



Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen in Baden-Württemberg

Impressum

Herausgeber:

Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum
Kernerplatz 10
70182 Stuttgart

Autor:

Rüdiger Unseld ¹

Koautoren:

Alexander Möndel ²
Bernd Textor ³

Beteiligte Institutionen:

¹ Unique Forestry Consultants GmbH Freiburg



² Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)



³ Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA)



ISSN 0937 6712
Januar 2008

Bildnachweise:

Unseld, R.: Abb. 1, 2, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 23, 24

Möndel, A.: Abb. 8, 13, 14, 15, 17, 18, 21, 22

FVA Abt. Waldnutzung: Abb. 1, 19, 20

Umschlag-Foto: Unseld, R. - Salix viminalis, Sorte „Jorr“, Methau / Sachsen –

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fotomechanische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Gedruckt auf 100% chlorfrei gebleichtem Papier

Gestaltung: Unseld, R.

Druck: FVA Freiburg

UNSELD, R.; MÖNDEL, A.; TEXTOR, B. (2008): Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen in Baden-Württemberg. Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg ISSN 0937 6712; 49 S.

Anlage und Bewirtschaftung

von

**Kurzumtriebsflächen
in Baden-Württemberg**

01/2008

Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen in Baden-Württemberg

1. Vorwort	1
2. Kurzumtriebsbewirtschaftung	3
3. Rechtliche Rahmenbedingungen Stand November 2007	4
4. Standorte in Baden-Württemberg	7
5. Wichtige Flächeneigenschaften	10
6. Kurzumtriebsbaumarten für Baden-Württemberg	11
7. Steckbrief Balsampappeln	12
8. Steckbrief Aspen.....	14
9. Steckbrief Weiden.....	16
10. Steckbrief Erlen	18
11. Steckbrief Robinie.....	20
12. Steckbrief sonstige Baumarten	22
13. Pflanzgut.....	24
14. Flächenvorbereitung für Stecklingspflanzungen	26
15. Pflanzung.....	27
16. Flächenpflege	29
17. Düngung	30
18. Schäden	31
19. Pflanzdichte, Pflanzverband und Umtriebszeit	33
20. Erntetechnik.....	35
21. Zwischenlagerung und Trocknung am Feld.....	38
22. Flächenrückführung	40
23. Kalkulation der Kosten und Erlöse.....	41
24. Quellen und weiterführende Literatur.....	45

1. Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

nachwachsende Biomasse leistet einen nennenswerten Beitrag zu einer nachhaltigen Energiebereitstellung. Spätestens mit den Beschlüssen der Bundesregierung zu einem integrierten Klima- und Energieprogramm vom Dezember 2007 wird deutlich, dass nachwachsende Rohstoffe zur Erreichung der beschlossenen Ziele eine wichtige Rolle spielen müssen. Die Landesregierung Baden-Württemberg hat sich mit ihrem Biomasseaktionsplan bereits im März 2006 zum Ausbau und zur Förderung der stofflichen und energetischen Nutzung land- und forstwirtschaftlicher Biomasse bekannt.



Die Bewirtschaftung schnellwachsender, ausschlagfähiger Baumarten in kurzen Umtriebszeiten stellt eine ressourcenschonende Form der Landnutzung dar. Die aktuellen Entwicklungen der Preise für fossile Energieträger machen diese Form der Biomasseproduktion zunehmend interessanter.

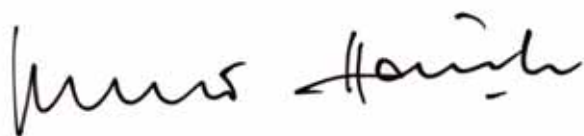
Für den Anbau von schnellwachsenden Holzpflanzen steht eine breite Palette von Baumarten zur Verfügung. Einerseits erreichen auf Hochleistung gezüchtete Pappel- und Weidenklone auf guten Standorten Masseleistungen, die in den Bereich leistungsfähiger einjähriger Pflanzen reichen. Andererseits stehen eine Anzahl robuster, traditioneller Niederwaldbaumarten zur Verfügung, wie Erlen, Aspe und Robinie, die ihren Vorteil auf weniger leistungsfähigen

Grenzertragsböden haben. Außerdem gehören diese Baumarten überwiegend zur natürlichen Ausstattung unserer Landschaften und werden so zu naturschutzfachlich wertvollen Bestandteilen im Landschaftshaushalt.

Die vorliegende Broschüre zur Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen enthält Fakten zu Leistung, Gefährdungen, Kosten und spezifischen Pflegemaßnahmen der einzelnen Baumarten und Sorten. Praxishinweise zur Flächenbegründung, Pflege, Erntetechnik und Planung von Kurzumtriebsflächen ergänzen die Informationen. Bei allen Darstellungen wurde die für Baden-Württemberg typische naturräumliche Vielfalt berücksichtigt, indem nicht einseitig Lösungen für Hochleistungsstandorte in den Vordergrund gestellt, sondern die gesamte in Frage kommende Standortpalette berücksichtigt wurde. Auch bei Hinweisen zur Erntetechnik wurde darauf geachtet, dass die vollmechanisierte Ernte für die Belieferung von Großabnehmern gleichberechtigt mit motormanuellen Verfahren berücksichtigt wurde, wobei letztere eher im bäuerlichen Umfeld angesiedelt sind.

In Baden-Württemberg sind mit der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt in Freiburg und dem Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg (Außenstelle Rheinstetten-Forchheim) zwei kompetente und sehr praxisnahe Einrichtungen beheimatet, die sich mit der Thematik seit Jahren beschäftigen und diese Broschüre gemeinsam erarbeitet haben.

Stuttgart, im Januar 2008

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Peter Hauk', written in a cursive style.

Peter Hauk

2. Kurzumtriebsbewirtschaftung

Kurzumtriebsbewirtschaftung bedeutet Anbau und Nutzung von Bäumen innerhalb von kurzen Zeitintervallen. Der Umtriebszeitraum, d.h. der Zeitraum von Flächenanlage bzw. Neuausschlag bis zur Ernte, von 2 – 20 Jahren ist deutlich geringer als bei einer üblichen forstlichen Bewirtschaftung.

Möglich werden diese kurzen Zeiträume durch schnellwachsende Baumarten. Sie schöpfen bereits nach wenigen Jahren ihr Wuchspotenzial aus und regenerieren sich nach der Ernte über Stockausschläge oder Wurzelbrut.

Mit einer Kurzumtriebsbewirtschaftung werden derzeit 2 Produktlinien verfolgt:

Produktlinie	Verwendung
Energieholz	Hackschnitzelheizung, Pellets
Industrieholz	Zellstoff, Spanplatte

Bereits **vor der Anlage der Fläche** sollte entschieden werden, welche Produktlinie angestrebt wird. Die Produktlinie entscheidet maßgeblich über das Flächendesign, die Erntetechnik aber auch über die Anlagekosten:

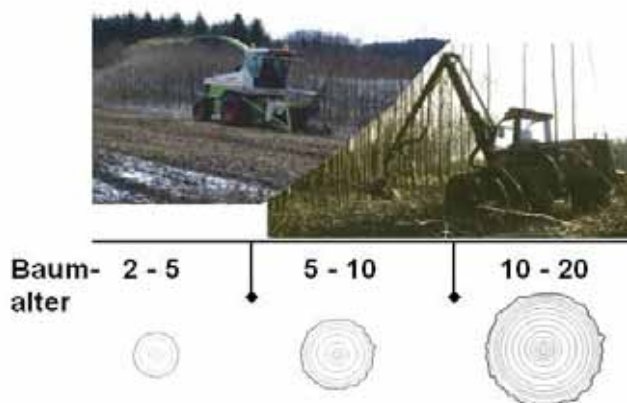
Produktlinie	Umtriebszeit Jahre	Baumhöhen m	BHD* cm	Baumzahl / ha
Energieholz	2 - 5	4 - 8	2 - 5	8.000 - 20.000
Energie- oder Industrieholz	5 - 10	8 - 14	6 - 12	4.000 - 8.000
Industrieholz	10 - 20	14 - 20	12 - 25	< 2.000

* Brusthöhendurchmesser

Bei der Produktlinie "Industrieholz" müssen dickere Durchmesser erreicht werden. Der Zuwachs wird daher auf **weniger Bäume** konzentriert und die Bäume brauchen mehr Standraum.

Bis zu einem Alter von ca. 4 - 5 Jahren ist zur Zeit eine mähende Erntetechnik möglich. Für die stärkeren Dimensionen ab ca. Alter 10 müssen forstforstliche Erntetechniken eingesetzt werden.

Abb. 1: Produktlinien und Beerntungsverfahren



Grafik: Unselid

forstliche Erntetechniken eingesetzt werden.

Die Durchmesserdimensionen der Bäume im Alter zwischen 5 – 10 Jahren lassen je nach Standort eine Nutzung als Energie- oder Industrieholz zu. Hochmechanisierte Ernteverfahren kommen dafür nach heutigem Technikstand nur eingeschränkt in Frage.

3. Rechtliche Rahmenbedingungen Stand November 2007

Der Anbau von schnellwüchsigen Forstgehölzen in kurzen Umtrieben ist wie folgt geregelt:

Anbau auf landwirtschaftlichen Flächen

Der Anbau von schnellwüchsigen Forstgehölzen in kurzen Umtrieben ist beihilfefähig, soweit es sich um Flächen im Sinne des § 1 Abs. 1 Satz 1 oder 2 des Gesetzes zur Gleichstellung stillgelegter und landwirtschaftlich genutzter Flächen handelt. Danach müssen die Flächen für die Nutzung von Zahlungsansprüchen im Rahmen der Betriebsprämie jährlich beantragt und für die Aktivierung von Zahlungsansprüchen Stilllegung anerkannt worden sein. Das Gleichstellungsgesetz sichert diesen Flächen die Erhaltung des Status "landwirtschaftliche Nutzfläche". Zur Bepflanzung dieser Flächen mit schnellwachsenden Forstpflanzen ist dann **keine Aufforstungsgenehmigung** erforderlich. Das Gleichstellungsgesetz gewährleistet ferner, dass mit Ablauf der Stilllegungsperiode die Fläche wieder in dem Zustand landwirtschaftlich genutzt werden kann, in welchem sie sich vor der Stilllegung befand. Die Umtriebszeit, d.h. der Zeitraum ab Flächenbegründung bzw. dem Wiederausschlagen der Stöcke bis zur Ernte ist auf höchstens **20 Jahren** begrenzt. Die gesamte Lebensdauer einer Fläche ist davon nicht betroffen.

Nutzung von Zahlungsansprüchen (ZA) gemäß VO (EG) Nr. 1782/2003:

1. ZA-Stilllegung – Ackerland

Sofern die Fläche stilllegungsfähig ist und diese gemäß Art 55 b) VO (EG) Nr. 1782/2003 unter Einhaltung der entsprechenden Bedingungen stillgelegt wird, können mit diesen Flächen Stilllegungszahlungsansprüche (ZA-Stilllegung) aktiviert werden. Für das Jahr 2008 sind die Betriebsinhaber nicht verpflichtet, Flächen, die für Zahlungsansprüche bei Flächenstilllegung in Betracht kommen, stillzulegen, um den mit diesem Zahlungsanspruch festgesetzten Betrag zu erhalten. Auf den angemeldeten stilllegungsfähigen Flächen können im Jahr 2008 alle landwirtschaftlichen Kulturen angebaut werden. Für den Anbau schnellwüchsiger Forstgehölze in kurzen Umtrieben gibt es durch die Aussetzung der Stilllegungsverpflichtung keine Änderungen.

2. Normale Zahlungsansprüche

Zur Aktivierung von normalen Zahlungsansprüchen, muss für die Fläche Energiepflanzenprämie gemäß Art. 88 der VO (EG) Nr. 1782/2003 unter Einhaltung der entsprechenden Bedingungen beantragt und die Beihilfe für Energiepflanzen gewährt werden. Weiterführende Informationen zur Energiepflanzenprämie sind www.ble.de zu entnehmen.

3. Dauergrünland

Grundsätzlich ist der Anbau von Energieholz vorbehaltlich anderer rechtlicher Bestimmungen wie z.B. für Natur-, Landschafts- und Wasserschutz, auch auf Grünlandflächen zulässig. Da Grünland nicht stilllegungsfähig ist, muss für die Fläche Energiepflanzenprämie gemäß Art. 88 der VO (EG) Nr. 1782/2003 beantragt werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Fläche den Status einer Dauerkultur erhält und nicht mehr als Dauergrünland in die aktuelle Bilanz eingehen und ggf. ein Wiederansaatgebot ergehen kann. Auf Dauergrünland ist daher immer eine **Einzelfallprüfung** erforderlich. Auskunft erteilt die zuständige untere Landwirtschaftsbehörde beim Landratsamt.

Anbau auf sonstigen Flächen

Werden sonstige Flächen für den Anbau von schnellwüchsigen Forstgehölzen genutzt, also Flächen, die weder stilllegungsfähig noch beihilfefähig sind, entsteht auf diesen Flächen **Wald im Sinne des § 2 BWaldG**. Dies bedeutet, dass für die Anlage eine **Aufforstungsgenehmigung** und für deren spätere Flächenrückführung eine Waldumwandlungsgenehmigung erforderlich wird.

Nachbarrechtliche Bestimmungen

Bei der Anlage von Kurzumtriebswäldern kommt das **Nachbarrechtsgesetz (NachbG)** zur Anwendung, da es keine besonderen Abstandsregelungen bei der Anlage von Energie- bzw. Kurzumtriebswald gibt.

