# Schnellwachsende Baumarten, ihr Anbau und ihre Verwertung

## (Beiträge eines Fachgespräches)

---

**Inhaltsverzeichnis**

1. Aufgaben und Ziele des Projektes - Anbauversuche mit schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb

2. Aspekte der Pflanzenzüchtung schnellwachsender Baumarten für Energiewälder

3. Praxiserfahrungen bei der Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen

4. Holz aus Kurzumtriebsplantagen - ein nachwachsender Energieträger

5. Ökonomische, agrar- und forstpolitische Aspekte des Anbaus von schnellwachsenden Baumarten

**ISSN 0945 - 8131**
**Alle Rechte vorbehalten.**
**Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fotomechanische und elektronische Wiedergabe nur mit**
**Genehmigung des Herausgebers.**
**Verfasser: Frank Burger; Norbert Remler; Randolf Schirmer; Hans-Ulrich Sinner**
**Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft**
**Hohenbachernstraße 20, 85354 Freising**

Verantwortlich: Der Leiter der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Schriftleitung: Dr. Peter Pröbstle

Zu beziehen über Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Hohenbachernstraße 20, 85354 Freising
oder per E-Mail Juni 1996

## Vorwort

Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) veranstaltete zusammen mit dem ***C**entralen **A**grar-**R**ohstoff-**M**arketing und **E**ntwicklungs-**N**etzwerk* (C.A.R.M.E.N. e.V.) am 25. Januar 1996 in Neustadt an der Waldnaab ein Fachgespräch zum Thema "Schnellwachsende Baumarten". Die verschiedenen Aspekte dieser Thematik wurden dabei in einer Vortragsreihe einem größeren Kreis interessierter Land- und Forstwirte, der Landwirtschafts- und der Forstverwaltung sowie Vertretern des amtlichen Naturschutzes vorgestellt und diskutiert.

Der vorliegende Bericht faßt die Vorträge jenes Fachgesprächs zusammen. Er soll das aktuelle Wissen über den Anbau schnellwachsender Baumarten und die energetische Verwertung des erzeugten Holzes dokumentieren. Daneben soll er dazu beitragen, daß zukünftig die Möglichkeit in verstärktem Maße sinnvoll genutzt wird, den ökologisch wertvollen, nachwachsenden Rohstoff Holz auf landwirtschaftlichen Stillegungsflächen zu produzieren.

Die Erzeugung von Energieholz auf stillgelegten Flächen wird sich nur dann in größerem Umfang durchsetzen und nennenswerte Bedeutung erlangen, wenn die rechtlichen und vor allem wirtschaftlichen Rahmenbedingungen stimmen. Neben dem möglichst einfach und eindeutig geregelten Anbau schnellwachsender Baumarten und neben Anschubförderungen wird es also insbesondere auf die Möglichkeit einer langfristig gewinnbringenden Verwertung ankommen. Dies scheint durch die Errichtung kleinerer Hackschnitzel-Feuerungsanlagen mit rationeller Technik und kurzen Transportwegen erreichbar. Dabei spielt die kombinierte und deshalb dauerhaft gesicherte Versorgung durch das "Energieholz" schnellwachsender Baumarten, durch das Schwach- und Restholz aus
regelmäßiger Waldbewirtschaftung und durch das Säge-Restholz eine entscheidende Rolle.

Auf diese Aspekte gehen die Beiträge des vorliegenden Berichtes ebenso ein, wie auf Fragen der Baumartenwahl, der Pflege, der Ernte und der ökologischen Beurteilung von Schnellwuchsflächen.

Daß eine solche in vielerlei Hinsicht informative Darstellung möglich war, ist der finanziellen Unterstützung durch C.A.R.M.E.N. zu verdanken.

Dr. Braun

Präsident der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

# 1 Aufgaben und Ziele des Projektes "Anbauversuche mit schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb"

Hans-Ulrich Sinner

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

## 1.1 Kurzumtriebige Baumarten

Der Anbau schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb ist keine neue Form der Forstwirtschaft. In der Niederwaldwirtschaft wurde und wird er seit mehr als zweitausend Jahren betrieben. In unseren Breiten hat letztlich das Vordringen fossiler Brennstoffe zum weitgehenden Erliegen der Niederwaldwirtschaft geführt. Mit dem Stichwort Niederwaldwirtschaft sind gleichzeitig die beiden charakteristischen Merkmale der Kurzumtriebswirtschaft genannt:

1. Es werden Baumarten verwendet, die sich durch rasches Jugendwachstum auszeichnen.
2. Nach der Ernte des aufstockenden Materials erfolgt eine Regeneration durch Stockausschläge bzw. Wurzelbrut, d.h. es muß nur einmal gepflanzt, aber es kann mehrmals geerntet werden.

Der Kurzumtrieb läßt sich nach einer Definition von Löffler et al. [1988] in drei Gruppen mit unterschiedlichen Produktionszeiträumen und Produktionszielen gliedern:

- Mini-Rotation
- Die Kultur wird mit 16.000 - 20.000 Stecklingen/ha begründet und mit einer Rotationszeit von 2 - 3 Jahren betrieben. Sie erscheint vor allem für den industriellen Anbau interessant, da die Ernte einfach zu mechanisieren ist. Allerdings wird zum einen nur sehr schwaches Material erzeugt, zum zweiten muß frühzeitig Dünger zugeführt werden. Diese Anbauform ist in Skandinavien weit verbreitet.
- Midi-Rotation
- Bei dieser Gruppe werden bei einer Rotationszeit von 4 - 6 (-10) Jahren stärkere Durchmesser erzielt, die sich manuell oder mit Maschinen ernten lassen. Die Zahl der Stecklinge bzw. Pflanzen kann auf 6.000 bis 9.000 je Hektar verringert werden; der Wiederausschlag der Wurzelstöcke ist gesichert.
- Schnellwuchsplantagen
- Diese Plantagen haben Umtriebszeiten von 10 bis 20 Jahren mit dem Produktionsziel Industrieholz. Meist erfolgt die Begründung mit teuren bewurzelten Pflanzen und weiten Pflanzverbänden. Schnellwuchsplantagen sind in Frankreich und Belgien zur Belieferung der Zellstoffindustrie weit verbreitet. Sie grenzen an klassisch bewirtschaftete Pappelumtriebe von 20 bis 30 Jahren an, in denen bei

entsprechendem Standort und Astung Schälfurniere erzeugt werden können.

## 1.2 Ausgangssituation

Ende der sechziger und Anfang der siebziger Jahre wurden in fast allen Ländern der nördlichen Hemisphäre Versuche mit Kurzumtriebsflächen angelegt. Ausgangspunkt dieser Versuche war vor allem die Furcht vor einer Rohstoffverknappung bei der schwachholzverarbeitenden Zellstoff- und Plattenindustrie. Mit den Ölkrisen der siebziger Jahre kam der Aspekt der Energieerzeugung hinzu.

Seit Anfang der achtziger Jahre haben die Versuche mit schnellwachsenden Baumarten einen weiteren, den derzeit wichtigsten Gesichtspunkt bekommen: Angesichts der Überproduktion an Nahrungs- und Futtermitteln werden zunehmend landwirtschaftliche Nutzflächen stillgelegt. Die Schätzungen für diese Stillegungsflächen reichen von 5 bis 30 Millionen ha für die Europäische Union [Hartmann und Strehler 1995]. Im Jahr 1994 waren in der Bundesrepublik tatsächlich 1,6 Millionen ha stillgelegt, davon 200.000 ha in Bayern [Agrarbericht 1995]. Für diese Flächen wird ein ganzes Bündel von Nutzungsalternativen vorgeschlagen, das von der Dauerbrache aus Naturschutzgründen über den Anbau verschiedener *?Nichtnahrungs-Pflanzen?* bis zur klassischen Aufforstung und der Bewirtschaftung als Hochwald reicht. Unter das Stichwort "Nachwachsende Rohstoffe" fällt auch der Anbau schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb als Angebot der Forstwirtschaft zur Nutzung dieser Flächen.

In Deutschland wurden die ersten Versuche im Jahr 1974 in Hessen begonnen. Dort wurde auch das Forschungsinstitut für schnellwachsende Baumarten gegründet. Ein Forschungsverbund aus Instituten mehrerer Forschungseinrichtungen, an dem ursprünglich auch die Spanplattenindustrie beteiligt war, hat in Bayern 1983 die bekannte Versuchsfläche "*Abbachhof*" bei Regensburg begründet, auf der noch immer in zahlreichen Kleinparzellen wissenschaftliche und praktische Fragen zur Kurzumtriebswirtschaft untersucht werden.

## 1.3 Aufgaben und Ziele des Forschungsprojektes

Das Forschungsprojekt der LWF "*Anbauversuche mit schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb*" (Kurzbezeichnung: "*ST 1*") geht auf einen Beschluß des Bayerischen Landtages vom 19.04.1989 zurück, der im Wortlaut zitiert die Aufgabenstellung beschreibt:

"*Die Staatsregierung wird ersucht, in den verschiedenen Regionen Bayerns auf landwirtschaftlich genutzten Grundstücken Versuchsflächen mit schnellwachsenden Baumarten (Wei?de, Pappel, Erle, Robinie) anzulegen, um*

*Erfahrungen mit dem Anbau, der Wuchsleistung, der Erntetechnik, der Verwertung und der Umweltverträglichkeit schnellwachsender Baum?arten zu sammeln. Bei der Auswahl der Versuchsflächen ist darauf zu achten, daß die Aufforstung nicht Plänen im Sinne des Art. 3 Bayerisches Naturschutzgesetz widerspricht, keine we?sentlichen Belange der Landeskultur oder des Naturschutzes und der Landschaftspflege gefährdet werden, der Erholungswert der Landschaft nicht beeinträchtigt wird und erhebliche Nachteile für die umliegenden Grundstücke ausgeschlossen werden".*

Nach Anlaufschwierigkeiten, insbesondere bei der Auswahl geeigneter Flächen und bei der Finanzierung des Vorhabens erfüllt die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft den Auftrag des Bayerischen Landtages in der Zwischenzeit auf fünf Versuchsflächen mit zusammen rund 30 ha.

Folgende Versuchsflächen werden hierbei untersucht:

- ***Versuchsfläche Wöllershof***
  Die vom Bezirk Oberpfalz angepachteten Versuchsflächen umfassen insgesamt circa 8 ha. Hier wurden 1992 zwei Teilflächen mit 15 Klonen Balsampappel-Hybriden, 3 Aspensorten, 2 Weidensorten, Robinien und Schwarzerlen in Bestockung gebracht.
- ***Versuchsfläche Neuhof***
  Im Staatsgut Neuhof bei Kaisheim wurden 1993 drei Teilversuchsflächen auf insgesamt circa 10 ha angelegt. Die Böden sind aus Jurakalken mit Überlagerung durch Riesauswurf mit teilweiser Lößüberdeckung entstanden. Vor allem die lößüberlagerte Fläche, die zusätzlich durch Hangwasserzug begünstigt ist, zeigt enorme Höhen- und Stärkenwuchsleistungen.
- ***Versuchsfläche Schwarzenau***
  Im Staatsgut Schwarzenau bei Kitzingen wurde 1994 eine 5 ha große Versuchsfläche in der Mainaue auf Sandboden angelegt, um die Leistung schnellwachsender Baumarten bei langer Vegetationszeit im Weinbauklima aber zugleich häufiger Wasserknappheit zu untersuchen. Auf dieser Fläche bereitete vor allem die Konkurrenzvegetation, die mechanisch zurückgedrängt wurde, gewisse Schwierigkeiten.
- ***Versuchsfläche Beuerberg***
  Ebenfalls 1994 legte die LWF eine Fläche von 1,2 ha bei Beuerberg südlich Münchens auf einer ehemaligen Weidefläche in der Jungmoräne an. Hier herrscht eine ausreichende Wasserversorgung bei relativ rauhem Klima vor. Die Fläche ist zur "klassischen" Aufforstung vorgesehen, so daß hier auch die Eignung des Kurzumtriebs als Vorwald getestet werden kann.
- ***Versuchsfläche Coburg***
  Im Jahr 1995 wurden in der Domäne Neuhof bei Coburg 5 ha einer aufgefüllten ehemaligen Teichfläche erfolgreich in Bestockung gebracht.

Die oben genannten Versuchsflächen decken ein weites Standortsspektrum in den verschiedenen Regionen Bayerns ab (vgl. Abb. 1). Allerdings handelt es sich hierbei um überwiegend mäßige landwirtschaftliche Standorte mit Ertragsmeßzahlen von maximal 40. Daher wird noch nach einer Fläche auf gutem landwirtschaftlichen Boden, etwa im Gäubodengebiet Niederbayerns, gesucht, wo auch das landschaftsgestaltende Element einer solchen Anlage eine Rolle spielen kann.

Kurz noch zur **Verwertung**: Gesichert und problemlos ist die thermische Verwertung durch Verbrennung, über die hier noch berichtet wird. Der Einsatz in der holzverarbeitenden Industrie scheitert derzeit an Marktproblemen, er ist sowohl in der Spanplatten- als auch in der Zellstoff- und Papierindustrie technisch möglich, wenn stärkere Dimensionen mit geringerem Rindenanteil erzeugt werden.

Das Forschungsprojekt *ST 1: Anbauversuche mit schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb*" ist vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vorerst mit einer Laufzeit von zehn Jahren, bis zum Jahr 2002 genehmigt, so daß hier nur erste, vorläufige Ergebnisse vorgestellt werden können. Es wird im Rahmen des Gesamtkonzepts "*Nachwachsende Rohstoffe*" der Bayerischen Staatsregierung finanziert.

## 2 Aspekte der Pflanzenzüchtung schnellwachsender Baumarten für Energiewälder

Randolf Schirmer

Bayerische Landesanstalt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht, Teisendorf

### Einleitung

Wald als die langfristigste Lebensform überhaupt, kann sich nur aufgrund seiner breiten genetischen Vielfalt jahrhundertelanger Entwicklungsprozesse in der Natur erfolgreich anpassen. Die gezielte genetische Veränderung durch Züchtung spielt daher bei Waldbäumen - im Gegensatz zur Landwirtschaft - keine entscheidende Rolle. Einzige Ausnahme hierbei stellen die sogenannten ?Schnellwachsenden Baumarten? dar, die züchterisch vergleichsweise intensiv bearbeitet wurden.

