

forstarchiv 86, 67-79
(2015)

DOI 10.4432/0300-
4112-86-62

© DLV GmbH

ISSN 0300-4112

Korrespondenzadresse:
helmut.grotehusmann@
nw-fva.de

Eingegangen:
15.10.2014

Angenommen:
18.03.2015

Pappelsortenprüfungen im Projekt FastWOOD

Poplar variety test in the project FastWOOD

HELMUT GROTEHUSMANN¹, ALWIN JANSSEN¹, ANNA HAIKALP², KAI-UWE HARTMANN³, WOLFGANG HÜLLER³, MANUEL KAROPKA⁴, MAREK SCHILDBACH³, RANDOLF SCHIRMER², THILO SCHUPPELIUS¹ und KATHARINA TÖPFNER⁴

¹ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldgenressourcen, Prof.-Oelkers-Str. 6, 34346 Hann. Münden, Deutschland

² Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht, Forstamtsplatz 1, 83317 Teisendorf, Deutschland

³ Staatsbetrieb Sachsenforst, Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft, Referat Forstgenetik/Forstpflanzenzüchtung, Bonnewitzer Str. 34, 01827 Graupa, Deutschland

⁴ Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Wonnhaldestraße 4, 79100 Freiburg i. Br., Deutschland

Kurzfassung

Die Ergebnisse nach erster dreijähriger Rotation einer Pappelsortenprüfung in zunächst zwei Serien werden vorgestellt. In der ersten Serie (Serie 603) werden neben bekannten Altklonen aus älteren Kreuzungen stammende, bislang jedoch ungeprüfte Klone auf Eignung zur Biomasseproduktion im Kurzumtrieb getestet. In der zweiten Serie (Serie 604) werden Klone geprüft, die aus freien Abblüten stammen und speziell für den Kurzumtrieb selektiert worden sind. Im Vergleich zu einer in beiden Serien vorhandenen Kontrollgruppe bestehend aus den Sorten ‚Max 1‘, ‚Hybride 275‘ und ‚AF 2‘ wird in der ersten Serie ein im Mittel um 12 % höherer und in der zweiten Serie ein im Mittel um 50 % höherer Biomassertrag produziert. Die besten Einzelklone übertreffen die Kontrollgruppe um 50 % (Serie 603) bzw. 153 % (Serie 604).

Schlüsselwörter: schnellwachsende Baumarten, Züchtung, Pappeln, Sortenprüfung, Kurzumtriebsplantagen

Abstract

The results of the first three-year rotation in two trial series of a poplar variety test are presented. In the first series (series 603) well-known existing clones are tested for biomass production purpose in addition to already existing but previously untested clones. In the second series (series 604) clones specially created for biomass production are tested. In contrast to a control group with the clones ‚Max 1‘, ‚Hybride 275‘ and ‚AF 2‘ current in both series, the mean biomass production over all clones is 12% higher in the first series and 50% higher in the second series. The best clones outperform the control group by 50% and 153% respectively.

Key words: fast growing tree species, breeding, poplar, clonal test, short rotation coppice

Einleitung

In Deutschland ist es politische Vorgabe, bis 2020 den Anteil an erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch auf 18 % zu erhöhen (Anonymus 2010). Biomasse und speziell die Biomasse von Kurzumtriebsplantagen kann hierbei eine wichtige Rolle spielen. Drei Faktorenkomplexe bestimmen den möglichen Ertrag derartiger Kurzumtriebsplantagen:

- Standort (Wasserverfügbarkeit, Nährstoffversorgung, maschinelle Befahrbarkeit)
- Mensch (Know-how, ethische Aspekte)
- geeignete Sorten.

Um den letztgenannten Aspekt abzuschätzen, wurde das Verbundprojekt „FastWOOD“ initiiert, in dem die Züchtung und Bewertung von Pappel- und Weidensorten für die Erzeugung von Biomasse bearbeitet werden (Janßen et al. 2012a). Die Projektkoordination erfolgt von der in Hann. Münden gelegenen Abteilung Waldgenressourcen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA).

Die Pappelzüchtung kann in Hann. Münden auf eine lange Tradition zurückblicken. Ein erstes Züchtungsprogramm mit Pappeln der Sektion *Populus* begann 1955 mit dem Ziel, wüchsige und widerstandsfähige Klone für meso- und oligotrophe Waldstandorte zu selektieren (Janßen et al. 2012b). Das 1947 in Brühl gegründete Institut für Pappelwirtschaft wurde 1962 nach Hann. Münden umgesiedelt und in Personalunion mit dem dortigen hessischen Institut für Forstpflanzenzüchtung geleitet. Schwerpunkt der Arbeit bis zur Trennung beider Institutionen Anfang 1990 bestand in der Züchtung von Schwarz- und Balsampappelklonen für die Forstwirtschaft und den Flurholzanbau.

Mit der Koordination des bundesweiten „FastWOOD“-Projekts wurde die 1990 in Hann. Münden beendete Pappel- und Weidenzüchtung wieder aufgenommen. Das „FastWOOD“-Projekt umfasst neben der Evaluierung und Züchtung von Weiden- und Pappelklonen aus verschiedenen Sektionen auch deren Prüfung mit der Option einer späteren Zulassung nach Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) oder Sortenschutzgesetz. Begleitet werden die Züchtungsarbeiten im Projekt durch physiologisch-anatomische und molekulargenetische Untersuchungen.

Vielfach werden die Begriffe Sorte und Klon synonym verwendet. Im Folgenden wird unter dem Begriff Klon allgemein ein asexuell vermehrter Genotyp verstanden. Der Begriff Sorte wird nachfolgend für einen nach FoVG oder Sortenschutzgesetz zugelassenen und mit einem Namen bezeichneten Klon verwendet. Zunächst wurden vorhandene ältere Versuchsflächen und bereits zugelassene Sorten evaluiert. Gleichzeitig sind neue Versuchsflächen mit dem Ziel angelegt worden, neu gezüchtete Klone zu prüfen und diese beim Vorliegen von entsprechenden Voraussetzungen nach Forstvermehrungsgutgesetz in der Kategorie „geprüft“ zuzulassen bzw. Sortenschutz zu beantragen. Über die Ergebnisse nach der ersten Rotation von zwei neu angelegten Serien in Rahmen von „FastWOOD“ wird im Folgenden berichtet.

Material und Methoden

Im Frühjahr 2010 und im Frühjahr 2011 wurden deutschlandweit insgesamt neun Versuchsflächen in zwei Serien nach einheitlichem Muster auf sieben Ackerflächen angelegt (Abbildung 1). Informationen zu den einzelnen Flächen gibt Tabelle 1. Die Flächenvorbereitung erfolgte durch 25–30 cm tiefes Pflügen im Herbst vor der Pflanzung. Im Frühjahr wurde das Pflanzbett auf ca. 20 cm Tiefe gelockert und – mit Ausnahme in Thammenhain – die Konkurrenzvegetation mit Herbiziden entweder im Vorauf- oder im Nachaufverfahren eingedämmt.

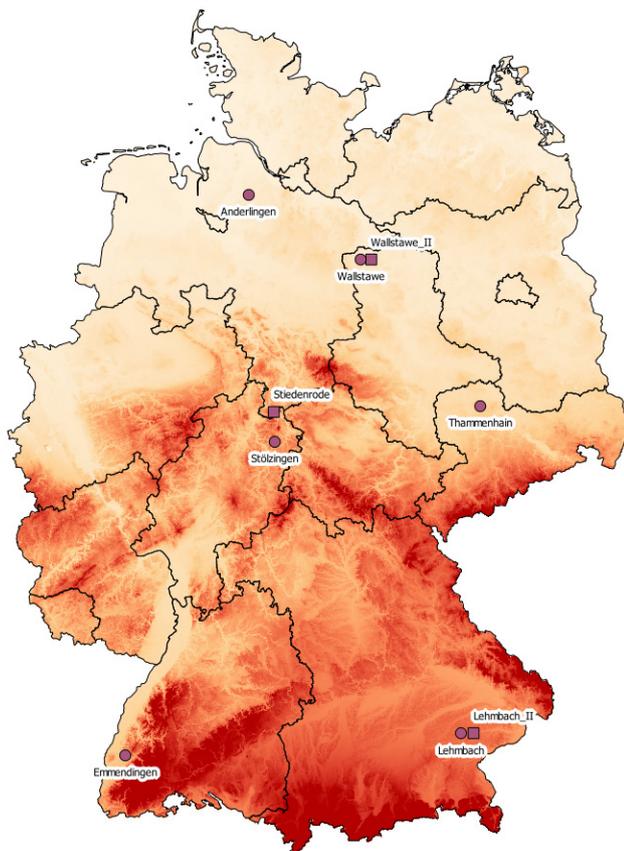


Abb. 1. Lage der Versuchsflächen (Serie 603: ●; Serie 604: ■).
Location of test sites (series 603: ● series 604: ■).

In der ersten Serie (603) wurden 39 Klone, darunter 14 bekannte und mit Namen bezeichnete Sorten (Altklone) geprüft. Sie entstanden überwiegend 1985 oder früher aus gelenkten Kreuzungen oder aus freier Abblüte bekannter Mutterbäume (Hofmann 2005) und waren noch in Klonarchiven oder auf älteren Versuchsflächen vorhanden. In der ein Jahr später abgesteckten Serie (604) sind vier Altklone neben 21 neu entstandenen Klonen vertreten. Das Versuchsdesign ist in beiden Serien eine unvollständige Blockanlage (Dreisatzgitter) mit sechs Wiederholungen und insgesamt 234 Einzelparzellen (Serie 603) bzw. 150 Einzelparzellen (Serie 604). In der Serie 603 wurden jeweils drei Prüfglieder außerhalb der Gitterstruktur der Blocks ausgepflanzt. Um Randeffekte zu vermindern, wurden die Versuchsflächen von einer Randreihe mit Pappeln umgeben und zum Schutz vor Wildverbiss eingezäunt. Die Versuchsflächen sind 1,1 ha (Serie 603) bzw. 0,7 ha (Serie 604) groß.

