

DLG-Merkblatt 371

# Kurzumtriebsplantagen

## Anlage, Pflege, Ernte und Wertschöpfung



[www.DLG.org](http://www.DLG.org)



Fachzentrum  
Land- und Ernährungswirtschaft



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# DLG-Merkblatt 371

## Kurzumtriebsplantagen

### Anlage, Pflege, Ernte und Wertschöpfung

#### Autoren:

- Wilken von Behr, Landwirt, Rixdorf
- Prof. Dr. Albrecht Bemann, TU Dresden
- Kathleen Michalk, TU Dresden
- Prof. Dr. Werner Große, TU Dresden
- Tobias Ehm, Energy Crops GmbH, Hamburg
- Gerd Gerdes, New Holland, Heilbronn
- Hans Moritz von Harling, Viessmann Werke GmbH & Co KG, Allendorf
- Dr. Martin Hofmann, HERO, Witzenhausen
- Clemens von König, Agraligna GmbH und Gutsverwaltung Beuchte
- Wolfram Kudlich, Wald21, Mainz
- Dr. Dirk Landgraf, P&P Baumschulen, Eitelborn
- Dr. Mirko Liesebach, vTI – Institut für Forstgenetik, Großhansdorf
- Jochen Plötz, Fürst Pückler Baumschulen, Bad Liebenwerda/Zeischa
- Dr. Frank Setzer, DLG e. V., Frankfurt/Main
- Sonja Wiedemann, ttz Bremerhaven, Bremerhaven
- Dr. David Butler Manning, TU Dresden
- M. Eng. Martin Dawid, DLG e. V., Frankfurt/Main

Alle Informationen und Hinweise ohne jede Gewähr und Haftung

#### Herausgeber:

DLG e. V.  
Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft  
Ausschuss für Forstwirtschaft  
Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt/Main



1. Auflage, Stand: 05/2012

© 2012

Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder – auch für den Zweck der Unterrichtsgestaltung – nur nach vorheriger Genehmigung durch DLG e. V., Servicebereich Information, Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt/Main

## **Inhalt**

<b>Vorwort</b>	<b>4</b>
<b>1. Anbau, Pflege und Ernte von KUP</b>	<b>5</b>
1.1 Standortentscheidung und Vorbereitung	5
1.2 Baumartenentscheidung	7
1.3 Bodenvorbereitung, Pflanzung und Zaunbau	9
1.4 Pflege der KUP	13
1.5 Ernte der KUP	15
1.5.1 Ernte von Kurzumtriebsplantagen im absätzigen Verfahren	15
1.5.2 Die Ernte mit Vorsätzen für selbstfahrende Häcksler	17
1.6 Rückwandlung von KUP in Ackerflächen	18
<b>2. Rechtliche Aspekte</b>	<b>21</b>
2.1 Rechtliche Stellung von KUP	21
2.2 KUP auf Grünland	22
2.3 Vermehrungsgut	22
2.4 Pflanzenschutz	23
<b>3. Ökologische Aspekte von Kurzumtriebsplantagen</b>	<b>24</b>
<b>4. Beispiele aus der Praxis: Hackschnitzel aus KUP in Wertschöpfungsketten</b>	<b>26</b>
4.1 Vorüberlegungen zum Energiegehalt und Bedarf an Anbaufläche	26
4.2 Wärmevertrieb in einer Gemeinde	30
4.3 Eigen- und Fremdversorgung Gut Rixdorf	33
4.4 Energiecontracting	35
4.5 Vertragsanbau von KUP für Biomasseheizkraftwerke eines Energieversorgers	38

## **Vorwort**

Kurzumtriebsplantagen bekommen zunehmend eine Bedeutung in der Landwirtschaft. Immer öfter interessieren sich Landwirte für den Anbau von schnellwachsenden Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen. Sei es, um den Betrieb zu diversifizieren, oder um die Hofstelle mit eigenen Hackschnitzeln zu versorgen. Land- und Forstwirte mit größeren Flächen haben mit dem Anbau von KUP die Chance, in das interessante Geschäft des Energielieferanten für Kommunen, Wohnungsgenossenschaften, Gewerbegebiete und Privathaushalte einzutreten und so ihre Erträge maßgeblich zu diversifizieren. Stehen nur kleinere Flächen zur Verfügung bietet sich die Gelegenheit, durch die Nutzung von Restflächen den Eigenenergiebedarf im Betrieb zu decken.

Mit diesem Merkblatt soll gezeigt werden, dass mit dem Anbau von Kurzumtriebsplantagen (KUP) ein Rohstoff produziert wird, der mancherorts eine gute Alternative zur landwirtschaftlichen Produktion darstellt und in zahlreichen Wertschöpfungsketten eingesetzt werden kann. Beteiligen sich Land- und Forstwirte an diesen Wertschöpfungsketten oder betreiben diese gar allein, sind deutlich höhere Erlöse zu erzielen, als wenn nur die Hackschnitzel vermarktet werden (Bioenergiepartnerschaften). Es geht in diesem Merkblatt deshalb nicht nur darum, den Anbau und die Ernte von KUP darzustellen, sondern den Rohstoff Hackschnitzel als Teil eines neuen Geschäftsfeldes für Land- und Forstwirte aufzuzeigen.

Dieses Merkblatt blendet die betriebswirtschaftliche Perspektive bewusst aus, da hierfür ein eigenes Merkblatt (DLG Standard zur Kalkulation einer Kurzumtriebsplantage Nr. 372) erstellt wurde.

Das erste Kapitel behandelt alle praxisrelevanten Fragestellungen rund um die Anlage und Bewirtschaftung einer KUP. Rechtliche Fragestellungen werden im zweiten Kapitel betrachtet, ökologische Aspekte im dritten Kapitel. Die am Ende beschriebenen Praxisbeispiele zeigen Wertschöpfungsketten, in denen KUP eine zentrale Rolle bei der Produktion eines hochwertigen Produktes, z. B. Wärme, spielen. Inwieweit eine Kurzumtriebsanlage in der konkreten betrieblichen Situation wirtschaftlich ist, lässt sich nur betriebsindividuell berechnen.

Der Leser wird insgesamt feststellen, dass für die Versorgung der eigenen Hofstelle oder eines benachbarten Wohnhauses nur wenig KUP-Anbaufläche erforderlich ist und deshalb KUP in vielen Fällen in Betracht gezogen werden sollte.

## 1. Anbau, Pflege und Ernte von KUP

### 1.1 Standortentscheidung und Vorbereitung

Die Entscheidung für die Anlage einer KUP sollte etwa ein Jahr vor der Umsetzung gefällt werden, um eine erfolgreiche KUP-Etablierung zu gewährleisten.

Folgende Kriterien für den Anbau einer KUP sollten vorab geprüft werden:

**Tabelle 1:** Eignungsprüfung KUP

Flächeneigenschaften	Bewertung
Natur- und/oder Vogelschutzgebiet	häufig nicht mit Schutzzielen vereinbar
Landschaftsschutzgebiet	oft möglich, genehmigungspflichtig
Grünland	bundeslandabhängig, ggf. nicht Cross-Compliance-fähig
Sehr tonige Böden	sehr schwer durchwurzelbar, Bodenvorbereitung problematisch
Staunässe	vermindert nachhaltig Wachstumsaussichten (meist nur lokal)
Sehr feuchte Flächen	Befahrbarkeit für Pflanzung und Ernte gegeben?

Hinsichtlich der klimatischen Bedingungen sollten 300 mm Niederschlag in der Wachstumsphase gegeben sein. Die durchschnittliche Jahrestemperatur sollte mindestens 7 °C betragen.

Landläufig häufig genannte Ausschlusskriterien für die KUP-Anlage sind die vermeintlich zu geringe Flächengröße oder mangelnde Verfügbarkeit eines speziellen Ernte-Häckslers vor Ort. Auch wenn diese Kriterien in der Planung eine nicht ganz unbedeutende Rolle spielen, sind sie bei der längerfristigen Betrachtung und ökonomischen Beurteilung einer KUP nur von untergeordneter Bedeutung. Entscheidend für die ökonomische Vorteilhaftigkeit einer KUP sind die Produktionsziele, sowie die mögli-

chen Alternativen der landwirtschaftlichen Produktion (Mais, Roggen, Stilllegung, Kultur-Landschaftsprogramm etc.) sowie der zukünftige regionale Bedarf an Holz.

Zur Bestimmung der optimalen Umtriebszeit (Ernterhythmus) und der Planung zur Flächenanlage sind deshalb einige Fragen zu klären:

1. Gibt es technische Einschränkungen bei Anbau oder Ernte?
  - z. B. keine gute Bodenbearbeitung möglich (Wurzeln, sehr flachgründig),
  - verschnittene Fläche,
  - Hanglage, sehr feucht,
  - keine Wendefläche (Erntefahrzeug)
2. Wie sollen die Holzhackschnitzel genutzt werden?
  - Eigenverbrauch oder Direktvermarktung
3. Welches Ernteverfahren soll genutzt werden?
  - Einstufige- oder absätziges Ernteverfahren (KUP-Häcksler, Forsttechnik, motormanuell mit Motorsäge)

Unterschieden wird bei der Umtriebszeit generell in

- Kurze Umtriebszeit (3 – 5 Jahre)
- Mittlere Umtriebszeit (6 – 9 Jahre)
- Lange Umtriebszeit (10 – 20 Jahre)

Grundsätzlich gilt: auf gut befahrbaren, größeren Flächen (> 2,5 ha) ist eine kurze Umtriebszeit zu empfehlen. Die Vorteile der kurzen Umtriebszeit sind die sehr niedrigen Erntekosten und relativ hohen Biomassezuwächse bei gleichzeitig schnellem Kapitalrückfluss.

Dies gilt aber nicht für alle Flächen. So ist man bei einem Anbau für den Eigenbedarf und geplanter motormanueller Beerntung oder dem Einsatz von forstlicher Erntetechnik mit längeren Umtriebszeiten im Vorteil. Die dann im Winter gefällten Bäume haben einen größeren Stammdurchmesser, die Stämme können richtig gelagert und ausreichend getrocknet werden. Lagerfähige und für Kleinanlagen geeignete Hackschnitzel können direkt produziert werden.

Zieht man in Betracht, dass bei der Pappel der jährliche Holzzuwachs in den ersten 10 – 12 Jahren kontinuierlich steigt, wird schnell klar, dass auch mittlere und

lange Umtriebszeiten auf Marginalstandorten häufig zu sehr guten Ergebnissen führen- und gerade dort die KUP eine Alternative zum Marktfruchtanbau darstellt.

