



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften
und Pflanzenbiotechnologie



**EINFLUSS DER SORTE, DES SAATZEITPUNKTES UND
DER SAATSTÄRKE AUF KORNERTRAG UND
WACHSTUMSVERLAUF BEI KICHERERBSE**

Diplomarbeit

vorgelegt von

Agnes Anschober

Studienrichtung: Nutzpflanzenwissenschaft

Betreuung:

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter Liebhard
Dr. Wilfried Hartl, Bio Forschung Austria

Wien, Dezember 2018

Danksagung

Auf diesem Wege möchte ich mich bei allen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit in verschiedenster Weise unterstützt haben.

Dank gilt Herrn Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter Liebhard für die Betreuung der Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien, im Besonderen für die Hilfe bei Erstellung der Masterarbeit sowie für die Ermutigung zum Abschließen dieser Arbeit.

Ebenfalls bedanke ich mich herzlich bei Herrn Dr. Wilfried Hartl, Bio Forschung Austria, Esslinger Hauptstraße, für die Betreuung der Arbeit sowie die fachliche Unterstützung.

Den Mitarbeitern der Bio Forschung Austria, die mich auf vielfache Weise, bei den Beprobungen oder bei Fragen, unterstützt haben und mit Rat zur Seite standen, möchte ich herzlich danken. Ganz besonders gilt mein Dank hier Frau DI Elisabeth Neuner, die die Arbeit begleitet hat und mich fachlich unterstützt hat.

Bedanken möchte ich mich bei Herrn Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Helmut Wagentristl sowie Frau DI Pia Euteneuer und dem gesamten Team der Versuchswirtschaft Großenzersdorf (Universität für Bodenkultur Wien) für die Hilfestellungen.

Auch bedanke ich mich vielmals bei den Firmen, die das Saatgut bereitgestellt haben.

Meinen Studienkollegen und Freunden danke ich für die schöne Studienzeit und die Ermutigungen in der Schlussphase.

Ich danke auch meiner -Familie, für die Unterstützung und die Ermunterung ein Studium zu beginnen.

Ein besonders herzliches Danke, meinem Mann, für seine Geduld und seine Unterstützung während der Studienzeit.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung, Problemstellung, Zielsetzung	7
1.1 Einleitung.....	7
1.2 Problemstellung	8
1.3 Zielsetzung.....	8
2. Ausgewählte Literatur	9
2.1 Systematik, Abstammung und Verbreitung	9
2.2 Botanische Besonderheiten	11
2.3. Ernährungsphysiologische und Ökonomische Bedeutung.....	12
2.4 Sortenspektrum bei Kichererbse.....	13
2.5 Züchtung.....	14
2.6 Klima und Bodenansprüche.....	15
2.7 Produktionstechnik	16
2.7.1. Fruchtfolge	16
2.7.2 Saatstärke	16
2.7.3. Ernte und Ertrag	18
2.7.4. Aufbereitung.....	18
2.7.5 Düngung	19
2.7.6 Knöllchen	19
2.7.7 Unkrautmanagement	20
2.7.8. Stressmanagement.....	21
2.7.9 Bewässerung.....	22
2.7.10 Erntetechnik	22
2.7.11 Erntenachbereitung.....	23
2.8 Pflanzenschutz.....	23
2.8.1 Ascochyta-Fäule.....	23
2.8.2 Botrytis:	24

2.8.3 Fusarium:	25
2.8.4 Baumwollkapselwurm.....	26
2.8.5 Chinesischer Bohnenkäfer	27
3. Material und Methoden.....	27
3.1. Standort	27
3.1.1. Boden	28
3.1.2 Witterungsverlauf	28
3.2 Versuchsbeschreibung	29
3.3 Versuchsanlage	29
3.3.1 Sortenversuch	31
3.3.2 Saatstärkenversuch.....	32
3.3.3 Zeitstufenversuch.....	33
3.4 Datenerfassung	33
3.4.1 Tausendkorngewicht (TKG) und Keimfähigkeit (KF)	33
3.4.2 Wachstums und Entwicklungsverlauf.....	34
3.4.2.1 Feldaufgang.....	34
3.4.2.1 Blühbeginn	34
3.4.2.2 Bodenbedeckung	34
3.4.2.2 Verlauf der Wuchshöhen	35
3.4.3 Ernte und Ertrag:.....	35
3.3.2 Verunkrautung	35
3.3.3 Schädlingsbefall	36
3.5 Mathematisch-statistische Verrechnung der Ergebnisse	36
4. Ergebnisse	37
4.1 Auswirkungen des Witterungsverlaufes auf Kichererbsenpflanzen.....	38
4.2 Tausendkorngewicht (TKG) und Keimfähigkeit (KF) des Saatgutes	43
4.3 Sortenversuch	45

4.3.1 Einfluss der Sorte auf den Feldaufgang.....	45
4.3.2 Bodenbedeckung und Wuchstyp.....	46
4.3.3 Einfluss der Sorte auf die Wuchshöhe.....	49
4.3.4 Einfluss der Sorte auf die Anzahl der Hülsen und Körner pro Pflanze	50
4.3.5 Einfluss der Sorte auf den Wachstumsverlauf und den Blühbeginn	52
4.4. Zeitstufenversuch	55
4.4.1. Einfluss des Saatzeitpunktes auf den Wachstumsverlauf	55
4.4.2 Einfluss des Saatzeitpunktes auf den Feldaufgang.....	57
4.4.3 Einfluss des Saatzeitpunktes auf die Hülsenzahl pro Pflanze	57
4.5 Einfluss der Saatstärke	59
4.5.1 Einfluss der Saatstärke auf den Feldaufgang.....	59
4.5.2 Einfluss der Saatstärke auf die Anzahl der Hülsen und Körner pro Pflanze	61
4.5.3 Entwicklungsverlauf.....	62
4.6 Kornertrag	66
4.6.1 Einfluss der Sorte auf den Kornertrag	66
4.6.2 Einfluss des Saatzeitpunktes auf den Kornertrag.....	69
4.6.3 Einfluss der Saatstärke auf den Kornertrag.....	70
4.7 Sortenübersicht:	72
5.7.1 Sorten die ohne Wiederholung angebaut wurden.....	76
5. Diskussion der Ergebnisse	78
5.1 Sortenversuch:.....	78
5.2 Einfluss der Saatstärke auf den Kornertrag.....	80
5.3 Einfluss des Saatzeitpunktes auf den Kornertrag.....	81
6. Zusammenfassung.....	83
7. Abstract	85
Abstract	86
8.Literatur.....	87

9 ANNEX:	93
10. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis:	96
Tabellenverzeichnis.....	99

1. Einleitung, Problemstellung, Zielsetzung

1.1 Einleitung

Durch die zunehmend längeren Trockenperioden in den letzten Jahren, vor allem im Osten Österreichs, wird der Bedarf an alternativen Fruchtarten, die dem vorherrschenden Klima verträglicher sind, immer aktueller. Eine vielversprechende Fruchtart für das trockene Klima ist die Kichererbse. Eine Leguminose die derzeit in Österreich noch wenig angebaut wird.

Leguminosen sind ein wertvoller Teil in der Fruchtfolge, besonders bei biologisch wirtschaftenden Betrieben. Leguminosen leben in Symbiose mit stickstoffbindenden Bakterien. So weisen sie in der landwirtschaftlichen Produktion viele Vorteile auf. Auch für den Boden sind sie wertvoll. Sie tragen durch ihr meist tiefreichendes sowie verzweigtes Feinwurzelsystem wesentlich zu Bodenlockerung, zum Aufbau stabiler Bodenaggregate und für eine ausgeglichene Humusbilanz bei.

Weltweit werden Kichererbsen zurzeit in 60 Ländern angebaut (BERGER and TURNER 2007). Zwei unterschiedliche Typen sind vorherrschend: Kabuli und Desi. Im Mittelmeerraum, in Zentral Asien und in West Asien herrscht der helle Kabuli Typ vor. In Indien und Afrika der braune Desi Typ (BERGER and TURNER 2007). Beinahe in allen Anbaugebieten überwiegen trockene Anbaubedingungen.

Durch den Klimawandel ist zukünftig vor allem im Osten Österreichs mit längeren Trockenperioden zu rechnen. Die Kichererbse ist daher in den betroffenen Gebieten durch ihre Anspruchslosigkeit eine gute Alternative. Auch wirtschaftlich gesehen ist der Anbau von Kichererbsen lohnend.

Leguminosen sind wegen ihres meist hohen Proteingehaltes in der Tierfütterung sehr wertvoll. Kichererbsen werden meist nur für den menschlichen Verzehr angebaut. Grundsätzlich ist die Pflanze aber wegen ihres hohen Proteingehaltes (durchschnittlich 230g kg⁻¹) auch in der Fütterung hochwertig (THACKER, QIAO and RACZ 2002).

Durch die Zuwanderung von Menschen aus dem arabischen Raum, sowie den sich immer stärker verbreitenden Gesundheitsgedanken, wird die Kichererbse auch für den Lebensmitteleinzelhandel interessant.

Die vorliegende Diplomarbeit wurde in Kooperation mit der Bio Forschung Austria durchgeführt.

1.2 Problemstellung

Aufgrund zunehmend längerer Trockenperioden der letzten Jahre war die Ausweitung von trockenheitsverträglichen Fruchtarten erforderlich. Zahlreiche Studien, wie Florian Sévellec (CNRS Brest und Uni Southampton) Sybren S. Drijfhout (Königliches Meteorologisches Institut der Niederlande) belegen dies. Diese Klimaforscher gehen davon aus, dass durch die Erwärmung zumindest bis 2022, global einige überproportional heiße Jahre zu erwarten sind (DRIJFHOUT and SÉVELLEC 2018). Um auch Lösungen für das Ackerbaugenbiet in Österreich anbieten zu können, wurde die Anbauneigung einer in traditionell südlicherer Gegend beheimateten Fruchtart auch in Österreich zu untersuchen. Die Leguminose „Kichererbse“ ist eine Alternativfruchtart für die Landwirte in Trockengebieten.

In der angeführten Masterarbeit wurden in Zusammenarbeit mit der Bio Forschung Austria, 18 Kichererbsensorten vergleichend beurteilt. Da es bis dato in Österreich keine reproduzierbaren Ergebnisse von Sortenversuchen bei Kichererbsen gab, war der Anbau vieler Sorten im Feldversuch erforderlich.

1.3 Zielsetzung

Ziel der Masterarbeit war es in einem einjährigen Feldversuch, im Jahr 2017, den Korntrag und die Qualität verschiedener Kichererbsensorten anhand von vorgegebenen Parametern zu beurteilen. Der Einfluss des Genotyps (Sorte) stand im

Zentrum des Versuches. Darüber hinaus wurden der optimale Anbauzeitpunkt und günstigste Kornanzahl /m² für eine ökonomische Produktion versuchsmäßig erfasst.

Die Ausschöpfung des Ertragspotenzials ist erfahrungsgemäß vom optimalen Saatzeitpunkt und der Saatstärke abhängig.

Der einjährige Feldversuch mit verschiedenen Sorten, auf einem für die Kichererbse günstigen Standort in Österreich, soll ergänzende Informationen für einen erfolgreichen Anbau bringen.

Besondere Ziele der Arbeit waren:

Bei einer hohen Anzahl von Kichererbsensorten den Wachstumsverlauf und das Ertragspotential im semiariden Produktionsgebiet Österreich zu beurteilen. Auch die Höhe der Gesamtbiomasse ist für die Zwischenfruchteignung von Bedeutung.

Die Kichererbse gilt als Konkurrenzschwach, daher wurden auch der Bodendeckungsgrad, der Zeitpunkt des Bestandsschlusses und die Unkrautunterdrückung bewertet.

Für den Kornertrag ist der optimale Saattermin entscheidend. Daher wurde in einem Nebenversuch ein Zeitstufenanbau durchgeführt.

Die Saatstärke ist, wegen der relativ hohen Saatgutkosten, aus ökonomischer Sicht von Bedeutung. Dazu wurden aus dem Nebenversuch Ergebnisse ermittelt.

2. Ausgewählte Literatur

2.1 Systematik, Abstammung und Verbreitung

Der Genus *Cicer* gehört zu der Familie der *Leguminosae*, sub Familie *Papilionoideae*. Van der Measen hat im Genus *Cicer* 43 Spezies identifiziert: 9 einjährige, 32 mehrjährige und zwei die nicht zugeordnet werden konnten. *Cicer arietinum* ist die einzige in Kultur befindliche Art des Genus *Cicer* (VAN der MAESEN, 1987).

Die Kichererbse hat eine Pfahlwurzel und bildet in Symbiose Knöllchen. Der Stängel ist

vierkantig mit 10 bis 15 unpaarigen Fiederblättchen (KOZGAR, 2014) Die Kichererbse kann bis zu 100 cm hoch werden, bei halbaufrechtem bis aufrechtem Habitus. Die Blüten sind weiß, rosa oder rot sein. Die Hülsen werden bis zu 3,5 cm lang und beinhalten bis zu 3 Samen pro Hülse. Die Samen variieren sehr stark in der Größe und können weiß, gelblich, rotbraun oder schwarz gefärbt sein. Die Pflanze besitzt eine Pfahlwurzel die bis zu 60 cm tief in die Erde wächst. Die Nebenwurzeln reichen bis 2 m tief in den Boden (KELLER, 1999).

Die Entwicklung der Blüte und erfolgt in 5 Stadien (ESHEL, 1968).

A: geschlossene Knospe: In diesem Stadium ist die Narbe noch nicht ausgereift und die Antheren befinden sich noch an der Basis der Knospe

B: Verdeckte Knospe: Die Corolla hat sich verlängert und auch die Antheren sind auf die halbe Höhe des Griffels gewachsen. Die Narbe ist nun fruchtbar.

C: Halb geöffnete Blüte: Die Antheren befinden sich nun auf der Höhe der Narbe und der Pollen reift aus. Es kommt zur Dehiscenz und in Folge dessen zur Selbstbefruchtung. Während dieser Zeit sind die Petalen noch geschlossen und vor Fremdbefruchtung geschützt. Für Kreuzungen müssen die Antheren rechtzeitig entfernt werden.

D: Vollblüte: die Antheren schrumpfen, während sich die Blütenblätter voll entfalten. Die Befruchtung findet 24 Stunden nach der Bestäubung statt.

E. Abblühen: In diesem Stadium beginnt das Ovarium sich zu verlängern. Die Kichererbse ist streng selbstbefruchtend.



Abbildung.1: Entwicklungsstufen der Kichererbse Blüte. Quelle: https://media.springernature.com/full/springer-static/image/art%3A10.1186%2Fs13007-017-02026/MediaObjects/13007_2017_202_Fig3_HTML.jpg

Die ersten Aufzeichnungen der Kichererbse als Nahrungsmittel gehen in das achte Jahrhundert vor Christus, in der heutigen Türkei und Syrien, zurück. Die Ausbreitung und Kultivierung der Kichererbse, begann im dritten und vierten Jahrtausend vor Christus, im Mittelmeerraum. Dort entwickelten sich Typen mit größeren helleren weniger runzeligen Samen (Kabuli Typen), während sich im Indischen Raum kleinere dunklere Typen formierten (Desi Typen) (KELLER, 1999). Der Ursprung, der derzeit genutzte Kichererbse (*cicer arietinum*) ist entweder auf die *Cicer songaricum* aus dem nordwestlichen Himalaja, oder von der aktuell noch in der Türkei wachsenden *Cicer reticulatum* zurückzuführen (AGES, 2017A).

Nach VAN DER MAESEN (1972) wird angenommen, dass der Kabuli Typ dem Namen nach, ein Hinweis auf die Entstehung im Raum Kabul ist. Erste Aufzeichnungen dieser Form wurden in Indien erst um 1700 gemacht. Genetisch gesehen besitzt der Kabuli Typ weit weniger Formen als der Desi Typ. Der helle Typ wurde dann von den Griechen um 1800 nach Nord Afrika importiert. Im 16. Jahrhundert wurde die Kichererbse von den Spaniern und Portugiesen in Mittel und Südamerika eingeführt (VAN DER MAESEN, 1972). Der Kabuli Typ hat eine dünne Schale, die weiß bis cremefärbig ist. Der Desi Typ ist kleiner als der Kabuli Typ und hat eine dickere Schale, die bräunlich bis gelblich gefärbt ist. Es wird angenommen, dass sich der Kabuli Typ aus dem Desi Typ aus natürlicher Selektion entwickelt hat (KOZGAR, 2014).

In Zentralindien, wo die hohe Regenmenge in Monsunzeiten nur eine Ernte für Kichererbsen zulässt, wird die Kichererbse meistens nach Sorghum in einem zwei Jahres Zyklus angebaut. Generell wird die Kichererbse in Indien im Herbst gesät wobei der Desi Typ vorherrschend ist. Im Gegensatz dazu wird im Europäischen und West Asiatischen Raum der Kabuli Typ bevorzugt. Die Anbauzeit richtet sich nicht nach der Sorte, sondern vielmehr nach der Wasserverfügbarkeit und der fehlenden Kältetoleranz der Pflanze (PANDE et al. 2007)

2.2 Botanische Besonderheiten

Neben der Nutzung als proteinreiches Nahrungsmittel, wird die Kichererbse auch für medizinische Zwecke verwendet. Aus den Blättern und den Stengeln lassen sich organische Säuren, wie Oxal- oder Apfelsäure, extrahieren. Diese senken den Cholesterinspiegel. Die Körner werden auch als Aphrodisiakum, gegen Bronchitis, Cholera, Durchfall, Blähungen und anderen Beschwerden eingesetzt (AL SNAFI, 2016). Die Kichererbse wird in der Literatur auch oft in Zusammenhang mit heilenden

Eigenschaften angeführt. Zum Beispiel soll sie bei Verdauungsbeschwerden und bei Fieber helfen. Dabei werden in erster Linie die Säuren der Pflanze wirksam (VON DER MAESEN, 1972).

Die Eigenschaften die Leguminosen auszeichnen, wie der hohe Proteingehalt, die Stickstofffixierung, die Boden verbessernden Eigenschaften und die Fähigkeit, auch unter schwierigen Bedingungen zu wachsen, heben die Kichererbse besonders für trockene Gebiete hervor. Sie sind ein wesentlicher Teil der nachhaltigen Landwirtschaft (WANI ET. AL., 2011)

Für die Pflanzenzüchtung bietet die Kichererbse noch viel Potenzial, Erhöhung des Ertrages, Synchronisation der Abreife, höhere Stresstoleranz. Da die Pflanze eine geringe genetische Vielfalt besitzt, ist die Züchtung neuer Varianten eine besondere Herausforderung (KOZGAR, 2014).

2.3. Ernährungsphysiologische und Ökonomische Bedeutung

In ihren Hauptanbaugebieten ist die Kichererbse ein wichtiges Nahrungsmittel. Die Verwendung erstreckt sich von Suppen über Brei und als Beilage. Bekannt in unseren Breiten sind auch der Falafel und Hummus, die aus Kichererbsen zubereitet werden. Sehr gut lassen sich die Körner auch zu Mehl vermahlen und dienen als Alternative, wenn Gluten nicht erwünscht sind.

Die derzeitigen Hauptanbaugebiete der Kichererbse sind Pakistan, Indien und Spanien. In den vergangenen Jahren kam es in diesen Ländern zu einem Rückgang der Produktionsfläche. Der Hauptgrund in Asien ist, die Kichererbse kann nicht mit den Erträgen von Weizen oder Ölsaaten mithalten. In Spanien fehlen Sorten, die hohe Erträge erzielen, auch die Mechanisierung des Anbaus verursacht hohe Kosten. In Ländern wie Mexiko oder Australien hat sich die Produktionsfläche erhöht. Dort werden überwiegend die Kabuli Sorten angebaut, da die Kabuli ertragreicher als die Desi Typen sind. Die höheren Erträge werden vor allem durch Beregnung sichergestellt (SINGH and SAXENA, 1999).

Körnerleguminosen besitzen generell viele Antinutritive Inhaltsstoffe wie Saponine, Tannine, Proteine und Inhibitoren, Glykoside und Alkaloide. Die Kichererbse besitzt im Vergleich zu anderen Speiseleguminosen wenig Lectine und Isoflavone, jedoch sehr viele Proteasen Inhibitoren, Phytate oder Saponine (MUZQUIZ and WOOD 2007).

Die Nachfrage nach Kichererbsen und den dazu gehörigen Produkten ist stetig steigend. Abbildung 2 zeigt einen stetigen Anstieg der Kichererbsenimporte in die EU, dies zeigt den steigenden Bedarf, den es regional zu decken gilt.

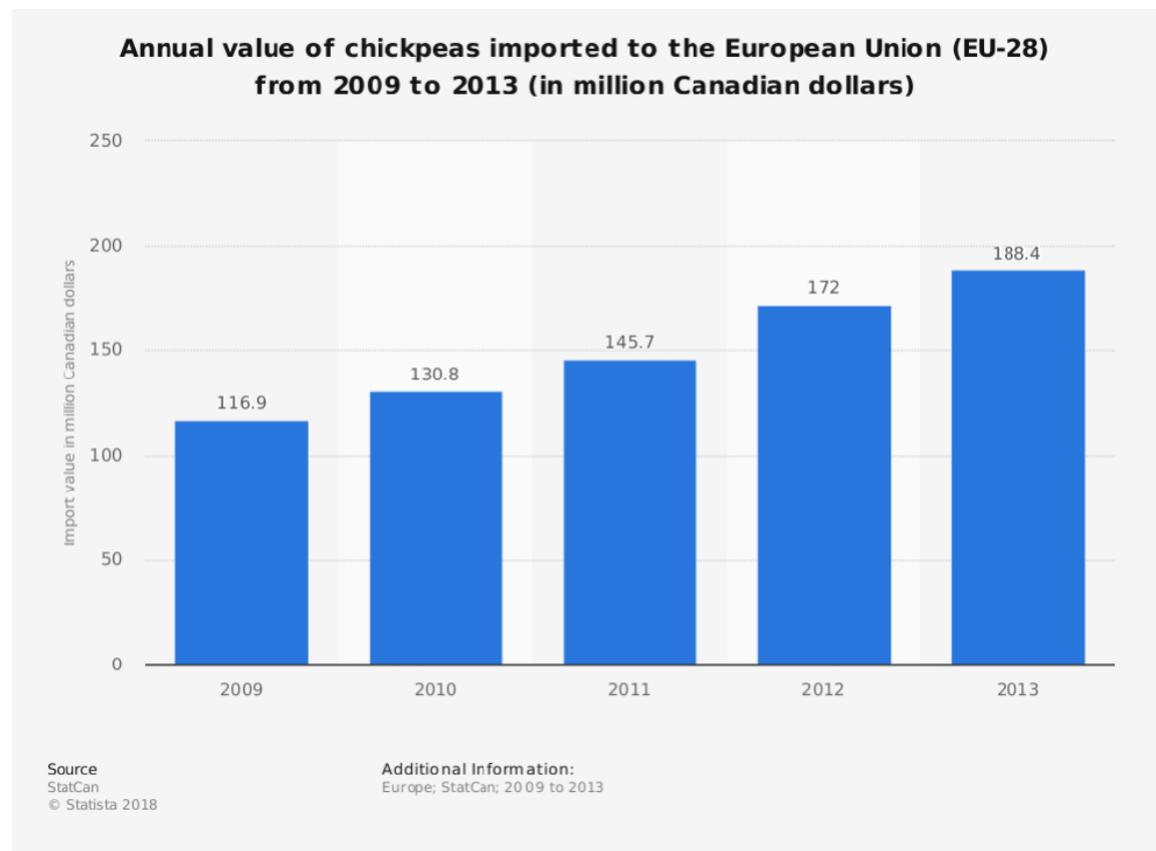


Abbildung. 2: Jährlicher Wert der Kichererbsenimporte in die Europäische Union von 2009 bis 2013 (EU-28) in kanadischen Dollar. Quelle: <https://www.statista.com/statistics/457832/value-chickpeas-import-to-european-union-countries/> [Zugriff: 15.05.2017]

2.4 Sortenspektrum bei Kichererbse

Die genetischen Ressourcen der Kichererbse sind weltweit in der europäischen Datenbank für genetische Ressourcen (<http://eurisco.ipk-gatersleben.de>) zu finden, 8.650 *Cicer arietinum* Sorten sind gelistet. Der Großteil ist in Genbanken von Russland, der Türkei und der Ukraine zu erhalten. Auch Ungarn weist eine relativ hohe Sortenvielfalt mit 1169 Herkünften auf. Nur wenige sind im österreichischen Verzeichnis für genetische Ressourcen (Index Seminum) zu finden. Lediglich drei Herkünfte von *Cicer arietinum* sind gelistet (www.genbank.at/nationales-verzeichnis.html) (AGES 2017B).

Nach BECKER – DILLINGEN (1929) wird die gegebene Vielförmigkeit im Habitus und in der Samenausbildung von *Cicer arietinum* in folgenden Formen aufgegliedert:

f. *vulgare* Jaub et Spach (= *C. nigrum* hort.): Schwarze Samen mit Tausendkorngewichten zwischen 320 und 340 g; Blüte purpurviolett; in Indien stark verbreitet; für Futterzwecke genutzt.

f. *albus* Gaudin (= var. *macrocarpum* Jaub et Spach., = f. *sativum* Beck et Schkuhr): Samen sind gelblich weiß; Tausendkorngewicht 350 bis 370 g; Blüte weiß; gut für die menschliche Ernährung geeignet.

f. *fuscum* Alefeld. (= Gramerererbse): Samen rotbraun, klein; Tausendkorngewicht zwischen 110 und 150 g; Blüte rotviolett; gute Toleranz gegen Trockenheit und niedrige Temperaturen.

f. *macrospermum* Jaub et Spach: Im Habitus wie f. *vulgare* nur größere Samen; diese werden als Kaffee-Ersatz genutzt.

f. *rhytidospermum* Jaub et Spach. (= f. *cruentum* Alef. = *Cicer puniceum*): Samen rotbraun bis dunkelrot; Samenschale glatt; unregelmäßig rund; Tausendkorngewicht 280 bis 350 g; Blüte purpur bis blaurot; selten angebaut.

f. *globosum* Alef. (= *Cicer rotundum* Jord.): Samen kugelig; Samenschale orangerot, sonst wie f. *rhytidospermum*.

2.5 Züchtung

Die Kichererbsenzüchtung beruhte langjährig auf der Kreuzung von Landrassen, die gesammelt wurden, oder aus anderen Ländern importiert wurden. Derzeit wird vorwiegend die Hybridisierung genutzt, um die Variabilität im Pflanzenmaterial zu vergrößern. Hier vorwiegend das System „cross breed“. Die Pedigree Methode wird kaum genutzt, da sie sehr schwerfällig ist und nur wenige Variationen damit behandelt werden können. Daher ist die Bulk Methode die am häufigsten genutzte nach der Hybridisierung (GAUR et. al, o.J.). Da die Kichererbse strenger Selbstbefruchtung folgt, ist es sinnvoll bei der Hybridisierung eine Kastration durchzuführen, da die Erfolgchancen höher sind. Obwohl die moderne Züchtung auch für die Kichererbse Transkriptionsanalysen und Markergestützte Selektion möglich macht, werden häufig noch konventionelle Züchtungsverfahren benutzt. Diese sind bei der Kichererbse jedoch nicht leicht anzuwenden. Der Grund dafür sind die kleinen Blüten und die strenge Selbstbestäubung. Der Kreuzungserfolg liegt meist nur zwischen 5% und 50% (KALVE und TADGE 2017).

Züchter versuchen Methoden zu entwickeln, um die Erfolgchancen zu erhöhen. TULLU und Van RHEENS stellten fest, dass Kreuzung im Feld wirksamer ist als unter Glas. Jedoch war auch der Tag der Kreuzung ausschlaggebend. Die Forscher führten das auf die Bedingungen wie Luftfeuchtigkeit und Hitze zurück (TULLU and VAN RHEENEN; 1989). Um erfolgreich zu Kreuzen ist es von besonderer Wichtigkeit, die Blütenstadien der Kichererbse zu kennen (KALVE und TADGE 2017).

Selektion auf Ertrag in frühen Generationen ist bei Kichererbse nicht wirksam. In der Praxis werden die ersten Generationen genutzt, um auf simple traits wie Reife oder Resistenzen zu selektieren. Einzelpflanzenselektion für mehr Ertrag wird erst ab F4 vorgenommen. Die Kreuzungen erfolgen entweder als Desi x Desi, Kabuli x Kabuli oder Desi x Kabuli oder Kabuli x Desi. Kreuzungen zwischen Desi und Kabuli Eltern nutzt aus das bestimmte Gene nur in einer Gruppe vorkommen. Beispielsweise in der Resistenzzüchtung. Desi Eltern haben wichtige Gene für Fusarium und Ascochyta Resistenz. Kabuli wiederum besitzen Gene für bessere Samenqualität, insbesondere Samengröße (GAUR et. al, o.J.).

Die Hülsenzahl und die Nummer der Primärverzweigungen sind die wichtigsten Einflussfaktoren bezogen auf Ertrag. Korngröße wirkt sich negativ auf den Ertrag aus. Um die Variabilität zu erweitern und um abiotischen und biotischen Stress entgegen zu wirken, werden interspezifische Hybridisierungen gemacht. Hierbei gibt es drei Gruppen. Kreuzungen sind möglich innerhalb einer Gruppe, aber nicht zwischen den Gruppen. Bei der ersten Gruppe werden Kreuzungen mit den nächsten Verwandten von *C. arietinum* durchgeführt, *C. reticulatum* und *C. echinospermum*. Kreuzungen zwischen *C. arietinum* und *C. echinospermum* entwickeln sich normal, zeigen aber eine hohe Sterilität. Um dem entgegen zu wirken, sollte immer die kultivierte Spezies als Mutterpflanze herangezogen werden. Bei der zweiten Gruppe wird mit der wilden Form *C. judaicum*, *C. pinnatifidum* und *C. bijugum* gekreuzt. Die dritte Gruppe ist eine Kreuzung mit *C. arietinum* und dem entferntesten Verwandten *C. cuneatum*. (SINGH et. al, 2008)

In den Hauptanbaugebieten werden überwiegend züchterisch kaum bearbeitete Sorten angebaut. Die aktuellen Zuchtziele sind höhere Kältetoleranz und *Ascochyta* Resistenz (KELLER, 1999)

2.6 Klima und Bodenansprüche

Die Kichererbse gedeiht am besten in einem warmen und sonnenreichen Klima. Der

Boden soll wenn möglich ein kalkreicher, sandiger Lehmboden sein. Bodenversalzung verträgt die Kichererbse überhaupt nicht (KELLER et al., 1999). Bindige Lehm - und Tonböden werden von der Kichererbse nicht vertragen, da die Pflanze sehr sensibel gegenüber Staunässe ist. Ihr Keimoptimum liegt bei 25°C, das Keimminimum bei 5°C (LFL Bayern). Während der Keimlingsphase kann sich der Kabuli Typ besser etablieren, während der vegetativen Phase zeigt der Desi Typ höhere Wachstumsraten (O'TOOLE et al., 2001).

In den meisten Regionen der Welt wird Kichererbse als Winterfrucht angebaut, auch in den mediterranen Regionen Europas. Das hat den Effekt, dass die Vegetationsperiode verlängert wird, was zu höheren und stabileren Pflanzen führt, sowie zu mehr Ertrag, da Hitze- und Trockenstress vermieden werden kann (SINGH et. al., 1997).

2.7 Produktionstechnik

2.7.1. Fruchtfolge

Die Kichererbse ist mit sich selbst unverträglich und es sollten Anbaupausen von fünf bis sechs Jahren eingehalten werden (LFL Bayer). Durch den Einbau einer Leguminose, wie der Kichererbse in eine Weizenfruchtfolge, kommt es zu Ertragssteigerungen und geringerem Krankheitsbefall beim Getreide.

2.7.2 Saatstärke

Bei Kichererbse wird in der Sätechnik vielfach die Breitsaat bevorzugt, es sind aber auch Getreidesämaschinen (=Drillsaat) gut geeignet. Bei einem Reihenabstand von 20 bis 25cm sollen die Samen 5 bis 7cm tief gedrillt werden, dadurch wird meist ein lückenloser Bestand erreicht. Eine Bestandesdichte von 24 bis 28 Pflanzen/m² ist vorteilhaft (KELLER, 1999).

Laut SING and SAXENA (1999) soll die optimale Bestandesdichte mit einem Reihenabstand von 30 bis 60 cm, bei 30 bis 40 Pflanzen pro m² liegen. Je nach Standort soll die Bestandesdichte variiert werden. Bei fruchtbaren Böden und genügend Regen kann der Pflanzenbestand geringer sein. Bei sehr trockenen Bedingungen oder schlechten Böden sollen weitere Abstände gewählt werden. Diese Angaben beziehen sich jedoch nicht auf den „Mitteleuropäischen Raum“. Die Saattiefe soll nach mehreren Quellen 4 bis 8 cm betragen. Es gibt aber auch Studien, die 8 bis 12 cm Saattiefe

empfehlen, dadurch werden die Pflanzen vor Wurzelkrankheiten und Kälteschaden besser geschützt werden kann (SINGH and SAXENA, 1999).

Tieferes sähen schützt die junge Pflanze vor Trockenheit, führt jedoch zu verzögertem Aufgang. VAN DER MAESEN (1972) empfiehlt 48 bis 72 kg/ha bei einem TKG von ca. 12 g und 80 bis 120 kg/ha bei einem TKG von 20 g. (VAN DER MAESEN, 1972)

Bei guter Lagerung bleibt die Keimfähigkeit bei Desi Typen bis zu 9 Jahre hoch, bei Kabuli Typen nimmt sie früher ab und ist nach 9 Jahren nicht mehr ausreichend. Die Keimfähigkeit ist oft schon nach Zeiträumen von nur zwei Jahren erheblich eingeschränkt. Ursache ist, dass die hellen Kabuli Sorten, die im mediterranen Raum zum Einsatz kommen oft eine höhere Hygroskopie gegenüber den Desi Sorten aufweisen (VAN DER MAESEN, 1972).

Die optimale Saatstärke liegt laut verschiedener Autoren bei 30 bis 50 Pflanzen pro m². Laut einer Australien Studien von JETTER et. al., kann mit dichterem Anbau das Ertragspotential gesteiger werden. Im vorliegenden Versuch wurde die Saatedichte von 60 kf.K. gewählt, da es für Kichererbsen in Österreich keine Vergleichswerte gab.