Eine Einzelparzelle beider Serien besteht aus vier Reihen mit je 12 Pflanzplätzen innerhalb der Reihe. Die Flächen in Stölzingen, Wallstawe und Anderlingen wurden ursprünglich mit 13 Pflanzen je Reihe begründet. Der besseren Übersichtlichkeit halber wurde nach einem Jahr in jeder Reihe die 13. Pflanze entfernt. Daher beträgt auf diesen Versuchen der Abstand zwischen den Parzellen in Pflanzrichtung gesehen 1 m. Auf allen Versuchen besteht eine Parzelle aus 48 Steckhölzern im Verband von 1,8 m x 0,5 m bzw. 2,0 m x 0,5 m (Serie 604, Stiedenrode). Die Parzellengröße beträgt 43,2 m² (Stiedenrode 48 m²), und jede einzelne Parzelle ist gekennzeichnet. Die Versuchsflächen enthalten 7.200 (Serie 604) bis 11.232 Pflanzstellen (Serie 603). Tabelle 2 enthält eine Liste mit den zu prüfenden Klonen und Sorten sowie deren Verteilung auf die Versuchsflächen. Bei der Serie 603 handelt es sich überwiegend um „Altklone“, die in Klonarchiven und auf älteren Versuchsflächen vorhanden waren. Die Entstehung dieser Altklone ist nicht primär dem Ziel der Biomasseproduktion im Kurzumtrieb zu verdanken, sondern beruht auf der Auswahl zur Eignung im Forstbetrieb. In der Serie 604 wird dagegen Material geprüft, das speziell für die Eignung zur Biomasseproduktion ausgelesen wurde. Drei bekannte Sorten dienen in beiden Serien als Vergleichsgruppe.

Die Datenaufnahme der Zuwachs- und Vitalitätsparameter erfolgte drei Jahre nach der Absteckung während der Vegetationsruhe 2012/13 bzw. 2013/14. Zur Minimierung von Randeffekten wurden die beiden äußeren Reihen bzw. die Anfangs- und die Endpflanze der beiden Mittelreihen jeder Parzelle bei der Datenerhebung nicht berücksichtigt. An bis zu 20 Pflanzen beider Reihen wurden Höhe und Brusthöhendurchmesser (BHD) gemessen bzw. Ausfälle ermittelt.

Die Schätzung der produzierten Biomasse erfolgte mit der Regressionsmethode (Hartmann 2006, Röhle et al. 2006, Röhle 2009). Nach den Datenerhebungen wurden die Frisch- und Trockengewichte aller Klone bestimmt. Dazu wurde auf jeder Fläche für jeden Klon eine sogenannte Kluppliste erstellt. Die maximal 120 Bäume eines Klons wurden nach BHD absteigend sortiert und 18 Bäume in gleichmäßigen Abständen über das gesamte BHD-Spektrum (inklusive des stärksten; absteigend bis mindestens 10 mm BHD) ausgewählt, 5 cm über dem Boden abgeschnitten und frisch gewogen.

Aus diesen 18 Wiegebäumen wurden sechs Bäume in gleichmäßigen Abständen über das BHD-Spektrum ermittelt. Jeder dieser sechs Bäume wurde in drei gleich lange Sektionen zersägt, und aus der Mitte jeder Sektion wurden mehrere gleich lange kleine Proben entnommen und als Mischprobe sofort frisch auf 1 g genau gewogen. Das Gesamtgewicht der Mischprobe sollte etwa 1.000 g betragen. Die Mischprobe wurde in einen mit Parzellen- und Baumnummer beschrifteten Beutel gefüllt und im Labor bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und danach gewogen.

Aus Frisch- und Trockengewicht der Mischprobe wurden der Wassergehalt und die Trockenmasse der einzelnen Probebäume ermittelt. Der Wassergehalt der sechs Einzelbäume wurde zur Berechnung des

Tab 1. Standortbeschreibung der Versuchsflächen und Versuchsdesign.
Description of trial sites and design.

	Stözingen	Wallstawe	Anderlingen	Stiedenrode	Lehmbach	Emmendingen	Thammenhain
mittlere Jahrestemperatur [°C]	9,3	8,4	8,8	8,5	9,6	11,5	8,5
mittlerer jährl. Niederschlag [mm]	703	548	768	650	730	766	575
Bodenart	Lehm/Ton	lehmiger Sand	Lehm/Ton	Lehm/Ton	Lehm/Ton	Lehm	lehmiger Sand
Bodenzustand	schwer/nass	leicht/mittelfeucht	schwer/nass	schwer/nass	schwer/nass	frisch/sehr frisch	mittel
Skelettanteil	mittel-hoch	mittel-hoch	mittel-hoch	mittel-hoch	gering	gering	mittel
Anlage (Serie)	April 2010 (603)	April 2010 (603) April 2011 (604)	April 2010 (603)	April 2011 (604)	April 2010 (603) April 2011 (604)	April 2010 (603)	April 2010 (603)
Vornutzung	landwirtschaftl. Fläche, Grünland/Acker	landwirtschaftl. Fläche, mehrjährige Brache	landwirtschaftl. Fläche, mehrjährige Brache	Ackerbrache	landwirtschaftl. Fläche		Acker/Brache
Vorbereitung	Totalherbizid im Herbst u. Frühjahr, Pflügen sowie Grubbern vor Absteckung, anschießend Voraufaufmittel	Totalherbizid im Frühjahr, Pflügen sowie Grubbern vor Absteckung, anschießend Voraufaufmittel	Totalherbizid im Frühjahr, Pflügen sowie Grubbern vor Absteckung, anschießend Voraufaufmittel	Totalherbizid im Herbst u. Frühjahr, Pflügen sowie Grubbern vor Absteckung, anschießend Voraufaufmittel	nach Absteckung Voraufaufmittel (Flexidor)	Umbruch (gepflügt u. gefäst), nach Absteckung 2 x manuelles Hacken	Pflügen und Grubbern im Herbst
Verband	1,8 x 0,5 m	1,8 x 0,5 m	1,8 x 0,5 m	2,0 x 0,5 m	1,8 x 0,5 m	1,8 x 0,5 m	1,8 x 0,5 m
Ausfall	0,1	0,31	0,08	0,1	0,11	kaum	0,45
Nachbesserung	komplett	soweit wie möglich	komplett	komplett	keine	keine	teilweise
Bemerkung			2011 Wildschaden				extrem trocken- heißer Frühsommer
Probenahme zur Bestimmung der Wassergehalte	19.-20.12.2012, 14.-17.01.2013, 22.-23.01.2013	28.01.-01.02.2013	06.-08.02.2013, 11.-13.02.2013		Jan/Febr/2013	11.-22.02.2013	06.12.2012- 11.01.2013

Tab. 2. Prüfgliedliste: Verteilung der Prüfglieder auf die Flächen (Serie 603: Stölzingen, Wallstawe, Lehm bach, Emmendingen, Anderlingen, Thammenhain; Serie 604: Wallstawe, Lehm bach, Stiedenrode). Sorten der Kontrollgruppe kursiv.

List and allocation of entries and sites. Varieties of control group italic.

Serie 603 (Absteckung 2010)									
NW_Nr	Sorten-Name	Kreuzung	Sz	W	L	E	A	T	Sr
NW 9-868 G	<i>AF 2</i>	<i>P. delt x P. nigra¹⁾</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-728 Z	<i>Hybride 275</i>	<i>P. max x P. trich</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-729 A	<i>Max 1</i>	<i>P. nigra x P. max</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-729 A		<i>P. x generosa x ?</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 10-264 N		<i>P. (P. max x P. x berlin) x P. trich)</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-843 L	Robusta	<i>P. x canadensis</i>		x			x	x	
NW 7-244 X		<i>P. (P. nigra x P. max) x P. max</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-375 D		<i>P. (P. trich x P. koreana) x P. max</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-491 S		<i>P. (P. trich x P. koreana) x P. max</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-726 W		<i>P. max</i>	x	x		x	x	x	
NW 7-255 L		<i>P. max x frei</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-197 S		<i>P. max x P. trich</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-199 U	Matrix 11	<i>P. max x P. trich</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-200 V		<i>P. max x P. trich</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-204 A		<i>P. max x P. trich</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-226 B		<i>P. max x P. trich</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-234 L		<i>P. max x P. trich</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-236 N		<i>P. max x P. trich</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-237 P		<i>P. max x P. trich</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-622 X	Androscoggin	<i>P. max x P. trich</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 8-1975 X	Matrix 49	<i>P. max x P. trich</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 9-1347 L	Matrix 24	<i>P. max x P. trich</i>	x				x		
NW 7-559 X		<i>P. nigra x P. laurifolia</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-730 B	Max 3	<i>P. nigra x P. max</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 9-877 T	Rochester	<i>P. nigra x P. max</i>	x						
NW 7-61 E		<i>P. trich x P. koreana</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-177 T		<i>P. trich x P. delt</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-180 W		<i>P. trich x P. delt</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-183 A		<i>P. trich x P. delt</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-17 C		<i>P. trichocarpa</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-18 D		<i>P. trichocarpa</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-344 S		<i>P. trichocarpa</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-352 B		<i>P. trichocarpa</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-587 F		<i>P. trichocarpa</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-605 C	Muhle Larsen	<i>P. trichocarpa</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-735 G	Weser 4	<i>P. trichocarpa</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-737 K	Weser 6	<i>P. trichocarpa</i>	x	x	x	x	x	x	
NW 7-78 A		<i>P. trichocarpa</i>	x	x	x	x	x		
NW 7-786 T	Trichobel	<i>P. trichocarpa</i>	x	x	x	x	x		
NW 7-91 R		<i>P. trichocarpa</i>	x	x	x		x	x	
Serie 604 (Absteckung 2011)									
NW_Nr	Klon-Name	Freie Abblüte von	Sz	W	L	E	A	T	Sr
<i>NW 9-868 G</i>	<i>AF 2</i>			x	x				x
<i>NW 7-728 Z</i>	<i>Hybride 275</i>			x	x				x
<i>NW 7-729 A</i>	<i>Max 1</i>			x	x				x
NW 9-41 X		<i>P. maximowiczii 124/66</i>		x	x				x
NW 9-45 C		<i>P. maximowiczii 124/66</i>		x	x				x
NW 9-48 F		<i>P. maximowiczii 124/66</i>		x	x				x
NW 9-52 L		<i>P. maximowiczii 124/66</i>		x	x				x
NW 9-64 A		<i>P. maximowiczii 124/66</i>		x	x				x
NW 9-65 B		<i>P. maximowiczii 124/66</i>		x	x				x
NW 9-77 R		<i>P. maximowiczii 124/66</i>		x	x				x

Forstsetzung Tab. 2.