Die einzuhaltenden Grenzabstände sind in Abhängigkeit der Baumart und der artgemäß ähnlichen Ausdehnung in § 16 des Nachbarrechtsgesetzes geregelt. Im Gegensatz zum öffentlichen Recht können Nachbarn jedoch im Nachbarrecht vom Gesetz abweichende **einvernehmliche Regelungen** treffen.

Abb.2: Grenze Kurzumtriebsfläche - Wiese

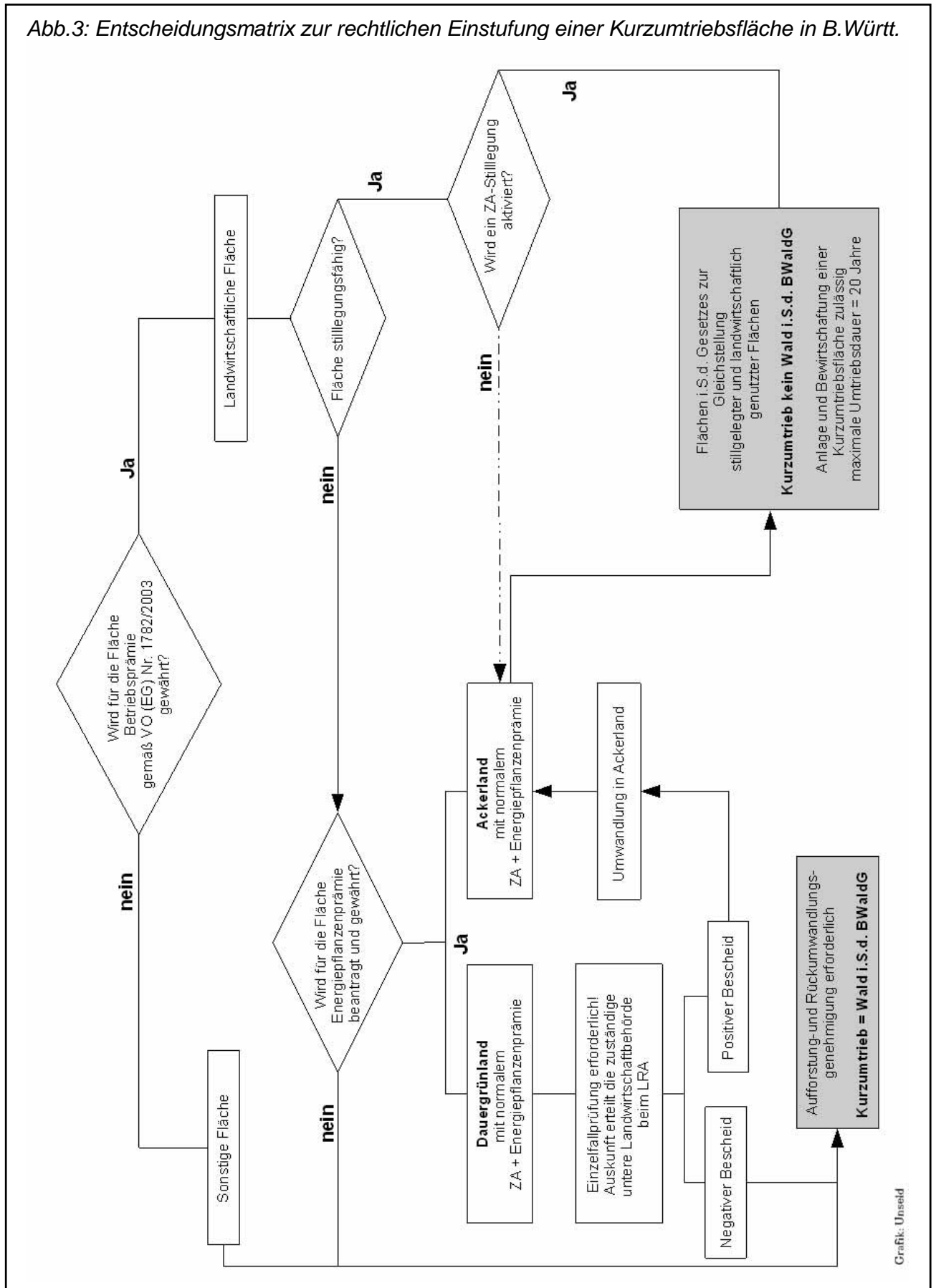


Fördermaßnahmen und Ausgleichszahlungen

Neben der einheitlichen Betriebsprämie für landwirtschaftliche Betriebe werden derzeit **keine Förderungen** zur Anlage oder Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen gewährt.

Beim Anbau auf **nicht stillgelegten Flächen (beachte die Aussetzung der Stilllegungsverpflichtung für das Jahr 2008)** kann wie bei anderen Energiepflanzen eine Energiepflanzenprämie (2008: 31,65 €/ha; Mindestbetrag 100 €) gewährt werden. Im Rahmen der Änderung der gemeinsamen Agrarpolitik der EU kann es weitere Änderungen geben.

Abb.3: Entscheidungsmatrix zur rechtlichen Einstufung einer Kurzumtriebsfläche in B.Würt.



Grafik: Unseid

4. Standorte in Baden-Württemberg

Baden-Württemberg hat sehr unterschiedliche Naturräume mit dementsprechend verschiedenen Landwirtschaftsstandorten. Wie bei anderen landwirtschaftlichen Kulturen gilt auch für den Anbau von Baumarten zur Kurzumtriebsbewirtschaftung: Je besser die klimatischen Bedingungen sowie der Luft-, Wasser- und Nährstoffhaushalt des Bodens, umso

- größer die Ertragsleistung
- besser die Resistenz gegen biotische und abiotische Schädigungen
- breiter die Auswahl an anbaubaren Baumarten und Sorten.

Nachfolgend soll ein großräumiger Überblick über Standorte in Baden-Württemberg gegeben werden.

Klima

Als erste Richtwerte für einen ausreichenden Ertrag werden für die typischen Kurzumtriebsbaumarten, Balsampappeln und Weiden, angegeben:

Niederschlagsmenge in der Vegetationsperiode (Apr.–Sep.):	> 300 mm
Jahresmitteltemperaturen:	> 7° C

In den meisten Landesteilen Baden-Württembergs außer dem Taubergrund fallen gemäß diesen Grenzwerten ausreichend **Niederschläge**. Die Gefahr eines jahresweisen Wassermangels besteht allerdings insbesondere für das nördliche Baden-Württemberg mit durchschnittlichen Niederschlagsmengen unter 350 mm.

Bis auf die Mittelgebirgslagen und die Baar sind die meisten Regionen Baden-Württembergs gemessen an den **Durchschnittstemperaturen** als günstig einzustufen.

Böden

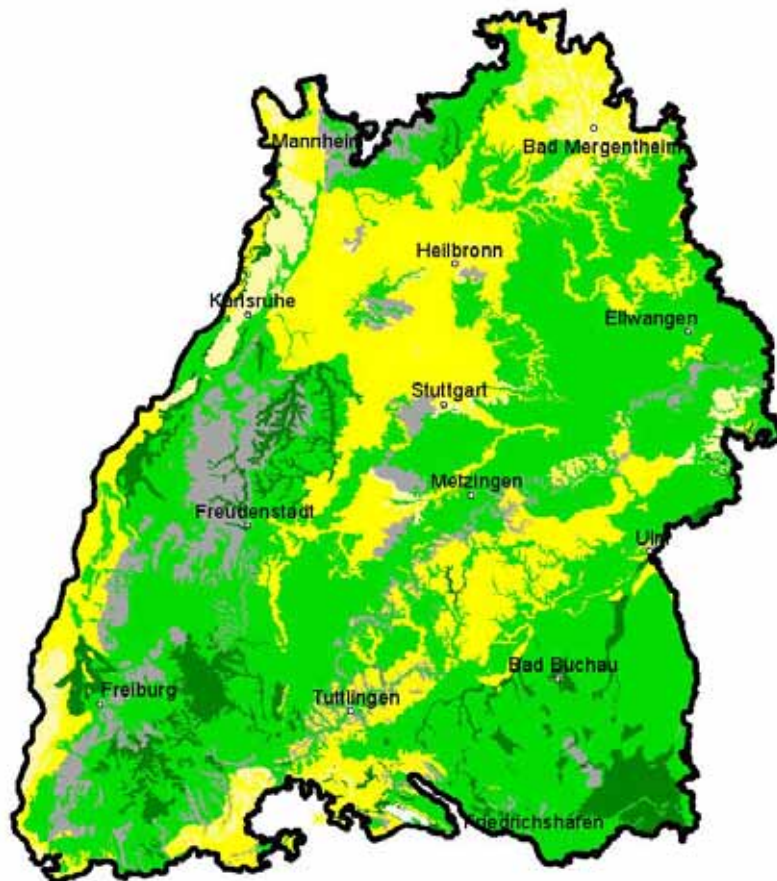
Hinsichtlich der Bodeneigenschaften wird für hohe Erträge mit Balsampappeln und Weiden angegeben:

pH-Wert des Bodens:	5,5 - 6,5
Frische bis feuchte, gut durchlüftete Standorte	

Die pH-Werte liegen in der Regel durch Kalkungsmaßnahmen auf den meisten landwirtschaftlichen Böden im vorgegebenen Rahmen.

Trockene und mäßig frische Standorte sind insbesondere im Nordteil Baden-Württembergs wie auch auf der Schwäbischen Alb und dem südlichen Neckarland weit verbreitet (Abb.4). Es ist dort mit Ertragseinbußen für Balsampappeln und Weiden zu rechnen.

Abb.4: Feuchtestufen landwirtschaftlicher Böden in Baden-Württemberg:
trocken – mäßig frisch (gelb); frisch – nass (grün); keine Angaben (grau).



Grafik: Unseld Quelle: Durwen. et al. (1996): Digitaler Landschaftsökologischer Atlas Bad.-Württ., FH Nürtingen

Ackerzahl und Extremstandorte

Weitere Hinweise über eine Eignung und Ertragsfähigkeit einer landwirtschaftlichen Fläche zur Kurzumtriebsbewirtschaftung können den Ackerzahlen entnommen werden, in denen klimatische Faktoren und Bodeneigenschaften kombiniert wurden. Als Grenzwert für Pappeln und Weiden wird von Fachleuten am häufigsten genannt:

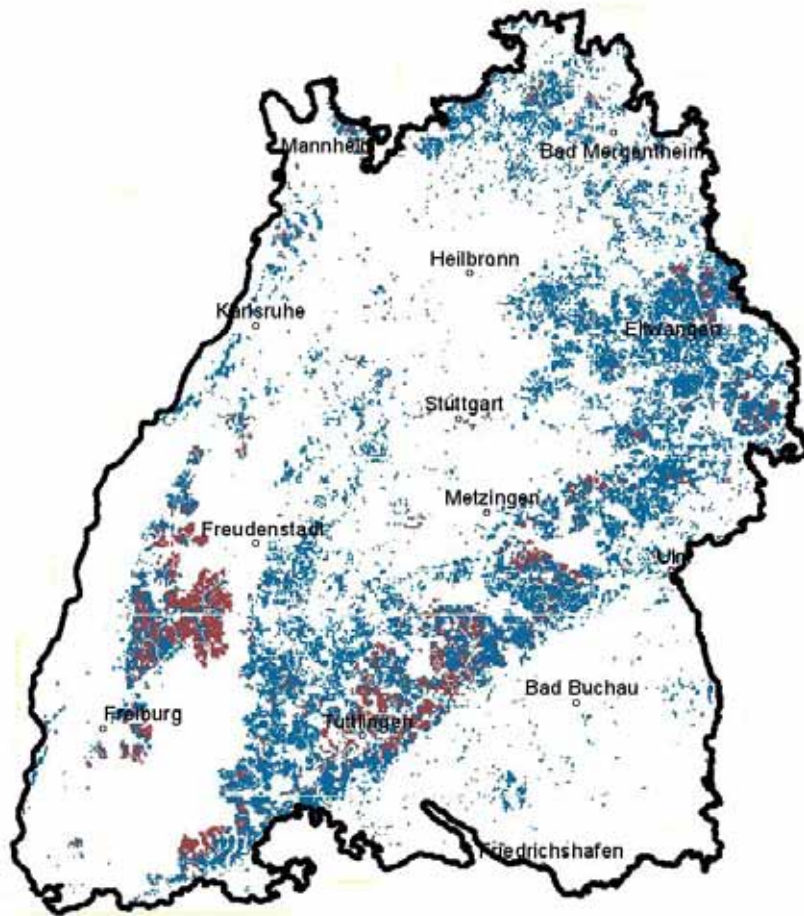
Ackerzahl

> 30

Ungünstige Standorte mit **Ackerzahlen < 40** konzentrieren sich in Baden-Württemberg auf die Mittelgebirge, den Virngrund und die Limpurger Berge, das Bauland sowie die Baar (vgl. Abb.5).

Als nachteilig für eine Bewertung nach Ackerzahl wird angesehen, dass die Wasserversorgung damit nur eingeschränkt mitbeurteilt werden kann. Insbesondere bei Staunässe oder bei Grundwasseranschluss der Baumwurzeln haben Ackerzahlen für den Kurzumtriebsanbau nur eine begrenzte Aussagekraft.

Abb.5: Standorte in Baden-Württemberg mit Ackerzahl < 28 (braun) und 28 – 40 (blau). Flächen mit Ackerzahl > 40 sowie Waldflächen sind weiß.