Traditionell wird die Kichererbse in weiten Reihen und geringer Saatedichte angebaut. Dies ist wichtig für ein wirksames Unkrautmanagement, führt jedoch zu geringeren Erträgen. KOSTRINSKI stellte bei einer mediterranen Sorte in Jordanien fest, dass es bei Reduzierung der Reihenweite von 60 cm auf 30 cm und damit höherer Bodendeckung, zu einem Mehrertrag von 52 % kam (KOSTRINSKI 1974 nach JETTNER et. al. 1999).

JETTNER et. al. führten Versuche im mediterranen Südwesten von Australien zu Anbaudichte von Kichererbsen durch. Dabei benutzten sie eine Desi Sorte mit dem Namen Tyson. Die Saatmenge variierte zwischen 30 und 180 Kg/ha. Der Versuch wurde auf verschiedenen Standorten durchgeführt. Dabei waren die Ergebnisse je nach Standort stark different. Jedoch stieg der Ertrag an allen Standorten bei höherer Pflanzdichte. Das ökonomische Optimum lag dabei je nach Standort zwischen 24 und 112 Pflanzen pro m². Entscheidend war immer das Potenzial des Standortes (JETTNER et. al.1999). Höhere Pflanzdichten können zu mehr Ertrag und zu einer besseren Unkrautunterdrückung führen, dabei steigen die Saatgutkosten und die Hülsen pro Pflanze werden reduziert. Wenn der Standort sehr gut ist, sind höhere Pflanzdichten von 60 bis 70 Pflanzen zu empfehlen. Bei weniger guten Böden sind geringere Pflanzdichten mit gut verzweigenden Sorten vorteilhaft.

2.7.3. Ernte und Ertrag

Die Kichererbse ist an trockene Bedingungen angepasst und sie ist eine der trockenstresstolerantesten Leguminosenarten. Sie bringt unter marginalen Anbaubedingungen im Vergleich zu anderen Fruchtarten beachtliche Erträge.

Als typische Langtagspflanze soll die Tageslänge während der Blühinduktion 9 bis 16 Stunden betragen. In Äthiopien oder im östlichen Afrika wird die Pflanze bis zu einer Seehöhe von 2300 m angebaut. Ein Großteil der Sorten kann bis zu einer Seehöhe von 1200 m angebaut werden (SINGH et al., 2007).

Am besten wachsen die Pflanzen, wenn beim Anbau 20 bis 40% Luftfeuchtigkeit vorherrschen und es während der Blühphase zu keinen stärkeren Regenereignissen kommt. Während des Aufwuchses soll die Temperatur moderat sein. Große Hitze verträgt Kichererbse am besten in der Blüh- und Reifungsphase. Laut FAO Statistik sind Erntemengen bis zu 4,0 t möglich, der Durchschnitt in Trockengebieten ohne Beregnung liegt zwischen 350 bis 1170 kg/ha (FAO) WICHMANN et al. konnten bei einem zweijährigen Feldversuch an der Versuchswirtschaft Großenzersdorf der Universität für Bodenkultur Wien, bei der Kichererbse ein Ertragsniveau von 30 dt/ha ermitteln. Dies war in den Anbaujahren höher als bei Sojabohne, jedoch geringer als bei Körnererbse. Die Ertragsleistung der Kichererbse an diesem Standort war gut (WICHMANN et. al, 2005).

Generell liegt der Kornertrag zwischen 0,8 t/ha und 4,0 t/ha. Ursache der hohen Streuung sind Managementfehler oder Krankheiten (SINGH et al., 2007).

2.7.4. Aufbereitung

Bezüglich Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Düngung empfehlen KELLER et. al., (1999) die Kichererbse wie die Saaterbse zu behandeln. Ausschlaggebend für den Saattermin ist die Bodentemperatur, die wenigstens 7° bis 8° Grad Celsius betragen soll, 5°C laut IFL Bayern. Zur Unkrautbekämpfung kann bis zum 5 Blattstadium eine Egge oder eine Hacke eingesetzt werden. Das Hacken soll rechtzeitig durchgeführt werden, da die Kichererbse zu diesem Zeitpunkt kaum konkurrenzfähig ist (KELLER et. at., 1999).

Ein tiefgründiger Boden ist für die Kichererbse vorteilhaft, da die Pfahlwurzel bis zu 150 cm tief in den Boden geht. Der Anbau von Kichererbsen ist auf flachgründigen Böden möglich, wenn eine gleichmäßige Wasserversorgung gewährleistet ist. Der pH-Wert des Bodens soll zwischen 6.5 bis 8.5 liegen. Kichererbsen wachsen auf alkalischen Böden

gut. Daher ist eventuell eine Kalkung vorteilhaft. Staunässe ist unbedingt zu vermeiden und führt zum Absterben der Pflanze. Das Saatbeet soll fest sein. Pflügen mit einem Wendepflug mit nachfolgendem Eggen ist ausreichend. In Australien ergaben Versuche mit „no till“ gute Ergebnisse (SINGH and SAXENA, 1999).

Tiefes Pflügen wird besonders für kompakte und schlecht belüftete Böden empfohlen. Die Kichererbse lockert durch ihre Pfahlwurzel den Boden zusätzlich. Für den mediterranen Raum wird Pflügen im Herbst und Saatbeetvorbereitung im Frühjahr empfohlen (SINGH and SAXENA, 1999).

2.7.5 Düngung

Eine Startdüngung mit Stickstoff von 20 kgN/ha stärkt die Pflanze in der Jugendphase. Später wird die N-Versorgung über die Symbiose von luftstickstoffbindenden Rhizobien übernommen. Das Saatgut muss behandelt werden, da sich meist die leistungsfähigen Rhizobienstämme nicht im Boden befinden (SINGH and SAXENA, 1999). In mediterranen Regionen oder auf schlechten Böden kann es zu Trockenstress kommen, was wiederum die Photosyntheseleistung und Stickstoffmobilisierung reduziert. Es hat sich gezeigt, dass unter diesen Bedingungen eine Stickstoffdüngung mit Urea zum Zeitpunkt der Blüteninduktion bis zu 50 % der Vollblüte den Ertrag erhöht (AHLAWAT et. al. 2007). Zugeführter Stickstoff kann die Symbioseleistung der Rhizobien behindern. Jedoch decken Kichererbsen, die im Frühjahr angebaut wurden, nur zu 50 % ihren N-Bedarf über symbiotisch gebundenen Stickstoff (BECK, 1988).

Phosphor ist häufig der limitierende Faktor in der Kichererbsenproduktion. Anorganisches Orthophosphat ist im Boden an Calcium gebunden und bei einem pH über 7 fast nicht löslich. Da die Kichererbse aber einen alkalischen Boden bevorzugt, kann dies Ertragsreduzierend wirken (GROß, 1993). Wichtig ist Phosphat vor allem deshalb, da es für eine gute Nodulation und in Folge für die N-Aufnahme mitverantwortlich ist. Phosphor benötigt die Kichererbse im Ausmaß von 8 bis 14kg/ha. Eine vorhergehende Bodenanalyse sollte gemacht werden, da für die Pflanze 3 bis 5 ppm verfügbarer Stickstoff zur Verfügung stehen soll (SINGH and SAXENA, 1999).

2.7.6 Knöllchen

Unter günstigen Bedingungen sind die ersten Knöllchen 8 bis 10 Tage nach der Aussaat zu sehen. Die pinke Verfärbung, und damit der Start in die aktive

Stickstoffbindungsphase, setzt ungefähr nach 15 bis 20 Tagen ein. Die Größe der Wurzelknöllchen ist sehr unterschiedlich und kann bis zu 3,0 cm Durchmesser betragen.

Falls auf dem Standort noch nie inokuliertes Saatgut angebaut wurde, soll dies beim ersten Anbau getan werden. Die Bakterien überleben dann zum Großteil im Boden, trotzdem wird vor jedem Anbau eine Inokulation empfohlen. Dabei können auch verschiedenen Bakterienstämme gemischt werden.

Nach SING und SAXENA (1999) liegt die Stickstofffixierleistung zwischen 1 bis 141 kg N/ha. Diese Spannweite ergibt sich dadurch, da es sich um eine symbiotische Aktivität handelt. Die Aktivität der Bakterien ist von der Photosyntheseleistung der Pflanze abhängig. Diese wird von den Faktoren Feuchtigkeit, Temperatur (soll nicht über 30 °C steigen) und der Bodenqualität abhängig. Die Stickstoffbindungsmenge hängt auch davon ab, wie viel Stickstoff bereits im Boden vorliegt, da die Pflanze sich dann von diesem ernährt und nicht viel C für die Bakterien zur Verfügung stellt (SINGH and SAXENA, 1999).

2.7.7 Unkrautmanagement

Die Kichererbse ist gegenüber Unkräutern nicht sehr Konkurrenzstark. Langsamer Aufgang, niedrige Pflanzenhöhe und späte Bodendeckung sind die Ursache. Durch die Unkrautkonkurrenz kommt es zu verminderter Korngröße und zu schlechter Qualität bei Kichererbse. Feuchtes und grünes Beikraut führt zur Verschmutzung des Erntegutes und Minderung des Ertrags (YENISH, 2007). Die Ertragsminderung kann 40 bis 87 % betragen. Die beeinflussenden Faktoren sind die Saatbeetvorbereitung, die Niederschlagshäufigkeit, die Fruchtfolge, der Saatzeitpunkt und das Unkrautmanagement (SINGH and SAXENA, 1999).

Eine optimale Lösung ist, das Unkraut präventiv zu bekämpfen. Das beginnt durch Verwendung von unkrautfreiem Saatgut. Des Weiteren sollen keine Unkrautsamen durch Geräte verschleppt werden.

Um Kosten zu sparen soll vor der Saat der Kichererbse gepflügt werden. Ein hoher Teil der Unkrautsamen soll auflaufen und nachfolgend vom Pflug wieder vergraben werden. Eine andere Möglichkeit ist die Erhöhung der Saatstärke für einen früheren Bodenschluss. Am häufigsten wird jedoch die mechanische Unkrautbekämpfung mittels Hacken durchgeführt. Dazu ist beim Anbau ein Mindestreihenabstand von 35 cm erforderlich (SINGH and SAXENA, 1999).

Nach YENISH (2007) kommt es aufgrund des Unkrautdruckes zu Ernteeinbußen von 23 bis 87 %. Langsamer Aufgang, niedrige Pflanzenhöhe und späte Bodendeckung sind die Ursachen dafür (YENISH, 2007).

Die kritische Unkrautfreie Periode ist definiert als die Phase, in der die Pflanze „Unkrautfrei“ gehalten werden muss, um die Ertragsminderung durch Unkraut gering zu halten. Diese unterscheidet sich je nach Autor:

Tabelle 1: critical period of weed interference in chickpea obtained by various researcher (YENISH 2007, 235)

Start of critical period		
Authors	Days after crop emerge	End of critical period
Mohammadi et al. (2005)	17	49
Al-Thahabi et al. (1994)	35	49
Ali (1993)	0	56
Bhan and Kukula (1987)	30	60
Ahlawat et al. (1981)	28	42
Saxena et al. (1976)	30	60
Mean	25	53

2.7.8. Stressmanagement

Mit der tiefreichenden Wurzel hat die Kichererbse die Fähigkeit Trockenperioden leicht zu überstehen. Hitzestress führt zu einem vorzeitigen Abfall der Blüten oder der Hülsen. Kichererbse wächst optimal bei einer Temperatur zwischen 10 und 30° Celsius. Die Pflanze überdauert Temperaturen von 40° Celsius ohne nachhaltige Schäden. Dafür muss jedoch die ausreichende Wasserversorgung gewährleistet sein. Es gibt auch trockenolerante Kichererbsensorten, die mit weniger als 400 mm Niederschlag auskommen. Diese Sorten sind frühreif, was zu geringeren Erträgen führt. (SINGH and SAXENA, 1999).

In der Literatur werden auch kältetolerante Sorten beschrieben. Zwei, die ILC 8262 und ILC 8617 der ICARDA Studie (1999) tolerieren sogar Temperaturen von bis zu -10° Celsius. tolerieren. Internationale Zuchtprogramme von ICRISAT und ICARDA versuchen durch höhere Kälteresistenz eine frühere Blüteninitiation hervorzurufen. Dadurch wird im Endeffekt auch der Ertrag erhöht, da eine frühe Saat die Vegetationsperiode besser nützt. Diese Sorten waren regulär nicht verfügbar, daher werden sie in dieser Arbeit nicht näher berücksichtigt (SINGH and SAXENA, 1999).

2.7.9 Bewässerung

Generell ist die Kichererbse sehr trockentolerant. Sie gedeiht in Regionen ab einer Niederschlagsmenge von nur 400 mm pro Jahr. Wichtig ist das der Boden nicht zu Staunässe neigt, da bereits bei Staunässe über ein paar Stunden die Wurzeln zu faulen beginnen. Beregnung führt vor allem in Trockengebieten zu einem höheren Ertrag. Dies wird in Ägypten genutzt, wo Erträge von bis zu 2,0 t/ha geerntet werden. (SINGH and SAXENA, 1999). Durch das tiefreichende Wurzelsystem kann die Kichererbse Wasser aus tieferen Schichten nutzen. Hierbei nutzt die Pflanze das Wasser, welches durch den Niederschlag im Winter gespeichert wurde. War dieser nicht ausreichend, ist eine Bewässerung 40 bis 50 Tage nach der Saat wirkungsvoll (SINGH und DIWAKAR, 1995). Wenn der Boden zu feucht ist, soll nicht gesät werden, dies führt zu minderen Erträgen (HARRIS and MACE, o.J.).

2.7.10 Erntetechnik

Sobald die Blätter braun werden und die Restfeuchtigkeit der Körner auf ungefähr 16 % H₂O Gehalt sinkt, kann geerntet werden.

Bei der maschinellen Ernte können sich unterschiedliche Probleme ergeben. Vor der Ernte kann es zu neuerlichen Unkrautdurchwuchs kommen, da die Kichererbsen während des Abreifungsprozesses keine vollständige Bodendeckung mehr haben. Die Unkräuter führen zu erschwerter Ernte und zu einer Verunreinigung des Erntegutes. Des Weiteren lagern manche Sorten vor der Ernte, was einen tiefen Schnitt notwendig macht. Eine zu späte Ernte und Trockenheit können zu einem vorzeitigen Abfall der Hülsen führen. Durch den ungleichmäßigen Wachstumsverlauf kann es beim gewählten Erntetermin sein, dass die oberen Pflanzenteile noch grün sind. 80 % der Hülsen sollen für den idealen Erntetermin braun sein.

Um Ernteproblemen entgegen zu wirken wurden für die Ernte verschiedene Techniken entwickelt. In Westasien wird die Kichererbse „auf Schwad“ gelegt. Die Pflanzen werden dicht über dem Boden abgeschnitten und in Schwaden gelegt. Am besten wird dies abends durchgeführt, da die Pflanzen ein bisschen feucht sind (CORP ET. AL. 2004). Nach der Trocknung wird das gesamte Erntegut aufgesammelt und gedroschen. Für verlustarme Ernte soll aber die Pflanzenhöhe über 40 cm betragen. Bei gleichmäßiger Abreife kann auch gleich geerntet werden. Es muss die Trommeldrehzahl des Dreschers auf 550 bis 600 rpm (=Umdrehungen) reduziert werden. Die Öffnung des Dreschkorbes

soll das Doppelte des Korndurchmessers betragen und die Reinigungssiebe müssen der Korngröße angepasst werden. Die Gebläsegeschwindigkeit soll höher als bei Getreide eingestellt werden. Trotz all dieser Adaptionen muss mit einem Ernteverlust von 15 bis 20 % gerechnet werden. In Nordamerika wird häufig in drei Stufen geerntet. Zuerst werden die reifen Pflanzen mittels sogenannten „Pullern“, wie sie auch für Flax verwendet werden, gerauft. Die Pflanzen werden nachfolgend in Schwaden aufgelegt und 5 bis 7 Tage getrocknet. Danach werden sie gedroschen (SINGH and SAXENA, 1999).

2.7.11 Erntenachbereitung

Generell sollen die Körner sauber und insektenfrei in „Insektensicheren Containern“ gelagert werden. Der Lagerplatz muss sauber, kühl, belüftet und hygienisch sein.

Die Samenschale soll bei den meisten Kichererbsensorten entfernt werden. Vor allem bei den Desi Typen, um diese leichter verdaubar zu machen (SINGH 1999). Die Feuchtigkeit soll 10 bis 12% nicht überschreiten, das Erntegut ist vor Fäulnis und Schädlingsbefall zu schützen (CORP et. al. 2004).

2.8 Pflanzenschutz

Krankheitsbefall und tierische Schädlinge sind ein wichtiger Ertragsfaktor. Für Österreich gibt es in Bezug auf Kichererbse noch keine Studien. Die wichtigsten Krankheiten werden nachfolgend beschrieben.

2.8.1 Ascochyta-Fäule

Die bedeutenste Krankheit bei der Kichererbse ist die **Ascochyta-Fäule**, welche durch den Pilz *Ascochyta rabiei* ausgelöst wird. Dieser Pilz befällt alle oberirdischen Pflanzenteile und kann zu einem Ertragsausfall von bis zu 100 % führen (SING und SAXENA 1999). Das Pathogen produziert im asexuellem Stadium Pyknidien mit konzentrischen Ringen. In diesen befinden sich unzählige Konidien die zu neuen Infektionen führen. Es kommt zu Nekrosen an den Blättern, an den Hülsen und an den Stängeln. Die braunen Läsionen tauchen 4 bis 11 Tage nach der Infektion auf. Sehr gut ist der Pilz an den Pyknidien in den Läsionen erkennbar (SINGH et al., 2007).

Die sexuelle Vermehrung erfolgt über Ascosporen, welche durch den Wind verbreitet

werden. Für den Pilz ist eine Temperatur von 16 bis 20 Grad Celsius optimal und mehr als 6 Stunden Blattfeuchtigkeit.

Am besten wirkt man der Krankheit entgegen, durch den Anbau resistenter Sorten oder durch Fruchtfolge mit hohem Getreideanteil oder mit anderen Pflanzenarten, die nicht befallen werden. Tiefes Pflügen sowie intercropping mit Getreide oder Senf verhindern die Ausbreitung (SINGH et al., 2007).



Abbildung. 3: Ascochyta Fäule mit konzentrischen Kreisen an Kichererbse. Quelle: Northern Pulse, <https://northernpulse.com/resources/research/PulseDiseases/CommonDiseasesinChickpeas/>

2.8.2 Botrytis:

Grauschimmel wird durch den Erreger *Botrytis cinerea* hervorgerufen und weist als Symptom einen gräulich weichen Belag auf. Der Pilz kann zu jedem Stadium auftreten, doch meist während der Reproduktionsphase. Er befällt Blüten, Hülsen, Blätter und Stiele. Die ersten Symptome sind weichwerden der betroffenen Pflanzenteile. Es entstehen braune Flecken, welche sofort mit Mycel und Konidien bedeckt werden. Saatgut, welches infiziert wurde, kann bis zu 5 Jahre infektiös bleiben. Weiters kann der Pilz im Boden als Mycelium oder im Dauerstadium als Sklerotie überdauern. Um sich zu verbreiten braucht der Pilz Feuchtigkeit und eine Temperatur von 20 bis 25 Grad. Wirksame Management Maßnahmen sind spätes sähen, geringere Saatstärke und resistente Sorten (SINGH et al., 2007)



Abbildung. 4: Grauschimmel an Kichererbse, Quelle: Northern Pulse, <https://northernpulse.com/resources/research/PulseDiseases/CommonDiseasesinChickpeas/>

2.8.3 Fusarium:

Der Pilz *Fusarium oxysporum f. sp. ciceris*. produziert Mikrokonidien, Makrokonidien und Chlamydosporen. Der Befall äußert sich sehr früh nach der Aussaat und zeigt Welkeerscheinungen der Blätter. Charakteristisch verfärben sich zuerst die unteren Blätter gelb, sie werden später braun und fallen vorzeitig ab. Fusarium Welke kann zwischen 10 und 60 % Ernteauffälle verursachen.

Der Pilz ist bodenbürtig und kann bis zu 6 Jahre überdauern. Auch wird er über infiziertes Kichererbsensaatgut übertragen. Tiefes pflügen, entfernen aller Ernterückstände, verwenden von gesundem Saatgut und eine spätere Aussaat, hilft den Pilz zu unterdrücken (SINGH et al., 2007).



Abbildung. 5: Fusarium Welke an Kichererbse bei der adulten Pflanze (links) und bei der Jungpflanze (rechts),Quelle Northern Pulse, <https://northernpulse.com/resources/research/PulseDiseases/CommonDiseasesinChickpeas/>

2.8.4 Baumwollkapselwurm

Der Baumwollkapselwurm (*Helicoverpa armigera*) oder Pod borer (englisch) ist der bedeutendste Schädling weltweit im Kichererbsenanbau. Dieser Schädling kommt schon seit alters her auch in Europa vor, hat aber erst durch die Zunahme der Hitzejahre an Bedeutung gewonnen. Es ist der bedeutendste Schädling der Kichererbse und kann bis zu 30% Ernteverlust bedeuten (ESHETE and FIKRE o.J.). Typischerweise erkennt man Befall am Skeletierfraß, wie man ihn von Raupen kennt. Von Blättern ernähren sich jedoch nur die kleineren Raupen, die großen fressen Löcher in die grünen Hülsen um sich von den in Ausbildung befindlichen Körnern zu ernähren (WEIßFLOG 2011).

Frühe Aussat, intercropping mit Koriander oder Brutkästen für Vögel in Feldnähe können bei der Eindämmung helfen. Wirksam ist auch eine Form des *Bacillus thuringiensis* (GAUR et al., 2010).



Abbildung. 6: Baumwollkapselwurm mit typischem Schadbild

2.8.5 Chinesischer Bohnenkäfer

Der Chinesische Bohnenkäfer oder *Callosobruchus chinensis* ist eine wärmeliebende Käferart die durch Verschleppung auch in Österreich vorkommen kann. Es handelt sich hierbei um einen Vorratsschädling, der bis zu 52% Schaden bei einer Lagerzeit von 8 Monaten verursachen kann. Die befallenen Körner weisen zuerst nur mit der Lupe erkennbare Eintrittslöcher auf. Später zeigen sich Löcher von bis zu 2,5 mm Durchmesser (ESHETE and FIKRE o.J.).



Abbildung. 7: Der Vierfleckige Bohnenkäfer (links) und der Chinesische Bohnenkäfer (mitte) können mit Importen von Hülsenfrüchten eingeschleppt werden, die Eigelege und Schlupflöcher aufweisen (rechts) (Quelle: <https://www.oekolandbau.de>)

3. Material und Methoden

3.1. Standort

Der Sorten-, der Saatstärken- und Rhizobienversuch wurden am Standort Großenzersdorf angelegt. Groß Enzersdorf befindet sich im Osten Niederösterreichs, 5 km östlich von Wien, im Marchfeld, welches zum Semiariden Produktionsgebiet zählt. Das Marchfeld wird auch die Kornkammer Österreichs genannt, aufgrund seiner Lage und Böden.

Das Klima ist pannonisch, zeichnet sich durch Niederschlagsarmut und eine neg. Wasserbilanz aus. Der Standort ist durch heiße, trockene Sommer und kalte, schneearme Winter geprägt. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 9,8° C, die mittlere Niederschlagssumme 545 mm und die durchschnittliche relative Luftfeuchte liegt bei 75% (BOKU).

Der Versuch zur Ermittlung des optimalen Anbautermins (2017) wurde bei der Bio Forschung Austria, in Essling, durchgeführt. Da sich die Standorte Versuchswirtschaft Groß Enzersdorf und Bio Forschung Austria nur 5 km voneinander entfernt befinden, gelten die Klimadaten für beide Standorte.

3.1.1. Boden

Das Ausgangsmaterial der Böden stammt aus Donauschottern, die sich Terrassenförmig abgelagerten. Der Standort befindet sich auf der sog. Praterterrasse. Aus diesem Ausgangsmaterial haben sich in diesem Gebiet Tschernosem Böden gebildet. Der Boden ist tiefgründig, mittelschwer und besteht aus schluffigem Lehm. Der Schluffgehalt im Unterboden nimmt stark zu (LIEBHARD, 1979). Der Humusgehalt des Ap-Horizonts, der sich von 0-25 cm erstreckt, besitzt nach der Methode Walkey-Armstrong einen Hummusgehalt von 1,2% bis 3,8%. (Kaiser, 2018)

Tabelle 2: Digitale Bodenkarte der Versuchsstandorte Großenzersdorf und Essling (BFW, 2017)

Parameter	Standorte	
	Standort Essling	Standort Groß Enzersdorf
Bodentyp:	Tschernosem	Tschernosem
Bodenart:	Sandiger Lehm	lehmiger Schluff
Gründigkeit:	tiefgründig	tiefgründig
Wasserverhältnisse:	trocken	mäßig trocken
Kalkgehalt:	Stark kalkhaltig	stark kalkhaltig
Bodenreaktion:	alkalisch	alkalisch
Wertigkeit Ackerland:	mittelwertig	hochwertig
Nutzbare Feldkapazität:	mittel	mittel

Wie aus Tab. 2 hervorgeht, weisen die Böden der Versuchsstandorte ähnliche Werte auf. Einziger Unterschied ist, dass es sich beim Standort Essling um sandigen Lehm und beim Standort Groß Enzersdorf um lehmigen Schluff handelt. Dies spiegelt sich auch in den Boden- Wasserverhältnisse wieder, sowie in der Wertigkeit des Bodens.

3.1.2 Witterungsverlauf

Der Witterungsverlauf ist ein ertragsbeeinflussender Faktor. Zur Evaluierung der Daten wurden die Aufzeichnungen der Agrarmetrologischen Wetterstation der Boku in Groß

Enzersdorf und die Daten der Zentralanstalt für Metrologie und Geodaten (ZAMG) herangezogen. Da die Standorte nur 5 km Luftlinie auseinander liegen, wurden die Daten an der Versuchswirtschaft Groß Enzersdorf für beide Standorte verwendet.

3.2 Versuchsbeschreibung

Der Feldversuch wurde mit einem Hauptversuch und mit zwei Nebenversuchen angelegt. Im Hauptversuch wurden 18 Kichererbsensorten im Kornertrag vergleichend beurteilt.

Im **ersten Nebenversuch** wird der Einfluss der Saatstärke beurteilt. Die Saat erfolgte in Drillsaat, mit jeweils 40 cm Reihenabstand. Pro m² wurden folgende Kornzahlen keimfähigen Körnern ausgesät: 20, 40, 60, 80, 100, 120. Die Bestände wurden nach einem selbst erstellten BBCH Schema alle 10 Tage bonitiert. Nach der Ernte wurde der Kornertrag vergleichend beurteilt.

Im **zweiten Nebenversuch** wurde der optimale Saattermin für das Jahr 2017 rückwirkend ermittelt. Im fünf Tagesabstand wurden über vier Wochen jeweils eine Kabuli- und eine Desi Sorte in der Saatstärke 100 Korn m² angebaut. Das Saatgut wurde, wie bei den anderen Versuchen auch, vor der Saat inokuliert. Die Feldversuche wurden mittels eines speziell erstellten BBCH Schemas alle zwei Wochen bonitiert. Nach der Ernte wurden der Kornertrag und die Ertagskomponenten vergleichend beurteilt.

3.3 Versuchsanlage

Die Netto Parzellengröße betrug 7,5 m², bei Parzellenlänge von 5,0 m und Parzellenbreite von 1,5 m. Als Mantel wurde die Sorte Negro angebaut. Diese Sorte konnte wegen verspäteter Saatgutlieferung nicht in den Versuch eingebaut werden.

Tabelle 3: Versuchsanlagenskizze Sortenversuch und Saatstärkenversuch; Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien, in Groß Enzersdorf

Mantel				
1	12	13	9	5
2	11	7	10	13
3	8	12	11	6
4	6	3	12	8
5	10	1	13	2
6	2	9	3	4
7	4	5	1	10
8	9	11	7	SV 20 Golden D.
SV 22 Ebony	SV 21 Benito	SV 24 Gutscher	SV 25 Corinna	SV 23 Ohne Name
ST 1 Ir 40	ST 2 Ir 60	ST 3 Ir 80	ST 4 Ir100	ST 5 Ir 120
ST 10 Ga 40	ST 20 Ga 60	ST 30 Ga 80	ST 40 Ga100	ST 50 Ir 120
ST 2 Ir 60	ST 3 Ir 80	ST 4 Ir 100	ST 5 Ir 120	ST 1 Ir 40
ST 20 Ga 60	ST 30 Ga 80	ST 40 Ga 100	ST 50 Ga 120	ST 10 Ga 40
ST 3 Ir 100	ST 4 Ir 100	ST 5 Ir 120	ST 1 Ir 40	ST 2 Ir 60
ST 30 Ga 100	ST 40 Ga 100	ST 50 Ga 120	ST 10 Ga 40	ST 20 Ir 60

Mantel



Abbildung. 8 : Kichererbsen Bestand, Versuchsfeld Groß Enzersdorf 20.06.2017

Tab. 3 zeigt die Anordnung der Varianten. Beim Sortenversuch (SV) wurden die Varianten 20 bis 23 nur mit einer Wiederholung angebaut, da nicht ausreichend Saatgut zur Verfügung stand. Dies wurde in den Berechnungen berücksichtigt.

Tabelle 4: Versuchsanlage Saatzeitpunkt. Bio-Forschung Austria, Wien

	Braune KE Irenka					Weiße KE Gutscher		
1. Anbautermin 23. März 2017	1B	1B	1B	1B	1B	1W	1W	1W
2. Anbautermin 13. April 2017	2B	2B	2B	2B	2B	2W	2W	2W
3. Anbautermin 20. April 2017	3B	3B	3B	3B	3B	3W	3W	3W
4. Anbautermin 28. April 2017	4B	4B	4B	4B	4B	4W	4W	4W
5. Anbautermin 13. Mai 2017	5B	5B	5B	5B	5B	5W	5W	5W

Tab. 4 zeigt die Versuchsanordnung am Standort der Bio Forschung Austria. Der Nebenversuch zur Bestimmung des optimalen Saatzeitpunktes (2017) wurde auf 40 Parzellen mit einer Nettolänge von 1,5 m und 40 cm Breite angebaut. Es gab keine Randomisierung, da einerseits die Versuchsfläche sehr klein war und der Boden homogen (=Erfahrungswerte), andererseits wurden dadurch Beschattungseffekte ausgeschlossen.

3.3.1 Sortenversuch

Der Sortenversuch wurde am 26. April 2017 mit 13 Sorten in dreifacher Wiederholung angebaut. Es wurden weitere fünf Sorten mit nur einer Wiederholung angebaut. Aufgrund der Saatgutmenge war dies erforderlich. Eine statistische Verrechnung war bei diesen Sorten nicht möglich, daher wurden diese fünf Sorten nicht in die Diskussion eingebunden. Die erzielten Ergebnisse werden in einem Exkurs mit den Ergebnissen des Hauptversuches verglichen. Die Parzellenmähdrescherernte erfolgte am 28. Juli 2017. Aus den Parzellen wurde einen Tag vor diesem Termin, eine repräsentative Stichprobe per Hand geerntet.

Tabelle 5: Sorten im Sortenversuch. Feldversuch 2017, Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien in Groß Enzersdorf

Nr. (Variante)	Sorte	Saatgut bereitgestellt von Firma	Typ	Lagerung vor der Ernte 1-5 (1-nicht; 5-stark)
1	Irenka	Troubsko	Desi	1
2	Bori	Hermann Consulting	Desi	3
3	Gaydos	Saatbau Gutscher	Kabuli	4
4	Amit	Werner Vogt-Kaute	Kabuli	3
5	Burnas	Saatbau Linz	Kabuli	2
6	Rodin	Saatbau Linz	Kabuli	3
7	Reale	Saatbau Linz	Kabuli	3
8	Sulatano	Tec2Trade	Kabuli	3
9	Pascia	Tec2Trade	Kabuli	2
10	Oguc	Saatbau Linz	Kabuli	4
11	Budjate	Saatbau Linz	Kabuli	5
12	Triumph	Saatbau Linz	Kabuli	5
13	Taelanne	Saatbau Linz	Kabuli	3
20	Golden Dragon	Arche Noah	Desi	3
21	Benito	Tec2Trade	Kabuli	5
22	Ebony	Werner Vogt-Kaute	Desi	3
23	Ohne Namen	Saatbau Linz	Kabuli	3
24	Gutscher	Saatbau Gutscher	Kabuli	3
25	Corinna	Werner Vogt-Kaute	Desi	3

3.3.2 Saatstärkenversuch

Der Saatstärkenversuch wurde mit einem Kabuli Typ (Sorte Gaydos) und einem Desi Typ (Sorte Irenka) durchgeführt. Fünf Saatstärken mit einheitlichem Reihenabstand von 40 cm wurden angebaut. Tab. 6 zeigt die Saatgutmenge bei den fünf Saatstärken.

Tabelle 6: Saatstärke der Sorten Gydos (Kabuli Typ) und Irenka (Desi Typ). Feldversuch 2017, Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien in Groß Enzersdorf

Saatstärke keimf. Korn /m ²	Nr. (Variante)	Gaydos kg/ha	Nr. (Variante)	Desi kg/ha
40	ST 10	232,9	ST 1	112,8
60	ST 20	349,4	ST 2	169,2
80	ST 30	465,9	ST 3	225,6
100	ST 40	582,4	ST 4	282,0
120	ST 50	698,8	ST 5	338,4

3.3.3 Zeitstufenversuch

Der optimale Saatzeitpunkt ist ein bedeutender Faktor bei Kichererbse für den Ertrag. Der optimale Saattermin ist bei Kichererbse abhängig vom Temperaturverlauf, der Photoperiode und der Wasserverfügbarkeit.

Der Zeitstufenversuch wurde an der Bio Forschung Austria, in Essling, 3 km entfernt von der anderen Versuchsfläche, durchgeführt.

Die Saatstärke im Zeitstufenversuch war einheitlich, 100 Körner/m² beim Kabuli (Sorte Gutscher) und Desi (Sorte Irenka) Typ. Die fünf Saattermine waren: 23. März 2017; 13. April 2017; 20. April 2017; 26. April 2017 und 17. Mai 2017.

