

UNTERSUCHUNGEN ZUM PAPPEL- UND WEIDENANBAU IM KURZUMTRIEB AUF LANDWIRTSCHAFTLICHEN FLÄCHEN

1. Einleitung

Der Anbau schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb ist eine spezielle Produktionsrichtung der Landwirtschaft. Sie ist dadurch gekennzeichnet, dass im drei- bis zwanzigjährigen Umtrieb Schwachholzpartien für den Brennstoff- und Industrieholzmarkt erzeugt werden. Für diese Anbauform kommen Laubbaumarten in Frage, die vor dem 20. Lebensjahr einen hohen jährlichen Biomassezuwachs entfalten. Unter den Bedingungen des gemäßigten europäischen Klimaraumes erweisen sich Pappel- und Weidenarten besonders geeignet. Sie sind über Steckhölzer leicht vermehrbar, besitzen ein rasches Jugendwachstum sowie gutes Stockausschlagvermögen. Darüber hinaus ermöglichen sie den Aufbau dichter Pflanzenbestände.

Bisher bewegte sich der Anbau mit Ausnahme von Schweden (LARSSON, 2003) im Versuchs- und Pilotmaßstab. Ein wachsender Bedarf an Holz induziert seit geraumer Zeit ein verstärktes Interesse am feldmäßigen Anbau schnellwachsender Baumarten. Nachfolgend werden Ergebnisse aus Projekten der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft zum Anbau von Pappeln und Weiden im Kurzumtrieb vorgestellt.

2. Versuchsergebnisse

2.1 Anbauversuch am Standort Kalkreuth

Am Standort Kalkreuth, Landkreis Riesa-Großenhain, der von der Ackerfläche her einen stark sandigen Lehm (SL) der Ackerzahl 49 repräsentiert, werden seit 1995 verschiedene Pappel- und Weidensorten im zwei- und dreijährigen Umtrieb hinsichtlich ihrer Ertragsleistung geprüft. Entsprechend dieser Mini-Rotationsform wurde eine hohe Bestandsdichte (17778 Bäume/ha) gewählt. Zur Pflanzung sind Steckruten von 100 – 125 cm Länge verwendet worden. Betrachtet man die Erträge an Trockenmasse über die bisher erfolgten vier Umtriebszeiten, zeichnen sich zwischen den Baumarten und Sorten deutliche Unterschiede ab (Tabelle 1). Aus dem Sortenvergleich sind die Korbweidensorte „Zieverich“ (14 t TM/ha x a) und die Balsampappelsorten „Beaupré“ (13,9 t TM/ha x a) sowie „Max 1“ (12,6 t TM/ha x a) mit dem höchsten durchschnittlichen Gesamtzuwachs pro Hektar und Jahr im Mittel der vier Umtriebe hervorzuheben. Auch die Sorten „Muhle Larsen“ und „Max 3“ übertreffen mit 10,8 t TM/ha x a bzw. 11,7 t TM/ha x a die für einen rentablen Anbau im Kurzumtrieb anzustrebende Ertragsleistung von 10 t TM/ha x a (DIMITRI, 1989). Die von den Sorten „Austria“ und „Münden“ erreichte unterdurchschnittliche Ertragsleistung unterstreicht die Feststellung, dass Espen für die Mini-Rotationsnutzung weniger gut geeignet sind. Ihr optimales Anbauprofil liegt im Bereich der Maxi-Rotation (FRIEDRICH et al., 1994). Im zweijährigen Ernteturnus

