



VoPoKi – Vorversuche zur Potentialerhebung des Kichererbsenanbaus in Österreich

Abschlussbericht

Institut für Saat- und Pflanzgut, Pflanzenschutzdienst und Bienen (SPB)

Institut für Tierernährung und Futtermittel (TIF)

Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion (NPP)

31.05.2024

Inhalt

Zusammenfassung	1
Summary.....	1
Projektinformationen	3
Zeitplan.....	3
Einleitung.....	5
Übersicht über globale Kichererbsenproduktion.....	5
Verzehr und Produktion von Kichererbsen in Österreich.....	6
Potential von Kichererbsenanbau in Österreich.....	7
Verfügbarkeit von Information zu Kichererbsenanbau in Österreich	8
Projektziele	10
Material und Methoden	10
Material.....	10
Auswertung von Keimfähigkeit und Tausendkorngewicht (TGW) und Bestimmung der Aussaatmenge.....	13
Versuchsaufbau und Anbaupraktiken.....	13
Boden- und Umweltbedingungen.....	15
Phänotypische Beschreibung	16
Bewertung von Schädlingen und Krankheitserregern	17
Bewertung des Ertrags und der Erntefeuchtigkeit	17
Auswertung der Nährstoffzusammensetzung und der Antinutritiva	18
Ergebnisse und Diskussion.....	19
Keimfähigkeit und TGW des Saatguts.....	19
Aussaatmenge, Saatstärke, Bestandesdichte, Lückigkeit und Verunkrautung	21
Phänotypische Sortenunterschiede.....	24
Entwicklung und Reife.....	28

Ertrag: Sortenunterschiede und verschiedene Einflussfaktoren.....	33
Einfluss des Wetters.....	37
Einfluss von Krankheiten und Schädlingen.....	38
Einfluss von Bodenbedingungen.....	39
Nährstoffzusammensetzung und Antinutritiva	39
Proteingehalt und Aminosäuren	39
Stärke, Zucker und Antinutritiva	43
Nutzen für die Genbank	46
Einschränkungen und zukünftige Forschungsfragen	46
Schlussfolgerung	48
Dissemination und Netzwerkaufbau	49
Weiterführende Informationen zum Kichererbsenanbau.....	51
Weitere aktuelle Projekte mit Kichererbsen in Europa.....	52
Referenzen	52
Anhang	58
Bodenuntersuchung.....	58
Fotos der Sorten und Akzessionen	58

Zusammenfassung

Die Kichererbse, eine hochwertige Proteinquelle, wird in der österreichischen Landwirtschaft noch wenig angebaut, obwohl sie aufgrund ihrer hohen Trockenheitstoleranz zweifellos zu den Gewinnern der geänderten klimatischen Bedingungen zählt. Trotz steigender Nachfrage sind die europäischen Länder, darunter auch Österreich, immer noch stark von Importen abhängig. Vielen österreichischen Landwirten und Landwirtinnen fehlt zum Anbau von Kichererbsen unter anderem die Verfügbarkeit von passenden Sorten und Saatgut für ihre spezifische Anbauumgebung. In diesem Projekt wurden im Jahr 2023/24 verschiedene ausländische Kichererbsensorten in einem Sortenversuch im trockenen Anbaugebiet Österreichs, in Fuchsenbigl, Marchfeld, angebaut und auf ihre Eigenschaften wie Erscheinungsbild, Wachstum, Ertrag und Proteingehalt untersucht, wobei deutliche Sortenunterschiede beobachtet werden konnte. Die Keimfähigkeit des Saatguts einiger Kichererbsensorten war schwach, weshalb eine Anpassung der Saatstärke erfolgte. Im Erscheinungsbild unterschieden sich die Kichererbsen vor allem in zwei Typen: Kabuli und Desi, wobei der Kabuli-Typ in Europa bekannter und beliebter ist. Die Sorten variierten deutlich in Wachstum, Reifezeitpunkt, Ertrag und Proteingehalt. Der erhobene Ertrag bei einem normalisierten Trockenmassegehalt von 86% lag zwischen 16 und 24 dt/ha, wobei der Proteingehalt zwischen 19,2% und 23,0% lag. Um verlässliche Aussagen darüber treffen zu können, welche Sorten auf den österreichischen Böden und im österreichischen Klima am besten wachsen, sind mehrjährige Versuche notwendig. Die Aufnahme der Kichererbse in die österreichische Saatgutverordnung oder in den EU-Sortenkatalog würde eine höhere Saatgutqualität und die Versorgung mit gesunden, qualitativ hochwertigen und leistungsfähigen Sorten garantieren.

Summary

Chickpeas, a high-quality source of protein, are still rarely cultivated in Austrian agriculture, although they are undoubtedly one of the beneficiaries of the changed climatic conditions due to their high drought tolerance. Despite increasing demand, European countries, including Austria, still heavily rely on imports. Many Austrian farmers lack access to chickpea varieties and seeds suitable for their specific cultivation environments. In this study conducted in 2023, 24 different foreign chickpea varieties were grown in a trial in the arid growing region of Austria, in Fuchsenbigl, Marchfeld, and examined for their characteristics such as appearance, growth, yield, and protein content, where considerable differences between varieties were observed. Some observed chickpea varieties displayed a low germination rate, necessitating adjustment of the sowing rate. The appearance of the chickpeas differed mainly between two

types: Kabuli and Desi, with Kabuli being more well-known and popular in Europe. Varieties exhibited great differences in growth, maturity, yield, and protein content. Measured yield at normalized 86% dry matter content ranged between 16 and 24 dt/ha, with the protein content ranging between 19.2% and 23.0%. Multi-location and multi-year trials are necessary to reliably determine which varieties thrive best in Austrian soils and climate. Inclusion of chickpeas in the Austrian seed regulation or in the EU variety catalog would ensure higher seed quality and supply of healthy, high-quality, and high-performing varieties.

Projektinformationen

Tabelle 1: Projektinformationen

Projekttitlel	Vorversuche zur Pontentialerhebung des Kichererbsenanbaus in Österreich
Projektakronym	VoPoKi
Projektfördergeber	BioScience Österreich – Verein für Förderung der Lebenswissenschaften
Projektausschreibung	Forschungsprojekte zur Unterstützung der Umsetzung der SDGs in der österreichischen Landwirtschaft
Dauer des Projekts	Jänner 2023 – Mai 2024
Beteiligte Institute	Institut für Saat- und Pflanzgut, Pflanzenschutzdienst und Bienen (SPB) Institut für Tierernährung und Futtermittel (TIF) Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion (NPP)
Projektleitung	Svenja Bomers, MSc (SPB)
Projektmitarbeiter:innen	Dr. Philipp von Gehren (SPB) Dr. Sylvia Vogl (SPB) Dr. Elisabeth Reiter (TIF) Dipl. Ing. Magdalena Wagner (TIF) Nathalie Runge, BSc (TIF, FEMtech) Dipl. Ing. Johannes Hösch (NPP) Dipl. Ing. Anna Moyses (NPP) Mag. Astrid Plenk (NPP) Dipl. Ing. Armin Bajraktarevic (NPP) Dipl. Ing. Samuel Winkler (NPP) Thomas Miksch (NPP)

Für die Analyse der Nährstoffzusammensetzung und Antinutritiva wurde eine FEMtech Studentin angestellt, deren Kosten von einer anderen Förderstelle (FFG) übernommen wurden.

Zeitplan

Das Projekt lief von 01.01.2023 bis 31.05.2024.

