



Das Lebensministerium



## Anbau schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb auf landwirtschaftlichen Flächen

Dr. habil. Christian Röhricht und Karin Ruscher  
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie  
Mitteldeutscher Bioenergietag, Agra 24.04.2009

Freistaat  Sachsen

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

# Charakteristik schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb

Es ist eine spezielle landwirtschaftliche Produktionsform. Über den feldmäßigen Anbau im zwei- bis zwanzigjährigen Umtrieb wird Holzbio- masse für industrielle und energetische Zwecke erzeugt.

Für diese Anbauform kommen Laubbaumarten in Frage, die vor dem 20. Lebensjahr einen hohen Biomassezuwachs entfalten.

Unter europäischen Klimabedingungen erweisen sich Pappel- und Weidenarten als besonders geeignet.

Sie zeichnen sich aus durch:

- rasches Jugendwachstum
- leichte Vermehrbarkeit
- gutes Stockausschlagvermögen
- Dichtstandsverträglichkeit



# Boden- und Klimaansprüche von Pappeln und Weiden

Merkmale	Pappel	Weide
Bodenart	Sande, sandige Lehme, Lehme	anlehmige bis lehmige Sande
Bodeneigenschaften	trocken bis grundwasserbeeinflusst, gut durchlüftet	grundwasserbeeinflusst, gut durchlüftet
Krumentiefe	ca. 70 cm	ca. 70 cm
Jahresniederschläge Hauptwachstumszeit	≥ 500 mm ≥ 300 mm	600 bis 700 mm ≥ 350 mm
Frosttoleranz	mittel	hoch
Wasserverbrauch	600 l/kg TS	700 l/kg TS



# Kritische Boden – Klima – Verhältnisse für den Anbau schnellwachsender Baumarten

- schwere Lehme, tonige Böden
- verdichtete Böden
- frost- und winddisponierte Lagen
- drainierte Flächen
- keine Lärchen in der Nähe einer KUP



# Bodenvorbereitung Ackerland

## Grundbodenbearbeitung

- je nach Standort Herbst- oder Frühjahrsfurche
- Pflugtiefe 25 bis 30 cm

## Pflanzbettbereitung

- Grubber – Eggenstrich

### Ziel:

feinkrümeliges, gut abgesetztes Pflanzbett

## Bodenvorbereitung Grasland, Bracheflächen

- sorgfältiger Narbenumbruch
- mehrmaliges Fräsen



# Wichtige Pappelsorten für den Kurzumtrieb

Pappelsorten Name	Kreuzungspartner	Bemerkung
Muhle Larsen (w) Fritzi Pauley (w) Columbia River (m) Weser 6 Trichobel	<i>P. trichocarpa</i> x <i>P. trichocarpa</i>	mittlere bis hohe Leistung bei midi-Rotation
Koreana	<i>P. trichocarpa</i> x <i>P. koreana</i> x <i>P. maximovizcii</i>	
<b>Androscoggin (m)</b> <b>Hybride 275</b>	<i>P. maximovizcii</i> x <i>P. trichocarpa</i>	mittlere bis hohe Leistung bei midi-Rotation
Rochester (w) <b>Max 1-5</b>	<i>P. nigra</i> x <i>P. maximovizcii</i>	hohe Ertragsleistung bei mini- und midi-Rotation
Unal Raspalje <b>Beaupré</b> Barn Donk Boelare Rap	<i>P. deltoides</i> x <i>P. trichocarpa</i>	sehr hohe Ertragsleistung bei allen Rotationstypen
Tapiau 1-8 Ahle 1-20	<i>P. tremula</i> x <i>P. tremula</i>	
Münden 1-20 Austria (w)	<i>P. tremula</i> x <i>P. tremuloides</i>	hohe Leistung bei maxi-Rotation

(w) weiblich, (m) männlich

Quelle: nach FRIEDRICH et al. (1994), HOFMANN (1995)