### 2.1 Anforderungen an Energiewaldbaumarten

Diese Bäume für moderne Niederwälder unterscheiden sich in zahlreichen Eigenschaften von forstlichen Hauptbaumarten wie Fichte, Kiefer, Buche und Eiche.

Sie kennzeichnet:

**a) Rasches (Jugend-) Wachstum**

1. Als schnellwachsend werden Baumarten in der Hochwaldwirtschaft betrachtet, die maximale durchschnittliche Gesamtzuwächse (dGZ) von jährlich ca. 10 - 12 fm/ha zeigen. Nur Douglasien und Fichten auf guten Standorten erfüllen diese Vorgaben.
2. Schnellwachsende Baumarten für Energiewaldwirtschaft weisen dagegen bis zum Alter 30 etwa 4 - 5fach höhere Biomasseerträge auf als Fichte und Kiefer (Abb. 2). Aufgrund ihres intensiven Jugendwachstums eignen sie sich daher besonders für kurze Produktionszeiträume. Energiewälder bestehen ausschließlich aus Lichtbaumarten, die aufgrund ihrer Pioniereigenschaften eine Kulmination des laufenden Volumenzuwachses bereits vor dem Alter 20 aufweisen.
3. Die wichtigsten Arten für Kurzumtriebswälder gehören zur Gattung Pappel und Weide. In Ausnahmefällen können auch Schwarzerle, Birke und Robinie Verwendung finden. Ihre Ertragsleistung ist jedoch deutlich geringer.

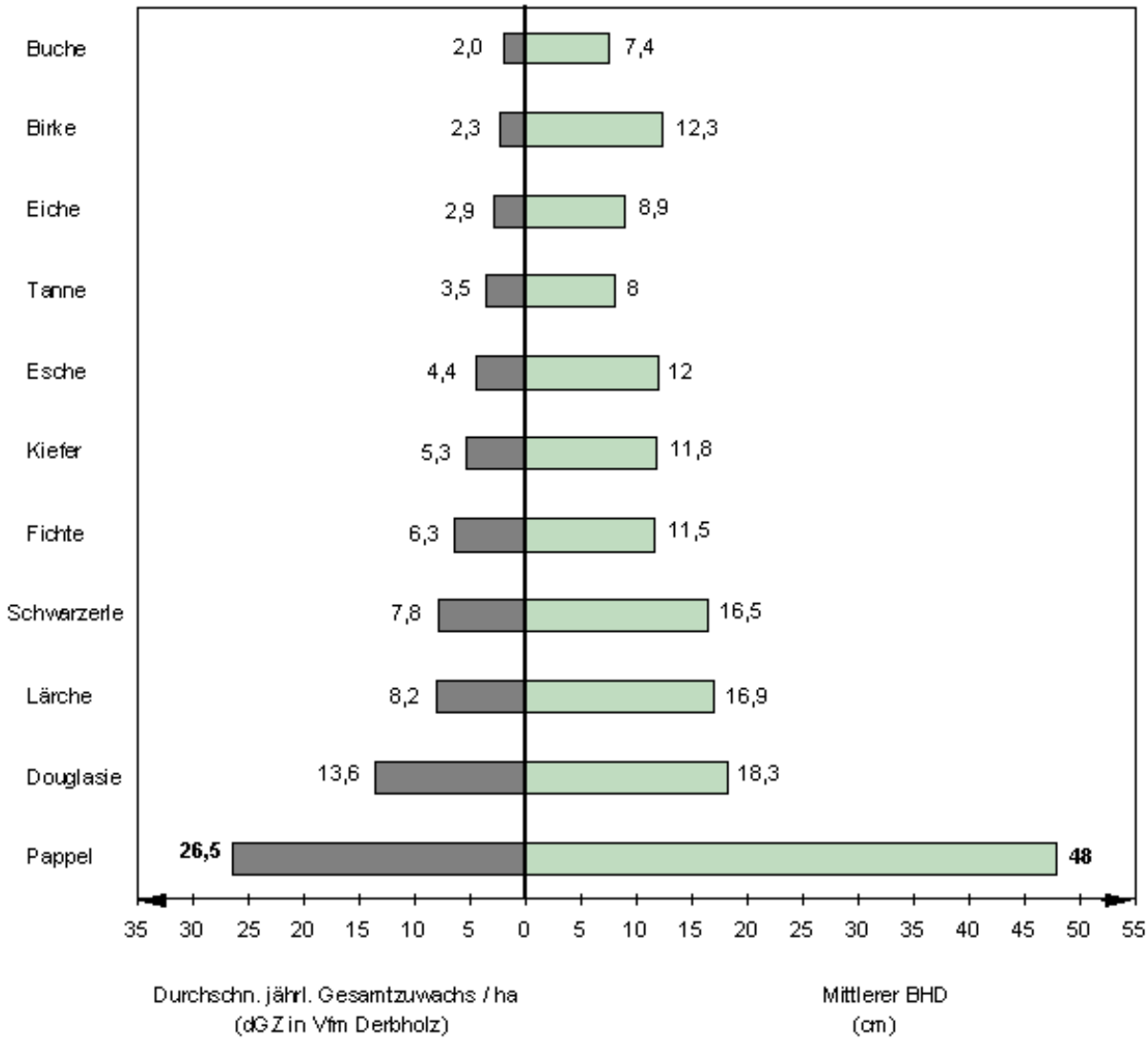


Abb. : Wüchsigkeit verschiedener Baumarten in der Jugendphase (Alter 30): Durchschnittlicher jährlicher Gesamtzuwachs (dGZ/ha) und mittlerer Stammdurchmesser (BHD) in der 1. Ertragsklasse (Hilfstafeln für die Forsteinrichtung 1966)

**b) Vegetative Reproduktionsfähigkeit des Pflanzmaterials (Stecklingsvermehrung) in Verbindung mit Anwuchssicherheit**

Balsampappeln und Weiden bilden nach Absteckung an jungen Sproßabschnitten Adventivwurzeln aus. Dadurch können ertragsstarke Mutterpflanzen erbgleich weitervermehrt werden (Klonbildung). Stecklingsvermehrung ermöglicht somit die kostengünstige Bereitstellung und Pflanzung von hochwertigem Pflanzgut.

**c) Widerstandsfähigkeit gegen Schadeinflüsse**

- Energiewälder bestehen aus zahlreichen unterschiedlichen Sorten weniger Baumarten. Ihre genetische Vielfalt ist durch den Einsatz vegetativer Vermehrungstechniken im Vergleich zu Wildpopulationen verringert. Der Resistenz gegenüber abiotischen und biotischen Schäden kommt hohe Bedeutung zu, da sich Schaderreger innerhalb einzelner Klone rasch ausbreiten und somit Wachstumseinbußen und Ausfälle bewirken können.

**d) Stockausschlagvermögen nach unterschiedlich langen Ernteintervallen**

- Die Regeneration der Stöcke nach Beerntung ist Voraussetzung für die Einsparung von

Kulturkosten. Vitale Stöcke gewährleisten hohe Wuchsleistungen beim Wiederaustrieb.

### 2.2 Die wichtigsten Energiewaldbaumarten und ihre Eigenschaften

#### 2.2.1 Pappeln (Populus sp.)

Pappeln kommen mit ca. 40 Arten auf der gesamten Nordhalbkugel der Erde (Eurasien, Nordamerika, Nordafrika) in gemäßigten Klimazonen vor. Aufgrund natürlicher Hybridisierung zeigen sie einen großen Formenreichtum. Eine weite ökologische Standortsamplitude kennzeichnet ihr Vorkommensgebiet.

Die wichtigsten Arten und bekannten Sorten der Gattung Populus sind in Tab. 1 dargestellt.

##### 2.2.1.1 Schwarzpappeln

Die Europäische Schwarzpappel (*P. nigra*) ist als Auwaldbaum mit hohen Ansprüchen an Licht-, Wärme- und Nährstoffversorgung auf grundwassernahe, jedoch nicht staunasse Auelehmstandorte mit hohen pH-Werten angewiesen.

Reine Schwarzpappeln sind für Kurzumtriebsflächen nicht verwendbar, da sie aufgrund ihres extrem hohen Lichtbedarfs im Dichtstand von Energiewäldern mit konkurrenzbedingten Zuwachsrückgängen und verstärkten Ausfällen reagieren. Sie eignen sich wegen ihres geringen Bewurzelungsvermögens nicht für die Steckholzvermehrung. Energiewaldstandorte verfügen darüber hinaus meist nicht über die für Schwarzpappel erforderliche Standortsqualität. Ihre Ertragsleistung ist daher auf den meisten Standorten unbefriedigend.

Tab. 1: Gliederung der Gattung Populus

| **Familie** | ***Salicaceae* - Weidengewächse** | | |
|---|---|---|---|
| **Gattung** | **Populus** | | |
| **Sektion** | **AIGEIROS** | **TACAMAHACA** | **LEUCE** |
| | **(Schwarzpappeln)** | **(Balsampappeln)** | **(Weiß-/Zitterpappeln)** |
| **NatürlicheVerbreitung** | Europa, W-Asien,NW-Afrika, N-Amerika | N-Amerika, Asien | Europa, Asien, N-Amerika, N-Afrika |
| **Wichtigste Arten** | Europäische Schwarzpappel (*P. nigra*)<br><br>Amerikanische Schwarzpappel (*P. deltoides*) | Amerik. Balsampappel(*P. trichocarpa*)<br><br>Asiatische Balsampappeln(*P. maximowicii)(P. szechuanica*) | WeißpappelnWeiß-/Silberpappel (*P. alba*)<br><br>Aspen (Zitterpappeln)Europäische Aspe (*P. tremula*)Amerik. Aspe (*P. tremuloides*) |
| **Kreuzungen und Sorten** | | | |
| Intraspezifische Hybride | | Trichocarpa x Trichocarpa<br><br>*Muhle Larsen (w)Fritzi Pauley (w)Columbia River (m)Rosslake [1] *)Trichobel **) | Tremula x Tremula<br><br>*Tapiau 1-8Ahle 1-20* |
| InterspezifischeHybride | Nigra x Deltoides<br><br>P. x Euamericana | Maximowicii x Trichocarpa | Alba x Tremula<br><br>P. x canescens |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | (P. x Canadensis) (sog. Kulturpappeln)<br>*Flachslanden (w)Robusta (m)Jacometti 78 BHarffGhoy* *) | *Androscoggin (m)Hybride 275* *) | (Graupappeln)<br>*Enniger (cc, m)Schleswig 1 (cc, m)Ingolstadt 3 a (ct, w)Honthorpa (cc/ct, m)*<br>Tremula x Tremuloides<br>(sogenannte Hybridaspen)*Astria (triploid , w)Münden 1-20Holsatia 1+2Vorwerksbusch 1-3Großhansdorf 1-14* |
| Intersektionelle Hybride | Maximowicii x Nigra*Rochester (w)Max 1-5* | | |
| | Deltoides x Trichocarpa*Unal* *)*Raspalje* *)*Beaupré* *)*Barn* *)*Donk* *)*Boelare* *)*Rap* *) | | |
| | Maximowicii x P. x berolinensis*Oxford (w)* | | |

Abkürzungen: w = weiblich, m = männlich, ct = tremulanahe Form, cc = intermediäre Form der Graupappel

#### 2.2.1.2 Balsampappeln

Die aus Südostasien bzw. Nordamerika stammenden Balsampappeln (*P. maximowicii, P. trichocarpa*) zeigen auch auf für Schwarzpappeln ungeeigneten Standorten ein zügiges Wachstum. Bei mittlerer Nährstoffversorgung und (wechsel-) feuchten, sandigen Lehmen sind hohe Wuchsleistungen zu erwarten. Aufgrund ausgeprägter Raschwüchsigkeit sowie guten Bewurzelungsvermögens eignen sie sich hervorragend für Energiewälder.

#### 2.2.1.3 Aspen

Aspen weisen von allen Pappelarten die höchste Standortstoleranz auf. Mäßig trockene bis wechselfeuchte, aber auch verdichtete Böden unterschiedlichster Nährstoffversorgung sind für sie geeignet. In Energiewäldern sind jedoch für befriedigende Zuwachsleistungen frische, nährstoffreiche, lehmige Sande erforderlich. Die Massenleistung ist geringer als bei Balsampappeln, da sie vor allem in den ersten Jahren deutlich langsamer wachsen. Sie können daher das Leistungspotential guter Standorte vor allem bei kurzen Umtriebszeiten nicht voll ausschöpfen. Nach Beerntung ist mit intensiver

Bildung von Wurzelbrut zu rechnen. Da sich
Aspen für Stecklingsvermehrung nicht eignen, muß relativ teures Pflanzenmaterial aus Gewebekulturen verwendet werden.

### 2.2.2 Weiden

Weiden gehören zu den formenreichsten Gehölzgattungen der gemäßigten Klimazone nördlicher Breiten. In Mitteleuropa besiedeln circa 300 Arten sehr unterschiedliche Standorte. Die Neigung zu natürlicher Hybridisierung nahverwandter Arten ist sehr ausgeprägt.

Für Energiewaldungen kommen meist nur leistungsfähige Sorten von Hochstrauchformen wie Korbweide (*S. viminalis*), Kätzchenweide (*S. x smithiana*) und Filzastweide (*S. x dasyclados*) in Frage. Maximale Leistungen werden auf frisch- (wechsel-) feuchten, nährstoffreichen sandigen Lehmen erbracht. Aufgrund des hohen Nährstoffbedarfs kann nach mehreren Umtriebszeiten die Notwendigkeit einer Stickstoffdüngung zur Erhaltung der Wuchsleistung nicht ausgeschlossen werden. Eine ausreichende Belüftung im Wurzelraum ist bei den meisten Weidenarten Voraussetzung für zügiges Wachstum.

Weiden eignen sich als Energiewaldbaum aufgrund ihrer sehr hohen Anwuchssicherheit als Steckling, ihrer ausgeprägten Fähigkeit zum Stockausschlag sowie der geringen Anfälligkeit gegen Schäden (Frosthärte, Krankheitsresistenz). Die Tendenz zur Mehrtriebigkeit (Ver buschung) ist stärker als bei Pappeln ausgeprägt. Raschwüchsige Sorten weisen oftmals geringere Salicingehalte in der Rinde auf und werden daher vom Rehwild bevorzugt verbissen.

