

Verbundvorhaben ProLoc: Klon-Standort-Wechselwirkungen bei Pappel und Weide auf landwirtschaftlichen Standorten in kurzen Umtriebszeiten

Joint research project ProLoc: clone – site interactions of short rotation coppice of poplar and willow on agricultural sites

Martin Hofmann, Daniel Amthauer Gallardo und Christian Siebert

Zusammenfassung

Zur Erfassung von Klon-Standort-Wechselwirkungen bei Pappel und Weide auf landwirtschaftlichen Standorten wurden 38 Versuchsflächen im gesamten Bundesgebiet angelegt. Es wurden bodenkundliche Parameter, Ertrags- und Vitalitätsdaten erhoben. Damit wurden erstmals unter Einbezug möglichst aller Regionen Deutschlands Versuchsflächen nach einheitlichem Versuchsdesign angelegt und zentral ausgewertet.

Insgesamt fünf Prüfglieder, zwei Weidensorten und drei bekannte Pappelklone (Max 1, Hybride 275, AF2), wurden als unbewurzelte Steckhölzer (20 cm) im Verband 1,8 m x 0,5 m ausgebracht und nach dreijähriger Beobachtungszeit beerntet. Die Prüfglieder wurden in einer einfaktoriellen Blockanlage an den Einzel-

standorten randomisiert in vierfacher Wiederholung gepflanzt. Die Versuchsserie (mehrortig, mehrjährig) wird zusammenfassend zentral ausgewertet. Es werden Korrelationen bestimmter Standortvariablen mit dem Massenertrag identifiziert und auf Kausalität geprüft. Auf statistisch empirischer Basis werden Algorithmen entwickelt, mit den Bezugsgrößen Sorte/Klon, Boden und Witterung.

Weiterhin wird die C-Sequestrierung über die am Standort verbleibende Pflanzenbiomasse untersucht (Universität Kassel). Ein Satellitenprojekt entwickelt eine Schätzmethode zur schnellen Ertragsbestimmung in Kurzumtriebsbeständen (TUD, Tharandt), ein weiteres befasst sich mit dem Stickstoffumsatz in einer Kurzumtriebsplantage (ATB Potsdam).

Stichworte: Kurzumtrieb, Weide, Pappel Ertragsmodell, Klon-Standort-Wechselwirkung

Abstract

To assess clone-site interactions for poplar and willow on agricultural land, 38 study sites were established throughout Germany. Soil parameters and yield and vitality data were recorded. Thus in this project, for the first time, a universal experimental design was used in the establishment of study sites across as many regions as possible in Germany, which were then analyzed centrally.

In total 5 variants, two willow varieties and three well known poplar clones (Max 1, hybrid 275, AF2) were planted as unrooted cuttings (20 cm) at spacings of 1.8 m x 0.5 m, and harvested after a three-year observation period. The variants were planted in a randomized one factorial block design at each site with 4 repetitions. The study series data (multi-site, multi-age) were compiled analyzed together. Correlations between particular site variables with total yield were identified and tested for causality. Empirical statistics was used to develop algorithms with the parameters variety/clone, soil and climate.

Furthermore the C sequestration of the remaining plant biomass at the study sites was also investigated (University of Kassel). A satellite project developed a method of estimation for the rapid determination of yield in short rotation coppice plantations (TUD, Tharandt); another project investigated the nitrogen turnover in a short rotation coppice plantation (ATB Potsdam).

Keywords: SRC, willow, poplar, yield model, clone-site interaction

1 Einleitung und Zielsetzung

Erste Untersuchungen zur Anbaueignung unterschiedlicher Pappelsorten für den Kurzumtrieb wurden bereits in den 1970er Jahren angestellt. Ein im Jahr 1976 im Wesertal bei Hann. Münden angelegter Sortenversuch mit 48 Prüfgliedern, das Haferfeld, gilt als ältester Kurzumtriebsversuch in Deutschland. Auch in den später angelegten Feldversuchen war meist die Frage der Kloneignung von zentraler Bedeutung (HOFMANN 1999). Beim Übergang vom Versuchsmaßstab in die landwirtschaftliche Praxis kann heute auf einige gut untersuchte Klone zurückgegriffen werden (BOELCKE 2006). Die Ergebnisse aus den zum Teil sehr aufwändig angelegten Sortenversuchen sind jedoch nur im Zusammenhang mit den jeweiligen standörtlichen Gegebenheiten interpretierbar (HOFMANN u. LIPPELT 2008). Da systematische Untersuchungen zur Klon-Standort-Wechselwirkung bei Pappeln und Weiden fehlen, gründen sich Anbauentscheidungen noch immer stark auf empirisches Wissen.