## 1.2 Baumartenentscheidung

Für die Etablierung einer KUP kommen verschiedene, schnellwachsende Baumarten in Betracht: Pappel, Weide, Robinie aber auch Erle, Birke und andere. Bei den einzelnen Baumarten ist der Zuwachs auch unter gleichen äußeren Bedingungen unterschiedlich. So zeichnen sich die Arten der Gattungen *Populus* (Pappel) und *Salix* (Weide) durch ein starkes Jugendwachstum aus. Im Vergleich zu Baumweiden sowie Schwarz- und Balsampappeln erreichen Aspen den größten Biomassezuwachs erst etwas später. Neben verschiedenen Arten und Klonen dieser beiden Gattungen kommen für feuchte bis nasse Standorte auch Erle, Birke und Esche in Frage während auf trockeneren und leichteren Standorten Aspe und Robinie der Vorzug zu geben ist. Die Ansprüche der derzeit wichtigsten Baumarten für KUP sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

**Tabelle 2:** Standortansprüche für Weide und Pappel (REEG et al. 2009)

	Weide	Balsampappelhybride	Schwarzpappelhybride
Jahresdurchschnittstemperatur	> 5 °C	> 6,5 °C	> 8 °C
Jahresdurchschnittsniederschlag	≥ 600 mm, davon ≥ 300 mm in der Vegetationszeit		≥ 700 mm
Durchwurzelungshorizont	> 40 cm		
Ackerzahl	> 30 für grundwasserferne Standorte, keine Bodenverdichtung		
Bodenwasserversorgung (nFK)	≥ 220 mm	≥ 140 mm	≥ 220 mm

Durch Kreuzung verschiedener Pappelarten sind Hybriden erzeugt worden, die sich durch einen ausgeprägten Heterosiseffekt auszeichnen. Durch gezielte Auswahl der Elternbäume lassen sich gute Wuchsleistung und Resistenz in Kreuzungen kombinieren und führen zu überlegenen Eigenschaften der Nachkommen.

Bei der Wahl des Vermehrungsgutes gilt es, gesetzliche Bestimmungen zu beachten (siehe Kapitel 2.3), die der Sicherstellung von Identität und Qualität dienen. Die Bestimmungen sind bei der Erzeugung und dem Vertrieb von Vermehrungsgut zu berücksichtigen. Aufgrund der derzeit noch recht geringen Anzahl geeigneter und verfüg-

barer Klone sollte bei der Anlage größerer KUP-Komplexe immer mit mehreren Klonen gearbeitet werden, um das Betriebsrisiko zu minimieren. Von der Wahl der Baumart und der Umtriebszeit hängt die Menge des benötigten Vermehrungsgutes ab (Tab. 3).

**Tabelle 3:** Unterschiede in der Pflanzenzahl und Pflanzverband

Baumart	kurzer Umtrieb (2 – 5 Jahre)	mittlerer Umtrieb (6 – 9 Jahre)	langer Umtrieb (10 – 20 Jahre)
Weide	13.000 Stk./ha Doppelreihe Reihenabstand: 1,8 – 2,0 m + 0,75 m	–	–
Pappel	8.300 – 11.000 Stk./ha einfache Reihe Reihenabstand: ≥ 2 m	≤ 5.000 Stk./ha einfache Reihe Reihenabstand: ≤ 2 m	2.500 – 3.333 Stk./ha einfache Reihe Reihenabstand: > 2 m

Die Stecklingsmengen basieren auf Anwendererfahrungen sowie Daten des Standort-Leistungsschätzers der TU Dresden, Fachbereich Waldwachstum und Holzmesskunde (2010).

Je nach Standort, Baumart und Umtriebszeit lassen sich Biomasseerträge von im Mittel bis zu  $15 t_{\text{atro}}/\text{ha} \cdot \text{a}$  erwirtschaften (Tabelle 4 und 5).



**Abbildung 1:** KUP mit Pappelhybriden (Foto: M. Hofmann)

**Tabelle 4:** Trockenmasseerträge von Pappeln und Weiden bei unterschiedlichen Standortbedingungen

Standort	Ertrag [ $t_{\text{atro}}/\text{ha}^*\text{a}$ ]		
	gering	mittel	gut
Pappel	3...7	7...11	11...15
Weide	2...5	5...9	9...14

Auf Standorten, die für den Anbau von Hybridpappeln weniger oder nicht mehr geeignet sind, bestehen häufig noch gute Anbaumöglichkeiten für Aspe (*Populus tremula*) und Hybridaspes. Ihre Ansprüche an Klima und Nährstoffversorgung sind niedriger als diejenigen der Balsampappeln. Auch windexponierte Lagen können bepflanzt werden. Auch auf schwächeren Böden sind ansprechende Wuchseleistungen zu erreichen (Tabelle 5). Die Aspe kommt außerdem mit wechselfeuchten, auch staunassen Böden besser zu Recht als Hybridpappeln. Eine weitere Alternative für trockene Standorte bietet die Robinie.

**Tabelle 5:** Mittlere Biomasseerträge [ $t_{\text{atro}}/\text{ha}^*\text{a}$ ] im 10-j. und 5-j. Umtrieb mit Aspe bzw. Aspenhybriden

Art	Ertrag [ $t_{\text{atro}}/\text{ha}^*\text{a}$ ]	Ertrag [ $t_{\text{atro}}/\text{ha}^*\text{a}$ ] im 5-j. Umtrieb		
	im 10-j. Umtrieb	1. Rotation	2. Rotation	3. Rotation
Europ. Aspe	2 – 6	1 – 3	2 – 5	~ 7
Hybridaspe	6 – 12	2 – 7	5 – 9	7 – 15

Bei der Beurteilung der Böden geben die in der Landwirtschaft gebräuchlichen Bodenwertzahlen für den Pappelanbau nur einen Anhalt. So können hoch bonitierte, staunasse Marschböden für den Pappelanbau problematisch sein, während Talsande mit niedriger Punktzahl gute Voraussetzungen bieten, sofern sie Anschluss an Grundwasser mit leichtem Kalkgehalt aufweisen. Neben der Bodenwertzahl ist die Wasserverfügbarkeit im Oberboden entscheidend.

### 1.3 Bodenvorbereitung, Pflanzung und Zaunbau

Nachdem die – standortabhängige – Entscheidung für eine schnellwachsende Baumart bzw. auch deren Sorten sowie der Stückzahl pro Hektar und damit auch das Anbausys-

tem gefallen ist, gilt das besondere Augenmerk der Bodenvorbereitung. Diese ist abhängig von der Flächenvornutzung. Prinzipiell unterscheiden wir in ackerbaulich genutzte Böden und langjährig stillgelegte Flächen oder Grünlandstandorte. Die Pflanzung selber kann manuell oder maschinell erfolgen. In dieses Kapitel fällt auch der Zaunbau als Schutzmaßnahme gegen Wildschäden an den Jungpflanzen.

### **Ackerbaulich genutzte Böden**

Nach erfolgter Ernte der Vorfrucht lässt man das ausgefallene Korn und die vorhandenen Unkräuter aufwachsen und behandelt die gesamte Fläche anschließend mit einem Totalherbizid (z. B. glyphosathaltige Mittel). Nach einer Wirkungsdauer von ca. 4 Wochen sollte man die Fläche im Oktober zwischen 25 und 30 cm tief pflügen. In der frühen landwirtschaftlichen Praxis sprach man in diesem Fall von der sogenannten Herbstfurche. Diese lässt man den Winter über „schwarz“ liegen. Nach dem Winter sollte man so zeitig wie möglich – in Abhängigkeit von der Befahrbarkeit des Bodens – die Saatbettbereitung vornehmen. Vorteil dieser zeitigen Bearbeitung und damit auch einer zeitigst möglichen Etablierung ist die Ausnutzung der Bodenfeuchte des Winterhalbjahres.



**Abbildung 2:** Stecklinge zur Anlage einer KUP (Foto: Kudlich)

Danach können die Steckhölzer (Pappel und Weide) oder einjährigen Sämlinge (Aspe, Robinie, Erle und Birke) mit unterschiedlichen Techniken in den Boden gebracht werden. Steckhölzer können sowohl von Hand, von unterschiedlichen, umgebauten Gemüse-, oder Tabakpflanzmaschinen, aber auch mit speziell dafür hergestellten Maschinen (Step-Planter, Spapperi, Populus-Planter (Abbildung 3) in den Boden gebracht wer-

den. Letztere werden von einschlägigen Dienstleistungsunternehmen angeboten und erreichen eine wesentlich höhere Flächenleistung (zwischen 3 ha [Spapperi] und 10 ha pro Tag [Populus-Planter]) als vorgenannte Verfahren.

Bei Steckhölzern, so genannten „Stecklingen“, handelt es sich um 20 bis 30 cm lange, aus einjährigen Trieben gewonnene Abschnitte von speziell gezüchteten und bei Pappel nach Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) zugelassenen Hochleistungsklonen.

Die Pflanzung von KUP mittels Sämlingen ist zeitaufwändiger und damit wesentlich teurer als die Etablierung von KUP mittels Steckhölzern.



Zweireihiger Step-Planter (Foto: Hartmann)



Pflanzmaschine TP 200 der Firma Spapperi (Foto: Landgraf)



Zweireihiger Populus-Planter (Foto: Landgraf)



Zweireihige Pflanzmaschine (Foto: Schwarz)

**Abbildung 3:** Verschiedene Pflanzmodelle zur KUP Anlage

Anschließend sollte die gesamte Fläche – kurz nach Etablierung und auf alle Fälle vor dem Austreiben der Bäume (!) – über Kopf mit Bodenherbiziden gegen neu aufkeimende Unkräuter gespritzt werden. Bewährt hat sich hier eine Mischung von Stomp SC (2,5 l/ha) und Terano (0,5 kg/ha), welche in einem Arbeitsgang ausgebracht werden können. Je nach Bodenfeuchte und anschließender Witterung treten für ca. sechs Wochen keine Probleme mit Begleitvegetation auf. Für alle Herbizide, die man in KUP anwenden möchte, muss zuvor eine Ausnahmegenehmigung nach § 22 (2) des Pflanz-

zenschutzgesetzes (früher § 18a bzw. 18b des Pflanzenschutzgesetzes) bei der jeweilig zuständigen Behörde eingeholt werden.

### **Stilllegungsflächen und schwierige Grünlandstandorte**

Auf vielen Grünlandstandorten ist eine großflächige bodenwendende Bearbeitung (pflügen) nicht möglich. Hier kann stattdessen eine streifige Bodenbearbeitung durchgeführt werden. Dazu können verschiedene, auf dem Markt befindliche Bodenfrässysteme (Forstfräsen) zum Einsatz kommen. Für die Unterdrückung der Begleitflora im ersten Jahr kommen entweder die vorab beschriebenen Herbizide oder – im Gegensatz zur vorab beschriebenen Praxis – Mulch- bzw. Schlägelgeräte zum Einsatz, die den Boden nicht verwunden. Bedingt durch die somit fast ganzjährig vorhandene Begleitvegetation sollten daher nur feuchte Standorte für diese Praxis ausgewählt werden.