Tabelle 7: Saattermine bei der Sorte Gutscher (Kabuli Typ) und der Sorte Irenka (Desi Typ). Zeitstufen Versuch 2017, Bio Forschung Austria Wien-Eßling

Kichererbse Desi Typ					
Saat	23.Mär	13.Apr	20.Apr	26.Apr	17.Mai
Ernte	19.Jul	14.Aug	21.Aug	02.Sep	02.Sep
Vegetationstage	118 Tage	123 Tage	130 Tage	133 Tage	108 Tage
Kichererbse Kabuli Typ					
Saat		13.Apr	20.Apr	26.Apr	17.Mai
Ernte		28.Jul	14.Aug	21.Aug	02.Sep
Vegetationstage		106 Tage	115 Tage	115 Tage	108 Tage

3.4 Datenerfassung

3.4.1 Tausendkorngewicht (TKG) und Keimfähigkeit (KF)

Vor der Saat wurde bei allen Kichererbsensorten, das Tausendkorngewicht und die Keimfähigkeit des Saatgutes ermittelt. Aus dem repräsentativen Muster wurden drei Mal tausend Korn maschinell gezählt und anschließend gewogen.

Zur Ermittlung der Keimfähigkeit wurden je drei Mal 50 Körner in Faltenfilter gelegt. Drei Körner pro Falte wurden auf das Filterpapier gelegt und anschließend mit 40 ml Leitungswasser befeuchtet und bei Raumtemperatur gelagert. Nach einer Woche wurde die Zahl der gekeimten Körner ermittelt. Aufbauend auf das Ergebnis der Keimfähigkeitsprüfung wurde Saatstärke errechnet.

3.4.2 Wachstums und Entwicklungsverlauf

Für die Kichererbse liegt kein BBCH Stadium Index vor, daher wurde ein Schema erstellt, dass sich am BBCH Schema der Sojabohne und für Rotklee anlehnt.

BBCH Schema befindet sich im Annex.

Pro Parzelle wurden jeweils fünf hintereinanderstehende Pflanzen ausgewählt, markiert und nachfolgend beurteilt. Aus den Ergebnissen der drei Parzellen wurde jeweils der Mittelwert errechnet. Dadurch wurde der Entwicklungszustand der Pflanzen der sortenbezogen im speziellen Stadium vergleichbar.

3.4.2.1 Feldaufgang

Im markierten Feldstück, von 0,5 m² wurden am 7. Juni 2017 die aufgelaufenen Pflanzen gezählt. Das markierte Feldstück umfasste immer die zweite und die dritte Reihe, von derselben Särscharr der Sämaschine gesät. Beim Saatzeitversuch wurde die Pflanzenanzahl der gesamten Parzellen bei der Ernte ermittelt.

3.4.2.1 Blühbeginn

Am 01.06.2017 zeigten sich bei den frühen Sorten die ersten Blütenanlagen. Danach wurde im wöchentlichen Rhythmus (07.06.2017; 14.06.2017; 21.06.2017; 30.06.2017) der Blühbeginn und der Blühverlauf dem BBCH Stadium zugeordnet.

3.4.2.2 Bodenbedeckung

Der Bodendeckungsgrad wurde an zwei Terminen anhand von Bonituraufnahmen geschätzt. Am 20. 06. 2017 am Ende der Vollblüte und am 30. 06. 2017 zum Zeitpunkt der Frucht- und Samenreife. Zu diesen Terminen wurden auch Fotos im gleichen Winkel zur Sonne aufgenommen und gegenübergestellt. Die Schätzung des Bodendeckungsgrades erfolgte in Prozent.

3.4.2.2 Verlauf der Wuchshöhen

Die Wuchshöhen wurden an zwei Terminen gemessen. Am 07. 06. 2017 und eine Woche nachfolgend am 14. 06. 2017. Die Pflanzen befanden sich zu diesem Zeitpunkt im Stadium der Blütenbildung und teilweise schon in der Hülsenentwicklung

Für die Messung wurden fünf Pflanzen pro Parzelle markiert und an den angeführten Terminen die Wuchshöhe vermessen. Diese zwei Termine wurden deshalb gewählt, da nach dem 14. 06. 2017 kein Wuchshöhenzuwachs zu verzeichnen war.

3.4.3 Ernte und Ertrag:

Je nach Reifezustand der Sorte wurde sortenbedingt geerntet.

Am 30. 06. 2017 wurde der Reifezustand der Pflanzen geschätzt (in Prozent). Zur Ermittlung von objektiven und reproduktiven Kornertragsdaten wurde auf jeder Parzelle eine repräsentative Fläche von 0,25 m² per Hand geerntet. Die Pflanzen wurden auf der vorgegebenen Fläche vorsichtig aus dem Boden gezogen und die Pflanzenzahl zum Erntetermin am 28. Juli 2017 ermittelt. Dies war insofern notwendig, da sich die Pflanzen teilweise bereits im unteren Stängelbereich, noch in der Erde befindlich, verzweigten. Die genaue Pflanzenanzahl /Fläche war für die Auswertung bedeutend. Die händische Ernte erfolgte einen Tag vor der Ernte mit dem Parzellendrescher. Am Tag der händischen Ernte regnete es leicht, daher war eine Nachtrocknung des Erntegutes erforderlich. Die restlichen Parzellenflächen wurden mit dem Parzellenmähdrescher am 28. 07. 2017 geerntet.

Der dritte Nebenversuch, zu Optimierung des Anbauzeitpunktes, wurde vollständig von Hand geerntet.

Die Nachtrocknung erfolgte auf dem Dachboden am Versuchszentrum der Bioforschung in Essling. Die Dauer erstreckte sich über drei Wochen. Danach wurde der Wassergehalt in % bestimmt. Es ergab sich ein Wert um 12 %.

3.3.2 Verunkrautung

Das Unkrautauflkommen war während der gesamten Vegetationsperiode hoch. Um vergleichbare Daten zu erhalten, wurde daher im 10 Tagesrhythmus mit der Rollhacke das Unkraut manuell entfernt. Nach Bestandsschluss war dies während der

Vegetationsperiode nicht mehr notwendig. Zur Zeit der Kornreife kam es aber wieder zu einem starken Unkrautdruck, vor allem in den lückigen Beständen. Dies führte auch bei der Parzellenernte zu Verunreinigung des Erntegutes.

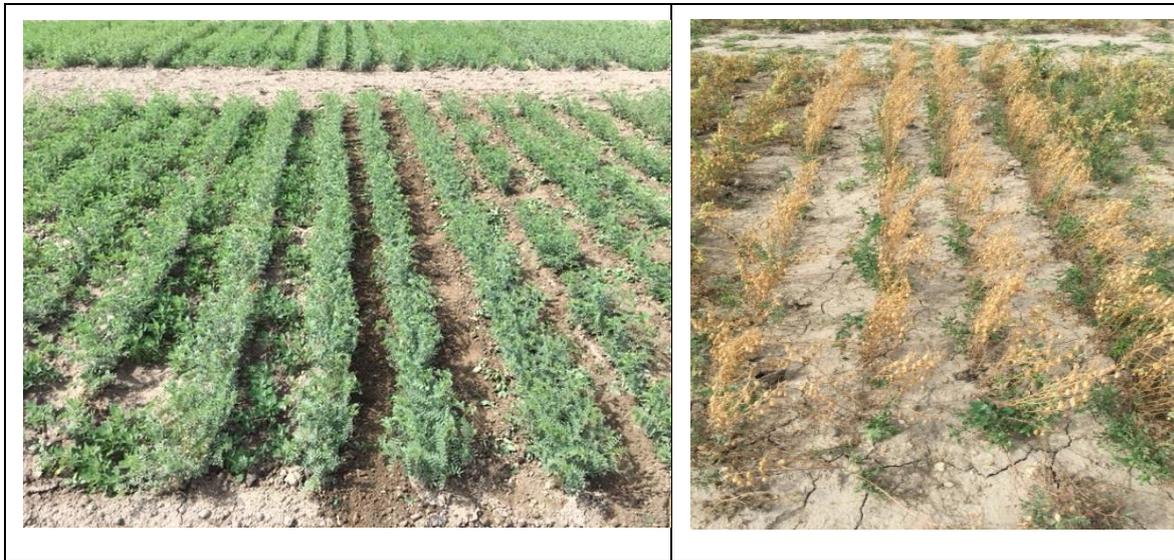


Abbildung. 9: linke Seite: Verunkrautung vor und nach der Bekämpfung mit der Rollhacke, rechte Seite: Verunkrautung bei Ernte

3.3.3 Schädlingbefall

Während der gesamten Vegetationsperiode wurde kein kornetragsbeeinflussender Schädlingbefall festgestellt. Bei ca. 2 % der Pflanzen wurden an einigen Hülsen Löcher gefunden. Dies weist auf Fraßschäden vom Baumwollkapselwurm hin. Der Befall war nicht Sortenspezifisch.

Des Weiteren waren an manchen Parzellen Wildverbisschäden zu erkennen. Diese Parzellen wurden aber von der Bewertung ausgeschlossen.

3.5 Mathematisch-statistische Verrechnung der Ergebnisse

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm „SPSS 24“. Die Darstellung der Ergebnisse mittels Diagramme und Tabellen erfolgte mit dem Tabellenkalkulationsprogramm „Microsoft Excel 2007“.

Die ausgewählten Daten wurden mittels einer Varianzanalyse beurteilt. Für den Einsatz der ANOVA wurden vorausgehend die Grundvoraussetzungen geprüft.

Mit dem Levene Test wurde die Varianzhomogenität überprüft. War diese nicht gegeben, wurde anhand des Welch Testes gewertet. Durch den Kolmogorov-Smirnov-Test wurde

die Normalverteilung geprüft. Wenn diese nicht gegeben war, wurden die Daten mit der Box Cox Transformation umgewandelt. Bei nicht Erzielen des gewünschten Effektes wurde der Kruskal-Wallis Rangsummentest verwendet (als Ersatz für die ANOVA). Wenn Messwiederholungen stattgefunden haben, diente als Ersatz der Friedman Test. Als Post hoc Test wurde der „Student Newman Keuls Test“ mit einem Konfidenzintervall von 95 % eingesetzt.

Als Ausgangshypothese H_0 wurde angenommen, dass die Sorte, die Saatstärke und der Anbauzeitpunkt keinen Einfluss auf die einzelnen jeweils gemessenen Parameter haben.

Zur Prüfung der Zusammenhänge wurde die lineare Regression eingesetzt.

Zur Überprüfung der Mittelwerte zwischen den Differenzen diente als Teststatistik der t-Test.

Bei der Varianzanalyse wurde die Irrtumswahrscheinlichkeit angegeben mit:

** $P < 0,001$: die Ergebnisse werden als hochsignifikant ausgewiesen

* zwischen $P=0,05$ und $P=0,001$ sind die Unterschiede signifikant

n.s. $P > 0,05$: Statistisch kein Unterschied

Als Berechnung der Effektstärke wurde die Pearson Korrelation eingesetzt. Zur Bestimmung wie groß der Zusammenhang ist, wurde sich nach der der Einteilung von COHEN (1992) orientiert:

$r < 0,1$ = ein schwacher Effekt

$r < 0,3$ = ein mittlerer Effekt

$r < 0,5$ = ein starker Effekt

4. Ergebnisse

In den Ergebnissen wird die Auswertung der Daten gezeigt. Die Parameter TKG, Feldaufgang, Ertragsparameter und Ertrag werden im Detail ausgewertet und beschrieben.

Vor der Aussaat wurden das TKG nach internationaler Seed-Testing Norm und die KF vom Saatgut der einzelnen Kichererbsensorten ermittelt.

Bei der Ernte wurden aus den Parzellen jeweils fünf Pflanzen zur Beurteilung der

Ertragsparameter herausgeschnittenen, luftgetrocknet und gewogen. Anschließend wurden die Hülsen entfernt, gezählt und gewogen. Danach wurden sie gedroschen. Da die Körner des Daisy Typs leicht brechen, wurden die Körner händisch aus der Hülse gelöst. Alle Kornproben wurden gereinigt, gewogen und gezählt.

Aus dem Parzellenertrag (der mittlere Pflanzenzahl, der mittlere Hülsenanzahl und der mittlere Kornanzahl je Pflanze) wurde der Kornertrag/ha hochgerechnet.

4.1 Auswirkungen des Witterungsverlaufes auf Kichererbsenpflanzen

Das folgende Kapitel beschreibt die mikroklimatischen Untersuchungen. Hierbei wurden die gemessenen Klimadaten den Ergebnissen gegenübergestellt.

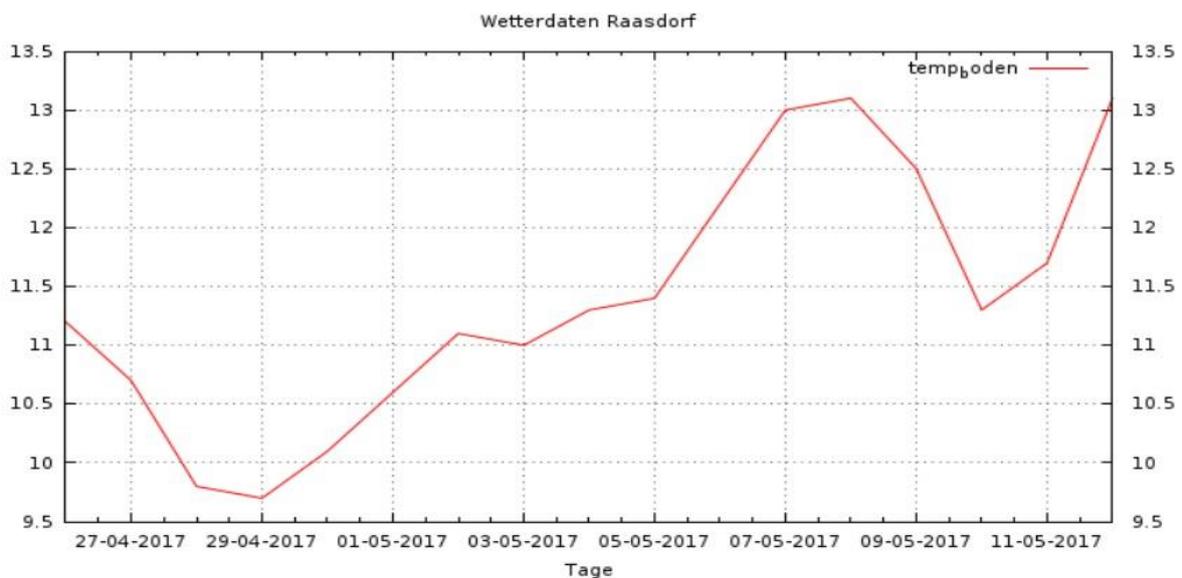


Abbildung. 10: Wetterdaten der Versuchswirtschaft Groß Enzersdorf 2017. Quelle: Department für Nutzpflanzenwissenschaften BOKU (https://dnw-web.boku.ac.at/dnw/wetter_form_pys.php) [Zugriff: 22.05.2018] Anbauzeitpunkt: 26.04.2017

Abb. 10 zeigt die durchschnittlichen Bodentemperaturen während der kritischen Phase des Feldaufganges. Nach mehreren Literaturquellen soll während dieser Phase die Bodentemperatur 5° Celsius nicht unterschreiten. Diese Bedingungen wurden erfüllt. Zum Anbauzeitpunkt des Hauptversuches am 26. April 2017 lag die Bodentemperatur bei 11,25 ° Celsius. Bei Feldaufgang um den 6. April 2017 herum, lag die Bodentemperatur ungefähr im gleichen Bereich. Der wichtige Faktor Mindestkeimtemperatur wurde somit eingehalten.

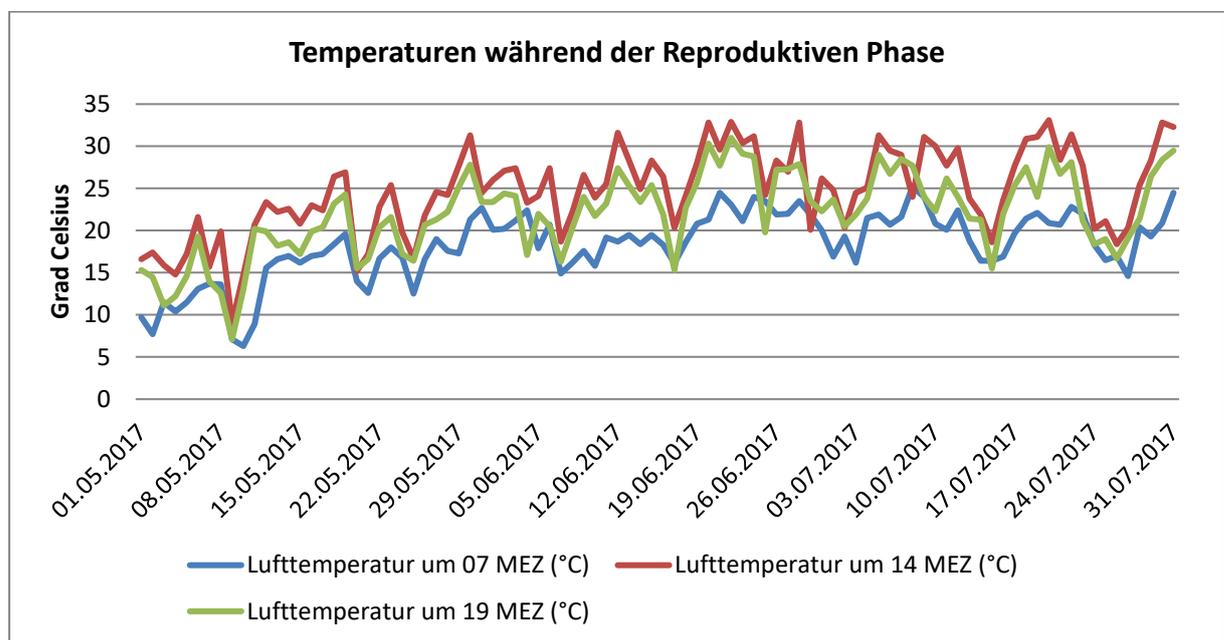


Abbildung. 11: Temperaturverlauf in 5 cm über dem Boden während der reproduktiven Phase Quelle ZAMG (<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch>) [Zugriff: 22.05.2018] Anbautermin 26.04.2017

Die Kichererbse reagiert sehr empfindlich auf zu hohe (über 30° Celsius) oder zu niedrige (unter 15° Celsius) Temperaturen während der Blüte. Dies führt zu vorzeitigem Blütenabfall (CLARK and SIDDIQUE, 2004). Wie aus Abb. 11 ersichtlich ist, waren die Tageshöchstwerte an einigen Tagen über 30° Celsius, jedoch nicht permanent und meist nur um die 14 Uhr Temperatur. Anfang Mai gab es eine kurze kühlere Periode, jedoch befanden sich die Kichererbsen da noch in der vegetativen Phase und somit gab es keinen Einfluss auf den Blühverlauf.

Tabelle 8: Ausgewählte Temperaturwerte für die Periode des Anbaues 2017. Quelle ZAMG (<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch>) [Zugriff: 22.05.2018]
Anbauzeitpunkt 26.04.2017

Parameter / Monat	April	Mai	Juni	Juli
Mittelwert der Lufttemperatur um 07 MEZ (°C)	8.1	14.4	19.6	19.9
Mittelwert der Lufttemperatur um 14 MEZ (°C)	13.5	20.5	26.7	26.2
Mittelwert der Lufttemperatur um 19 MEZ (°C)	11.2	18.6	24.5	24.1
Mittelwert der Lufttemperatur (°C)	10	16.5	22	22.1
mittleres Maximum der Lufttemperatur (°C)	15	22.2	28.4	28.1
mittleres Minimum der Lufttemperatur (°C)	5.8	10.9	15.5	16.3
absolutes Max. der Lufttemperatur (°C)	24.7	32	34.6	33.4
absolutes Min. der Lufttemperatur (°C)	0.3	0	10.6	10.7
Tag des absoluten Maximums der Lufttemperatur	2	30	22	20
Tag des absoluten Minimums der Lufttemperatur	19	10	9	14

Wie aus Tab. 8 ersichtlich wird, fiel die Temperatur am 10. Mai 2017 auf 0° Celsius ab. Bei der nachfolgenden Bonitur wurden keine Effekte auf den Pflanzen sichtbar. Aus Tab. 8 ist des Weiteren ersichtlich, dass die maximale Lufttemperatur 35° Celsius nicht überschritten wurde. Auch das mittlere Minimum fiel nicht unter 7° Celsius ab. Wie aus Literaturwerten gefordert, befanden sich die Pflanzen immer in einem für sie günstigen Temperaturbereich.

Tabelle 9: Monats Niederschlagswerte während der Vegetationsperiode 2017. Quelle ZAMG (<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch>) [Zugriff: 22.05.2018]

Parameter / Monat	April	Mai	Juni	Juli
Monatssumme des Niederschlags (mm)	55	45	36	99
maximale 24h-Niederschlagssumme (mm)	19	13	8	52
maximale Tagesschneehöhe (cm)	0	0	0	0
Tag der maximalen Niederschlagssumme	17	20	25	10

Die Kichererbsen sollen mindestens 400 mm Jahresniederschlag zur Verfügung haben ((SING and SAXENA, 1999)). Die Jahresniederschlagssumme 2017 am Standort Raasdorf betrug laut ZAMG 541 mm. 46,2 % der Niederschläge fielen im Zeitraum von April bis Juli (ZAMG, 2017). Wie aus Tab. 9 ersichtlich, war die Niederschlagsmenge im Juni 2017 gering. Dies zeigte sich auch bei der Bonitur der Kichererbsenpflanzen, denn es gab bereits sehr früh vertrocknete Blätter.

Temperatur und Niederschlagsverlauf während des Feldaufganges bei fünf Saatterminen.

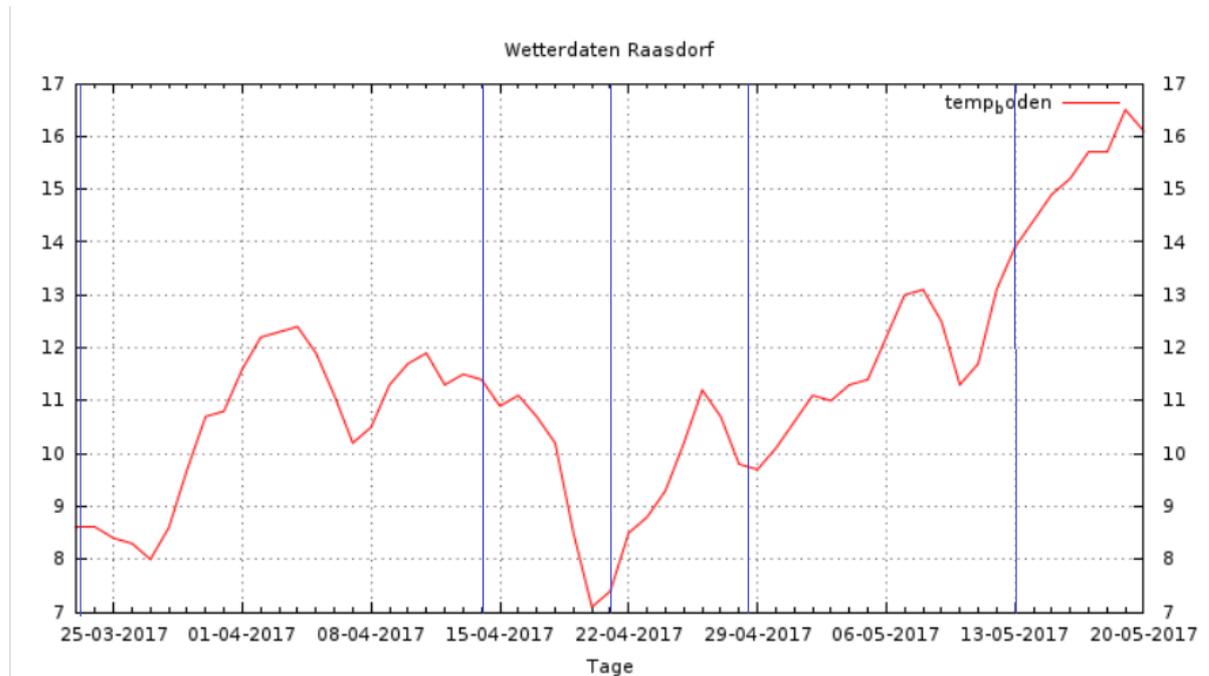


Abbildung 12: Bodentemperatur vom 23. März bis 20. Mai 2017, Versuchswirtschaft Groß Enzersdorf 2017. Blaue Striche markieren die Saattermine, Department für Nutzpflanzenwissenschaften BOKU (https://dnw-web.boku.ac.at/dnw/wetter_form_pys.php) [Zugriff: 22.05.2018]

Aus Abb. 12 sind die Bodentemperaturen zur Zeit der Saat im Zeitstufenversuch ersichtlich. Am ersten Saattermin am 23.03.2017 lag sie bei 8,5 °Celsius und war somit ausreichend hoch. Die Keimtemperatur unterschritt im gesamten Zeitraum nicht die kritische 5 °Celsius Grenze. Der 3. Saattermin hob sich hervor, die Bodentemperatur lag bei nur 7,2° Celsius, stieg dann aber wieder an.

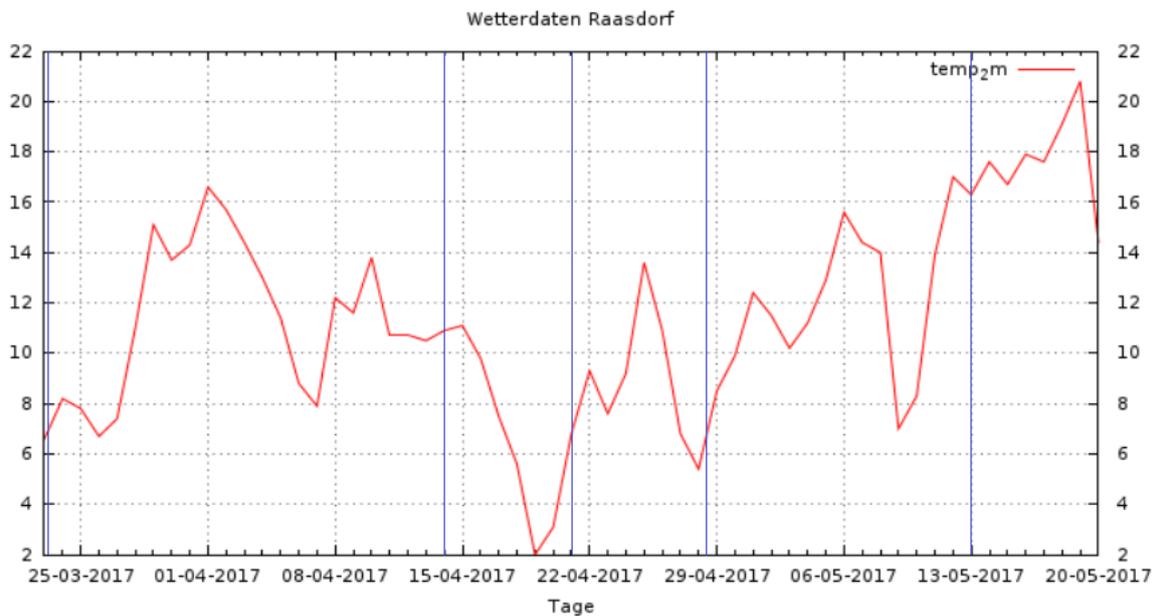


Abbildung. 13: Lufttemperatur in °C in 2 m Bodenhöhe, der Versuchswirtschaft Groß Enzersdorf, 2017. Blaue Striche markieren die Saattermine. Quelle: Department für Nutzpflanzenwissenschaften BOKU (https://dnw-web.boku.ac.at/dnw/wetter_form_pys.php) [Zugriff: 28.11.2018]

Abb. 13 zeigt dass die Lufttemperatur zum Zeitpunkt des ersten Saattermines am 23. März 2017 bei 7 ° Celsius lag. Nachfolgend kam es zu einem Temperaturanstieg. Hervorzuheben ist der 3. Saattermin, am 20. April 2017. Die Lufttemperatur betrug nur 6 °Celsius, es kam zu Schwankungen und am Saattermin 28. April 2017, gab es wieder 6 °Celsius.

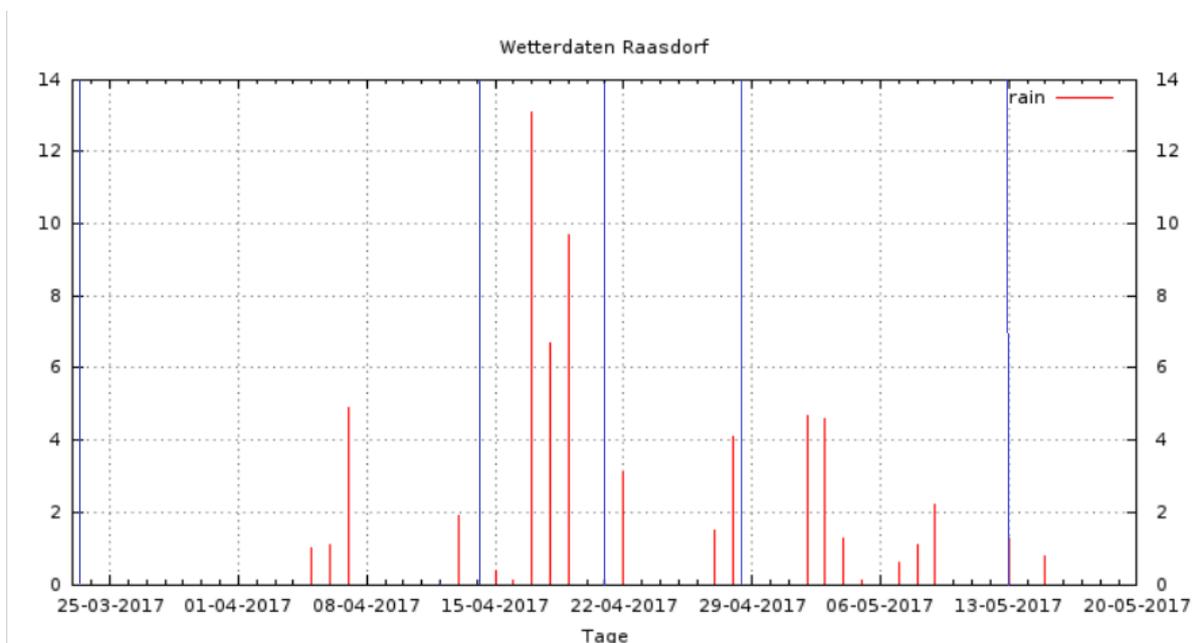


Abbildung. 14: Niederschlag an der Versuchswirtschaft Groß Enzersdorf 2017. Blaue Striche markieren die Saattermine. Quelle: Department für Nutzpflanzenwissenschaften BOKU (https://dnw-web.boku.ac.at/dnw/wetter_form_pys.php) [Zugriff: 28.11.2018]

Aus Abb. 14 ist der Niederschlag an den unterschiedlichen Saatterminen für den Zeitstufenversuch zu erkennen. Beim ersten Termin am, 23. März 2017 gab es 16 Tage nach der Aussaat keinen Niederschlag, dies führte zu den höchsten Ausfallsraten. Ab den Termin am 13. April gab es hohe Niederschlagsmengen.

4.2 Tausendkorngewicht (TKG) und Keimfähigkeit (KF) des Saatgutes

Das TKG der Kichererbse liegt beim Kabuli Typen zwischen 115,7 und 537,4 g; bei den Desi Typen bei 114.6 bis 332.4 g (WANG et al 2017).

Ein sehr hohes TKG weisen bei den Kabuli Typen die Sorte Reale mit 487,03 g, die Sorte Gaydos mit 506,66 und die Sorte ohne Namensbezeichnung mit 546,23 g auf. Bei den Desi Typen ergab nur die Sorte Irenka mit 211,53 g ein hohes TKG.

Die Keimfähigkeit bei den Sorten Oguc, Budjate, Triumph und Taleanne wurde mit 80% angenommen. Dies war notwendig, da durch die verspätete Saatgutlieferung keine Keimfähigkeitsprüfung vor der Saat mehr möglich war. Generell wiesen die Sorten eine eher geringe Keimfähigkeit auf. Den höchsten Wert erzielte die Desi Sorte 2 (Bori), mit 90% Keimfähigkeit. Den niedrigsten Wert ergab die Sorte 23 (ohne Namensbezeichnung) mit nur 50 % Keimfähigkeit auf.

Der Mittelwert der Keimfähigkeit aus allen Sorten lag bei 71 %.

Tabelle 10: Keimfähigkeit [%] bei ausgewählten Sorten; Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Sorten in einer Spalte sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

Sorte und Variante		MW %		Sorte und Variante		MW %	
Irenka	1	75	C	Budjate	11	80	B
Bori	2	90	A	Triumph	12	80	B
Gaydos	3	87	B	Taleanne	13	80	B
Amit	4	51	E	Golden Dragon	20	70	C
Burnas	5	64	D	Benito	21	70	C
Rodin	6	50	E	Ebony	22	85	B
Reale	7	79	C	Ohne Namen	23	50	E
Sulatano	8	57	E	Gutscher	24	69	D
Pascia	9	73	C	Corinna	25	60	D
Oguc	10	80	B				

Zur Bestimmung des Saatgutbedarfes für den Feldversuch wurde zunächst die Keimfähigkeit ermittelt. Aus dem Ergebnis und dem TKG wurde die Saatmenge pro Parzelle errechnet.

Berechnung: Saatstärke kf.K /m²*TKG / (Keimfähigkeit)*10) *10 = kg/ha

Tabelle 11: TKG [g], KF und Saatgutbedarf/Parzelle der gewählten Kichererbsensorten; Sortenversuch 2017

Sorte	Variante	kfK/m ²	Mittelwert TKG	Mittelwert KF	Saatstärke kg /ha
Irenka	1	60	211,53	75	169,2
Bori	2	60	133,96	90	89,3
Gaydos	3	60	506,66	87	349,4
Amit	4	60	312,03	51	367,1
Burnas	5	60	336,96	64	315,9
Rodin	6	60	314,23	50	377,1
Reale	7	60	487,03	79	369,9
Sulatano	8	60	284,1	57	299,1
Pascia	9	60	436,73	73	359,0
Oguc	10	60	396,6	80	297,5
Budjate	11	60	328,1	80	246,1
Triumph	12	60	368,97	80	276,7
Taelanne	13	60	248,6	80	186,5
Golden Dragon	20	60	147,93	70	126,8
Benito	21	50	422,66	70	301,9
Ebony	22	60	174,96	85	123,5
Ohne Namen	23	60	546,23	50	655,5
Gutscher	24	60	389,06	69	338,3
Corinna	25	60	283,23	60	283,2

Die Tab. 11 zeigt das TKG und die KF für den Saatstärkenversuch. Die Daten wurden dabei vom Sortenversuch übernommen und dem entsprechenden Saatgutbedarf pro Parzelle angepasst.

