



# 15 Jahre Energieholzversuche in Thüringen

A. Biertümpfel, H. Rudel, A. Werner, Dr. A. Vetter

Jena, Oktober 2009

Die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft begann 1993 mit ihren Untersuchungen zum Anbau von schnellwachsenden Baumarten zur energetischen Nutzung. In diesem Zeitraum kamen in Dornburg und Langenwetzendorf Energieholzversuche zur Anlage. Die Versuchsstation Dornburg am Rand der Ilm-Saale-Platte befindet sich in einer Höhe von ca. 260 m und repräsentiert mit einer Ackerzahl von durchschnittlich 60 die Löss- und Lössübergangslagen. Langenwetzendorf ist im Thüringer Schiefergebirge gelegen. Der Standort weist einen Verwitterungsboden mit niedrigerer Bodengüte (AZ 40 bis 44) auf. Durch die im Vergleich zu Dornburg höhere Lage (380 m) liegen die Jahresdurchschnittstemperaturen bei 7,5 °C und damit deutlich unter denen der erstgenannten Station, die Werte von 8,8 °C im langjährigen Mittel charakterisiert. Mit einer Niederschlagsmenge um 600 mm/Jahr gehören beide Standorte zu den eher trockenen Lagen. Grundwasseranschluss ist erst in größeren Tiefen gegeben und somit für die Energiehölzer nicht nutzbar.

Es kamen verschiedene Pappelklone, Weidenarten sowie Sandbirke, Robinie und Erle in unterschiedlichen Umtriebszeiten zum Anbau, wobei das Spektrum der geprüften Arten und Sorten bei ein- und dreijährigem Umtrieb am jeweiligen Standort identisch war. Eine Übersicht der an den beiden Standorten in Abhängigkeit von der Umtriebszeit gewählten Arten und Sorten beinhaltet Tabelle 1.

**Tabelle 1:** Arten- und Sortenspektrum der Energiehölzer in Abhängigkeit von Umtriebszeit und Standort

| Art/Sorte                | Einjähriger Umtrieb |                  | Dreijähriger Umtrieb |                  | Fünfstufiger Umtrieb |                  |
|--------------------------|---------------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|
|                          | Dornburg            | Langenwetzendorf | Dornburg             | Langenwetzendorf | Dornburg             | Langenwetzendorf |
| Pappel                   |                     |                  |                      |                  |                      |                  |
| „Muhle Larsen“           | x                   | x                | x                    | x                | x                    | x                |
| „Androscoggin“           | x                   | x                | x                    | x                | x                    | x                |
| „Max 1,3,4“              | x                   | x                | x                    | x                | x                    | x                |
| „Max 2“                  | x                   | x                | x                    | x                | x                    | x                |
| „Unal“                   | x                   | x                | x                    | x                | x                    | x                |
| „Raspalje“               | x                   | -                | x                    | -                | x                    | x                |
| „Boleare“                | -                   | x                | -                    | x                | -                    | -                |
| „Beaupré“                | x                   | x                | x                    | x                | -                    | -                |
| „Donk“                   | x                   | x                | x                    | x                | -                    | -                |
| Weide                    |                     |                  |                      |                  |                      |                  |
| Salix viminalis „722/51“ | x                   | x                | x                    | x                | -                    | -                |
| Salix alba „Barmen“      | x                   | x                | x                    | x                | -                    | -                |
| Sandbirke                | -                   | -                | -                    | -                | x                    | x                |
| Robinie                  | -                   | -                | -                    | -                | x                    | -                |
| Schwarzerle              | -                   | -                | -                    | -                | -                    | x                |

Die Pflanzdichten richteten sich nach der geplanten Umtriebszeit und der Art. So standen im einjährigen Umtrieb ca. 14.700 Pappeln und 17.300 Weiden in Reihenabständen von 0,75 m und Abständen in der Reihe von 0,9 bzw. 0,75 m je Hektar im Feld. Im dreijährigen Umtrieb wurden, bei gleichem Abstand in der Reihe, die Reihenabstände auf 1 m erweitert, woraus Pflanzdichten von 11.000 Pappeln und 13.000 Weiden je Hektar resultieren. Im fünfjährigen Umtrieb erfolgte die Pflanzung in Doppelreihen von 0,75 m Abstand und Pflanzabständen von 0,75 m in der Reihe. Zwischen den Doppelreihen und Parzellen wurden breitere Trennstreifen von 2,5 bzw. 3,5 m angelegt. Aus diesem Anlageschema ergibt sich eine Bestandesdichte von 6.900 Bäumen/ha, die bei allen Arten gleich ist. Die