Tabelle 2: Zeitplan des VoPoKi Projektes

Startdatum	Enddatum	Tätigkeit
01.01.23	01.03.23	Versuchsplanung inklusive Austausch mit Betrieben, Forschungseinrichtungen und Züchtungsunternehmen, die bereits Erfahrungen im Kichererbsenanbau haben
01.03.23	01.05.23	Sammlung von Saatgut
01.05.23	01.06.23	Aussaat von rund 24 ausgewählten Sorten á 4 Wiederholungen und 2 Akzessionen á 2 Wiederholungen in Fuchsenbigl im Marchfeld
01.06.23	01.09.23	Phänotypisieren der ausgewählten Sorten und Akzessionen (u.a. Blütenfarbe, Blühbeginn, Reife, Wuchshöhe, auftretende Krankheiten)
01.09.23	01.11.23	Ernte und Erfassung von Ertragsparametern (u.a. Kornertrag, Kornfarbe)
01.11.23	01.02.24	Analyse der Nährstoffzusammensetzung und Antinutritiva (u.a. Trockensubstanz, Gesamtstickstoff, Proteingehalt, Aminosäurezusammensetzung, Stärke und Zucker, Tausendkornmasse, Gesamtphenole und Tannine, Trypsin-Inhibitoraktivität)
01.02.24	01.04.24	Zusammenführung und Auswertung der Daten
01.04.24	31.05.24	Dissemination & Berichterstattung

Einleitung

Die Kichererbse (*Cicer arietinum*) ist eine hochwertige Proteinquelle, die – trotz zahlreicher Vorzüge für Landwirte und Landwirtinnen, so wie Konsumenten und Konsumentinnen – in der österreichischen Landwirtschaft zurzeit noch wenig angebaut wird. In diesem Projekt wurde die Kulturart näher betrachtet und Informationen zum Potential ihres Anbaus in Österreich gesammelt. Auf lange Sicht trägt das Projekt zur Umsetzung der SDGs (Sustainable Development Goals) in der österreichischen Landwirtschaft bei und fördert die Transformation zu einem nachhaltigen Nahrungsmittelsystem. Insbesondere wurden in diesem Projekt die folgenden Unterziele bedient: Förderung einer nachhaltigen Landwirtschaft (SDG2.4), Stärkung der Anpassungsfähigkeit an Klimaänderungen (SDG13.1), Förderung einer ausgewogenen Ernährung (SDG2.1), und Erweiterung der nationalen Genbank (SDG2.5).

Übersicht über globale Kichererbsenproduktion

Kichererbsen sind nach Sojabohnen und Erbsen die weltweit am dritthäufigsten angebaute Hülsenfrucht ¹. Der Ursprung der Kichererbsen liegt in der Jungsteinzeit des Fruchtbaren Halbmonds vor etwa 10 000 Jahren und ist in Westasien zu finden ². In der Folgezeit erfuhren sie eine weite geografische Verbreitung und erreichten Regionen wie den Nahen Osten, Indien und den Mittelmeerraum. Heute ist Indien mit einem Jahresertrag von 8,4 Millionen Tonnen der weltweit führende Erzeuger von Kichererbsen und trägt rund 80 % zu deren Gesamtproduktion bei. Auf Europa entfällt nur ein Anteil von 4 % an der weltweiten Produktion, wobei sich der Anbau vor allem auf Spanien, Bulgarien und Frankreich konzentriert ³. Die europäische Kichererbsenproduktion hat in den letzten Jahren einen bemerkenswerten Anstieg von 47.000 Tonnen im Jahr 2013 auf 270.000 Tonnen im Jahr 2018 erfahren, was auf ein wachsendes Interesse an Kichererbsen in der Region hinweist ⁴.

Das typische phänotypische Erscheinungsbild der Kichererbsen unterscheidet sich in verschiedenen Typen. In Europa ist vor allem der Kabuli-Typ bekannt, der große, rundliche, cremefarbene Samen und weiße Blüten hat ⁵. Auf den Kabuli-Typ entfallen jedoch nur 30 % des Weltmarktes, während der Desi-Typ mit einem Marktanteil von rund 70 % weltweit beliebter ist ^{5,6}. Der Desi-Typ zeichnet sich durch schmale, kantige und dunkel gefärbte Samen mit rötlich-violetten Blüten aus ⁵. Innerhalb des Desi-Typs zeichnet sich die Unterart Gulabi durch eine größere Größe und einen runderen, erbsenförmigen Samen aus ⁵. Natürliche

Mutationen und Selektionen von Kichererbsen des Desi-Typs haben zur Entwicklung von Sorten des Kabuli-Typs geführt ⁷.

Derzeit kann sich kein europäisches Land bei der Kichererbsenproduktion selbst versorgen, und die Importmenge in die EU belaufen sich auf rund 150 000 Tonnen pro Jahr ⁴. Die EU-Mitgliedsstaaten importieren Kichererbsen hauptsächlich aus Amerika, wobei Argentinien, Mexiko und die USA zusammen 75 % der Gesamtimporte ausmachen ⁴. Nach Angaben der FAO importierte Österreich im Jahr 2020 1.569 Tonnen getrocknete Kichererbsen, etwa siebenmal mehr als im Jahr 2010 ⁸. Der steigende heimische Anbau, der von 80 Hektar im Jahr 2017 auf 471 Hektar im Jahr 2021 ausgeweitet wurde ⁹, kann die steigende Nachfrage nach Kichererbsen im Land nicht decken. Vor dem Hintergrund dieser steigenden Nachfrage und der Bedeutung von Regionalität in Österreich wird ein hohes Marktpotential für Kichererbsen aus heimischem Anbau (insbesondere in Bioqualität) erwartet.

Verzehr und Produktion von Kichererbsen in Österreich

Kichererbsen gelten als hervorragende Quelle für Proteine und Kohlenhydrate, insbesondere für Oligosaccharide und damit für Ballaststoffe, aber auch für Vitamine, Mineralstoffe und sekundäre Inhaltsstoffe. Sie tragen damit zu einer ausgewogenen Ernährung (SDG2.1) bei und unterstützen die Verdauung durch ihre löslichen und nicht löslichen Ballaststoffe ¹⁰. Im Protein der Kichererbse ist der Anteil von schwefelhaltigen Aminosäuren verringert, jedoch ist es reich an Lysin und Arginin, sodass sich Kichererbsen hervorragend als Fleischersatz und in der pflanzlichen Ernährung sowie für die Tierernährung eignen. In Österreich geht der Fleischkonsum kontinuierlich zurück, während der Konsum von eiweißreichen Hülsenfrüchten zunimmt ¹¹. Kichererbsen sind eine hochwertige Eiweißquelle und in der Produktion viel umweltfreundlicher als Fleisch ¹². Beliebte Gerichte mit Kichererbsen sind Hummus und Falafel. Kichererbsen enthalten große Mengen an Vitaminen und Mineralstoffen sowie einen hohen Gehalt an phenolischen Verbindungen, insbesondere Isoflavonen, die oxidativen Stress und Entzündungen verringern ^{10,13,14}. Es ist jedoch wichtig zu wissen, dass rohe Samen und Sprossen das unverdauliche Lektin Phasin sowie die Bitterstoffverbindung Saponin enthalten. Darüberhinaus enthalten sie auch Trypsininhibitoren weshalb sie vor dem Verzehr gekocht, blanchiert, geröstet oder auf ähnliche Weise verarbeitet werden müssen.

Potential von Kichererbsenanbau in Österreich

Neben dem Anbau der bedeutenden Leguminosen wie Sojabohne, Ackerbohne und Erbsen kann auch die Kichererbse zu einer nachhaltigeren Landwirtschaft (SDG2.4) beitragen. Eine Steigerung des Kichererbsenanbaus in Österreich hat das Potenzial, die Importabhängigkeit des Landes zu verringern und die Verfügbarkeit und Versorgung mit heimischen Eiweißquellen zu erhöhen, was den Zielen der Eiweißstrategie der Bundesregierung entspricht ¹¹. Kichererbsen gelten als nachhaltige und krisensichere eiweißreiche Kulturpflanze ¹⁵ und sind für Landwirte und Landwirtinnen auch als kostengünstige Nutzpflanze attraktiv ¹⁶. Kichererbsen gelten als relativ gute Stickstofffixierer, die 60-80 % ihres Stickstoffbedarfs durch Symbiose mit spezifischen Knöllchenbakterien im Boden fixieren können ¹⁷. Diese Fähigkeit reichert den Boden mit Stickstoff an. Daher benötigen sie selbst kaum den Einsatz von energieaufwendigen Stickstoffdüngern und der fixierte Stickstoff ist auch für die nachfolgende Kultur verfügbar, wodurch ein Potential zur Stickstoffdüngerreduktion - auch für die Folgekultur - entsteht. Daher sind Kichererbsen für die Fruchtfolge sehr wertvoll, und können insbesondere im biologischen Anbau als zentrale Quelle für den Stickstoffeintrag in den Betrieb dienen ¹⁸⁻²⁰. Da Kichererbsenblätter, -stängel und -hülsen behaart sind und verschiedene Säuren absondern, sind die Pflanzen weniger attraktiv für Schadinsekten und haben einen antibiotischen Schutz gegen Larven des Baumwollkapselwurms (*Helicoverpa armigera*) oder gegen die Brennfleckenkrankheit (*Asochyta*) ²¹⁻²³. Kichererbsen tragen durch ihr tiefreichendes sowie verzweigtes Feinwurzelsystem wesentlich zu einer tiefen Bodenlockerung und Porenbildung bei und sorgen so für eine Steigerung der Bodenqualität. Dies führt einerseits zu einer erhöhten Infiltration des Regenwassers und somit zu einer verminderten Erosion, und ermöglicht andererseits auch die Nährstoffverfügbarkeit in tieferen Bodenschichten.