# Wichtige Weidensorten für den Kurzumtrieb

Weidensorte Name	Kreuzung	Bemerkung
<b>Zieverich</b> Björn Ingeborg Ulv Rap Orm Loden	<i>S. viminalis</i>	mittlere bis hohe Ertragsleistung in mini- Rotation (2 – 3 Jahre), mittlere bis gute Resistenz gegen Blattrost
Carmen	<i>S. dasyclados</i>	
Jorr	<i>S. viminalis</i> (Kreuzung holländischer Klone)	hohes Ertragspotenzial, zügige Jugendentwicklung, mittlere Resistenz gegen Blattrost, mittlere Frosttoleranz
<b>Tora</b>	<i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i> (Kreuzung sibirische Korbweide x Orm)	hohe Zuwachsraten, weitgehende Blattrostresistenz, geringer Befall mit Gallmücken, kaum Wildverbiss
Torhild	( <i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> ) x <i>S. viminalis</i> (Kreuzung der Sorten Tora und Orm)	sehr hohes Ertragsniveau, weitgehend resistent gegen Blattrost, mittlere Frosttoleranz
<b>Sven</b>	<i>S. viminalis</i> x ( <i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> ) (Kreuzung der Sorten Jorum und Björn)	Hohertragssorte, hohe Resistenz gegen Blattrost, empfindlich gegen Gallmücken, saugende Insekten



## Fortsetzung Weidensorten

Name	Kreuzung	Bemerkung
Olof	<i>S. viminalis</i> x ( <i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> ) (Kreuzung der englischen Sorte Bowles Hybrid mit Björn)	Stämme sind sehr hochwüchsig, verzweigen sich kaum, hohes Ertragsniveau, kein Blattrostbefall
Gudrun	<i>S. dasyclados</i>	hohe Frosttoleranz, ausgeprägte Resistenz gegen Blattbockkäfer, geringer Wassergehalt zur Ernte, gute Unkrautunterdrückung, teilweise Wildschäden, langsame Jugendentwicklung
<b>Tordis</b>	( <i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> ) x <i>S. viminalis</i> Kreuzung der Sorten Tora und Ulv	Blattrostresistenz, hohes Ertragspotenzial
Karin	( <i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> ) x <i>S. burjatica</i> Kreuzung eines Schwerinii-Klons mit einem russischen Klon aus der Gegend von Kirov	rote Triebspitzen, frosttolerant, geringe Unkrautkonkurrenz als Gudrun oder Doris, hohes Ertragsniveau
<b>Inger</b>	<i>S. triandrax</i> x <i>S. viminalis</i> Kreuzung aus der Sorte Jorr mit einem russischen Klon aus der Nähe von Novosibirsk	gut für trockene Standorte, hohe Erträge, buschartige Wuchsform, sehr blattrostresistent, mittlere Frosttoleranz
Doris	<i>S. burjatica</i> x <i>S. dasyclados</i> Kreuzung eines Klons aus der Nähe von Kirov mit einem sehr breitblättrigen polnischen Klon	sehr buschige Wuchsform, gute Unkrautkonkurrenz, langsame Jugendentwicklung wie Gudrun

Quelle: nach LARSSON (2003), [www.agrobransle.se](http://www.agrobransle.se)



# Pflanzgut für schnellwachsende Baumarten im Kurzumtrieb

	<b>Steckholz</b>	<b>Steckrute</b>	<b>Setzstange</b>	<b>Legerute</b>
Alter	1 Jahr	1 - 2 Jahre	Setzstange	1 – 4 Jahre
Länge	20 cm	80 – 250 cm	200 – 400 cm	100 – 300 cm
Durchmesser	10 – 20 mm	10 – 30 mm	25 – 50 mm	10 – 35 mm
Pflanztiefe	20 cm	30 – 50 cm	70 – 100 cm	15 – 20 cm
Verband	beweglicher Verband	Endverband	Endverband	beweglicher Verband
Qualität	gerade gesund ohne Rindenverletzungen	gerade gesund gut verholzt	gerade gesund ohne Seitenzweige	gesund ohne Verletzungen

Quelle: nach HOFMANN (2002)





