

Sonderdruck

Raps

DIE FACHZEITSCHRIFT FÜR ANBAUER

von ÖL- UND EIWEISSPFLANZEN · 1&2/2009

- **N-Düngung in MAXIMUS® Halbzwerg-Hybriden**
- **Durchwurzelungsverhalten und Pflanzenentwicklung**



Durchwurzelungsverhalten und Pflanzenentwicklung

Unterschiedliche Wuchstypen im Vergleich

Susanne Holter, Dr. Bodo Hofmann und Prof. Dr. Olaf Christen, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,
Allgemeiner Pflanzenbau/Ökologischer Landbau

In den zurückliegenden Jahren brachte der züchterische Fortschritt neben der gesteigerten Ertragsleistung und verbesserten Qualitätseigenschaften auch morphologische Veränderungen, sogenannte Kurzstrohsorten hervor. Im Vergleich zu den bekannten Genotypen weisen diese eine um mehr als 30 cm gestauchte Sprossachse auf.

Damit lassen sich technologische Erschwernisse, wie beispielsweise bei der Ernte, herabsetzen. Über die Auswirkungen dieser neuen Sortentypen speziell auf die Durchwurzelung, die Vorwinterentwicklung und die Ertragsbildung gibt es bisher wenige aussagefähige Ergebnisse. Diese sind aber zur Gestaltung optimaler anbautechnischer Maßnahmen unbedingt erforderlich. Vor allem ist die Frage von Interesse, ob durch die geringere Wuchshöhe auch die Tiefenausbreitung des Wurzelsystems bei dem Pfahlwurzelbildner (allorhize Bewurzelung) Winterraps nachteilig beeinträchtigt wird.

Es war deshalb das Ziel, mit Genotypen von sehr unterschiedlicher Wuchshöhe das Durchwurzelungsverhalten und die Pflanzenentwicklung zu analysieren. Die Trockenbedingungen in der Mitteldeutschen Lössregion boten hierfür wegen der oftmals vorherrschenden Spätsommer trockenheit und den damit verbundenen Problemen in der Vorwinterentwicklung günstige Voraussetzungen.

Material und Methoden

Mit den Untersuchungen wurde im Sommer 2006 in der Lehr- und Versuchsstation Bad Lauchstädt/Etzdorf (134 m NN, langj. Jahresniederschlag 450 mm, langj. Jahresmitteltem-



Abb. 1: Minirhizotron zur Wurzelbeobachtung

peratur 9,0 °C) der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg begonnen.

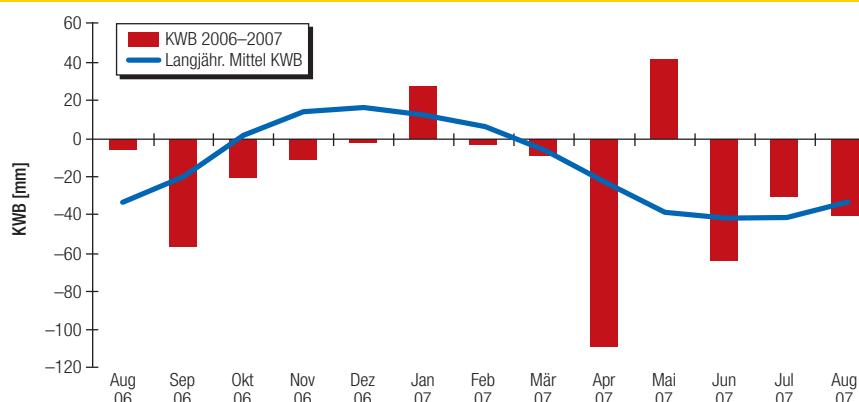
Bei dem Versuchsstandort handelt es sich bodentypologisch um einen Normtschernosem (Haplic Chernozem) mit der Bodenart stark toniger Schluff (Ut4, 20 % Ton, 68 % Schluff, Corg 2,05 M.-%) im Ap-Horizont.

