



Department für Nutzpflanzenwissenschaften
Abteilung Pflanzenbau



Universität für Bodenkultur Wien

Ertragspotential in der Ganzpflanzennutzung ausgewählter Hanfsorten

MASTERARBEIT

eingereicht von:

Sandra Goldschald Bakk. techn.

Betreuer:

Ao. Univ.-Prof. i. R. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Peter Liebhard

Kottingbrunn, Oktober 2016

Danksagung

Die Feldversuche zur Masterarbeit wurden an der Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien in Groß Enzersdorf durchgeführt.

Ich danke allen, die durch ihre fachliche und persönliche Unterstützung zum Gelingen und zur Erstellung der Masterarbeit beigetragen haben.

Ein besonderer Dank gilt Univ.-Prof. Dr. Peter Liebhard, der mir als Betreuer der Masterarbeit zeigte, dass theoretisches Fachwissen unmittelbar in die Praxis umgesetzt werden kann. Er unterstützte mich auch beim Verfassen der Masterarbeit.

Ein weiterer Dank gilt Herrn Dipl.-Ing. Dr. Klaus Ofner, er unterstützte mich bei den Boniturarbeiten und bei der Ernte. Er stand mir immer wieder mit Rat und Tat zur Seite.

Weiters danke ich Herrn Günther Schmid für seine Hilfe.

Danken möchte ich außerdem den Mitarbeitern der Versuchswirtschaft in Groß Enzersdorf für ihre Unterstützung bei der Ernte und insbesondere für die gute Zusammenarbeit.

Ein besonderer Dank gilt meiner Mutter, Frau Karin Goldschald, für ihre langjährige Begleitung, ohne dabei meine Persönlichkeit einzuengen.

Für die Rücksichtnahme während meiner Studienzzeit in vielen Belangen danke ich insbesondere meinem langjährigen Lebensgefährten Alexander.

Danke!

Macht das Bestmögliche aus dem Samen des indischen Hanfs, sät ihn überall aus!
George Washington



Abbildung 1: *Hanffeld Hanfthal* (Foto: Goldschald, S., 2014)

Abstract

Ten hemp cultivars have been tested in a one year field trial, assessing yield of fibres, hurds and seeds on tree sites in Hanfthal and the research farm in Groß Enzersdorf/Raasdorf. On the third trial location (Obersiebenbrunn) two varieties of hemp (USO 31, Futura 75) were examined. All of these cultivars have been sown in a randomised plot and in different seed rates. This investigation was made to provide results on the yield performance and crop and grow development of all tested cultivars. Furthermore, the aim in this project was to compare the tree trial locations in a pannonian area production. The analyses of the results of a comparison of all cultivated hemp sorts at the two locations (Hanfthal, Groß Enzersdorf) showed a significant difference in the seed, fibre and hurd yields. In Obersiebenbrunn no significant differences in fibres and hurds was proven. Significant higher fibre yields for the ten hemp sorts were measured at a higher sowing density at the location Hanfthal. However, there was also a significant difference performed of the ten cultivars in the location Groß Enzersdorf at a low seeding rate.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung, Fragestellung, Problemstellung und Zielsetzung | 6 |
| 2 | Ausgewählte Literatur..... | 9 |
| 2.1 | Hanfgewächse - Cannabaceae..... | 9 |
| 2.2 | Taxonomie des Hanfes..... | 9 |
| 2.3 | Botanik und Entwicklungsstadien..... | 11 |
| 2.6 | Systematik der Hanfgewächse | 22 |
| 2.7 | Herkunft und Verbreitung der Hanfgewächse | 25 |
| 2.8 | Aktueller Stellenwert und Zukunftsperspektiven von Hanf..... | 27 |
| 2.9 | Kultur Maßnahmen im Hanfanbau | 29 |
| 3 | Material und Methoden | 41 |
| 3.1 | Material und methodischer Ansatz..... | 41 |
| 3.2 | Beschreibung der Versuchsstandorte: | 41 |
| 3.3 | Hanfsorten: | 49 |
| 3.4 | Saatstärke und Aussaat..... | 50 |
| 3.5 | Versuchsanlagen..... | 51 |
| 3.6 | Datenerhebung während des Wachstums und bei der Ernte | 51 |
| 3.7 | Ernte..... | 52 |
| 4 | Ergebnisse..... | 57 |
| 4.1 | Bestandsdichte und Wuchshöhe..... | 57 |
| 4.2 | Einfluss des Standortes auf die Samen-, Faser- und Schäbenertrag | 70 |
| 5 | Diskussion..... | 87 |
| 5.1 | Einflussfaktoren auf den Samen-, Faser- und Schäbenertrag am Standort | |
| | Hanfthal und Groß Enzersdorf | 87 |
| 5.2 | Einfluss der Sorten USO 31 und Futura 75 und des Standortes (Groß Enzersdorf, Hanfthal und Obersiebenbrunn) auf den Samen-, Faser- und Schäbenertrag..... | 91 |
| 5.3 | Einfluss des Standortes Hanfthal auf den Faser- und Schäbenertrag | 96 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 5.4 | Einfluss des Standortes Groß Enzersdorf auf den Faser- und Schäbenertrag | 97 |
| 5.5 | Einfluss des Standortes Obersiebenbrunn und der Saatstärke auf den Faser- und Schäbenertrag | 98 |
| 6 | Zusammenfassung..... | 101 |
| 7 | Tabellenverzeichnis | 103 |
| 8 | Abbildungsverzeichnis | 105 |
| 9 | Literaturverzeichnis | 108 |
| 10 | Anhang..... | 116 |
| 10.1 | Versuchspläne..... | 116 |
| 10.2 | Ertragsdaten..... | 119 |
| 10.3 | Auswertung..... | 124 |
| 10.4 | Korrelation | 142 |

1 Einleitung

Bereits 10 000 Jahre vor Christus, im nacheiszeitlichen Mesolithikum, erfolgte der Übergang zur Sesshaftwerdung der Jäger- und Sammler Kulturen und zur Produktion weniger, aber sehr wertvoller Wildpflanzen. Eines dieser Gewächse war der Hanf.

Erste archäologische Funde von Hanfkordeln für Tonkrüge in Taiwan werden auf eine Zeit von älter als 10 000 vor Christus datiert. Diese Pflanzenart zählt somit zu den ältesten landwirtschaftlich genutzten Nutzpflanzen der Menschheitsgeschichte.

Die Völker Asiens erkannten bereits sehr früh die Nützlichkeit des Hanfes. Jeder Teil der Pflanze wurde einer bestimmten Verwendung bzw. Verwertung zugeführt.

Die Fasern des Hanfes wurden vielseitig weiterverarbeitet. Spezielle Verarbeitungstechniken und Fertigkeiten wurden entwickelt, um aus den gewonnenen Fasern Papier, Kleidung, Seile oder Segel herzustellen. Auch als Baumaterial wurde Hanf eingesetzt.

Die Samen des Hanfes dienen der Ernährung. Nach aktueller Sicht und dem allgemein bekannten positiven ernährungsphysiologischen Aspekt sind Hanfsamen für den Menschen eine wertvolle Bereicherung innerhalb des Nahrungsangebotes. Dies gilt für die Jetztzeit genauso wie vor rund 10 000 Jahren.

Hanf fand ebenso Einzug in die Human- und Veterinärmedizin. Hanf bzw. Teile der Pflanze kamen bei sogenannten Heilern und Medizinern zur Anwendung. Die Universalmedizinerin Hildegard von Bingen beschrieb Hanf als eine bedeutende Arzneipflanze. Die aktuellen Verfahren erlauben es, bestimmte Inhaltsstoffe aus der Pflanze zu extrahieren. Diese werden zur Heilung und Minderung von Krankheitssymptomen an Mensch und Tier eingesetzt.

Ein Auszug der vielseitigen Verwendung der Hanfpflanze zeigt, warum Hanf eine besondere Stellung innerhalb der von Menschen kultivierten Nutzpflanzen einnimmt.

Auch in Österreich wird auf eine schon fast vergessene traditionell geführte Hanfanbau-Kultu“ zurückgeblickt. Indikatoren hierfür findet man in Österreich gehäuft, wie zum Beispiel bei Siedlungs-, Flur- und Gewässernamen. Einige Namen lassen auf die landwirtschaftliche

Nutzung des Gebietes, das regionale Vorkommen oder auf die dortigen Verarbeitungsschritte schließen. Der Ortsname „Die Ried Hanefrötz“ (Gemeinde Hausleiten) wurde nach der Hanfröste benannt. In Österreich gibt es noch zahlreiche weitere Beispiele, wie die Orte Hanfthal, Hanffeld oder Hanif. All diese Siedlungen haben eins gemeinsam: In diesen Gebieten wurde vermehrt Hanf angebaut. Der Rückschluss liegt nahe, dass Hanf in Österreich vor nicht allzu langer Zeit regional eine zentrale und wichtige Rolle spielte.

Mitte des 19. Jahrhunderts wurde der Hanf aufgrund politischer Entscheidungen und wegen der Produktion von synthetischen Fasern, die billiger waren, verdrängt. 1961 wurde versucht die Verfügbarkeit der Hanfpflanze weltweit durch das Inkrafttreten eines Einheitsabkommens des Betäubungsmittelgesetzes einzuschränken. Erst als Österreich im Jahr 1995 der EU beitrat, wurde der rechtliche Grundstein für einen erneuten, staatlich kontrollierten zugelassenen Hanfanbau gelegt.

Der neuerliche Anbau führte zu einem Erwecken und Aufleben alter Traditionen, in Bezug auf die Nutzung des Hanfes als Öl- und Faserpflanze. Der Trend des „Erweckens“ hat sich bis dato erhalten und wird weiterhin in vielen Gebieten Österreichs gepflegt.

Durch das Einfließen neuer technischer Ernte- bzw. Verarbeitungsverfahren kam es zu einer Ausweitung der Anbaufläche pro Jahr in Österreich. Tabelle 1 zeigt, dass die Anbaufläche innerhalb von 10 Jahren sehr stark ausgeweitet wurde.

Tabelle 1: Hanfanbaufläche in Österreich (BMLFUW, Statistik Austria, 2015)

Hanfanbaufläche in Österreich

| Jahr | Fläche in ha |
|------|--------------|
| 1995 | 160 |
| 2000 | 322 |
| 2005 | 346 |
| 2010 | 540 |
| 2011 | 512 |
| 2012 | 472 |
| 2013 | 566 |
| 2014 | 906 |

Aus heutiger Sicht gesehen liegt das Potenzial dieser Pflanze für den Menschen nicht allein im positiven ernährungsphysiologischen Aspekt oder der Nutzung als schnellwachsender

Biorohstoff, sondern zeichnet sich durch unterschiedliche industrielle Verwendungsmöglichkeiten aus, die durch eine herausragende Qualität des Endproduktes gekennzeichnet sind.

1.1 Fragestellung

Seit Anfang des 21. Jahrhunderts erlebt die Nutzpflanze Hanf in Österreich als nachwachsender Rohstoff in verschiedenen wichtigen Branchen der Industrie eine Wiedergeburt.

Ein Grund für den vorauseilenden Ruf der Hanfpflanze sind die hohe Ertragsleistung und die hohe Widerstandsfähigkeit an wechselfeuchten Standorten. Der Hanf benötigt nur eine wenig aufwendige Kulturführung.

Nachfolgend werden zehn der derzeit in Österreich zugelassenen Hanfsorten beschrieben.

1.2 Problemstellung

Obwohl aktuell eine Vielzahl an Literaturarbeiten über Hanf geschrieben wurden, gibt es bei neuen Sortenzüchtungen besonders in der Gesamtpflanzennutzung beim Faserhanf bei Schäben, Faser und Samen aufgrund neuer Produktions- und Erntetechnik noch viele offene Fragen.

1.3 Zielsetzung

In einem einjährigen Feldversuch werden zehn der derzeit in Österreich zugelassenen Hanfsorten auf Ertrag und ausgewählte Qualitätskriterien beurteilt.

Grundlage des Versuches bilden zehn Hanfsorten, welche an zwei Versuchsstandorten (Hanfthal und Raasdorf) mit einer unterschiedlichen Anzahl an Samen/m² ausgesät wurden.

Am dritten Versuchsstandort in Obersiebenbrunn wurden zwei Sorten in drei Wiederholungen mit jeweils fünf unterschiedlichen Saatstärken angebaut.

Speziell sollte der Einfluss der unterschiedlichen Saatstärken auf den Faser-, Schäben und Samenertrag beurteilt werden.

Mit der Beurteilung des Wachstums- und Entwicklungsverlaufes konnte die Adaptionfähigkeit der unterschiedlichen Sorten zugeordnet werden.

Der Standortvergleich untersucht die Einflussgröße des Standortes auf die Ertragsleistungen.

2 Ausgewählte Literatur

2.1 Hanfgewächse – Cannabaceae

Die Hanfgewächse sind eine kleine Familie und enthalten insgesamt, nach aktuellem Stand, elf Gattungen in der Ordnung der Rosenartigen (Rosales). Die am nächsten verwandten Gattungen des Hanfs sind der Hopfen (*Humulus L.*) und *Pteroceltis*.

Humulus: Die Gattung *Humulus* umfasst insgesamt drei Arten. Es sind der Echte Hopfen (*Humulus lupulus L.*), der Japanische Hopfen (*Humulus scandens (Lour.) Merr.*) und der Yunnan-Hopfen (*Humulus yunnanensis Hu*).

Pteroceltis: Die Gattung *Pteroceltis* besitzt nur eine einzige Art innerhalb der Familie der Cannabaceae. Der wissenschaftliche Name dieser Art lautet *Pteroceltis tatarinowii*. Es ist ein bis zu 20 Meter großer laubabwerfender Baum, der in den gemäßigten Gebieten Chinas vorkommt.

Mit den Phloem-Fasern der Borke des Baumes wird in China das wertvolle Xuan-Papier, welches offiziell als nationales immaterielles Kulturerbe anerkannt wird, hergestellt.

2.2 Taxonomie des Hanfes

Carl von Linné beschrieb 1753 in seinem Werk *Species Plantarum* alle ihm bekannten Pflanzenarten. Erstmals bekam jede Art einen zweiteiligen Namen. Der Hanf wurde, mithilfe des damaligen Wissens von Linné, als *Cannabis sativa* (Gewöhnlicher Hanf), als einziger Typus dieser Gattung (monotypisch) beschrieben.

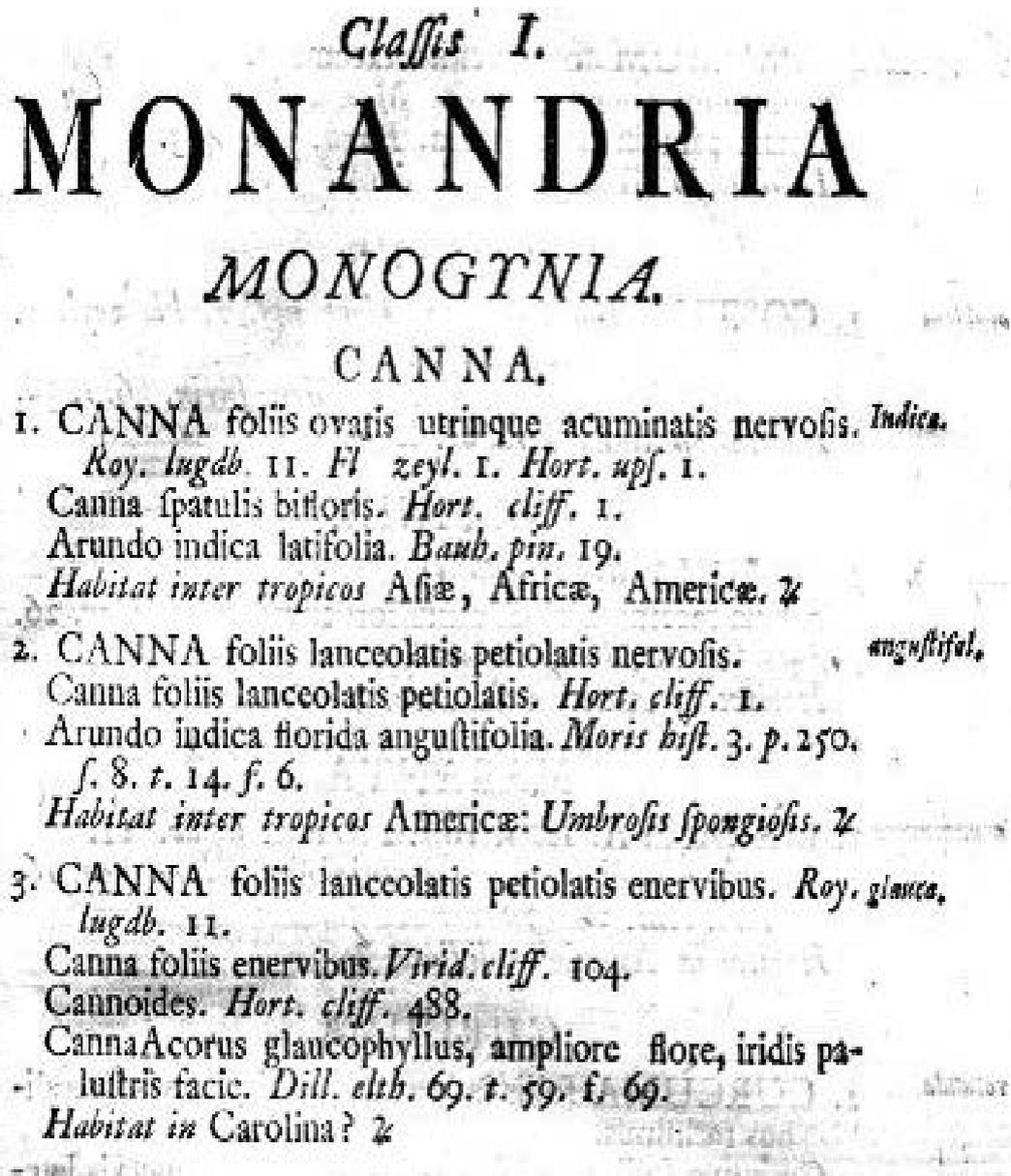


Abbildung 2: *Species Plantarum* von Carl von Linné (1753)

Die Teilung in *Cannabis indica* (Indischer Hanf) und *Cannabis sativa* erfolgte erst im Jahr 1785 durch Jean-Baptiste de Lamarck. Für die Division zog Lamarck morphologische Merkmale und die berauschende Wirkung des indischen Hanfs heran. Im Jahr 1926 entdeckte der Botaniker Dmitrij E. Janischewsky *Cannabis ruderalis*.

Erst im Jahr 1926 wurde der Hanf als eine eigenständige Familie anerkannt, der zuvor noch zu der Familie der Urticaceae (Brennnesselgewächse) gezählt wurde.

Nomenklatur:

Tabelle 2: Systematik der Hanfgewächse

| | |
|------------------------|---|
| Organismenreich: | Plantae (Pflanzen) |
| Unter-Organismenreich: | Tracheobionta (Gefäßpflanzen) |
| Abteilung: | Magnoliophyta (Bedecktsamer) |
| Klasse: | Magnoliopsida (Zweikeimblättrige) |
| Unterklasse: | Hamamelidae |
| Ordnung: | Urticales (Brennnesselartige) |
| Familie: | Cannabaceae (Hanfgewächse) |
| Gattung: | Cannabis (Hanf) |
| Art: | <i>C. sativa</i> <i>C. indica</i> <i>C. ruderalis</i> |

2.3 Botanik

Hanf ist eine einjährige, aufrecht wachsende und krautige Pflanze, welche eine Wuchshöhe von bis zu sieben Meter aufweisen kann. In Mittel- und Südeuropa dauert die Vegetationsperiode durchschnittlich 100 bis 115 Tage.

Hanf zählt zu den Kurztagspflanzen. Der Eintritt in die generative Phase ist abhängig von der Photoperiode, der Temperatur und der Entwicklungsstufe der Hanfpflanze.

Hanf zählt zu den höchstentwickelten Pflanzenfamilien der Welt und ist von Natur aus eine zweihäusige (diözische) Pflanze. Dies bedeutet, dass rein männliche oder rein weibliche Hanfpflanzen nebeneinander wachsen. Durch züchterische Bearbeitung wurden auch monözischen Sorten selektiert.

Hanf ist ein Fremdbefruchter und besitzt einen hohen Heterozygotiegrad. Hanf hat einen diploiden Chromosomensatz von $2n = 2x = 20$ (HIRATA, 1928).

Um eine Selbstung zu verhindern, werden beim Hanf die staminate vor den karpellaten Blütenteilen reif. Dieser Mechanismus wird als Protandrie bezeichnet.

Durch Züchtungsarbeit in Ungarn wurden erstmals Unisexuelle Hanfpopulationen entwickelt und vermehrt. Die gezüchteten Sorten bilden fast ausschließlich weibliche Individuen aus, somit kommt es zu einer Harmonisierung des Reifezeitpunkts. Trotz der eingreifenden Züchtungsmethoden ist ein Vorkommen von männlichen Blütenanlagen nicht auszuschließen. Die Ausbildung von zweigeschlechtlichen Pflanzen variiert je nach Sorte unterschiedlich stark.

Wurzel:

Hanf besitzt eine spindelförmige Pfahlwurzel, an dieser entwickeln sich horizontal angeordnete Seitenwurzeln (FERTL, 2000). Die Pfahlwurzel kann unter günstigen Voraussetzungen den Boden bis in eine Tiefe von 200 Zentimeter durchwurzeln (HERER und BRÖCKERS, 1996). Die Primärwurzel verholzt sehr stark. In den Wurzelhaaren befinden sich Öltröpfchen.

Sprossachse:

Der grüne, eckige aufrechte Stängel ist von Haaren und Drüsen umgeben. Die Drüsen bilden ein Harz, das hauptsächlich aus Cannabinolen und ätherischen Ölen besteht. Die Sprossachse ist eine dickwandige, aufrechte Röhre, die innen hohl ist und aus Leitbündeln besteht. Diese gliedern sich in den Holzteil (Xylem) und in den Bastteil (Phloem). Der Durchmesser des Stängels kann von sechs bis 60 Millimeter reichen. Im Alter verholzt der Stängel zusehends von unten nach oben.

Der Holzteil bildet nach der mechanischen Verarbeitung durch das Brechen des Stängels die Schäbenmasse, welche einen Anteil von ca. 60 % einnimmt. Der Bastteil, aus dem die Fasern gewonnen werden, macht ca. einen Anteil von 40 % aus.

Die primären Bastfasernbündel, welche sich im Phloem der Sprossachse befinden, umschließen in ein bis zwei Reihen den inneren Holzteil. Die sekundären Faserbündel reichen lediglich bis zur Hälfte des Sprosses, wohingegen die primären Faserbündel sich bis in die Sprossspitze ausdehnen. Die Hanfpflanze entwickelt zudem gestielte Blätter, die am unteren Teil des Stängels gegenständig sind und weiter oberhalb alternieren (HERER und BRÖCKERS, 1996).

Der wertvollste Teil einer Hanfpflanze für die industrielle Verarbeitung befindet sich im Stängel; es ist das Phloem. Dieses enthält zwischen 15 und 35 primäre Langfaserbündel, welche der Länge nach den Stängel durchziehen. Die kürzeren und später angelegten sekundären Faserbündel sind nicht so hochwertig wie die langen primären Faserbündel. Innerhalb der Hanffasern befinden sich Zellwände, die eine sehr reine Zellulose enthalten. Diese hat einen sehr geringen Anteil an Hemicellulose (16 %) und Lignin. Durch die weitere Bildung von Wasserstoffbrücken zwischen den unverzweigten Glucosemolekülketten kommt es zu einer Bündelung derselben und zur Entstehung der kräftigen und besonders reißfesten Zellulosefaser.

Der Faseranteil im Stängel schwankt zwischen 19 und 30 %.

Blatt:

Die Blattanzahl ist vielfältig und kann ein bis elf Blattfinger aufweisen. Im Normalfall bestehen sie jedoch aus fünf bis neun weich strukturierten Blattfingern. Die Blätter liegen bei jungen Pflanzen einander genau gegenüber. Ab der Blüte verändert sich dies und die Blätter sind dann wechselständig angeordnet (SCHÄFER, 2003).

Generell sind die Blätter schmal und grob gezahnt und weisen ein im Verhältnis langgezogenes spitzes Blattende auf (ROSCHE, 2000).

Die Hanfblätter sitzen auf einem relativ kurzen und rauen Blattstiel mit einer maximalen Länge von sechs Zentimetern. Der zuvor erwähnte Übergang von gegenständiger zu wechselständiger Anordnung wird als GV-Punkt bezeichnet (BOCSA und KARUS, 1997).

Die Blattober- und Blattunterseite sind mit Drüsen und Haaren (Trichomen) besetzt.

Blüte:

In den Achseln der oberen Laubblätter befinden sich die Blütenanlagen, diese werden als Scheinähren bezeichnet.

Die Blütenstände der männlichen Blüte sind endständig; sie stellen eine Trugdolde dar. Sie besitzen fünf Staubblätter und fünf Hüllenblätter. Diese sind ca. fünf Millimeter lang und besitzen eine gelbe, weiße oder grüne Farbe. Auf der Oberfläche der nach unten hängenden Kelchblätter befinden sich Trichome. Im Inneren der Kelchblätter befinden sich fünf dünne Filamente, an deren Ende sich die Antheren befinden. Die fünf Staubgefäße bilden einen weißen hellgelben, kugeligen Blütenstaub, der unter günstigen Verhältnissen mit dem Wind bis zu 12 km weit verbreitet werden kann und ca. fünf Tage befruchtungsfähig ist. In einem dichten Bestand werden weniger männliche Blüten gebildet.



Abbildung 3: Männliche Blüte (Foto: Goldschald, S., 2014)

Die weiblichen Blüten sind ungestielt und befinden sich zu zweit in den Achseln. Die unscheinbaren weiblichen Blüten bilden zwei lange weiße, gelbe, rote oder rosafarbene Narben aus, die aus der Hülle eines dünnwandigen, grünen Deckblattes herausragen. Der Blütenkelch bei weiblichen Blütenanlagen besteht aus fünf Lappen und ist zusammengewachsen, im Unterschied zur männlichen Blütenanlage.

Die Narbe ist bis zu 14 Tage befruchtungsfähig. Nach vollendeter Bestäubung wird ein oberständiger Fruchtknoten mit zwei Griffelästen ausgebildet. Die Griffeläste ragen aus der weiblichen Blüte heraus. Eine Bestäubung erfolgt primär durch den Wind. Die Blütezeit beträgt ca. zwei bis drei Wochen.

Die Hanfpflanze produziert ein klares Harz. Dieses enthält über 400 verschiedene Verbindungen. Die bekanntesten Inhaltsstoffe von Hanf sind Terpenoide, Flavonoide und Cannabinoide.



Abbildung 4: Weibliche Blüte (Foto: Goldschald, S., 2014)

Männliche Pflanze (Femelhanf):

Die männliche Pflanze blüht in der Regel drei bis vier Wochen früher. Zudem weist der Femelhanf einen schwächeren Wuchs im Vergleich zur weiblichen Pflanze auf (ROSCHER, 2000).

Die männlichen Pflanzen welken nach der Blüte und sterben ab, während bei den weiblichen Pflanzen noch die Samen heranreifen (HERER und BRÖCKERS, 1996).



Abbildung 5: Femelhanf (Foto: Goldschald, S., 2014)

Weibliche Pflanze (Hanfhenne):

Die weibliche Hanfpflanze ist stärker entwickelt als ihr männliches Pendant und weist eine höhere Anzahl von Verzweigungen und ein dichteres Laubbild auf. Die weibliche Pflanze bildet nach der Bestäubung die Samen aus.



Abbildung 6: Hanfhenne (Foto: Goldschald, S., 2014)

Geschlechtliche Zwischenformen (Intersexe):

Tabelle 3: Intersexe in Anlehnung an HOFFMANN (1952)

| Unterschiede: | | |
|---|--|--|
| FEMININE MONÖZISTEN | FEMININE MÄNNCHEN | MASKULINE MONÖZISTEN |
| Weibliche Wuchsform Pflanze besitzt männliche und weibliche Blüten | Weibliche Wuchsform Pflanze besitzt ausschließlich männliche Blüten | Männliche Wuchsform Pflanze besitzt ausschließlich weibliche Blüten |

Samen:

Die Fruchtbildung dauert ca. vier bis sechs Wochen. Botanisch beurteilt sind die drei bis fünf Millimeter großen, eirunden Hanfsamen einsamige Nussfrüchte, bei denen ein Samen fest in der verholzten Fruchtschale eingeschlossen ist. Der inaktive Keimling liegt mit zwei großen Speicherkotyledonen, welche mit Speicherstoffen versehen sind, im Samen. Die glänzende Fruchtschale der Hanfnüsse variiert von braun bis grünlich-grau.



Abbildung 7: Längsschnitt durch einen Hanfsamen (Foto: Goldschald, S., 2014)

Die Samen weisen ein Tausendkorngewicht von 15 bis 20 Gramm auf. Die epigäische Keimung nach Aussaat der Hanfnüsschen erfolgt innerhalb von drei bis sieben Tagen (CLARKE, 1998).

Die innerhalb eines Hanfnüsschens befindlichen Nährstoffe besitzen eine für die menschliche Ernährung ideale immunstärkende Zusammensetzung. Sie sind reich an mehrfach ungesättigten Fettsäuren, wie zum Beispiel der wertvollen Omega-3-Fettsäure und der Gamma-Linolensäure. Hanfsamen setzen sich zusammen aus 30 bis 35 % Kohlenhydrate, 20 bis 25 % Protein, 20 bis 30 % Fett und 10 bis 15 % unlöslichen Ballaststoffen und sind daneben reich an Vitaminen und Mineralstoffen.

Innerhalb der menschlichen Ernährung finden die Hanfsamen in Müslimischungen, Brotbackmischungen, Riegeln und natürlich als Speiseöl Verwendung.



Abbildung 8: Hanfsamen (Foto: Goldschald, S., 2014)

2.4 BBCH-Stadium nach HACK et al. (1992)

Die BBCH-Skala dient einer vereinfachten und einheitlichen Darstellung der phänologischen Entwicklungsstadien von mono- und dikotylen Pflanzen. Die Einteilung erfolgt mithilfe einer Dezimal-Codierung, welche weiters in Makro- und Mikrostadien unterteilt wird.

Sie wurde entwickelt von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), dem Bundessortenamt (BSA), dem Industrieverband Agrar (IVA) und dem Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Grossbeeren/Erfurt. Die Anlehnung erfolgte an die Getreideskala von ZADOKS et al. (1974).

Die Skala zeigt den gesamten Entwicklungszyklus der Pflanze. Die Makrostadien beschreiben mit Ziffern, welche in aufsteigender Reihenfolge von 0 bis 9 gewählt wurden, die unterschiedlichen Phasen der Entwicklung.

Tabelle 4: Einteilung der Entwicklungsphasen (Makrostadien) von mono- und dikotylen Pflanzen nach HACK et al. (1992)

| Makrostadium | Definition |
|--------------|---|
| 0 | Keimung/Austrieb |
| 1 | Blattentwicklung (Hauptspross) |
| 2 | Bildung von Seitensprossen/Bestockung |
| 3 | Längen- bzw. Rosettenwachstum des Hauptsprosses/Triebentwicklung/Schossen (Haupttrieb) |
| 4 | Entwicklung vegetativer Pflanzenteile bzw. vegetativer Vermehrungsorgane/Ähren- bzw. Rispschwelen |
| 5 | Erscheinen der Blütenanlage (Hauptspross)/Ähren- bzw. Rispschieben |
| 6 | Blüte (Hauptspross) |
| 7 | Fruchtentwicklung |
| 8 | Frucht- und Samenreife |
| 9 | Absterben bzw. Eintreten der Vegetationsruhe |

Um eine exaktere Einteilung der physiologischen Entwicklungsphasen zu erhalten und damit präzise Angaben von Applikations- oder Boniturterminen zu determinieren, erfolgt eine weitere Unterteilung in Mikrostadien. Diese definieren kurze und für die Pflanzenart charakteristische Entwicklungsphasen, welche innerhalb eines Makrostadiums, ebenfalls charakterisiert durch die Ziffernabfolge von 0 bis 9, durchlaufen werden.

Der Code setzt sich aus den zwei Ziffern des Makro- und Mikrostadiums zusammen.

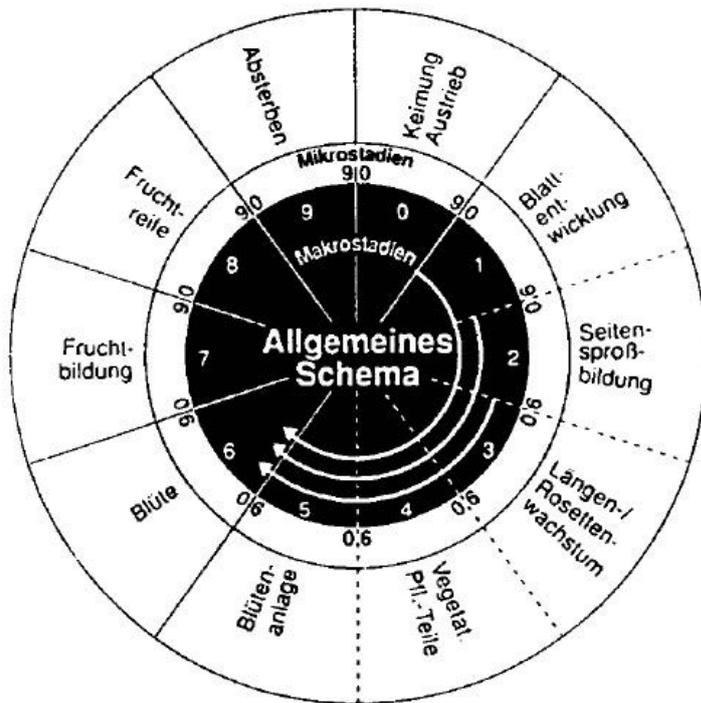


Abbildung 9: Einteilung der pflanzlichen Entwicklungsphasen in Makro- und Mikrostadien in Anlehnung an J. C. ZADOKS et al. (1974)

Eine weitere Unterteilung in Mesostadien erfolgt nur bei einigen wenigen Pflanzenarten. Zu diesen zählen Soja, Tomate und Kartoffel. Die Einteilung wird bei dieser Methode mithilfe einer dreistelligen Skala anstelle der zweistelligen Skala ermittelt. Die Ziffern 0 und 1 beschreiben die Entwicklung am Hauptspross und die Ziffern 2 bis 9 die der Seitensprosse 2. bis 9. Ordnung.

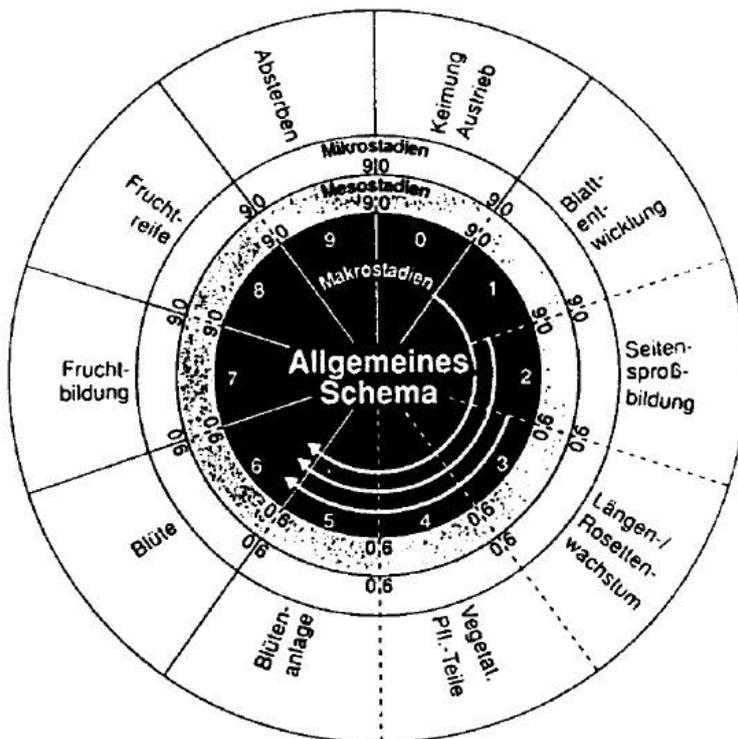


Abbildung 10: Einteilung der pflanzlichen Entwicklungsphasen in Makro-, Meso- und Mikro-stadien in Anlehnung an J. C. ZADOKS et al. (1974)

2.5 Dezimalcode für Entwicklungsstadien von Hanf nach MEDIAVILLA et al. (1999)

Der gültige, von der International Hemp Association (NL-Amsterdam) genehmigte Code für Hanf wurde, angelehnt an den Dezimalcode von ZADOKS et al. (1974) für Getreide, verfasst von dem Schweizer Vito MEDIAVILLA, Manuel JORQUERA und Ingrid SCHMID-SLEMBROUCK (1999).

Die Einteilung des Lebenszyklus einer Hanfpflanze erfolgt in vier Hauptwachstumsstadien (HWS). Die erste Ziffer des vierstelligen Codes beschreibt, in welchem HWS die Pflanze sich befindet. Ziffer Nummer zwei differenziert die sekundären Wachstumsstadien, diese beschreiben das Geschlecht oder die Einhäusigkeit näher. Die letzten zwei Ziffern des Codes beschreiben das exakte Stadium der Entwicklung des Hanfes.

HWS-Code 0

Das erste HWS beginnt mit der Keimung. Das Wachstum der Primärwurzel wird mit dem Code 0001 angegeben, das Erscheinen des Hypokotyls mit 0002 und die Entfaltung der Keimblätter mit 0003.

HWS-Code 1

Charakterisiert ist dieses Stadium durch die Spanne zwischen dem Auflaufen und dem Eintritt in die generative Wachstumsphase der Pflanze und beschreibt Stängel- und Blattentwicklung genauer. Innerhalb des vegetativen Wachstums gibt die Anzahl der voll entwickelten Blätter Aufschluss über den HWS-Code. Code 1002 steht für das Erscheinen des ersten Blattpaares und Code 1004 für die Entfaltung des zweiten Blattpaares. Folgende Formel ist anwendbar: Code 10xx für das n. Blattpaar ($xx = 2n$).

HWS-Code 2

Der Wechsel von der vegetativen in die generative Phase wird eingeleitet durch die Änderung der Blattstellung von gegenständig auf wechselständig (Code 2000). Die Induktion der Blüte wird nach BÓCSA und KARUS (1997) als „GV-Punkt“ klassifiziert. Das Meristem bildet in den Achseln der oberen Laubblätter nicht mehr Blatt-, sondern Blütenprimordien (Code 2001) aus. Wegen der hohen Problematik das Geschlecht eines Blütenprimordiums zu differenzieren werden die Primordia in der Entwicklungsskala nicht erfasst.

Die Geschlechtsdetermination wird durch die zweite Ziffer der Entwicklungsskala beschrieben. Hierbei steht die Zahl „1“ für männliche, die Zahl „2“ für die weiblichen und die Zahl „3“ für die einhäusigen Pflanzen. Das generative Wachstum wird exakt durch die letzten beiden Ziffern der Skala beschrieben. Zusätzlich werden die Vermehrungsorgane an den Seitentrieben miteinbezogen.

HWS-Code 3

Die Senesenz leitet das dritte und letzte Stadium ein. Die männlichen Pflanzen sterben nach der Blüte langsam ab. Die weiblichen und einhäusigen Hanfpflanzen bilden und reifen den Samen aus.

Tabelle 5: Wachstumsstadien der Hanfpflanze und ihre Codierung in Anlehnung an V. MEDIAVILLA et al. (1999)

| Code der Pflanze | Kulturstadium |
|------------------|--|
| 0000 | Trockener Samen |
| 0001 | Erscheinen der Wurzel |
| 0002 | Auflaufen des Hypocotyls |
| 0003 | Entfaltung der Keimblätter |
| 1002 | 1. Blattpaar |
| 1004 | 2. Blattpaar |
| 1006 | 3. Blattpaar |
| 1008 | 4. Blattpaar |
| 1010 | 5. Blattpaar |
| 10xx | n. Blattpaar |
| 2000 | GV-Punkt |
| 2001 | Blütenprimordia |
| 2100 | Blütenbildung |
| 2101 | Beginn der männlichen Blüte (zweihäusig) |
| 2102 | Blüte (50 % offen, männlich, zweihäusig) |
| 2103 | Ende der Blüte (95 % offen, männlich, zweihäusig) |
| 2200 | Weibliche Blütenbildung (zweihäusig) |
| 2201 | Beginn der Blüte (weiblich, zweihäusig) |
| 2202 | Blüte (50 % der Kelche gebildet, weiblich, zweihäusig) |
| 2203 | Beginn Samenreife (zweihäusig) |
| 2204 | Samenreife (50 % hart, zweihäusig) |
| 2205 | Ende der Samenreife (95 % hart, zweihäusig) |
| 2300 | Weibliche Blütenbildung (einhäusig) |
| 2301 | Beginn weibliche Blüten (erste Narben, einhäusig) |
| 2302 | Weibliche Blüten (50 % der Kelche gebildet) |
| 2303 | männliche Blütenbildung |
| 2304 | männliche Blüte |
| 2305 | Beginn Samenreife |
| 2306 | Samenreife (50 % hart) |
| 2307 | Ende Samenreife (95 % hart) |
| 3001 | Austrocknen des Laubs |
| 3002 | Austrocknen des Stängels |
| 3003 | Zerfall des Stängels |

2.6 Systematik der Hanfgewächse

Die Einteilung der Gattung *Cannabis* erfolgte nach unterschiedlichen Literaturquellen. Nach SCHULTES et al. (1974) wurde *Cannabis sativa* in folgende drei Varietäten unterteilt:

Kultur-, Nutz- oder Faserhanf (*Cannabis sativa* var. *sativa*)

Indischer Hanf oder gewöhnlicher Hanf (*Cannabis sativa* var. *indica*)

Wildhanf (*Cannabis sativa* var. *ruderalis*)

Kultur-, Nutz- oder Faserhanf (*Cannabis sativa* var. *sativa*):

Der Nutzhanf ist, mit einer Höhe von bis zu sieben Metern, die mit Abstand größte Art des Hanfs und auch jene mit den vergleichsweise größten Blättern, jedoch weniger verzweigt als der indische Hanf. Mit der EU-Verordnung der europäischen Kommission aus dem Jahr 1989 mussten die Mitgliedstaaten den Anbau von 25 verschiedenen Nutzhanf-Sorten legalisieren; diese durften einen Grenzwert von maximal 0,3 % des natürlich in der Hanfpflanze vorkommenden THC (Tetrahydrocannabinol) nicht überschreiten.

Indischer Hanf (*Cannabis sativa* var. *indica*):

Der indische Hanf ist sehr dicht verzweigt, durchschnittlich 120 Zentimeter hoch und wächst dünnstämmig. Er überschreitet die Wuchshöhe von zwei Metern nicht. *Cannabis indica* ist aufgrund seiner Herkunft robuster als *Cannabis sativa*, somit besser an niedrige Temperaturen angepasst und an geringerer Nährstoffversorgung gewöhnt.

Aufgrund der Vielzahl an Blüten, verursacht durch eine höhere Anzahl an Seitentrieben und Blütenständen, wird diese Form gerne zur Herstellung psychoaktiver Substanzen wie Haschisch und Marihuana erzeugt (HERER et al., 1996). Die berauschende Substanz hierbei ist Tetrahydrocannabinol (THC) mit der richtigen Bezeichnung nach IUPAC ((-)-(6aR,10aR)-6,6,9-Trimethyl-3-pentyl-6a,7,8,10a-tetrahydro-6H-benzo[c]chromen-1-ol). Die Samen des Indischen Hanfs sind dunkel und kleiner als die des Nutzhanfs.

Wildhanf (*Cannabis sativa* var. *ruderalis*):

Cannabis ruderalis ist, wie der Name zeigt, eine wild wachsende Hanfpflanze. Der Wildhanf stammt aus Russland, Mitteleuropa und Zentralasien und hat sich an das rauere Klima dieser Gebiete angepasst. Er weist wenige, aber dafür stark verzweigte Stängel auf und ist kleinwüchsig. Im Durchschnitt erreicht der Wildhanf eine Wuchshöhe von ungefähr 100 Zentimeter. Die Blätter sind sehr breit und mit dicken Fingern. Der Wildhanf ist sehr früh reif und seine Nüsschen sind kleiner im Vergleich zum Kulturhanf (CLARKE; 2009). Das TKG beträgt ca. zehn bis zwölf Gramm. Das Besondere am Wildhanf ist, dass dieser unabhängig von der Photoperiode blühen kann. Dieses Phänomen wird als „auto-flowering“ (Selbst-Blüte) bezeichnet. Auslöser für den Blühbeginn stellt ein gewisses Reifestadium (fünftes bis siebtes Nodium) dar. Der Wildhanf stirbt aufgrund von einwirkenden Umweltfaktoren ab und kann nicht wie die anderen zwei Varietäten in den Wachstumszyklus zurückkehren.