### **Pflanzung**

Die Pflanzung der Gehölze erfolgt üblicherweise im zeitigen Frühjahr (ab März), damit die winterliche Bodenfeuchte möglichst optimal ausgenutzt werden kann. Bewurzelter Pflanzgut kann ebenso im späten Herbst gepflanzt werden. Von großer Bedeutung ist das Frischhalten des Pflanzmaterials vor und während der Pflanzung (z. B. Wässern), weiterhin ist beim Pflanzprozess auf einen guten Bodenschluss zu achten. Je nach Flächengröße und Technikverfügbarkeit ist eine manuelle oder maschinelle Pflanzung möglich. Die Handpflanzung eignet sich für die Begründung von Flächen bis zwei Hektar, auf größeren Schlägen ist eine maschinelle Pflanzung mit land- und forstwirtschaftlichen Pflanzmaschinen zweckmäßig.

### **Zaunbau**

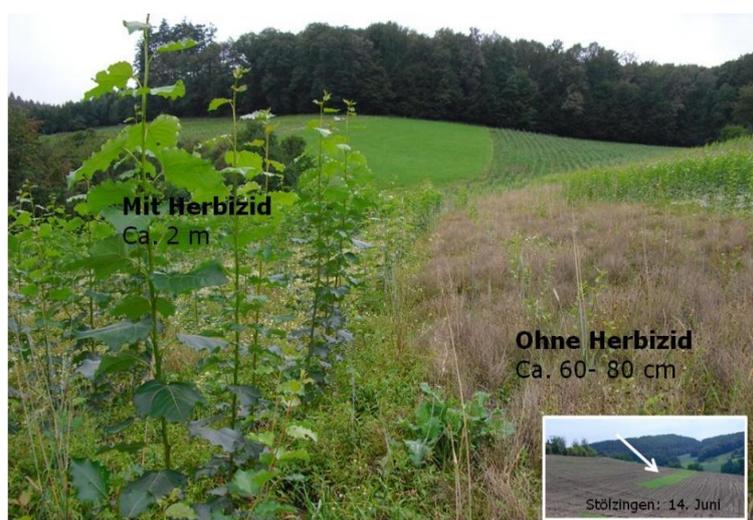
In Regionen mit geringem Waldanteil stellen neu angelegte Gehölzplantagen oft die einzigen großflächigen Rückzugsgebiete für eine Vielzahl wildlebender Tiere dar. Ein entsprechend hoher Wildbestand hat allerdings in der Regel negative Folgen für den vorhandenen Baumbestand, speziell in der Anwuchsphase. So stellen vor allem Weidenplantagen, aber auch Pappel- und Robinienbestände, teilweise hochwertige Äsungsflächen für verschiedenste Wildarten dar. Ebenso können neben Verbisschäden auch Schäl- oder Fegeschäden und eventuell sogar Trittschäden durch Schwarzwild auftreten. Eine Zäunung der Kultur ist neben einer intensiven Jagd eine wirkungsvolle Option,

diese Schäden zu minimieren. Allerdings ist die Anlage eines Wildschutzzaunes mit erheblichem finanziellem Aufwand (ca. 2.000 €/ha) verbunden und sollte daher gut abgewogen werden.

#### 1.4 Pflege der KUP

Bei der Wahl der Pflegemaßnahmen muss sich der künftige KUP-Bewirtschafter über Eines im Klaren sein: überhand nehmende Begleitvegetation im Etablierungsjahr kann den erstjährigen Aufwuchs nicht nur drastisch reduzieren (um mehr als 80 %), sondern den Anwuchserfolg auch komplett gefährden.

Damit sich die Stecklinge möglichst schnell gegen die auflaufenden Beikräuter durchsetzen, müssen im ersten Jahr unbedingt Maßnahmen zur Beikrautregulierung erfolgen. Geschieht dies nicht oder nur unzureichend, überwächst das Beikraut die Stecklinge. Wird das Beikraut erfolgreich in der ersten Vegetationsperiode zurückgehalten, wachsen die Bäume meist weit über das Beikraut hinaus und es bedarf ab diesem Zeitpunkt keiner weiteren Pflegemaßnahmen.



**Abbildung 4:** Mangelhafte Herbizidanwendung im 1. Jahr mit erheblichen Folgen (Teilfläche)  
(Fotos: Kudlich)

Gegen einkeimblättrige Beikräuter (Gräser) kann in der gesamten Zeit mit selektiven Herbiziden vorgegangen werden. Bewährt hat sich hier Fusilade Max (2,0 l/ha). Totalherbizide kann man nach Aufgang der Bäume nur noch mit Spritzschirm applizieren, damit die Bäume nicht getroffen werden. Hierbei ist zwingend zu beachten, dass die

Applikation **vor** der Blüte der jeweiligen Begleitvegetation ausgebracht werden muss, um eine erfolgreiche Wirkung zu gewährleisten.

Ist diese Technik nicht vorhanden, muss man auf eine mechanische Unkrautbekämpfung zurückgreifen. Dabei ist eine sogenannte bodenverwundende Unkrautbekämpfung einer lediglich kürzenden (Mulchen) Bekämpfung vorzuziehen. Nur wenn die Begleitvegetation mit der Wurzel entfernt wird, kann die Transpirationsrate pro Flächeneinheit deutlich gesenkt und eine weitere Bekämpfung zeitlich nach hinten verlagert werden. Das Mulchen sollte lediglich als Notvariante angesehen werden, wenn die vorangegangenen Maßnahmen überhaupt nicht gegriffen haben oder gar verpasst wurden, um eine zusätzliche Verdämmung der aufwachsenden Bäume durch konkurrenzstarke Beikräuter (von Ackerwinde über Ackerkratzdiestel bis hin zum Beifuß oder Melde) zu verhindern.

Zur mechanischen Unkrautbekämpfung können verschiedene – auf dem Hof oder in der Nachbarschaft vorhandene – Fräs-, Eggen- oder Striegel-Systeme zum Einsatz kommen, die

- a) in das gewählte Reihensystem passen ohne die Bäume zu beeinträchtigen,
- b) die in der Lage sind, das aufgewachsene Unkraut mitsamt der Wurzel aus dem Boden herauszureißen.

Neben den für eine erfolgreiche Plantagenetablierung unbedingt notwendigen Pflegeeingriffen im ersten Standjahr sind unter Umständen auch in den Folgejahren weitere Maßnahmen zum Schutz der Gehölzkulturen notwendig. Dies betrifft jedoch weniger die Beikrautregulierung als vielmehr Behandlungsmaßnahmen gegen pilzliche oder tierische Schaderreger (Fungizid- bzw. Insektizideinsatz). Dabei ist zu beachten, dass auch in diesen Fällen spezielle Zulassungen für die jeweilige Mittelanwendung beantragt werden müssen.

Die erfolgreiche Etablierung der KUP kann die Schermaus (*Arvicola terrestris* L) durch ihren Wurzelfraß erheblich beeinträchtigen. Anzeichen für die Anwesenheit der Schermaus sind Mäusegänge auf der Fläche (Bodenoberfläche leicht angehoben), sowie schiefstehende Pflanzen, die sich durch ihr abgenagtes Wurzelwerk mit zwei Fingern leicht aus dem Boden ziehen lassen. Übliche Gegenmaßnahmen aus der Forstwirtschaft oder Obstbau (Köderstationen) sind erfolgversprechend.

Des Weiteren kann die KUP durch den Befall von Pappelblattrost gefährdet werden. Die Erreger gehören zur Gattung *Melampsora*. Generell handelt es sich hier um Arten, die einen Zwischenwirt benötigen. Dazu zählen u. a. *Larix*, *Pinus*, *Allium* oder *Arum*-Arten. Erkennbar ist der Befall an einem orange-gelblichen Belag an der Blattunterseite. Ein Fungizideinsatz ist aus ökologischen- und ökonomischen Gesichtspunkten nicht üblich. Vielmehr sollte schon bei der Sortenwahl auf eine ausreichende Resistenz geachtet werden.

## **Düngung**

Eine Düngung der Fläche vor Etablierung der KUP ist auf vorher landwirtschaftlich genutzten Flächen mit durchschnittlichem Nährstoffangebot i. d. R. nicht notwendig, da KUP nur sehr geringe Ansprüche an den Standort stellen und damit fast überall gepflanzt werden können. Sollte die Fläche jedoch einen Nährstoffmangel aufweisen (Bodenprobe), empfiehlt sich eine Düngung des mangelnden Nährstoffs (N, P, K, Mg) oder Kalkung des Bodens bei sehr niedrigem pH-Wert. Eine zu starke Anhebung des pH-Werts hemmt jedoch wiederum die Mykorrhizen.

Da aber die Plantagenernte im laublosen Zustand erfolgt und sich der höchste Anteil der Nährstoffe in den Blättern befindet, verbleiben diese somit auch nach der Beerntung auf der Fläche. Aus diesem Grund ist nach derzeitigen wissenschaftlichen Erkenntnissen eine Düngung bei Pappelbeständen nicht erforderlich. Einzig für die Baumart Weide wird eine Düngung empfohlen. Die Höhe der Düngergabe ist abhängig vom Versorgungszustand und der Ertragsfähigkeit des Bodens. Neben der Verwendung von Mineraldünger ist weiterhin eine organische Düngung möglich (Gülle, Kompost, Klärschlamm).

## **1.5 Ernte der KUP**

### **1.5.1 Ernte von Kurzumtriebsplantagen im absätzigen Verfahren**

Um die Problematik der Lagerung von erntefrischen Holzhackschnitzeln (als Produkt der Häckselerte) zu umgehen, kam im Winter 2010/11 auf den Betrieben Graf v. Westphalen und Viessmann Werke GmbH & Co. KG ein absätziges Verfahren zur KUP-Ernte zum Einsatz. Es handelte sich dabei um ein Anhängaggregate (Prototyp

„Stemster III“) der Fa. Nordic biomass (Dänemark). Zur Schonung des Bodens wurden Ketten über die Räder der Zugmaschine aufgezogen. Nach ca. 100 – 500 lfdm Pappelreihe ist die Ladefläche gefüllt.