### 2.2.3 Genetische Einflußfaktoren auf die Ertragsleistung von Pappel und Weide

Pappeln und Weiden zeichnen sich im Gegensatz zu den meisten Waldbäumen durch eine frühe und kurzzeitige Kulmination des laufenden Zuwachses auf sehr hohem Niveau aus (Abb. 2). Dieser für Pionierbaumarten charakteristische Zuwachsverlauf wird in der Energiewaldbewirtschaftung gezielt durch sehr kurze Umtriebszeiten (3 - 10 Jahre) ausgenutzt.

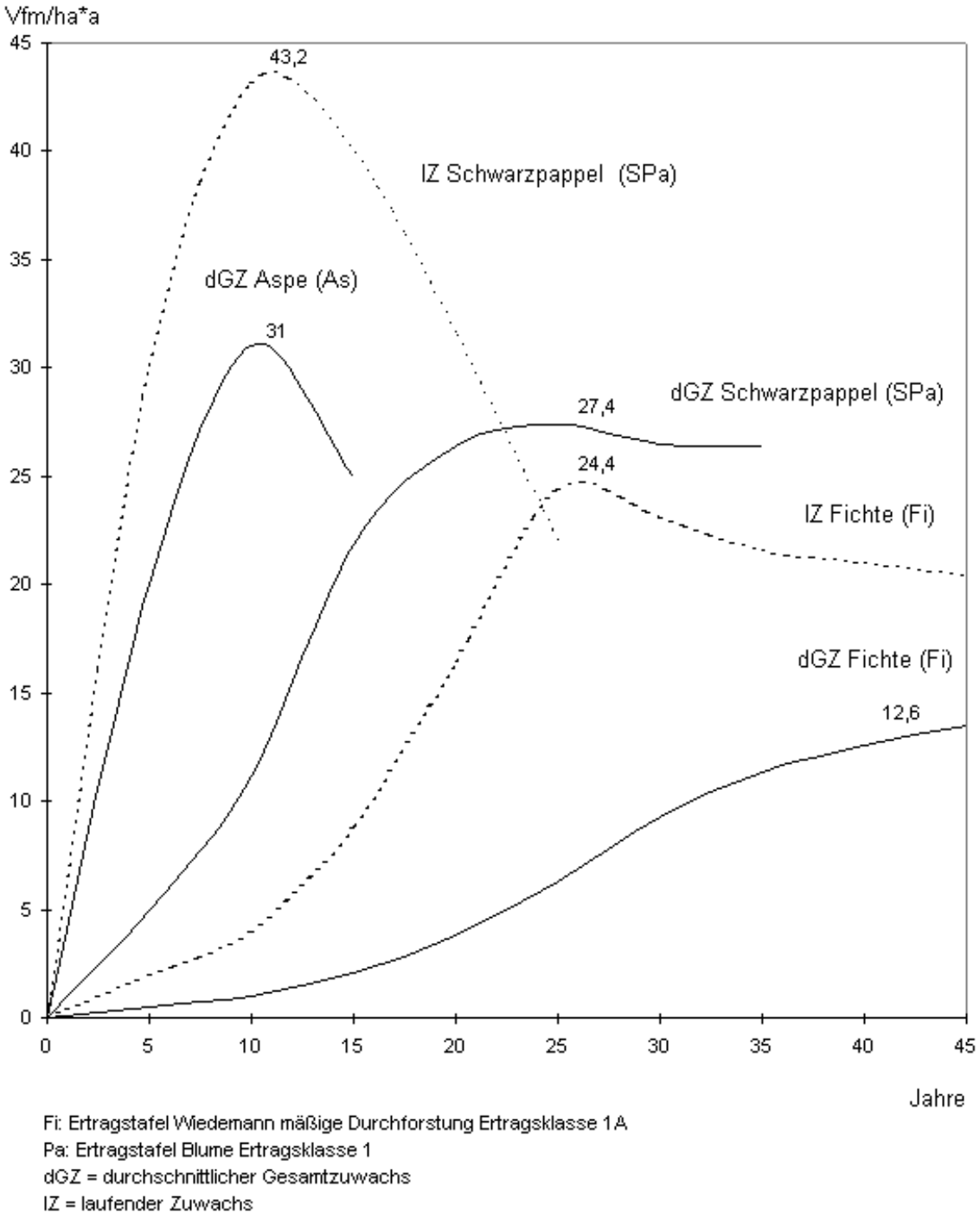


Abb. : Vergleich des Wachstumsverhaltens von Pappel und Fichte auf leistungsfähigen Standorten (aus: Hilfstafeln Für Die Forsteinrichtung 1966)

Die Beerntung erfolgt jedoch aufgrund technischer Grenzen bei den Ernteverfahren derzeit noch vor dem genetisch und standörtlich beeinflußten Zuwachsmaximum. Der Höhepunkt des laufenden Zuwachses schnellwachsender Baumarten wird auf besseren Standorten erfahrungsgemäß etwa in folgenden Zeiträumen erreicht:

Weide: ca. 2 - 4 Jahre

Balsampappel: ca. 4 - 10 Jahre (*Zum Vergleich: Fichte: 25-40 Jahre*)

Aspe, Schwarzpappel: ca. 10 - 15 Jahre

Art-, sorten- und standortsspezifische Unterschiede verursachen im Einzelfall eine deutliche zeitliche Verzögerung des Zuwachsmaximums.

Weiden eignen sich daher nur für sehr kurze Umtriebszeiten, während bei Aspen nur Rotationsperioden von mindestens 10 Jahren eine sinnvolle Ausnutzung des Zuwachses zulassen.

Neben dem langjährigen Zuwachsverlauf spielt bei schnellwachsenden Baumarten auch die unterschiedliche Ausnutzung der Vegetationsperiode eine wichtige Rolle: Austriebs- und Blattfallzeitpunkt ist eine genetisch fixierte Art- und Sorteneigenschaft, die sich auf die Ertragsleistung auswirkt.

Bei der Ausnutzung der Vegetationsperiode zeigen sich zwischen verschiedenen Pappel- und Weidensorten deutliche Unterschiede: Schwarzpappeln mit einer Vegetationsdauer von weniger als 5 Monaten stehen Balsampappelsorten mit einer um ca. 50 % längeren Wuchsperiode gegenüber. Die Dauer der Vegetationsperiode nimmt von Balsampappel über Aspe zu Schwarzpappel tendenziell ab. Diese Arteigenschaft wird jedoch durch sehr starke klonale Unterschiede überlagert. So zeigen schwedische Korbweiden im Vergleich zu deutschen Sorten einen um ca. 2 Wochen früheren Blattfall.

Die Effektivität der täglichen Photosyntheserate beeinflußt entscheidend die Höhe des dargestellten Zuwachsverhaltens.

Die nachgewiesene Korrelation zwischen Blattgröße und Stammvolumen deutet darauf hin, daß die Vererbung schnellwachsender, großer Blätter ein verantwortlicher Faktor für die höhere Produktivität von Pappelhybriden ist. Sorten mit hoher Nettophotosyntheserate und großer Blattfläche sind daher besonders wuchskräftig. Die deutlichen Leistungsunterschiede zwischen *P. nigra* und *P. trichocarpa* kommen in den unterschiedlichen Blattflächen zum Ausdruck: Balsampappelblätter sind etwa 4 - 6mal größer als Schwarzpappelblätter. Bei Hybriden treten zum Teil noch deutlichere Unterschiede auf.

### 2.2.4 Gefährdungen

Energiewaldsorten bedürfen aufgrund der durch Vegetativvermehrung geringeren genetischen Diversität einer besonderen Überprüfung ihrer unterschiedlichen Anfälligkeit gegenüber Schadeinwirkungen. Im Gegensatz zur Hochwaldwirtschaft sind jedoch zahlreiche Erkrankungen (z.B. Krebs) wegen der kürzeren Umtriebszeiten von geringerer Bedeutung.

Rostpilzbefall an Blättern durch *Melampsora sp.* stellt für bestimmte Pappelsorten eine besondere Gefährdungsquelle dar. Feuchte Witterung in Verbindung mit für Energiewälder typischem Dichtstand erhöht den Infektionsdruck erheblich und kann eine rasche Infektion genetisch anfälliger Sorten nach sich ziehen. Frühsommerbefall führt zu hohen Ertragseinbußen bzw. zum Absterben der wegen vorzeitigem Blattfall geschwächten Pflanzen. Befall im Spätsommer dagegen bewirkt ein verzögertes Verholzen der Jahrestriebe und verstärkt das Risiko von Frostschäden. Sekundärparasitenbefall wird dadurch gefördert.

Aufgrund der langen Wachstumsperiode ist vor allem bei Balsampappeln örtlich die Gefahr von Schneebruch und Frostschäden erhöht.

Der Befall durch blattfressende Insekten (vor allem Blattkäfer) tritt nur in begrenztem Umfang auf.

## 2.3 Verbesserung der Sorteneigenschaften durch Züchtung

Die Pappel ist die einzige Baumart, bei der mit Verfahren der Kombinationszüchtung der Schritt von der Wild- zur Kulturpflanze weitgehend vollzogen wurde. Genmanipulationen im Sinne gezielter technischer Veränderungen des Genoms fanden bisher nicht statt. Frühzeitige Geschlechtsreife und leichte Reproduktion von Zuchtprodukten durch Vegetativvermehrung erleichtern und beschleunigen im Vergleich zu anderen Baumarten die Bereitstellung neuer Sorten. Für die Durchführung gezielter Kreuzungsprogramme werden bis zur Anlage erster Versuchsfelder dennoch schätzungsweise mindestens 7 - 8 Jahre benötigt.

### 2.3.1 Züchtungsmethoden und Kreuzungskombinationen

Eine Verbesserung der Sorteneigenschaften wird vor allem durch die Kreuzung entfernt verwandter Arten mittels kontrollierter Bestäubung erreicht. Das großräumige Vorkommen von Balsampappeln in ihren Heimatgebieten bedeutet eine starke genetische Differenzierung in unterschiedliche Herkünfte. Die Züchtung kann daher für Selektionszwecke auf ein breites Spektrum verschiedenartiger Genotypen zurückgreifen. Diese künstliche Bastardisierung durch interspezifische Kreuzung führt in der F1-Generation zu luxurierendem Wachstum (*He?terosiseffekt*). Ein Beispiel natürlicher interspezifischer Hybridisierung stellt die Graupappel (*P. x canescens*) dar: Nach Untersuchungen von Wettstein [1952] ist die Wüchsigkeit der Bastarde um 30 % größer als die der Eltern *P. alba* und *P. tremula*.

Leistungssteigerungen sind außerdem durch den Anbau südlicher Arten in nördlicheren Breiten aufgrund thermo- und photoperiodischer Reaktionen zu erwarten (Verbringungseffekt).

Mit abnehmendem Verwandtschaftsgrad ist eine Zunahme natürlicher Kreuzungsschranken zwischen verschiedenen Arten festzustellen. Durch Kreuzungen in In-Vitro-Kulturen gelingt es der Züchtung, diese Inkompatibilitätseigenschaften zu umgehen. Hierbei werden unter kontrollierten Bedingungen bestäubte Fruchtknoten in Nährmedien verpflanzt und bis zur Bewurzelung weiterentwickelt.

Mit den genannten Methoden konnten in der Pappelzüchtung der letzten Jahrzehnte wichtige Fortschritte erzielt werden. Die Kombination von europäischen, amerikanischen und asiatischen Schwarz- und Balsampappelarten ermöglichte die Bereitstellung einer Vielzahl neuer, leistungsfähiger Sorten (vgl. Tab. 1).

Die wichtigsten Kreuzungskombinationen bestehen aus folgenden Arten:

*P. maximowicii x P. trichocarpa P. maximowicii x P. nigra*

*P. deltoides x P. trichocarpa P. tremula x P. tremuloides*

### 2.3.2 Züchtungsziele

Insbesondere in den Jahren nach dem 2. Weltkrieg zielte die Pappelzüchtung auf die Bereitstellung von Pappeln mit hoher Schaftqualität (Schwachastigkeit, Geradschaftigkeit) und guter Schadresistenz ab. Viele dieser Hochwaldsorten zeichnen sich durch gerade Stammformen bei jedoch teilweise geringerer Massenleistung aus.

Für Energiewaldsorten sind die Kriterien Massenleistung und Regenerationsvermögen vorrangiges Auslesezeil (Tab. 2). Eine speziell auf die Energiewaldwirtschaft ausgerichtete Züchtung ist daher notwendig, um die auf 20 - 30 % geschätzten Ertragssteigerungen erreichen zu können.

Die **Pappelsorte "Max"** zeigt diese veränderte Zielsetzung: Für Hochwaldzwecke aufgrund schlechter Stammformen weitgehend unbrauchbar, sind einige Klone wegen ihrer hohen Massenleistung für Energiewälder neuerdings sehr interessant.

Tab. 2: Züchtungsziele in der Pappelwirtschaft

| **Züchtungslinie** | **Züchtungsziele** |
|---|---|
| **Pappelhochwald** | STAMMQUALITÄT und Schadresistenz > Massenleistung(Schwachastigkeit, Geradschaftigkeit) |
| **Kurzumtriebswald** | MASSENLEISTUNG und Schadresistenz > Regenerationsvermögen (Jugendraschwüchsigkeit)<br>Sicheres Anwuchsverhalten bei hoher Jugendraschwüchsigkeit<br>Hoher Holztrockenmasseertrag:<br>Hohe Netto-Photosyntheserate<br>Vollständiges Ausnutzen der Vegetationszeit<br>Schmale Kronen mit steilem Astwinkel und wenig Ästen mit jeweils großen |

| | |
|---|---|
| | Blättern zur optimalen Nutzung des Lichteinfalls<br><br>Geringe phototropische Empfindlichkeit (Dichtstandsverträglichkeit)<br><br>Gute holztechnologische Eigenschaften (hoher Heizwert)<br><br>Resistenz gegen Schäden abiotisch: Früh-/Spätfrostbiotisch: Rostpilzbefall (Melampsora)<br><br>Hohes Stockausschlagvermögen (auch nach mehreren Ernten) bei begrenzter Anzahl von Stocktrieben<br><br>Breite standörtliche Anbaueignung |

### 2.3.3 Beispiele für Züchtungserfolge

Durch die Kreuzung unterschiedlicher Aspenarten wurden die guten Stammformen europäischer Aspen (*P. tremula*) mit den höheren Wuchsleistungen nordamerikanischer Sorten (*P. tremuloides*) kombiniert. Steigerungen der Erträge um ca. 50 % gegenüber intraspezifischen Kreuzungen waren die Folge.