Serie 604 (Absteckung 2011)			Sz	W	L	E	A	T	Sr
NW_Nr	Klon-Name	Freie Abblüte von							
NW 9-99 S	Brühl 8			x	x				x
NW 9-118 P		P. deltoides illinois 9/54 (1)		x	x				x
NW 9-141 S		P. deltoides illinois 9/54 (1)		x	x				x
NW 9-254 B		P. maximowiczii 15/65		x	x				x
NW 9-255 C		P. maximowiczii 15/65		x	x				x
NW 9-279 F		P. maximowiczii 15/65		x	x				x
NW 9-281 H		P. maximowiczii 15/65		x	x				x
NW 9-297 C		P. maximowiczii 16/65		x	x				x
NW 9-309 S		P. maximowiczii 121/66		x	x				x
NW 9-313 W		P. maximowiczii 121/66		x	x				x
NW 9-315 Z		P. maximowiczii 121/66		x	x				x
NW 9-327 N		P. maximowiczii 126/66		x	x				x
NW 9-364 G		P. maximowiczii 126/66		x	x				x
NW 9-379 A		P. maximowiczii 127/66		x	x				x
NW 7-605 C	Muhle Larsen			x	x				x

¹⁾ P. = *Populus*, P. delt = *Populus deltoides*, P. max = *Populus maximowiczii*, P. trich = *Populus trichocarpa*, P. x berolin = *Populus x beroliniensis* (= *Populus laurifolia* x *Populus nigra*)

Wassergehaltes je Klon herangezogen. Mit diesem Wert wurde die Trockenmasse der 12 nicht beprobten Wiegebäume geschätzt.

Anhand der 18 Wertepaare (6 Probebäume, 12 Wiegebäume) wurde für jeden Klon an jedem Einzelversuch eine allometrische Biomassefunktion der Form

$$TM_{(Eb)} = a_0 \times BHD_{(Eb)}^{a_1}$$

aus BHD und Trockenmasse erstellt (nach Röhle et al. 2006). Dabei sind $TM_{(Eb)}$ die Trockenmasse des Einzelbaums, $BHD_{(Eb)}$ der BHD des Einzelbaums und a_0 bzw. a_1 die Koeffizienten der Regressionsfunktion. Mittels dieser Biomassefunktionen werden die Trockenmassen aller gekluppten Bäume berechnet. Aus der Summe der Trockenmasse aller gekluppten Bäume eines Klons und der Größe der Fläche (A), auf der die Vollklappung erfolgte, errechnet sich die gesamte Trockenbiomasse pro Hektar (BM) nach drei Jahren

$$BM = \frac{\sum_{i=1}^n (a_0 \times BHD_i^{a_1})}{A}$$

bzw. der durchschnittliche jährliche Gesamtzuwachs (dGZ)

$$dGZ = \frac{BM}{3}$$

Die varianzanalytische Auswertung für den Einzelversuch erfolgte auf Basis von Parzellenmittelwerten nach dem gemischten Modell, wobei die Prüfgliedeffekte als „fix“ und die Wiederholungen sowie Blöcke innerhalb Wiederholungen als „zufällig“ angesehen wurden. Die Bereinigung der Prüfgliedeffekte um die Blockeffekte erfolgte daher unter Einbeziehung der Interblockinformation.

Für die flächenübergreifende Verrechnung der Gesamtserie wurden die ermittelten Prüfgliedwerte je Einzelversuch verwendet. Die Berechnungen der Signifikanz erfolgten mit dem Sidak-Test und wurden gegen eine Kontrollgruppe, bestehend aus ‚Max 1‘, ‚Hybride 275‘ und ‚AF 2‘, durchgeführt. Die Kontrollgruppe besteht dabei aus den Sorten, die in der ProLoc-Versuchsserie angepflanzt wurden (Hofmann et al. 2012), und ermöglicht eine Relation zu deren Versuchsflächen. Die varianzanalytischen Verrechnungen wurden mit dem Programmpaket SAS und der Prozedur PROC MIXED vorgenommen.

Ergebnisse

Die an den einzelnen Versuchen in beiden Versuchsserien ermittelten Mess- und Boniturwerte und deren Spannweite sind in Abbildung 2 angegeben. Der jeweilige Ortsmittelwert wird durch einen blauen Punkt symbolisiert. Zu Vergleichszwecken sind die Werte der Kontrollgruppe bestehend aus ‚AF 2‘, ‚Hybride 275‘ und ‚Max 1‘ angegeben. In der Serie 604 stehen in Wallstawe und Leimbach deutlich weniger Pflanzen als in der ein Jahr zuvor gepflanzten Serie 603, die Durchmesser- und die Höhenwuchsleistung sind an beiden Orten ebenfalls geringer.

Die drei Versuchsflächen der Serie 604 unterscheiden sich nur wenig. In der Serie 603 fallen die Versuche in Anderlingen und Thammenhain dagegen besonders auf. In Thammenhain stehen mit 5.534 Pflanzen nur etwa halb so viele Pappeln wie in Stölzingen mit 10.618. Die Fläche in Anderlingen liegt mit 7.405 Pflanzen ebenfalls noch deutlich unter dem Serienmittel. Bei Höhe und BHD werden in Anderlingen und Thammenhain ebenfalls unterdurchschnittliche Werte erreicht. Die vier anderen Fläche weisen eine klare Rangfolge auf mit Emmendingen und Leimbach an der Spitze, gefolgt von Stölzingen und Wallstawe.

Die Klone der Kontrollgruppe sind bei der Anzahl an Pflanzen je Hektar in allen Fällen besser als das jeweilige Flächenmittel. In der Serie 603 ist die Kontrollgruppe bei BHD und Höhe in Stölzingen, Leimbach und Emmendingen schlechter als das Versuchsmedium. Der Abstand zwischen Versuchsmedium und Kontrollgruppe ist in Wallstawe und Leimbach in der Serie 604 größer als in der Serie 603.

Die um Blockeffekte bereinigten Mittelwerte der verschiedenen Klone an den einzelnen Standorten sind in Tabelle 3 angegeben. Der jeweils höchste Merkmalswert am Standort ist fett hervorgehoben. Die beiden Klone ‚NW 7-204 A‘ und ‚NW 7-91 R‘ erreichen an je zwei Versuchen den größten BHD. Spitzenwerte bei der Anzahl Pflanzen je Hektar wurden beim Klon ‚NW 7-177 T‘ an drei Versuchen und bei Verrechnung der Gesamtserie ermittelt. Bei der Höhenwuchsleistung belegt an jedem Ort ein anderer Klon den ersten Platz. Der Klon ‚NW 7-204 A‘ ist Spitzenreiter in Emmendingen und erreicht auch in den übrigen Versuchen vordere Plätze. In der Serienverrechnung über sechs bzw. vier Versuche ist dieser Klon ebenfalls führend bei BHD und Höhe.

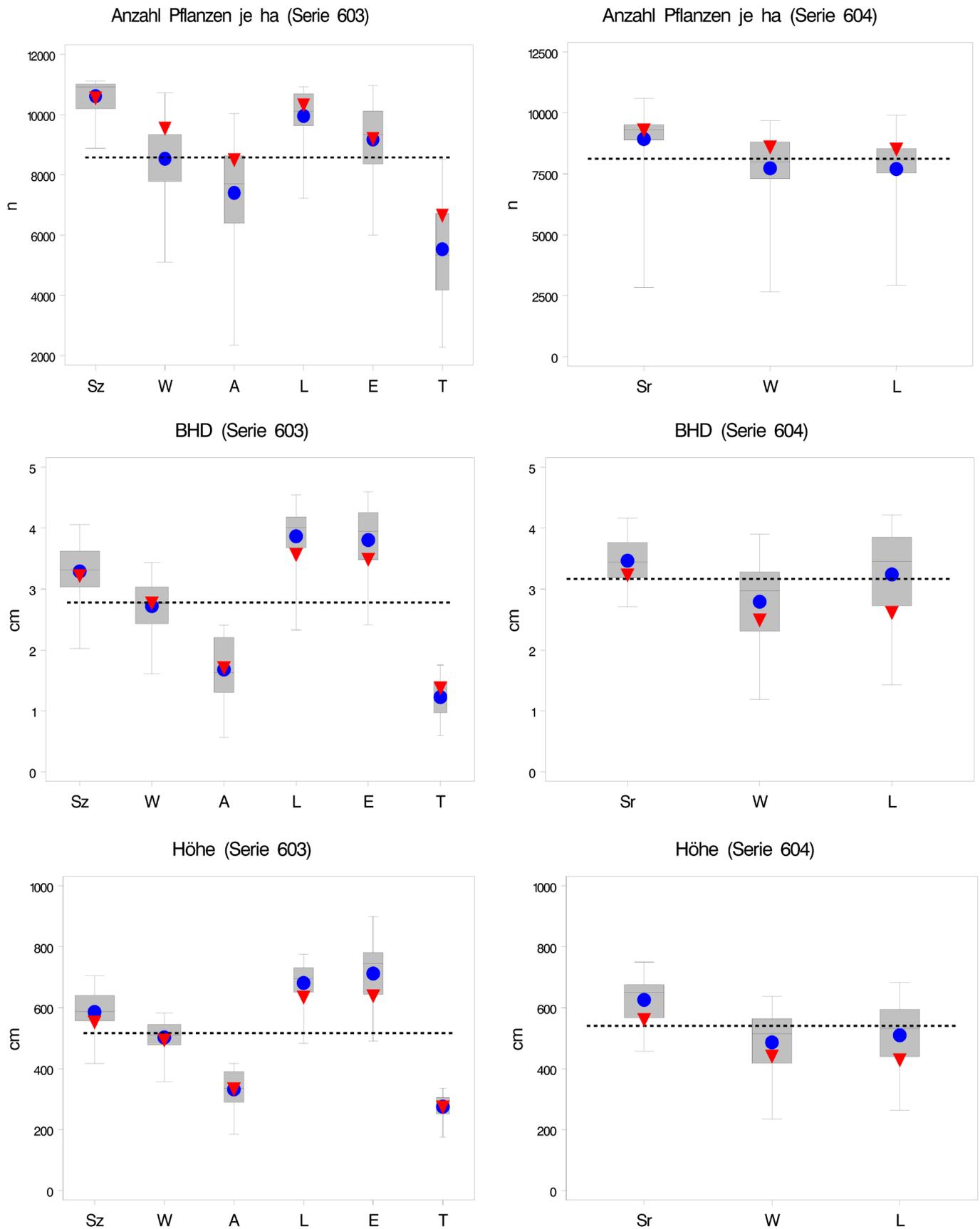


Abb. 2. Mittelwerte (●) und Spannweiten nach drei Jahren in Stölzingen, Wallstawe, Anderlingen, Lehbach, Emmendingen und Thammenhain, Stiedenrode (▼: Kontrollgruppe (AF 2, Max 1, Hybride 275); --- : Mittel).
 Means (●) and ranges after 3 years at Stölzingen, Wallstawe, Anderlingen, Lehbach, Emmendingen und Thammenhain, Stiedenrode (▼: control group (AF 2, Max 1, Hybride 275); --- : mean).