Grafik: Unseld Quelle: Umweltministerium Baden-Württemberg (2007); Wasser- u. Bodenatlas Baden-Württemberg

Zusammenfassende Wertung

Hohe Erträge werden von Pappeln und Weiden nur auf **guten Standorten** realisiert. Sie konkurrieren hier stark mit anderen landwirtschaftlichen Nutzungen. Es zeigte sich bei Versuchsanbauten in Baden-Württemberg, dass Pappeln und Weiden auch mit trockeneren Standorten zurechtkommen. Das **Risiko** von erhöhten Pflanzausfällen im ersten Jahr oder Zuwachsverlusten in den Folgejahren ist auf diesen Standorten allerdings hoch.

Je **extremer die Standorte** umso attraktiver werden Baumarten wie Aspenhybriden, Grauerlen und Robinien. Ihre Zuwachsleistungen können diejenigen der Pappeln und Weiden übertreffen. Das allgemeine Ertragsniveau geht auf diesen Standorten **bei allen Baumarten** zurück.

Regionale Klimawerte und Ackerzahlen können erste Hinweise zur Anbaueignung geben. **Zur Beurteilung einer Einzelfläche ist eine örtliche Einschätzung der Anbaumöglichkeiten unumgänglich.** Nachfolgend werden einige wichtige Beurteilungskriterien für Einzelflächen genannt.

5. Wichtige Flächeneigenschaften

Bei der Auswahl einer Fläche ist zu beachten:

Flächengröße

Zu kleine Flächen weisen eine Reihe von Nachteilen auf: In der Regel lohnt sich ein Einsatz hochmechanisierter Pflanz- und Ernteverfahren nicht. Ideal sind hier Flächengrößen ab 2 - 3 ha. Wildverbiss wirkt sich auf zu kleinen Flächen stärker aus als auf Großflächen. Dies gilt insbesondere beim Anbau von Weiden. Bei größeren Flächen kann zudem über mehrere Jahre hinweg jeweils eine Teilfläche angebaut werden. Eine zyklisch jährliche Nutzung ist damit später leichter möglich.

Hangneigung

Stark geneigte Flächen erschweren grundsätzlich die Aufarbeitung. Hochmechanisierte Verfahren sind bei der Produktlinie Energieholz und hangparallelen Pflanzreihen meist bis zu einer Hangneigung von 10% gut möglich. Bei Ernteverfahren der Produktlinie Industrieholz sind bei hangparallelen Pflanzreihen größere Hangneigungen möglich.

Windexposition

Windexponierte Standorte, insbesondere in Kuppenlagen, sind nur eingeschränkt zum Anbau geeignet. Vor allem Pappeln zeigen hier ein unterdurchschnittliches Wachstum.

Muldenlage

In Muldenlagen besteht eine erhöhte Frostgefahr. Frostempfindlich sind insbesondere einige Pappelsorten und Robinien. Weiden, Aspen und Erlen sind frostunempfindlicher.

Bodengründigkeit

Extrem flachgründige Böden sind nicht geeignet. Es sollte mindestens ein durchwurzelbarer Oberboden von ca. 30 cm gegeben sein.

Beschattung

Bei beschatteten Flächen in Randlage zu Wäldern sollten schattenertragendere Sorten der Balsampappeln oder Aspenhybriden gewählt werden. Weiden, aber auch lichtbedürftigere Balsampappelsorten, können hier vor allem in den Randbereichen von Süd- und Westträufen ein reduziertes Wachstum zeigen.

Drainage

Eine Drainage kann durch Wurzeleinwuchs stark beeinträchtigt werden. Bei einer Rodung der Kurzumtriebsfläche wird die Drainage endgültig zerstört.

6. Kurzumtriebsbaumarten für Baden-Württemberg

Für die Standorte Baden-Württembergs kommen im wesentlichen vier Baumarten in Frage:

- Pappeln (*Populus spp.*)
- Weiden (*Salix spp.*)
- Robinien (*Robinia pseudoacacia L.*)
- Erlen (*Alnus spp.*)

Pappeln besitzen ein großes natürliches Verbreitungsgebiet und ein breites Standortsspektrum. Sie kommen in 6 sogenannten Sektionen vor, von denen drei für eine Kurzumtriebsbewirtschaftung Bedeutung besitzen:

Balsampappeln (*Tacamahaca*), Aspen (*Populus**) und als Kreuzungspartner Schwarzpappeln (*Aigeiros*).

Reine **Schwarzpappeln** stellen sehr hohe Anforderungen an den Standort und sind nur wenig konkurrenzverträglich. Für die Bewirtschaftung in kurzen Umtriebszeiten kommen sie in aller Regel **nicht** in Betracht.

Balsampappeln sind anspruchsloser als Schwarzpappeln. Gute Zuwachsleistungen werden auch in höheren Lagen bei nur mittlerer Nährstoffversorgung und zum Teil auf wechselfeuchten Böden erbracht.

Aspen sind insbesondere in den ersten Jahren weniger wüchsig als die Balsampappeln. Sie tolerieren jedoch eine breite Palette von Standorten und die dort auftretenden Stresssituationen. Zudem weisen sie eine geringere Anfälligkeit gegen Krankheiten auf.

Weiden kommen in sehr unterschiedlichen Wuchsformen vor. Für die Kurzumtriebsbewirtschaftung sind vor allem die strauchförmig wachsenden Arten interessant. Mit der Korbweide und deren verschiedenen Sorten stehen geeignete Bäume auch für kühlere Lagen zur Verfügung.

Robinien benötigen warme Lagen. An die Bodenqualität stellen sie relativ geringe Ansprüche. Sie zeigen gute Zuwachsleistungen sowohl auf tonigen Böden als auch auf leichten Sandböden.

Erlen gedeihen von kühl-trockenen bis zu staunass-warmen Extremstandorten. Gemäß ihrer baumartenspezifischen Eigenschaften wachsen Erlen optimalerweise auf anmoorigen Böden.

Die Baumarten werden als **Steckbriefe** nachfolgend näher beschrieben.

* Sektion Populus L. [Leuce Duby]

7. Steckbrief Balsampappeln

Abb.6: Balsampappeln,
8-jährig, Heilbronn



Bei Balsampappeln werden überwiegend Hybriden angebaut. Kreuzungspartner sind amerikanische und asiatische Balsampappeln sowie Schwarzpappeln. Daraus wurden leistungsstarke Sorten für längere Umtriebszeiträume gezüchtet, die sich zum Teil auch für die Kurzumtriebsbewirtschaftung bewährt haben.

Produktlinie

Energieholz	Industrieholz
-------------	---------------

Ertragsleistungen in Baden-Württemberg

Standort	Biomasse t atro / Jahr / ha	Volumen* m ³ / Jahr / ha
sehr günstig	10 – 15	35 – 50
mittel – günstig	7 – 10	20 – 35

* Davon Schaftderbholz je nach Baumdurchmesser ca. 55 - 70%

Pflanzdichten und Umtriebszeit

	Energieholz	Industrieholz
Pflanzdichte (St./ha)	5.000 – 15.000	600 – 1.700
Umtriebszeit (Jahre)	3 – 10	15 – 20

Derzeit empfehlenswerte Sorten

Max (Mehrklonsorte), Rochester, Oxford, Androscoggin, Muhle-Larsen, Fritzi-Pauley, Scott-Pauley, Hybride275/NE 42

Bisher liegen zum Wuchsverhalten der italienischen Klone AF2, Sirio, A4A, Pegaso, Monviso oder Saturno für einen Anbau in Deutschland keine ausreichenden Ergebnisse vor. Erste Versuchsergebnisse sind aus Anbauten in Österreich zu erwarten.

Standortsansprüche

Optimale Standorte sind frische bis feuchte, gut durchlüftete Böden. Die Bodenart kann von anlehmig sandig bis zu tonig-lehmig variieren. Auf mäßig frischen und trockenen Standorten erfolgt ein starker Rückgang der Ertragsleistung. Dies betrifft insbesondere die flachgründigen und zeitweise sehr trockenen Standorte mit unterdurchschnittlichen Temperaturen auf der Schwäbischen Alb. Auf kühleren Standorten sind Sorten wie „Androscoggin“ und „Hybride 275“ zu bevorzugen, auf wärmeren die Sorten „Max“ und „Rochester“. Länger andauernde Staunässe, wie auf einigen Standorten Oberschwabens, führt zu Ausfällen und Minderung der Ertragsleistung. Eine zeitweise Staunässe wird dagegen gut ertragen.

Pflanzmaterial und Verfügbarkeit

- Stecklinge, Setzruten, Setzstangen
- Stecklinge und Setzstangen werden mittlerweile von verschiedenen Baumschulen und Händlern vermarktet.
- Eine frühzeitige Bestellung des Pflanzguts ist zu empfehlen.

Wichtigste Gefährdungen

Rostpilz

Wiederausschlag

- Anfangs mit 1-5 Trieben aus dem Stock. Mit zunehmender Umtriebszeit konzentriert sich der Zuwachs auf 1-2 Triebe
- Wurzelbrutbildung vor allem auf flachgründigen Standorten. Triebe sind zumeist weniger wüchsig als Triebe aus dem Stock.

Düngung

Nach den ersten Beerntungen ist auf den meisten Standorten keine Düngung nötig. Insbesondere bei sehr kurzen Umtriebszeiten und starker Absenkung des pH-Wertes im Hauptwurzelraum kann die Ausbringung eines Düngers sinnvoll sein.

Zusammenfassende Wertung

Anlagekosten	gering
Leistung auf gutem Landwirtschaftsstandort	hoch
Leistung auf Extremstandort	gering
Schadrisiko	mittel
Pflegeintensität	gering
Technische Beerntbarkeit	hoch

8. Steckbrief Aspen

Abb.7: Aspenwurzelbrut, 1-jährig, Aalen



Durch Kreuzung von europäischen und amerikanischen Aspen konnten Aspenhybriden gezüchtet werden, die sich auch für eine Kurzumtriebsbewirtschaftung eignen. Reine Aspen haben deutlich geringere Wuchsrleistungen und können nicht als Kurzumtriebsbaumart empfohlen werden.

Produktlinie

Energieholz	Industrieholz
-------------	---------------

Ertragsleistungen in Baden-Württemberg

Standort	Biomasse t atro / Jahr / ha	Volumen* m ³ / Jahr / ha
sehr günstig	8 – 10	25 – 35
mittel – günstig	7 – 8	20 – 25

* Davon Schaftderbholz je nach Baumdurchmesser ca. 55 - 70%

Pflanzdichten und Umtriebszeit

	Energieholz	Industrieholz
Pflanzdichte (St./ha)	3.000 – 5.000	700 – 1.100
Umtriebszeit (Jahre)	10 – 15	15 – 20

Derzeit empfehlenswerte Sorten

Holsatia 1 und 2, Vorwerksbusch 1-3, Astria (triploid)

Die für emissionsgeschädigte Flächen in Ostdeutschland gezüchteten Sorten Bärenstein I und II sowie Graupa I und II werden für eine Kurzumtriebsbewirtschaftung als nicht geeignet eingestuft.

Standortsansprüche

Aspen stellen von allen Pappeln die geringsten Ansprüche an Klima und Boden. Sie kommen auch mit Staunässe und einer verkürzten Vegetationszeit zurecht. Aspen tolerieren kontinentales Klima und flachgründige Böden mit geringer Wasserspeicherfähigkeit. An die Nährstoffversorgung stellen sie keine so hohen Ansprüche wie Balsampappeln und Weiden. Sie können auch auf landwirtschaftlichen Grenzertragsstandorten z.B. in Mittelgebirgslagen zur Kurzumtriebsbewirtschaftung mit längeren Umtriebszeiten angebaut werden.

Pflanzgut und Verfügbarkeit

- Wurzelackte Pflanzen.
- Geeignetes Material ist derzeit nicht erhältlich. Eine vegetative Vermehrung über Steckhölzer ist bei Aspen kaum möglich.

Wichtigste Gefährdungen

Aspenbock

Wiederausschlag

Der Wiederausschlag erfolgt hauptsächlich aus Wurzelbrut mit mehr als 60.000 Trieben pro Hektar kurz nach der Beerntung. Insbesondere zur Produktion von Industrieholz muss dann eine Stammzahlreduzierung etwa auf die oben genannten Pflanzdichten durchgeführt werden.

Düngung

Eine Steigerung des Biomassewachstums durch eine NPK-Düngung konnte bisher nicht festgestellt werden.

Zusammenfassende Wertung

Anlagekosten	hoch
Leistung auf gutem Landwirtschaftsstandort	mittel
Leistung auf Extremstandort	mittel
Schadrisiko	gering - mittel
Pflegeintensität	hoch
Technische Beerntbarkeit	gering

9. Steckbrief Weiden

Abb.8: Weiden, Forchheim



Bei den Weiden wurden vor allem Korb- und Filzastweide züchterisch weiterbearbeitet. Inzwischen stehen einige leistungsfähige Sorten zur Verfügung. Im Gegensatz zu den Balsampappeln sind die viele Weidensorten für kälteres Klima und Frostlagen geeignet. Hervorgehoben ist bei der Weide der hohe Anwuchs- und Regenerationserfolg.