Kichererbse ist eine hitze- und trockenheitstolerante Art und unterscheidet sich damit von vielen anderen wichtigen Leguminosen, wie Ackerbohne oder Erbse. Da die Sommer in Österreich immer heißer und trockener werden, wird sich das Spektrum der in Österreich angebauten Kulturpflanzen als Anpassungsmaßnahme an die Klimakrise (SDG13.1) verschieben müssen. Kichererbsen sind für ihre Trockentoleranz bekannt, die auf ihre lange Pfahlwurzel zurückzuführen ist, die tiefere Wasserquellen in bis zu einem Meter Tiefe erreicht ^{1,17,24}. Kichererbsen benötigen nur mittlere bis geringe Niederschläge von 300 - 500 mm Jahresniederschlag ¹⁹. Während Kabuli-Typen ein Minimum von 400 mm benötigen, wachsen Desi-Typen mit mindestens 350 mm Jahresniederschlag ¹⁹. In Ostösterreich, wo die Sommer immer trockener werden, ist die Überprüfung der Standorteignung und der gezielte Einsatz von neuen, wassereffizienten, hitzetoleranten Kulturarten eine konkrete Handlungsempfehlung aus der österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel ²⁵. Ein Anbau von

Kichererbsen hat daher insbesondere in den trockeneren Gebieten in Ostösterreich großes Zukunftspotenzial. Traditionelle Kulturpflanzen, die an gemäßigte Bedingungen gewöhnt sind, leiden oft unter Ertragseinbußen aufgrund von übermäßiger Hitze und Trockenheit, was eine umfangreiche Bewässerung erforderlich macht. Diese Bewässerungspraxis ist jedoch nicht immer praktikabel oder wirtschaftlich vertretbar, so dass Pflanzen benötigt werden, die weniger Wasser benötigen, um sich an den Klimawandel anzupassen ²⁵. Studien haben gezeigt, dass Kichererbsen im Gegensatz zu Erbsen, Hafer oder Gerste trockenheitstolerant sind und nur minimale Ertragseinbußen aufweisen, was sie zu einer praktikablen Alternative für Landwirte und Landwirtinnen in der Region macht ²⁶. Auch in Groß-Enzersdorf haben erste Versuche gezeigt, dass ausgewählte Kichererbsensorten gute Erträge liefern und diese die Erträge von Vergleichskulturen, wie Sojabohne, Ackerbohne, Erbse, Buschbohnen und Linsen übertreffen können ²⁷.

Darüber hinaus ermöglicht die Stabilität der Kichererbsenpflanzen aufgrund ihrer tiefen Wurzel einer Ernte mit herkömmlichen Mähdreschern ²⁸. Kichererbsen weisen eine unerwartete Kältetoleranz im Frühjahr auf, eine Eigenschaft, die für die klimatischen Bedingungen in Österreich besonders wichtig ist. Während Kichererbsen für die Keimung eine Mindesttemperatur von 7 °C benötigen, können sie nach der Keimung bis zur Blüte Temperaturen unter 0 °C ertragen, je nach Sorte, Entwicklungsstadium und Kälteperiode ^{17,27}. Während der Blüte sollten die Temperaturen jedoch nicht unter 15 °C liegen ^{17,19}.

Verfügbarkeit von Information zu Kichererbsenanbau in Österreich

Die AGES betreibt Österreichs größte Genbank (SDG2.5) für pflanzengenetische Ressourcen in welcher zurzeit (Stand 22.04.2022) 4.447 Akzessionen von 164 Kulturpflanzenarten lagern. Für Kichererbsen ist allerdings nur Material von zwei Akzessionen erhalten und die Quelle für eine andere Akzession bekannt (www.genbank.at). Genbanken sind dazu verpflichtet, genetisches Material für künftige Neuzüchtungen zu bewahren und nutzbar zu machen. Daher dienen sie der ex-situ Erhaltung und der gezielten Nutzung der Biodiversität. Eine umfassende Charakterisierung und Evaluierung des vorhandenen Materials ist unerlässlich für die Nutzer:innen des Materials einer Genbank, damit der Reichtum an Vielfalt u.a. für die Züchtung neuer Sorten, aber auch für Landwirte und Landwirtinnen selbst nutzbar ist. Die AGES Genbank Linz verwendet derzeit noch keinen Deskriptor für die Charakterisierung und Evaluierung der darin enthaltenen Kichererbsen Akzessionen. Deskriptoren dienen dazu, die Unterschiede im Aussehen und im Verhalten (z.B. Toleranzen gegenüber Schädlingen, Trockenheit, etc.) der

Sorten/Muster einer Kulturart zu dokumentieren. Für Landwirte und Landwirtinnen, so wie Züchter:innen ist es wesentlich, nicht nur Zugang zu einem breiten Spektrum an pflanzengenetischen Ressourcen zu haben, sondern auch Zugang zu den relevanten Informationen zu diesen Ressourcen. Eine Erstellung eines solchen Deskriptors ist zur Aufwertung des vorhandenen und neuen Materials unerlässlich und wird im Zuge des Projekts angestrebt.

Die Zulassung von Kichererbsensorten ist auf EU-Ebene (noch) nicht geregelt. Dies bedeutet, dass der Übergang von Landsorten zu kommerziellen Sorten fließend ist. Die Landwirte und Landwirtinnen können nicht darauf vertrauen, dass die verfügbaren Sorten in mehrjährigen Sortenversuchen von unabhängigen nationalen Institutionen getestet wurden. Elf Kichererbsensorten verfügen jedoch über einen EU-weiten Sortenschutz, was bedeutet, dass sie die Registerprüfung durchlaufen haben und unabhängig auf Unterscheidbarkeit, Beständigkeit und Homogenität geprüft wurden²⁹. Die Züchter:innen der geschützten Sorten, die hauptsächlich aus Frankreich und Spanien stammen, haben das ausschließliche Recht, von diesen Sorten Vermehrungsmaterial zu erzeugen und zu vermarkten. Darüber hinaus sind Kichererbsen in einigen Ländern wie Frankreich, Spanien oder Ungarn auf nationaler Ebene geregelt und stehen auf nationalen Listen mit verfügbaren nationalen Prüfberichten (vgl. GEVES³⁰, NÉBIH³¹, OEVV³²). Die Beschaffung von Informationen oder Saatgut aus dem Ausland ist jedoch schwierig, da die Sorteninformationen in der Regel auf nationaler Ebene und in der Landessprache beworben werden.

Auch in Österreich sind Kichererbsen nicht in der österreichischen Saatgutverordnung 2006 geregelt. So kann das Saatgut von Kichererbsen ohne amtliche Zertifizierung oder Sortenzulassung in den Verkehr gebracht werden. Kichererbsen werden in Österreich züchterisch nicht bearbeitet, was dazu führt, dass es keine heimischen Sorten gibt. Das Saatgut von Kichererbsensorten muss vor dem Inverkehrbringen nicht gründlich kontrolliert werden, z.B. durch Keimfähigkeitstests, und es liegen nur wenige Informationen über die Eignung der Sorte in Österreich vor. Aufschluss geben jedoch Versuche mit Kichererbsen, die von Institutionen wie BOKU, LFS Mistelbach, LFS Hollabrunn, Arche Noah, HBLFA Raumberg-Gumpenstein und Versuchsstation für Spezialkulturen Wies durchgeführt wurden und werden^{26,27,33-38}. Einige der Projekte haben die Leistung verschiedener Sorten verglichen, jedoch sind die Erkenntnisse aufgrund einer begrenzten Anzahl von Sorten und fehlender Einbeziehung von mehreren Standorten und Jahre begrenzt.