Tabelle 12: TKG [g], KF und Saatgutbedarf/Parzelle in kg/ha; Kichererbsensorten im Saatstärkenversuch 2017

Sorte	Variante	kfK/m ²	Mittelwert TKG	Mittelwert KF	Saatstärke kg /ha
Irenka	ST 1	40	211,53	75	112,8
Irenka	ST 2	60	211,53	75	169,2
Irenka	ST 3	80	211,53	75	225,6
Irenka	ST 4	100	211,53	75	282,0
Irenka	ST 5	120	211,53	75	338,4
Gaydos	ST 10	40	506,66	87	232,9
Gaydos	ST 20	60	506,66	87	349,4
Gaydos	ST 30	80	506,66	87	465,9
Gaydos	ST 40	100	506,66	87	582,4
Gaydos	ST 50	120	506,66	87	698,8

Tab. 12 zeigt den Saatgutbedarf für den Saatstärkeversuch. Die Berechnung erfolge wie beim Sortenversuch.

Beim Zeitstufenversuch wurde die Sorte Irenka (Desi Typ) und die Sorte Gaydos (Kabuli Typ), jeweils mit der Saatstärke vom 100 Korn je Parzelle gesät.

4.3 Sortenversuch

4.3.1 Einfluss der Sorte auf den Feldaufgang

Der Feldaufgang war bei allen Sorten einheitlich hoch. Im späteren Vegetationsverlauf kam es bei einigen Plots zu Fehlstellen. Die Ursache ist auf den Wildverbiss zurückzuführen. Bei der händischen Ernte wurden diese Fehlstellen nicht mit einbezogen, dadurch kam es zu keiner Verfälschung der Ergebnisse.

Aus Abb. 15 ist zu erkennen, dass sich die Sorten stark im Feldaufgang unterscheiden. Bei den Plots die mit Wiederholung angebaut wurden, ergaben den höchsten Feldaufgang die Sorte Irenka mit 68 Pflanzen pro m², die Sorte Reale mit 69 Pflanzen pro m² und die Sorte Pascia mit 62 Pflanzen pro Quadratmeter. Diese Sorten weisen mehr als 60 Pflanzen pro m², bei 60 angebauten keimfähigen Körnern pro m² auf. Dies lässt sich mit der angenommenen verminderten Keimfähigkeit der Pflanzen erklären. Irenka mit 75%, Reale mit 79% und Pascia mit 73%. Das Ergebnis zeigt, dass die KF zu gering berechnet wurde. Den geringsten Feldaufgang ergaben die Sorten Bori mit 38 Pflanzen pro m² und Burnas mit 30 Pflanzen pro m², bei 60 angebauten keimfähigen

Körnern pro m².

Bei den Sorten, die ohne Wiederholung angebaut wurden (20 bis 25), zeigten drei Sorten einen Feldaufgang von 60 Pflanzen pro m², die Sorte golden Dragon, Ebony und Gutscher. Den höchsten Feldaufgang erzielte die Sorte Corinna mit 70 Pflanzen pro m². Auch hier wurde die KF zu gering eingeschätzt (60%). Die Sorte ohne Namen zeigte einen schwachen Feldaufgang mit nur 30 Pflanzen pro m².

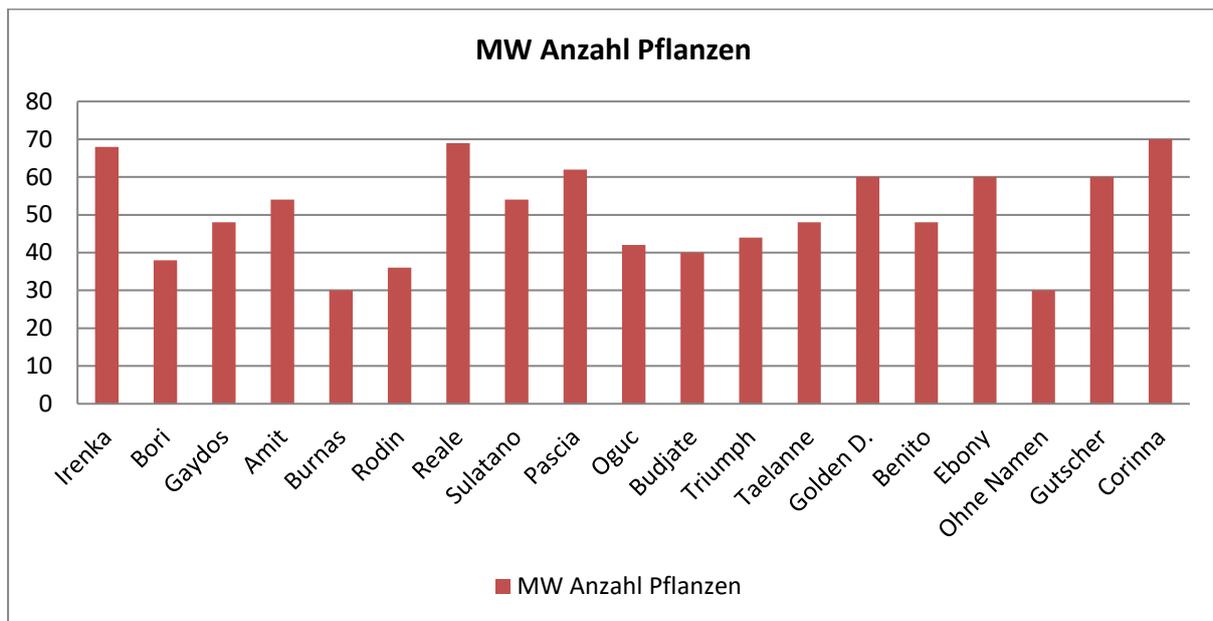


Abbildung15: Pflanzenanzahl/Sorte bei Feldaufgang/m² im Sortenversuch; Standort Großenzersdorf; Universität für Bodenkultur, Wien, Bonitierung Juni 2017;

Die statistische Berechnung ergab wie erwartet einen signifikanten Einfluss der Sorte auf den Feldaufgang (ANOVA: F= 33,662; P<0,001).

4.3.2 Bodenbedeckung und Wuchstyp

Eine schnelle und gute Bodendeckung ist für die Unkrautunterdrückung wichtig. Vom Auflaufen der Pflanzen bis zur Bonitur, zur Einschätzung der Bodendeckung, lagen 23 Tage. Am 20. 06. 2018 wurden die Wuchstypen in Anlehnung an ICRISAT, ICARDA und IBPGR (Abbildung 16) zugeordnet. Die Skala erstreckt sich von eins bis fünf.

Eins steht für einen aufrechten Wuchs; 0 - 15° von vertikaler Position

Zwei für einen aufrechten Wuchs bei gleichzeitiger Verzweigung; 16 - 25° von vertikaler Position

Drei für eine mittlere Verzweigung bei beginnender Lagerneigung; 26 - 60° von vertikaler Position

Vier für starke Verzweigung bei beginnender Lagerneigung; 61 - 80° von vertikaler Position

Fünf für starke Lagerneigung; Zweige liegen am Boden auf

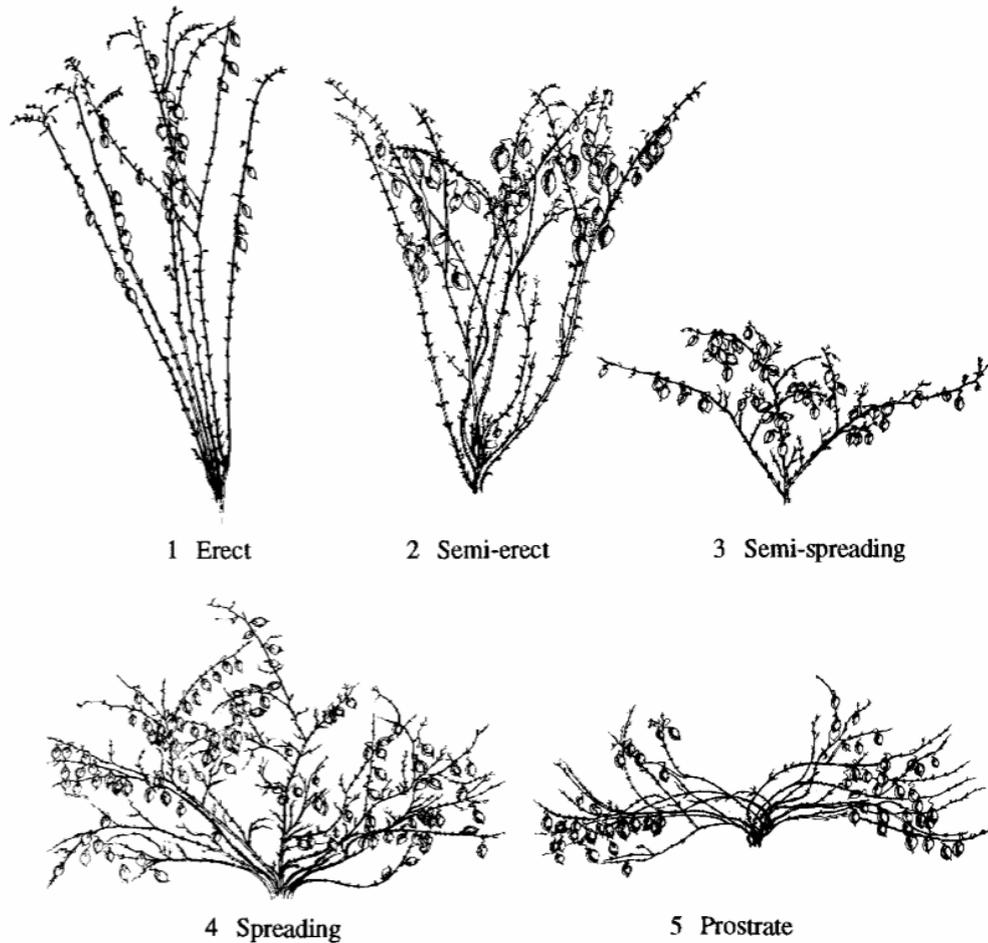


Abbildung. 16: Zuordnung der Lagerneigung bei den unterschiedlichen Wuchstypen bei Kichererbse. (Quelle: IBPGR,ICRISAT and ICARDA: Descriptors for Chickpea)

Tab. 13 stellt das Boniturergebnis der Bodendeckung den Wuchstypen gegenüber. An zwei Terminen wurde bonitiert, zur Vollblüte und zur beginnenden Abreife. Das Ergebnis wird anhand einer Skala von 1 bis 5 dargestellt. Wobei 1 einen geringen Bodendeckungsgrad und 5 einen hohen darstellt.

Tabelle 13: Bodendeckungsgrad (BDG) zum Ende der Vollblüte und bei der Fruchtbildung und Samenenfüllung

Nr.	Sorte	BDG Bonitur 20.06.2017 Vollblüte	BDG Bonitur 30.06.2017 Frucht- und Samenfüllung	Wuchstyp
1	Irenka	1,6	1,6	Aufrecht
2	Bori	1,6	1,3	Halb aufrecht
3	Gaydos	3,6	2,6	Halb Verzweigt
4	Amit	3	2	Verzweigt
5	Burnas	3,6	2,3	Halb Verzweigt
6	Rodin	3,3	2,3	Halb Verzweigt
7	Reale	5	3,3	Verzweigt
8	Sulatano	4,3	3,3	Verzweigt
9	Pascia	4	3,3	Halb Verzweigt
10	Oguc	4,3	3,3	Lagernd
11	Budjate	4	2,6	Lagernd
12	Taelanne	4	3	Verzweigt
13	Triumph	5	4	Verzweigt
20	Golden Dragon	5	4	Verzweigt
21	Benito	3	3	Halb Verzweigt
22	Ebony	5	4	Verzweigt
23	Ohne Namen	4	3	Lagernd
24	Gutscher	3	3	Verzweigt
25	Corinna	4	4	Halb Verzweigt

Wie in Tab. 13 ersichtlich und erwartet besteht ein Zusammenhang zwischen Wuchstyp und dem Bodendeckungsgrad.

Die Regressionsanalyse zeigt ein R^2 von 0,42, das zeigt, dass ein 42 %iger Zusammenhang besteht, dass der Wuchstyp die Bodendeckung beeinflusst.

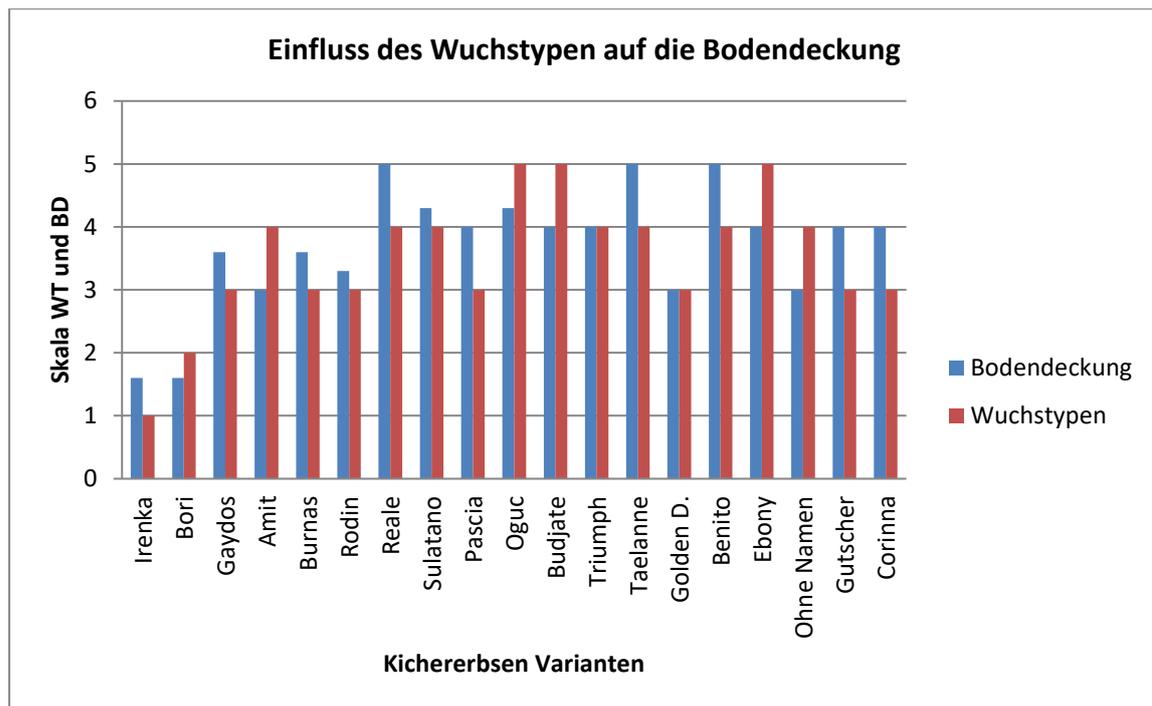


Abbildung. 17: Einfluss des Wuchstypen auf die Bodendeckung, Sortenversuch Großenzersdorf, Universität für Bodenkultur, Wien, Auswertung Juli 2017;

Abb, 17 zeigt diese Abhängigkeit graphisch. Hervorzuheben ist, dass die Sorte Pascia trotz des Wuchstypen halb verzweigt (3) eine hohe Bodendeckung aufwies. Ähnliches wurde auch bei den Sorten Gutscher und Corinna festgestellt. Die drei als lagernd (5) einzustufenden Wuchstypen, Oguc, Budjate und Ebony wiesen eine geringere Bodendeckung als Wuchstyp Verzweigt (4) auf. Wie zu erwarten, erzielten die aufrechte Sorten Irenka und die halbaufrechte Sorte Bori auch keine hohe Bodendeckung.

Generell ist ein Wuchstyp mit guter Bodendeckung, der aber nicht zur Lagerung neigt, zu bevorzugen.

Boniturtermin 10.06.2017 Sorte Taelanne	Boniturtermin: 20.06.2017	Boniturtermin:3 0.06.2017	Boniturtermin: 05.07.2017	Boniturtermin: 09.07.2017
				
Sorte Irenka				
				

Abbildung.18: Wachstumsverlauf, Bestandsschluss und Abreife bei zwei Kichererbsentypen mit verschiedenem Wuchstyp; Sortenversuch Großenzersdorf Universität für Bodenkultur, Wien, Bonitierung Juli 2017;

Aus Abb. 18 ist die Bodendeckung, bei verschiedenen Wuchstypen, an 5 Boniturzeiträumen ersichtlich. Die Sorte Taelanne, entspricht dem Wuchstyp 4 (Verzweigt) und die Sorte Irenka dem Wuchstyp 1 (Aufrecht). Deutlich zu erkennen ist, dass bei der verzweigten Sorte schon am 20.06.2017 ein hoher Bodendeckungsgrad gegeben war. Die aufrechte Sorte erreichte die gesamte Vegetationsperiode keinen Reihenschluss. Dies war bei der mechanischen Unkrautbekämpfung von Vorteil.

4.3.3 Einfluss der Sorte auf die Wuchshöhe

Die Pflanzenlänge hat erwartungsgemäß Einfluss auf die Erntetechnik. Höherwüchsige Pflanzen brauchen nicht so tief geschnitten werden, dies führt auch einer geringeren Verschmutzung des Erntegutes. Die mittlere Wuchshöhe lag am 07.06. 2017 bei 27,3 cm und am 14. 06. 2017 bei 34,5 cm.

Die höchste Pflanzenlänge wurde bei der Sorte Irenka, mit einer Höhe von 31,6 cm (07. 06. 2017) auf 42,3 cm (14. 06. 2017) gemessen. Auch die Sorte Taelanne, mit einer Höhe von 32,6 cm (07. 06. 2017) und 41,3 cm (14. 06. 2017) ergab einen starken Längenzuwachs. Die

geringste Wuchshöhe wies, bei den angeführten Bonitierungsterminen, die Sorte Bori mit einer Wuchshöhe von 17,6 cm (07. 06. 2017) und 22 cm (14. 06. 2017) auf. Die übrigen Sorten erzielten Wuchshöhen um den Bereich des Mittelwertes.

Bei den Sorten, die ohne Wiederholung angebaut wurden, wies die Sorte Gutscher die höchste Wuchshöhe mit 28 cm (07. 06. 2017) und mit 40 cm (14. 06. 2017) auf.

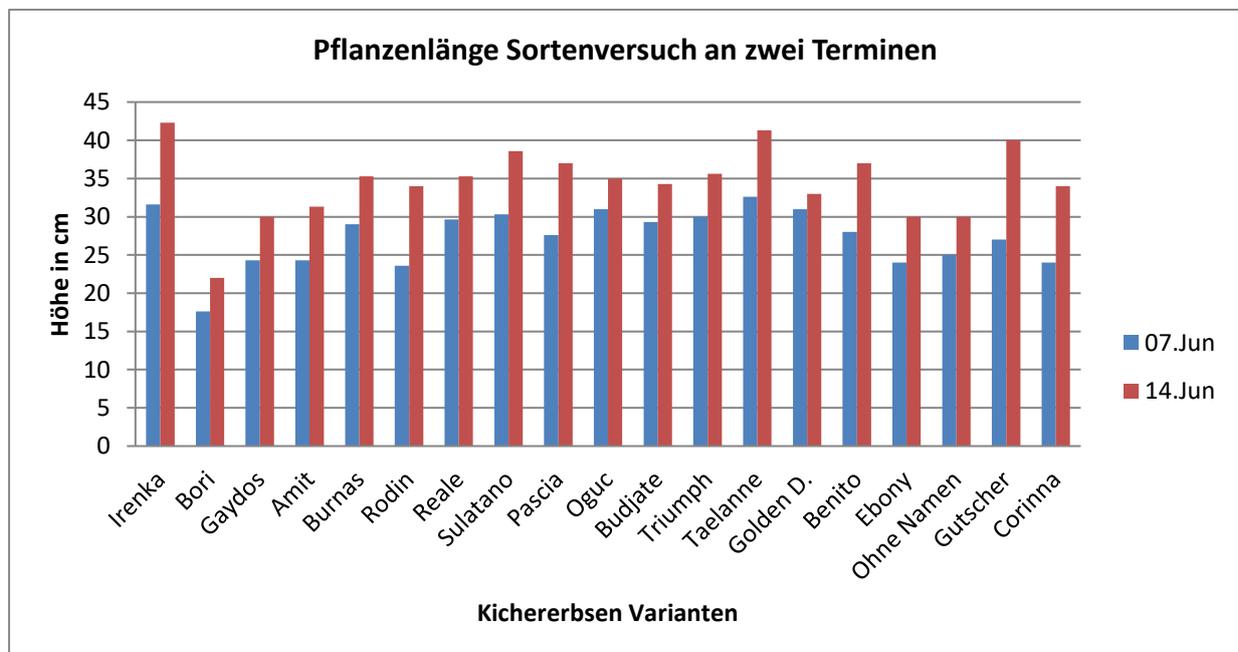


Abbildung 19: Pflanzenlänge in cm zu den Terminen; 07. 06. 2017 und 14. 06. 2017; Sortenversuch Standort Großenzersdorf, Universität für Bodenkultur, Wien, Bonitur Juni 2017;

4.3.4 Einfluss der Sorte auf die Anzahl der Hülsen und Körner pro Pflanze

Bedeutende Ertragskomponenten sind neben dem TKG die Hülsenzahl pro Pflanze, die Kornzahl pro Pflanze und die Kornzahl pro Hülse. Es ergaben sich Unterschiede bei den jeweiligen Typen. Der Desi Typ wies im Durchschnitt eine Kornzahl von 1,7 Körnern pro Hülse auf. Während die Kabuli Typen im Durchschnitt nur eine Kornzahl von 1,0 Korn pro Hülse aufwiesen. Ein hohe Kornzahl pro Pflanze ergab die Sorte Bori, ein Desi Typ mit 15,2 Hülsen pro Pflanze und einer Kornzahl von 24. Die Sorte Burnas wies 14,3 Hülsen pro Pflanze und wies dem Kabuli Typ entsprechend 14,5 Körnern pro Pflanze auf. Die Sorte Rodin ergab 18,2 Hülsen pro Pflanze die höchste Hülsenzahl und hatte 17,1 Körner pro Pflanze. Diese Sorte wies auch die meisten leeren Hülsen pro Pflanze auf. Die geringste Kornzahl pro Pflanze wiesen die Sorte Reale mit 3,4 Körnern pro Pflanze und die Sorte Pascia mit 3,7 Körnern pro Pflanze auf. Bei den Sorten ohne Wiederholung ergab die Sorte des Desi Typs, Golden Dragon mit 17 Körnern pro Pflanze und die Sorte Benito mit 11,8 Körnern pro Pflanze die höchste Kornzahl pro Pflanze.

Tabelle 14: Effekt der Sorte auf die Hülsenzahl pro Pflanze, Körnerzahl pro Pflanze und Kornzahl pro Hülse; Zahlen mit gleichem Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant; Sorten die ohne Wiederholung angebaut wurden, wurden nicht statistisch verrechnet.

Nr	Sortenname	Hülsen/ Pflanze	leere Hülsen/ Pflanze	Anzahl Körner/ Pflanze	Kornzahl/ volle Hülse	Typ
1	Irenka	6,1 ^a	0,6 ^a	8,1 ^{bc}	1,4	Desi
2	Bori	15,2 ^b	0,5 ^a	24,0 ^e	1,6	Desi
3	Gaydos	5,7 ^a	0,9 ^b	4,9 ^{ab}	1,0	Kabuli
4	Amit	8,4 ^a	0,3 ^a	8,5 ^c	1,0	Kabuli
5	Burnas	14,3 ^b	1,0 ^b	14,5 ^d	1,1	Kabuli
6	Rodin	18,2 ^c	1,2 ^c	17,1 ^d	1,0	Kabuli
7	Reale	3,6 ^a	0,4 ^a	3,4 ^a	1,0	Kabuli
8	Sulatano	7,2 ^a	0,3 ^a	7,5 ^{abc}	1,0	Kabuli
9	Pascia	4,0 ^a	0,3 ^a	3,7 ^a	1,0	Kabuli
10	Oguc	6,2 ^a	0,4 ^a	5,9 ^{abc}	1,0	Kabuli
11	Budjate	7,9 ^a	0,5 ^a	7,2 ^{abc}	1,0	Kabuli
12	Taelanne	6,4 ^a	0,3 ^a	6,1 ^{abc}	1,0	Kabuli
13	Triumph	9,9 ^a	0,6 ^a	9,5 ^c	1,0	Kabuli
20	Golden Dragon	9,8	0,3	17,0	1,6	Desi
21	Benito	11,9	0,4	11,8	1,0	Kabuli
22	Ebony	7,2	0,4	10,9	1,6	Desi
23	Ohne Namen	6,5	0,3	7,0	1,0	Kabuli
24	Gutscher	5,0	0,2	5,7	1,0	Kabuli
25	Corinna	4,2	0,3	5,8	1,5	Desi
Statistische Auswertung						
Faktor Sorten	F-Wert	59,616	30,054	44,143	10,80 (Welch Test)	
	P-Wert	<0,001 **	<0,001 **	<0,001 **	<0,001 **	
FaktorTy p	F-Wert	6,718	24,952 (Welch Test)	10,402	39,172	
	P-Wert	=0,39 n.s.	=0,493 n.s.	<0,001 **	<0,001 **	

Statistisch ergab die Sorte einen hoch signifikanten Einfluss (F-Wert: 59,616; $P < 0,001$) auf die Hülsenzahl pro Pflanze sowie auf die Körnerzahl pro Pflanze (F-Wert: 44,143; $P < 0,001$). Auch bei der Anzahl der leeren Hülsen (F-Wert: 30,054; $P < 0,001$) und der Kornzahl pro Hülse kam es zu Sortenunterschieden (F-Wert: 10,80; $P < 0,001$; die Berechnung erfolgte mit dem Welch Test, da keine Varianzhomogenität gegeben war). Der Wuchstyp hat keinen Einfluss auf die Anzahl der Hülsen mit Körnern (F-Wert: 6,718; $P = 0,39$) und der leeren Hülsen (F-Wert: 24,952; $P = 0,493$; die Berechnung erfolgte mit dem Welch Test, da keine Varianzhomogenität gegeben war). Bei der Anzahl der Körner pro Hülse (F-Wert: 39,172; $p < 0,001$) und Körner pro Pflanze (F-Wert: 10,402; $p < 0,001$) war der Einfluss wie erwartet

hochsignifikant. Die Pflanzen vom Desi Typ ergaben kleinere Körner und wiesen eine typbedingte höhere Kornzahl pro Hülse auf.

4.3.5 Einfluss der Sorte auf den Wachstumsverlauf und den Blühbeginn

Vom Auflaufen bis zum BBCH Stadium 50 (erscheinen der Blütenanlagen) wuchsen die Sorten beinahe homogen. Unterschiede ergaben sich im Grad der Verzweigung, je nach Wuchstyp und der Wuchshöhe. Tabelle 17 zeigt den Entwicklungsverlauf ab dem Sichtbarwerden der Blühanlagen.

Zum Boniturzeitpunkt 07. 06. 2017 befanden sich die Kichererbsenpflanzen aller Sorten bis auf 2 (Bori), 4 (Amit), 13 (Triumph), 21 (Benito), 23 (ohne Name) und 25 (Corinna) bereits im Makrostadium 6 (= Blüte). Die späteste Differenzierung ergab zu diesem Termin die Sorte Bori, die ersten Blütenknospen wurden im BBCH Stadium 52 sichtbar. Den weitesten Entwicklungsverlauf wies die Sorte 11 (Budjate) zu diesem Zeitpunkt mit BBCH Stadium 67 (= abgehende Blüte) auf. Diese Sorte zeigte auch beim Boniturtermin 14. 06. 2017 den weitesten Entwicklungszustand auf: Sie befand sich im Stadium 78 (= 80 % der Hülsen haben endgültige Länge erreicht). Zum selben Zeitpunkt befanden sich 50 % der Pflanzen im Makrostadium 6 (= Blüte). Die Sorten 2 (Bori) und 23 (ohne Namen) befanden sich bereits im Makrostadium 7 (= Frucht- und Samenentwicklung), 7 Tage zurückliegend wies sie noch das Makrostadium 5 (= Entwicklung der Blühanlagen) auf. Im weiteren Verlauf entwickelten sich diese Sorten mit normaler Geschwindigkeit weiter. Ursache dieses Verhaltens war die hohe Sensibilität der Sorte gegenüber der starken Hitze und der lang dauernden Trockenperiode, die sich auf die Pflanzen besonders auswirkte. Zum selben Zeitpunkt kam es zur Anlage der Samenanlagen bei den Sorten: 10 (Oguc), 11 (Budjate), 12 (Taelanne) und 20 (Golden Dragon). Das Stadium 6 und damit den Blühbeginn wiesen noch folgende Sorten auf: 13 (Triumph), 21 (Benito) und 25 (Corinna).

Zum Boniturtermin 21. 06. 2017 befanden sich fast alle Sorten im Makrostadium 7. Ausreißer waren die Sorte 24 (Gutscher), die sich noch in BBCH Stadium 66 (= 60 % der Blüten offen) befand, und die Sorte 11 (Budjate,) die den vorliegenden Trend fortsetzte und sich am schnellsten entwickelte. Sie befand sich zu diesem Termin bereits in BBCH Stadium 81 (= Beginn der Reife: 10 % der Hülsen sind reif). Am Boniturtermin 30. 06. 2017 befanden sich alle Sorten im Stadium der Abreife. Mit nur 20% reifer Hülsen waren die Sorten 2 (Bori), 5 (Burnas), 10 (Oguc), 24 (Gutscher) und 25 (Corinna) am wenigsten weit entwickelt. Fast vollständig abgereift waren die Sorten 12 (Taelanne), 20 (Golden Dragon), 22 (Ebony) und 23 (ohne Namen). Abb. 20 zeigt den Wachstumsverlauf graphisch.

Tabelle 15: Blühbeginn – grün markiert, Zeitpunkt der Hülsenbildung - rot markiert , Beginn der Abreife – violett markiert Sortenversuch Großenzersdorf, Universität für Bodenkultur, Wien, Boniturtermine April-Juli 2017;

Nr.	Sortenname	Boniturtermin 7. Jun	Boniturtermin 14. Jun	Boniturtermin 21. Jun	Boniturtermin 30. Jun
		BBCH Stadium	BBCH Stadium	BBCH Stadium	BBCH Stadium
1	Irenka	62	63	74	83
2	Bori	52	72	75	82
3	Gaydos	63	62	74	85
4	Amit	55	63	73	84
5	Burnas	60	62	74	82
6	Rodin	60	62	76	83
7	Reale	60	63	75	85
8	Sulatano	60	64	74	85
9	Pascia	65	66	73	84
10	Oguc	66	73	75	82
11	Budjate	67	78	81	86
12	Taelanne	63	72	75	88
13	Triumph	55	62	72	85
20	Golden Dragon	66	75	76	88
21	Benito	55	63	78	85
22	Ebony	66	68	74	89
23	Ohne Namen	55	73	75	88
24	Gutscher	62	64	66	82
25	Corinna	55	62	76	82

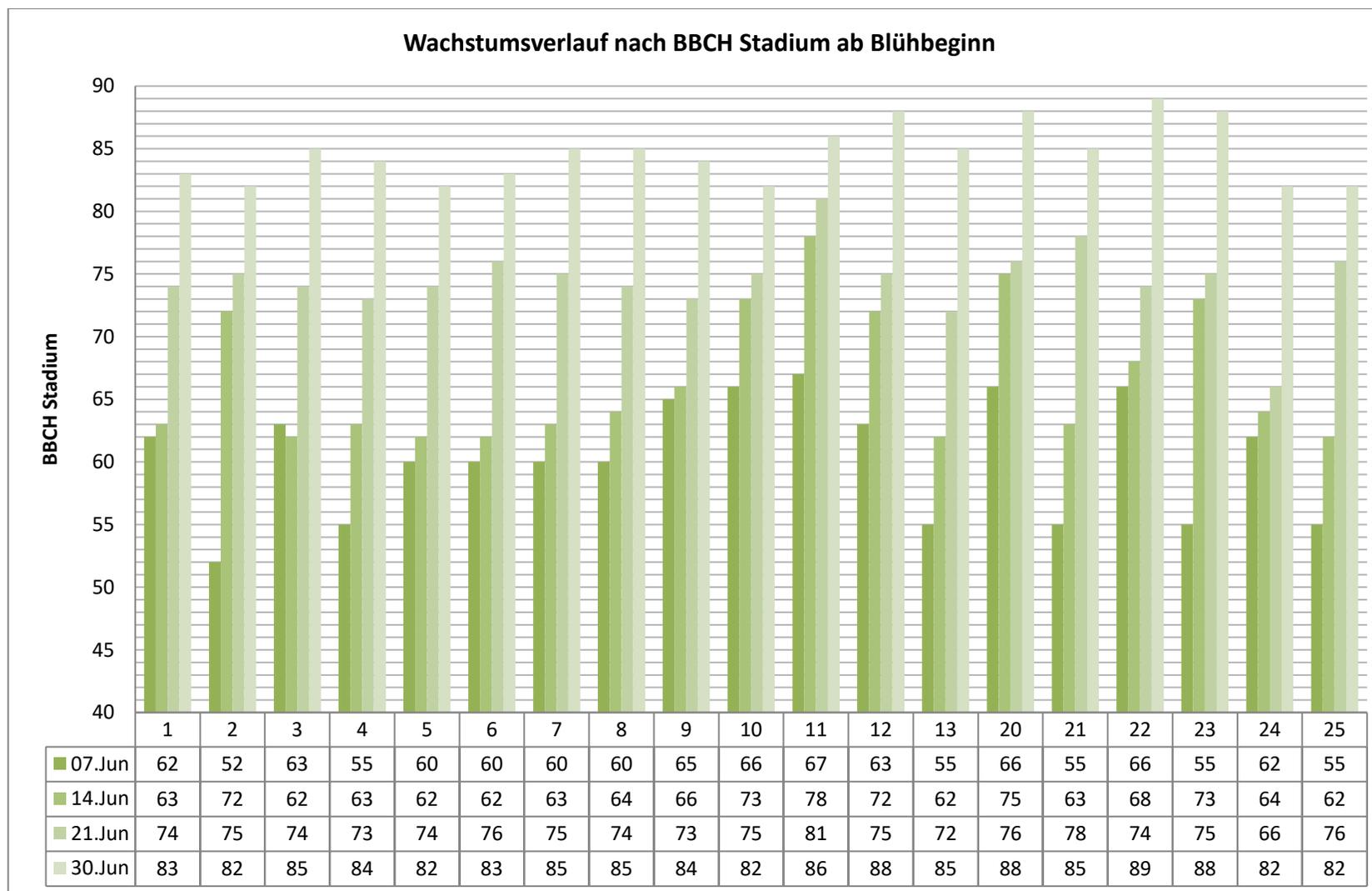


Abbildung 20: Wachstumsverlauf zugeordnet nach BBCH Stadium; Sortenversuch Standort Großenzersdorf Universität für Bodenkultur, Wien, Boniturtermine April-Juli 2017;

4.4. Zeitstufenversuch

4.4.1. Einfluss des Saatzeitpunktes auf den Wachstumsverlauf

Bei dem braunen Kichererbsentyp Desi war der Entwicklungsverlauf der Pflanzen homogen. Die Saattermine 13. April und 20. April ergaben hinsichtlich des Entwicklungsverlaufes, der BBCH Stufen, kaum Unterschiede. Bei der Bonitur am 9. Juni befanden sich die Pflanzen der ersten drei Saattermine bereits im Blühstadium.