Produktlinie

Energieholz

Ertragsleistungen in Baden-Württemberg

Standort	Biomasse t atro / Jahr / ha
sehr günstig	10 – 12
mittel – günstig	7 – 10

Die Ertragsleistung lag bei Anbauversuchen auf dem gleichen Standort meist etwas niedriger als bei den Balsampappeln

Pflanzdichten und Umtriebszeit

	Energieholz
Pflanzdichte (St./ha)	10.000 – 20.000
Umtriebszeit (Jahre)	2 – 4

Derzeit empfehlenswerte Sorten

Björn, Tora, Jorr, Torhild, Sven, Gudrun, Tordis, Zieverich

Standortsansprüche

Die optimalen Standorte entsprechen denjenigen der Pappeln: Frische bis feuchte, gut durchlüftete Böden. Die Bodenart kann von anlehmig sandig bis zu tonig-lehmig variieren. Auf mäßig frischen und trockenen Standorte erfolgt ein starker Rückgang der Ertragsleistung. Die meisten Sorten sind sowohl für kühlere als auch für wärmere Lagen geeignet. Länger andauernde Staunässe wird im Vergleich zu Balsampappeln besser vertragen und es kommt zu deutlich weniger Ausfällen.

Pflanzmaterial und Verfügbarkeit

- Stecklinge
- Stecklinge werden von verschiedenen Baumschulen und Händlern in ausreichenden Mengen vermarktet.

Wichtigste Gefährdungen

Rostpilz, Wildverbiss bei kleinen Flächen

Wiederausschlag

- Viele Triebe aus dem Stock, ab dem 3. Jahr konzentriert sich der Zuwachs auf 3 – 4 Haupttriebe.
- Sehr hohe Wiederausschlagsquote aus mehr als 90% der Stöcke.

Düngung

Für Höchstleistungen werden Stickstoffdüngungen benötigt.

Zusammenfassende Wertung

Anlagekosten	gering
Leistung auf gutem Landwirtschaftsstandort	hoch
Leistung auf Extremstandort	gering
Schadrisiko	gering
Pflegeintensität	gering
Technische Beerntbarkeit	hoch

10. Steckbrief Erlen

Abb.9: Grauerlen, 8-jährig, Aalen



Zur Kurzumtriebsbewirtschaftung kommen Schwarz- und Grauerlen in Frage. Die Symbiose mit stickstoffbindenden Bakterien, den Aktinomyzeten, ermöglicht ein Wachstum auch bei schwierigen Standortsbedingungen. Auf extremen Standorten können höhere Ertragsleistungen erbracht werden als mit Pappeln oder Weiden.

Produktlinie

Energieholz	Industrieholz
-------------	---------------

Ertragsleistungen in Baden-Württemberg

Standort	Biomasse t atro / Jahr / ha	Volumen* m ³ / Jahr / ha
sehr günstig	10 – 15	35 – 50
mittel – günstig	7 – 10	20 – 35

* Davon Schaftderbholz je nach Baumdurchmesser ca. 55 - 70%

Pflanzdichten und Umtriebszeit

	Energieholz	Industrieholz
Pflanzdichte (St./ha)	4.000 – 8.000	700 – 1.700
Umtriebszeit (Jahre)	7 – 10	15 – 20

Derzeit empfehlenswerte Sorten

-

Standortsansprüche

Auf vielen landwirtschaftlichen Standorten sind Erlen ertragsmäßig Pappeln und Weiden unterlegen. Auf Extremstandorten können sie ein deutlich besseres Wachstum zeigen:

- Bei länger anhaltender Staunässe mit zeitweisem Sauerstoffmangel, wie auf Grenzstandorten Oberschwabens.
- Die Grauerle auf flachgründigen, mäßig frischen oder staunassen Standorten mit unterdurchschnittlichen Temperaturen und Niederschlägen wie auf der Schwäbischen Alb.

Pflanzmaterial und Verfügbarkeit

- Wurzelackte Pflanzen
- Standardsortimente in Baumschulen

Wichtigste Gefährdungen

Wurzelhalsfäule, Erlenwürger

Wiederausschlag

- Der Ausschlag erfolgt mit 1 - 3 Trieben aus dem Stock.
- Bei der Grauerle bildet sich zudem Wurzelbrut mit bis zu 20.000 Trieben pro ha kurz nach der Beerntung.

Düngung

Keine: Bindung von Luftstickstoff

Zusammenfassende Wertung

Anlagekosten	hoch
Leistung auf gutem Landwirtschaftsstandort	mittel
Leistung auf Extremstandort	hoch
Schadrisiko	mittel
Pflegeintensität	gering
Technische Beerntbarkeit	mittel

11. Steckbrief Robinie

Abb.10: Stockausschlag von Robinien, Heilbronn



Die Robinie stammt aus dem Osten Nordamerikas. Robinien werden heute auch in Europa auf verschiedensten Standorten gezielt angebaut. Der wurzelkräftige Baum wird oft als Pionierbaumart auf Rohböden und zum Erosionsschutz angepflanzt.

Eine Besonderheit der Robinie im Vergleich zu anderen schnellwachsenden Baumarten ist ihr schweres und hartes Holz mit einem geringen Wassergehalt.

Produktlinie

Energieholz

Ertragsleistungen in Baden-Württemberg

Standort	Biomasse t atro / Jahr / ha
sehr günstig	8 – 10
mittel – günstig	7 – 8

Pflanzdichten und Umtriebszeit

	Energieholz
Pflanzdichte (St./ha)	2.000 – > 10.000
Umtriebszeit (Jahre)	3 – 10

Sorten

Mangels ausreichender Versuchsflächen können keine Empfehlungen abgegeben werden. Als besonders schnellwüchsig haben sich tendenziell die Klone Tulln-81/62, Tulln-81/29 sowie Appalachia erwiesen.

Standortsansprüche

Die Robinie bevorzugt mäßig frische, mittel- bis tiefgründige, lockere Sand- und Lehmböden. Sie stellt geringe Ansprüche an die Nährstoffausstattung und leistet auch auf armen Sandböden im Vergleich zu anderen Baumarten noch hohe Biomassen. Sie verträgt Hitze und Dürre, ist jedoch frostempfindlich. In den Landesteilen mit überdurchschnittlichen Temperaturen und längeren Trockenzeiten wie in den Weinbaugebieten Baden-Württembergs sind Robinien eine Alternative zu Pappeln und Weiden. Sind die Böden dazu noch schwer, so sind Robinien am ertragsfähigsten.

Pflanzmaterial und Verfügbarkeit

- Wurzelackte Pflanzen
- Standardsortimente in fast allen Baumschulen. Spezielle Sorten sind in einzelnen Baumschulen erhältlich.

Wichtigste Gefährdungen

Vereinzelt: Rindenschäden durch Kaninchen/Hase sowie Früh- und Spätfrostschäden an Jungbäumen

Wiederausschlag

Der Ausschlag erfolgt mit 1-3 Trieben aus dem Stock und aus Wurzelbrut mit über 10.000 Trieben pro ha kurz nach der Beerntung. Die Stocktriebe sind in der Regel deutlich wüchsiger als die Triebe aus Wurzelbrut.

Düngung

Keine: Stickstoffbindung über Knöllchenbakterien

Zusammenfassende Wertung

Anlagekosten	hoch
Leistung auf gutem Landwirtschaftsstandort	mittel
Leistung auf Extremstandort	mittel
Schadrisiko	gering
Pflegeintensität	gering - mittel
Technische Beerntbarkeit	gering

12. Steckbrief sonstige Baumarten

Abb.11: Spätblühende Traubenkirsche, Ravensburg



Auf einzelnen Standorten, zur mehrreihigen oder parzellenweisen Beimischung oder zur Randgestaltung einer Kurzumtriebsplantage können sonstige Baumarten für den Kurzumtriebsanbau von Bedeutung sein.

Die Pflanzung erfolgt überwiegend als wurzelnackte Pflanzen. In den ersten Jahren und nach der Beerntung besteht bei den meisten Baumarten ein erhöhtes Verbissrisiko.

Wärmere Lagen	Kühlere Lagen
<ul style="list-style-type: none"> • Spätblühende Traubenkirsche • Berg-/Spitzahorn • Blauglockenbaum (Paulownia) • Esche • Eßkastanie 	<ul style="list-style-type: none"> • Salweide • Berg-/Spitzahorn • Hybridbirke

Abb.12: 2-jährige Stockausschläge, Bergahorn, Münsingen



Mit Ausnahme der Salweide und des Blauglockenbaumes wachsen die genannten Baumarten in den ersten Jahren im Vergleich zu Pappeln und Weiden verhalten und zeigen erst nach einer längeren Umtriebszeit von +/- 10 Jahren oder als Stockausschläge eine gute Wuchsleistung.

Salweiden können auch unter ungünstigen Bedingungen jährlich ca. 7 - 8 t atro pro Hektar leisten. Von **Paulownien** wird über einen jährlichen Hektarertrag von mehr als 10 t atro auf einem trocken-warmen Standort berichtet.

Handel mit Pflanzgut

Für den Handel mit Pflanzgut von **Pappeln, Erlen und Robinien** gilt das „Gesetz über forstliches Saat- und Pflanzgut“ (FoVG). **Weiden** fallen nicht unter diese gesetzlichen Bestimmungen.

Für die Kurzumtriebsbewirtschaftung sind insbesondere die Bestimmungen wichtig, die den Handel mit relativ leicht gewinnbarem Pflanzgut, den Stecklingen und Setzstangen von Pappeln und Weiden, betreffen. Für den **Handel von Stecklingen oder Setzstangen von Pappeln** ist gemäß dem FoVG ein Stammzertifikat und die Kategorie „geprüft“ notwendig.

Alle Voraussetzungen zum Handel mit Pappelstecklingen sind:

- Das Vermehrungsgut stammt von einer durch die Zentrale Registrierstelle „Populus spec.“ des Regierungspräsidiums Kassel zugelassenen Sorte.
- Der Vermehrungsbetrieb ist als Forstsamen-/Forstpflanzenbetrieb angemeldet.
- Die Vermehrungsfläche („Mutterquartier“) ist im Erntezulassungsregister „Populus spec.“ des Regierungspräsidiums Kassel eingetragen.

Wichtigste zugelassene Balsampappelsorten mit Kurzumtriebseignung sind: Max (Mehrklonsorte), Rochester, Oxford, Androscoggin, Muhle-Larsen, Fritzi-Pauley, Scott-Pauley, Hybride275/NE 42, Trichobel.

Ob es sich um geprüfte Sorten handelt, kann der Kunde auf seiner Rechnung feststellen, auf der die Nummer des Stammzertifikates enthalten ist. Eine **Rechnung** sollte beim Stecklingskauf daher immer verlangt werden.

Bei **Pappelstecklingen aus anderen EU-Ländern** gilt eine Zulassung im jeweiligen Erzeugerland als Zulassung für den Anbau in der gesamten EU. Soll mit den Stecklingen innerhalb Deutschlands allerdings gehandelt werden, so ist als Mindeststandard die Kategorie „geprüft“ nötig. Zur Zeit werden dazu mehrere, vorwiegend italienische Klone, getestet.

Bei der Erzeugung und dem Vertrieb von Pappel- und Weidenstecklingen ist die **Sortenschutzrolle** (§28 SortG) bzw. die EU-Verordnung EC Council Regulation No. 2100/94 zu beachten. Bei geschützten Sorten ist die Genehmigung des Sortenschutzinhabers erforderlich.

Eine Vermehrung für den **eigenen landwirtschaftlichen Betrieb** ist derzeit bei Pappel- und Weidenstecklingen bei Verwendung nicht-geschützter Sorten ohne Restriktionen möglich. Gemäß Sortenschutzgesetz bedarf es bei geschützten Sorten in jedem Fall einer Abstimmung mit dem Inhaber der Sortenschutzrechte.

13. Pflanzgut

Je nach Vermehrungsmöglichkeiten, ob generativ aus Samen oder vegetativ aus Baumteilen, wird für Kurzumtriebsbaumarten unterschiedliches Pflanzgut verwendet.

Balsampappelhybriden - vegetativ -	Aspenhybriden - generativ -	Weiden-sorten - vegetativ -	Robinien und Erlen - generativ -
Stecklinge Setzruten Setzstangen	Wurzelackte Pflanzen	Stecklinge	Wurzelackte Pflanzen

Durch die Gewinnung von Stecklingen, Setzstangen und –ruten wird das züchterisch verbesserte Erbgut der Mutterpflanze unverändert weitergegeben. Dadurch entsteht einerseits **homogenes Pflanzgut** mit bekannten Eigenschaften, andererseits steigt das **Betriebsrisiko** durch sortenspezifische Schädlinge und durch die starke Wechselwirkung einzelner Sorten mit dem jeweiligen Standort.

Stecklinge

Das Pflanzgut von Balsampappelhybriden und Weiden für die Kurzumtriebsbewirtschaftung wird vegetativ bereitgestellt und ist als Steckling die am häufigsten verwendete und **kostengünstigste Vermehrungsform**.

Abb.13: Stecklinge im 50er Bündel



Stecklinge sind Abschnitte einjähriger Triebe. Die Triebe werden auf 20 – 25 cm Länge zugeschnitten. Ihre Gewinnung erfolgt an Mutterpflanzen, die jährlich im Spätwinter zurückgeschnitten werden.

Stecklinge bewurzeln sich im Bereich schlafender Knospen und an der Schnittstelle. Die besten Anwuchsergebnisse zeigen daumenstarke Hölzer mit Durchmessern von ca. 1,5 – 2 cm. Die obere Schnittfläche wird idealerweise mit Baumwachs als Verdunstungsschutz gestrichen.

