Technisches Merkmal dieser Lösung ist nach [8] ein Frontanbaugerät, das an einem land- oder forstwirtschaftlichen Schlepper mit Fronthydraulik montiert ist. Ein Kreissägeblatt übernimmt das einreihige Fällen, eine vertikale Hackschere das Aufbereiten und ein Austragsrohr das Beladen des parallel mitfahrenden Traktorzuges.

Als Zwischenprodukt wird eine sehr grobe Hackgutstruktur mit einer Schüttdichte von 110 – 135 kg/m³ erhalten.

Die Ernteleistung wird mit 20 – 25 t Frischholz/h bei < 2% Ernteverlusten angegeben.

3.8. Zwischenlagerung, Transport sowie Endlagerung

Die technologisch-organisatorische Lösung für den zweiten Abschnitt setzt sich aus den folgenden vier Verfahrensschritten zusammen:

- Zwischenlagerung auf dem Feld (5)
- Aufbereitung → Nachhacker und /oder Beladung → Frontlader (6)
- Transport zum Endlager → Lkw mit Container oder Schubboden (7)
- Endlagerung zur Aufbereitung für die Verwertung (8)

Dabei kommen gebräuchliche land- und forstwirtschaftlichen Technologien zum Einsatz. Bedeutsam ist außerdem, dass insbesondere die Endlagerung einen erheblichen Einfluss auf die Qualität der Hackschnitzel und damit auf deren Verwendung und Preis hat.

Die besten Ergebnisse können mit der im ersten Abschnitt erhaltenen groben Hackstruktur erreicht werden. Sie ermöglicht die Senkung des Wassergehaltes von 50 – 60% auf rund 20% bei einem Trockenmasseverlust von nur 15%, einer geringen Gefahr des Schimmelpilzbefalls und fast keinen Energieverlusten (vgl. [4, S.92]).

Erfolgt die Holzverwertung durch externe Abnehmer (z. B. das Biomasse-Heizkraftwerk Neustrelitz oder das von der Choren AG geplante SunFuel-Kraftstoffwerk in Lubmin), spielt der Transportaufwand eine erhebliche Rolle. Ein durch vorherige Lagerung verringerter Wassergehalt des Holzes senkt diesen Aufwand erheblich und ermöglicht es am Rohstoffmarkt einen höheren Preis zu erzielen.“²

3.9. Rechtliche Grundlagen

Sollen landwirtschaftliche Flächen mit Schnellwuchsplantagen/Energieholzplantagen bepflanzt und nicht bei Nutzung der verschiedenen Förderinstrumente aufgefordert werden, sind verschiedene Rechtsbereiche zu beachten.

„VO (EG) Nr. 1782/2003 Aktivierung von Zahlungsansprüchen:

Die VO (EG) Nr. 1782/2003 ist die Rechtsgrundlage, mit der geregelt ist, für welche Flächen und unter welchen Bedingungen Zahlungsansprüche für Flächen, die mit Schnellwachsenden Baumarten bepflanzt sind, aktiviert werden können. Danach ist es möglich, normale Zahlungsansprüche (egal ob diese bei der Festsetzung mit Basiswert Ackerland oder Basiswert Grünland gebildet worden sind) mit Flächen, die mit schnellwachsenden Baumarten bepflanzt sind, zu aktivieren, wenn für die betreffenden Flächen die Beihilfe Energiepflanze gemäß Art. 88 der VO (EG) Nr. 1782/2003 beantragt, die entsprechenden

Bedingungen eingehalten und die Beihilfe für Energiepflanzen gewährt werden. Wenn die betreffende Fläche stilllegungsfähig ist, als Stilllegungsfläche gemäß Art. 55 Buchstabe b der VO (EG) Nr. 1782/2003 (Erzeugung Nachwachsender Rohstoffe) beantragt wird und die entsprechenden Bedingungen eingehalten werden, können mit dieser Fläche Stilllegungsansprüche aktiviert werden.

Bei der Anlage von Energieholzplantagen auf Stilllegungsflächen war bisher durch Gesetz klar gestellt, dass landwirtschaftliche Stilllegungsflächen landwirtschaftliche Flächen bleiben, auch wenn sie im Zeitraum der Flächenstilllegung mit Energieholzplantagen bestockt werden oder sich durch Sukzession ein Baumbestand einstellt. Aktualisierung dieses Gesetzes im Rahmen des Gesetzes zur Bereinigung des Bundesrechts im Zuständigkeitsbereich des BMVEL ist durch die Neuwahl der Bundesregierung am 18. September der Diskontinuität zum Opfer gefallen.