Eine andere Einteilung findet sich bei SMALL und CHRONQUIST (1976). Nach deren Auffassung besteht Hanf aus nur einer Art. Carolus Linné betrachtete schon damals um

1753 in seinem Werk *Species Plantarum*, wie heute viele Botaniker auch, Cannabis als eine aus einer einzigen Art bestehenden Gattung. Die Varietäten Linnés können jedoch nicht als genetisch eigenständige und botanisch anerkannte Arten gelten. Die weitere Klassifizierung der Gattung Cannabis erfolgte laut SMALL und CHRONQUIST (1976) in zwei Unterarten und zwei Varietäten:

Cannabis sativa subsp. *sativa* (var. *sativa* und var. *spontanea*)

Cannabis sativa subsp. *indica* (var. *indica* und var. *kafiristanica*)

MANSFELD (1986) unterteilt *Cannabis sativa* in mehrere Subspezies:

Cannabis sativa subsp. *spontanea*

Cannabis sativa subsp. *indica*

Cannabis sativa subsp. *sativa*

Die Gliederung von *Cannabis sativa* erfolgte nach BÓCSA und KARUS (1997) anhand der Herkunftsregionen der Hanfsorten. Zwischen diesen Einteilungen existieren Übergangsorten. Die Unterteilung erfolgte laut BÓCSA und KARUS (1997) nach folgenden Formenkreisen:

Tabelle 6: Formenkreise von *Cannabis sativa* in Anlehnung an BÓCSA und KARUS (1997)

| Formenkreis | Geographische Herkunft | Anbaugebiete | Vegetationszeit bis zur Samenreife | Samenertrag | Faserertrag |
|----------------|--------------------------------|---|------------------------------------|-------------|-------------|
| Nördlich | Europa >60° nördliche Breite | Russland, Finnland | <90 Tage | Hoch | Mittel |
| Mittelrussisch | Europa 50-60° nördliche Breite | Russland, Ukraine, Polen, N-Deutschland | 90–110 Tage | Hoch | Mittel |
| Südlich | Mittel-, Südost-, Südeuropa | Ungarn, Rumänien, Italien, Spanien, Türkei, Südrussland | 130–150 Tage | Mittel | Hoch |
| Asiatisch | Asien | China, Japan, Korea, Thailand | 150–170 Tage und länger | k. A. | k. A. |

Nach BÓCSA (1995) ist bei dem südlichen Formenkreis mit einem höheren Stängeltrag und einem höheren Fasergehalt zu rechnen, außerdem besteht eine negative Korrelation zu dem Samenertrag.

Die mittlrussischen Sorten erwirtschaften höhere Samenerträge. Die Qualität und der Faserertrag sind jedoch geringer als bei Sorten des südlichen Formenkreises (BÓCSA, 1995).

Für die Gesamtpflanzennutzung sollten französische Übergangssorten bevorzugt gewählt werden (BÓCSA, 1995). Diese Sorten liefern sehr gute feine, weiße und glänzende Fasern (J. M. Matthews, 1928).

Die weichen, sehr feinen, glänzenden und strohgelben Fasern des Japanischen Hanfes zeigen eine ausgezeichnete Qualität (J. M. Matthews, 1928).

2.7 Herkunft und Verbreitung der Hanfgewächse

Der Hanf zählt zu den ältesten Kulturpflanzen der Welt. Die Verbreitung dieser außergewöhnlichen Pflanze begann von Zentralasien aus über viele Teile der Erde. BÓCSA und KARUS (1997) geben als Ursprungsgebiet des Hanfes die Länder Iran, Afghanistan, den südlichen Teil von Kasachstan und einige Teile Südsibiriens an. Auch derzeit sind in genau diesen Gegenden zahlreiche Wildformen des Hanfes zu finden.

Archäologische Funde aus Mesopotamien und China lassen vermuten, dass die Hanfpflanze schon seit 10 000 vor Christus kultiviert und weiterverarbeitet wurde (RUTHENBERG-WILKEN und LANGKAU, 1996).

Der erste geschichtlich bekannte Webstoff war aus Hanf, die Verbreitung begann im 8. Jahrtausend vor Christus (HERER und BRÖCKERS, 1996).

Von China aus nahm der Hanf seinen Weg über Indien und Russland nach Europa. Die ältesten archäologischen Funde von Hanfsamen und Hanffäden in Europa werden auf 3500 vor Christus datiert. Arabische Händler brachten den Hanf um 100 nach Christus weiter nach Afrika und erst im 14. Jahrhundert wurde er von den Spaniern und Portugiesen im Zuge der Kolonialisierung nach Südamerika gebracht. Zu dieser Zeit hatte Hanf eine sehr große Bedeutung für die Seefahrt, denn eine Vielzahl an Bestandteilen von Schiffen wie Takelage, Taue, Verlade- bzw. Fischernetze und Flaggen wurden aus Hanf hergestellt. Daher ist auch verständlich, dass zu dieser Zeit den Bauern in vielen Gegenden der Hanfanbau zur Auflage gemacht wurde.

Im 15. Jahrhundert errichtete man in Italien sehr viele Papiermühlen. Diese dienten einem sehr wichtigen Zweck, und zwar der Verarbeitung von Hanf zu Papier. Mehrere Stampfwerke, welche mit Wasserkraft bewegt wurden, legten die Hanffaser mechanisch frei (BUTTER, 2001).

Die erste Prohibition gegen den Hanf fand bereits 1760 in den Vereinigten Staaten statt. Es wurden erste Verbote gegen den Hanfanbau erlassen, obwohl Hanf in dieser Region eine große Rolle spielte und das Klima optimal für die Kultivierung des Hanfes war.

In Kriegszeiten allerdings benötigten die einzelnen Staaten für die Ausrüstung ihrer Armeen ebenfalls Hanffasern und so wurde Hanfanbau in Europa und auch in den Vereinigten Staaten wieder zur Pflicht.

Bis in die Zwanzigerjahre des 19. Jahrhunderts wurden aus den Hanffasern diverse Textilien und Stoffe für Kleidungsstücke, Zelte, Teppiche, Handtücher, Bettdecken und Gardinen erzeugt. Der Anteil hierfür betrug beachtliche 80 %. Sogar die ersten Jeans wurden aus Hanf erzeugt.

Cannabis sp. ist die kräftigste und haltbarste und natürlichste Weichfaser und nebenbei der ertragreichste nachwachsende Rohstoff auf unserem Planeten (HERER und BRÖCKERS, 1996).

Als im 19. und 20. Jahrhundert die Baumwolle, Sisal, Jute und vor allem die synthetische Faser auf den Weltmarkt kamen, ging die Bedeutung von Hanf sukzessive zurück und kam fast zum Erliegen (SCHÄFER, 2003).

Das Verbot des Hanfanbaus in Deutschland trat am 1. Januar 1982 in Kraft. An diesem Tag wurde eine Abänderung des Betäubungsmittelgesetzes gültig, die es ausnahmslos verbot, Hanf anzubauen. Dieses Gesetz wurde erst im April 1996 durch die Einführung von THC-armen Sorten mit einem Gehalt unter 0,3 % THC und die Erlaubnis der Gewinnung von Fasern aus THC-armen Hanfpflanzen gelockert. Durch diese in der Vergangenheit getätigten politischen Vorgaben fehlen die verarbeitenden Industrien in der Gegenwart. Zusätzlich muss der Hanfbauer, um nicht gegen das Betäubungsmittelgesetz zu verstoßen, eine Genehmigung für die Produktion von Hanffasern einholen.

In Österreich ist der Anbau von Hanf grundsätzlich gestattet, allerdings nur unter Einhaltung gewisser Auflagen und solange kein Anbau zur Gewinnung von berauschendem Hanf erfolgt.

Österreichweit ist der legale Hanfanbau nur mit Sorten erlaubt, die im EU-Sortenkatalog aufgelistet sind. Der Landwirt hat dafür Sorge zu tragen, dass das Originaletikett des Saatgutsackes an die Agrar Markt Austria (AMA) gesendet oder bei der Bezirksbauernkammer hinterlegt wird. Während der Vegetationsperiode werden stichprobenartig Muster aus dem Hanffeld genommen und auf den THC-Gehalt untersucht. Dieser darf nach derzeitiger Rechtslage den Wert von 0,2 % THC nicht übersteigen.

In Österreich regelt das Suchtmittelgesetz (SMG), welches sich auf die „Suchtgiftkonvention von New York“ im Jahr 1961 und das „Wiener Übereinkommen der Vereinten Nationen“ anlehnt, den Umgang mit psychotropem Hanf.

2.8 Aktueller Stellenwert und Zukunftsperspektiven von Hanf

Im europäischen Raum ist überwiegend die Fasererzeugung von Bedeutung. Der Grund hierfür ist, dass Hanf eine wertvolle, lange Faser, welche eine sehr hohe Nässetoleranz besitzt, liefert. Als Dämmstoff werden Hanffasern wegen ihrer Langlebigkeit und der hohen Toleranz gegenüber Schädlingen geschätzt. Thermohanf hat als einziges Produkt das Prädikat „Naturplus“ von der EU im Jahr 2002 verliehen bekommen.

Ein vor kurzem entwickeltes Industrieverfahren für die Herstellung eines Gemisches aus Hanfschäben und Bindemitteln auf Kalkbasis ist bedeutend. Mittels dieser Innovation gelang es Baustoffe herzustellen, welche die Festigkeit von Holzbalken oder Gasbetonsteinen aufweisen. Zusätzlich sind sie mit einer atmungsaktiven und feuchtigkeitsabweisenden Hanffaserisolierung ausgestattet.

Einen großen Stellenwert in der Verarbeitung der Hanffasern nimmt die Automobilindustrie ein. Diese benutzt die wertvollen Fasern für Tür- und Kofferraumauskleidungen, Armaturenbretter oder für wesentliche Formpressteile.

Die Schäben finden als Schüttdämmung oder in der Produktion von Leichtbauplatten Verwendung und auch als Tiereinstreu. Experten sehen im Baubereich ein großes Wachstumspotenzial für die Hanfanwendung.

Auch in der Papierindustrie werden die Fasern benötigt.

Ein weiterer möglicher Zukunftsmarkt für die Verarbeitung von Hanf wird in der Herstellung der „cottonisierten Hanffaser“ gesehen. Bei diesem Verfahren wird mithilfe von chemisch-physikalischen Prozessen die Hanffaser in ihrer Qualität verbessert und gleicht nach diesem Prozess der Qualität einer Baumwollfaser (LEUPIN, 2005).

Die Gewinnung des Öls aus dem Samen des Hanfes nimmt ebenfalls einen wichtigen wirtschaftlichen Stellenwert ein. Aus Hanföl, welches sehr reich an Linol- und Linolensäure ist, werden zum großen Teil Farben und Seifen hergestellt. Die Verarbeitung zu einem Speiseöl ist in unseren Breiten nur von geringer Bedeutung, obwohl das Hanföl für den Menschen einen sehr hohen ernährungsphysiologischen Wert besitzt. Der niedrige Marktanteil liegt darin begründet, dass das Speiseöl vom sensorischen Standpunkt aus betrachtet an frisches Getreide erinnert. In geringen Mengen wird Hanföl innerhalb der

Kosmetikindustrie als Rohstoff für Make-up oder Hautpflegeprodukte verwendet. Als Viehfutter wird der Presskuchen, der nach der Ölgewinnung der Hanfsamen anfällt, als Kraffutter an Schweine verfüttert. Des Weiteren werden die Samen des Hanfes als Vogelfutter oder Fischfutter genutzt. Innerhalb der Lebensmittelindustrie weist Hanf als Aromastoff zur Geschmacks- und Geruchsverbesserung einen steigenden Bedarf auf. Die Naturstoffe in Cannabis enthalten über 400 Substanzen, von denen mindestens 60 eine therapeutische Wirkung aufweisen. Aus medizinischer Hinsicht sind Substanzen wie Tetrahydrocannabinol (THC), Cannabidiol (CBD), Cannabigerol, Cannabichromen oder Cannabinol enthalten.

Die Inhaltsstoffe von *Cannabis sativa* wirken schmerzlindernd, muskelrelaxierend, beruhigend, stimmungsaufhellend, appetitanregend, bronchienerweiternd und augeninnendrucksenkend. Dies ist auch durch viele meist vorklinische Studien an Tiermodellen belegt (GROTENHERMEN und MÜLLER-VAHL, 2012)

Daraus ergibt sich ein breites Anwendungsspektrum für Cannabis.

Cannabis wird bei Querschnittlähmung, Multipler Sklerose, aber auch zur Bekämpfung von Begleitsymptomen bei AIDS oder Krebserkrankungen mit Chemotherapie, wie Appetitlosigkeit, Übelkeit und Erbrechen, eingesetzt. Auch bei Asthma, Epilepsie, Glaukom, rheumatischen Erkrankungen und Depression wird von einem erfolgreichen Einsatz berichtet.

Ein weiterer Vorteil beim Einsatz von Cannabis in der Medizin ist der Preis bzw. Kostenfaktor, da die Produktion von 100 Milligramm THC in Form von Blüten rund 2 bis 10 Euro kostet. Die vergleichsweise selbe Menge in Form von Dronabinol-Kapseln verursacht Kosten von etwa 90 Euro.

Aufgrund der Vielzahl an medizinisch wirksamen Substanzen ist jedoch die Wirkung von Individuum zu Individuum unterschiedlich. Durch gezielte Züchtung verschiedener Variationen mit unterschiedlichen und vor allem spezifischen Wirkstoffgehalten können hochwirksame Medikamente produziert werden, auch gibt es kaum unerwünschte Nebenwirkungen.

2.9 Kulturmaßnahmen im Hanfanbau

2.9.1 Standortbedingungen

Boden:

Um innerhalb der Wachstumsperiode von vier bis sechs Monaten das vegetative Wachstum und die Entwicklung optimal durchlaufen zu können sowie eine hohe Faserqualität zu erhalten, benötigt die Hanfpflanze einen leichten, gut entwässerten Humusboden in offener, sonniger Lage bei günstiger Wasserzufuhr. Faktoren wie Staunässe, saurer und verdichteter oder extrem leichter Boden, zum Beispiel sandiger Boden, beeinträchtigen vor allem das Jugendwachstum der Pflanzen. Daher sind für den Anbau von Nutzhanf tiefgründige, humose kalkhaltige und stickstoffreiche Böden mit guter Wasserversorgung zu bevorzugen. Der pH-Wert des Bodens soll im neutralen bis leicht basischen Bereich liegen. Die Untergrenze liegt bei einem pH-Wert von 6.0 (LOHMEIER, 1997). Die Bodentemperatur bei der Aussaat soll nicht unter sieben Grad fallen (MAYRHUBER & WINKLER-RIEDER, 1997). Hanf stellt ähnliche klimatische Ansprüche wie Sommergetreide, zum Beispiel Sommergerste oder Hafer.

Niederschlag:

Optimal ist ein gemäßigtes, feuchtes Klima mit ca. 700 Millimeter Jahresniederschlag. Hanf besitzt einen hohen Transpirationskoeffizient, dieser liegt bei 300 bis 500 Liter pro Kilo Trockenmasse. Kommt es zu Wassermangel, besonders während des Aufgangs und der Blüte, so führt dies zu gravierenden Ertragseinbußen (HERER, 1993).

Fruchtfolge:

Der Fruchtfolgewert ist positiv. Hanf hinterlässt als Vorfrucht einen gut durchwurzelten Boden mit hohen Rückständen an Stängel- und Wurzelmasse und ist bei guter Bestandsentwicklung beikrautfrei.

Nach MAYRHUBER & WINKLER-RIEDER (1997) ist Hanf eine gute Vorfrucht da der Boden in einem guten Zustand hinterlassen wird.

Als Vorfrucht für Hanf eignen sich am besten Halmfrüchte. Zur Gewinnung hoher Hanffasermengen sind Leguminosen eine gute Vorfrucht (RIEGLER-NURSCHER, 2009).

Konkurrenz:

Aufgrund der Konkurrenz, bezogen auf die vorliegenden Ressourcen, die zwischen den Hanfpflanzen herrscht, werden später aufkommende oder in der Entwicklung später liegende Individuen unterdrückt. Meist sterben diese ab oder bilden den Unterhanf, welcher für eine Fasergewinnung nicht geeignet ist.

Das Phänomen der Selbstausdünnung und Unterdrückung ist umso intensiver ausgeprägt, je höher die Pflanzenanzahl pro Quadratmeter und je höher die Gabe der Stickstoffdüngung ist (VAN DER WERF, 1994, MENGE-HARTMANN und HÖPPNER, 1995, RANALLI, 2004).

Temperatur:

Für die Keimung des Hanfsamens liegt das Temperaturminimum bei vier bis fünf Grad Celsius. Gebiete mit einem kühlen Klima oder eine frühe Aussaat sind für den Anbau von Hanf weniger günstig. Derzeit gibt es Sorten mit einer kurzen Vegetationsperiode, daher sind Bereiche mit feuchtkühlem Klima, unter Ausnutzung von günstigen Vegetationsräumen, für den Hanfanbau möglich. Hanf ist eine Pflanze, welche Hitze verträgt.

Licht:

Hanf ist eine Kurztagspflanze, daher kommt bei kürzeren Tageslängen die Pflanze früher zur Blüte (BÓCSA und KARUS, 1997). In gemäßigten Breiten wächst sie von Frühling bis in den Herbst. In der ersten Phase des Lebenszyklus von Hanf, in der die Länge des Tages zunimmt, befindet sie sich in der vegetativen Phase und geht, wenn die Tageslänge wieder abnimmt, in die zweite Phase, in die Blüte über. Wird Hanf außerhalb dieser Saison angebaut, wird er intersexuelle Blüten und hermaphroditische Pflanzen ausbilden. Die Lichtqualität und Lichtmenge ist für einen kräftigen Wuchs von Bedeutung. Für die Photosynthese sowie die Induktion und Hemmung der Blüte muss das Licht sich aus den erforderlichen Wellenlängen zusammensetzen. Die Dauer einer Vegetationsperiode bei Hanf in Mittel- und Südeuropa beträgt 100 bis 115 Tage, dies entspricht einer Wärmesumme von ungefähr 1900 bis 2000 Grad Celsius. Für eine frühreife Sorte wie Felina reichen bis zur technischen Reife schon 1600 bis 1700 Grad Celsius, während bis zur Samenreife eine Temperatursumme von 2200 bis 3000 Grad Celsius nötig ist (LOHMEIER, 1997).

Anbau:

Günstig für den Anbau von Hanf ist eine tiefe Herbstfurche. Die Saattiefe beträgt ca. zwei bis vier Zentimeter. Die Aussaat von Hanf erfolgt in der Regel von April bis Mitte Mai, kann aber

bei frühen Sorten auch zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Nach der Saat empfiehlt es sich laut LOHMEIER (1997) zu walzen. Der optimale Aussattermin verhindert einen geringen bzw. verzögerten Aufgang der Hanfsamen. Bezüglich optimaler Saatstärke gibt es in der Literatur gegensätzliche Aussagen, die optimale Aussaatstärke und Reihenweite ist arten- bzw. sortenabhängig. Generell ist die Saatstärke bei der reinen Fasernutzung im Vergleich zur Samennutzung deutlich höher. Im biologischen Anbau werden zur Samennutzung 8 bis 15 kg/ha bei einer Reihenweite von ca. 40 Zentimeter ausgesät. Im Vergleich dazu werden im konventionellen Anbau Aussaatmengen zwischen 12 und 20 kg/ha bei Reihenweiten von etwa 22 Zentimeter empfohlen. Für Bestände, die zur Langfasernutzung vorgesehen sind, wird jede 2. oder 3. Drillreihe gewählt und entsprechend die Aussaatstärke um etwa das Doppelte erhöht. Von Aussaatstärken über 40 kg/ha ist insbesondere bei langfaserigen Sorten abzuraten, da dies zu einer starken Selbstausdünnung und weniger qualitativ hochwertigen Fasern führt.

Laut EU-Rat (2014) beträgt die Mindestsaatstärke innerhalb der EU 20 kg/ha.

Pflegemaßnahmen:

Aufgrund der Wüchsigkeit von Hanf besitzt er eine starke Konkurrenzkraft zu Unkraut und Ungräsern. Die Bestände sind ab Ende Mai geschlossen und halten somit die Unkrautentwicklung zurück. Bei einem ungünstigen lückenhaften Aufgang ist nach HERER (1993) und KRÜGER (2000) durch die Verunkrautung mit Qualitäts- und Ertragseinbußen zu rechnen. Daher sind ein schnelles Aufgehen der Saat, ein gutes Jugendwachstum sowie eine entsprechende, nicht zu dichte Saatstärke, um den Hanfpflanzen eine Unkraut- und Ungräserunterdrückung zu ermöglichen, günstig. Eine mechanische Unkrautbekämpfung beim Auflaufen von Unkräutern mittels Hacke und Striegel ist in diesem Falle möglich. Das leichte Striegeln und Hacken soll dann im zeitigen Frühjahr erfolgen.

2.9.2 Pflanzenschutz

Laut WITTROCK et al. (1995) und BÓCSA (2000) ist mit einem für die Ernte bedrohlichen Aufkommen von Pathogenen im Hanfanbau nicht zu rechnen. Vereinzelt und je nach Region und Klimaverhältnissen unterschiedlich, treten bestimmte Pathogene in bis dato nicht erwähnenswertem Umfang auf.

Die wichtigsten Schaderreger und Schädlinge bei Hanf sind:

Hanfkrebs (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Dieser Erreger ist ein phytopathogener Pilz der Gattung Ascomycota. Erste Symptome der Krankheit treten im Juni an Stängeln und Blättern der infizierten Hanfpflanzen auf. An der Sprossachse bilden sich weißlich-grüne, im späteren Vegetationsverlauf bräunliche Läsionen. In diesen Flecken entsteht während des Krankheitsverlaufs stellenweise ein verdichtetes Myzel, welches wie kleine Wattebällchen aussieht. Dieses Myzel ist im Stängelinernen. Im weiteren Verlauf der Krankheit bilden sich innerhalb des Myzels grauschwarze, erbsengroße Sklerotien, die als Dauerfruchtkörper des Pilzes fungieren und im Boden jahrelang überdauern. Die Blätter zeigen eine braune Verfärbung und hängen nach Absterben des Stängels welk herab. Oft stirbt die infizierte Hanfpflanze noch vor der Blüte ab. Dies führt zu Ertragseinbußen und zu einer minderen Faserqualität.



Abbildung 11: *Sclerotinia sclerotiorum* an Hanf (Foto: Goldschald, S., 2014)



Abbildung 12: *Sclerotinia sclerotiorum* an Blatt und Stängel einer Hanfpflanze (Foto: Goldschald, S., 2014)

Grauschimmel (*Botrytis cinerea*)

Die Infektion des Erregers beginnt bei den Blattspitzen, diese bilden braune bis schwarze nekrotische Stellen, welche sich stark zum gesunden Gewebe abgrenzen. Manchmal ist die Bildung eines gelben Hofes zwischen erkranktem und gesundem Gewebe zu beobachten. An den befallenen Stellen entwickelt sich während des Verlaufs der Krankheit ein hell- bis dunkelgrauer Myzelrasen, welcher silbrig-braune Konidienträger mit Konidien ausbildet und mit dem sich der Erreger im Bestand verbreitet. Ein Blütenbefall mit dem Erreger *Botrytis cinerea* ist bei Hanf häufig zu beobachten. Besonders bei sehr dichten und feuchten Blütenständen besteht eine hohe Gefahr einer Infektion. Die befallenen Blüten werden braun bis grau und bilden nach einiger Zeit den mausgrauen Pilzrasen aus. Ein Befall des Stängels ist möglich. Der befallene Stängel verliert an Festigkeit und bricht auf.

Optimale Entwicklungsbedingungen für den Pilz sind bei einer hohen Luftfeuchtigkeit von über 60 % und einer Temperatur von 20 bis 24° Celsius gegeben. Treffen diese Gegebenheiten zu, so kann *Botrytis cinerea* den Hanfbestand eines Feldes innerhalb von sieben Tagen zerstören und für jegliche weitere Verarbeitung unbrauchbar machen (BARLOY und PELHATE, 1962).

Häufig wird beobachtet, dass *B. cinerea* und *S. sclerotiorum* gemeinsam auftreten.



Abbildung 13: *Botrytis cinerea* an Hanfblüten (Foto: Goldschald, S.,2014)



Abbildung 14: *Botrytis cinerea* am Hanfstängel (Foto: Goldschald, S., 2014)

Hanfrost (*Melampsora cannabina*)

Dieser Erreger ist ein Rostpilz. Nach erfolgter Infektion bilden sich beidseitig auf den Blättern Symptome aus. Es entstehen orangefarbene Pusteln, auf denen sich gelbe Sporen des Pilzes entwickeln. Durch diese Sporen verbreitet sich der Erreger im Bestand.

Minierfliegen (*Phytomyza spp.* und *Liriomyza spp.*)

An Blättern sind helle Gang- oder Platzminen zu erkennen. Das Schadbild wird durch ca. zwei Millimeter lange, weiße Fliegenlarven im Blattinneren erzeugt. Charakteristisch sind zu dem die in den Minen abgelegten und mit freiem Auge gut erkennbaren schwarzen Kotkügelchen. Die Larve verpuppt sich im Inneren des Blattes. Die bräunlichen Puppen sind ebenfalls gut in den Blattminen zu erkennen.

Das adulte Tier ist ca. zwei Millimeter groß und erscheint hell- bis schwarzbraun. Ab Mai ist mit einem Befall des Schädlings im Bestand zu rechnen.



Abbildung 15: Gangmine einer Minierlarve (Foto: Goldschald, S.,2014)

Weitere Erreger sind die Auflaufkrankheit, verursacht durch Pythium- und Fusarium-Arten, und die Septoria-Blattfleckenkrankheit. Ein Befall mit tierischen Schädlingen, Hanfblattlaus, Hanferdfloh, Hanfwickler, Hanfmotte, Maiszünsler oder Wurzelnematoden, führt zu Ertragseinbußen.

2.9.3 Ernte

Je nach Nutzungsrichtung der Hanfpflanze kommen unterschiedliche Erntetechniken zum Einsatz. Hanfbestände, die durch Samenproduktion genutzt werden, werden nach der Samenreife geerntet. Die Hanfrückstände werden im Frühjahr mit dem Pflug eingebracht. Bei einer Gesamtpflanzennutzung wird nach dem Drusch das Reststroh geschnitten, geröstet und je nach vorgesehener Verwendung verarbeitet. Zur Erzeugung eines reinen Faserhanfes werden die Hanfpflanzen bereits zur Blüte des Femelhanfes geerntet, geröstet und weiterverarbeitet.

Nach MAYRHUBER & WINKLER-RIEDER (1997) ist mit optimalen Samen- und Fasererträgen bei Gunststandorten des Maises zu rechnen.

Anfänge der Ernte- und Verarbeitungstechniken

Die männlichen Hanfpflanzen, der Femelhanf, wurden nach der Bestäubung aus dem Boden gezogen. In der Praxis wurde dies als „Femel ziehen“ bezeichnet. Diesen Vorgang tätigte man, da die männlichen Hanfpflanzen nach der Bestäubung absterben und dadurch die Qualität vermindern. Daher wurden im Vorfeld die männlichen Hanfpflanzen entfernt.

Meist wurde das Erntegut mittels Wasser geröstet. Durch diese Methode ist das Erntegut per Hand verarbeitbar und die Ausbeute an Faser ist höher.

Nach der Röste wurde mithilfe eines Kammes, eines sogenannten Hechels, die feine Faser spinnfähig gemacht. Bei diesem Vorgang wurde der Hanf durch den Hechel gezogen, den es in unterschiedlichen Grob- und Feinausführungen gab. Der gewonnene Brechhanf wurde dann in einer Hanfstampfe bearbeitet. Dadurch wurde die Faser aufgeschlossen und die Spinnfähigkeit verbessert. Dieser Hanf wurde badischer Schleißhanf genannt und hatte um 1519 in der Rheinebene eine große Bedeutung (BUTTER, 2001).

Ab dem 19. Jahrhundert entstand durch sukzessive verbesserte Verarbeitungstechniken und mechanisch betriebene Maschinen die Erzeugung von großen Mengen qualitativ hochwertiger Hanffaser.

Die Entholzung der Hanfhennen war größtenteils mit mechanischen Maschinen möglich. Die Röste wurde durch Erfahrungswerte stetig verbessert. Genutzt wurden hierbei sogenannte Lehmgruben als Wasserbecken. In diese wurden die Hanfpflanzen in Bunde gelegt und mit Stangen, Steinen oder Ankern beschwert. Insgesamt wurden die Hanfhennen ungefähr drei bis vier Tage unter Wasser belassen. Die Röste war abgeschlossen, wenn sich der Bast von der Faser löste.

Danach wurde das Röstgut per Hand aus der Grube ans Land geworfen, die Bunde wurden geöffnet und die Hanfpflanzen wurden auf dem Boden zum Trocknen verteilt. Bei viel Sonnenschein konnten die gerösteten Hanfpflanzen bereits nach einem Tag gewendet werden. Durch dieses Trocknungsverfahren wurde das Röstgut bereits am Feld gebleicht. Dieser Vorgang sicherte eine gute Fasergewinnung. Da in den Wintermonaten die Fasergewinnung stattfand, wurde das geröstete Hanfstroh im Herbst in Mieten eingelagert. Als nächster Verarbeitungsschritt folgte das Brechen des gerösteten Hanfes. Das Röstgut wurde vorbereitet, dies erfolgte mittels eines Darrlochs. Für diese Trocknungsmethode wurde ein Loch in der Erde ausgehoben und eine Glut darin entfacht. In sicherer Entfernung wurde dann das Stroh zur Trocknung darüber ausgebreitet. Später wurden Gebäude, sogenannte „Trickelhäuser“, errichtet, die von außen mit warmer Luft gespeist wurden. Die Trennung der Faser von den Schäben erfolgte per Hand mittels einer „Tulfe“. Der Unter- und Oberteil einer Tulfe bestand aus drei bis vier senkrecht versetzt zueinander stehenden Brettern. Das geröstete Hanfstroh wurde zwischen die Öffnungen der Tulfe gelegt und die Bretter wurden aneinandergeschlagen. Die Tulfe wurde bald durch sogenannte Brechmaschinen, die mit Walzen betrieben wurden, abgelöst. Im Anschluss an die Bearbeitung mit der Brechmaschine erfolgte ein weiterer Schritt für die Erzeugung einer gleichmäßigen Langfaser, welche mittels Trommelschwingen oder Segelschwingen durchgeführt wurde. Um feine Fasern zu erhalten, war es notwendig, den Hanf, bevor dieser gehechelt wurde, in eine Reibe zu bringen. Betrieben wurde diese Reibe durch Pferde, welche unterschiedlich große Steine bewegten und durch die Reibung die darunterliegende Faser auflösten. Die nächste Verarbeitung erfolgte durch das Hecheln. Im 19. Jahrhundert entstanden bereits erste Hechelbetriebe im Siedlungsgebiet der Donauschwaben, die lukrative Einnahmen brachten (BUTTER, 2011).

2.9.4 Qualitätsanforderungen der Hanffaser

Neben der Erreichung einer hohen Ertragsleistung sind bestimmte Qualitätskriterien des Fasererntegutes erforderlich. Beurteilt werden die Zugfestigkeit und die Dehnbarkeit der Fasern. Ergänzend erforderlich nach MASTEL et al. (1998) ist ein Feuchtegehalt von unter 18 %, ein Röstgrad, der visuell an der ockerfarbenen Färbung mit ersten Verpilzungen ersichtlich ist, ein geringer Schäbenanteil, eine Stängellänge von mindestens 60 Zentimetern, eine hohe Faserfestigkeit sowie ein geringer Verunreinigungsgrad.

Die Qualitätskriterien unterliegen für die Erzeugung der Hanffaser, je nach Verwendungsoption, gewissen Schwankungen.

Indirekte Beeinflussung der Qualität durch Sorte, Standort und Stickstoff-Zugabe wird in der Literatur widersprüchlich angeführt. Nach BÓCSA (1995) wird der Ertrag wesentlich durch die Wahl der Sorte bestimmt. Für die Fasernutzung rät BÓCSA (1995), wegen des höheren Stängel- und Fasergehalts, zu zweihäusigen Sorten.

2.9.5 Zugelassene zertifizierte Hanfsorten

Der Anbau von Faserhanf ist in Österreich durch die europäische Gesetzgebung sorten- und saatgutrechtlich geregelt. Dies bedeutet, dass für den Anbau von Nutzhanf innerhalb der Europäischen Union nur zertifiziertes Saatgut, welches in der EU Sortenliste angeführt ist, verwendet werden darf. Zusätzlich müssen die Bestandteile des Hanfes einen geringen THC-Gehalt (Δ 9-trans-Tetrahydrocannabinol) aufweisen. Gemäß der Verordnung der EG Nr. 1420/98 darf dieser Gehalt die Grenze von mehr als 0,2 % THC in der Trockenmasse nicht überschreiten. Die gesetzliche Kontrolle wird während der Vegetation und gegen Ende der Blühzeit, der Zeitpunkt, an dem der höchste THC-Gehalt vorzufinden ist, durchgeführt. Es werden hierzu Stichproben genommen und auf ihren THC-Gehalt im Labor analysiert. Eine weitere Verordnung der EG, Artikel 39 Nr. 73/2009, beinhaltet, dass nur Sorten zur Faserherstellung mit einem Gehalt von unter 0,2 % THC in der Trockenmasse förderungswürdig sind. Die ersten Förderungen konnten ab dem Jahr 2001 bezogen werden. Die Beihilfe wird dem Erstverarbeiter zugesprochen. Die Höhe der Förderung richtet sich nach der Länge der Hanffasern und dem Reinheitsgehalt. Im Jahr 2011/2012 wurden pro Tonne Hanffaser eine Förderung in der Höhe von mindestens 90 Euro bis maximal 160 Euro ausbezahlt (AMA, 2015).

Die zugelassenen Faserhanfsorten sind in der Verordnung (EG) Nr. 796/2004 gelistet.

Für das Jahr 2016 sind im Sortenkatalog der Europäischen Union für landwirtschaftliche Pflanzenarten folgende 54 Nutzhanfsorten aufgelistet:

| # | Variety name | Common catalogue status |
|---|---------------|-------------------------|
| 1 | Antal | Registered |
| 2 | Armanca | Registered |
| 3 | Beniko | Registered |
| 4 | Białobrzeskie | Registered |
| 5 | Białobrzeskie | Registered |
| 6 | CS | Registered |
| 7 | Cannakomp | Registered |
| 8 | Carma | Registered |

| | | |
|----|--------------------|--|
| 9 | Carmagnola | Registered |
| 10 | Chamaeleon | Registered |
| 11 | Codimono | Deleted with market extension until 30.06.2017 |
| 12 | Dacia Secuieni | Registered |
| 13 | Delta-405 | Registered |
| 14 | Delta-Ilosa | Registered |
| 15 | Denise | Registered |
| 16 | Diana | Registered |
| 17 | Dioica 88 | Registered |
| 18 | Epsilon 68 | Registered |
| 19 | Fedora 17 | Registered |
| 20 | Felina 32 | Registered |
| 21 | Ferimon | Registered |
| 22 | Fibranova | Registered |
| 23 | Fibrol | Registered |
| 24 | Finola | Registered |
| 25 | Futura 75 | Registered |
| 26 | Férimon | Registered |
| 27 | Ivory | Registered |
| 28 | KC Bonusz | Registered |
| 29 | KC Dora | Registered |
| 30 | KC Virtus | Registered |
| 31 | KC Zuzana | Registered |
| 32 | Kompolti | Registered |
| 33 | Kompolti hibrid TC | Registered |
| 34 | Lipko | Registered |
| 35 | Lovrin 110 | Registered |
| 36 | Marcello | Registered |
| 37 | Markant | Registered |
| 38 | Monoica | Registered |
| 39 | Rajan | Registered |
| 40 | Ratza | Registered |
| 41 | Santhica 23 | Registered |
| 42 | Santhica 27 | Registered |
| 43 | Santhica 70 | Registered |
| 44 | Secuieni Jubileu | Registered |
| 45 | Silvana | Registered |
| 46 | Szarvasi | Registered |
| 47 | Tiborszallasi | Registered |
| 48 | Tisza | Registered |
| 49 | Tygra | Registered |
| 50 | Uniko B | Registered |
| 51 | Uso-31 | Registered |
| 52 | Wielkopolskie | Registered |
| 53 | Wojko | Registered |
| 54 | Zenit | Registered |

Tabelle 7: Auflistung in der EU zugelassener Hanfsorten; Stand 05.08.2016

Die förderungswürdigen Sorten der EU-Liste Carmagnola, CS, Delta Llosa, Delta 405, Fedora 19, Fedora 74, Felina 34, Ferimon, Fibranova, Fibrimon 24, Fibrimon 56 und Futura sowie die Sorten Kompolti, Bialobreskie, USO 11, USO 13, YUSO 14 und YUSO 16 haben nach DE MEIJER (1995) einen THC-Gehalt unter 0,3 %.

3 Material und Methoden

3.1 Material und methodischer Ansatz

Im Weiteren folgt eine einjährige, praxisnahe Dokumentation des Hanfanbaus. Diese Studie beschreibt einen Sortenversuch an unterschiedlichen Standorten innerhalb eines semiariden Klimagebietes. Die drei Versuchsstandorte befinden sich im Bundesland Niederösterreich und geben daher Aufschluss, welche der zehn Sorten eine sehr gute Eignung für die lokale Nutzung und zusätzlich einen hohen wirtschaftlichen Ertrag mit entsprechend guter Faserqualität aufweisen.

3.2 Beschreibung der Versuchsstandorte

Insgesamt wurden für den Versuch im Jahr 2014 an den drei Standorten Hanfthal, Raasdorf und Obersiebenbrunn parzellenweise zehn Hanfsorten angebaut. Es wurde eine einheitliche und praxisnahe Kulturführung innerhalb der Standorte umgesetzt, um aussagekräftige und miteinander vergleichbare Werte bezüglich einer Gesamtpflanzennutzung zu erhalten.

3.2.1 Hanfthal

In der Abbildung 16 wird der Versuchsstandort „Hanfthal“ im Weinviertel, Österreich, gezeigt. Die Felder in dieser Gegend wurden im Jahr 2014 von Herrn Schmid für die Versuche zur Verfügung gestellt. Die angewendete Sätechnik ist die Parzellen-Drillsaat, welche mit der Maschine Reform Semo 100 gesät wurde. Das Saatgut wurde am 4. April 2014 ausgesät.

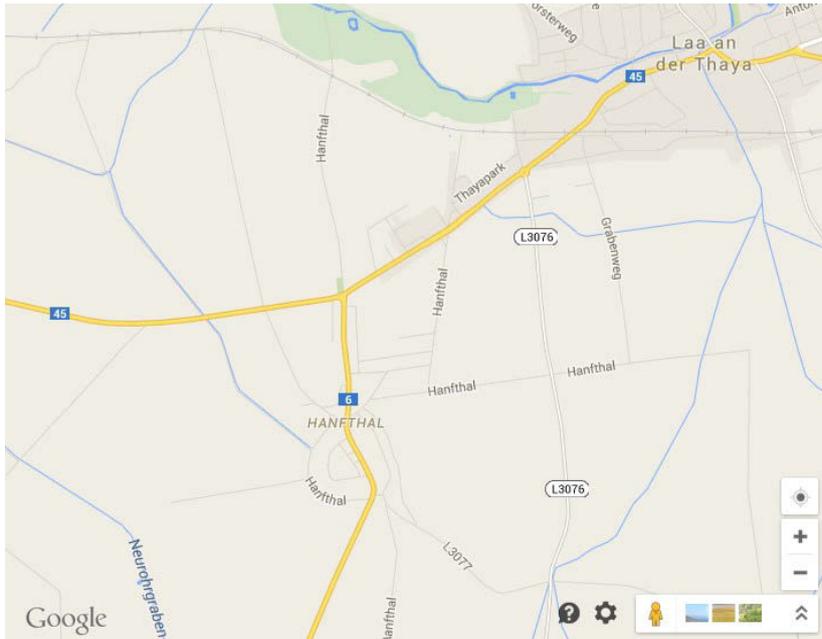


Abbildung 16: Hanfthal (Google, 2015)

Hanfthal liegt im Gemeindegebiet Laa, welches wiederum zum Bezirk Mistelbach zählt. Laa splittet sich in sechs Ortschaften auf:

Hanfthal
 Kottingneusiedl
 Laa an der Thaya
 Ruhhof
 Ungerndorf
 Wulzeshofen

Etwa zwei Kilometer nordöstlich von Hanfthal grenzt die Stadt Laa an der Thaya, welche sich unmittelbar an der Grenze zu Tschechien befindet. In Hanfthal leben ca. 600 Einwohner auf einer Fläche von 12,5 Quadratkilometer. Der Großteil der Fläche wird landwirtschaftlich genutzt.

Landschaft:

Die Landschaft rund um Hanfthal ist geologisch geprägt durch das Laaer Becken/Ebene. Hanfthal liegt auf einer Meereshöhe von 186 Metern und ist zu 95 % eben.

Böden:

Die vorkommenden Bodentypen um das Laaer Becken sind großteils Braunerden und Tschernoseme aus Löß. Als Basis der Böden sind neben Löß, noch tertiäre Sande oder alluvialen bzw. fluvialen Feinsedimente, bekannt.

Hanfthal weist fast ausschließlich fruchtbare, mittelgründige Tschernosemböden auf. Vereinzelt sind Bodentypen, wie die Feuchtschwarzerde, Gleyböden oder Röhböden, anzutreffen.

Klima:

Der vorherrschende Klimatyp in Hanfthal ist das Kontinentalklima. An 248 Tagen im Jahr werden Minimum 5 Grad Celsius als Temperaturmittel erreicht, was positiv für den Hanfanbau zu bewerten ist. Im Winter ist großteils mit wenig Schnee und im Sommer mit viel Sonnenschein und Trockenheit zu rechnen. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 9,3 Grad Celsius. Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit liegt bei 2,7 Meter die Sekunde.

Die nachstehend angeführte Abbildung 17 verdeutlicht die in Hanfthal vorherrschende min/max Temperatur im Jahr 2014. Für diesen Versuch ist die Zeit zwischen April und September, welche die Spanne der Monate der Kulturführung beschreibt, zu beachten. Im April 2014 waren bereits mit über 17 Grad Celsius im Monatsdurchschnitt gute Wärmeverhältnisse für ein optimales Wachstum gegeben.

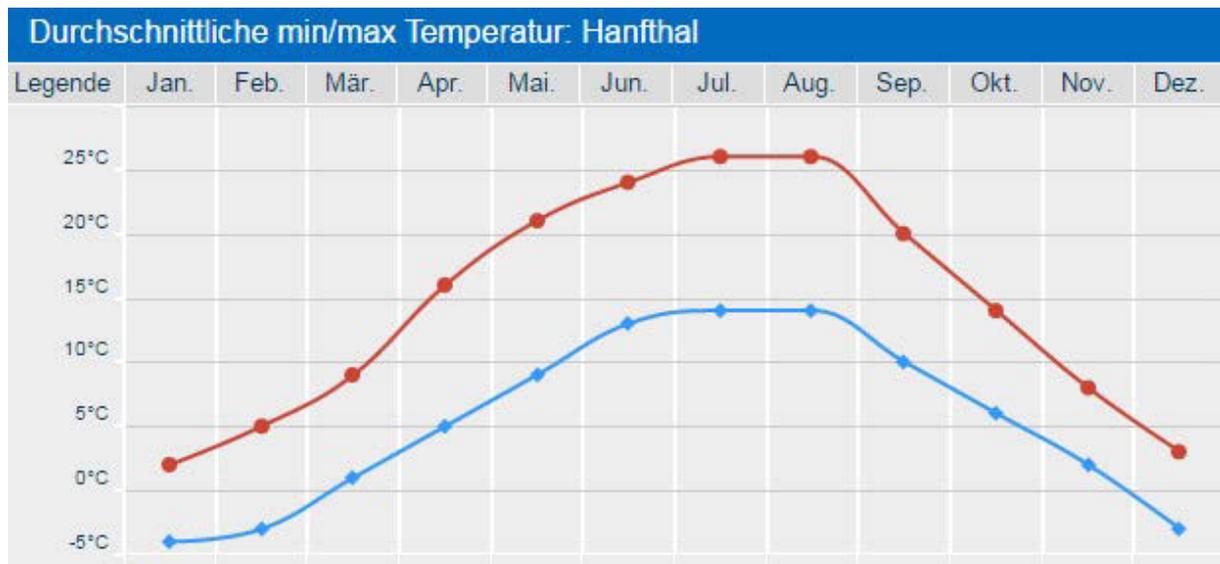


Abbildung 17: Durchschnittliche min/max Temperatur, Standort Hanfthal, 2014

Die mittlere Jahressumme der Niederschläge beträgt 478 Liter/m². Anhand der Abbildung 18 geht der Juli mit über 72 Liter/m² als niederschlagsreichster Monat hervor. Die Vegetationsmonate des Hanfes liegen zwischen April und September. In dieser Zeit ist eine Wasserversorgung zwischen 20 und 85 Liter/m² anzustreben, um eine Optimierung des Wachstums und den Erhalt des Gesundheitszustandes der Hanfpflanze zu gewährleisten. Innerhalb der Vegetationsperiode von April bis September zeigte der Versuchsstandort Hanfthal eine sehr gute Wasserversorgung.