Setzstangen

Die Setzstange ist meist 2 - 4 m lang und entstammt von Kopfpappeln oder aus Mutterquartieren. Zur Herabsetzung der Verdunstung werden alle Seitenzweige entfernt. Zudem sollte auch die Gipfelknospe entfernt werden, da der Austrieb aus einer der obersten Seitenknospen zuverlässiger und kräftiger ist. Setzstangen sind deutlich teurer als Stecklinge.

Wurzelnackte Pflanzen

Die Verwendung von wurzelnackten Pflanzen ist die gängigste Begründungsmethode von herkömmlichen Aufforstungen landwirtschaftlicher Flächen. Nach der Pflanzung ist das Wachstum der Bäume durch den sogenannten Pflanzschock gehemmt. Zu kleine Pflanzen werden in kurzer Zeit durch die aufkommende Konkurrenzvegetation überwachsen. Es sollten daher größere, zumindest 2-jährige Pflanzen mit Höhen von 60 – 80 cm verwendet werden. Die Verwendung von noch größeren Pflanzen wie Heister, Höhe > 1,50 cm, ist für eine Kurzumtriebsbewirtschaftung in der Regel zu teuer.

Derzeitige Kosten*:	
Pappel- und Weidenstecklinge	0,10 – 0,25 €/ St.
Pappelsetzstange	2,50 – 4,00 €/ St.
Erle-/Robinie 2jährige Pflanze	0,70 – 1,00 €/ St.

* frei Baumschule

14. Flächenvorbereitung für Stecklingspflanzungen

Die Flächenvorbereitung erfolgt auf **Ackerflächen**, wie bei anderen Fruchtanbauten, durch Pflügen **im Herbst** vor der Pflanzung. Auf leichten, sandigen Böden, z.B. in den Schwäbisch-Fränkischen Waldbergen, ist ggf. Pflügen auch erst im Frühjahr möglich. Die Pflugtiefe beträgt 25 – 30 cm. Alternativ können auch ortsübliche Mulchsaatenverfahren mit Einsaat einer abfrierenden Winterbegrünung angewandt werden.

Sollen **Grün- und Brachflächen** genutzt werden, müssen Grasnarbe bzw. ausdauernde Unkräuter wie Quecken oder Disteln 14 Tage vor dem Umbruch mit glyphosathaltigen Herbiziden behandelt werden. Hierbei ist auf einen ausreichenden Anteil an grüner Blattmasse zu achten.

Das **Pflanzbeet im Frühjahr** sollte mindestens auf Stecklingslänge, also ca. 20 cm, gelockert werden. Dies kann entweder ganzflächig mit einer Egge bzw. einem Feingrubber oder auch mit speziellen Reihenfräsen erfolgen. Zur Eindämmung von Konkurrenzvegetation sollte dann angewendet werden:

- entweder ein Herbizid im Voraufverfahren wie Flexidor
- oder ein Herbizid im Nachaufverfahren wie Lontrel 100 insbesondere bei Distelkonkurrenz und Fusilade MAX bei Konkurrenz durch Gräser.

Bei einem **Herbizideinsatz** ist die Zulassung nach § 18 b des PflSchG zu beachten. Auskunft gibt die zuständige untere Landwirtschaftsbehörde im Landratsamt.

Die Verwendung von **Unter- oder Einsaaten** wie Getreide oder Leguminosen sind noch nicht ausreichend untersucht.

15. Pflanzung

Die Pflanzung der Stecklinge und wurzelnackten Pflanzen kann maschinell oder manuell erfolgen. Die Pflanzung von Setzstangen geschieht manuell.

Die **Pflanzzeit** liegt je nach klimatischen Bedingungen zwischen Anfang März und Ende April. Bis zur Pflanzung ist das Pflanzmaterial möglichst kühl und feucht zu lagern. Das Pflanzgut wird in folgende **Pflanztiefen** eingebracht:

Stecklinge	Setzstangen	Wurzelnackte Pflanzen
ca. 20 cm	ca. 70 – 100 cm	ca. 20 – 35 cm

Stecklinge

Kurz vor der Pflanzung sollten die Stecklinge gewässert werden. Dazu wird das Material 1 – 2 Tage in schwach fließendes Wasser gestellt.

Die Pflanzung erfolgt je nach Flächengröße und Pflanzdichte **händisch** mit Pflanzschnur und Steckeisen, oder **mechanisch** mit praxisüblichen Pflanzmaschinen z.B. umgebauter Pflanztechnik aus dem Gemüsebau. Sehr gute Pflanzergebnisse werden durch spezielle Stecklingspflanzmaschinen erreicht. Empfohlen wird zur mechanischen Pflanzung eine Parzellengröße von mehr als 2 ha.

Die Stecklinge werden bodengleich eingesteckt.¹ Neue Pflanztechniken mit „Legen“ statt „Stecken“ als sogenannte „Legeruten“ oder „Leglinge“ sind in Erprobung.

Abb. 14: Steckling mit Knospe



Setzstangen

Setzstangen können mit einem Erdbohrer, einem Handbohrgerät, einem Tiefenlockerer oder einem Stecheisen gepflanzt werden. Die schnellste Pflanzung erreicht man mit Pflanzfurchen, die mit einem Tiefenlockerer gezogen werden.

Eine Flächenvorbereitung, Kulturpflege und evtl. Zaunschutz entfällt bei der Verwendung von Setzstangen. Die Pflanzung selber ist günstiger als beim Steckling. Das Pflanzgut ist dagegen teuer und es werden daher deutlich geringere Pflanzanzahlen pro Hektar verwendet als bei den Stecklingen. Der Einsatz von Setzstangen kommt somit überwiegend bei längeren Umtriebszeiten und damit für die Produktlinie **Industrieholz** in Frage.

¹ Zum Teil wird bei stark bindigen Böden empfohlen, eine Knospe, jedoch maximal zwei bis drei cm des Stecklings aus dem Boden herausragen zu lassen. Eine dadurch erreichte Verbesserung des Anwuchses ist nicht dokumentiert. Zudem besteht eine erhöhte Austrocknungsgefahr des Stecklings.

Wurzelnackte Pflanzen

Die Pflanzung wurzelnackter Pflanzen erfolgt manuell oder mit praxisüblichen Pflanzmaschinen. Die Wahl des **manuellen Pflanzverfahrens** richtet sich nach der Wurzelgröße:

Pflanzverfahren	Wurzellänge/-breite	Leistung
Buchenbühler Verfahren	bis 22 cm / bis 11 cm	140 - 180 St./h
Rhodener Verfahren	bis 25 cm / bis 20 cm	80 - 110 St./h
Hohlspaten	bis 30 cm / bis 25 cm	40 - 70 St./h

Mit **maschinellen Pflanzverfahren** kann eine deutlich höhere Flächenleistung erreicht werden. Geeignete Maschinen werden von Pflanzunternehmen und Baumschulen betrieben.

Pflanzverfahren	Leistung pro Mann
Accord	400 - 600 St./h
Quickwood	200 - 300 St./h

Nähere Informationen zu Maschinen und Verfahren können z.B. den Seiten www.kwf-online.de entnommen werden.

Zusammenfassende Wertung

Die Kosten für das Pflanzgut nehmen neben den Erntekosten den **größten Anteil an den Gesamtkosten ein**. Je teurer die Flächenanlage umso besser sollte das Wachstum und umso geringer das Risiko auf den Standorten sein.

	Stecklinge	Setzstangen	wurzelnackte Pflanzen
Produktlinie	Energie- und Industrieholz	Industrieholz	Energie- und Industrieholz
Preis pro Pflanze	günstig	teuer	mittel bis teuer
Pflanzdichte	bei mittleren bis hohen Pflanzenzahlen	bei niedrigen Pflanzenzahlen	bei niedrigen bis mittleren Pflanzenzahlen
Flächen-vorbereitung	sorgfältig geräumt	keine Flächen-räumung	Bei kleineren Pflanzen: sorgfältig geräumt
Kulturpflege	im 1. Jahr nach Anpflanzung erforderlich	keine Kulturpflege	im 1. Jahr nach Anpflanzung erforderlich
Verbissschutz	bei Weiden: auf Kleinflächen	entfällt	je nach Baumart und Pflanzengröße

16. Flächenpflege

Bewässerung

Bei extremer Frühjahrstrockenheit ist auf zu starker Austrocknung neigenden Standorten im ersten Jahr nach der Bestandesbegründung eine Bewässerung sinnvoll.

Nachbesserung

Nachbessern führt meist nur zu einem geringen Erfolg, da die jungen Pflanzen durch die bereits etablierten Bäume unterdrückt werden und in der Folgezeit nur wenig Biomasse produzieren. Eine Nachpflanzung bei größeren ausgefallenen Flächenteilen ist dagegen möglich.

Rückschnitt

Auf einen Rückschnitt ist in den meisten Fällen zu verzichten. Sinnvoll ist er bei der Gewinnung von Pflanzgut aus den einjährigen Trieben oder bei extrem ungleichen Beständen. Für eine Ertragssteigerung wird ein Rückschnitt nicht empfohlen

Kulturpflege

Je nach Konkurrenzvegetation ist eine Kulturpflege nötig. Der Zeitraum 1 – 3 Monate nach der Pflanzung ist für die Jungbäume besonders kritisch. **Zwischen den Pflanzreihen** ist eine mechanische Bearbeitung ausreichend. **Innerhalb der Reihen** sollte nur bei hochwachsender Konkurrenzvegetation, z.B. durch Auskesseln, eingegriffen werden.

Abb. 15: Fräsen zwischen Pappelreihen



In den Folgejahren sind in der Regel **keine Pflegeeingriffe** mehr nötig. Bei starker Konkurrenz hochwachsender Begleitvegetation, wie z.B. Brennnessel oder Goldrute, müssen auf einigen Standorten die aufkommenden Stockauschläge nach der Beerntung freigestellt werden, da die Stöcke zum Teil erstickt oder die Triebe deformiert werden.

17. Düngung

Auf den meisten landwirtschaftlichen Flächen Baden-Württembergs benötigen Kurzumtriebswälder **für die ersten Umtriebe** keine Düngung. Als limitierender Faktor für die Wachstumsleistung wird in den überwiegenden Fällen eine ausreichende Wasserversorgung erachtet.

Eine Erhöhung der Ernteerträge durch **Stickstoffdüngung** ist nach dem derzeitigen Kenntnisstand lediglich bei **Weiden** zu erwarten. Eine Düngung kann angebracht sein:

- zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit bei sehr kurzen Umtriebszeiten (2 - 3 Jahre) durch Beerntung von rinden- und knospenreichem Material und folglich hohen Nährstoffverlusten.
- bei Weiden zur Steigerung des Biomassezuwachses. Steigerungen um bis zu 20 - 30% sind möglich
- Eisen-/Manganchlorosen sowie Magnesiummangel auf Karbonatböden.
- Kaliummangel auf stark tonhaltigen Böden.

Erste Hinweise auf ein Nährstoffdefizit zeigen **Manglerscheinungen an den Blättern**. Bei Verdacht auf einen Nährstoffmangel sollten Blattproben entnommen und mit Grenzwerten im Tabellenanhang verglichen werden.

Mangelement	Erscheinungsform
Eisen	Blätter färben sich gelb, Blattadern bleiben grün.
Magnesium	Zuerst an älteren Blättern: Blattvergilbungen. Chlorose, später fleckige Nekrose, stets von der Mitte der Blattspreite ausgehend.
Kalium	Zuerst bei alten dann an jungen Blättern: Vergilbung von der Blattspitze über den Blattrand ausgehend. Später hellbraune, fleckige bis zusammenfließende Nekrosen.
Mangan	Zuerst an mittelalten Blättern: Grünlich bis gelblich weiße zunächst netzartig fleckige, dann zusammenfließende Chlorose. Adern bis in kleine Verästelungen grün gesäumt.
Stickstoff	Kleine Blätter. Gelbgrüne, fahle Verfärbung einschließlich der Blattadern.
Phosphor	Dunkle, blaugrüne Blattfarbe, später violettrote bis kupferbraune, gelbgesäumte Verfärbung.

18. Schäden

Kurzumtriebswälder werden überwiegend in **Monokultur** angebaut und weisen somit eine größere Anfälligkeit gegen Schädigungen auf als z.B. die in der Forstwirtschaft angebauten Mischwälder. In der folgenden Tabelle sind nur die Schädigungen aufgeführt, die bisher in größerem Umfang in Kurzumtriebswäldern beobachtet werden konnten.

	Balsampappel	Weiden	Aspe	Erle
Häufige Schäden	- Pappelblattrost - Pappelrindentod - Pappelblattkäfer	- Weidenblattrost - Wildverbiß	- Pappelblattrost - Aspenbock	- Wurzelhalsfäule „Erlensterben“
Gelegentliche Schäden	- Pappelbock - Triebspitzenkrankheit - Pappelkrebs - Mausschäden - Schneedruck	- Weidenblattkäfer		- Erlenblattkäfer - Erlenwürger

Pappeln und Weiden

Schwerwiegende Schädigungen entstehen insbesondere durch **Rostpilze**, die zu einem flächigen Ausfall der Bäume führen können. Wichtigste Gegenmaßnahme ist die Verwendung **resistenter Sorten**. Als besonders rostresistent bzw. besonders rostanfällig haben sich bisher folgende Sorten erwiesen:

Balsampappeln	
Weitestgehend rostresistent	Max 1-5, Hybride 275, Androscoggin, Muhle-Larsen, Fritzi-Pauley
rostanfällig	Beaupre, (Koreana), Rap, Raspalje, Unal
Weiden	
Weitestgehend rostresistent	Björn, Tora, Jorr, Torhild, Sven, Gudrun, Tordis
rostanfällig	Ulv, Rapp

Abb. 16: Pappelblattrost



Zur Risikoverringering wird ein **Mischanbau** von verschiedenen Sorten in Blöcken mit sechs bis zehn Reihen pro Sorte angebaut. Bei einem kompletten Ausfall eines Klones ist dann ein Nachanbau möglich.