schneiden die Balsampappeln „Beaupré“ und „Max 3“ am besten ab. Die Korbweide „Zieverich“ entwickelt nach den vorliegenden Ergebnissen erst im dreijährigen Umtrieb einen starken jährlichen Biomassezuwachs. Insgesamt wird über die vier Umtriebszeiten eine stabile Produktion an Holzbiomasse nachgewiesen. Aus erntetechnologischer Sicht ist hervorzuheben, dass bei zweijährigem Umtrieb durchschnittliche Stammdurchmesser von 29 mm (20 mm bei Espen; 36 – 38 mm bei ‚Max 3‘ und ‚Beanprè‘) erreicht werden. Im dreijährigen Umtrieb entwickeln die Bäume Stämme von 35 mm (27 mm ‚Zieverich‘; 47 mm ‚Max 1‘) Durchmesser. Dabei ist die Anzahl Nebentriebe von über 2 m Länge bei der Weide mit 9,7 bis 13 Trieben deutlich größer als bei den Pappelsorten (0,6 – 4,4 Triebe). Die Wuchshöhe der Bäume liegt zwischen 6 – 8 m.

Das Erntegut der Pappel- und Weidensorten weist im Vergleich zu landwirtschaftlichen Kulturen (Getreide, Futtergräser) niedrige Gehalte an den Hauptnährstoffen N, P, K, Mg und Ca auf (Tabelle 2). Zwischen den Sorten bestehen dabei keine gravierenden Unterschiede in der Nährstoffkonzentration. Für Holz aus dreijährigem Umtrieb können die in Tabelle 2 angegebenen mittleren Nährstoffgehalte als vorläufige Richtwerte gelten. Davon ausgehend, werden bei einem durchschnittlichen jährlichen Gesamtzuwachs von 10 t TM/ha mit dem Erntegut 47 kg N/ha, 38 kg K/ha und 41 kg Ca/ha entzogen. Relativ gering sind P- und Mg-Exporte. Sie betragen bei dreijährigem Umtrieb jährlich 9 kg P/ha und 5 kg Mg/ha.

Im Interesse der Bodenfruchtbarkeit und der Nachhaltigkeit des Anbaus sind diese Nährstoffentzüge durch entsprechende Düngungsmaßnahmen dem Boden wieder zuzuführen. Die Messungen des pflanzenverfügbaren Nährstoffgehaltes in der Ackerkrume der Versuchsfläche Kalkreuth stützen diesen Ansatz. Mit Ausnahme des hohen Kaliumgehaltes entwickeln sich der P- und Mg-Gehalt sowie pH-Wert in der Ackerkrume im Versuchszeitraum 1995 bis 2006 leicht rückläufig.

2.2 Feldstreifenanlage am Standort Köllitsch

An den feldstreifenförmigen Anbau schnellwachsender Baumarten knüpft sich die Erwartung, auf großen, offenen Ackerschlägen die Winderosion zu mindern und ausgeräumte Agrarlandschaften zu beleben. Unter Beachtung seiner Schutzfunktion kann der Feldstreifen auch einer wirtschaftlichen Nutzung durch Holzgewinnung zugeführt werden. Auf einem 40 Hektar großen Schlag des Lehr- und Versuchsgutes Köllitsch der Sächsischen Landesanstalt wurde ein derartiger Feldstreifen (8 x 200 m) im Jahr 2002 angelegt (RÖHRICHT, RUSCHER, 2003). Der Versuchsschlag ist ein mit Nährstoffen gut versorgter sandiger Lehmboden der Ackerzahl 59. Die langjährige Niederschlagssumme (1995 -2001) ist mit knapp 500 mm für den Anbau schnellwachsender Baumarten eher suboptimal. Der Streifen ist in fünf Abschnitte untergliedert, in denen natürliche Herkünfte der Pappel, Weide einer Mischvariante aus

Pappel und Weide sowie die Weidensorte „Zieverich“ und die Pappelsorte „Max 3“ geprüft werden. Im niederschlagsreichen Jahr 2002 (702 mm Jahresniederschlag am Standort Köllitsch) wuchsen die Stechhölzer sehr gut an. Die Ausfallrate betrug im Mittel nur 6 % (1 % ... 14 % je nach Sorte/Herkunft). Die Bäume entwickelten im Verlaufe der Jahre ein beachtliches Wachstum, das im Trockenjahr 2003 schwächer ausfiel als in den Jahren 2004 und 2005. Im jährlichen Höhenzuwachs erreichte die Pappelsorte „Max 3“ das beste Ergebnis (Abbildung 1). In Korrelation zum Höhenwachstum stehen die Ergebnisse des Brusthöhendurchmessers. Dieser betrug für die Varianten im Herbst 2005 durchschnittlich 27,7 mm (18,8 mm natürlicher Herkunft Weide und 46 mm Sorte „Max 3“). Wie die Messdaten (2004, 2005) der in Höhe des Streifens und im offenen Feld stehenden Wetterstationen deutlich machen, geht von diesem Streifen eine über das ganze Jahr nachweisbare windbremsende Wirkung aus.