Nutzung von Grünland zur Anlage von Energieholzplantagen:

Grundsätzlich können Grünlandflächen zur Anlage von energieholzplantagen genutzt werden. So können vorbehaltlich andere anderer rechtlicher Bestimmungen (z.B. Natur- und Landschaftsschutz, Wasserschutz) Flächen, die in 2003 Grünland waren, mit schnellwachsenden Baumarten bepflanzt werden und zur Aktivierung normaler Zahlungsansprüche genutzt werden, wenn hierfür die Beihilfe für Energiepflanzen gemäß Art. 88 der VO (EG) Nr. 1782/2003 beantragt und die entsprechenden Bedingungen eingehalten werde. Zu berücksichtigen ist, dass die betreffenden Flächen dann nicht mehr als Dauergrünland in die aktuelle Bilanz eingehen und ggf. ein Wiederansaatgebot ergehen kann. Weiterhin ist zu beachten, dass ein Grünlandumbruch auf Moorstandorten und Standorten mit hohem Grundwasserstand zu unterlassen ist (§5 Abs. 4 Bundesnaturschutzgesetz-BNatSchG). Moore, binnenreiche Nasswiesen und Trockenrasen stellen geschützte Biotop nach §30 der BNatSchG dar, ihre Bepflanzung mit schnellwachsenden Baumarten ist also unzulässig. Eine Änderung der Nutzungsart von Dauergrünland auf Niedermoorstandorten ist ein eingriff (§14 Abs.2 Pkt. 16 Landesnaturschutzgesetz-LNatSchG) mit den daraus resultierenden Rechtsfolgen definiert.

Waldgesetz:

Forstrechtlich ist darauf hinzuweisen, dass Kurzumtriebsflächen, auch wenn sie als solche nicht explizit im Landeswaldgesetz erwähnt werden, unter Umständen die Definition von Wald im Sinne des §2 Landeswaldgesetz erfüllen. Diese Rechtsfolge ist durch das

Bundeswaldgesetz vorgesehen. Die oberste Forstbehörde in Mecklenburg-Vorpommern hat auf dem Erlasswege festgelegt, dass Kurzumtriebsflächen nicht dem Geltungsbereich des Landeswaldgesetzes unterliegt. Zur rechtlichen eindeutigen Klärung wird gegenwertig eine Änderung des Bundes- und Landeswaldrechtes angestrebt.

Forstvermehrungsgesetz:

Für Vermehrungsgut, d.h. für Pflanzenteile und Pflanzgut, die für forstliche Zwecke bestimmt sind, gelten die Vorschriften des Forstvermehrungsgesetzes. Unter forstliche Zwecke im Sinne dieses Gesetzes fällt die Verwendung von Pflanzenteilen und Pflanzgut für die Anlage von Kurzumtriebs- oder Schnellwuchsplantagen. Pflanzenteile sind u.a. Ableger, Steckhölzer, Setzstangen und andere Teile von Pflanzen außer Saatgut oder Pflanzenteilen angezogen oder aus Naturverjüngung geworbene Pflanzen.

Forstliches Vermehrungsgut, also auch Steckhölzer und Setzstangen etc. Das in den Verkehr gebracht werden soll, darf nur von angemeldeten Forstsaamen- oder Forstpflanzenbetrieben erzeugt und in den Verkehr gebracht werden. Forstliches Vermehrungsgut darf eingeführt werden, wenn es auf einer Entscheidung des Rates dem innerhalb der Europäischen Union erzeugten und die Anforderungen der Richtlinie 1999/105/EG erfüllen den Vermehrungsgut gleichgestellt ist oder eine Ausnahmeerlaubnis der Bundesanstalt auf der Grundlage einer Ermächtigung der Kommission erteilt ist. Steckhölzer und Setzstangen, die im eigenen Betrieb verwendet und nicht in den Verkehr gebracht werden sollen, können im hof- bzw. betriebseigenen Mutterquartier vorgezogen werden. Das erste Ausgangsmaterial für das Mutterquartier muss den Bestimmungen für forstliches Vermehrungsgut gemäß Forstvermehrungsgutgesetz entsprechen.

Unter das Forstvermehrungsgutgesetz fallen Baumarten wie die Erle, Robinie und Birke sowie alle Arten und künstliche Hybriden der Pappel. Weiden fallen nicht unter das Forstvermehrungsgutgesetz.“⁴

4. Bewirtschaftung der eigenen Plantage und die Vermarktungsmöglichkeiten

4.1. Feststellung der Kosten einer Energieholzplantage unabhängig von einer Bewirtschaftungsform

Um die Kosten einer Energieholzplantage festzulegen, ist es wichtig zu wissen aus welchen einzelnen Faktoren sich eine Energieholzplantage zusammensetzt.