In die Untersuchungen wurden folgende Genotypen einbezogen, die sich in der Wuchslänge wesentlich unterscheiden: Zwerg-Inzuchlinie, Normalstrohhybride, Halbzwerg-Hybride PR45D01 und Halbzwerg-Hybride „Stamm“. Mit den Stufen Wachstumsreglereinsatz (ohne Behandlung bzw. mit Azolfungizid Folicur®) und der Kupferbehandlung wurde ein weiterer Faktor in die Untersuchungen (zweifaktorielle Spaltanlage mit 4 Wiederholungen) einbezogen. Im vorliegenden Beitrag werden hauptsächlich die Ergebnisse des Erntejahres 2007 vorgestellt. Die übrigen anbautechnischen Maßnahmen (Saatdichte, Düngung, Pflanzen-

schutz u. a.) wurden als fixe Faktoren auf der Versuchsfläche einheitlich gestaltet. Besondere Anforderungen stellten die Wurzeluntersuchungen.

Deshalb sollen zum besseren Verständnis über die Vorgehensweise einige kurze erklärende Hinweise erfolgen. Zur Beobachtung der Durchwurzelungstiefe fand die nicht destruktive Minirhizotronmethode Anwendung (Abb. 1). Die 2 m langen transparenten Plexiglasrohre (Durchmesser innen 64 mm) wurden dabei im Winkel von 45 ° in Längsrichtung direkt unter die Rapsreihen platziert. In Abhängigkeit von der Pflanzenentwicklung, zumeist aber wöchentlich wurden die vertikal auf die Plexiglasrohre treffenden Wurzeln erfasst und der zeitabhängige Verlauf der Durchwurzelungstiefe mittels der Sigmoidalfunktion $y = y_0 + a/(1+e^{-(x-x_0)/b})$ unter Verwendung des Programms SAS (Version 8.02) angepasst (Abb. 3).

Abb. 2: Mittlere klimatische Wasserbilanz (KWB) während der Vegetationsperiode in der Lehr- und Versuchsstation Bad Lauchstädt (Werte UFZ Bad Lauchstädt)



Ergebnisse

Pflanzenaufgang

Der Feldaufgang hängt bei Winterraps wesentlich von den jahresbedingten Witterungseinflüssen ab.

Das gilt ganz besonders für das mitteldeutsche Löss-Trockengebiet mit häufig ausgeprägter Sommertrockenheit. Das Jahr 2006 war durch eine stark negative klimatische Wasserbilanz in den Monaten September und Oktober gekennzeichnet (Abb. 2). Dennoch entwickelte sich bei der relativ späten Saat Anfang September ein gut verteilter Bestand mit optimalen Pflanzenzahlen (Tab. 1).

Bei der Zwerg-Inzuchlinie und der Normalstrohhybride wurde ein nahezu vollständiges Auflaufen der Samen erzielt.

Die Halbzwerg-Hybriden realisierten dagegen einen etwas geringeren Feldaufgangswert von etwa 90 %.

Vorwinterentwicklung – Durchwurzelungsverhalten

Die Wurzellängendichte und die Durchwurzelungstiefe sind wesentliche Kriterien zur Bewertung der Durchwurzelungsleistung. Besonders die Durchwurzelungstiefe gibt in ihrer Zeitabhängigkeit unter Stressbedingungen wertvolle Hinweise über die Möglichkeiten zur Nutzung der Wasser- und Nährstoffreserven aus dem Unterboden.

Die Wurzelentwicklung verlief in den ersten 4 Wochen nach dem Auflaufen relativ gleichmäßig (Abb. 3). Die verschiedenen Genotypen erreichten Mitte Oktober bei einer mittleren Durchwurzelungsgeschwindigkeit von mehr als 0,5 cm/Tag ausnahmslos die Grenze des A-Horizontes. Danach setzte zunehmend eine Differenzierung zwischen den verschiedenen Genotypen ein.

Die beiden Halbzwerg-Hybriden wiesen nun deutlich größere kumulative Durchwurzelungs-

geschwindigkeiten (mehr als 1 cm/Tag) als die Zwerg-Inzuchlinie und die Normalstrohhybride (etwa 0,8 cm/Tag) auf (Abb. 4). Sie durchwurzelten den Boden in einer Tiefe von mehr als 90 cm. Die Zwerg-Inzuchlinie und die Normalstrohhybride kamen dagegen nur auf einen mittleren Wurzeltiefgang von etwa 75 cm.

Zur Bewertung der Leistungsfähigkeit eines Wurzelsystems ist das Überschreiten der Krumenbasis (30–50 cm), die unmittelbar an die Ackerkrume anschließt, heranzuziehen. Dieser Bodentiefenbereich ist oft durch technogene Bodenbelastungen geschädigt, die zu erheblichen Beeinträchtigungen in der Wurzelwegsamkeit führen können. Wird die Krumenbasis erschlossen, stehen dann bei tiefgründigen Böden den Feinwurzeln meist keine unüberwindlichen Hemmnisse zur Aneignung der Wasser- und Nährstoffreserven aus dem Unterboden mehr im Wege. Diesen kritischen Bereich in der Bodentiefe von 50 cm überwinden die Halbzwerg-Hybriden bereits zu Beginn der letzten Oktoberwoche. Die deutlich langsamer in die Tiefe vordringenden Wurzeln der zwergwüchsigen Inzuchlinie und der Normalstrohhybride erreichten diesen Wert erst mit einem Verzug von 10 Tagen.

Die Behandlung mit dem Kupferpräparat wirkte sich in diesen Untersuchungen nicht wesentlich auf den Wurzeltiefgang aus. Sie unterschied sich in Durchwurzelungstiefe und -geschwindigkeit nicht von den unbehandelten Pflanzen. Dagegen brachte der Einsatz des Azolfungizids Folicur® eine deutliche Steigerung bei den genannten Wurzelparametern (Abb. 5), wenngleich in der Wirkung zwischen den Genotypen graduelle Unterschiede auftraten. So wurde durch den Wachstumsregler das Wur-

Abb. 3: Mittlere Durchwurzelungstiefe (Herbst 2006) verschiedener Winterrapsgenotypen (unbehandelte Kontrolle)

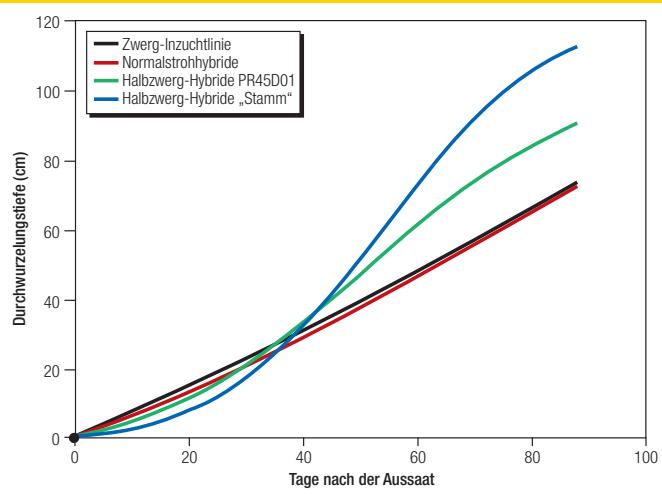


Abb. 4: Mittlere Durchwurzelungsgeschwindigkeit (Herbst 2006) verschiedener Genotypen (Mittel der Behandlungen)

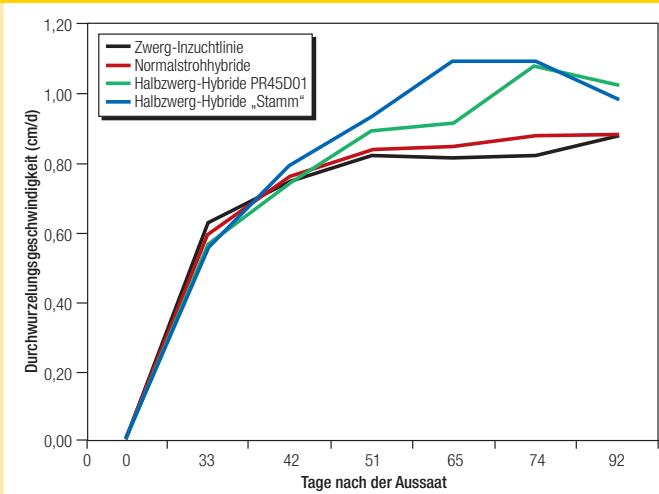




Abb. 6: Wuchshöhenunterschiede zwischen Zwerghybride zu Beginn des Schossens (23.03.2007)