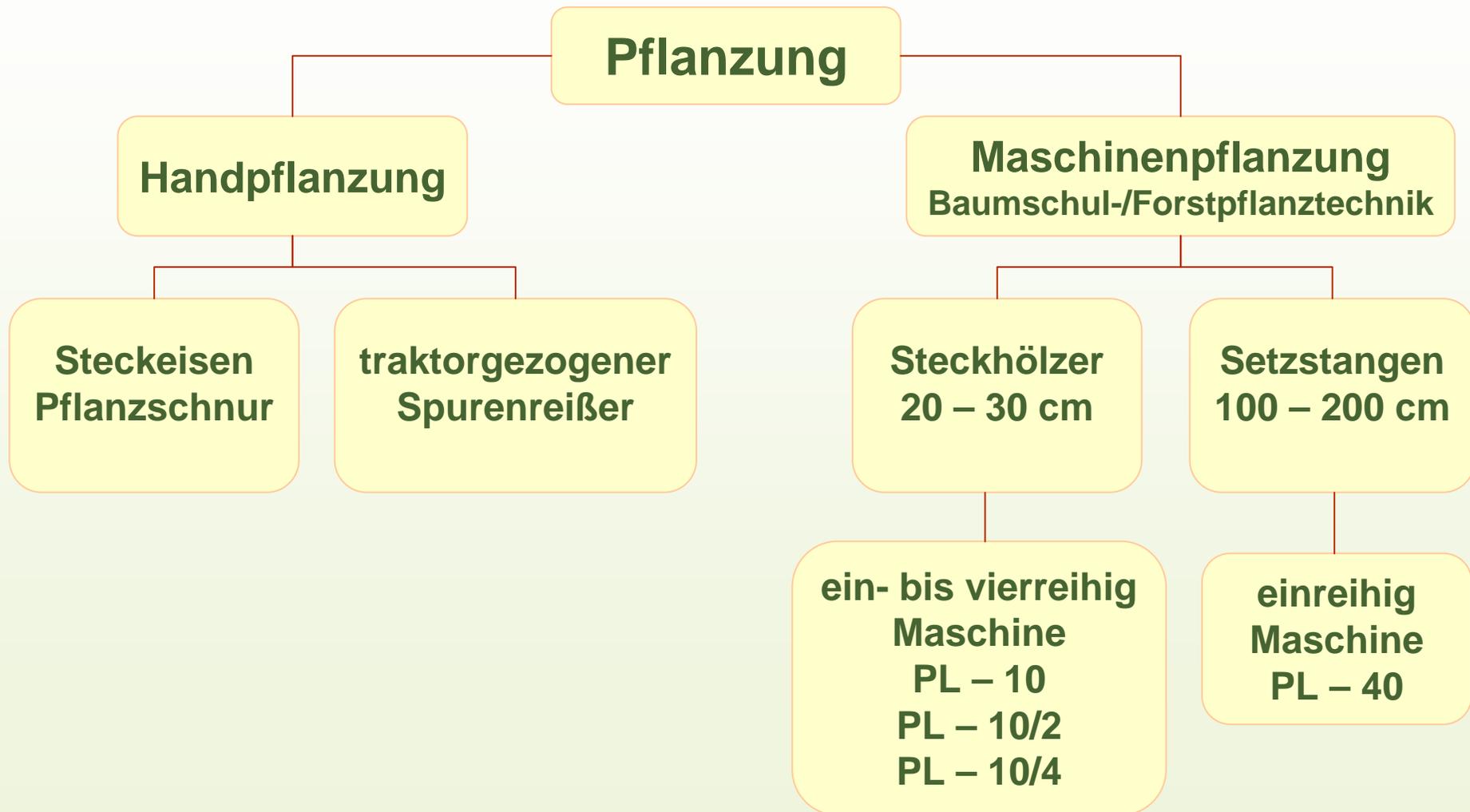
Ungenügende Qualität von Pappelsteckholz  
- Übergrößen -