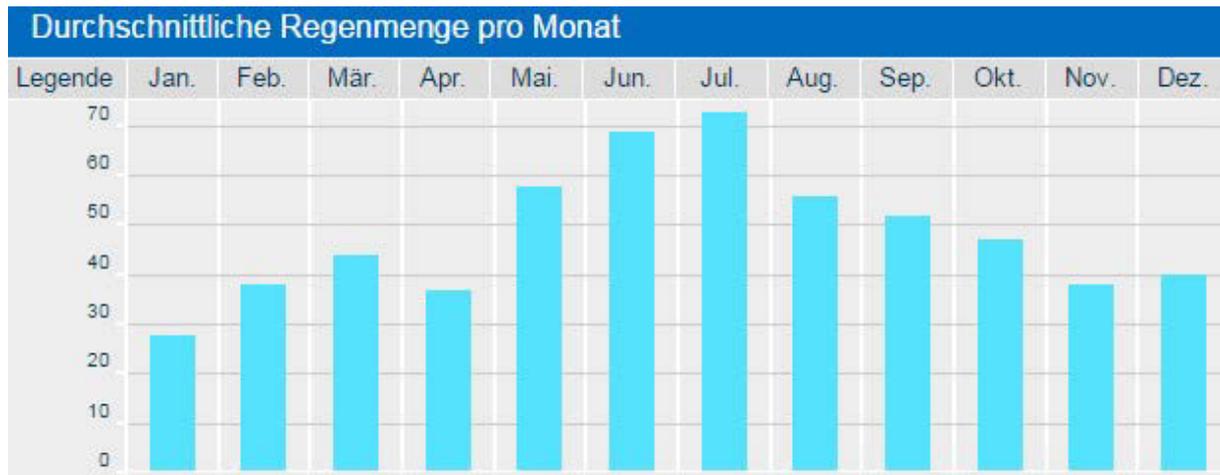


Abbildung 18: Durchschnittlicher Jahresniederschlag, Standort Hanfthal, 2014

3.2.2 Groß Enzersdorf/Raasdorf

Die Abbildung 19 zeigt die Versuchsfläche der Gemeinde Raasdorf im Weinviertel in Niederösterreich, welche von der Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien in Groß Enzersdorf bewirtschaftet wird. Das Saatgut wurde am 5. April 2014 auf die Versuchsfelder mittels der Drillsämaschine der Versuchswirtschaft Groß Enzersdorf ausgebracht.

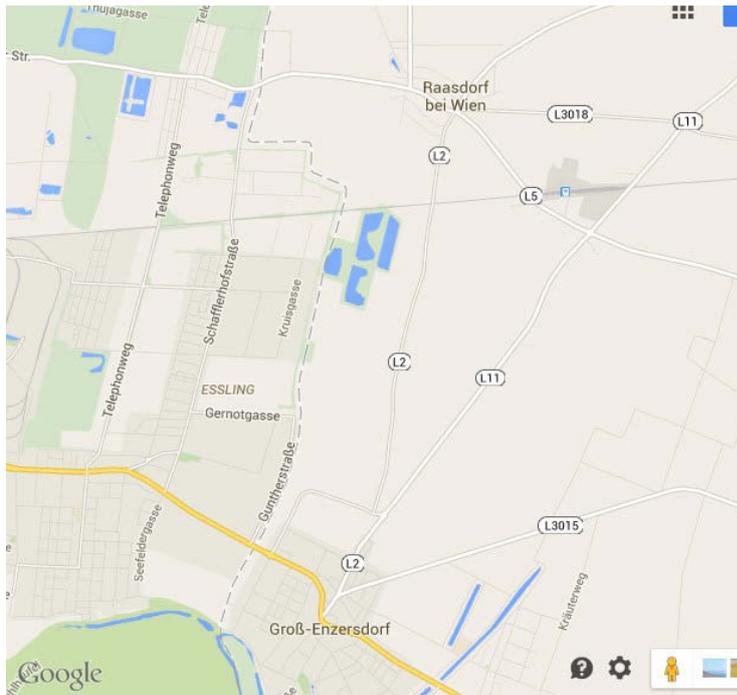


Abbildung 19: Raasdorf (Google, 2015)

Raasdorf liegt im Bezirk Gänserndorf, östlich von Wien im Marchfeld, südlich begrenzt durch Groß-Enzersdorf und nördlich durch Deutsch Wagram. In dieser Gemeinde leben ca. 650 Einwohner auf 13,2 Quadratkilometer.

Landschaft

Die Böden der Versuchsflächen in Raasdorf werden, aus geologischer Sicht, als ein Teil der Praterterrasse angesehen. Raasdorf liegt auf einer Meereshöhe von 145 Meter.

Böden

Der dominante Bodentyp in diesem Gebiet ist ein tiefgründiger Tschernosem der Praterterrasse; dieser wurde durch die angrenzende Donau und deren transportierenden Schotter geprägt. Zum Großteil ist der Boden aus kalkhaltigen Feinsedimenten entstanden.

Klima

Die Witterungslage in Raasdorf wird vom pannonisch-mitteuropäischen Klima geprägt. Innerhalb dieser Zone ist im Sommer mit warmer, aber relativ trockener und gemäßigter Witterung zu rechnen. Zusätzlich ist innerhalb dieser Jahreszeit eine hohe Wahrscheinlichkeit von kurzen, aber heftigen Regenschauern gegeben. Die Zeit des Wintereinbruchs hingegen wird mit einer hohen Wahrscheinlichkeit einen kalten,

schneearmen und strengen Winter bescheren. Berechnet für dieses Gebiet wurde eine Jahresdurchschnittstemperatur von 9,8 °C.

Wie in der Abbildung 20 zu erkennen ist, waren in den Monaten von April bis September optimale Temperaturen für ein gesundes Wachstum der Hanfkulturen gegeben.

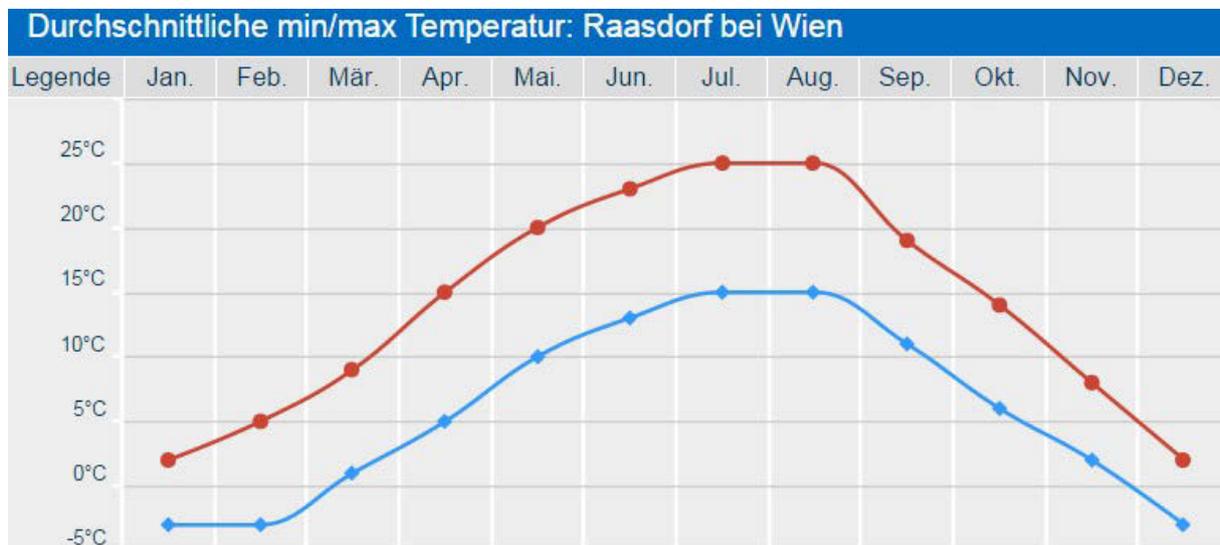


Abbildung 20: Durchschnittliche Jahres min/max Temperatur, Standort Raasdorf, 2014

In der Umgebung von Raasdorf ist mit einer mittleren Jahresniederschlagssumme von 546 Liter/m² zu rechnen. Die Abbildung 21 zeigt, dass zur Zeit des Wachstums, in den Monaten von April bis September, eine optimale Wasserversorgung gegeben war. Durch den geringeren Niederschlag im September von 40 Liter/m² konnte der Bestand gleichmäßig abreifen.

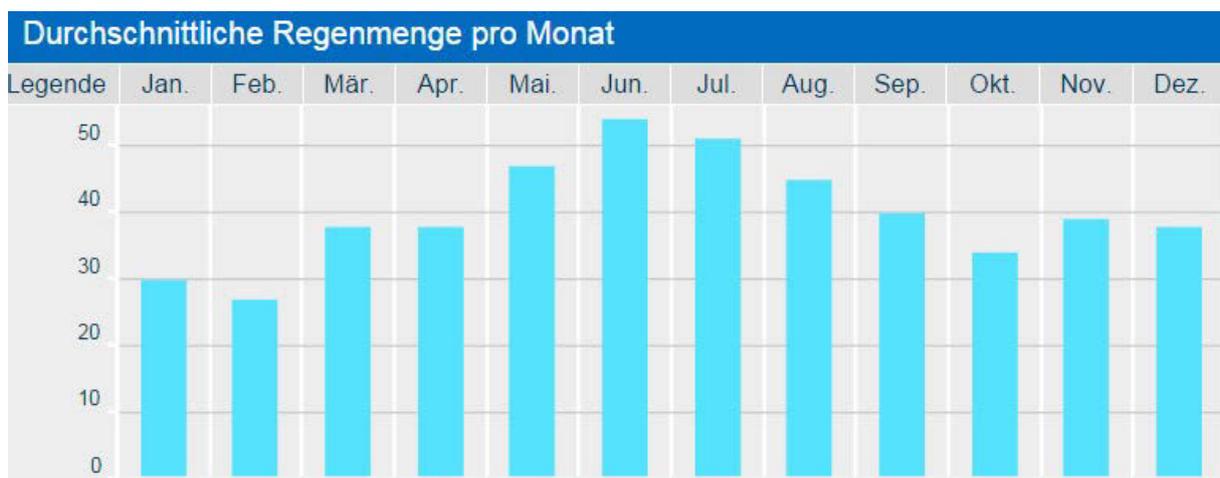


Abbildung 21: Durchschnittlicher Jahresniederschlag, Standort Raasdorf, 2014

3.2.3 Obersiebenbrunn

Der zweite Standort, Obersiebenbrunn, liegt im Marchfeld in Niederösterreich. Die Versuchspartellen befinden sich auf dem Gelände der Landwirtschaftlichen Fachschule Obersiebenbrunn und wurden von den Schülern und Lehrbeauftragten bewirtschaftet. Die Ausbringung des Saatgutes auf die Versuchspartellen erfolgte am 10. April 2014. Als Technik wurde die Partellen-Drillsaat gewählt.

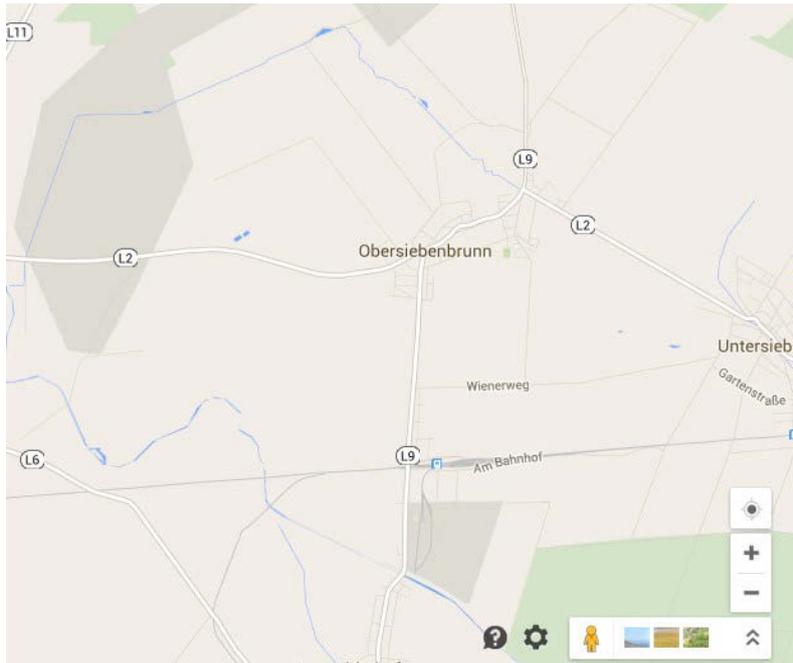


Abbildung 22: Obersiebenbrunn (Google, 2015)

Von Wien nach Obersiebenbrunn beträgt die Entfernung per Luftlinie ca. 26 Kilometer. Gänserndorf ist von Obersiebenbrunn mit einer Entfernung von fünf Kilometer die nächste größere Stadt. Obersiebenbrunn ist eine Marktgemeinde mit 1693 Einwohnern auf einer Fläche von 26,91 Quadratkilometer.

Landschaft

Obersiebenbrunn befindet sich auf einer Seehöhe von 151 Meter. Die anzutreffende Kulturlandschaft in Obersiebenbrunn wird von einer Agrarlandschaft dominiert.

Böden

Die dominante Bodenart der Praterterrasse ist ein kalkhaltiger Tschernosem und die vorherrschende Bodenart ist lehmiger Schluff.

An den Versuchspartellen in Obersiebenbrunn ist sandiger Lehm zu finden; der Bodentyp wurde als Feuchtschwarzerde identifiziert.

Klima

Obersiebenbrunn wird dem pannonischen Klima zugeordnet. In der Vegetationsperiode von April bis September konnten hohe Temperatursummen mit geringem Niederschlag verzeichnet werden. Der Standort weist günstige Witterungsverhältnisse für den Hanfanbau auf.

Obersiebenbrunn hat eine Durchschnittsjahresmitteltemperatur von 9,8 °C. In der Abbildung 23 ist die durchschnittlich minimale bzw. maximale Temperatur von Obersiebenbrunn im Versuchsjahr 2014 ersichtlich.

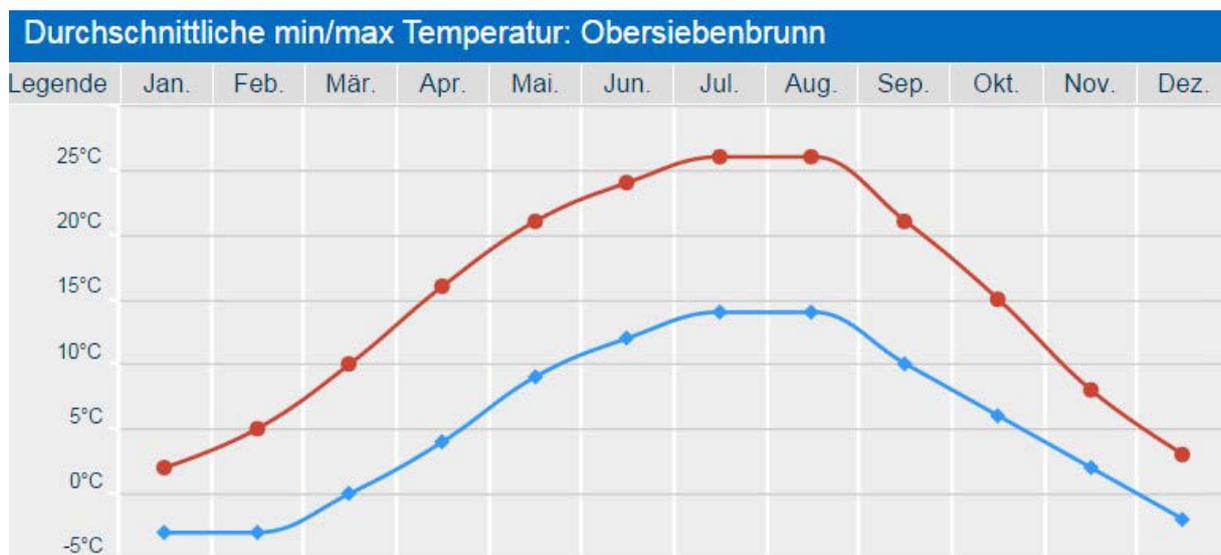


Abbildung 23: Durchschnittliche Jahres min/max Temperatur, Standort Obersiebenbrunn, 2014

Die Regenmenge der Durchschnittsjahre beträgt ca. 570 Liter/m². Die Abbildung 24 zeigt die Niederschlagsmenge von Obersiebenbrunn pro Monat für das Jahr 2014.

Das Kriterium der notwendigen Wassermenge, welches in der vegetativen Phase des Hanfs ein optimales Wachstum gewährleistet, wurde im Versuchsjahr 2014 von April bis September erfüllt.

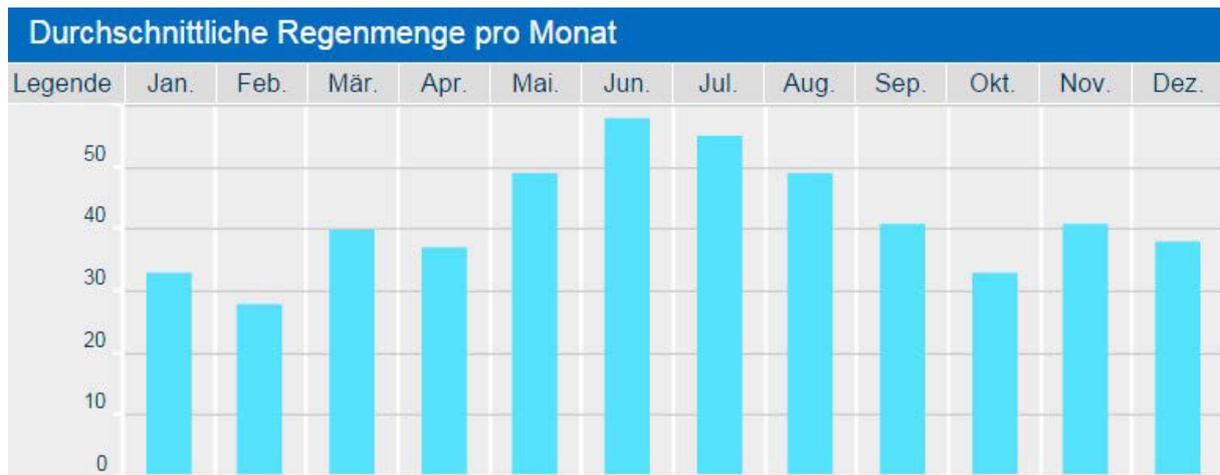


Abbildung 24: Durchschnittlicher Jahresniederschlag, Standort Obersiebenbrunn, 2014

3.3 Hanfsorten

Alle Faserhanfsorten, die bei diesem Versuch ausgesät wurden, haben einen THC-Gehalt von unter 0,2% und stammen aus zertifiziertem Saatgut. In Österreich ist es per Gesetz untersagt, Hanfsorten, die einen größeren Wert als 0,2% THC aufweisen, anzubauen. Die zugelassenen Nutzhanfsorten werden im EU-Sorten katalog aufgelistet. Folgende zehn genotypisch unterschiedliche Sorten wurden parzellenweise angebaut:

Tabelle 8: Auflistung der im Versuch gesäten Hanfsorten

| Versuchssorten | |
|----------------|---------------|
| Fedora 17 | Epsilon 68 |
| USO 31 | KC Dora |
| Felina 32 | Tisza |
| Ferimon | Tiborszallasi |
| Futura 75 | Santhica 27 |

3.3.1 Eigenschaften der Hanfsorten

In Österreich und innerhalb der EU werden die meisten Hanfsorten nicht nur wegen des qualitativ hohen Faser- und Schäbenertrags kultiviert, sondern wegen der Hanfnüsschen. Daher hat sich in diesen Regionen die Doppelnutzung von Hanfpflanzen etabliert (im Vergleich zu Kanada, wo Hanf nur wegen des Samens angebaut wird).

Die Nummern der französischen Sorten, die in der Tabelle 9 ersichtlich sind, geben Aufschluss über den Blühbeginn. Je niedriger der Wert der Sorte, umso früher tritt der Blühbeginn ein.

Tabelle 9: Eckdaten der im Versuch gesäten Hanfsorten in Anlehnung an T. PRADE (2011)

| Genotyp | Herkunftsland | Geschlechtsform | Blühbeginn | Nutzung |
|---------------|---------------|-----------------------------|------------|--------------|
| Fedora 17 | Frankreich | Hybridpopulation, monözisch | früh | Faser, Samen |
| USO 31 | Ukraine | monözisch | früh | Faser, Samen |
| Felina 32 | Frankreich | Hybridpopulation, monözisch | mittelfrüh | Faser, Samen |
| Ferimon | Frankreich | monözisch | früh | Faser, Samen |
| Futura 75 | Frankreich | monözisch | mittelspät | Faser |
| Epsilon 68 | Frankreich | monözisch | spät | Faser |
| KC Dora | Ungarn | - | - | - |
| Tisza | Ungarn | - | - | - |
| Santhica 27 | Frankreich | monözisch | mittelfrüh | Faser |
| Tiborszallasi | Ungarn | diözisch | mittelspät | Faser |

Die Sorten Fedora 17 und Felina 32 sind Dreiweghybriden (Tabelle 10). Diese werden durch ein pflanzenzüchterisches Verfahren erzeugt (BÓCSA, 2000).

Unisexueller Hanf ist laut BÓCSA (1958) für die Züchtung von Hybridsaatgut am geeignetsten.

Zur Erzeugung der F1-Generation aus Populationen werden weibliche diözische Hanfpflanzen mit einer monözischen gekreuzt. Zu einem großen Teil, 70 bis 85 %, entstehen durch diese züchterische Methode weibliche, 10 bis 15 % monözische und zu einem sehr geringen Prozentsatz von 1 bis 2 % männliche Individuen. Die mit dieser Methode gezüchtete weibliche Hanfpflanze der F1-Generation, ist die weibliche Komponente zur Erzeugung der F2-Generation. Die zweite Kreuzung wird mittels eines monözischen Vaters und einer unisexuellen weiblichen Hanfpflanze durchgeführt, um das Saatgut für die F3-Generation, welches das begehrte Verkaufssaatgut darstellt, zu erhalten.

Tabelle 10: Schema zur Erzeugung von Dreiweghybriden in Anlehnung an BÓCSA (2000)

| | |
|--------------------------|---|
| Elterngeneration: | Monözischer Vater x Zweihäusiger Mutter |
| F1: | Unisexuelle Generation mit großer weiblicher Dominanz |
| F2: | Monözischer Vater x Unisexueller Mutter (BC1) |
| F3: | Verkaufssaatgut, oder nach Bedarf noch eine Rückkreuzung (BC2). |

3.4 Saatstärke und Aussaat

Das Saatgut der zehn Hanfsorten wurde in Hanfthal am 4. April 2014 und in Raasdorf am 5. April 2014 in unterschiedlichen Saatstärken von 50 und 250 Körnern/m² vom Landwirt Günther Schmid mittels einer Drillsämaschine ausgesät.

Die Aussaat in Obersiebenbrunn am 10. April 2014 erfolgte durch Herrn Dr. Ofner ebenfalls mithilfe einer Drillsämaschine. Bei diesem Standort wurden nur zwei Sorten, USO 31 und

Futura 75, in unterschiedlichen Saatstärken von 50, 100, 150, 200 und 250 Samen/m² angebaut.

Die ausgebrachten Samen wurden bei allen drei Standorten mittels Walze angedrückt. Ein Mantel wurde seitlich an den Versuchsflächen mit der Sorte USO 31, welche mit einer Saatstärke von 100 Körnern/m² ausgebracht wurde, gesät.

3.5 Versuchsanlagen

Das Saatgut der zehn Hanfsorten wurde an allen drei Standorten in Langparzellen ausgesät; diese hatten eine Größe von 120 Quadratmeter. Jede Parzelle war 3 Meter breit und 40 Meter lang. Die Blockanlage der drei Versuchsanlagen wurde seitlich jeweils von einem Mantel begrenzt.

Vom Anfang bis zum Ende der Vegetationsperiode der Hanfpflanzen wurde eine anspruchslöse Kulturführung gewählt. Es gab keine Dünge-, Unkraut- und Pflanzenschutzregulierungen. Auf eine zusätzliche Bewässerung wurde ebenso verzichtet.

3.5.1 Blockanlagen der drei Standorte

Mittels einer randomisierten Blockanlage wurden in Hanfthal, Raasdorf und Obersiebenbrunn drei Wiederholungen je Sorte und Saatstärke angelegt.

3.6 Datenerhebung während des Wachstums

Die Erhebung der Daten über den Entwicklungsverlauf der Sorten pro Standort erfolgte während der Vegetationsperiode an drei Boniturterminen. Erfasst wurden neben der Entwicklung, die Bestandsdichte der Hanfpflanzen/m² und die Höhe der Pflanzen.

3.6.1 Erhebung der Pflanzen/m²

An den drei Versuchsstandorten wurde an jeder Parzelle ein Markierungspunkt gesetzt. An exakt dieser Stelle wurde an allen drei Boniturterminen des jeweiligen Standortes mittels eines vorgefertigten Holzrahmens (25 cm x 25 cm) die Anzahl der Hanfpflanzen auf einem

Viertel Quadratmeter erhoben. Die Berechnung der Versuchspflanzen je Quadratmeter erfolgte durch Interpolation mittels des Faktors vier.

3.6.2 Erhebung der durchschnittlichen Wuchshöhe

An allen drei Standorten wurde an jeder Parzelle zu dem jeweiligen Boniturtermin die durchschnittliche Höhe einer jeden Versuchsorte ermittelt. Als Hilfe zur Ermittlung der korrekten Höhe kam ein Maßstab zum Einsatz. Die durchschnittliche Höhe wurde an zwei unterschiedlichen Ausgangspunkten jeder Parzelle anhand von zehn repräsentativen Pflanzen einer Sorte erhoben.

3.6.3 Während der Vegetation gemessene Eckdaten und deren Boniturtermine

Tabelle 11: Während der Vegetation gemessene Eckdaten und deren Boniturtermine

| Boniturtermin | Raasdorf | | | Obersiebenbrunn | | | Hanfthal | | |
|-----------------------|----------|--------|--------|-----------------|--------|--------|----------|--------|--------|
| | 1. | 2. | 3. | 1. | 2. | 3. | 1. | 2. | 3. |
| Pflanzen/Quadratmeter | 14.07. | 16.08. | 19.09. | 14.07. | 16.08. | 19.09. | 12.07. | 28.08. | 21.09. |
| Wuchshöhe | 14.07. | 16.08. | 19.09. | 14.07. | 16.08. | 19.09. | 12.07. | 28.08. | 21.09. |

3.7 Ernte

Im Vordergrund dieses Versuches steht die Verarbeitung der gesamten geernteten Hanfpflanze. Diese Methode, bei der sowohl der Samen als auch das Stroh geerntet wird, ist aus ökonomischer Sicht einer anderen vorzuziehen. Bezeichnet wird ein solches Verfahren als Gesamtpflanzennutzung.

An allen drei Standorten wurde die Ertragsleistung des Samens und des Strohs je Parzelle und somit für jede Sorte an allen drei Wiederholungen ermittelt. Der erste Erntetermin am Standort Hanfthal fiel auf den 25. September 2014. Groß Enzersdorf und Obersiebenbrunn wurden am 26. September 2014 geerntet.

Zur Ernte wurde pro Parzelle ein Bereich von einem Quadratmeter per Hand mithilfe einer Sichel geerntet. Das Erntegut wurde vorsichtig, mit dem Fruchtstand voraus, in eine Papiertüte gepackt und zu einem Bündel verschnürt. Die Papiertüten wurden anschließend mit der zugehörigen Parzellenummer beschriftet und am Feldrand abgelegt.



Abbildung 25: Papiertüten mit Erntegut (Foto: Goldschald, S., 2014)

Zum Schluss wurden alle Säcke vom Boden aufgesammelt und in einen Anhänger verladen. Das Erntegut wurde mit Spanngurten gesichert und zum Abtransport vorbereitet.



Abbildung 26: Abtransport des Ernteguts (Foto: Goldschald, S., 2014)

Um die geernteten Hanfpflanzen zur Trocknung aufzubereiten, wurde das Erntegut in die Versuchsanstalt Groß Enzersdorf überstellt und in einem Foliengewächshaus zwischengelagert.

3.7.1 Datenerhebung

In den Versuchsanlagen der Universität für Bodenkultur wurde im ersten Schritt die Feuchtmasse des frischen Erntegutes parzellenweise mittels einer Waage ermittelt und dokumentiert. In einem weiteren Schritt erfolgte eine Auszählung und Dokumentation der Anzahl an Hanfpflanzen pro Papiertüte.

Der anschließende Drusch erfolgte ebenfalls parzellenweise mittels eines Mähdreschers. Hierbei wurden der Samen separat aufgefangen und sofort in Papiertütchen mit zugehöriger Parzellennummer gepackt.

Der Samen wurde durch ein Handsieb geschüttelt, um diesen von groben Verunreinigungen und Fremdbesatz zu befreien. Im nächsten Schritt kam ein Steigsichter zum Einsatz, der die Hanfsamen von kleineren und leichteren Partikeln reinigte.

Im Anschluss wurde das Gewicht der gesäuberten Samen mittels einer digitalen Waage ermittelt und festgehalten. Nach einer Trocknungsperiode im Gewächshaus wurde eine weitere Messung des Gewichts der Samen durchgeführt.

Das übrig gebliebene Hanfstroh jeder einzelnen Parzelle wurde wieder in eine Papiertüte beschriftet mit einer spezifischen Parzellennummer gefüllt und in einem Foliengewächshaus aufrecht an der Folientunnelwand positioniert.



Abbildung 27: Zur Trocknung gelagerte Hanfpflanzen in Papiertüten (Foto: Goldschald, S., 2014)

Nach der Trocknung erfolgte die Datenerhebung des getrockneten Hanfstrohs. Das Gewicht des Strohs wurde erfasst und dokumentiert. Anschließend wurden mittels eines im Standbetrieb laufenden Parzellenmähdreschers die Fasern zu einem großen Teil von den Schäben getrennt. Das gedroschene Hanfstroh einer jeden Parzelle wurde wie zuvor in Papiertüten mit eindeutig zuordenbarer Kennnummer gepackt und gewogen.

3.7.2 Statistische Auswertung

Zur Auswertung der vorliegenden Daten wurden die Statistiksoftware IBM SPSS Statistics Version 24.0 und das Statistikprogramm R Version 2.4.0 gewählt.

SPSS bietet Lösungen für eine Vielzahl an statistischen Datenauswertungen und grafischen Darstellungen. Die erste Version dieses Programmpakets wurde 1968 durch die Firma SPSS Inc. vertrieben. 1981 war bereits die erste PC-Version käuflich erwerbbar. Seit 1992 ist das Programm auch für Windows erhältlich. IBM hat die Firma SPSS Inc. im Jahr 2009 übernommen.

Das Statistikprogramm R ist eine freie Software und wurde im Jahr 1992 entwickelt. Dieses Programm bietet Wege zur statistischen Berechnung von Aufgaben und zur Erstellung von Grafiken. R wird zusehends in wirtschaftlichen ebenso wie in wissenschaftlichen statistischen Problemstellungen als Standardsprache angewendet.

Die in dieser Arbeit vorliegenden Boxplots wurden mit dem Programm SPSS Version 24.0 oder mit R Version 2.4.0. gefertigt. Der Einfluss der Sorten auf den Samen-, Faser- und Schäbenertrag wurde durch das Statistikprogramm R Version 2.4.0. mittels einer univariaten mehrfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) analysiert.

Die weitere statistische Auswertung eines möglichen Einflusses des Standortes erfolgte ebenfalls mithilfe des Statistikprogramms R Version 2.4.0. Durch dieses Programm ist die Aufbereitung der ermittelten Date, durch eine multivariate mehrfaktorielle Varianzanalyse (MANOVA) mit anschließenden Tukey-Mehrfachvergleichstests möglich. Dadurch wird der Effekt der Standorte, welche unabhängige Variablen darstellen, auf den Samen-, Faser- und Schäbenertrag miteinbezogen und statistisch ausgewertet.

Es wurde ein Signifikanzniveau von 5 % (0,05) festgesetzt. Daher wurden die ermittelten Ergebnisse, welche eine Signifikanz von $p \leq 0,05$ aufwiesen, als statistisch signifikant angesehen.

4 Ergebnisse

Die angeführten Daten sind Ergebnisse der Versuchsflächen Groß Enzersdorf, Hanfthal und Obersiebenbrunn.

4.1 Bestandsdichte und Wuchshöhe

Die Abbildungen zeigen Mittelwerte aus drei Boniturterminen. Beurteilt wurden die Wuchshöhe und die Bestandsdichte der Hanfpflanzen während des Vegetationsverlaufes.

4.1.1 Bestandsdichte

Versuchsstandort Hanfthal

Bestandsdichte bei der Saatstärke von 50 Samen/m²:

In den Versuchspartellen wurde visuell ab dem dritten Boniturtermin ein Saatstärkeneinfluss bei 50 Samen/m² durch eine sehr geringe Selbstausdünnung (self thinning effect) ermittelt. Bis zum zweiten Boniturtermin gab es einen Anstieg der Pflanzen/m². Der leichte Rückgang der Bestandsdichte zum dritten Boniturtermin ist auf die intraspezifische Konkurrenz zurückzuführen. Dies bedeutet, dass sich im Bestand gut entwickelte Hanfpflanzen durchsetzen und die kleineren bzw. schwächeren Individuen entweder als weit in der Entwicklung zurückbleibender Unterhanf erhalten bleiben oder durch die starke Beschattung absterben. Der Effekt der Ausdünnung wird durch die Abbildung 28 ersichtlich. Die Trendlinien der Sorten Fedora 27 und Epsilon 68 zeigen den Trend bzw. die Tendenz der Bestandsdichte zur jeweiligen Sorte auf. Eine über den Boniturzeitraum geradlinig verlaufende Trendlinie, wie es bei der Sorte Fedora 17 der Fall ist, verweist auf eine gleichmäßige Bestandsentwicklung. Eine nach unten neigende eingezeichnete Trendlinie deutet auf eine Reduzierung des Bestandes hin.

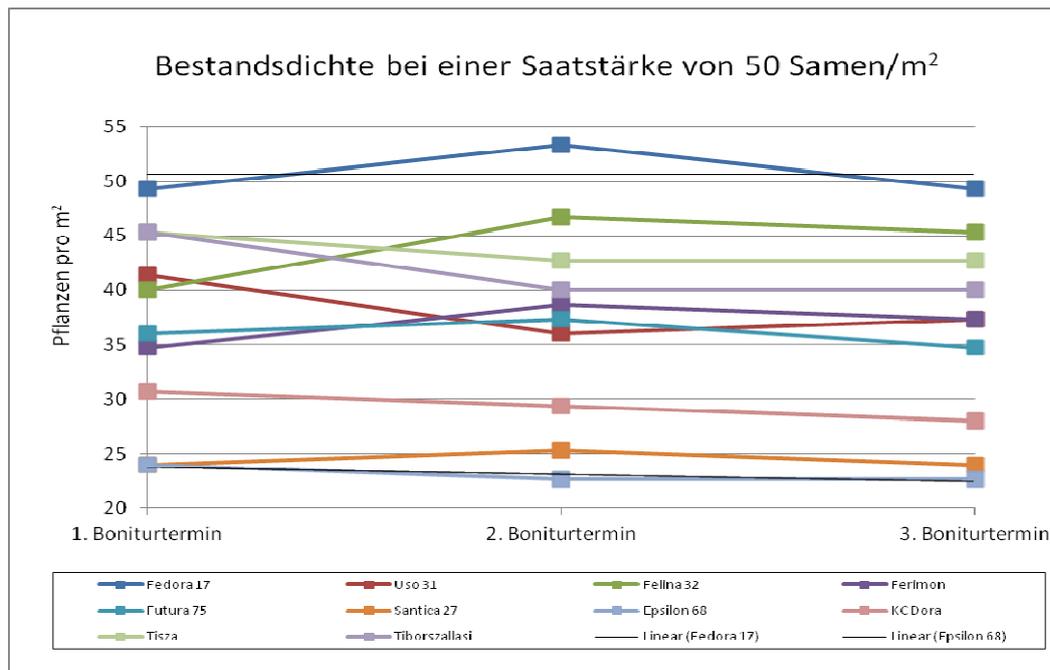


Abbildung 28: Bestandsdichte bei 50 Samen/m² am 12.07., 28.08., 21.09., Standort Hanfthal 2014

Am 12. Juli 2014 erfolgte die erste Zählung der Bestandsdichte. Zu diesem Termin wurde im Durchschnitt bei allen zehn Sorten 37 Pflanzen/m² ermittelt. Der Boniturtermin am 21. September 2014 ergab eine geringfügig niedrigere Zahl im Durchschnitt aller Sorten (36 Pflanzen/m²).

Den dichtesten Bestand ergab am dritten Boniturtermin die Hanfsorte Fedora 17 mit 49 Pflanzen/m². Die geringste Bestandsdichte wies die Sorte Epsilon mit 23 Pflanzen/m² auf.

Die Sorte Tiborszallasi zeigte während der Vegetationszeit zwischen erster und letzter Bonitur die stärkste Reduktion der Pflanzen im Bestand mit einer Verminderung um fünf Pflanzen/m². USO 31 wies ebenfalls innerhalb des gleichen Zeitrahmens eine hohe Ausdünnungsrate von vier Pflanzen/m² auf.

Bei der Sorte Felina 32 gab es sogar eine Erhöhung der Pflanzenzahl pro Quadratmeter um fünf Hanfpflanzen. Bei der Sorte Ferimon wurde eine Zunahme der Hanfpflanzen pro Quadratmeter von drei Pflanzen festgestellt.

Bei der Sorte Epsilon 68 blieb die Bestandsdichte bei einer Reduktion von einer Hanfpflanze im Vergleich zu den anderen Sorten niedrig.

Bestandsdichte bei der Saatstärke 250 Samen/m²:

Ein Effekt der Selbstausdünnung war bei der Saatstärke von 250 Samen/m² innerhalb des Vergleichszeitraums zu beobachten. Abbildung 29 zeigt den steileren Abfall der

Verbindungsline zwischen den Datenpunkten bei den Sorten Fedora 17, Tisza und USO 31 im Vergleich zur Saatstärke von 50 Samen/m².

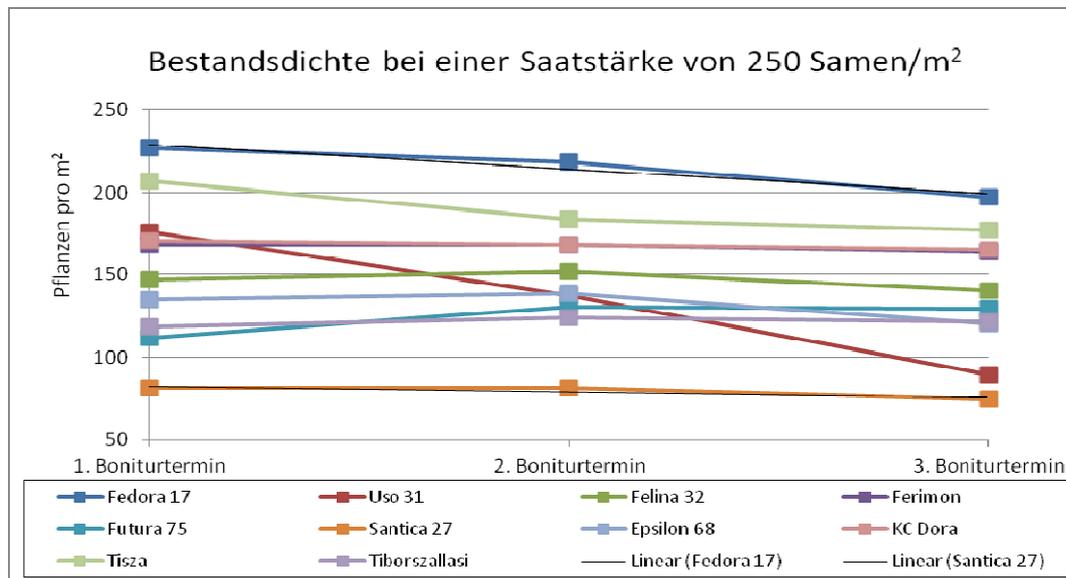


Abbildung 29: Bestandsdichte bei 250 Samen/m², Standort Hanfthal 2014

Beim ersten Boniturtermin gab es eine mittlere Pflanzenzahl von 146/m² und am letzten Boniturtermin am 21. September von 138 Hanfpflanzen/m².

Die Hanfsorte Fedora 17 zeigte am letzten Boniturtermin mit 197 Pflanzen die höchste Bestandsdichte. Die Sorte Santhica 27 hatte am letzten Boniturtermin den geringsten Pflanzenbestand mit nur 75 Pflanzen/m².

Die Sorte USO 31 zeigte während des Boniturzeitraums die stärkste Reduktion in der Pflanzenzahl, es kam zu einer Verminderung um 87 Pflanzen/m². Eine Reduktion von 29 Pflanzen/m² wurde bei den Sorten Tisza und Fedora 17 gezählt.

Die geringste Ausdünnung zeigte sich bei der Sorte Ferimon.

Bei der Sorte Futura 75 wurde ein Zuwachs während des ersten und letzten Boniturtermins von 17 Hanfpflanzen ermittelt. Ebenfalls zu einer Erhöhung der Bestandsdichte kam es bei der Sorte Tiborszallasi von 4 Pflanzen/m².

Die Trendlinie der Sorte Fedora 17 zeigt einen steilen Verlauf in Richtung x-Achse. Damit wird der Trend zu einer Abnahme der Bestandsdichte während der Vegetationszeit ersichtlich. Im Vergleich dazu weist die Trendlinie der Sorte Santhica 27 eine geringere Neigung auf. Dies zeigt ebenfalls einen Trend in Richtung einer Reduktion des Pflanzenbestandes.

Versuchsstandort Groß Enzersdorf

Bestandsdichte bei der Saatstärke von 50 Samen/m²:

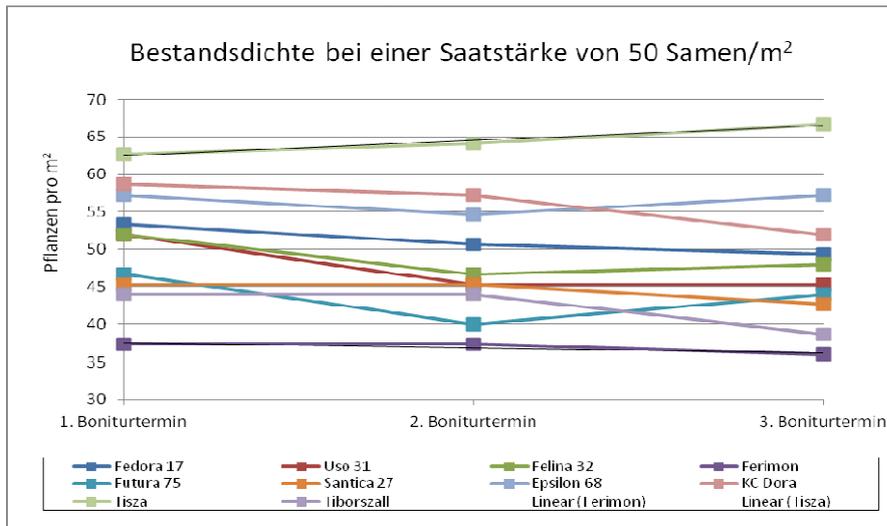


Abbildung 30: Bestandsdichte bei 50 Samen/m² am 14.07., 16.08., 19.09, Standort Groß Enzersdorf 2014

Die erste Zählung der Bestandsdichte erfolgte am 14. Juli 2014. Die Daten ergaben im Durchschnitt 51 Pflanzen/m².

Am 19. September 2014 erfolgte die letzte Bonitur. Im Durchschnitt aller Sorten wurden 48 Pflanzen/m² ermittelt.

Der dichteste Pflanzenbestand wurde bei der Hanfsorte Tisza mit 67 Pflanzen/m² ermittelt. Die geringste Bestandsdichte wurde bei der Sorte Ferimon mit 36 Pflanzen/m² dokumentiert.

Die Sorte USO 31 zeigte während des Versuchszeitraums die stärkste Reduktion (7 Pflanzen) im Pflanzenbestand. Die Sorte Tiborszallasi wies innerhalb des gleichen Zeitrahmens eine Verringerung des Bestandes von 5 Pflanzen/m² auf.

Eine Zunahme des Bestandes wurde bei der Sorte Tisza von 4 Pflanzen/m² gezählt.

Bei der Sorte Epsilon 68 blieb die Bestandsdichte konstant. Die Reduktionsrate dieser Sorte im Vergleich zwischen dem ersten und letzten Boniturtermin war 0.

Die Trendlinie der Sorte Tisza zeigt während des Boniturzeitraumes eine Steigung und verzeichnet somit eine Zunahme der Hanfpflanzen pro Quadratmeter. Die leicht abgeflachte Trendlinie der Sorte Ferimon zeigt eine Reduktion der Hanfpflanzen/m².