Trotz Züchtungsfortschritten wird sich das Ertragsniveau von Weide und Pappel auch künftig grundlegend unterscheiden. Mittlere Jahreserträge bei Weide von ca. 5 - 10 t TS/ha und Pappel 10 - 15 t TS/ha erscheinen nach bisherigen Erfahrungen realistisch.

Die Anfälligkeit gegenüber Rostpilzbefall kann durch Kombinationszüchtung unterschiedlicher Balsampappelarten eingeschränkt werden: Die höhere Rostresistenz asiatischer Balsampappeln läßt sich durch gezielte Hybridisierung auf amerikanische Balsampappelsorten übertragen.

In Abbildung 4 wird die unterschiedliche Grundflächenhaltung von Hybridaspen und Sämlingsnachkommenschaften auf Versuchsflächen im Forstamt München gezeigt:

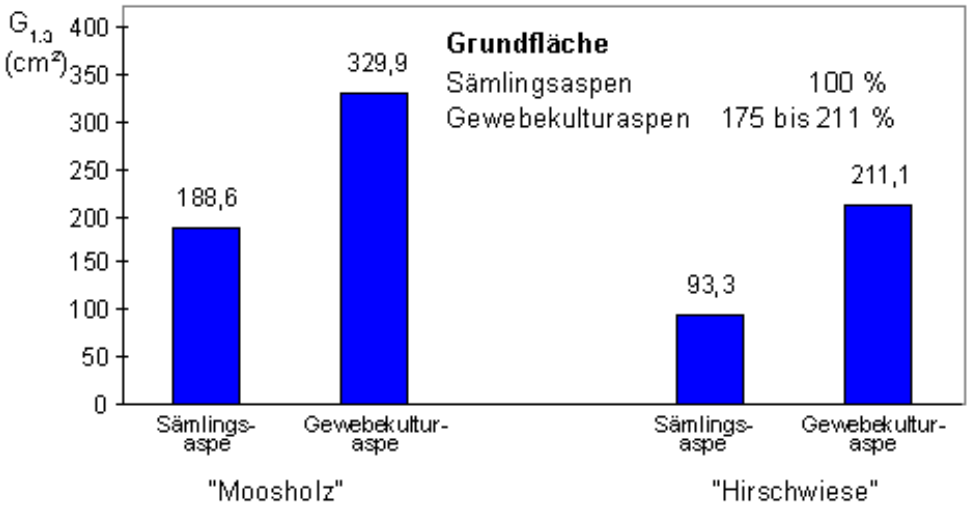

Abb. : Mittlere Stammgrundfläche (G1.3) 16-jähriger Aspen im Forstamt München:
Vergleich von Sämlingspflanzen aus natürlicher Reproduktion und einklonigen Zuchtaspen aus vegetativer Vermehrung in Gewebekulturen (Klon *Astria*).

### 2.3.4 Sortenschutz

Die Züchtung im Bereich schnellwachsender Baumarten ist mit einem hohen finanziellen und zeitlichen Aufwand verbunden. Züchtungsarbeit kann daher auf Dauer nur gewährleistet werden, wenn neue leistungsfähige Sorten ausschließlich durch den Züchter gewerbsmäßig erzeugt und in den Verkehr gebracht werden können.

Aufgrund der leichten Vegetativvermehrung von Pappel- und Weidensorten sowie deren zum Teil erschwerter phänotypischer Unterscheidbarkeit besteht für Züchtungsprodukte schnellwachsender Baumarten die große Gefahr illegaler Vermehrung und Vertrieb von geschützten Klonen. Das Sortenschutzgesetz von 1985 sichert dem Züchter ein Ausschließlichkeitsrecht für Produktion und Vermarktung geschützter Sorten zu. Bei einer nicht vom Züchter autorisierten Nachzucht sowie dem Handel mit geschützten Sorten liegen daher Straftatbestände vor. Die Weitergabe geschützter Sorten unter nicht korrekter Sortenbezeichnung stellt auch nach Ablauf der Schutzdauer eine mit Bußgeld bewehrte Ordnungswidrigkeit dar.

Die für ein Sortenschutzverfahren erforderliche Identifikation von Sorten kann mittels Isoenzymanalyse zum Beispiel im Labor der Landesanstalt Teisendorf vorgenommen werden.

Nach dem Gesetz über forstliches Saat- und Pflanzgut (FSaatG) darf vegetatives Pflanzmaterial von Pappel grundsätzlich nur als geprüftes Vermehrungsgut in den Handel gebracht werden. Stecklinge von Weide unterliegen ausschließlich den sortenschutzrechtlichen Bestimmungen.

### 2.4 Bereitstellung von Vermehrungsgut

Aufgrund der starken Sortenunterschiede kommt der Bereitstellung von sortenreinem Vermehrungsgut entscheidende Bedeutung zu. Die gebräuchlichsten Vermehrungsarten schnellwachsender Baumarten sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tab. 3: Vermehrung schnellwachsender Baumarten

| **Art des Vermehrungsgutes** | | | |
|---|---|---|---|
| | **generativ** | **vegetativ** | |
| **Baumart** | **Pflanze** | **Steckling** | **Pflanze aus Gewebekulturen** |
| Schwarzpappel | X | (X) | |
| Balsampappel | | X | |
| Aspe | (X) | | X |
| Weide | (X) | X | |

Vermehrungsgut für die Anlage von Energiewäldern wird von speziellen Forstbaumschulen in sogenannten Mutterquartieren nachgezogen. Pflanzmaterial für Versuchsflächen kann auch durch die Landesanstalt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht, Teisendorf bezogen werden.

Mutterquartiere sind jährlich im Spätwinter zurückgeschnittene Pappel- bzw. Weidenbestände zur Gewinnung von einjährigen Ruten, die zu ca. 25 cm langen, etwa daumenstarken Sproßabschnitten (Stecklingen) aufbereitet werden.

Einjähriges Pflanzmaterial verfügt über die besten Bewurzelungseigenschaften, so daß Cyclophysiseffekte weitgehend verhindert werden. Klonalterungserscheinungen sind jedoch trotz der Regenerationsprozesse bei der Steckholzbewurzelung wegen der fortgesetzten Vegetativvermehrung über mehrere Pflanzengenerationen hinweg nicht auszuschließen. Eine Degeneration der Klone mit

daraus folgender Abnahme von Bewurzelungsfähigkeit und Widerstandsvermögen sowie ein allgemeiner Leistungsabfall erscheinen möglich. In diesem Zusammenhang wurde ein mit zunehmendem Alter des Klons enger werdendes Adermaschennetz der Blätter beobachtet.

Die sortenmäßige Trennung und Kennzeichnung von Pappelklonen bei Anzucht und Ernte ist Voraussetzung für den Handel mit Stecklingsmaterial (vgl. § 15 FSaatG). Sie wird in der Praxis durch die zum Teil geringen phänotpyischen Unterschiede einzelner Sorten erschwert.

Neben der ordnungswidrigen Vermischung verschiedener Sorten führen auch vereinzelte somatische Mutationen in verschiedenen Sproßabschnitten einjähriger Aufwüchse zur Entstehung neuer Klone. Nach dieser intra-individuellen Umkombination des plasmatischen Erbgutes mit anschließender Vegetativvermehrung der betroffenen Sproßabschnitte können daher ?Fremdlinge? im ansonsten einklonigen Material auftauchen.

### 2.5 Zusammenfassung

Die wichtigste Energiewaldbaumart, Balsampappel, leistet im ersten Jahrzehnt nach Pflanzung mit einer jährlichen Trockensubstanzproduktion von deutlich über 10 t/ha das 5 bis 10fache an Biomassezuwachs guter Fichtenbestände. Pionierholzcharakter, leichte Vegetativvermehrung und gutes Regenerationsvermögen sowie geringe Schadanfälligkeit machen diese Baumarten besonders geeignet für die Produktion von Energieholz in sehr kurzen Erntezeiträumen. Im Gegensatz zur Landwirtschaft verfügt die Forstwirtschaft ohne spezielle Energiewaldzüchtung bereits seit mehr als 20 Jahren über leistungsfähige Sorten zur Biomasseproduktion. Aufbauend auf den bereits vorhandenen langjährigen Erfahrungen, v.a. mit Balsampappel, erscheinen spezielle Züchtungsanstrengungen zur weiteren Leistungssteigerung erfolgversprechend.

# 3 Praxiserfahrungen bei der Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen

Frank Burger
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

! fehlende Abb. werden in Kürze eingefuegt!

### 3.1 Einleitung

Seit 1992 betreibt die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft ein Netz von Versuchsflächen mit schnellwachsenden Baumarten. Bisher wurden 5 Kurzumtriebsflächen in der Oberpfalz, in Unter- und Oberfranken, Schwaben und Oberbayern angelegt.

Die auf den Versuchsflächen bisher gemachten Erfahrungen über Anbautechnik, Wuchsverhalten und Erntetechnik sollen im folgenden erläutert werden.

### 3.2 Bodenvorbereitung

Kurzumtriebsflächen werden in der Regel kostengünstig mit Stecklingen geeigneter Balsampappel- und Weidensorten begründet. Allein die Aspenklone müssen als Pflanze eingebracht werden. Voraussetzung für das gute Gelingen einer Stecklingspflanzung ist die Herstellung eines optimalen Pflanzbeets. Dies geschieht auf Ackerflächen im Herbst vor der Pflanzung durch Pflügen der Fläche auf 25 - 30 cm Tiefe. Unmittelbar vor der Begründung wird die Fläche mit der Egge bearbeitet. Bei Grünlandflächen wird ein Umbruch auf 30 cm mit anschließendem Fräsen unmittelbar vor der Kulturanlage empfohlen. Dies genügt in der Regel, um die Grasflora so intensiv und nachhaltig zu stören, daß die Grasfolgeflora nur sehr zögernd und partiell wieder aufläuft. Versuche, auf die mechanische Bodenbearbeitung zu verzichten, scheiterten, da die austreibenden Stecklinge von Unkräutern und Gräsern schnell überwachsen wurden.

Am Hessischen Forstamt Diemelstadt wurden gute Erfahrungen mit einer zusätzlichen chemischen Behandlung der Flächen gemacht. Folgendes Vorgehen wird aufgrund der gesammelten Erkenntnisse empfohlen:

1. Spritzen des Ackers bzw. der Wiese im Oktober vor Anlage der Kurzumtriebsfläche mit "*Roundup"*.
2. Spritzen mit einem Vorauflaufmittel gegen Samenunkräuter unmittelbar nach dem Setzen im April.

Trotz des Einsatzes von Chemie kann jedoch nicht immer auf eine mechanische Unkraut-Bekämpfung verzichtet werden, da die Wirkung von Vorauflaufmitteln in der Regel nach 4 Wochen nachläßt.

### 3.3 Kulturbegründung

Stecklinge werden aus einjährigen Trieben während der Wintermonate gewonnen. Sie werden mit Freischneidern vom Stock getrennt, gebündelt und mit einer Bandsäge auf circa 23 cm abgelängt. Der Durchmesser der Stecklinge sollte zwischen 1 cm und 2,5 cm betragen.

Je nach Struktur und Größe der betreffenden Flächen kann die Pflanzung entweder manuell (evtl. mit einem Steckeisen) oder mit einer Pflanzmaschine erfolgen. Spezielle Pflanzmaschinen für eine maschinelle Begründung von Schnellwuchsplantagen existieren in Deutschland noch nicht. Allerdings bewährten sich im Versuchseinsatz die modifizierten Forst-Pflanzmaschinen "TOLNE" und "QUICKWOOD" sehr gut. Mit diesen relativ schweren Geräten konnte bei Pflanzabständen von 0,6 m bis 1,2 m durch manuelles Einbringen der Stecklinge in den Pflanzspalt eine problemlose Kulturbegründung demonstriert werden. Bei leichten Sandböden wurden mit einer österreichischen Pflanzmaschine gute Ergebnisse erzielt. Unterschiede zwischen den Anwuchsprozenten bei manueller und maschineller Absteckung konnten nicht festgestellt werden.

Bei bindigen, schweren Böden ist bei der Absteckung ein Überstand von einigen Zentimetern möglich. Bei leichten, sandigen Substraten wird ebenerdige Absteckung empfohlen.

### 3.4 Kulturpflege

Trotz Bodenbearbeitung stellt sich im Lauf der Vegetationsperiode eine mehr oder weniger üppige Begleitflora ein. Die Pflegemaßnahmen können jedoch je nach Dichte und Art der Vegetation variiert werden. Bei Anwendung verschiedener mechanischer Pflegeverfahren, die von der betriebswirtschaftlich besonders

interessanten Nullvariante bis zur Beseitigung jeglicher Begleitflora reichten, zeigte sich, daß auch bei wüchsigen Klonen eine Beseitigung der Gemeinen Quecke (*Agropyron repens*) (in Wöllershof das häufigste Unkraut) zwingend notwendig ist. Eine Bekämpfung der krautigen Begleitflora brachte hingegen nicht den gewünschten Erfolg. Häufige Arten, wie Kamille und Hirtentäschel bewirkten in der Regel keine Wuchsstockungen oder Verdämmungseffekte; lediglich in dichten Kamillehorsten wurden einzelne Schößlinge ausgedunkelt bzw. erstickt.

Eine mechanische Bekämpfung der Begleitvegetation in der Reihe kann nur händisch erfolgen. Für die Begleitwuchsregulierung zwischen den Reihen stehen schleppergezogene Fräsen und Mulchgeräte zur Verfügung. Die Auswirkungen von Fräsmaschinen auf den Oberboden sind jedoch als negativ zu beurteilen. Auf sandigen Substraten verursachten die Fräsen eine zu starke Auflockerung des Oberbodens, verbunden mit einer Zerstörung des Kapillargefüges und einer starken Austrocknung des Wurzelhorizonts. Auf schweren Böden entstand häufig oberhalb der Pflugsohle eine Frässohle mit Verdichtungszonen und somit verminderter Wasserleitfähigkeit und Wuchsleistung. Mit einem Anbaumulchgerät wurden durch die Zerschlagung der oberirdischen Begleitflora gute Erfolge erzielt. Die Konkurrenzwirkung der Begleitflora wurde für circa 4 Wochen ausgeschaltet.