**Abbildung 5:** KUP-Ernte im Winter 2010/2011 (Foto: v. Harling)

Eine Lagerung der lose aufgeschichteten Rutenhaufen auf dem Feld sollte nur dann erfolgen, wenn ein Abtransport im Frühjahr sichergestellt werden kann. Andernfalls sollte es vermieden werden, da es den Wiederausschlag der Stöcke unter der Miete gefährdet. Die Lagerung auf dem nicht bestockten Vorgewende ist ideal, sofern die Reihenlänge immer gerade zu einer vollen Ladung führt (eher selten). „Vor diesem Hintergrund sollte grundsätzlich in Erwägung gezogen werden das Material auf ein zusätzliches Transportfahrzeug umzuladen und an einem zentralen Lagerplatz abzulegen“ sagt H.-M. von Harling, Projektleiter Biomasse bei Viessmann.

Diese Art der Ernte bietet die Möglichkeit, das Holz auf natürlichem Wege einem Trocknungsprozess zu unterziehen. Durch Wind- und Sonneneinwirkung beginnen die erntefrischen Ruten (ca. 55 % Wassergehalt zum Zeitpunkt der Ernte) im Frühjahr schnell auszutrocknen. Dabei konnte eine Reduzierung des Wassergehaltes von > 2 %-Punkten pro Woche festgestellt werden. Im Sommer können die Haufen dann mit einem mobilen Hacker aufgenommen und zu langfristig lagerfähigen Holzhackschnitzeln verarbeitet werden.

Die Kosten dieses Ernteverfahrens können mit ca. 20 – 30 €/t<sub>atro</sub> angenommen werden, zzgl. Kosten für Hacken (25 – 35 €/t<sub>atro</sub>), Transport und ggf. Sieben. Im Rahmen wissenschaftlicher Begleituntersuchungen konnten diese Kosten in mehreren vergleich-

baren Ernteeinsätzen bestätigt werden. Somit können also Hackschnitzel aus KUP für ca. 45 – 65 €/t<sub>atro</sub> (ggf. zzgl. Kosten für Sieben) ab Hof produziert werden.

### 1.5.2 Die Ernte mit Vorsätzen für selbstfahrende Häcksler

Bei dem direkten Ernteverfahren wird ein selbstfahrender Feldhäcksler, wie diese Maschine auch für den landwirtschaftlichen Einsatz genutzt wird, mit einem speziellen Vorsatz zum Ernten von Energieholz ausgestattet.

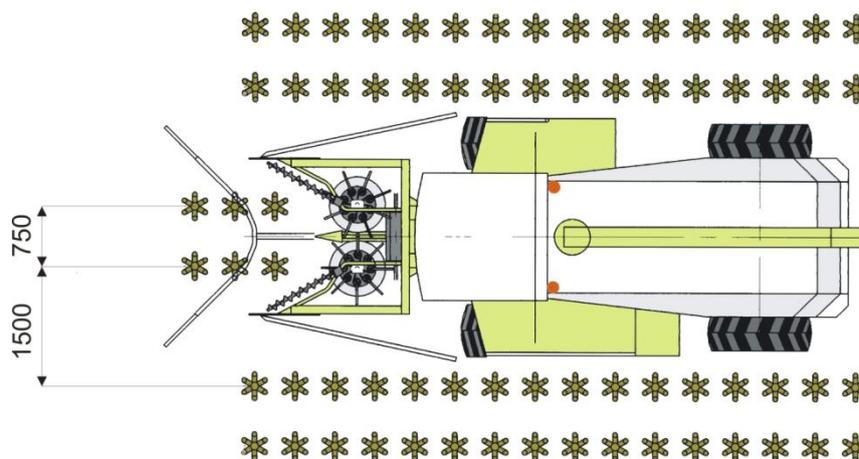
Mit einem solchen Vorsatz können Energiehölzer aus Doppelreihen (z. B. Weide Reihenabstand von 75 cm) oder Einzelreihen (z. B. Pappel, Robinie) geerntet werden.



**Abbildung 6:** Ernteverfahren mit einem handelsüblichen Feldhäcksler (Foto: Gerdes)

Je nach Holzart und Umtriebszeit werden die 80 bis 150 mm dicken Stämme von zwei mit Hartmetallzähnen bestückten, rotierenden Sägeblättern geschnitten. Die Ruten werden dann der Standardmessertrommel des Feldhäckslers zugeführt. Dabei werden Hackschnitzel mit einer Hackgüteklasse G50 angestrebt.

Erntemaschine und -logistik erfordern ausreichend große Fahrgassen in den KUP. Daher ist unbedingt darauf zu achten, dass entsprechende Reihenabstände (zwischen der Ein-, oder Doppelreihe) eingehalten werden (1,5 – 1,8 m). Bei zu kleinen Abständen zwischen den Doppelreihen wird bereits bei geringen Lenkausschlägen eine Beschädigung der Pflanze oder der Bereifung riskiert.



**Abbildung 7:** Reihenabstände von 1,5 – 1,8 m zwischen der Einzel- oder Doppelreihe sind zwingend bei der Planung einer KUP zu berücksichtigen (Quelle: CLAAS KGaA mbH)

Der Entwicklung des einphasigen Ernteverfahrens mit dem Feldhäcksler liegt der gleiche Gedanke zugrunde wie der Entwicklung vom Mähbinder zum Mähdrescher vor 75 Jahren: Die Anbaufläche wird in einem Arbeitsgang geräumt und das Erntegut direkt zum Lager- bzw. Trocknungsort transportiert. Zudem lässt sich durch die Erntezeit im späten Winter für ein bestehendes Basisgerät (SFH) ein weiterer Nutzungspfad in einer arbeitsfreien Zeit schaffen, was zu einer besseren Auslastung führt.

Einphasigkeit der Ernte und Doppelnutzung haben klare wirtschaftliche Konsequenzen. Erste Erkenntnisse haben gezeigt, dass die Kosten des direkten, einphasigen Ernteverfahrens gegenüber den absetzigen Verfahren erheblich günstiger sind. Hinzu kommt die enorm hohe Schlagkraft von ca. 0,8 – 1 ha/h an Flächenleistung, die eine rasche Beerntung von größeren Flächen ermöglicht. Ursache für die erhebliche Kostenreduzierung ist unter anderem, dass anders als in der Waldbewirtschaftung (Fällen, Rücken und Hacken der Bäume) dieses bei dem Häcksler in einem Arbeitsschritt erfolgt. Die Kosten des Häckslers im Einsatz betragen (derzeit) ca. 3 – 4 €/Schüttraummeter (Srm) mit 50 % Wassergehalt (21 – 28 €/t<sub>atro</sub>).

## 1.6 Rückwandlung von KUP in Ackerflächen

Es gibt bisher nur wenige Erfahrungen zur Rückwandlung von KUP. Einzelne Flächen, wie z. B. Abbachhof (Bayern), Canstein (Hessen), Methau (Mittelsachsen), Jänschwalde (Brandenburg) und Dornburg (Thüringen), sind allerdings in den letzten Jahren für eine ackerbauliche Nutzung ohne nennenswerte Probleme rückgewandelt worden.

Die Rückwandlung sollte im Frühjahr nach der letzten Ernte stattfinden, vorrangig nach Ende der Frostperiode. Leichter Bodenfrost kann jedoch toleriert werden und ist im Hinblick auf die Bodenverdichtung durch das flächige Befahren sogar vorteilhaft. Durch die Rückwandlung im Frühjahr wird einerseits das Ausschlagspotenzial der Wurzelreste vermindert, andererseits werden Wasserverluste durch Verdunstung infolge der intensiven Bodenlockerung reduziert. Prinzipiell gibt es zwei Rückwandlungsverfahren: Stockfräsen oder Stockrodung. Das Fräsen wird bevorzugt, weil es die günstigere Variante ist und den Wiederaustrieb der Wurzeln nahezu komplett verhindert. Dagegen wirkt sich eine Stockrodung bei einer Wurzeltiefe von bis zu 1,5 m stärker auf das Gefüge des Oberbodens aus. Auf nährstoffarmen Standorten, die oft für KUP verwendet werden, ist die Stockrodung besonders nachteilig.

Durch die Rückwandlung sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Zerkleinern und Einmischen der verbliebenen Dendromasse (Wurzelstöcke, Wurzeln, Erntereste),
- Herstellen einer zur Saatbettbereitung geeigneten Bodenstruktur,
- Sicherung einer dem ursprünglichen Zustand adäquaten Nährstoffversorgung.

Eine Rückwandlung beinhaltet mehrere Arbeitsschritte. Zunächst wird die beerntete Fläche mit einer Mulchfräse für den Einsatz der Bodenfräse vorbereitet. Überstehende Wurzelstöcke und auf der Fläche verbliebene Holzreste werden zerkleinert. Ein flächiges Mulchen ist vermeidbar, verbessert die abschließende Qualität der Rückwandlung jedoch entscheidend. Anschließend wird der Boden mittels Bodenfräse bis zu 30 cm tief gefräst und dabei die Wurzelstöcke zerkleinert und das Holz in den Boden eingemischt. Die für die nachfolgende Fruchtart benötigte Krümelstruktur und Ebenheit der Fläche wird abschließend mit traditionellen landwirtschaftlichen Saatbettbereitungsgewerten hergestellt. Die bei der Rückwandlung in den Boden eingemischte Dendromassmenge ist erheblich. Dadurch ist der kohlenstofflastige Humusanteil allgemein höher als zum Zeitpunkt der Plantagenbegründung, wodurch eine mineralische (N-) Düngung notwendig werden kann. Andererseits kann durch den gezielten Anbau von Leguminosen (z. B. Rot-, Weißklee oder Luzerne) und einer damit einhergehenden Luftstickstofffixierung das C/N-Verhältnis im Boden erheblich verkleinert werden. Damit verrotten die im Boden verbliebenen Holzreste relativ schnell. Dennoch auf und im Boden

verbliebene kleine Stock- und Wurzelstücke haben im darauffolgenden Jahr keine nachteilige Wirkung mehr auf den Aussaatvorgang.

Eine Rückwandlung von KUP in landwirtschaftlich nutzbare Flächen ist auf allen Standorten möglich. Die Kosten der Rückwandlung sind vom jeweiligen Standort, von Baumart und Standzeit der Plantage sowie nicht zuletzt von den Forderungen des künftigen Flächennutzers abhängig. Aufgrund der unterschiedlichen Wurzelsysteme ist eine Rückwandlung von Weidenplantagen einfacher als bei der Pappel, die sich wiederum leichter als die Robinie rückwandeln lässt. Die Kosten der Rückwandlung bewegen sich zwischen 1.000 und 2.500 €/ha. Wenn der bisherige Nutzer der Plantage auch künftig die Fläche bewirtschaftet, lassen sich die Rückwandlungskosten durch eine agrotechnisch angepasste Flächen-Nutzungsstrategie reduzieren.