Auch durch **Pappelblattkäfer** entstehen häufig Schädigungen. Sie fressen im Frühjahr an den jungen Trieben und können durch den zeitlich verzögerten Austrieb auch auf größeren Flächen erhebliche Ertragseinbußen verursachen. Eine Anwendung eines Insektizids wird aufgrund der Regeneration der Bäume nicht empfohlen.

Abb.17: Pappelblattkäfer (links) und Wühlmausschäden (rechts)



Erle

Wichtigste Schädigung bei Erlen ist Wurzelhalsfäule. Schwarzerlen können davon flächig absterben und auch an Grauerlen wurden bereits Schäden beobachtet. Hinweis für die Erkrankung ist Schleimfluss, der mit schwarzen Flecken im unteren Bereich des Baums auftritt. Wirksame Maßnahmen gegen das Sterben der Erlen gibt es momentan noch nicht.

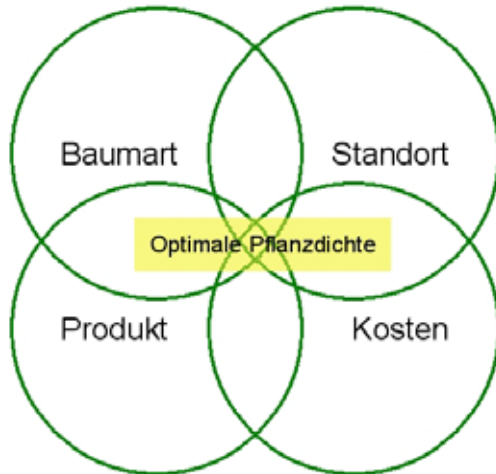
Robinie

Bei Robinien kann in jungen Jahren mit relativ geringen Schädigungen gerechnet werden. Kleinflächig kann es zu Rindenschäden durch Kaninchen oder Hasen kommen.

19. Pflanzdichte, Pflanzverband und Umtriebszeit

Pflanzdichte

Die optimale Pflanzdichte ergibt sich aus folgenden Faktoren:



Für einige Baumarten kommen wegen ihrer Wuchseigenschaften entweder nur hohe Pflanzdichten wie bei Korbweiden oder eher geringe Pflanzdichten wie bei Aspen in Frage. Balsampappelhybriden und Robinien lassen dagegen einen relativ weiten Spielraum.

Es gilt:

- Je besser ein **Standort**, umso dichter kann gepflanzt werden und umso kürzere Umtriebszeiten sind möglich.
- Je höher der **Zieldurchmesser**, z.B. zur Industrieholzproduktion, umso weniger Pflanzen werden pro Hektar benötigt.

Insbesondere Flächen mit hohen Anlagekosten, z.B. bei der Verwendung von wurzelnackten Pflanzen oder teuren Sorten, erfordern eine optimale Wahl der Pflanzdichte.

Pflanzverband

Die Wahl des Pflanzverbandes hängt ab von der Pflanzdichte, damit auch dem angestrebten Produkt und der zur Verfügung stehenden Erntetechnik. Die Pflanzung erfolgt grundsätzlich in Pflanzreihen. Bei größeren Hangneigungen sollten sich die Pflanzreihen nach dem größten Gefälle ausrichten.

Als **Abstand der Pflanzreihen** wird bei der Produktlinie **Energieholz** und vollmaschineller Ernte mindestens 2,0, besser 2,5 m empfohlen. Damit können größere Maschinen bei der Ernte eine Pflanzreihe zwischen die Räder nehmen. Von dem in Skandinavien üblichen geringeren Reihenabstand von 1,5 m bei Weide wird abgeraten, da zu enge Reihen die Rangier-, Entlade-, oder Pflügetätigkeiten auf der Fläche erheblich erschweren.

Die Bäume werden in der Regel als **Einzelreihen** gepflanzt. Bei der Weide können bei vollmechanisierter Ernte wie mit dem „Claas Jaguar“ auch

Abb. 18: Pflanzdichte 5.000 Pappeln / ha, Verband 2m x 1m ; Schwäbisch Gmünd



Doppelreihen gepflanzt werden. Dies ermöglicht eine simultane Ernte der beiden Reihen. Der Abstand in einer Doppelreihe beträgt dann max. 70–75 cm.*

Bei der Produktlinie **Industrieholz** wird ausschließlich in **Einzelreihen** gepflanzt. Der empfohlene Reihenabstand ist größer als beim Energieholz und beträgt im Regelfall mindestens 2,5 bis 3,0 m.

Verwendbare Pflanzverbände sind zum Beispiel:

Produktlinie	Baumart	Umtriebszeit Jahre	Reihenart	Pflanzverband m x m
Energieholz	Weide	2 – 3	einzel	2 x 0,5 (0,7)
			doppelt	2,5 x 0,5
	Balsampappel	2 – 3	einzel	2 x 0,5 (0,7)
Industrieholz	Erle, Robinie	10	einzel	2 x 1
	Balsampappel	15 - 20	einzel	3 x 5
	Aspe	15 - 20	einzel	3 x 4

Anbau verschiedener Baumarten oder Sorten auf einer Fläche

Baumarten für Kurzumtriebsbewirtschaftung sind sehr lichtliebend und reagieren stärker auf Lichtkonkurrenz als andere Baumarten. Bei einer Mischung von Baumarten oder Sorten auf einer Fläche sollte beachtet werden:

- Mischung am besten nur mit Baumarten oder Sorten mit ähnlichem Höhenwachstum.
- Keine einzelbaumweise Mischung.
- Reihenweise Mischung mit mindestens 6 – 10 Reihen derselben Baumart, besser noch ist eine blockweise Mischung.
- Die Gestaltung der Randreihen ist mit einer Vielzahl von Baumarten möglich.
- Eine weitere Möglichkeit zur Mischung ist der Anbau von Bäumen mit längeren Umtriebszeiten > 20 Jahre in weiten Einzelreihen zwischen den Kurzumtriebsbäumen. Nähere Infos: www.agroforst.uni-freiburg.de .

* Probleme ergeben sich, wenn der Wiederausschlag einer Doppelreihe die größte Schnittbreite der Erntemaschine überschreitet. Sie beträgt z.B. beim „Claas Jaguar“ 1,0 m.

20. Erntetechnik

Die Beerntung erfolgt im Winter bis spätestens Februar bei Weide bzw. März bei Pappel im laublosen Zustand.

- Die Baumtriebe werden bodennah in ca. 10 cm Höhe abgeschnitten.
- Der Schnitt sollte glatt ohne Fransenbildung erfolgen. Bei Erntemaschinen erfolgt der Schnitt horizontal, bei motormanuellen Verfahren leicht angeschrägt.

Energieholz: Zielsortiment bei der Ernte von Energieholz sind in der Regel Hackschnitzel. Auf kleineren Flächen, z.B. für den eigenen Betrieb mit Kleinfeuerungsanlagen, wird teilmechanisiert geerntet.* Der Anteil an motormanueller Arbeit am Verfahren, z.B. mit der Motorsäge, ist insgesamt hoch. Bei den vollmechanisierten Ernteverfahren sollten zur Erntekostenoptimierung die Flächengrößen über 5 ha liegen.

Industrieholz: Zielsortiment bei der Ernte von Industrieholz ist Rundholz in langer oder kurzer Form. Bei der Beerntung werden die Bäume gefällt und entastet. Die Krone wird bei dem vorgesehenem Mindestdurchmesser abgetrennt und das Stammholz aus der Fläche transportiert. Aufarbeitung und Transport erfolgen mit forstüblichen Harvestern, Fäller-Bündlern und Forwardern.

Teilmechanisierte Ernteverfahren bei Energieholz

Als teilmechanisierte Ernteverfahren kommen in Frage:

- motormanuelles Fällen – hand- oder kranbeschicktes Hacken
- motormanuelles Fällen – Vorkonzentrieren – kranbeschicktes Hacken

Abb.19: Motormanuelles Fällen u. Hacken mit forstüblichem Hackaggregat



Das **Fällen** erfolgt im 2 Mann-Verfahren mit einer Leichtmotorsäge oder bei guter Übung mit einem Freischneider mit Kreissägeblatt. Der Einsatz einer Fällgabel zum zielgerichteten Fällen bei ausreichender Arbeitssicherheit hat sich als vorteilhaft erwiesen. Die Fällung mit der Motorsäge eignet sich aus Kostengründen erst ab einer Umtriebszeit von ca. 5 Jahren bzw. einem Brusthöhendurchmesser ab ca. 6 - 7 cm.

Das **Hacken** wird mit mobilen Hackern entweder direkt nach der Ernte auf dem Feld oder nach Vorkonzentrieren der Bäume durchgeführt. Zum Hacken stehen ausgereifte Hacker als selbstfahrende Hacker, Aufbau- oder Anhängerhacker zur Verfügung, die alle anfallenden Stammdurchmesser verarbeiten können.

* Eine motormanuelle Ernte wird von der FVA aus Ergonomie- und Kostengründen nicht empfohlen.

Vollmechanisierte Ernteverfahren bei Energieholz

Kurzumtriebsbaumarten zur vollmechanisierten Ernte sind derzeit **Balsampappeln** und **Weiden**. Bei wurzelbrutbildenden Baumarten ist eine vollmechanisierte Beerntung mit der bestehenden Technik ab der 2. Ernte erschwert. Eine Lösung ist ein regelmäßiges Mulchen und Ausformen von Reihen.

Bei den vollmechanisierten Verfahren erfolgt das Fällen und Hacken in einem Arbeitsgang. Die Beerntung sollte aus erntetechnischen Gründen¹, zur Vermeidung von Bodenverdichtungen und Schädigungen des Wurzelwerkes bei **gefrorenem Boden** erfolgen. Die derzeit gängigsten Erntemaschinen für große Flächen sind der Claas Jaguar und der Gehölmähhäcksler.

Abb.20: Claas Jaguar



Der **Claas Jaguar** ist ein serienmäßiger Feldhäcksler mit einem speziellen Schneidevoratz. Es können hohe Flächenleistungen bei der Ernte erreicht werden. Der maximale Erntedurchmesser an der Stammbasis beträgt derzeit 7 - 8 cm. Italienische Schneidevorätze bis 15 cm sind in Erprobung. Der Jaguar wird seit mehreren Jahren im praktischen Betrieb in Schweden eingesetzt. Arbeiten bei geringen Hangneigungen und Dunkelheit sind möglich.

Abb.21: Gehölmähhäcksler



Eine ähnliche Maschine bietet die Fa. Hüttmann als Prototyp auf **Krone**-Häcksler-Basis.

Der **Gehölmähhäcksler** kann an einen konventionellen Schlepper angebaut werden. Es wird jeweils eine Baumreihe abgeerntet. Der maximale Erntedurchmesser beträgt 12 cm. Der Häcksler wurde bisher in mehreren Ausführungen versuchsweise eingesetzt.

Die Kostenrahmen sind derzeit:

Teilmechanisierte Verfahren (Motorsäge/Freischneider/Hacken)		90 €/ t atro
Vollmechanisierte Verfahren		
Gehölmähhäcksler (Anbauhacker)	25 -	45 €/ t atro
Claas Jaguar	25 -	50 €/ t atro
Harvester / Hacken zentraler Platz	75 -	85 €/ t atro
Fäller-Bündler / Hacken	ca.	80 €/ t atro

¹ Traktionsprobleme und seitliches Wegrutschen insbesondere schwerer Transportfahrzeuge bei voller Ladung oder durch mehrfache Befahrung von Teilen der Fläche.

Hackschnitzelqualität bei den Ernteverfahren

Bei den **manuellen Verfahren** kann das Hacken, was den Zeitpunkt und die Hacktechnik angeht, sehr flexibel gestaltet werden. Die Hackqualität der einsetzbaren Hackaggregate aus Forst und Landschaftspflege entspricht größtenteils den Qualitätsansprüchen wie z.B. den QM-Größenvorgaben.

Bei den **vollmechanisierten Verfahren** können die QM-Vorgaben bis auf die Feianteile meist eingehalten werden. Lediglich der **Gehölmähhäcksler** hat hinsichtlich der Stückigkeit derzeit technisch bedingt Probleme; seine Hackschnitzel lassen sich damit meist nur in größeren Heizwerken verbrennen.

Nähere Informationen zu Qualitätsanforderungen an Hackschnitzel sowie Vorschläge für die Gestaltung von Holzbrennstoff- oder Wärmelieferverträgen können den Seiten von QM-Holzheizwerke (Band 4, Planungshandbuch) bzw. www.qmholzheizwerke.de, www.carmen-ev.de oder der FVA Baden-Württemberg, Abt. Waldnutzung www.fva-bw.de entnommen werden.

Zusammenfassende Wertung der Beerntungsverfahren

	Motormanuell	Claas	Mähhäcksler
Ergonomische Vorteile	gering	hoch	hoch
Praxiseinsatz	hoch	hoch	gering
Verfügbarkeit	hoch	gering	gering
Leistung	gering	hoch	hoch
Wertschöpfung für den Betrieb	hoch	gering	gering
Zeitliche Flexibilität	hoch	gering	gering
Hackqualität der Hackschnitzel	hoch	mittel	gering

* Die QM-Vorgaben können nur teilweise eingehalten werden, da u.a. die maximale Länge bei den Hauptanteilen (100 mm) häufiger überschritten wird. Dies kann im Brennstofftransportsystem vom Silo zum Heizkessel mittels Schneckenförderer zu Problemen führen.