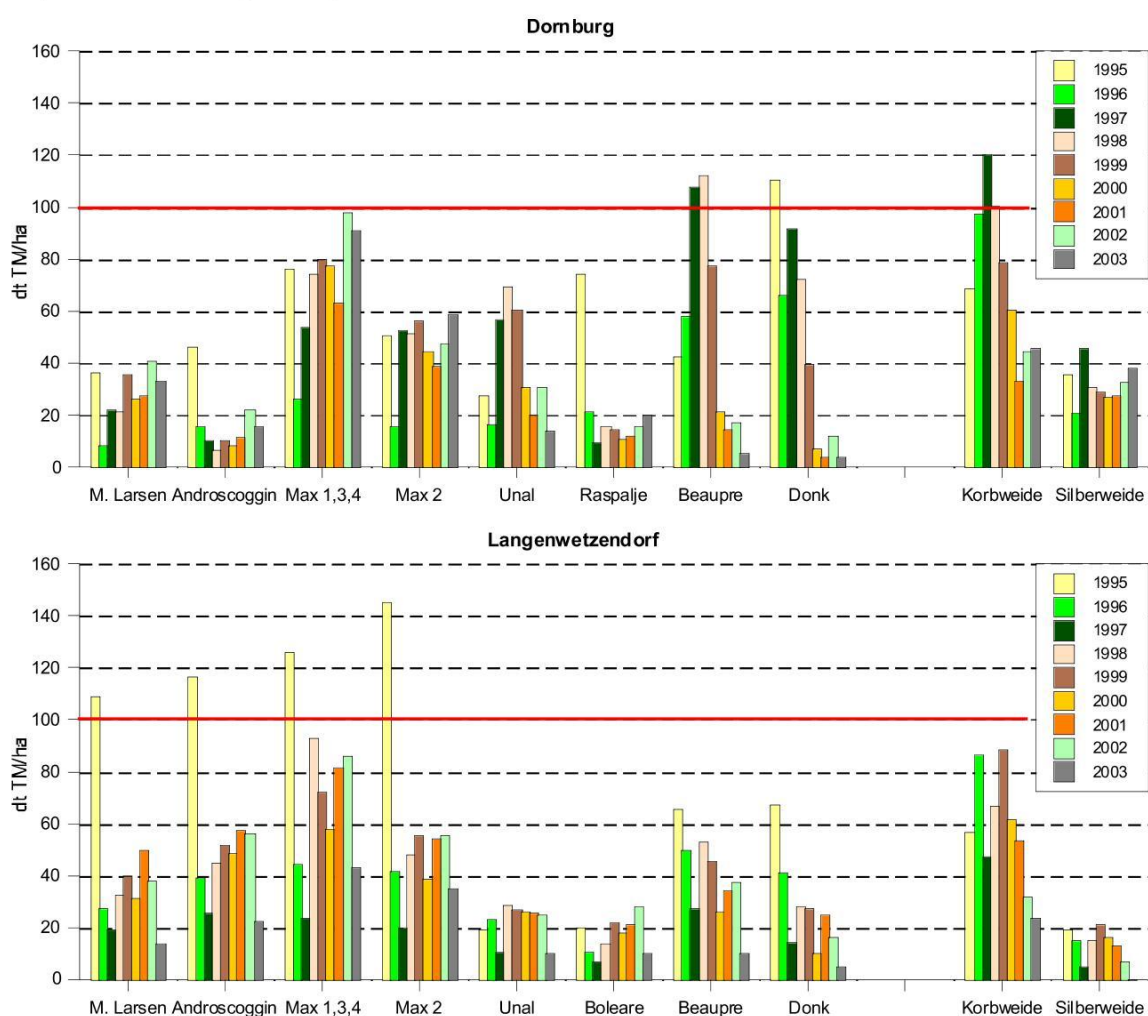
Parzellengrößen des vierfach wiederholten Versuches belaufen sich auf 30 m<sup>2</sup> beim ein- und dreijährigen sowie 75 m<sup>2</sup> beim fünfjährigen Umtrieb.