Eine chemische Bekämpfung von zweikeimblättriger Begleitflora kann aus ökologischen Gründen, sowie wegen der möglichen Gefährdung der Kulturpflanzen nicht empfohlen werden. Lediglich die Regulierung der Gräser, insbesondere der Quecke, durch Ausbringung des selektiv wirkenden Mittels FUSILADE wurde ohne Schäden an Balsampappeln und Aspen mit Erfolg durchgeführt. Allerdings erlitten einige Weidenarten Blattschäden und Zuwachsverluste selbst bei geringer Dosierung.

Die Pflege der Kultur im zweiten Standjahr erbringt wenig meßbaren Einfluß auf die Wuchsleistung und ist damit betriebswirtschaftlich abzulehnen.

### 3.5 Pflanzverband und Umtriebszeit

Der Pflanzverband ist immer ein Kompromiß zwischen der für das jeweilige Betriebsziel optimalen Standraumausnutzung und den betriebswirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Er ist abhängig von der Umtriebszeit und der voraussichtlichen Erntetechnik. In Wöllershof wurden zwei verschiedene Pflanzverbände gewählt: 60 cm bei einem Reihenabstand von 2,5 Meter (6.660 Pflanzen pro Hektar) für den 5-jährigen Umtrieb und 120 cm mit demselben Reihenabstand (3.330 Pflanzen pro Hektar) für den 10-jährigen Umtrieb. Bei einem Pflanzenabstand von weniger als 60 cm in der Reihe treten nach Erfahrungen aus Hessen konkurrenzbedingte Stammzahlabgänge auf.

Beste Wuchsleistungen zeigen die Balsampappelklone *Beaupre*', *Muhle-Larsen*, sowie *Max 1*, *Max 3* und *Max 4* mit Höhen von bis zu 8 m nach der vierten Vegetationsperiode.

### 3.6 Waldschutz

In den Jahren 1992 und 1993 wurden auf der Versuchsfläche Wöllershof in dafür ausgebrachten Köderstationen Mäuseprobefänge durchgeführt. Trotz einer Fallenbelegung pro Nacht von bis zu 70 % waren im Verlauf des Winters keine oberirdischen Schäden festzustellen. Allerdings kam es im Winter 1993/94 zu einzelnen Ausfällen durch die Schermaus (*Arvicola terrestris*).

Auf Versuchsflächen in Mittel- und Norddeutschland sind die zunächst vielversprechenden Klone "*Unal*" und "*Raspalje*" durch Rostpilzbefall und nachfolgenden Frostschaden komplett ausgefallen. Auf den Versuchsflächen des Projekts ST 1 konnten jedoch noch keine Abgänge der entsprechenden Sorten festgestellt werden.

Gradationen von Pappel- und Weidenblattkäfer, sowie des Pappelblattrollers treten regelmäßig, besonders nach der Ernte, auf. Zu bedeutenden Schäden, wie Wuchsstockungen oder Kahlfraß kam es allerdings nicht.

Bei hohem Wildstand muß die Kultur im Jahr der Begründung mit einem Zaun gegen Verbiß und Verfegen geschützt werden. Besonders gern wird die Weide vom Rehwild angenommen. Nach der Ernte ist, bedingt durch die kräftigen Stöcke, die Wuchspotenz der austreibenden Pappeln so groß, daß ein Schutz nicht mehr notwendig ist.

### 3.7 Erntetechnik

Den Ernte- und Transportkosten kommt letzlich die entscheidende Rolle hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit des Produktionssystems Kurzumtriebsfläche zu. Als Zeitraum für die Beerntung sollten ausschließlich die Wintermonate gewählt werden, da sowohl der Nährstoffentzug durch den bereits erfolgten Blattfall als auch eine Bodenverdichtung durch das Befahren von gefrorenen Böden minimiert werden können.

Hinsichtlich der konzeptionellen Rahmenbedingungen für Kurzumtriebsplantagen lassen sich zwei Modelle unterscheiden [Löffler et al. 1988]:

1. Das Modell "Landwirt" mit kleinflächigen Nutzungsformen, hohem Anteil an Eigenleistung und niedrigem Mechanisierungsgrad. Zur Ernte können Freischneidegeräte (Abb. 5) und leichte Motorsägen (Abb. 6) verwendet werden. Das anfallende Material dient hauptsächlich zur Energiegewinnung im landwirtschaftlichen Betrieb.
2. Das Modell "Industrie" mit großflächigen Nutzungsformen. Die anfallenden Arbeiten werden an Unternehmer vergeben, Mechanisierungsgrad und Flächenleistung sind hoch. Das Material wird industrieller Verwendung zugeführt oder dient der Energiegewinnung in größeren Heizkraftwerken.

Abb. 5: Ernte von Weiden mit einem Freischneidegerät auf der Versuchsfläche Abbachhof (Bild: Bäuml)

Abb. 6: Die Bügelmotorsäge ermöglicht eine aufrechte Fällhaltung.
In Zeitstudien wurde eine Leistung von bis zu 330 Bäumen pro Stunde ermittelt.

Das wirtschaftlichste Verfahren zur Produktion von Hackschnitzeln ist Fällen und Hacken in einem Arbeitsgang durch selbstfahrende Vollernter mit integriertem Häcksler. Die Aufwüchse werden von zwei Kreissägen oder Hackscheiben 10 - 15 cm über dem Boden vom Stock getrennt und mit Walzen in die integrierten Häckseleinrichtungen befördert.

Folgende Maschinen wurden bereits in Deutschland getestet:

Gehölzmähhäcksler Diemelstadt

Claas Mähhäcksler

Austoft (Australien)

Der Gehölzmähhäcksler ist ein Anbaugerät für einen Geräteträger, montiert an der Hydraulik eines Fendt mit 100 kW Leistung. Er fällt einreihige Aufwüchse bis zu einem Stockdurchmesser von 80 mm mit einer Kreissäge. Ein senkrecht arbeitender Hacker zerkleinert das Erntegut, das per Auswurfrohr in einen nachgezogenen Container geblasen wird. Die Leistung beträgt ca. 4,4 t atro/MAS [Wippermann 1995].

Abb. 7: GEHÖLZMÄHHÄCKSLER bei der Pappelernte (Bild: Döhrer).

Der CLAAS-Mähhäcksler wurde für die Weidenernte in Schweden konzipiert. Er trennt mit einem Vorsatz-Gebiß von zwei Kreissägen Aufwüchse in Doppelreihen mit einem Durchmesser bis zu 70 mm vom Stock. Das Fällaggregat wird von einem JAGUAR-Maishäcksler mit 260 kW getragen und erntet ca. 25 - 35 t/MAS grüne Biomasse [Wippermann 1995].

Abb. 8: CLAAS-Mähhäcksler (Bild: Friedrich)

Abb. 9: AUSTOFT-Erntemaschine (Bild: Burger)

Die AUSTOFT-Erntemaschine, ein modifizierter Zuckerrohrernter, fällt mit 2 Messerscheiben zweireihige Aufwüchse bis 70 mm, die dann gehäckselt und mit einem Förderband auf einen parallel laufenden Anhänger transportiert werden. Die Leistung beträgt ca. 18 t/MAS atro [Wippermann 1995].

Die Ernte von Industrieholz erfolgt mit der in der Forstwirtschaft üblichen Harvestertechnik.

Abbildung 10 verdeutlicht die Überlegenheit der hochmechanisierten Aufarbeitung mit kombiniertem Fällen und Häckseln. Die höchsten Kosten verursacht die motormanuelle Ernte mit der Bügelmotorsäge. Im Mittelfeld rangieren die selbstfahrenden Fäller-Bündler-Maschinen FRÖBBESTA und ESM 901.

Abb. : Produktionskosten pro t TS (atro) für die Bereitstellung von Hackschnitzeln aus Kurzumtriebsplantagen [Wippermann, J. 1995]

**3.8 Ökologische Bewertung**

Der Verzicht auf den Einsatz von Pestiziden und jeglicher Bodenbearbeitung, außer im Jahr der Anlage, in Verbindung mit der hohen Wurzelenergie von Pappel und Weide führt zu einer schnellen Humusanreicherung des Bodens. Die ständige Anwesenheit einer artenreichen Begleitflora (1994 in Wöllershof 103 Arten) vermindert die Erosion und schafft Lebensraum für viele Tierarten. Liesebach und Mulsow [1993] untersuchten die Besatzdichte der Sommervogelpopulation einer Kurzumtriebsfläche in Nordhessen. Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Überlegenheit der Plantage gegenüber der Feldflur, aber auch eine Unterlegenheit gegenüber dem angrenzenden Eichen-Fichten Bestand. Bei einer Analyse der Spinnenpopulation in Wöllershof wurden zwei Rote-Liste-Arten gefunden. Der Nachweis der Springspinne *Euophrys lanigera* auf der Versuchsfläche ist der erste Freilandfund in Bayern.

Auf der Versuchsfläche Wöllershof wurden mit Hilfe einer Saugkerzenanlage Wasserproben aus verschiedenen Bodenhorizonten entnommen. Eine Analyse der Proben hinsichtlich des Nitratgehaltes des Bodenwassers ergab ein schnelles Absinken der Nitratfrachten im Sickerwasser der Versuchsfläche weit unter den EU-Grenzwert von 50 mg/l. Den genauen Zeitverlauf der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser von Versuchsfläche und angrenzendem Acker zeigen die Abbildungen 11 und 12.

Abb. : Nitratkonzentration im Sickerwasser der Versuchsfläche Wöllershof

Abb. : Nitratkonzentrationen im Sickerwasser des angrenzenden Ackers

Ähnliche Ergebnisse erbrachten Untersuchungen des Lehrstuhles für Bodenkunde der Forstlichen Fakultät der

Universität München auf Versuchsflächen bei Regensburg. Sie zeigten einen schnellen Abbau der Nitratvorräte im Boden unter Schnellwuchsplantagen.

Das Verhältnis von Energie-Input und Energie-Output von Kurzumtriebsplantagen liegt bei 1 : 16 und ist im Vergleich zu anderen Biomasseproduktionen auf landwirtschaftlichen Flächen außerordentlich günstig. Es wird lediglich bei der Produktion von Waldholz bei üblicher hoher Umtriebszeit mit einem Verhältnis von 1 : 24 übertroffen.

# 4 Holz aus Kurzumtriebsplantagen - ein nachwachsender Energieträger

Norbert Remler
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; Freising

## 4.1 Einleitung

Die spätestens mit den Energiekrisen bewußt gewordene Endlichkeit der Vorräte an fossilen Energieträgern erfordert eine an langfristigen Notwendigkeiten ausgerichtete Energiepolitik. In der Wissenschaft gilt es inzwischen als unstrittig, daß der durch die Verbrennung fossiler Energieträger bedingte zusätzliche CO2-Eintrag in die Erdatmosphäre einen Treibhauseffekt bewirkt, der irreversible Klimaveränderungen zur Folge haben wird.

Ressourcenschonung und Vermeidung von Umweltschäden erfordern künftig in verstärktem Ausmaß eine Energiepolitik, die zum einen versucht, das reichlich vorhandene Potential von Energieeinsparmöglichkeiten auszuschöpfen und darüber hinaus regenerative Energieträger verstärkt zu nutzen.

Ohne einen forcierten Anbau von schnellwachsenden Baumarten und ohne die Bewirtschaftung als Energieholzplantagen können die hochgesteckten Ziele der bayerischen Staatsregierung, nämlich bis zum Jahr 2000 5% des Primärenergiebedarfs aus Biomasse abzudecken, nicht erreicht werden. Energieholzplantagen werden allerdings ohne eine gleichzeitige energetische Verwertung der produzierten Biomasse keine wirtschaftliche Bedeutung erlangen. Bei Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen muß sich diese energetische Nutzung an dem tiefen Preisniveau für fossile Energieträger orientieren. Daher gilt es herauszufinden, unter welchen Bedingungen ein wirtschaftlicher Einsatz von Energieholz aus Kurzumtriebsplantagen erreicht werden kann.

## 4.2 Hintergründe

Lange Zeit war Holz nicht nur das wichtigste Baumaterial, sondern auch der einzige Energieträger. Mit der einsetzenden Industrialisierung verdrängten fossile Energieträger Holz in zunehmenden Maße. Zunächst trat Kohle und schließlich Erdöl immer mehr in den Vordergrund. Heute scheint Erdgas das Rennen um die entscheidenden Anteile bei der Versorgung der Menschheit mit Primärenergie zu machen.

Im Jahr 1992 deckten die klassischen fossilen Energieträger in Bayern 71% des Primärenergiebedarfs ab (*in der Bundesrepublik lag der Anteil bei 90%*), während die Kernenergie in Bayern einen Anteil von 22% an der Primärenergieversorgung hatte. Über 92% der verbrauchten Primärenergieträger mußten importiert werden. Der Anteil der regenerativen Energieträger (Wasserkraft und Biomasse) liegt in Bayern bei rund 7%. Holz, das in der amtlichen Statistik als eigener Energieträger nicht ausgewiesen wird, ist heute an der Energieversorgung der bayerischen Bevölkerung nur noch mit circa 1% beteiligt. Holz aus Kurzumtriebsplantagen hat bis dato keine Bedeutung (vgl. Abb 13).