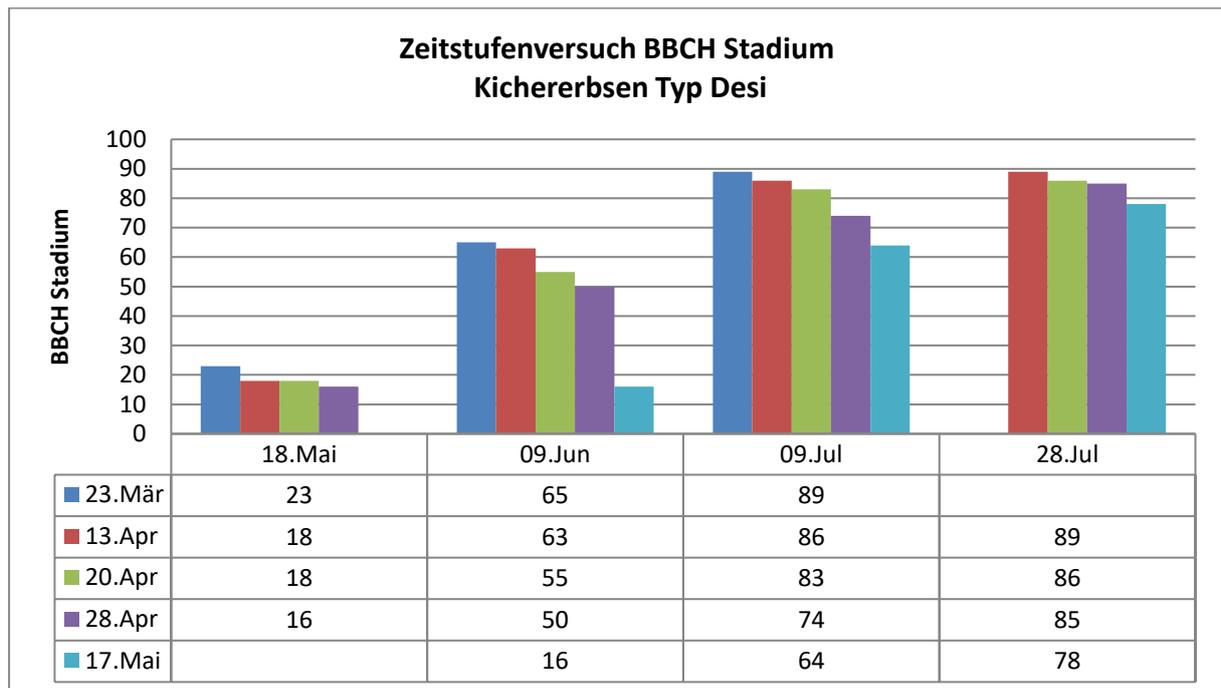


Abbildung 21: Zeitpunkt der Erreichung ausgewählter BBCH Stadium Zeitstufenversuch Kichererbsen; Sorte Irenka, Typ Desi, Bioforschung Austria, Wien, Auswertung Juli 2017

Die weiße Kichererbse hat sich beim Anbautermin am 28. April ähnlich verhalten. Die Pflanzen wiesen am Boniturzeitpunkt 18. Mai ein geringeres Wachstum als die Pflanzen an den beiden vorangegangenen Anbauterminen auf. Hervorzuheben ist, dass die Kichererbsen die am 20. April angebaut wurden, schon erste Verzweigungen zeigten, genauso wie die am 13. April angebauten Pflanzen befanden sie sich im BBCH Stadium 18 (= Laubblatt am 8. Nodium entfaltet). An den späteren Boniturterminen war die Pflanzenentwicklung erwartungsgemäß gleich.

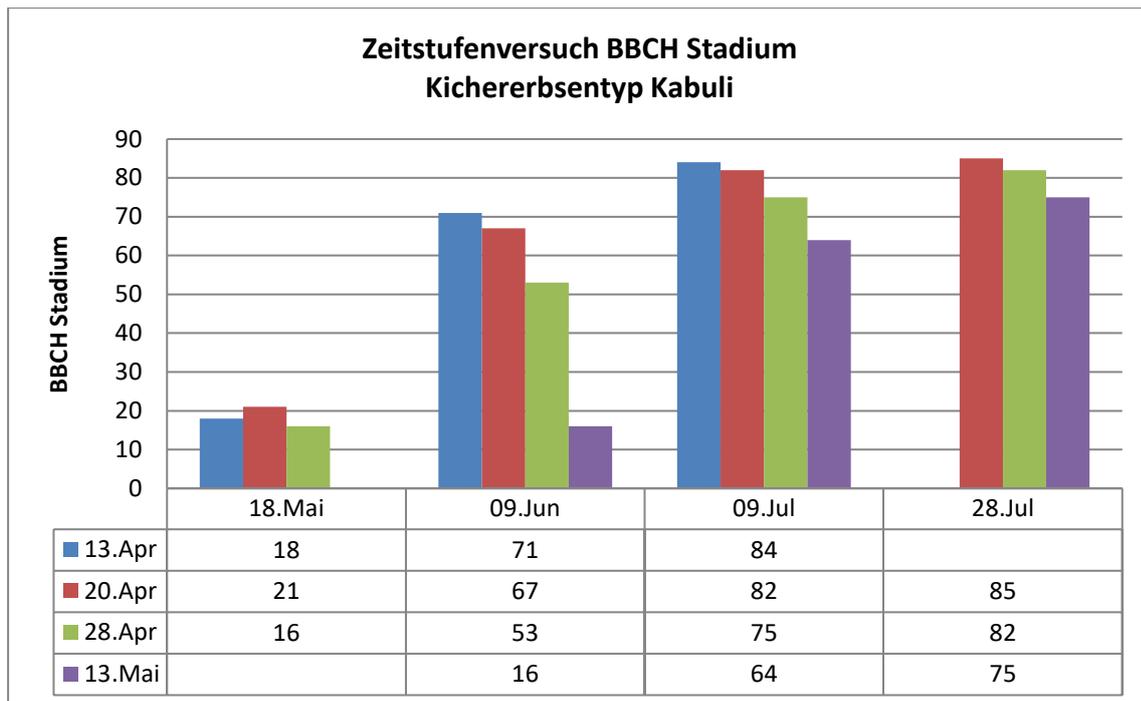


Abbildung 22: Zeitpunkt der Erreichung spezieller BBCH Stadium Zeitstufenversuch Kichererbsen; Sorte Gutscher, Typ Kabuli, Bioforschung Austria, Wien, Auswertung Juli 2017

Die Abb. 22 zeigt deutlich, dass sich die weiße Sorte bereits in einem fortgeschrittenen Stadium befand. Die Pflanzen des Anbauermes vom 13. April und vom 20. April 2017 befanden sich bereits im Stadion der Kornfüllung, während bei der braunen Sorte dies nur beim Saattermin am 23. März der Fall war. Auffallend war beim ersten Anbauermin auch die starke Verzweigung des braunen Desi Typs.



Abbildung. 23: BBCH Stadium Zeitstufenversuch Kichererbsen; links Sorte Irenka Typ Desi, rechts Sorte Gutscher Typ Kabuli Bioforschung Austria, Wien, Auswertung Juli 2017;

Abb. 23 zeigt die Pflanzen zum Boniturzeitpunkt 9. Juni 2017. Auf der linken Seite befindet sich die braune Desi Typ, auf der rechten Seite der weiße Kabuli Typ. Der Sätermin ist von der linken Seite des Bildes absteigend.

4.4.2 Einfluss des Saatzeitpunktes auf den Feldaufgang

Die braunen Kichererbsen der Sorte Irenka weisen einen aufrechten Wuchs auf, die weißen Kichererbsen der Sorte Gutscher einen verzweigten. Dadurch lassen sich auch die höhere Menge an Pflanzen bei der Ernte erklären. Beide Sortentypen verhalten sich je nach Anbauzeitpunkt ähnlich. Die höchsten Ausfälle gab es beim ersten Anbautermin am 23. März 2017 bei der braunen Kichererbse. Auch bei der weißen Sorte gab es beim ersten Saattermin am 13. April 2017 die höchsten Ausfälle. Im weiteren Wachstumsverlauf kam es nur mehr zu geringen Pflanzenausfällen. Die höchste Pflanzenzahl/Fläche wurde bei beiden Sorten zum Anbauzeitpunkt 26. April 2017 ermittelt. Danach nahm die Pflanzenzahl/Fläche wieder ab.

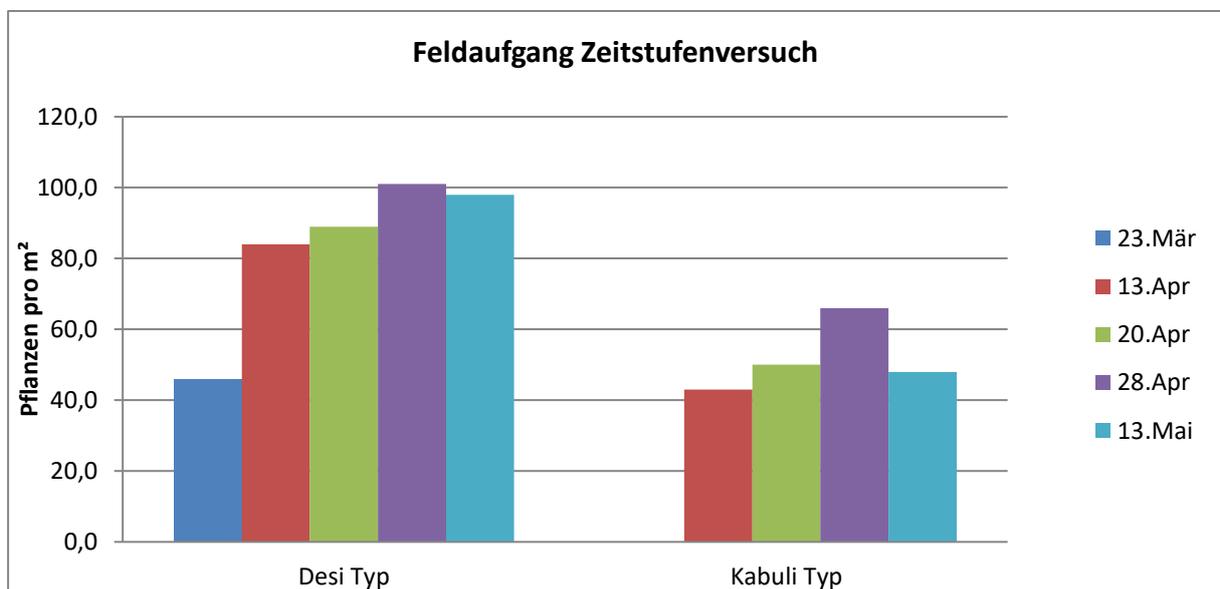


Abbildung. 24: Pflanzenanzahl/m²/Sorte bei Ernte/Parzelle bei weißen und braunen Kichererbsen nach verschiedenen Saatterminen. Sortenversuch Standort Bioforschung Austria, Wien, Auswertung Oktober 2017

4.4.3 Einfluss des Saatzeitpunktes auf die Hülsenanzahl pro Pflanze

Der Saattermin hat einen signifikanten Einfluss auf die Ertragskomponenten Anzahl Hülsen/Pflanze, Anzahl Körner/Pflanze und auf das TKG.

Die Anzahl der Hülsen pro Pflanze war bei beiden Kichererbsentypen am ersten (= früheren) Anbautermin am höchsten. Bei der weißen Kichererbse war der frühere Termin besonders günstig. Mit Durchschnittlich 11,1 Hülsen pro Pflanze und dementsprechend 10,5 Körner pro Pflanze wurden die höchsten Werte erzielt. Die hohe Korndichte ergab Auswirkungen auf das TKG. Mit 0,32 Gramm pro Korn war dies deutlich geringer als bei den späteren Saatterminen.

Die Daten der Ergebnisse waren nicht normalverteilt, deswegen wurde eine box cox

Transformation durchgeführt. Dies führte zu einer Normalverteilung der Parameter Korn pro Pflanze. Die Faktoren Hülsen pro Pflanze und TKG wurden mit einem nicht parametrischen Test verrechnet. Da ein Versuch mit Messwiederholungen vorlag, wurde dafür der Friedmann Test herangezogen.

Tabelle 16: Ertragskomponenten Hülsen/Pflanze und Körner/Pflanze Zeitstufenversuch, Differenzen zwischen Mittelwerten, die einen gemeinsamen Buchstaben aufweisen, sind statistisch nicht signifikant; Standort Bioforschung Austria, Auswertung Juni 2018

Genotyp	Anbaudatum	Anzahl Hülsen /Pflanze	Anzahl leere Hülse / Pflanze	Anzahl Körner / Pflanze	TKG in Gramm
Kichererbsentyp Kabuli	13.Apr	11,1 ^c	1,0 ^b	10,5 ^b	319 ^a
	20.Apr	3,0 ^a	0,5 ^a	2,7 ^a	410 ^b
	28.Apr	3,6 ^a	0,6 ^a	3,2 ^a	405 ^b
	13.Mai	4,8 ^b	2,3 ^c	3,0 ^a	358 ^a
	Saatzeitpunkt	F-Wert =1102,849 P<0,001 **	F-Wert=170,381 P<0,001 **	F-Wert=8,385 P=0,006 *	Chi Quadrat=8,379 P=0,039 *
Kichererbsentyp Desi	23.Mär	7,6 ^b	1,5 ^a	7,7 ^b	229 ^b
	13.Apr	4,5 ^a	1,8 ^a	3,9 ^a	232 ^b
	20.Apr	3,5 ^a	1,9 ^a	3,0 ^a	202 ^a
	28.Apr	2,9 ^a	1,6 ^a	2,7 ^a	216 ^a
	13.Mai	2,6 ^a	1,3 ^a	2,6 ^a	206 ^a
	Saatzeitpunkt	Chi Quadrat=7,703 P=0,001 *	F-Wert=2,504 P=0,109 n.s.	F-Wert= 4,274 P=0,028*	Chi Quadrat=9,863 P=0,043*
Gesamt					
	Sorte	F- Wert 1,564 P = 0,227 n.s	F-Wert 72,922 P < 0,001 **	F-Wert 4,302 P = 0,053 n.s	F-Wert 36,902 P < 0,001 **
	Saatzeitpunkt	F-Wert 14,268 P < 0,001 **	F-Wert 3,315 P = 0,034 *	F-Wert 10,976 P < 0,001 **	F-Wert 0,248 P = 0,907n.s
	Sorte*Saatzeitpunkt	F-Wert 4,678 P = 0,14 n.s	F-Wert 8,501 P < 0,001 **	F-Wert 1,719 P = 0,19 n.s	F-Wert 2,794 P = 0,07 *

Die Anzahl der Hülsen/Pflanze in Abhängigkeit des Anbauzeitpunktes unterschied sich statistisch nicht signifikant ($F = 10,965$, $p < .001$).

Bei der statistischen Auswertung zeigt sich beim unabhängigen Faktor Sorte, dass es keine Signifikanz bei den Hülsen pro Pflanze (F-Wert= 1,564; P= 0,227) und bei den Körnern pro Pflanze (F-Wert= 4,302; P=0,053) gab. Diese zwei abhängigen Variablen waren jedoch beim Faktor Saatzeitpunkt hoch signifikant. Das heißt dass die Sorte im Verhältnis zum Saatzeitpunkt keinen Einfluss auf die Hülsenzahl oder Körnerzahl hat, wohl aber der Saatzeitpunkt.

Werden diese Variablen unabhängig voneinander an auf den jeweiligen Genotyp bezogen, dann ergibt sich beim Kabuli Typ ein signifikanter Unterschied bei der Anzahl der Körner in

Abhängigkeit des Anbauzeitpunktes (F-Wert=8,385; P=0,006). Auch beim Desi Typ lassen sich signifikante Unterschiede je nach Sätermin feststellen (F-Wert= 4,274; P=0,028).

Hoch signifikant war die Anzahl der leeren Hülsen beim Kabuli Typ bezogen auf den Saatzeitpunkt (F-Wert=170,381; P<0,001). Beim Desi Typ traf dies nicht zu (F-Wert=2,504; P=0,109).

Für die Analyse, ob sich Genotyp und der Saatzeitpunkt beeinflussen, wurde keine Varianzgleichheit erfüllt. Deswegen wurde diese Analyse nicht durchgeführt. Zur Beurteilung dieser Parameter wurde eine Pearson Korrelation durchgeführt, mit dem Ergebnis – 0,189. Das Ergebnis zeigt, dass es nur einen schwachen Zusammenhang zwischen diesen Variablen gibt.

Des Weiteren zeigen die Ergebnisse, dass der Anbauzeitpunkt bei beiden Sorten einen Einfluss auf die Körner pro Hülse, die Hülsenzahl pro Pflanze und die Anzahl leerer Hülsen pro Pflanze hat. Hervorzuheben ist, dass das bei diesem Versuch im Gegensatz zu anderen Versuchen, beim Desi Typ eine relativ hohe Anzahl von leeren Hülsen bonitiert wurde.

4.5 Einfluss der Saatstärke

4.5.1 Einfluss der Saatstärke auf den Feldaufgang

Bei unterschiedlicher Saatstärke wurden statistisch signifikante Unterschiede im Feldaufgang festgestellt. Die braune Kichererbse verhielt sich wie erwartet, die Pflanzenzahl pro m² stieg mit zunehmender Saatstärke an. Die Pflanzenzahl/Fläche unterschied sich bei der Saatstärke 40 und 60 kf.K. /m² nicht signifikant und lag bei 47,3 auf 40 kf.K. /m² und 41 auf 58,7 kf.K. /m² Pflanzen pro m². Die Anzahl an aufgelaufenen Pflanzen stieg sprunghaft auf 88 Pflanzen bei einer Saatmenge von 80 kf.K. /m² an. Die Saatmengen von 100 und 120 kf.K. /m² unterschieden sich nicht signifikant, es kam nur zu einem leichten Anstieg. Die Differenz zwischen angebauter Menge an Körnern und aufgelaufenen Pflanzen/Fläche wurde durch die unterschiedliche Keimfähigkeit verursacht. Bei der aufrecht wüchsigen Sorte Desi stieg auch bei hohen Saatmengen die Zahl der aufgelaufenen Pflanzen noch an.

Dies traf nicht für die weiße Kichererbse zu. Der geringe Feldaufgang bei 100 keimfähigen Körner pro m² wurde nicht erwartet. Mit 32 Pflanzen pro m² unterschied er sich signifikant von den anderen Bestandsdichten (Tabelle 16). Die höchste Pflanzenzahl wurde bei der weißen Kichererbse bei einer Saatmenge von 60 keimfähigen Körner pro m² mit nachfolgend einer Pflanzenanzahl von 48,7 erreicht. Die Saatmenge von 80 und 120 kf.K/m² unterschieden sich in der Anzahl der aufgelaufenen Pflanzen nicht signifikant.

Tabelle 17: Pflanzenanzahl/m² bezogen auf Saatstärke; Standort Groß Enzersdorf; Universität für Bodenkultur, Bonitur Juni 2017

	Desi Typ Feldaufgang	Kabuli Typ Feldaufgang
40 kf.K./m ²	47,3	38
60 kf.K./m ²	58,7	48,7
80 kf.K./m ²	88	43,3
100 kf.K./m ²	95,3	32
120 kf.K./m ²	98,7	44,7

Durch den unterschiedlichen Wuchstyp der Sorten Irenka und Gaydos kam es auch zu unterschiedlicher Bestandsdichte.

Der Rückgang bei 80 kf.K. /m² und 100 kf.K. /m² lässt sich mit dem Wuchstyp erklären. Durch die Verdrängung schwächerer Pflanzen bei einem verzweigten Wuchs nahm die Pflanzenzahl, bis zu einer Anbaumenge von 120 kf.K. /m², stetig ab. Die unterschiedliche Saatstärke wird durch den Wettbewerbseffekt größtenteils ausgeglichen.

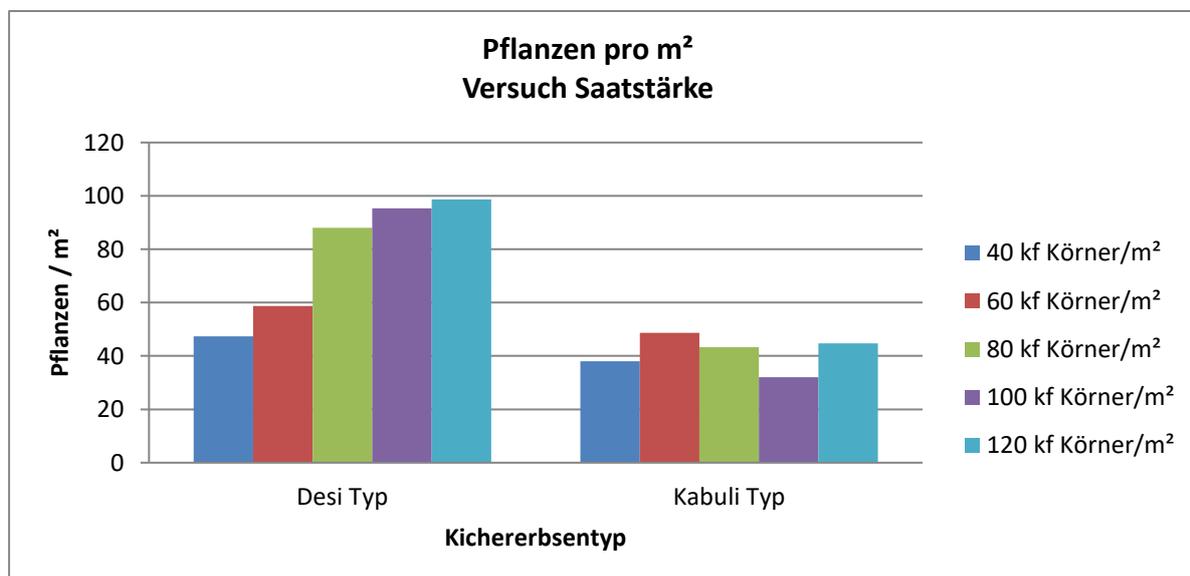


Abbildung 25 Pflanzenanzahl/m² bei unterschiedlicher Saatstärke; Standort Groß Enzersdorf Universität für Bodenkultur, Wien, Bonitur Juni 2017

Die braune Kichererbse wies bei einer Saatmenge von 40 und 80 keimfähigen Körnern pro m², eine höherer Pflanzenzahl/m² als die Saat-Kornzahl/m² auf. Dies war auf den höheren Feldaufgang als erwartet bei dieser Kornzahl zurück zu führen. Die höchsten Ausfälle bei diesem Typ, gab es bei der Anbaumenge von 120 keimfähigen Körner/m². Der Verdrängungseffekt durch die interspezifische Konkurrenz trat erst ab einer höheren Saattiefe auf. Teilweise war dies auf den aufrechten Wuchstyp der braunen Sorte Irenka

zurück zu führen.

Bei der weißen Kichererbse wies nur die Variante 40 keimfähige Körner/m² auch bei der Ernte eine Pflanzenanzahl von 38 Pflanzen/m² auf. Bei den übrigen Saatstärken gab es sehr hohe Ausfälle. Die weiße Kichererbsensorte ist eine vom Wuchstyp, die zur Lagerneigung tendiert. Sie begann sich schon im frühen Stadium zu verzweigen. Hervorzuheben ist, dass die Sorte mit 120 keimfähigen Körner/m² eine höhere Pflanzenzahl aufwies, obwohl die Pflanzenzahl/Fläche mit steigender Kornzahl generell geringer wurde.

4.5.2 Einfluss der Saatstärke auf die Anzahl der Hülsen und Körner pro Pflanze

Sowohl die Hülsenzahl als auch die Kornzahl pro Pflanze sowie das TKG waren gemäß Shapiro-Wilk-Test normalverteilt, $p > 0,05$. Die Varianzgleichheit war laut Levene Test bei den abhängigen Variablen gegeben.

Die Sorten unterschieden bei der Hülsenzahl/Pflanze nicht signifikant (T-Test; $p = 0,09$).

Tabelle. 18: Ertragskomponenten bei unterschiedlicher Saatstärke bei Kichererbse; Zahlen die einen gemeinsamen Buchstaben aufweisen unterscheiden sich statistisch nicht signifikant; Standort Groß Enzersdorf; Universität für Bodenkultur; Wien,

	Saatstärke	MW Hülsen/Pflanze	MW Körner/Pflanze	TKG in Gramm
Kichererbse Desi	40 kf Körner/m ²	11,1 ^d	11,5 ^d	213 ^b
	60 kf Körner/m ²	8,7 ^c	9,2 ^c	193 ^a
	80 kf Körner/m ²	5,3 ^b	5,7 ^b	194 ^a
	100 kf Körner/m ²	4,1 ^a	4,4 ^a	200 ^a
	120 kf Körner/m ²	5,0 ^b	4,7 ^a	197 ^a
	Saatstärke	F= 198,309 P< 0,001 ***	F= 164,785 P< 0,001 ***	F= 19,603 P< 0,001 ***
Kichererbse Kabuli	40 kf Körner/m ²	6,8 ^b	7,4 ^b	463 ^b
	60 kf Körner/m ²	5 ^a	5,5 ^a	461 ^b
	80 kf Körner/m ²	4,9 ^a	5,6 ^a	467 ^b
	100 kf Körner/m ²	6,7 ^b	7,8 ^b	434 ^a
	120 kf Körner/m ²	4,7 ^a	5,7 ^a	456 ^b
	Saatstärke	Sta ^a (Welch Test) = 41,120 P< 0,001 ***	F= 27,732 P< 0,001 ***	F= 9,109 P< 0,002 **
Gesamt				
	Saatstärke	F= 104,21 6 P< 0,001 ***	F= 113,674 P< 0,001 ***	F= 10,865 P< 0,001 ***
	Sorte	F= 55,792 P< 0,001 ***	F= 26,190 P< 0,001 ***	F= 15226,460 P< 0,001 ***
	Saatstärke*Sorte	F= 69,488 P< 0,001 ***	F= 100,795 P< 0,001 ***	F= 10,686 P< 0,001 ***

Aus Tab. 18 ist ersichtlich, dass die Saatstärke einen signifikanten Einfluss auf alle

gemessenen Ertragskomponenten hat. Auch die Wechselwirkung Saatstärke zu Sorte wirkt sich signifikant auf alle gemessenen Daten aus.

4.5.3 Entwicklungsverlauf

Der Entwicklungsverlauf der Kichererbse wurde an 3 Terminen beurteilt. Zusätzlich wurde neben dem BBCH Stadium und der Wuchshöhe am 30.Juni 2017 der Verzweigungsgrad gemessen. Ausgehend von 100 % aller gebildeter Triebe (Haupttrieb, Primäre und Sekundäre Seitriebe). Sie werden Prozentuell der Verzeigung angeführt. Die Ergebnisse dienen der Beurteilung wie sich die Ertragskomponenten (Korn pro Pflanze, Hülse pro Pflanze) veränderten und den Grad der Bodendeckung.

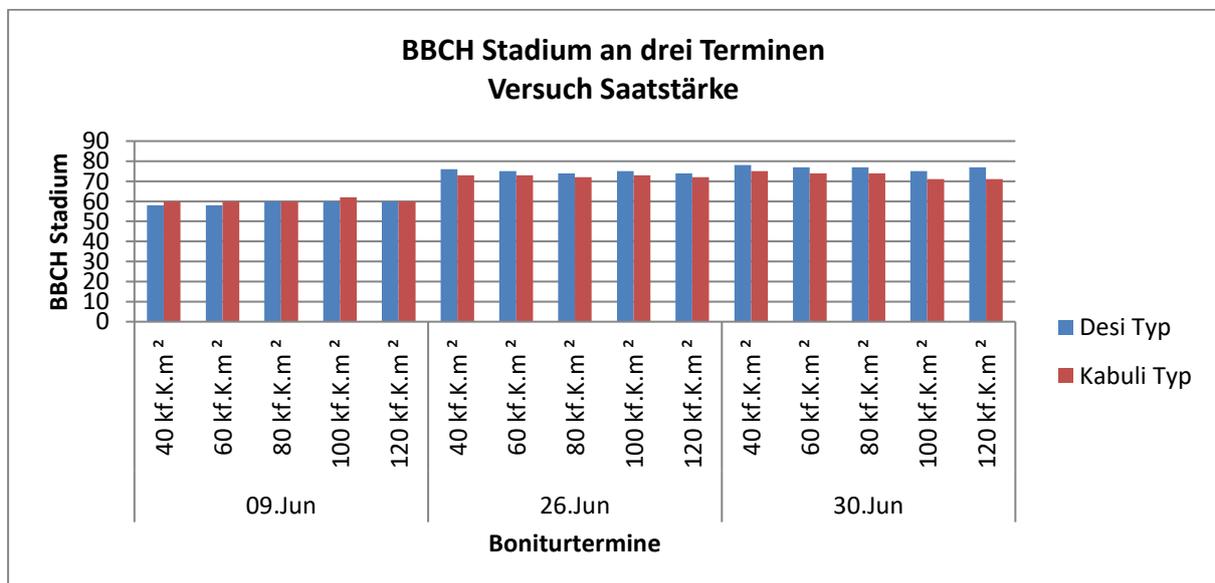


Abbildung. 26: BBCH Stadium nach Saatstärke, gemessen an 3 Terminen; Standort Groß Enzersdorf Universität für Bodenkultur, Auswertung Oktober 2017

Aus der Grafik ist ersichtlich, dass die Saatstärke keinen Einfluss auf das BBCH Stadium aufwies. Die Entwicklung beider Genotypen verlief gleich..

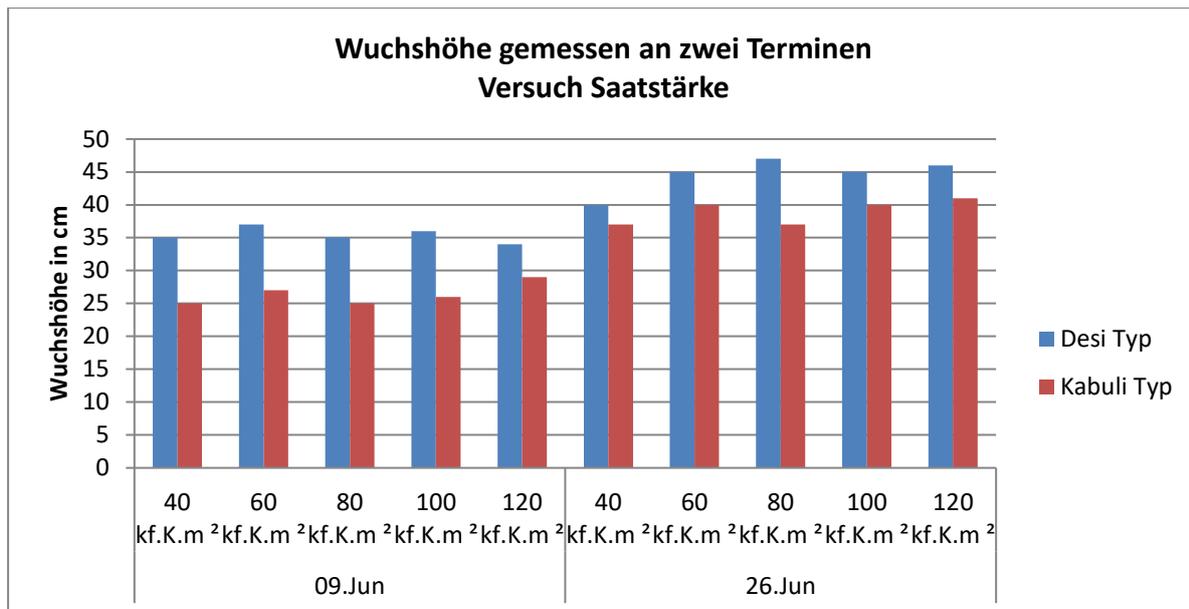


Abbildung. 27: Wuchshöhe in cm bei unterschiedlicher Saatstärke, gemessen an 2 Terminen; Standort Groß Enzersdorf; Universität für Bodenkultur, Wien; Auswertung Oktober 2017

Statistisch ergab im Test zwischen den Testsubjekten, die Saatstärke (ANOVA mit Messwiederholung: $F= 1,700$; $P< 0,189$) keinen signifikanten Einfluss auf die Wuchshöhe, wohl aber die Sorte ($F= 73,453$; $p<=,001$). Was durch die Sortenunterschiede zu erklären ist. Die Interaktion zwischen Saatstärke und Sorte ($F=1,140$; $P<0,366$) ergab jedoch keinen signifikanten Einfluss auf die Wuchshöhe. Ebenso gab es keinen signifikanten Einfluss zwischen Pflanzenhöhe und Saatstärke ($F=2,201$; $P<0,106$) sowie Pflanzenhöhe und Sorte ($F=3,00$; $P<0,98$).