Bezüglich der Bodenfruchtbarkeitskennziffern wird nach vierjähriger Dauer des Feldstreifens (ohne Düngung) eine leichte bzw. stärkere Abnahme im P- bzw. K-Gehalt in der Ackerkrume (0 – 60 cm) festgestellt. Beim Magnesiumgehalt und beim pH-Wert des Bodens ist dies hingegen nicht der Fall. Übereinstimmend mit den Ergebnissen des Versuches in Kalkreuth (Abschnitt 2.1) wird die Notwendigkeit einer Kontrolle der Bodenfruchtbarkeit im feldmäßigen Anbau schnellwachsender Baumarten unterstrichen. Es ist geplant, den Feldstreifen zu erweitern und die Untersuchungen fortzuführen

2.3 Anbauversuch auf einem schwermetallbelasteten Boden

Mit einem im Frühjahr 2005 gestarteten Projekt will die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Anbau- und Verwertungsalternativen für schwermetallbelastete Flächen im Bereich nachwachsender Rohstoffe aufzeigen. Die Prüfung des Anbaus schnellwachsender Baumarten auf einer mehrfach belasteten Fläche (Arsen, Cadmium, Nickel, Blei) ist Bestandteil dieses Projektes. Von den schnellwachsenden Baumarten Pappeln und der Weide ist bekannt, dass sie zu den Cadmium-Akkumulatorpflanzen zählen (BUNGART, 1999; SCHOLZ et al., 1999; KAYSER et al., 1999; RÖHRICHT et al. 2002). Entsprechend der Zielstellung sollen Zuwachs- und Ertragsleistung sowie die Schwermetallaufnahme von drei Pappelsorten (Weser 6, Max 3, Hybride 275) und fünf Weidensorten (Jorr, Sven, Tora, Tordis, Gudrun) geprüft werden. Die bodenklimatischen Verhältnisse (sL, Ackerzahl 45; 820 mm Jahresniederschlagssumme) bieten für den Anbau günstige Voraussetzungen. Die Versuchsfläche umfasst insgesamt zwei Hektar. Zur Pflanzung der Sorten kamen Stechhölzer zum Einsatz. Die Pflanzstärke betrug 12000 Stck/ha. Geplant ist eine mittlere Umtriebszeit von vier bis sechs Jahren. Das Pflanzjahr 2005 bot mit ausreichenden Niederschlägen und warmer Witterung sehr gute Wachstumsbedingungen, die zu einem überdurchschnittlich hohen Anwuchserfolg

(92 – 98 %) der Sorten führten. Deutlich schwächer schnitten nur die Sorten „Weser 6“ (Anwuchsrate 57 %) und „Gudrun“ (Anwuchsrate 77 %) ab.

Der im August 2005 beobachtete Wildverbiss (Rehwild) war gravierend und betraf in Übereinstimmung mit SCHIRMER (1996) und BURGER (2004) ganz überwiegend die Weidensorten (Tabelle 3). Verbissen wurden vor allem junge Blätter und Knospen. Durch raschen Wiederaustrieb kompensierten die Bäume diese Schäden. Eine Einzäunung der Versuchsfläche (September 2005) verhindert einen weiteren Verbiss der Bäume durch Rehwild. Im Wachstum bestehen zwischen den Sorten deutliche Unterschiede (Tabelle 3). Ein intensives Höhenwachstum vom Pflanzzeitpunkt Mai bis November ist danach bei den Weiden insgesamt mit Spitzenwerten von ca. 2 m Wuchshöhe (Sorten Tora und Tordis) festzustellen. Die Sorte „Gudrun“ zeigt ein schwächeres Wachstum. Die angebauten Pappelsorten erzielten ein mittleres Höhenwachstum, wobei „Max 3“ am Besten abschneidet.