Bestandsdichte bei einer Saatstärke von 250 Samen/m²:

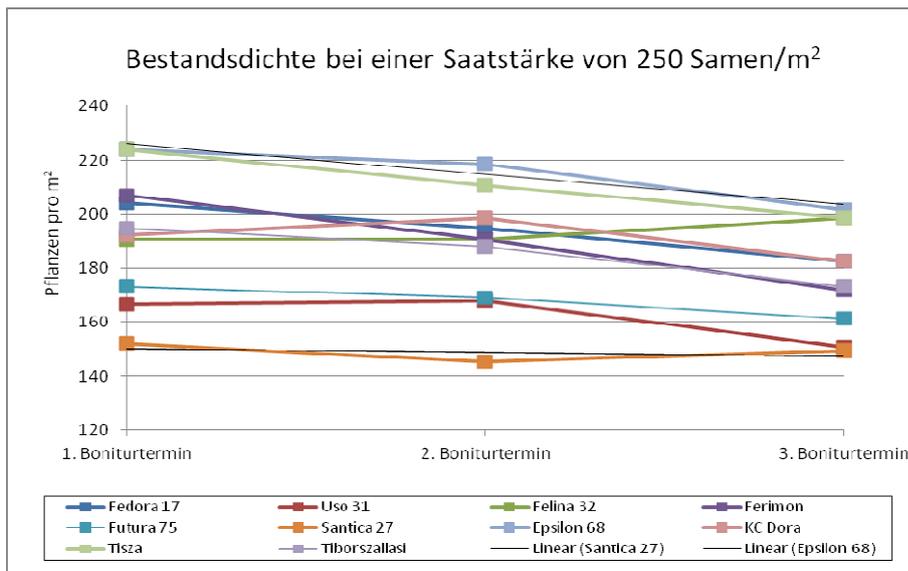


Abbildung 31: Bestandsdichte bei 250 Samen/m², Standort Groß Enzersdorf 2014

Zum ersten Boniturtermin am 14. Juli 2014 wurde eine mittlere Pflanzendichte von 193 Pflanzen/m² und am 19. September 2014 von 177 Hanfpflanzen/m² erhoben.

Am dritten Boniturtermin ergab die Hanfsorte Epsilon die höchste Bestandsdichte mit 201 Pflanzen/m². Den geringsten Pflanzenbestand mit 149 Pflanzen/m² wies die Sorte Santhica 27 am letzten Boniturtermin auf.

Die stärkste interspezifische Konkurrenz erfolgte bei der Sorte Ferimon, es kam zu einer Verminderung von 35 Pflanzen/m². Eine Bestandsreduktion von 25 bzw. 21 Pflanzen/m² zeigten die Sorten Tisza und Tiborszallasi.

Die geringste Reduzierung des Bestandes (3 Pflanzen/m²) erfolgte bei der Sorte Santhica 27.

Bei der Sorte Felina wurde eine Erhöhung des Bestandes von der ersten bis zur letzten Bonitur von 8 Pflanzen/m² gezählt.

Die Trendlinie der Sorte Epsilon 68 verläuft über den Versuchszeitraum steil in Richtung x-Achse und verdeutlicht den Trend hin zu einer Reduktion des Pflanzenbestandes, während bei der Sorte Santhica 27 ein flacher Verlauf ersichtlich ist.

Versuchsstandort Obersiebenbrunn

Vergleich der Bestandsdichte bei fünf unterschiedlichen Saatstärken bei den Sorten USO 31 und Futura 75:

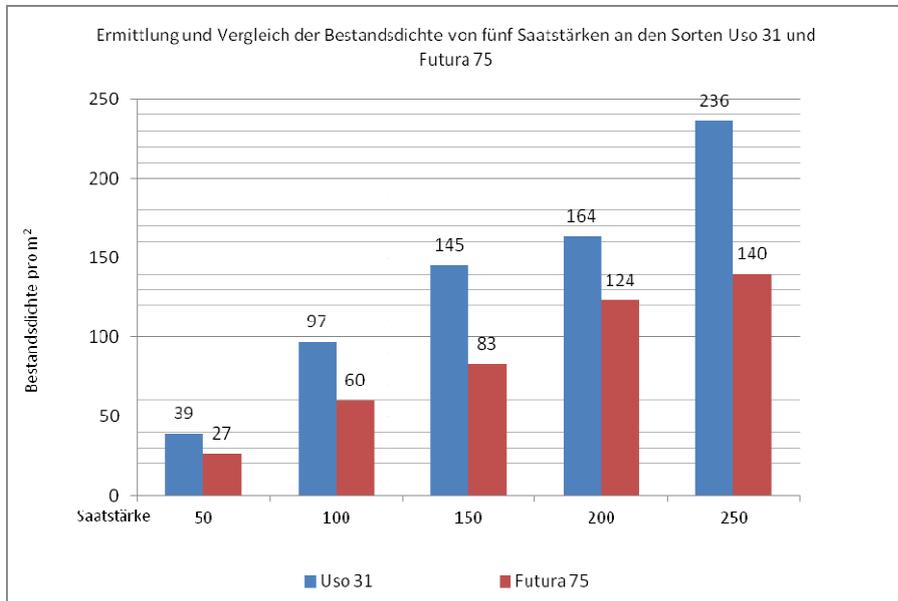


Abbildung 32: Verlauf der Bestandsdichte bei den Sorten USO 31 und Futura 75, Standort Obersiebenbrunn, 2014

Der Mittelwert von den drei Wiederholungen jeder Saatstärke zeigt eine Tendenz zur stetigen Zunahme der Bestandsdichte, je mehr Samen pro Quadratmeter gesät wurden. Die Sorte USO 31 wies in allen fünf Saatstärken die höchste Bestandsdichte auf.

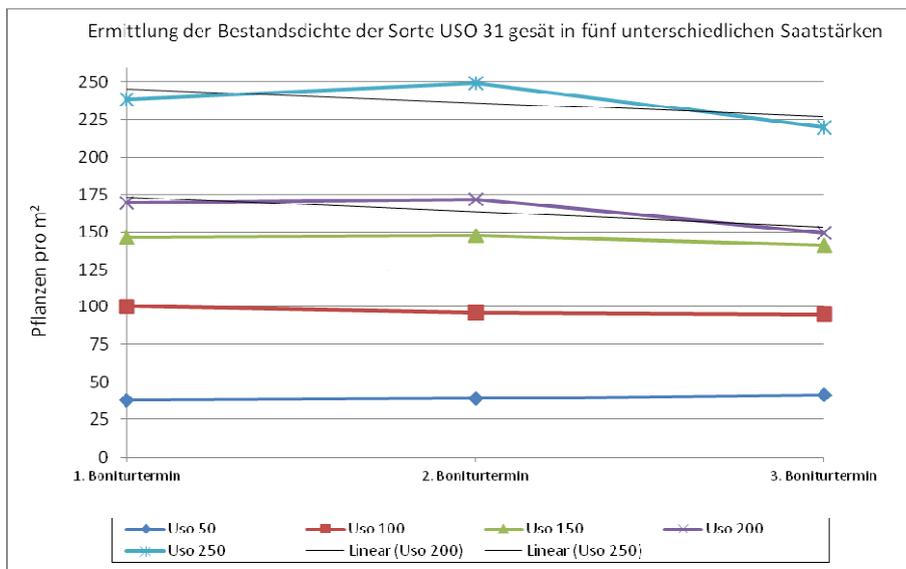


Abbildung 33: Verlauf der Bestandsdichte der Sorte USO 31 bei fünf Saatstärken am 14.07., 16.08., 19.09., Standort Obersiebenbrunn, 2014

Die erste Zählung der Bestandsdichte in Obersiebenbrunn erfolgte am 14. Juli 2014. Die Verbindungslinie der Datenpunkte der ersten drei Saatstärken zeigt, dass bei der Sorte USO 31 während des Erhebungszeitraumes, ein stetiger Anstieg erfolgte. Ab einer Saatstärke von 200 Samen/m² kam es zu einer absteigenden Trendlinie und damit zu einer Reduktion der Pflanzendichte/m².

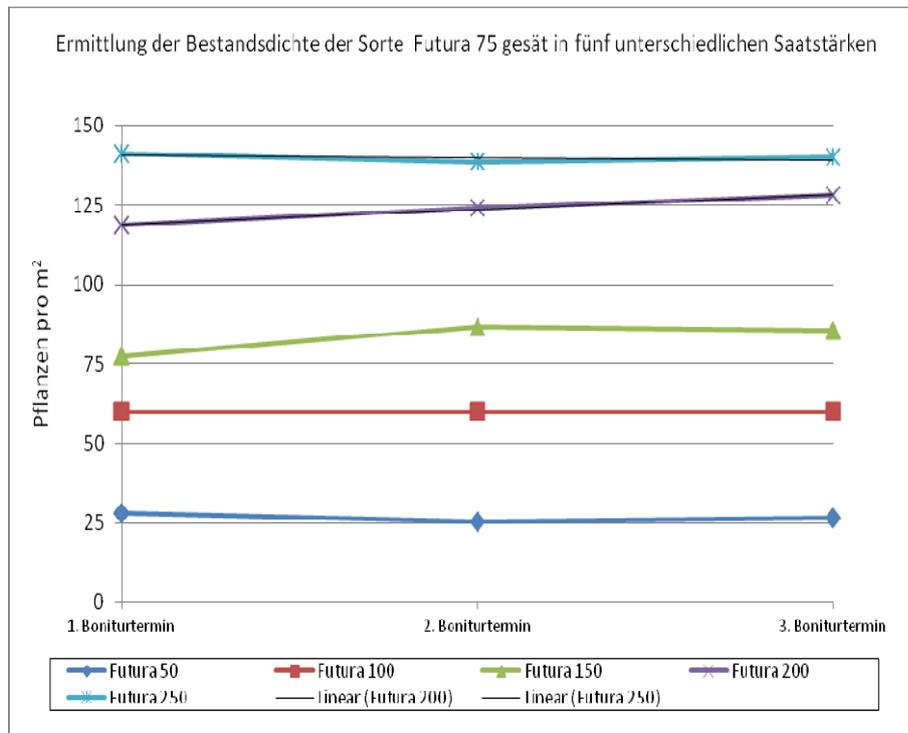


Abbildung 34: Verlauf der Bestandsdichte der Sorte Futura 75 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014

Die Verbindungslinien der Datenpunkte bei den zwei niedrigsten Saatstärken bei der Sorte Futura 75 zeigt einen relativ konstanten und ebenen Verlauf. Ein Anstieg der Pflanzendichte erfolgt, bei einer Saatstärke von 150 und 200 Samen/m². Bei einer Saatstärke von 250 Samen/m² zeigt die Trendlinie eine Neigung. Anhand dieser ergab sich eine geringe Reduktion der Bestandsdichte im Laufe der Messzeit.

4.1.2 Wuchshöhe

Abbildung 35 zeigt den Verlauf der Wuchshöhen am Standort Hanfthal. Die Funktionen, welche aus den Messdaten grafisch erstellt wurden, zeigen die Daten interpoliert an.

Versuchsstandort Hanfthal

Erhebung der Wuchshöhe bei 50 Samen/m²:

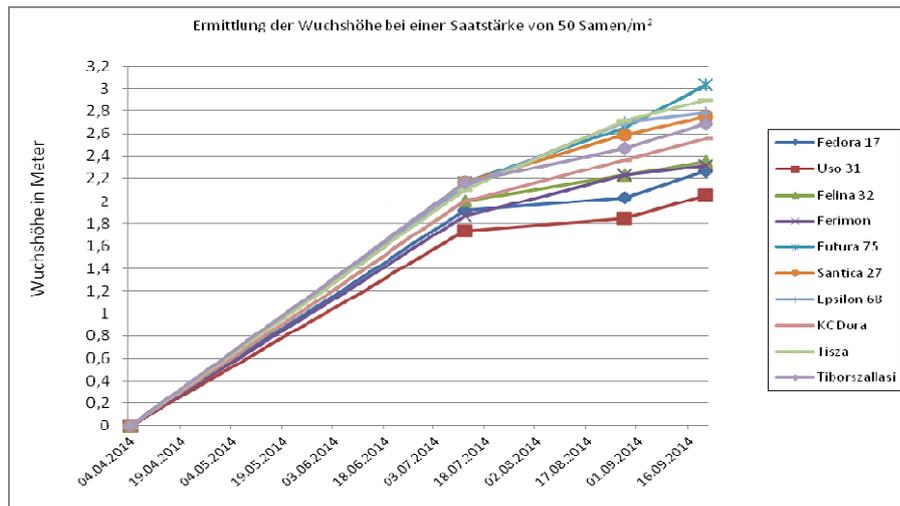


Abbildung 35: Verlauf der Wuchshöhe bei 50 Samen/m², Standort Hanfthal, 2014

Der Verlauf der Wuchshöhe bei einer Saatstärke von 50 Samen/m² zeigt, dass zwischen den Sorten Unterschiede bestehen.

Zum ersten Messzeitpunkt (18. Juli 2014) erreichten die Sorten Futura 75, Santhica 27 und Tiborszallasi mit einem Mittelwert von 2,16 m die höchsten Wuchshöhen, gefolgt von der Sorte Epsilon 68 mit einer Wuchshöhe von 2,13 m. Die geringste Wuchshöhe mit 1,73 m wurde bei der Sorte USO 31 gemessen. Sie war um 43 cm kürzer als die Sorten Futura 75, Santhica 27 und Tiborszallasi.

Bei der dritten Messung erreichte die höchste Wuchshöhe die Sorte Futura 75 mit einer mittleren Höhe von 3,03 m. Die Sorte Tisza erzielte bei dieser Messung mit 2,90 m Stängellänge die zweithöchste Länge. Die geringste Wuchshöhe mit 2,05 m wurde bei der Sorte USO 31 festgestellt. Dies entspricht einer Differenz von 98 cm zur längsten Sorte mit 3,03 m.

Beim ersten Boniturtermin lag die durchschnittliche Wuchshöhe aller zehn Sorten bei 2,02 m. Am zweiten Messtermin lag die durchschnittliche Wuchshöhe aller zehn Versuchssorten bei 2,38 m. Die durchschnittliche Stängellänge aller Sorten betrug am letzten Boniturtermin 2,56 m.

Vom Aufgang (7. April 2014) bis zum ersten Erhebungstermin (12. Juli 2014) betrug das tägliche Stängelwachstum im Mittel aller Sorten 2,04 Zentimeter. Im Zeitraum zwischen dem ersten und zweiten Boniturtermin (28. August 2014) gab es einen täglichen Längenzuwachs von 0,76 Zentimeter. Das Stängelwachstum zwischen zweiter und dritter Bonitur (21. September 2014) betrug innerhalb 24 Stunden 0,77 Zentimeter.

Erhebung der Wuchshöhe bei 250 Samen/m²:

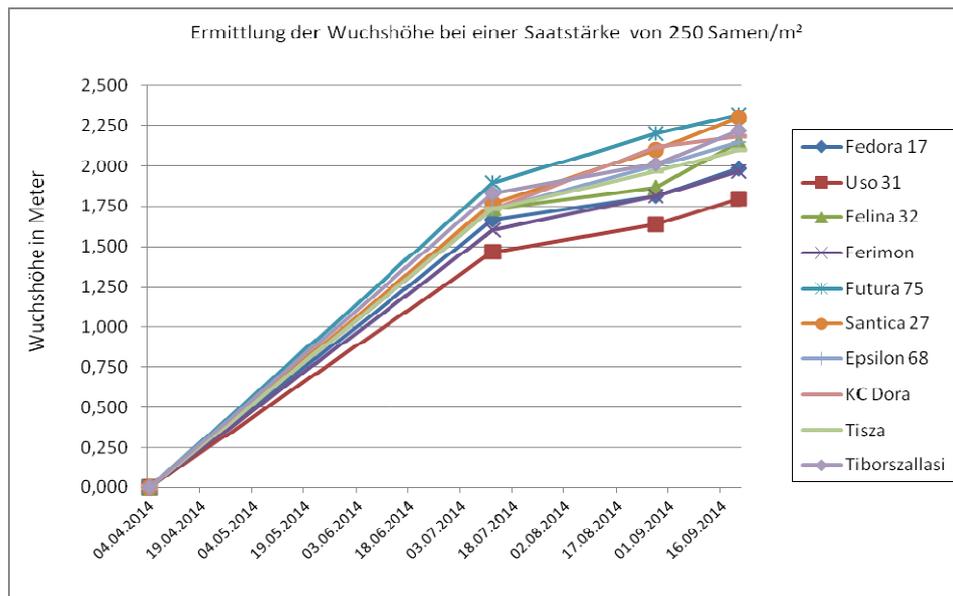


Abbildung 36: Verlauf der Wuchshöhe bei 250 Samen/m², Standort Hanfthal, 2014

Bei einer Saatstärke von 250 Samen/m² gab es nur geringe Unterschiede im Stängelängenwachstum der Sorten.

Das höchste Längenwachstum wurde im dritten Erhebungszeitraum bei der Sorte Futura 75 mit einer Höhe von 2,31 m gemessen, die geringste Höhe erreichte die Sorte USO 31 mit einer Wuchshöhe von 1,80 m.

Das durchschnittliche Stängelwachstum aller Sorten erzielte am ersten Boniturtermin (12. Juli 2014) 1,70 m, am zweiten Messtermin (28. August 2014) 1,94 m und am dritten Erhebungstermin (21. September 2014) 2,10 m.

Ab Feldaufgang bis zum ersten Boniturtermin betrug das Höhenwachstum pro Tag 1,72 cm. Im Zeitraum vom ersten bis zweiten Messtermin lag der tägliche Höhenzuwachs bei durchschnittlich 0,52 cm. Zwischen dem zweiten und letzten Erhebungszeitpunkt wurde ein mittleres Höhenwachstum pro Tag bei allen Sorten von 0,68 cm ermittelt.

Die Gegenüberstellung der Mittelwerte beider Saatstärken zeigt, dass bei der geringeren Saatstärke von 50 Samen/m² die durchschnittliche Wuchshöhe im Mittel um 40,9 cm höher ist.

Versuchsstandort Groß Enzersdorf

Erhebung der Wuchshöhe bei 50 Samen/m²:

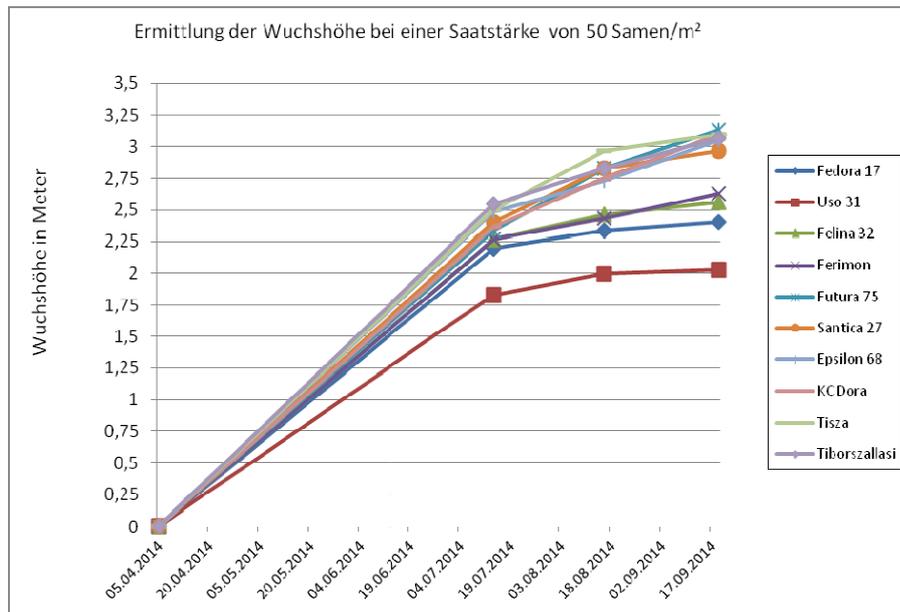


Abbildung 37: Verlauf der Wuchshöhe bei 50 Samen/m², Standort Groß Enzersdorf, 2014

Das höchste Längenwachstum wies zum ersten Boniturtermin (14. Juli 2014) die Sorte Tiborszallasi (2,55 m), zum zweiten Messtermin die Sorte Tisza (2,97 m) und am dritten Erhebungszeitpunkt die Sorte Futura 75 (3,13 m) auf.

Das geringste Längenwachstum wurde am dritten Boniturtermin bei der Sorte USO 31 mit 2,03 m gemessen.

Die durchschnittliche Wachstumshöhe aller Sorten betrug am ersten Boniturtermin 2,32 m. Am zweiten Boniturtermin wurde ein Mittel der Wuchshöhe von 2,62 cm ermittelt und am dritten Erhebungstermin waren es 2,81 cm.

Von Beginn des Feldaufgangs (09. April 2014) bis zum ersten Boniturtermin lag der tägliche durchschnittliche Höhenzuwachs aller Sorten bei 2,39 Zentimeter. Vom ersten bis zum zweiten Messtermin wurde eine durchschnittliche Wachstumshöhe eines Tages von 0,66 cm errechnet. Im dritten Boniturzeitraum betrug das tägliche Längenwachstum 0,85 cm.

Erhebung der Wuchshöhe bei 250 Samen/m²:

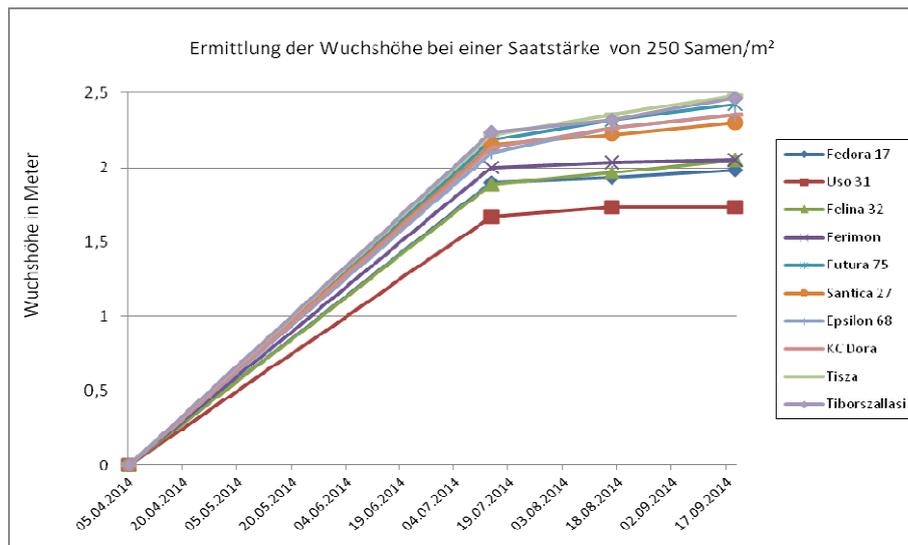


Abbildung 38: Verlauf der Wuchshöhe bei 250 Samen/m², Standort Groß Enzersdorf, 2014

Am ersten Boniturtermin wurde das höchste Längenwachstum bei der Sorte Tiborszallasi mit einer Wuchshöhe von 2,45 m gemessen. Beim zweiten und dritten Messtermin erreichte die Sorte Tisza mit 2,35 m und mit 2,48 m die höchste Wuchshöhe.

Die geringste Stängellänge wurde am dritten Boniturtermin bei der Sorte USO 31 mit 1,73 m ermittelt.

Der Durchschnitt der Wuchshöhe von allen Sorten lag am ersten Boniturtermin bei 2,04 m, am zweiten Messtermin bei 2,14 m und am dritten Erhebungstermin bei 2,22 m.

Ab dem Feldaufgang (9. April 2014) bis zum ersten Boniturtermin wurde pro Tag ein durchschnittlicher Höhenzuwachs aller Sorten von 2,11 cm errechnet. Im Zeitraum vom ersten bis zum zweiten Messtermin betrug das tägliche durchschnittliche Höhenwachstum 0,21 cm und im dritten Boniturzeitraum 0,35 cm.

Der Vergleich der Mittelwerte aller Sorten der beiden Saatstärken zeigt eine Tendenz einer höheren Wuchshöhe von 44,6 cm bei der geringeren Saatedichte von 50 Samen/m².

Versuchsstandort Obersiebenbrunn

Wuchshöhenverlauf bei der Sorte USO 31:

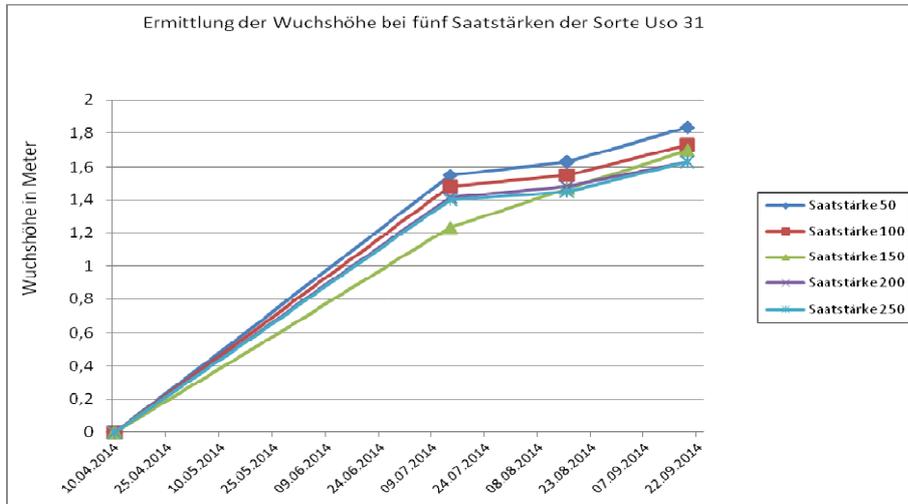


Abbildung 39: Verlauf der Wuchshöhe der Sorte USO 31 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014

Die höchste Wuchsgröße bei allen drei Boniturterminen erreichte die niedrigste Saatstärke mit 50 Samen/m². Am ersten Erhebungstermin erzielte diese Saatstärke bereits eine durchschnittliche Höhe von 1,55 m und am letzten Messtermin von 1,83 m. Die geringste Wuchshöhe wurde beim ersten Boniturtermin bei einer Saatstärke von 150 Samen/m² und beim zweiten und dritten Erhebungstermin bei 250 Samen/m² festgestellt. Am dritten Messtermin zeigten die Saatstärken mit 200 und 250 Samen/m² die niedrigste Wuchshöhe. Ab dem Feldaufgang (13. April 2014) bis zum dritten Boniturtermin ergab die Saatstärke mit 50 Samen/m² täglich ein durchschnittliches Höhenwachstum von 0,94 cm, die Saatstärke mit 100 Samen/m² von 0,88 cm und der Saatstärke mit 150 Samen/m² von 1,0 cm. Bei einer Saatstärke von 200 Samen/m² betrug das tägliche durchschnittliche Höhenwachstum 0,79 cm und bei 250 Samen/m² 0,86 cm.

Wuchshöhenverlauf bei der Sorte Futura 75:

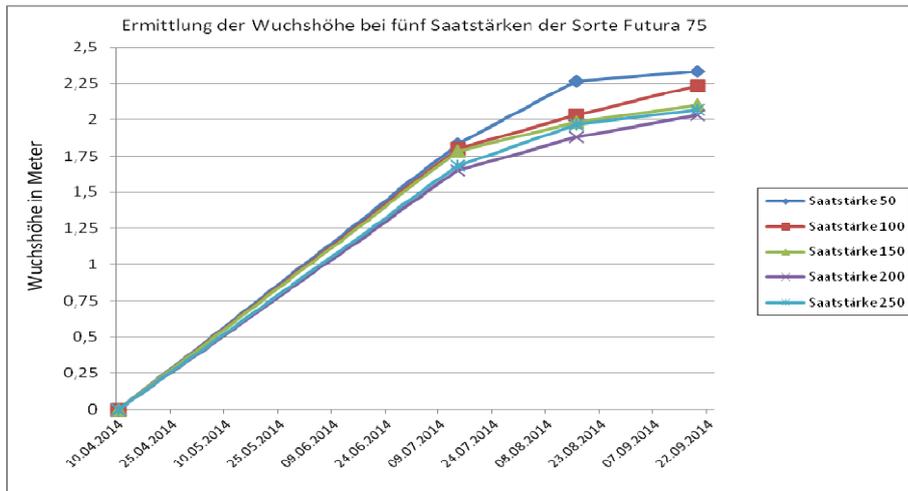


Abbildung 40: Verlauf der Wuchshöhe der Sorte Futura 75 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014

Das höchste Längenwachstum erreichte bei allen drei Messterminen die niedrigste Saatstärke mit 50 Samen/m². Am ersten Erhebungstermin erzielte sie eine durchschnittliche Höhe von 1,83 m und am letzten Messtermin von 2,33 m. Die geringste Wuchsgröße wurde beim ersten Erhebungstermin bei einer Saatstärke von 200 Samen/m² bei einer Wuchshöhe von 1,65 m gemessen. Am dritten Boniturtermin wurde bei einer Saatstärke von 200 Samen/m² die niedrigste Wuchshöhe mit 2,03 m gemessen.

Während des Wachstumsverlaufs wies die Saatstärke bei 50 Samen/m² täglich ein durchschnittliches Höhenwachstum von 1,09 cm auf. Die Saatstärke 100 Samen/m² wuchs im Durchschnitt pro Tag 0,92 cm an Höhe. Die mittlere Saatstärke von 150 Samen/m² erreichte ein tägliches Längenwachstum von 0,98 cm. Bei einer Saatstärke von 200 Samen/m² lag das tägliche durchschnittliche Höhenwachstum bei 1,01 cm und bei 250 Samen/m² wurden 0,98 cm gemessen.

4.1.3 Vergleich der Wachstumsraten bei den Sorten USO 31 und Futura 75

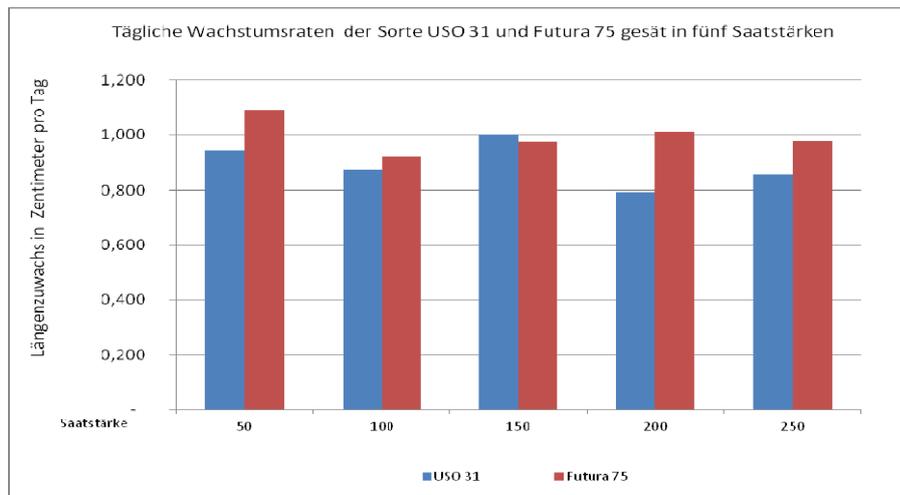


Abbildung 41: Gegenüberstellung der Mittelwerte der Wuchshöhen bei fünf Saatstärken bei den Sorten USO 31 und Futura 75, Standort Obersiebenbrunn, 2014

Der Vergleich der Mittelwerte der zwei Sorten zeigt in Abbildung 41, dass die Sorte Futura 75 bis auf eine Ausnahme bei 150 Samen/m² den höchsten Längenzuwachs pro Tag aufwies.

4.2 Einfluss des Standortes auf den Samen-, Faser- und Schäbenertrag

4.2.1 Samen-, Faser- und Schäbenertrag am Standort Hanfthal und Groß Enzersdorf

Samenertrag

Die Samenerträge der Sorten an beiden Standorten wurden mit ANOVA Typ II beurteilt. Für den Faktor Sorte ergab sich ein p-Wert von 0,0160 (F-Wert = 2,4536) und für den Faktor Saatstärke ein p-Wert von 0,1433 (F-Wert = 2,1487). Der Standort weist einen p-Wert von 0,2123 (F-Wert = 1,5809) auf. Die Ermittlung des p-Wertes der zwei Faktoren Sorte und Saatstärke ergab ein Signifikanzniveau von 0,8512 (F-Wert = 0,5266).

Tabelle 12: F-Werte und p-Werte der Samenerträge, Standort Hanfthal und Groß Enzersdorf, 2014

| Faktoren | F-Wert | p-Wert |
|-------------------|--------|----------|
| Sorte | 2.4536 | 0.0160 * |
| Saatstärke | 2.1847 | 0.1433 |
| Standort | 1.5809 | 0.2123 |
| Sorte: Saatstärke | 0.5266 | 0.8512 |

Faserertrag

Die Beurteilung der Fasererträge mittels der ANOVA Typ II an den Standorten Hanfthal und Groß Enzersdorf zeigt Tabelle 13. Der Faktor Sorte erzielte einen p-Wert von 0,01179 (F-Wert = 2,5730) und für den Faktor Saatstärke ergab sich ein p-Wert von 0,05373 (F-Wert = 3,8334). Der Standort zeigt einen p-Wert von 0,00032 (F-Wert = 14,1509). Die multivariate Varianzanalyse ergibt für die 2 Faktoren Sorte und Saatstärke einen p-Wert von 0,38259 (F-Wert = 1,0857).

Tabelle 13: F-Werte und p-Werte der Fasererträge, Standort Hanfthal und Groß Enzersdorf, 2014

| Faktoren | F-Wert | p-Wert |
|-----------------|---------|-------------|
| Sorte | 2.5730 | 0.01179 * |
| Saatstärke | 3.8334 | 0.05373 |
| Standort | 14.1509 | 0.00032 *** |
| Sorte:Saastärke | 1.0857 | 0.38259 |

Schäbenertrag

Die Berechnung mittels der ANOVA Typ II erzielt die in der Tabelle 14 angegebenen Werte. Für den Faktor Sorte ergab sich ein p-Wert von 0,59708 (F-Wert = 0,8227) und der Einfluss der Saatstärke ergab einen p-Wert von 0,01085 (F-Wert = 6,8045). Der Standort weist einen p-Wert von 8,503e-06 (F-Wert = 22,6488). Die Untersuchung der zwei Faktoren Sorte und Saatstärke ergab einen p-Wert von 0,51978 (F-Wert = 0,9113).

Tabelle 14: F-Werte und p-Werte der Schäbenerträge, Standort Hanfthal und Groß Enzersdorf, 2014

| Faktoren | F-Wert | p-Wert |
|-----------------|---------|---------------|
| Sorte | 0.8227 | 0.59708 |
| Saatstärke | 6.8045 | 0.01085 * |
| Standort | 22.6488 | 8.503e-06 *** |
| Sorte:Saastärke | 0.9113 | 0.51978 |

4.2.2 Samen-, Faser- und Schäbenertrag am Standort Hanfthal

Samenertrag

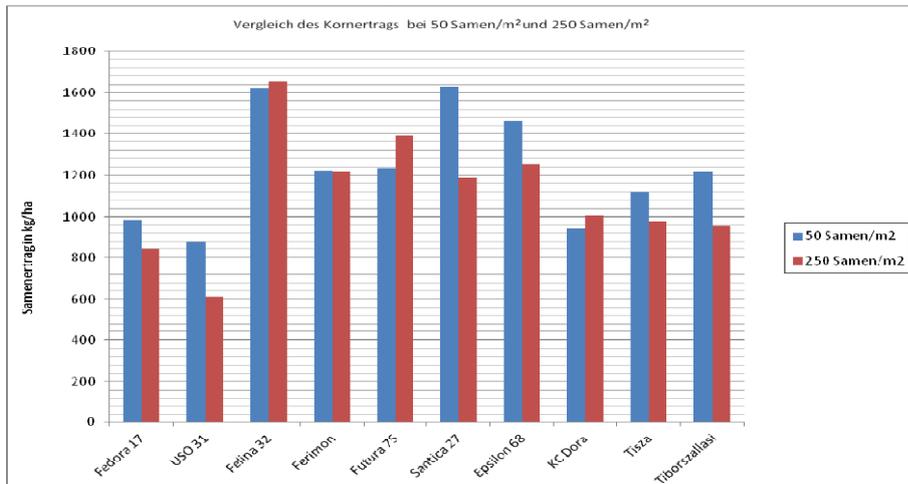


Abbildung 42: Samenertrag in kg/ha bei zwei Saatstärken an zehn untersuchten Hanfsorten, Standort Hanfthal, 2014

Im Mittel der untersuchten Hanfsorten wurde bei der Saatstärke von 50 Samen/m² ein Samenertrag von 1231 kg/ha erzielt. Im Vergleich erzielte die höhere Saatstärke von 250 Samen/m² einen niedrigeren durchschnittlichen Samenertrag von 1109 kg/ha.

Die Sorte Santhica 27 zeigte bei einer Saatstärke von 50 Samen/m² im Mittel den höchsten Samenertrag von 1630 kg/ha auf, bei 250 Samen/m² erzielte die Sorte Felina 32 1657 kg/ha den höchsten Samenertrag. Bei beiden Saatstärken erreichte die Sorte USO 31 den geringsten Samenertrag. Bei 50 Samen/m² wurde ein Samenertrag von 877 kg/ha geerntet und bei 250 Samen/m² waren es 610 kg/ha.

Im Mittel aller Samenertragswerte bei zwei Saatstärken am Standort Hanfthal ergab sich ein durchschnittlicher Samenertrag von 1170kg/ha.

Faserertrag

Faserertrag bei 50 Samen/m²:

Den höchsten Faserertrag mit 6120 kg/ha, erzielte die Sorte Felina 32. Den niedrigsten Faserertrag erreichte die Sorte Tisza mit 3510 kg/ha.

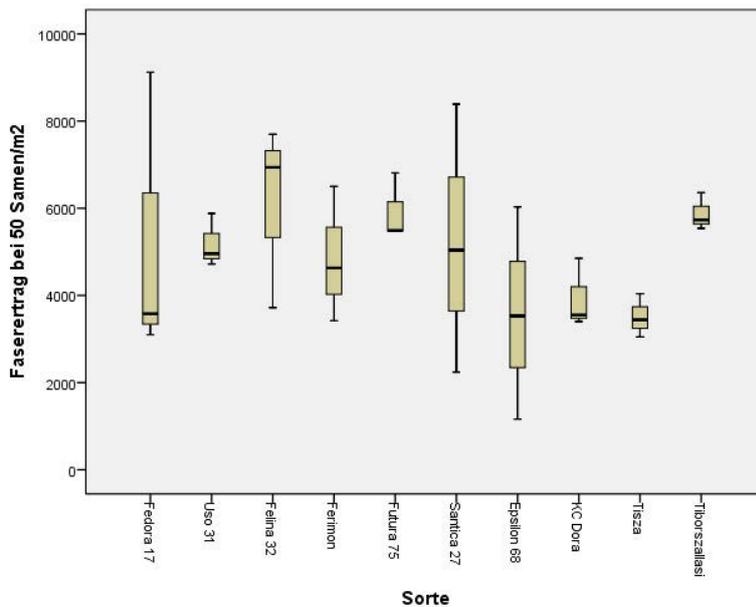


Abbildung 43: Boxplots der Fasererträge der zehn Sorten bei 50 Samen/m², Standort Hanfthal, 2014

Die Berechnung der ANOVA ergab für die Fasererträge einen p-Wert von 0,1622 (F-Wert = 1,524).

Faserertrag bei 250 Samen/m²:

Die Sorte Felina 32 erzielte mit 6347 kg/ha den höchsten Faserertrag. Den geringsten Faserertrag erreichte die Sorte Fedora 17 mit 3607 kg/ha.

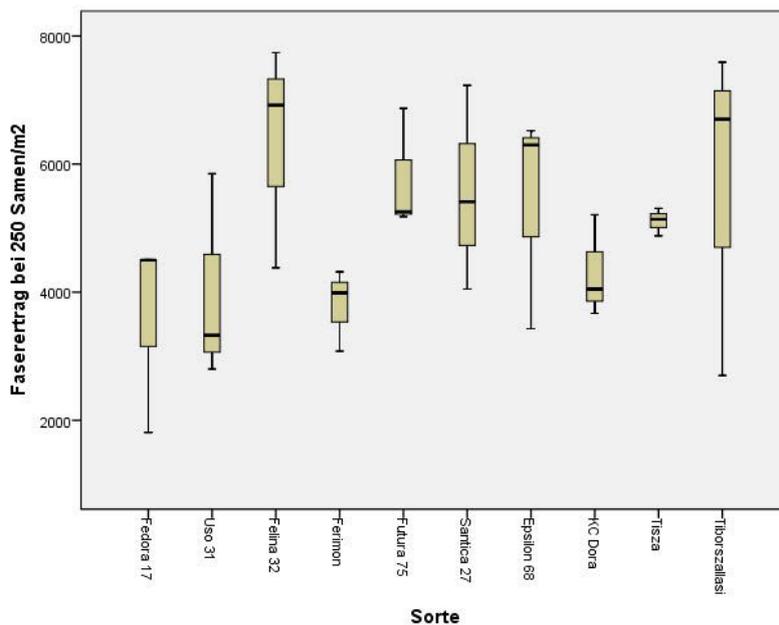


Abbildung 44: Fasererträge in kg/ha von zehn Hanfsorten bei einer Saatstärke von 250 Samen/m², Standort Hanfthal, 2014

Die Auswertung der Daten durch die ANOVA ergab im Faserertrag einen p-Wert von 0,021 (F-Wert = 2,425).

Der Tukey Test zeigt einen p-Wert von 0.0504615 für die Sorten Felina 32 und USO 31 (Anhang 10.3.9.).

Gegenüberstellung der Fasererträge bei zwei Saatstärken:

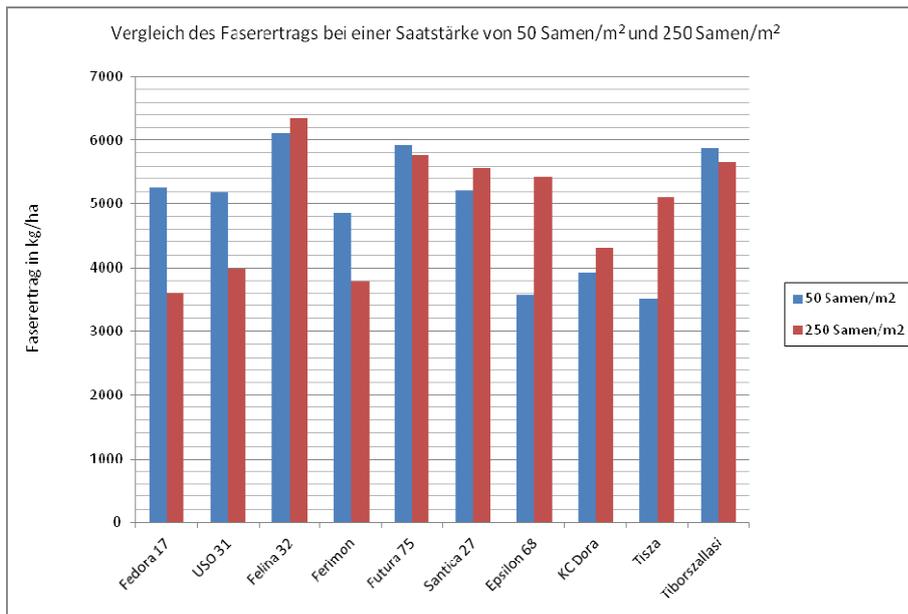


Abbildung 45: Fasererträge in kg/ha der zehn Hanfsorten bei zwei Saatstärken, Standort Hanfthal, 2014

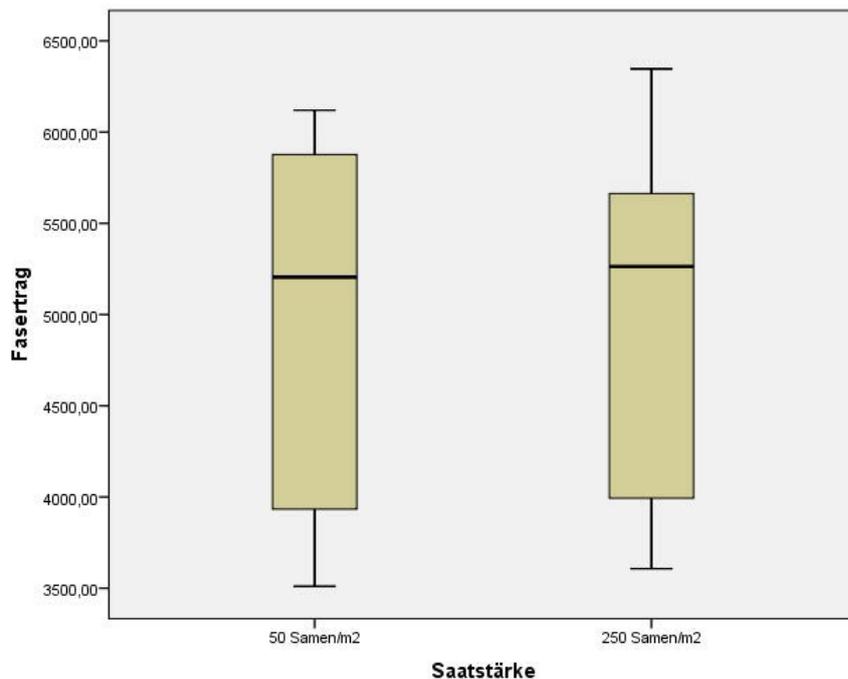


Abbildung 46: Mittelwerte der Fasererträge in kg/ha von zehn Sorten bei zwei Saatstärken, Standort Hanfthal, 2014

Bei einer Saatstärke von 50 Samen/m² wurde ein durchschnittlicher Faserertrag der zehn Sorten von 4947 kg/ha erzielt. Die Mittelwerte aller zehn Sorten bei einer Saatstärke von 250 Samen/m² ergaben einen Faserertrag von 4958 kg/ha.

Schäbenertrag

Schäbenertrag bei einer Saatstärke von 50 Samen/m²:

Die Sorte Tisza erzielte mit 6353 kg/ha den höchsten und die Sorte USO 31 mit 2567 kg/ha den niedrigsten Schäbenertrag.