Berntet wurde der Versuch über die gesamte bisherige Laufzeit motormanuell, d. h. Fällen der Bäume mit Freischneider oder Motorsäge, anschließendes Hacken des Erntegutes und parzellenweise Ertrags- und Inhaltsstoffbestimmung.

### Einjähriger Umtrieb

Die erste Ernte des einjährigen Umtriebs erfolgte 1995, da nach der Anlage 1993 Anwuchsprobleme eine Nachpflanzung im Folgejahr erforderlich machten.

Es zeigte sich, dass nur wenige Pappelklone in einzelnen Jahren die angestrebten 100 dt TM/ha erreichten (Abb. 1).



**Abbildung 1:** Erträge von Energieholz bei einjähriger Umtriebszeit, Dornburg und Langenwetzendorf 1995 bis 2003

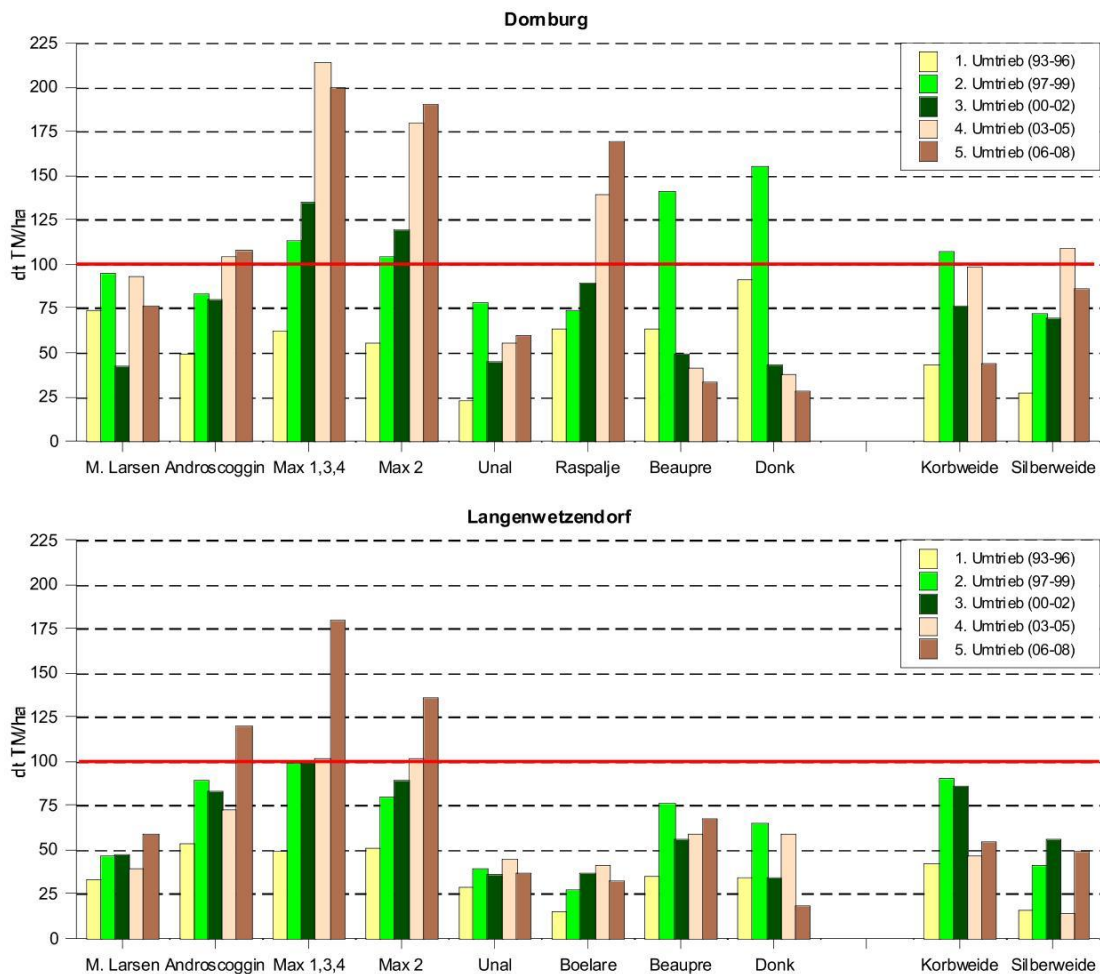
Im Mittel aller Prüfglieder und Jahre lag der Ertrag in Dornburg bei 42 dt TM/ha, in Langenwetzendorf bei 39 dt TM/ha. Dabei war das durchschnittliche Ertragsniveau der ersten fünf Standjahre an beiden Orten höher. So wurden in diesem Zeitraum in Dornburg jährlich 50 dt TM/ha geerntet, während es ab der 6. Ernte nur noch durchschnittlich 31 dt TM/ha waren. Ähnliche Verhältnisse bestanden auch in Langenwetzendorf, auch wenn der

