



Hochschule Neubrandenburg  
University of Applied Sciences

## **Bachelorarbeit**

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaft

Prof. Dr. Große Hokamp

Dipl.-Ing. agr. Sabine Schulze

**Phänotypisierung von M2-Pflanzen aus mutagen behandeltem  
Einjährigen Weidelgras zur Bereitstellung an  
Materialinformationen für die weitere züchterische  
Verwendung**

Von

Miao Zhou

Mai 2010

## **Danksagung**

Hiermit möchte ich mich bei allen, die mich bei der Anfertigung meiner Bachelorarbeit unterstützt haben, recht herzlich bedanken.

Meine Besonderer Dank geht an das Landwirtschaftsbetrieb Saatzucht Steinach Station Bornhof, sowie an unsere Betreuer, prof. Dr. Große Hokamp, Gräserzüchtungsleiterin Sabine Schulze, und Dipl.-Ing. agr. Bernd Schulze.

Außerdem danke ich Gabriele Haack für ihre Hilfe, sowie Dipl.-Ing. Ines Wawra von der Hochschule Neubrandenburg für ihr Engagement.

九月筑場圃，十月納禾稼。  
黍稷重華，禾麻菽麥。  
嗟我農夫，我稼既同，  
上入執事功。  
晝爾于茅，宵爾索陶，  
亟其乘屋，其始播百谷。

— 詩經 豳風 七月

## **Inhaltverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>5</b>
2.1	Literaturrecherche zur Botanik.....	5
2.2	ackerbaulichen Gesichtspunkte.....	5
2.3	genetischer Hintergrund der Samenbildung .....	7
<b>3</b>	<b>Material, Methoden und Versuchsbeschreibung.....</b>	<b>8</b>
3.1	Auswahl des Pflanzenmaterial .....	8
3.2	Beschreibung der EMS-Mutagenese und erste züchterische Arbeiten am mutagen behandelten Material .....	9
3.3	Beschreibung der Zuchtmethodik .....	11
3.4	Beschreibung des Feldversuchs .....	11
3.5	Durchführung der Bonituren.....	14
<b>4</b>	<b>Auswertung.....</b>	<b>17</b>
4.1	Statistik .....	17
4.2	Ergebnisse.....	18
4.2.1	Typ .....	18
4.2.2	Ähre .....	19
4.2.3	Ährchen .....	21
4.2.4	Länge .....	23
4.2.5	Knoten .....	24
4.2.6	Anthozyanfarbe .....	26
4.2.7	Entwicklungsstadium .....	27
4.2.8	Gesundheit.....	28
4.2.9	Wuchsform .....	30
4.2.10	Standfestigkeit.....	31
4.2.11	Blattbreite.....	32
4.2.12	Ausfallfestigkeit nach einzelne Merkmalsausprägung .....	34
<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>35</b>
5.1	EMS-Behandlung .....	35
5.2	Merkmalsausprägungen .....	36
5.3	Ausfallfestigkeit.....	39
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>Abkürzungen .....</b>	<b>42</b>

<b>8</b>	<b>Verzeichnisse .....</b>	<b>43</b>
8.1	Literaturverzeichnis.....	43
8.2	Abbildungsverzeichnis.....	45
8.3	Tabellenverzeichnis.....	46
<b>9</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>47</b>
9.1	Statistische Berechnungen mit Chi-Quadrat-Test .....	47
9.2	<b>phänotypische Merkmalsausprägungen aus mutagen behandeltem Einjährige Weidelgras .....</b>	<b>53</b>
9.2.1	Pflanzentypen.....	53
9.2.2	Ähre .....	54
9.2.2.1	verzweigte Ähre.....	54
9.2.2.2	kompakte und missgebildete Ähre.....	55
9.2.3	Antozyanfarbe.....	56
9.2.4	Schwarzrost.....	56
9.2.5	Wuchsform.....	57
9.2.6	starke geänderte Typen aus mutagene Behandlung .....	57
9.3	Häufigkeitsverteilung der Parzellen je nach der Merkmalsausprägung .....	58

## 1 Einleitung

Die Gräser der Gattung *Lolium* haben in der Landwirtschaft eine bedeutende Rolle als Futter- und Rasengräser erlangt. Bei drohender Futterknappheit werden neue Sorten der *Lolium*-Gräser zur Verbesserung der Futterqualität, Krankheitsresistenz und -Toleranz nachgefragt.

Das Deutsche Weidelgras (*Lolium perenne* L.), das Welsche Weidelgras (*Lolium multiflorum* LAM.) und das Einjährige Weidelgras (*Lolium multiflorum* Lam. Var. *Westerwoldicum*) sind aufgrund der hohen Verdaulichkeit bei gleichzeitig hohem Nährwert die wichtigsten Gräser der Gattung *Lolium* für die Grünfüttererzeugung.

Das Einjährige Weidelgras (*Lolium multiflorum* Lam. Var. *Westerwoldicum*), die kurzlebige Unterart des Welschen Weidelgrases, hat als Zwischenfruchtart aufgrund der hohen Verdaulichkeit bei gleichzeitig hohem Nährwert für die Futterproduktion eine annähernde hohe Bedeutung wie das Welsche Weidelgras. In milden Klimatalagen ist es auch einjährig überwinternd. Es ist sehr schnellwüchsig und unter günstigen Bedingungen nach 6-8 Wochen schnittreif. Die neuen Zuchtformen sind vielfältig von sehr schnell bis verhalten im Wuchs und einschnittig bis mehrschnittig.

Das Einjährige Weidelgras (*Lolium multiflorum* Lam. Var. *westerwoldicum*) ist als Zwischenfrucht nach Getreide sehr gut geeignet. Mit dem Einjährigen Weidelgras die Gewinnspannen in der tierischen Veredlung spürbar verbessert werden. Gleichzeitig erhöht diese Art den Humusgehalt der Böden für Grünland und stabilisiert die Bodengare.

Die Zuchtziele, nach dem Verwendungszweck, sind ein hoher Grünmasse-Ertrag und Trockenmasse-Ertrag, eine verbesserte Krankheitsresistenz und Toleranz gegenüber Umwelteinflüssen. Die Gräserzüchtung ist besonders interessant für Züchter zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Saatgutproduktion und der Samenerträge.

In der Vergangenheit gab es schon viele Versuche mit unterschiedlichen Methoden zur Verbesserung der Ausfallfestigkeit des Getreidesaatguts, aber die Züchtung auf Samenertrag bei den Weidelgräsern wurde bisher nur wenig beachtet (Griffiths, 1965; Elgersma, 1985). Die Nachfrage nach *Lolium*-Gräsern als wichtige Kultur- und Futtergräser aufgrund der guten Grünmasseerträge und Nährstoffe, steigt auf dem landwirtschaftlichen Markt immer mehr.

Ein Zuchtmerkmal, das nicht unmittelbar für den Futterwert jedoch für die Vermarktung der Sorte von hoher Bedeutung ist die Leistungsfähigkeit in der Saatgutproduktion. Das Ausfallrisiko des Saatguts kann einen großen Ertragverlust und wirtschaftliche Einbußen verursachen. Neben dem Genotyp beeinflussen die Wachstumsfaktoren (Standort, Standweite, Klima, Düngung, Aussaatzeitpunkt und Erntetermin) den Samenertrag.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Phänotypisierung von Einjährigem Weidelgras, das sich nach mutagener Behandlung ausfallfest zeigte, durchgeführt. Das bedeutet, dass die äußerlich sichtbaren Merkmale (der Phänotyp) der Nachkommenschaften von mutagen behandeltem Pflanzenmaterial charakterisiert werden.

#### **Es ergeben sich die folgenden Aufgaben:**

1. Bonituren jeder Pflanze einer Nachkommenschaft ( $M_2$ -Pflanzen), Beobachtung der Variabilität der Merkmalausprägungen in den einzelnen Parzellen.
2. Selektion der ausfallfesten  $M_2$ -Pflanzen innerhalb der unter 1. genannten Aufgabe von mutagen behandeltem Saatgut des Einjährigen Weidelgrases.
3. Statistische Auswertung der Boniturdaten: Untersuchung der Abhängigkeit der Merkmale untereinander, Überprüfung der Signifikanz, sowie Erfassung potentieller Informationsqualität

Mit den gewonnenen Ergebnissen wurde genau definiertes Material für die weitere züchterische Bearbeitung bereitgestellt, z.B. zur Verwendung in Projekten zur umfassenden Untersuchung der Ausfallfestigkeit bei Gräsern.

## **2 Literatur**

### **2.1 Literaturrecherche zur Botanik**

Weidelgräser (*Lolium ssp.*) gehören zur Familie der Poaceae, Subfamilie Pooideae, Tribus Poeae (<http://de.wikipedia.org/wiki/Weidelgras>). In der Gattung *Lolium* werden einjährige und ausdauernde Arten zusammengefasst, von denen besonders das Deutsche Weidelgras (*Lolium perenne L.*), das Welsche Weidelgras (*Lolium multiflorum LAM.*) und das Einjährige Weidelgras (*Lolium multiflorum LAM. Var. Westerwoldicum*) landwirtschaftlich genutzt und züchterisch bearbeitet werden. Das Einjährige Weidelgras (*Lolium multiflorum Lam. Var. Westerwoldicum*) wird als Unterart des Welschen Weidelgrases (*L. multiflorum LAM.*) betrachtet.

Einjährige Weidelgras ist ein hellgrünes, büschelig oder mit einzelnen Halmen wachsendes Gras. Die Halme werden 25-90 cm hoch. Das Blatt ist in der Knospenlage gerollt. Der Blütenstand ist eine unterbrochene echte Ähre. Die Ähre ist 10-45 cm lang, ihre Hauptachse geschlängelt. Die Ährchen sind 5-24-blütig, ohne die Grannen 8-30 mm lang, seitlich zusammengedrückt. Die Blütezeit in Mitteleuropa liegt zwischen Juni und August.

### **2.2 ackerbaulichen Gesichtspunkte**

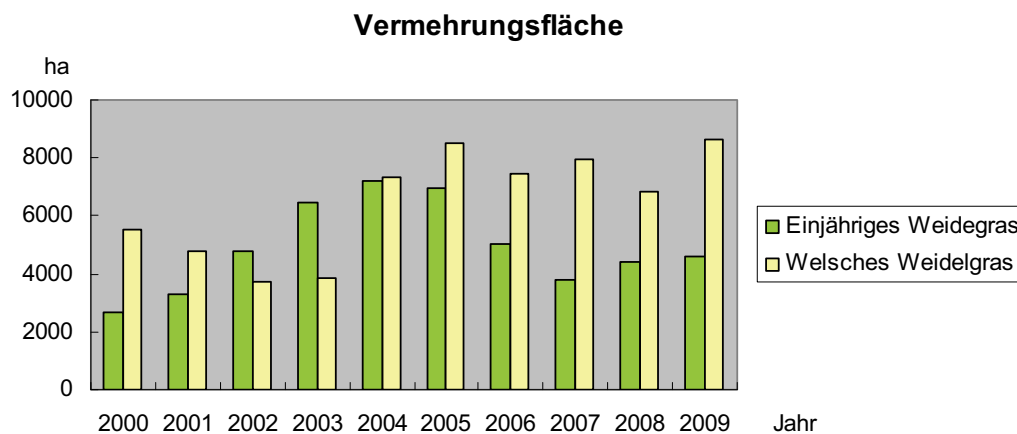
Einjährige Weidelgras bevorzugt mildes Klima und wächst am besten in Mediterrangebieten. Es ist empfindlich gegen strenge Kälte und lange Schneebedeckungen und anfällig für Schneeschimmel und andere Pilze, wenn es zu üppig entwickelt in den Winter kommt. Die wird ganz besonders durch Düngung



gefördert. Durch ihre zahlreichen Wurzelfasern nimmt sie Nährstoffe besonders schnell auf.

Die Saatgutproduktion der *Lolium*-Arten erfolgt in klimatisch besonders geeigneten Regionen in Europa. Auch in Deutschland wird Vorstufen- und Basissaatgut ca. 5000 ha Vermehrungsfläche im durchschnittlich der Jahr produziert (Beckmann, K. Lellbach, H. Wehling, P. 2008). durchschnittliche Vermehrungsflächen in Deutschland im Jahr 2000 ~ 2009 5042ha Einjähriges Weidelgras, und 6287ha Welches Weidelgras.

**Abbildung 1: Vermehrungsflächen in Deutschland (Abgaben in ha)**



Als einjährige Hauptfutterpflanze bringt das Einjährige Weidelgras auf feuchteren Böden bei hoher N-Düngung und früher Ansaat vier volle Schnitte. Erträge bis zu 100 dt Trockensubstanz/ha und 20dt Rohprotein sind erreichbar (Petersen, 1988). Als Stoppelsaat im Sommerzwischenfruchtbaue erbringt eine Saatstärke von 40-50kg/ha bei N-Düngung von 80-100kg/ha, 30-40dt/ha Trockenmasseertrag und 15-25dt/ha Wurzeltrockenmasse. Für Futterproduktion und Gründüngung ergibt sich bei einer N-Gabe von 30-50kg/ha ein Trockenmasseertrag von 15-25dt/ha. Erträge bis zu 100dt Trockensubstanz/ha und 20dt Rohprotein sind bei gemeinsamem Anbau mit Welschem Weidelgras zu etwa gleichen Teilen erreichbar. Auf leichten, nicht mehr kleefähigen Böden im Ende Mai/Anfang Juni angesät, bei einer N-Düngung von

100kg/ha bringt Wickgrasgemenge Erträge bis zu 100dt Trockensubstanz/ha (AID 1991). Im Samenbau die durchschnittlichen Erträge als Stoppelgras liegen bei 17dt/ha und bei mehrschnittiger Nutzung bei 13,5dt/ha (AID, 1995).

Die Saatgutanbaufläche für Einjähriges Weidelgras lag 1998/99 in der EU bei etwa 43.000 ha, in Deutschland bei etwa 15.700 ha. Die Saatguterträge lagen 1998/99 EU-weit bei etwa 479.000 dt, in Deutschland bei 165.000dt (Europäische Kommission, 2000).

Hohe organische und mineralische Stickstoffgaben (80-100kg N/ha) beim Reinanbau des Einjährige Weidelgras sind zum 1. Schnitt nötig. Bei optimaler Wasser- und Nährstoffversorgung als Hauptfruchtanbau sind 3-5 Schnitte im Jahr möglich (Nösberger und Opitz von Boberfeld, 1986).