Unabhängig von der Bewirtschaftungsform muss man sich den in Frage kommenden Boden genau ansehen und gegebenenfalls eine Bodenanalyse vornehmen lassen. Ein wichtiger Aspekt ist, wie die Plantagenfläche beschaffen ist. Am besten eignet sich eine große zusammenhängende Fläche. Die zusammenhängende Fläche muss mindestens einen Pflegeblock ergeben. Der Hintergrund der Aussage ist, dass Flächen kleiner als 2ha einen zu großen Wildverbiss aufweisen. Somit muss man einen Wildschutzzaun um die Fläche ziehen, der wiederum mit 4,50€/lm zu Buche schlägt. Bei Pflegeblöcken von ca.10ha Größe ist der Verbiss zu vernachlässigen, da so viele Pflanzen auf einer so großen Fläche stehen, dass der Schaden den das Wild anrichtet nicht in einer Relation steht zu den Kosten eines Wildschutzzauns. Generell ist darauf zu achten, dass die gesamte Plantage so zusammenhängend wie möglich zu gestalten ist, um die Transportkosten so gering wie möglich zu halten.

In meinem Rechenmodell bin ich vom Kauf der Plantagenflächen ausgegangen, um allein schon Sicherheiten gegenüber der Bank zu haben. Es muss aber unbedingt geprüft werden, ob es nicht günstiger ist die benötigten Flächen für einen Zeitraum von 20 Jahren zu pachten. Denn nach 20 Jahren muss die Plantagenfläche wieder in die landwirtschaftliche Nutzung eingegliedert werden, wobei die Qualität des Bodens nach 20 Jahren intensiver Plantagenwirtschaft nicht abzuschätzen ist. Die Fläche muss komplett gemulcht, also das gesamte Wurzelwerk zerstört werden. Diese Kosten sind von Anfang an zu berücksichtigen und sollten nicht unterschätzt werden. Anschließend folgt eine detaillierte Aufstellung der einzelnen Leistungen und den dazu gehörenden Kosten, jeweils gerechnet auf einen Hektar. Der Boden sagt natürlich viel über die zukünftige Art der Bewirtschaftung aus. Er gibt auch vor, je nach Feuchte des Bodens, welche Pflanzen zu verarbeiten sind. Wenn er feuchter ist, dann werden Weiden gepflanzt, ist er trocken, werden Pappel gepflanzt. Ich habe in den Modellen je eine Pappelplantage gegen eine Weidenplantage gegeneinandergestellt.

4.2. Fremdvermarktung als Bewirtschaftungsbeispiel einer Energieholzplantage

Die Fremdvermarktung ist sehr stark vom aktuellen Marktpreis des Rohstoffs Holz abhängig. Als Plantagenbetreiber hat man keine Möglichkeiten an dieser Tatsache etwas zu ändern. Das bedeutet, dass man sich in Abhängigkeit begibt. Die folgenden Rechenmodelle werden aufzeigen, wie sich eine 100ha große Energieholzplantage mit dem derzeitigen Marktpreis von 30€/t frische Hackschnitzel darstellt.

Die Rechenmodelle zeigen eines sehr deutlich, nämlich dass sich eine Energieholzplantage unter der Berücksichtigung des heutigen Marktpreises für Hackschnitzel nicht lohnt. Wenn man davon ausgeht, dass die Rohstoffe immer knapper werden und auch in der Forstwirtschaft von Jahr zu Jahr immer mehr Holz geerntet wird und noch die Wertsteigerung des Bodens in Betracht zieht, dann KÖNNTE unter Umständen diese Art der Bewirtschaftung irgendwann rentabel werden. Da dieses Konzept auf 20 Jahre angelegt ist, sind solche unbekanntes Größen sowieso nicht genau vorherzusehen. Aber wie gesagt, unter heutigen Umständen ist von so einer Bewirtschaftungsform abzuraten.

Alle Rechenmodelle sind ohne Fördermittel gerechnet, da die politische Situation so ist, dass jeder sich mit den Federn der ökologischen Energiegewinnung schmücken will, aber bisher keine ausreichende finanzielle Förderung zu Stand kommt. In der Europäischen Union ist das immer noch ein stark Diskutiertes Thema.