Ertragsabfall mit 9 dt TM/ha von 44 dt TM/ha in der ersten Versuchsperiode zu 35 dt/ha in der zweiten Hälfte der Versuchslaufzeit nicht so gravierend ausfiel. Der Ertragsabfall machte sich bei den Max-Klonen 1, 3, 4 bzw. 2 kaum bemerkbar, was für die gute Vitalität der Sorten spricht. Insgesamt sehr niedrige Erträge wies die Silberweide an beiden Standorten auf. Die Korbweide erreichte in den ersten Standjahren dagegen Erträge über dem Mittel der Prüfglieder, fiel aber im weiteren Versuchsverlauf auch deutlich ab. Trotzdem lag sie mit 72 dt TM/ha in Dornburg und 57 dt TM/ha in Langenwetzendorf durchaus auf dem Niveau der leistungsfähigsten Pappeln.

Neben den niedrigen Erträgen stellte mit zunehmender Versuchsdauer die Ernte ein Problem dar, da sich immer mehr, aber dafür sehr dünne, kurze Triebe bildeten, die eine sehr schlechte Hackgutqualität bedingten. Besonders gravierend war dieses Merkmal bei den Weidenarten. Gleichzeitig nahm der Wurzelstock, ähnlich wie bei Korbweiden, auch bei den Pappeln an Umfang und Höhe zu, so dass eine maschinelle Ernte nach spätestens 4 bis 5 Jahren kaum mehr möglich wäre. Wegen der negativen Ertragsentwicklung wurde der Versuch nach 10jähriger Laufzeit im Jahr 2004 mit einer Rodungsfräse umgebrochen und die Fläche problemlos wieder in eine konventionelle ackerbauliche Nutzung überführt.

### **Dreijähriger Umtrieb**

Der dreijährige Umtrieb wurde erstmalig im Winter 1996/1997 geerntet. Auch hier resultierte die um ein Jahr verspätete Ernte aus der notwendigen Nachpflanzung 1994. Während der ersten Umtriebszeit, also in der Etablierungsphase, erreichten die jährlichen Zuwachsraten mit 60 dt TM/ha in Dornburg und 37 dt TM/ha in Langenwetzendorf ebenfalls nicht den angestrebten Wert von 100 dt Biomassezuwachs/Jahr, lagen aber zumindest in Dornburg deutlich über dem einjährigen Umtrieb, wo jährlich durchschnittlich 49 dt/ha erzielt wurden. In Langenwetzendorf war das Ertragsniveau der beiden Umtriebe in diesem Zeitraum etwa gleich (Abb. 2).