**Abbildung 8:** Mais auf einer ehemaligen KUP-Fläche (Foto: Agrowood, 2010)



**Abbildung 9:** Bodenfräse zerkleinert Wurzeln und Wurzelstöcke und mischt gleichzeitig das gemulchte Material in den Oberboden ein (Foto: Agrowood, 2010)

## 2. Rechtliche Aspekte

### 2.1 Rechtliche Stellung von KUP

Der Anbau von Bäumen auf Ackerflächen ist nur praxisrelevant, wenn der Landwirt jederzeit im Produktionszyklus die Entscheidungsfreiheit über die künftige Nutzung seiner Fläche hat. Mit der Novellierung des Bundeswaldgesetzes (31. Juli 2010), mit der Kurzumtriebsplantagen vom Waldbegriff ausgeschlossen wurden, ist Rechtssicherheit geschaffen worden. Voraussetzung ist, dass die Bestände eine Umtriebszeit von nicht länger als 20 Jahren haben. Unter Umtriebszeit (Rotationsperiode oder Erntezyklus) ist die Zeitspanne zwischen Anlage einer Plantage und der ersten Ernte bzw. zwischen den Ernten zu verstehen. Das heißt, die KUP muss mindestens einmal in 20 Jahren geerntet werden. Die gesamte Nutzungsdauer einer KUP, also die Zeitspanne zwischen der Erstanlage und der Rückumwandlung der Plantage, unterliegt keiner Beschränkung. Kurzumtriebsplantagen sind damit betriebsprämienfähig. Infolge der Ausklammerung von KUP aus dem Waldbegriff besteht grundsätzlich weder für die Anlage noch für die Rückumwandlung auf Ackerfläche eine Genehmigungspflicht. Spezielle Regelungen in den einzelnen Bundesländern sind jedoch zu prüfen.



**Abbildung 10:** Kurzumtriebsplantage auf Grünland an der Freiburger Mulde (Sachsen)  
(Foto: Jan Kurth)

## **2.2 KUP auf Grünland**

Unter Beachtung naturschutzrechtlicher Belange ist die Anlage von KUP auf Grünlandstandorten generell möglich. Bei der Anlage führt der Umbruch zu einer Freisetzung von CO<sub>2</sub>, das jedoch später wieder in den Bäumen gebunden wird. Aus naturschutzfachlicher Sicht ist die Anlage von Kurzumtriebsplantagen auf Niedermoorstandorten problematisch. Hier sind die speziellen Vorschriften des Biotopschutzes (§ 30 BNatSchG) zu beachten. Unproblematisch sieht es dagegen bei Grünland auf Mineralbodenstandorten aus. Um die CO<sub>2</sub>-Freisetzung bei der Plantagenanlage gering zu halten, sollten Begründungsverfahren gewählt werden, die keinen vollflächigen Umbruch erfordern.

## **2.3 Vermehrungsgut**

Da sich aus KUP grundsätzlich auch Wald entwickeln kann, wird bei der rechtlichen Einordnung des Pflanzguts unabhängig vom Status der landwirtschaftlichen Fläche ein forstlicher Zweck vorausgesetzt. Die Erzeugung, das Inverkehrbringen sowie die Ein- und Ausfuhr von forstlichem Vermehrungsgut (Saatgut, Pflanzenteile, Pflanzgut) ist geregelt für 26 im Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) genannte Baumarten bzw. Hybriden. Zu den vom FoVG erfassten Arten gehören z. B. die Pappeln und Robinie, nicht aber die Weiden. Die eigentliche Biomasseproduktion sowie die Verwendung von forstlichem Vermehrungsgut sind nicht Gegenstand des FoVG. Das FoVG wird auch bei der Erzeugung und dem Inverkehrbringen von Pflanzenteilen und Pflanzgut der Pappeln und Robinie für die Begründung von KUP auf landwirtschaftlichen Flächen angewendet. Dies gilt auch für das Verbringen von Vermehrungsgut aus anderen EU-Staaten.

Das FoVG unterscheidet zwischen mehreren Kategorien von Vermehrungsgut. Bei dem meisten Vermehrungsgut, das für KUP vorgesehen ist, handelt es sich um Züchtungsmaterial, das vegetativ vermehrt wird. Dieses Vermehrungsgut darf nur unter der Kategorie „Geprüft“ in den Verkehr gebracht werden. Das heißt, das Vermehrungsgut muss in einer gesetzlich vorgeschriebenen Prüfung seine Überlegenheit in mindestens einem wirtschaftlich bedeutenden Merkmal erwiesen haben. Eine auf Grundlage dieser Prüfung erfolgte Zulassung gilt europaweit. „Geprüft“ gibt daher keine Garantie,

dass das Material an jedem Standort angepasst ist. Beim Vermehrungsgut der Kategorien „Ausgewählt“ und „Qualifiziert“ wird nur das Ausgangsmaterial/der Elternbestand anhand phänotypischer Merkmale beurteilt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Nachkommen aus derart ausgelesenem Ausgangsmaterial keine nachteiligen Eigenschaften erwarten lassen. Da keine aufwändigen Prüfungen durchgeführt werden, können keine konkreten Aussagen über die tatsächliche Eignung des Vermehrungsguts für den Anbau auf konkreten Standorten gemacht werden.

Bei der Verwendung von bestimmten Weiden- und Pappelklonen sind gegebenenfalls auch Sortenschutzbestimmungen zu berücksichtigen. Ein Sortenschutz dient der Sicherheit der Rechte der Züchter und sagt nichts über die Eignung und das Leistungsvermögen der geschützten Sorten aus.

## **2.4 Pflanzenschutz**

Bei der Anwendung von Pflanzenschutzmittel sind die Bestimmungen des Pflanzenschutzgesetzes (PflSchG) zu berücksichtigen. In den regelmäßig aktualisierten Pflanzenschutzmittelverzeichnissen sind die zugelassenen Mittel, das Zulassungsende, die Anwendungsbereiche sowie alle notwendigen Sicherheits- und Schutzbestimmungen aufgeführt. Für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf KUP bilden die Pflanzenschutzmittelverzeichnisse Teil 1 (Ackerbau) und Teil 4 (Forst) die Grundlage. Die im Pflanzenschutzmittelverzeichnis Forst für Laubholz zugelassenen Mittel sind nicht für den Ackerbau, die im Pflanzenschutzmittelverzeichnis Ackerbau nicht für eine Kultur „Laubholz“, „Holzgewächse“ bzw. „schnellwachsende Baumarten“ oder ähnliches zugelassen.

Da für KUP demzufolge keine Pflanzenschutzmittel zur Verfügung stehen, muss von der zuständigen Behörde ein positiv entschiedener Antrag nach § 22 (2) PflSchG vorliegen (Ehemals § 18 PflSchG). Dadurch wird die Anwendung eines zugelassenen Pflanzenschutzmittels außerhalb des mit der Zulassung festgesetzten Anwendungsbereichs legitimiert.

### 3. Ökologische Aspekte von Kurzumtriebsplantagen

Kurzumtriebsplantagen sind eigenständige Biotope, die unsere Kulturlandschaft bereichern. KUP bringen zusätzliche Diversität und Struktur in die Landschaft und haben gegenüber konventionellen Energiepflanzen in der Landwirtschaft als extensiv bewirtschaftete Dauerkultur deutliche ökologische Vorteile.

Der für eine erfolgreiche Etablierung erforderliche Herbizideinsatz zur Beikrautregulierung beschränkt sich auf das Jahr der Begründung und spielt damit im Hinblick auf die Gesamtlaufzeit einer Plantage eine untergeordnete Rolle. In Einzelfällen ist auch eine ökologische Bewirtschaftung nach EG-Ökoverordnung durch den Einsatz mechanischer Pflorgetechnik möglich, der bereits in der Praxis erfolgreich umgesetzt wurde. In der Zeit zwischen den Ernten wird der Boden nicht befahren. Die Ernte findet in den Wintermonaten statt, wenn der Boden in der Regel gefroren ist und somit in den Fahrspuren so gut wie keine Bodenverdichtungen zu erwarten sind. Durch den Blattfall und die Streuzersetzung in der Plantage findet regelmäßig ein Humusaufbau mit entsprechender C-Sequestrierung und Nährstoffeintrag statt. Gleichzeitig kann das Mikroklima benachbarte Kulturen positiv beeinflussen. Des Weiteren ist durch die ganzjährige Bodenbedeckung – das Anlagejahr ausgenommen – ein hervorragender Erosionsschutz gewährleistet. In ausgeräumten Agrarlandschaften, die von Wind- oder Wassererosion betroffen sind, können Landwirte durch die Anlage von KUP neuen Cross-Compliance-Auflagen an den Erosionsschutz begegnen.

KUP stellen zudem in ausgeräumten und gehölzarmen Intensivfluren als zusätzlicher Lebensraum und Trittstein eine wesentliche Bereicherung für viele Tierarten dar bzw. führen zu einer dauerhaften Neuansiedlung. Insbesondere durch die kraut- und staudenreichen Saumstrukturen der Vorgewende, die technisch bedingt etwa 10 – 15 % einer KUP in Anspruch nehmen, bilden sich zusätzliche neue Lebensräume. Diese Flächen eignen sich auch für die gezielte Anlage von dauerhaften Blühstreifen, die dann beispielsweise von Imkern genutzt werden können.

**Tabelle 6:** Chancen und Risiken einer KUP im Hinblick auf ökologische Faktoren

Chancen	Risiken
• bessere Grundwassergüte durch ausbleibende oder reduzierte Düngung	• erhöhtes Resistenzrisiko bei Anbau weniger Arten
• Vermeidung von Erosion durch Dauerbestockung	• evtl. erhöhte CO <sub>2</sub> -Freisetzung bei Rückumwandlung
• Filterwirkung für luftgebundene Schadstoffe	• Introgression in heimische Arten bei Einbringung standortfremder Arten
• höhere Humusbildung und Kohlenstoffspeicherung im Vergleich zu Acker	• Gefahr der Vereinheitlichung des Landschaftsbildes bei großflächigem Anbau
• Aufwertung des Landschaftsbildes	
• Biotopvernetzung	
• hohe Biodiversität	
• extensive Bewirtschaftung	
• auf Anlagejahr beschränkter Herbizideinsatz	

So kann eine KUP einerseits unsere Kulturlandschaft als Strukturelement bereichern, andererseits neue Geschäftsfelder eröffnen. Insbesondere ackerbaulich schlecht zu bewirtschaftende Standorte eignen sich folglich hervorragend als potenzieller KUP-Standort.