Tab 3a. Serie 603: Leistung von Klonen im Alter 3 Jahre. Sorten der Kontrollgruppe kursiv, Höchstwerte halbfett.
 Series 603: Performance of clones at age 3 years. Varieties of control group italic, maxima bold.

Klon_Name	Stölzlingen			Waldstawe			Anderlingen			Lehmbach			Emmendingen			Thammenhain		
	Anzahl [N ha ⁻¹]	BHD [cm]	Höhe [cm]	Anzahl [N ha ⁻¹]	BHD [cm]	Höhe [cm]	Anzahl [N ha ⁻¹]	BHD [cm]	Höhe [cm]	Anzahl [N ha ⁻¹]	BHD [cm]	Höhe [cm]	Anzahl [N ha ⁻¹]	BHD [cm]	Höhe [cm]	Anzahl [N ha ⁻¹]	BHD [cm]	Höhe [cm]
AF 2	9.617	3,3	503	8.810	2,6	442	8.343	2,4	398	9.815	3,8	640	8.065	3,7	643	4.007	1,6	287
<i>Hybride 275</i>	<i>11.098</i>	<i>3,2</i>	<i>587</i>	<i>10.548</i>	<i>3,0</i>	<i>541</i>	<i>8.135</i>	<i>1,2</i>	<i>285</i>	<i>10.371</i>	<i>3,3</i>	<i>616</i>	<i>10.023</i>	<i>3,1</i>	<i>598</i>	<i>7.498</i>	<i>1,5</i>	<i>305</i>
<i>Max 1</i>	<i>10.909</i>	<i>3,1</i>	<i>565</i>	<i>9.255</i>	<i>2,7</i>	<i>495</i>	<i>8.990</i>	<i>1,5</i>	<i>312</i>	<i>10.741</i>	<i>3,6</i>	<i>644</i>	<i>9.489</i>	<i>3,6</i>	<i>672</i>	<i>8.424</i>	<i>1,0</i>	<i>226</i>
<i>Androscoggin</i>	<i>11.099</i>	<i>2,9</i>	<i>562</i>	<i>10.014</i>	<i>2,3</i>	<i>485</i>	<i>5.216</i>	<i>1,3</i>	<i>282</i>	<i>10.185</i>	<i>2,9</i>	<i>577</i>	<i>9.039</i>	<i>2,9</i>	<i>574</i>	<i>7.719</i>	<i>0,9</i>	<i>251</i>
<i>Matrix 11</i>	<i>10.938</i>	<i>3,8</i>	<i>674</i>	<i>10.027</i>	<i>3,1</i>	<i>571</i>	<i>9.624</i>	<i>2,2</i>	<i>384</i>	<i>10.833</i>	<i>3,9</i>	<i>696</i>	<i>10.480</i>	<i>4,5</i>	<i>832</i>	<i>5.349</i>	<i>1,4</i>	<i>292</i>
<i>Matrix 24</i>	<i>9.541</i>	<i>3,0</i>	<i>517</i>															
Max 3	11.015	3,5	616	9.554	2,5	475	7.598	1,2	275	10.741	3,8	710	9.467	3,6	719	8.513	1,3	279
Muhle Larsen	9.992	2,5	452	5.742	2,4	458	6.623	1,3	300	9.352	3,4	611	8.087	3,0	566	2.281	0,6	196
NW 10-264 N	10.725	3,5	597	5.106	2,3	448	7.064	1,2	262	10.093	4,1	694	8.661	3,9	820	4.169	1,1	259
NW 7-17 C	11.008	3,4	581	8.498	2,8	510	7.750	1,9	364	9.629	4,2	743	8.991	4,5	811	4.716	1,2	278
NW 7-177 T	11.118	3,6	651	8.527	3,0	546	9.607	2,3	417	10.741	4,5	776	10.966	4,5	840	8.516	1,3	312
NW 7-18 D	10.655	3,1	560	7.383	3,3	563	6.173	1,7	335	8.889	4,0	707	7.688	4,3	751	3.678	1,1	273
NW 7-180 W	10.826	3,1	607	9.342	2,6	509	5.718	1,6	337	9.815	3,1	598	10.704	3,4	695	3.441	0,9	243
NW 7-183 A	10.197	3,2	603	8.528	2,4	500	9.941	1,6	363	10.278	3,6	659	10.082	3,2	633	2.457	0,9	237
NW 7-197 S	10.929	4,0	706	8.715	3,1	543	8.737	2,2	397	10.000	4,0	689	10.076	4,5	823	6.607	1,3	294
NW 7-200 V	11.017	3,8	660	9.504	3,2	583	6.058	1,7	316	10.784	4,1	724	10.260	4,3	791	5.162	1,8	336
NW 7-204 A	10.765	4,1	702	7.293	3,4	575	8.513	2,1	398	10.741	4,5	752	8.775	4,6	899	5.626	1,7	333
NW 7-226 B	11.039	3,6	651	9.166	3,2	559	6.953	2,2	398	10.370	4,5	761	10.815	4,4	827	4.434	1,5	314
NW 7-234 L	9.833	3,6	567	9.557	3,4	559	7.749	2,2	380	10.092	4,1	658	10.477	4,1	705	4.180	1,3	273
NW 7-236 N	11.005	3,4	596	9.384	2,8	494	8.380	2,2	399	10.370	4,4	737	10.070	4,1	715	6.254	1,2	267
NW 7-237 P	9.808	3,0	555	9.168	3,0	524	8.535	1,8	348	8.704	4,1	671	9.875	4,2	778	8.163	1,3	276
NW 7-244 X	10.999	3,2	588	8.329	2,9	518	4.474	1,5	293	9.444	4,3	761	9.492	4,3	785	5.501	1,6	306
NW 7-255 L	11.003	3,9	658	9.272	3,0	523	8.998	2,2	401	10.926	4,0	735	10.634	4,0	750	6.185	1,4	291
NW 7-344 S	11.016	2,6	513	8.565	2,0	430	6.626	1,1	290	7.222	2,4	489	9.202	2,7	568	4.512	0,6	206
NW 7-352 B	9.914	2,0	417	6.886	1,6	372	7.083	0,6	185	7.686	2,3	483	6.012	2,4	491			
NW 7-375 D	11.030	3,4	631	10.396	2,7	498	8.160	1,7	358	10.648	4,2	746	9.004	3,8	760	7.842	1,2	280
NW 7-491 S	11.012	3,4	637	8.598	2,7	510	5.263	1,4	319	10.833	3,7	690	8.486	4,1	776	5.056	1,1	262
NW 7-559 X	10.666	3,7	607	8.423	2,9	550	5.730	1,3	292	10.555	4,1	698	8.241	2,5	496	5.609	1,5	302
NW 7-587 F	10.642	2,8	519	6.828	2,7	494	7.697	1,4	289	10.117	3,9	663	8.157	3,8	645	6.716	0,9	250
NW 7-61 E	11.100	3,1	558	9.004	2,0	388				10.371	4,1	711	10.167	4,1	754	5.346	0,9	235
NW 7-72 T	10.914	3,9	642	10.731	3,1	552	9.608	2,3	400	10.000	4,1	694	8.522	4,2	756	6.945	1,5	286
NW 7-726 W	8.889	2,4	470	7.474	2,4	478	2.355	1,2	239				7.886	2,8	541	3.846	1,3	286
NW 7-78 A	10.194	3,2	567	6.864	3,0	523	9.039	1,8	364	9.167	3,5	636	6.268	4,1	739			
NW 7-91 R	10.837	3,8	643	8.392	3,2	558	10.039	2,4	413	10.000	4,5	755	9.500	4,3	750	6.101	1,4	309
Trichobel	11.115	3,3	586	8.171	2,0	395				9.722	3,7	697	9.500	4,3	750			
Weser 6	10.651	2,8	574	7.785	2,6	544	7.264	1,4	305	8.704	4,0	705	7.320	3,5	677	5.923	1,3	308
Weser 4	11.036	3,2	607	8.146	2,7	528	7.723	1,3	284	9.630	3,9	682	9.030	3,9	697	5.177	1,2	310
Mittelwert	10.653	3,3	587	8.555	2,7	507	7.523	1,7	335	9.931	3,9	680	9.143	3,8	711	5.635	1,2	278

Tab 3b. Serie 604: Leistung von Klonen im Alter 3 Jahre. Sorten der Kontrollgruppe kursiv, Höchstwerte halbfett.
 Series 604: Performance of clones at age 3 years. Varieties of control group italic, maxima bold.