zeltiefenwachstum bis zur Vegetationsruhe vor dem Winter besonders bei dem echten Zwerghybride und der Halbzwerghybride PR45D01 gefördert, weniger dagegen bei der Halbzwerghybride „Stamm.“

Die im Herbst 2006 ermittelten Durchwurzelungstiefen sind generell als außerordentlich günstig zu beurteilen. Bei einem verminderten Wurzelzugang unter Trockenstressbedingungen dürften aber die hier nachgewiesenen genotypischen Differenzierungen durchaus eine größere wachstumsrelevante Bedeutung erlangen.

Vorwinterentwicklung – oberirdische Biomassebildung

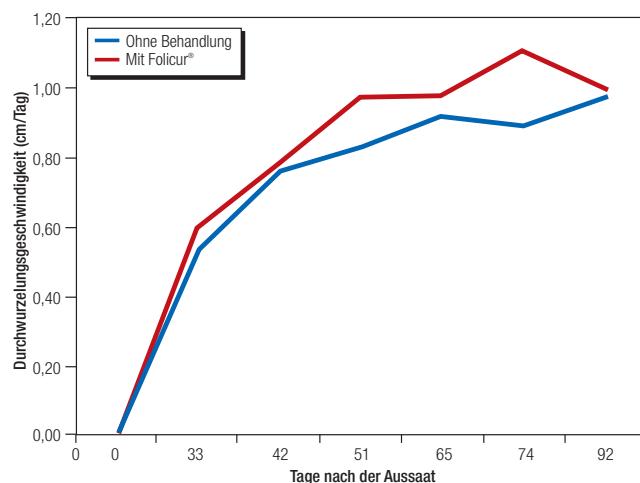
Der Wurzelhalsdurchmesser schwankte zwischen den einzelnen Pflanzentypen zwischen 5,9 und 7,2 cm. Er war durch große Streuungen zwischen den Einzelpflanzen gekennzeichnet. Tendenziell ist der Wurzelhalsdurchmesser bei der Normalstrophhybride am größten, es folgten die Zwerghybride und die Halbzwerghybriden (Tab. 1).

Die Blattanzahl variierte zwischen 4,7 und 6,0. Auch in diesem Falle wiesen die Halbzwerghybriden vor dem Winter die geringsten Blattzahlen je Pflanze auf. Die Trockenmasseer-



Abb. 7: Wuchshöhenunterschiede zwischen Zwerghybride zu Normalstrophhybride zur Blüte (10.04.2007)

Abb. 5: Mittlere Durchwurzelungsgeschwindigkeit (Herbst 2006) bei verschiedener Behandlung (Mittel der Genotypen)



träger waren aber denen der Zwerghybride und der Normalstrophhybride ebenbürtig (Tab. 1). Der genotypische Einfluss auf die Pflanzenentwicklung und die Wuchshöhe war während der gesamten Vegetationsperiode deutlich sichtbar (Abb. 6, 7, 8).

Es traten hier Wuchslängenunterschiede zwischen der Zwerghybride und der Normalstrophhybride von bis zu 60 cm auf. Auch die beiden Halbzwerghybriden sind in der Bestandeshöhe immerhin noch um ca. 40 cm kleiner als die genannte Vergleichshybride.

Ertragsstruktur, Samenertrag, Sameninhaltsstoffe

Mit zunehmender Reduktion der Wuchslänge setzte bei den einzelnen Pflanzen die Verzweigung tiefer am Spross an. Besonders ausgeprägt war diese Wirkung bei dem echten Zwerghybride. Aber auch die Halbzwerghybriden unterschieden sich in dieser Hinsicht deutlich von der normalstrophigen Hybride.

Die Zwerghybride bildete so eine große Anzahl von Trieben aus. Es waren deutlich mehr als bei der Normalstroph- und den beiden Halbzwerghybriden. In der Schotenzahl je Pflanze waren dagegen die Differenzierungen zwischen den Wuchstypen überraschend gering.

Das traf auch für die Samenzahl je Schote und das Einzelsamengewicht (TKG) bei der Normalstroph- und den Halbzwerghybriden zu. Der echte Zwerghybride bildete hingegen unter den Versuchsbedingungen des Jahres 2007 mit nur 14,2 Samen eine stark reduzierte Samenzahl je Schote und mit 4,92 g ein relativ hohes Tausendkorngewicht aus. Da es sich bei dieser Linie um eine männlich sterile Inzuchlinie handelte, ist davon auszugehen, dass dieser Befund wesentlich vom Pollenmangel und damit

Tab. 1: Vorwinterentwicklung¹ (Herbst 2006)

Genotyp	Bestandes-dichte ² Pfl./m ²	Wurzelhals-durchm. ² cm	Blätter je Pflanze ³ Anz.	TM-Ertrag ³ Blatt/Spross g/m ²
Zwerghybride	51,7 a	6,5	6,0 a	195,6 a
Normalstrophhybride	51,3 a	7,2	5,3 ab	266,0 b
Halbzwerghybride PR 45D01	43,7 b	6,1	4,6 b	215,2 ab
Halbzwerghybride „Stamm“	45,0 b	5,9	4,7 b	215,2 ab

¹ ohne Wachstumsreglereinsatz; ² BBCH 12; ³ BBCH 14-16

Tab. 2: Samenertrag¹ [dt/ha] im Erntejahr 2007

Genotyp	Wachstumsreglereinsatz ohne	Wachstumsreglereinsatz mit	Mittel	
			dt/ha	rel.
Zwerghybride	26,4	27,2 (rel. 103) ²	26,8 b	100
Normalstrophhybride	28,3	30,8 (rel. 109)	29,6 a	110
Halbzwerghybride PR 45D01	26,2	33,7 (rel. 129)	30,0 a	112
Halbzwerghybride „Stamm“	25,4	28,0 (rel. 110)	26,7 b	100

¹ TS-Gehalt 91 %; ² Bezugsbasis entsprechender Genotyp ohne Wachstumsreglereinsatz



Abb. 8: Wuchshöhenunterschiede zwischen Zwergform und Normalstrohhybride zur Reife (19.06.2007)

reduzierter Bestäubung ausgelöst wurde. Trotz günstiger Bestandesmerkmale lag das Ertragsniveau 2007 infolge ausbleibender Niederschläge und der damit verbundenen stark negativen klimatischen Wasserbilanz im April des Jahres (Abb. 2) weit unter den langjährigen Erwartungswerten. Unter diesen Bedingungen schnitten ertraglich die Normalstrohhybride und die Halbzweig-Hybride PR45D01 besonders vorteilhaft ab (Tab. 2). Dieser Trend wurde im Erntejahr 2008 bei einem mehr als doppelt so hohen Erntertrag tendenziell bestätigt.

Bemerkenswert war die ertragssteigernde Wirkung durch das Azolfungizid Folicur®, die sich vor allem bei der Normalstrohhybride, aber auch den Halbzweig-Hybriden bemerkbar machte. Die zwergwüchsige Inzuchlinie reagierte dagegen im Ertrag nicht auf die Folicur®-Anwendung.

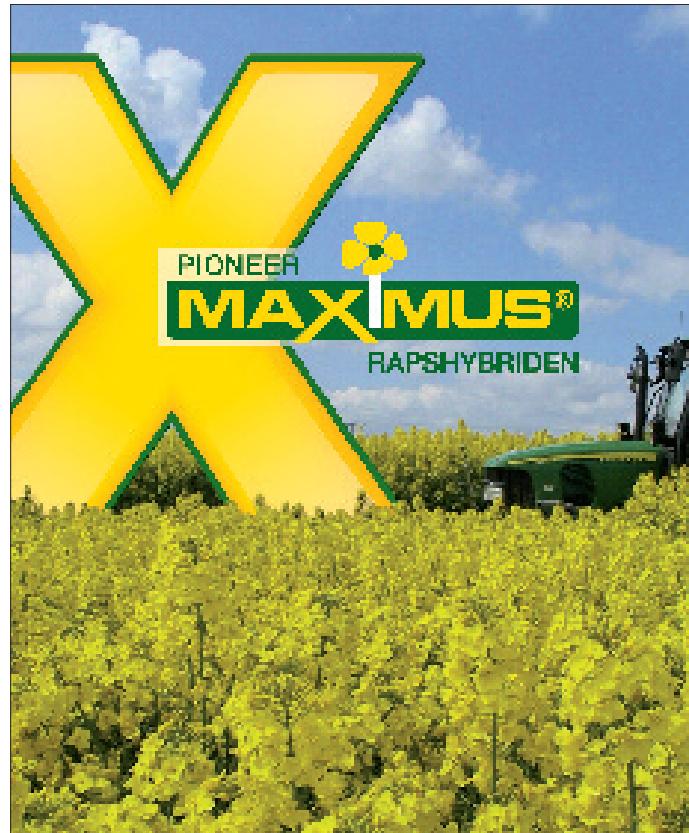
Diese Feststellung traf allgemein auch auf die Sameninhaltsstoffe im Erntejahr 2007 zu. Hier war der Ölgehalt bei der Zwergform am geringsten (Tab. 3). Die Normalstrohhybride brachte da deutlich höhere Ölgehalte, aber auch verminderte Ölsäure- und Proteingehalte. Die Halbzweige zeichneten sich durch stark verminderte Glucosinolatgehalte und ähnlich hohe Ölgehalte wie die Normalstrohhybride aus. Der Ölsäuregehalt entsprach dagegen den günstigen Werten bei der Zwerg-Inzuchlinie.

Fazit

Die züchterische Verkürzung der Sprossachse führte bei den untersuchten Halbzweig-Hybriden zu keiner Beeinträchtigung des Wurzeltriebwachstums. Die Halbzweig-Hybriden zeichneten sich vielmehr durch eine zügige Wurzelentwicklung aus und erreichten vor Wintereintritt (Ende November) im Vergleich zu dem echten Zwerg und sogar gegenüber der Normalstrohhybride die größeren Durchwurzelungstiefen. Sie wiesen geringe Glucosinolatgehalte auf und waren durch hohe Ölgehalte charakterisiert, die denen der Normalstrohhybride entsprachen. Die Halbzweig-Hybride PR45D01 bachtete dabei vergleichbare Samenerträge wie die normalstrohwüchsige Referenzhybride.

Folicur® ist eine eingetragene Marke der Bayer AG

Susanne Holter, Dr. Bodo Hofmann und Prof. Dr. Olaf Christen
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Telefon: 0345 5522650
Telefax: 0345 5527023
E-Mail: bodo.hofmann@landw.uni-halle.de



Die X-tra Klasse im Rapsanbau.

Die MAXIMUS® Halbzweig-Hybriden von Pioneer bieten mit ihrem kompakten Wuchstyp einzigartige Vorteile im Anbau und bei der Ernte:

- X-tra hohe Praxiserträge!**
- X-tra leichter Drusch!**
- X-tra standfest!**
- X-tra kräftige Wurzeln!**
- X-tra winterhart!**

Willkommen in der MAXIMUS® Klasse.

PR45D01 | PR45D03 | PR45D04 | PR45D05 | PR44D06

Pioneer Hi-Bred Northern Europe
Sales Division GmbH
Hotline: 01 80/3 25 25 74
www.pioneer.com/de



PIONEER
A DUPONT COMPANY

® Weltweit eingetragenes oder beantragtes Warenzeichen der Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des Moines, Iowa, USA