Die Untersuchungen dieser ertragsrelevanten Parameter werden im Projekt fortgesetzt. Nach vierjährigem Umtrieb werden sortenspezifisch die Erträge, Nährstoff- und Schwermetallentzüge ermittelt.

3. Wirtschaftlichkeit

Zur Wirtschaftlichkeit von Kurzumtriebsplantagen (KUP) mit schnellwachsenden Baumarten liegen im großmaßstäblichen Anbau nur wenige Erfahrungen vor. Die Aufwendungen zur Etablierung (Pflanzung, Zaunbau, Rekultivierung), die Länge der Nutzungsdauer, die Verfahrenskosten (Düngung, Pflege, Ernte, Trocknung, Transport, Lagerung) sowie Ertrag und Marktentwicklung sind wesentliche Einflussgrößen. Wie Kalkulationen zeigen, betragen die einmaligen Anlagekosten etwa 2200 €/ha. Bei 4jährigem Umtrieb, einem jährlichen Ertrag von 12 t TM/ha und 20-jähriger Nutzungsdauer ergeben sich durchschnittliche jährliche Verfahrenskosten von 950 €/ha. Beim unterstellten Ertrag entstehen Stückkosten in Höhe von ca. 80 €/t TM Hackschnitzel (RÖHRICHT, RUSCHER, 2004). Unter Einbeziehung der flächenbezogenen Direktzahlung in Höhe von 310 €/ha (Sachsen) und der Energiepflanzenprämie von 45 €/ha sollten am Markt mindestens 70 €/t TM Hackschnitzel erzielt werden, um einen gegenüber landwirtschaftlichen Marktfrüchten äquivalenten Gewinn (etwa 240 €/ha) zu sichern. Der gegenwärtig diskutierte Marktpreis von 60 €/t TM ist selbst bei Annahme eines niedrigen Stecklingspreises (0,08 €/Stück), hoher Auslastung der Erntetechnik und minimaler Gesamtkosten der Verfahrensschritte bestenfalls kostendeckend (PALLAST, BREUER, HOLM-MÜLLER, 2006).

4. Zusammenfassung

- In einem langjährigen Versuch wird nachgewiesen, dass auf einem Boden mittlerer Qualität im dreijährigen Umtrieb mit Sorten der Balsampappel und Weide Erträge von 10 t TM/ha x a stabil erreichbar sind. Die geprüften Espensorten schneiden hier deutlich schwächer ab.
- Als Spitzensorten konnten im Versuch ‚Beaupré‘, ‚Max 3‘ und ‚Zieverich‘ mit Durchschnittserträgen von 13 – 14 t TM/ha x a im Mittel von vier Umtrieben ermittelt werden.
- Bei der Beerntung dreijähriger Weiden- und Pappelbestände ist von differenzierten verfahrenstechnologischen Bedingungen auszugehen. Nach den Untersuchungen sind Stammdurchmesser von 20 mm (Espe, Weide) bis 47 mm (Balsampappelsorten) und Wuchshöhen von 5 m (Weiden, Espen) sowie 8 m (Balsampappeln) zu erwarten. Die Zahl der Nebentriebe (≥ 2 m Länge) ist bei der Weide deutlich größer (10 – 13 Triebe je Baum) als bei der Pappel (2 – 4 Triebe je Baum).
- Ein Versuch zum Feldstreifenanbau schnellwachsender Baumarten (Pappeln/Weiden) auf großen Ackerschlägen liefert den Nachweis, dass von dem Streifen ab dem dritten Standjahr eine windbremsende Wirkung ausgeht.
- Aus den Untersuchungen zum Nährstoffgehalt (N, P, K, Mg, Ca) des Erntegutes ist abzuleiten, dass zwischen den Baumarten und den Sorten nur geringe Unterschiede bestehen.
- Erste Ergebnisse zum Nährstoffgehalt und pH-Wert in der Ackerkrume machen deutlich, dass bei langjährigem Anbau schnellwachsender Baumarten tendenziell mit ihrem Rückgang des Nährstoffvorrates gerechnet werden muss.
- Die Kostenkalkulation sowie die Marktpreisbildung für den Kurzumtriebsanbau schnellwachsender Baumarten stehen erst am Anfang. Etablierung der Anlage, Nutzungsdauer, Ertrag, Intensität der Verfahrensaufwendungen (Pflege, Düngung, Ernte, Trocknung) sowie Transport sind entscheidende Kostenfaktoren. Geht man im Anbausystem von einer mittleren Umtriebszeit von 4 Jahren und einer realistischen Ertragserwartung von 12 t TM/ha x a aus, ergeben sich unter Beachtung der flächenbezogenen Direktzahlung und Energiepflanzenprämie Marktpreise in Höhe von 70 €/t TM Hackschnitzel. Dies könnte eine erste orientierte Größe für die Preisbildung von Kurzumtriebsholz auf dem Brennstoffmarkt sein.

Literatur

- BUNGART, R. (1999): Erzeugung von Biomasse zur energetischen Nutzung durch den Anbau schnellwachsender Baumarten auf Kippsubstraten des Lausitzer Braunkohlereviere. Brandenburgische Technische Universität Cottbus
- BURGER, F. (2004): Ökologische Auswirkungen von Energiewäldern. In: Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Bornimer agrartechnische Berichte, Heft 35, S. 109 – 112, Potsdam-Bornim
- DIMITRI, L. (1989): Anbau schnellwachsender Baumarten zur Energie- und Rohstoffgewinnung auf bisher landwirtschaftlich genutzten Flächen. Forst und Holz 44, Nr. 42, S. 307 – 311
- FRIEDRICH, E.; DIMITRI, L.; SCHULZKE, R. (1994): Züchterische Maßnahmen zur Steigerung und Sicherung der Produktion und Anbautechnik der Biomasseproduktion in forstlichen Schnellwuchsplantagen. In: Modellvorhaben „Steigerung und Sicherung der Produktion durch Anbau schnellwachsender Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen und Bewirtschaftung in kürzeren Umtriebszeiten – Verbundforschungsprojekt Oldenburg“. Abschlussbericht 1988 – 1993, Forschungsinstitut für schnellwachsende Baumarten, Hann. Münden
- HARTMANN, H.; BÖHM, T.; MAIER, L. (2000): Naturbelassene biogene Festbrennstoffe - umweltrelevante Eigenschaften und Einflussmöglichkeiten. Abschlussbericht, 154 Materialien, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
- KAYSER, A. et al. (1999): Feldversuche zur Phytoremediation schwermetallbelasteter Böden. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Pflanzenbelastung auf kontaminierten Standorten. Texte 1/99, Berlin, S. 170 – 182
- KRAPPENBAUER, A. (1989): Forstliche Biomassegewinnung – Nährstoffkreisläufe. Holz-Zbl. 115, Nr. 45 :682
- LARSSON, S. (2003): Gute Erfahrungen in Schweden mit dem Anbau von Weiden als nachwachsender Rohstoff. Informationsschrift der Firma Agrobränslé AB, Box
- PALLAST, G.; BREUER, T.; HOLM-MÜLLER, K. (2006): Schnellwachsende Baumarten – Chance für zusätzliches Einkommen im ländlichen Raum? Berichte über Landwirtschaft 84, 1., S. 144 – 159
- RÖHRICHT, C. et al. (2002): Acker- und pflanzenbauliche Untersuchungen zum Anbau ein- und mehrjähriger Energiepflanzen im Freistaat Sachsen. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 4, 7. Jahrgang
- RÖHRICHT, C.; RUSCHER, K. (2003): Anlage eines Feldstreifens mit schnellwachsenden Baumarten – erste Ergebnisse. In: Tagungsband „Holz vom Feld für die energetische und stoffliche Nutzung“. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- RÖHRICHT, C.; RUSCHER, K. (2004): Anbauempfehlungen für schnellwachsende Baumarten. Fachmaterial der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft
- SCHIRMER, R. (1996): Aspekte der Pflanzenzüchtung schnellwachsender Baumarten für Energiewälder. In: Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft (Hrsg.): Schnellwachsende Baumarten, ihr Anbau und ihre Verwertung. Beiträge eines Fachgespräches, Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft Nr. 8, S. 6 – 18
- SCHOLZ, V. et al. (1999): Umwelt- und technologiegerechter Anbau von Energiepflanzen. Forschungsberichte, Agrartechnik Bornim e. V., ATB 1999/1