4.3. Eigenvermarktung als Bewirtschaftungsbeispiel einer Energieholzplantage

Die Eigenvermarktung hat entscheidende Vorteile, birgt aber auch Risiken die nicht unerheblich sind. Der größte Vorteil ist die Unabhängigkeit vom Holzpreis, wobei man aber bedenken muss, dass wenn man das Holz verstromt, man vom Strompreis abhängig ist, der aber glücklicherweise auf 10 Jahre gestützt ist (KWK Bonus). Als Grundlage der Eigenvermarktung setze ich auf das von der Firma PYTEC entwickelte Prinzip der Flash-Pyrolyse, welches besagt: "Flash-Pyrolyse wird zur Verflüssigung von pflanzlichen Roh- und Reststoffen eingesetzt. Dabei wird der Ausgangsstoff durch kurzzeitiges Erhitzen auf etwa

500°C unter Ausschluss von Sauerstoff komplett thermisch zersetzt. Neben dem Hauptprodukt (Bio-Öl) gewinnt man noch Holzkohle und Schwachgas.“⁵

Die erste Pilotanlage zur Erprobung der Flash-Pyrolyse errichtet und betreibt die PYTEC Thermochemische Anlagen GmbH in Lüneburg. Nachfolgende Abbildung stellt das Blockdiagramm dieser PYTEC Anlage dar.

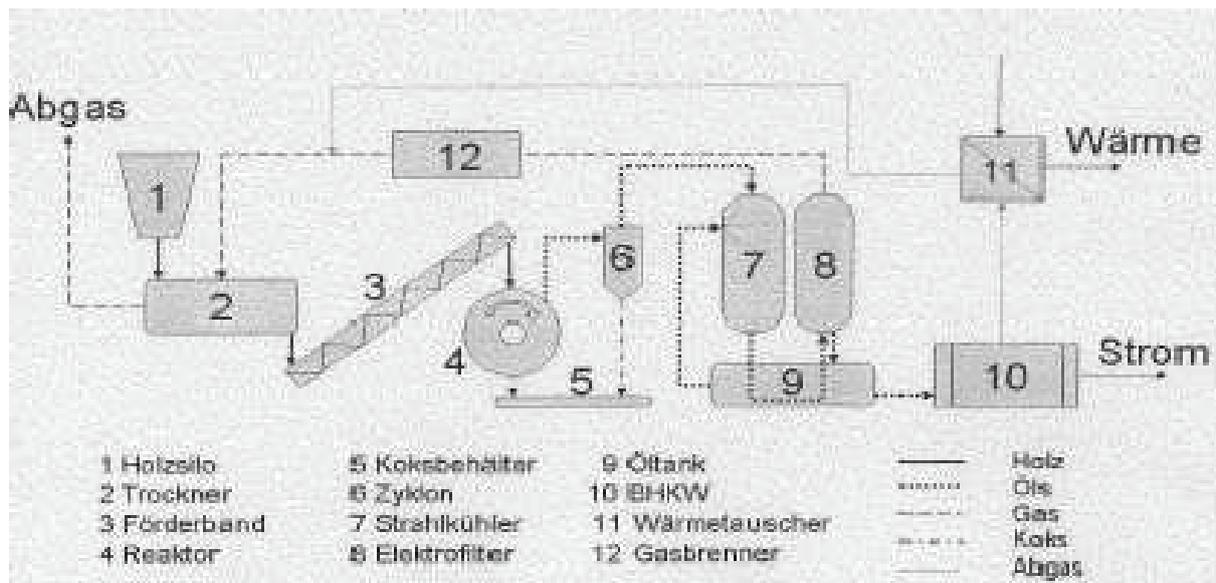


Abbildung 4: Blockdiagramm PYTEC Prototyp Anlage

„Das Kernstück der nach dem BTO-Verfahren arbeitenden Anlage, der durch PYTEC entwickelte und zum Patent (WO 2004/076591A1) angemeldete ablative Reaktor (4).

Die in (1 bis 3) aufbereitete stückige Biomasse (Holzhackschnitzel) bzw. das Schüttgut (Stroh, Heu o. a.) wird im Reaktor einer heißen rotierenden Scheibe zugeführt, wo sich (vergleichbar dem Wasserfilm zwischen einem Eisstück und einer heißen Oberfläche) ein Bioöl-Film bildet, der stetig verdampft und so für eine reibungslose Pyrolyse sorgt.

In der PYTEC-Laboranlage sind Ablationsraten von bis zu 4 mm/s gemessen worden.

Der gewonnene Öldampf wird in den Schritten (5 bis 9) aufbereitet und als Gas in (12 und 2) bzw. kondensiertes Öl in (10 und 11) verwertet.

Dass dieser Lösungsansatz wirtschaftliche interessant sein kann, belegt folgende Modellrechnung für die BTO-Pilotanlage Bülkau in [17]:

Ausgangsmasse: 1.000 kg Holz

Ergibt: 650 kg bzw.