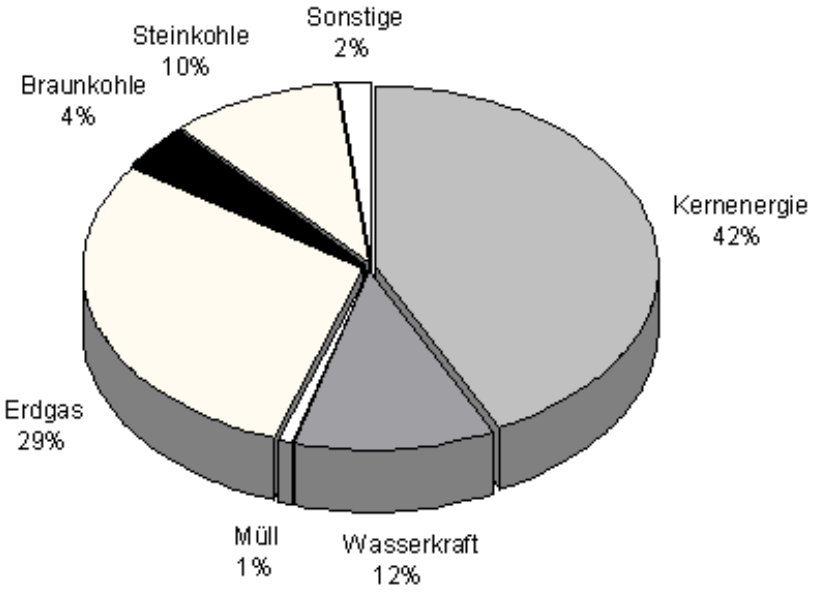


Abb. : Struktur des Primärenergieverbrauchs in Bayern 1992
[Bayerisches Staatsministerium Für Wirtschaft Und Verkehr 1993]

In Österreich beträgt dagegen der Anteil der sogenannten "Bioenergie" bereits heute 15 %. Eine ähnliche Situation kann man in der Schweiz, Dänemark, Finnland und Schweden vorfinden.

Besonders in Schweden ist der Anbau von schnellwachsenden Baumarten und die Bewirtschaftung in Kurzumtrieben weit verbreitet. Es existieren dort schon heute 16.000 ha. Die dort produzierte Biomasse wird überwiegend in größeren Heizwerken thermisch verwertet. Die produzierte Energie versorgt über Nahwärmenetze Industrieanlagen und Wohngebiete.

### 4.3 Energieholz-Verwertungskonzepte

In Deutschland wird derzeit der mögliche Einsatz von Holz als Energieträger verwendungsseitig begrenzt. Das potentielle Energieholzangebot trifft auf keine entsprechende Nachfrage. Daraus folgt zum einen, daß die in unseren Wäldern vorhandenen Energieholzpotentiale größtenteils ungenutzt bleiben, zum anderen werden die aufgrund der landwirtschaftlichen Überproduktion stillgelegten Flächen nicht in dem Ausmaß zum Anbau von Energieträgern genutzt, wie dies wünschenswert wäre. Aus diesem Grund kann der Anbau schnellwachsender Baumarten und die Bewirtschaftung im Kurzumtrieb zur Produktion von Energieholz nur im Verbund mit der Errichtung von Holzenergieanlagen geschehen.

Potentielle Energieholzproduzenten und potentielle Energieholzverbraucher müssen zu einer Synthese finden. Diese Synthese ist dann sehr leicht möglich, wenn der Energieholzproduzent und Energieverbraucher ein und dieselbe Person ist. Die Eigenversorgung mit Energie kann vom Landwirt übernommen werden. Soll das Hauptaugenmerk weiterer Bemühungen auf die Errichtung größerer Energieanlagen mit Nahwärmeversorgung gerichtet werden, könnte die Kombination von Sägerestholz, Wald- und Feldholz (Energiemix) zu einer höheren Aufkommensdichte führen und damit die Transportkostenbelastung vermindert werden. Bei der Realisierung von größeren Projekten kommt der örtlichen Initiative, nicht zuletzt auch den kommunalen Aktivitäten eine sehr große und wichtige Bedeutung zu.

Die Funktionsfähigkeit einer dezentralen Energieversorgung im ländlichen Raum setzt voraus:

- Schaffung der erforderlichen energiepolitischen Rahmenbedingungen
- Abschluß von mittel- bis langfristigen Lieferverträgen
- Ausbau der Ernte- und Transportinfrastruktur

### 4.4 Technische Aspekte und Einsatzmöglichkeiten

Holz als Energieträger ist im Gegensatz zu Öl und Gas kein genormtes Gut. In ihren Eigenschaften können daher Hackschnitzel sehr stark variieren. Die Einsatzmöglichkeiten von Energieholzhackschnitzel in verschiedenen Feuerungsanlagen sind im wesentlichen von zwei Kriterien abhängig: Diese sind zum einen die Stückgröße, zum anderen der Wassergehalt.

Bei der Stückgröße wird zwischen Fein- und Grobhackschnitzeln unterschieden. Sie hat sich nach dem vorhandenen Feuerungssystem zu richten. Bestimmt wird die Stückgröße von der eingesetzten Erntemaschine bzw. vom zum Einsatz kommenden Hacker.

Hackschnitzel aus Energieholzplantagen weisen unmittelbar nach der Ernte im Winter einen Wassergehalt zwischen 50% und 60% auf. Daher ist für die Verbrennung von Hackschnitzeln entweder eine Vortrocknung außerhalb der eigentlichen Feuerung oder aber eine dort integrierte "Trockenzelle" erforderlich. Mit abnehmendem Wassergehalt wird einerseits das Emissionsverhalten der Feuerungsanlagen positiv beeinflußt, andererseits steigt der Heizwert der Hackschnitzel an (vgl. Abb. 14).

Bei einer notwendigen Vortrocknung sind grundsätzlich 2 Verfahren einsetzbar. Die technische und die natürliche Trocknung. Wegen des zusätzlichen Energieaufwands und der benötigten Lagerräume erscheint die technische Trocknung für Hackschnitzel aus Kurzumtriebsflächen als ein sehr aufwendiges Verfahren. Dagegen kann die natürliche Trocknung entweder durch Lagerung des zu hackenden Materials am Gewinnungsort oder durch Lagerung der Hackschnitzel am Einsatzort erfolgen. Untersuchungen in den neuen Bundesländern haben gezeigt, daß bei einer Lagerung der Hackschnitzel im Freien diese selbst ohne Energiezufuhr in einem relativ kurzen Zeitraum trocknen.

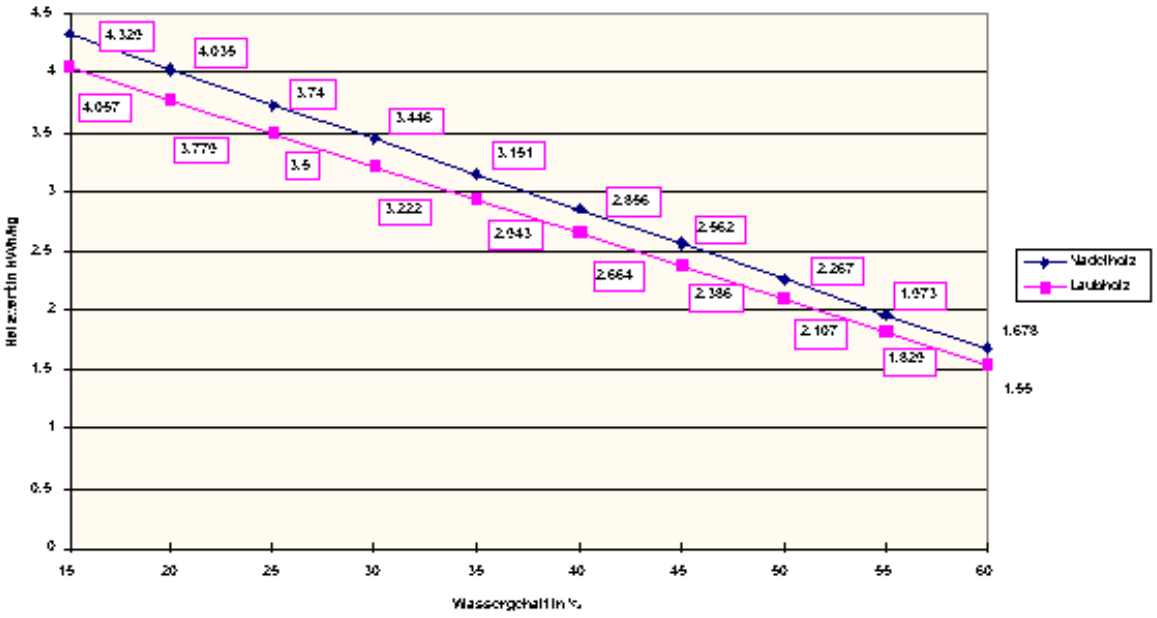


Abb. : Einfluß des Wassergehaltes auf den Heizwert [Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft Steiermark 1990]

Entsprechend vorgetrocknetes Holz kann zur reinen Wärmeerzeugung oder zur Strom- und Wärmeerzeugung über den klassischen Dampfprozeß eingesetzt werden:

Das Spektrum der Einsatzmöglichkeiten von Hackschnitzeln in Feuerungsanlagen zur reinen Wärmeerzeugung ist groß. Es erstreckt sich von 25 kW bis zu 10 MW Anlagen. Sollen Hackschnitzel aus Kurzumtriebsflächen in Kleinanlagen eingesetzt werden ist eine Vortrocknung unerläßlich. Der Wassergehalt sollte 30 % nicht überschreiten. Beim Einsatz in Großfeuerungsanlagen können in der Regel auch erntefrische Hackschnitzel eingesetzt werden, da hier die Trocknungsphase im Verbrennungsvorgang integriert ist.

Unter den derzeitigen Rahmenbedingungen ist es nicht einfach, wirtschaftlich tragfähige Konzepte für Heizwerke mit Nahwärmeversorgung zu finden. Bis heute konnten dennoch 25 derartige Anlagen in Bayern umgesetzt werden. Zahlreiche weitere sind in der Konzeptions- und Planungsphase.

Unabdingbare Voraussetzungen für größere Holzenergieanlagen sind:

- eine hohe Anlagenauslastung (möglichst über 3.000 Vollaststunden)
- eine möglichst konstante und ganzjährige Wärmeabnahme
- eine hohe Anschlußdichte bei Nahwärmekonzepten

Aus diesem Grund können die nachfolgend aufgeführten Wärmeabnehmer als ideale "*Bio-Energieabnehmer*? bezeichnet werden:

- Wohngebiete mit möglichst dichter Bebauung
- Gewerbegebiete
- Schlachthöfe; Molkereien; Brauereien
- Holzverarbeitende Betriebe mit Trocknungsanlagen
- Industrieanlagen
- kommunale Gebäude
- Krankenhäuser; Wohnheime; Schulzentren; Schwimmbäder

Generell kann für alle genannten Einsatzbereiche festgehalten werden, daß sich die Feuerungstechnologie in den letzten 10 Jahren rasant entwickelt hat. So können heute Hackschnitzelfeuerungen stufenlos zwischen 30 und 100 % der Last gefahren werden. Wartung und Betrieb der Anlagen sind störungsfrei und komfortabel geworden.

Strom- und Wärmeerzeugung mit Holz als Energieträger in dampfbetriebenen Anlagen wird erst ab einer thermischen Leistung von etwa 10 MW betriebswirtschaftlich interessant. Die Anforderungen an die Energiekonzeption sind ähnlich wie die oben beschriebenen Voraussetzungen. Schwierigkeiten bei der Verwirklichung solcher Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen ergeben sich daraus, den hohen Wärmeanteil von etwa 80 % abzusetzen.

Die Holzvergasung und anschließende Nutzung des Gases in Motoren befindet sich derzeit noch in der Entwicklungsphase. Sollte diese Art der Holznutzung in den nächsten Jahren Praxisreife erlangen, so ergeben sich interessante neue Perspektiven für die Kraft-Wärme-Kopplung im kleineren Leistungsbereich.

### 4.5 Betriebswirtschaftliche Betrachtung

Holz ist als Brennstoff zur Erzeugung von Wärme und/oder Strom hervorragend geeignet, da bei der Konversion durch direkte thermische Verwertung sehr hohe Wirkungsgrade zu erzielen sind. Die Brennstoffkosten für Energiehackgut aus Kurzumtriebsplantagen werden bei Transportentfernungen bis etwa 30 km niedriger oder annähernd gleich liegen wie die entsprechenden Kosten für Öl und Gas. Dagegen übersteigen die Investitionskosten für Holzenergieanlagen deutlich die Investitionskosten für Öl- und Gasanlagen. Wesentliche Komponenten für die Mehrkosten sind dabei die Brennstofflagerung und -aufbereitung, die mechanische Brennstoffentnahme, die automatische Beschickung, der automatische Ascheaustrag und (bei größeren Anlagen) die Rauchgasreinigung.

Durch die Verdoppelung der Investitionssumme beim Übergang von Heizöl auf Holz als Brennstoff steigen die jährlichen Kapitalkosten um 100 % und bewirken (bei einer identischen Zahl von Betriebsstunden pro Jahr) einen analogen Kostenanstieg pro erzeugter Energieeinheit. In der Regel werden die "biomassebefeuerten" Anlagen auch noch durch höhere Betriebskosten benachteiligt. Dies sind zumeist ein höherer Eigenenergieverbrauch, der sich in einem vermehrten Zukauf von Fremdstrom niederschlägt, und etwas höhere Personalkosten.

Die bereits vorher erwähnte hohe Anlagenauslastung ist aus betriebswirtschaftlichen Gründen, insbesondere bei größeren Biomasse-Heizanlagen, unerläßlich, um in den Bereich der Wirtschaftlichkeit zu gelangen. Aus diesem Grund sind sie zur Abdeckung von Grundlasten wesentlich besser geeignet, als zur Abdeckung von Spitzenlasten. Da Spitzenlasten jedoch nur an wenigen Tagen im Jahr auftreten, ist es einfach, diese konventionell mit fossiler Ernergie abzudecken.

### 4.6 Volkswirtschaftliche Aspekte

Zieht man neben der rein betriebswirtschaftlichen Betrachtungsweise auch verschiedene volkswirtschaftliche und regionalpolitische Vorteile einer umweltfreundlichen und erneuerbaren Energie mit ins Kalkül ein, so schneiden dezentrale Holzenergieprojekte um so besser ab:

- Die Wertschöpfung für Bereitstellung der Energieträger verbleibt in der Region.
- Die Anlage und die Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen hat beschäftigungspolitische Aspekte.
- Durch eine Diversifizierung unserer Energieträger tragen Land- und Forstwirte zur Versorgungssicherheit bei.

