

# **Umfassende Ergebnisse zur Differenzierung des Merkmals Jugendentwicklung von Deutschem Weidelgras, Wiesenschwingel und deren Hybriden**

Lunenberg, T.<sup>1</sup>, Hartmann, S.<sup>1</sup> & Friedt, W.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, IPZ4b, Freising

tatjanalunenberg@gmail.com,

<sup>2</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen, IFZ

## **Einleitung und Problemstellung**

Das Projekt „Erweiterung der nutzbaren Diversität im Bayerischen Genpool bei Wiesenschwingel zur Übertragung relevanter Merkmale aus Deutschem Weidelgras sowie Bildung eines eigenständigen Festulolium-Genpools“ dient der Erweiterung der genetischen Variabilität bei der Art Wiesenschwingel (WSC) bezüglich der Merkmale „Jugendentwicklung“ und „Vielschnittverträglichkeit in Grasnarben“ (⇒ Nachtriebsvermögen). Da die Variabilität im aktuellen Genpool zu gering ist, wurde der Wiesenschwingel durch die heute in der Regel höheren Nutzungsintensitäten aus seiner im bayerischen Grünland prägenden Stellung verdrängt (HEINZ und KUHN, 2008; BUNDESSORTEN-AMT, 2011). Das Deutsche Weidelgras (WD) hebt sich durch rasche und sichere Jugendentwicklung, gute Bestockungsfähigkeit und hohe Konkurrenzkraft von anderen Gräsern ab. Beide Arten gelten jedoch als wertvolle Futtergräser (DIE LANDWIRTSCHAFT, 1998; KLAPP, 1965).

Zur Übertragung der dargestellten Merkmale wurde die Gattungsbastardisierung verwendet. Die daraus entstandenen Festulolium-Pflanzen (WD x WSC, FEL), wurden mit WSC rückgekreuzt, um die gewünschten Merkmale von WD in WSC zu transferieren. Hervorzuheben ist die ausschließliche Verwendung von diploidem Material.

Um das Projektziel zu erreichen, benötigt man eine effiziente Selektionsmethode, um die genotypischen Unterschiede bezüglich des Merkmals „Jugendentwicklung“ möglichst einfach und früh zu detektieren.

Da das vorliegende Festulolium-Saatgut sehr arbeitsaufwändig gewonnen wurde und daher nur in geringen Mengen vorlag, wurde die im folgendem dargestellte Methodenentwicklung mit zugelassenen Sorten von Wiesenschwingel und Deutschem Weidelgras durchgeführt. Aufgrund des häufig degenerierten bis nicht existenten Endosperms ist die Keimfähigkeit des Projektmaterials im Vergleich mit üblichen Saatgut oft schlecht.

Es wurden mehrere Versuche durchgeführt, die dazu dienten den Einfluss von Sorte, Alter, Tausendkorngewicht und Temperatur auf die Jugendentwicklung von Deutschem Weidelgras und Wiesenschwingel zu evaluieren. In drei Versuchen konnte auch Saatgut von Hybriden aus Kreuzungen zwischen Deutschem Weidelgras und Wiesenschwingel getestet werden. Im Folgenden ist ein Auszug der Versuche dargestellt.