Projektziele

Das Ziel dieses Projektes war es, durch die Durchführung eines Sortenversuchs mit 24 Sorten in Österreichs trockener Anbauregion Marchfeld im Jahr 2023 zu beurteilen, welche Kichererbsensorten für die österreichischen Anbaubedingungen geeignet sein könnten. Darüber hinaus sollte das Projekt das praktische Verständnis für Kichererbsenanbau verbessern und das Potential für die Einführung und den Anbau ausländischer Kichererbsensorten im österreichischen landwirtschaftlichen Kontext untersuchen. Innerhalb des Sortenversuchs wurde die Sorte Flamenco in zwei unterschiedlichen Saatstärken angebaut, um Erkenntnisse zur Auswirkung der Saatstärke zu sammeln. Durch eine Nährstoffanalyse wurden erste Erkenntnisse hinsichtlich einer umfassenden Untersuchung der Kichererbse vom Feld auf den Teller (Farm-to-Fork) gesammelt. Darüber hinaus profitiert die nationale Genbank von diesem Projekt, da sie aufgrund der hohen Anzahl von angebauten Vergleichssorten die Deskriptoren für Kichererbsen Akzessionen leichter erstellen können. Dafür wurden die Akzessionen auf demselben Feld in einem zweiten, kleineren Versuch - im Folgenden Akzessions-Versuch genannt - angebaut.

Material und Methoden

Material

Das Saatgut von 24 verschiedenen Kichererbsensorten wurde von Züchtungsunternehmen und Institutionen in fünf verschiedenen Ländern erworben. Nach Angaben des Gemeinschaftlichen Sortenamtes (CPVO) wurden diese Kichererbsensorten in neun verschiedenen Ländern gezüchtet, wie das Land der ersten Eintragung angibt: Italien, Frankreich, Ungarn, Griechenland, Portugal, Tschechien, Russland, Spanien und die Vereinigten Staaten von Amerika (USA)²⁹. Die Zulassungsjahre für diese Sorten reichen von 1986 bis 2022. Die jüngste gezüchtete Sorte war die Sorte Jafar, die 2022 in Italien eingetragen wurde. Die ältesten Sorten waren Dora und Thiva, die beide vor 37 Jahren, 1986, in Ungarn bzw. Griechenland eingetragen wurden. 19 der 24 Sorten wurden als Kabuli-Typ, drei als Desi-Typ und zwei als Gulabi-Typ klassifiziert (Tabelle 3).

Tabelle 3: Saatgutquelle, Typ, Land und Jahr der ersten Sortenzulassung laut CPVO der 24 in dem Sortenversuch verwendeten Kichererbsensorten

Sorte	Saatgutquelle	Typ	Land der ersten Sortenzulassung	Jahr der ersten Sortenzulassung
Amorgos	Saatbau Linz (Österreich)	Kabuli	Griechenland	1997
Analisto	LIDEA Deutschland GmbH	Kabuli	Frankreich	2018
Badil	Semo Bio GmbH (Deutschland)	Kabuli	Spanien	2005
Bori	Szarvasi Medicago Kft. (Ungarn)	Desi	Ungarn	2004
CDC Orion	LIDEA Deutschland GmbH	Kabuli	USA	2014
Cicerone	Tec2Trade (Österreich)	Kabuli	Italien	1995
Donia	Hungarian University of agriculture and life sciences Kaposvár Campus (Ungarn)	Kabuli	Ungarn	2013
Dora	Hungarian University of agriculture and life sciences Kaposvár Campus (Ungarn)	Gulabi	Ungarn	1986
Elixir	Tec2Trade (Österreich)	Kabuli	Portugal	2006
Elmo	LIDEA Deutschland GmbH	Desi	Portugal	1993
Flamenco	Strube GmbH & Co. KG (Deutschland)	Kabuli	Frankreich	1991
Gavdos	Saatbau Linz (Österreich)	Kabuli	Griechenland	2006
Jafar	Societa produttori sementi spa (Italien)	Kabuli	Italien	2022
Katalin	Szarvasi Medicago Kft. (Ungarn)	Desi	Ungarn	2018
Maragiá	Tec2Trade (Österreich)	Kabuli	Italien	2016
Olga	Research Institute for Fodder Crops Ltd. Troubsko (Tschechien)	Gulabi	Tschechien	2017
Pasciá	Tec2Trade (Österreich)	Kabuli	Italien	2000
Reale	Societa produttori sementi spa (Italien)	Kabuli	Italien	2002
Rondo	Strube GmbH (Deutschland)	Kabuli	Frankreich	2019
Sokol	BSV Saaten (Deutschland)	Kabuli	Russland	2016
Sultano	MyLocalFarm GmbH (Deutschland)	Kabuli	Italien	1990
Thiva	Saatbau Linz (Österreich)	Kabuli	Griechenland	1986
Twist	RWA AG (Österreich)	Kabuli	Frankreich	1991

Sorte	Saatgutquelle	Typ	Land der ersten Sortenzulassung	Jahr der ersten Sortenzulassung
Vulcano	MyLocalFarm GmbH (Deutschland)	Kabuli	Italien	1996

Das Saatgut der Sorte Flamenco, das in einem zusätzlichen Saatstärkeversuch mit zwei verschiedenen Saatstärken getestet wurde, wurde aus derselben Quelle bezogen (Tabelle 4).

Tabelle 4: Saatgutquelle, Typ, Land und Jahr der ersten Sortenzulassung laut CPVO der in dem Saatstärkeversuch verwendeten Kichererbsensorte.

Sorte	Saatgutquelle	Typ	Land der ersten Sortenzulassung	Jahr der ersten Sortenzulassung
Flamenco	Strube GmbH & Co. KG (Deutschland)	Kabuli	Frankreich	1991

Für den Akzessions-Versuch wurden die zwei Akzessionen aus der AGES Genbank in Linz bezogen. Diese stammen aus Österreich und Italien und sind seit 1995 bzw. 1988 in der Genbank gelagert. Zusätzlich wurden zwei Sorten bezogen, die bereits im Sortenversuch, aber von anderer Saatgutquelle, berücksichtigt wurden (Tabelle 5).

Tabelle 5: Saatgutquelle, Typ, Land und Jahr der 4 in dem Akzessions-Versuch verwendeten Kichererbsensorten und -akzessionen

Akzession/Sorte	Saatgutquelle	Typ	Ursprungsland/ Land der ersten Sortenzulassung	Eingangsdatum /Jahr der ersten Sortenzulassung
BVAL_903011	AGES Genbank (Österreich)	Desi	Österreich	1995
BVAL_903304	AGES Genbank (Österreich)	Kabuli	Italien	1988
Flamenco	RWA AG (Österreich)	Kabuli	Frankreich	1991
Rondo	Saatbau Linz (Österreich)	Kabuli	Frankreich	2019

Auswertung von Keimfähigkeit und Tausendkorngewicht (TGW) und Bestimmung der Aussaatmenge

Um bei allen Sorten die gewünschte Bestandesdichte zu erreichen, wurden vor der Aussaat die Keimfähigkeit und das Tausendkorngewicht (TGW) bestimmt, um die jeweilige Aussaatmenge zu berechnen. Die Keimfähigkeitstests wurden nach den ISTA-Richtlinien für Kichererbse auf Sand mit 100 Samen pro Sorte durchgeführt³⁹. Leider konnten die Keimfähigkeitstests für die Sorten Flamenco, Rondo und Amorgos aufgrund der verspäteten Ankunft des Saatguts nicht durchgeführt werden. Im Falle von Amorgos wurde stattdessen die auf der Verpackung aufgedruckte Keimfähigkeit verwendet. Für Flamenco und Rondo, für die keine Angaben auf der Verpackung vorlagen, wurde der aus allen gemessenen Keimfähigkeiten abgeleitete durchschnittliche Keimfähigkeit (86 %) verwendet. Die TGW-Messungen wurden mit einem automatischen Saatgutähler durchgeführt. Für jede Sorte wurden 300 Samen ausgewählt, deren Gewicht gemessen und anschließend mit 3,33 multipliziert wurde, um den TGW-Wert zu ermitteln. Für Flamenco und Rondo wurden jedoch die auf der Saatgutverpackung angegebenen TGW-Werte verwendet, da die Samen verspätet eintrafen. Für jede Sorte wurde die Aussaatmenge und Saatstärke auf der Grundlage der Keimfähigkeit und des TGWs gemäß der Empfehlung von LTZ Augustenberg berechnet, wobei eine gewünschte Bestandesdichte von 50 Pflanzen/m² angestrebt wurde²⁸.