Die Analyse des Schäbenertrags der zehn Versuchssorten ergab mittels der ANOVA einen p-Wert von 0,3372 (F-Wert = 1,1616).

Schäbenertrag bei einer Saatstärke von 250 Samen/m²:

Der höchste Schäbenertrag wurde bei der Hanfsorte Futura 75 mit 6157 kg/ha festgestellt. Bei der Sorte Felina 32 wurde der niedrigste Schäbenertrag von 1950 kg/ha gemessen.

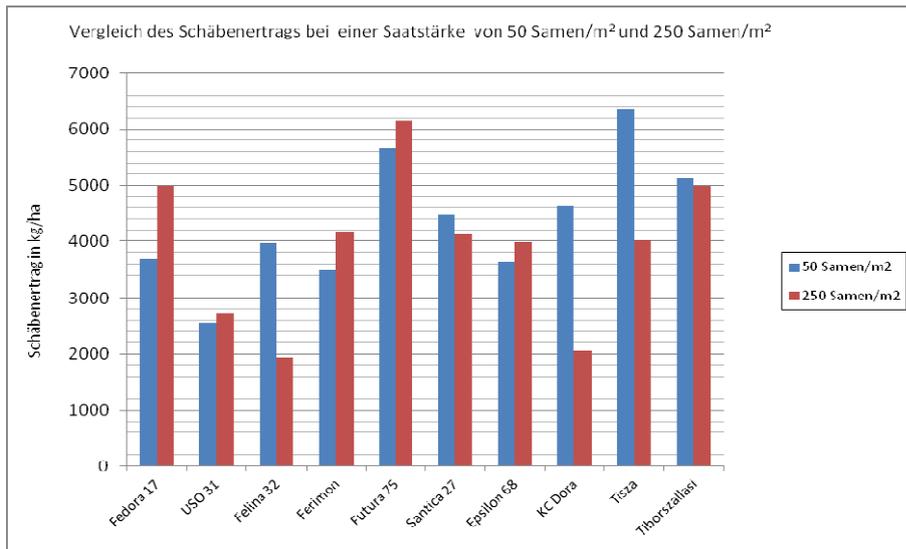


Abbildung 47: Schabenerträge in kg/ha der zehn Hanfsorten bei einer Saatstärke von 50 und 250 Samen/m², Standort Hanfthal, 2014

Der Schabenertrag der Hanfsorten am Standort Hanfthal konnte mittels der ANOVA ein p-Wert von 0,985 und ein F-Wert von 0,251 errechnet werden.

Boxplot der Schabenerträge bei den Saatstärken 50 und 250 Samen/m²:

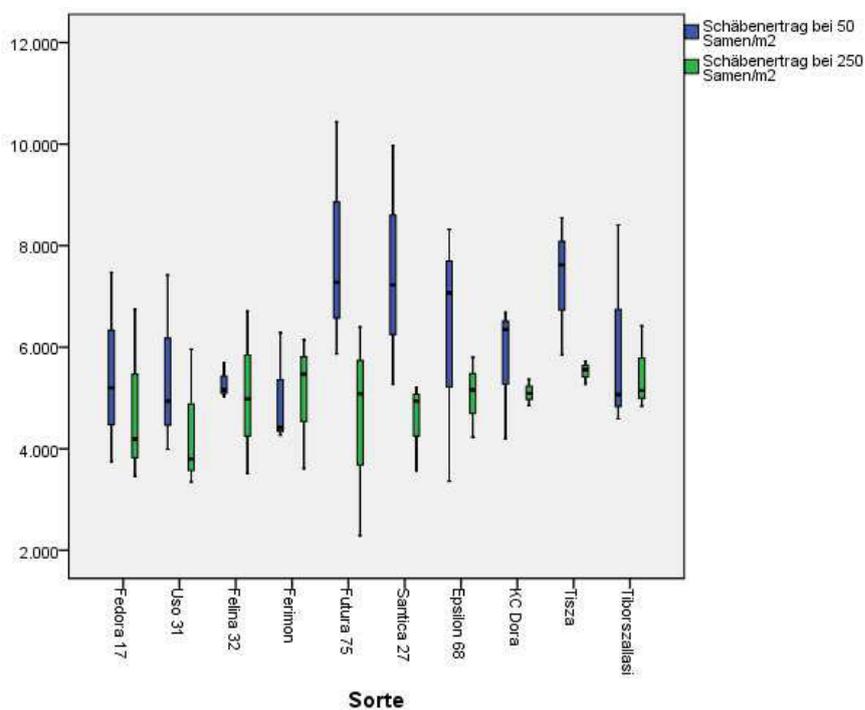


Abbildung 48: Schabenerträge in kg/ha der zehn Hanfsorten bei zwei Saatstärken, Standort Hanfthal, 2014

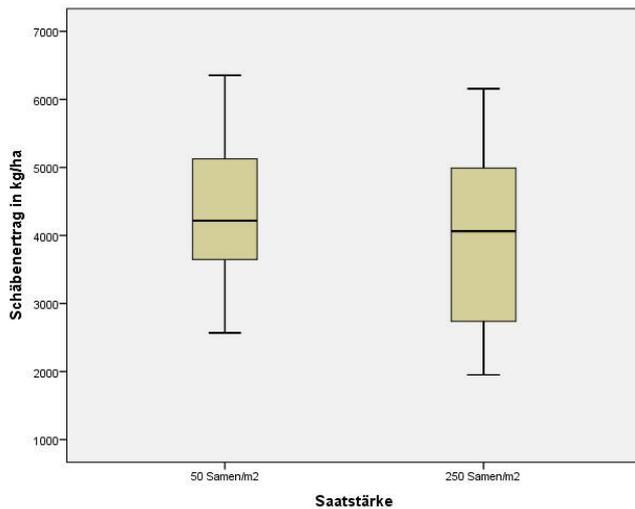


Abbildung 49: Mittelwerte der Schäbenerträge in kg/ha von zehn Sorten bei zwei Saatstärken, Standort Hanfthal, 2014

Die Sorten ergaben im Mittel bei der Saatstärke von 50 Samen/m² einen Schäbenertrag von 4360,1 kg/ha. Der Mittelwert aller der zehn Sorten bei der höheren Saatstärke von 250 Samen/m² ergab einen Schäbenertrag von 3919,7 kg/ha.

4.2.3 Samen-, Faser- und Schäbenerträge am Standort Groß Enzersdorf

Samenertrag

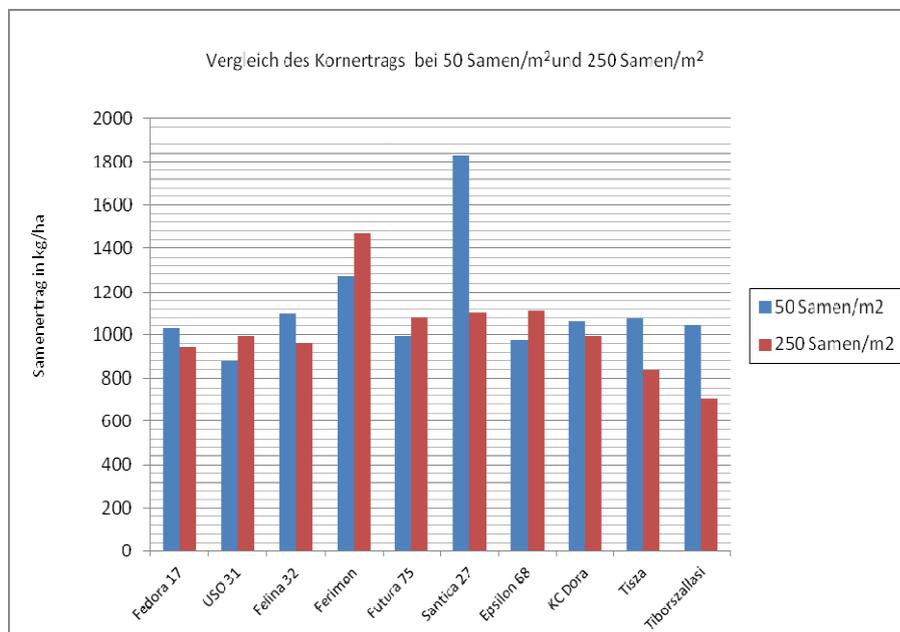


Abbildung 50: Samenerträge in kg/ha der zehn Hanfsorten bei einer Saatstärken von 50 und 250 Samen/m², Standort Groß Enzersdorf, 2014

Bei einer Saatstärke von 50 Samen/m² wurde ein Samenertrag von 1126,3 kg/ha geerntet. Die höhere Saatstärke von 250 Samen/m² erzielte im Mittel einen geringeren Samenertrag von 1020,3 kg/ha.

Die Sorte Santhica 27 wies im Mittel bei der Saatstärke von 50 Samen/m² den höchsten Samenertrag von 1833 kg/ha auf und bei 250 Samen/m² erzielte die Sorte Ferimon mit 1467 kg/ha den höchsten Samenertrag. Bei der Saatstärke von 50 Samen/m² erreichte die Sorte USO 31 mit 880 kg/ha und bei 250 Samen/m² die Sorte Tiborszallasi mit 703 kg/ha den geringsten Ertrag.

Der Mittelwert aus allen Sorten ergab am Standort Groß Enzersdorf einen durchschnittlichen Samenertrag von 1073,3 kg/ha.

Faserertrag

Faserertrag bei einer Saatstärke von 50 Samen/m²:

Der beste Faserertrag bei einer Saatstärke von 50 Samen/m² wurde bei der Sorte USO 31 mit einem Betrag von 8176,7 kg/ha erhoben. Den geringsten Faserertrag erzielte die Sorte Futura 75 mit 4770 kg/ha.

Die Ergebnisse der Untersuchung des Einflusses der Sorte auf den Faserertrag ergaben bei einer Saatstärke von 50 Samen/m² einen p-Wert von 0,036 (ANOVA; F-Wert = 2,6).

Im Anhang 10.3.10 wird der Tukey-Mehrfachvergleichstest angeführt.

Faserertrag bei der Saatstärke von 250 Samen/m²:

Bei einer Saatstärke von 250 Samen/m² erreichte die Sorte Tiborszallasi mit 8050 kg/ha den höchsten Faserertrag. Den geringsten Faserertrag erzielte die Sorte Futura mit 3756,7 kg/ha.

Die Auswertung der Fasererträge bei einer Saatstärke von 250 Samen/m² ergab einen p-Wert von 0,2403 (ANOVA; F-Wert = 1,4313).

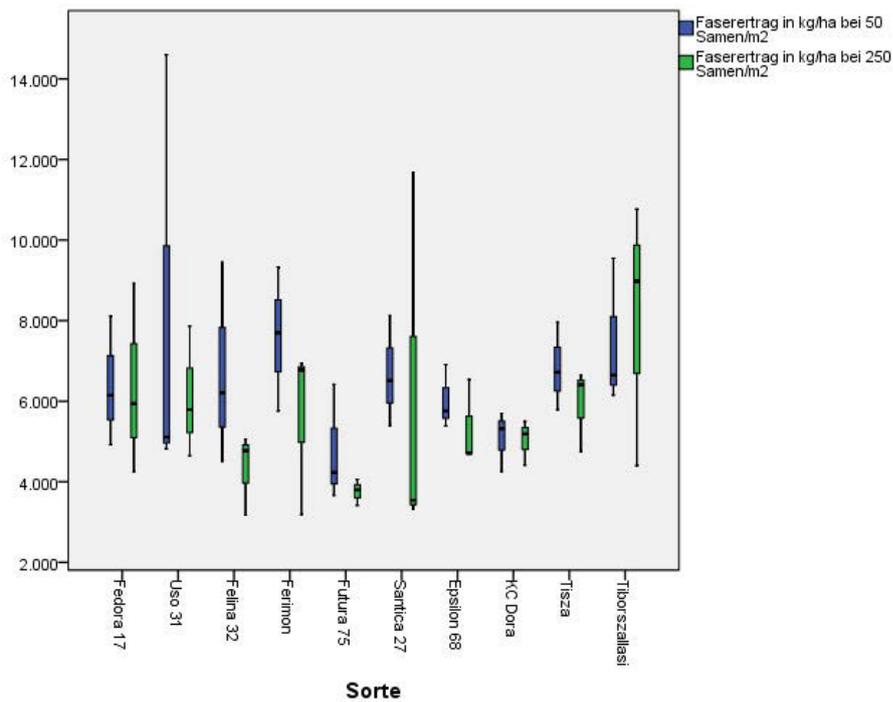


Abbildung 51: Fasererträge in kg/ha der zehn Hanfsorten bei zwei Saatstärken, Standort Groß Enzersdorf, 2014

Gegenüberstellung der Fasererträge anhand beider Saatstärken:

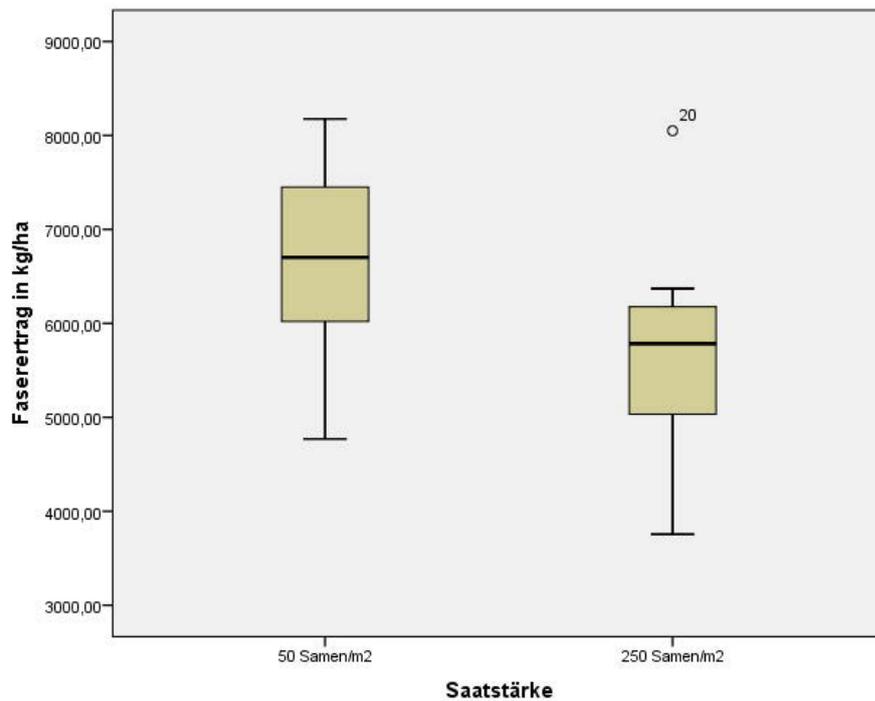


Abbildung 52: Mittelwerte der Fasererträge in kg/ha von zehn Sorten bei zwei Saatstärken, Standort Groß Enzersdorf, 2014

Schäbenertrag

Schäbenertrag bei einer Saatstärke von 50 Samen/m²:

Der Schäbenertrag der Sorte Futura 75 lag bei 7863 kg/ha und ergab den höchsten Anteil an Schäben aller Sorten. Die geringste Menge an Schäben erreichte die Sorte Ferimon mit 4993 kg/ha.

Die ANOVA errechnete für die zehn Hanfsorten einen p-Wert von 0,8464 (F-Wert = 0,5152).

Schäbenertrag bei einer Saatstärke von 250 Samen/m²:

Den höchsten Schäbenertrag erzielte die Sorte Tisza mit 5520 kg/ha. Bei der Sorte USO 31 wurde hingegen der niedrigste Schäbenertrag mit 4.370 kg/ha gewogen.

Die Ergebnisse der ANOVA zeigen einen p-Wert von 0,4161 (F-Wert = 1,0835).

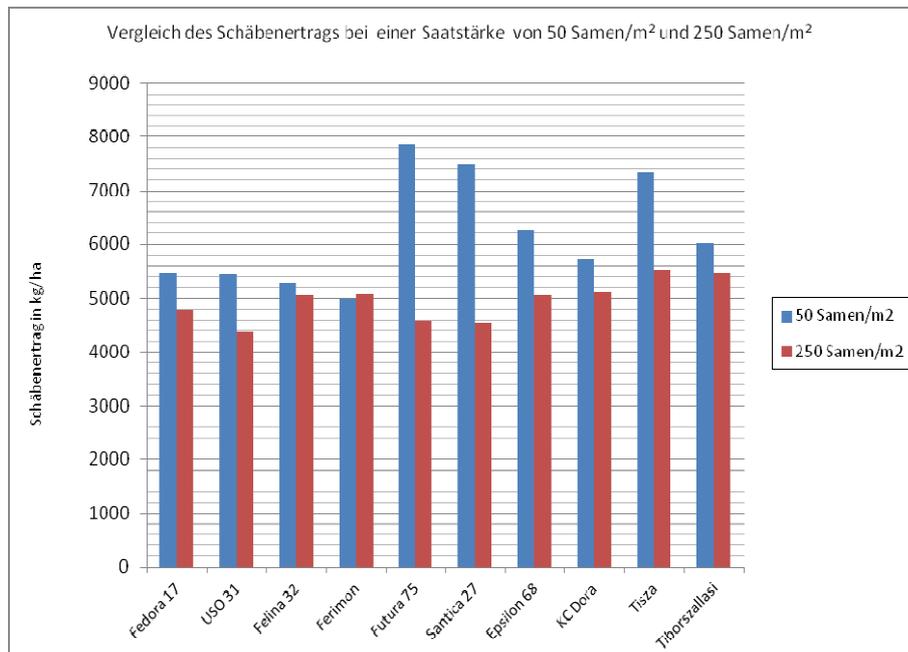


Abbildung 53: Schäbenerträge in kg/ha der zehn Hanfsorten bei einer Saatstärke von 50 und 250 Samen/m², Standort Groß Enzersdorf, 2014

Gegenüberstellung der Schäbenerträge anhand beider Saatstärken:

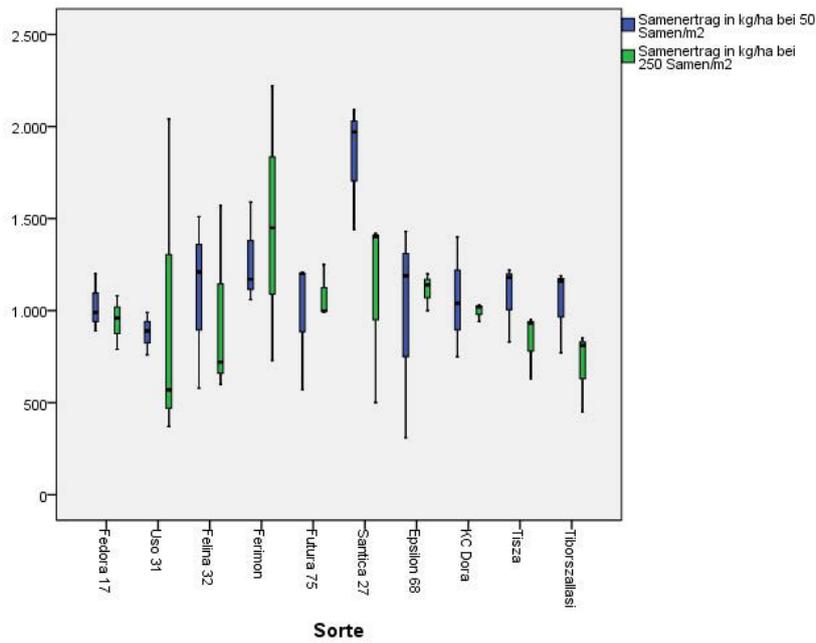


Abbildung 54: Schäbenerträge in kg/ha der zehn Hanfsorten bei zwei Saatstärken, Standort Groß Enzersdorf, 2014

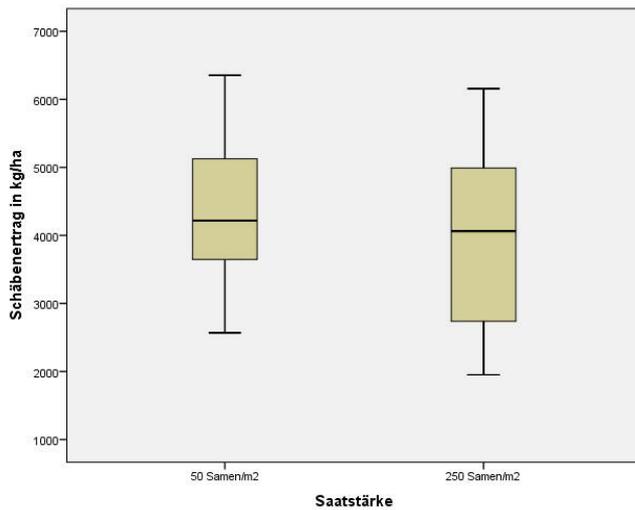


Abbildung 55: Mittelwerte der Schäbenerträge in kg/ha von zehn Sorten bei zwei Saatstärken, Standort Groß Enzersdorf, 2014

Bei einer Saatstärke von 50 Samen/m² wurde im Durchschnitt ein Schäbenertrag von 6191,8 kg/ha erzielt. Bei der Saatstärke von 250 Samen/m² wurde ein Schäbenertrag von 4963,3 kg/ha geerntet.

4.2.4 Samen-, Faser- und Schäbenerträge am Standort Obersiebenbrunn

Samenertrag

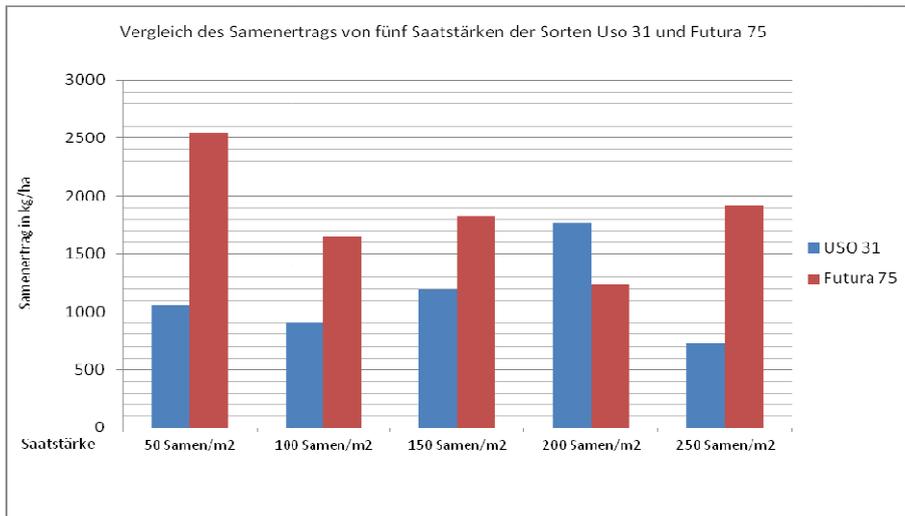


Abbildung 56: Samenerträge in kg/ha der Sorten USO 31 und Futura 75 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014

Im Mittel wurden bei den fünf unterschiedlichen Saatstärken folgende Samenerträge geerntet (Tabelle 15):

Tabelle 15: Mittelwerte der Samenerträge in kg/ha bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014

| Saatstärke | Samenertrag |
|--------------------------|-------------|
| 50 Samen/m ² | 1800 kg/ha |
| 100 Samen/m ² | 1277 kg/ha |
| 150 Samen/m ² | 1513 kg/ha |
| 200 Samen/m ² | 1505 kg/ha |
| 250 Samen/m ² | 1323 kg/ha |
| Samenertrag gemittelt | 1484 kg/ha |

Das Standortmittel in Obersiebenbrunn ergab einen durchschnittlichen Samenertrag von 1484 kg/ha (Tabelle 15).

Im Mittel wurden je nach Saatstärke folgende in der Tabelle 16 aufgelistete Samenerträge erzielt.

Tabelle 16: Mittelwerte der Samenerträge in kg/ha bei den Sorten USO 31 und Futura 75 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014

| Saatstärke | USO 31 | Futura 75 |
|--------------------------|------------|------------|
| 50 Samen/m ² | 1057 kg/ha | 2543 kg/ha |
| 100 Samen/m ² | 910 kg/ha | 1643 kg/ha |
| 150 Samen/m ² | 1197 kg/ha | 1830 kg/ha |
| 200 Samen/m ² | 1767 kg/ha | 1243 kg/ha |
| 250 Samen/m ² | 727 kg/ha | 1920 kg/ha |
| Samenertrag gemittelt | 1132 kg/ha | 1836 kg/ha |

Die Sorte USO 31 ergab bei fünf Saatstärken im Mittel einen durchschnittlichen Samenertrag von 1132 kg/ha und die Sorte Futura 75 erzielte einen Samenertrag von 1836 kg/ha.

Faserertrag

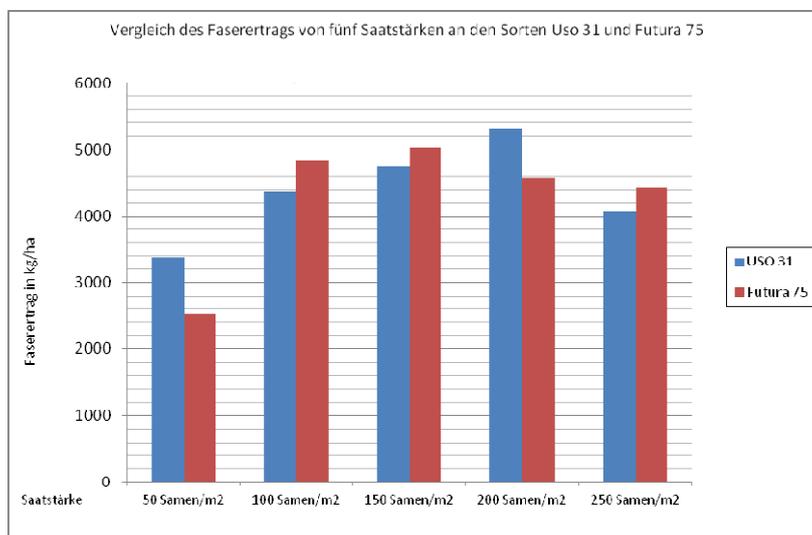


Abbildung 57: Fasererträge in kg/ha der Sorten USO 31 und Futura 75 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014

Im Mittel erzielten die fünf Saatstärken folgende Fasererträge (Tabelle 17):

Tabelle 17: Mittelwerte der Fasererträge in kg/ha bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014

| Saatstärke | Faserertrag |
|--------------------------|-------------|
| 50 Samen/m ² | 2950 kg/ha |
| 100 Samen/m ² | 4592 kg/ha |
| 150 Samen/m ² | 4893 kg/ha |
| 200 Samen/m ² | 4935 kg/ha |
| 250 Samen/m ² | 4253 kg/ha |
| Faserertrag gemittelt | 4325 kg/ha |

Der Standortmittelwert in Obersiebenbrunn ergab einen Faserertrag von 4325 kg/ha (Tabelle 17).

Der Mittelwert der fünf Saatstärken ergab bei den Sorten USO 31 und Futura 75 folgende Fasererträge (Tabelle 18):

Tabelle 18: Mittelwerte der Fasererträge in kg/ha bei den Sorten USO 31 und Futura 75 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014

| Saatstärke | USO 31 | Futura 75 |
|--------------------------|---------------|------------------|
| 50 Samen/m ² | 3377 kg/ha | 2523 kg/ha |
| 100 Samen/m ² | 4353 kg/ha | 4830 kg/ha |
| 150 Samen/m ² | 4750 kg/ha | 5037 kg/ha |
| 200 Samen/m ² | 5300 kg/ha | 4570 kg/ha |
| 250 Samen/m ² | 4077 kg/ha | 4430 kg/ha |
| Faserertrag gemittelt | 4371 kg/ha | 4278 kg/ha |

Der Faserertrag der Saatstärken bei der Sorte USO 31 lag bei 4371 kg/ha. Der durchschnittliche Faserertrag aller Saatstärken bei der Sorte Futura 75 ergab 4278 kg/ha.

Einfluss der Sorte auf den Faserertrag

Der Faserertrags beide Sorten ergab mittels ANOVA (Typ II) einen p-Wert von 0,2354 (F= 1,4968) (Anhang 10.3.4).

Einfluss der Saatstärken auf den Faserertrag

Die Varianzanalyse (Typ II) ergab für die Sorten USO 31 und Futura 75 in Bezug auf die fünf Saatstärken einen p-Wert von 0,5790 (F-Wert = 0,7348) (Anhang 10.3.4).

Einfluss der zwei Faktoren Sorte und Saatstärke auf den Faserertrag

Die Varianzanalyse (Typ II) ergab einen p-Wert von 0,6612 (F-Wert = 0,6085) (Anhang 10.3.4).

Schäbenertrag

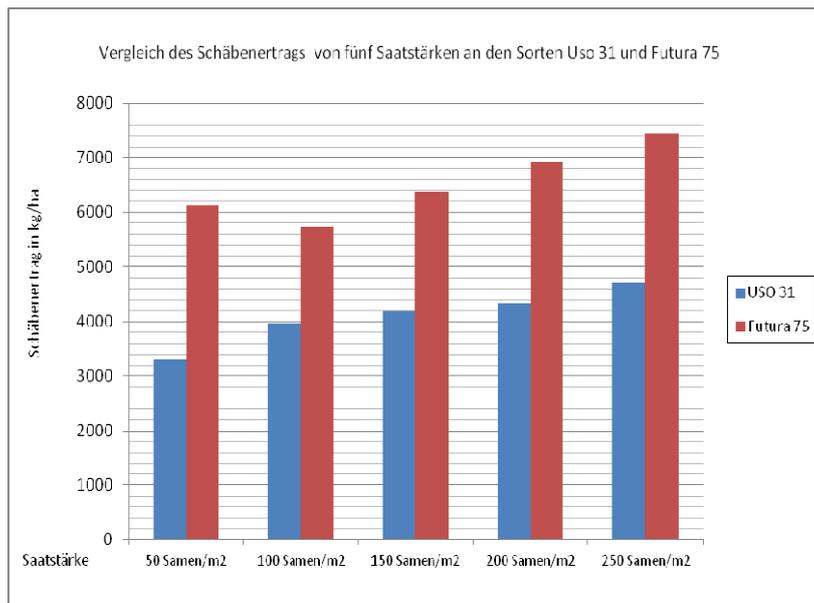


Abbildung 58: Schäbenerträge in kg/ha der Sorten USO 31 und Futura 75 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014

Im Mittel erzielten die fünf Saatstärken folgende Schäbenerträge (Tabelle 19):

Tabelle 19: Mittelwerte der Schäbenerträge in kg/ha bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014

| Saatstärke | Faserertrag |
|--------------------------|-------------|
| 50 Samen/m ² | 4727 kg/ha |
| 100 Samen/m ² | 4844 kg/ha |
| 150 Samen/m ² | 5285 kg/ha |
| 200 Samen/m ² | 5625 kg/ha |
| 250 Samen/m ² | 6077 kg/ha |
| Schäbenertrag gemittelt | 5312 kg/ha |

Der Mittelwert aus allen Ertragswerten des Standortes Obersiebenbrunn ergab einen Schäbenertrag von 5312 kg/ha (Tabelle 19).

Die Mittelwerte der fünf Saatstärken ergaben bei den Sorten USO 31 und Futura 75 folgende in der Tabelle 20 ersichtlichen Schäbenerträge.

Tabelle 20: Mittelwerte der Schäbenerträge in kg/ha bei den Sorten USO 31 und Futura 75 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014

| Saatstärke | USO 31 | Futura 75 |
|--------------------------|------------|------------|
| 50 Samen/m ² | 3320 kg/ha | 6133 kg/ha |
| 100 Samen/m ² | 3960 kg/ha | 5727 kg/ha |
| 150 Samen/m ² | 4197 kg/ha | 6373 kg/ha |
| 200 Samen/m ² | 4327 kg/ha | 6923 kg/ha |
| 250 Samen/m ² | 4710 kg/ha | 7443 kg/ha |
| Schäbenertrag gemittelt | 4103 kg/ha | 6520 kg/ha |

Der Anteil an Schäben bei allen Saatstärken ergab bei der Sorte USO 31 4103 kg/ha. Der durchschnittliche Schäbenertrag der Sorte Futura 75 bei fünf Saatstärken ergab einen Wert von 6520 kg/ha.

Einfluss der Sorte auf den Schäbenertrag

Die ANOVA (Typ II) ergab im Schäbenertrag der Sorten einen p-Wert von 0,8496 ($F=0,0369$) (Anhang 10.3.5).

Einfluss der Saatstärken auf den Schäbenertrag

Die ANOVA (Typ II) ergab für die Schäbenerträge bei fünf Saatstärken bei der Sorte USO 31 und der Sorte Futura 75 einen p-Wert von 0,6846 ($F=0,5741$) (Anhang 10.3.5).

Einfluss der zwei Faktoren Sorte und Saatstärke auf den Schäbenertrag

Die Varianzanalyse (Typ II) ergab ein Signifikanzniveau von 0,9094 ($F\text{-Wert} = 0,2448$) (Anhang 10.3.5).

5 Diskussion

Es wurden nur Werte mit einem Signifikanzniveau von $\leq 5\%$ (p-Wert = 0,05) als signifikant gewertet. Die im Statistikprogramm R vorkommende Legende (Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1) weist mittels eines oder mehrerer Sterne auf ein Signifikanzniveau hin. Die Interpretation der Ergebnisse dreier vorkommender Sterne ist hoch signifikant. Bei einem oder zwei Sternen sind die Ergebnisse signifikant zu beurteilen. Tendenziell signifikant wird durch das Symbol eines Punktes dargestellt. Nicht signifikante Werte werden bei einer statistischen Analyse symbolisch als ein Leerzeichen charakterisiert.

5.1 Einflussfaktoren auf den Samen-, Faser- und Schäbenertrag am Standort Hanfthal und Groß Enzersdorf

5.1.1 Einflussfaktoren auf den Samenertrag

Die Varianzanalyse (Typ II) der zehn Hanfsorten ergab für die zwei Standorte Groß Enzersdorf und Hanfthal folgende in der Tabelle 21 angeführten Signifikanzen:

Tabelle 21: Signifikanter Faktor auf den Samenertrag bei einem Vergleich der Standorte Groß Enzersdorf und Hanfthal, 2014

| Faktoren | F-Wert | p-Wert |
|----------|--------|----------|
| Sorte | 2.4536 | 0.0160 * |

Die einzige Signifikanz in Bezug auf den Samenertrag ergab sich im Vergleich der beiden Standorte Groß Enzersdorf und Hanfthal bei der Sortenwahl. Der Faktor Sorte ergab einen Einfluss (p-Wert = 0,0160) auf den Samenertrag. Die Sorte beeinflusst den Samenertrag positiv. Der p-Wert von 0,0160 stellt eine tendenzielle Signifikanz dar.

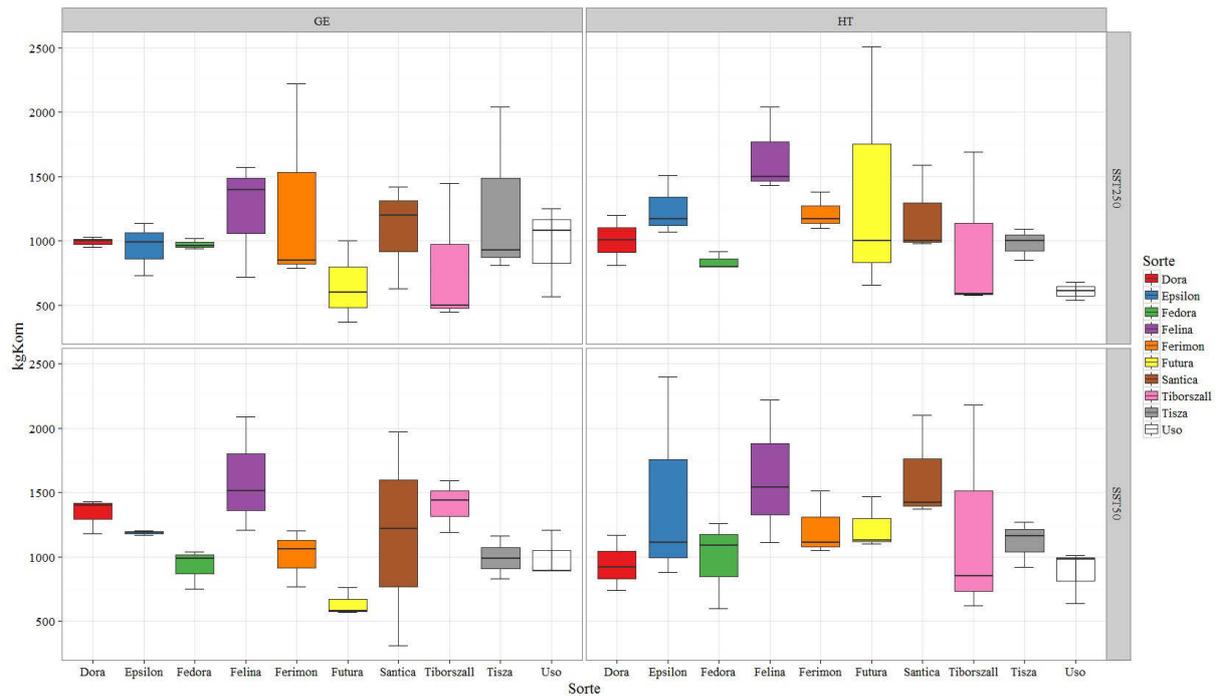


Abbildung 59: Boxplot der Samenerträge in kg/ha der zehn Sorten an den Standorten Groß Enzersdorf und Hanfthal, 2014

Die Abbildung 59 stellt den gesamten Wertebereich der Samenerträge der zehn Sorten an den beiden Standorten Hanfthal und Groß Enzersdorf dar. Die Boxplots der Sorten zeigen sich innerhalb der Standorte variabel, teils mit signifikantem Unterschied im Samenertrag. Ein höherer Samenertrag wurde bei den Standorten Hanfthal und Groß Enzersdorf bei einer Saatstärke von 50 Samen/m² geerntet.

Um einen maximalen Samenertrag zu erzielen, sollte im Vergleich zur Fasernutzung eine niedrigere Saatstärke gewählt werden. Nach VAN DE WERF (1994) liegt die optimale Saatstärke zur Samenproduktion bei 30 Samen/m². Dies führt jedoch zu einem vermehrten Auftreten von Unkräutern (DEFERNE und PATE, 1996).

5.1.2 Einflussfaktoren auf den Faserertrag

Die Varianzanalyse (Typ II) der zehn Sorten ergab bei einem Vergleich der zwei Standorte Groß Enzersdorf und Hanfthal folgende in der Tabelle 22 angeführten Signifikanzen:

Tabelle 22: Signifikante Faktoren auf den Faserertrag bei einem Vergleich der Standorte Groß Enzersdorf und Hanfthal, 2014

| Faktoren | F-Wert | p-Wert |
|----------|---------|-------------|
| Sorte | 2.5730 | 0.01179 * |
| Standort | 14.1509 | 0.00032 *** |

Die Signifikanzen zeigen eine Auswirkung der Sorten auf den Faserertrag. Signifikant ist der Faktor Sorte mit einem p-Wert von 0,01179. Im Vergleich beider Standorte ergab sich ein höchstsignifikanter p-Wert von 0,00032. Ein statistisch nachweisbarer Faktor, welcher auf den Faserertrag einen Einfluss nimmt, ist daher die Sorten- bzw. Standortwahl.

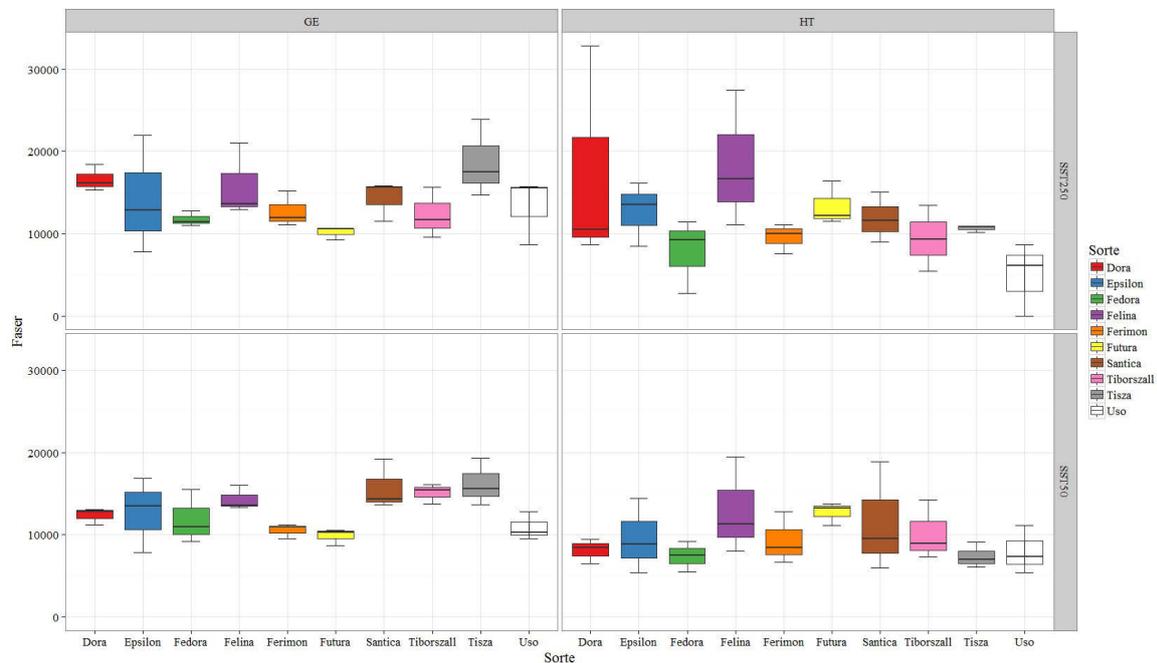


Abbildung 60: Boxplot der Fasererträge in kg/ha der zehn Sorten an den Standorten Groß Enzersdorf und Hanfthal, 2014

Die Mediane innerhalb der Abbildung 60 ergaben im Faserertrag eine starke Abweichung. Auch bei einem Vergleich der Sorten und der Standorte ergaben sich variable Boxplots. Der Einfluss des Standortes ist nach MASTEL (1998) nicht so bedeutend auf die Erträge wie die Sortenunterschiede. Nach BASSETTI (1998) und BÓCSA (2000) ist bei Hanf eine sehr gute Faserqualität an einem nährstoffreichen Standort gegeben.

5.1.3 Einflussfaktoren auf den Schäbenertrag

Die Varianzanalyse (Typ II) der zehn Hanfsorten ergab für die zwei Standorte Groß Enzersdorf und Hanfthal folgende in der Tabelle 23 angeführten Signifikanzen.

Tabelle 23: Signifikante Faktoren auf den Schäbenertrag bei einem Vergleich der Standorte Groß Enzersdorf und Hanfthal, 2014

| Faktoren | F-Wert | p-Wert |
|------------|---------|---------------|
| Saatstärke | 6.8045 | 0.01085 * |
| Standort | 22.6488 | 8.503e-06 *** |

Der Vergleich der Schäbenerträge ergab bei den Versuchsstandorten bei den Faktoren Saatstärke einen p-Wert von 0,01085 und bei dem Faktor Standort einen hochsignifikanten p-Wert von 8.503e-06. Die Ergebnisse zeigen eine tendenzielle Beeinflussung der Saatstärke durch den Standort auf den Schäbenertrag.

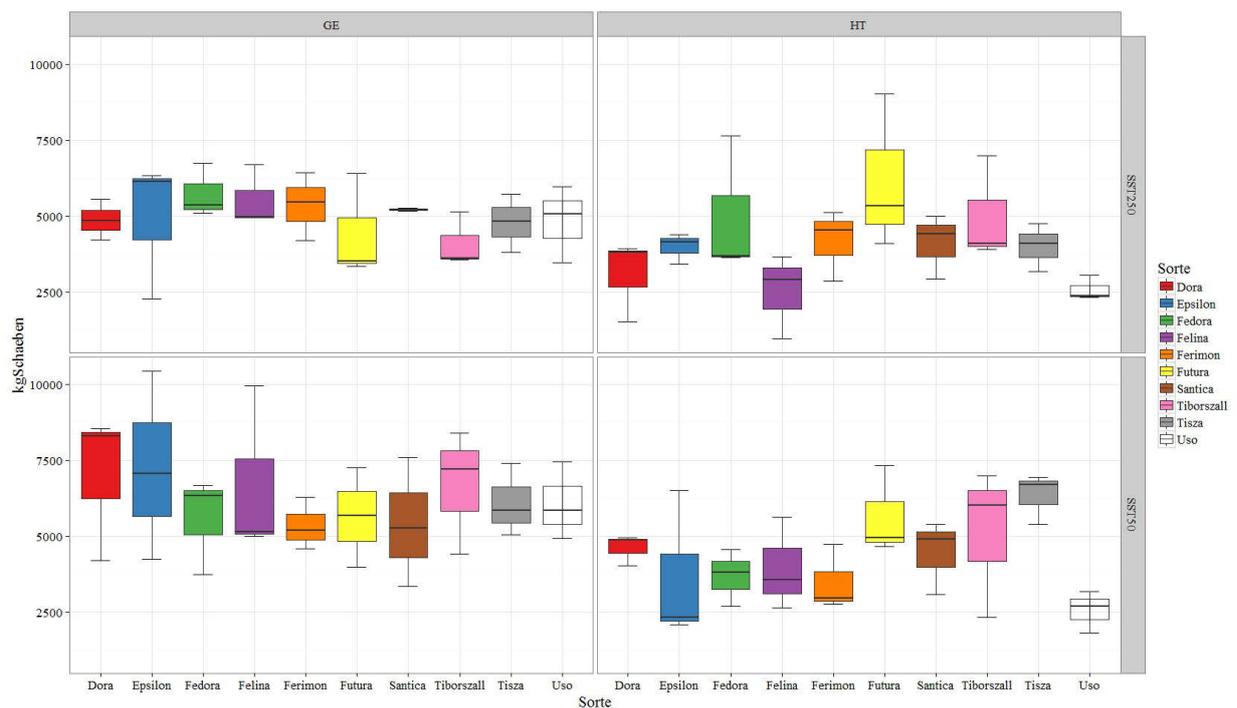


Abbildung 61: Boxplot der Schäbenerträge in kg/ha der zehn Sorten an den Standorten Groß Enzersdorf und Hanfthal, 2014

Die Abbildung 61 zeigt sowohl Schwankungen des Schäbenertrages der einzelnen Sorten innerhalb eines Standortes als auch im Vergleich der unterschiedlichen Saatstärken. Der Boxplot der Sorten zeigt durch die unterschiedliche Medianhöhe an beiden Standorte kein einheitliches Bild.