## **Material und Methoden**

Während der Projektlaufzeit wurden mehrere Versuche zur Jugendentwicklung (Juwi) durchgeführt. Vorversuche wurden genutzt um die technischen Gegebenheiten anzupassen. Um die Wachstumsschnelligkeit zu erfassen, wurden Rahmen gebaut, die auf 4 verschiedenen Höhen (Stufe1: 10 cm, Stufe2: 13 cm, Stufe3: 17 cm, Stufe4: 21 cm) mit Netzen bespannt waren. Des Weiteren wurde das Auflaufen (BBCH 09), das Erscheinen der Blätter sowie des ersten Bestockungstriebes erfasst. Im Laufe der Versuchsreihe wurde auf die Bonitur der Blätter verzichtet und nur noch das Erscheinen des 1. Bestockungstriebes (BBCH 21) erfasst. Als Substrat wurde wie in allen Versuchen Anzuchterde der Firma Floraton mit Sand gemischt (Verhältnis 70l:10l). Die Karyopsen der einzelnen Sorten wurden in Reihen gesät, mit je 11 Pflanzen pro Reihe. Jede Schale fasste 7 Reihen, wovon 2 Reihen als Rand dienten und nicht mit in die Verrechnung einfließen; als Rand diente Saatgut der Sorte Niata. Das Saatgut der F<sub>1</sub>- und BC<sub>1</sub>-Pflanzen wurde großflächig ausgestreut, da die Keimfähigkeit als sehr gering einzustufen war. Getestet werden konnten das

Saatgut von ausgewählten Einzelpflanzen des Kreuzungserfolgs 2007 bis 2009 aus dem Erntejahr 2012 sowie das gesamte Saatgut der erfolgreichen Kreuzung 2011 (302 Mutterpflanzen) im Erntejahr 2013. Der Versuchsaufbau war im Falle des FEL-Saatgutes ein unwiederholtes Blockdesign, im Falle der Sorten ein wiederholtes Blockdesign. Zur Verrechnung wurden das Statistikprogramm R (R CORE, 2014) und das Package *agricolae* (MENDIBURU, 2014) verwendet.

Die Versuche hatten unterschiedliche Versuchsfragen:

- Welches Merkmal unterscheidet die Sorten WD und WSC bezüglich der Jugendentwicklung?
- Welchen Einfluss hat die Sorte der jeweiligen Art?
- Welchen Einfluss hat die Umgebungstemperatur?
- Wie verhält sich das Saatgut von F<sub>1</sub>-Hybriden bzw. die daraus entstanden Pflanzen im Vergleich zu WD und WSC?

## Ergebnisse und Diskussion

### Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Jugendentwicklung

Ziel dieses Versuchs war es den Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Jugendentwicklung zu erfassen. Dazu wurden Prüfglieder der Sorten Cosmolit und Weigra aus jeweils zwei unterschiedlichen Erntejahren eingelegt und bei zwei verschiedenen Temperaturstufen angezogen: eingestellt wurden die zwei Kojen auf 9°C und 19°C. Obwohl der Versuch im Frühjahr 2013 durchgeführt wurde, konnten diese Temperaturen nicht gehalten werden. Im Mittel wurden daher 15°C und 19°C erreicht. Spitzenwerte in der „warmen“ Koje lagen bei 29°C in der kühleren Koje bei 26°C. Die Temperaturunterschiede waren demnach zum einen geringer und zum anderen eher warm oder wärmer. Folgendes Modell wurde zugrundegelegt:

$$y = \mu + \text{Prüfglied} + \text{Temperatur} + \text{Prüfglied} * \text{Temperatur} + \text{Block} + \varepsilon$$

Die Keimdauer war tendenziell bei den Pflanzen in höherer Umgebungstemperatur kürzer (Abb. 1). Es gab Überschneidungen zwischen Cosmolit bei wärmerer und Weigra\_2008 bei kühlerer Temperatur. „Weigra\_2008 warm“ war die Variante, die sich am schnellsten entwickelte, während „Cosmolit\_2008 kalt“ die langsamste war. Der Zeitraum vom Auflaufen bis zur Bestockung wurde mehr von der Sorte als von der Temperatur beeinflusst (Abb. 2). Weigra erreichte auch bei kühlerer Temperatur BBCH 21 schneller. Das Längenwachstum wurde bei den Zeiträumen BBCH 09 bis Stufe3 und Stufe4 mehr von der Temperatur als von der Sorte beeinflusst.

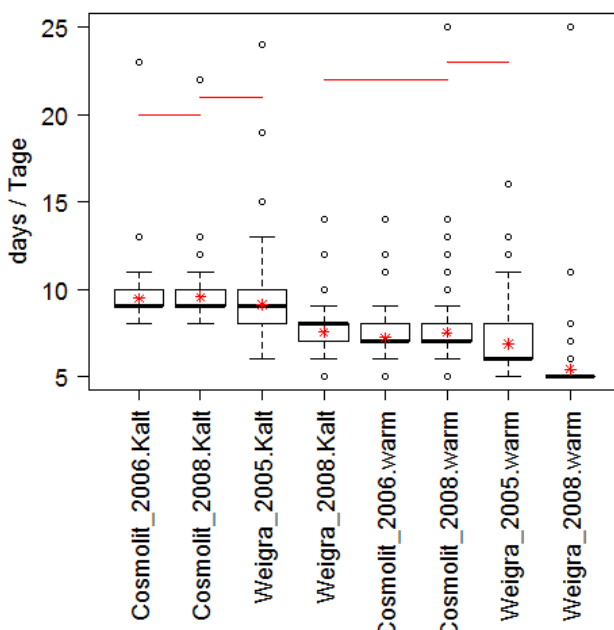


Abb. 1: Versuch Juwi 4 - Einlegen bis Auflaufen; Sorten mit Temperaturstufen. Boxplots unterhalb der gleichen roten Linie sind nicht signifikant verschieden (LSD test,  $p < 0,05$ ).

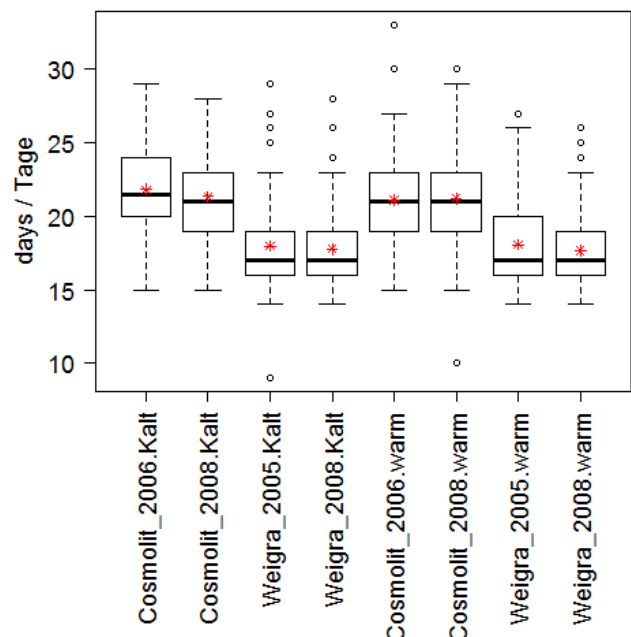


Abb. 2: Versuch Juwi 4 - Auflaufen bis Bestockung; Sorten und jeweilige Temperaturstufen.

### **Einfluss der Sorte auf die Jugendentwicklung**

Für dieses Experiment wurden sieben WSC-Sorten und 13 WD-Sorten bezüglich der Boniturnoten des Bundessortenamtes für Massenbildung in der Anfangsentwicklung und Zeitpunkt Ährenschieben, die im gleichen Jahr (2009) in den Lagerbestand der LfL aufgenommen worden waren und somit vom gleichen Erntejahr auszugehen war, ausgewählt. Hinzu kam das Saatgut von 36 F<sub>1</sub> Hybriden aus dem Erntejahr 2012; somit wurden zum ersten Mal Hybriden in dem Versuch getestet. Die aufgelaufenen Pflanzen wurden anhand von AFLP-Markern genetisch untersucht. 42 Pflanzen konnten als Rückkreuzungen (BC) verifiziert werden. Der Versuch wurde auf der Basis des Modells  $y=\mu+\text{Prüfglied}+\text{Block}+\epsilon$  verrechnet.

Die WD- und WSC-Sorten entwickelten sich ähnlich. Es gab immer WSC-Sorten, die ebenso schnell waren wie WD-Sorten. Die Sorte Cosmolit lief genauso schnell auf wie Rodrigo, Liherold war noch ebenso schnell wie Ivana. Die WSC-Sorten Laura und Barvital waren die letzten die auf-liefen, aber nicht signifikant langsamer als die WD Sorte Respect. Letztere Sorte und die Sorte Hansi waren innerhalb WD die spätesten. Im Allgemeinen waren die WD-Sorten jedoch schneller als die WSC-Sorten. Mit dem Beginn der Bestockung wurden die Unterschiede zwischen den WD und WSC Sorten deutlicher. Eine klare Abgrenzung war jedoch nicht möglich (Tab. 1).

Tab. 1: Keimdauer und Zeitraum vom Auflaufen bis zur Bestockung der zugelassenen Sorten; gleiche Buchstaben zeigen nicht signifikante Unterschiede.  $p<0,05$ .

<b>Art</b>	<b>Sorte</b>	<b>Keimdauer (Mittelwert Tage)</b>	<b>Art</b>	<b>Sorte</b>	<b>Auflaufen bis Be- stockung (Mittel- wert Tage)</b>
WSC	Laura	19.00 <sup>a</sup>	WSC	Laura	45.25 <sup>a</sup>
WSC	Barvital	18.04 <sup>a</sup>	WSC	Kolumbus	43.78 <sup>a</sup>
WD	Respect	17.31 <sup>ab</sup>	WSC	Cosmolit	41.51 <sup>a</sup>
WD	Hansi	16.2 <sup>bc</sup>	WSC	Barvital	40.45 <sup>ab</sup>
WSC	Pradel	15.02 <sup>cd</sup>	WSC	Preval	39.75 <sup>ab</sup>
WSC	Kolumbus	13.14 <sup>de</sup>	WD	Arabella	39.23 <sup>ab</sup>
WD	Niata	11.95 <sup>e</sup>	WSC	Pradel	37.20 <sup>abc</sup>
WD	Kabota	11.4 <sup>ef</sup>	WD	Aberavon	35.84 <sup>abc</sup>
WD	Aberavon	9.74 <sup>fg</sup>	WSC	Liherold	35.42 <sup>abc</sup>
WSC	Preval	9.08 <sup>gh</sup>	WD	Weigra	35.19 <sup>abc</sup>
WD	Arabella	9.07 <sup>gh</sup>	WD	Matiz	33.97 <sup>abc</sup>
WD	Marika	8.85 <sup>ghi</sup>	WD	Niata	33.86 <sup>abc</sup>
WD	Matiz	8.69 <sup>ghij</sup>	WD	Respect	33.78 <sup>abc</sup>
WSC	Liherold	8.48 <sup>ghij</sup>	WD	Hansi	33.72 <sup>abc</sup>
WSC	Cosmolit	8.02 <sup>hijk</sup>	WD	Animo	32.95 <sup>bc</sup>
WD	Weigra	7.55 <sup>hijk</sup>	WD	Ivana	32.86 <sup>bc</sup>
WD	Arolus	7.25 <sup>ijk</sup>	WD	Marika	32.02 <sup>c</sup>
WD	Animo	7.13 <sup>jk</sup>	WD	Arolus	31.64 <sup>c</sup>
WD	Ivana	7.09 <sup>jk</sup>	WD	Kabota	30.90 <sup>c</sup>
WD	Rodrigo	6.57 <sup>k</sup>	WD	Rodrigo	27.89 <sup>c</sup>

### **Einfluss des Tausendkorngewichts auf die Jugendentwicklung**

Für die Auswertung des Sortenversuches wurde folgendes Modell zugrunde gelegt:  $y=\mu+\text{Prüfglied}+\text{Block}+\epsilon$ .

Das Saatgut der Sorten wurde mit Hilfe eines Siebs in zwei unterschiedliche Chargen unterteilt und das Tausendkorngewicht (TKG) bestimmt (Tab. 2). Das TKG schien auf die Keimdauer nur einen geringen Effekt zu haben, da zwischen den Varianten groß/klein keine Unterschiede identifiziert werden konnten. Allerdings war es auch nicht möglich WD- von WSC-Prüfgliedern zu unterscheiden (Abb. 3). Beim Zeitraum Auflaufen bis Bestockung gab es sowohl signifikante Unterschiede zwischen den zwei verschiedenen TKG der einzelnen Prüfglieder (Ivana2010/1groß bestockte schneller als Ivana2010/1klein) als auch eine klare Grenze zwischen WD- und WSC-Prüfgliedern (Abb. 4).

Tab. 2: Durchschnittliches Tausendkorn-  
gewicht (TKG) der Prüfglieder des Sorten-  
versuchs Juwi 8.

Name	TKG Ø [g]
Cosima2012groß	1.71
Cosima2012klein	1.35
Cosmolit2012/2groß	2.25
Cosmolit2012/2klein	1.66
Ivana2010/1groß	2.46
Ivana2010/1klein	1.88
Weigra2008groß	2.10
Weigra2008klein	1.65

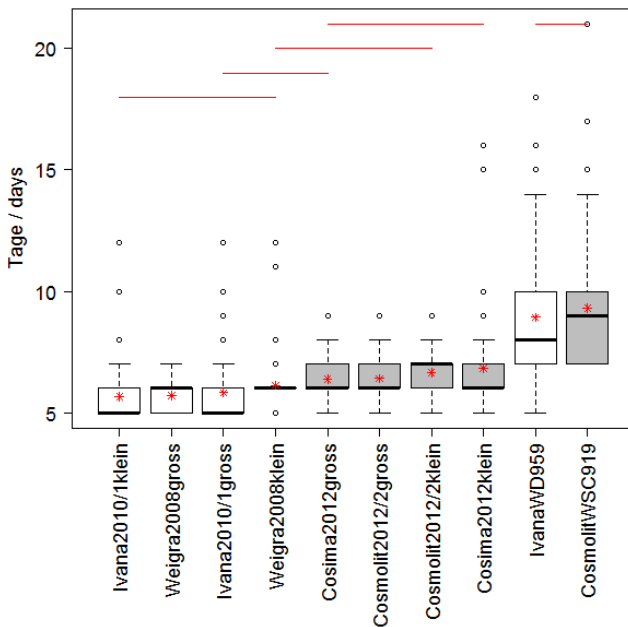


Abb. 3: Versuch Juwi 8 - Keimdauer. Prüfglieder unter der gleichen Linie unterscheiden sich nicht signifikant (LSD test,  $p < 0,05$ ).

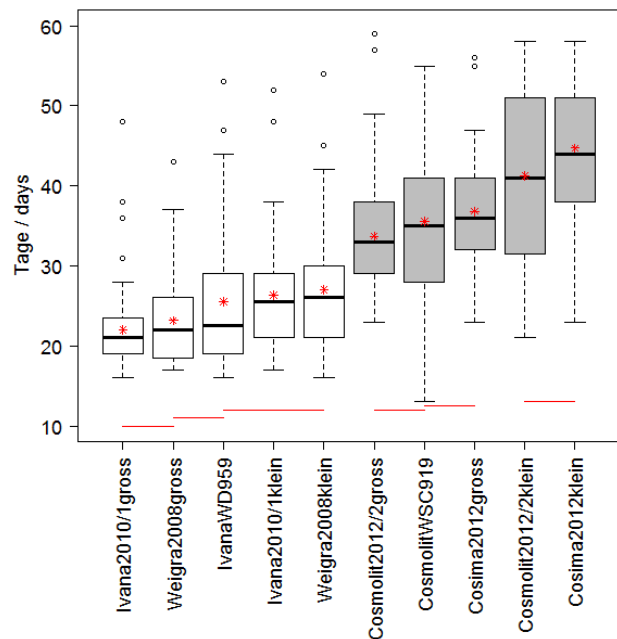


Abb. 4: Versuch Juwi 8 - Dauer vom Auflaufen bis zur Bestockung. Prüfglieder über der gleichen Linie sind nicht signifikant verschieden (LSD test,  $p < 0,05$ ).

### Vergleich des Festulium (FEL) Saatguts mit WD- und WSC-Sorten

In drei Versuchen konnte auch das Saatgut von  $F_1$  und  $BC_1$  Pflanzen getestet werden. Bei diesem Saatgut handelte es sich somit um potentielle  $BC_1$ - (1. Rückkreuzungsgeneration) und  $BC_2$ - (2. Rückkreuzungsgeneration) Pflanzen. Zum Teil konnten die Pflanzen genetisch verifiziert werden. In den anderen Fällen wurden bezüglich der Blattanlage selektiert. Gerollte Blattanlagen sind ein geeignetes Merkmal zur Bestimmung von WSC. Potentielle  $BC_1$ - und  $BC_2$ -Pflanzen, die dieses Merkmal aufwiesen wurden mit WD und WSC verglichen. Die Abb. 5, 6 und 7 zeigen die FEL Pflanzen jeweils im Vergleich zu den Arten WD und WSC. Die FEL-Pflanzen bewegten sich bezüglich der Zeit zum Bestocken zwischen WD und WSC. In Juwi 6 (Abb. 5) konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen  $FELBC_1$  und WSC festgestellt werden. In Juwi 7 (Abb. 6) unterschieden sich die  $BC$ -Generationen nicht von WD, waren aber signifikant schneller als WSC. In Juwi 8 (Abb. 7) unterschied sich die  $BC_2$ -Generation nicht von WSC, während die  $BC_1$ -Generation sich nicht von WD unterschied. Ein positiver Effekt der Kreuzungen war somit zu erkennen. Auch ist die hohe Variabilität der  $BC$  Generationen gut erkennbar. Die  $BC_2$  Pflanzen waren im Vergleich zu den  $BC_1$  Pflanzen wiederum etwas langsamer.

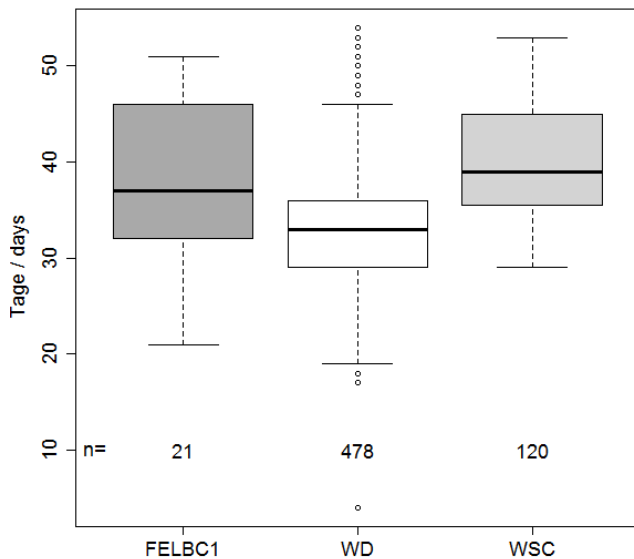


Abb. 5: Versuch Juwi 6 - Auflaufen bis Bestockung. Vergleich der Arten. Nur verifizierte BC<sub>1</sub> Pflanzen.

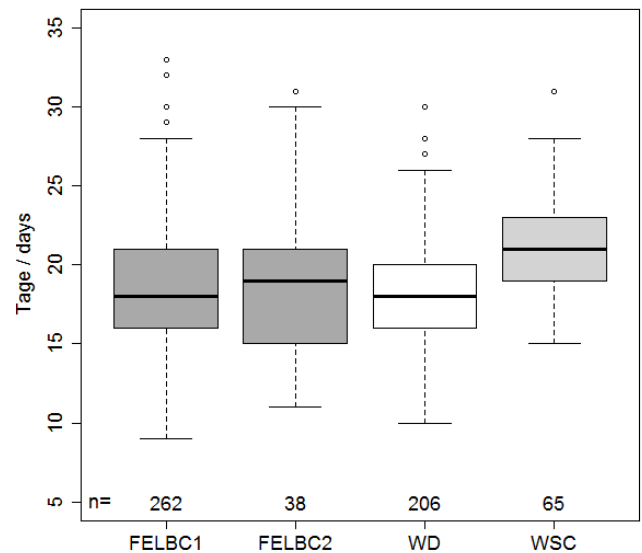


Abb. 6: Versuch Juwi 7 - Auflaufen bis Bestockung. Vergleich der Arten. Nur FEL Pflanzen mit gerollten Blättern.

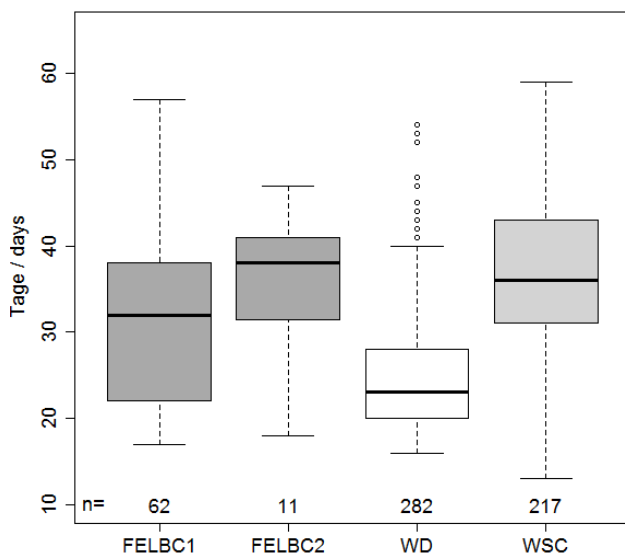


Abb. 7: Versuch Juwi 8 - Auflaufen bis Bestockung. Vergleich der Arten, nur FEL-Pflanzen mit gerollten Blättern.

### Schlussfolgerungen

Die beschriebenen Versuche zeigen, dass sich die Arten WD und WSC vor allem bzgl. der Geschwindigkeit bei der Bildung des ersten Bestockungstriebes unterschieden und von Umwelteinflüssen, wie vom Alter des Saatgutes weniger beeinflusst wurden als andere Merkmale. Hinsichtlich dieses Merkmals wurden die FEL-Pflanzen mit WD und WSC verglichen und ein Kreuzungseffekt im Vergleich der FEL-Pflanzen mit WSC war erkennbar. Bei der Selektion der Pflanzen musste zusätzlich darauf geachtet werden, dass das Längenwachstum ebenfalls zügig vonstatten ging. Grund hierfür war, dass es auch degenerierte Pflanzen gab, die zwar schnell zur Bestockung neigten, aber im Längenwachstum zurückblieben und nur die erste Stufe oder zweite Stufe erreichten. Die Anwendbarkeit der entwickelten Methodik konnte in mehreren Versuchen bestätigt werden. In dem erstellten Kreuzungsmaterial sind Hybridisierungseffekte deutlich erkennbar.

## Literatur

- BUNDESSORTENAMT (2011): Beschreibende Sortenliste, Futtergräser, Esparsette, Klee, Luzerne. S. 29ff.
- DIE LANDWIRTSCHAFT (1998): Pflanzliche Erzeugung, Band I. BLV Verlagsgesellschaft mbH, München. S. 486 – 488.
- HEINZ, S. und KUHN, G. (2008): 20 Jahre Bodendauerbeobachtung in Bayern. Teil 2: Vegetation auf Äckern und Grünland. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft. ISSN 1611-4159.
- KLAPP, E. (1965): Taschenbuch der Gräser. Paul Parey. Berlin und Hamburg. S. 227.
- MENDIBURU, F. DE (2014): AGRICOLAE: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.2-0. <http://CRAN.R-project.org/package=agricolae>.
- R CORE TEAM (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.