Im Saatstärkeversuch wurde die Keimfähigkeit und das TGW der Sorte Flamenco aus dem Sortenversuch berücksichtigt, um die Saatstärke für eine gewünschte Bestandesdichte von 50 Pflanzen/m² und 60 Pflanzen/m² zu berechnen.

Auch für den Akzessions-Versuch wurde die Keimfähigkeit, das TGW und die Aussaatmenge der Sorten und Akzessionen nach demselben Prinzip ermittelt. Mangels ausreichenden Materials wurde für die Akzessionen die Keimfähigkeit gewählt, die von der Genbank überliefert wurden.

Versuchsaufbau und Anbaupraktiken

Die Versuche wurde unter ökologischen Anbaubedingungen durchgeführt. Die Vorfrüchte auf dem Feld waren Sommerweizen (im Jahr 2022) und Winterweizen (im Jahr 2021). Das Kichererbsen-Saatgut wurde vor der Aussaat mit Legume Fix Torf (Gartensoja), das für Kichererbsen spezifische Rhizobia-Bakterien enthält, gemäß den Produktangaben geimpft. Alle

Sorten und Akzessionen waren unbehandelt, mit Ausnahme von Rondo von Strube GmbH, dessen Saatgut von der Züchtungsfirma mit Actifilm pro gebeizt wurde. Die Aussaat der Kichererbsen erfolgte am 10.05.2023. Die Unkrautbekämpfung wurde zweimal mechanisch durchgeführt, am 01.06.2023 und am 19.06.2023. Die Ernte erfolgte am 17.08.2023, 99 Tage nach der Aussaat, mit einer Parzellenerntemaschine.

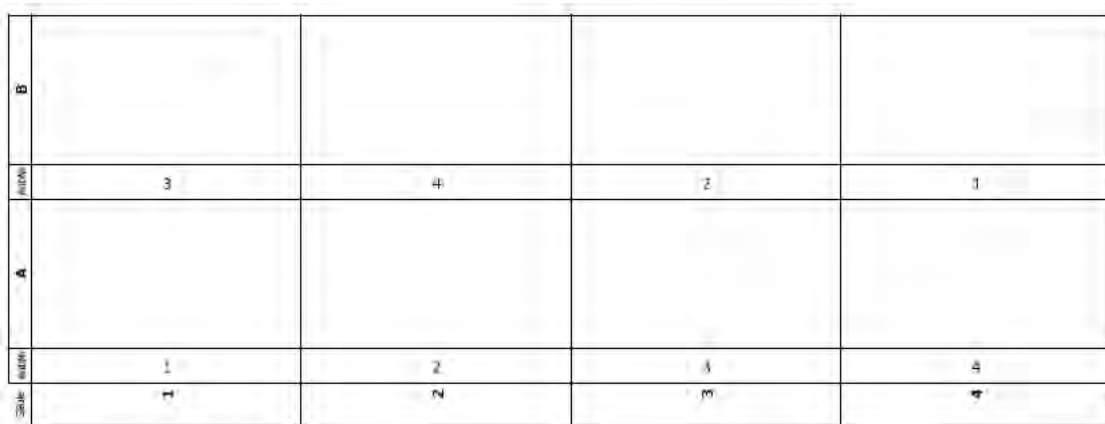
Der Sortenversuch wurde in einer vollständig randomisierten Gitteranordnung mit vier Wiederholungsparzellen pro Sorte angelegt (Abbildung 1). Das Saatgut wurde mit einer Drillmaschine 4 bis 5 cm tief in vier Reihen pro Parzelle gesät, wobei der Abstand zwischen den Reihen 39 cm betrug. Die Parzellenbreite betrug 1,56 m, die Parzellenlänge 8,5 m, was einer Gesamtparzellengröße von 13,26 m² entspricht. Zwischen den Parzellen wurde ein Abstand von 40 cm gelassen.

Säule	AnbNr	A	AnbNr	B	AnbNr	C	AnbNr	D
1	1		3		11		25	
2	2		8		13		15	
3	3		13		12		5	
4	4		18		14		20	
5	5		23		15		10	
6	6		1		21		3	
7	7		16		23		13	
8	8		11		25		23	
9	9		6		22		18	
10	10		21		24		8	
11	11		4		16		1	
12	12		14		18		6	
13	13		9		20		16	
14	14		19		17		11	
15	15		24		19		21	
16	16		5		1		2	
17	17		10		4		12	
18	18		15		3		22	
19	19		20		2		7	
20	20		25		5		17	
21	21		2		6		4	
22	22		7		8		9	
23	23		12		10		24	
24	24		17		7		14	
25	25		22		9		19	

Abbildung 1: Parzellenanordnung des Sortenversuchs. Die jeweilige Sorte hinter der Nr. findet sich in Tabelle 6.

Der Saatstärkeversuch war Teil des Sortenversuches. Hier wurde die Sorte Flamenco in zwei verschiedenen Saatstärken mit jeweils vier Wiederholungsparzellen angebaut (Nr. 3 und 4 in Abbildung 1).

Der Akzessions-Versuch wurde auch in einer vollständig randomisierten Gitteranordnung angebaut, aber mit nur zwei Wiederholungsparzellen pro Sorte oder Akzession (Abbildung 2). Das Saatgut wurde mit einer Drillmaschine 4 bis 5 cm tief in vier Reihen pro Parzelle gesät, wobei der Abstand zwischen den Reihen 39 cm betrug. Die Parzellenbreite betrug 1,56 m, die Parzellenlänge 1,2 m, was einer Gesamtparzellengröße von 1,87 m² entspricht. Zwischen den Parzellen wurde ein Abstand von 40 cm gelassen.



B			
	3	4	2
A			
	1	2	4
	1	2	4

Abbildung 2: Parzellenanordnung des Akzessions-Versuchs. Die jeweilige Sorte hinter der Nr. findet sich in Tabelle 7.

Boden- und Umweltbedingungen

Der Versuch wurde in Fuchsenbigl (GPS: 48.195244, 16.746490; Seehöhe: 143 m) in Ostösterreich auf der Versuchsstation der österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES) durchgeführt. Der Boden wurde als Tschernosem alluvialen Ursprungs und reich an kalkhaltigen Sedimenten (pH 7,6) eingestuft. Die Textur war schluffiger Lehm; der Gehalt an organischer Substanz lag bei 3,3 %, gemessen am 08.08.2023 (siehe Anhang). Die langjährige mittlere Jahrestemperatur (1990 - 2019) beträgt 11,3°C, der langjährige mittlere Jahresniederschlag liegt bei 577 mm. Die Vegetationsperiode 2023 war gekennzeichnet durch einen nassen Mai (72 mm Niederschlag in Summe) und einen nassen Junianfang (97 mm Niederschlag in Summe), gefolgt von einem heißen und trockenen Juli mit nur 21 mm Niederschlag, was etwa einem Drittel des langjährigen Durchschnitts im Juli entspricht. Die Höchsttemperatur von der Aussaat bis zur Ernte lag bei 36,5°C (10.07.2023) und

die Mindesttemperatur bei 8,9°C (10.05.2023). Die Monate Juni, Juli und August lagen um 2,7°C, 4,1°C und 4,3°C über dem langjährigen Durchschnitt (vgl. Abbildung 3).