### **2.3 genetischer Hintergrund der Samenbildung**

Bisher können nur 15 bis 20% der Ährchen produzierenden Samen geerntet werden. Bedeutsame Merkmale für die Saatgutproduktion sind die Anzahl der Samentriebe pro Flächeneinheit, die Anzahl der Ährchen pro Samenträger, die Anzahl der Samen und das TKG. Es wird berichtet, dass Verluste durch sterile Blütchen (Knowles und Baenzinger, 1962) oder Nicht-Befruchtung bei ungünstiger Witterung während der Blütezeit auftreten können. Blütchen können zwar bestäubt werden, aber aufgrund von Inkompatibilität oder ungünstiger Witterung unterbleibt die Pollenkeimung und die Pollenschlauchentwicklung (Elgersma und Sniezko, 1988). Burbidge et al. (1978) und Hill (1980) berichten, dass Embryos oder sich entwickelnde Samen unreif abgestoßen wurden.

Radatz (1973) und Elgersma et al. (1989) begründen eine geringe Ausfallfestigkeit während der Reife durch eine frühzeitige Ausbildung einer Trennzone. Die Trennzone, bezeichnet als auch dehiscent zone oder separation zone, ist die Eröffnungszone, die Pflanzen Struktur am Reifestadium (z.B. eine Frucht, Anthere

oder Sporangium), den Inhalt freizugeben. In Trennzone werden zahlreichend Samen verloren, was wird die Saatguterträge reduziert.

Es besteht auch ein Interesse, molekulare Markersysteme zu entwickeln, die eine Marker-gestützte Selektion ermöglichen und der Unterstützung bei Introgressionsstudien dienen, um den Züchtungsfortschritt zu beschleunigen (Thomas und Humphreys, 1991; Hayward et al. 1994; Thomas et al., 1997).

Ein weiter Teil der potentiellen Erträge geht durch Samenausfall vor (Anslow, 1964) und während der Ernte (Stoddart, 1964; Jensen, 1976) sowie bei der Aufbereitung des Saatguts (Meijer, 1985) verloren. Für den Samenansatz ist die Fertilität und ein einheitliches Blühen und Abreifen des Bestandes bedeutsam (Elgersma ,1985).

### **3 Material, Methoden und Versuchsbeschreibung**

Dieses Arbeit wurde unter Verwendung von  $M_2$ -Pflanzen des Einjährigen Weidelgrases, das zur Zwischenfrucht geeignete ist und mutagen behandelte wurde, im Feldversuchung durchgeführt und zur Berechnung der Chi-Quadrat-Test eingesetzt, um besser untersuchen zu können, inwiefern die Veränderungen von Merkmalausprägungen Auswirkungen auf den Samenausfall haben.

#### **3.1 Auswahl des Pflanzenmaterials**

Das in diesem Projekt untersuchte Einjährige Weidelgras (Sorte 'Hannah') ist ein diploide Sorte, sie hat eine sehr schnelle Entwicklung mit frühem Ährenschieben. Aus dieser Grund ist sie gut geeignet für Forschungsprojekt, das es möglich ist, ohne Berücksichtigung von Vernalisationszeiten 2 Generations im Jahr bearbeiten.

Die Versuchssorte zeichnet sich durch eine große Wuchshöhe bei geringer Lagerneigung kombiniert mit einem hohen TM-Ertrag im 1. Schnitt aus. Durch ihre aufrechte Wuchsform ist Hannah gut als Mischungspartner für blattreichere Sorten

und als Ammengras für Grünlandsaaten (Saatzucht Steinach) geeignet. Diese Sorte kommt aus Japan, wurde 2005 beim Bundessortenamt zugelassen und kann in die Reifegruppe früh eingestuft werden.

**Tabelle 1: Sortenbeschreibung des Einjährigen Weidelgrases der Sorte 'Hannah.'**

(Bundessortenamt, 2007)

Sortenübersicht		
	Ährenschieben (früh)	2
	Wuchshöhe/ Anfangsentwicklung	6
	Wuchsform/ Anfangsentwicklung	2
	Wuchshöhe/ Vollentwicklung	5
	Wuchsform/ Vollentwicklung	3
	Halmlänge bei Schossende	4
Zwischenfruchtanbau	Massenb. Im Anfang	5
	Massenb. Im Nachwuchs	4
	Neigung zu Lager	4
	Anfälligkeit für Rost	5
	TM-Ertrag 1. Schnitt	7

9 = starke Ausprägung des Merkmals

1 = geringe Ausprägung des Merkmals.

### **3.2 Beschreibung der EMS-Mutagenese und erste züchterische Arbeiten am mutagen behandelten Material**

Mutagenese ist ein wichtiges molekularbiologisches Verfahren, um Aussagen über die Funktion von Proteinen oder Genen zu gewinnen. Es wird zwischen Gen-, Chromosomen- und Genommutationen unterschieden. Viele der als Punktmutationen bezeichneten Ereignisse sind im Erscheinungsbild der Pflanze nicht zu bemerken. Während Mutationen behandelter Pflanzen, die auch zu veränderten Phänotypen führen, hinsichtlich ihrer Merkmalsausprägung bewertet werden können. Es wird mit Chromosomenveränderungen zwischen Deletion, Duplikation, Inversion und

Translokation unterschieden (W. Diepenbrock, F. Ellmer/J. Leon, 2009). Die zahlreichen Mutagenesen, einschließlich Insertionsmutagenese, Röntgenstrahlen, Gammastrahlung und schnelle Neutronen, können hinsichtlich ihrer physikalischen Eigenschaften und mutagene Wirkungen kategorisiert werden. .

Viele Chemikalien, darunter das verwendete Alkylierungsmittel Ethylmethansulfonat (EMS) führen vornehmlich zu spezifischen DNA-Veränderungen (Alkylierung), wodurch die Reaktion der Ethyl-Gruppe der EMS mit Guanin in der DNA zuerst die abnormen Basis O-6- Ethylguanin bildet und dannach bei der Replikation im katalysierenden Prozess der DNA-Polymerase das Basenpaar von Guanin:Cytosin zu Adenin:Tymin verändert wird (Sega, 1984; Burns et al., 1986). EMS wird verbreitet in der Molekularbiologie eingesetzt, um Punktmutationen zu erzeugen und bei Mutagenese der sehr einfach aufgebauten Modellpflanze *Arabidopsis thaliana* (Ackerschmalwand) eine Mutation an bis zu 300.000 Basenpaaren, das heißt an über 99% von G:C nach A:T umgewandelt werden (E.A.Green et al., 2003). Die entstandenen Mutationen in einem Gen können durch die TILLING-Methodik (Targeting Induced Local Lesions in Genomes) identifiziert werden ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)).

Dieser methodische Mutagenese- Versuch am Einjährigen Weidelgras, wurde in Frühjahr 2007 in Julius-Kühn-Institut (JKI) in Groß Lüsewitz durchgeführt. Dazu wurden ca. 20.000 entspelzte Samen (60g) nach einem 12-stündigen Vorweichen mit einer 2%igen EMS-Lösung behandelt. Danach wurde das Material zur Inaktivierung des EMS 30 Minuten mit einer 200mMol Natriumthiosulfat-Lösung behandelt und 2 Stunden unter fließendem Wasser nachgewaschen und anschließend oberflächlich getrocknet.

Das mutagen behandelte Saatgut ( $M_0$ ) wurde zuerst im Gewächshaus in der Saatzucht Steinach Station Bornhof in Anzuchtplatten ausgesät, damit sich aus den Samen unter optimale Bedingung Pflanzen ( $M_1$ ) entwickeln können. Anschließend wurden die einzelnen Pflanzen per Pflanzmaschine im Abstand von 40\*40cm ausgepflanzt ins

Freiland ausgepflanzt. Die M<sub>1</sub>-Pflanzen wurden Bonitur unterzogen und es erfolgten verschiedene züchterische Arbeiten:

- 5,500 Selbstungen
- 81 Kreuzungen
- 64 ausfallfeste Pflanzen beerntet

Speziell letzt genanntes Material wurde 2009 zur züchterischen Bearbeitung weitergeführt und wird in dieser Arbeit beschrieben.

### **3.3 Beschreibung der Zuchtmethodik**

In Abhängigkeit von der Fortpflanzungs- bzw. Vermehrungsweise sowie der Art der Befruchtung (Selbst- bzw. Fremdbefruchtung), wurde die Zuchtmethodik der Einjährige Weidelgras in Populationszüchtung eingesetzt.

*Lolium*-Arten ist windblütig, gilt als Fremdbefruchter und weist einen hohen Grad an Selbstinkompatibilität auf. Dieser Befruchtungsart, d.h. die Entstehung und Erhaltung heterozygoter Genotypen, wird in den jeweiligen Arten durch morphologische, physiologische und genetische Kontrollmechanismen determiniert bzw. gefördert (Entrup und Oehmichen, 2000).

### **3.4 Beschreibung des Feldversuchs**

<b>Aussaatdatum:</b>	05. März im Gewächshaus
<b>Pflanzdatum:</b>	07.Mai.09 (42 Parzellen), 15.Mai.09 (22 Parzellen) im Freiland
<b>Versuchsanlage:</b>	42 Parzellen isoliert mit Roggen, 22 Parzellen isoliert mit großen Trennwänden und max. 100 Pflanzen je Nachkommenschaft.

**Abbildung 2: Versuchsfläche isoliert mit Roggen**



**Parzellengröße:** jede Parzelle wurde mit einer Breite von 1,25m und 3,60m Länge ( $4,5\text{m}^2$ ) angelegt

**Abbildung 3: Versuchsfläche isoliert mit Trennwände und vorteilhaftem Windschutz**

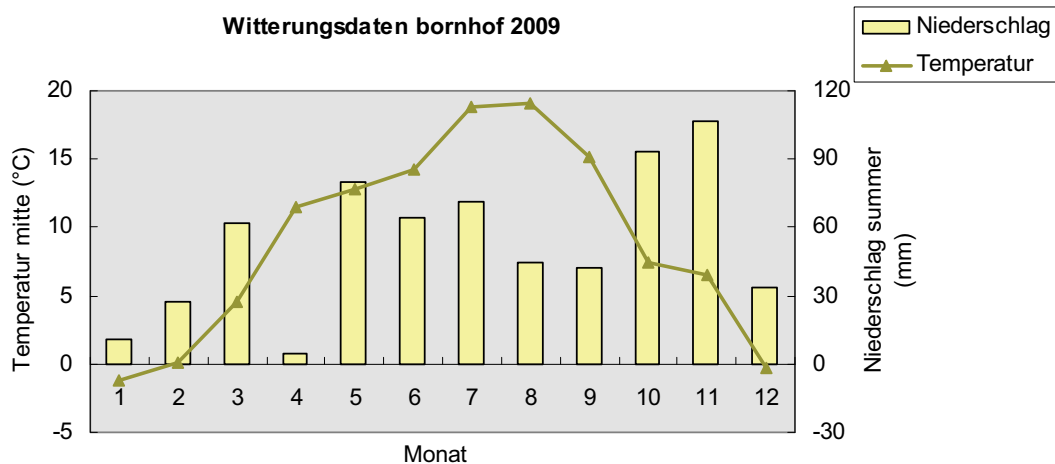


**Bodenart und Bodentyp:** sandig bis anlehmige Böden mit hohem Steinbesatz.

**Witterung:** das Jahr 2009 war mit einer Durchschnittstemperatur von  $9,2$  Grad Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), und vier zu kalte Monate: Januar, Juni, Oktober und Dezember. in Bundesland Mecklenburg-Vorpommern errechnen eine Durchschnittstemperatur von  $9,0^{\circ}\text{C}$  ( $8,0^{\circ}\text{C}$ ). Bei der Niederschlagsmenge fehlten mit rund  $561 \text{ l/m}^2$  zwei

Prozent zum Soll (576 l/m<sup>2</sup>). im Jahr 2009 war mit 1 835 Stunden (1682 Stunden) das sonnenscheinreichste Bundesland.

Abbildung 4: Witterungsübersicht in Bornhof 2009



- Düngung:** 90 N/ha KAS und Herbizid besondere Pflegemaßnahmen.
- Herbizideinsatz:** 3 l/ha Stomp SC mit 400 l Wasser ein Tag nach Pflanzung
- Bonituren:** Im Juli/August 2009 wurde an den Pflanzen Bonituren durchgeführt. Die Boniturnoten mit der Skala 1 bis 9 wurden auf elf Merkmale angewendet: Länge, Gesundheit, Typen, Antozyanfärbung, Knotenform, Wuchsform, Ährenschieben, Blätterbreite, Standfestigkeit, Ährchenausprägung, Entwicklungsstadium.
- Erntemaßnahmen:** jeder Pflanzen wurde separat beerntet. darüber hinaus wurden ausfallsfeste Pflanzen und sonstige besondere Merkmalausprägungen markiert und weiterführend auf ihre Vitalität hin beobachtet.



### 3.5 Durchführung der Bonituren

Um zu erklären, welche Merkmalsvariabilität in der M<sub>2</sub>-Generation durch mutagenesebehandlung hervorgerufen werden kann, wurde die phänotypische Merkmalerfassung mittels Bonitur durchgeführt.

Die Bonituren dieser Arbeit beziehen sich auf elf Merkmale, die an jeder Pflanze registriert wurden. In der nachfolgenden Tabelle sind die Merkmale und deren Ausprägungsstufen.