Indessen sind kalkulierbare Naturalerträge eine zentrale Erfolgsvoraussetzung für die Einführung des Feldholzanbaus in die landwirtschaftliche Praxis. Zwar gibt die landwirtschaftliche Bodenkartierung eine erste Orientierung über die Flächeneignung. Der Wurzelaktivität von Gehölzen wird sie allerdings nicht in vollem Umfang gerecht. Die Ackerzahl bzw. landwirtschaftliche Vergleichszahl (LVZ) gibt die Eignung des Standortes für den Energieholzanbau nur eingeschränkt wieder. Durch die Baumwurzeln werden tiefere, u. U. wasserzügige Bodenschichten erschlossen, die für die landwirtschaftliche Einordnung weniger bedeutsam sind.

Hier setzt das Verbundvorhaben ProLoc an, indem eine begrenzte Anzahl von bekannten Prüfgliedern nach einheitlichen Vorgaben auf unterschiedlichen Standorten ausgebracht und über mehrere Umtriebszeiten hinweg beobachtet wird. Versuchsziel ist ein standortbezogenes Ertragsmodell für schnellwachsende Baumarten. Damit werden erstmals unter Einbezug möglichst aller Regionen Deutschlands, auf Standorten, die für einen Anbau schnellwachsender Baumarten in Frage kommen, Versuchsflächen nach einheitlichem Versuchsdesign angelegt und zentral ausgewertet.

Aus der gegebenen Fragestellung leiten sich folgende Projektziele ab:

1. Klärung der Genom-Standort-Wechselwirkungen an bestimmten Pappel- und Weidenklonen auf unterschiedlichen Standorten
2. Entwicklung eines Ertragsmodells auf statistisch empirischer Grundlage
3. Erarbeitung von Entscheidungshilfen für Institutionen der Raumplanung und für die landwirtschaftliche Praxis in Deutschland

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe finanziell gefördert.

2 Struktur und Arbeitsteilung

Auf insgesamt 38 Standorten in unterschiedlichen Regionen Deutschlands wurden Versuchsflächen nach einheitlichem Muster angelegt, die von 22 Projektpartnern aus Forschungsanstalten, Universitäten, Fachhochschulen und privat-wirtschaftlichen Einrichtungen betreut werden. Den Partnerinstitutionen obliegt die Datenerhebung, Projektleitung und zentrale Datenauswertung liegen beim Kompetenzzentrum Hessenrohstoffe (HeRo) e. V. Am Fachgebiet Bodenbiologie und Pflanzenernährung der Universität Kassel werden bodenkundliche Fragen bearbeitet sowie die C-Dynamik bei Nutzungsänderung durch Schnellwuchsplantagen erfasst. Die Projektstruktur geht aus Abbildung 1 hervor.