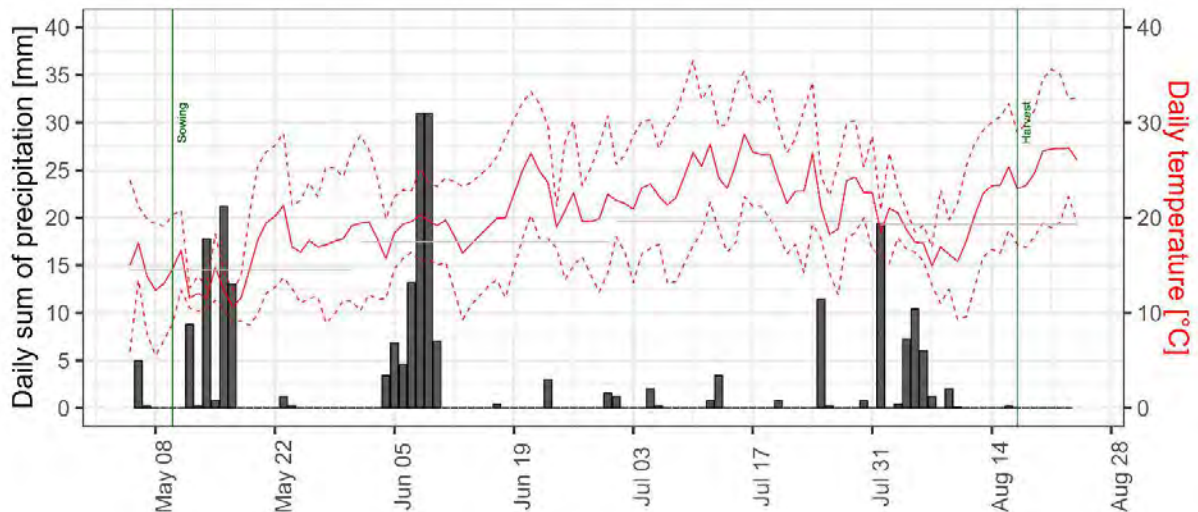


Abbildung 3: Temperatur und Niederschlag während der Wachstumsperiode der Kichererbsen-Versuche in Fuchsenbigl, Österreich, im Jahr 2023. Die tägliche Durchschnittstemperatur [°C] wird durch eine rote durchgezogene Linie angezeigt; die täglichen Höchst- und Tiefsttemperaturen [°C] werden durch rote gestrichelte Linien angezeigt; die tägliche Niederschlagssumme [mm] wird durch Balken angezeigt; die monatliche langjährige Durchschnittstemperatur [°C] wird durch graue horizontale Linien angezeigt; Aussaat- und Erntetermine werden durch grüne vertikale Linien angezeigt.

Phänotypische Beschreibung

Die erste phänotypische Beschreibung erfolgte am 20.06.2023, d.h. 41 Tage nach der Aussaat (DAS). Dabei wurden für jede Parzelle die Bestandesdichte (Pflanzen/m²), die Lückigkeit (%), die Verunkrautung (%), der Reihenschluss (Boniturnote), das Entwicklungsstadium (BBCH) und die Anzahl der Pflanzen mit mindestens einer Blüte (%) bestimmt. Die Bestandesdichte wurde durch Zählen aller Pflanzen innerhalb eines 1 m² großen Rahmens in der Mitte jeder Parzelle ermittelt. Lückigkeit und Verunkrautung wurden als Prozentsatz der gesamten Parzelle bewertet. Der Reihenschluss in der Parzelle wurde nach einem neunstufigen Bonotierungsschema ermittelt. Wenn sich die Blätter benachbarter Reihen überlappten, galten die Reihen als geschlossen (100 %; Note 9), wenn der Boden überhaupt nicht bedeckt war, erhielt die Parzelle die Note 1 (0 %). Die Zwischenstadien wurden mit 12,5 % - Schritten der sichtbaren offenen Bodenfläche bewertet. Das Entwicklungsstadium wurde nach dem BBCH-Kodierungsschema für Sojabohne bestimmt. Die Anzahl der Pflanzen mit mindestens einer Blüte wurde geschätzt und als Prozentsatz angegeben. Am 26.06.2023 (47 DAS) wurden die

Pflanzenpigmentierung (Boniturnote), die Pflanzenbehaarung (Boniturnote), der Blatttyp (Boniturnote), die Anzahl der Fiederblättchen pro Blatt (n), die Größe der Fiederblättchen (mm), die Anzahl der Verzweigungen (n) und die Blütenfarbe für eine Parzelle pro Sorte gemäß den IBPGR-Deskriptoren für Kichererbse bewertet ⁴⁰. Am 10.07.2023 (61 DAS) wurden für jede Parzelle die Hülsengröße (Boniturnote), die Intensität der Grünfärbung der Hülsen (Boniturnote) und die Hülsenansatzhöhe (cm) sowie der Reihenschluss (Boniturnote) und das Entwicklungsstadium (BBCH) bestimmt. Die Hülsengröße und die Intensität der Grünfärbung wurden wie in den UPOV-Richtlinien beschrieben bestimmt ⁴¹. Die Hülsenansatzhöhe wurde in Zentimeter für eine repräsentative Pflanze pro Parzelle bewertet. Die letzte phänotypische Beschreibung wurde eine Woche vor der Ernte am 11.08.2023 (93 DAS) vorgenommen. Hier wurden Wuchsform (Boniturnote), Wuchshöhe (cm), Anzahl der Hülsen pro Pflanze (n), Hülsenlänge (Boniturnote) und Anzahl der Samen pro Hülse (n) für eine Parzelle pro Sorte gemäß den IBPGR-Deskriptoren für Kichererbse bewertet ⁴⁰. Nach der Ernte wurden am 08.11.2023 die Samenform, die Beschaffenheit der Samenschale und die Samenfarbe anhand des geernteten Materials gemäß den IBPGR-Deskriptoren für Kichererbse bewertet ⁴⁰. Die Daten, die auf mehreren Parzellen beruhen, wurden auf einen arithmetischen Mittelwert pro Sorte aufgearbeitet.

Bewertung von Schädlingen und Krankheitserregern

Der Sortenversuch wurde am 29.06.2023 und am 24.07.2023 auf das Vorhandensein von Schädlingen und Krankheitserregern untersucht. An beiden Terminen wurden die Pflanzen visuell und durch Abklopfen des Laubes untersucht. Die Insekten wurden von Hand mit einem Röhrchen gesammelt oder von den Pflanzen in eine weiße Box geklopft, bevor sie in das Röhrchen übertragen wurden. Außerdem wurde eine visuelle Bewertung der Pflanzenschäden vorgenommen. Die Proben wurden im Labor unter dem Mikroskop analysiert und identifiziert.

Bewertung des Ertrags und der Erntefeuchtigkeit

Die Kichererbsen wurden parzellenweise geerntet, und der absolute Ertrag (in kg/Parzelle) wurde automatisch von der Parzellenerntemaschine gemessen. Anschließend wurde für jede Sorte oder Akzession das arithmetische Mittel (in dt/ha) über alle vier Wiederholungspartellen errechnet. Das Erntegut aus den vier Wiederholungspartellen jeder Sorte wurde zu einer Mischprobe von 1 kg zusammengefasst.

Der Feuchtigkeitsgehalt des geernteten Materials wurde in zweifacher Wiederholung gemäß den Richtlinien der Internationalen Vereinigung für Saatgutprüfung analysiert ⁴². Etwa 10 g der grob gemahlene Kichererbsenprobe wurden 60 Minuten lang bei 130°C getrocknet. Der Feuchtigkeitsgehalt wurde dann auf der Grundlage des Gewichts der getrockneten Probe berechnet.

Unter Berücksichtigung der Sortenunterschiede im Feuchtigkeitsgehalt des Saatguts bei der Ernte wurde der arithmetische Ertrag in dt/ha auf einen Trockenmassegehalt von 86 % normiert. Zusätzlich wurde der potentielle Blockeffekt innerhalb des Gittermusters berücksichtigt und ein bereinigter Durchschnittsertrag nach den Aufzeichnungen von Williams ⁴³ berechnet. Mangels ausreichender Parzellenanzahl im Akzessions-Versuch, wurde die Berechnung des bereinigten Ertrags hier nicht durchgeführt. Die Saatgutvermehrungsrate wurde berechnet, indem der arithmetische Ertrag (in kg/ha) durch die Aussaatmenge (in kg/ha) geteilt wurde. Der Ertrag pro Pflanze wurde durch die Verrechnung des arithmetischen Ertrags (in g/m²) mit der Bestandesdichte (Pflanzen/m²) ermittelt.

Auswertung der Nährstoffzusammensetzung und der Antinutritiva

Der Rohproteingehalt des Ernteguts wurde in zweifacher Ausfertigung durch Verbrennung nach dem Dumas-Prinzip bestimmt ^{44,45}. Der ermittelte Stickstoffgehalt wurde mit dem Umrechnungsfaktor von 6,25 multipliziert um den Proteingehalt zu berechnen. Der Proteingehalt bei 86% Trockenmasse (%) wurde berechnet, indem der Rohproteingehalt mit 86 multipliziert und durch 100 dividiert wurde. Der Proteinertrag (dt/ha) wurde durch die Verrechnung des Proteingehalts (% bei 86% Trockenmasse) mit dem bereinigten Ertrag (dt/ha, bei 86% Trockenmasse) erhoben. Bei dem Akzessions-Versuch wurde mangels des bereinigten Ertrags (dt/ha, bei 86% Trockenmasse), der arithmetische Ertrag (dt/ha, bei 86% Trockenmasse) für den Proteinertrag verrechnet.