**Tabelle 2: Darstellung der Kategorien der Bonitur von phänotypischen Merkmalen**

Bonitur Nr.	Merkmalsausprägung
	<b>Typ</b> ( <i>Def. Einschätzung der Anzahl vorhandener Triebe, aus denen Klone gewonnen werden können und die Blattverteilung auf den Stängeln</i> )
1	Stängel Typ
4	Blatt Typ
5	Blatt-Stängel Typ
9	Bestockung Typ
	<b>Ähre</b> ( <i>Def. Beschreibung der Ährenausbildung</i> )
1	verzweigte und nicht gedrehte Ähre
2	verzweigte und gedrehte Ähre
5	knäulige und nicht gedrehte Ähre
7	knäulige und gedrehte Ähre
8	nomale und gedrehte Ähre
9	nomale und nicht gedrehte Ähre

<b>Bonitur Nr.</b>	<b>Merkmalsausprägung</b>
<b>Ährchen</b> ( Def. Einschätzung der Füllmasse der Ährchen )	
1	dicke Ährchen
9	schmale Ährchen
<b>Länge</b> ( Def. Die Länge der ganzen Pflanzen wurde gemessen)	
1	klein (0-20cm)
5	klein (20cm-50cm)
7	mittel (50cm-90cm)
8	lang (90cm-110cm)
9	über lang (über 110cm)
<b>Knoten</b> ( Def. Die Knotenfarbe und Formen des untersten Knoten des Halms)	
1	Halm am untersten Knoten, geknickt (Schüssel Form), roter Knoten
3	Halm am untersten Knoten, geknickt (Schüssel Form), grüner Knoten
5	Halm am untersten Knoten, geknickt (Schüssel Form), etwas verfärbt
7	Halm am untersten Knoten, nicht geknickt, roter Knoten
8	Halm am untersten Knoten, nicht geknickt, etwas verfärbt
9	Halm am untersten Knoten, nicht geknickt, grüner Knoten
<b>Antozyanfarbe</b> ( Def. Visuelle Beurteilung der Antozyanfärbung des Stängels)	
1	keine Färbung
5	mittlere Ausprägung
9	starke Ausprägung
<b>Entwicklungsstadium</b> ( Def. Einschätzung der Phänotypischen Entwicklungsstufe )	
1	noch kein Schossen
3	Schossen
5	Blüte
7	Blüte beendet
9	Reif

<b>Bonitur Nr. Merkmalsausprägung</b>	
<b>Gesundheit</b> ( Def. Einschätzung des Mehltau- oder Rostbefalls )	
1	Krank
5	etwas krank
7	relativ gesund
9	gesund
<b>Wuchsform</b> ( Def. Einschätzung des Abweichungswinkels der Triebe von einer gedachten Aufrechten )	
1	flach (0°-30°)
3	Schüssel Form (30°-60°)
5	schräg (30°-60°)
7	schräg (60°-<90°)
9	aufrecht (90°)
<b>Standfestigkeit</b> ( Def. Bewertung der Aufrichtungsfähigkeit der ganzen Pflanze)	
1	Gering
5	Mittel
9	sehr gut
<b>Blattbreite</b> (Def. Einschätzung der breitesten Stelle des Blattes)	
1	Schmal
5	Mittel
7	Breit
9	extrem breit

## 4 Auswertung

### 4.1 Statistik

Die statistischen Berechnungen dieser Arbeit erfolgten mit dem Softwareprogramm SPSS 16. Dieses Programm stammt von einer Softwarefirma, die Statistik- und Analyse-Software entwickelt und vertreibt. Die Daten wurden unter Inanspruchnahme der Kreuztabellen ausgewertet. Mit deren Hilfe lassen sich Zusammenhänge zwischen nicht metrischen, also nominal- oder ordinalskalierten Variablen mit vielen Kategorien berechnen. SPSS stellt dazu den Chi-Quadrat-Test zur Verfügung, mit dem geprüft werden sollte, ob sich die beobachteten Häufigkeiten signifikant von den erwarteten Häufigkeiten unterscheiden.

Bei dem Chi-Quadrat-Test berechnet SPSS eine Signifikanzwahrscheinlichkeit, die mit dem P-Wert übereinstimmt. Der P-Wert (auch Überschreitungs-Wahrscheinlichkeit genannt) ist eine Kennzahl zur Auswertung von statistischen Tests. Als Signifikanzniveau, welche auch Irrtumswahrscheinlichkeit genannt wird, wurden 5% festgelegt – eine gängige Größe für die Auswertung von Datensätzen. Liegt der P-Wert nach der Analyse der Daten unter 0,05 und somit unter dem festgelegten Signifikanzniveau, so können die Daten als statistisch abgesichert betrachtet werden. Der P-Wert ist umso kleiner, je mehr Signifikanz er hat.

**Tabelle 3: Darstellung der Irrtumswahrscheinlichkeit ( SPSS 16 Einführung in der moderne Datenanalyse)**

<b>Irrtumswahrscheinlichkeit</b>	<b>Bedeutung</b>
$p > 0.05$	nicht signifikant
$p \leq 0.05$	signifikant
$p \leq 0.01$	sehr signifikant
$p \leq 0.001$	höchst signifikant

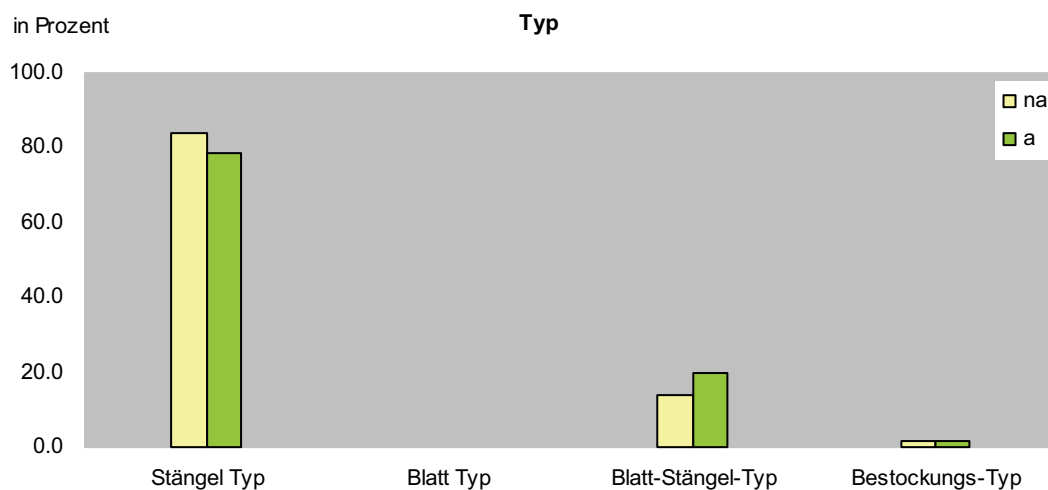
Für die Berechnung wurden auch die Daten in Tabellen zusammengefasst (siehe Anhang).

## 4.2 Ergebnisse

### 4.2.1 Typ

Der Typ dieser Kultur zeigt Blatt-Typ, Blatt-Stängel-Typ, Stängel-Typ und Bestockungs-Typ auf. Der am häufigsten vorkommende Typ ist der Stängel-Typ. Aussaat- und Boniturzeitpunkt werden vernachlässigt, da diese keinen Einfluss auf das Merkmal haben.

Abbildung 5: Häufigkeit der auftretenden Typen



In der Abbildung 5 ist die Verteilung der Häufigkeit von ausfallfeste und nicht-ausfallfeste  $M_2$ -Pflanzen dargestellt. Es ist zu erkennen, dass beim Blatt-Stängel-Typ die ausfallfestem  $M_2$ -Pflanzen (19,6%) häufiger auftreten als die nicht-ausfallfesten  $M_2$ -Pflanzen (14,1%). In dieser Versuchungsarbeit sind auch einige Bestockungs-Typ  $M_2$ -Pflanzen (1,7%) gewachsen.

Tabelle 4: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Typ)

Chi-Quadrat nach Pearson (Typ)						
	nicht Ausfallfestigkeit			Ausfallfestigkeit		
	Wert ( $\chi^2$ )	df <sup>a</sup>	Asym. <sup>b</sup>	Wert ( $\chi^2$ )	df	Asym. <sup>b</sup>
<b>Ähre</b>	71,223	15	,000	16,585	8	,035
<b>Ährchen</b>	1,065E2	3	,000	40,621	2	,000
<b>Länge</b>	5,813E2	12	,000	2,447E2	8	,000
<b>Knoten</b>	1,312E2	15	,000	45,101	10	,000
<b>Antozyanfarbe</b>	1,141E2	6	,000	39,233	4	,000
<b>Entwicklungsstadium</b>	1,104E3	12	,000	278,406	8	,000
<b>Gesundheit</b>	2,941E2	9	,000	1,547E2	6	,000
<b>Wuchsform</b>	3,988E2	12	,000	68,964	6	,000
<b>Standfestigkeit</b>	45,735	6	,000	4,263	4	,372
<b>Blattbreite</b>	1,465E2	9	,000	78,161	6	,000

a. Freiheitsgrad

b. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) (P-Wert)

Die Auswertung der Abhängigkeit zwischen Pflanzentyp und anderen Merkmalen ergab folgende Ergebnisse, die in Tabelle 5 dargestellt sind. Anhand der ermittelten Werte ist der Pflanzentyp auf die Merkmale höchst signifikant. Ausnahme ist das Merkmal Standfestigkeit, welches eine einen P-Wert von größer 0,05 aufweist und somit nicht signifikant ist.

#### 4.2.2 Ähre

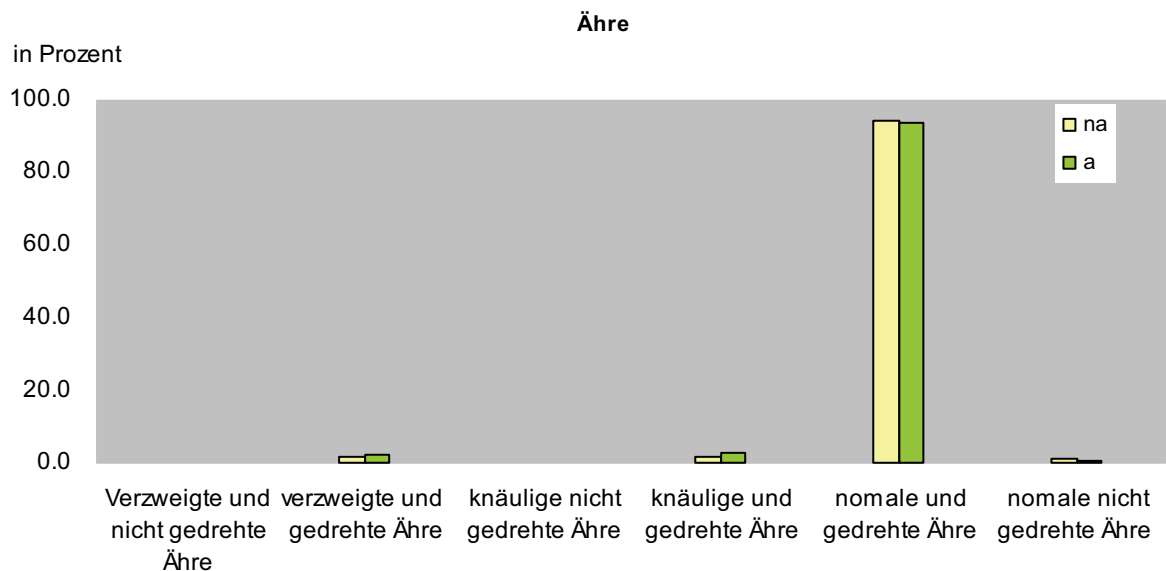
Bei der Ausprägung der Ähre wirkt sich Merkmal Ähre auf eine komplexe Ausprägung aus. Die meisten Ähren sind umgedreht. Die verzweigten und gleichzeitig geknickten Ähren traten als Variabilität nach mutagener Behandlung auf.

**Abbildung 6: Besondere Merkmalsausprägungen der Ähre**



In Abbildung 7 ist die Häufigkeit der Ährenformen dargestellt. Die normalen und umgedrehten Ähren sind am häufigsten aufzufinden. Bei den nicht ausfallfesten Typ treten diese zu 94,5% und bei den ausfallfesten Typ zu 93,7% auf.

**Abbildung 7: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Ähre**



Die Ergebnisse der Ährenbonitur wurden in Tabelle 5 dargestellt. Es ist gut zu erkennen, dass die Ähre kaum Signifikanzen im Vergleich zu anderen Merkmalen besitzt. Die P-Werte der ausfallfesten Teile auf Typ, Ährchen sind unter 0,05 und damit statistisch abgesichert. Das Entwicklungsstadium, die Wuchsform und die Standfestigkeit haben einen höchst signifikanten Einfluss auf die Ähre, da die P-Werte unter 0,001 liegen.

**Tabelle 5: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Ähre)**

Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Ähre)						
	nicht Ausfallfestigkeit			Ausfallfestigkeit		
	Wert ( $\chi^2$ )	df <sup>a</sup>	Asym. <sup>b</sup>	Wert ( $\chi^2$ )	df <sup>a</sup>	Asym. <sup>b</sup>
<b>Typ</b>	71,223	15	,000	16,585	8	,035
<b>Ährchen</b>	7,985	5	,157	10,231	4	,037
<b>Länge</b>	23,948	20	,245	11,311	16	,790
<b>Knoten</b>	52,099	25	,001	27,279	20	,128
<b>Antozyanfarbe</b>	30,362	10	,001	7,980	8	,435
<b>Entwicklungsstadium</b>	49,024	20	,000	44,922	16	,000
<b>Gesundheit</b>	17,914	15	,267	7,096	12	,851
<b>Wuchsform</b>	14,704	20	,793	29,963	12	,003
<b>Standfestigkeit</b>	13,774	10	,184	44,040	8	,000
<b>Blattbreite</b>	42,210	15	,000	27,734	12	,006

a. Freiheitsgrad

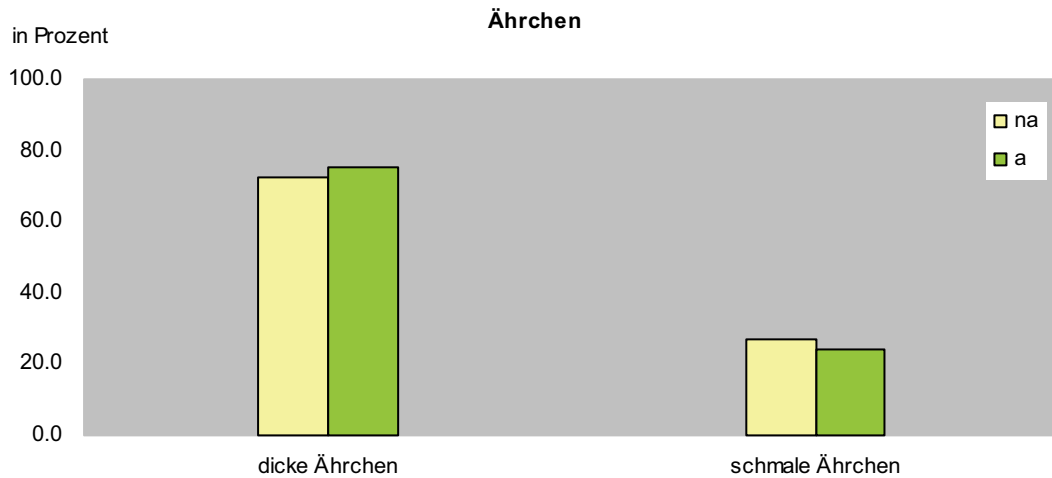
b. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) (P-Wert)

### 4.2.3 Ährchen

Am häufigsten treten ausfallfeste M<sub>2</sub>-Pflanzen mit dickem Ährchen auf, siehe Abbildung 8. Wegen der unterschiedlichen Aussaatzeitpunkte besitzen die Ährchen, je nach Entwicklungsstadium, eindeutige Farben und Ausbildungen. Die Ährchendichte wurde in der vorliegenden Arbeit nicht diskutiert.



**Abbildung 8: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Ährchen**



Die Wahrscheinlichkeit von Ährchen ist bei nicht ausfallfesten Pflanzen außer bei dem Merkmal Ähre höchst signifikant. Die Blattbreite in Bezug auf die Ährchen ist bei ausfallfesten Pflanzen nicht signifikant.