Klon_Name	Stiedenrode			Wallstave			Lehmbach		
	Anzahl [N ha ⁻¹]	BHD [cm]	Höhe [cm]	Anzahl [N ha ⁻¹]	BHD [cm]	Höhe [cm]	Anzahl [N ha ⁻¹]	BHD [cm]	Höhe [cm]
<i>AF 2</i>	9.789	3,2	499	7.789	2,3	388	8.467	3,0	439
<i>Hybride 275</i>	9.071	3,0	567	9.167	2,4	451	8.965	2,5	440
<i>Max 1</i>	8.991	3,4	612	8.812	2,7	479	8.066	2,3	403
Muhle Larsen	7.842	2,9	538	6.263	1,8	351	5.890	2,2	393
NW 9-118 P	6.549	3,4	507	3.989	1,7	307	3.817	1,8	299
NW 9-141 S	2.846	2,9	457	2.656	1,2	235	2.938	1,4	263
NW 9-254 B	9.567	3,8	676	7.903	3,4	558	9.010	3,6	567
NW 9-255 C	9.099	3,3	629	8.402	3,2	536	8.411	3,5	531
NW 9-279 F	9.464	3,8	666	7.314	3,9	638	7.425	3,9	595
NW 9-281 H	9.127	3,9	687	7.862	3,2	507	8.191	3,8	552
NW 9-297 C	10.226	3,9	717	7.978	3,3	552	7.943	3,3	523
NW 9-309 S	9.753	3,9	684	8.925	3,2	514	7.687	3,8	551
NW 9-313 W	9.464	3,4	660	8.384	3,7	621	9.540	4,1	654
NW 9-315 Z	9.522	3,7	712	7.988	3,0	585	8.758	4,2	683
NW 9-327 N	8.664	3,0	600	8.617	2,3	418	7.543	2,7	447
NW 9-364 G	9.353	3,7	667	8.056	3,0	515	7.886	4,1	605
NW 9-379 A	9.214	3,5	619	9.314	2,5	428	8.584	2,9	456
NW 9-41 X	8.379	2,7	527	5.725	1,9	347	6.479	2,7	435
NW 9-45 C	9.510	3,6	673	6.779	3,4	564	7.821	4,1	601
NW 9-48 F	8.882	3,6	693	8.423	3,1	572	8.538	3,9	619
NW 9-52 L	9.511	3,2	567	7.261	2,1	364	6.313	2,9	462
NW 9-64 A	10.606	4,2	750	8.864	3,3	574	9.914	3,5	541
NW 9-65 B	9.311	3,8	676	9.689	3,5	576	8.363	3,5	543
NW 9-77 R	8.894	3,3	650	9.223	3,1	560	7.752	4,2	609
NW 9-99 S	9.700	3,3	615	7.953	2,9	524	8.235	3,1	532
Mittelwert	8.933	3,5	626	7.733	2,8	487	7.701	3,2	510

Der für die Trockenmasseermittlung erforderliche Wassergehalt der Klone auf den verschiedenen Flächen ist in Abbildung 3 angegeben. Zum Vergleich ist der Wassergehalt von ‚Max 1‘ aufgeführt,

der deutlich mehr Wasser eingelagert hat als die übrigen Klone. Die Termine der Probenahme zur Wassergehaltsbestimmung sind in Tabelle 1 angegeben.

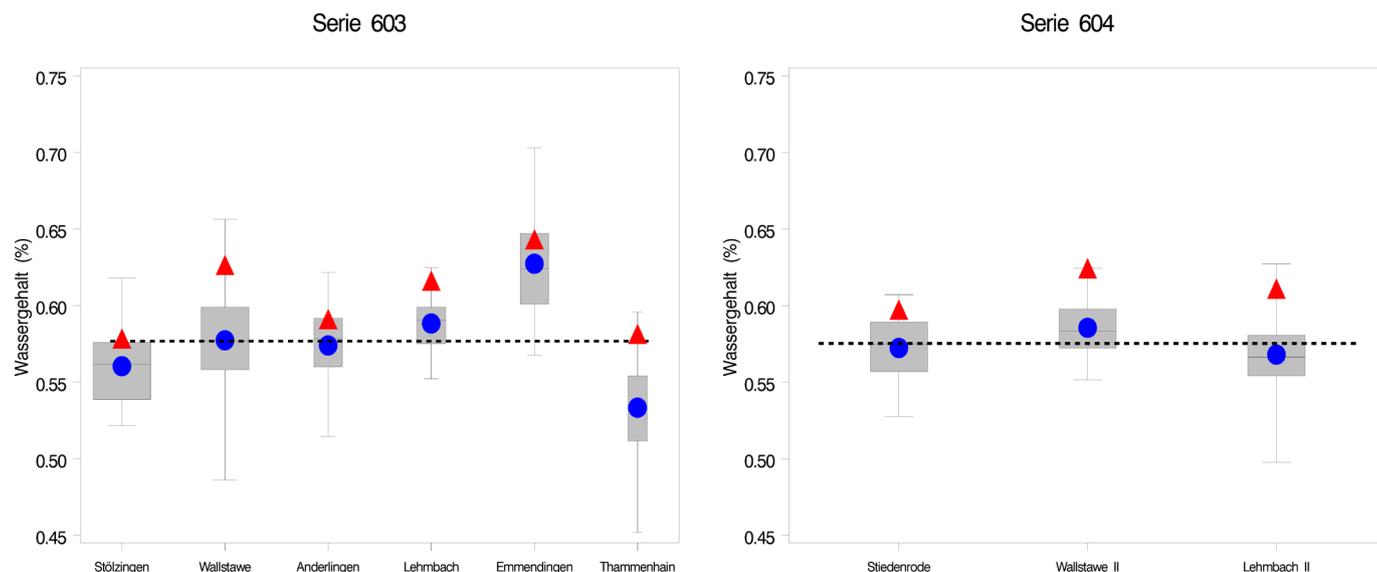


Abb. 3. Wassergehalte der Klone an 6 Versuchen der Serie 603 und 3 Versuchen der Serie 604 (▲: Max 1).
 Moisture content of clones at 6 trials of series 603 and 3 trials of series 604 (▲: Max 1).

Die Anzahl Pflanzen je Hektar, die jährliche Trockenmasseproduktion der Einzelpflanze und der durchschnittliche Gesamtzuwachs (dGZ) in t_{atro} je Hektar und Jahr sind in Abbildung 4 für die beiden Serien angegeben. Die Serie 603 wurde einmal über alle 6 Versuche

verrechnet und in einer zweiten Verrechnung wurden die beiden Flächen Thammenhain und Anderlingen (rote Symbole) nicht berücksichtigt.

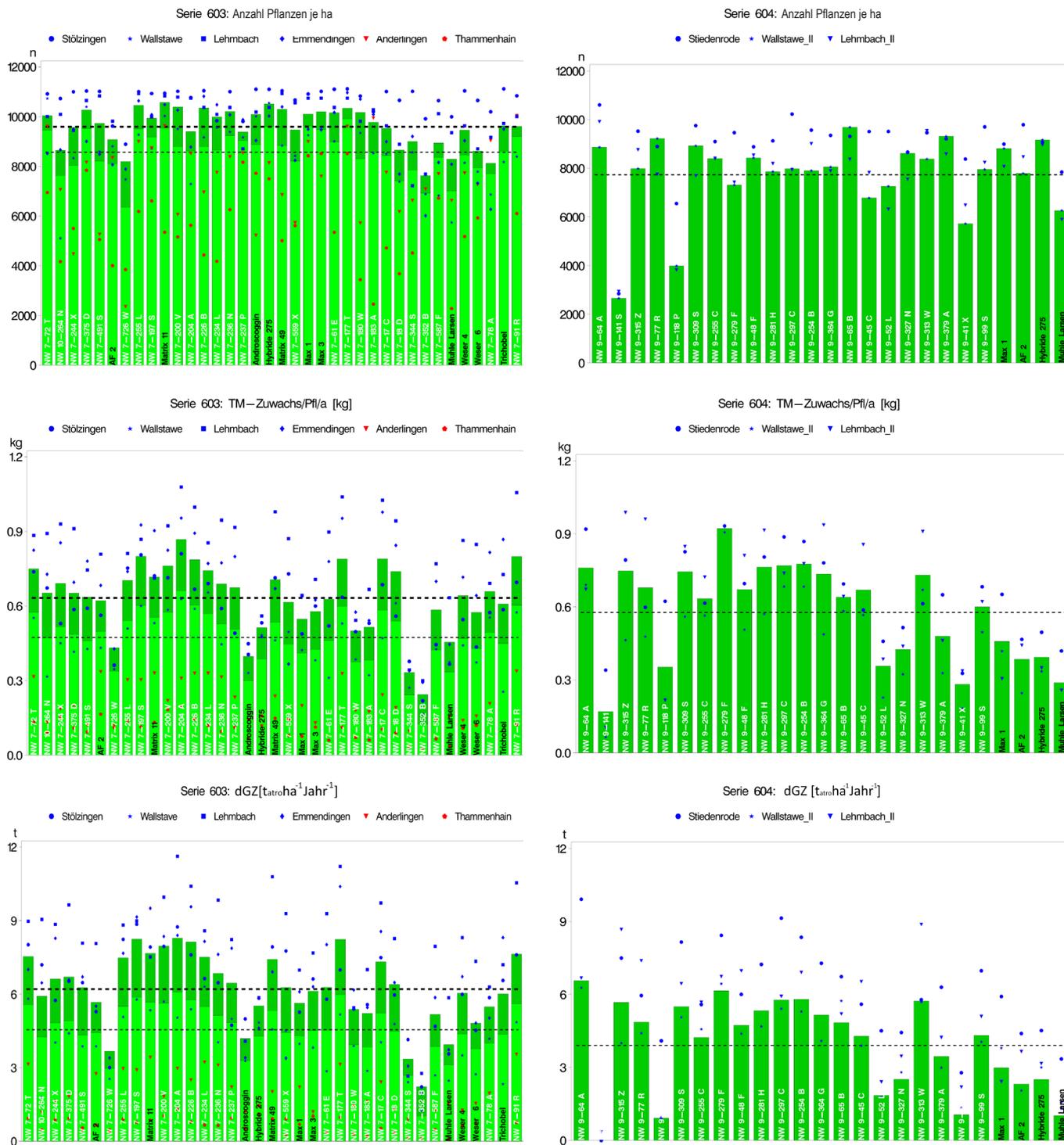


Abb. 4. Leistung einzelner Klone (1. Rotation) in der Versuchsserie über sechs Versuche (hellgrün) oder vier Versuche (dunkelgrün) der Serie 603 sowie über drei Versuche der Serie 604. Anzahl Pflanzen pro ha (oben), Trockenmassezuwachs pro Pflanze und Jahr (Mitte), durchschnittlicher Gesamtzuwachs der Trockenmasse pro Hektar und Jahr (unten).