Die Feuchtigkeit wurde mittels Brabender Automat ermittelt. Hierzu wurden die vermahlene Proben für 1h bei 130 °C getrocknet.

Die Bestimmung der Aminosäuren Cystin, Methionin, Lysin, Threonin, Alanin, Arginin, Asparaginsäure, Glutaminsäure, Glycin, Histidin, Isoleucin, Leucin, Phenylalanin, Prolin, Serin, Tyrosin und Valin erfolgte jeweils in Doppelbestimmung gemäß Verordnung (EG) 152/2009

Anhang III.F ⁴⁶. Die Bestimmung der Stärke erfolgte mittels Total Starch Kit (K-TSTA-100A) der Firma Megazyme.

Die Bestimmung von Mono-, Di- und Oligosacchariden beruht auf dem Prinzip der HPAEC-PAD nach der Vornorm OENORM CEN/TS 15754:2008-12-01 ⁴⁷.

Die Tausendkornmasse des Ernteguts wurde gemäß ÖNORM EN ISO 520:2010 ⁴⁸ ermittelt. Jeweils 200 Samen wurden mit einem Zählgerät gezählt und auf einer Analysenwaage gewogen. Der Tausendkornmasse wurde auf Basis der Trockenmasse berechnet, indem das Gewicht der Kerne mit dem Faktor 5 multipliziert wurde, um die Masse von 1000 Körnern zu erhalten.

Die Trypsininhibitoraktivität (TIA) des geernteten Materials, ausgedrückt in Milligramm gehemmtes Trypsin pro Gramm Probe (mg/g), wurde in zwei Durchgängen gemäß ÖNORM EN ISO 14902:2002 bestimmt ⁴⁹. Der Tannin- und wurde mittels der Folin-Ciocalteu (F-C) Methode bestimmt ⁵⁰.

Ergebnisse und Diskussion

Unsere Studie trägt zum praktischen Verständnis des Anbaus von Kichererbsen in den trockenen Anbauregionen Österreichs bei und zeigt die Eigenschaften sowie das Potenzial der verschiedenen verfügbaren Sorten und Akzessionen auf. Die Wahl der richtigen Sorte scheint bei Kichererbsen von Bedeutung zu sein, da sie sich erheblich in Aussehen, Wachstum, Ertrag und Proteingehalt unterscheiden, was sich auf die Rentabilität und Marktfähigkeit auswirken kann.

Keimfähigkeit und TGW des Saatguts

Eine gute Saatgutqualität mit einer hohen Keimfähigkeit ist entscheidend für einen erfolgreichen Kichererbsenanbau. In unserem Versuch stellten die unterschiedlichen Keimfähigkeiten der einzelnen Sorten eine Herausforderung dar. 37 % erreichten nicht den optimalen Schwellenwert von 85 % ¹ und mehrere fielen unter 70 % (Tabelle 6), was mit Ergebnissen von anderen Autoren und Autorinnen übereinstimmt ^{5,33}. Die Keimfähigkeit hat einen erheblichen Einfluss auf die Aussaatmenge und die Saatgutkosten für Landwirte, da Sorten mit niedrigeren Keimfähigkeiten höhere Aussaatmengen erfordern, was zu höheren

Saatgutkosten führt. Da Kichererbsen nicht unter die österreichische Saatgutverordnung (Saatgutverordnung 2006) fallen, gibt es keine verpflichtende Keimfähigkeitsprüfung vor dem Inverkehrbringen des Saatguts. Daher ist eine individuelle Keimfähigkeitsprüfung vor der Aussaat wichtig, um die erforderliche Aussaatmenge für eine gute Bestandesdichte genau zu bestimmen ¹.

Auch das Tausendkorngewicht (TGW) wies erhebliche Unterschiede auf und reichte von 118 g (Bori) bis 531 g (Gavdos). Unsere Ergebnisse bestätigten, dass Kichererbsen des Typs Desi im Allgemeinen niedrigere TGWs im Vergleich zu Kabuli-Typen aufweisen. Die Desi-Sorten in dem Sortenversuch hatten ein Gewicht von etwa 120 bis 260 g, während die Kabuli-Sorten zwischen 260 und 530 g wogen. Gulabi-Sorten lagen mit einem Gewicht zwischen 230 und 290 g im mittleren Bereich. Das TGW ist sortenspezifisch, wird aber von mehreren anderen Faktoren beeinflusst, darunter Feuchtigkeitsgehalt, Aussaattermin, Trockenstress, Hülsenposition, Keimfähigkeit und Bestandesdichte ^{33,51}.

Tabelle 6: Angaben zu Keimfähigkeit (%) und Tausendkorngewicht (TGW; g) für jede der 24 Kichererbsensorten im Sortenversuch in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023. Die Nr. dient zur Information über die Parzellenanordnung im Sortenversuchsplan (Abbildung 1).

Sorte	Nr.	Keimfähigkeit (%)	TGW (g)
Amorgos	16	97	322
Analisto	10	87	334
Badil	22	94	271
Bori	13	95	118
CDC Orion	18	90	391
Cicerone	1	66	262
Donia	7	97	310
Dora	8	91	286
Elixir	19	88	315
Elmo	5	78	259
Flamenco	3 & 4	86	280
Gavdos	12	93	531
Jafar	11	91	430
Katalin	24	85	211
Maragiá	9	87	435
Olga	21	79	233
Pasciá	23	71	446
Reale	15	77	429
Rondo	6	86	345

Sorte	Nr.	Keimfähigkeit (%)	TGW (g)
Sokol	20	83	258
Sultano	14	83	306
Thiva	17	97	342
Twist	25	62	350
Vulcano	2	86	282
Durchschnittlich		85	323

Für den Saatstärkeversuch wurde die Sorte Flamenco mit 86% angenommener Keimfähigkeit und ein TGW von 280 g in zwei verschiedenen Saatstärken berücksichtigt (Tabelle 6).

Die Keimfähigkeit der vier Akzessionen und Sorten im Akzessions-Versuch variierte zwischen 68% und 97% und auch das TGW war mit 173 – 356 g sehr unterschiedlich (Tabelle 7).

Tabelle 7: Angaben zu Keimfähigkeit (%) und Tausendkorngewicht (TGW; g) für die Akzessionen und Sorten im Akzessions-Versuch in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023. Die Nr. dient zur Information über die Parzellenanordnung im Sortenversuchsplan (Abbildung 2/Abbildung 1).

Akzession/Sorte	Nr.	Keimfähigkeit (%)	TGW (g)
BVAL_903011	4	96	173
BVAL_903304	2	68	356
Flamenco	1	72	294
Rondo	3	97	313

Aussaatmenge, Saatstärke, Bestandesdichte, Lückigkeit und Verunkrautung

Aufgrund ihrer langsamen Entwicklung, geringen Pflanzenhöhe und verzögerten Bodenbedeckung können Kichererbsen nur schwer mit Unkraut konkurrieren, was zu Ertragseinbußen von bis zu 87 % führen kann ^{17,19,52}. Das Erreichen einer optimalen Bestandesdichte ist entscheidend für die Verbesserung der Unkrautkonkurrenz, die Gewährleistung einer gleichmäßigen Reife und die Maximierung des Ertragspotenzials, wie in früheren Studien hervorgehoben wurde ^{17,53}. Darüber hinaus tragen Sorten mit einer guten Keimfähigkeit, einer schnellen Entwicklung und einer ausladenden Wuchsform zu einer effektiven Bodenbedeckung und einer geringeren Unkrautpräsenz bei ³³. Mechanische Unkrautbekämpfung, enge Reihenabstände, der Einsatz von Herbiziden, die Minimierung des Bodenstickstoffs oder der Zwischenfruchtanbau können die Unkrautpräsenz weiter verringern

^{28,54,55}. Die in Österreich erlaubten Herbizide und Pflanzenschutzmittel für Kichererbsen sind im Pflanzenschutzmittelregister aufgelistet ⁵⁶.

