



Foto: S. Thomas

Abb. 1: Auf dieser Versuchsfläche wurden vier Pappelhybridsorten hinsichtlich des Einflusses der Bodengüte auf die Wüchsigkeit von Kurzumtriebsplantagen (KUP) untersucht.

Hohe Bodengüte ist kein Garant für gute Zuwächse in KUP

Kurzumtriebsplantagen (KUP) sollen sowohl stofflich als auch energetisch verwertbares Holz erzeugen. Gute Böden versprechen eigentlich einen besseren Ertrag als ärmere Standorte. Bei KUP mit unterschiedlichen Pappelsorten bestätigt sich diese Annahme nicht. Viel wichtiger ist hier eine gute Wasserversorgung – die Bodengüte ist von untergeordneter Bedeutung.

TEXT: SIMON THOMAS, DIRK LANDGRAF

Durch die Trockenheits- und Borkenkäferkalamitäten der letzten Jahre brechen in deutschen Wäldern ganze Bestände zusammen. Dieses Kalamitätsholz, das momentan den Markt überschwemmt und in Massen exportiert wird, fehlt der holzverarbeitenden Industrie in der Zukunft. Die Produktion von holzartiger Biomasse (= Dendromasse) mit schnell wachsenden Bäumen in unterschiedlichen Landnutzungssystemen, z. B. KUP oder Agroforstsystemen (AFS), kann die zu erwartende Holzlücke schließen. Ebenso sind KUP in Bezug auf erneuerbare

Energien interessant, die durch die politisch beschlossene Energiewende stark ausgebaut werden. Mit Feststoffbrennheizungen und Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, die Holz aus KUP und AFS als Brennstoff einsetzen, kann die Gesteuerung von Strom und Wärme klimafreundlicher gestaltet werden: Die Energiewende in den Sektoren Strom und Wärme wird dadurch also vorangetrieben.

Nach verschiedenen Berechnungen des Weltklimarates (IPCC) wird der Anstieg der globalen Erdoberflächentemperatur am Ende dieses Jahrhunderts

1,5 °C überschritten haben [1]. Da Holz eine Alternative zu fossilen Energieträgern ist [2], kann Holz aus KUP und AFS dazu beitragen, die Freisetzung von fossil gebundenem Kohlenstoffdioxid (CO₂) zu vermeiden. Dadurch wird der Klimakrise entgegengewirkt. Außerdem können schnell wachsende Baumarten wie Pappel, Weide und Robinie auf Grenzertragsstandorten eine wirtschaftlich attraktive Alternative zu herkömmlichen landwirtschaftlichen Feldfrüchten sein.

Im Zuge einer Bachelorarbeit der Fachrichtung Forstwirtschaft und Öko-

„Für den Ertrag von KUP ist die Wasserversorgung entscheidend, nicht die Bodengüte.“

SIMON THOMAS

systemmanagement an der Fachhochschule Erfurt wurde eine KUP-Versuchsfläche bezüglich ihrer Biomasseertragsleistung auf einem Schwarzerdeboden (Tschernosem) untersucht. Es zeigte sich, dass hervorragende Bodenverhältnisse nicht automatisch einen guten Biomassezuwachs bedeuten. Für welche Flächen eignen sich KUP also am besten?

Massenschätzung

Im Vordergrund der Bachelorarbeit stand die rechnerische Schätzung der aufstehenden oberirdischen Biomasse, die die verschiedenen Sorten in den ersten drei Jahren auf der Schwarzerde generiert haben. Es sollte festgestellt werden, inwieweit sich der hervor-



Abb. 2: Überblick über die Versuchsfläche und die getesteten Pappelsorten

gende Boden in den Biomasseerträgen widerspiegelt. Zusätzlich wurde ein Ökonomie-Vergleich mit annuellen (einjährigen) Feldfrüchten angestellt, um herauszufinden, ob sich ein Anbau schnell wachsender Baumarten auf guten Böden im Vergleich zu herkömmlichen Kulturen finanziell lohnt.