Performance of single clones (1. rotation) calculated across six (light green) or four trials (dark green) of series 603 and three trials of series 604. Number of plants per ha (above), increment of dry matter per plant and year (centre), mean annual increment of dry matter per ha (below).

In Thammenhain konnte im Jahr der Flächenanlage die Begleitflora nicht rechtzeitig unterdrückt werden, sodass die Steckhölzer starker Konkurrenz ausgesetzt waren. Die Hauptursache für das geringe Wachstum an diesem Standort war aber die extrem warme und trockene Witterung im Juni/Juli 2010. Im Sommer 2010 fielen dort während 7 Wochen lediglich 22 mm Niederschlag bei gleichzeitig um 2 Kelvin höheren Durchschnittstemperaturen. Die Fläche in Anderlingen ist für den Pappelanbau im Kurzumtrieb nicht geeignet, da ein starker Standortgradient die Fläche durchzieht und einzelne Partien stark vernässt sind.

Die Klonsorten ‚Matrix 24‘, ‚Robusta‘ und ‚Rochester‘ wurden auf weniger als 4 Flächen geprüft und daher nicht in die Serienverrechnung einbezogen. Die hellgrünen Säulen symbolisieren die adjustierten Merkmals-Mittelwerte der Klone in der Gesamtserie über 6 Orte, die darüber liegenden dunkelgrünen Abschnitte repräsentieren die Leistung über 4 Versuchsflächen. Die jeweiligen Serienmittel sind mit dicken (4 Orte) bzw. dünnen (6 Orte) gestrichelten Horizontallinien dargestellt. Die Serie 604 enthält andere Klone, daher sind deren Ergebnisse in separaten Abbildungen dargestellt.

Von den Altklonen (schwarze Namen an der Säulenbasis) übertreffen lediglich drei Sorten (‚Matrix 11‘, ‚Matrix 49‘, ‚Weser 4‘) beim Trockenmassezuwachs je Einzelpflanze und beim Trockenmassezuwachs je Hektar die über sechs bzw. über vier Versuchsflächen berechneten Serienmittel. Weitere 15 Klone sind ebenfalls besser als das Serienmittel.

In Tabelle 4 sind mittlere Pflanzenzahlen je Hektar und die geschätzten jährlichen Trockenmassezuwächse der Klone in den beiden Serien angegeben. In Serie 603 wurden die beiden Problemstandorte einmal zur Bildung des Serienmittels berücksichtigt und eine zweite Verrechnung erfolgte über vier Standorte ohne die beiden schwächsten Standorte Anderlingen und Thammenhain. Die mittlere Differenz zwischen beiden Verrechnungen beträgt knapp 2 t TM ha⁻¹Jahr⁻¹. Auswirkungen auf die Rangfolge der Klone und auf deren Abstand zur Kontrollgruppe sind nicht erkennbar. Der Mittelwert wird in beiden Serien maßgeblich durch die neu geprüften Klone bestimmt und ist in der Serie 603 (4 Versuche) um 0,7 t (12 %) besser als das Mittel der Kontrollgruppe. In der Serie 604 mit den neu gezüchteten Klonen ist das Mittel aller Klone insgesamt niedriger als in Serie 603, die Mehrleistung gegenüber der Kontrollgruppe beträgt 1,3 t (50 %).

In der Serie 603 sind neben der bekannten ‚Muhle Larsen‘ drei weitere Klone signifikant schlechter als die Kontrollgruppe. Von den 26 neuen Klonen übertreffen elf bzw. zwölf Klone bei Verrechnung über sechs bzw. vier Versuche das Mittel der Kontrollgruppe signifikant.

In der ein Jahr später angelegten Serie 604 weisen ebenfalls vier Klone einen signifikant niedrigeren Zuwachs auf als die Kontrollgruppe, darunter wiederum ‚Muhle Larsen‘. In dieser Serie wird das Kontrollgruppenmittel von 15 der 21 neu gezüchteten Klonen signifikant übertroffen.

Der beste Einzelklon übertrifft die Kontrollgruppe in der Serie 603 (4 Versuche) um 3,0 t (57 %), in der Serie 604 produziert der beste Klon 4,0 t (157 %) mehr Trockenbiomasse pro Hektar und Jahr als die Kontrollgruppe.

Diskussion

Die Erzeugung von Biomasse in Kurzumtriebsplantagen wird von vielen Seiten als Alternative zum Einsatz von fossilen Brennstoffen gesehen. Der agrarpolitische Wissenschaftsbeirat des BMEL hat 2008 in einem Gutachten sowohl bei der CO₂-Vermeidungsleistung als auch bei den CO₂-Vermeidungskosten deutliche Vorteile bei der Verwendung von Hackschnitzeln aus Kurzumtriebsplantagen gegen-

über beispielsweise Biogas aus Mais errechnet (Anonymus 2007). Auch der Naturschutzbund sieht deutliche ökologische Vorteile von Kurzumtriebsplantagen gegenüber intensiv bewirtschafteten Ackerflächen (Anonymus 2008).

Bisher ist in Deutschland allerdings relativ wenig Züchtungsarbeit zur Entwicklung neuer, speziell zur Biomasseproduktion geeigneter Gehölze geleistet worden. In anderen Ländern (Schweden) wurde bereits vor 1990 mit der Züchtung von (Weiden-)Klonen für den Kurzumtrieb begonnen. Neue Klone haben dort einen Ertragsvorsprung von 30 % bei gleichzeitig geringerer Frostempfindlichkeit (Janßen et al. 2011).

Derzeit sind bei der Gattung *Populus* hierzulande 60 Klone, acht Klonmischungen und acht Nachkommenschaften von Familieneltern nach Vergleichsprüfungen gemäß Forstvermehrungsgutgesetz zugelassen; 14 Klone wurden in Deutschland zwar nicht geprüft, sind jedoch nach Forstvermehrungsgutgesetz vertriebsfähig (Anonymus 2013). Von diesen Sorten/Klonen wurden 49 vor dem Jahr 1987 und 39 vor dem Jahr der ersten Energiekrise 1976 zugelassen. Neuere, ab 2008 oder später zugelassene Klonsorten haben eine zehnjährige Zulassungsbefristung, die aber verlängert werden kann.

Für eine Zulassung waren neben der Wuchsleistung vor allem auch Qualitätskriterien ausschlaggebend, da die bislang erhältlichen Pappelklone vor allem für den Anbau im Wald ausgewählt und zugelassen wurden. Eine Züchtung speziell für die Verwendung im Kurzumtrieb fand in Deutschland bisher nicht statt (Hofmann 2005, Janßen et al 2012a, Janßen et al 2012b) und nur drei Sorten sind bisher speziell für die Nutzung im Kurzumtrieb zugelassen (Schirmer 2014).

In der Vergangenheit wurden zwar zahlreiche Kurzumtriebsversuche angelegt, jedoch meist als Sortenvergleich an nur jeweils einem Standort. Bereits 1976 wurde Deutschlands ältester Versuch dieser Art mit 48 Prüfgliedern auf dem sogenannten Haferfeld bei Hann. Münden angelegt. Er wird bis heute von der NW-FVA im zweijährigen Umtrieb betrieben. Später bepflanzte Flächen wurden meistens nicht als Serie über mehrere Standorte angelegt, und da auch die Versuchsbedingungen wie Anbautechnik, Umtriebszeit, Prüfglieder und Baumarten stark variierten, können sie nicht als abgestimmte Vergleichsprüfungen im Sinne des forstlichen Prüfwesens angesehen werden (Boelcke 2007a).

Die Züchtung von Pappelsorten für den Hochwald wurde gegen Ende der 1980er-Jahre stark zurückgefahren, da die Pappelwirtschaft gegenüber billigem Importholz nicht konkurrenzfähig war. Unter dem Eindruck der Ölkrise und des gestiegenen Preises für Rohöl gewannen Aspekte der Energiegewinnung aus Pappelholz in Kurzumtriebsplantagen zunehmend an Aktualität (Tubes und Schirmer 2012). Bedingt durch den zeitweiligen Stillstand in der Pappelzucht war mit einer kurzfristigen Erweiterung des Sortenspektrums speziell für den Kurzumtrieb nicht zu rechnen (Wolf 2006). Eine neue Züchtungsphase begann erst etwa Mitte des letzten Jahrzehnts mit den in Mutterquartieren noch vorhandenen damaligen Klonen.

Das übliche Vorgehen bei der Pappelsortenzüchtung beschreibt Hofmann (2005): Nachkommen aus Kreuzungen wurden auf Resistenz gegen *Xanthomonas populi* (Ridé) getestet. Danach wurden Sämlinge, die den Test erfolgreich bestanden hatten, verklont. Klone, deren Wüchsigkeit bereits im Kampf auffiel, wurden in Sortenvergleichen mit Feldversuchen getestet.

In dem bundesweit angelegten Verbundprojekt „ProLoc“ soll erstmals auf 38 Flächen unter einheitlichen Versuchsbedingungen mit fünf bekannten Sorten (drei Pappel- und zwei Weidenklone) die Abschätzung der Klon-Standort-Wechselwirkung erfolgen (Hofmann et al. 2012). Die drei Pappelsorten aus der bundesweiten Serie werden aufgrund aktueller Empfehlungen häufig angebaut (Schirmer 2014) und sind als Kontrollgruppe auch in der aktuellen Pappel-Sortenprüfung vertreten. Dadurch sind in gewissem Umfang durch Vergleich mit dieser Kontrollgruppe auch Ertragsprognosen der neuen Klone

Tab 4. Mittlere Anzahl Pflanzen je ha [N ha⁻¹] und geschätzter jährlicher Trockenmassezuwachs dGZ [t_{atro}] pro ha von Klonen in erster Rotation gemittelt über vier bzw. sechs Versuche der Serie 603 und drei Versuche der Serie 604; signifikante Abweichungen (Signifikanzniveau: + = 5 %, ++ = 1 %, +++ = 0,1 %) der Einzelklone gegenüber Kontrollgruppe sind gekennzeichnet, Höchstwerte halbfett.