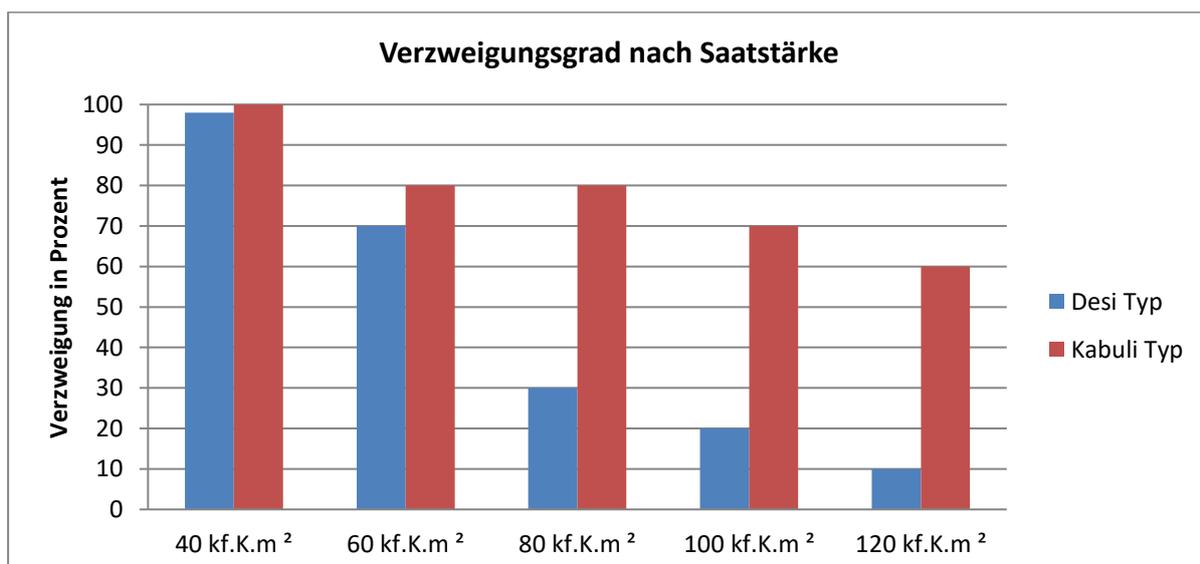


Abbildung 28: Verzweigung der Einzelpflanzen in % bei unterschiedlichen Saatstärken, bei zwei Genotypen von Kichererbse; Standort Groß Enzersdorf Universität für Bodenkultur, Wien,

Bei der braunen Kichererbsensorte Irenka (Desi Typ), die dem geraden Wuchstyp zugerechnet wird, ergab die unterschiedliche Saatstärke beim Anbau einen starken Einfluss auf den Verzweigungsgrad (Pearson Korrelation; Korrelationskoeffizient=0,976). Bei dem stark verzweigten Wuchstyp der Kabuli Sorte Gaydos, wirkte sich der Einfluss der Saatstärke weniger aus, da es durch die Verzweigungsneigung zu mehr Ausfällen gekommen ist.

Tabelle 19: Kichererbsenpflanze bei unterschiedlicher Saatstärke, Typ Desi, Standort Groß Enzersdorf, Universität für Bodenkultur Wien

				
Versuch Saatstärke 120 kf. Körner/m ² Generell schwachwüchsig, keine Verzweigungen, Schwacher Hülsenbesatz	Versuch Saatstärke 100 kf Körner/m ² Sekundäre Verzweigungen erkennbar, schwacher Hülsenbesatz	Versuch Saatstärke 80 kf Körner/m ² Gute primäre Verzweigung erkennbar, schwacher Hülsenbesatz	Versuch Saatstärke 60 kf Körner/m ² Primäre und sekundäre Verzweigung ausgeprägt, mittlerer Hülsenbesatz	Versuch Saatstärke 40 kf Körner/m ² Stark Verzweigt sekundär und tertiär, guter Hülsenbesatz

In Tab. 19 und Abb. 29 wurden repräsentative Pflanzen des geradewüchsiges Desi Typs dargestellt und einander gegenübergestellt. Eine deutliche Abnahme der Verzweigung und der Hülsenzahl pro Pflanze bei steigender Saatstärke ist zu erkennen.



Abbildung. 29: Kichererbsenpflanze bei unterschiedlicher Saatstärke, Typ Desi, Standort Groß Enzersdorf, Universität für Bodenkultur Wien

Tabelle 20: Kichererbsenpflanze bei unterschiedlicher Saatstärke; Typ Kabuli, Standort Groß Enzersdorf, Universität für Bodenkultur Wien

				
Versuch Saatstärke 120 kf. Körner/m ² Generell schwachwüchsig, primäre und sekundäre Verzweigungen, Schwacher Hülsenbesatz	Versuch Saatstärke 100 kf Körner/m ² Eher schwachwüchsig, primäre und sekundäre Verzweigungen, schwacher Hülsenbesatz	Versuch Saatstärke 80 kf Körner/m ² Starke Verzweigung, mittlerer Hülsenbesatz	Versuch Saatstärke 60 kf Körner/m ² Starke Verzweigung, mittlerer Hülsenbesatz	Versuch Saatstärke 40 kf Körner/m ² Starke Verzweigung mittlerer Hülsenbesatz

In Tab. 20 und Abb. 30 sind fünf unterschiedliche Saatstärken beim Typ Kabuli gegenübergestellt. Die stärker zur Verzweigung neigende Sorte Gaydos des Typs Kabuli zeigte auch bei dichtem Anbau noch Verzweigungen, jedoch weniger Hülsen pro Pflanze. Optisch sind die Unterschiede nicht stark ausgeprägt.



Abbildung.30: Kichererbsenpflanzen bei unterschiedlicher Saatstärke, Typ Kabuli, Standort Groß Enzersdorf, Universität für Bodenkultur Wien

4.6 Kornertrag

Der Test auf Normalverteilung für die Kornerträge Sortenversuch 2017 wurde mittels Shapiro-Wilk-Test durchgeführt und befand sich für alle Sorten im nicht signifikanten Bereich, was als normalverteilt gilt. Die Varianz der Kornerträge zu den einzelnen Sorten war laut Levene Test homogen.

4.6.1 Einfluss der Sorte auf den Kornertrag

Der Einfluss der Sorte auf den Kornertrag wird in Tab. 17 und Abb. 20 dargestellt. Die angebauten Sorten mit Wiederholung wurden statistisch verrechnet. Die Sorten ohne Wiederholung wurden angeführt, jedoch nicht in den Vergleich einbezogen.

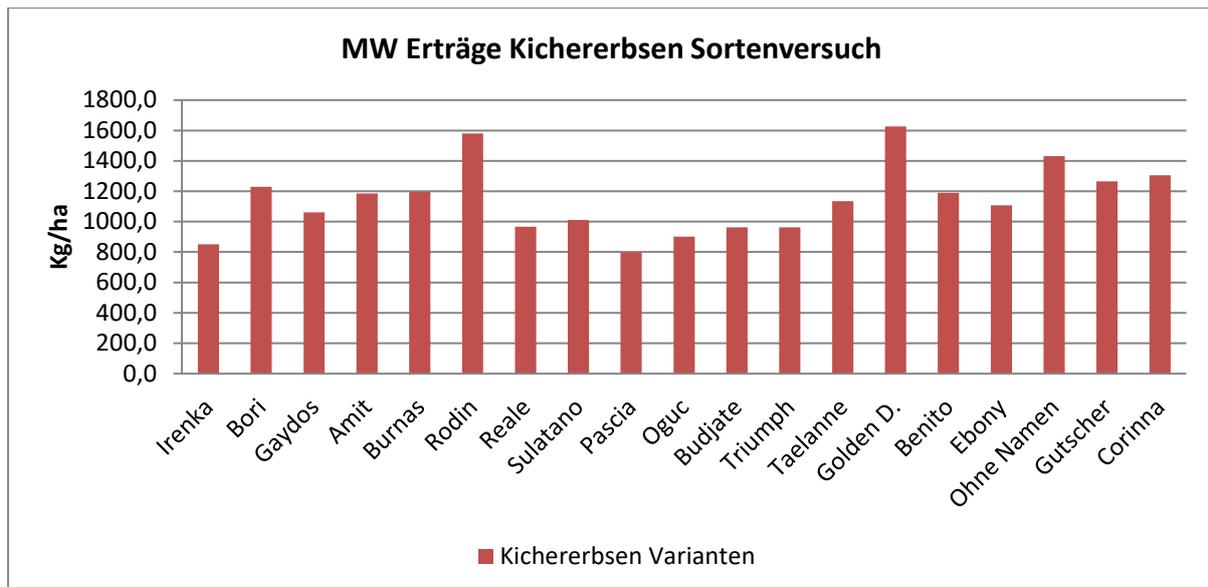


Abbildung 31: Kornertrag kg/ha bei unterschiedlichen Kichererbsensorten; Standort Groß Enzersdorf .Universität für Bodenkultur, Wien,

Aus der Grafik ist der signifikante Unterschied im Kornertrag in Abhängigkeit der Sorte ersichtlich. Die Sorte Rodin ergab den höchsten Kornrtrag mit 1579 kg/ha. Die Sorte Golden Dragon erzielte einen noch höheren Ertrag von 1626 kg/ha, sie wurde jedoch ohne Wiederholung angebaut. Gering war der Ertrag bei der Sorte Pascia mit 798 kg/ha. Den erzielten Kornerträgen wurden der Feldaufgang und das TKG gegenübergestellt.

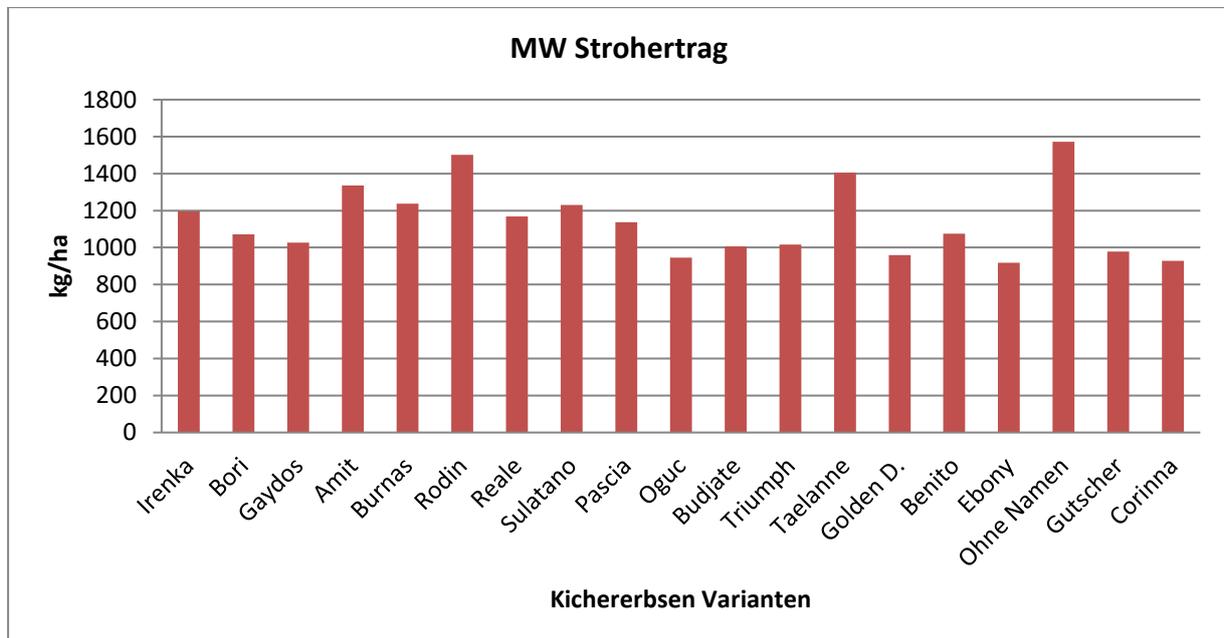


Abbildung. 32: Strohertrag kg/ha bei unterschiedlichen Kichererbsensorten; Standort Groß Enzersdorf Universität für Bodenkultur, Wien,

Abb. 23 zeigt den Strohertrag der Sorten. Den höchsten Strohertrag wies die Sorte ohne Namensbezeichnung mit 1573 kg/ha (ohne WH angebaut) und die Sorte Rodin mit 1502 kg/ha, auf.

Tabelle 21: Ergebnisse der Varianzanalyse Kornrertrag kg/ha; Kichererbsen Sortenversuch 2017, einfache ANOVA, Faktor Sorte, Korrelation Kornrertrag zu Strohertrag, TKG und Feldaufgang

Nr.	Sorte	N	Kornrertrag Kg/ha	Strohertrag Kg/ha	Feldaufgang Pflanzen/m ²	TKG Gramm
1	Irenka	3	851 ^a	1196 ^{ab}	68 ^f	205 ^a
2	Bori	3	1229 ^{ab}	1072 ^{ab}	38 ^b	135 ^a
3	Gaydos	3	1061 ^a	1027 ^a	48 ^{cd}	456 ^f
4	Amit	3	1185 ^{ab}	1335 ^{ab}	54 ^d	242 ^b
5	Burnas	3	1197 ^{ab}	1238 ^{ab}	30 ^{ab}	274 ^{bcd}
6	Rodin	3	1579 ^b	1502 ^b	36 ^a	257 ^{bcd}
7	Reale	3	967 ^a	1169 ^{ab}	69 ^f	393 ^e
8	Sulatano	3	1011 ^a	1230 ^{ab}	54 ^d	251 ^{bcd}
9	Pascia	3	798 ^a	1137 ^{ab}	62 ^e	352 ^{cde}
10	Oguc	3	901 ^a	946 ^a	42 ^{bc}	363 ^e
11	Budjate	3	963 ^a	1006 ^a	40 ^{bc}	334 ^{cde}
12	Taelanne	3	962 ^a	1016 ^a	44 ^{bc}	356 ^{de}
13	Triumph	3	1135 ^a	1405 ^{ab}	48 ^{cd}	248 ^{bc}
20	Golden Dragon	1	1626	960	60	160
21	Benito	1	1190	1075	48	336
22	Ebony	1	1108	918	60	170
23	Ohne Namen	1	1432	1573	30	425
24	Gutscher	1	1266	979	60	379
25	Corinna	1	1306	928	70	229
F-Wert	Faktor Sorte		F= 3,876	F= 3,266	F = 33,662	F= 19,507
P-Wert	Faktor Sorte		P= 0,002*	P= 0,006 *	P <0,001**	P <0,001**
Pearson Korrelation	Korrelationskoeffizient zum Kornrertrag			0,217	-0,448	-0,059

Die statistische Berechnung ergab eine Signifikanz von P= 0,002 und einen signifikanten Einfluss der Sorte auf den Ertrag. Der Einfluss ist jedoch nicht so stark wie erwartet. Einen höchst signifikanten Einfluss ergab die Sorte auf den Feldaufgang und das Korngewicht. Die Abhängigkeit der Variablen zum Kornrertrag, wurde durch eine Korrelation beurteilt. Beim Feldaufgang zu Ertrag lag der Korrelationkoeffizient bei -0,448 was einen mittleren negativen Zusammenhang zwischen diesen beiden Faktoren aufweist. Dies bedeutet weniger Pflanzen/Fläche ergaben einen höheren Kornrertrag. Der Korrelationskoeffizient zwischen Ertrag und TKG fiel geringer aus als erwartet mit -0,059. Die Kichererbse gleicht kleine Körner mit einer höheren Kornzahl aus. Der Strohertrag korreliert mit einem Faktor von 0,217 positiv mit dem Ertrag. Das heißt eine höhere Strohmenge führt zu einem höheren Kornrertrag.

4.6.2 Einfluss des Saatzeitpunktes auf den Kornertrag

Die Kichererbse ist kälteempfindlich, daher wird der Anbau ab Mitte Mai empfohlen. In diesem Versuch, im Jahr 2017, ergaben die Saattermine im Mai zwar geringere Ausfälle, jedoch auch den geringsten Kornertrag bei beiden Sorten. Der Anbauzeitpunkt 23. März 2017 ergab den höchsten Ausfall, es blieben nur 46 Pflanzen auf einem m². Die Pflanzen des Types Desi, verzweigten sich jedoch stark worauf der höhere Ertrag zurück zu führen ist. Beim Kabuli Typ ergab der Anbautermin 13. April 2017 den höchsten Kornertrag mit 1389,9 kg/ha. Der hohe Ertrag wurde bei ähnlich hohem Feldaufgang (43 Pflanzen pro m²) wie am letzten Anbautermin (48 Pflanzen pro m²) der Sorte erzielt. Beim letzten Anbautermin am 13. Mai 2017 wurde jedoch der geringste Ertrag mit 509,9 Kg/ha gemessen.

Je nach Witterungsverhältnissen in der Vegetationsperiode kann sich der Faktor Saattermin unterschiedlich auswirken. Im Jahr 2017 haben sich am Standort Groß Enzersdorf bei unterschiedlichen Saatterminen und bei zwei Sorten folgende Erträge ergeben.

Tabelle 22: Ergebnisse der Varianzanalyse im Kornertrag – Kichererbsen Zeitstufenversuch 2017, einfache ANOVA, Faktor Anbauzeitpunkt, Ertrag, TKG und Feldaufgang

Anbautermin	Typ	Ertrag Kg/ha	Feldaufgang Pflanzen/m ²	TKG
23. März	Desi	818,6	46,0	229
13.April	Desi	752,6	84,0	232
20.April	Desi	532,4	89,0	202
28.April	Desi	562,7	101,0	216
13.Mai	Desi	514,6	98,0	206
	Faktor Saatzeitpunkt	F= 195,684 P< 0,001 **	F= 7324,5 P< 0,001 **	F= 9,528 P= 0,002 **
13.April	Kabuli	1389,9	43,0	319
20.April	Kabuli	543,3	50,0	410
28.April	Kabuli	839,1	66,0	405
13.Mai	Kabuli	509,9	48,0	358
	Faktor Saatzeitpunkt	F= 706,556 P< 0,001 **	F= 42,741 P< 0,001 **	F= 0,492 P= 0,698 n.s
Gesamt				
	Genotyp	F= 351,009 P< 0,001 **	F= 3402,0 P< 0,001 **	F= 33,594 P< 0,001 **
	Saatzeitpunkt	F= 436,729 P< 0,001 **	F= 541,595 P< 0,001 **	F= 0,248 P = 0,907 n.s
	Saatzeitpunkt*Genotyp	F= 126,337 P< 0,001 **	F= 20,250 P< 0,001 **	F= 0,915 P= 0,453 n.s.

Die statistische Verrechnung in Tab. 22 zeigt, dass der Saatzeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf den Ertrag ($F= 436,729$; $P<0,001$) und den Feldaufgang ($F= 541,595$; $P< 0,001$) hat. Auf das TKG wiederum hat der Saatzeitpunkt keinen Einfluss ($F= 0,248$; $P= 0,907$). Es gab jedoch einen sortenspezifischen Unterschied. Beim Desi Typ hat der Saattermin einen signifikanten Einfluss auf das TKG, beim Kabuli Typ keinen. Die Interaktion Saatzeitpunkt*Genotyp zeigt auch einen hoch signifikanten Einfluss auf den Ertrag und den Feldaufgang. Zur Beurteilung des Feldaufganges zum Ertrag wurde eine Pearson Korrelation berechnet. Mit dem Ergebnis $-0,680$ und einer Signifikanz kleiner $0,05$. Die negative Beziehung bedeutet, dass weniger Pflanzen einen höheren Ertrag bringen, bei mittlerer linearer Beziehung.

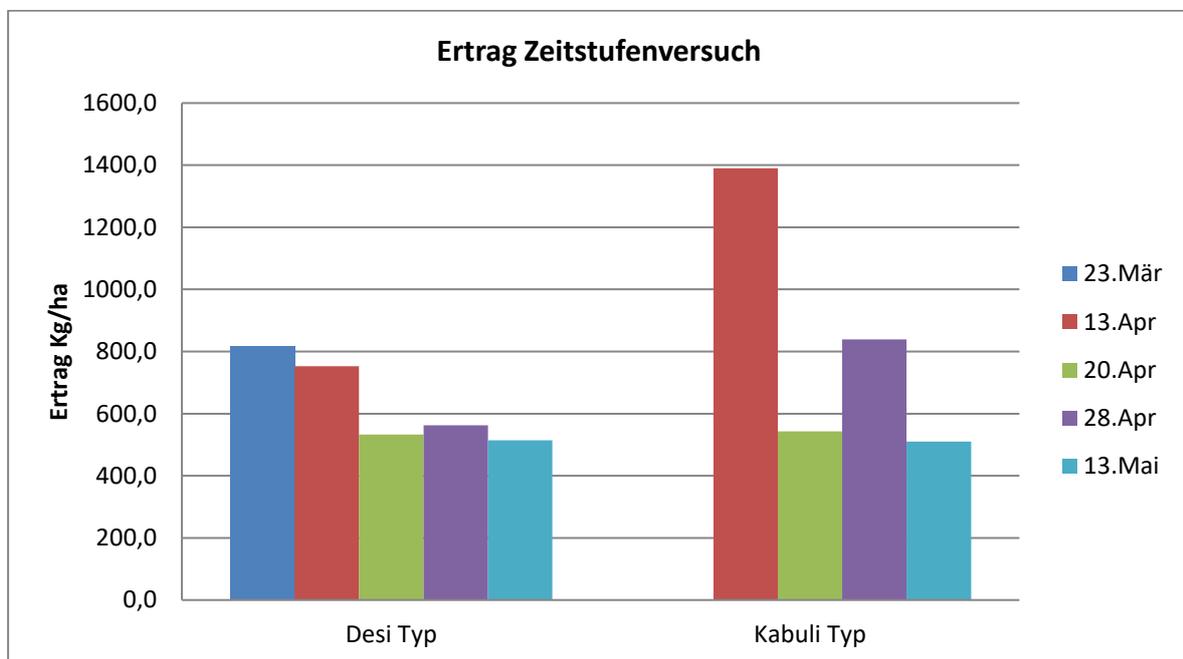


Abbildung 33: Kichererbsen Kornerträge bei fünf Saatterminen von 23. März bis 13. Mai 2017. Sortenversuch Standort Bioforschung Austria, Wien

Der Kornertrag war bei späterem Saattermin überwiegend geringer (Abb. 33). Ausnahme war bei beiden Sorten der Saattermin 28. April. Auch der Saattermin 20. April führte zu einem niedrigeren Ertrag. Gemessen an den anderen Saatterminen erzielte der früheste Anbautermin der Kabuli Sorte einen sehr hohen Ertrag (1389,9 Kg/ha).

4.6.3 Einfluss der Saatstärke auf den Kornertrag

Eine höhere Saatstärke führt nicht immer zu höheren Kornerträgen. Der Grund dafür ist die

intraspezifische Konkurrenz zwischen den Pflanzen. Der Kampf um Nährstoffe und Licht führt zu geringerem Wuchs und damit auch zu weniger Hülsen pro Pflanze.

Tabelle 23: Varianzanalyse Kornertrag kg/ha bei unterschiedlichen Saatstärken, lineares Model, Faktor Sorte, Faktor Saatstärke, Zahlen mit gleich Buchstaben beuten keine signifikanten Unterschiede

Saatstärke	Typ	Kornertrag Kg/ha	Saatstärke	Typ	Kornertrag Kg/ha
40 kf.Körner/m ²	Desi	1101 ^b	40 kf.Körner/m ²	Kabuli	1292 ^a
60 kf.Körner/m ²	Desi	990 ^{ab}	60 kf.Körner/m ²	Kabuli	1221 ^a
80 kf.Körner/m ²	Desi	973 ^{ab}	80 kf.Körner/m ²	Kabuli	1143 ^a
100 kf.Körner/m ²	Desi	829 ^a	100 kf.Körner/m ²	Kabuli	1074 ^a
120 kf.Körner/m ²	Desi	915 ^{ab}	120 kf.Körner/m ²	Kabuli	1152 ^a
Faktor Saatstärke	Desi	F= 4,125 P< 0,031 *		Kabuli	F= 2,165 P< 0,147 n.s.
Gesamt					
Faktor Sorte	F= 26,043; P< 0,001 **				
Faktor Saatstärke	F= 2,362; P< 0,080 n.s				
Saatstärke*Sorte	F= 0,188; P <0,942 n.s.				

Die statistische Verrechnung (Tab.8) ergab keinen signifikanten Einfluss der Saatstärke (F= 2,362; P= 0,080) auf den Kornertrag. Vergleicht man die Sorten im Faktor Saatstärke untereinander, dann gibt es einen Unterschied bei der braunen Desi (F= 4,125; P< 0,031), die einen signifikanten Einfluss der Saatstärke auf den Ertrag aufweist, zur weißen Kabuli (F= 2,165; P< 0,147) wo sich die Saatstärke nicht signifikant auf den Ertrag auswirkt. Die höchste Auswirkung auf den Ertrag hatte die Sorte selbst, jedoch unabhängig von der Saatstärke (F= 26,043; P< 0,001). Auch die Interaktion zwischen Sorte und Saatstärke (F= 0,188; P= 0,942) ergab keinen Einfluss auf den Kornertrag.

Hervorzuheben ist, dass der Kornertrag bei Kichererbse bei zwei Sorten und steigender Saatstärke von 40 bis 120 kf. Korn/m², sowohl bei der braunen als auch bei der weißen Sorte, mit steigender Saatstärke sank. Bei einer Saatstärke von 120 kf. Korn/m² hob sich der Verdrängungseffekt auf und die Erträge stiegen leicht an.

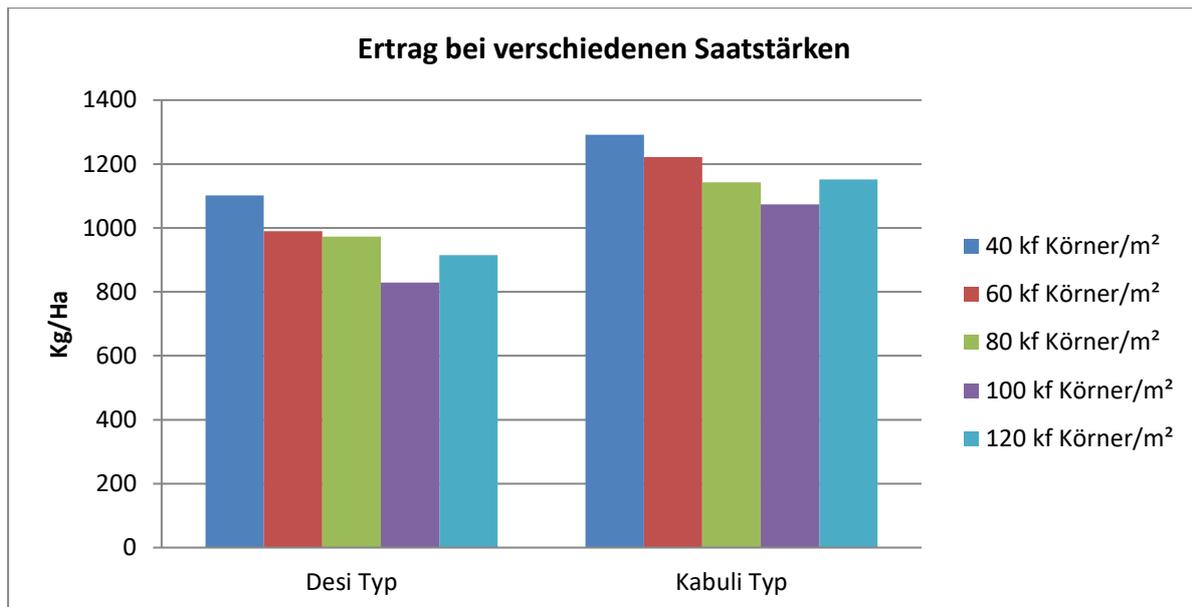


Abbildung 34. Kichererbsen Kornertrag bei unterschiedlichen Saatstärken in kg/ha, Standort Groß Enzersdorf, Universität für Bodenkultur, Wien

Wie aus Abb. 34 zu erkennen ist, nahm der Kornertrag proportional zur Saatstärke ab. Statistisch waren diese Unterschiede nicht signifikant (Tab. 8). Die intraspezifische Konkurrenz zwischen den Pflanzen ist sehr groß. Für den Ertragsanstieg bei 120 kf.K /m² gibt es keine Eindeutige Ursache. Zur Ermittlung der optimalen Saatstärke bei den untersuchten Sorten sollen noch weitere Folgeversuche durchgeführt werden. Wie andere Versuche zeigten, haben die Saatbeetvorbereitung, das Jahr, der Standort, die Vorfrucht und vieles mehr einen Einfluss auf den Kornertrag/ha.

4.7 Sortenübersicht:

Irenka:

Eine Sorte des Desi Typs die im Wuchs dem „aufrechtem Wuchstypen“ entspricht und keine Lagerneigung zeigte. Jedoch war auch die Bodendeckung gering. Die mittlere Wuchshöhe war von allen Sorten die höchste gemessene mit 42,3 cm. Der Feldaufgang war sehr gut und zeigte keine Ausfälle. Bei den Ertragskomponenten lag diese Sorte im Mittelfeld der gewerteten Sorten. Beim Ertrag hingegen war sie das Schlusslicht mit 851 kg/ha. Diese Sorte wurde auch in den Nebenversuchen verwendet. Auch im Saatstärkeversuch gab es keine signifikant höheren Erträge. Im Zeitstufenversuch ergab diese Sorte eine höhere Kornertragsleistung. Beim frühen Anbauermin (23. März) konnte ein Ertrag von 1101,3 Kg/ha erzielt werden. Im Wachstumsverlauf zeigte sie eine mittlere Entwicklungsgeschwindigkeit.

Bori:

Eine Sorte des Typs Desi. Sie ist eher kleinwüchsig mit der geringsten gemessenen Wuchshöhe von 22 cm. Der Wuchstyp entspricht dem „halb Aufrechten“ mit eher geringer Bodendeckung. Diese Sorte erzielte die höchste Kornzahl pro Pflanze mit 24 Körnern pro Pflanze. Der Ertrag lag im oberen Drittel, mit 1229 kg/ha bei einem mittleren Feldaufgang von 38 Pflanzen pro m². Beim Wachstumsverlauf zeigte die Sorte einen frühen Blühbeginn, die Abreife erfolgte zur gleichen Zeit wie bei den anderen Sorten. Die Sorte wies in einer Parzelle einen relativen hohen Pflanzenausfall von ca. 30 % auf.

Gaydos:

Vom Wuchstyp her ist diese Sorte eine „halb Verzweigte“ und damit im mittleren Bereich der fünf Wuchstypen. Daher war auch eine gute Bodendeckung zum Zeitpunkt der Vollblüte gegeben, bei geringer Lagerneigung. Die Keimfähigkeit war mit 87 % gut. Auch beim Feldaufgang lag die Sorte mit 48 Pflanzen pro m² statistisch im oberen Bereich. Das TKG der Sorte war das höchste aller im Versuch, bei 456 g. Der Kabuli Typ weist große weiße Körner auf. Der Ertrag lag mit 1061 kg/ha statistisch im unteren Bereich. Die Pflanzen wiesen im Durchschnitt nur 4,9 Körner pro Pflanze auf. Beim Wachstumsverlauf zeigte die Sorte eine mittlere Entwicklungsgeschwindigkeit, jedoch eine langsame Abreife. Im Sortenversuch ergab Gaydos bei einer Parzelle einen Ausfall von ca. 10 %. Bei der Ernte wurden stärkere Verschmutzungen festgestellt. Dies war bedingt durch die Niederwüchsigkeit (mittlere Wuchshöhe 30 cm). Diese Sorte wurde auch im Nebenversuch Saatstärke angebaut. Sie erzielte mit 40 kf.K./m² einen geringfügig höheren Ertrag mit 1292 kg/ha und dies beim höchsten Feldaufgang. Dieser Typ eignet sich eher für eine geringe Saattiefe, da durch die Verzweigung Ausfälle bei dichteren Beständen zu erwarten sind.

Amit

Diese Sorte zählt zum Kabuli Typ mit einem, im Vergleich zu den anderen getesteten Sorten, niedrigeren TKG von 242 g. Trotz des verzweigten Wuchstypes war der Feldaufgang mit 54 Pflanzen pro m² sehr hoch. Der Wuchs war nicht so dicht wie bei anderen Sorten des Wuchstypes „Verzweigt“, die Bodendeckung zur Vollblüte im mittleren Bereich. Bei diesem Wuchstyp geht auch eine stärkere Lagerneigung einher. Im Wachstumsverlauf zeigte die Sorte eine langsame Entwicklung und eine langsame Abreife. Die Sorte zeigte bei zwei Parzellen Ausfälle (20 % und 10 %). Der Ertrag lag im mittleren Bereich bei 1185 kg/ha. Mit

Durchschnittlich 8,5 Körnern pro Pflanze befand sich die Sorte in diesem Versuch im oberen Drittel.

Burnas

Eine Kabuli Sorte mit niedrigem Feldaufgang (30 Pflanzen pro m²). Die Kornzahl pro Pflanze betrug 14,5 Körner/ Pflanze und lag damit im obersten Bereich. Das zeigt sich auch am Ertrag. Mit 1197 kg/ha ergab die Sorte trotz des geringen Feldaufganges noch eine hohe Kornertragsleistung im mittleren Bereich des Versuches. Im Wachstumstyp entspricht diese Sorte dem „halb Verzweigten Typ“ mit einer mittlerer Bodendeckung, jedoch geringer Lagerneigung. Beim Wachstumsverlauf zeigte die Sorte eine mittlere Entwicklungsgeschwindigkeit und eine langsame Abreife. Eine Parzelle zeigte 10 % Ausfall.

Rodin

Eine Sorte des Kabuli Typs mit, im angeführten Versuch, eher geringen Feldaufgang von 36 Pflanzen pro m². Der Wachstumstyp entspricht dem „halb Verzweigten“ mit mittlerer Bodendeckung und geringer Lagerneigung. Die Anzahl der Körner betrug im Schnitt 17,1 Körner pro Pflanze. Es gab jedoch mit im Durchschnitt 1,2 leeren Hülsen pro Pflanze, die höchsten Werte im Versuch. Der Kornertrag war von allen Sorten der höchste mit 1579 kg/ha (bei den Versuchspartellen die mit Wiederholung angebaut wurden). Der Wachstumsverlauf zeigte eine mittlere Entwicklungsgeschwindigkeit. Zwei Partellen zeigten Ausfälle (5 % und 35 %). Manche Pflanzen lagerten bei der Ernte. Da es eine Woche vor der Ernte ein starkes Unwetterereignis gab, war dies darauf zurückzuführen.