5.2 Einfluss der Sorten USO 31 und Futura 75 und des Standortes (Groß Enzersdorf, Hanfthal und Obersiebenbrunn) auf den Samen-, Faser- und Schäbenertrag

5.2.1 Samenertrag

Der Tukey-Mehrfachvergleichstest ergab im Kornertrag für die zwei Sorten an den drei Standorten keine statistisch signifikanten Unterschiede. Tendenziell signifikant waren die Sorte USO 31 (Hanfthal; 250 Körner pro Quadratmeter) und die Sorte Futura 75 (Obersiebenbrunn; 250 Körner pro Quadratmeter). Die Tukey-Mehrfachvergleichstest ergab für die zwei Sorten einen p-Wert von 0,0587 (F-Wert = 3,213).

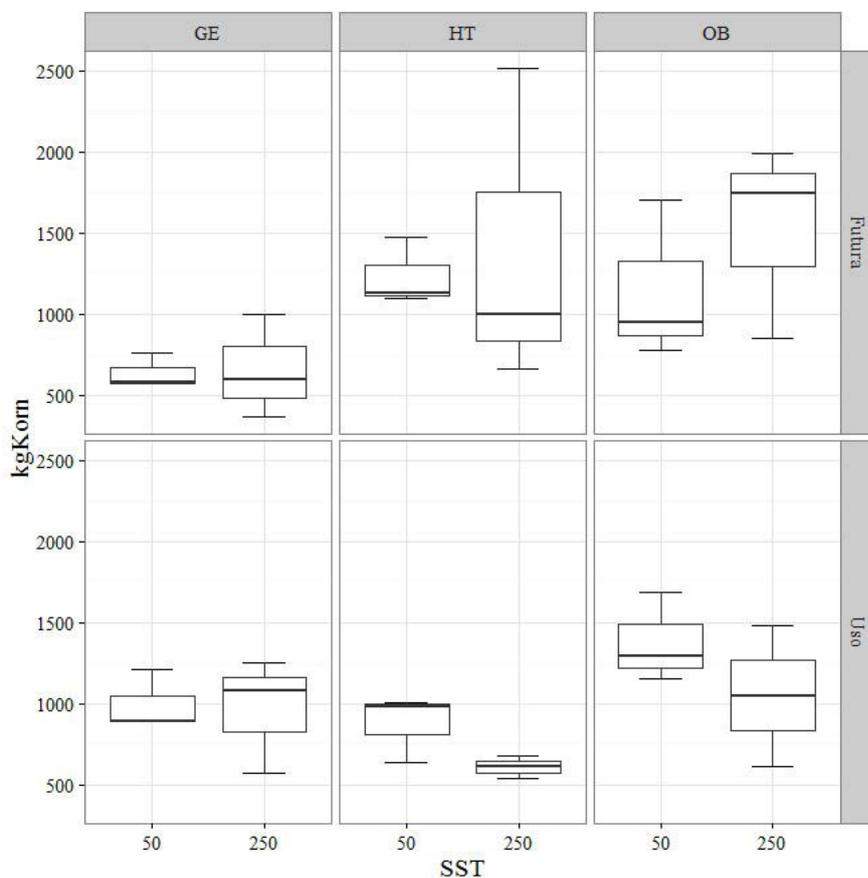


Abbildung 62: Boxplot der Samenerträge in kg/ha bei den Sorten USO 31 und Futura 75 an den Standorten Hanfthal, Groß Enzersdorf und Obersiebenbrunn, 2014

Die Abbildung 62 zeigt den mittleren Samenertrag der zwei Sorten je Standort und Saatstärke. Aufgrund der Medianhöhen sind geringe, aber nicht signifikante Unterschiede im Samenertrag zu erkennen.

Bei der Sorte Futura 75 ergaben sich kaum Unterschiede durch die unterschiedliche Saatstärke im Samenertrag innerhalb der Standorte. Hervorzuheben ist die sehr enge

Verteilung der Samenerträge bei der Sorte USO 31 am Standort Groß Enzersdorf bei der Saatstärke 250 Samen/m². Die Sorte Futura 75 zeigte am Standort Obersiebenbrunn bei 250 Samen/m² eine hohe Differenz im Samenertrag.

Die Sorten USO 31 und Futura 75 zeigen bei allen drei Standorten und den zwei Saatstärken einen einheitlich hohen Samenertrag. Im Durchschnitt ergab die niedrigere Saatstärke bei der Sorte USO 31 einen höheren Samenertrag. Nach REICHERT (1994) ist ein maximaler Samenertrag bei einer niedrigeren Saatstärke zu erreichen. In der Literatur finden sich teils unterschiedliche Angaben zur optimalen Saatstärke bei Hanf. Nach HÖPPNER und MENGEHARTMANN (1994) wird ein optimaler Samenertrag bei einer Saatstärke von 150 bis 250 Samen/m² erzielt. VAN DE WERF (1994) empfiehlt für einen hohen Samenertrag 30 Pflanzen/m².

Um einen hohen Kornertrag unter mitteleuropäischen Klimaverhältnissen zu gewährleisten, sind nach HÖPPNER (1994) frühreife, wie die Sorte USO 31 (Tabelle 9) bzw. frühblühende Sorten mit geringer Wuchshöhe anderen Sorten vorzuziehen. Bei der Sorte Futura handelt es sich um eine mittelspät blühende Sorte.

5.2.2 Faserertrag

Die Auswertung des Tukey-Mehrfachvergleichstestes ergab signifikante Ergebnisse (Tabelle 24):

Tabelle 24: Fasererträge der Sorten im Tukey-Test

| Sorten Vergleich | p - Wert | F - Wert |
|---|-----------|----------|
| Obersiebenbrunn/SST50/Futura 75 – Hanfthal/SST250/Futura 75 | 0.01 ** | -4.011 |
| Hanfthal/SST250/USO 31 – Hanfthal/SST250/Futura 75 | <0.01 *** | -4.906 |
| Obersiebenbrunn/SST50/USO 31 – Hanfthal/SST250/Futura 75 | 0.0326 * | -3.405 |
| Obersiebenbrunn/SST50/Futura 75 – Hanfthal/SST50/Futura 75 | 0.0142 * | -3.639 |
| Hanfthal/SST250/USO 31 – Hanfthal/SST50/Futura 75 | <0.01 *** | -4.535 |
| Groß Enzersdorf/SST250/USO 31 - Obersiebenbrunn/SST50/Futura 75 | <0.01 ** | 3.980 |
| Hanfthal/SST250/USO 31 – Groß Enzersdorf/SST250/USO 31 | <0.01 *** | -4.876 |
| Obersiebenbrunn/SST50/USO 31 – Groß Enzersdorf/SST250/USO 31 | 0.0350 * | -3.374 |
| Groß Enzersdorf/SST50/USO 31 - Hanfthal/SST250/USO 31 | 0.0257 * | 3.478 |

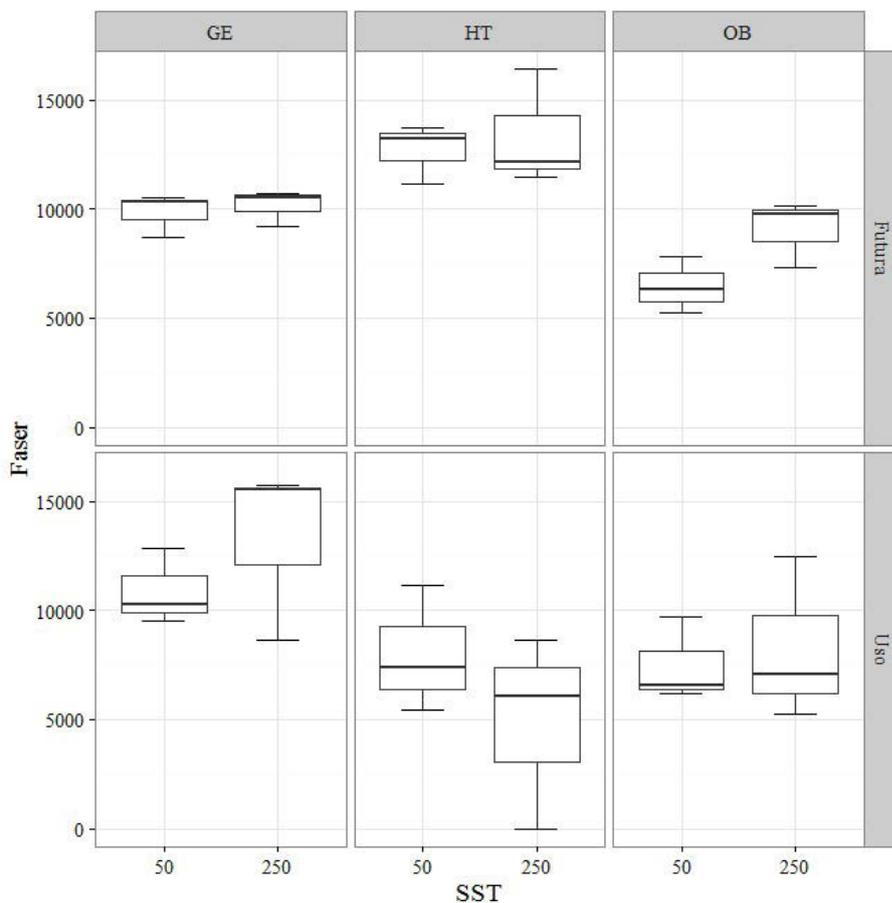


Abbildung 63: Boxplot der Fasererträge in kg/ha bei den Sorten USO 31 und Futura 75 an den Standorten Hanfthal, Groß Enzersdorf und Obersiebenbrunn, 2014

Die Abbildung 63 zeigt den mittleren Faserertrag der zwei Sorten je Standort und Saatstärke.

Die Sorte USO 31 erzielte an den Standorten Obersiebenbrunn und Hanfthal bei beiden Saatstärken einen relativ gleichmäßigen Faserertrag. Am Standort Groß Enzersdorf hingegen erreichte die Sorte USO 31 bei beiden Saatstärken einen im Vergleich höheren Faserertrag. Hervorzuheben ist die signifikante Diskrepanz der Fasererträge am Standort Hanfthal bei den Sorten USO 31 (Saatstärke 250 Samen/m²) und Futura 75 (Saatstärke 50 sowie 250 Samen/m²). Signifikant ist auch der unterschiedlich hohe Faserertrag bei der Sorte USO 31 (Saatstärke von 250 Samen/m²) an den zwei Standorten Groß Enzersdorf und Hanfthal. Der Faserertrag war im Durchschnitt bei einer höheren Saatstärke höher. Der Unterschied war aber nicht signifikant.

Nach REICHERT (1994) ist für die Erzielung eines hohen Faserertrages eine höhere Saatstärke als für die Samengewinnung zu wählen.

Die optimale Pflanzanzahl nach DEMPSEY 1975) sind 50 bis 75 Pflanzen/m².

Die monözischen Hanfsorten USO 31 und Futura 75 sind im Vergleich zu diözischen Hanfsorten, insbesondere zu deren männlichen Pflanzen, durch niedrigere Fasergehalte gekennzeichnet (HORKAY und BÓCSA, 1997).

Um eine optimale Faserausbeute zu erzielen, sollte die Ernte zu jenem Zeitpunkt erfolgen, an dem ca. 50% der männlichen Blüten blühen bzw. bei einhäusigen Formen 50% aller monözischen Pflanzen. Eine Abnahme des Faserertrags beginnt bereits während der Blühzeit und setzt sich fort bis zur Seneszenz (BÓCSA und KARUS 1997, MEDIAVILLA 1998).

5.2.3 Schäbenertrag

Der Tukey-Mehrfachvergleichstest ergab signifikante Unterschiede, die in der Tabelle 25 angeführt werden.

Tabelle 25: Vergleich der Schäbenerträge der Sorten mittels Tukey-Test

| Sortenvergleich | p - Wert | F - Wert |
|---|----------|----------|
| Hanfthal/SST250/USO 31 – Hanfthal/SST250/Futura 75 | 0.0178 * | -3.578 |
| Hanfthal/SST50/USO 31 – Hanfthal/SST250/Futura 75 | 0.0172 * | -3.598 |
| Groß Enzersdorf/SST50/USO 31 – Hanfthal/SST250/USO 31 | 0.0223 * | 3.515 |
| Hanfthal/SST50/USO 31 – Groß Enzersdorf/SST50/USO 31 | 0.0212 * | -3.535 |

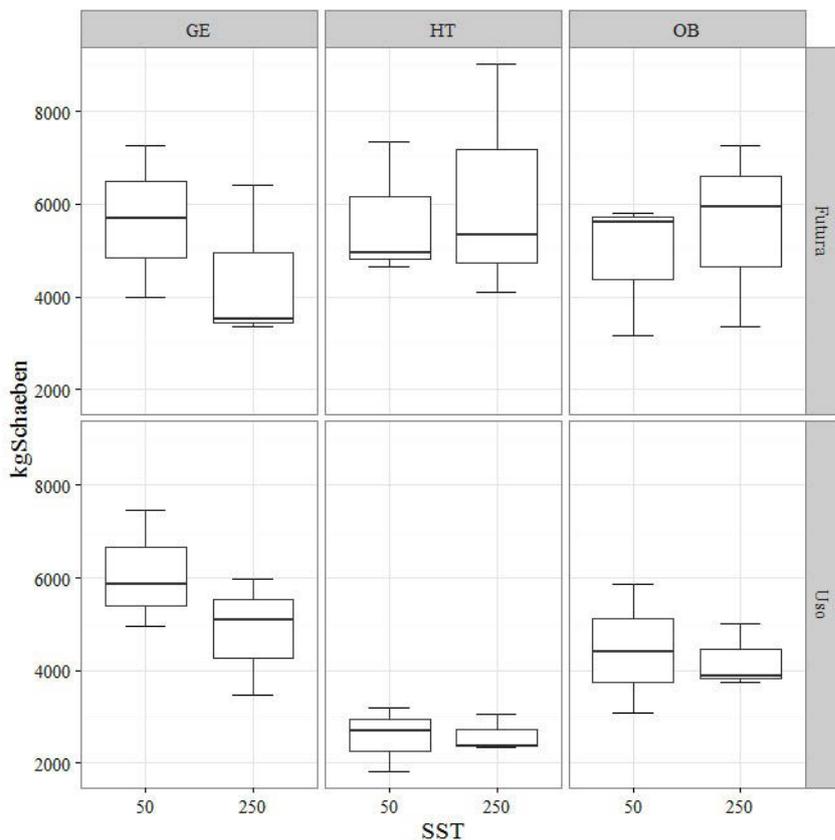


Abbildung 64: Boxplot der Schäbenerträge in kg/ha bei den Sorten USO 31 und Futura 75 an den Standorten Hanfthal, Groß Enzersdorf und Obersiebenbrunn, 2014

Die Sorte Futura 75 zeigte bei allen drei Standorten und den zwei Saatstärken eine geringe Abweichung im Schäbenertrag bei dem Standort Groß Enzersdorf bei einer Saatstärke von 250 Samen/m².

Die Sorte USO 31 zeigte eine größere Variation im Schäbenertrag in Abhängigkeit des Standortes. Die Schäbenerträge lagen bei der Sorte USO 31 bei den zwei Saatstärken gleichauf. Der Median bei der Sorte USO 31 zeigt an allen drei Standorten bei geringer Saatstärke einen höheren Schäbenertrag.

Besonders auffällig war bei der Sorte USO 31 am Standort Hanfthal der hohe signifikante Unterschied der Schäbenerträge bei einer Saatstärke von 50 und 250 Samen/m² im Vergleich zu der Sorte Futura 75 bei einer Saatstärke von 50 und 250 Samen/m².

Den höchsten mittleren Schäbenertrag ergab am Standort Groß Enzersdorf die Sorte USO 31 bei einer Saatstärke von 50 Samen/m². Am Standort Hanfthal wurde hingegen bei einer Saatstärke von 250 Samen/m² die niedrigste Schäbenerträge produziert.

Der geringste Schäbenertrag der Sorte Futura 75 wurde bei einer Saatstärke von 250 Samen/m² am Standort Groß Enzersdorf gemessen.

Nach BÓCSA und KARUS 1997 ist der optimale Erntezeitpunkt für eine hervorragende Faserqualität und Quantität während der Blüte (Code 2102) oder bei einhäusigen Variationen (Code 2302) zu wählen (Tabelle 5). Eine Ernte zum Blühende führt zur einer Zunahme des Mark- und der Sekundärfaserbereichs. Dies führt zu einer Zunahme des Schäbenertrags (SCHÄFER, 2003).

5.3 Einfluss des Standortes Hanfthal auf den Faser- und Schäbenertrag

5.3.1 Einfluss der Sorte auf den Faserertrag am Standort Hanfthal

Die statistische Auswertung mit ANOVA ergab für eine Saatstärke von 50 Samen/m², dass keine Signifikanz (Typ II; p-Wert = 0,162; F-Wert = 1,524) zwischen den Sorten und dem Faserertrag besteht.

Bei einer Saatstärke von 250 Samen/m² ergab die ANOVA, dass eine Signifikanz (Typ II; p-Wert = 0,021; F-Wert = 2,425) zwischen den Sorten und dem Faserertrag bestand.

Tabelle 26: p-Wert und Mittelwerte der Sorten mit Signifikanz im Faserertrag am Standort Hanfthal, 2014

| Sorten | p-Wert |
|--------------------|--------------|
| Futura 75 – USO 31 | <0.01 *** |
| Felina 32 – USO 31 | 0.0504615* |
| Mittelwert | |
| Futura 75 | 5770 kg/ha |
| USO 31 | 3993 kg/ha |
| Felina 32 | 6346,7 kg/ha |

Die statistische Berechnung mittels des Tukey-Mehrfachvergleichstests zeigte für die Sorte Felina 32 einen höheren Faserertrag als die Sorte USO 31. Eine ähnliche Reaktion ergab sich bei der Sorte Futura 75. Sie erzielte einen höheren Faserertrag als die Sorte USO 31. Nach VAN DER WERF (1995) haben die genetischen Faktoren höheren Einfluss auf den Bastgehalt als die Pflanzendichte.

5.3.2 Einfluss der Sorte auf den Schäbenertrag am Standort Hanfthal

Die statistische Auswertung ergab bei einer Saatstärke von 50 Samen/m² bei den zehn Hanfsorten keinen signifikanten p-Wert (ANOVA Typ II; p-Wert = 0,337; F-Wert = 1,162).

Bei einer Saatstärke von 250 Samen/m² ergab sich im Vergleich der Mittelwerte bei den zehn Hanfsorten kein signifikanter p-Wert (ANOVA Typ II; p-Wert = 0,985; F-Wert = 0,251).

5.4 Einfluss des Standortes Groß Enzersdorf auf den Faser- und Schäbenertrag

5.4.1 Einfluss der Sorte auf den Faserertrag am Standort Groß Enzersdorf

Am Standort Groß Enzersdorf ergab die einfaktorielle Varianzanalyse im Vergleich der Mittelwerte der Hanfsorten bei einer Saatstärke von 50 Samen/m² einen signifikanten p-Wert (ANOVA Typ II; p-Wert = 0,036 *; F-Wert = 2,6). Der Tukey-Mehrfachvergleichstest ergab bei den Fasererträgen der zehn Hanfsorten bei einer Saatstärke von 50 Samen/m² folgende signifikanten Werte (Tabelle 27):

Tabelle 27: p-Wert der Sorten mit Signifikanz im Faserertrag bei 50 Samen/m² am Standort Groß Enzersdorf, 2014

| Sorten | p-Wert | F-Wert |
|---------------------------|----------|--------|
| Santhica 27 – Ferimon | 0.0451 * | 3.197 |
| Tisza – Ferimon | 0.0171 * | 3.496 |
| Santhica 27 – Futura 75 | 0.0100 * | 3.642 |
| Tiborszallasi – Futura 75 | 0.0393 * | 3.243 |
| Tisza – Futura 75 | <0.01 ** | 3.940 |
| USO 31 – Tisza | 0.0338 * | -3.292 |

Der Tukey-Mehrfachvergleichstest ergab, dass die Sorten der Tabelle 27 statistisch signifikant sind.

Tabelle 28: Mittelwerte der Sorten mit Signifikanz im Faserertrag bei 50 Samen/m² am Standort Groß Enzersdorf

| Sorte | Mittelwerte |
|---------------|-------------|
| Santhica 27 | 6680 kg/ha |
| Ferimon | 7597 kg/ha |
| Tisza | 6823 kg/ha |
| Futura 75 | 4770 kg/ha |
| Tiborszallasi | 7450 kg/ha |
| USO 31 | 8177 kg/ha |

Der anschließende Vergleich der erzielten Mittelwerte jener Sorten gibt Aufschluss, welche Sorte einen signifikant höheren Faserertrag am Standort Groß Enzersdorf erwirtschaftet hat. Die Sorten Tisza, Ferimon, Santhica 27, Tiborszallasi und USO 31 zeigten in diesem einjährigen Feldversuch signifikant hohe Fasererträge am Standort Groß Enzersdorf.

Bei einer Saatstärke von 250 Samen/m² ergab die ANOVA (Typ II; p-Wert = 0,2403; F-Wert = 1,4313), dass die Sorte keinen signifikanten Einfluss auf den Faserertrag ausübt.

5.4.2 Einfluss der Sorte auf den Schäbenertrag am Standort Groß Enzersdorf

Die ANOVA ergab bei einer Saatstärke von 50 Samen/m², dass keine Auswirkung (Typ II; p-Wert = 0,846; F-Wert = 0,515) der Sorten auf den Schäbenertrag besteht.

Bei einer Saatstärke von 250 Samen/m² konnte kein signifikanter Einfluss (ANOVA; Typ II; p-Wert = 0,416; F-Wert = 1,083) der Sorte auf den Schäbenertrag ermittelt werden.

5.5 Einfluss des Standortes Obersiebenbrunn und der Saatstärke auf den Faser- und Schäbenertrag

5.5.1 Einfluss der Sorte auf den Faserertrag am Standort Obersiebenbrunn

Die Analyse der Daten ergab bei den Sorten USO 31 und Futura 75 keinen signifikanten Einfluss der Sorte auf den Faserertrag (ANOVA Typ II; F 1.4968; p= 0.2354).

5.5.2 Einfluss der Saatstärken auf den Faserertrag am Standort Obersiebenbrunn

Die Varianzanalyse erzeugt bei der Sorte USO 31 und Futura 75 keinen signifikanten p-Wert (Typ II; p-Wert = 0,5790; F-Wert = 0,7348).

5.5.3 Einfluss der Faktoren Sorte und Saatstärke auf den Faserertrag am Standort Obersiebenbrunn

Die Auswertung der Datenreihe bei den Faktoren Saatstärke und Sorte ergab keinen signifikanten p-Wert (p-Wert = 0,6612; F-Wert = 0,6085).

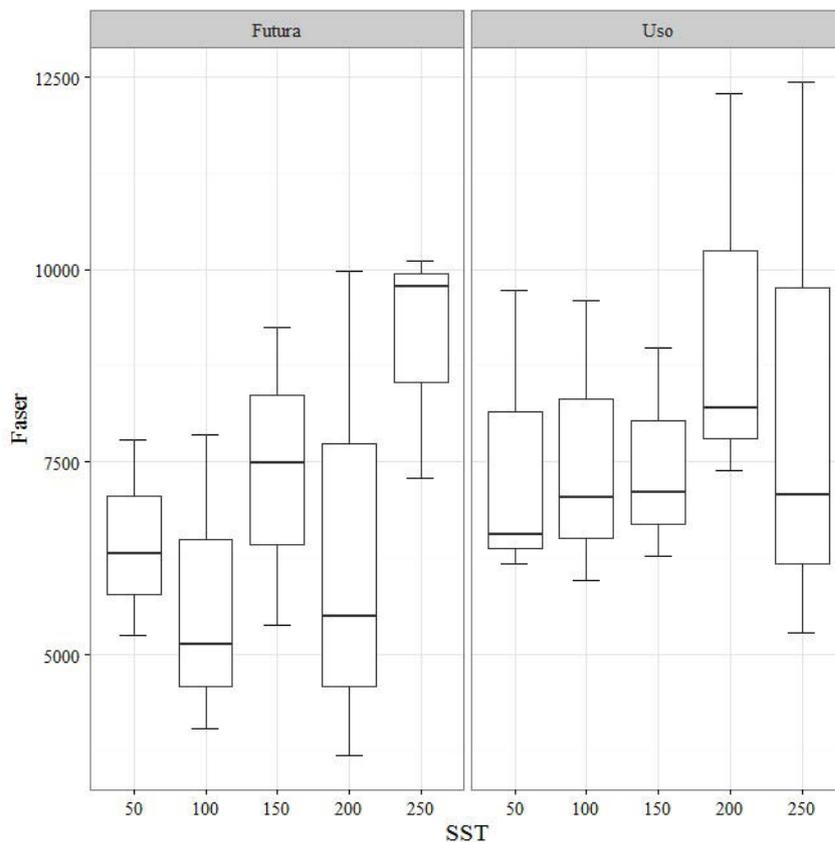


Abbildung 65: Boxplot des Faserertrags in kg/ha der Sorten USO 31 und Futura 75 bei fünf Saatstärken am Standort Obersiebenbrunn, 2014

5.5.4 Einfluss der Sorte auf den Schäbenertrag am Standort Obersiebenbrunn

Die ANOVA (Typ II; $p = 0,8496$; $F = 0,0369$) ergab, dass die Sorte keine signifikante Auswirkung auf den Schäbenertrag hat.

5.5.5 Einfluss der Saatstärken auf den Schäbenertrag am Standort Obersiebenbrunn

Es wurde keine signifikante Auswirkung (ANOVA Typ II; $p = 0,6846$; $F = 0,5741$) der unterschiedlichen Saatstärken auf den Schäbenertrag bei den Sorten USO 31 und Futura 75 festgestellt.

5.5.6 Einfluss der Faktoren Sorte und Saatstärke auf den Schäbenertrag am Standort Obersiebenbrunn

Die Analyse der Faktoren Sorte und Saatstärke zeigt, dass kein signifikanter Einfluss (p -Wert = $0,9094$; F -Wert = $0,2448$) auf den Schäbenertrag vorliegt.

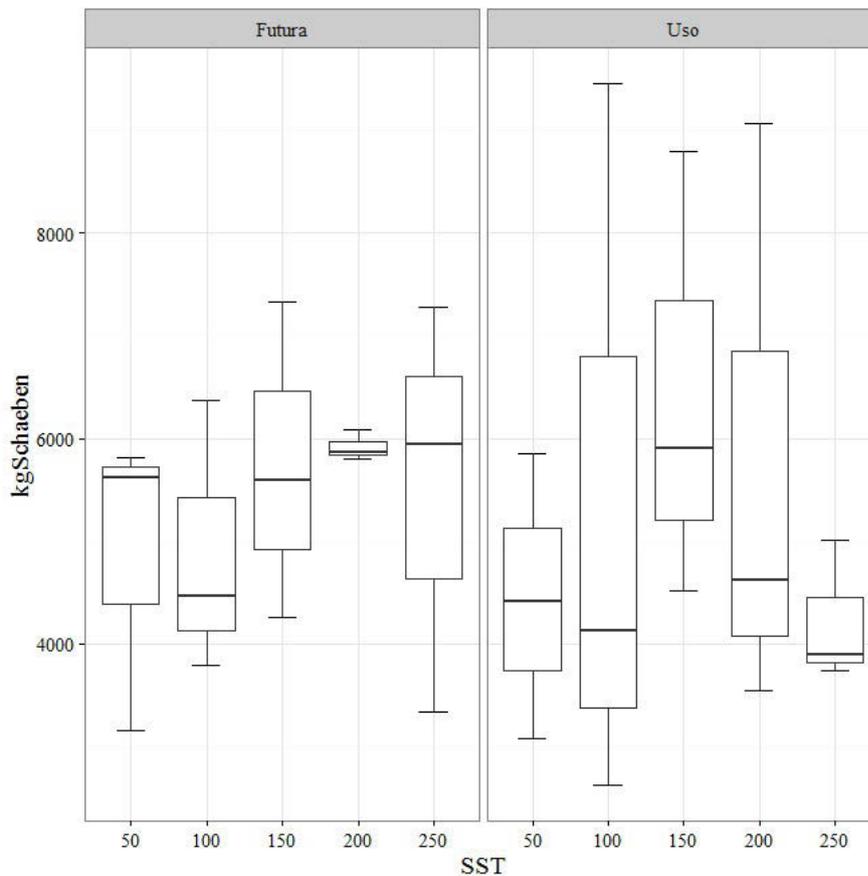


Abbildung 66: Boxplot des Schäbenertrags in kg/ha der Sorten USO 31 und Futura 75 bei fünf Saatstärken am Standort Obersiebenbrunn, 2014

Am Standort Obersiebenbrunn konnten bei den Sorten USO 31 und Futura 75 bei einer Saatstärke von 150 Samen/m² und 200 Samen/m² die höchsten Faser- und Schäbenerträge geerntet werden. Dies deckt sich mit der Angabe von HÖPPNER (1994), der für einen optimalen Ertrag bei Hanf eine Saatstärke von 150 bis 250 Samen/m² definiert.

Durch die günstigen Niederschlagsmengen von April bis September (Abbildung 24) war eine optimale Einzelpflanzenentwicklung zu beobachten. Nach AMADUCCI (2002) führt eine gleichmäßige und hohe Wasserzufuhr bei Hanf zur Ausbildung eines optimalen Sprosses. Zu dieser Erkenntnis kommen auch HÖPPNER und MENGE-HARTMANN (1994), die eine günstige Wasserversorgung für den Biomasseertrag als sehr bedeutend werten.

6 Zusammenfassung

Die angeführten Ergebnisse zeigen in einem einjährigen Feldversuch den Einfluss der Sorte, des Standortes und der Saatstärke auf den Samen-, Faser- und Schäbenertrag bei den unterschiedlichen Hanfsorten.

Die Standorte Groß Enzersdorf und Obersiebenbrunn befinden sich im Marchfeld. Hanfthal repräsentiert das nördliche Weinviertel mit geringeren jährlichen Niederschlagsmengen (ca. 500 mm).

Die 10 Sorten Fedora 17, Epsilon 68, USO 31, KC Dora, Felina 32, Tisza, Ferimon, Tiborszallasi, Futura 75 und Santhica 27 wurden am Standort Hanfthal und Groß Enzersdorf in den Saatstärken 50 und 250 Samen/m² angebaut. Am Standort Obersiebenbrunn wurden die Sorten Futura 75 und USO 31 in den Saatstärken 50, 100, 150, 200 und 250 Samen/m² gesät.

Folgende Ergebnisse sind hervorzuheben:

- Tendenziell gab es einen stärkeren Selbstausdünnungseffekt bei den höheren gewählten Saatstärken.
- Bei einer niedrigeren Saatstärke von 50 Samen/m² war die durchschnittliche Wuchshöhe an den Standorten Hanfthal und Groß Enzersdorf im Mittel höher.
- Auch am Standort Obersiebenbrunn gab es in der Wuchshöhe eine Verminderung bei steigender Saatstärke.
- Im Vergleich der Samenerträge an den Standorten Hanfthal und Groß Enzersdorf erzielte der Standort Hanfthal einen höheren Samenertrag.
- Der Faserertrag war hingegen am Standort Hanfthal niedriger im Vergleich zu Groß Enzersdorf.
- Signifikante Einflüsse gab es beim Schäbenertrag durch die Faktoren Sorte und Saatstärke bei den Standorten Hanfthal und Groß Enzersdorf. Der Faktor Standort war hochsignifikant. Die Schäbenerträge waren am Standort Groß Enzersdorf höher. Die Saatstärke mit 250 Samen/m² ergab im Mittel eine geringere Schäbenmasse als bei der Saatstärke mit 50 Samen/m².
- Ein Vergleich der Samenerträge bei den Sorten USO 31 und Futura 75 ergab an allen drei Standorten keinen signifikanten Unterschied. Hingegen wurden die Faser- und Schäbenerträge sowohl durch den Standort als auch durch die Sorte und Saatstärke signifikant beeinflusst. Die Sorte Futura 75 erzielte am Standort Hanfthal bei beiden Saatstärken einen höheren Faserertrag. Der mit Abstand niedrigste

Schäbenertrag wurde bei beiden Saatstärken bei der Sorte USO 31 am Standort Hanfthal erzielt.

- Am Standort Hanfthal ergab die Sorte einen Einfluss auf den Faserertrag, auch die Saatstärke von 250 Samen/m² ergab einen höheren Faserertrag. Die Sorten Futura 75 und Felina 32 erzielten am Standort Hanfthal einen signifikant höheren Faserertrag als die Sorte USO 31.
- Beim Schäbenertrag konnte am Standort Hanfthal bei beiden Saatstärken kein signifikanter Unterschied durch die Sorte gefunden werden.
- Am Standort Groß Enzersdorf ergab die Sorte bei einer Saatstärke von 50 Samen/m² einen Einfluss auf den Faserertrag. Die Sorte USO 31 erzielte einen signifikant höheren Faserertrag als die Sorte Tisza.
- Bei einer Saatstärke von 250 Samen/m² wurde am Versuchsstandort Groß Enzersdorf keine Signifikanz der Sorte bezogen auf den Faserertrag festgestellt.
- Der Schäbenertrag wurde am Standort Groß Enzersdorf nicht durch die unterschiedliche Saatstärke beeinflusst.
- Am Standort Obersiebenbrunn konnte kein Einfluss der Sorte und der Saatstärke auf den Faser- bzw. Schäbenertrag nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse der angeführten Versuche ergaben einen Standort-, Sorten- und Saatstärkeneinfluss auf den Faser-, Schäben- und Samenertrag.

7 Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Hanfanbaufläche in Österreich (BMLFUW, Statistik Austria, 2015)..... | 7 |
| Tabelle 2: Systematik der Hanfgewächse | 11 |
| Tabelle 3: Intersexe in Anlehnung an HOFFMANN (1952) | 16 |
| Tabelle 4: Einteilung der Entwicklungsphasen (Makrostadien) von mono- und dikotylen Pflanzen nach HACK et al. (1992)..... | 18 |
| Tabelle 5: Wachstumsstadien der Hanfpflanze und ihre Codierung in Anlehnung an V. MEDIAVILLA et al. (1999) 22 | |
| Tabelle 6: Formenkreise von Cannabis sativa in Anlehnung an BÓCSA und KARUS (1997) | 24 |
| Tabelle 7: Auflistung in der EU zugelassener Hanfsorten; Stand 05.08.2016 | 39 |
| Tabelle 8: Auflistung der im Versuch gesäten Hanfsorten | 49 |
| Tabelle 9: Eckdaten der im Versuch gesäten Hanfsorten in Anlehnung an T. PRADE (2011)..... | 50 |
| Tabelle 10: Schema zur Erzeugung von Dreiweghybriden in Anlehnung an BÓCSA (2000)..... | 50 |
| Tabelle 11: Während der Vegetation gemessene Eckdaten und deren Boniturtermine | 52 |
| Tabelle 12: F-Werte und p-Werte der Samenerträge, Standort Hanfthal und Groß Enzersdorf, 2014 | 70 |
| Tabelle 13: F-Werte und p-Werte der Fasererträge, Standort Hanfthal und Groß Enzersdorf, 2014 | 71 |
| Tabelle 14: F-Werte und p-Werte der Schäbenerträge, Standort Hanfthal und Groß Enzersdorf, 2014 | 71 |
| Tabelle 15: Mittelwerte der Samenerträge in kg/ha bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014 | 82 |
| Tabelle 16: Mittelwerte der Samenerträge in kg/ha bei den Sorten USO 31 und Futura 75 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014 | 82 |
| Tabelle 17: Mittelwerte der Fasererträge in kg/ha bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014 | 83 |
| Tabelle 18: Mittelwerte der Fasererträge in kg/ha bei den Sorten USO 31 und Futura 75 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014 | 84 |
| Tabelle 19: Mittelwerte der Schäbenerträge in kg/ha bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014 .. | 85 |
| Tabelle 20: Mittelwerte der Schäbenerträge in kg/ha bei den Sorten USO 31 und Futura 75 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014 | 85 |
| Tabelle 21: Signifikanter Faktor auf den Samenertrag bei einem Vergleich der Standorte Groß Enzersdorf und Hanfthal, 2014..... | 87 |
| Tabelle 22: Signifikante Faktoren auf den Faserertrag bei einem Vergleich der Standorte Groß Enzersdorf und Hanfthal, 2014..... | 88 |
| Tabelle 23: Signifikante Faktoren auf den Schäbenertrag bei einem Vergleich der Standorte Groß Enzersdorf und Hanfthal, 2014..... | 90 |
| Tabelle 24: Fasererträge der Sorten im Tukey-Test..... | 92 |
| Tabelle 25: Vergleich der Schäbenerträge der Sorten mittels Tukey-Test | 94 |
| Tabelle 26: p-Wert und Mittelwerte der Sorten mit Signifikanz im Faserertrag am Standort Hanfthal, 2014..... | 96 |
| Tabelle 27: p-Wert der Sorten mit Signifikanz im Faserertrag bei 50 Samen/m ² am Standort Groß Enzersdorf, 2014 97 | |

Tabelle 28: Mittelwerte der Sorten mit Signifikanz im Faserertrag bei 50 Samen/m² am Standort Groß
Enzersdorf.....97

Tabelle 29: Beurteilungsschema der Qualität der geernteten Hanffaser.....140

8 Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Hanffeld Hanfthal (Foto: Goldschald, S., 2014)..... | 3 |
| Abbildung 2: Species Plantarum von Carl von Linné (1753)..... | 10 |
| Abbildung 3: Männliche Blüte (Foto: Goldschald, S., 2014)..... | 13 |
| Abbildung 4: Weibliche Blüte (Foto: Goldschald, S., 2014)..... | 14 |
| Abbildung 5: Femelhanf (Foto: Goldschald, S., 2014)..... | 15 |
| Abbildung 6: Hanfhenne (Foto: Goldschald, S., 2014)..... | 16 |
| Abbildung 7: Längsschnitt durch einen Hanfsamen (Foto: Goldschald, S., 2014)..... | 17 |
| Abbildung 8: Hanfsamen (Foto: Goldschald, S., 2014)..... | 17 |
| Abbildung 9: Einteilung der pflanzlichen Entwicklungsphasen in Makro- und Mikrostadien in Anlehnung an J. C. ZADOKS et al.(1974) | 19 |
| Abbildung 10: Einteilung der pflanzlichen Entwicklungsphasen in Makro-, Meso- und Mikrostadien in Anlehnung an J. C. ZADOKS et al.(1974)..... | 20 |
| Abbildung 11: Sclerotinia sclerotiorum an Hanf (Foto: Goldschald, S., 2014)..... | 32 |
| Abbildung 12: Sclerotinia sclerotiorum an Blatt und Stängel einer Hanfpflanze (Foto: Goldschald, S., 2014) .. | 33 |
| Abbildung 13: Botrytis cinerea an Hanfblüten (Foto: Goldschald, S.,2014)..... | 34 |
| Abbildung 14: Botrytis cinerea am Hanfstängel (Foto: Goldschald, S., 2014)..... | 34 |
| Abbildung 15: Gangmine einer Minierlarve (Foto: Goldschald, S.,2014)..... | 35 |
| Abbildung 16: Hanfthal (Google, 2015)..... | 42 |
| Abbildung 17: Durchschnittliche min/max Temperatur, Standort Hanfthal, 2014 | 43 |
| Abbildung 18: Durchschnittlicher Jahresniederschlag, Standort Hanfthal, 2014 | 44 |
| Abbildung 19: Raasdorf (Google, 2015)..... | 45 |
| Abbildung 20: Durchschnittliche Jahres min/max Temperatur, Standort Raasdorf, 2014 | 46 |
| Abbildung 21: Durchschnittlicher Jahresniederschlag, Standort Raasdorf, 2014 | 46 |
| Abbildung 22: Obersiebenbrunn (Google, 2015)..... | 47 |
| Abbildung 23: Durchschnittliche Jahres min/max Temperatur, Standort Obersiebenbrunn, 2014 | 48 |
| Abbildung 24: Durchschnittlicher Jahresniederschlag, Standort Obersiebenbrunn, 2014..... | 49 |
| Abbildung 25: Papiertüten mit Erntegut (Foto: Goldschald, S., 2014)..... | 53 |
| Abbildung 26: Abtransport des Ernteguts (Foto: Goldschald, S., 2014)..... | 53 |

| | |
|--|----|
| Abbildung 27: Zur Trocknung gelagerte Hanfpflanzen in Papiertüten (Foto: Goldschald, S., 2014) | 55 |
| Abbildung 28: Bestandsdichte bei 50 Samen/m ² am 12.07., 28.08., 21.09., Standort Hanfthal 2014 | 58 |
| Abbildung 29: Bestandsdichte bei 250 Samen/m ² , Standort Hanfthal 2014 | 59 |
| Abbildung 30: Bestandsdichte bei 50 Samen/m ² am 14.07., 16.08., 19.09, Standort Groß Enzersdorf 2014 .. | 60 |
| Abbildung 31: Bestandsdichte bei 250 Samen/m ² , Standort Groß Enzersdorf 2014 | 61 |
| Abbildung 32: Verlauf der Bestandsdichte bei den Sorten USO 31 und Futura 75, Standort Obersiebenbrunn, 2014 | 62 |
| Abbildung 33: Verlauf der Bestandsdichte der Sorte USO 31 bei fünf Saatstärken am 14.07., 16.08., 19.09, Standort Obersiebenbrunn, 2014 | 62 |
| Abbildung 34: Verlauf der Bestandsdichte der Sorte Futura 75 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014 | 63 |
| Abbildung 35: Verlauf der Wuchshöhe bei 50 Samen/m ² , Standort Hanfthal, 2014 | 64 |
| Abbildung 36: Verlauf der Wuchshöhe bei 250 Samen/m ² , Standort Hanfthal, 2014 | 65 |
| Abbildung 37: Verlauf der Wuchshöhe bei 50 Samen/m ² , Standort Groß Enzersdorf, 2014 | 66 |
| Abbildung 38: Verlauf der Wuchshöhe bei 250 Samen/m ² , Standort Groß Enzersdorf, 2014 | 67 |
| Abbildung 39: Verlauf der Wuchshöhe der Sorte USO 31 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014 | 68 |
| Abbildung 40: Verlauf der Wuchshöhe der Sorte Futura 75 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014 | 69 |
| Abbildung 41: Gegenüberstellung der Mittelwerte der Wuchshöhen bei fünf Saatstärken bei den Sorten USO 31 und Futura 75, Standort Obersiebenbrunn, 2014..... | 70 |
| Abbildung 42: Samenertrag in kg/ha bei zwei Saatstärken an zehn untersuchten Hanfsorten, Standort Hanfthal, 2014 | 72 |
| Abbildung 43: Boxplots der Fasererträge der zehn Sorten bei 50 Samen/m ² , Standort Hanfthal, 2014..... | 73 |
| Abbildung 44: Fasererträge in kg/ha von zehn Hanfsorten bei einer Saatstärke von 250 Samen/m ² , Standort Hanfthal, 2014..... | 73 |
| Abbildung 45: Fasererträge in kg/ha der zehn Hanfsorten bei zwei Saatstärken, Standort Hanfthal, 2014 | 74 |
| Abbildung 46: Mittelwerte der Fasererträge in kg/ha von zehn Sorten bei zwei Saatstärken, Standort Hanfthal, 2014 | 75 |
| Abbildung 47: Schäbenerträge in kg/ha der zehn Hanfsorten bei einer Saatstärke von 50 und 250 Samen/m ² , Standort Hanfthal, 2014 | 76 |
| Abbildung 48: Schäbenerträge in kg/ha der zehn Hanfsorten bei zwei Saatstärken, Standort Hanfthal, 2014 .. | 76 |
| Abbildung 49: Mittelwerte der Schäbenerträge in kg/ha von zehn Sorten bei zwei Saatstärken, Standort Hanfthal, 2014..... | 77 |

| | |
|--|-----|
| Abbildung 50: Samenerträge in kg/ha der zehn Hanfsorten bei einer Saatstärken von 50 und 250 Samen/m ² , Standort Groß Enzersdorf, 2014 | 77 |
| Abbildung 51: Fasererträge in kg/ha der zehn Hanfsorten bei zwei Saatstärken, Standort Groß Enzersdorf, 2014 | 79 |
| Abbildung 52: Mittelwerte der Fasererträge in kg/ha von zehn Sorten bei zwei Saatstärken, Standort Groß Enzersdorf, 2014..... | 79 |
| Abbildung 53: Schäbenerträge in kg/ha der zehn Hanfsorten bei einer Saatstärke von 50 und 250 Samen/m ² , Standort Groß Enzersdorf, 2014 | 80 |
| Abbildung 54: Schäbenerträge in kg/ha der zehn Hanfsorten bei zwei Saatstärken, Standort Groß Enzersdorf, 2014 | 81 |
| Abbildung 55: Mittelwerte der Schäbenerträge in kg/ha von zehn Sorten bei zwei Saatstärken, Standort Groß Enzersdorf, 2014..... | 81 |
| Abbildung 56: Samenerträge in kg/ha der Sorten USO 31 und Futura 75 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014 | 82 |
| Abbildung 57: Fasererträge in kg/ha der Sorten USO 31 und Futura 75 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014 | 83 |
| Abbildung 58: Schäbenerträge in kg/ha der Sorten USO 31 und Futura 75 bei fünf Saatstärken, Standort Obersiebenbrunn, 2014 | 85 |
| Abbildung 59: Boxplot der Samenerträge in kg/ha der zehn Sorten an den Standorten Groß Enzersdorf und Hanfthal, 2014..... | 88 |
| Abbildung 60: Boxplot der Fasererträge in kg/ha der zehn Sorten an den Standorten Groß Enzersdorf und Hanfthal, 2014..... | 89 |
| Abbildung 61: Boxplot der Schäbenerträge in kg/ha der zehn Sorten an den Standorten Groß Enzersdorf und Hanfthal, 2014..... | 90 |
| Abbildung 62: Boxplot der Samenerträge in kg/ha bei den Sorten USO 31 und Futura 75 an den Standorten Hanfthal, Groß Enzersdorf und Obersiebenbrunn, 2014..... | 91 |
| Abbildung 63: Boxplot der Fasererträge in kg/ha bei den Sorten USO 31 und Futura 75 an den Standorten Hanfthal, Groß Enzersdorf und Obersiebenbrunn, 2014..... | 93 |
| Abbildung 64: Boxplot der Schäbenerträge in kg/ha bei den Sorten USO 31 und Futura 75 an den Standorten Hanfthal, Groß Enzersdorf und Obersiebenbrunn, 2014..... | 95 |
| Abbildung 65: Boxplot des Faserertrags in kg/ha der Sorten USO 31 und Futura 75 bei fünf Saatstärken am Standort Obersiebenbrunn, 2014 | 99 |
| Abbildung 66: Boxplot des Schäbenertrags in kg/ha der Sorten USO 31 und Futura 75 bei fünf Saatstärken am Standort Obersiebenbrunn, 2014 | 100 |

9 Literaturverzeichnis

AMADUCCI, S., ZATTA, A., PELATTI, F. & VENTURI, G. (2008): Influence of agronomic factors on yield and quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) fibre and implication for an innovative production system

ARLT, G., HENNERSDORFER, J., STEGER, G. (2007): Grundlagen für Geo-Informationssysteme im Flachs- und Hanfanbau. In: Biehler, Hampicke, Richter, Weise (Hrsg.): Regionale Wertschöpfungssysteme von Flachs und Hanf. Marburg Metropolis Verlag

AGRARMARKT AUSTRIA (2010): Verarbeitung Flachs und Hanf, Wirtschaftsjahr 2010/2011. Merkblätter. Stand: 27.10.2011. Wien

BARLOY, J., PELHATE, J. (1962): Premières observations phytopathologiques relatives aux cultures de chanvre en Anjou. *Annales des Épiphyties*

BECKER, H. (2011): Pflanzenzüchtung. Stuttgart (Hohenheim), Verlag Ulmer KG

BŐCSA, I. (1958): Beiträge zur Züchtung eines ungarischen monözischen Hanfes und zur Kenntnis der Inzuchterscheinungen beim Hanf (*Cannabis sativa* L.), Zeit. Pflanzenzüchtung 39: 11–34

BŐCSA, I. (1995): Die Hanfzüchtung in Ungarn; Zielsetzungen, Methoden und Ergebnisse. In: Tagungsband 1. Biorohstoff Hanf Symposium, Frankfurt/Main, 200-211

BŐCSA, I. (2000): Die Vergangenheit, die Gegenwart und die Zukunft der Hanfzüchtung. [<http://www.nova-institut.de/secure/bocsa-d.pdf>] (besucht am 13.09.2011)

BŐCSA, I., KARUS, M. (1997): Der Hanfanbau – Botanik, Sorten, Anbau und Ernte. C. F. Müller Verlag, Heidelberg

BUCHGRABER, H., FRÜHWIRTH, P., KÖPPL, P., KRAUTZER, B. (1997): Produktionsnischen im Pflanzenbau. Ginseng, Kümmel, Hanf & Co. Graz: Stocker Verlag

BUTTER, M. (2001): Hanf – das weiße Gold der Batschka. Kirchbierlingen, Books on Demand GmbH

CLARKE, R. C. (1998): Hashish! Red Eye Press, 1st Edition, Los Angeles CA

CLARKE, R. C. (2009): Hanf – Botanik, Anbau, Vermehrung und Züchtung. Aarau, AT Verlag

DE MEIJER, E. P. M. (1995): Diversity in *Cannabis*. Tagungsband zum Symposium „Biorohstoff Hanf“, Frankfurt/Main. 2. Auflage

DEFERNE, J. L., PATE, D. W. (1996). Hemp Seed Oil: A Source of Valuable Essential Fatty Acids., J. Int. Hemp Assoc., 3: 4–7

EHLERT, D., IDLER, CH., ACKERMANN, I. (1997): Hanfernte '96 in Brandenburg. Erzeugung, Aufbereitung und Verarbeitung von Naturfasern für nichttextile Zwecke, VDI-MEG-Kolloquium Agrartechnik, Heft 22, Bonn

FERTL, T. (2000): Anbau von Hanf (*Cannabis sativa L.*) im Bundesland Salzburg; Erfahrungen und Empfehlungen. Salzburg: Diplomarbeit – Universität Salzburg

FISCHBECK, E., DIEPENBROCK, W., HEYLAND, K. U. (1999): Spezieller Pflanzenbau, 3. Aufl. Stuttgart, Verlag Ulmer

GROTENHERMEN, F., MÜLLER-VAHL, K. (2012): The therapeutic potential of cannabis and cannabinoids. Deutsches Ärzteblatt Int 2012; 109 (29–30): 495–501.