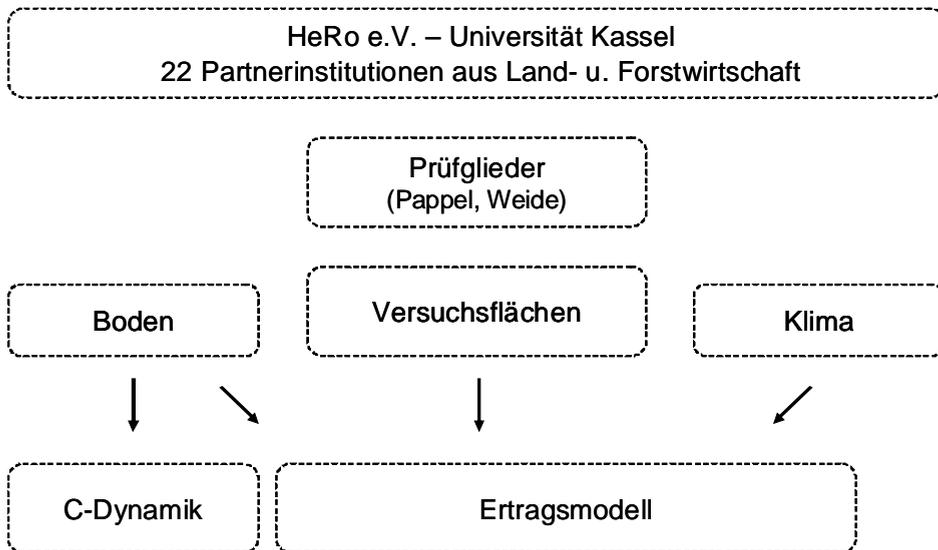


Abbildung 1: Projektstruktur und Arbeitsteilung

Darüber hinaus führen einige Projektpartner sog. Satellitenversuche durch, in denen weiterführende Fragestellungen bearbeitet werden. Abbildung 2 gibt einen Überblick über die Verteilung der Versuchsflächen in Deutschland und die Betreuungsinstitutionen.



Abbildung 2: Lage der Versuchsflächen und Logos der Betreuungsinstitutionen

2.1 Standorte

Die Versuchsstandorte weisen starke Unterschiede, sowohl im bodenkundlichen (Textur, Humusgehalt, Ackerzahl) als auch im klimatischen Bereich (Niederschlag, Temperatur), auf. Es handelt sich überwiegend um Ackerstandorte (28) und einige Grünlandflächen (3). Mit drei Flächen in ackerbaulich genutzten Bergbaufolgelandschaften, zwei Sturmwurfflächen und einem ehemaligen Rieselfeld sollten weitere potenzielle Anbauflächen berücksichtigt werden. Im Rahmen der bodenkundlichen Aufnahmen wurden die wesentlichen bodenchemischen und bodenphysikalischen Kenngrößen bis in eine Tiefe von 60 cm erfasst.

3 Versuchsaufbau

Es wurden drei Pappel- und zwei Weidenprüfglieder gepflanzt und über drei Wuchsperioden hinweg beobachtet. Jede einzelne Versuchsfläche besteht aus 20 randomisierten Einzelparzellen in 4-facher Wiederholung (s. Abb. 3). Die Einzelparzellen besitzen eine Größe von 9 m x 10 m. Entsprechend umfasst eine Versuchsfläche eine Größe von 2.750 m². Zum Schutz vor Wildschäden wurden die Flächen eingezäunt. Je Parzelle wurden 100 Steckhölzer in einem Verband von 1,8 m x 0,5 m ausgebracht. Auf einer Versuchsfläche mit insgesamt 20 Parzellen stehen demnach 2.000 Pflanzen.

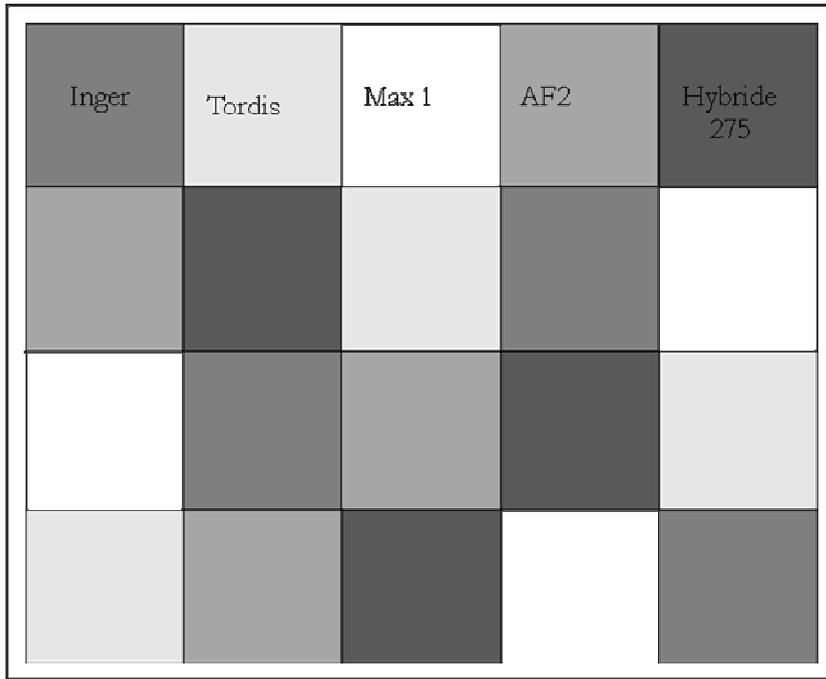


Abbildung 3: Versuchsaufbau mit fünf Prüfgliedern in vier Wiederholungen

3.1 Prüfglieder

Mit fünf Prüfgliedern wurde das Sortenspektrum bewusst eng gehalten. Es wurden Klone ausgewählt, die in Ihren Eigenschaften bekannt sind und die aufgrund ihrer genetischen Zuordnung eine Differenzierung nach bestimmten Standortsunterschieden erwarten ließen. Im dreijährigen Umtrieb können verschiedene Weidenklone ebenso aussichtsreich angebaut werden wie Hybridpappeln. Die Weide wird im Versuch durch die beiden Klone Inger (*S. triandra* × *S. viminalis*) und Tordis ((*S. schwerinii* × *S. viminalis*) × *S. vim.*) repräsentiert. Pappelklone waren die Sorten Max 1 (*P. nigra* × *P. maximowiczii*), Hybride 275 (*P. maximowiczii* × *P. trichocarpa*) und AF2 (*P. × euramericana*).

4 Flächenanlage

Die Anlage der Versuchsflächen lag zwischen dem 24. April und dem 20. Mai 2008 und wurde mit zentral beschafftem Pflanzgut vorgenommen. Die Modellvariante der Flächenvorbereitung sah eine Saatbettvorbereitung in Form von Pflügen und Eggen vor. Angesichts der Heterogenität der Ausgangsbedingungen war ein völlig einheitliches Vorgehen in der Initialphase jedoch nicht möglich. Auf einer Reihe von Standorten musste die Bodenvorbereitung und spätere Pflegemaßnahmen an den örtlichen Gegebenheiten ausgerichtet werden.

Dort, wo nicht mit Bodenherbiziden gearbeitet werden konnte, erfolgte z. T. mehrmalige mechanische Unkrautbekämpfung. Bei einigen Standorten wurde aufgrund des trockenen Frühjahrs 2008 bewässert. Um den Bewässerungseffekt in der Gesamtauswertung berücksichtigen zu können, wurden Bewässerungsmenge und die jeweilige Monatsniederschlagssumme aufaddiert.

4.1 Anwuchs und Komplettierung

Das Anwuchsergebnis fiel nach Standorten differenziert aus. Dennoch zeigen die Pappelsorten mit 72 % Anwuchsrate im Mittel eine um 10 % geringere Anwuchsleistung als die Weiden (s. Abb. 4). Die Ergebnisse betragen im Einzelnen geordnet von hoch zu niedrig: Inger - 85 % > Max 1 - 82 % > Tordis - 80 % > AF 2 - 77 % > Hybride 275 - 58 %. Die Anwuchsleistung fiel somit, abgesehen von der Hybride 275, insgesamt recht hoch aus und dies trotz einer ausgeprägten Trockenphase in den Monaten Mai bis Juli. Die hohe Mortalität bei Hybride 275 ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf eine schlechtere Pflanzgutqualität zurückzuführen. Ein Einfluss von Bodenart, Ackerzahl oder nFK auf das Anwuchsergebnis war nicht nachweisbar.

Gehäuft auftretende Fehlstellen wurden im Folgejahr komplettiert. Dabei war die Zielgröße ein Bestockungsprozent von > 90. Es wurde nach folgender Abstufung vorgegangen.

1. Ausfälle pro Klon und Parzelle < 10 % → keine Nachbesserung
2. Ausfälle von 10 % bis 50 % pro Klon und Parzelle → Nachbesserung mit Steckruten
3. Ausfälle > 50 % pro Klon und Parzelle → Rückschnitt der bereits etablierten Pflanzplätze und Nachbesserung mit Steckhölzern

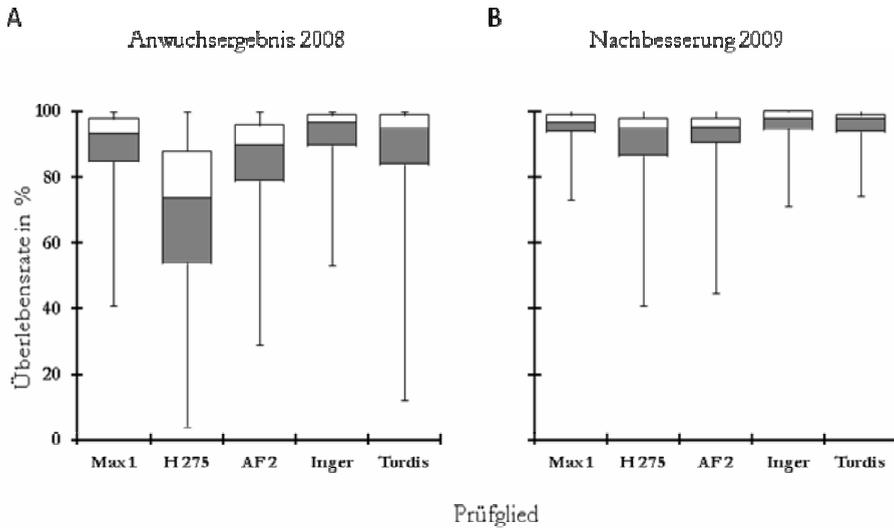


Abbildung 4: Anwuchsergebnis (A) und Bestockungsprozent im zweiten Standjahr (B), alle Flächen

5 Datenerhebung

In der Initialphase des Projektes wurde ein Methodenhandbuch erstellt, in dem Zeit, Art und Umfang der Datenerhebung fest geschrieben wurden. Alle Zuwachsparameter wurden im laublosen Zustand im Rahmen der Winterbonitur an vitalen Pflanzen aufgenommen. Zur Minimierung von Randeffekten erfolgte die Datenaufnahme in den Kernparzellen (s. Abb. 5) nach einem systematischen Raster. Grundsätzlich wurde pflanzplatzweise gearbeitet, wobei jede einzelne gesteckte Pflanze und der sich daraus entwickelnde Aufwuchs einen Pflanzplatz bezeichnet. Jeder einzelne Pflanzplatz der Versuchsfläche wurde durch die Vergabe einer Prüfglied- und einer Baumnummer dauerhaft gekennzeichnet. Die Durchmessermessung wurde an jedem 2. Pflanzplatz einer Kernparzelle durchgeführt. Neben dem Durchmesser in 1,3 m Höhe (BHD) wurde auch der Triebdurchmesser in 0,1 m ($D_{0.1}$) mit einer Messgenauigkeit von 1 mm erhoben.

Die Messung der Trieblänge und Pflanzenhöhe wurde an jedem sechsten Pflanzplatz mit einer Genauigkeit von einem Dezimeter vorgenommen. Darüber hinaus wurde auch die Trieblänge entlang der Stammlängsachse für alle vorhandenen Höhentriebe des jeweiligen Pflanzplatzes gemessen.

Abstand	1,8 m	3,6 m	5,4 m	7,2 m	9 m
m	1	2	3	4	5
0,5	x	x	x	x	x
1	x	x	x	x	x
1,5	x	(16)	(32)	(48)	x
2	x	(15)	(31)	(47)	x
2,5	x	(14)	(30)	(46)	x
3	x	(13)	(29)	(45)	x
3,5	x	(12)	(28)	(44)	x
4	x	(11)	(27)	(43)	x
4,5	x	(10)	(26)	(42)	x
5	x	(9)	(25)	(41)	x
5,5	x	(8)	(24)	(40)	x
6	x	(7)	(23)	(39)	x
6,5	x	(6)	(22)	(38)	x
7	x	(5)	(21)	(37)	x
7,5	x	(4)	(20)	(36)	x
8	x	(3)	(19)	(35)	x
8,5	x	(2)	(18)	(34)	x
9	x	(1)	(17)	(33)	x
9,5	x	x	x	x	x
10	x	x	x	x	x

Abbildung 5: Datenaufnahme in der Kernparzelle

Im Sommerhalbjahr standen Aufnahmen der Begleitvegetation und zum Blattrostbefall (*Melampsora spec.*) im Vordergrund. Sofern eindeutig zuzuordnen, wurden Insekten-, Verbiss-, Frost- oder Trocknisschäden vermerkt.