Reale

Diese Sorte des Kabuli Typs weist ein hohes TKG von 393 g auf. Der Feldaufgang von 69 Pflanzen pro m² lag über dem Durchschnitt. Der Wuchstyp ist „Verzweigt“ mit einer sehr hohen Bodendeckung in der Vollblüte. Der Ertrag lag im unteren Bereich mit 967 kg/ha. Die durchschnittliche Kornzahl pro Pflanze betrug 3,4 Körner, damit war sie war die niedrigste von den angeführten Sorten. Die Abreife war gut, bei einer mittleren Entwicklungsgeschwindigkeit. Bei einer Parzelle wurde ein Ausfall von 10 % festgestellt.

Sultano

Die Kabuli Sorte weist, ein für diesen Typ eher geringes, TKG von 251 g auf. Die Anzahl der Körner pro Hülse betrug im Schnitt 7,5 Körner. Damit befindet sich die Sorte im mittleren Bereich. Der Feldaufgang war gut, mit 54 Pflanzen pro m². Der Wuchstyp entsprach dem Typ „Verzweigt“. Der Ertrag befand sich im unteren Bereich mit 1011 kg/ha. Der Wachstumsverlauf zeigte eine mittlere Entwicklungsgeschwindigkeit, mit langsamer Abreife. Bei einer Parzelle wurde ein Pflanzenausfall von 5 % dokumentiert.

Pascia

Die weißen Körner des Kabuli Typs wiesen ein mittleres TKG von 352 g auf. Bei den Ertragskomponenten Hülsen und Körner pro Pflanzen befand sich die Sorte im unteren Bereich; im Mittel 3,7 Körnern pro Pflanze. Trotz des guten Feldaufgangs von 62 Pflanzen/m² wurde nur ein Ertrag von 798 kg/ha erreicht. Vom Wuchstyp ist die Sorte dem „halb Verzweigten“ zuzurechnen. Der Wachstumsverlauf zeigte eine mittlere Entwicklungsgeschwindigkeit, mit guter Abreife. Es wurde kein Pflanzenausfall festgestellt.

Oguc

Eine Sorte des Typs Kabuli. Der Wuchstyp entspricht dem „Lagernden“, mit guter Bodendeckung zur Vollblüte. Bei der Ernte kam es bei dieser Sorte durch die starke Lagerung zu Erntegutverunreinigungen. Diese Sorte ergab eine Kornzahl pro Pflanze von 5,9 Körnern. Der Ertrag lag im unteren Drittel mit 901 kg/ha, bei einem eher mittelmäßigen Feldaufgang von 42 Pflanzen pro m². Beim Wachstumsverlauf zeigte die Sorte einen frühen Blühbeginn, die Abreife erfolgte später als bei den anderen Sorten. Die Sorte wies auf zwei Parzellen einen Ausfall von ca. 10 % auf.

Budjate

Diese Sorte gehört zum Typ Kabuli. Sie wiesen ein TKG von 334 g auf und waren damit im oberen Drittel. Mit 7,2 Körnern pro Pflanze, lag sie im mittleren Bereich bei den Ertragskomponenten. Vom Wuchstyp her wurde die Sorte den „Lagernden“ zugeordnet. Daher wurde auch die Bodendeckung als gut eingestuft. Bei zwei Parzellen kam es zu Ausfällen (10 % und 15 %). Der Feldaufgang betrug 40 Pflanzen pro m², mit einer Ertragsleistung von 963 kg/ha. Der Ertrag lag im unteren Bereich der getesteten Sorten. Der

Entwicklungsverlauf zeigte, dass es sich um eine schnell entwickelnde Sorte handelt.

Taelanne

Diese Sorte wies mit 356 g ein hohes TKG auf. Der Kabuli Typ erzielte einen mittleren Feldaufgang von 44 Pflanzen pro m². Der Ertrag lag bei 962 kg/ha. In diesem Versuch lag diese Sorte im geringeren Ertragsleistungsbereich. Mit durchschnittlich 6,1 Körnern pro Pflanze war die Sorte bei den Ertragskomponenten im mittleren Bereich. Der Wuchstyp wurde dem „Verzweigten Typ“ zugeordnet. Die Sorte wies eine sehr hohe Bodendeckung auf. Auf zwei Parzellen wurden Ausfälle vermerkt (jeweils 10 %). Der Entwicklungsverlauf war von mittlerer Geschwindigkeit.

Triumph

Die Sorte des Kabuli Typs zeigte einen hohen Feldaufgang von 48 Pflanzen /m². Der Ertrag lag bei 1135 kg/ha. Bei der Ertragskomponente Körner/Pflanze konnten im Durchschnitt 9,5 Körnern pro Pflanze gezählt werden. Die Anzahl der leeren Hülsen war sehr gering, mit nur 0,6 leeren Hülsen pro Pflanze. Der Wachstumsverlauf war im Gegensatz zu den anderen Sorten verzögert. Die Sorte wurde dem Wuchstyp „Verzweigt“ zugeordnet, mit einer guten Bodendeckung. Es konnten keine Ausfälle festgestellt werden.

5.7.1 Sorten die ohne Wiederholung angebaut wurden

Golden Dragon

Diese Sorte des Desi Typs ergab im Versuch die höchsten Erträge mit 1626 kg/ha bei einem sehr hohen Feldaufgang von 60 Pflanzen/m². Das TKG betrug 160 g. Das geringe Gewicht ist bei den Desi Typen nicht ungewöhnlich. Im Schnitt waren 1,9 Körner in einer Hülse und eine Kornzahl von 17 wurde pro Pflanze gezählt. Der Wachstumsverlauf zeigte eine sehr rasche Entwicklung der Sorte. Hierbei wurde kein Ausfall festgestellt. Der Wuchstyp wurde mit „Verzweigt“ bestimmt, mit einer sehr guten Bodendeckung.

Benito

Benito ist eine Sorte des hellen Kabuli Typs. Der Feldaufgang war geringer als bei den

anderen Sorten mit nur 30 Pflanzen pro m². Die Ertragskomponenten Körner /Hülsen wurden mit einer Zahl von 11,8 ermittelt. Der Kornertrag lag bei 1190 kg/ha. Benito wurde dem „halb Verzweigten Typ“ zugeordnet und wies eine mittlere Bodendeckung auf. Der Wachstumsverlauf ergab eine rasche Entwicklung der Sorte.

Ebony

Ist eine dunkelkörnige Sorte vom Desi Typ. Sie hat ein geringes TKG von nur 170 g. Die Keimfähigkeit ist hoch, es wurden 60 Pflanzen pro m² gezählt. Der Kornertrag betrug 1108 kg/ha. Der Wachstumstyp wurde als „Verzweigt“ bestimmt, mit einer hohen Bodendeckung, jedoch lagernd im späteren Wachstumsverlauf. Generell war der Wachstumsverlauf verzögert im Vergleich zu den anderen Sorten.

Ohne Namen

Diese Sorte des Kabuli Typs weist einen in diesem Versuch hohen Ertrag von 1432 kg/ha auf. Das TKG lag im oberen Bereich mit 425 g. Der Feldaufgang war gut mit 48 Pflanzen /m². Im Schnitt war die Kornzahl pro Pflanze 7 Körner. Der Wachstumsverlauf zeigte eine gleichmäßige rasche Entwicklung. Dem Wuchstyp wurde die Sorte mit „Lagernd“ eingestuft.

Gutscher

Dieser Kabuli Typ ergab einen sehr hohen Feldaufgang, im Sortenversuch mit 60 kf. K. /m². Der Ertrag lag bei 1266 kg/ha, mit im Schnitt 5,7 Körnern pro Pflanze. Der Wachstumstyp wurde dem „Verzweigten“ zugeordnet, mit mittlerer Bodendeckung. Der Wachstumsverlauf wies Verzögerungen im Vergleich zu den anderen Sorten auf.

Corinna

Diese Sorte wird dem Desi Typ zugeordnet. Der Feldaufgang war sehr gut mit 70 Pflanzen pro m². Der Ertrag lag im oberen Drittel dieses Versuches mit 1306 kg/ha. Der Wachstumsverlauf war gleichmäßig, mit einer zeitgemäßen Abreife. Der Wuchstyp wurde dem „halb Verzweigten“ zugerechnet, jedoch mit einer für den Typ sehr guten Bodendeckung.

5. Diskussion der Ergebnisse

Die einjährigen Ergebnisse des Sortenversuches bei Kichererbse ermöglichen keine abschließende Beurteilung, bezüglich der Anbauneigung der angeführten Kichererbsensorten. Für sichere Aussagen sind Anbauversuche über mehrere Jahre notwendig.

5.1 Sortenversuch:

Im Sortenversuch Kichererbse wurden die Keimfähigkeit und das TKG im Saatgut, nachfolgend die Bodendeckung und Wuchsform, der Feldaufgang, der Wachstumsverlauf und der Ertrag, sowie die Ertragskomponenten von 18 Sorten ermittelt.

Die Jahresniederschlagssumme 2017 für den Standort Raasdorf betrug laut ZAMG 541 mm. 43,4 % der Niederschläge fielen im Zeitraum von April bis Juli. Im Juni sind jedoch nur 36 mm Niederschlag gemessen worden, was für den Standort als gering gilt. (ZAMG, 2017). Insgesamt fielen in diesem Monat 54 % weniger Niederschlag als im langjährigen Durchschnitt. Auch im Mai war im Gegensatz zum langjährigen Mittel eine geringere Niederschlagsmenge von 36 % feststellbar (STADT WIEN, 2018). Zu dieser Zeit befanden sich die Pflanzen in der Vollblüte mit Übergang zur Hülsenproduktion. Wie aus Abb. 35 ersichtlich ist, braucht die Kichererbse in diesem reproduktiven Stadium die höchsten Wassermengen.

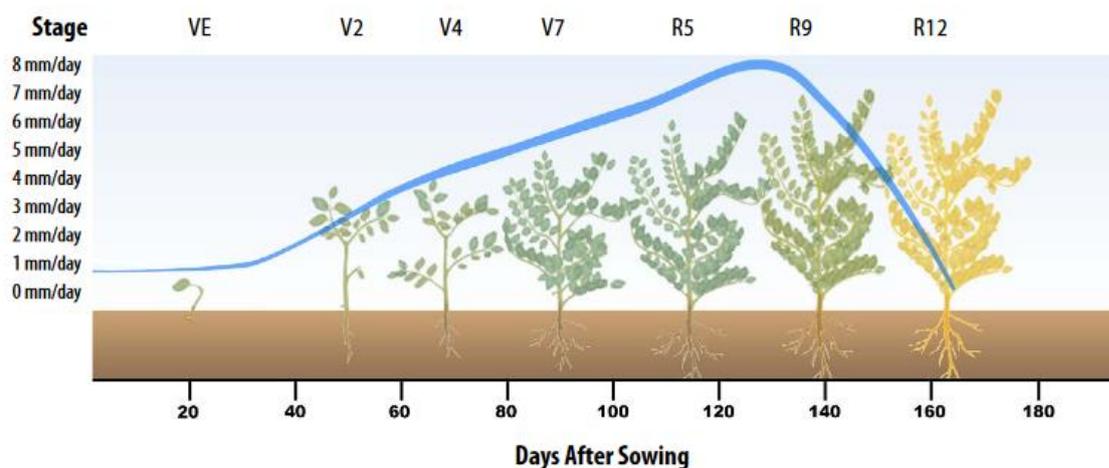


Abbildung. 35: Schema des Wasserbedarfs einer Kichererbse die im Frühjahr gepflanzt wird. Quelle: Harris and Mace, o.J.

In diesem Versuch wurden bei ausgewählten Sorten die Ertragskomponenten wie zum

Beispiel Pflanzen/m², Körner und Hülsen pro Pflanze und das TKG ermittelt. Die Anzahl der Körner pro Pflanze lag, je nach Sorte, von nur 3,6 Hülsen bis 18,2 Hülsen pro Pflanze. Die geringe Hülsenanzahl ist auf die fehlende Niederschlagsmenge im Juni zurückzuführen. Starke Trockenheit in der reproduktiven Phase führt zu vorzeitigem Blütenabfall (PANG et. al, 2016). Es wurde jedoch ersichtlich, dass die Sorte einen hochsignifikanten Einfluss auf die Ertragskomponenten Hülsen pro Pflanze (F-Wert= 59,616; P< 0,001) und Körner pro Pflanze (F-Wert= 44,143; P< 0,001) aufweist. Auch die relativ hohe Pflanzdichte ergab einen Einfluss auf die Ertragskomponenten. Erdoğan machte dazu einen Versuch und baute 20 bis 55 Pflanzen pro m² an. Er stellte fest, dass die Anzahl der Hülsen pro Pflanze signifikant mit der Pflanzdichte abnimmt und konnte im Schnitt nur 15 Hülsen pro Pflanze bei einer Pflanzdichte von 55 Pflanzen pro m² feststellen (ERDOĞAN, 2014).

Bei der Kornzahl pro Hülse wurde ersichtlich, dass die Desi Typen im Schnitt zwei Körner pro Hülse haben, während die Kabuli Sorten überwiegend nur ein Korn pro Hülse ausbildeten. Die Anzahl der Hülsen pro Pflanze bzw. der Körner pro Pflanze ist sehr wichtig für den späteren Kornertrag. Die Sorte (Rodin) mit der höchsten Anzahl an Hülsen (18,2) ergab im angeführten Versuch den höchsten Ertrag (1579kg/ha), dies trotz eines mittleren Feldaufgangs von 36 Pflanzen pro m². Der Wuchstyp ist als halbverzweigt einzustufen, was ebenfalls optimal für einen hohen Kornertrag ist. Im Gegensatz dazu die Sorte (Reale) die im Schnitt 3,6 Hülsen pro Pflanze aufwies, hatte auch nur einen Kornertrag von 967 kg/ha. Jedoch einen überdurchschnittlich hohen Feldaufgang von 69 Pflanzen pro m². Der Wuchstyp wurde als verzweigt eingestuft, was die Lagerneigung begünstigt. Das TKG dieser Sorte ist eines der höchsten, es betrug 393g. Dies führte dazu, dass die Pflanze weniger Körnern dafür aber größere ausbildet.

Verunkrautung ist ein ertragsmindernder Faktor bei der Kichererbse. Daher ist die Bodendeckung und in Zusammenhang damit die Ermittlung des Wuchstypen unerlässlich. Dieser Zusammenhang wurde mittels einer Regressionsanalyse ermittelt. Bei den angeführten Sorten ergab sich ein 42 % Zusammenhang zwischen dem Wuchstyp und der Bodendeckung. Der Wuchstyp gibt den Grad der Verzweigung und Lagerung an, jedoch nicht die Stärke des Kornausfalls oder die Dichtwüchsigkeit. Die Bodendeckung war am stärksten zum Zeitpunkt der Vollblüte und nahm dann wieder rasch ab. Zum Zeitpunkt der Ernte war der Unkrautdruck hoch. Dadurch kam es zur Verunreinigung des Erntegutes. Dies trat bei allen Sorten durchgängig auf. Vorteilhaft ist ein rascher Bestandsschluss um Unkräuter als Konkurrenten um Wasser und Nährstoffe in der Vollblüte auszuschließen. Bei hoher Verzweigungsneigung kam es zur Lagerung, was die Ernte erschwerte.

Der Feldaufgang war bei der Hälfte der Sorten als hoch zu beurteilen. Bei 60 kf.K /m² kam es hier zu keinen nennenswerten Ausfällen. Einen sehr schwachen Feldaufgang ergaben 2

Sorten (Burnas 30 Pflanzen/m²; Rodin 36 Pflanzen/m²). Während der Vegetationszeit kam es zu keinen größeren Pflanzenausfällen.

5.2 Einfluss der Saatstärke auf den Kornertrag

Die Saatstärke wirkte sich nur gering auf den Kornertrag aus. Statistisch gesehen in diesem Versuch nicht signifikant ($F= 2,362$; $P < 0,080$). Wobei hier zwischen dem Kabuli und einem Desi Typ unterschieden werden muss. Der Desi Typ zeigte einen signifikanten Einfluss (F -Wert = $4,125$; $P < 0,031$), während der Kabuli Typ keine Effekte ergab (F -Wert = $2,165$; $P < 0,147$). Durch eine höherer Pflanzenzahl/m² kam es zu einem höheren Konkurrenzdruck und entsprechenden Verdrängungseffekten. Bei geringeren Pflanzenzahlen wiederum begannen die Pflanzen sich früh zu verzweigen, was zu höherem Ertrag führt. Dies konnte, wenn auch nur in geringem Maße, auch bei der aufrechten Desi Sorte (Irenka) festgestellt werden, die keine hohe Verzweigungsneigung aufwies.

Deutlich zu erkennen war auch, dass die Pflanzen durch eine höhere Saatstärke dazu tendieren höher zu wachsen. Was sich auch auf Konkurrenzeffekte zurückführen lässt. Bezüglich BBCH Stadium gab es keine Unterschiede in der Entwicklung, diese wäre aber durch den zusätzlichen Stress einer hohen Saatedichte möglich gewesen. Da die Kichererbse auf Stressfaktoren mit frühzeitiger Abreife oder Verlust der Hülsen reagiert (DEVASIRVATHAM and TAN, 2018). Einen hoch signifikanten Einfluss ergab die Saatstärke auf die Ertragskomponenten Anzahl der Hülsen (F -Wert= $104,216$; $P < 0,001$) und Körner pro Pflanze (F -Wert= $27,732$; $P < 0,001$). Wenn mehr Pflanzen/m² am Feld stehen, bilden diese weniger Hülsen und somit weniger Körner aus. Ergebnisse dieser Art erhielten auch JETTNER et. al. 1999, in einem australischen Versuch zur optimalen Saatstärke bei einem Desi Typ an 18 Standorten. In diesem Versuch wurde jedoch bei dichterem Saat auch ein höherer Kornertrag festgestellt. Bei diesen Versuchen stellte die interspezifische Konkurrenz kein Problem, durch die zusätzliche Beregnung, dar. Dadurch konnte das Pflanzenoptimum, je nach Standort, zwischen 24 Pflanzen pro m² und 112 Pflanzen pro m² ermittelt werden (JETTNER et. al.).

Auffallend war auch, dass die Körner bei geringer Saatstärke ein bisschen kleiner waren als bei höherer Saatstärke, was am TKG erkennbar war. Die Pflanzenanzahl stieg bei der hochwüchsigen Desi Sorte mit steigender Saatgutmenge an. Bei der stärker verzweigten Kabuli Sorte war dies nicht der Fall. Die höchste Pflanzenzahl wurde bei einer Saatgutmenge von 60 kg Körner/m², mit 48,7 Pflanzen/m², erzielt. Dies lag vor allem auch daran, dass der Kabuli Typ, der keine schützende Schale hat, empfindlicher reagiert und es eventuell zu physikalischen Verletzungen des Saatgutes durch die Sämaschine gekommen ist (JETTNER

et.al, 1999).

Ein Großteil der Autoren empfiehlt eine geringere Saatstärke von 30 bis 50 Pflanzen pro m² (SINGH and SAXENA 1999). Diese Empfehlung konnte auch in der vorliegenden Arbeit bestätigt werden, Versuche von JETTNER et.al. 1999 zeigen, dass diese Aussage nicht generalisiert werden kann. Die optimale Saatstärke hängt stark von der Bodenart, der Vorfrucht, der Saatbeetbereitung, dem Anbautermin, der Gefährdung durch Wildfraß und der Verzweigungsfähigkeit der Sorte ab. Es müssen auch Faktoren, wie Ausfall durch Bodenbearbeitung, zum Beispiel durch Striegeln oder Hacken, berücksichtigt werden. Zu geringe Saatstärken führen zu lückigen Beständen. Da sich jedoch bei steigender Saatgutmenge die Ertragskomponenten umgekehrt zum Ertrag entwickeln, ist von einer höheren Pflanzenzahl/m² abzuraten. Ein weiterer Faktor, der gegen hohe Saattedichten spricht, ist die höhere Krankheitsanfälligkeit durch fehlende Belüftung des Bestandes (SIDDIQUE et. al., 1999). Bei Berücksichtigung der Saatgutkosten sind eine rasche Jugendentwicklung und eine gute Verzweigung der Pflanzen von Vorteil. Jedoch hat eine höhere Saattedichte auch den Vorteil eines schnelleren Bestandschlusses mit höherer Ertragsstabilität.

5.3 Einfluss des Saatzeitpunktes auf den Kornertrag

Für eine erfolgreiche Kichererbsenproduktion ist der wichtigste zu beeinflussende Faktor der Saattermin. Zusätzlich sind bedeutende Faktoren das pflanzenverfügbare Wasser, die Tageslänge und die Temperatur (SAXENA 1987). Im vorliegenden Versuch wurde der höchste Ertrag bei beiden getesteten Sorten jeweils am ersten Saattermin erzielt. Obwohl der Feldaufgang an diesem Saattermin bei beiden Sorten relativ gering war. Von 100 angebauten Körnern haben sich bei der Desi Sorte 46 Pflanzen entwickelt, bei der Kabuli Sorte 43 Pflanzen. Der höchste Feldaufgang wurde beim Saattermin 28. April 2017, mit 101 Pflanzen (Desi Typ) und 66 Pflanzen (Kabuli Typ) erreicht. Wie bereits bei den Ergebnissen im Saatstärkenversuch ist eine Pflanzenzahl/m² unter 40 für den Kornertrag von Vorteil. Eine geringe Saatstärke ist anzustreben, um die Saatgutkosten niedrig zu halten. Der Feldaufgang wird auch von den aktuellen Wetterdaten beeinflusst.

Ein Vorteil für die Keimpflanzen, die am 23. März 2017 gesät wurden, war der relativ warme Boden. Die Temperaturkurve zeigte am 22. April einen starken Abfall, die Bodentemperatur sank aber nicht unter 7 Grad. Ein Großteil der Kichererbsensorten übersteht niedrige Temperaturen bis 5° Celsius im vegetativen Stadium problemlos (LFL BAYERN, VERGHIS 1996). In Idaho werden Kichererbsen gesät, wenn die Bodentemperatur auf 5° Celsius ansteigt. Ein früher Saattermin ist für einen hohen Kornertrag entscheidend, da genug Feuchtigkeit für die Keimung zur Verfügung steht, wie es auch CORP et. al. (2004) belegen.

Die Pflanze ist im Jugendwachstum auf die im Boden gespeicherte Feuchtigkeit des Winters angewiesen. Ist diese Ausreichend hoch, entwickelt sich die Pflanze gut. Wichtig während der Blüteninduktion ist auch die Tageslänge, da die Kichererbse eine Langtagspflanze ist. Deshalb ist ein früher Saattermin zu bevorzugen, um den Pflanzen ein langes vegetatives Wachstum zu ermöglichen. Dies führt zu deutlichen Ertragssteigerungen. Die Blühphase korreliert positiv mit den Tagen des vegetativen Wachstums und negativ mit der Temperatur. Liegt diese öfter über der Optimaltemperatur (maximal 30 Grad) wirkt sich dies negativ auf die Blüteninduktion aus (VERGHIS 1996). Steigende Temperaturen gekoppelt mit längeren Tagen verkürzen die vegetative, sowie die generative Periode. Dies führt zu niedrigeren Erträgen. Eine längere vegetative Periode führt zu mehr Blattmasse und damit zu einer größeren Masse für den reproduktiven Sink. Dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen wieder. Beim Kabuli Typ hebt sich der erste Anbautermin, 13. April 2017, durch den überdurchschnittlich hohen Kornertrag, im Gegensatz zu den anderen Saatterminen hervor. Mit 11,1 Hülsen pro Pflanze war die Ertragserwartung höher als bei den anderen Saatterminen, wo nur 3,0 bis 4,8 Hülsen pro Pflanzen ermittelt wurden. Das TKG war mit 319 g geringer als bei den anderen Terminen.

Bei den frühen Saatterminen ist jedoch zu berücksichtigen, dass dazu kalte Temperaturen während der Blüte zu vorzeitigem Blütenabfall führen. Um dies zu vermeiden sind Temperaturen über 15° Celsius in der Blühperiode optimal (VERGHIS 1996). In den vorliegenden Feldversuchen wurde der 15° Celsius Temperaturbereich nicht unterschritten.

Am 10. Mai 2017 lag die Lufttemperatur kurzzeitig bei 0° Celsius, Dies führte aber nur zu einem vorübergehenden Abfall der Bodentemperatur auf 11,5° Celsius, die Temperatur stieg an den darauffolgenden Tagen wieder an. Der Kichererbsenbestand, der am 28. April gesät wurde, wurde durch die vorliegenden höheren Bodentemperaturen geschützt. Die Kichererbse benötigt 7 bis 15 Tage zum Auflaufen. Der Bestand, der am 23. März und am 13. April gesät wurde, befand sich schon im Zustand der Anlage der Sekundärtriebe und war somit der niedrigen Temperatur stärker ausgesetzt. Die Kichererbse verträgt zwar, je nach Sorte, in der Jugendentwicklung kältere Perioden, jedoch keinen Frost (LFL Bayern). Die geringste Pflanzenzahlverminderung im Bestand gab es bei beiden Typen, beim Saattermin 28. April.

Die Kichererbsenpflanzen sind empfindlich gegenüber Staunässe. Daher soll in trockenem Boden gesät werden, sonst kommt es zu Ertragsrückgängen. Dies ist auch aus den angeführten Ergebnissen ersichtlich, am Saattermin 20. April 2017. Die Woche vor der Saat war sehr niederschlagsreich und der Boden entsprechend feucht. Dieser Saattermin ergab den geringsten Kornertrag bei beiden Sortentypen wie es auch HARRIS and MACE (o.J.) beschreiben.

Die Entwicklung der Kichererbsenbestände war trotz des zeitlich versetzten Anbaus ähnlich. Beim ersten Boniturtermin in der Jugendentwicklungsphase am 18. Mai 2017, befanden sich die am 13. April, 20. April und 28. April gesäten Bestände alle in einem Entwicklungsstadium zwischen BBCH 16 (= Laubblatt am 6. Nodium entfaltet) und 18 (= Laubblatt am 8. Nodium entfaltet). Auch die Pflanzen vom Saattermin 23. März 2017 waren nur geringfügig weiter in der Entwicklung und befanden sich im BBCH Stadium 22 (= 2. Seitensproße erster Ordnung sichtbar). Interessant ist die rasche Jugendentwicklung der am 20. April gesäten Kichererbsenpflanzen. Wie auch in der Literatur beschrieben wuchsen die Kabuli Sorten im Jugendstadium kräftiger wie es auch O'TOOLE et al. (2001) beschreiben.

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass die Saat der Kichererbse zu einem früheren Zeitpunkt erfolgen soll, als in der Literatur (Mitte bis Ende Mai) empfohlen ist. Eine frühere Saat führt zu höheren Kornerträgen. Kommt es zu Spätfrost, ist jedoch mit Pflanzenausfällen zu rechnen.

6. Zusammenfassung

Im Vegetationsjahr 2017 wurden am Standort Groß Enzersdorf an der Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien, sowie an der Bio Forschung Austria in Essling – Wien, verschiedene Sorten der Kichererbse (*Cicer arietinum*) auf den Wachstumsverlauf und den Kornertrag beurteilt. Im Sortenversuch wurden 18 Kichererbsensorten bewertet, zusätzlich wurden Parzellenversuche zur Saatstärke und zum günstigsten Saattermin durchgeführt.

Am Standort Groß Enzersdorf wurde im randomisierten Exaktparzellenversuch die Kichererbsensorten vergleichend beurteilt. Spezielle Bonitierungstermine bezogen sich auf BBCH Stadium, Wuchshöhe, Wuchstyp, Bodendeckung und Kornertrag. Auch Schädlingsbefall wurde beurteilt und die Ertragskomponenten bewertet. Zusätzlich wurde am Standort Groß Enzersdorf die optimale Saatstärke bei zwei Kichererbsensorten (braune Desi Typ und weiße Kabuli Typ) bewertet. Am Standort Essling wurde ein Saatzeit Versuch mit fünf Saatterminen und den gleichen zwei Kichererbsensorten durchgeführt.

Das Vegetationsjahr 2017 begann mit einer kühleren Phase und wurde im Juni und Juli heiß und trocken, mit wenig Niederschlag. Dadurch konnte die Kichererbse auch bezüglich Hitzestress und Trockenheit beurteilt werden. Vor der Ernte gab es ein Hagelereignis, das die Ernte wesentlich erschwerte und zu Kornverlusten geführt hat.

Im Sortenversuch wurden Kornerträge zwischen 1579 kg/ha (Sorte Bori, Typ Kabuli) und 851 kg/ha (Sorte Irenka, Typ Desi) erzielt. Die Sorte Golden Dragon (Typ Desi) erzielte einen noch höheren Ertrag von 1626 kg/ha. Die Sorte Rodin hatte auch den höchsten Strohertrag.

Bei den Ertragskomponenten Körner pro Hülse lagen die Ergebnisse ebenfalls weit auseinander. Von 24 Körnern (Sorte Bori, Typ Desi) bis zu nur von 3,4 Körner pro Pflanze (Sorte Reale, Typ Kabuli). Die Sorte Bori erzielte damit auch einen hohen Kornertrag mit 1229 kg/ha. Dies TKG lag bei der Sorte Bori bei nur 135 g. Die Sorte Reale konnte trotz der sehr niedrigen Kornzahl pro Pflanze noch einen Kornertrag von 967 kg/ha erzielen. Dies wurde durch das hohe TKG der Sorte und die hohe Bestandesdichte erzielt. Im Wachstumsverlauf gab es nur geringe Unterschiede bei allen Sorten. Die frühreifen Sorten wie golden Dragon und Ebony konnten bereits eine Woche früher geerntet werden.

Im Feldversuch zur optimalen Saatstärke wurde der Einfluss von fünf unterschiedlichen Saatstärken (40; 60; 80; 100; 120 Kf. K. /m²) bewertet. Es zeigte sich ein starker Einfluss der Saatstärke auf den Verzweigungsgrad der Pflanzen. Bei 40 keimfähigen Körnern pro m² ergab sich eine hohe Verzweigung der Pflanzen, die zu den höchsten Kornerträgen beim Kabuli Typ (1292 kg/ha, Sorte Gaydos) und beim Desi Typ (1101 kg/ha, Sorte Irenka) führten. Statistisch signifikante Ertragsunterschiede gab es bei der Sorte des Kabuli Typs nicht (F= 2,165; P= 0,147). Bei der Desi Sorte Irenka war ein statistischer Einfluss zu verzeichnen (F= 4,123; P= 0,031). Dies ist durch den Wuchstyp der Sorte zu erklären. Die Sorte Irenka ist hochwüchsig und aufrecht, neigt ab 60 kf.K /m² nicht mehr zur Verzweigung, während die Sorte Gaydos eine hohe Verzweigungsneigung aufweist. Bei überhöhter Saatstärke führt dies zu einer Verminderung der Pflanzenzahl/m².

Beim Saatzeitversuch wurde an fünf verschiedenen Terminen angesät und der Einfluss des Saattermins bewertet. Beim ersten Saattermin (Irenka; Typ Desi) am 23. März 2017, wurde der höchste Kornertrag erzielt (1535 kg/ha). Der erste Saattermin bei der Sorte des Kabuli Typs (Sorte Gutscher) war der 13. April 2017, auch hier wurden die höchsten Kornerträge erzielt (1390 kg/ha). Der Unterschied zu späteren Saatterminen war höchst signifikant (F-Wert= 436,729, P< 0,001). Beim Desi Typ wurde beim letzten Saattermin 13. Mai 2017 ein Ertrag von 905 kg/ha erzielt. Beim Kabuli Typ, bei gleichem Anbautermin nur 510 kg/ha. Besonders deutlich ist der Kornertragsunterschied bei der Kabuli Sorte vom ersten zum zweiten Saattermin, am 20. April 2017. Dieser Saattermin ergab lediglich einen Ertrag von 543 kg/ha und somit nur 39 % vom Kornertrag des Bestandes, der eine Woche früher am 13. April 2017 gesät wurde. Ursache war, dass der frühere Anbautermin eine längere vegetative Periode zur Verfügung hatte. Der Anbautermin, 20. April 2017, war gekennzeichnet durch einen übermäßig feuchten Boden, welchen die Kichererbse nicht verträgt und in Folge führte dies zu Ertragseinbußen.

Aus dem angeführten Feldversuch lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten.

Die Kichererbse ist in ihrem vegetativen Stadium nur geringfügig kälteempfindlich, daher ist

meist ein früherer Saattermin günstig. Die Pflanzen haben für die vegetative Phase einen längeren Zeitraum zur Verfügung und dies führt zu höheren Kornerträgen.

Meist ist es günstiger, je nach Sorte und Standort eine niedrigere Saatstärke zu wählen. Optimal sind 40 bis 50 kf.K. pro m². Durch die meist starke Verzweigung der Pflanze führt dies zu höheren Kornerträgen als bei zu dichter Saat.

Eine relativ langzeitige Unkrautbekämpfung ist erforderlich, da die Pflanzen sehr konkurrenzschwach sind. Meist wird erst ab der Vollblüte bei Bestandsschluss, das Unkraut unterdrückt.

Die längere Trockenperiode im Juni und Juli im Jahr 2017, wirkte sich nicht negativ auf den Wachstumsverlauf und die Entwicklung aus.

Bei spätauftretendem straken Unkrautwuchs soll die Kichererbse auf Schwad gelegt werden, da es durch die Verunkrautung und den interterminierten Wuchs zu Verunreinigungen des Ernteguts kommen kann.

Die Etablierung eines optimalen Kichererbsenbestandes erfordert einen sortenspezifisch optimalen Saattermin und eine sortengünstige Bestandsdichte. Kichererbsen mit geringeren Bestandsdichten sind meist leichter zu führen und zu ernten als zu dichte.

7. Abstract

Der Klimawandel stellt ein Risiko für die zukünftige Ernährungssicherheit dar. Durch länger anhaltende Trockenperioden wird eine Ausweitung von trockenheitsverträglichen Pflanzenarten erforderlich. Kichererbse (*Cicer arietinum*) ist eine vielversprechende Fruchtart, die sich durch ihre Trockenheitsresistenz auszeichnet. In der angeführten Masterarbeit wurde ein Sortenversuch durchgeführt, um die Kichererbse als Alternativkultur unter panonischen Klimabedingungen im Marchfeld in Niederösterreich zu testen. Der Feldversuch wurden an der Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien, in Groß Enzersdorf in Kooperation mit der Bioforschung Austria Essling - Wien durchgeführt. Das Vegetationsjahr 2017 begann mit einer kühleren Phase und wurde im Juni und Juli heiß und trocken, mit wenig Niederschlag. Dadurch konnte die Kichererbse auch bezüglich Hitzestress und Trockenheit beurteilt werden.