**Tabelle 6: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Ährchen)**

Chi-Quadrat nach Pearson (Ährchen)						
	nicht Ausfallfestigkeit			Ausfallfestigkeit		
	Wert ( $\chi^2$ )	df <sup>a</sup>	Asym. <sup>b</sup>	Wert ( $\chi^2$ )	df <sup>a</sup>	Asym. <sup>b</sup>
<b>Typ</b>	1,065E2	3	,000	40,621	2	,000
<b>Ähre</b>	7,985	5	,157	10,231	4	,037
<b>Länge</b>	26,909	4	,000	29,621	4	,000
<b>Knoten</b>	78,604	5	,000	51,127	5	,000
<b>Antozyanfarbe</b>	53,653	2	,000	20,015	2	,000
<b>Entwicklungsstadium</b>	1,093E2	4	,000	38,577	4	,000
<b>Gesundheit</b>	68,353	3	,000	55,195	3	,000
<b>Wuchsform</b>	23,504	4	,000	11,531	3	,009
<b>Standfestigkeit</b>	14,548	2	,001	6,277	2	,043
<b>Blattbreite</b>	24,,458	3	,000	5,073	3	,167

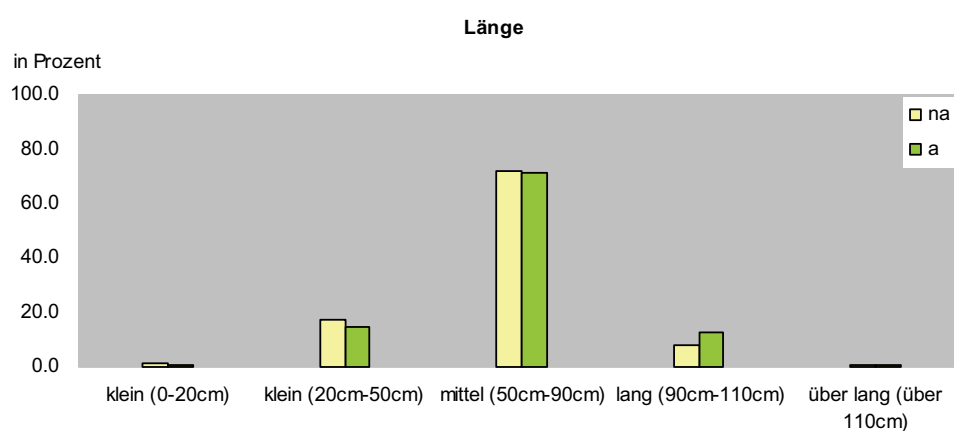
a. Freiheitsgrad

b. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) (P-Wert)

#### 4.2.4 Länge

Die Länge des Einjährigen Weidelgrases zum Erntezeitpunkt beträgt zwischen ca. 10cm und 110cm. Die gleichmäßige Längeverteilung wird bei der mechanischen Erntearbeit berücksichtigt. Überlänge und kleine Pflanzen sollten durch Auslese beseitigt werden.

**Abbildung 9: Häufigkeit der ausfallfesten und nicht ausfallfesten M<sub>2</sub>-Pflanze bei unterschiedlicher Pflanzenlänge Länge**



Der Abbildung 9 ist zu entnehmen, dass bei ausfallfesten und nicht ausfallfesten Pflanzen die Verteilung bei mittlerer Länge (50cm-90cm) gleich ist.

Bei der Länge (90cm-110cm) sind ausfallfeste M<sub>2</sub>-Pflanzen häufiger aufzufinden als nicht ausfallfeste Pflanzen.

Die P-Werte der Ausfallfestigkeit in Abhängigkeit von der Länge auf die Merkmale Ähre, Knoten, Antozyanfarbe und Standfestigkeit sind nicht signifikant, siehe Tabelle 7. Das Merkmal Gesundheit ist sehr signifikant und für den Typ, das Ährchen, das Entwicklungsstadium, die Wuchsform und die Blattbreite sind höchste Signifikanzen ausgerechnet worden.

Tabelle 7: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Länge)

Chi-Quadrat nach Pearson (Länge)						
	nicht Ausfallfestigkeit			Ausfallfestigkeit		
	Wert ( $\chi^2$ )	df <sup>a</sup>	Asym. <sup>b</sup>	Wert ( $\chi^2$ )	df	Asym.
<b>Typ</b>	5,813E2	12	,000	2,447E2	8	,000
<b>Ähre</b>	23,948	20	,245	11,311	16	,790
<b>Ährchen</b>	26,909	4	,000	29,621	4	,000
<b>Knoten</b>	60,813	20	,000	17,828	20	,599
<b>Antozyanfarbe</b>	18,984	8	,015	15,476	8	,051
<b>Entwicklungsstadium</b>	5,996E2	16	,000	1,415E2	16	,000
<b>Gesundheit</b>	61,078	12	,000	30,241	12	,003
<b>Wuchsform</b>	1,080E2	16	,000	51,603	12	,000
<b>Standfestigkeit</b>	18,703	8	,017	10,610	8	,225
<b>Blattbreite</b>	2,477E2	12	,000	81,772	12	,000

a. Freiheitsgrad

b. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) (**P-Wert**)

#### 4.2.5 Knoten

Die Knotenform und -farbe sind relativ homogen verteilt. In der Abbildung 10 ist zu erkennen, dass bei geknickt Knoten mehr ausfallfeste M<sub>2</sub>-Pflanzen wiederzufinden sind als nicht ausfallfeste Pflanzen. Für dieses Merkmal wurden höchste Signifikanzen bei nicht ausfallfesten Pflanzen festgestellt. Bei ausfallfesten Pflanzen wurde auch höchste Signifikanz festgestellt. Ausnahme bilden aber die Merkmale Ähre und Länge, welche keine Signifikanz aufweisen.

Abbildung 10: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Knoten

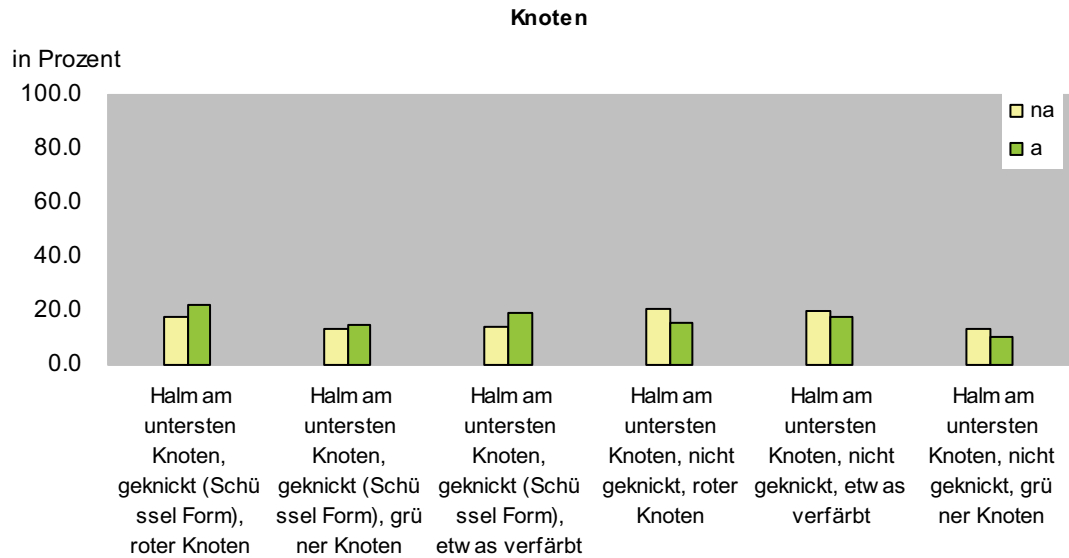


Tabelle 8: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Knoten)

Chi-Quadrat nach Pearson (Knoten)						
	nicht Ausfallfestigkeit			Ausfallfestigkeit		
	Wert ( $\chi^2$ )	df <sup>a</sup>	Asym. <sup>b</sup>	Wert ( $\chi^2$ )	df	Asym.
<b>Typ</b>	1,312E2	15	,000	45,101	10	,000
<b>Ähre</b>	52,099	25	,001	27,279	20	,128
<b>Ährchen</b>	78,604	5	,000	51,127	5	,000
<b>Länge</b>	60,813	20	,000	17,828	20	,599
<b>Antozyanfarbe</b>	2,650E2	10	,000	67,453	10	,000
<b>Entwicklungsstadium</b>	2,682E2	15	,000	70,719	20	,000
<b>Gesundheit</b>	98,814	15	,000	58,929	10	,000
<b>Wuchsform</b>	2,510E2	20	,000	74,648	15	,000
<b>Standfestigkeit</b>	1,005E2	10	,000	26,322	10	,003
<b>Blattbreite</b>	47,719	15	,000	27,595	15	,024

a. Freiheitsgrad

b. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) (P-Wert)

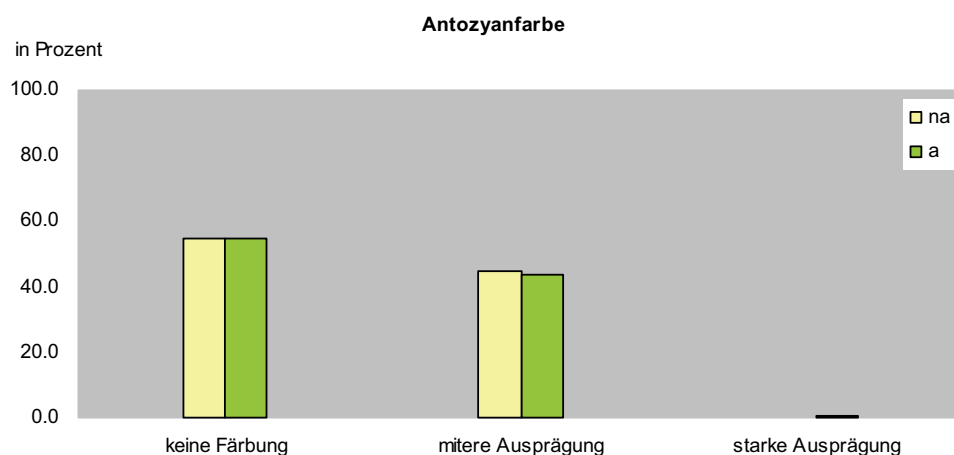
#### 4.2.6 Anthozyanfarbe

Anthocyane sind wasserlösliche Pflanzenfarbstoffe, die in nahezu allen höheren Pflanzen vorkommen.

Sie geben den Stängeln des Einjährigen Weidelgrases die rote oder violette Farbe. Die Anthocyane sollen helfen Insekten und andere Tiere anzulocken, indem sie aufgrund ihrer lichtabsorbierenden Eigenschaften bei den Pflanzen Farben erzeugen. Diese können den Pflanzen bei ihrer Vermehrung helfen. M<sub>2</sub>-Pflanzen sind stark bei Sommersonne gefärbt.

In der Abbildung 11 ist zu erkennen, dass es kaum eine Differenz zwischen dem Auftreten der Pflanzentypen bei gleicher Ausprägung besteht. Am wenigsten treten Pflanzen auf, welche eine starke Ausprägung der Anthozyanfarbe besitzen.

**Abbildung 11: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Anthozyanfarbe**



In Chi-Quadrat-Test zwischen Anthozyanfarbe und Merkmalausprägung (Typ, Ähre, Ährchen, Knoten, Entwicklungsstadium, Gesundheit, Standfestigkeit und Blattbreite) wurden höchste Signifikanzen bei nicht ausfallfesten Pflanzen festgestellt. Bei ausfallfestem Teil sind außer bei dem Merkmal Ähre Signifikanzen errechnet wurden.

Tabelle 9: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Antozyanfarbe)

Chi-Quadrat nach Pearson (Antozyanfarbe)						
	nicht Ausfallfestigkeit			Ausfallfestigkeit		
	Wert ( $\chi^2$ )	df <sup>a</sup>	Asym. <sup>b</sup>	Wert ( $\chi^2$ )	df	Asym.
Typ	1,141E2	6	,000	39,233	4	,000
Ähre	30,362	10	,001	7,980	8	,435
Ährchen	53,653	2	,000	20,015	2	,000
Länge	18,984	8	,015	15,476	8	,051
Knoten	2,650E2	10	,000	67,453	10	,000
Entwicklungsstadium	1,862E2	6	,000	61,993	8	,000
Gesundheit	1,262E2	6	,000	42,213	4	,000
Wuchsform	5,231	8	,733	17,492	6	,008
Standfestigkeit	79,086	4	,000	13,743	4	,008
Blattbreite	30,211	6	,000	13,454	6	,036

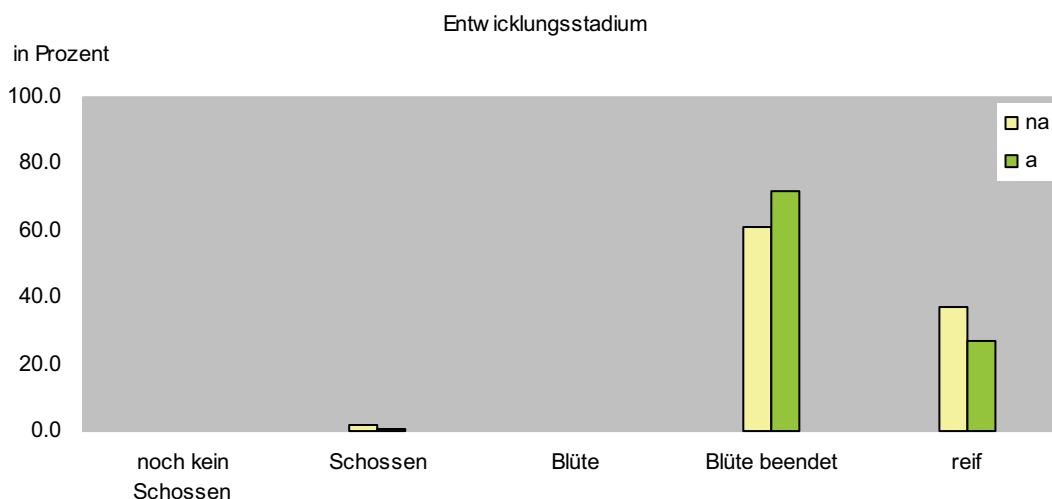
a. Freiheitsgrad

b. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) (P-Wert)

#### 4.2.7 Entwicklungsstadium

Die Abbildung 12 zeigt, dass beim Reifestadium mehr Saatgut ausgefallen wurde. In dem Entwicklungsstadium am Ende der Blüte treten häufiger ausfallfeste Pflanzen auf als nicht ausfallfeste Pflanzen. Im Endstadium treten stattdessen häufiger der nicht ausfallfeste Pflanzen auf als ausfallfeste Pflanzen.

Abbildung 12: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Entwicklungsstadium



Es ist in folgender Tabelle zu erkennen, dass zwischen Entwicklungsstadium und den Merkmalen Wuchsform, Standfestigkeit und Blattbreite nicht signifikante Abweichung auftreten. Ein gleichmäßiges Entwicklungsstadium und somit verbundene zeitgleiche Abreife der Samen beeinflusst direkt die Leistungsfähigkeit des Saatgutes.