21. Zwischenlagerung und Trocknung am Feld

Unmittelbar nach der Ernte hat das Erntegut einen hohen Wassergehalt. Mit Ausnahme der Robinie bestehen Kurzumtriebsbaumarten in etwa zur Hälfte aus Wasser. Die Hackschnitzel können als einzelnes, sortenreines Brennstoffsortiment bei herkömmlichen Unterschubfeuerungen meist nur verbrannt werden, wenn der Brennstoff auf einen vertretbaren mittleren Wassergehalt abgetrocknet oder aber mit trockenerem Brennstoff vermischt wurde.

*Wassergehalte (%) von erntefrischem Hackgut von Kurzumtriebsbaumarten**

Baumart	Balsampappel	Aspe	Weide	Erle	Robinie
Wassergehalt	55 – 60	45 – 50	50 – 55	50 – 60	30 – 40

* zum Vergleich: erntefrisches Holz aus dem Wald: 40-55%, waldgetrocknetes Rundholz: 30-40%

Ein geringer Wassergehalt im Erntegut

- erhöht den **Heizwert**,
- verbessert die **Lagerfähigkeit**. Ab einem Wassergehalt von 30% gelten Hackschnitzel als lagerbeständiger,
- hemmt die **Schimmelbildung** insbesondere bei überhöhten Feinanteilen und senkt dadurch bedingte Gesundheitsgefährdungen bei Manipulationsarbeiten deutlich.

Mit einer Zwischenlagerung am Feld unmittelbar nach der Ernte können die Wassergehalte auch sehr leichter Holzarten bereits deutlich reduziert und z.B. auch für Kleinfeuerungsanlagen nutzbar gemacht werden.

Zwischenlagerung als Vollbäume

Ein Zwischenlager am Feld bietet sich bei motormanueller Ernte und anschließender Vorkonzentrierung an. Gehackt wird dann je nach Bedarf und Arbeitsauslastung. Es sollte ein möglichst sonniger Lagerplatz mit guter Durchlüftungsmöglichkeit für das Erntegut gewählt werden, Schattenlagen sind zu meiden. Nach dem Einschlag im Winter verringert sich der Wassergehalt der Vollbäume über den Sommer hinweg bis in den Herbst auf ca. 30-35%.

Abb.22: Ungezopfte Vollbäume



Zwischenlagerung von frischem Hackgut

Auch erntefrisches Hackgut kann über den Sommer hinweg bis in den Herbst am Feld als Schüttung gelagert werden. Der Wassergehalt reduziert sich trotz Niederschlägen ebenfalls auf ca. 30 – 35%. Für eine optimale Trocknung sollten gröbere Hackschnitzelfractionen verwendet werden. Eine gute Durchlüftung verhindert zudem Schimmelbildung. Wegen der zusätzlichen Kosten durch erneutes Aufladen und den Verlusten bzw. Verunreinigungen der Hackschnitzel in Bodennähe wird diese Form der Zwischenlagerung allerdings nur sehr eingeschränkt empfohlen.

	Zwischenlagerung von	
	Vollbäumen	frischem Hackgut
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Flexible Lagerhaltung, zeitlich flexibles Hacken nach Energiebedarf und Arbeitsauslastung • Verwendung üblicher forstlicher Hacker 	<ul style="list-style-type: none"> • Relativ geringer Lagerplatzbedarf am Ernteort • Bei allen Ernteverfahren einsetzbar
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • hoher Platzbedarf für das Zwischenlager, soweit bei der Polterung kein Kran zur Verfügung steht 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusätzlicher Logistikschrift mit Abladen / Aufladen • Ggf. Schimmelpilzbildung und dadurch Biomasseverluste bzw. Heizwertreduktionen • Außenmantel der Schüttung bleibt feucht. • Hackschnitzelverluste bzw. Verunreinigungen bei unbefestigtem Boden

22. Flächenrückführung

Wird eine Kurzumtriebsfläche wieder der üblichen landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt, müssen die **Wurzelstöcke beseitigt** werden.

Abb.23: Rodungsfräse



Hierfür werden Mulch- und Rodefräsen verwendet, wie sie als konventionelle Schlepperanbaugeräte im Forst, im Obstbau oder der Landschaftspflege eingesetzt werden.

Die Wurzelstöcke werden von der Fräse bis zu einer Bodentiefe von 40 cm zerstört. Je langsamer die Fahrgeschwindigkeit umso besser werden die Wurzeln zerkleinert. Zur Vermeidung von Bodenverdichtungen sollte die Rodung auf einem Boden durchgeführt werden, der möglichst bis zur Bearbeitungstiefe abgetrocknet ist.

Bewährt hat sich ein zweistufiges Verfahren beginnend mit dem **Einsatz einer Bodenfräse mit anschließendem Mulchen** und Einsatz einer Zwischenfrucht. Als Alternative wird zuerst das Mulchen der oberirdischen Stockteile und anschließendes Zerkleinern der Wurzeln mit der Fräse empfohlen. Als weitere Variante wird genannt, die Fläche zweimal flach und einmal tief mit der Rodefräse zu bearbeiten. Anschließend sollte mehrmals die Kreisel egge eingesetzt werden.

Abb.24: Fläche kurz nach der Rodung, Münsingen



Nach einer Rodung im Winterhalbjahr ist gemäß bisherigem Kenntnisstand im darauffolgenden Herbst eine reguläre Feldbestellung mit Winterweizen oder Mais möglich. Bisher konnten für Folgekulturen auf Versuchsflächen keine Ertrags-einbußen festgestellt werden.

Derzeitige Kosten:
Fräsen und Mulchen

500 - 1.200 €/ ha

23. Kalkulation der Kosten und Erlöse

Kurzumtriebsflächen sollten eine Lebensdauer von mindestens 20 – 30 Jahren haben. Der wichtigste **Kosten- und Erlösblock** während dieses Zeitraumes sind die

- Pflanz- und Kulturkosten
- Erntekosten und Erlöse für das Erntegut.

Daneben entstehen vor allem Kosten bei der Flächenrückführung.

Die Kosten und Erlöse fallen im Gegensatz zu den meisten anderen landwirtschaftlichen Nutzungen nicht im selben Jahr an, sondern im Anlagejahr und dann jeweils am Ende einer Umtriebszeit. Für landwirtschaftliche Mischbetriebe mit Dauerkulturen oder Wald ist eine langjährige Kapitalbindung durch relativ hohe Anlagekosten nichts Ungewöhnliches.

Sichere Deckungsbeitragsrechnungen sind allerdings durch die starken Schwankungen der Kosten und Erlöse über den langen Zeitraum hinweg nicht möglich. Auch Prämienzahlungen sind höchstens in den Anfangsjahren einkalkulierbar. Zudem gibt es je nach betrieblichen und naturräumlichen Rahmenbedingungen eine Vielzahl von Anbauvarianten, die sich kostenmäßig unterscheiden.

Es wird daher nachfolgend ein **Kalkulationsschema** vorgestellt, mit dem sich der Landnutzer nach seinen Zielvorstellungen zumindest ansatzweise selbst kostenmäßig orientieren kann.

Ergänzt wird das Kalkulationsschema mit zwei **Beispielsrechnungen** auf mittleren bis günstigen Standorten in Baden-Württemberg:

Industrie- o. Energieholz	teilmechanisierte Ernte bei Pappelanbau
Energieholz	vollmechanisierte Ernte bei Weidenanbau

Bei den Kosten und Erlösen muss die Zeit berücksichtigt werden. Dies geschieht über eine **Abzinsung**. Mit ihr wird berechnet, wie viel zukünftig anfallende Beträge bei einer vorgegebenen Verzinsung heute, also im Jahr der Flächenanlage, wert wären. Zur Abzinsung stehen im Internet oder in Tabellenkalkulationsprogrammen eine Reihe von Rechenhilfen zur Verfügung.

Kalkulationsschema für einen Hektar Kurzumtriebsfläche: Produktlinien Industrie-/Energieholz (Pappel) und Energieholz (Weide)

	Eigene Kalkulation	Beispiel Pappel teilmechanisiert	Beispiel Weide vollmechanisiert
Anbau und Kulturpflege im 1. Jahr			
Pflügen, Eggen, Herbizid		240.-	240.-
Pflanzgut ¹		1.200.-	2.250.-
Pflanzen (Stecken) ²		300.-	750.-
Zaunschutz inkl. Abbau ³		-	-
Spritzen als Kulturpflege ⁴		240.-	240.-
Mäusebekämpfung ⁵		-	-
Mulchen/Fräsen zwischen den Reihen ⁶		-	-
Nachbesserung		-	-
Vorgewende, Nachbarschaftsabstand		- 10 %	- 10 %
Summe		1.782.-	3.132.-
Düngung bei Bedarf			
Düngen ⁷		-	980.-
Summe abgezinst ⁸		-	549.-
Alle Ernten			
Erntekosten mit Transport ⁹		18.720.-	10.080.-
Ernteguterlöse ¹⁰		20.160.-	20.160.-
Ergebnis Erlöse – Kosten		1.440.-	10.080.-
Summe abgezinst ⁸		698.-	5.304.-
Rodung bzw. Rückumwandlung			
Fräsen, Mulchen, Zwischensaat		900.-	900.-
Summe abgezinst ⁸		256.-	256.-
„Kapitalwert“ ¹¹		- 1.340.-	1.367.-

Grundlagen zum Kalkulationsschema














	Eigene Kalkulation	Beispiel Pappel teilmechanisiert	Beispiel Weide vollmechanisiert
Baumart:		Pappelhybride	Korbweide
Ertrag:		10 t atro./ha	10 t atro./ha
Pflanzdichte:		6.000 St./ha	15.000 St./ha
Anzahl Umtriebe:		4	8
Umtriebszeit:		8 Jahre	4 Jahre
Lebensdauer der Kurzumtriebsfläche:		32 Jahre	32 Jahre
Erlös¹²:		70 € / t atro.	70 € / t atro
Ernte:		Teilmechanisiert. Motor- manuell mit Vorkonzentrieren	Vollmechanisiert mit Claas Jaguar
1 Pflanzanzahl x Pflanzenpreis.		6.000 St. x 0,20 €	15.000 St. x 0,15 €
2 Ca. 0,05 € pro Steckling.		6.000 St. x 0,05 €	15.000 St. x 0,05 €
3 Ansetzbar wären ca. 5 € / lfm			
4 Zweifaches Spritzen mit Bodenherbizid und Nachlauf			
5 Ansetzbar wären ca. 40 € für Köder inkl. Ausbringung			
6 Ansetzbar wären ca. 30 € / ha, optional Herbizideinsatz			
7 Ansetzbar wären pro Düngung ca. 140.- €		Keine Düngung	Düngen nach jeder Ernte: 7 x 140.- €
8 Abzinsung mit gefordertem Zins		Abzinsung mit 4 % Zins pro Jahr d.h. Reduktion der anfallenden Kosten und Erlöse z.B. des 4., 8., 12., 16., 20. usw. bis zum 32. Jahr durch Division mit den Faktoren 1.17, 1.37, 1.60, 1.87, 2.19 usw. bis 3.51	
9 Erntekosten mit (Nah-)Transport x jährlicher Ertrag x Umtriebszeit x Anzahl Umtriebe abzgl. Flächenverluste.		65 € x 10 t atro x 8 Jahre x 4 Umtriebe abzgl. 10%	35 € x 10 t atro x 4 Jahre x 8 Umtriebe abzgl. 10%
10 Erzielbarer Preis x jährlicher Ertrag x Umtriebszeit x Anzahl Umtriebe abzgl. Flächenverluste.		70 € / t atro x 10 t atro x 8 Jahre x 4 Umtriebe abzgl. 10%	70 € / t atro x 10 t atro x 4 Jahre x 8 Umtriebe abzgl. 10%
11 abgezinste Ernteerlöse abzüglich der abgezinnten Kosten für Anbau, Düngung und Rodung.		698€ - 1782 € - 256 €	5304 € - 3132 € - 549 € - 256 €
12 Hier: Optimistische Erlösannahme. Für Hackschnittel aus Kurzumtriebspappeln und –weiden besteht derzeit kein Markt. Eine Orientierungsmöglichkeit sind Waldhackschnittelpreise (35% WG, www.carmep-ex.de): Es bestehen regional Preisunterschiede: t atro von 30–110 €, Mittelwert: 66 € (Stand Herbst 07)			

Gut zu erkennen ist in den beiden Beispielen die große Bedeutung der Erntekosten bzw. Ernteguterlöse. **Rationell ablaufende Ernteverfahren** sind somit für die Gesamrentabilität des Anbaus mitentscheidend.

Im Beispiel des Kalkulationsschemas liegt die tatsächliche Verzinsung beim teilmechanisierten Verfahren unter den angesetzten 4% (Kapitalwert negativ) und beim vollmechanisierten Verfahren über 4% (Kapitalwert positiv). Ursache sind die hohen Aufarbeitungskosten beim halbmechanisierten Verfahren. Durch die **Einbringung von Eigenarbeit** beim Fällen und Hacken bleibt allerdings die Wertschöpfung im Betrieb.