Es wurden zwei Kichererbsentypen (Kabuli und Desi) und 18 Kichererbsensorten hinsichtlich Wuchstyp, Bodendeckung, Wuchshöhe, BBCH Stadium, Korn und Strohertrag, Schädlingsbefall und Ertragskomponenten beurteilt. Die Sorte Bori (Desi Typ) erzielte den

höchsten Kornertrag mit 1 579 kg/ha. Den niedrigsten Kornertrag erzielte die Sorte Pascia (Kabuli Typ), mit 789 kg/ha.

Zusätzlich wurde ein Parzellenversuch zur Saatstärke mit jeweils einem Kabuli Typ (Sorte Gaydos) und einem Desi Typ (Sorte Irenka) durchgeführt. Hierbei wurden die höchsten Kornerträge bei einer Saatedichte von 40 keimfähigen Körnern pro m² erzielt.

Ein weiterer Nebenversuch wurde an der Bio Forschung Austria durchgeführt zur Bestimmung des günstigsten Saatzeitpunktes für das Vegetationsjahr 2017. Der erste Saattermin (23.03.2017: Desi Typ, Sorte Irenka und 13.04.2017 Kabuli Typ, Sorte Gutscher) konnten die höchsten Kornerträge erzielen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass die Kichererbse als Alternativkultur in Österreich möglich wäre. Da sie trotz des heißen und trockenen Sommers 2017 gute Ergebnisse erzielt hat. Um dies zu untermauern müssen jedoch noch weitere Versuche durchgeführt werden und dieser Versuch in mehreren Jahren an verschiedenen Standorten wiederholt werden.

Abstract

Climate Change poses substantial risks to future food availability, as many crops are only partially resistant to changing weather conditions. Cultivars that are well adapted to climate change impacts are thus needed. Chickpea (*Cicer arietinum*), as a dry tolerant culture, is promising due to its drought resistance. The present study conducts a field trial to test chickpeas as an alternative legume under Pannonian climatic conditions in Lower Austria. The field trial took place in Groß Enzersdorf at the research field of the University of Natural Resources and Life Sciences Vienna in cooperation with the Bio Forschung Austria Essling – Vienna, in the growing year of 2017. Climatic conditions in 2017 were perfect for the trial as the year started chilly and progressed to hotter and drier conditions with less precipitation. In total, 2 different chickpea types (Kabuli and Desi) and 18 different chickpea cultivars were tested for their suitability in regard to yield, ground cover, pest infection, development and yield components.

The cultivar Bori, with the type Kabuli achieved the highest yield with 1,579 kg/ha. On the other hand, the cultivar Pascia, with the Type Kabuli had the lowest yield with 798 kg/ha.

Additionally, a side experiment should determine the optimum sowing rate. The optimum sowing rate was 40 germinable grains per square meter, reaching a yield of 1,292 kg/ha for the type Kabuli and a yield of 1,101 kg/ha for Desi. A further side experiment was done at the Bio Forschung Austria in Essling with the main aim to determine the optimal sowing time for the year 2017. The first sowing date (23.03.2017: Desi type and 13.04.2017: Kabuli type)

performed best with 1,390 kg/ha for Desi (Cultivar Irenka) and 1,535 kg/ha for Kabuli (cultivar Gutscher). The study thus gives a strong indication that chickpea (Kabuli and Desi) could indeed function as a climate change resistant crop in Lower Austria. Further and multi-year research is needed to draw final conclusion on the stability of chickpea in Austria.

8.Literatur

- AHLAWAT, I.P.S.; ANGAIAH, B. G. AND ASHRAF ZAHID M.A. (2007): Nutrient Management in Chickpea. In: Yadav, S.S., Redden, R.J., Chen, W., Sharma, B., Chickpea Breeding and Management, CAB International, Wallingford, UK, pp. 213-232
- AHLAWAT, I.P.S., SINGH, A. AND SAFAR, C.S. (1981): It pays to control weeds in pulses. Indian Farming 31, 11-13
- ALI, M. (1993): Studies on crop weed competition in chickpea (*Cicer arietinum* L.)/mustard (*Brassica juncea* L.) Czern and Cross intercropping. In: Proceeding 1993 of an Indian Society of Weed Science International Symposium. Intergraded Weed Management for Sustainable Agriculture, Hisar, Indien, pp.18-20
- AGES - AGENTUR FÜR ERNÄHRUNGSSICHERHEIT (2017A): Jahr der Hülsenfrüchte. Hülsenfrucht Oktober – Kichererbse. <https://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/jahr-der-huelsenfruechte/huelsenfrucht-oktober-kichererbse/tab/4/>
- AGES- AGENTUR FÜR ERNÄHRUNGSSICHERHEIT (2017B): (www.genbank.at/nationales-verzeichnis.html)
- AL SNAFI, A. E. (2016): The medical importance of *Cicer arietinum* – a review. In: IOSR journal of Pharmacy. Volume 6, Issue 3 PP. 29-40
- AL-THAHABI, S.A., YASIN, J.Z., ABU-IRMAILEH, B.E., HADDAD, N.I. AND SAXENA, M.C. (1994): Effect of weed removal on productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Med.) in a Mediterrean environment. Journal of Agronomy and Crop Science 5,333-341
- BECK, D. (1988): Mineral-stress resistance. In A. Blum (ed.) Plant breeding for stress environments. CRC Press Inc. pp. 133-163. Boca Raton, Florida.
- BECKER-DILLINGEN, J., 1929: Die echte Kichererbse. *Cicer arietinum* L. In: Handbuch des Hülsenfruchterbaues und Futterbaues. 159-164. Verlag Paul Parey, Berlin. Zitiert nach <http://bibd.uni-giessen.de/gdoc/2000/uni/p000003/kicherer.htm>

- BERGER, J.D., TURNER, N.C.,(2007): The ecology of Chickpea. In: Yadav, S.S., Redden, R.J., Chen, W., Sharma, B., Chickpea Breeding and Management, CAB International, Wallingford, UK, pp. 47-71
- BFW - BUNDESFORSCHUNGS – UND AUSBILDUNGSZENTRUM FÜR WALD, NATURGEFAHREN UND LANDSCHAFT (2017): Digitale Bodenkarte von Österreich. http://gis.bmlfuw.gv.at/eBOD/frames/index.php?&gui_id=eBOD (05.08.2017).
- BHAN, V.M.,AND KUKULA, S. (1987): Weeds and their control in Chickpeas. In: Saxena M.C., and Singh, K.B., The Chickpea CAB International, Wallingford, UK,pp.319-328
- BOKU – VERSUCHSWIRTSCHAFT GROß ENZERSDORF:
http://versuchswirtschaft.boku.ac.at/vwg_org.html
- CLARKE, H.J.; SIDDIQUE, K.H.M (2004): Response of chickpea genotypes to low temperature stress during reproductive development. In: Field Crops Research, Volume 90, Issues 2–3, 8 December 2004, Pages 323-33
- COHEN J., A power primer: In: physiological Bulletin. 112, pp. 155-159
- CORP M., MACHADO S., BALL D., SMILEY R.,PETRIE S., SIEMENS M., AND GUY S. (2004): Chickpea Production Guide. Oregon State University, Department of Agriculture Speciality Crop
- DEVASIRVATHAM V., TAN D (2018): Impact of High Temperature and Drought Stresses on Chickpea Production. Plant Breeding Institute, Sydney Institute of Agriculture, School of Life and Environmental Sciences
- DRIJFHOUT S.; SÉVELLEC F. (2018): A novel probabilistic forecast system predicting anomalously warm 2018-2022 reinforcing the long-term global warming trend. In: Nature Communications volume 9, Article number: 3024
- ERDOĞAN C. (2014): Response of rainfed chickpea (*Cicer arietinum* L.) to tweek row spatial arrangement at multiple densities. In Pakistan Journal of Agricultural Sciences . March 2014
- ESHEL, Y. (1968): Flower development and pollen viability of chickpea (*C i c e r arietinum* L) . Israel Journal of Agricultural Research 18 31-33
- ESHETE M., FIKRE A., (O.J.): Guide for CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.) PRODUCTIONin the Southern Nations, Nationalities, and Peoples’ Region of Ethiopia. International development research center

- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION OF THE UNITED NATIONS (2017):
<http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropView?id=2479>
- GAUR P.; GOWDA C.; KNIGHTS E.; WARKENTIN T.; AÇIKGÖZ N.; YADAV S.: Chickpea breeding and management. Available from:
https://www.researchgate.net/publication/285006074_Chickpea_breeding_and_management [Zugriff: 26.11.2018].
- GAUR P.; TRIPATHI S.; GOWDA L.; RAO R.; SHARMA H.; PANDE S.; SHARMA M. (2010): Chickpea Seed Production Manual. ICRISAT; Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 28 pp
http://oar.icrisat.org/10276/1/ChickpeaManual_full.pdf [Zugriff 16.11.2018]
- GROß, A. (1993): Untersuchung zur Züchtung Phosphateffizienter Kichererbsen. Dissertation zur Erlangung des Grades Doktor der Agrarwissenschaften. Universität für Bodenkultur, Wien.
- HARRIS, G. AND MACE, G. (O.J.): More Profit per Crop.
http://www.moreprofitperdrop.com.au/wp-content/uploads/2013/10/WATERpak-4_4-Irrigated-Chickpeas-best-practice.pdf. [Zugriff: 11.12.2018]
- IBPGR, - AND ICRISAT, - AND ICARDA, - (1993): *Descriptors for Chickpea (Cicer arietinum L.)*. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, Andhra Pradesh, India. ISBN 92-9043-137-7
- JETTNER R. J.; SIDDIQUE K. H. M.; LOSS S. P. AND FRENCH R. J. (1999): Optimum plant density of desi chickpea (*Cicer arietinum L.*) increases with increasing yield potential in south-western Australia. In Australian Journal of Agricultural Research. January 1999, 50, 1017-25
- KALVE S.; TADGE M. (2017): A comprehensive technique for artificial hybridization in Chickpea (*Cicer arietinum*). In: plants Method.
<https://plantmethods.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s13007-017-0202-6>
- KELLER E.R. (1999): Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen . - Stuttgart (Hohenheim) : Ulmer , 3 Handbuch des Pflanzenbaues
- KOZGAR I. (2014): Mutation Breeding in Chickpea: Perspectives and Prospects for Food Security. De Gruyter Open
- LFL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2014): Kichererbse Anbau und Verwendung. <https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen>

- LIEBHARD, P. (1979): Untersuchungen über den Einfluss der Tageslänge und der Temperatur auf Wachstum und Entwicklung verschiedener Sojabohnensorten im Freiland und unter kontrollierten Klimabedingungen. Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien
- MOHAMMADI, G., JAVANSHIR, A., KHOUIE, F.R., MOHAMMADIE, S.A. AND ZEHTAB SALMASI, S. (2005): Critical periods of weed interferences in chickpea. *Weed research* 45, 57-63.
- MUNGER, P. H.; BLEIHOLDER, H.; HACK M.; HESS, R.; STAUSS, T.; VAN DER BLOOM, T. AND WEBER, E. : (1997): Phenological Growth Stages of the Soybean Plant (*Glycine max(L.) MERR.*) – Codification and Description according to the General BBCH Scale – with Figures. *Journal of Agronomy and Crop Science* 179, 209 - 217.
- MUZQUIZ, M. AND WOOD, J.A. (2007): Antinutritional Factors. In: Yadav, S.S., Redden, B., Chen, W. and Sharma, B., Eds., *Chickpea Breeding and Management*, CAB International, Wallingford, 143-166
- O'TOOLE N.; STODDARD F.L.; O'BRIEN L. (2001): Screening of Chickpeas for Adaptation to Autumn Sowing. Plant Breeding Institute, The University of Sydney, Sydney, Australia. In *Journal of Agronomy and Crop Science*, Volume 186, Issue 3, pp 193-207
- ÖKOLANDBAU.DE: <https://www.oekolandbau.de/erzeuger/pflanzenbau/allgemeiner-pflanzenbau/pflanzenschutz/schaderreger/vorratsschaedlinge/chinesischer-bohnenkaefer-vierfleckiger-bohnenkaefer-gattung-callosobruchus/>
- PANDE, S., GAN, Y., PATHAK, M., YADAV, S.S., (2007): Integrated Crop Production and Management Technology of Chickpea. In: Yadav, S.S., Redden, R.J., Chen, W., Sharma, B., *Chickpea Breeding and Management*, CAB International, Wallingford, UK, 268-290
- PANG, J.; TURNER, N. C.; KHAN, T.; DU, Y. XIONG, J.; COLMER, T.; DEVILLA, R.; STAFANOVA, K. AND SIDDIQUE, K. H. M. (2016): Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to terminal drought: leaf stomatal conductance, pod abscisic acid concentration, and seed set. In: *Oxford Journal, Journal of experimental botany*, 2017 Apr 1; 68(8): 1973–1985.
- SAXENA, M.C., SUBRAMANIYAN K.K. AND YADAV, D.S. (1976): Chemical and mechanical controls of weeds in gram. *Pantnagar Journal of Research* 1, 112-116

- SAXENA, M.C.(1987). Agronomy of chickpea. In: The Chickpea. (Ed. M.e. Saxena and K.B. Singh), pp. 207-232. Wallingford: CAB International.
- SCHAUPPENLEHNER T. (O.J): Geostatistische Analysen zur Integration von Geländemodellen und Bodenschätzungsdaten für verbesserte digitale Bodenkarten am Beispiel einer alluvialen Landschaft. Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur. Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung. Universität für Bodenkultur, Wien
- SIDDIQUE, K. H. M., AND LOSS, S. P. (1999): Studies on sowing depth in chickpea (*Cicer arietinum* L.), faba bean (*Vicia faba* L.) and lentil (*Lens culinaris* L.) in Mediterranean-type environments of south-western Australia. *Journal of Agronomy and Crop Science* 182; pp.105-112
- SING; K.B.; MALHOTRA R.S.; SAXENA M.C. AND BEJIGA G. (1997): Superiority of Winter Sowing over Traditional Spring Sowing of Chickpea in the Mediterranean Region Vol. 89 No. 1, p. 112-118
- SINGH, K.B., SAXENA, M.C. (1999): The tropical Agriculture: Chickpeas. Macmillan Education Ltd, London
- SINGH, G., CHEN, W., RUBIALES, D., MOORE, K., SHARMA, Y.R. AND GAN, Y.(2007): Diseases and their management. In: Chickpea Breeding and Management. (Ed. Yadav, S.S., Redden, R., Chen, W. and Sharma, B.), CAB International, Wallingford, UK, pp. 497-519
- SINGH R, SHARMA P, VARSHNEY RK, SHARMA SK, SINGH NK. (2008): Chickpea improvement: role of wild species and genetic markers. *Biotechnol Genet Eng Rev.*25. 267-313.
- SINGH F; DIWAKAR B. (1995): Skill development series no. 16. ICRISAT, Training and Fellowship Programm.
- STADT WIEN: <https://www.wien.gv.at/statistik/lebensraum/tabellen/niederschlag.html>
- THACKER, PHILIP A. QIAO, SHIYAN RACZ(2002): Vernon J. comparison of the nutrient digestibility of Desi and Kabuli chickpeas fed to swine. In *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Volume82, Issue11, Pages 1312-1318
- TULLU A, VAN RHEENEN HA (1989). Artificial cross pollination of chickpeas at Debre Zeit, Ethiopia. *Int Chick Newsl.*;2:3-4
- VAN DER MAESEN, L.J.G. (1972): *Cicer L.*, A monography of the genus with special

- reference to the chickpea *Cicer arietinum L.*, Its ecology and cultivation. Wageningen
- VAN DER MAESEN, L.J.G. (1987): Origin, history and taxonomy of chickpea. In: The Chickpea. (Ed. M.e. Saxena and K.B. Singh), pp. 11-34. Wallingford: CAB International
- VERGHIS T. I. (1996): Yield and Development of chickpea (*Cicer arietinum L.*). Doktorarbeit. Lincon Universität, Neuseeland, Canterbury.
- WANGA R., GANGOLAA M., JASISWALA S., BAGAA M., GAURB P., CHIBBAR R.: (2017): VARIATION IN SEED QUALITY TRAITS IN CHICKPEA (*CICER ARIETINUM L.*) AND THEIR CORRELATION TO RAFFINOSE FAMILY OLIGOSACCHARIDES CONCENTRATION In Crop Science Society, Vol. 57 No. 3, p. 1594-1602].
- WEIßFLOG G. (2011): Sortenspezifisches Pflanzenschutzmanagement bei Kichererbsen unter den Anbaubedingungen Ostaustraliens. Bachelorarbeit, Hochschule Neubrandenburg, Fachbereich Agrarwirtschaft
- WICHMANN, S. WAGENTRISTL, H. UND KAUL, H. P. (2005): Der Anbau von Kichererbsen im Vergleich zu Körnerlegmunisen. In: Mitteilung der. Geellschafts. Pflanzenbauwissenschaften. 17, 28-29
- YENISH, J.P. (2007): Weed Management in Chickpea. In: Yadav, S.S., Redden, R.J., Chen, W., Sharma, B., Chickpea Breeding and Management, CAB International, Wallingford, UK, pp. 233-245
- ZAMG- ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK
<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch>[Zugriff: 22.05.2018]

9 ANNEX:

BBCH – Codierung nach eigener Zusammenstellung in Abhängigkeit der Entwicklungsstadien der Kichererbse (*Cicer arietinum*)

Schema adaptiert nach Sojabohne von MUNGER et al., 1997

Makrostadium 0: Keimung

- | | | |
|----|-----|---|
| 00 | 000 | Trockener Samen |
| 01 | 001 | Beginn der Samenquellung |
| 03 | 003 | Ende der Samenquellung |
| 05 | 005 | Keimwurzel aus Samen ausgetreten |
| 06 | 006 | Streckung der Keimwurzel |
| 07 | 007 | Hypokotyl mit Keimblättern hat Samenschale durchbrochen |
| 08 | 008 | Hypokotyl erreicht die Bodenoberfläche |
| 09 | 009 | Auflaufen |

Makrostadium 1: Blattentwicklung (Hauptspross)

- | | | |
|----|------|---|
| 10 | 100 | Keimblätter voll entfaltet |
| 11 | 101 | Erstes Laubblattpaar am ersten Nodium entfaltet |
| 12 | 102 | Laubblatt am 2. Nodium entfaltet |
| 13 | 103 | Laubblatt am 3. Nodium entfaltet |
| 1. | 10.. | Stadien fortlaufend bis... |
| 19 | 109 | Laubblatt am 9 Nodium entfaltet |
| | 110 | Laubblatt am 10. Nodium entfaltet |
| | 111 | Laubblatt am 11 Nodium entfaltet |
| | 11. | stadien fortlaufend bis |
| | 119 | Laubblatt am 19. Nodium entfaltet |

Makrostadium2: Entwicklung der Seitensprosse

- | | | |
|----|-----|---|
| 21 | 201 | Erster Seitenspross sichtbar |
| 22 | 202 | 2. Seitenspross erster Ordnung sichtbar |
| 23 | 203 | 3. Seitenspross erster Ordnung sichtbar |
| 2. | 20. | Stadien fortlaufend bis... |
| 29 | 209 | 9. Seitensprosse erster Ordnung sichtbar |
| | 210 | 10. Seitenspross erster Ordnung sichtbar |
| | 221 | Erster Seitenspross zweiter Ordnung sichtbar |
| | 222 | Zweiter Seitenspross zweiter Ordnung sichtbar |
| | 22. | Stadien fortlaufend bis... |
| | 229 | 9. Seitenspross zweiter Ordnung sichtbar |
| | 2N1 | Erster Seitenspross N-ter Ordnung sichtbar |
| | 2N9 | 9. Seitenspross N-ter Ordnung sichtbar |

Makrostadium 5: Entwicklung der Blühanlagen

- | | | |
|----|-----|---|
| 51 | 501 | Erste Blütenknospen sichtbar |
| 54 | 504 | Erste Blütenknospen gestreckt |
| 59 | 509 | Erste Blütenblätter sichtbar, Blüten noch geschlossen |

Makrostadium 6: Blüte

- | | | |
|----|-----|--|
| 60 | 600 | Erste Blüten vereinzelt im Bestand offen |
| 61 | 601 | Beginn der Blüte 10% der Blüten offen |
| 62 | 602 | 20% der Blüten offen |
| 63 | 603 | 30% der Blüten offen |
| 6. | 60. | Stadien fortlaufend bis... |
| 67 | 607 | Abgehende Blüte |
| 69 | 609 | Ende der Blüte: erste Hülsen sichtbar |

Makrostadium 7: Frucht- und Samenentwicklung

- 70 700 Erste Hülsen haben endgültige Länge erreicht (????mm)
- 71 701 10% Hülsen haben endgültige Länge erreicht (????mm)
- 72 702 20% Hülsen haben endgültige Länge erreicht (????mm)
- 7. 70. Stadien fortlaufend bis...
- 79 709 Fast alle Hülsen haben endgültige Länge erreicht (????mm)

Makrostadium 8: Frucht und Samenreife

- 80 800 Erste Hülsen reif, Samen haben endgültige Farbe sind hart und trocken
- 81 801 Beginn der Reife: 10% der Hülsen sind reif
- 82 802 20% der Hülsen sind reif
- 83 803 30% der Hülsen sind reif
- 84 804 40% der Hülsen sind reif
- 85 805 50% der Hülsen sind reif Hauptphase der Hülsen und Samenreife
- 8. 80. Stadien fortlaufend bis...
- 89 809 Vollreife: alle Hülsen sind reif (Erntereife)

10. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis:

Abbildung. 1	Entwicklungsstufen der Kichererbsen Blüte. Quelle: https://media.springernature.com/full/springerstatic/image/art%3A10.1186%2Fs13007-017-02026/MediaObjects/13007_2017_202_Fig3_HTML.jpg [Zugriff 15.11.2018].....	10
Abbildung. 2:	Jährlicher Wert der Kichererbsenimporte in die Europäische Union von 2009 bis 2013 (EU-28) in kanadischen Dollar. Quelle: https://www.statista.com/statistics/457832/value-chickpeas-import-to-european-union-countries/ [Zugriff: 15.05.2017].....	12
Abbildung 3:	. 3 Ascochyta Fäule mit konzentrischen Kreisen an Kichererbse. Quelle: NorthernPulse, https://northernpulse.com/resources/research/PulseDiseases/CommonDiseasesinChickpeas/ [Zugriff 10.11.2018].....	23
Abbildung.4:	Grauschimmel an Kichererbse, Quelle: Northern Pulse, https://northernpulse.com/resources/research/PulseDiseases/CommonDiseasesinChickpeas/ [Zugriff 12.11.2018].....	24
Abbildung.5:	Fusarium Welke an Kichererbse bei der adulten Pflanze (links) und bei der Jungpflanze (rechts),Quelle Northern Pulse, https://northernpulse.com/resources/research/PulseDiseases/CommonDiseasesinChickpeas/ [Zugiff 10.11.2018].....	25
Abbildung 6:	Baumwollkapselwurm mit typischen Schadbild.....	26
Abbildung. 7:	Der Vierfleckige Bohnenkäfer (links) und der Chinesische Bohnenkäfer (mitte) können mit Importen von Hülsenfrüchten eingeschleppt werden, die Eigelege und Schlupflöcher aufweisen (rechts) Quelle: https://www.oekolandbau.de [Zugriff 14.11.2018].....	26
Abbildung. 8 :	Kichererbsen-Versuchsfeld Groß Enzersdorf 20.06.2017.....	29
Abbildung. 9:	linke Seite: Verunkrautung vor und nach der Bearbeitung mit der Rollhacke, rechte Seite: Verunkrautung bei Ernte.....	35
Abbildung 10:	Wetterdaten der Versuchswirtschaft Groß Enzersdorf 2017. Quelle:	

Department für Nutzpflanzenwissenschaften BOKU (https://dnw-web.boku.ac.at/dnw/wetter_form_pys.php) [Zugriff: 22.05.2018].....	37
Abbildung 11: Temperaturverlauf in 5 cm über dem Boden während der reproduktiven Phase Quelle: ZAMG (https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch) [Zugriff: 22.05.2018] Anbautermin 26.04.2017.....	38
Abbildung 12: Wetterdaten zur Bodentemperatur der Versuchswirtschaft Groß Enzersdorf 2017. Quelle: Department für Nutzpflanzenwissenschaften BOKU (https://dnw-web.boku.ac.at/dnw/wetter_form_pys.php) [Zugriff: 22.05.2018].....	40
Abbildung 13: Wetterdaten zur Lufttemperatur in 2 Metern Höhe vom Boden, der Versuchswirtschaft Groß Enzersdorf 2017. Blaue Striche markieren die Saattermine. Quelle: Department für Nutzpflanzenwissenschaften BOKU (https://dnw-web.boku.ac.at/dnw/wetter_form_pys.php) [Zugriff: 28.11.2018].....	41
Abbildung 14: Wetterdaten zum Niederschlag der Versuchswirtschaft Groß Enzersdorf 2017. Blaue Striche markieren die Saattermine. Quelle: Department für Nutzpflanzenwissenschaften BOKU (https://dnw-web.boku.ac.at/dnw/wetter_form_pys.php) [Zugriff: 28.11.2018].....	41
Abbildung.15: Pflanzenanzahl/Sorte bei Feldaufgang/m ² ; Sortenversuch Standort Großenzersdorf Universität für Bodenkultur, Wien, Auswertung Juni 2017.....	45
Abbildung. 16: Beschreibung der unterschiedlichen Wuchstypen bei Kichererbse. (Quelle: IBPGR,ICRISAT and ICARDA: Descriptors for Chickpea).....	46
Abbildung 17: Einfluss Wuchstyp auf die Bodendeckung, Sortenversuch Großenzersdorf, Universität für Bodenkultur, Wien, Auswertung Juli 2017.....	48
Abbildung 18: Wachstumsverlauf, Bestandsschluss und Abreife bei zwei Kichererbsentypen mit verschiedenem Wuchstyp; Sortenversuch Großenzersdorf Universität für Bodenkultur, Wien, Auswertung Juli 2017.....	49
Abbildung 19: Pflanzenlänge zu zwei Terminen; 07. 06. 2017 und 14. 06. 2017; Sortenversuch Standort Großenzersdorf Universität für Bodenkultur, Wien, Auswertung Juni 2017.....	50
Abbildung 20: Wachstumsverlauf nach BBCH Stadium zugeordnet; Sortenversuch Standort Großenzersdorf Universität für Bodenkultur, Wien, Auswertung April-Juli 2017.....	54

Abbildung 21: Zeitpunkt der Erreichung spezieller BBCH Stadium Zeitstufenversuch Kichererbsen; Sorte Irenka, Typ Desi, Bioforschung Austria, Wien, Auswertung Juli 2017.....	55
Abbildung 22: Zeitpunkt der Erreichung spezieller BBCH Stadium Zeitstufenversuch Kichererbsen; Sorte Gutscher, Typ Kabuli, Bioforschung Austria, Wien, Auswertung Juli 2017.....	56
Abbildung. 23: BBCH Stadium Zeitstufenversuch Kichererbsen; links Sorte Irenka Typ Desi, rechts Sorte Gutscher Typ Kabuli Bioforschung Austria, Wien, Auswertung Juli 2017.....	56
Abbildung. 24: Pflanzenanzahl/m ² /Sorte bei Ernte/Parzelle bei weißen und braunen Kichererbsen nach verschiedenen Saatterminen. Sortenversuch Standort Bioforschung Austria, Wien, Auswertung Oktober 2017.....	57
Abbildung. 25: Pflanzenanzahl/m ² bei unterschiedlichen Saatstärke; Standort Groß Enzersdorf Universität für Bodenkultur, Wien, Auswertung Juli 2017.....	60
Abbildung 26: BBCH Stadium nach Saatstärke, gemessen an 3 Terminen; StandortGroß Enzersdorf Universität für Bodenkultur, Auswertung Oktober 2017.....	63
Abbildung. 27: Wuchshöhe in cm bei unterschiedlicher Saatstärke, gemessen an 2 Terminen; StandortGroß Enzersdorf; Universität für Bodenkultur, Wien; Auswertung Oktober 2017.....	63
Abbildung. 28: Verzeigung in % bei unterschiedlichen Saatstärken bei zwei Genotypen von Kichererbse; StandortGroß Enzersdorf Universität für Bodenkultur, Wien 2017.....	64
Abbildung.29: Pflanzen unterschiedlicher Saatstärke, Typ Desi, Standort Groß Enzersdorf, Universität für Bodenkultur; Wien 2017.....	65
Abbildung.30: Pflanzen unterschiedlicher Saatstärke, Typ Kabuli, Standort Groß Enzersdorf, Universität für Bodenkultur; Wien 2017.....	66
Abbildung. 31:Kornertrag kg/ha bei unterschiedlichen Kichererbsensorten; Standort Groß Enzersdorf Universität für Bodenkultur, Wien 2017.....	67
Abbildung. 32: Strohertrag kg/ha bei unterschiedlichen Kichererbsensorten; Standort Groß Enzersdorf Universität für Bodenkultur, Wien 2017.....	68
Abbildung. 33: Kornerträge bei fünf Saatterminen von 23. März bis 11.Mai 2017. Sortenversuch Standort Bioforschung Austria, Wien.....	71

Abbildung.34: Kornertrag bei unterschiedlichen Saatstärken in kg/ha, Standort Groß Enzersdorf, Universität für Bodenkultur, Wien 2017.....73

Abbildung. 35: Schema des Wasserbedarfs einer Kichererbse die im Frühjahr gepflanzt wird. Quelle: Harris and Mace, o.J.....79

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: critical period of weed interference in chickpea obtained by various researcher (YENISH 2007, 235).....20

Tabelle 2: Tabelle 3: Digitale Bodenkarte der Versuchsstandorte Großenzersdorf und Essling (BFW, 2017,..).....27

Tabelle 3: Versuchsanlage Sortenversuch, Saatstärkenversuch und mit Einsatz von Rhizobien. Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien, in Groß Enzersdorf.....29

Tabelle 4: Versuchsanlage Saatzeitpunkt. Bio-Forschung Austria, Wien.....30

Tabelle 5: Sorten im Sortenversuch. Feldversuch 2017, Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien in Groß Enzersdorf.....31

Tabelle 6: Saatstärke der Sorten Gydos (Kabuli Typ) und Irenka (Desi Typ). Feldversuch 2017, Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien in Groß Enzersdorf..31

Tabelle 7: Anbauermine der Sorte Gutscher (Kabuli Typ) und Irenka (Desi Typ). Zeitstufen Versuch 2017, Bio Forschung Austria Wien-Eßling.....32

Tabelle 8: Ausgewählte Temperaturwerte für die Periode des Anbaues 2017. Quelle ZAMG (<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch>) [Zugriff: 22.05.2018].....39

Tabelle 9: Ausgewählte Niederschlagswerte für die Periode des Anbaues 2017. Quelle ZAMG (<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch>) [Zugriff: 22.05.2018].....39

Tabelle 10: Keimfähigkeit [%] des gewählten Saatgutes; Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Sorten in einer Spalte sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.....42

Tabelle 11: TKG [g], KF und Saatgutbedarf/Parzelle der gewählten Kichererbsensorten;

Sortenversuch 2017.....	43
Tabelle 12: TKG [g], KF und Saatgutbedarf/Parzelle; Kichererbsensorten für den Saatstärkenversuch 2017.....	44
Tabelle 13: Bodendeckungsgrad (BDG) zum Zeitpunkt Ende der Vollblüte und zum Zeitpunkt der Fruchtbildung und Samenenfüllung.....	47
Tabelle 14: Effekt der Sorte auf die Hülsenanzahl pro Pflanze, Körneranzahl pro Pflanze, Kornzahl pro Hülsen und durchschnittliches Korngewicht. Zahlen mit gleichem Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant; Sorten die ohne Wiederholung angebaut wurden, wurden nicht statistisch verrechnet.....	51
Tabelle 15: Blühbeginn – grün markiert, Zeitpunkt der Hülsenbildung - rot markiert , Beginn der Abreife – violett markiert Sortenversuch Großenzersdorf, Universität für Bodenkultur, Wien, Auswertung April-Juli 2017.....	53
Tabelle 16: Ertragskomponenten Hülsen/Pflanze und Körner/Pflanze Zeitstufenversuch, Differenzen zwischen Mittelwerten, die einen gemeinsamen Buchstaben aufweisen, sind statistisch nicht signifikant; Standort Bioforschung Austria, Auswertung Juni 2018.....	58
Tabelle. 17: Pflanzenanzahl/m ² bezogen auf Saatstärke; StandortGroß Enzersdorf Universität für Bodenkultur, Bonitiertermin 2017.....	60
Tabelle. 18: Ertragskomponenten bei unterschiedlicher Saatstärke; Zahlen die einen gemeinsamen Buchstaben aufweisen unterscheiden sich statistisch nicht signifikant; Standort Groß Enzersdorf; Universität für Bodenkultur; Wien, Erntetermin.....	62
Tabelle 19: Pflanzen unterschiedlicher Saatstärke, Typ Desi, Standort Groß Enzersdorf, Universität für Bodenkultur Wien.....	65
Tabelle20: Pflanzen unterschiedlicher Saatstärke; Typ Kabuli, Standort Groß Enzersdorf, Universität für Bodenkultur Wien.....	66
Tabelle 21: Ergebnisse der Varianzanalyse Kornertrag kg/ha– Kichererbsen Sortenversuch 2017, einfache ANOVA, Faktor Sorte, Korrelation zum Ertrag zu Einzelkorngewicht und Feldaufgang.....	69
Tabelle 22: Ergebnisse der Varianzanalyse des Kornertrags – Kichererbsen Zeitstufenversuch 2017, einfache ANOVA, Faktor Anbauzeitpunkt, Ertrag, TKG und Feldaufgang.....	70

Tabelle.23: Varianzanalyse des Kornertrages kg/ha bei unterschiedlichen Saatstärken, lineares Model, Faktor Sorte, Faktor Saatstärke, Zahlen mit gleich Buchstaben beuten keine signifikanten Unterschiede.....72