# Pflanzsysteme schnellwachsender Baumarten für den Kurzumtrieb

Pflanzdichte Stck/ha	Umtrieb Jahre	Pflanzverband cm	Nutzungsform
15.000 – 17.000	3	Doppelreihe 75 x 180 x 200	intensiver Kurzumtrieb, mini-Rotation Brennholzgewinnung Stammstärke 24 – 35 mm
10.000 – 12.000	4 - 5	Doppelreihe 75 x 180 x 200	mittlerer Kurzumtrieb, midi-Rotation Brennholzgewinnung Stammstärke 55 – 75 mm
6.000 – 8.000	8 - 12	Einzelreihe 30 x 200	langer Kurzumtrieb, maxi-Rotation Brennholzgewinnung Industrieholzpartien Stammstärken 100 – 120 mm
2.000 – 3.000	12 - 18	Einzelreihe 100 x 300	sehr langer Kurzumtrieb, maxi-maxi-Rotation Industrieholz Stammstärken 150 – 200 mm



# Pflanzung und Pflanztechnik schnellwachsender Baumarten





Vorbereitung Handpflanzung mit einem traktorgezogenen Spurenreißer  
zur Anlage von Doppelreihen  
(Lehr- und Versuchsgut Köllitsch, Schlag Wasserwerk, 2008)





Handpflanzung von Steckhölzern  
mit dem Vorratseimer wird gleichzeitig der Pflanzabstand in der Reihe markiert  
(Lehr- und Versuchsgut Köllitsch, Schlag Wasserwerk, 2008)



Maschinelle Pflanzung bewurzelter Steckhölzer, Herbstpflanzung 2008  
(Lehr- und Versuchsgut Köllitsch, Schlag Wasserwerk)





Maschinelle Pflanzung unbewurzelter Steckhölzer – zweireihige Pflanzung (Doppelreihe), Lehr- und Versuchsgut Köllitsch, 2008





Maschinelle Pflanzung unbewurzelter Steckkruten – vierreihige Pflanzung  
Foto: Agrobränle

# Leistung von unterschiedlichen Pflanzverfahren

## Kurzumtriebsanlage 12.000 Steckhölzer/ha, Löss-Lehmstandort

Pflanzung	Arbeitskräfte	Leistung
<b>Handpflanzung</b>		
Einsatz Traktor mit Pflanzenfurchenzieher-Doppelreihe	5 Pflanze 1 Fahrer	≈ 0,5 ha/ Schicht
<b>Maschinenpflanzung</b>		
einreihig	2 Pflanze 1 Fahrer	≈ 0,8 ha/ Schicht
zweireihig	3 Pflanze 1 Fahrer	≈ 2,5 ha/ Schicht
vierreihig	4 Pflanze 1 Fahrer	≈ 5,0 ha/ Schicht





Ungenügender Bodenschluss beim Pflanzen führt zum Vertrocknen des Steckholzes

# **Pflegemaßnahmen in einer Kurzumtriebsanlage im ersten Standjahr Einzelgabe ca. 25 mm**

1. Anwässern der Pflanzung bei anhaltender Trockenheit nach der Pflanzung
2. Mechanisch-chemische Unkrautregulierungsmaßnahmen
3. Schutz des heranwachsenden Bestandes vor Wildverbiss und Fraßschäden durch Schermäuse





Einsatz eines Linearregners im frisch gepflanzten Pappelbestand  
(Lehr- und Versuchsgut Köllitsch, Mai 2008)



# Mechanische Unkrautregulierung im ersten Standjahr einer Kurzumtriebsfläche mit schnellwachsenden Baumarten

Maschine	Bekämpfung	Wirkung
Rollhacke	Unkräuter 2 – 8 Blattstadium	zwischen den Reihen
Scharhacke	Unkräuter 2 – 8 Blattstadium	zwischen den Reihen in der Reihe durch Verschütten (Wirkung gering)
Freischneider	hochwüchsiges Unkraut	in der Reihe
Mulchen	Spätverunkrautung	zwischen den Reihen
Mähen		
Fräsen		Austrocknung des Bodens Bildung einer Fräsohle Wurzelverletzung