**Tabelle 10: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Entwicklungsstadium)**

Chi-Quadrat nach Pearson (Entwicklungsstadium)						
	nicht Ausfallfestigkeit			Ausfallfestigkeit		
	Wert ( $\chi^2$ )	df <sup>a</sup>	Asym. <sup>b</sup>	Wert ( $\chi^2$ )	df	Asym. <sup>b</sup>
<b>Typ</b>	1,104E3	12	,000	278,406	8	,000
<b>Ähre</b>	49,024	20	,000	44,922	16	,000
<b>Ährchen</b>	1,093E2	4	,000	38,577	4	,000
<b>Länge</b>	5,996E2	16	,000	1,415E2	16	,000
<b>Knoten</b>	2,682E2	15	,000	70,719	20	,000
<b>Antozyanfarbe</b>	1,862E2	6	,000	61,993	8	,000
<b>Gesundheit</b>	6,012E2	12	,000	5,264E2	12	,000
<b>Wuchsform</b>	1,886E2	12	,000	10,050	9	,346
<b>Standfestigkeit</b>	53,822	6	,000	8,464	8	,390
<b>Blattbreite</b>	1,180E2	12	,000	13,465	12	,386

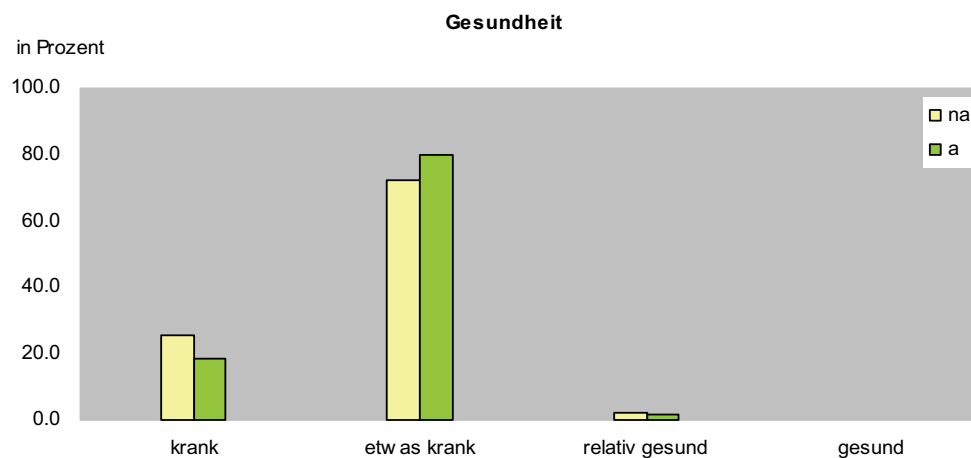
a. Freiheitsgrad

b. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) (**P-Wert**)

#### 4.2.8 Gesundheit

Zu den häufigsten Krankheitsbildern gehört der Schwarzrost (*Puccinia graminis*) in dieser Gräserart. Er befällt die Halme und Ährchen, sodass ein Ertragverlust entstehen kann. Die Sorte ‚Hannah‘ des Einjährigen Weidelgrases ist besonderes anfällig für diese Krankheit. Darüber hinaus zählen auch Mehltau (*Blumeria graminis*) und Kronenrost (*Puccinia coronata* f. Sp. *Lolii*) zu den häufigen Problemen bei der Gräserzüchtung.

**Abbildung 13: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Gesundheit**



Es zeigt sich in Abbildung 13, dass fast alle M<sub>2</sub>-Pflanzen mehr oder weniger krankheitsanfällig sind. Weniger anfällig sind Pflanzen, welche mehr ausfallfeste Samen besitzen.

Eine hohe signifikante Abweichung bei dieser Merkmalsausprägung ist in der Tabelle 11 zu erkennen. Die P-Wert außer den Ähren, der Standfestigkeit bei nicht ausfallfeste M<sub>2</sub>-Pflanzen und die Blattbreite bei ausfallfesten Teil sind signifikant.

**Tabelle 11: Chi-Quadrat nach Pearson (Gesundheit)**

Chi-Quadrat nach Pearson (Gesundheit)						
	nicht Ausfallfestigkeit			Ausfallfestigkeit		
	Wert (x <sup>2</sup> )	df <sup>a</sup>	Asym. <sup>b</sup>	Wert (x <sup>2</sup> )	df	Asym. <sup>b</sup>
<b>Typ</b>	2,941E2	9	,000	1,547E2	6	,000
<b>Ähre</b>	17,914	15	,267	07,096	12	,851
<b>Ährchen</b>	68,353	3	,000	55,195	3	,000
<b>Länge</b>	61,078	12	,000	30,241	12	,003
<b>Knoten</b>	98,814	15	,000	58,929	10	,000
<b>Antozyanfarbe</b>	1,262E2	6	,000	42,213	4	,000
<b>Entwicklungsstadium</b>	6,012E2	12	,000	5,264E2	12	,000
<b>Wuchsform</b>	77,586	12	,000	20,858	6	,002
<b>Standfestigkeit</b>	7,956	6	,241	12,794	6	,046
<b>Blattbreite</b>	51,196	9	,000	15,656	9	,074

a. Freiheitsgrad

b. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) (P-Wert)



#### 4.2.9 Wuchsform

Dieses Merkmal erfasst viele variable Ausprägungen. In Abbildung 14 lässt sich erkennen, dass schräge und aufrechte Wuchsformen am Häufigsten auftreten. Das Verhältnis zwischen nicht- und ausfallfeste Teile ist in etwa gleich. Die ausfallfesten Nachkommenpflanzen zeigt im Vergleich zu nicht ausfallfesten Teil eine höhere Signifikanz.

Die Ergebnisse zeigen keine Signifikanz bei nicht ausfallfesten M<sub>2</sub>-Pflanzen auf die Merkmale Ähre und Antozyanfarbe. Beim ausfallfesten Teilen sind nur auf das Entwicklungsstadium keine Signifikanz aufzuweisen.

**Abbildung 14: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Wuchsform**

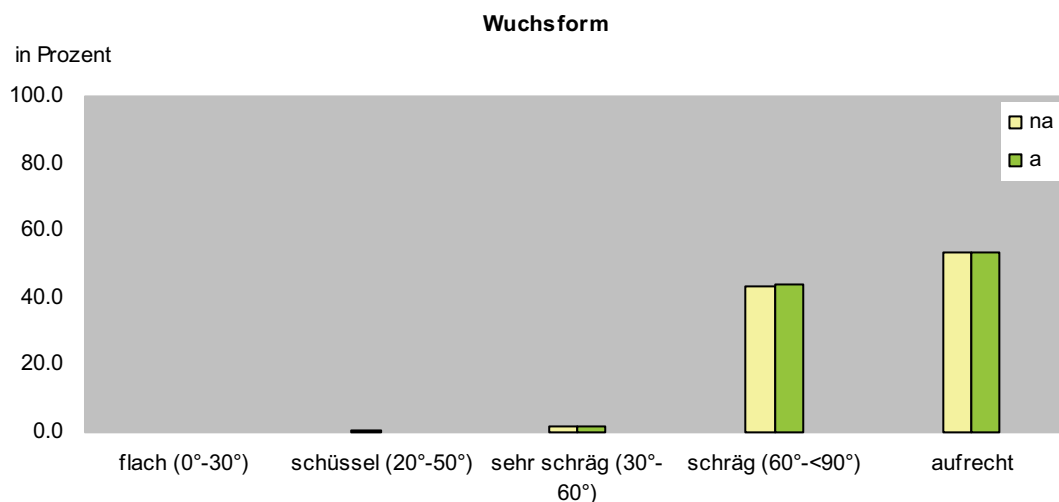


Tabelle 12: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Wuchsform)

Chi-Quadrat nach Pearson (Wuchsform)						
	nicht Ausfallfestigkeit			Ausfallfestigkeit		
	Wert ( $\chi^2$ )	df <sup>a</sup>	Asym. <sup>b</sup>	Wert ( $\chi^2$ )	df	Asym. <sup>b</sup>
Typ	3,988E2	12	,000	68,964	6	,000
Ähre	14,704	20	,793	29,963	12	,003
Ährchen	23,504	4	,000	11,531	3	,009
Länge	1,080E2	16	,000	51,603	12	,000
Knoten	2,510E2	20	,000	74,648	15	,000
Antozyanfarbe	5,231	8	,733	17,492	6	,008
Entwicklungsstadium	1,886E2	12	,000	10,050	9	,346
Gesundheit	77,586	12	,000	20,858	6	,002
Standfestigkeit	66,028	8	,000	16,492	6	,011
Blattbreite	22,622	12	,031	29,536	9	,001

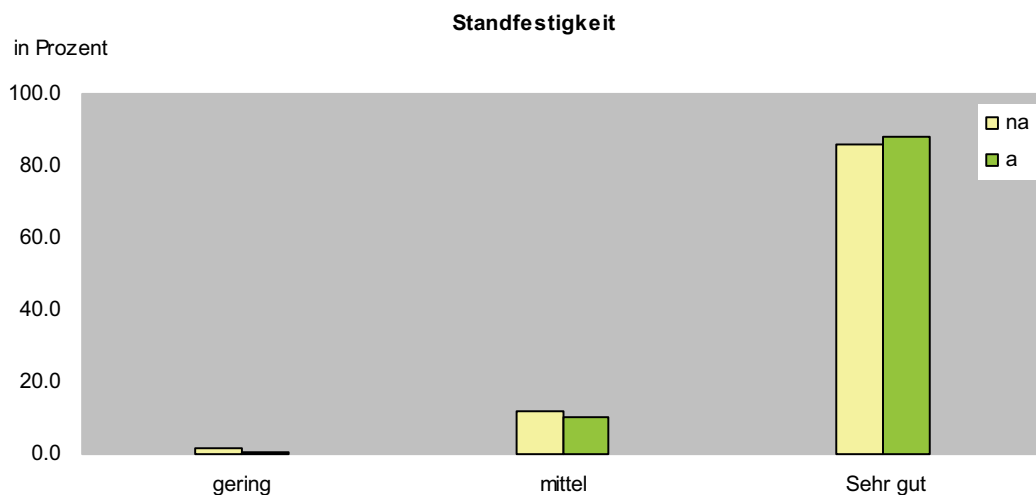
a. Freiheitsgrad

b. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) (P-Wert)

#### 4.2.10 Standfestigkeit

Der Abbildung 15 ist zu entnehmen, dass über 87% der Nachkommenschaft eine sehr gute Standfestigkeit ausbilden. Bei guter und sehr guter Standfestigkeit gibt es einen höheren Anteil an ausfallfeste Pflanzen im Vergleich zu nicht ausfallfesten Pflanzen.

Abbildung 15: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Standfestigkeit



In Tabelle 13 ist zu erkennen, dass es widersprüchliche Ergebnisse bei nicht ausfallfesten Teil und ausfallfesten Teil gibt. Nicht signifikant sind die Merkmale Ähre und Gesundheit, signifikant sind Länge, Blattbreite und höchst signifikant sind Typ, Ährchen, Knoten, Antozyanfarbe, Entwicklungsstadium und Wuchsform bei den nicht ausfallfesten Pflanzen. Bei ausfallfesten M<sub>2</sub>-Pflanzen sind nicht signifikant auf Typ, Ährchen, Länge, Entwicklungsstadium und Blattbreite; aber signifikant auf Gesundheit, Wuchsform, sehr signifikant auf Knoten, Antozyanfarbe, und höchst signifikant auf Ähre.

**Tabelle 13: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Standfestigkeit)**

Chi-Quadrat nach Pearson (Standfestigkeit)						
	Nicht Ausfallfestigkeit			Ausfallfestigkeit		
	Wert (x <sup>2</sup> )	df <sup>a</sup>	Asym. <sup>b</sup>	Wert (x <sup>2</sup> )	df	Asym. <sup>b</sup>
<b>Typ</b>	45,735	6	,000	4,263	4	,372
<b>Ähre</b>	13,774	10	,184	44,040	8	,000
<b>Ährchen</b>	14,548	2	,001	5,073	3	,167
<b>Länge</b>	18,703	8	,017	10,610	8	,225
<b>Knoten</b>	1,005E2	10	,000	26,322	10	,003
<b>Antozyanfarbe</b>	79,086	4	,000	13,743	4	,008
<b>Entwicklungsstadium</b>	53,822	6	,000	8,464	8	,390
<b>Gesundheit</b>	7,956	6	,241	12,794	6	,046
<b>Wuchsform</b>	66,028	8	,000	16,492	6	,011
<b>Blattbreite</b>	13,493	6	,036	5,562	6	,474

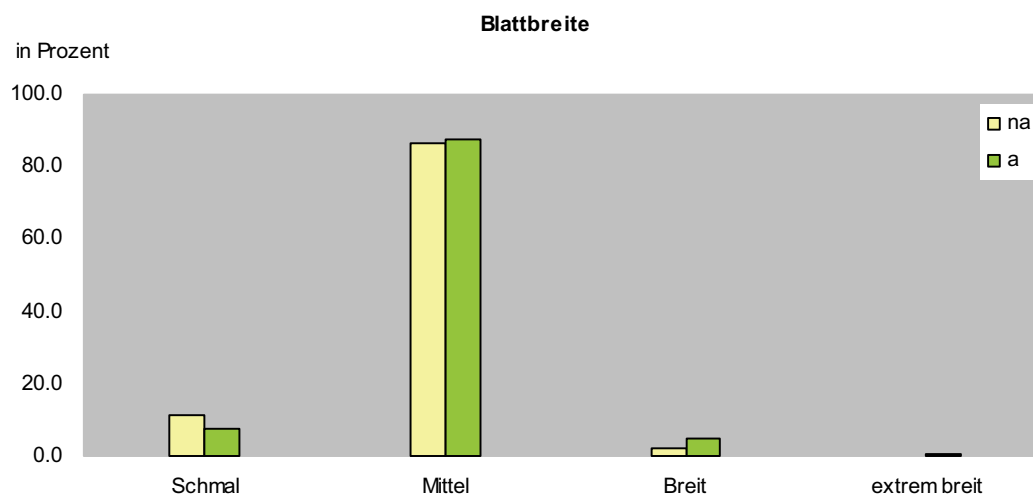
a. Freiheitsgrad

b. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) (P-Wert)

#### 4.2.11 Blattbreite

Blattbreite des Einjährige Weidelgras ist bis zu 10mm breit (C.E.Hubbard, 1985). Die Erscheinung der Blätter reicht von hell- bis dunkelgrün. Zudem sind sie bei einigen Pflanzen stark gerollt. 3,3% der Blätter sind breit bis extrem breit. Es ist zu erkennen, dass breitere Blatt in Verhältnis bei ausfallfeste M<sub>2</sub>-Pflanzen besser als nicht ausfallfeste.