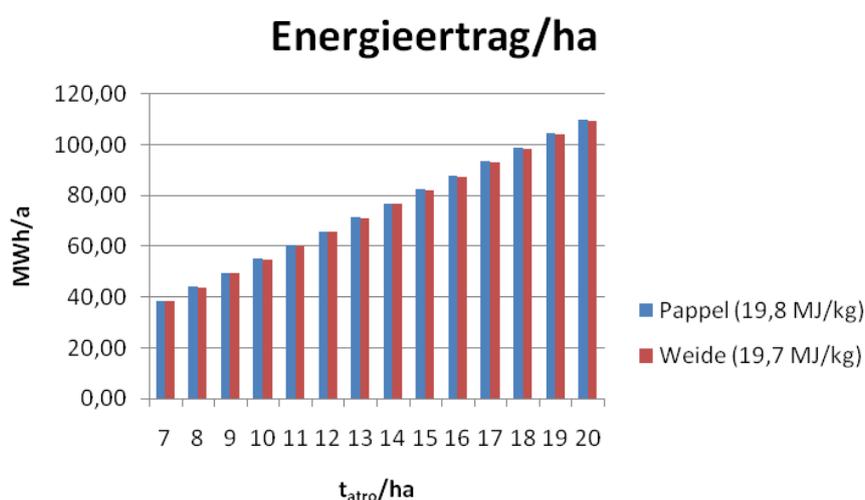


**Abbildung 11:** KUP mit Baumreihe im blütenreichen Seitenraum (Foto: M. Liesebach)

## 4. Beispiele aus der Praxis: Hackschnitzel aus KUP in Wertschöpfungsketten

### 4.1 Vorüberlegungen zum Energiegehalt und Bedarf an Anbaufläche

Die zu erwartenden Biomasseerträge einer KUP sind von der anzutreffenden Bodenqualität (Nährstoffe, Wasser) abhängig. So schwanken die Erntemenge und der damit verbundene Energieertrag erheblich. Der Energieertrag in Abhängigkeit von der Ertragsleistung pro Hektar ist in Abbildung 12 dargestellt.



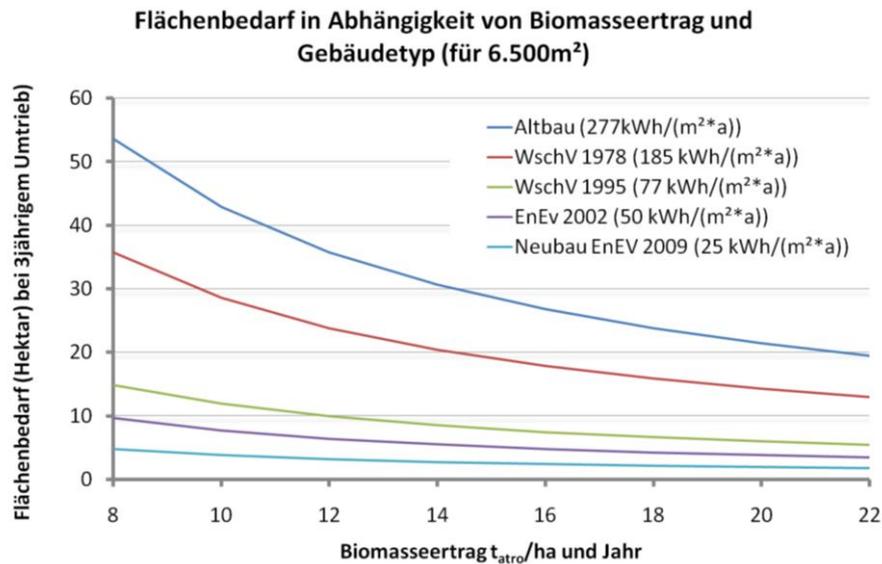
**Abbildung 12:** Energieertrag in Abhängigkeit vom Biomasseertrag pro Hektar (Berechnungsgrundlage: Brennwert H<sub>0</sub>)

Wenn Hackschnitzel einer KUP der Wärmeversorgung unterschiedlichster Liegenschaften dienen sollen, müssen im Vorfeld der Wärmebedarf der Liegenschaft und die Anbaufläche der KUP abgeschätzt werden.

#### **Tabelle 7:** Reihenfolge der zu ermittelnden Größen

1. Ermittlung des Wärmebedarfs (MWh/a)	Heizölverbrauch, Durchschnittswerte
2. Ermittlung Bruttowärme (MWh/a)	Wirkungsgradverlust Kessel, Wärmeverluste Leitung
3. Benötigte Anbaufläche KUP (ha)	Biomasseertrag, Heizwert, Bruttowärme

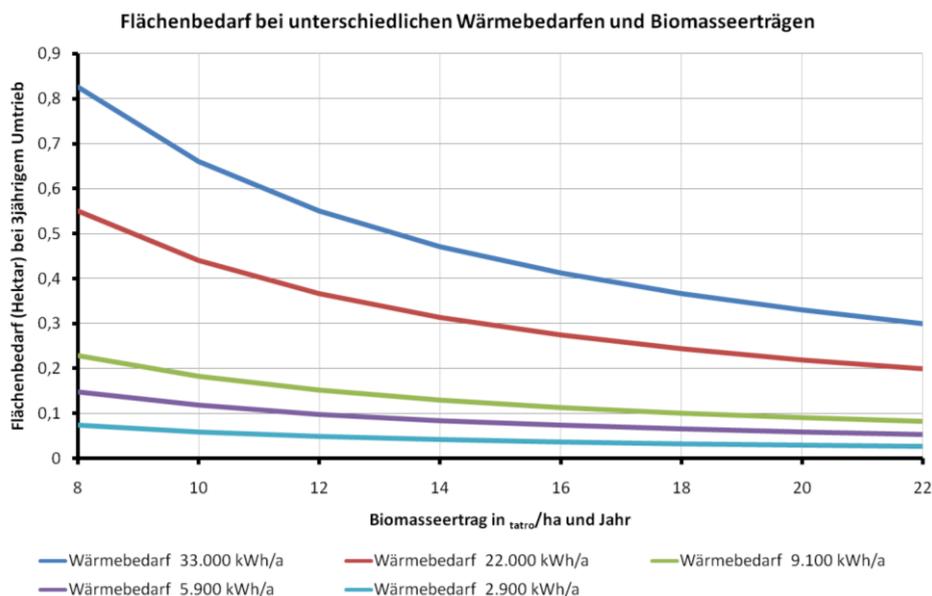
Die benötigte Anbaufläche ist in erster Linie von dem individuellen Wärmebedarf der einzelnen Liegenschaften abhängig. So bedarf ein energetisch saniertes Gebäude deutlich weniger Heizenergie als ein unsanierter Altbau. Abbildung 13 veranschaulicht den Einfluss unterschiedlicher Wärmestandards auf die benötigte Anbaufläche KUP.



**Abbildung 13:** Einfluss Wärmestandard auf die Anbaufläche

Die im Laufe der Jahre weiter verschärften Vorschriften, weisen einen immer geringeren Primärenergiebedarf an Hackschnitzeln auf. Je geringer der Bedarf an Hackschnitzeln ist, desto geringer ist in der logischen Konsequenz der Flächenbedarf der KUP.

Abbildung 14 soll dem aufmerksamen Leser veranschaulichen, wie viel Hektar KUP für die Wärmeversorgung seines Haushaltes angebaut werden müsste.



**Abbildung 14:** Flächenbedarf KUP bei unterschiedlichen Wärmebedarfen

Demnach benötigt ein Haushalt mit einem Wärmebedarf von 33.000 kWh/a, bei einem durchschnittlichen Biomasseertrag von 12  $t_{atro}/(ha*a)$ , eine KUP-Anbaufläche von ca. 0,83 Hektar. Bei einem dreijährigen Umtrieb ist davon jährlich ein Drittel zu ernten um

den Energiebedarf zu decken. Das ist beileibe nicht viel. Steigt der Ertrag pro Fläche, sinkt die benötigte Anbaufläche natürlich.

Es wird ersichtlich, dass nicht der Gebäudetyp, sondern der energetische Standard über den Wärmebedarf bestimmt. Liegenschaften mit guter Wärmedämmung benötigen deutlich weniger Fläche für ihre Wärmeversorgung.

Unabhängig vom tatsächlichen Wärmebedarf einer Liegenschaft wird nachfolgend eine beispielhafte Kalkulationsmethodik zur Ermittlung der Hackschnitzelmenge und des Flächenbedarfs vorgestellt. Da sich in der Praxis lediglich die Eckdaten ändern, kann das Schema demnach verallgemeinert werden.

### Beispiel:

Ein Neubaugebiet möchte mit dem benachbarten Landwirt ein Wärmekonzept entwickeln. Die Haushalte möchten über ein Nahwärmenetz mit Heizenergie aus Holzhackschnitzeln (HHS) versorgt werden. Die Hackschnitzel werden in Form einer KUP produziert.

**Tabelle 8:** Eckdaten Beispielrechnung

Haushalte	65
Wärmebedarf pro m <sup>2</sup>	161 kWh/a
Haushaltsgröße	100 m <sup>2</sup>
Heizölverbrauch (leicht) pro Haushalt	1.392 l/a
Dichte Heizöl (leicht)	0,925 kg/l
Energiegehalt Heizöl (leicht)	12,5 kWh/kg
Heizwert HHS	5 MWh/t <sub>atro</sub>
Biomasseertrag	12 t <sub>atro</sub> /ha
Verlust Kessel	10 %
Verlust Wärmenetz	9 %

Folgende Fragen sind zu klären:

1. Wie groß ist der **Wärmebedarf** des Neubaugebietes?
2. Welche Wärmeverluste treten auf (**Kessel- und Leitungsverluste**)?
3. Welche **Anbaufläche** muss für die KUP zur Verfügung stehen?

1. Der benötigte **Wärmebedarf** kann über den Heizölbedarf eines Haushaltes festgelegt werden.

$$1.392 \text{ l} * 0,925 \text{ kg/l} * 12,5 \text{ kWh/kg} = 16.095 \text{ kWh} = 16,095 \text{ MWh}$$

Für 65 Haushalte ergibt sich so ein Heizenergiebedarf von 1.046 MWh/a

Liegen keine exakten Daten für den Heizölverbrauch vor, kann alternativ der Wärmebedarf auch über den bundesdeutschen Durchschnitt (hier: 161 kWh/(a\*m<sup>2</sup>)) abgeschätzt werden.

2. Die **Kessel- und Leitungsverluste** sind unbedingt zu berücksichtigen!

Verluste treten hier im Heizkessel (10 %) und im Wärmenetz (9 %) auf (s. Wärmevertrieb einer Gemeinde, Tabelle 11)

Um dem Neubaugebiet die benötigte Wärme liefern zu können, muss somit 19 % mehr Inputenergie kalkuliert werden.