### 4.7 Umweltaspekte der Holzverbrennung

Moderne Hackschnitzelfeuerungsanlagen zeigen hinsichtlich ihrer Emissionen geringe Unterschiede zu Öl- und Gasheizungen. Der große Vorteil der Holzenergie ist die Kohlendioxid-(CO2)-Neutralität und das Fehlen der Schwefeldioxid (SO2)-Emissionen. Hackschnitzel aus schnellwachsenden Baumarten sind im Gegensatz zu den über Jahrmillionen gebildeten fossilen Energieträgern ein ständig nachwachsender Rohstoff.

Bei entsprechenden Verbundprojekten wird dieser Rohstoff in unmittelbarer Nähe der Energieverbraucher produziert und muß nicht risikoreich über enorme Distanzen transportiert werden. Fossile Hilfsenergien können zusätzlich gespart werden.

### 4.8 Politische Situation - Förderprogramme

Heute sind Biomasseenergieträger in den allerwenigsten Fällen bei einer energetischen Verwertung gegenüber fossilen Energieträgern ohne staatliche Bezuschussung wettbewerbsfähig. Der Grund hierfür liegt am sehr tiefen Preisniveau der fossilen Energieträger und an den erwähnten höheren Investitionskosten. Allerdings werden die Umweltfolgekosten durch den Einsatz von fossilen Energieträgern nicht monetär berücksichtigt.

Die Politik hat derzeit einige Rahmenbedingungen verändert, die die Erzeugung und Verwertung von nachwachsenden Rohstoffen positiv beeinflussen. Sowohl für die Wärme-, wie für die Stromerzeugung existieren eine Reihe von Fördermöglichkeiten:

- Auf EU-Ebene existieren verschiedene Programme, die in erster Linie auf die Förderung von Großanlagen ausgerichtet sind. Zuständig für die Abwicklung sind die 5b-Stellen sowie das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Die Antragsbearbeitung läuft in der Regel über C.A.R.M.E.N. e.V..
  Das "Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien" sieht die Förderung von Holzfeuerungsanlagen ab 15 kW Heizleistung vor. Hierbei können Zuschüsse von 250 DM/kW bis maximal 200.000 DM je Einzelanlage in Anspruch genommen werden. Anträge können beim Bundesamt für Wirtschaft (*Frankfurter Straße 29 - 31; 65760 Eschborn; Tel.: 06196/404-493; Fax: 06196 / 942260*) angefordert werden.
- Im Gegensatz hierzu ist das bayerische Technologieförderprogramm für Holzzentralheizungen derzeit ausgereizt.
- Im Rahmen des Stromeinspeisungsgesetzes wird die Stromwirtschaft verpflichtet, Strom aus erneuerbaren Energien in ihr Netz aufzunehmen. Die Einspeisevergütung für Strom aus Biomasse beträgt 80 % des durchschnittlichen Stromabgabepreises, derzeit 15,36 Pf/kWh.

### 4.9 Ausblick

Die Technik für die Energiegewinnung aus Hackschnitzel ist vorhanden und vielfältig in der Praxis erprobt. Die energetische Verwertung von Hackschnitzeln aus Kurzumtriebsflächen befindet sich an der Wirtschaftlichkeitsschwelle. Förderprogramme geben entsprechende Anreize zu einer thermischen Verwertung. Den entscheidenden und notwendigen Wettbewerbsvorteil würden die nachwachsenden Rohstoffe allerdings durch eine Besteuerung der fossilen Energieträger erhalten.

# 5 Ökonomische, agrar- und forstpolitische Aspekte des Anbaus von schnellwachsenden Baumarten

Hans-Ulrich Sinner
Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft

## 5.1 Einleitung

Von den drei Gesichtspunkten, die die Überlegungen zum Anbau schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb anregten, nämlich die Rohstoffverknappung, die Energieerzeugung und die Überproduktion spielt der letzte derzeit die gewichtigste Rolle. Die 1992 beschlossene Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU hat mit der Einführung von Stillegungsregelungen einschneidende Änderungen vorerst für den Anbau von Getreide, Ölsaaten, Eiweißpflanzen und Lein gebracht. Praktisch zeitgleich hierzu wurde auch eine verbesserte Förderung der Erstaufforstung beschlossen.

## 5.2 Rechtliche Situation und Förderung

Beim Anbau schnellwachsender Baumarten können grundsätzlich zwei Wege beschritten werden, die sich in der Antrags- und Genehmigungsform, ebenso auch in der Förderpraxis unterscheiden:

### a) Flächenstillegung

Für das Erntejahr 1996 gilt ein einheitlicher Stillegungssatz von 10 Prozent für alle Stillegungsformen. Ein Neueinstieg in die "garantierte Dauerbrache" ist in Deutschland faktisch nicht möglich. Für den Anbau mehrjähriger nachwachsender Rohstoffe gilt die "einfache Stillegung" (bisher Regelsatz von 5 Prozent über dem der "sechsjährigen Rotationsbrache").

Für "schnellwüchsige Forstgehölze mit einer Umtriebszeit von höchstens 10 Jahren" die für Energiezwecke bestimmt sind (keine Weihnachtsbäume), sind die Anbau- und Abnahmevertragsregelungen wesentlich vereinfacht. Der Landwirt ist lediglich verpflichtet, seiner zuständigen Behörde gegenüber darzulegen, wie die stillgelegte Fläche genutzt werden soll.

Mit dem "Gesetz zur Gleichstellung stillgelegter und landwirtschaftlich genutzter Flächen" vom 10. Juli 1995 (BGBl I S. 910) hat der Bundestag entscheidende Erleichterungen beschlossen: Die Flächen werden nicht Wald, eine Aufforstungsgenehmigung bzw. Rodungserlaubnis ist nicht erforderlich. Ansprechpartner für den anbauwilligen Landwirt ist damit das zuständige Amt für Landwirtschaft.

Das Gesetz lautet (Auszug):

1. *Flächen, die nach Maßgabe der Verordnung (EWG) Nr. 1765/92 des Rates vom 30. Juni 1992 zur Einführung einer Stützungsregelung für Erzeuger bestimmter landwirtschaftlicher Kulturpflanzen (ABl. EG Nr. L 181 S.12) stillgelegt worden sind, gelten weiterhin als landwirtschaftlich genutzte Flächen.*
2. *Die für die Landwirtschaft in anderen Rechtsgebieten geltenden Rechtsvorschriften ... finden auf diesen Flächen weiterhin Anwendung. Die infolge der Stillegung geänderte Beschaffenheit der Flächen bleibt hierbei unberücksichtigt. Insbesondere bleibt das Recht, diese Flächen nach Beendigung der Stillegungsperiode in derselben Art und demselben Umfang wie zum Zeitpunkt vor der Stillegung nutzen zu können, unberührt.*

Der Stillegungsausgleich beträgt in Bayern derzeit **753 DM/ha**. Daneben ist aber keine weitere Förderung durch EU-Beihilfen möglich.

**b) Erstaufforstungsflächen**

Bis zum Inkrafttreten des oben genannten Gesetzes, sowie für Flächen, die nicht auf die Stillegung angerechnet werden, bedeutet die Erstaufforstung mit schnellwachsenden Baumarten eine genehmigungungspflichtige Nutzungsänderung: Es ist eine Aufforstungsgenehmigung gemäß Artikel 16 des Waldgesetzes für Bayern erforderlich. Gegenüber der klassischen Aufforstung hat die Bayerische Staatsforstverwaltung bereits 1986 eine Erleichterung verfügt, die die Anlage von Kurzumtriebsflächen begünstigt (*LMS vom 21.8.1986, F1-FG 100c-1499*): Mit der Aufforstungserlaubnis kann dem Eigentümer der Fläche auf Antrag die Zulässigkeit einer späteren Rodung innerhalb eines zu bestimmenden Zeitraumes in Aussicht gestellt werden. Der Zeitrahmen (meist 20-30 Jahre) ist im Benehmen mit der unteren Forstbehörde festzulegen. Mit dieser Regelung ist eine erlaubnispflichtige Rodungsgenehmigung nach Art. 9 Abs. 2 BayWaldG wesentlich einfacher zu erhalten. Der Grundeigentümer hat damit gegenüber der klassischen Aufforstung größere Freiheit in der Bewirtschaftung dieser Flächen.

Nach den ?Richtlinien für die Gewährung von Zuwendungen im Rahmen eines Waldbaulichen Förderprogramms? (WaldFöP-RL 1995) des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten werden standortsgemäße Aufforstungen mit schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb (Energiewälder) gefördert, wenn eine Rodung vor Ablauf von zwölf Jahren nicht vorgesehen ist (ansonsten ist die Zuwendung samt Zinsanspruch zurückzuzahlen). Die Förderpauschale beträgt **10.400 DM/ha**, da es sich um die Erstaufforstung von Laubbaumbeständen handelt. Vorarbeiten, z.B. die Standorterkundung vor Erstaufforstungen oder Bodenanalysen, werden ebenfalls pauschal gefördert, unter bestimmten Bedingungen auch die Nachbesserung von Ausfällen.

Eine jährliche Prämie zum Ausgleich von Einkommensverlusten aus der Erstaufforstung wird nicht gewährt für Aufforstungen, die im Kurzumtrieb bewirtschaftet werden. Dies ist darin begründet, daß beim Anbau schnellwachsender Baumarten gegenüber der klassischen Aufforstung wesentlich früher ertragbringende Nutzungen gezogen werden können.

Neben einer Zuwendung nach den WaldFöP-RL 1995 dürfen andere staatliche Mittel für die gleiche Maßnahme nicht in Anspruch genommen werden. Bei Einsatz anderer öffentlicher Mittel darf die Summe der Zuwendungen 80 % der zuwendungsfähigen Kosten nicht überschreiten.

Letztlich liegt die Entscheidung beim Grundeigentümer, ob er finanzielle Zuwendungen nach dem konjunkturellen Stillegungsprogramm oder nach dem Waldbaulichen Förderprogramm beantragen will. Eine intensive Beratung durch die zuständigen Behörden, Amt für Landwirtschaft und Ernährung sowie Forstamt, ist in jedem Fall empfehlenswert.

### 5.3 Agrar- und forstpolitische Aspekte

Der wichtigste agrarpolitische Aspekt beim Anbau schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb, Abbau der Überproduktion von Nahrungs- und Futtermitteln, ist bereits genannt. Ebenso ist es Ziel der europäischen und auch der deutschen Forstpolitik, die Erstaufforstung als flankierende Maßnahme der gemeinsamen Agrarpolitik zu fördern. Aus raumordnerischen und landeskulturellen Gesichtspunkten ist dabei wichtig, wo neue zusätzliche Flächen aufgeforstet werden: Wo viel Wald ist, wird die Anlage von Kurzumtriebsflächen weit weniger erwünscht sein als in waldarmen Gebieten. Leider wollen die Grundeigentümer jedoch in landwirtschaftlich benachteiligten und deshalb meist waldreichen Gebieten eher Flächen umwandeln als in landwirtschaftlich ertragreichen und daher traditionell waldarmen Regionen. Hier ist noch zusätzlicher Steuerungsaufwand erforderlich.

Hauptziel der bayerischen Raumordnungspolitik ist es, möglichst gleichwertige Lebensbedingungen in städtischen und ländlichen Regionen zu schaffen. Der Anbau schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb bietet hier Möglichkeiten: Gegenüber der üblichen landwirtschaftlichen Nutzung bedeutet er zwar eine Extensivierung - es muß weniger Arbeitskraft, aber auch weniger Kapital in die Fläche investiert werden. Gleichzeitig ermöglicht er aber dem Eigentümer, seine Fläche weiterhin selbst zu bewirtschaften und in regelmäßigen Abständen Nutzen und Ertrag aus ihr zu ziehen. Hinzu kommt, daß die Hauptarbeit neben der einmaligen Bepflanzung, die Ernte, in Perioden geringen Zeitbedarfs für landwirtschaftliche Arbeiten erfolgt.

Selbst wenn der Eigentümer seine Fläche nicht oder nur teilweise selbst bewirtschaftet, stehen in den bewährten bayerischen Selbsthilfeorganisationen

der *Maschinen-* und *Betriebshilfsringe* Vereinigungen zur Verfügung, um die Arbeit "vor Ort" durchzuführen. Sie können auch bei größeren Anbauflächen nötige Maschinen effektiver einsetzen als ein einzelner Eigentümer.

Beim derzeitigen Holzmarkt ist es ein wichtiges forstpolitisches Ziel, die Verwertungs- und Verwendungsmöglichkeiten von Holz zu steigern.

Die Nutzungsmöglichkeiten für Material aus Kurzumtrieben in der holzverarbeitenden Industrie sind derzeit minimal und treten in Konkurrenz zu einem hohen Angebot an schwachem Waldholz. Auch wenn im ländlichen Raum Holz noch wesentlich häufiger als Brenn- und Heizmaterial eingesetzt wird als vielfach vermutet, ist hier die energetische Verwertung vor Ort mit kurzen Transportentfernungen wesentlich aussichtsreicher, wenn entsprechende Kapazitäten aufgebaut sind. Holz aus Kurzumtriebsflächen und schwaches, anderweitig kaum verwertbares Waldholz treten hier nicht in Konkurrenz, sondern ergänzen sich. Sie führen eher zu einer Marktstärkung für Holz insgesamt, wie das Beispiel in unserem Nachbarland Österreich zeigt: Dort beginnt die holzverarbeitende Industrie gegen den weiteren Ausbau zentraler Holzheizanlagen zu opponieren (in Österreich sind Anlagen von zusammen über 1.500 MW installiert), weil man befürchtet, daß der kostengünstige Rohstoff Schwach- und Restholz für die eigenen Kapazitäten knapp wird. Knappe Ressourcen bedeuten aber in der Regel höhere Preise.

### 5.4 Ökonomische Aspekte

Die Versuchsflächen des Forschungsprojektes ST1 ?*Anbauversuche mit schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb*? erlauben noch keine exakte, allgemeingültige Kalkulation der Anlage-, Bewirtschaftungs- und Erntekosten. Dazu sind die versuchsbedingten Einflüsse noch zu groß. Wir müssen uns daher weitgehend auf Modellrechnungen stützen.