# Unkrautbekämpfungsstrategien in Kurzumtriebsanlagen mit schnellwachsenden Baumarten

Mittel	Wirkstoff	Menge	Wirkung	Einsatzpunkt
<b>unkrautwüchsige Flächen (1. Standjahr)</b>				
Round up (Durano)	Glyphosat	1 - 1,5 l/ha	Totalherbizid	3 – 4 Tage vor der Pflanzung
Flexidor oder Bacara	Isoxaben	1,0 l/ha	Bodenherbizid zur Bekämpfung von aus Samen auf-laufender zwei-keimblättriger Unkräuter	nach der Pflanzung bis Austriebsbeginn
Fusilade Max	Fluazifop-p	2,0 l/ha	einkeimblättrige Unkräuter, vor allem Unkraut-hirsen	nach der Pflanzung bis voller Blatt-austrieb
Kerb 50 W	Propyzamid	3,0 kg/ha	ein- und zwei-keimblättrige Unkräuter	Herbstanwendung, wenn Gehölze in Vegetationsruhe sind
Fenikan	Diflufenican + Isoproturon	3,0 l/ha	zweikeimblättrige Unkräuter im VA	Gehölze im VT bis Austriebsbeginn



## Fortsetzung Unkrautbekämpfungsstrategien

Mittel	Wirkstoff	Menge	Wirkung	Einsatzpunkt
Terano	Flufenacet + Metosulam	1,0 kg/ha	zweikeimblättrige Unkräuter im VA	Gehölze im VT bis Austriebsbeginn, mittlere bis schwere Böden
Butisan	Metazachlor	2,5 l/ha	Unkräuter im VA bis erstes Laubblatt	Gehölze im VT bis Austriebsbeginn, mittlere bis schwere Böden
Boxer	Prosulfocarb	5,0 l/ha	Unkräuter im VA bis erstes Laubblatt	Gehölze im VT bis Austriebsbeginn, mittlere bis schwere Böden
Flexidor	Isoxaben	1,0 l/ha	Unkräuter im VA	Gehölze im VT bis Austriebsbeginn, mittlere bis schwere Böden
Fusilade Max <sup>1)</sup> Select 240 SC Aramo Gallant Super	Fluazifop-p Clethodim Tepaloxymidim Haloxifop-R		einkeimblättrige Unkräuter	Gehölze im VT bis Austriebsbeginn
Lontrel 100 U 46 M-Fluid	Clopyralid MCPA		Ackerkratzdistel Herdbehandlung	

<sup>1)</sup> Einsatz auch bei vollem Blattaustrieb möglich  
VT = Voraustrieb

**Beachtung: Einzelfallgenehmigung PFLSCHG nach §18b**



# Krankheiten und Schädlinge an schnellwachsenden Bäumen im Kurzumtrieb (Pappel/Weide)

Art	befallene Pflanzenteile				Bemerkung
	Blatt	Triebe	Rinde	Stamm	
<b><i>pilzliche Erreger</i></b>					
Pappelrost (Melampsora sp.)	Oberseite rot-braune Färbung vorzeitiger Blattabfall				Ausbreitung bei feucht-warmen Wetter
Pappelschorf (Ventura populina)	Blätter sterben ab Schwarzfärbung	Triebspitzen sterben ab Schwarzfärbung			feuchte Witterung-hoher Befall
<b><i>Insekten</i></b>					
Großer u. kleiner Pappelbock (Saperda sp.)	Fraßschäden (Imago, Larve)		Fraßschäden durch Larve, Imago	Fraßschäden durch Larve, Imago	Junge Pappeln, aber auch Weiden werden befallen
Pappel- und Roter Weidenblattkäfer (Melasoma populi)	Fraßschäden (Skelettieren) Larven, Imago				bei starkem Befall wirtschaftlicher Schaden
Feldmäuse, Schermäuse			Benagen des Wurzelhalses		Absterben der Bäume bei hoher Befalls- dichte, Auslegen von Ködergift





Larven des Großen Pappelbockkäfers (*Saperda Carcharias*)