**Tabelle 9:** Benötigte Bruttowärme aufgrund Wärmeverluste

Wirkungsgradverluste	19 %
Nettowärme	1.046,175 MWh/a
Bruttowärme	1.244,94 MWh/a

3. Mit der Bruttowärme lassen sich nun die Hackschnitzelmenge und die benötigte **Anbaufläche** berechnen.

In Tabelle 10 ist dargestellt, dass zur Beheizung von 65 Haushalten, die einen Wärmebedarf von 1.244 MWh/a aufweisen, 248 t<sub>atro</sub> Hackschnitzel benötigt werden.

**Tabelle 10:** Benötigte Hackschnitzelmenge für das Neubaugebiet

	MWh/t <sub>atro</sub>	MWh/a	t <sub>atro</sub> /a
Heizwert Hackschnitzel	5		
Bruttowärme		1.244,94	
Benötigte Tonnage (für 65 Haushalte)			<b>248,98</b>

Nachdem nun die benötigte Menge an Hackschnitzeln feststeht, lässt sich die zukünftige Anbaufläche der KUP herleiten.

Formel 1: Herleitung der benötigten Anbaufläche

$$\frac{248,98 \text{ t}_{\text{atro}} / \text{a}}{12 \text{ t}_{\text{atro}} / \text{ha} * \text{a}} = \underline{20,75 \text{ ha}}$$

Es muss also für eine gesicherte Wärmeversorgung der 65 Haushalte eine Anbaufläche von mind. 20 Hektar zur Verfügung stehen, um 249 t<sub>atro</sub> Hackschnitzel zu produzieren. Das entspricht eine Erntemenge von 170 Srm (WG50) pro Hektar.

### **Erntekosten**

Bei der vollmechanisierten Ernte können Kosten von 4 €/Srm (WG 50) angenommen werden (siehe Kapitel 1.5.2). Die hier benötigten 248 t<sub>atro</sub> Hackschnitzel verteilen sich auf 20,75 ha mit jeweils 12 t<sub>atro</sub>/ha.

Pro Hektar fallen demnach 85 Srm TM (12 t<sub>atro</sub>/0,141 t<sub>atro</sub>/Srm) an. Erntefrisch und mit einem Wassergehalt von 50 % (WG50) ergeben sich 170 Srm pro Hektar

$$170 \text{ Srm} * 4 \text{ €/Srm} = 680 \text{ €/ha}$$

Für die 20 Hektar belaufen sich die Erntekosten auf 13.600 Euro.

## **4.2 Wärmevertrieb in einer Gemeinde**

Im Dezember 2008 wurde von der Gut Beuchte Dienstleistungs GmbH als Gewerbebetrieb des landwirtschaftlichen Betriebs Gutsverwaltung Beuchte GbR ein Wärmenetz von 2.500 m Länge verlegt, das von einem 500-kW-Hackschnitzelheizwerk versorgt wird. Derzeit werden 63 Haushalte mit Wärme versorgt<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Mit der Dimensionierung, Flächenauswahl und Anlage von KUP zur Deckung des Rohstoffbedarfs wurde die Agraligna GmbH beauftragt.

Im April 2009 wurden in einem ersten Schritt 10 ha Energieholzplantagen auf Schlägen angelegt, die sich aufgrund der Größe sowie des Flächenzuschnitts in der Vergangenheit im konventionellen Ackerbau nur mit hohen Kosten bewirtschaften ließen.

Hinsichtlich des ermittelten Ertragspotentials der Standorte von ca. 13 – 15 t<sub>at</sub>/ha\*a (nährstoffreiche Böden, ca. 80 – 90 Bodenpunkte, gute Grundwasseranbindung, durchschnittliche Schlaggröße 2,5 ha) wurden auf den Bruttobedarf der Wärmeversorgung hin weitere Flächen ausgewählt, so dass in einer Entfernung von weniger als einem Kilometer mittlerweile fast 20 ha KUP die langfristige Versorgung der Haushalte sichern.

Da die Gut Beuchte Dienstleistungs GmbH mit den Abnehmern Wärmelieferverträge von mindestens 12 Jahren Laufzeit abgeschlossen hat und weitere Nachfrage nach Anschluss an das Wärmenetz besteht, ist in der Vermarktung der Wärme eine hohe Absatzsicherheit gegeben, die in der Kombination mit der Gutsverwaltung Beuchte als Flächeneigentümerin eine Deckungsbeitragsberechnung ermöglicht: durch den Rohstoffanbau, den Betrieb des Heizwerks und den Wärmeverkauf kann eine komplette Veredelungsrechnung des KUP-Aufwuchses bis zur Wärmelieferung an die Haushalte erfolgen.

In der Kalkulation (Tabelle 11 ff) ist einerseits durch die Eingrenzung von Kosten für die Anlage der KUP, die Ernte und den Abtransport des Ernteguts sowie eine Rückstellung für eine Rückwandlung eine verlässliche Berechnung für die Bewertung des Rohstoffeinsatzes gegeben, andererseits liegen Erfahrungswerte aus dem Betrieb von Heizwerken und Wärmenetzen (Waldorfschule Braunschweig, Gesamtschule Weningen, Heizwerk Vienenburg) vor, die eine zuverlässige Einschätzung der Wärmeherzeugung zulassen.

Da der Arbeitspreisanteil in den Wärmelieferverträgen an den Gaspreisindex gekoppelt ist, die Rohstoffkosten aber langfristig gesichert sind und die Betriebskosten nur eine geringe Steigerung erfahren, ist bei steigenden Preisen der fossilen Energien ein hohes Potenzial einer Steigerung des Deckungsbeitrags gegeben.

Da sich für den Kunden ein Gesamtwärmepreis ergibt der ca. 15 – 20 % unter dem Betrieb eines eigenen Öl- oder Gaskessels liegen, ist eine hohe Kundenzufriedenheit erreicht worden. Die Ersparnis für den Kunden besteht in einer Preisfestlegung unterhalb des Gaspreises (knapp 10 %) sowie aus den Einsparungen bezüglich Wirkungs-

gradverlust, Ersatzinvestition und Wartungskosten, die mit dem Betrieb von Gas- oder Ölkesseln einhergehen.

**Tabelle 11:** Kalkulation Investitionen für das Wärmenetz Beuchte

Versorgungsumfang 2011	65 Haushalte
Investition Heizwerk + Trasse abzgl. KfW-Zuschuss	400.000 €
vertragl. Wärmeabsatz inkl. Gewerbe und Landwirtschaft	1.300 MWh
Wirkungsgradverlust Kessel	10 %
Wirkungsgradverlust Netz	9 %
Brennstoffeinsatz	1.558 MWh
Bedarf Holz (bei 5 MWh/t <sub>atro</sub> )	311 t <sub>atro</sub>
Kostenansatz Einkauf	80 €/t <sub>atro</sub>
Kostenansatz	16 €/MWh
vertragl. Wärmepreis	6,5 ct/kWh
Benötigte Fläche bei 15 t <sub>atro</sub> /ha	20 ha

**Tabelle 12:** Kalkulation für den Wärmebetrieb

Kosten	Herleitung	Kosten pro Jahr	Kosten je MWh
AfA Invest. 20 Jahre (Kessel 10 J., Netz 25 J.)	400.000 € / 20 Jahre	20.000 €	15,38 €
Zins	400.000 € * 0,025 (halber Zinssatz von 5 %)	10.000 €	7,69 €
Betriebskosten (s. Aufstellung)		7.000 €	5,00 €
Brennstoffkosten	1.558 MWh * 16 €/MWh	25.000 €	16,00 €
<b>Kosten gesamt p. a.</b>		<b>62.000 €</b>	<b>47,69 €</b>
Einnahme		Einnahme je Jahr	Einnahme je MWh
Wärmeverkauf (6,5 ct/kWh)	1.300 MWh * 65 €/MWh	84.500 €	65,00 €
	<b>Einnahme – Kosten</b>	<b>Saldo je Jahr</b>	<b>Saldo je MWh</b>
<b>Gewinn</b>		<b>22.500 €</b>	<b>17,31 €</b>

**Tabelle 13:** Betriebskostenaufstellung

Betriebskosten	
Strom für Heizung (0,5 % <sub>el &amp; th</sub> ) (1.300 * 1 % = 6,5 MWh * 65 €)	845 €/a
Kosten für Netz (1 % <sub>el &amp; th</sub> ) (1.300 * 2 % = 13 MWh * 65 €)	1.690 €/a
Lohnkosten	3.000 €/a
Nebenkosten	1.500 €/a
Investition	700.000 €
Investition abzüglich KfW-Tilgungszuschuss (300.000 €)	400.000 €

Ein Ausbau des Netzes wirkt durch die Umlage der mit der Wärmezeugung verbundenen Kosten zudem gewinnsteigernd (Verteilung der Fixkosten) und durch das Potential einer Steigerung des Preises fossiler Energien und die Verfügbarkeit weiterer 20 ha ackerbaulich zweitklassiger Schläge ist auch eine Erweiterung des Biomasseanbaus unproblematisch. So würde eine mittelfristige Steigerung des Wärmepreises aufgrund des Anstiegs des Gaspreisindex den Gewinn verdoppeln. Ein Ausbau des Netzes mit dem Anschluss von zwanzig Einfamilienhäusern (600 – 700 MWh) würde die Fixkostenumlage der AfA um 5 €/MWh reduzieren, sodass bei einer Gesamtwärmemenge von 2.000 MWh der Gewinn sich um ca. 18.000 € erhöht.

Da die Flächen für den KUP-Anbau bisher nicht durchweg intensiv genutzt wurden, ist in der Vorzughlichkeitsbetrachtung von mittleren Erträgen auszugehen.

### 4.3 Eigen- und Fremdversorgung Gut Rixdorf

Auf dem landwirtschaftlichen Betrieb Gut Rixdorf mit 1.600 ha Ackerbau in Schleswig-Holstein wurde im Dezember 2004 eine Holzhackschnitzelanlage mit 500 kW Leistung installiert. Mit der Wärme wird das gesamte Dorf Lebrade, also 25 Häuser, über ein Nahwärmenetz ganzjährig beheizt. Ferner wird die Wärme in der Ernte für die Getreidetrocknungsanlage genutzt.

Durch die Kombination aus Nahwärmenetz sowie Getreidetrocknung wird eine sehr gute Auslastung und folglich eine hohe Effizienz erreicht.

Im Jahr werden ca. 12.000 t Getreide und Raps getrocknet. Vor der Installation der Hackschnitzelanlage wurden jährlich im Schnitt 50.000 bis 70.000 Liter Heizöl verbraucht. Durch die Holzhackschnitzelanlage werden nun nur noch 20.000 Liter

Heizöl pro Jahr benötigt. Aus heutiger Sicht wurden dadurch die Energiekosten erheblich gesenkt, zumal der Preis für Heizöl stetig gestiegen ist. Die in das Nahwärmenetz eingespeiste Wärme wird an die Kunden im Dorf zum Preis von 6 Cent/kWh verkauft.