Die Anlage der Fläche in Wöllershof kostete circa 6.600 DM je Hektar, wobei die Pflanzen von einer Firma gekauft, die Stecklinge kostengünstig erworben werden konnten. Die Arbeiten wurden überwiegend von Mitgliedern des örtlichen Maschinenrings, aber auch von Waldarbeitern des Forstamts Flossenbürg durchgeführt. Rechnet man die versuchsbedingten Kosten wie Zaunbau (circa 1.500 DM/ha), exakte Pflanzung mit häufigem Wechsel der Sorte, zusätzliche Pflege und Mäusebekämpfung weg, dürften sich realistische Anlagekosten von rund 4.000 DM ergeben. Diese Kosten könnten bei weiterer Kostenoptimierung sicher nochmals gesenkt werden. Einflußfaktoren für die Begründung sind die Kosten des Materials und der Pflanzverband - je enger er gewählt wird, desto mehr Pflanzen und Stecklinge fallen an.

Die Bewirtschaftungskosten während der Umtriebszeit sind relativ gering, wenn keine größeren Nachbesserungen oder Pflegemaßnahmen im ersten Jahr erforderlich werden. Hier muß immer zwischen den Produktionseinbußen und

den entstehenden Kosten abgewogen werden. Eine Düngung ist auf der Versuchsfläche *Abbachhof* auch in der dritten fünfjährigen Rotation noch nicht nötig geworden; eine mäßige Düngung wird möglicherweise in Zukunft erforderlich werden, um den Nährstoffentzug auszugleichen.

Weitgehend unbekannt sind noch die Erntekosten. Sie hängen ab von der Produktion auf der Fläche, der Stärke des erzeugten Materials (Stück-Masse-Gesetz) und der eingesetzten Erntetechnik. Versuchseinsätze in Hessen haben bei vierjährigem Umtrieb mit der dort eingesetzten Maschinenkombination z.B. Erntekosten von ca. 20 DM/t atro ergeben.

Weitgehend unbekannt sind die Erlöse für das erzeugte Material, da noch kein Markt und damit auch kein Marktpreis vorhanden ist. Man behilft sich deshalb unter Berücksichtigung des Heizwertes und der unterschiedlichen Energieinhalte mit einem Vergleich zu den Kosten konkurrierender fossiler Energieträger, um theoretisch erzielbare Preise für Holzhackschnitzel herzuleiten. Dabei wird ein Wassergehalt von 30% unterstellt. Bezogen auf die absolute Trockensubstanz ergeben sich sogenannte Äquivalenzpreise von 150 bis 500 DM/t atro. Bei derzeitigen Preisen für Erdgas und Heizöl, ohne Berücksichtigung der indirekten Kosten dieser Energieträger und ohne eine Besteuerung der Kohlendioxid-Freisetzung [2] dürften die erzielbaren Preise bis auf weiteres eher im unteren Niveau verharren.

Die Wirtschaftlichkeit von Kurzumtriebsflächen wird außerdem beeinflußt von der Zahl der möglichen Umtriebe, bis zu dem Zeitpunkt, an dem eine Ersatzanlage erforderlich wird. Ebenso muß mit zunehmendem Alter der Anlage das steigende Risiko, daß Störungen der Produktionsleistung eintreten, berücksichtigt werden. Trotz aller positiven Ergebnisse bei sehr kurzen Rotationen und der Möglichkeit, das Risiko durch den Anbau verschiedener Sorten und Klone zu senken, wissen wir über beide Faktoren noch wenig.

Zusätzlich fallen die Aufwendungen für die Ernte und die Erträge periodisch an, müssen also zu Vergleichszwecken entweder auf den Bewertungszeitpunkt diskontiert oder als Annuitäten (unter Berücksichtigung von Zins und Tilgung) für einen Betrachtungszeitraum berechnet werden.

G. Küppers [1995] von der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Hamburg berechnete für verschiedene Umtriebszeiten, Massenleistungen sowie unterschiedliche Verkaufserlöse Annuitäten für den Kurzumtriebsbetrieb. So ließen sich bei einer Umtriebszeit von nur drei Jahren und bei bis zu sieben Rotationen Annuitäten errechnen, die in vielen Fällen unter Berücksichtigung des Arbeitseinsatzes positive Erträge erwarten ließen. Wegen der Vielzahl der theoretischen Annahmen wurden von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft solche Kalkulationen bis jetzt noch nicht durchgeführt. Alle Annahmen deuten jedoch darauf hin, das die Kosten für fossile Brennstoffe in Zukunft steigen werden und damit die Konkurrenzfähigkeit

von Holz als nachwachsendem Rohstoff erhöht wird.

Auch wenn noch nicht alles bis ins Letzte erforscht, untersucht und berechnet ist, ist der Anbau schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb ein Angebot, das die Forstwirtschaft zur Nutzung freiwerdender landwirtschaftlicher Flächen und zur Verbesserung der Wirtschafts- und Umweltbedingungen machen kann.

Zusätzliche Arbeits- und Einkommensmöglichkeiten bieten sich, wenn landwirtschaftliche Betriebe nicht nur den Rohstoff ?Energieholz? erzeugen, sondern wenn sie genossenschaftlich auch die Heizanlagen betreiben. Dann bleibt auch der Erlös für das Produkt, Wärme und/oder elektrischer Strom in ihrer Hand. Neben zahlreichen Beispielen in Österreich und in Skandinavien gibt es hierfür auch bei uns erste erfolgreiche Ansätze.

## 6 Literatur


Anderl, J. (1987): Heizen mit Holz - eine Herausforderung für die Forstwirtschaft; Österreichische Forstzeitung.

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1995): Richtlinien für die Gewährung von Zuwendungen im Rahmen eine Waldbaulichen Förderprogrammes (WaldFöP-RL 1995).

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Verkehr (1994): Energiebericht Bayern 1992/1993

Blick, T. (1996): Spinnen (Arachnida) und weitere Gliedertiere (Arthropoda) in der 4-jährigen Kurzumtriebsfläche Wöllershof (Oberpfalz) im Vergleich zum angrenzenden Acker, Interner Bericht der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1993): Technikfolgen-abschätzung zum Thema Nachwachsende Rohstoffe

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1995): Die europäische Agrarreform.

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1995): Agrarbericht 1995

CMA (1995): Biomasse-nachwachsende Energie asu Land- und Forstwirtschaft

Döhrer, K. (1994): Holz aus Kurzumtrieb auf landwirtschaftlichen Flächen, Holz-Zentralblatt Nr. 133.

Friedrich, E. (1995): Produktionsbedingungen für die Bewirtschaftung schnellwachsender Baumarten im Stockausschlagsbetrieb in kurzen Umtriebszeiten auf landwirtschaftlichen Flächen. **In**: Tagungsband Statusseminar Schnellwachsende Baumarten am 23. und 24. 10.1995 in Kassel. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. Gülzow.

Friedrich, E.; Hoffmann, M. (1994): Züchterische Maßnahmen zur Sicherung der Produktion und anbautechnische Untersuchungen der Biomasseproduktion in forstlichen Schnellwuchsplantagen. Forschungsbericht 1994.

Gesetz zur Gleichstellung stillgelegter und landwirtschaftlich genutzter Flächen. Bundesgesetzblatt (BGBl.), Jahrgang 1995, Teil I.

Hartmann, H; Strehler, A. (1995): Die Stellung der Biomasse im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energieträgern aus ökologischer, ökonomischer und technischer Sicht. Schriftenreihe des Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. ?Nachwachsende Rohstoffe?, Band 3.

Haschke, P. (1995): Der Anbau von Energiewald auf leichten Sand- und Kippböden und die Nutzung des forstwirtschaftlichen Energieholzpotentials

Institut für Energieversorgung (IEV) (1993): Abschlußbericht zur Lagertrocknung von Holz-Hackschnitzeln

Kollert, W. (1988): Anbau schnellwachsender Laubbaumarten in Kurzumtrieben auf landwirtschaftlichen Nutzflächen, AFZ Nr. 30.

Küppers, G. (1995): Ökonomische Aspekte der Kurzumtriebswirtschaft. **In**: Tagungsband Statusseminar Schnellwachsende Baumarten am 23. und 24. 10.1995 in Kassel. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. Gülzow.

Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft Steiermark (1990): Heizen mit Holz

Liesebach, M.; Mulsow, H. (1993): Zur Bedeutung des Landschsftselements "Kurzumtriebswald" für den Sommervogelbestand, Forschungsbericht der BFH, Hamburg.

Löffler, H.D.; Patzak, W.; Dürrstein, H. (1988): Ernte von Kurzumtriebsplantagen. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 90.

Lüdke, R. (1994): Energieerzeugung aus Biomasse am Beispiel Österreichs. Der Wald Berlin:

Niedermeyer, F. (1994, 1995): Vegetationskundliche Untersuchungen auf der Kurzumtriebsversuchsfläche Wöllershof,
Bericht an die Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft.

Niesslein, E. (1987): Holz als nachwachsender Rohstoff; Expertenkolloquium: Die Entwicklung der Forstwirtschaft, Rohholzpotentiale, Produktionsziele und Entwicklung des Holzangebotes

Ortmaier, E.; Thoma, H. (1993): Agrarökonomische Begleitforschung für Biomasse-Heizwerke in Bayern

Rohmeder, E.; Schönbach, H. (1959): Genetik und Züchtung der Waldbäume. Paul Parey Verlag. Hamburg.

Seeger, K (1995): Holz aus Kurzumtriebsplantagen als nachwachsender Rohstoff für die Energie- und Wärmeerzeugung

Wippermann, J. (1993): Förderung der energetischen Holznutzung in Deutschland. AFZ.

Wippermann, J. (1995): Entwicklung von Erntemaschinen für Energieholzflächen, Sonderdruck aus Holz - Zentralblatt Nr. 1.

Wippermann, J. (1995): Verfahrenstechnik für die Ernte auf Kurzumtriebsflächen, Forst und Holz, 1995.

## 7 Zusammenfassung

Seit 1992 betreibt die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft im Sinne eines Auftrages des Bayerischen Landtags ein Netz von Versuchsflächen mit schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb. Im Rahmen eines Fachgesprächs wurde die im Jahr 1992 begründete, älteste Versuchsfläche Wöllershof bei Neustadt an der Waldnaab vorgestellt.

Die Bewirtschaftung von schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb ist an sich keine neue Wirtschaftsform, sondern leitet sich vom Niederwaldbetrieb und seiner uralten Tradition ab. Neu ist allerdings die Verwendung von gezüchteten Klonen der Baumarten Balsampappel, Aspe und Korbweide. Die wichtigsten Anforderungen an die Energiewaldbaumarten sind eine hohe Biomasseproduktion, die Möglichkeit der Vermehrung durch Stecklinge und ein gesichertes Ausschlagsvermögen bei einer Umtriebszeit von 3-10 Jahren.

Kurzumtriebsflächen werden in der Regel kostengünstig mit Stecklingen begründet. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine landwirtschaftliche Behandlung des Ackers. Dies bedeutet, daß die Fläche im Herbst auf circa 30 cm gepflügt, sowie unmittelbar vor der Pflanzung im Frühjahr mit der Egge bearbeitet werden muß.

Die Erntekosten spielen beim Produktionssystem Energiewald eine entscheidende Rolle. Mit hochmechanisierten Erntemaschinen, die in einem Arbeitsgang fällen und hacken, sind niedrige Erntekosten von 20 DM/t atro Hackschnitzel erzielbar.

Zur Zeit ist in Bayern die Verwertung von Holz als Energieträger begrenzt, das heißt, daß das potentielle Energieholzangebot auf keine entsprechende Nachfrage trifft. Die Begründung von Energiewäldern muß deshalb mit der Errichtung von Holzenergieanlagen gekoppelt werden. Die dadurch mögliche Kombination von Sägerestholz, Wald- und Feldholz (?Energiemix?) führt zu einer höheren Aufkommensdichte, die Transportkostenbelastung wird vermindert.

Bei der Anlage von Energiewäldern können hinsichtlich der Förderpraxis zwei verschiedene Wege beschritten werden.

- Kurzumtriebsplantagen, die auf Stillegungsflächen begründet werden, benötigen seit Inkrafttreten des Gesetzes zu Gleichstellung stillgelegter und landwirtschaftlich genutzter Flächen von 10. Juli 1995 keine Aufforstungsgenehmigung mehr. Die Flächen werden über den Stillegungsausgleich gefördert.
- Für Flächen die nicht auf die Stillegung angerechnet werden, bedeutet die Aufforstung mit schnellwachsenden Baumarten eine genehmigungspflichtige Nutzungsänderung; eine Aufforstungsgenehmigung gemäß Art. 16 des Waldgesetzes für Bayern

ist erforderlich. Die Förderung erfolgt nach den Richtlinien für die `Gewährung von Zuwendungen im Rahmen eines Waldbaulichen Förderprogrammes (WaldFöP-RL 1995)

## 8 Abstract

Bisher sind in der Reihe ?Berichte aus der LWF? folgende Hefte erschienen:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nr. 1 | 1994 | S. Krüger<br>R.Mößmer<br>A.Bäumler | Der Wald in Bayern:<br>Ergebnisse der Bundeswaldinventur 1986-1990 | |
| Nr. 2 | 1995 | A. König<br>R. Mößmer<br>A. Bäumler | Waldbauliche Dokumentation der flächigen Sturmschäden des Frühjahrs 1990 in Bayern und meteorologische Situation zur Schadenszeit | |
| Nr. 3 | 1995 | H. Reiter<br>R. Hüser<br>S. Wagner | Auswirkungen von Klärschlammapplikation auf vier verschiedene Waldstandorte | |
| Nr. 4 | 1995 | A. Schubert<br>R. Butz-Braun<br>K. Schöpke<br>K.H. Mellert | Waldbodendauerbeobachtungsflächen in Bayern<br>Standarduntersuchungen, Aufnahme der Humusformen, Tonmineralogische Untersuchungen, Aufnahme der Bodenfauna (Regenwürmer, Collembolen) | |
| Nr. 5 | 1995 | V. Zahner | Der Pflanzen- und Tierartenbestand von Waldweiherlebensräumen und Maßnahmen zu deren Sicherung | |
| Nr. 6 | 1996 | A. Zollner | Düngeversuche in ostbayerischen Wäldern | |
| Nr. 7 | 1996 | S. Nüßlein | Einschätzung des potentiellen Rohholzaufkommens in Bayern | |


## Footnotes

*) [1] Der Klon ist derzeit nicht im deutschen Baumzuchtregister aufgeführt

[2] In Skandinavien wurde diese Steuer bereits eingeführt.