**Abbildung 16: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Blattbreite**



In der nachfolgenden Tabelle ist zu erkennen, dass die Signifikanz bei den ausfallfesten M<sub>2</sub>-Pflanzen keine hohe Aussagekraft besitzt. Bei ausfallfesten M<sub>2</sub>-Pflanzen gibt es keine Signifikanz auf die Merkmale Typ, Ährchen, Entwicklungsstadium und Standfestigkeit. Signifikant aber auf die Merkmale Knoten, Antozyanfarbe, sehr signifikant auf Ähre und höchst signifikant auf Länge und Wuchsform.

**Tabelle 14: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Blattbreite)**

Chi-Quadrat nach Pearson (Blattbreite)						
	nicht Ausfallfestigkeit			Ausfallfestigkeit		
	Wert (x <sup>2</sup> )	df <sup>a</sup>	Asym. <sup>b</sup>	Wert (x <sup>2</sup> )	df	Asym. <sup>b</sup>
<b>Typ</b>	45,735	6	,000	4,263	4	,372
<b>Ähre</b>	42,210	15	,000	27,734	12	,006
<b>Ährchen</b>	24,458	3	,000	5,073	3	,167
<b>Länge</b>	2,477E2	12	,000	81,772	12	,000
<b>Knoten</b>	47,719	12	,000	27,595	15	,024
<b>Antozyanfarbe</b>	30,211	6	,000	13,454	6	,036
<b>Entwicklungsstadium</b>	1,180E2	12	,000	13,465	12	,336
<b>Gesundheit</b>	51,196	9	,000	15,656	9	,074
<b>Wuchsform</b>	22,622	12	,031	29,536	9	,001
<b>Standfestigkeit</b>	13,493	6	,036	5,562	6	,474

a. Freiheitsgrad

b. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) (P-Wert)

#### 4.2.12 Ausfallfestigkeit nach einzelne Merkmalsausprägung

Direkte Zusammenhänge zwischen Merkmalsausprägungen zum Beeinflussung der Ausfallfestigkeit der Samen lassen sich auf den erst Blick von Tabellen nicht erkennen. Der Berechnungsumfangsbereich der nicht ausfallfeste M<sub>2</sub>-Pflanzen ist viel größer als bei dem ausfallfesten Teil. Es ist nicht zu erkennen, ob es aus diesem Grund bei nicht ausfallfestem Teil mehrere signifikante Wahrscheinlichkeiten gibt. Es wurde die Abhängigkeit der Berechnung nach einzelner Merkmal ermittelt.

In Tabelle 15 wurden bei sechs Merkmalen (Typ, Länge, Knoten, Entwicklungsstadium, Gesundheit, Blattbreite) höchste Signifikanzen ausgerechnet, d.h. es sollte direkt oder indirekt Zusammenhängen zwischen den Merkmalen und der Ausfallfestigkeit geben, was zur weiteren züchterischen Entwicklung als Schwerpunkt beobachtet werden kann.

Tabelle 15: Chi-Quadrat-Test nach einzelne Merkmalsausprägung

Chi-Quadrat-Test nach einzelne Merkmalsausprägung auf Ausfallfestigkeit	
	Chi-Quadrat nach Pearson
<b>Typ</b>	<b>0.001</b>
Ähre	0.149
Ährchen	0.109
<b>Länge</b>	<b>0.001</b>
<b>Knoten</b>	<b>0.000</b>
Antozyanfarbe	0.071
<b>Entwicklungsstadium</b>	<b>0.000</b>
<b>Gesundheit</b>	<b>0.000</b>
Wuchsform	0.537
Standfestigkeit	0.071
<b>Blattbreite</b>	<b>0.000</b>

## 5 Diskussion

### 5.1 EMS-Behandlung

In Mutationszüchtung sollte die optimale Konzentration der Lösung für eine mutagene Behandlung nicht über 50% ( $LD^{50}$ ) liegen, um die Keimfähigkeit der  $M_1$ -Linien nicht negativ zu beeinflussen (S.Y. Lee, J.I.Cheong, T.S.Kim, 2003).

Aus vergangenen Forschungen mit genetischen Analysen zur Charakterisierung mutanter Genwirkungen wurde berichtet, dass einige Gene Ausfallsfestigkeit, Frühreife und Unfruchtbarkeit der männlichen Staubbeutel codieren und durch rezessive Mutation verändert werden können.

Zum weiteren Arbeiten wird die Vitalität von  $M_2$ -Pflanzen geprüft um zu ermitteln, inwiefern eine Mutationen innerhalb der Gensequenz einen Einfluss auf den Phänotyp der Mutanten hat, sollte TILLING (Targeting Induced Local Lesions In Genomes) eingesetzt werden. TILLING ist eine Methode der Molekularbiologie, mit deren Hilfe Punktmutationen in einem bestimmten Gen gezielt identifiziert werden können. Die Methode kombiniert eine Standardtechnik, die Mutagenese mit Ethylmethansulfonat (EMS) um die DNA analysieren zu können. Über TILLING können potentiell in jeder beliebigen Gensequenz Punktmutationen induziert und so Allele Serien für ein Gen entwickelt werden. Die Analyse von Individuen mit unterschiedlichen Mutationsallelen sollten Rückschlüsse hinsichtlich der Genfunktion ermöglichen. Zudem können neue Allele entstehen, welche die Wirkung des Wildtyps übertreffen und einen Nutzen für die Züchtung haben (M. Schmolke, 2006).

## 5.2 Merkmalsausprägungen

Werner und Odenbach haben berichtet, dass Kulturmerkmale häufig homozygot rezessiv vererbt werden. In Wildbeständen würden solche Genotypen wegen mangelnder Fitness schnell wieder eliminiert; In Kulturbeständen haben sie aber einen positiven Selektionswert. Als Heterozygote können sie durchaus in Wildpopulation mit größerer Häufigkeit vorkommen (1997).

### Typ

Wie schon erwähnt treten der Stängel-Typ und der Blatt-Stängel-Typ hauptsächlich in diesem Merkmale auf. Unter Berücksichtigung des Vergleiches der Häufigkeit der beiden Typen zum Blatt-Stängel-Typ kann dieses möglicherweise zur Verbesserung der Ausfallfestigkeit beitragen. Es wurden in der Parzelle 3 und 6 große Anteile des ausfallfesten Typs von 76,9% und 75% festgestellt. Wegen der starken Abhängigkeit von den restlichen Merkmalen sollte diese Merkmalsausprägung zur weiteren Beobachtung bei der zukünftigen Züchtung stehen.

In Parzelle 57 wurde hauptsächlich der Blatt-Typ gefunden. Es ist zu vermuten, dass der  $M_1$ -Pflanzen von Deutschen Weidelgras (*Lolium perenne*) eingestäubt wurde. Diese Variante steht 2010 weiterhin vollständig im Feld zu weiteren Beobachtung. Diese Parzelle wurde aus diesem Grund nicht in den Berechnungsumfangsbereich gebracht.

### Ähre und Ährchen

Einige mutagen behandelte Pflanzen der Nachkommenschaft sind zahlreiche und dicke Körner. Die Ährchen sind sehr eng beieinander. Es ist zu vermuten, dass die Ausfallfestigkeit dadurch erhöht werden kann. Es zeigten sich in Parzelle 6 große Anteile von ausfallfesten Nachkommenschaft (37,5%).

Die statistische Berechnung der Ährenform weist eine geringe Signifikanz auf. Der Tabelle 15 ist zu entnehmen, dass die beiden Merkmale Ähre und Ährchen bei der Ausfallfestigkeit nicht abhängig voneinander sind. Aus der phänotypischen Ausprägung, der umgedrehten Form, zeigt sich eine vorteilhafte Anpassungsfähigkeit zum Windschutz und die variablen verzweigten Ähren können evtl. auch die Quantität der Samen verbessern.

Es scheint auch verzweigte Ähreform beim unbehandelten Einjährigen Weidelgras von der Sorte „Hannah“ zu geben. Deshalb ist es nicht sich zu erkennen, dass die verzweigte Erscheinung von Ähre eine Auswirkung der mutagene Behandlung ist.

### **Knoten und Antozyanfarbe**

Knoten und Antozyanfarbe haben keine Signifikanzen bei den Merkmalen Ähre und Länge und bei Antozyanfarbe auf das einzelne Merkmal nur, siehe Tabelle 8 und 9. In dieser Arbeit wird bei der Antozyanfarbe nicht direkt auf die Auswirkungen bei der Ausfallfestigkeit eingegangen.

In Abbildung 10 lässt sich schon gut zu erkennen, dass ausfallfeste M<sub>2</sub>-Pflanzen häufiger bei dem geknickten Teil auftreten. Es wurden in Parzelle 56, 43, 46 große Anteile bei ausfallfesten Typen von 62,1%, 52,6% und 50% errechnet.

### **Entwicklungsstadium und Länge**

Wie vorher schon erwähnt, wird das Saatgut der Nachkommenschaft bei früher Reifung schneller ausfallen, deshalb ist für die weitere Züchtung zu empfehlen, dass das spätere Blütenende weiter betrachtet wird. Durch Häufigkeitsvergleich der längeren M<sub>2</sub>-Pflanzen ist eine bessere Merkmalsausprägung zu erreichen.



## **Gesundheit**

Das Einjährige Weidelgras der Sorte „Hannah.“ ist krankanfällig. Der Samenertrag wird durch Krankheitsbefall, besonders Schwarzrost (*Puccinia graminis*) nach Ende der Blüte, beeinträchtigt. Einsatz von Fungizid bzw. notwendige Pflanzenschutz Maßnahmen oder resistente orientierende Sortezüchtung sollten zur weiteren Feldversuchung erfolgt werden. In Parzelle 54 erscheint relativ wenig sehr krank Anteil von Nachkommenpflanzen in Prozent von 6,4%.

## **Wuchsform und Standfestigkeit**

In Tabelle 15 ist zu erkennen, dass es keine Signifikanz bei der Wuchsform und der Standfestigkeit als einzelne Merkmale im Zusammenhang von Ausfallfestigkeit gibt und daher abgelehnt werden.

## **Blattbreite**

Die Blattbreite, siehe Tabelle 14, ist bei ausfallfesten M<sub>2</sub>-Pflanzen nicht signifikant auf fünf Merkmalen (Typ, Ährchen, Gesundheit, Entwicklungsstadium, Standfestigkeit). Dagegen ist sie als einzelne Merkmale jedoch auf die Ausfallfestigkeit höchst signifikant, siehe in Tabelle 15. Es wird in Abbildung 16 aufgewiesen, dass das breite Blatt bei ausfallfesten Pflanzen in Verhältnis höher ist als bei nicht ausfallfesten im Vergleich zum schmaleren Blatt. Es wurden bei ausfallfesten M<sub>2</sub>-Pflanzen in Parzelle 2 und 3 relativ große Anteil von 15,8% und 15,4% mit extrem breiten Blättern erfasst.

Umfassend zu allen Ergebnissen, lässt sich darauf schließen, dass folgende Ausprägungen bei ausfallfesten M<sub>2</sub>-Pflanzen von angehörigen Merkmalen zur weiteren züchterischen Empfehlung des Einjährigen Weidelgrases zu berücksichtigen sind:

- **Typ:** Blatt-Stängel Typ
- **Ähre:** --
- **Ährchen:** dicke Ährchen
- **Länge:** langer Pflanzen (>70cm)
- **Knoten:** Halm am untersten geknickt Knoten
- **Antozyanfarbe:** --
- **Entwicklungsstadium:** spätere Blüte beenden
- **Gesundheit:** gesund
- **Standfestigkeit:** gut
- **Wuchsform:** --
- **Blattbreite:** breitere Blätter

### 5.3 Ausfallfestigkeit

Nichtausfallfestigkeit ist ein Domestikationssyndrom von Wildpflanzen. Es gibt eine Verbesserung durch Auslese. Es erscheinen viele verschiedene Merkmalsausprägungen durch die mutagen Behandlung des Einjährigen Weidelgrases.

In zahlreichen gentechnischen Arbeiten wurde immer wieder versucht den Getreideertrag zu erhöhen. Es gibt einige Berichte aus Asien, dass nur ein dominantes Gen Shattering1 (SHA 1) die wichtige Information für die Ausfallfestigkeit des Reises codiert. Auf haploidem Weizen wird auch nach Genkartierung am

Chromosomen 2B, 6BS zwei QTLs (quantitative Trait Locus) der Charakter markiert (Simonetti M.C., Bellomo M.P., Laghetti G., Perrino P., Simeone R., and Blanco A., 1999). Die Studien der Uni Halle lassen vermuten, dass Informationen über die Kontrolle chemischer, physiologischer und agronomischer Prozesse von anderen Genomen der Poaceae-Arten auf *Lolium* übertragen werden könnten (O. Kalb, 2003).

Im Rahmen dieser Arbeit wurden auch andere Methoden zur Verbesserung der Ausfallfestigkeit erforscht. In Steinach ist geplant mechanisch die Ausfallfestigkeit durch die Kreuzung von *Lolium temulentum* \* *Lolium multiflorum* zu verbessern. Darüber hinaus werden mikroskopische Untersuchungen durchgeführt, um die Textur des Samenansatzes zu erkennen. Zum 'dehiscent zone' und Möglichkeiten könnte der spezifischen Anfärbung von Gewebe in der 'dehiscent zone' entwickelt werden. In der vorangegangenen Literatur wurde berichtet, dass Jasmonsäure eine Rolle zur Verzögerung des Zeitpunkts der Staubbeutelspaltung spielt (P. M. Sanders, P. Y. Lee, C. Bidsgen, J. D. Bonne, T. P. Beals, E.W. Weiler, R. B. Goldberg, 2000). Hinsichtlich des Studiums der dehiscent zone bewirken viele Gene in dieser Zone nicht direkt die Trennungsfunktion (S. E. Patterson, 2001).

### **Empfehlung für weitere Züchtung**

Der markierte ausfallfeste Teil von M<sub>2</sub>-Pflanzen des Einjährigen Weidelgrases wurde teilweise von Gruppen zusammengestellt. Die Vitalität wurde geprüft und anschließend überwintern lassen. Es wurde festgestellt, dass die M<sub>2</sub>-Pflanzen gut Kälte tolerant sind.

Zur weiteren Züchtung sollte versucht werden die Samen von überwinternden M<sub>2</sub>-Pflanzen zu sammeln und die Zeitpunkte des Samenausfalles zu bestimmen. Es wird jede Pflanze mit offener Tüte festgebunden um die ausfallenden Samen aufzufangen. Das Prüfungssaatgut ist somit gewonnen und kann weiterer Selektion unterzogen werden.

## 6 Zusammenfassung

In der Züchtung von Einjährigem Weidelgrases sind zwei Nutzungsrichtungen zu berücksichtigen, nämlich die mehrschnittige Hauptfruchtnutzung und die überwiegend einschnittige Zwischenfruchtnutzung (U. Feuerstein, 1989). Im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit wurde der Phänotyp der Nachkommenschaft von Einjährigem Weidelgrases nach mutagener Behandlung zusammengefasst.