GUSOVIUS, H. J. (2002): Stoffwandlungen und Umwelteinflüsse in Verfahrensketten für Faserhanf. Göttingen Cuvillier Verlag

HACK, H., BLEIHOLDER, H., BUHR, L., FELLER, C., HEß, M., KLOSE, R., LANCASHIRE, P. D., MEIER, U., STRAUß, R., VAN DEN BOOM, T., WEBER, E. (1992): Phänologische Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. In: Biologische

Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Hrsg.): Entwicklungsstadien von Pflanzen – BBCH Monograph; Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin

HALLMANN, J., QUADT-HALLMANN A., VON TIEDEMANN A. (2007): Phytomedizin Grundwissen Bachelor. Stuttgart (Hohenheim), Verlag Ulmer KG

HERER, J. (1993): Hemp & The Marihuana Conspiracy: The Emperor Wears No Clothes, 9th Edition, Van Nuys (CA), Hemp Publishing

HERER, J., BRÖCKERS, M.(1996): Die Wiederentdeckung der Nutzpflanze Hanf. München Heyne Verlag

HIRATA, K. (1928): Sex determination in hemp (*Cannabis sativa L.*) @ONLINE https://www.researchgate.net/publication/256546647_Some_aspects_of_sex_determination_in_hemp

HOFFMANN, W., 1952: Die Vererbung der Geschlechtsformen des Hanfes (*Cannabis sativa L.*) II. In: Der Züchter 17/18, 1952.

HOLZMANN, G. et al. (2012): Natürliche und pflanzliche Baustoffe: Rohstoff – Bauphysik – Konstruktion. Wiesbaden, Springer Verlag

HÖPPNER, F. (1997): Einfluß von Saatedichte und Reihenweite auf die Samen- und Ölertragsleistung von Faserhanf (*Cannabis sativa L.*). In: Nova-Institut (Hrsg.): Biorohstoff Hanf 97. Tagungsband zum Symposium am 27.02.–02.03.1997 in Frankfurt am Main

J. M. MATTHEWS, (1928): Die Textilfasern – Ihre physikalischen, chemischen und mikroskopischen Eigenschaften. Berlin, Springer Verlag

LEUPIN, M., (2005): Progress on the way to textiles from native hemp. Neujahrblatt aus dem Institut für Automatisierte Produktion der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, Zürich

KOCH, K., BECKMANN, A., KROMER, K.-H., (1995): Untersuchungen zur Entwicklung einer Methode für die Bestimmung des Faseranteils und die Entholzbarkeit von Leinstroh. Arbeiten aus dem Institut für Landtechnik der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Heft17, Bonn

KÖRBER-GROHNE, U. (1987): Nutzpflanzen in Deutschland – Kulturgeschichte und Biologie, Konrad Theiss Verlag

KRÜGER, K. (2000): Veränderte Rahmenbedingungen für den Anbau von Faserpflanzen, Bauernzeitung 51–52/2000

LOHMEIER, D. (1997): Hanf im ökologischen Anbau. In: Nova-Institut (Hrsg.): Biorohstoff Hanf 97. Tagungsband zum Symposium am 27.02.–02.03.1997, Frankfurt am Main

MANSFELD, R. (1986): Verzeichnis landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturpflanzen, Schulze-Motel (Hrsg.), Springer Verlag

MASTEL, K., STOLZENBURG, K., SEITH, B.(1998): Informationen für die Pflanzenproduktion – Untersuchungen zu pflanzenbaulichen, erntetechnischen und ökonomischen Fragen des Anbaus von Faser- und Körnerhanf, Heft 7/1998, (Hrsg.) Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim

MARTENS, R., (1998): Ergebnisse eines Maschinenvergleiches Hanfernte 1996/1997. Veranstaltungsdokumentation der Fachtagung „Technologien zur Ernte und Erstverarbeitung der einheimischen Faserpflanzen Flachs und Hanf“. Leipzig

MAYRHUBER, E., WINKLER-RIEDER, W.(1997): Potentiale, Hemmnisse und Bedarfslage für den Einsatz der nachwachsenden Rohstoffe Hanf und Flachs in Österreich. Schriftenreihe des BMUJF, Band 6/1998, Wien

MEDIAVILLA, V., M. JORQUERA, I. SCHMID-SLEMBROUCK (1999): Dezimalcode für Wachstumsstadien von Hanf. [<http://www.inaro.de/deutsch/kulturpf/hanf/Dezimalcode.PDF>] (besucht am 05.07.2016)

MENGE-HARTMANN, U., HÖPPNER, F.(1995): Einfluss variiertes Anbaubedingungen auf die Faserausbildung zweier Faserhanfsorten, In: Landbauforschung Völkenrode Jg. 45

PRADE, T. (2011): Industrial Hemp (*Cannabis sativa L.*) – A High-Yielding Energy Crop. Doktorarbeit: Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp

RANALLI, P. (2004) : Current status and future scenarios of hemp breeding, Euphytica 140

RASCH, D., VERDOOREN, R., GOWERS, J. (2007): Planung und Auswertung von Versuchen und Erhebungen. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH

RIEGLER-NURSCHER, S. (2009): Hanfanbau und Vermarktung. Fachtagung Biologischer Ackerbau 2009; Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein

RÖSSLER, T. (2012): Einfluss des Standorts und der Sorte auf den Samen-, Restpflanzenertrag (Fasern und Schäben) bei Hanf (*Cannabis sativa L.*) Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien

ROSCHER, E. (2000): Einfluss von Sorte, Saatzeitpunkt und Bestandesdichte auf Ganzpflanzen- und Faserertrag bei Hanf (*Cannabis sativa L.*). Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien

RUTHENBERG-WILKENS, D., LANGKAU, J. (1996): Nutzhanf – vom konventionellen zum ökologischen Anbau. Katalyse e. V. Institut für angewandte Umweltforschung (Hrsg.), Deukalion Verlag, Holm

SCHÄFER, T. (2003): Wirkung von Wachstumsfaktoren und pflanzenbauliche Maßnahmen auf Biomasse- und Faserertrag sowie Faserqualität von Hanf (*Cannabis sativa L.*). Aachen Shaker Verlag GmbH

SCHÖBER-BUTIN, B., GARBE, V., BARTELS, G. (1999): Farbatlas – Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Stuttgart (Hohenheim), Verlag Ulmer GmbH

SCHULTES, R. E., LEIN, W. M., LOWMAN, T., LOCKWOOD, T. E. (1974): Cannabis – an example of taxonomic neglect. In: FERTL, 2000

SMALL, E., CRONQUIST, A. (1976): A practical and natural taxonomy for Cannabis – Taxon 25(4). In: FERTL, 2000

SPIESS, E. (1998): Hanf: Erntetechnik, Schweizer Landtechnik, Juli/August 1998

VOGL, C. R., STRÖML, K., HEß, J. (1997): Hanf in Österreich – Beispiele für aktuelle Entwicklungen in Verarbeitung und Vermarktung. In: Nova-Institut [Hrsg.]: Biorohstoff Hanf. Hürth Eigenverlag

VAN DER WERF, H. (1994): Crop Physiology of Fibre Hemp (*Cannabis Sativa L.*), Wageningen

WENINGER, L. (2013): Hanf: Der wiederentdeckte Schatz, Top Agrar Österreich 11/2013

WITTROCK, A. F., HOFFMANN, G. M., VERREET, J. A. (1995): Produktionstechnik der Hanferzeugung II. Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter im Hanf und deren Bekämpfung. In: HANF, C.-H. 1997. Anbau, Ernte und Aufbereitung sowie Verwendung von Hanf. Schriftenreihe nachwachsende Rohstoffe, Band 7, Münster Landwirtschaftsverlag GmbH

ZADOKS, J. C., CHANG, T. T., KONZAK, C. F. (1974): A decimal code for the growth stages of cereals. In: HACK et al., 1992

@ONLINE

<https://www.ama.at/Fachliche-Informationen/Markt-und-Meldema%C3%9Fnahmen/Flachs-und-Hanf> (besucht am 15.05.2015)

Anbauflächen von Hanf (2015) @ONLINE

<http://www.awi.bmlfuw.gv.at/fileadmin/tabellen/at1.xlsx> (besucht am 03.10.2016)

Auflistung in der EU zugelassener Hanfsorten @ONLINE

http://ec.europa.eu/food/plant/plant_propagation_material/plant_variety_catalogues_data_bases/search/public/index.cfm?event=searchForm&ctl_type=A&active_tab=v (besucht am 05.08.2016)

Durchschnittlicher Jahresniederschlag Hanfthal @ONLINE

<http://www.wetter24.de/vorhersage/klima/%C3%96sterreich/hanfthal/18138677/>
(besucht am 25.06.2016)

Durchschnittlicher Jahresniederschlag Obersiebenbrunn @ONLINE

<http://www.wetter24.de/vorhersage/klima/%C3%96sterreich/obersiebenbrunn/18134905/>
(besucht am 25.06.2016)

Durchschnittlicher Jahresniederschlag Raasdorf @ONLINE

<http://www.wetter24.de/vorhersage/klima/%C3%96sterreich/raasdorf-bei-wien/18135048/>
(besucht am 25.06.2016)

Einteilung der pflanzlichen Entwicklungsphasen in Makro- und Mikrostadien @ONLINE

http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/_veroeff/bbch/BBCH-Skala_deutsch.pdf
(besucht am 19.06.2016)

Einteilung der pflanzlichen Entwicklungsphasen in Makro-, Meso- und Mikrostadien @ONLINE

http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/_veroeff/bbch/BBCH-Skala_deutsch.pdf
(besucht am 19.06.2016)

Species Plantarum @ONLINE

https://www.google.at/search?q=Species+Plantarum+linne&biw=979&bih=433&source=nms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjBw7vlub7PAhXMOBQKHdZHBnQQ_AUIBigB#imgrc=4mZ0Ru3omeHjKM%3A (besucht am 05.08.2016)

Systematik der Hanfgewächse @ONLINE

<http://www.planto.de/taxonomie.php?nr=16932&Sn=42c43d82bde5425b976d254c57ff52>

22 (besucht am 13.06.2016)

10 Anhang

10.1 Versuchspläne



Sortenversuch 50 Körne pro Quadratmeter

Sortenversuch 250 Körner pro Quadratmeter



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 3 | M | M | 12 | 8 | 5 | 11 | 6 | 9 | 10 | 14 | 7 | 13 | 28 | 24 | 21 | 27 | 22 | 25 | 26 | 30 | 23 | 29 | 32 | M |
| 4 | M | M | 11 | 14 | 12 | 10 | 13 | 5 | 7 | 9 | 6 | 8 | 27 | 30 | 28 | 26 | 29 | 21 | 23 | 25 | 22 | 24 | 31 | M |
| 1 | M | M | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 30 | M |

Hanfthal

Drillsaat

Aussaat: 04.04.2014

Legende:

| Sorten | | |
|--------------------------------|---|-------------------|
| 1 Finola 30 Kö/m ² | 5/24 Fedora 17 | 10/26 Santhica 27 |
| 3 Finola 90 Kö/m ² | 6/22 USO 31 | 11/27 Epsilon 68 |
| 4 Finola 120 Kö/m ² | 23 Felina 32 | 12/28 KC Dora |
| 9/25 Futura 75 | 8/24 Ferimon | 13/29 Tisza |
| 14/30 Tiborszallasi | M: USO 31 (100 Körner pro Quadratmeter) | |
| Farben | | |
| Grau | 1. Wiederholung | |
| Rosa | 2. Wiederholung | |
| Blau | 3. Wiederholung | |

(M steht im Folgenden für Mantel)

N

→

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------|
| M | 24 | 26 | 27 | 29 | 30 | 28 | 23 | 22 | 25 | 21 | 22 | 26 | 24 | 27 | 23 | 32 M |
| M | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 29 | 30 | 28 | 25 | 21 | 31 M |
| M | 8 | 10 | 11 | 13 | 14 | 12 | 7 | 6 | 9 | 5 | 6 | 10 | 8 | 11 | 7 | 15 M |
| M | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 13 | 14 | 12 | 9 | 5 | 16 M |

←
Sortenversuch
250 Körner pro
Quadratmeter
←

←
Sortenversuch
50 Körner pro
Quadratmeter
←

Raasdorf

Drillsaat

Aussaat. 05.04.2014

Legende:

| Sorten | |
|---|---------------------|
| 5/21 Fedora 17 | 10/26 Santhica 27 |
| 6/22 USO 31 | 11/27 Epsilon 68 |
| 7/23 Felina 32 | 12/28 KC Dora |
| 8/24 Ferimon | 13/29 Tisza |
| 9/25 Futura 75 | 14/30 Tiborszillasi |
| M: USO 31 (100 Körner pro Quadratmeter) | |
| Farben | |
| Grau | 1. Wiederholung |
| Rosa | 2. Wiederholung |
| Blau | 3. Wiederholung |

N

←

| | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| M | 44 | 41 | 45 | 42 | 43 | 49 | 46 | 50 | 47 | 48 | M |
| M | 48 | 50 | 46 | 49 | 47 | 43 | 45 | 41 | 44 | 42 | M |
| M | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | M |

Obersiebenbrunn

Drillsaat

Aussaat. 10.04.2014

Legende:

| Parzellen Nr. | Sorte | Saatstärke (Körner pro Quadratmeter) |
|---|-----------------|---|
| 41 | 41 USO 31 | 50 |
| 42 | 42 USO 31 | 100 |
| 43 | 43 USO 31 | 150 |
| 44 | 44 USO 31 | 200 |
| 45 | 45 USO 31 | 250 |
| 46 | 46 Futura 75 | 50 |
| 47 | 47 Futura 75 | 100 |
| 48 | 48 Futura 75 | 150 |
| 49 | 49 Futura 75 | 200 |
| 50 | 50 Futura 75 | 250 |
| M: USO 31 (100 Körner pro Quadratmeter) | | |
| Farben | | |
| Grau | 1. Wiederholung | |
| Rosa | 2. Wiederholung | |
| Blau | 3. Wiederholung | |

10.2 Ertragsdaten

10.2.1 Ertragsdaten Hanfthai:

| | Sorte | Samenertrag g/m ² | Strohertrag g/m ² | Faserertrag g/m ² | Note Schäben |
|--|----------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|
| 1. Wiederholung 50 Samen pro Quadratmeter | | | | | |
| 1 | Fedora 17 | 126 | 691 | 310 | 4 |
| 2 | USO 31 | 101 | 858 | 588 | 2 |
| 3 | Felina 32 | 154 | 1335 | 770 | 2 |
| 4 | Ferimon | 105 | 937 | 463 | 4 |
| 5 | Futura 75 | 147 | 1416 | 681 | 1 |
| 6 | Santhica 27 | 142 | 765 | 224 | 2 |
| 7 | Epsilon 68 | 111 | 350 | 116 | 5 |
| 8 | KC Dora | 92 | 981 | 485 | 2 |
| 9 | Tisza | 116 | 1074 | 404 | 1 |
| 10 | Tiborszallasi | 85 | 1158 | 554 | 1 |
| 2. Wiederholung 50 Samen pro Quadratmeter | | | | | |
| 1 | Fedora 17 | 80 | 815 | 450 | 4 |
| 2 | USO 31 | 61 | 818 | 585 | 5 |
| 3 | Felina 32 | 150 | 805 | 438 | 1 |
| 4 | Ferimon | 138 | 912 | 399 | 2 |
| 5 | Futura 75 | 66 | 936 | 526 | 5 |
| 6 | Santhica 27 | 100 | 846 | 405 | 2 |
| 7 | Epsilon 68 | 107 | 758 | 343 | 4 |
| 8 | KC Dora | 101 | 785 | 405 | 1 |
| 9 | Tisza | 109 | 989 | 514 | 2 |
| 10 | Tiborszallasi | 58 | 1149 | 759 | 1 |
| 3. Wiederholung 50 Samen pro Quadratmeter | | | | | |
| 1 | Fedora 17 | 60 | 628 | 358 | 5 |
| 2 | USO 31 | 64 | 654 | 472 | 5 |
| 3 | Felina 32 | 111 | 637 | 372 | 2 |
| 4 | Ferimon | 111 | 639 | 342 | 4 |
| 5 | Futura 75 | 110 | 1044 | 548 | 1 |
| 6 | Santhica 27 | 137 | 813 | 504 | 5 |
| 7 | Epsilon 68 | 88 | 562 | 353 | 4 |
| 8 | KC Dora | 117 | 843 | 355 | 5 |
| 9 | Tisza | 92 | 1001 | 305 | 2 |
| 10 | Tiborszallasi | 62 | 870 | 636 | 1 |
| 1. Wiederholung 250 Samen pro Quadratmeter | | | | | |
| 1 | Fedora 17 | 92 | 820 | 451 | 4 |

| | | | | | |
|---|--------|----|-----|-----|---|
| 2 | USO 31 | 68 | 570 | 333 | 5 |
|---|--------|----|-----|-----|---|

| | | | | | |
|----|---------------|-----|------|-----|---|
| 3 | Felina 32 | 143 | 1065 | 774 | 1 |
| 4 | Ferimon | 117 | 763 | 308 | 2 |
| 5 | Futura 75 | 100 | 1053 | 518 | 2 |
| 6 | Santhica 27 | 98 | 835 | 541 | 4 |
| 7 | Epsilon 68 | 117 | 994 | 652 | 1 |
| 8 | KC Dora | 120 | 370 | 216 | 2 |
| 9 | Tisza | 85 | 850 | 531 | 2 |
| 10 | Tiborszallasi | 59 | 679 | 270 | 2 |

2. Wiederholung 250 Samen pro Quadratmeter

| | | | | | |
|----|---------------|-----|------|-----|---|
| 1 | Fedora 17 | 109 | 1370 | 912 | 1 |
| 2 | USO 31 | 98 | 814 | 496 | 5 |
| 3 | Felina 32 | 222 | 1053 | 694 | 5 |
| 4 | Ferimon | 151 | 927 | 650 | 4 |
| 5 | Futura 75 | 113 | 1015 | 549 | 5 |
| 6 | Santhica 27 | 210 | 1330 | 839 | 2 |
| 7 | Epsilon 68 | 240 | 1254 | 603 | 4 |
| 8 | KC Dora | 74 | 744 | 340 | 5 |
| 9 | Tisza | 127 | 884 | 344 | 4 |
| 10 | Tiborszallasi | 218 | 1273 | 573 | 2 |

3. Wiederholung 250 Samen pro Quadratmeter

| | | | | | |
|----|---------------|-----|------|-----|---|
| 1 | Fedora 17 | 80 | 946 | 181 | 2 |
| 2 | USO 31 | 54 | 631 | 280 | 5 |
| 3 | Felina 32 | 204 | 619 | 915 | 2 |
| 4 | Ferimon | 110 | 718 | 432 | 5 |
| 5 | Futura 75 | 251 | 1589 | 687 | 4 |
| 6 | Santhica 27 | 159 | 1222 | 723 | 2 |
| 7 | Epsilon 68 | 151 | 1069 | 630 | 4 |
| 8 | KC Dora | 81 | 760 | 367 | 2 |
| 9 | Tisza | 100 | 898 | 488 | 4 |
| 10 | Tiborszallasi | 169 | 1368 | 670 | 5 |

10.2.2 Ertragsdaten Raasdorf

| | Sorte | Samenertrag g/m ² | Strohertrag g/m ² | Faserertrag g/m ² | Note Schäben |
|---|-----------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|
| 1. Wiederholung 50 Samen pro Quadratmeter | | | | | |
| 1 | Fedora 17 | 99 | 990 | 615 | 4 |

| | | | | | |
|---|-----------|-----|------|-----|---|
| 2 | USO 31 | 89 | 976 | 482 | 4 |
| 3 | Felina 32 | 121 | 967 | 451 | 2 |
| 4 | Ferimon | 106 | 1205 | 576 | 1 |
| 5 | Futura 75 | 57 | 1094 | 366 | 2 |

| | | | | | |
|----|---------------|-----|------|-----|---|
| 6 | Santhica 27 | 197 | 1340 | 813 | 1 |
| 7 | Epsilon 68 | 119 | 1283 | 576 | 4 |
| 8 | FC Dora | 140 | 952 | 532 | 1 |
| 9 | Tisza | 83 | 1381 | 796 | 1 |
| 10 | Tiborszallasi | 119 | 1796 | 955 | 1 |

2. Wiederholung 50 Samen pro Quadratmeter

| | | | | | |
|----|---------------|-----|------|-----|---|
| 1 | Fedora 17 | 120 | 1012 | 492 | 2 |
| 2 | USO 31 | 76 | 910 | 511 | 1 |
| 3 | Felina 32 | 151 | 1447 | 945 | 5 |
| 4 | Ferimon | 117 | 1197 | 770 | 5 |
| 5 | Futura 75 | 121 | 1229 | 642 | 2 |
| 6 | Santhica 27 | 144 | 1374 | 651 | 5 |
| 7 | Epsilon 68 | 143 | 1371 | 539 | 4 |
| 8 | FC Dora | 104 | 1238 | 570 | 2 |
| 9 | Tisza | 122 | 1341 | 579 | 1 |
| 10 | Tiborszallasi | 116 | 1172 | 665 | 1 |

3. Wiederholung 50 Samen pro Quadratmeter

| | | | | | |
|----|---------------|-----|------|------|---|
| 1 | Fedora 17 | 89 | 1558 | 811 | 1 |
| 2 | USO 31 | 99 | 2202 | 1460 | 1 |
| 3 | Felina 32 | 58 | 1191 | 621 | 1 |
| 4 | Ferimon | 159 | 1375 | 933 | 1 |
| 5 | Futura 75 | 120 | 1467 | 423 | 4 |
| 6 | Santhica 27 | 209 | 1537 | 540 | 1 |
| 7 | Epsilon 68 | 31 | 1027 | 691 | 4 |
| 8 | FC Dora | 75 | 1061 | 426 | 2 |
| 9 | Tisza | 118 | 1527 | 672 | 2 |
| 10 | Tiborszallasi | 77 | 1074 | 615 | 1 |

1. Wiederholung 250 Samen pro Quadratmeter

| | | | | | |
|----|---------------|-----|------|-----|---|
| 1 | Fedora 17 | 96 | 1567 | 892 | 1 |
| 2 | USO 31 | 57 | 1175 | 579 | 2 |
| 3 | Felina 32 | 72 | 1177 | 506 | 5 |
| 4 | Ferimon | 222 | 1224 | 677 | 2 |
| 5 | Futura 75 | 100 | 1020 | 380 | 1 |
| 6 | Santhica 27 | 142 | 853 | 332 | 4 |
| 7 | Epsilon 68 | 114 | 1051 | 471 | 2 |
| 8 | FC Dora | 103 | 1035 | 550 | 4 |
| 9 | Tisza | 93 | 1214 | 641 | 2 |
| 10 | Tiborszallasi | 45 | 955 | 440 | 4 |

2. Wiederholung 250 Samen pro Quadratmeter

| | | | | | |
|---|-----------|-----|-----|-----|---|
| 1 | Fedora 17 | 79 | 844 | 425 | 2 |
| 2 | USO 31 | 37 | 800 | 465 | 1 |
| 3 | Felina 32 | 157 | 815 | 317 | 2 |
| 4 | Ferimon | 73 | 934 | 319 | 1 |

| | | | | | |
|----|---------------|-----|------|------|---|
| 5 | Futura 75 | 125 | 914 | 406 | 1 |
| 6 | Santhica 27 | 50 | 710 | 354 | 1 |
| 7 | Epsilon 68 | 100 | 894 | 471 | 2 |
| 8 | FC Dora | 102 | 950 | 441 | 2 |
| 9 | Tisza | 63 | 1191 | 664 | 2 |
| 10 | Tiborszallasi | 81 | 1561 | 1077 | 1 |

3. Wiederholung 250 Samen pro Quadratmeter

| | | | | | |
|----|---------------|-----|------|------|---|
| 1 | Fedora 17 | 108 | 940 | 594 | 1 |
| 2 | USO 31 | 204 | 1166 | 786 | 2 |
| 3 | Felina 32 | 60 | 829 | 477 | 2 |
| 4 | Ferimon | 145 | 1055 | 694 | 1 |
| 5 | Futura 75 | 99 | 570 | 341 | 2 |
| 6 | Santhica 27 | 140 | 1661 | 1167 | 2 |
| 7 | Epsilon 68 | 120 | 1170 | 654 | 1 |
| 8 | FC Dora | 94 | 1056 | 519 | 1 |
| 9 | Tisza | 95 | 1031 | 475 | 1 |
| 10 | Tiborszallasi | 85 | 1540 | 898 | 1 |

10.2.3 Ertragsdaten Obersiebenbrunn

| Saatstärke | Sorte | Samenertrag g/m ² | Strohertrag g/m ² | Faserertrag g/m ² | Note Schäben |
|-----------------|--------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|
| 1. Wiederholung | | | | | |
| 50 | USO 31 | 129 | 589 | 281 | 5 |
| 100 | USO 31 | 73 | 880 | 467 | 4 |
| 150 | USO 31 | 160 | 1086 | 496 | 2 |
| 200 | USO 31 | 240 | 889 | 427 | 2 |
| 250 | USO 31 | 61 | 554 | 180 | 1 |
| 2. Wiederholung | | | | | |
| 50 | USO 31 | 83 | 791 | 365 | 4 |
| 100 | USO 31 | 85 | 768 | 434 | 1 |
| 150 | USO 31 | 95 | 686 | 371 | 4 |
| 200 | USO 31 | 185 | 1280 | 833 | 1 |
| 250 | USO 31 | 54 | 1147 | 560 | 2 |
| 3. Wiederholung | | | | | |
| 50 | USO 31 | 105 | 629 | 367 | 4 |

| | | | | | |
|-----|--------|-----|-----|-----|---|
| 100 | USO 31 | 115 | 846 | 405 | 2 |
| 150 | USO 31 | 104 | 912 | 558 | 2 |
| 200 | USO 31 | 105 | 719 | 330 | 2 |
| 250 | USO 31 | 103 | 935 | 483 | 1 |

| 1. Wiederholung | | | | | |
|-----------------|-----------|-----|------|-----|---|
| 50 | Futura 75 | 170 | 882 | 300 | 4 |
| 100 | Futura 75 | 149 | 885 | 248 | 2 |
| 150 | Futura 75 | 206 | 1096 | 363 | 4 |
| 200 | Futura 75 | 131 | 749 | 141 | 4 |
| 250 | Futura 75 | 199 | 1160 | 432 | 2 |
| 2. Wiederholung | | | | | |
| 50 | Futura 75 | 286 | 1255 | 376 | 5 |
| 100 | Futura 75 | 148 | 1147 | 646 | 2 |
| 150 | Futura 75 | 169 | 1098 | 513 | 4 |
| 200 | Futura 75 | 164 | 1879 | 972 | 1 |
| 250 | Futura 75 | 221 | 1442 | 496 | 2 |
| 3. Wiederholung | | | | | |
| 50 | Futura 75 | 307 | 460 | 81 | 5 |
| 100 | Futura 75 | 196 | 1135 | 555 | 2 |
| 150 | Futura 75 | 174 | 1229 | 635 | 1 |
| 200 | Futura 75 | 78 | 820 | 258 | 4 |
| 250 | Futura 75 | 156 | 960 | 401 | 4 |

10.3 Auswertung

10.3.1 Einfluss auf den Samenertrag an den Standorten Hanfthal, Groß Enzersdorf und Obersiebenbrunn

Anova Table (Type II tests)

Response: Samen

| | Sum Sq | Df | F value | Pr(>F) |
|----------------|----------|-----|---------|---------------|
| Sorte | 3941341 | 9 | 2.0124 | 0.04289 * |
| Standort | 4505052 | 2 | 10.3508 | 6.812e-05 *** |
| Sorte:Standort | 2015158 | 10 | 0.9260 | 0.51173 |
| Residuals | 27855230 | 128 | | |

10.3.2 Einfluss auf den Faserertrag an den Standorten Hanfthal, Groß Enzersdorf und Obersiebenbrunn

Anova Table (Type II tests)

Response: Faser

| | Sum Sq | Df | F value | Pr(>F) |
|----------------|-----------|-----|---------|---------------|
| Sorte | 55419633 | 9 | 1.8097 | 0.0724443 . |
| Standort | 51734733 | 2 | 7.6020 | 0.0007591 *** |
| Sorte:Standort | 62413234 | 10 | 1.8342 | 0.0608464 . |
| Residuals | 435547447 | 128 | | |

10.3.3 Einfluss auf den Schäbenertrag an den Standorten Hanfthal, Groß Enzersdorf und Obersiebenbrunn

Anova Table (Type II tests)

Response: Schaeben

| | Sum Sq | Df | F value | Pr(>F) |
|----------------|-----------|-----|---------|---------------|
| Sorte | 12924635 | 9 | 0.5334 | 0.84802 |
| Standort | 60970063 | 2 | 11.3225 | 2.967e-05 *** |
| Sorte:Standort | 45894145 | 10 | 1.7046 | 0.08635 . |
| Residuals | 344631333 | 128 | | |

10.3.4 Einfluss auf den Faserertrag am Standort Obersiebenbrunn

Anova Table (Type II tests)

Response: Faser

| | Sum Sq | Df | F value | Pr(>F) |
|-----------|-----------|----|---------|--------|
| Sorte | 7797901 | 1 | 1.4968 | 0.2354 |
| SST | 15313254 | 4 | 0.7348 | 0.5790 |
| Sorte:SST | 12680706 | 4 | 0.6085 | 0.6612 |
| Residuals | 104195017 | 20 | | |

10.3.5 Einfluss auf den Schäbenertrag am Standort Obersiebenbrunn

Anova Table (Type II tests)

Response: Schaeben

| | Sum Sq | Df | F value | Pr(>F) |
|-----------|----------|----|---------|--------|
| Sorte | 144213 | 1 | 0.0369 | 0.8496 |
| SST | 8969313 | 4 | 0.5741 | 0.6846 |
| Sorte:SST | 3825220 | 4 | 0.2448 | 0.9094 |
| Residuals | 78115200 | 20 | | |

10.3.6 Samenertrags der Sorten USO 31 und Futura 75 an den Standorten Hanfthal, Groß Enzersdorf und Obersiebenbrunn

Die Gegenüberstellung der Samenerträge der Sorte USO 31 und Futura 75, aller drei Standorte ergibt, laut Tukey-Mehrfachvergleichstest, folgende Werte:

Linear Hypotheses:

| | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z) |
|--|----------|------------|---------|----------|
| HT.SST250.Futura - GE.SST250.Futura == 0 | 733.33 | 285.32 | 2.570 | 0.2964 |
| OB.SST250.Futura - GE.SST250.Futura == 0 | 870.00 | 285.32 | 3.049 | 0.0950 |
| GE.SST50.Futura - GE.SST250.Futura == 0 | -20.00 | 285.32 | -0.070 | 1.0000 |
| HT.SST50.Futura - GE.SST250.Futura == 0 | 576.67 | 285.32 | 2.021 | 0.6785 |
| OB.SST50.Futura - GE.SST250.Futura == 0 | 486.67 | 285.32 | 1.706 | 0.8662 |
| GE.SST250.Us0 - GE.SST250.Futura == 0 | 310.00 | 285.32 | 1.087 | 0.9953 |
| HT.SST250.Us0 - GE.SST250.Futura == 0 | -46.67 | 285.32 | -0.164 | 1.0000 |
| OB.SST250.Us0 - GE.SST250.Futura == 0 | 390.00 | 285.32 | 1.367 | 0.9697 |
| GE.SST50.Us0 - GE.SST250.Futura == 0 | 340.00 | 285.32 | 1.192 | 0.9897 |
| HT.SST50.Us0 - GE.SST250.Futura == 0 | 220.00 | 285.32 | 0.771 | 0.9998 |
| OB.SST50.Us0 - GE.SST250.Futura == 0 | 720.00 | 285.32 | 2.524 | 0.3262 |
| OB.SST250.Futura - HT.SST250.Futura == 0 | 136.67 | 285.32 | 0.479 | 1.0000 |
| GE.SST50.Futura - HT.SST250.Futura == 0 | -753.33 | 285.32 | -2.640 | 0.2579 |
| HT.SST50.Futura - HT.SST250.Futura == 0 | -156.67 | 285.32 | -0.549 | 1.0000 |
| OB.SST50.Futura - HT.SST250.Futura == 0 | -246.67 | 285.32 | -0.865 | 0.9994 |
| GE.SST250.Us0 - HT.SST250.Futura == 0 | -423.33 | 285.32 | -1.484 | 0.9456 |

| | | | | |
|---|---------|--------|--------|--------|
| HT.SST250.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -780.00 | 285.32 | -2.734 | 0.2089 |
| OB.SST250.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -343.33 | 285.32 | -1.203 | 0.9888 |
| GE.SST50.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -393.33 | 285.32 | -1.379 | 0.9677 |
| HT.SST50.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -513.33 | 285.32 | -1.799 | 0.8190 |
| OB.SST50.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -13.33 | 285.32 | -0.047 | 1.0000 |
| GE.SST50.Futura - OB.SST250.Futura == 0 | -890.00 | 285.32 | -3.119 | 0.0771 |
| HT.SST50.Futura - OB.SST250.Futura == 0 | -293.33 | 285.32 | -1.028 | 0.9971 |
| OB.SST50.Futura - OB.SST250.Futura == 0 | -383.33 | 285.32 | -1.344 | 0.9734 |
| GE.SST250.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | -560.00 | 285.32 | -1.963 | 0.7188 |
| HT.SST250.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | -916.67 | 285.32 | -3.213 | 0.0587 |
| OB.SST250.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | -480.00 | 285.32 | -1.682 | 0.8767 |
| GE.SST50.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | -530.00 | 285.32 | -1.858 | 0.7853 |
| HT.SST50.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | -650.00 | 285.32 | -2.278 | 0.4922 |
| OB.SST50.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | -150.00 | 285.32 | -0.526 | 1.0000 |
| HT.SST50.Futura - GE.SST50.Futura == 0 | 596.67 | 285.32 | 2.091 | 0.6295 |
| OB.SST50.Futura - GE.SST50.Futura == 0 | 506.67 | 285.32 | 1.776 | 0.8315 |
| GE.SST250.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | 330.00 | 285.32 | 1.157 | 0.9920 |
| HT.SST250.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | -26.67 | 285.32 | -0.093 | 1.0000 |
| OB.SST250.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | 410.00 | 285.32 | 1.437 | 0.9563 |
| GE.SST50.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | 360.00 | 285.32 | 1.262 | 0.9837 |
| HT.SST50.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | 240.00 | 285.32 | 0.841 | 0.9995 |
| OB.SST50.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | 740.00 | 285.32 | 2.594 | 0.2826 |
| OB.SST50.Futura - HT.SST50.Futura == 0 | -90.00 | 285.32 | -0.315 | 1.0000 |
| GE.SST250.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | -266.67 | 285.32 | -0.935 | 0.9988 |
| HT.SST250.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | -623.33 | 285.32 | -2.185 | 0.5609 |
| OB.SST250.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | -186.67 | 285.32 | -0.654 | 1.0000 |
| GE.SST50.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | -236.67 | 285.32 | -0.829 | 0.9996 |
| HT.SST50.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | -356.67 | 285.32 | -1.250 | 0.9848 |
| OB.SST50.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | 143.33 | 285.32 | 0.502 | 1.0000 |
| GE.SST250.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | -176.67 | 285.32 | -0.619 | 1.0000 |
| HT.SST250.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | -533.33 | 285.32 | -1.869 | 0.7785 |
| OB.SST250.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | -96.67 | 285.32 | -0.339 | 1.0000 |
| GE.SST50.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | -146.67 | 285.32 | -0.514 | 1.0000 |
| HT.SST50.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | -266.67 | 285.32 | -0.935 | 0.9988 |
| OB.SST50.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | 233.33 | 285.32 | 0.818 | 0.9997 |
| HT.SST250.Uso - GE.SST250.Uso == 0 | -356.67 | 285.32 | -1.250 | 0.9847 |

| | | | | |
|------------------------------------|---------|--------|--------|--------|
| OB.SST250.Uso - GE.SST250.Uso == 0 | 80.00 | 285.32 | 0.280 | 1.0000 |
| GE.SST50.Uso - GE.SST250.Uso == 0 | 30.00 | 285.32 | 0.105 | 1.0000 |
| HT.SST50.Uso - GE.SST250.Uso == 0 | -90.00 | 285.32 | -0.315 | 1.0000 |
| OB.SST50.Uso - GE.SST250.Uso == 0 | 410.00 | 285.32 | 1.437 | 0.9564 |
| OB.SST250.Uso - HT.SST250.Uso == 0 | 436.67 | 285.32 | 1.530 | 0.9325 |
| GE.SST50.Uso - HT.SST250.Uso == 0 | 386.67 | 285.32 | 1.355 | 0.9715 |
| HT.SST50.Uso - HT.SST250.Uso == 0 | 266.67 | 285.32 | 0.935 | 0.9988 |
| OB.SST50.Uso - HT.SST250.Uso == 0 | 766.67 | 285.32 | 2.687 | 0.2329 |
| GE.SST50.Uso - OB.SST250.Uso == 0 | -50.00 | 285.32 | -0.175 | 1.0000 |
| HT.SST50.Uso - OB.SST250.Uso == 0 | -170.00 | 285.32 | -0.596 | 1.0000 |
| OB.SST50.Uso - OB.SST250.Uso == 0 | 330.00 | 285.32 | 1.157 | 0.9919 |
| HT.SST50.Uso - GE.SST50.Uso == 0 | -120.00 | 285.32 | -0.421 | 1.0000 |
| OB.SST50.Uso - GE.SST50.Uso == 0 | 380.00 | 285.32 | 1.332 | 0.9751 |
| OB.SST50.Uso - HT.SST50.Uso == 0 | 500.00 | 285.32 | 1.752 | 0.8434 |

10.3.7 Faserertrag der Sorten USO 31 und Futura 75 an den Standorten Hanfthal, Groß Enzersdorf und Obersiebenbrunn

Für die Fasererträge der Sorten USO 31 und Futura 75 analysiert der Tukey Mehrfachvergleichstest für alle drei Standorte folgende Signifikanzniveaus:

Linear Hypotheses:

| | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z) |
|--|----------|------------|---------|----------|
| HT.SST250.Futura - GE.SST250.Futura == 0 | 3194.67 | 1720.14 | 1.857 | 0.7856 |
| OB.SST250.Futura - GE.SST250.Futura == 0 | -1090.00 | 1720.14 | -0.634 | 1.0000 |
| GE.SST50.Futura - GE.SST250.Futura == 0 | -309.67 | 1720.14 | -0.180 | 1.0000 |
| HT.SST50.Futura - GE.SST250.Futura == 0 | 2555.00 | 1720.14 | 1.485 | 0.9449 |
| OB.SST50.Futura - GE.SST250.Futura == 0 | -3704.67 | 1720.14 | -2.154 | 0.5831 |
| GE.SST250.Uso - GE.SST250.Futura == 0 | 3142.33 | 1720.14 | 1.827 | 0.8032 |
| HT.SST250.Uso - GE.SST250.Futura == 0 | -5245.00 | 1720.14 | -3.049 | 0.0954 |
| OB.SST250.Uso - GE.SST250.Futura == 0 | -1889.67 | 1720.14 | -1.099 | 0.9948 |
| GE.SST50.Uso - GE.SST250.Futura == 0 | 737.00 | 1720.14 | 0.428 | 1.0000 |
| HT.SST50.Uso - GE.SST250.Futura == 0 | -2183.67 | 1720.14 | -1.269 | 0.9828 |

| | | | | |
|--|----------|---------|--------|-----------|
| OB.SST50.Uso - GE.SST250.Futura == 0 | -2661.67 | 1720.14 | -1.547 | 0.9273 |
| OB.SST250.Futura - HT.SST250.Futura == 0 | -4284.67 | 1720.14 | -2.491 | 0.3454 |
| GE.SST50.Futura - HT.SST250.Futura == 0 | -3504.33 | 1720.14 | -2.037 | 0.6678 |
| HT.SST50.Futura - HT.SST250.Futura == 0 | -639.67 | 1720.14 | -0.372 | 1.0000 |
| OB.SST50.Futura - HT.SST250.Futura == 0 | -6899.33 | 1720.14 | -4.011 | <0.01 ** |
| GE.SST250.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -52.33 | 1720.14 | -0.030 | 1.0000 |
| HT.SST250.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -8439.67 | 1720.14 | -4.906 | <0.01 *** |
| OB.SST250.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -5084.33 | 1720.14 | -2.956 | 0.1217 |
| GE.SST50.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -2457.67 | 1720.14 | -1.429 | 0.9581 |
| HT.SST50.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -5378.33 | 1720.14 | -3.127 | 0.0760 . |
| OB.SST50.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -5856.33 | 1720.14 | -3.405 | 0.0326 * |
| GE.SST50.Futura - OB.SST250.Futura == 0 | 780.33 | 1720.14 | 0.454 | 1.0000 |
| HT.SST50.Futura - OB.SST250.Futura == 0 | 3645.00 | 1720.14 | 2.119 | 0.6093 |
| OB.SST50.Futura - OB.SST250.Futura == 0 | -2614.67 | 1720.14 | -1.520 | 0.9355 |
| GE.SST250.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | 4232.33 | 1720.14 | 2.460 | 0.3656 |
| HT.SST250.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | -4155.00 | 1720.14 | -2.415 | 0.3948 |
| OB.SST250.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | -799.67 | 1720.14 | -0.465 | 1.0000 |
| GE.SST50.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | 1827.00 | 1720.14 | 1.062 | 0.9961 |
| HT.SST50.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | -1093.67 | 1720.14 | -0.636 | 1.0000 |
| OB.SST50.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | -1571.67 | 1720.14 | -0.914 | 0.9990 |
| HT.SST50.Futura - GE.SST50.Futura == 0 | 2864.67 | 1720.14 | 1.665 | 0.8840 |
| OB.SST50.Futura - GE.SST50.Futura == 0 | -3395.00 | 1720.14 | -1.974 | 0.7115 |
| GE.SST250.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | 3452.00 | 1720.14 | 2.007 | 0.6887 |
| HT.SST250.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | -4935.33 | 1720.14 | -2.869 | 0.1519 |
| OB.SST250.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | -1580.00 | 1720.14 | -0.919 | 0.9990 |
| GE.SST50.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | 1046.67 | 1720.14 | 0.608 | 1.0000 |
| HT.SST50.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | -1874.00 | 1720.14 | -1.089 | 0.9952 |
| OB.SST50.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | -2352.00 | 1720.14 | -1.367 | 0.9695 |
| OB.SST50.Futura - HT.SST50.Futura == 0 | -6259.67 | 1720.14 | -3.639 | 0.0142 * |
| GE.SST250.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | 587.33 | 1720.14 | 0.341 | 1.0000 |
| HT.SST250.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | -7800.00 | 1720.14 | -4.535 | <0.01 *** |
| OB.SST250.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | -4444.67 | 1720.14 | -2.584 | 0.2896 |
| GE.SST50.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | -1818.00 | 1720.14 | -1.057 | 0.9963 |
| HT.SST50.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | -4738.67 | 1720.14 | -2.755 | 0.1999 |
| OB.SST50.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | -5216.67 | 1720.14 | -3.033 | 0.0997 . |
| GE.SST250.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | 6847.00 | 1720.14 | 3.980 | <0.01 ** |

| | | | | |
|--------------------------------------|----------|---------|--------|-----------|
| HT.SST250.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | -1540.33 | 1720.14 | -0.895 | 0.9992 |
| OB.SST250.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | 1815.00 | 1720.14 | 1.055 | 0.9964 |
| GE.SST50.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | 4441.67 | 1720.14 | 2.582 | 0.2888 |
| HT.SST50.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | 1521.00 | 1720.14 | 0.884 | 0.9993 |
| OB.SST50.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | 1043.00 | 1720.14 | 0.606 | 1.0000 |
| HT.SST250.Uso - GE.SST250.Uso == 0 | -8387.33 | 1720.14 | -4.876 | <0.01 *** |
| OB.SST250.Uso - GE.SST250.Uso == 0 | -5032.00 | 1720.14 | -2.925 | 0.1311 |
| GE.SST50.Uso - GE.SST250.Uso == 0 | -2405.33 | 1720.14 | -1.398 | 0.9642 |
| HT.SST50.Uso - GE.SST250.Uso == 0 | -5326.00 | 1720.14 | -3.096 | 0.0833 . |
| OB.SST50.Uso - GE.SST250.Uso == 0 | -5804.00 | 1720.14 | -3.374 | 0.0350 * |
| OB.SST250.Uso - HT.SST250.Uso == 0 | 3355.33 | 1720.14 | 1.951 | 0.7267 |
| GE.SST50.Uso - HT.SST250.Uso == 0 | 5982.00 | 1720.14 | 3.478 | 0.0257 * |
| HT.SST50.Uso - HT.SST250.Uso == 0 | 3061.33 | 1720.14 | 1.780 | 0.8295 |
| OB.SST50.Uso - HT.SST250.Uso == 0 | 2583.33 | 1720.14 | 1.502 | 0.9405 |
| GE.SST50.Uso - OB.SST250.Uso == 0 | 2626.67 | 1720.14 | 1.527 | 0.9336 |
| HT.SST50.Uso - OB.SST250.Uso == 0 | -294.00 | 1720.14 | -0.171 | 1.0000 |
| OB.SST50.Uso - OB.SST250.Uso == 0 | -772.00 | 1720.14 | -0.449 | 1.0000 |
| HT.SST50.Uso - GE.SST50.Uso == 0 | -2920.67 | 1720.14 | -1.698 | 0.8697 |
| OB.SST50.Uso - GE.SST50.Uso == 0 | -3398.67 | 1720.14 | -1.976 | 0.7096 |
| OB.SST50.Uso - HT.SST50.Uso == 0 | -478.00 | 1720.14 | -0.278 | 1.0000 |

10.3.8 Schäbenertrag der Sorten USO 31 und Futura 75 an den Standorten Hanfthal, Groß Enzersdorf und Obersiebenbrunn

Durch den Tukey-Mehrvergleichstest wird der Vergleich der Schäbenerträge der zwei Sorten USO 31 und Futura 75, an den drei Standorten wie folgt dargestellt:

Linear Hypotheses:

| | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z) |
|--|-----------|------------|---------|----------|
| HT.SST250.Futura - GE.SST250.Futura == 0 | 1.733e+03 | 9.977e+02 | 1.737 | 0.8515 |
| OB.SST250.Futura - GE.SST250.Futura == 0 | 1.097e+03 | 9.977e+02 | 1.099 | 0.9948 |
| GE.SST50.Futura - GE.SST250.Futura == 0 | 1.233e+03 | 9.977e+02 | 1.236 | 0.9862 |
| HT.SST50.Futura - GE.SST250.Futura == 0 | 1.233e+03 | 9.977e+02 | 1.236 | 0.9861 |

| | | | | |
|--|------------|-----------|--------|----------|
| OB.SST50.Futura - GE.SST250.Futura == 0 | 4.400e+02 | 9.977e+02 | 0.441 | 1.0000 |
| GE.SST250.Uso - GE.SST250.Futura == 0 | 4.100e+02 | 9.977e+02 | 0.411 | 1.0000 |
| HT.SST250.Uso - GE.SST250.Futura == 0 | -1.837e+03 | 9.977e+02 | -1.841 | 0.7954 |
| OB.SST250.Uso - GE.SST250.Futura == 0 | -2.100e+02 | 9.977e+02 | -0.210 | 1.0000 |
| GE.SST50.Uso - GE.SST250.Futura == 0 | 1.670e+03 | 9.977e+02 | 1.674 | 0.8800 |
| HT.SST50.Uso - GE.SST250.Futura == 0 | -1.857e+03 | 9.977e+02 | -1.861 | 0.7833 |
| OB.SST50.Uso - GE.SST250.Futura == 0 | 2.333e+01 | 9.977e+02 | 0.023 | 1.0000 |
| OB.SST250.Futura - HT.SST250.Futura == 0 | -6.367e+02 | 9.977e+02 | -0.638 | 1.0000 |
| GE.SST50.Futura - HT.SST250.Futura == 0 | -5.000e+02 | 9.977e+02 | -0.501 | 1.0000 |
| HT.SST50.Futura - HT.SST250.Futura == 0 | -5.000e+02 | 9.977e+02 | -0.501 | 1.0000 |
| OB.SST50.Futura - HT.SST250.Futura == 0 | -1.293e+03 | 9.977e+02 | -1.296 | 0.9797 |
| GE.SST250.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -1.323e+03 | 9.977e+02 | -1.326 | 0.9759 |
| HT.SST250.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -3.570e+03 | 9.977e+02 | -3.578 | 0.0178 * |
| OB.SST250.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -1.943e+03 | 9.977e+02 | -1.948 | 0.7290 |
| GE.SST50.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -6.333e+01 | 9.977e+02 | -0.063 | 1.0000 |
| HT.SST50.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -3.590e+03 | 9.977e+02 | -3.598 | 0.0172 * |
| OB.SST50.Uso - HT.SST250.Futura == 0 | -1.710e+03 | 9.977e+02 | -1.714 | 0.8626 |
| GE.SST50.Futura - OB.SST250.Futura == 0 | 1.367e+02 | 9.977e+02 | 0.137 | 1.0000 |
| HT.SST50.Futura - OB.SST250.Futura == 0 | 1.367e+02 | 9.977e+02 | 0.137 | 1.0000 |
| OB.SST50.Futura - OB.SST250.Futura == 0 | -6.567e+02 | 9.977e+02 | -0.658 | 1.0000 |
| GE.SST250.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | -6.867e+02 | 9.977e+02 | -0.688 | 0.9999 |
| HT.SST250.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | -2.933e+03 | 9.977e+02 | -2.940 | 0.1265 |
| OB.SST250.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | -1.307e+03 | 9.977e+02 | -1.310 | 0.9782 |
| GE.SST50.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | 5.733e+02 | 9.977e+02 | 0.575 | 1.0000 |
| HT.SST50.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | -2.953e+03 | 9.977e+02 | -2.960 | 0.1205 |
| OB.SST50.Uso - OB.SST250.Futura == 0 | -1.073e+03 | 9.977e+02 | -1.076 | 0.9957 |
| HT.SST50.Futura - GE.SST50.Futura == 0 | -9.095e-13 | 9.977e+02 | 0.000 | 1.0000 |
| OB.SST50.Futura - GE.SST50.Futura == 0 | -7.933e+02 | 9.977e+02 | -0.795 | 0.9997 |
| GE.SST250.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | -8.233e+02 | 9.977e+02 | -0.825 | 0.9996 |
| HT.SST250.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | -3.070e+03 | 9.977e+02 | -3.077 | 0.0883 . |
| OB.SST250.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | -1.443e+03 | 9.977e+02 | -1.447 | 0.9541 |
| GE.SST50.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | 4.367e+02 | 9.977e+02 | 0.438 | 1.0000 |
| HT.SST50.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | -3.090e+03 | 9.977e+02 | -3.097 | 0.0828 . |
| OB.SST50.Uso - GE.SST50.Futura == 0 | -1.210e+03 | 9.977e+02 | -1.213 | 0.9881 |
| OB.SST50.Futura - HT.SST50.Futura == 0 | -7.933e+02 | 9.977e+02 | -0.795 | 0.9997 |
| GE.SST250.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | -8.233e+02 | 9.977e+02 | -0.825 | 0.9996 |

| | | | | | |
|--------------------------------------|------------|-----------|--------|--------|---|
| HT.SST250.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | -3.070e+03 | 9.977e+02 | -3.077 | 0.0870 | . |
| OB.SST250.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | -1.443e+03 | 9.977e+02 | -1.447 | 0.9542 | |
| GE.SST50.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | 4.367e+02 | 9.977e+02 | 0.438 | 1.0000 | |
| HT.SST50.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | -3.090e+03 | 9.977e+02 | -3.097 | 0.0835 | . |
| OB.SST50.Uso - HT.SST50.Futura == 0 | -1.210e+03 | 9.977e+02 | -1.213 | 0.9881 | |
| GE.SST250.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | -3.000e+01 | 9.977e+02 | -0.030 | 1.0000 | |
| HT.SST250.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | -2.277e+03 | 9.977e+02 | -2.282 | 0.4887 | |
| OB.SST250.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | -6.500e+02 | 9.977e+02 | -0.652 | 1.0000 | |
| GE.SST50.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | 1.230e+03 | 9.977e+02 | 1.233 | 0.9864 | |
| HT.SST50.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | -2.297e+03 | 9.977e+02 | -2.302 | 0.4739 | |
| OB.SST50.Uso - OB.SST50.Futura == 0 | -4.167e+02 | 9.977e+02 | -0.418 | 1.0000 | |
| HT.SST250.Uso - GE.SST250.Uso == 0 | -2.247e+03 | 9.977e+02 | -2.252 | 0.5113 | |
| OB.SST250.Uso - GE.SST250.Uso == 0 | -6.200e+02 | 9.977e+02 | -0.621 | 1.0000 | |
| GE.SST50.Uso - GE.SST250.Uso == 0 | 1.260e+03 | 9.977e+02 | 1.263 | 0.9835 | |
| HT.SST50.Uso - GE.SST250.Uso == 0 | -2.267e+03 | 9.977e+02 | -2.272 | 0.4960 | |
| OB.SST50.Uso - GE.SST250.Uso == 0 | -3.867e+02 | 9.977e+02 | -0.388 | 1.0000 | |
| OB.SST250.Uso - HT.SST250.Uso == 0 | 1.627e+03 | 9.977e+02 | 1.630 | 0.8983 | |
| GE.SST50.Uso - HT.SST250.Uso == 0 | 3.507e+03 | 9.977e+02 | 3.515 | 0.0223 | * |
| HT.SST50.Uso - HT.SST250.Uso == 0 | -2.000e+01 | 9.977e+02 | -0.020 | 1.0000 | |
| OB.SST50.Uso - HT.SST250.Uso == 0 | 1.860e+03 | 9.977e+02 | 1.864 | 0.7818 | |
| GE.SST50.Uso - OB.SST250.Uso == 0 | 1.880e+03 | 9.977e+02 | 1.884 | 0.7695 | |
| HT.SST50.Uso - OB.SST250.Uso == 0 | -1.647e+03 | 9.977e+02 | -1.651 | 0.8902 | |
| OB.SST50.Uso - OB.SST250.Uso == 0 | 2.333e+02 | 9.977e+02 | 0.234 | 1.0000 | |
| HT.SST50.Uso - GE.SST50.Uso == 0 | -3.527e+03 | 9.977e+02 | -3.535 | 0.0212 | * |
| OB.SST50.Uso - GE.SST50.Uso == 0 | -1.647e+03 | 9.977e+02 | -1.651 | 0.8901 | |
| OB.SST50.Uso - HT.SST50.Uso == 0 | 1.880e+03 | 9.977e+02 | 1.884 | 0.7690 | |

10.3.9 Fasererträge der zehn Hanfsorten an den Standorten Hanfthal, Groß Enzersdorf und Obersiebenbrunn

Durch den Tukey-Mehrvergleichstest wird der Vergleich der Fasererträge der zehn Sorten an den drei Standorten wie folgt dargestellt:

Linear Hypotheses:

| | diff | lwr | upr | p adj |
|---------------------|-------------|--------------|-----------|------------|
| Fedora-Uso | 968.277778 | -7367.620259 | 9304.176 | 0.9999964 |
| Futura-Uso | 2032.333333 | -5423.520532 | 9488.187 | 0.9959408 |
| Tiborszall-Uso | 2040.444444 | -6295.453592 | 10376.342 | 0.9982076 |
| Ferimon-Uso | 2335.111111 | -6000.786925 | 10671.009 | 0.9950299 |
| Santhica-Uso | 4265.944444 | -4069.953592 | 12601.842 | 0.7984744 |
| Epsilon-Uso | 4636.777778 | -3699.120259 | 12972.676 | 0.7122362 |
| Tisza-Uso | 5864.611111 | -2471.286925 | 14200.509 | 0.3943459 |
| Dora-Uso | 8157.111111 | -178.786925 | 16493.009 | 0.0599496 |
| Felina-Uso | 8326.944444 | -8.953592 | 16662.842 | 0.0504615* |
| Futura-Fedora | 1064.055556 | -7271.842481 | 9399.954 | 0.9999918 |
| Tiborszall-Fedora | 1072.166667 | -8059.352116 | 10203.685 | 0.9999960 |
| Ferimon-Fedora | 1366.833333 | -7764.685450 | 10498.352 | 0.9999679 |
| Santhica-Fedora | 3297.666667 | -5833.852116 | 12429.185 | 0.9710132 |
| Epsilon-Fedora | 3668.500000 | -5463.018783 | 12800.019 | 0.9438397 |
| Tisza-Fedora | 4896.333333 | -4235.185450 | 14027.852 | 0.7525885 |
| Dora-Fedora | 7188.833333 | -1942.685450 | 16320.352 | 0.2450035 |
| Felina-Fedora | 7358.666667 | -1772.852116 | 16490.185 | 0.2176611 |
| Tiborszall-Futura | 8.111111 | -8327.786925 | 8344.009 | 1.0000000 |
| Ferimon-Futura | 302.777778 | -8033.120259 | 8638.676 | 1.0000000 |
| Santhica-Futura | 2233.611111 | -6102.286925 | 10569.509 | 0.9964290 |
| Epsilon-Futura | 2604.444444 | -5731.453592 | 10940.342 | 0.9890892 |
| Tisza-Futura | 3832.277778 | -4503.620259 | 12168.176 | 0.8806498 |
| Dora-Futura | 6124.777778 | -2211.120259 | 14460.676 | 0.3339473 |
| Felina-Futura | 6294.611111 | -2041.286925 | 14630.509 | 0.2974317 |
| Ferimon-Tiborszall | 294.666667 | -8836.852116 | 9426.185 | 1.0000000 |
| Santhica-Tiborszall | 2225.500000 | -6906.018783 | 11357.019 | 0.9982669 |
| Epsilon-Tiborszall | 2596.333333 | -6535.185450 | 11727.852 | 0.9944552 |
| Tisza-Tiborszall | 3824.166667 | -5307.352116 | 12955.685 | 0.9284041 |
| Dora-Tiborszall | 6116.666667 | -3014.852116 | 15248.185 | 0.4645552 |
| Felina-Tiborszall | 6286.500000 | -2845.018783 | 15418.019 | 0.4252511 |
| Santhica-Ferimon | 1930.833333 | -7200.685450 | 11062.352 | 0.9994354 |
| Epsilon-Ferimon | 2301.666667 | -6829.852116 | 11433.185 | 0.9977540 |
| Tisza-Ferimon | 3529.500000 | -5602.018783 | 12661.019 | 0.9555352 |
| Dora-Ferimon | 5822.000000 | -3309.518783 | 14953.519 | 0.5350261 |

| | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|-----------|-----------|
| Felina-Ferimon | 5991.833333 | -3139.685450 | 15123.352 | 0.4941355 |
| Epsilon-Santhonica | 370.833333 | -8760.685450 | 9502.352 | 1.0000000 |
| Tisza-Santhonica | 1598.666667 | -7532.852116 | 10730.185 | 0.9998797 |
| Dora-Santhonica | 3891.166667 | -5240.352116 | 13022.685 | 0.9209692 |
| Felina-Santhonica | 4061.000000 | -5070.518783 | 13192.519 | 0.8999335 |
| Tisza-Epsilon | 1227.833333 | -7903.685450 | 10359.352 | 0.9999872 |
| Dora-Epsilon | 3520.333333 | -5611.185450 | 12651.852 | 0.9562402 |
| Felina-Epsilon | 3690.166667 | -5441.352116 | 12821.685 | 0.9418423 |
| Dora-Tisza | 2292.500000 | -6839.018783 | 11424.019 | 0.9978217 |
| Felina-Tisza | 2462.333333 | -6669.185450 | 11593.852 | 0.9962556 |
| Felina-Dora | 169.833333 | -8961.685450 | 9301.352 | 1.0000000 |

10.3.10 Fasererträge der zehn Hanfsorten an den Standorten Groß Enzersdorf

Durch den Tukey-Mehrvergleichstest wird der Vergleich der Fasererträge der zehn Sorten am Standort Groß Enzersdorf wie folgt dargestellt:

Linear Hypotheses:

| | Estimate | Std. Error | z value | Pr(> z) |
|---------------------------|----------|------------|---------|----------|
| Epsilon - Dora == 0 | 355.7 | 1615.5 | 0.220 | 1.0000 |
| Fedora - Dora == 0 | -476.7 | 1615.5 | -0.295 | 1.0000 |
| Felina - Dora == 0 | 1961.0 | 1615.5 | 1.214 | 0.9704 |
| Ferimon - Dora == 0 | -1802.3 | 1615.5 | -1.116 | 0.9833 |
| Futura - Dora == 0 | -2520.7 | 1615.5 | -1.560 | 0.8675 |
| Santhonica - Dora == 0 | 3362.7 | 1615.5 | 2.081 | 0.5407 |
| Tiborszall - Dora == 0 | 2718.0 | 1615.5 | 1.682 | 0.8059 |
| Tisza - Dora == 0 | 3845.0 | 1615.5 | 2.380 | 0.3382 |
| Uso - Dora == 0 | -1474.0 | 1615.5 | -0.912 | 0.9961 |
| Fedora - Epsilon == 0 | -832.3 | 1615.5 | -0.515 | 1.0000 |
| Felina - Epsilon == 0 | 1605.3 | 1615.5 | 0.994 | 0.9927 |
| Ferimon - Epsilon == 0 | -2158.0 | 1615.5 | -1.336 | 0.9455 |
| Futura - Epsilon == 0 | -2876.3 | 1615.5 | -1.780 | 0.7477 |
| Santhonica - Epsilon == 0 | 3007.0 | 1615.5 | 1.861 | 0.6953 |
| Tiborszall - Epsilon == 0 | 2362.3 | 1615.5 | 1.462 | 0.9069 |
| Tisza - Epsilon == 0 | 3489.3 | 1615.5 | 2.160 | 0.4848 |

| | | | | |
|----------------------------|---------|--------|--------|----------|
| Uso - Epsilon == 0 | -1829.7 | 1615.5 | -1.133 | 0.9815 |
| Felina - Fedora == 0 | 2437.7 | 1615.5 | 1.509 | 0.8890 |
| Ferimon - Fedora == 0 | -1325.7 | 1615.5 | -0.821 | 0.9983 |
| Futura - Fedora == 0 | -2044.0 | 1615.5 | -1.265 | 0.9612 |
| Santhica - Fedora == 0 | 3839.3 | 1615.5 | 2.377 | 0.3398 |
| Tiborszall - Fedora == 0 | 3194.7 | 1615.5 | 1.977 | 0.6152 |
| Tisza - Fedora == 0 | 4321.7 | 1615.5 | 2.675 | 0.1838 |
| Uso - Fedora == 0 | -997.3 | 1615.5 | -0.617 | 0.9998 |
| Ferimon - Felina == 0 | -3763.3 | 1615.5 | -2.329 | 0.3700 |
| Futura - Felina == 0 | -4481.7 | 1615.5 | -2.774 | 0.1458 |
| Santhica - Felina == 0 | 1401.7 | 1615.5 | 0.868 | 0.9974 |
| Tiborszall - Felina == 0 | 757.0 | 1615.5 | 0.469 | 1.0000 |
| Tisza - Felina == 0 | 1884.0 | 1615.5 | 1.166 | 0.9774 |
| Uso - Felina == 0 | -3435.0 | 1615.5 | -2.126 | 0.5083 |
| Futura - Ferimon == 0 | -718.3 | 1615.5 | -0.445 | 1.0000 |
| Santhica - Ferimon == 0 | 5165.0 | 1615.5 | 3.197 | 0.0451 * |
| Tiborszall - Ferimon == 0 | 4520.3 | 1615.5 | 2.798 | 0.1367 |
| Tisza - Ferimon == 0 | 5647.3 | 1615.5 | 3.496 | 0.0171 * |
| Uso - Ferimon == 0 | 328.3 | 1615.5 | 0.203 | 1.0000 |
| Santhica - Futura == 0 | 5883.3 | 1615.5 | 3.642 | 0.0100 * |
| Tiborszall - Futura == 0 | 5238.7 | 1615.5 | 3.243 | 0.0393 * |
| Tisza - Futura == 0 | 6365.7 | 1615.5 | 3.940 | <0.01 ** |
| Uso - Futura == 0 | 1046.7 | 1615.5 | 0.648 | 0.9997 |
| Tiborszall - Santhica == 0 | -644.7 | 1615.5 | -0.399 | 1.0000 |
| Tisza - Santhica == 0 | 482.3 | 1615.5 | 0.299 | 1.0000 |
| Uso - Santhica == 0 | -4836.7 | 1615.5 | -2.994 | 0.0809 . |
| Tisza - Tiborszall == 0 | 1127.0 | 1615.5 | 0.698 | 0.9995 |
| Uso - Tiborszall == 0 | -4192.0 | 1615.5 | -2.595 | 0.2200 |
| Uso - Tisza == 0 | -5319.0 | 1615.5 | -3.292 | 0.0338 * |

10.3.11 Faserqualität

| Hanfthal | | | Raasdorf | | |
|-----------|---------------|-------------------|---------------|---------------|-------------------|
| Sorte | Faserqualität | Faserertrag kg/ha | Sorte | Faserqualität | Faserertrag kg/ha |
| Felina 32 | 1,3 | 6346,6 | Tiborszallasi | 1,0 | 7450,0 |

| | | | | | |
|---------------|-----|--------|---------------|-----|--------|
| Tiborszallasi | 1,3 | 5876,6 | Tisza | 1,3 | 6823,3 |
| KC Dora | 1,7 | 4310 | Fedora 17 | 1,3 | 6370,0 |
| Futura 75 | 2,3 | 5926,6 | Ferimon | 1,3 | 5633,3 |
| Tisza | 2,3 | 3510 | Futura 75 | 1,3 | 3756,7 |
| Tiborszallasi | 2,7 | 5663,3 | USO 31 | 1,7 | 6100,0 |
| Santhica 27 | 2,7 | 5563,3 | Tisza | 1,7 | 5933,3 |
| Tisza | 2,7 | 5110 | Epsilon 68 | 1,7 | 5320,0 |
| Felina 32 | 3 | 6120 | KC Dora | 1,7 | 5093,3 |
| Epsilon 68 | 3 | 5416,6 | USO 31 | 2,0 | 8176,7 |
| Santhica 27 | 3 | 5223,3 | Tiborszallasi | 2,0 | 8050,0 |
| Ferimon | 3 | 3796,6 | Ferimon | 2,3 | 7596,7 |
| Fedora 17 | 3,3 | 5266,6 | Santhica 27 | 2,3 | 6680,0 |
| Fedora 17 | 3,3 | 3606,6 | Fedora 17 | 2,3 | 6393,3 |
| Futura 75 | 3,7 | 5770 | Santhica 27 | 2,3 | 6176,7 |
| USO 31 | 4 | 5186,6 | KC Dora | 2,3 | 5033,0 |
| Ferimon | 4 | 4850 | Felina 32 | 2,7 | 6723,3 |
| KC Dora | 4 | 3939,3 | Futura 75 | 2,7 | 4770,0 |
| Epsilon 68 | 4,3 | 3573,3 | Felina 32 | 3,0 | 4333,3 |
| USO 31 | 5 | 3993,3 | Epsilon 68 | 4,0 | 6020,0 |

Legende: 250 Samen/m² 50 Samen/m²

Die Bewertung erfolgte auf einer Skala von eins bis fünf. Wobei eine Eins für eine sehr gute Faserqualität spricht und nur einen geringen Schäbenanteil von unter 10 % aufweist. Eine Fünf, als Beurteilungsnote, weist auf einen hohen Schäbenanteil von über 75 % hin.

Tabelle 29: Beurteilungsschema der Qualität der geernteten Hanffaser

| Note | Schäbenanteil |
|------|---------------|
| 1 | < 10 % |
| 2 | 10 - 30 % |
| 3 | 30 - 50 % |
| 4 | 50 - 75 % |
| 5 | > 75 % |

| Obersiebenbrunn | | |
|-----------------|---------------|-------------------|
| Sorte | Faserqualität | Faserertrag kg/ha |
| USO 31 | 1,3 | 4076,7 |
| USO 31 | 1,7 | 5300 |
| Futura 75 | 2 | 4830 |
| USO 31 | 2,3 | 4353,3 |
| USO 31 | 2,7 | 4750 |
| Futura 75 | 2,7 | 4430 |
| Futura 75 | 3 | 5036,7 |
| Futura 75 | 3 | 4570 |
| USO 31 | 4,3 | 3376,7 |
| Futura 75 | 4,7 | 2523,3 |

Legende:

| |
|--------------------------|
| 50 Samen/m ² |
| 100 Samen/m ² |
| 150 Samen/m ² |
| 200 Samen/m ² |
| 250 Samen/m ² |

10.3.12 Berechnung der Faserqualität mittels vergebener Note

```
> Anova(AnovaModel.13)
```

```
Anova Table (Type II tests)
```

```
Response: Note
```

| | Sum Sq | Df | F value | Pr(>F) |
|----------|--------|----|---------|---------------|
| Sorte | 16.282 | 9 | 0.9528 | 0.4822541 |
| Standort | 29.142 | 2 | 7.6741 | 0.0007117 *** |

Sorte:Standort 32.834 10 1.7293 0.0808376 .

Residuals 243.033 128

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

10.4 Korrelation

10.4.1 Korrelation der Faser-, und Samenerträge der zehn Hanfsorten an dem Standort Groß Enzersdorf bei einer Saatstärke von 50 Samen/m²

Pearson's product-moment correlation

data: data_50\$Samen and data_50\$Faser

t = 4.45, df = 64, p-value = 3.506e-05

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

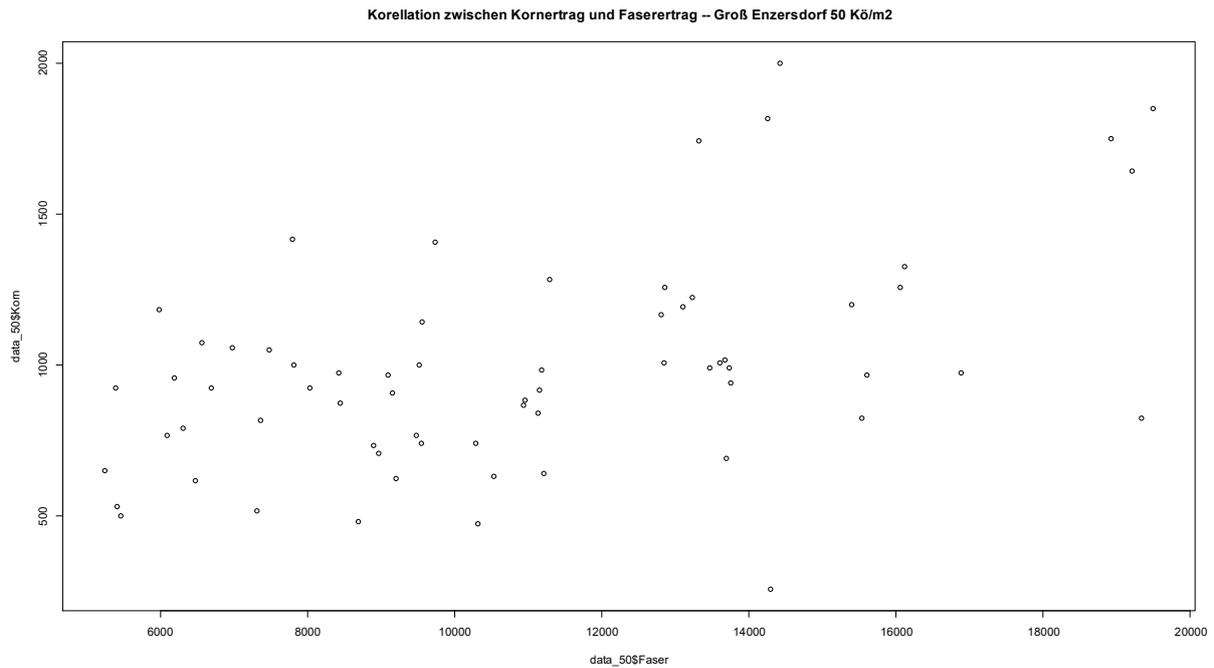
95 percent confidence interval:

0.2766173 0.6514881

sample estimates:

cor

0.4861051



10.4.2 Korrelation der Faser-, und Samenerträge der zehn Hanfsorten an dem Standort Groß Enzersdorf bei einer Saatstärke von 250 Samen/m²

Pearson's product-moment correlation

data: data_250\$Samen and data_250\$Faser

t = 4.2244, df = 64, p-value = 7.739e-05

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

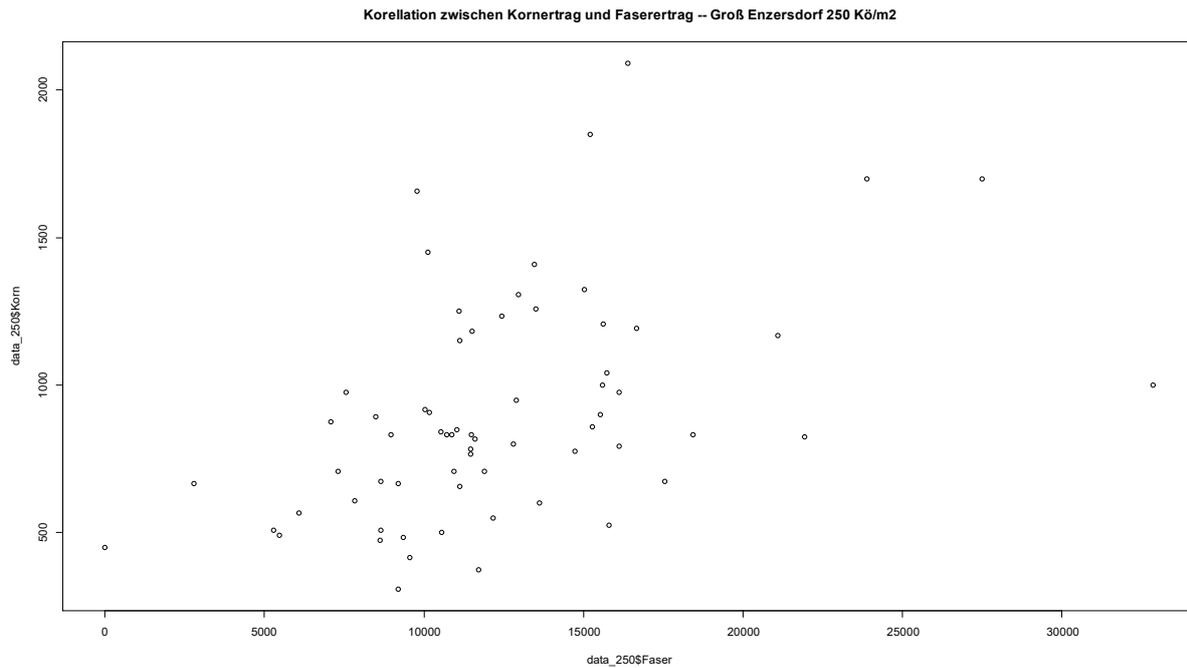
95 percent confidence interval:

0.2535750 0.6369914

sample estimates:

cor

0.4669495



10.4.3 Korrelation der Samen-, und Schäbenerträge der zehn Hanfsorten an dem Standort Groß Enzersdorf bei einer Saatstärke von 50 Samen/m²

Pearson's product-moment correlation

data: data_50\$Samen and data_50\$Schaeben

t = 2.8516, df = 64, p-value = 0.00585

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

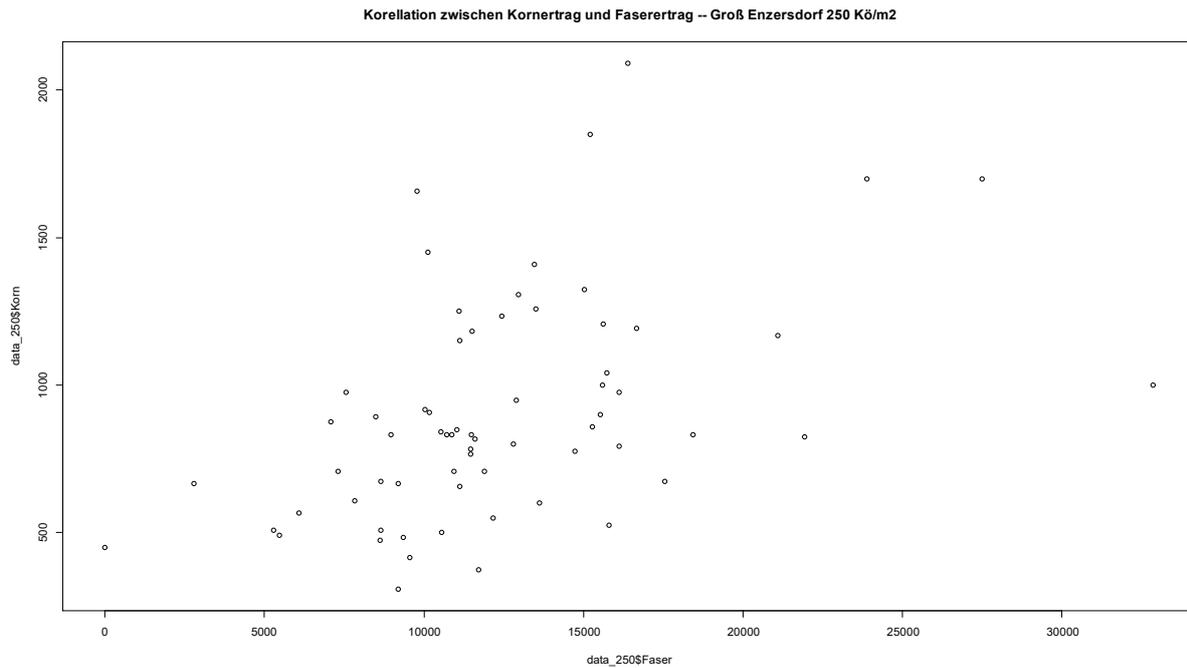
95 percent confidence interval:

0.1020121 0.5343634

sample estimates:

cor

0.335755



10.4.4 Korrelation der Samen-, und Schäbenenerträge der zehn Hanfsorten an dem Standort Groß Enzersdorf bei einer Saatstärke von 250 Samen/m²

Pearson's product-moment correlation

data: data_250\$Samen and data_250\$Schaeben

t = 0.8659, df = 64, p-value = 0.3898

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

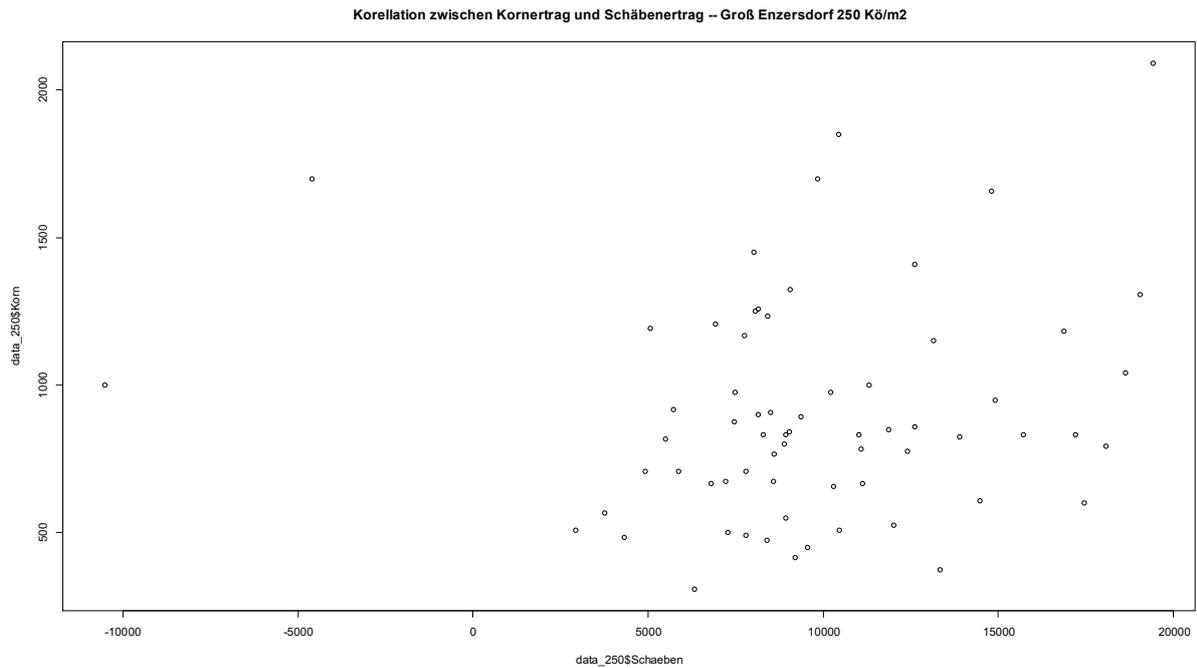
95 percent confidence interval:

-0.1380189 0.3407662

sample estimates:

cor

0.1076086



10.4.5 Korrelation der Faser-, und Schäbenerträge der zehn Hanfsorten an den Standorten Groß Enzersdorf bei einer Saatstärke von 50 Samen/m²

Pearson's product-moment correlation

data: data_50\$Faser and data_50\$Schaeben

t = 2.1229, df = 64, p-value = 0.03763

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

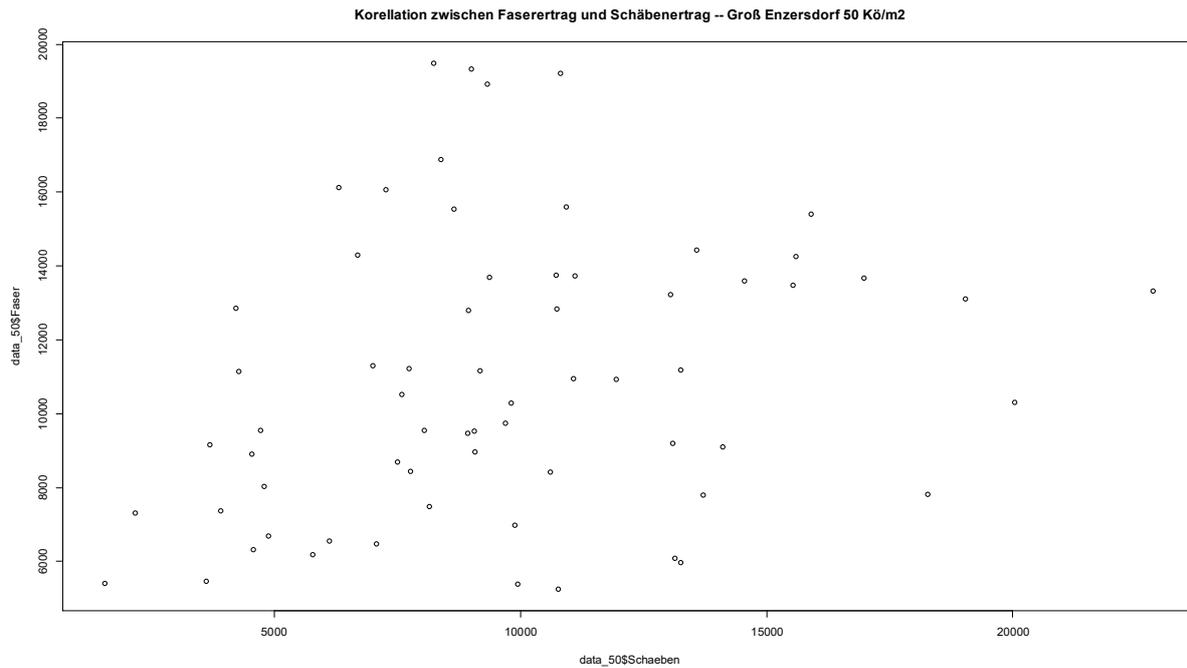
95 percent confidence interval:

0.0154142 0.4693840

sample estimates:

cor

0.2564901



10.4.6 Korrelation der Faser-, und Schäbenerträge der zehn Hanfsorten an dem Standort Groß Enzersdorf bei einer Saatstärke von 250 Samen/m²

Pearson's product-moment correlation

data: data_250\$Faser and data_250\$Schaeben

t = -1.7564, df = 64, p-value = 0.0838

alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-0.43395520 0.02909701

sample estimates:

cor

-0.214446

Korellation zwischen Faserertrag und Schäbenertrag – Groß Enzersdorf 250 Kö/m²