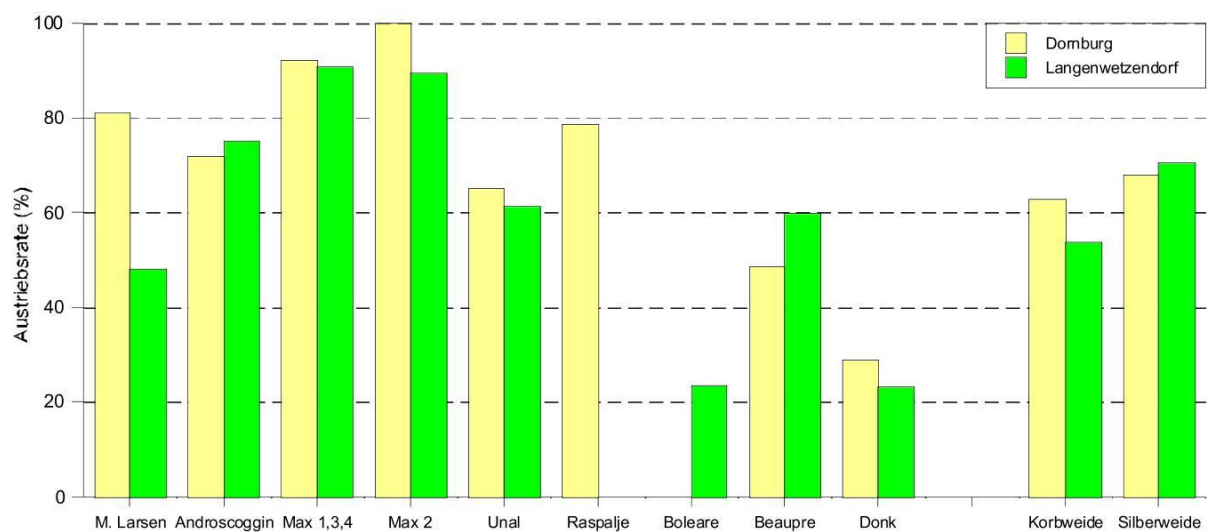


**Abbildung 2:** Jährlicher Ertragszuwachs von Energieholz bei dreijähriger Umtriebszeit, Dornburg und Langenwetzendorf 1994 bis 2008

Im zweiten Umtrieb 1997 bis 1999 stiegen die Erträge aller Prüfglieder an beiden Orten stark an, wobei in Dornburg insgesamt wiederum höhere Werte erzielt worden sind. Einige Sorten bzw. Klone, wie ‚Max 1,3,4‘, ‚Max 2‘, aber auch ‚Beaupré‘ und ‚Donk‘ überschritten hier die avisierten 100 dt TM/ha und Jahr. Die Tendenz der steigenden Biomassezuwächse mit steigender Umtriebszahl setzte sich bei den meisten Sorten bis zum 5. Umtrieb hin fort. Insbesondere die ‚Max-Klone‘, aber auch ‚Androscoggin‘ stellten ihre gute Eignung für die gewählten Standorte unter Beweis. Die Sorte ‚Raspalje‘ fiel besonders im 4. und 5. Umtrieb durch immense Ertragsanstiege auf und erreichte nahezu das Level der ‚Max-Klone‘. Nicht befriedigen konnten dagegen ‚Beaupré‘ und ‚Donk‘, die nach den hohen Zuwachsraten im zweiten Umtrieb deutlich abfielen und, ähnlich wie ‚Unal‘ und ‚Boleare‘, das angestrebte Ertragsniveau nicht mehr erreichten. Im Mittel aller Pappel-Prüfglieder und Umtriebe wurde in Dornburg ein Ertrag von 108 dt TM/ha und Jahr erzielt. Die höchsten jährlichen Zuwächse wiesen ‚Max 1,3,4‘ mit 207 dt TM/ha, ‚Max 2‘ mit 185 dt TM/ha und ‚Raspalje‘ mit 154 dt TM/ha auf. Die Sorte ‚Androscoggin‘ überschritt mit 106 dt TM/ha und Jahr ebenfalls den Zielertrag. Deutlich niedriger war das Ertragsniveau des dreijährigen Umtriebs der Pappeln mit 73 dt TM/ha und Jahr in Langenwetzendorf. Hier überschritten lediglich die Max-Klone mit 141 dt TM/ha (‚Max 1,3,4‘) bzw. 119 dt TM/ha (‚Max 2‘) die 10 t-Grenze, ‚Androscoggin‘ reichte mit 97 dt TM/ha knapp heran.