Es wurden methodische Untersuchungen zur mutagenen Behandlung mittels EMS durchgeführt, um die Ausfallfestigkeit Pflanzen zu ermitteln.

Zum Studium von Ausfallfestigkeit wurde die frühreife Sorte „Hannah“ des Einjährigen Weidelgrases eingesetzt und mit ihren Ausgangsformen verglichen. In Abhängigkeit von dem jeweiligen Merkmal wurde die Ausfallfestigkeit der Einzelpflanzen beobachtet und anhand der Signifikanzwahrscheinlichkeit zwischen den Merkmalsausprägungen berechnet.

Weiterhin wurde geprüft, ob anhand morphologischer Veränderung nach EMS Behandlung die Gen- oder Genomidentifikation gegen Samenausfall möglich ist. Auf der Basis dieser Arbeitsbefunde wurden Bereitstellungen an Materialinformationen für weitere züchterische Verwendung erarbeitet, die den Bedingungen in praktischen Zuchtbetrieben entsprechen.

## 7 Abkürzungen

<b>A</b>	Adenin
<b>Abb.</b>	Abbildung
<b>bzw.</b>	beziehungsweise
<b>C</b>	Cytosin
<b>d.h.</b>	das heißt
<b>Def.</b>	Definition
<b>Dt</b>	dezitonne
<b>EMS</b>	Etyl-Methan-Sulfonat
<b>evtl.</b>	eventuell
<b>G</b>	Guanin
<b>Ha</b>	hekta
<b>JKI</b>	Julius-Kühn-Institut
<b>KAS</b>	Kalkammonsalpeter
<b>N</b>	Stickstoff
<b>SPSS</b>	Statistical Product and Service Solutions
<b>T</b>	Tymin
<b>Tab.</b>	Tabelle
<b>TILLING</b>	Targeting Induced Local Lesions in Genomes
<b>TM</b>	Trockenmasse

## **8 Verzeichnisse**

### **8.1 Literaturverzeichnis**

- Beckmann, K.; Lellbach, H.; Wehling, P. (2009): Genetische Analyse und molekulare Charakterisierung von Schwarzrostresistenz in Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.), 1. Nachwuchswissenschaftler.Forum, 24. bis 26. november 2008 in Quedlingburg, , S.12-15**
- Burns, PA.; Allen, FL. & Glickman, BW. (1986): DNA sequence analysis of mutagenicity and site specificity of ethyl methanesulfonate in Uvr<sup>+</sup> and UvrB<sup>-</sup> strains of *Escherichia coli*. *Genetics* 113, S. 811-819.**
- Bühl, A.: SPSS 16 Einführung in die moderne Datenanalyse, S.120-124, S263-267**
- Entrup, Lütke, N.: Oehmichen, Hobst (2000): Lehrbuch des Pflanzenbaues: 689-705**
- Green, E.A. et al. (2003): Spectrum of Chemically Induced Mutations From a Large-Scale Reverse-Genetic Screen in *Arabidopsis*. *Genetics*, 164: S.731-740.**
- Hubbard, C.E. (1985): Gräser, S.152-153**
- Lee, S. Y.; Cheong, J. I.; Kim, T. S. (2003): Production of doubled haploids through anther culture of M1 rice plants derived from mutagenized fertilized egg cells.**
- Odenbach, W. (1997): Biologische Grundlagen der Pflanzenzüchtung, S.10 - 13**
- Patterson, Sara E. (2001): Update on Abscission and Dehiscence in *Arabidopsis*. Cutting Loose Abscission and Dehiscence in *Arabidopsis*.**
- Pfeffer, B.; Pfeffer, H. (1991): Resistenzzüchtung bei Gräsern unter besonderer Berücksichtigung der *Lolium*-Arten; Vorträge für Pflanzenzüchtung 1991, v. 19, S.86-97**
- Sanders, Pau M.; Pei Zun Lee; Cristian Biesgen; Boone, James D.; Beals, Thomas P.; Elmar; Weiler, W.; Robe; Goldberg, B. (2000): The *Arabidopsis* DELAYED DEHISCENCE1 Gene Encodes an Enzyme in the jamic Acid Synthesis Pathway.**

**Sega, GA. (1984): A review of the genetic effects of ethyl methanesulfonate. Mutat. Res. 134, S. 113-142.**

**Simonetti M.C.; Bellomo M.P.; Laghetti G.; Perrino P.; Simeone R.; Blanco A. (1999): Quantitative trait loci influencing freethreshing habit in tetraploid wheat, Genetic Resources and Crop Evolution, 46(3): 267-271**

**Yan Jion; Jin, ; LIU Gui; Yang Xue (2008): Journal of Agricultural University of Hebei Jan. The SSR and SDS—PAGE identification of wheat cultivars HeNon9822 induced by EMS**

**<http://cropandsoil.oregonstate.edu/seed-ext/Pub/2005/7.pdf>, April. 2010**

**<http://www.dwd.de>, April. 2010**

## 8.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vermehrungsflächen in Deutschland (Abgaben in ha).....	6
Abbildung 2: Versuchsfläche isoliert mit Roggen.....	12
Abbildung 3: Versuchsfläche isoliert mit Trennwände und vorteilhaftem Windschutz .....	12
Abbildung 4: Witterungsübersicht in Bornhof 2009 .....	13
Abbildung 5: Häufigkeit der auftretenden Typen .....	18
Abbildung 6: Besondere Merkmalsausprägungen der Ähre .....	20
Abbildung 7: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Ähre .....	20
Abbildung 8: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Ährchen .....	22
Abbildung 9: Häufigkeit der ausfallfesten und nicht ausfallfesten M <sub>2</sub> -Pflanze bei unterschiedlicher Pflanzenlänge Länge.....	23
Abbildung 10: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Knoten .....	25
Abbildung 11: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Antozyanfarbe .....	26
Abbildung 12: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Entwicklungsstadium .....	27
Abbildung 13: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Gesundheit .	29
Abbildung 14: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Wuchsform.	30
Abbildung 15: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Standfestigkeit .....	31
Abbildung 16: Häufigkeit der Ausfalltypen bei unterschiedlichen Blattbreite ..	33



### 8.3 Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1: Sortenbeschreibung der Einjährigen Weidelgras Sorte       'Hannah.'(Bundessortenamt, 2007) .....</b>	<b>9</b>
<b>Tabelle 2: Darstellung der Kategorien der Bonitur von phänotypischen       Merkmalen .....</b>	<b>14</b>
<b>Tabelle 3: Darstellung der Irrtumswahrscheinlichkeit ( SPSS 16 Einführung       in der moderne Datenanalyse).....</b>	<b>17</b>
<b>Tabelle 4: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Typ) .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabelle 5: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Ähre) .....</b>	<b>21</b>
<b>Tabelle 6: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Ährchen) .....</b>	<b>22</b>
<b>Tabelle 7: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Länge) .....</b>	<b>24</b>
<b>Tabelle 8: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Knoten) .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabelle 9: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Antozyanfarbe) .....</b>	<b>27</b>
<b>Tabelle 10: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Entwicklungsstadium).....</b>	<b>28</b>
<b>Tabelle 11: Chi-Quadrat nach Pearson (Gesundheit).....</b>	<b>29</b>
<b>Tabelle 12: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Wuchsform).....</b>	<b>31</b>
<b>Tabelle 13: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Standfestigkeit) .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabelle 14: Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Blattbreite).....</b>	<b>33</b>
<b>Tabelle 15: Chi-Quadrat-Test nach einzelne Merkmalsausprägung.....</b>	<b>34</b>

## 9 Anhang

### 9.1 Statistische Berechnungen mit Chi-Quadrat-Test

Chi-Quadrat-Test (Likelihood-Quotient)				
Typ		Wert	Freiheitsgrad	Asymtotische Signifikanz (2-seitig)
Ähre	n.a <sup>a</sup>	50,506	15	,000
	a <sup>b</sup>	13,453	8	,097
Ährchen	n.a <sup>a</sup>	96,249	3	,000
	a <sup>b</sup>	36,454	2	,000
Länge	n.a <sup>a</sup>	177,366	12	,000
	a <sup>b</sup>	81,254	8	,000
Knoten	n.a <sup>a</sup>	124,324	15	,000
	a <sup>b</sup>	42,849	10	,000
Antozyanfarbe	n.a <sup>a</sup>	123,147	6	,000
	a <sup>b</sup>	42,193	4	,000
Entwicklungsstadium	n.a <sup>a</sup>	457,905	12	,000
	a <sup>b</sup>	134,368	8	,000
Gesundheit	n.a <sup>a</sup>	146,005	9	,000
	a <sup>b</sup>	60,611	6	,000
Wuchsform	n.a <sup>a</sup>	141,260	12	,000
	a <sup>b</sup>	37,394	6	,000
Standfestigkeit	n.a <sup>a</sup>	62,581	6	,000
	a <sup>b</sup>	4,824	4	,306
Blattbreite	n.a <sup>a</sup>	103,439	9	,000
	a <sup>b</sup>	62,368	6	,000

Chi-Quadrat-Test (Likelihood-Quotient)				
Ähre		Wert	Freiheitsgrad	Asymtotische Signifikanz (2-seitig)
Typ	n.a <sup>a</sup>	50,506	15	,000
	a <sup>b</sup>	13,453	8	,097
Ährchen	n.a <sup>a</sup>	9,362	5	,095
	a <sup>b</sup>	9,241	4	,055
Länge	n.a <sup>a</sup>	23,747	20	,254
	a <sup>b</sup>	14,619	16	,553
Knoten	n.a <sup>a</sup>	49,115	25	,003
	a <sup>b</sup>	30,374	20	,064
Antozyanfarbe	n.a <sup>a</sup>	20,856	10	,022
	a <sup>b</sup>	8,740	8	,365
Entwicklungsstadium	n.a <sup>a</sup>	52,420	20	,000
	a <sup>b</sup>	25,043	16	,069
Gesundheit	n.a <sup>a</sup>	19,855	15	,178
	a <sup>b</sup>	,836	12	7,317
Wuchsform	n.a <sup>a</sup>	16,665	20	,675
	a <sup>b</sup>	17,973	12	,117
Standfestigkeit	n.a <sup>a</sup>	14,865	10	,137
	a <sup>b</sup>	9,981	8	,266
Blattbreite	n.a <sup>a</sup>	32,157	15	,006
	a <sup>b</sup>	13,934	12	,305

a. nicht ausfallfest

b. ausfallfeste

Chi-Quadrat-Test (Likelihood-Quotient)				
Ährchen		Wert	Freiheitsgrad	Asymtotische Signifikanz (2-seitig)
Ähre	n.a <sup>a</sup>	9,362	5	,095
	a <sup>b</sup>	9,241	4	,055
Typ	n.a <sup>a</sup>	96,249	3	,000
	a <sup>b</sup>	36,454	2	,000
Länge	n.a <sup>a</sup>	25,355	4	,000
	a <sup>b</sup>	29,352	4	,000
Knoten	n.a <sup>a</sup>	75,692	5	,000
	a <sup>b</sup>	48,990	5	,000
Antozyanfarbe	n.a <sup>a</sup>	55,802	2	,000
	a <sup>b</sup>	20,491	2	,000
Entwicklungsstadium	n.a <sup>a</sup>	112,239	4	,000
	a <sup>b</sup>	39,226	4	,000
Gesundheit	n.a <sup>a</sup>	62,970	3	,000
	a <sup>b</sup>	54,125	3	,000
Wuchsform	n.a <sup>a</sup>	22,669	4	,000
	a <sup>b</sup>	9,919	3	,019
Standfestigkeit	n.a <sup>a</sup>	15,673	2	,000
	a <sup>b</sup>	6,852	2	,033
Blattbreite	n.a <sup>a</sup>	21,893	3	,000
	a <sup>b</sup>	4,624	3	,201

Chi-Quadrat-Test (Likelihood-Quotient)				
Knoten		Wert	Freiheitsgrad	Asymtotische Signifikanz (2-seitig)
Ähre	n.a <sup>a</sup>	49,115	25	,003
	a <sup>b</sup>	30,374	20	,064
Ährchen	n.a <sup>a</sup>	75,692	5	,000
	a <sup>b</sup>	48,990	5	,000
Länge	n.a <sup>a</sup>	63,800	20	,000
	a <sup>b</sup>	19,850	20	,467
Typ	n.a <sup>a</sup>	124,324	15	,000
	a <sup>b</sup>	42,849	10	,000
Antozyanfarbe	n.a <sup>a</sup>	279,459	10	,000
	a <sup>b</sup>	70,505	10	,000
Entwicklungsstadium	n.a <sup>a</sup>	267,668	15	,000
	a <sup>b</sup>	70,612	20	,000
Gesundheit	n.a <sup>a</sup>	91,008	15	,000
	a <sup>b</sup>	61,241	10	,000
Wuchsform	n.a <sup>a</sup>	268,239	20	,000
	a <sup>b</sup>	75,847	15	,000
Standfestigkeit	n.a <sup>a</sup>	100,483	10	,000
	a <sup>b</sup>	26,303	10	,003
Blattbreite	n.a <sup>a</sup>	45,140	15	,000
	a <sup>b</sup>	24,852	15	,052

a. nicht ausfallfest

b. ausfallfeste

Chi-Quadrat-Test (Likelihood-Quotient)				
Antozyanfarbe		Wert	Freiheitsgrad	Asymtotische Signifikanz (2-seitig)
Ähre	n.a <sup>a</sup>	20,856	10	,022
	a <sup>b</sup>	8,740	8	,365
Ährchen	n.a <sup>a</sup>	55,802	2	,000
	a <sup>b</sup>	20,491	2	,000
Länge	n.a <sup>a</sup>	20,611	8	,008
	a <sup>b</sup>	17,770	8	,023
Knoten	n.a <sup>a</sup>	279,459	10	,000
	a <sup>b</sup>	70,505	10	,000
Typ	n.a <sup>a</sup>	123,147	6	,000
	a <sup>b</sup>	42,193	4	,000
Entwicklungsstadium	n.a <sup>a</sup>	189,500	6	,000
	a <sup>b</sup>	62,735	8	,000
Gesundheit	n.a <sup>a</sup>	132,747	6	,000
	a <sup>b</sup>	44,946	4	,000
Wuchsform	n.a <sup>a</sup>	6,218	8	,623
	a <sup>b</sup>	18,000	6	,006
Standfestigkeit	n.a <sup>a</sup>	68,087	4	,000
	a <sup>b</sup>	13,815	4	,008
Blattbreite	n.a <sup>a</sup>	35,499	6	,000
	a <sup>b</sup>	14,693	6	,023