Die untersuchte Versuchsfläche befindet sich in Erfurt auf 190 m ü. NN. Auf der 0,27 ha großen Fläche wurden 2016 vier verschiedene Pappelsor-

ten (Fritzi Pauley, NE 42, Jacometti 78 B und Max 1) etabliert. Als Rotationsvariante wurde die sogenannte Mini-Rotation gewählt, was einem Umtrieb der aufstehenden Biomasse nach 2 bis 4 Jahren entspricht [2]. Der Pflanzverband liegt bei 2,00 m zwischen den Reihen und 0,40 m innerhalb der Reihe. Das langjährige Niederschlagsmittel in dieser Region liegt bei knapp über 500 mm pro Jahr. Im untersuchten Zeitraum von 2016

Schneller ÜBERBLICK

- » Für Kurzumtriebsplantagen wurde in dieser Arbeit der Einfluss der Bodenqualität auf den Biomassezuwachs untersucht
- » Keine der vier getesteten Pappelhybridsorten erreichte trotz der hohen Bodenqualität wirtschaftlich rentable Zuwächse
- » Die Bodenqualität, so ein Ergebnis der Arbeit, hat damit kaum Einfluss auf die Wüchsigkeit von Kurzumtriebsplantagen
- » Die Wasserversorgung ist dagegen von übergeordneter Bedeutung für die Rentabilität von KUP

Nicht rentabel

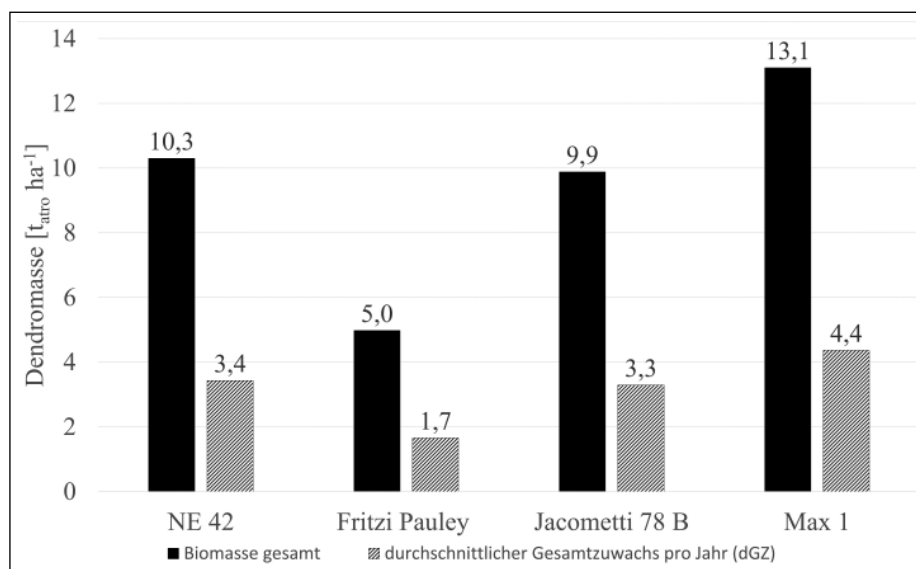


Abb. 3: Absolut trockene Biomassen der vier verschiedenen Pappelsorten nach drei Jahren. Die Rentabilitätsschwelle von 8 bis 10 t_{dro} ha⁻¹ a⁻¹ erreicht auf der Versuchsfläche keine der vier Sorten auch nur annähernd.



bis 2018 betrug der Niederschlag 456 mm, 622 mm und 342 mm. Die Jahresdurchschnittstemperatur bewegte sich zwischen 10,6 °C und 11,4 °C. Der Boden ist eine Schwarzerde, die als hervorragender landwirtschaftlicher Bodentyp gilt.

Die Schätzung der Biomasse erfolgte auf Grundlage eines Rechenmodells, das von HARTMANN (2010) erstellt und durch RÖHLE und SKIBBE (2012) weiterentwickelt wurde [3, 4]. Als eine der Eingangsgrößen für die Berechnung wurden von jeder Pappelsorte die Triebzahl pro Hektar bestimmt.

Zusätzlich sind der Brusthöhen-durchmesser (BHD) und die Höhe (h) der Pflanzen entscheidend für die Berechnung der Biomasse. Mithilfe von speziell entwickelten Regressionsfunktionen und den ermittelten Felddaten lassen sich die Trockenmassen pro Hektar und Jahr [$t_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$] errechnen.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wird die Annuität der KUP ermittelt. Dabei fließen durchschnittliche Preise für Hackschnitzel, der durchschnittliche Gesamtzuwachs pro Jahr (dGZ) und weitere Parameter wie die Erntekosten etc. in die Berechnung der Kosten und Erlöse ein.

Die Deckungsbeiträge der herkömmlichen landwirtschaftlichen Kulturen (vierjährige Fruchtfolge aus 2 x Winterweizen; 1 x Winterrapis; 1 x Wintergerste) ergeben sich aus den gemittelten Erträgen der Region aus den letzten Jahren und den durchschnittlichen Erzeugerpreisen.

Ergebnisse

Max 1 hat mit $13,1 t_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1}$ Dendromasse den höchsten Biomassezuwachs in den ersten drei Jahren nach Etablierung der KUP. Mit einem Wert von ungefähr $10,0 t_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1}$ liegen NE 42 und Jacometti 78 B gleich auf. Fritzi Pauley ($5,0 t_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1}$) hat im Untersuchungszeitraum am wenigsten Biomasse generiert. Der maximale jährliche Biomassezuwachs auf dieser Fläche liegt daher bei etwa $4,4 t_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1}$. (Abb. 3).

Die Entwicklung der Höhen und der BHD sind in den Abb. 4 und 5 zu sehen. Der wichtigste Wert in diesen Diagrammen ist der Median (mittlerer waagerechter Strich innerhalb des far-

BHD-Zuwachs

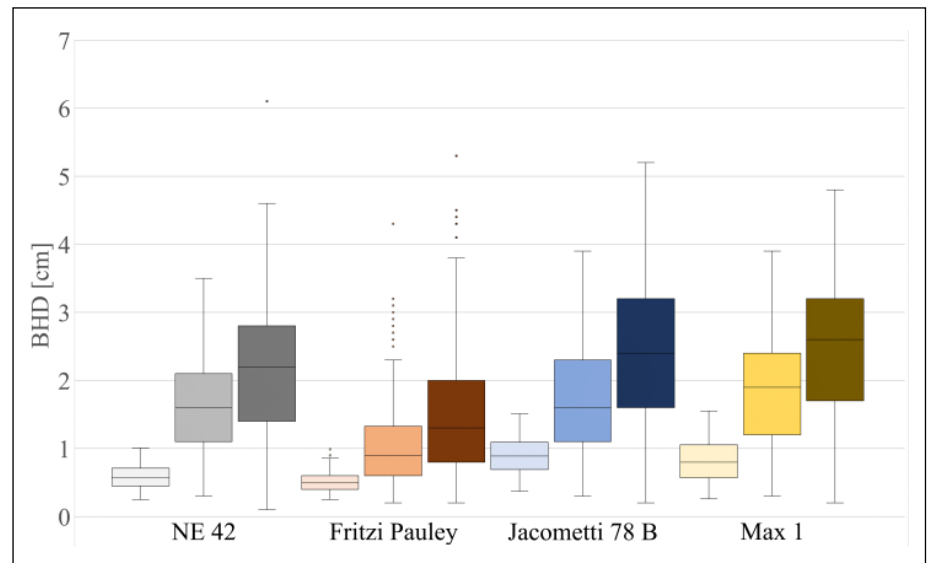


Abb. 4: BHD-Entwicklung der vier Pappelsorten. Wie beim Massenzuwachs hat auch die Sorte Max 1 die Nase vorn.

Höhenentwicklung

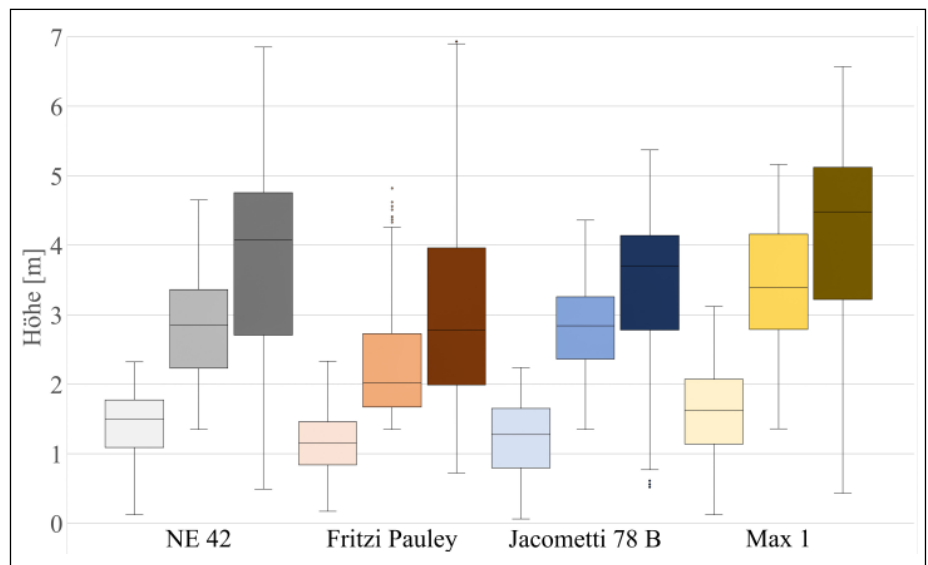


Abb. 5: Höhenentwicklung der vier Pappelsorten. Auch hier liegt Max 1 knapp vorn.

bigen Kastens) der verschiedenen Sorten in den einzelnen Jahren. Die Rangfolge beim BHD (von dick nach dünn) ist im dritten Jahr Max 1, gefolgt von Jacometti 78 B, NE 42 und dann Fritzi Pauley (Abb. 4).

Bei der Höhe weist Max 1 ebenfalls den größten Median auf. Auf den Plätzen zwei bis vier folgen NE 42, Jacometti 78 B und – wieder mit dem niedrigsten Wert – Fritzi Pauley (Abb. 5).

Die Ausfallrate nach der dritten Vegetationsperiode reichte von niedrigen Werten mit 6,1 % (NE 42) und 6,8 % (Max 1) über 18,2 % (Fritzi Pau-

ley) bis hin zu einem erheblichen Ausfall von 35,8 % bei Jacometti 78 B.

Diskussion

Bei Kurzumtriebsplantagen gilt eine jährliche Ertragsleistung von mindestens 8 bis $10 t_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1}$ als Schwellenwert, ab dem sich der Anbau von schnellwachsenden Baumarten wirtschaftlich rentiert [5]. Dieser Wert wird von keiner der vier Sorten auch nur ansatzweise erreicht.

In der Bachelorarbeit wurde die Erfurter Versuchsfläche anderen KUP

gegenübergestellt. Auf diesen wurden sowohl bei der Höhe als auch beim BHD wesentlich bessere Werte in derselben Wuchszeit festgestellt [6, 7]. Die bessere Wüchsigkeit ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf eine bessere Wasserversorgung zurückzuführen. Dabei spielt es keine Rolle, ob das Wasser durch Niederschlag zur Verfügung steht oder die Pappeln Grundwasseranschluss haben.

In der einschlägigen Fachliteratur wird als Orientierung ein minimaler Niederschlag von 600 mm pro Jahr angegeben, damit Pappeln optimal wachsen können [2]. Das Erfurter Becken gehört zu den trockensten Gebieten in Deutschland [8]. Die Wasserversorgung war in den drei Jahren nach der Etablierung nicht optimal. Nur im Jahr

2017 wurden die benötigten 600 mm Niederschlag erreicht. Speziell im dritten Jahr (2018) war die Niederschlagsmenge in der Vegetationsperiode mit 206 mm extrem niedrig. Trotz des hochwertigen Bodentyps mit optimaler Wasserspeicherung durch Löss im Untergrund ist der Zuwachs schlecht. Somit können die guten Eigenschaften der Schwarzerde den langjährigen Niederschlagsmangel nicht ausgleichen. Damit wird die Aussage untermauert, dass die Wasserverfügbarkeit für KUP eine übergeordnete Rolle spielt, wohingegen die Bodengüte vergleichsweise unwichtig ist [2].

Beim Vergleich mit typischen ackerbaulichen Kulturen kann durch die Berechnungen der Schluss gezogen werden, dass die Erfurter KUP eine positive Annuität von 10,00 € ha⁻¹ erzielt, wenn die Biomasseerträge in den ersten Rotationsperioden ansteigen und die Fläche möglichst lange bewirtschaftet wird. Eine typische landwirtschaftliche Fruchtfolge (vierjährig: 2 x Winterweizen; 1 x Winterweizen; 1 x Wintergerste) kann hingegen einen jährlichen Deckungsbeitrag von 46,00 € ha⁻¹ generieren. Dabei wurden die landwirtschaftlichen Direktzahlungen (Flächenprämie) in beiden Berechnungen nicht berücksichtigt. Die Erlöse sind stark von diversen Einflussfaktoren abhängig. Je länger eine KUP bewirtschaftet wird, desto höher fällt in der Regel die Annuität aus, da ohne weitere Investitionen Dendromasse zuwächst und geerntet werden kann. Beide Anbauvarianten werden sehr stark von der Witterung beeinflusst. Bei Pappeln ist davon auszugehen, dass sie durch ihre tiefere Durchwurzelung Grundwasser theoretisch erreichen können. Auf der Versuchsfläche steht das Grundwasser allerdings erst bei 4 bis 6 m an [9]. Dass die Pappeln dieses erreichen, ist unwahrscheinlich.