Die Erhebung des Blattrostbefalls war an zwei Terminen im Aufnahmeraster der Höhengenaufnahme vorgesehen. Sofern vorhanden, wurde der Befall anhand des infizierten Anteils der Blattoberfläche in 25 %-Stufen an zehn zufällig ausgesuchten Blättern aus dem mittleren Triebabschnitt eingeschätzt.

Das Vorkommen an Begleitvegetation wurde einmal jährlich aufgenommen. Erfasst wurden die dominierenden Beikrautarten, der Deckungsgrad der Krautschicht für die gesamte Versuchsfläche sowie deren mittlere Wuchshöhe.

5.1 Beerntung und Ertragsbestimmung

Die Ertragsbestimmung erfolgte nach zwei unterschiedlichen Methoden. Die Biomasse der ersten und zweiten Vegetationsperiode wurde über die indirekte zerstörungsfreie Regressionsmethode geschätzt. Die Ermittlung des Ertrags zu Ende der ersten Rotation fand über eine Stockerntemethode in der Kernparzelle statt.

Die praktische Durchführung der Ernte gliederte sich in die Hauptarbeitsschritte Ermittlung des Frischgewichtes und Bestimmung des Trockengewichtes an ausgewählten Pflanzplätzen. Dazu wurden auf jeder Teilparzelle diejenigen 24 Pflanzplätze, die schon zur Erfassung der Zuwachspanparameter vermessen wurden, herangezogen.

Zu beerntende Pflanzplätze wurden mit einem Freischneider bzw. mit einer Motorsäge in einer Stammhöhe zwischen 5 und 10 cm über dem Boden abgeschnitten, geerntet und pflanzplatzweise abgelegt. Vier zufällig ausgewählte Pflanzplätze wurden gesondert gekennzeichnet und bildeten die Grundlage für die spätere Bestimmung des Trockengewichtes.

Die pflanzplatzweise Ermittlung des Frischgewichtes wurde unmittelbar im Anschluss an die Ernte mit einer Messgenauigkeit von 10 g durchgeführt. Die Ermittlung des Trockengewichtes erfolgte parzellenweise an den vier zuvor gekennzeichneten Pflanzplätzen. Bei einem Pflanzplatzfrischgewicht von weniger als 3 kg wurde der gesamte Pflanzplatz zur Trocknung herangezogen. Bei einem Pflanzplatzfrischgewicht von mehr als 3 kg wurde eine mindestens 3 kg schwere Mischprobe aus Material aller Triebe und Triebabschnitte entnommen. Die Proben wurden bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Vor der Trocknung wurden die Einzelproben gehäckselt oder gespalten. Im Anschluss an die Teilernte und Probenahme wurden alle Flächen vollständig in einer Höhe von 5 bis 10 cm über dem Boden zurückgeschnitten und das Erntegut vollständig entfernt.

6 Satellitenversuche

Aus der breiten Streuung der Versuchsflächen in Bezug auf Klimaregion und Einzelstandort, aber nicht zuletzt auch in Bezug auf die jeweilige Betreuungsinstitution, ergeben sich weiterführende Fragestellungen, die im Rahmen des Verbundvorhabens untersucht werden. So steht an der Universität Bonn ein Vergleich mit Chinaschilf (*Miscanthus sinensis*) und mit der Wuchseistung des Blauglockenbaums (*Paulownia tomentosa*) im Vordergrund.

Zwei Satellitenversuche sind inhaltlich mit der Kernfragestellung des Verbundvorhabens verzahnt. So wird am Institut für Waldwachstum und Forstliche Informatik der Technischen Universität Dresden die standortbasierte Leistungsschätzung in Kurzumtriebsbeständen in einem zweistufigen Modell entwickelt (RÖHLE 2010).

Am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) werden Untersuchungen zum Stickstoffumsatz in einer Kurzumtriebsplantage in Nordost-Deutschland angestellt. Ziel ist die Optimierung der Stickstoffdüngung hinsichtlich höchstmöglicher Erträge bei gleichzeitig geringster Umweltbelastung (Nitratauswaschung, N₂O-Emissionen). In einer an das ProLoc-Versuchsdesign angelehnten Versuchsanordnung wurde die Wirkung von mineralischem Stickstoff, auf Pappel (Max 4) und Weide (Inger) untersucht. Es wurden vier Düngungsstufen (0, 25, 50 und 75 kg N je ha und Jahr) appliziert. Nach der ersten Ernte konnte keine Korrelation der Trockenmasse-Erträge mit der Stickstoffdüngungsrate festgestellt werden. Mit zunehmender Intensität der Stickstoffdüngung wurde allerdings vermehrt Nitrat-Stickstoff ausgewaschen und N₂O freigesetzt (s. KERN et al., in diesem Band S. 123 ff.). Zur Absicherung der Ergebnisse soll die Untersuchung noch über eine bis zwei Ernteperioden fortgesetzt werden.

7 Ausblick

In der ersten dreijährigen Projektphase wurden in enger Abstimmung der Projektkoordination mit den betreuenden Partnerinstitutionen grundlegende Arbeiten ausgeführt. Es wurden Daten generiert, auf deren Basis ein erstes Ertragssimulationsmodell entsteht. Eine kritische Analyse der Versuchsstandorte zeigt, dass auf einzelnen Flächen die standörtlich gegebenen Anbaugrenzen für Pappeln und Weiden durchaus überschritten wurden. Dies gilt insbesondere für den trockenen Bereich und für die Windwurfflächen im Wald. Es sollen deshalb nicht alle im Frühjahr 2008 angelegten Versuchsstandorte weitergeführt werden. Bei der Mehrzahl der gut etablierten Bestände wurde jedoch ein Grundstein für die Auswertung langfristiger Zeitreihen gelegt. In der folgenden Projektphase ist deshalb eine Fortführung der etablierten Untersuchungsbestände vorgesehen. Sie dient der Validierung des Ertragsmodells. In begrenztem Umfang sollen neue Flächen angelegt werden. Diese dienen der Erweiterung des Ertragsmodells auf längere Umtriebszeiten und abweichende Pflanzverbände.

Ohne die konstruktive Zusammenarbeit aller Projektpartner wäre das bisher Erreichte nicht möglich gewesen. Dafür sei an dieser Stelle gedankt. Unser Dank gilt auch dem Projektträger Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) für die finanzielle Unterstützung und für die stets am gemeinsamen Ziel orientierte gute Zusammenarbeit.

Literatur

- BOELCKE, B. (2006): Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen - Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Schwerin, 36 S.
- HOFMANN, M., (1999): Bereitstellung von genetisch hochwertigem Vermehrungsgut für Kurzumtriebsbestände. In: Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“ Band 13, S. 151 – 239
- HOFMANN, M. u. LIPPELT, J. (2008): Abschlussbericht zum Vorhaben Anlage einer Modellpflanzung mit Pappel-Sortenschau auf dem landwirtschaftlichen Versuchsgut Eichhof zur Sicherung der Sortenbasis und zur Sortenpflege. 43 S.
- RÖHLE, H. (2010): Entwicklung praxistauglicher Schätzmethode zur Bestimmung der Ertragsleistung in Kurzumtriebsbeständen – Vortrag in „Agrarholz 2010“ FNR Symposium, 18. und 19. Mai 2010 - Berlin

Korrespondierender Autor:

Dr. Martin Hofmann
Kompetenzzentrum HessenRohstoffe (HeRo) e.V.
Am Sande 20
37213 Witzzenhausen
E-Mail: m.hofmann@hero-hessen.de
URL: www.hero-hessen.de

Daniel Amthauer Gallardo
Christian Siebert
Kompetenzzentrum HessenRohstoffe (HeRo) e.V.