Chi-Quadrat-Test (Likelihood-Quotient)				
Entwicklungsstadium		Wert	Freiheitsgrad	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Ähre	n.a <sup>a</sup>	52,420	20	,000
	a <sup>b</sup>	25,043	16	,069
Ährchen	n.a <sup>a</sup>	112,239	4	,000
	a <sup>b</sup>	39,226	4	,000
Länge	n.a <sup>a</sup>	202,914	16	,000
	a <sup>b</sup>	46,997	16	,000
Knoten	n.a <sup>a</sup>	267,668	15	,000
	a <sup>b</sup>	70,612	20	,000
Antozyanfarbe	n.a <sup>a</sup>	189,500	6	,000
	a <sup>b</sup>	62,735	8	,000
Typ	n.a <sup>a</sup>	457,905	12	,000
	a <sup>b</sup>	134,368	8	,000
Gesundheit	n.a <sup>a</sup>	187,548	12	,000
	a <sup>b</sup>	53,869	12	,000
Wuchsform	n.a <sup>a</sup>	86,992	12	,000
	a <sup>b</sup>	15,758	9	,072
Standfestigkeit	n.a <sup>a</sup>	52,725	6	,000
	a <sup>b</sup>	8,380	8	,397
Blattbreite	n.a <sup>a</sup>	94,894	12	,000
	a <sup>b</sup>	18,856	12	,092

a. nicht ausfallfest

b. ausfallfeste

Chi-Quadrat-Test (Likelihood-Quotient)				
Gesundheit		Wert	Freiheitsgrad	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Ähre	n.a <sup>a</sup>	19,855	15	,178
	a <sup>b</sup>	,836	12	7,317
Ährchen	n.a <sup>a</sup>	62,970	3	,000
	a <sup>b</sup>	54,125	3	,000
Länge	n.a <sup>a</sup>	58,179	12	,000
	a <sup>b</sup>	25,361	12	,013
Knoten	n.a <sup>a</sup>	91,008	15	,000
	a <sup>b</sup>	61,241	10	,000
Antozyanfarbe	n.a <sup>a</sup>	132,747	6	,000
	a <sup>b</sup>	44,946	4	,000
Entwicklungsstadium	n.a <sup>a</sup>	187,548	12	,000
	a <sup>b</sup>	53,869	12	,000
Typ	n.a <sup>a</sup>	146,005	9	,000
	a <sup>b</sup>	60,611	6	,000
Wuchsform	n.a <sup>a</sup>	32,136	12	,001
	a <sup>b</sup>	10,620	6	,101
Standfestigkeit	n.a <sup>a</sup>	9,630	6	,141
	a <sup>b</sup>	12,510	6	,052
Blattbreite	n.a <sup>a</sup>	34,525	9	,000
	a <sup>b</sup>	12,075	9	,209

a. nicht ausfallfest

b. ausfallfeste

Chi-Quadrat-Test (Likelihood-Quotient)				
Wuchsform		Wert	Freiheitsgrad	Asymtotische Signifikanz (2-seitig)
Ähre	n.a <sup>a</sup>	16,665	20	,675
	a <sup>b</sup>	17,973	12	,117
Ährchen	n.a <sup>a</sup>	22,669	4	,000
	a <sup>b</sup>	9,919	3	,019
Länge	n.a <sup>a</sup>	64,407	16	,000
	a <sup>b</sup>	26,652	12	,009
Knoten	n.a <sup>a</sup>	268,239	20	,000
	a <sup>b</sup>	75,847	15	,000
Antozyanfarbe	n.a <sup>a</sup>	6,218	8	,623
	a <sup>b</sup>	18,000	6	,006
Entwicklungsstadium	n.a <sup>a</sup>	86,992	12	,000
	a <sup>b</sup>	15,758	9	,072
Gesundheit	n.a <sup>a</sup>	32,136	12	,001
	a <sup>b</sup>	10,620	6	,101
Typ	n.a <sup>a</sup>	141,260	12	,000
	a <sup>b</sup>	37,394	6	,000
Standfestigkeit	n.a <sup>a</sup>	42,856	8	,000
	a <sup>b</sup>	12,665	6	,049
Blattbreite	n.a <sup>a</sup>	12,391	12	,415
	a <sup>b</sup>	17,844	9	,037

Chi-Quadrat-Test (Likelihood-Quotient)				
Standfestigkeit		Wert	Freiheitsgrad	Asymtotische Signifikanz (2-seitig)
Ähre	n.a <sup>a</sup>	14,865	10	,137
	a <sup>b</sup>	9,981	8	,266
Ährchen	n.a <sup>a</sup>	15,673	2	,000
	a <sup>b</sup>	6,852	2	,033
Länge	n.a <sup>a</sup>	22,399	8	,004
	a <sup>b</sup>	12,517	8	,144
Knoten	n.a <sup>a</sup>	100,483	10	,000
	a <sup>b</sup>	26,303	10	,003
Antozyanfarbe	n.a <sup>a</sup>	68,087	4	,000
	a <sup>b</sup>	13,815	4	,008
Entwicklungsstadium	n.a <sup>a</sup>	52,725	6	,000
	a <sup>b</sup>	8,380	8	,397
Gesundheit	n.a <sup>a</sup>	9,630	6	,141
	a <sup>b</sup>	12,510	6	,052
Wuchsform	n.a <sup>a</sup>	42,856	8	,000
	a <sup>b</sup>	12,665	6	,049
Typ	n.a <sup>a</sup>	62,581	6	,000
	a <sup>b</sup>	4,824	4	,306
Blattbreite	n.a <sup>a</sup>	17,102	6	,009
	a <sup>b</sup>	7,017	6	,319

a. nicht ausfallfest

b. ausfallfeste

Chi-Quadrat-Test (Likelihood-Quotient)				
Blattbreite		Wert	Freiheitsgrad	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Ähre	n.a <sup>a</sup>	32,157	15	,006
	a <sup>b</sup>	13,934	12	,305
Ährchen	n.a <sup>a</sup>	21,893	3	,000
	a <sup>b</sup>	4,624	3	,201
Länge	n.a <sup>a</sup>	168,663	12	,000
	a <sup>b</sup>	54,211	12	,000
Knoten	n.a <sup>a</sup>	45,140	15	,000
	a <sup>b</sup>	24,852	15	,052
Antozyanfarbe	n.a <sup>a</sup>	35,499	6	,000
	a <sup>b</sup>	14,693	6	,023
Entwicklungsstadium	n.a <sup>a</sup>	94,894	12	,000
	a <sup>b</sup>	18,856	12	,092
Gesundheit	n.a <sup>a</sup>	34,525	9	,000
	a <sup>b</sup>	12,075	9	,209
Wuchsform	n.a <sup>a</sup>	12,391	12	,415
	a <sup>b</sup>	17,844	9	,037
Standfestigkeit	n.a <sup>a</sup>	17,102	6	,009
	a <sup>b</sup>	7,017	6	,319
Typ	n.a <sup>a</sup>	103,439	9	,000
	a <sup>b</sup>	62,368	6	,000

a. nicht ausfallfest

b. ausfallfeste

## 9.2 phänotypische Merkmalsausprägungen aus mutagen behandeltem Einjährige Weidelgras

### 9.2.1 Pflanzentypen





## 9.2.2 Ähre

### 9.2.2.1 verzweigte Ähre



### 9.2.2.2 kompakte und missgebildete Ähre



### 9.2.3 Antozyanfarbe



### 9.2.4 Schwarzrost



### 9.2.5 Wuchsform



### 9.2.6 starke geänderte Typen aus mutagene Behandlung



### 9.3 Häufigkeitsverteilung der Parzellen je nach der Merkmalsausprägung

Abbildung 17: Häufigkeitsverteilung der Parzellen von Typ in Stufe Blatt-Stängel-Typ

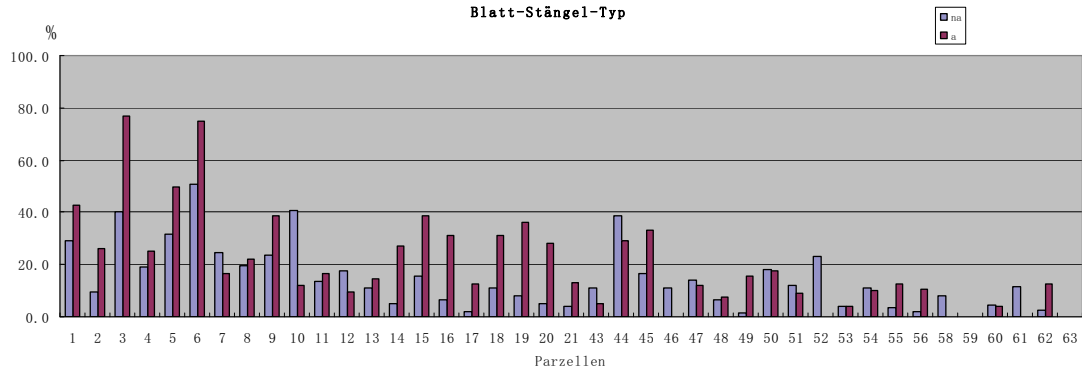


Abbildung 18: Häufigkeitsverteilungen der Parzellen von Ähre in Stufe verzweigt und umgedreht Ähre

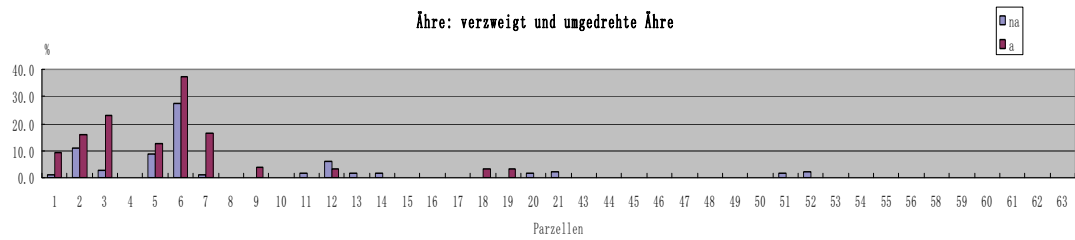
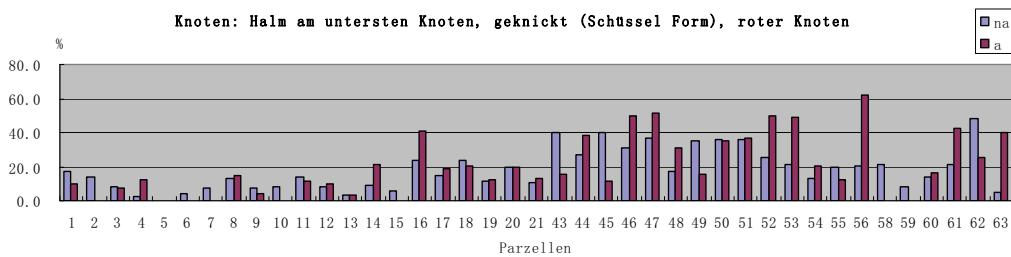
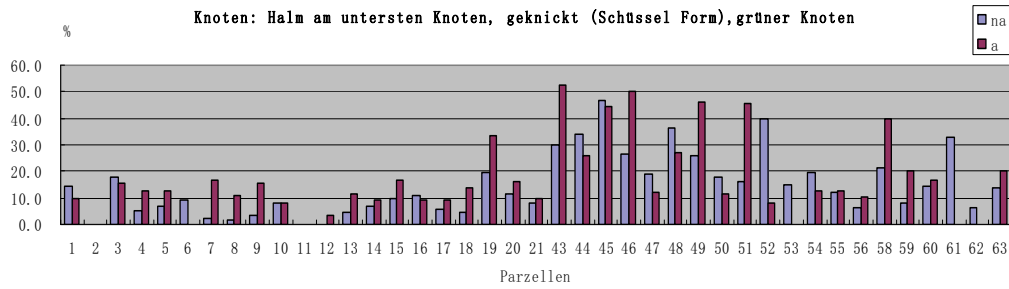


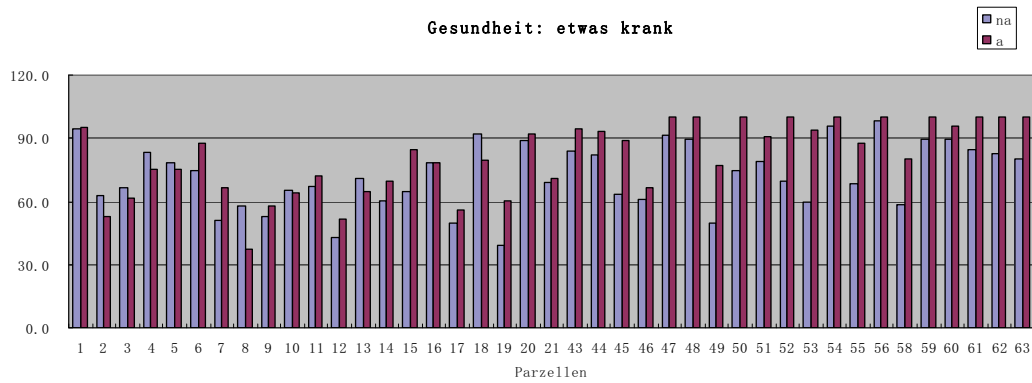
Abbildung 19: Häufigkeitsverteilungen der Parzellen von Knoten in Stufe Halm am untersten Knoten, geknickt (Schüssel Form), roter Knoten



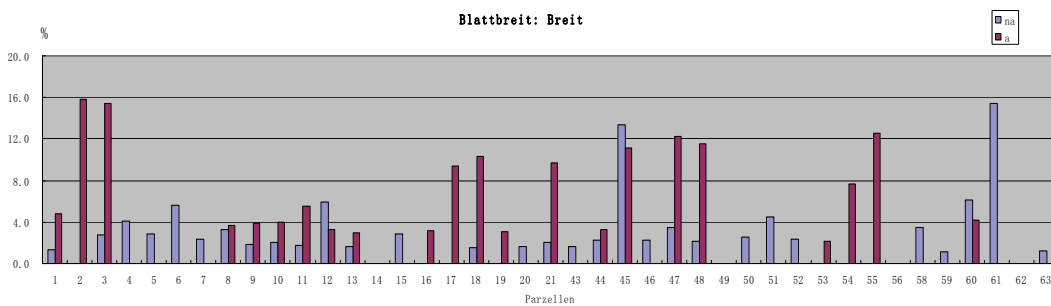
**Abbildung 20: Häufigkeitsverteilungen der Parzellen von Knoten in Stufe Halm am untersten Knoten, geknickt (Schüssel Form), grüner Knoten**



**Abbildung 21: Häufigkeitsverteilung der Parzellen von Gesundheit in Stufe etwas krank**



**Abbildung 22: Häufigkeitsverteilungen der Parzellen von Blattbreite in Stufe breit**



## **Erklärung über die selbstständige Anfertigung der Arbeit**

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt habe und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift