

## Erträge von Winterweizen in einem Agroforstsystem zur Energieholzgewinnung im ökologischen Landbau

Winterling A<sup>1</sup>, Borchert H<sup>2</sup> & Wiesinger K<sup>1</sup>

*Keywords: agroforestry system, energy wood, biomass production, winter wheat yield.*

### Abstract

*The study is part of the research project "Development and testing of an agroforestry system combining organic agriculture and short rotation coppice". Cooperation partners are the Bavarian State Institute for Agriculture (LfL) and the Bavarian State Institute of Forestry (LWF). The two experimental sites are located in the northern Munich gravel plain near Freising and in the southern part of the Franconian Jurassic near Kaisheim. Aim of the study was to compare the yield of agricultural crops in an alley cropping system for woody biomass production with a standard cultivation without trees on the field. A positive effect of periodically harvested tree stripes on the yield of the agricultural crops is expected. First results show that there were no significant differences in the overall marketable yield of winter wheat in the agroforestry system compared to the reference site without trees. The spatial distribution of the yield, however, differed significantly. In close proximity to the tree stripes a significant reduction of the marketable yield could be measured. These lower yields were equalized by higher yields in bigger distances of the tree stripes.*

### Einleitung und Zielsetzung

Eine moderne Form der silvoarablen Agroforstwirtschaft stellt der streifenförmige Anbau schnellwachsender Gehölze zur Energiegewinnung (z. B. Pappel oder Weide) in Kombination mit einjährigen Ackerkulturen in einem sogenannten Alley-Cropping-System dar.

Welche Erträge liefern landwirtschaftliche Feldfrüchte in einem solchen Agroforstsystem im ökologischen Landbau im Vergleich zur bisherigen, baumlosen Bewirtschaftung? Wie beeinflusst der Energieholzstreifen den Ertrag in unterschiedlichen Abständen zu den Bäumen? Das Kooperationsprojekt der beiden Bayerischen Landesanstalten für Landwirtschaft und für Wald und Forstwirtschaft „Entwicklung und Erprobung eines Agroforstsystems im ökologischen Landbau zur Energieholzgewinnung“ beschäftigt sich seit 2009 mit dem Einfluss mehrreihiger Gehölzstreifen im Kurzumtrieb auf den Ertrag der dazwischen angebauten landwirtschaftlichen Feldfrüchte. Es gibt Wechselwirkungen zwischen Energieholz und landwirtschaftlichen Kulturen, beispielsweise die Konkurrenz um Licht (Ehret 2015). Aufgrund von weitgehend übereinstimmenden Hinweisen aus der Literatur (Bruckhaus & Buchner 1995, Pretzsch et al. 1991) werden als Hypothesen formuliert, dass a) im unmittelbaren Bereich der Baumstreifen eine Ertragsreduktion auftritt und b) trotzdem eine insgesamt positive Wirkung der Gehölzstreifen auf den Ertrag der angrenzenden landwirtschaftlichen Kulturen entsteht (Windschutz, höhere Bodenfeuchte). In diesem

---

<sup>1</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Lange Point 12, D-85354 Freising, andrea.winterling@fl.bayern.de

<sup>2</sup> Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Abteilung 4 Forsttechnik, Betriebswirtschaft, Holz, Hans-Carl-Von-Carlowitz Platz 1, 85354, Freising, Deutschland

Beitrag werden Ergebnisse zum Einfluss der Energieholzstreifen im ersten Umtrieb auf den Marktwarenertrag von Winterweizen (zwei Standorte, Versuchsjahre 2010, 2012 und 2015) vorgestellt.

### Methoden

Versuchsstandorte sind ein pfluglos wirtschaftender Biobetrieb in Pulling (Lkr. Freising, 48° 21' 43" N, 11° 42' 50" E, 450 m über NN, Pararendzina aus Flussmergel über Schotter, uL, Ackerzahl 54, pH 7,4, langjährige Mittel DWD (1981-2010): 819 mm, 8,6 °C) und die LfL-Versuchsstation Neuhof (Lkr. Donau-Ries, 48°46'41" N, 10°48'9" E, 520 m über NN, Braunerden aus Jura-Verwitterung und Pseudogleye aus Löss- bzw. Decklehm, uT, Ackerzahl 60, pH 6,7, langjährige Mittel DWD (1981-2010): 846 mm, 8,2 °C). Hier wurde 2009 für das Forschungsprojekt eine Teilfläche auf ökologischen Landbau umgestellt. In der zweiten Aprilhälfte 2009 wurden zu den genannten Fragestellungen zwei Exaktversuche (zweifaktorielle Streifenanlage) mit drei (Pulling) bzw. 4 Wiederholungen (Neuhof) angelegt. An beiden Standorten wurden zwei zehn Meter breite Gehölzparzellen (Pappelklone 'Max 1' und 'Max 3', Kreuzungen aus der Balsampappel *Populus maximowiczii* und der Schwarzpappel *Populus nigra*, Verband 1,25 m x 1,5 m) mit einer Umtriebszeit von 7 Jahren fünfreihig quer zur Hauptwindrichtung angepflanzt. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Kulturführung von Winterweizen in den verschiedenen Versuchsjahren.

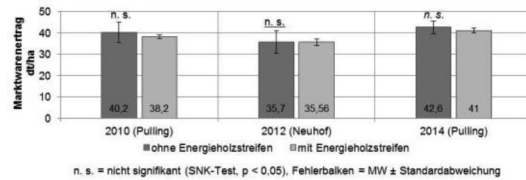
Die Ertragsfassung bei den landwirtschaftlichen Kulturen erfolgte nach den Richtlinien des Bundessortenamtes (BSA 2000) in Pulling für die 7-jährige Fruchtfolge Hafer, Winterweizen, 2-jähr. Klee gras, Hafer, Winterweizen, Hafer bzw. am Standort Neuhof für Winterweizen, Hafer, Klee gras, Winterweizen, Hafer, Klee gras, Winterweizen. Dazu wurden die landwirtschaftlichen Kulturen parzellenweise in definierten Abständen zum Baumstreifen bzw. ohne Einfluss der Gehölze in einem Bereich von 25 m vor bis 50 m (Neuhof) bzw. 60 m (Pulling) nach den Energieholzstreifen mit einem speziellen Parzellenmähdrescher beerntet. In den Baumparzellen wurde im Winter jeden Jahres die Wuchsleistung (höchster Trieb) gemessen. Das Energieholz wurde im Winter 2015/2016 geerntet. Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.3. Hierfür wurde eine Varianzanalyse (PROC GLM) mit SNK-Test angewendet. Aufgrund von Staunässe waren die Versuche in den Jahren 2009 und 2015 am Standort Neuhof nicht wertbar.

**Tabelle 1: Übersicht Kulturführung Winterweizen**

Jahr	Standort	Sorte/ Zuchtstämme	Bodenbearbeitung	Aussaat	Ernte
2010	Pulling	Astron x Arina	Kreiselegge	05.10.09	09.08.10
2012	Neuhof	Achat	Pflug + Kreiselegge	31.10.11	01.08.12
2014	Pulling	Astron x Arina	Kreiselegge	03.10.13	28.07.13

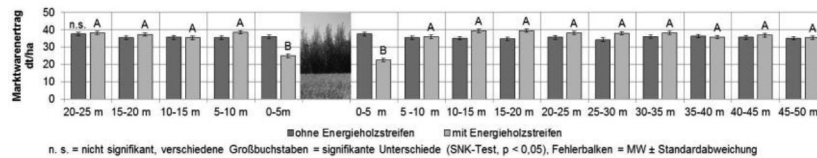
### Ergebnisse

Die mittlere Baumhöhe zum Zeitpunkt der Winterweizenernte in den jeweiligen Versuchsjahren betrug in Pulling im Jahr 2010 3,6 m, am Standort Neuhof 2012 4,4 m und in Pulling 2014 10,1 m. Die Auswertung des Gesamtmarktwarenertrages, jeweils bezogen auf einen Hektar der landwirtschaftlichen Kultur, ergab für die drei Versuchsjahre - auch bei zunehmender Wuchshöhe der Bäume - keine signifikanten Unterschiede zwischen der Variante Agroforstsystem und der ohne Energieholzstreifen (Abb. 1).



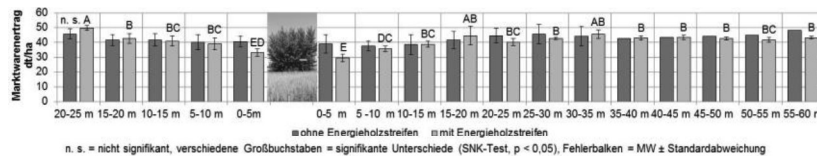
**Abb. 1: Mittlerer Marktertrag bei Winterweizen**

Wie die Abbildung 2 für das Versuchsjahr 2012 zeigt, weisen die Parzellen in unmittelbarer Nähe des Baumstreifens signifikant geringere Markterträge im Vergleich zu den weiter davon entfernten Parzellen auf.



**Abb. 2: Marktertrag bei Winterweizen (Standort Neuhof, 2012) in definierten Abständen zum Energieholzstreifen (links Luv, rechts Lee)**

Ein ähnliches Bild zeigt die Ertragsverteilung im Versuchsjahr 2014. Auch hier waren die Parzellenerträge direkt am Baumstreifen, mit einer Ausnahme, statistisch abgesehen geringer. Luvseitig wurden signifikant höhere Erträge ab einer Entfernung von 5 Metern zum Energieholz gemessen, leeseitig ab 10 Metern. Zwischen den leeseitigen Parzellen 5 – 10 m von den Bäumen entfernt und den luvseitig direkt angrenzenden Ernteparzellen gab es keinen signifikanten Unterschied. In der Variante „ohne Energieholz“ waren in beiden Versuchsjahren keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf den Marktertrag feststellbar.



**Abb. 3: Mittlerer Marktertrag bei Winterweizen (Standort Pulling, 2014) in definierten Abständen zum Energieholzstreifen (links Luv, rechts Lee)**

### Diskussion

Wenn man den Gesamt-Marktertrag von Winterweizen betrachtet, kommt es durch die Anpflanzung von Energieholzstreifen unter den untersuchten Standortverhältnissen - entgegen der Hypothese - zu keiner Ertragssteigerung. Dieses Ergebnis zeigen auch weitere Versuche aus dem Forschungsprojekt zu Erträgen von Hafer (Winterling et al. 2016). Der fehlende positive Einfluss auf den Gesamtertrag von Getreide liegt vermutlich an den ohnehin schon günstigen Standort- und Klimabedingungen in Südbayern (guter Windschutz schon vor Anbau der Baumstreifen, hohe Niederschläge, hohe nFK). Damit entfaltet die Schutzfunktion der Baumstreifen

weniger Wirkung. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen auch, dass die Bäume wie erwartet die räumliche Ertragsverteilung beeinflussen - negativ im Nahbereich der Gehölze und positiv in weiter entfernten Bereichen. Hauptursache der Ertragsdepression direkt neben den Bäumen ist vermutlich die Konkurrenz um Licht. Eine ähnliche räumliche Verteilung von Winterweizenenerträgen in Agroforstsystemen zur Energieholzgewinnung wiesen auch Ochsenbauer et al. (2013) und Greef et al. (2012) in Südbayern bzw. Niedersachsen nach. Ochsenbauer et al. (2013) ermittelten bei einer sensorgestützten Messung der Ertragsvariabilität die niedrigsten Werte in unmittelbarer Nähe der Gehölze. Greef et al. (2012) stellten ebenfalls zu den Baumstreifen hin deutlich abnehmende und in der Feldmitte erhöhte Erträge fest.

### Schlussfolgerungen

Der Gesamt-Marktwarenertrag von Winterweizen wird durch die streifenförmige, quer zur Hauptwindrichtung verlaufende Anpflanzung von Energieholz unter südbayerischen Standortverhältnissen weder positiv, noch negativ beeinflusst. Mindererträge, die in unmittelbarer Nähe des Baumstreifens entstehen, werden durch höhere Erträge in den weiter vom Baumstreifen entfernten Parzellen kompensiert. Eine abschließende Aussage über die Wirkung der Gehölzstreifen kann allerdings erst nach Auswertung der Reaktionen aller Kulturen in der Fruchtfolge erfolgen.

### Danksagung

Dem Partnerbetrieb Braun sowie allen am Forschungsvorhaben beteiligten Kollegen danken wir herzlich für die gute Zusammenarbeit, insbesondere den Versuchsmannschaften am Institut für Pflanzenzüchtung und an der Versuchsstation Neuhof sowie dem Sachgebiet Versuchswesen und Biometrie der LfL. Beim Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten bedanken wir uns für die finanzielle Unterstützung.

### Literatur

- Bruckhaus A & Buchner W (1995) Hecken in der Agrarlandschaft. Auswirkungen auf Feldfruchttertrag und ökologische Kenngrößen. Ber. Landw. 73: 435-465.
- Bundessortenamt (BSA) (Hrsg.) (2000) Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Landbuch, Hannover.
- Ehret M (2015) Alley cropping of willows and grassland for bioenergy provision: productivity, tree crop interactions and energy balance. Dissertation. Universität Kassel, Witzenhausen.
- Greef J, Schwarz, K-U, Grünewald H, Langhof M, Lamerre J, Grünewald H, Pfennig K, von Wühlisch G & Schmidt C (2012) Abschlussbericht des Projektes „Ökonomische und ökologische Bewertung von Agroforstsystemen in der landwirtschaftlichen Praxis“. Teilvorhaben 3: Grünland- und Ackerflächen in Niedersachsen.
- Ochsenbauer M, Machl T, Maidl F-X, Schilcher M & Hülsbergen K-J (2013) Sensorgestützte Analyse der Ertragsvariabilität von Winterweizen in einem Agroforstsystem mit schnellwachsenden Gehölzen zur Bioenergieerzeugung. In: Pekrun C, Wachendorf M Francke-Weltmann L (Hrsg.) Nachhaltige Erzeugung von nachwachsenden Rohstoffen. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Göttingen, 25: 112-113.
- Pretzschel M, Bohme G & Krause H (1991) Einfluss von Windschutzpflanzungen auf den Ertrag landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Feldwirtschaft 32: 229-231.
- Winterling A, Jacob I, Borchert H & Wiesinger K (2016) Ertrag und Qualität von Hafer in einem Agroforstsystem zur Energieholzgewinnung im ökologischen Landbau. In: Kage H, Sieling K & Francke-Weltmann L (Hrsg.) Klimawandel und Qualität. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Göttingen, 28: 240-241.