## Durchschnittliche Nährstoffgehalte im Erntegut schnellwachsender Baumarten (Pappel/Weide) im Kurzumtrieb

Nährstoff	Gehalt (% Trockenmasse) Umtrieb			
	2 Jahre	3 Jahre	4 Jahre	12 Jahre
Stickstoff (N)	0,66	0,48	0,37	0,20
Phosphor (P)	0,11	0,09	0,06	0,03
Kalium (K)	0,36	0,36	0,26	0,19
Magnesium (Mg)	0,06	0,06	0,08	0,05
Kalzium (Ca)	0,51	0,44	0,54	0,54

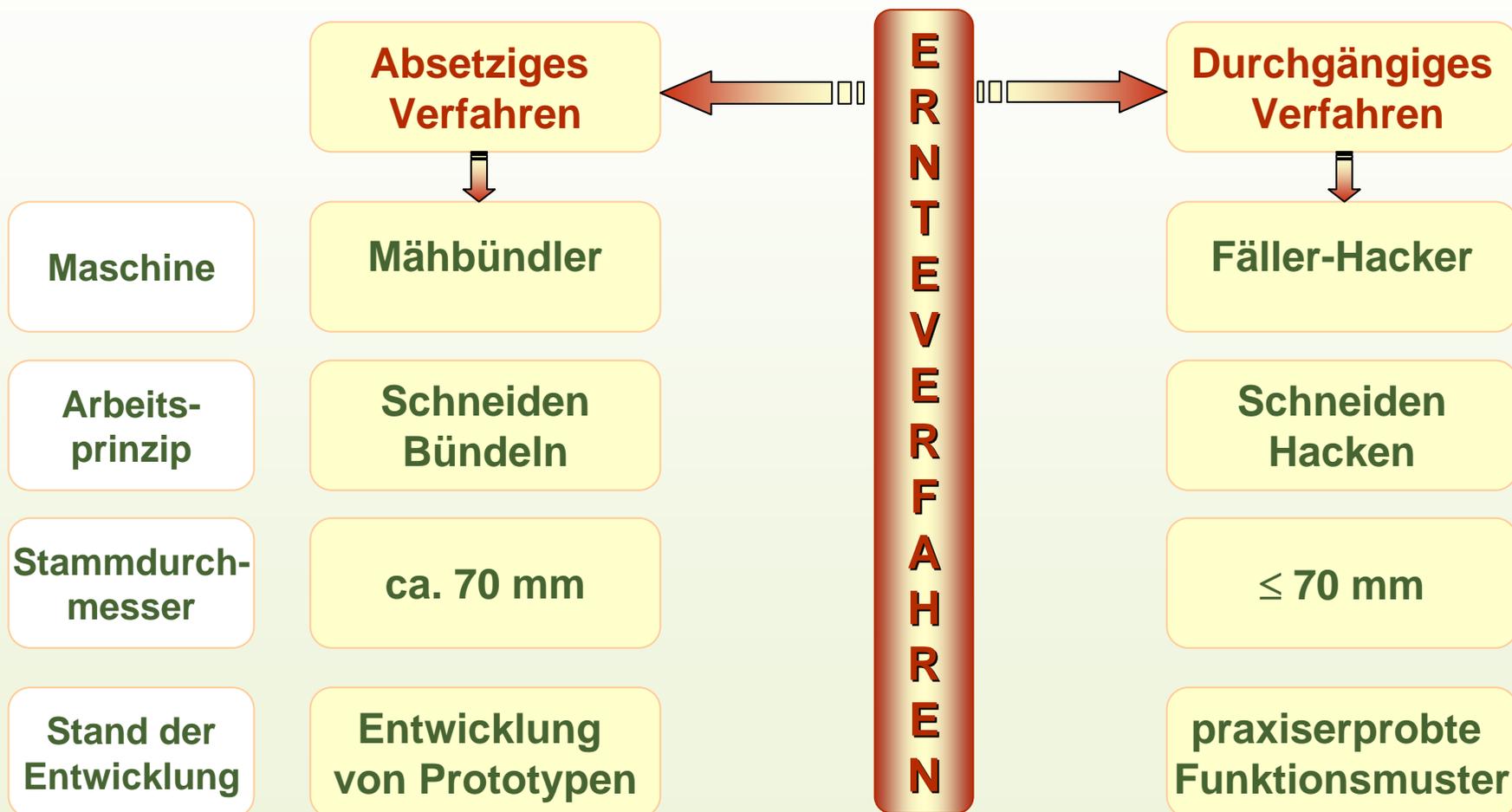
nach KRAPPENBAUER (1989); HARTMANN (2000); RÖHRICHT et al. (2002); STOLZENBURG (2007)

# Jährliche Nährstoffentzüge schnellwachsender Baumarten (Erntegut) in Abhängigkeit vom Ertragsniveau

Nährstoff	Umtrieb: 3 Jahre		
	Ertragsniveau (t TM/ha*a)		
	8	10	12
	Nährstoffentzug (kg/ha u. Jahr )		
Stickstoff (N)	30	37	44
Phosphor (P)	5	6	7
Kalium (K)	21	26	31
Magnesium (Mg)	6	8	10
Kalzium (Ca)	43	54	65



# Ernteverfahren schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb auf landwirtschaftlichen Flächen – Übersicht



# Fäller- Hacker zur Ernte von Kurzumtriebsplantagen (Auswahl)

		Mod. Zucker- rohrernter	Feldhäcksler- Spezialschneidwerke		Anbau- Mäh Hacker
Typ	-	Austoft 7700	Salix-Vorsatz- gerät HS-2	Woodcut 750	Gehölz- Mäh Hacker
Hersteller/ Entwickler	-	Austoft Industries (AUS)	Claas KGaAmbH Harsewinkel	HTM GmbH Soltau	Fa. Lochner, Preuss GmbH
Entwicklungsstand	-	Prototyp	Kleinserie	Prototyp	Prototyp
Eigenmasse	kg	12.500	1.300	ca. 2.000	1.200
Leistungsbedarf	kW	175...260	≥ 245	≥ 360	≥ 75
Basismaschine	-	Selbstfahrer	Claas-Häcksler Jaguar	Krone-Häcksler BIG X	Landw. Traktor
Masse der Basismaschine	kg	12.500	≥ 10.800	≥ 13.500	≥ 4.000
Reihezahl/ Schnittbreite	-/mm	2/ 1.000	2/ 1.000	2/ 1.300	1/ 560
Schnittdurch-messer	mm	< 70	< 70	< 70	< 120
Reihenabstand	m	0,75 + ≥ 1,4	0,75 + > 1,5	0,75 + > 1,5	> 0,9
mittlere Hacklänge (x <sub>50</sub> )	mm	> 80	5...40	5...30	50...100
Massedurchsatz (HZ)	t <sub>atro</sub> /h	≤ 18	≤ 25	≤ 27	≤ 12
Flächenleistung (HZ)	ha/h	0,2...0,6	0,5...1,3	0,4...1,2	0,2...0,5
Personal, incl. Fahrer	-	1	1	1	1





Salix- Vorsatzgerät HS - 2



# Erträge an Holzbiomasse schnellwachsender Baumarten im Kurzumtriebsanbau (Übersicht)

Boden-/Klima- bedingungen	Umtrieb Jahr	Ertrag t TM/ha*a	Art/Sorte
<b><i>Pappel</i></b>			
	4	7 - 14	P. trichocarpa (ertragsschwache Klone)
	4	16 - 18	P. trichocarpa (ertragsstarke Klone)
	4	27 - 28	P. trichocarpa x P. deltoides
lehmiger Boden	4	9	Aspe Austria
trockener Standort	4	4	Aspe Austria
frischer Standort	4	11 - 16	Beaupré, Unal
trockener Standort	4	2 - 4	
Kippenboden	3	5 (12)	Sortendurchschnitt (Beaupré)
<b><i>Weide</i></b>			
frischer Standort	3 - 4	11 - 14	Carmen, Zieverich
mäßig feuchter Standort		8 - 11	Carmen, Zieverich
trockener Standort		4 - 6	Carmen, Zieverich
Sand	3	10	Zieverich, Stamm 78, Stamm 101, S. dasyclados