Die Weidenarten waren in ertraglicher Hinsicht in Dornburg mit Erträgen von 71 (Korbweide) bzw. 98 dt TM/ha und Jahr (Silberweide) durchaus zufriedenstellend. Im Gegensatz dazu lagen die Durchschnittserträge in Langenwetzendorf nur bei 50 (Korbweide) und 31 dt TM/ha und Jahr (Silberweide). Die Weiden wiesen aber generell, ähnlich wie im einjährigen Umtrieb, eine schlechte technologische Eignung auf, so dass zumindest die hier geprüften Arten nicht für einen Anbau zu empfehlen sind.

Bei den ertragsschwächeren Pappelklonen und auch den Weiden trat teilweise bereits nach der 3. Ernte eine Reduzierung der Pflanzenzahlen/Parzelle ein, was sich nach der 4. und 5. Ernte noch verstärkte. So trieben beispielsweise bei ‚Boleare‘ und ‚Donk‘ nach der 5. Ernte nur noch etwas mehr als 20 % der zur 1. Ernte etablierten Bäume aus (Abb. 3).



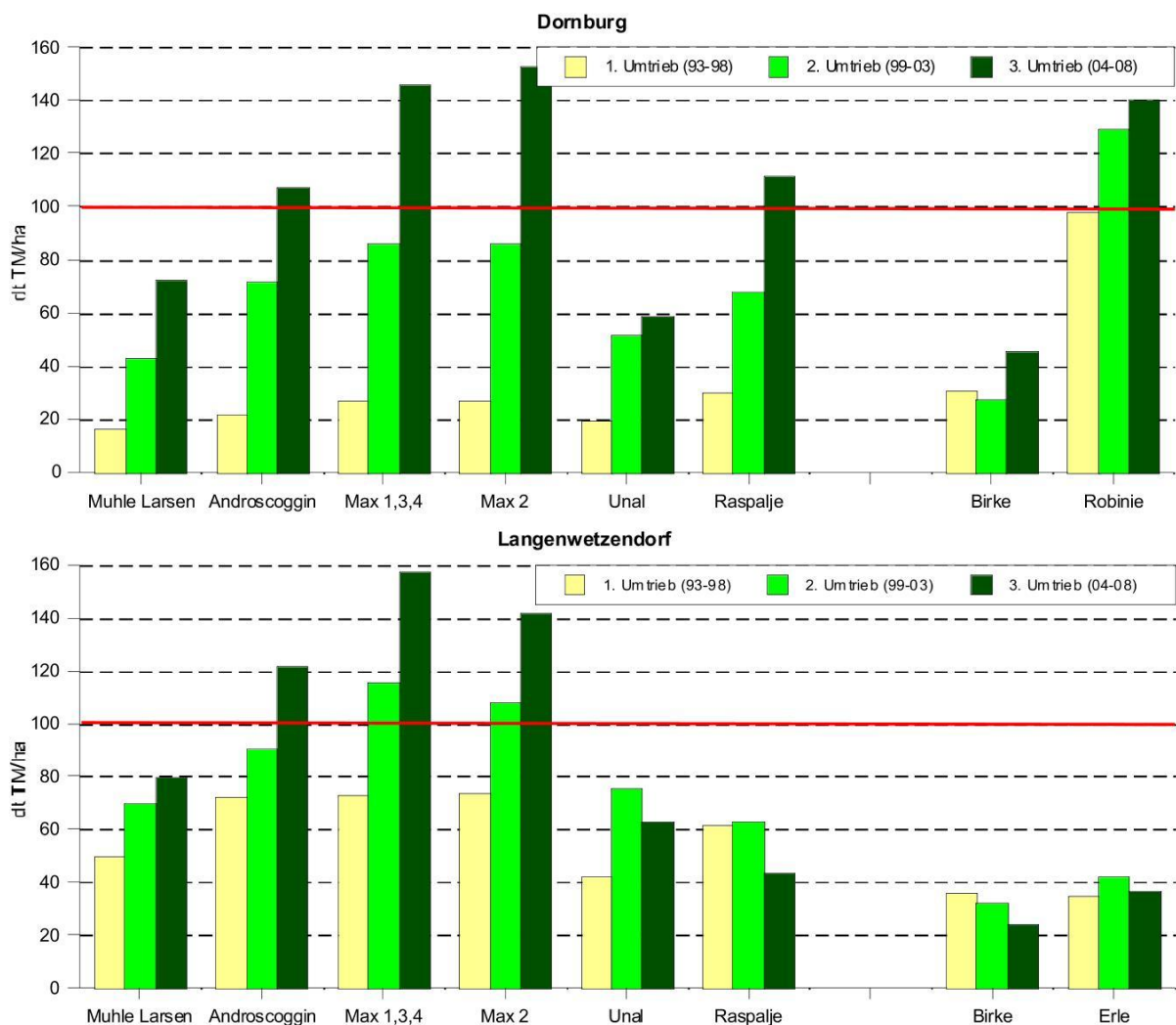
**Abbildung 3:** Wiederaustriebsrate von Arten und Klonen nach der 5. Ernte 2008 bei dreijähriger Umtriebszeit im Vergleich zur 1. Ernte 1996