540 Liter Pyrolyseöl zu Kosten: ca. 110,- €

Aus denen gewonnen werden: 1.342 kWh Strom und Erlöse Strom: ca. 267,- €

2.000 kWh Erl. Wärme: ca. 60,- €

Ergibt: Überschuss: ca. 217,- €

Die nachfolgenden Abbildungen visualisieren den beschriebenen Verfahrensablauf bzw.



Abbildung 5: Visualisierter Flash-Pyrolyse-Ablauf für den Rohstoff Holz zeigen die Containerstruktur der zur Umsetzung errichteten BTO-Pilotanlage in Bülkau.



Abbildung 6: Containeranlage für die Flash-Pyrolyse des Rohstoffs Holz

Kennzeichnend für das BTO-Verfahren ist die dünne Oberflächenschicht auf der rotierenden Reaktorscheibe, in der die eigentliche Flashpyrolyse stattfindet.

Während die Scheibenabmessungen und Oberflächentemperatur (ca. 470°C) konstruktions- bzw. rohmaterialabhängig weitestgehend feststehen, steigt die Ablationsrate mit höherer Rotationsgeschwindigkeit und mit höherem Anpressdruck.

Besonders vorteilhaft ist, dass keine Zuschlagsstoffe oder Reaktionsgase benötigt werden und der Wärmeeintrag direkt von der Scheibenoberfläche auf das Holz erfolgt.

Zwar sind die bisherigen Ergebnisse noch nicht durch einen Langzeitbetrieb bestätigt worden, dennoch kann die Errichtung und der Betrieb einer Pyrolyseanlage auch für einen landwirtschaftlichen Betrieb eine interessante Verlängerung der Wertschöpfungskette des neu zu entwickelnden zukunftsorientierten Geschäftsfeldes „Dienstleistungen für den Energieholzanbau in Kurzumtriebsplantagen“ darstellen. Die Flash-Pyrolyse ist besonders für den Holzeinsatz geeignet, sodass der Landwirt nicht nur Dienstleister, sondern auch Abnehmer seiner holzanbauenden Landwirte sein kann. Der Einsatz von auf Kurzumtriebsplantagen gewachsenem Holz gestattet zudem die Produktion von Biokraftstoffen mit annähernd vorhersehbaren und reproduzierbaren Eigenschaften.

Durch diese Höhveredlung des Rohstoffes Holz zu Biokraftstoff mit bekannter Zusammensetzung, der mit oder ohne herkömmlichen Dieselmotorkraftstoff zum Antrieb der eigenen mobilen Technik eingesetzt oder in einem BHKW in verkaufbare Wärmeenergie bzw. Strom umgewandelt werden kann, können entweder die Selbstkosten des Unternehmens gesenkt oder zusätzliche Erlöse am Markt realisiert werden.“⁵

5. Aufstellung der Allgemeinkosten einer Energieholzplantage (für 1 ha)

Nr	Leistung	Pappel	Weide	Anmerkung
1	Kauf des Bodens	1.925,00 €	1.925,00 €	Berechnet nach Gutachterausschuss für Grundstückswerte in dem Landkreis Uecker-Randow
2	Unkraut vernichtung	14,00 €	14,00 €	örtlicher Landwirt
a	Boden Umbrechen	100,00 €	100,00 €	örtlicher Landwirt
b	Einzäune der Plantage (10392 lm)	4,50 lm	4,50 lm	wenn Plantage >2ha Einzäunen nicht mehr nötig
3	Kosten der Pflanze (Stück)	0,05 €	0,35 €	
a	Kosten der Pflanze (für 1ha)	0,05*11000=550	682,00 €	Angaben nach Kostenvoranschlag
4	Gehölze pflanzen	250,00 €	250,00 €	Firma Lantmännen Agroenergie
5	Kulturpflege	150,00 €	150,00 €	muss im Pflanzjahr und im Folgejahr durchgeführt werden
6	Ernten der Gehölze	300,00 €	300,00 €	Firma Hansewood (Neubrandenburg ansässig)
7	Wiedereingliederung der Plantage in die landwirtschaftliche Nutzung	1.000,00 €	1.000,00 €	nach 20 Jahren erforderlich
	Summe:	4.589,00 €	4.421,00 €	