Ein Online-Rechner zur Kalkulation von Weiden und Pappelanbauten ist unter der Internetseite der KTBL www.ktbl.de verfügbar.

Einige betriebswirtschaftliche Überlegungen vor dem Anbau:

Wenn		dann	
meine Anlagekosten hoch sind,		sollten die prognostizierten Erlöse für Erntegut hoch sein.	
		sollte die prognostizierte Wuchtleistung hoch sein.	
		sollte die Lebensdauer der Fläche hoch sein, also möglichst viele Umtriebe genutzt werden.	
		sollte die Umtriebszeit eher kurz gehalten werden.	
meine Erntekosten z.B. durch motor-manuelle Aufarbeitung hoch sind,		sollten eher dickere Baumdurchmesser produziert werden.	
		sollten die prognostizierten Erlöse für Erntegut hoch sein.	
die Erlöse für Erntegut hoch sind,		sind meine Anbaumöglichkeiten auch auf schlechten Standorten hoch.	
die Lebensdauer meiner Fläche hoch ist,		wird die Bedeutung von Anlage- und Rodungskosten geringer.	
		steigt die Rentabilität insgesamt.	

24. Quellen und weiterführende Literatur

- BOELCKE, B.(2006): Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen, Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Minist. Ern., Landw., Forsten u. Fischerei M.V.(Hrsg.) 35 S.
- BURGER, F. (1996): Praxiserfahrung bei der Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft. Nr. 8. S. 19-28. Freising.
- BURGER, F.; SCHOLZ, V. (2004): Stand der Technik bei der Ernte von Energiewäldern. Holz-Zentralblatt 46; S.610-611
- DURWEN, K-J., WELLER,F; TILK,C.; BECK,H.; BEUTTLER,A.; KLEIN,S. (1996): Digitaler Landschaftsökologischer Atlas Baden-Württemberg, FH Nürtingen
- FRIEDRICH, E. (1999): Anbautechnische Untersuchungen in forstlichen Schnellwuchsplantagen und Demonstration des Leistungsvermögens schnellwachsender Baumarten. In: Modellvorhaben "Schnellw. Baumarten". Schriftenreihe der FNR "Nachwachsende Rohstoffe", Bd. 13. S.19-150
- INSTITUT FÜR AGRARTECHNIK BORNIM E.V. (2004): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Potenzial, Anbau, Technologie, Ökologie und Ökonomie. Bornimer Agrar. Berichte; Heft 35; 138 S.
- JUG, A. (1997): Standortkundliche Untersuchungen auf Schnellwuchsplantagen unter besonderer Berücksichtigung des Stickstoffhaushalts. Hieronymus Verlag München. 226 S.
- HOFMANN,M.(2005): Pappeln als nachwachsender Rohstoff auf Ackerstandorten. Kulturverfahren, Ökologie und Wachstum unter dem Aspekt der Sortenwahl. Schriften des Forschungsinstitutes für schnellwachsende Baumarten, Hann. Münden, Band 8, 143 S.
- HOFMANN, M. (2007): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Herausgeber: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). 42 S.
- LIEBHARD, P.(2007): Energieholz im Kurzumtrieb. Rohstoff der Zukunft. Leopold Stocker Verlag 123 S.
- LIESEBACH, M.; VON WÜHLISCH, G.; MUHS, H.J.; HOFMANN, M. (1999): Eignung der Baumart Aspe und Prüfung von Aspenhybriden für die Biomasseerzeugung in Kurzumtriebsplantagen. In: Modellvorhaben "Schnellw. Baumarten". Schriftenreihe FNR "Nachw. Rohstoffe", Bd. 13. S.240-313
- MAYER, B. (1996): Praxisversuch Energieproduktion und –verwertung. Ernte und Rekultivierung von Pappel- und Weiden-Niederwäldern im Kurzumtrieb, Teil II. Versuchsberichte der FVA Abt. AWF; Bericht 1996/4.
- MEYER-MARQUART, D.; FELDWISCH,N. (2006): Vorstudie – Rahmenbedingungen und Potenziale für eine natur- und umweltverträgliche energetische Nutzung von Biomasse im Freistaat Sachsen - Abschlussbericht – 251 S.
- RÉDEI, K.; VEPERDI, I. (2005): Robinien-Energieholzplantagen. Teil III des Sammelartikels „Robinienwirtschaft in Ungarn“. Forst & Holz, Jg. 60, Nr. 11, S. 468-469.
- SCHIRMER (2007): Pflanzen für Energiewälder. Vermehrungsgut, Genetik, und rechtliche Aspekte. AFZ 14/2007; S.754-755
- SCHNEIDER, I. (1995): Praxisversuch Energieproduktion und –verwertung. Bewirtschaftung, Ernte und Verwertung von Pappel- und Weiden-Niederwäldern in Kurzumtrieb. FVA Baden-Württemberg, Abt. Arbeitswissenschaft und Forstbenutzung; Bericht 1995/1; 33 S.
- STOLZENBURG, K.(2007): Versuchsergebnisse mit Weiden und Pappeln 1994 – 2005; Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg. 5 S.
- TEXTOR, B. (2004): Anbau, Bereitstellung und energetische Nutzung von Pappeln im Kurzumtrieb (Praxisversuch 1991 - 2001), IFAS-Schriftenreihe; P+H Wissenschaftlicher Verlag Berlin; Bd.2 S.188-212, Biomassetagung 2003, Birkenfeld Rhld.-Pfalz
- UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG [Hrsg.] (2007): Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg, 3. Auflage, Stuttgart.
- UNSELD, R. (1999): Kurzumtriebsbewirtschaftung auf landwirtschaftlichen Grenzertragsböden: Biomassenproduktion und bodenökologische Auswirkungen verschiedener Baumarten. Shaker Verlag Aachen, 184 S. + Anh.

Abkürzungs- und Stichwortverzeichnis

Ackerzahl	Die Ackerzahl bezeichnet die Qualität einer Ackerfläche. Sie geht von der Bodenzahl aus und bezieht zusätzliche Standortfaktoren wie das Klima mit ein. Die Skala reicht von 10 (sehr schlecht) bis 100 (sehr gut).
Atro	absolut trocken, Wassergehalt 0%.
BHD	Brusthöhendurchmesser (Höhe in 1,30 m).
Bodenzahl	Die Bodenzahl bestimmt die Bodenfruchtbarkeit im Rahmen der Bodenschätzung. Zur Ermittlung der Zahl wird der erzielbare Reinertrag eines Bodens zum fruchtbarsten Schwarzerdeboden der Magdeburger Börde (Wert 100) in Beziehung gesetzt.
Dauergrünland	Mindestens 5 Jahre alte Wiese oder Weide mit relativ geschlossener Grasnarbe, die von einer Pflanzengemeinschaft aus Gräsern, Kräutern und Leguminosen gebildet wird.
Drainage	Unterirdisches Abführen von Wasser (Entwässerung) mittels gelochter Rohre oder Schläuche zur Trockenhaltung von meist landwirtschaftlich genutzten Böden.
Efm	Erntefestmeter (cbm, m ³): Volumen des beernteten Bestandes. Ernte- und Rindenverluste sind bereits berücksichtigt.
flachgründig	Die Durchwurzelbarkeit beträgt weniger als 25 cm.
fm	Festmeter (cbm, m ³) = ein Kubikmeter Holz ohne Zwischenräume. Man unterscheidet zwischen Vorrats- und Erntefestmeter.
Grenzstandort	Fläche, auf der wegen nachteiliger natürlicher oder agrarstruktureller Standortfaktoren unter den gegebenen Preis-Kosten-Verhältnissen eine rentable Nutzung nicht möglich ist.
Herbizid	Unkrautbekämpfungsmittel.
Hybride	Lebewesen, das durch Kreuzung von Eltern unterschiedlicher Rassen oder Arten hervorgegangen ist. In der Hybridzucht nutzt man den Heterosis-Effekt aus, der im Vergleich zu reinerbigen Lebewesen zu mehr Vitalität und Leistungsfähigkeit führt.
Industrieholz	Holz, das mechanisch zerkleinert oder chemisch aufgeschlossen wird. Produkte sind Holzschliff und Zellstoff, Span- und Faserplatten, Holzwolle und andere industrielle Produkte.
Klon	Genetisch identische Kopie eines Organismus. Im Pflanzenbau entsteht ein Klon durch vegetative Vermehrung.
kontinentales Klima	Festlandklima: große Temperaturschwankungen, geringere Jahresniederschlagsmengen als bei einem maritimen Klima.
lutro	lufttrocken, Wassergehalt ca. 20 %
Monokultur	Anbau von nur einer Pflanzenart auf großen Flächen.
Mutterquartier	Anbaufläche zur Vermehrung von Stecklingen und Steckruten.
Nachbesserung	Neuerliche Pflanzung ausgefallener Bäume 1-2 Jahre nach der

	Erstpflanzung.
Niederwald	Waldbestand, bei dem die Bestandesverjüngung über Stockaus- schlag oder Wurzelbrut erfolgt.
NPK-Dünger	Volldünger mit wechselnden Anteilen an Stickstoff, Phosphat und Kalium z.B. mit 15% N, 15% P ₂ O ₅ , 15% KCl.
Pflanzdichte	Anzahl Bäume pro Hektar.
Pflanzverband	Räumliche Anordnung der Pflanzen auf der Fläche.
pH-Wert	Säuregrad. Neutralpunkt bei pH 7 (< 7 sauer; > 7 basisch).
Rotation	Beerntungszyklus. 1.Rotation = Zyklus von der Flächenbegrün- dung bis zur ersten Beerntung.
rm	Raummeter: gestapeltes Holz das einen Raum von einem Ku- bikmeter einnimmt. Entspricht ca. 0,7 fm.
Rückschnitt	Zurückschneiden der Triebe nach dem ersten Jahr zur Stimulie- rung des Triebwachstums.
Stilllegung	Zeitweiliges oder dauerhaftes außer Betrieb nehmen von land- wirtschaftlichen Flächen.
Srm	Schüttraummeter: Lose geschüttetes Hackgut, das einen Raum von einem Kubikmeter einnimmt. Entspricht ca. 0,4 fm.
t atro	Tonne absolut trocken. Der Wassergehalt beträgt 0 %.
tiefgründig	Die Durchwurzelbarkeit beträgt mehr als 50 cm.
Umtriebszeit	Wachstumszeitraum von der Flächenbegründung bis zur ersten Ernte und zwischen zwei Ernten.
vegetative Vermeh- rung	Ungeschlechtliche Vermehrung z.B. über Pflanzenteile.
Verbiss	Abfressen von Knospen und jungen Pflanzentrieben durch Wild- tiere.
Vfm	Vorratsfestmeter (cbm, m ³): Volumen des noch unbeernteten Bestandes.
Vollbäume	Gefällte und zumeist vom Gipfel getrennte Bäume, die unentastet oder teilentastet, sowie unentrindet aufgearbeitet werden.
Vorkonzentrieren	Erste Anhäufung der gefällten Bäume kurz nach der Ernte.
Wassergehalt	Gewichtsanteil an Wasser im Holz. Wassergewicht = Gesamtge- wicht, Holz frisch – Trockengewicht, Holz atro
Wurzelbrut	Vegetative Vermehrung, bei der Triebe aus oberflächlich strei- chenden Seitenwurzeln ausschlagen.
Zahlungsanspruch	Handelbares Recht, das zum Erhalt einer Betriebsprämie berech- tigt, wenn es aktiviert wird. Die Aktivierung eines Zahlungsan- spruchs ist in der Regel mit einer entsprechenden beihilfefähigen landwirtschaftlichen Fläche möglich.

Tabellen

Blattspiegelwerte für Nährstoffmangel bei Kurzumtriebsbaumarten (mg/g)

	N	P	K	Ca	Mg
Korbweide	< 25	< 2,6	< 16	< 5,9	< 2,1
Balsampappel	< 22	< 2,5	< 18	< 6	< 1,5

Umrechnungswerte Maßeinheiten Holz

	fm	rm	Srm
1 fm Holz	1	1,43	2,5
1 rm Holz	0,7	1	1,75
1 Srm Hackschnitzel	0,4	0,57	1

*Gewicht absolut trocken und Wassergehalte von Baumarten aus Kurzumtriebsbewirtschaftung**

	atro-Gewicht	Wassergehalt
	<i>kg / m³</i>	<i>%</i>
Balsampappel	300 - 350	55 – 60
Aspe	350 - 400	50 – 55
Weide	-	50 – 55
Erle	340 - 370	55 – 60
Robinie	500 - 600	35 – 40

* i.d.R. etwas geringere Atrogewichte als bei Hochwaldbewirtschaftung

Umrechnungswerte von Tonnenangaben für Kurzumtriebsbaumarten

	1 t atro sind			1 Srm frisch sind		
	Srm			t		
	<i>frisch</i>	<i>lutro</i>	<i>atro</i>	<i>frisch</i>	<i>lutro</i>	<i>atro</i>
Pappel	3,2	5,7	7,1	0,31	0,18	0,14
Robinie	2,7	3,3	4,2	0,37	0,30	0,24

Adressen für weitere Informationen

**Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA)
Baden-Württemberg**

Abt. Waldnutzung;
Abt. Boden und Umwelt
Wonnhaldestraße 4

www.fva-bw.de

Tel.: 0761-4018-0

D-79100 Freiburg

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)

Sachgebiet Nachwachsende Rohstoffe
Außenstelle Rheinstetten-Forchheim
Kutschenweg 20

www.LTZ-Augustenberg.de

Tel.: 0721-9518-30

D-76287 Rheinstetten