Quelle: Röhricht, Ruscher, Fachmaterial Schnellwachsende Baumarten, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 2004



# Gesamtkosten Kurzumtriebsanlage Anbau von Hybridpappeln

Berechnungsgrundlagen	
Gesamtnutzungsdauer (Jahre)	24
Umtriebszeit (Jahre)	3
Anzahl Ernten	8
Ertragsniveau t TM/ha*a	12
Pflanzenzahl Stck/ha	10.000
Zinssatz %	5
Ernteverlust %	6

Kostenanteil	€/ha gesamt	Euro/ha*a
Flächenvorbereitung	195	8,13
Kosten Pflanzung	1811	75,48
Kulturpflege	242	10,08
Ernte und Transport	7200	300,00
Rückumwandlung	1000	41,67
Zinsentgang für Anfangsinvestitionen	5000	208,46
<b>Gesamtkosten</b>	<b>15451</b>	<b>643,82</b>

Quelle: Energieholzproduktion in der Landwirtschaft, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Dr. M. Hofmann, Kompetenzzentrum Hessen Rohstoffe

# Energetische und ökologische Kenndaten für ausgewählte Biobrennstoffe (Bereitstellung Brennstoff)

Biobrennstoff	mittl. Ertragsniveau t TM/ha (15 % H <sub>2</sub> O)	Boden-erosions-wirkung	Transpirat. koeffizient l/kg TS	spez. Flächenverbrauch m <sup>2</sup> /GJ	spez. N-Entzug kg/GJ	Energiebilanz Primär-energie-bereit-stellung	CO <sub>2</sub> -Äquiv. Bilanz
Miscanthus ab 3. Standjahr	15	+++	250	45	0,33	1:20	1:13
Getreideganzpflanzen	12	++	450	58	0,97	1:15	1:8
Kurzumtriebsholz	12	+++	700	58	0,17	1:15	1:9
Raps Korn u. Stroh	7	++	650	72	1,04	1:3	1:2
Getreidestroh	4			167	0,34	1:15	1:8



## Deckungsbeitrag (€/ha) in Abhängigkeit vom Ertragsniveau und Preis

Erzeugerpreis €/t atro	Ertragsniveau Pappel t atro/ha*a		
	10	12	14
60	- 30	33	96
65	17	89	162
70	64	146	227

Quelle: Energieholzproduktion in der Landwirtschaft, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Dr. M. Hofmann, Kompetenzzentrum Hessen Rohstoffe

# Zusammenfassung

- Schnellwachsende Baumarten im Kurzumtrieb sind eine interessante Erweiterung der Anbaumöglichkeiten in der Landwirtschaft.
- Hybridsorten von Pappeln und Weiden gedeihen auf einem breiten Bodenspektrum.  
Mindestanforderungen:      Bodenwertzahl 30  
  Krumentiefe 70 cm  
  Jahresniederschlag 600 mm Weide,  
  500 mm Pappel
- Pappel- und Weidenbestände im Kurzumtrieb lassen sich bezüglich Düngung, Pflanzenschutz und Bodenbearbeitung als Dauerkultur sehr extensiv führen.
- Die durchschnittliche jährliche Trockenmasseleistung bewegt sich, je nach bodenklimatischen Bedingungen zwischen 6...14 (18) t TM/ha\*a (Pappel, Weiden).
- Die gesamte Prozesskette Anbau, Aufbereitung ist vollmechanisiert und im Pilotmaßstab erprobt.
- Die Wirtschaftlichkeit des Anbaus ist bei derzeitigen Marktbedingungen an Erträge > 10 t TM/ha\*a bei Preisen von  $\geq 80$  €/t TM (Restfeuchte 25 %) geknüpft.



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Dr. habil. Christian Röhrich, Karin Ruscher  
(0341) 9174 – 284, 143**

**Christian.Roehrich@smul.sachsen.de**

**Karin.Ruscher@smul.sachsen.de**

**[www.landwirtschaft.sachsen.de/lfulg](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfulg)**