9. Auswertung und Empfehlung

Ergeben hat sich bei genauerer Betrachtung, dass sich eine 100 ha große Energieholzplantage mit dem Konzept der Eigenvermarktung nicht rentabel ist. Man muss sehr viel Holz zusätzlich aufkaufen um eine effektive Auslastung der Pyrolyse-Anlage zu gewährleisten. Somit gibt es nur zwei Möglichkeiten: Zum Einen eine kleinere Anlage, die es nach meinem Wissensstand nicht gibt und wenn man eine normale Anlage einfach verkleinert, ist sie letztlich genau so teuer wie die vorher erwähnte Anlage. Als ein Praktisches Beispiel möchte ich die Verkaufspreise von Pytec nennen. In meinem Fall habe ich mit einer 6 t Anlage gerechnet, d. h., dass die Pyrolyseanlage 6 t Holz am Tag verbraucht. Diese Anlage produziert 300 KW/h Strom und 270 KWth Wärme und kostet 2.000.000,00 €. Momentan wird eine 48 t Anlage gebaut die 8.000.000,00 € kostet. Diese Anlagen werden in Modulen gefertigt. Das kleinste Modul ist das 6 t Modul. Die zweite Möglichkeit ist die, die Plantage zu vergrößern und somit auch die Pflegeblöcke. Ich habe das mit einer 300 ha Energieholzplantage mit 3 Pflegeblöcken dargestellt. Das hat zum einen den Vorteil, dass man nach 3 Jahren den ersten Pflegeblock ernten kann und dann in eine Kontinuität gerät in der man jedes Folgejahr dieselbe Menge ernten kann. Zum anderen bekommt man eine 100% Auslastung der Pyrolyseanlage und ist somit nicht mehr abhängig von den starken Schwankungen des Holzmarktes. Das einzige Problem, das ich sehe, ist die Größe der benötigten Fläche. Da momentan an eine Energieholzplantage noch einige Standortbedingungen geknüpft sind, wie zum Beispiel dass man nur Ackerflächen und kein Grünland nutzen kann, da man die Nutzungsart des Grünlandes ändern würde und was wiederum verboten ist. Man braucht zum anderen relativ zusammenhängende Flächen um die logistischen Kosten so gering wie möglich zu halten.

Eine endgültige Beurteilung der beiden Vermarktungsmöglichkeiten ist zur Zeit nicht möglich. Es gibt einige langfristige unbekannte Größen (Holzpreis, Ackerpreis).

Zum jetzigen Zeitpunkt trägt sich nur die Eigenvermarktung selber.

10. Quellenverzeichnis

1. Boelcke B.: Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen – Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Hrsg.: Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei M-V, Schwerin 2006, S.4

2. ATI Küste GmbH, Dipl.-Ing. Karl-Heinz Thiel; Machbarkeitsstudie zur Analyse und Bewertung der Chancen eines Dienstleistungsangebotes für die Produktion, Aufbereitung und Verwertung von Energiehölzern aus Kurzumtriebsplantagen

[1] Ehlers, E.: Der Spezialist für jungen Wald. Ostseezeitung, Rostock, 25.10.2007, S. 2

[2] Schumann W., Gurgel A., Boelcke B., Pellnitz K., Krüger P., Stein H.: (Bio-)Energie land M-V. Hrsg.: Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei M-V, Schwerin 2006, S.56

[3] Backhaus, T.: Grußwort zum „1. Rostocker Bioenergieforum“ an der Agrar- und Umwelt-wissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock. Rostock den 24./25.10.2007, Tagungs-band S.19ff

[4] Boelcke B.: Stand und Perspektiven der schnell wachsenden Baumarten in Mecklenburg-Vorpommern. „1. Rostocker Bioenergieforum“ an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock. Rostock den 24./25.10.2007, Tagungsband S.87 bis 95

[5] Gienapp, C.: Der Landwirt als Energiewirt - Chancen und Perspektiven. Vortrag: www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/dechema2006/Gienapp.pdf

[6] Deutsche Stiftung für internationale Entwicklung (Hrsg.): Fachseminar Agroforstwirtschaft, 1981

[7] Bemmann A.: Energieholzanbau – Produktion und Landschaftsgestaltung im Einklang. Folien zum Vortrag auf dem 12. Thüringer Bioenergietag, Erfurt, 02.11.2006; [www. bi-okraftstoff portal.de/data/File/Thueringen/Veranstaltungen/06-11-02_Bioenergietag/06-11-02_12.Bioenergietag_Energieholz_Bemmann.pdf](http://www.bi-okraftstoff-portal.de/data/File/Thueringen/Veranstaltungen/06-11-02_Bioenergietag/06-11-02_12.Bioenergietag_Energieholz_Bemmann.pdf)

[8] Boelcke B.: Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen – Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Hrsg.: Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei M-V, Schwerin 2006, S. 40

[9] Krüger P.: Energieholzproduktion auf landwirtschaftlichen Flächen. Folien zum Vortrag auf der Fachtagung mit Exkursion, Güstrow, 09.05.2007; www.landwirtschaft-mv.de/var/plain_site/storage/original/application/dbd2fc619a0df29d9b39fee816eba004.pdf