Somit spart nicht nur der Betrieb Energiekosten, sondern die Kunden haben auch ein Einsparpotenzial von bis zu 20 %.

Der Rohstoff Holzhackschnitzel wird aus schnellwachsenden Weidenplantagen im vierjährigen Erntezyklus gewonnen. Hierfür wurde im Betrieb auf 36 ha Weidenplantagen angebaut. Zwischen Dezember und Februar werden die Bäume mit einer speziellen Erntemaschine, einem sogenannten Stemster, geerntet (Abbildung 15), als Ganzes am Feldrand gelagert und dadurch luftgetrocknet.



**Abbildung 15:** Stemster bei der Ernte (Foto: v. Behr)

Im August wird das Holz schließlich bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 30 % gehackt (Abbildung 16). Um die Veratmungsverluste bei der Lagerung so gering wie möglich zu halten, wird das Material auf maximal 8 cm Seitenlänge (Hackschnitzelklasse G80) gehackt. Die Lagerung der Hackschnitzel erfolgt auf zwei großen Haufen auf dem Hofplatz. Da die Haufen sehr hoch aufgeschüttet sind und das Regenwasser nur bis zu ca. 10 cm eindringt, hat die Witterung so gut wie keinen Wirkungsgradverlust bei der Verbrennung der Hackschnitzel zur Folge. Die oberflächige Feuchte wird dabei durch den Wind wieder abgetrocknet.

Neben der eigenen Nutzung werden die Hackschnitzel auch über langfristige Verträge an Großabnehmer verkauft. In einem Container werden die Hackschnitzel ge-

trocknet, die dann an Endabnehmer, wie beispielsweise Krankenhäuser, geliefert werden. Somit können zusätzlich zur Getreidetrocknungsanlage weitere Trocknungsprozesse verwirklicht werden, was die Auslastung und Effizienz der Anlage weiter steigert.



**Abbildung 16:** Hacker im August (Foto: v. Behr)

#### **4.4 Energiecontracting**

Ein Modell, das sich für viele Energiedienstleister und ihre Kunden (z. B. Schulen, Betreiber von Sportanlagen, Hotelanlagen) als erfolgreich und geeignet herauskristallisierte, stellt das Energiecontracting dar.

Beim Energiecontracting bietet der Contractgeber (Contractor) Energiedienstleistungen wie zum Beispiel die Bereitstellung einer Holzheizzentrale von der Planung über die Investition bis hin zum Betrieb der Anlage an. Für den Kunden hat dies viele positive Effekte: Er kann das Betriebsrisiko auf den Contractor übertragen, innovative Wärmekonzepte durch erfahrene Dritte durchführen lassen und sich so auf das eigene Kerngeschäft konzentrieren. Für beide Parteien des Energiecontractings entstehen daraus wirtschaftliche, marketingstrategische und ökologische Vorteile.

Für einen Landwirt ergibt sich aus der Zusammenarbeit mit dem Contractor ein zusätzliches Standbein als Energiewirt mit einer sicheren Verdienstmöglichkeit. Der besondere Anreiz liegt für ihn in den langfristigen und kalkulierbaren Einnahmen, da ein Abnahmevertrag zwischen Energieunternehmen und Landwirt bei der Bewirtschaftung von KUP über einen Zeitraum von 10 bis 15 Jahren sinnvoll ist.



**Abbildung 17:** Vorteile Energiecontracting (Quelle: ttz)

Da das Heizmaterial vor Ort wächst, können die Transportkosten gering gehalten und die Rentabilität gesichert werden. Letztendlich profitiert der Landwirt aus der Zusammenarbeit im Energiecontracting in Hinblick auf das zusätzliche Einkommen.

Sinnvoll ist beispielsweise die Zusammenarbeit mit Liegenschaftsträgern, die eigenes Land besitzen – wie etwa Kirchengemeinden und Kommunen. Parallel zur Bewirtschaftung der Flächen mit KUP ist die Umstellung der Liegenschaften auf Holzheizungen sinnvoll. Die Organisation des Anbaus und der Logistik von KUP wird dabei von Energiedienstleistungsunternehmen und kooperierenden Landwirten und Lohnunternehmern aufgebaut und betreut.

Die Kooperation zwischen Energiecontractor und Landwirt wird als zukunftsweisend betrachtet. Peter Bielenberg und Arne Nissen, Geschäftsführer der NissenEnergie, gehen ebenfalls mit gutem Beispiel voran und werden auf der familiären, fünf Hektar großen landwirtschaftlichen Fläche Pappeln im zweijährigen Umtrieb bewirtschaften:

„Für die Ernte, das Hacken und die Lagerung der Kurzumtriebsplantage werden regionale Lohnunternehmer beauftragt“.

Für die ausgewählte Fläche wird pro Jahr mit einem Trockenmasseertrag von 13 t<sub>atro</sub>/ha gerechnet, womit je Hektar rund 64 MWh/a Brennstoffenergie geerntet werden können. Insgesamt können auf den betrachteten 5 ha somit 320 MWh/a angebaut werden. Mit dieser Menge kann ein mobiler Nissen-Heizcontainer (200 kW) rund 1.600 Vollbenutzungsstunden (Vbh) laufen, was der Heizperiode eines Bürogebäudes entspricht. Eingespart werden können so ca. 32.000 Liter Heizöl.

Je nach Trocknungstechnik müssen zusätzlich Trocknungskosten berücksichtigt werden. Hier wird die Trocknungswärme von der benachbarten Biogasanlage Bohmstedt Verwendung finden und kostengünstig zur Verfügung gestellt.

Die Versorgung der Liegenschaften des Campingplatzes „Nordsee Camping zum Seehund“ erfolgt bereits von einem Nissencontainer mit Holzwärme. Da die Anlagen auch mit Holzhackschnitzeln versorgt werden können, stellt das von KUP gewonnene nachhaltige Energieholz hier eine Alternative zu Pellets dar.



**Abbildung 18:** Mobile Heizzentrale (60 kW) von NissenEnergie auf dem Campingplatz „Nordsee Camping zum Seehund“ (Foto: Bielenberg/Nissen)

Dem Landwirt als Energiewirt muss jedoch bewusst sein, dass er sich für die Nutzung seiner Flächen vertraglich für die nächsten 15 Jahre bindet. Auch, dass sich die hohen Investitionskosten im Jahr der Pflanzung erst nach mehrmaliger Ernte amortisieren, stellt oft eine Hemmschwelle für Landwirte dar, eine Kurzumtriebsplantage zu etablieren und zu bewirtschaften.

Andererseits kann der Landwirt so mit vergleichbar geringem Aufwand seine Flächen extensiv und bodenschonend bearbeiten und sich gleichzeitig ein langfristig garantiertes Einkommen sichern.

#### 4.5 Vertragsanbau von KUP für Biomasseheizkraftwerke eines Energieversorgers

Als ein großer Energieversorger setzt Vattenfall zunehmend auf Holz als Brennstoff für die klimaneutrale Erzeugung von Strom und Wärme in Biomasseheizkraftwerken. Der regional verankerte und langfristig planbare Zustrom von Holz aus Kurzumtriebsplantagen ist dabei ein wichtiger Baustein im Versorgungskonzept für diese Anlagen. Die Energy Crops GmbH ist eine Tochter der Vattenfall Europe New Energy GmbH. Sie bietet den Landwirten betriebsindividuelle und attraktive Kooperationsmodelle an, die den flächenmäßigen Anbau voranbringen sollen. Diese wurden von Beginn an mit Praktikern gemeinsam entwickelt, um eine möglichst breite Akzeptanz bei Landwirten zu erreichen. Ein Beispiel hierfür ist das integrierte Kooperationsmodell.

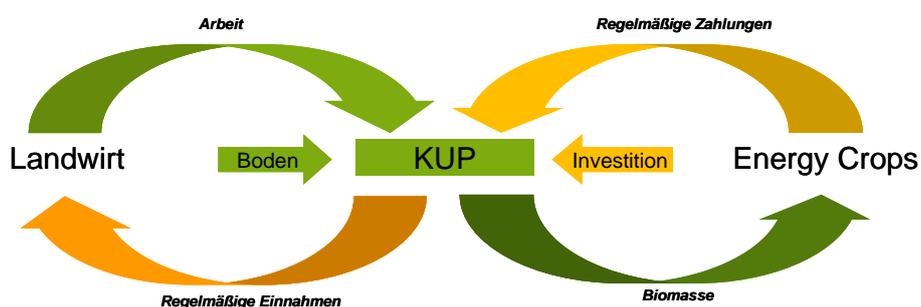


Abbildung 19: Vertragsanbaumodell von Energy Crops

**Tabelle 14:** Aufgabenverteilung im Vertragsmodell

Der Landwirt	Vattenfall Europe New Energy GmbH
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereitet die Flächen zur Pflanzung vor</li> <li>• Übernimmt die Bewirtschaftung und Pflege</li> <li>• Erhält regelmäßige jährliche Zahlungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übernimmt die Kosten für Pflanzung, Pflanzgut und Ernte</li> <li>• Leistet jährliche Vorauszahlungen auf die Ernte</li> <li>• Übernimmt die Rekultivierung am Ende der Vertragslaufzeit</li> </ul>

Energy Crops steht dabei im Vorfeld der Anlage und insbesondere im kritischen ersten Jahr der Etablierung der Kultur nicht nur beratend zur Seite, sondern kann im Bedarfsfall auch eigens entwickelte Pflorgetechnik zur Verfügung stellen. So ist ein Gelingen der Kultur auch in Betrieben gewährleistet, die keine ausreichende Technik vorhalten.

Kernelemente für die Zusammenarbeit zwischen Erzeuger und Verwerter sind dabei einerseits die Flexibilität bei der Gestaltung der vertraglichen Zusammenarbeit und andererseits die gegenseitige Verlässlichkeit für die Dauer des Vertrags: Der Landwirt profitiert also von einer langjährig stabilen Einkommenskomponente und Vattenfall von der langfristigen Versorgungssicherheit. Seit 2010 wurden so bis heute bereits mehrere hundert Hektar Kooperationsfläche, vornehmlich in Brandenburg, etabliert. In der Praxis fallen die Motive für eine solche Kooperation recht unterschiedlich aus: Handelt es sich für den einen um ein Finanzierungskonzept für den Flächenzukauf, ist es bei dem anderen Teil das betriebliche Risikomanagement oder eine lukrative Alternative für schwierige Grenzertragsflächen. Je nach Standort und Marktbedingungen braucht dabei die Bewirtschaftung der Fläche mit KUP im Rahmen des Kooperationsmodells den betriebswirtschaftlichen Vergleich mit konventionellen Kulturen nicht zu scheuen.