Dies ist Beleg für ein geringeres Wiederaustriebsvermögen und weist darauf hin, dass ein Teil der geprüften Arten bzw. Klone nicht für niedrige Umtriebszeiten unter den gegebenen Standortverhältnissen geeignet sind. Eine Nutzungsdauer von nur 15 Jahren rechtfertigt die verhältnismäßig hohen Aufwendungen für eine Energieholzanlage kaum.

### Fünffähriger Umtrieb

Die erste Ernte des fünfjährigen Umtriebs erfolgte in den Wintermonaten 1998/1999. Hier wurden insbesondere in Dornburg mit durchschnittlich 24 dt TM/ha und Jahr bei den Pappeln nur sehr geringe jährliche Zuwachsraten, deutlich unter den Werten der ersten Beerntung des dreijährigen Umtriebs, festgestellt. Mit 62 dt TM/ha und Jahr waren die Ergebnisse der Pappeln in Langenwetzendorf wesentlich besser als in Dornburg und auch als der dreijährige Umtrieb an diesem Standort. Die Ursache hierfür kann nur in Standortgegebenheiten vermutet werden. Auch die Sandbirke an beiden Standorten sowie die Schwarzerle in Langenwetzendorf schnitten mit 30 bis 35 dt TM/ha und Jahr nicht zufriedenstellend ab. Lediglich die in Dornburg geprüfte Robinie erreichte mit 98 dt TM/ha sehr hohe jährliche Zuwachsraten und lag in ihrem Biomasseertrag im Bereich der angestreb-

ten Werte. Während der zweiten Umtriebszeit erfolgte bei allen Pappelklonen eine deutliche Steigerung der Zuwachsraten, wobei die Erträge in Langenwetzendorf mit durchschnittlich 87 dt TM/ha und Jahr wiederum signifikant über denen in Dornburg (68 dt TM/ha und Jahr) lagen. Am erstgenannten Standort überschritten ‚Max 1,3,4‘ und ‚Max 2‘ mit Erträgen von 115 bzw. 108 dt TM/ha und Jahr den Zielwert von 10 t, ‚Androscoggin‘ reichte mit 90 dt TM/ha knapp heran. In Dornburg realisierte wiederum die Robinie mit 129 dt TM/ha den höchsten Ertrag (Abb. 4). Allerdings zeigten sich bereits bei der zweiten Ernte erste technologische Probleme, da durch die starke Ausbildung von Wurzelbrut kaum noch Reihen zu erkennen waren und somit eine eventuelle maschinelle Ernte erschwert gewesen wäre.



**Abbildung 4:** Jährlicher Ertragszuwachs von Energieholz bei fünfjähriger Umtriebszeit, Dornburg und Langenwetzendorf 1994 bis 2008

Die höchsten Erträge wiesen in Dornburg wiederum die ‚Max-Klone‘ (ca. 85 dt TM/ha) auf. Sandbirke und Schwarzerle zeigten ähnliche Ergebnisse wie beim ersten Umtrieb und blieben damit hinter den Erwartungen zurück.