[10] Hofmann M.: Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Hrsg.: Fachagentur für nach-wachsende Rohstoffe, Gülzow, 2007, S.43

[11] Neumeister C.: Der Weg vom Landwirt zum Energiewirt . Internetartikel der Firma Agrobränsle aus Ketzerbachtal; <http://www.agrobransle.se/index2,4.htm?nID=0&aID=2>

3. Boelcke B.: Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen – Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Hrsg.: Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei M-V, Schwerin 2006, S.7;13

4. Boelcke B.: Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen – Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Hrsg.: Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei M-V, Schwerin 2006, S.5-6

5. N.N.: Beschreibung des BTO -Verfahren zur Verflüssigung von Holzhackschnitzeln der Fa. PYTEC Thermochemische Anlagen GmbH, Lüneburg; <http://www.pytecseite.de/index.htm>

11. Bilderverzeichnis

- Abbildung 1: Vergleich Weiden und Pappeln in Umtrieb und Biomasse** S.8
Boelcke B.: Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen
Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Hrsg.: Ministerium für Ernährung,
Landwirtschaft, Forsten und Fischerei M-V, Schwerin 2006, Beiblatt
- Abbildung 2: Verfahrensschritte** S.13
Scholz F.: Technologische Lösung zur Ernte und Lagerung von
schnellwachsenden Baumarten. Fachtagung „Energieholzproduktion auf
landwirtschaftlichen Flächen“, Güstrow 09.05.2007, S.11
- Abbildung 3: Anbau-Mäh Hacker beim Ernteeinsatz** S.15
Scholz F.: Technologische Lösung zur Ernte und Lagerung von
schnellwachsenden Baumarten. Fachtagung „Energieholzproduktion auf
landwirtschaftlichen Flächen“, Güstrow 09.05.2007, S.14
- Abbildung 4: Blockdiagramm PYTEC Prototyp Anlage** S.21
N.N.: Beschreibung des BTO -Verfahren zur Verflüssigung von
Holzhackschnitzeln der Fa. PYTEC Thermochemische Anlagen GmbH,
Lüneburg; <http://www.pytecsite.de/index.htm>
- Abbildung 5: Visualisierter Flash-Pyrolyse-Ablauf für den Rohstoff Holz** S.22
N.N.: Beschreibung des BTO -Verfahren zur Verflüssigung von
Holzhackschnitzeln der Fa. PYTEC Thermochemische Anlagen GmbH,
Lüneburg; <http://www.pytecsite.de/index.htm>
- Abbildung 6: Containeranlage für die Flash-Pyrolyse des Rohstoffs Holz** S.23
N.N.: Beschreibung des BTO -Verfahren zur Verflüssigung von
Holzhackschnitzeln der Fa. PYTEC Thermochemische Anlagen GmbH,
Lüneburg; <http://www.pytecsite.de/index.htm>

12. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Systematik der für den Kurzumtrieb in Deutschland bedeutsamen Baumarten	S.9
---	-----

Boelcke B.: Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen
Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Hrsg.: Ministerium für Ernährung,
Landwirtschaft, Forsten und Fischerei M-V, Schwerin 2006, S.8

Tabelle 2: Ertragszuwachs am Beispiel schwedischer Weiden	S.11
--	------

Boelcke B.: Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen
Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Hrsg.: Ministerium für Ernährung,
Landwirtschaft, Forsten und Fischerei M-V, Schwerin 2006, S.13

Anhang

- Abbildungen zur Veranschaulichung einer Energieholzplantage
- Ermittlung des Bodenwertes



Abbildung 1: Versuchsfläche Kammern am 3. Juni 1998



Abbildung 1: Maschinelle Steckholzpflanzung



Abbildung 2: Eine Kurzumtriebsplantage, basierend auf der Sorte Tora, liefert nach dem ersten Untrieb einen jährlichen Zuwachs von 12 t Ts/ha.