Tabelle 1: Vergleich der Erträge verschiedener Pappel- und Weidensorten im Kurzumtrieb, Großversuch Kalkreuth, SL, Ackerzahl 49
 Jahresniederschlagssumme 600 mm; Lufttemperatur, Jahresmittel 8,5 °C

TM bei 105 °C	Aufwüchse: Ernten:	1995, 1996 03.03.1997		1997, 1998, 1999 16.03.2000		2000, 2001, 2002 27.02.2003		2003, 2004, 2005 16.03.2006	
Art	Sorte	Ges.-Zuwachs t/TM ha	dGZ t/TM ha x a	Ges.-Zuwachs t/TM ha	dGZ t/TM ha x a	Ges.-Zuwachs t/TM ha	dGZ t/TM ha x a	Ges.-Zuwachs t/TM ha	dGZ t/TM ha x a
Balsampappel	Muhle Larsen	16,8	8,4	32,9	11,0	28,3	9,4	43,5	14,5
	Max 1	21,5	10,8	35,2	11,7	36,3	12,1	47,3	15,8
	Max 3	25,2	12,6	31,0	10,3	35,9	12,0	35,8	11,9
	Beaupré	27,4	13,7	45,7	15,2	35,2	11,7	45,0	15,0
Zitterpappel	Astria	7,4	3,7	29,7	9,9	26,4	8,8	26,6	8,9
	Münden	2,4	1,2	25,2	8,4	16,9	5,6	22,4	7,5
Krobweide	Zieverich	10,5	5,3	52,2	17,4	54,7	18,2	47,1	15,7

TM = Trockenmasse

dGZ = durchschnittlicher Gesamtzuwachs

Tabelle 2: Durchschnittliche Nährstoffgehalte verschiedener Pappel- und Weidensorten im dreijährigen Umtrieb (Mittel von drei Umtriebszeiten 1995 – 2005)
Großversuch Kalkreuth (SL, Ackerwertzahl 49), 1995 – 2002

Art	Sorte	3 Jahre (Mittel von drei Umtrieben in % TS)				
		Mg	N	P	K	Ca
Balsampappel	Muhle Larsen	0,05	0,52	0,10	0,37	0,40
	Max 1	0,06	0,51	0,11	0,43	0,54
	Max 3	0,06	0,55	0,10	0,47	0,46
	Beaupré	0,06	0,31	0,11	0,37	0,35
Zitterpappel	Astria	0,05	0,53	0,08	0,30	0,35
	Münden	0,05	0,54	0,10	0,33	0,49
Krobweide	Zieverich	0,05	0,41	0,08	0,24	0,46
Mittel der Sorten		0,05	0,48	0,10	0,36	0,44

Tabelle 3: Anbauversuch mit schnellwachsenden Baumarten
Vergleich von Pappel- und Weidensorten, Bodenart sandiger Lehm, Ackerzahl 45,
Standort Krummenhennersdorf; Anlage 26. – 28.05.2005