Average number of plants per ha [N ha⁻¹] and predicted mean annual dry matter increment per hectare [t_{atro}] of the first rotation calculated across four and six sites of series 603 and across three sites of series 604; significant deviations (level of significance: + = 5%, ++ = 1%, +++ = 0,1%) from control group are marked, maxima bold.

Serie 603					Serie 604			
Klon	4 Versuche		6 Versuche		Klon	3 Versuche		
	[N ha ⁻¹]	[t _{atro}]	[N ha ⁻¹]	[t _{atro}]		[N ha ⁻¹]	[t _{atro}]	
AF 2	9.030	5,7	8.110	3,4	AF 2	7.789	2,3	
Androscoggin	10.016	4,2	9.612	3,9	Hybride 275	9.167	2,5	
Hybride 275	10.372	5,5	9.635	3,9	Max 1	8.812	3,0	
Matrix 11	10.471	7,7	8.879	3,0	Muhle Larsen	6.263	1,0	-
Matrix 49	10.311	7,4	9.542	6,1	NW 9-118 P	3.989	0,9	-
Max 1	10.094	5,6	8.842	5,6	NW 9-141 S	2.656	--	0,0 ---
Max 3	10.173	6,1	9.481	4,3	NW 9-254 B	7.903	+++	5,8 +++
Muhle Larsen	8.492	--	7.013	2,8	NW 9-255 C	8.402	++	4,2 +
NW 10-264 N	8.962	-	7.636	4,1	NW 9-279 F	7.314	+++	6,1 +++
NW 7-17 C	9.552	7,3	8.432	6,1	NW 9-281 H	7.862	+++	5,3 +++
NW 7-177 T	10.349	8,2	9.912	6,3	NW 9-297 C	7.978	+++	5,8 +++
NW 7-18 D	8.751	-	7.411	5,1	NW 9-309 S	8.925	+++	5,5 +++
NW 7-180 W	10.056	5,4	8.308	3,8	NW 9-313 W	8.384	+++	5,7 +++
NW 7-183 A	9.732	5,2	8.580	3,8	NW 9-315 Z	7.988	+++	5,7 +++
NW 7-197 S	9.907	8,2	9.177	6,5	NW 9-327 N	8.617		2,5
NW 7-200 V	10.343	8,0	8.797	6,1	NW 9-364 G	8.056	+++	5,2 +++
NW 7-204 A	9.568	8,3	8.619	6,6	NW 9-379 A	9.314		3,5
NW 7-226 B	10.287	8,1	8.796	6,3	NW 9-41 X	5.725		1,1 -
NW 7-234 L	9.818	7,5	8.648	5,5	NW 9-45 C	6.779	++	4,3 +
NW 7-236 N	10.155	6,8	9.244	5,8	NW 9-48 F	8.423	++	4,7 ++
NW 7-237 P	9.191	6,4	9.042	4,9	NW 9-52 L	7.261		1,8
NW 7-244 X	9.570	6,6	8.040	4,1	NW 9-64 A	8.864	+++	6,6 +++
NW 7-255 L	10.426	7,5	9.503	5,7	NW 9-65 B	9.689	++	4,8 ++
NW 7-344 S	8.872	-	7.857	2,6	NW 9-77 R	9.223	+++	4,9 +++
NW 7-352 B	7.712	---	6.917	1,2	NW 9-99 S	7.953	+	4,3 +
NW 7-375 D	10.194	6,7	9.513	4,8	Serienmittel	7.733		3,9
NW 7-491 S	9.832	6,3	8.208	4,3				
NW 7-559 X	9.557	6,3	8.204	4,0				
NW 7-587 F	9.113	5,2	8.360	3,9				
NW 7-61 E	10.141	6,3	8.989	4,8				
NW 7-72 T	9.914	7,5	9.453	5,6				+++
NW 7-726 W	8.115	---	6.353	2,4				-
NW 7-78 A	8.303	---	7.708	4,0				
NW 7-91 R	9.647	7,6	9.198	5,5				++
Trichobel	9.665	6,0	8.618	4,3				
Weser 4	9.460	7,3	8.457	5,2				++
Weser 6	8.615	--	7.941	4,2				
Serienmittel	9.592	6,2	8.569	4,6				

für andere Standorte zusätzlich zu den vorhandenen Versuchsflächen möglich.

Die beiden Serien der Pappel-Sortenprüfung unterscheiden sich sowohl in Ertragsleistung als auch hinsichtlich der Differenz zwischen Serienmittel aller Klone und dem Serienmittel der Kontrollgruppe. Das ungünstige Anlagejahr (2011) der Serie 604 wirkt sich negativ auf die Anzahl Pflanzen je Hektar und damit auf das Ertragsniveau aus. In Wallstawe und Lehmbach stehen 812 bzw. 2.257 Pflanzen weniger je Hektar als auf den im Jahr zuvor angelegten Flächen. Allerdings ist der Abstand zwischen Kontrollgruppe und Serienmittel

in dieser Serie größer als in Serie 603. Dafür ist das andere Klonsortiment der Serie 604 verantwortlich. Die Züchtung der erstmals in der Serie 603 geprüften „Altklone“ erfolgte vor 1985 und nicht mit dem Primärziel der Biomasseproduktion. In der Serie 604 sind dagegen Klone vertreten, die in der neuen Züchtungsphase (2007) aus freier Abblüte bekannter Mutterbäume entstanden sind, die aber speziell in Vorprüfungen für die Eignung zur Biomasseproduktion selektiert wurden. Dies spiegelt sich in einer in Bezug auf die Kontrollgruppe höheren Leistung der Prüfglieder dieser Serie wider.

In der hier vorliegenden Sortenprüfung schwankten die Erträge über alle Klone der Serie 603 an den einzelnen Versuchsflächen zwischen 2,0 und 8,5 t TM ha⁻¹ Jahr⁻¹. Die Spitzenleistung der ersten Rotation erzielte der Klon „NW 7-204 A“ im Versuch Leimbach mit 11,9 t TM ha⁻¹ Jahr⁻¹. Das schlechteste Ergebnis in dieser Serie über vier Versuche wurde mit 1,3 t TM ha⁻¹ Jahr⁻¹ beim Klon „NW 7-352 B“ beobachtet. Ertragsschwankungen in ähnlicher Größenordnung wurden auch in Mecklenburg-Vorpommern beobachtet. Dort variierten die Ergebnisse der ersten dreijährigen Rotation zwischen 1,4 und 7,6 t TM ha⁻¹ Jahr⁻¹ (Boelcke 2007a), in späteren Rotationen streuten die Erträge weniger stark.

Auf Flächen in Mecklenburg-Vorpommern wurden ab 1993 Produktionsalternativen zur landwirtschaftlichen Produktion getestet und alte bekannte Hochstammklone sowie einige in 1985 entstandene „neue“ Klone geprüft. Mittlerweile wurden dort drei sechsjährige sowie sechs dreijährige Rotationen geerntet, und auf einer Fläche bei Gülzow erreichten die Sorten „Max 1“, „Hybride 275“, „Matrix 24“ und „Matrix 49“ mittlere Jahreserträge in dreijährigem Umtrieb von 13,1, 17,1, 16,4 und 18,8 t TM ha⁻¹ Jahr⁻¹. Die höchste durchschnittliche Jahresleistung wurde in der dritten Rotation erzielt, danach trat bei vielen Sorten ein leichter Ertragsrückgang ein (Boelcke 2007a, Gurgel 2011). Aufgrund dieser Versuche wird von der Verwendung bestimmter Hochstammklone für den Kurzumtrieb abgeraten (Boelcke 2007b). Den Ertragsabfall erklärt Gurgel (2011) mit einer genetisch bedingten nachlassenden Regenerationsfähigkeit der alten Hochstammklone.

Neben einer falschen Klonauswahl sieht Amthauer Gallardo (2014) inadäquate Unkrautbekämpfung, Krankheiten und schlechte Standortwahl als größte Risikofaktoren für den erfolgreichen Betrieb einer Kurzumtriebsplantage an. Der Standort sollte gut durchlüftet sein und ausreichend Wasser zur Verfügung stellen. Schwarzpappeln benötigen je Gramm Blatttrockengewicht doppelt so viel Wasser wie Eichen oder Buchen (FAO 1979). Aust (2012) empfiehlt, Kurzumtriebsplantagen vorrangig auf gut geeigneten Ackerflächen anzulegen. Da das Transpirationswasserangebot der begrenzende Faktor für die Produktion von Biomasse ist, können wirtschaftlich interessante Erträge entweder nur auf grundwasserbeeinflussten Standorten erzielt werden (Murach et al. 2008) oder sind stark von bodenphysikalischen Bedingungen abhängig (Amthauer Gallardo et al. 2012).

Die im FastWOOD-Projekt getesteten Pappel-Klone wurden in Vorprüfungen speziell für die Eignung auf Kurzumtriebsplantagen hinsichtlich Vorwüchsigkeit, Dichtstandsverträglichkeit, Wiederaus-schlagsvermögen und Resistenz gegen Pappelblattrost ausgewählt. Nach erster Rotation zeigen sie schon deutlich bessere Leistungen als bisher zu diesem Zweck verwendete Sorten. Inzwischen wurde 2013 eine dritte Versuchsserie mit drei Versuchsflächen abgesteckt, in der erstmals Klone aus gelenkten Kreuzungen unter Feldbedingungen geprüft werden. In 2015 ist mit weiteren Klonen eine Versuchsserie mit vier Versuchsflächen in Vorbereitung. Diese Klone haben bereits in den vierjährigen Vorprüfungen während der Baumschulphase überzeugt.

Nach den Ergebnissen weiterer Rotationen der beiden ersten Serien soll für die besten Klone eine Zulassung nach Forstvermehrungsgutrecht in der Kategorie „geprüft“ und gleichzeitig Sortenschutz beantragt werden.