Die Tendenz höherer jährlicher Zuwachsraten mit steigender Umtriebszahl setzte sich in

Dornburg auch bei der dritten Ernte bei allen Prüfgliedern fort, während an dem etwas schlechteren Standort Langenwetzendorf erste leichte Ertragsrückgänge bei den ertragschwächeren Sorten ‚Unal‘ und ‚Raspalje‘ zu verzeichnen waren. Im Mittel aller Pappeln wurden 2008/2009 erstmals in Dornburg mit jährlichen Zuwachsraten von 108 dt TM/ha bessere Erträge als in Langenwetzendorf (101 dt TM/ha) erzielt. An beiden Standorten stellten wiederum die ‚Max-Klone‘ und ‚Androscoggin‘ ihr hohes Ertragspotenzial unter Beweis. Auch die Sorte ‚Raspalje‘, die in Dornburg bereits im dreijährigen Umtrieb bei längerer Nutzungsdauer hohe Zuwachsraten erreichte, übertraf die 100 dt-Grenze. Bei der Robinie war ebenfalls noch eine Ertragssteigerung im Vergleich zum zweiten Umtrieb zu verzeichnen, auch wenn die besten Pappelsorten jetzt höhere Werte erreichten. Allerdings traten die schon bei der zweiten Ernte beobachteten Probleme mit Wurzelbrut noch deutlicher zu Tage, wodurch die Erntearbeiten wesentlich erschwert worden sind.

## **Fazit**

Im Ergebnis der nunmehr 15jährigen Energieholzversuche an den Standorten Dornburg und Langenwetzendorf ist einzuschätzen, dass einjährige Umtriebszeiten an diesen trockenen Standorten in ertraglicher Hinsicht nicht lohnend sind. Aufgrund des mangelnden Wiederaustriebs trat nach der 5. Ernte bei fast allen Prüfgliedern ein deutlicher Ertragsrückgang ein. Die avisierten 100 dt TM/ha und Jahr wurden nur in Ausnahmefällen erreicht. Zudem wurden die neu gebildeten Triebe nach jeder Ernte zahlreicher und dünner und der Wurzelstock höher, was eine maschinelle Ernte nahezu unmöglich machte.

Wesentlich günstigere Ergebnisse erzielten der drei- und fünfjährige Umtrieb an beiden Orten, wobei in Langenwetzendorf bisher die längere Umtriebszeit besser abschnitt, in Dornburg dagegen die kürzere, wenngleich sich die jährlichen Zuwachsraten hier in der letzten Aufwuchsperiode nahezu ausgeglichen haben.

Interessant ist vor allem das Verhalten unterschiedlicher Klone. So stellten die ‚Max-Klone‘ und auch ‚Androscoggin‘ auf etwas niedrigerem Niveau ihre gute Eignung für Thüringer Standortverhältnisse im drei- und fünfjährigen Umtrieb unter Beweis. Dabei scheint das Ertragsmaximum auch nach 15jähriger Standzeit noch nicht erreicht zu sein. ‚Raspalje‘ fiel in Dornburg durch sehr hohe Zuwachsraten bei längerer Nutzungsdauer und einen günstigen Wuchstyp auf. Die Sorte bildete relativ wenige, dafür aber kräftige Stämme und ist somit gut erntbar. Andere Sorten dagegen, wie z. B. ‚Beaupré‘ und ‚Donk‘, die zur zweiten Ernte des dreijährigen Umtriebs überdurchschnittliche Erträge aufwiesen, konnten ihr Ertragsvermögen nicht bestätigen und scheiden damit zumindest für kurze Umtriebszeiten aus. Gleiches gilt für die insgesamt auf niedrigem Ertragsniveau liegenden Sorten ‚Unal‘, ‚Boleare‘ und eingeschränkt ‚Muhle Larsen‘ sowie die geprüften Weiden, Sandbirke und Schwarzerle.

Generell weisen die Ergebnisse darauf hin, dass erste gesicherte Aussagen zur Standort-eignung von Arten und Klonen in Abhängigkeit von der Umtriebszeit erst nach mindestens 15 Jahren möglich sind, da das Wiederaustriebsvermögen und die Vitalität letztendlich über die Wirtschaftlichkeit des Anbaus entscheiden.