Sorte	Anwuchsrate ¹⁾ in %	Wildverbiss ²⁾ %	Wuchshöhe ¹⁾ cm	Brusthöhen- durchmesser ¹⁾ mm
Pappeln				
Weser 6	57	0	121	5,8
Max 3	92	2	142	6,2
Hybrid 275	92	4	124	5,4
Mittel			129	5,8
Weiden				
Jorr	98	49	146	5,7
Swen	94	44	183	6,9
Tora	92	42	216	8,3
Tordis	88	37	204	8,1
Gudrun	77	21	121	3,3
Mittel			174	6,5

Bonituren: ¹⁾ November 2005

²⁾ August 2005

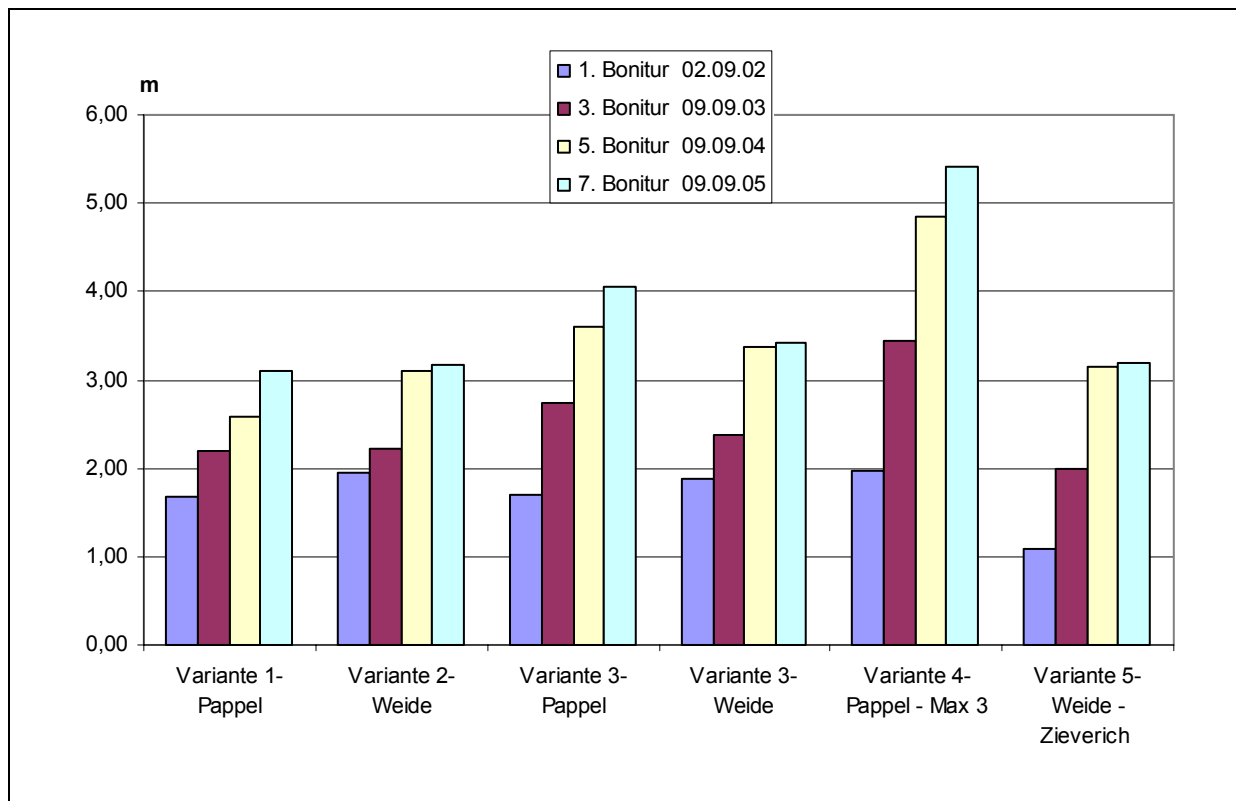


Abbildung 1: Durchschnittliche Baumhöhe der einzelnen Varianten (in m) im Feldstreifenanbau mit schnellwachsenden Baumarten; Versuchsanlage Standort Köllitsch, sL, Ackerzahl 49, Versuchsbeginn April 2002