Literatur

Amthauer Gallardo D., Hofmann M., Röhle H. 2012. Standortbasierte Ertragsmodellierung von Pappel- und Weidenhybriden. Beiträge der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt 8, 91–104

Amthauer Gallardo D. 2014. Standortbasierte Ertragsmodellierung von Pappel- und Weidenklonen in Kurzumtriebsplantagen. Dissertation Universität Dresden Tharandt. http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/14467/AmthauerGallardo_ges.pdf (abgerufen am 10.12.2014)

Anonymus 2007. Nutzungen von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik. Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. www.bmelv.de/cae/servlet/contentblob/382594/publicationFile/23017/GutachtenW-BA.pdf (abgerufen am 01.12.2014)

Anonymus 2008. Energieholzproduktion in der Landwirtschaft – Chancen und Risiken aus Sicht des Naturschutzes. Studie des Naturschutzbundes Deutschland. www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/biomasse/nabu-studie_energieholz.pdf (abgerufen am 01.12.2014)

Anonymus 2010. Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Beschluss Bundesregierung vom 28.09.2010. http://www.bundesregierung.de/ContentArchiv/DE/Archiv17/_Anlagen/2012/02/energiekonzept-final.pdf?__blob=publicationFile&v=5 (abgerufen am 01.12.2014)

Anonymus 2013. BLE – Forstliches Vermehrungsgut. Zusammenstellung über zugelassenes Ausgangsmaterial für forstliches Vermehrungsgut in der Bundesrepublik Deutschland (Stand: 01.07.2013). http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/02_Kontrolle/07_SaatUndPflanzgut/Ausgangsmaterial_Zusfussg.html?nn=2307366 (abgerufen am 09.07.2014)

Aust C. 2012. Abschätzung der nationalen und regionalen Biomassopotentiale von Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland. Dissertation Universität Freiburg

Boelcke B. 2007a. Bioenergie aus der Landwirtschaft – eine neue Herausforderung an das regionale Sortenwesen I. Zur Sortenfrage schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern 37, 41–46

Boelcke B. 2007b. Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen. Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. http://www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Nachwachsende_Rohstoffe/feste_Brennstoffe/Leitfaden_zur_Erzeugung_von_Energieholz/Leitfaden_homepage__08.01.07.pdf (abgerufen am 14.07.2014)

FAO 1979. Poplars and willows in wood production and land use. International Poplar Commission, Vol. 10. Rome

Gurgel A. 2011. Ergebnisse der Versuche mit schnellwachsenden Baumarten nach 18 Jahren Bewirtschaftung in Gülzow. Fischerei Mecklenburg-Vorpommern. http://www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Nachwachsende_Rohstoffe/feste_Brennstoffe/Ergebnisse_der_Versuche_nach_18_Jahren/5RBEF_B-344ume-Gurgel2011x.pdf (abgerufen am 14.07.2014)

Hartmann K-U. 2006. Biomassefunktionen als Grundlage zur Ertragsermittlung in Kurzumtriebsbeständen. Deutscher Verband Forstlicher Versuchsanstalten, Sektion Ertragskunde. Beiträge zur Jahrestagung 2006, 167–173

Hofmann M. 2005. Pappeln als nachwachsender Rohstoff auf Ackerstandorten - Kulturverfahren, Ökologie und Wachstum unter dem Aspekt der Sortenwahl. Dissertation Universität Göttingen. Schriften des Forschungsinstitutes für schnellwachsende Baumarten Hann. Münden 8

Hofmann M., Amthauer Gallardo D., Siebert C. 2012. Verbundvorhaben ProLoc: Klon-Standort-Wechselwirkungen bei Pappel und Weide auf landwirtschaftlichen Standorten in kurzen Umtriebszeiten. Beiträge der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt 8, 9–20

Janßen A., Degen B., Konnert M., Rau H.-M., Wolf H. 2011. Forstpflanzenzüchtung – Situationsanalyse angesichts Rohstoffverknappung und Klimawandel. Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz 69/11, 25–42

Janßen A., Fey-Wagner C., Czernikar H., Gebhardt K. 2012a. Verbundvorhaben „FastWOOD“ und Projekt „Weidenzüchtung“. Beiträge der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt 8, 1–8

Janßen A., Fehrenz, S., Fey-Wagner C., Hüller W. 2012b: Züchtung von Schwarz- und Balsampappeln für den Kurzumtrieb. Beiträge der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt 8, 33–54

Murach D., Hartmann H., Walotek P. 2008. Ertragsmodelle für landwirtschaftliche Dendromasse. In: Murach D., Knur L., Schultze M. (Hrsg.) DENDROM – Zukunftrohstoff Dendromasse. Systemische Analyse, Leitbilder und Szenarien für die nachhaltige energetische und stoffliche Verwertung von Dendromasse aus Wald- und Agrarholz. Remagen-Oberwinter, 93–116

Röhle H. 2009. Arbeitskreis Biomasse: Verfahrensempfehlungen zur Methodik der Biomasseermittlung in Kurzumtriebsbeständen. Deutscher Verband Forstlicher Versuchsanstalten, Sektion Ertragskunde. Beiträge zur Jahrestagung 2009, 220–226

Röhle H., Hartmann K.-U., Gerold D., Schröder J. 2006. Aufstellung von

- Biomassefunktionen für Kurzumtriebsbestände. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 177, 178–188
- Schirmer R. 2014. Neue Pappelsorten für Kurzumtriebsplantagen. AFZ-DerWald 69 (16), 24–26
- Tubes M., Schirmer R. 2012. Sind alte Pappelsorten für den Kurzumtrieb geeignet? Beiträge der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt 8, 165–180

Wolf H. 2006. Genetische Aspekte bei der Bereitstellung nachwachsender Rohstoffe. In: Hessenforst (Hrsg.) Forstliche Genressourcen als Produktionsfaktor. Tagungsband der 26. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung vom 20. bis 22.10.2005 in Fulda. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Hann. Münden, 105–110

Buchbesprechungen | Book Reviews

Peter Poschlod. *Geschichte der Kulturlandschaft. – Entstehung und Steuerungsfaktoren der Entwicklung der Kulturlandschaft, Lebensraum- und Artenvielfalt in Mitteleuropa*. 2015. 320 Seiten, 199 Abbildungen, 38 Tabellen, gebunden. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. ISBN 978-3-8001-7983-1. 39,90 €.

Viele Fach- und Lehrbücher sind auf der Grundlage von Vorlesungen entstanden. Dies gilt auch für das vorliegende Buch des Regensburger Vegetationsökologen Peter Poschlod über die Geschichte der Kulturlandschaft Mitteleuropas. Es richtet sich dabei aber bewusst nicht an Studierende einer Fachrichtung allein, sondern versucht die Entstehung und Entwicklung der Kulturlandschaft aus der Sicht verschiedener Disziplinen zu beleuchten. Dies ist – so betont der Autor in seiner Einleitung – unbedingt notwendig, da gerade auch in einer Landschaft wie Mitteleuropa die heutigen Strukturen mit ihren Lebensräumen und Arten nur zu verstehen sind, wenn man deren Geschichte nicht nur naturwissenschaftlich, sondern auch sozio-ökonomisch betrachtet, die zugrunde liegenden Geistesströmungen und technischen Entwicklungen berücksichtigt. Das Buch beginnt mit einem Kapitel über die Domestikation von Wildtieren und Wildpflanzen und das Sesshaftwerden der Menschen nach der letzten Eiszeit. Im Zentrum stehen dann die wesentlichen Steuerungsfaktoren für die nachfolgende Landschaftsentwicklung. Zunächst sind es vor allem die klimatischen Schwankungen, die bis zum Ende der Kleinen Eiszeit um 1750 viele landschaftliche Prozesse maßgeblich beeinflussten, häufig in Verbindung mit Hungersnöten, Krankheiten (Pest) oder Kriegen (Römerzeit, Völkerwanderung). Mit der Aufklärung und dem technischen Fortschritt erfolgte dann im 19. und 20. Jahrhundert ein intensiver Landschaftswandel. Die landwirtschaftlichen und forstlichen Tätigkeiten richteten sich zunehmend nicht mehr nach der Natur, sondern man versucht immer stärker, die Natur nach industriellen Produktionsmethoden auszurichten. Dazu trägt schließlich auch die zunehmende Bedeutung staatlicher Gesetze und Verordnungen bei, die EU-weit zu einer Vereinheitlichung und Monotonisierung in vielen Landschaften geführt hat, die vor hundert Jahren noch reich an Arten und Lebensräumen waren. Der Naturschutz als relativ junges Gegengewicht steht dabei meist auf verlorenem Posten, wie die noch nach dem 2. Weltkrieg durchgeführten Moorkultivierungen im Emsland und im Erdinger Moos anschaulich belegen. Die Kulturlandschaft ist zum Pflegefall geworden.

Der Autor zeigt diese Mechanismen und Prozesse des Landschaftswandels sachlich und neutral auf. Sie werden anschaulich belegt durch eine hohe Zahl an wörtlichen Zitaten, die den jewei-

ligen Anlass und Zeitgeist einer Veränderung lebendig werden lassen. In Verbindung mit zahlreichen historischen Darstellungen in den Abbildungen zeigen sie auch die besondere Liebe des Autors zur exakten Quellenforschung. Der eigentliche Text wird in jedem Kapitel ergänzt durch zahlreiche „Boxen“, in denen ein Thema vertieft behandelt wird. Diese in vielen Fachbüchern modern gewordene Darstellungsform lockert den Text sicher auf, führt aber auch zu Unterbrechungen im Lesefluss, wenn sich die Boxen über mehr als eine Seite erstrecken, und zu Wiederholungen.

Das Buch richtet sich nicht an Landnutzer und Naturschützer mit Handlungsanweisungen für die Zukunft. Seine zentrale Botschaft liegt vielmehr in der Vermittlung der Dynamik, die Arten- und Lebensraumvielfalt in der Vergangenheit durch Landnutzungsprozesse hat entstehen und vergehen lassen und die bis heute nachwirkt. Heiden, Halbtrockenrasen oder Eichen-Hainbuchen-Wälder, die jetzt durch die FFH-Richtlinie der EU besonders geschützt werden, sind durch Nutzung entstanden. Will man das für sie geltende Verschlechterungsverbot ernst nehmen, so geht dies nicht über den Prozessschutz, sondern nur über Pflege, am besten aber über Nutzung. Aber selbst dann wird es keinen Status quo geben: Änderungen in den Umweltbedingungen (z. B. durch Stickstoffeinträge) oder Nutzungsoptionen (z. B. in Form von Bioenergie) werden auch in Zukunft die Arten- und Lebensraumvielfalt der Kulturlandschaft in Mitteleuropa entscheidend mitbestimmen.

Wolfgang Schmidt, Göttingen