Abbildung 2: Versuchsfläche Kammern am 15. Juli 1998



Abbildung 9: Hackaggregat des Gehölzmähähäckslers



Abbildung 4: Selbstfahrender Mähähcksler mit umgebauten Weidengebiss



Abbildung 10: Gehölmähhäcksler bei der Ernte von fünffährigen Pappeln



Container- oder Ballen-
Pflanzmaschine
Fa. Erdegal



Container- oder Ballen-
Pflanzmaschine
Fa. Grimm



Step Planter
Fa. Salix Maskiner

→ mechanische Unkrautbekämpfung
mit Hack- u.U. auch Mähmaschinen



Container- oder Ballen-
Pflanzmaschine
Fa. Erdegal



Container- oder Ballen-
Pflanzmaschine
Fa. Grimm



Step Planter
Fa. Salix Maskiner



**Container- oder Ballen-
Pflanzmaschine**
Fa. Erdegal



**Container- oder Ballen-
Pflanzmaschine**
Fa. Grimm



Step Planter
Fa. Salix Maskiner



**Pappel Japan 105
mit Grasuntersaat**



**Pappel Japan 105
ohne Grasuntersaat**



**Weide Salix vimin. 21
mit Grasuntersaat**

**Pappel und Weide
mit und ohne Grasuntersaat
im 4. Vegetationsjahr**

Bornim, Febr. 1998



**Class-Häcksler mit
Salix-Vorsatzgerät HS-2**
Foto: Scholz, ATB



**Modifizierte Zuckerrohrernter
Austoft 7700**
Foto: Burger, LWF



**Krone-Häcksler
mit Woodcut 750**
Foto: Scholz, ATB



**Anbau-Mähacker
nach Wieneke/Döhrrer**
Foto: Scholz, ATB



**Technische
Optimierung
durch ATB
+ PREUSS**

Mähacker-Prototypen für Feldgehölze



Forstmulcher, Typ 2200
Fa. Schmidt, Uchte



Bodenfräse
Fa. Schmidt, Uchte

Wurzelstock



Wiederaustrieb



Wiederaustriebsrate (Sept.)
nach 1 x Mulchen + 2 x Fräsen: 25 %
nach 2 x Mulchen + 1 x Fräsen: 21 %

Mit Scheibenegge o.ä. vermeidbar.

Rodung eines 10-jährigen Pappelbestandes (NE 42)

Energieplantage Bornim, Januar 2004



Ermittlung des Bodenwertes

Block 1		Block 2		Block 3		Block 4	
Flurstück Nr.	Größe in ha						
166	1,25	154	0,5	185	1,06	193	1,35
167	0,019	155	0,51	186	2,5	194	1,05
168	0,25	156	0,5	187	0,74	195	1,03
169	0,52	157	0,19	188	0,52	196	1,49
170	0,48	158	0,59	189	0,76	197	1,11
171	0,12	159	0,5	190	0,82	198	0,05
172	0,25	160	1,03	191	2,64	199	3,98
173	0,12	161	0,5	192	1,35		
174	1,06	162	0,5				
175	0,52	163	1,76				
146	1,08	164	0,5				
147	0,99	165	2,04				
148	0,74						
149	0,74						
150	0,38						
151	0,56						
152	0,53						
153	1,48						
11,089		9,12		10,39		10,06	
0,1925	1925		1925		1925		1925
21.346,33		17.556,00		20.000,75		19.365,50	

Block 5		Block 6		Block 7		Block 8	
Flurstück Nr.	Größe in ha						
200	4,2	204	1,51	178	0,58	224	1,51
201	0,92	205	1,46	179	0,58	225	0,49
202	4,11	206	0,07	217	0,53	233	0,51
203	0,55	207	0,88	218	0,51	234	0,51
		209	0,9	219	0,76	235	0,51
		130	3,5	220	0,25	236	0,25
		176	0,4	221	0,25	237	0,51
		177	0,41	180	2,54	238	0,51
		222	0,51	212	3,17	242	1,73
				213	0,8	249	0,49
				214	0,56	250	0,9
				215	0,76	254	1,86
9,78		9,64		11,29		9,78	
	1925		1925		1925		1925
18.826,50 €		18.557,00 €		21.733,25 €		18.826,50 €	

Block 9		Block 10	
Flurstück Nr.	Größe in ha	Flurstück Nr.	Größe in ha
226	0,49	251	0,47
227	0,49	252	0,68
228	1,07	254	1,86
230	0,88	257	3,76
231	1	260	0,53
232	1	265	1,19
244	1,1	269	0,76
247	1,02	272	0,72
248	0,61		
241	0,51		
255	0,51		
256	1,29		
	9,97		9,97
	1925		1925
	19.192,25 €		19.192,25 €

Größe der gesamten Plantage: **101,089 ha**
 Kosten der gesamten Plantage: **194.596,33 €**

nach Gutachterausschuss für Grundstückswerte in dem Landkreis Uecker-Randow ergeben sich folgende Rechnungen:

Bodenpreis bezogen auf die durchschnittliche Ackerwertzahl

errechnet:

$$A = \frac{AWZ \times F(A)}{10\,000} \quad \text{€/m}^2$$

$$A = \frac{25 \times 77}{10\,000} = \underline{\underline{0,1925\text{€/m}^2}}$$

- A** = Acker
- AWZ** = Ackerwertzahl
- F(A)** = Faktor für Acker 77