Wintergetreide kann die Feuchtigkeit aus den Wintermonaten im Frühjahr optimal nutzen und erreicht die Erntereife oft noch vor dem Hochsommer – es wird ab ca. Juli geerntet. Bei schnell wachsenden Bäumen kann die Winterfeuchtigkeit nicht in Biomasse umgesetzt werden. Sie haben ihr Wachstumsmaximum im Sommer, wenn die größte Blattfläche erreicht wird. Somit kann geschlussfolgert werden, dass Pappeln auf grundwasserfernen Stand-

orten durch Sommertrockenheiten in stärkerem Maße betroffen sind als ackerbauliche Fruchtfolgen mit Wintergetreide.

Fazit

Vor Anlage einer KUP sollte gründlich geprüft werden, ob die ausgewählte Fläche eine gute Entwicklung der Bäume zulässt. Die Ergebnisse der Bachelorarbeit aus Erfurt bestätigen die Empfehlung, dass KUP vor allem auf Standorten mit hohem Wasserangebot sinnvoll zu etablieren sind. Hochwertige Böden mit guten Eigenschaften bieten eher ackerbauliches Potenzial.

Literaturhinweise:

[1] IPCC (2013): *Summary for Policymakers*. In: Stocker, T. F.; Qin, D.; Plattner, G.-K.; Tignor, M.; Allen, S. K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex, V.; Midgley, P. M. (Hrsg.): *Climate change 2013. The physical science basis: Working Group I contribution to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 3-31. [2] LANDGRAF, D.; SETZER, F. (2012): *Kurzumtriebsplantagen. Holz vom Acker – So geht's*. AgrarPraxis kompakt. DLG-Verl., Frankfurt am Main. [3] HARTMANN, K.-U. (2010): *Entwicklung eines Ertragschätzers für Kurzumtriebsbestände aus Pappel*, Technische Universität Dresden. [4] RÖHLE, H.; SKIBBE, K. (2012): *Ertragschätzung in Kurzumtriebsplantagen aus Pappel und Weide. Yield estimation in short-rotation poplar and willow plantations*. In: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.): *Züchtung und Ertragsleistung schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb. Erkenntnisse aus drei Jahren FastWOOD, ProLoc und Weidenzüchtung*. Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek; Univ.-Verl. Göttingen, Göttingen, S. 105-117. [5] RÖHLE, H.; ALI, W.; HARTMANN, K.-U.; STEINKE, C. (2010): *Wachstum und Biomasseproduktion schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb*. In: Bemmann, A.; Knust, C. (Hrsg.): *AGROWOOD. Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven*. Weißensee-Verl., Berlin, S. 103-116. [6] NIEMCZYK, M.; WOJDA, T.; KALISZEWSKI, A. (2016): *Biomass productivity of selected poplar (Populus spp.) cultivars in short rotations in northern Poland*. *N.Z. j. of For. Sci.* 46(1). doi:10.1186/s40490-016-0077-8. [7] LANDGRAF, D.; CARL, C.; NEUPERT, M. (2020): *Biomass Yield of 37 Different SRC Poplar Varieties Grown on a Typical Site in North Eastern Germany*. *Forests* 11(10):1048. doi:10.3390/f11101048. [8] MÜHLE, E. (2001): *Das Thüringer Becken*, 1. Aufl., GRIN Verlag, München. [9] KARTENDIENST DES TLUBN (2020): <https://antares.thueringen.de/cadenza/pages/map/default/index.xhtml?sessionId=3D7E315E707DD4741A6CEC-4DA9082AA3>. Zugriffen: 01. Oktober 2020.



Simon Thomas

simthowi@t-online.de

hat seine Bachelorarbeit in der Fachrichtung Forstwirtschaft der Fakultät für Landschaftsarchitektur, Gartenbau und Forst der FH Erfurt geschrieben.

Momentan studiert er im Masterstudiengang Erneuerbare Energien Management an derselben Fakultät. Prof. Dr. Dirk Landgraf betreute die Arbeit.