Die berechneten Aussaatmengen und Saatstärken wiesen eine beträchtliche Variabilität auf und reichten von 62 kg/ha (Bori) bis 314 kg/ha (Pasciá) bzw. von 52 Samen/m² bis 81 Samen/m². Obwohl wir die Saatstärke in unserem Versuch an die Keimfähigkeit und das TGW anpassten, erreichte keine der Sorten die angestrebte Bestandesdichte von 50 Pflanzen/m², sondern schwankte zwischen 27 und 48 Pflanzen/m² (Tabelle 8). Diese Schwankung ist hauptsächlich auf die Diskrepanz zwischen den Keimfähigkeitsraten im Labor und auf dem Feld zurückzuführen, die durch ungünstigere Bedingungen auf dem Feld verursacht wird ⁵³. Sorten wie Amorgos und Donia zeigten einen guten Aufgang und hielten ähnliche Bestandesdichten im Verhältnis zu ihrer Saatstärke aufrecht, im Gegensatz zu Sorten wie Bori und Gavdos, die einen schlechten Aufgang, niedrige Bestandesdichten und eine hohe Unkrautpräsenz aufwiesen (Tabelle 8).

Tabelle 8: Angaben zu Aussaatmenge (in kg/ha) und Saatstärke (Samen/m²), Bestandesdichte (Pflanzen/m²), Lückigkeit (%) und Verunkrautung (%) für jede der 24 Kichererbsensorten im Sortenversuch in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023, bewertet vor der Aussaat sowie 41 Tage nach der Aussaat (DAS).

Sorte	Aussaat- menge (kg/ha)	Saatstärke (Samen/m ²)	Bestandes- dichte (Pflanzen/m ²)	Lückig- keit (%)	Verun- krautung (%)
Amorgos	166	52	45	3	1
Analisto	192	57	33	15	8
Badil	144	53	39	9	3
Bori	62	53	31	14	10
CDC Orion	217	56	42	6	4
Cicerone	198	76	44	8	6
Donia	160	52	44	8	8
Dora	157	55	42	9	6
Elixir	179	57	39	8	4
Elmo	166	64	48	6	8
Flamenco	163	58	44	10	4
Gavdos	285	54	27	29	19
Jafar	236	55	41	6	3
Katalin	124	59	41	6	3
Maragiá	250	57	41	8	5
Olga	147	63	38	15	5

Sorte	Aussaatmenge (kg/ha)	Saatstärke (Samen/m ²)	Bestandesdichte (Pflanzen/m ²)	Lückigkeit (%)	Verunkrautung (%)
Pasciá	314	70	32	5	3
Reale	279	65	44	5	6
Rondo	201	58	43	5	8
Sokol	155	60	31	10	3
Sultano	184	60	36	13	6
Thiva	176	52	40	6	5
Twist	282	81	47	4	4
Vulcano	164	58	38	9	6
Durchschnittlich	192	59	40	9	6

Im Saatstärkeversuch wurde die Sorte Flamenco zusätzlich zum Sortenversuch mit einer höheren Saatstärke angebaut. Die erhöhte Saatstärke führte dazu, dass die gewünschte Bestandesdichte von 60 Pflanzen/m² fast erreicht wurde und damit 15 mehr Pflanzen pro Quadratmeter gezählt wurden. Dadurch konnten die Auswirkungen der zwei Saatstärken gut miteinander verglichen werden. Die Lückigkeit in den Parzellen mit der höheren Saatstärke war geringer, die Verunkrautung allerdings ähnlich gering (Tabelle 9). Bei einem höheren Unkrautdruck wäre vermutlich mehr Unkraut in den lückigeren Parzellen zu sehen gewesen, was auf einen Vorteil der höheren Saatstärke schließen lässt.

Tabelle 9: Angaben zu Aussaatmenge (in kg/ha) und Saatstärke (Samen/m²), Bestandesdichte (Pflanzen/m²), Lückigkeit (%) und Verunkrautung (%) der in dem Saatstärkeversuch verwendeten Kichererbsensorte Flamenco in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023, bewertet vor der Aussaat sowie 41 Tage nach der Aussaat (DAS).

Sorte	Aussaatmenge (kg/ha)	Saatstärke (Samen/m ²)	Bestandesdichte (Pflanzen/m ²)	Lückigkeit (%)	Verunkrautung (%)
Flamenco	163	58	44	10	4
Flamenco höhere Saatstärke	195	70	59	3	6

Im Akzessions-Versuch variierte die Aussaatmenge zwischen 90 und 262 kg/ha bzw. 52 bis 74 Samen/m². Die Bestandesdichte lag bei über 40 Pflanzen/m² für alle Sorten und Akzessionen bis auf die Akzession BVAL_903304, da hier mit lediglich 70 g zu wenig Saatgutmaterial für eine ausreichende Bestandesdichte zur Verfügung stand (Tabelle 10).

Tabelle 10: Angaben zu Aussaatmenge (in kg/ha) und Saatstärke (Samen/m²), Bestandesdichte (Pflanzen/m²), Lückigkeit (%) und Verunkrautung (%) für die Akzessionen und Sorten im

Akzessions-Versuch in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023, bewertet vor der Aussaat sowie 41 Tage nach der Aussaat (DAS).

Akzession/Sorte	Aussaat- menge (kg/ha)	Saatstärke (Samen/m ²)	Bestandes- dichte (Pflanzen/m ²)	Lückig- keit (%)	Verun- krautung (%)
BVAL_903011	90	52	41	35	0
BVAL_903304	262	74	26	55	0
Flamenco	204	69	43	25	0
Rondo	161	52	47	33	0

Phänotypische Sortenunterschiede

Der Zugang zu amtlichen Beschreibungen von Kichererbsensorten ist schwierig, da Kichererbsen weder auf EU-Ebene noch auf nationaler Ebene in Österreich reguliert sind, was dazu führt, dass es in Österreich keine Verpflichtung zu amtlichen Sortenprüfungen oder zur Veröffentlichung von Sortenbeschreibungen gibt. Für bestimmte geschützte oder national regulierte Sorten sind jedoch Beschreibungen in den nationalen Sortenlisten anderer Länder verfügbar (vgl. GEVES ³⁰, NÉBIH ³¹, OEVV ³²). Um diese Beschreibungen auf ihre Eignung für österreichische Verhältnisse zu überprüfen und die fehlenden Beschreibungen für andere Sorten zu ergänzen, wurden in diesem Projekt umfassende phänotypische Beschreibungen durchgeführt. Die meisten Informationen der Sorten stimmten mit den nationalen Beschreibungen überein, aber es wurden auch einige Unterschiede festgestellt.

Von den 24 Sorten in dem Sortenversuch waren 19 Sorten vom Kabuli-Typ, 3 vom Desi-Typ und 2 vom Gulabi-Typ (Tabelle 3). Unser Sortenversuch bestätigte, dass die Sorten des Desi-Typs kleinere Samen haben, rötlich-violette Blüten aufweisen, eine dunkle, gelbe oder schwarze Samenschale besitzen und kantige Samen haben. Der Gulabi-Typ, ein Untertyp des Desi-Typs, kann größer sein und hat eher runde, erbsenförmige Samen. Sorten vom Kabuli-Typ, der typischen Kichererbse in Mitteleuropa, haben größere Samen, weiße Blüten und helle cremefarbene Samen (Abbildung 4, weitere Fotos im Anhang).



Abbildung 4: Vergleich der Blütenfarbe und Samenform und -farbe eines Kabuli (links) und Desi (rechts) Typ.

Der Kabuli-Typ zeichnete sich durch das Fehlen von Pigmentfärbung aus, während die Typen Desi und Gulabi typischerweise teilweise leicht lila Stängel und Blätter aufwiesen. Der vorherrschende Blatttyp bei allen Sorten war einfach unpaarig gefiedert, obwohl zwei Sorten einen mehrfach gefiederten Blatttyp aufwiesen (Maragiá, Dora). Die meisten Pflanzen wiesen eine aufrechte oder halbaufrechte Wuchsform auf, während einige eine halbspreizende Form annahmen (Twist, Rondo, Bori, Gavdos). Das Verzweigungsmuster pro Pflanze wies bei 47 DAS eine Spanne von durchschnittlich 2 bis 4 Stängelverzweigungen auf.

Kichererbsen haben entweder einen oder zwei Samen pro Hülse, wobei Kabuli-Typen in der Regel nur einen Samen und Desi-Typen in der Regel mehr als einen Samen pro Hülse haben^{28,33}. In unseren Versuchen entwickelten jedoch auch die Kabuli-Sorten Jafar, Elixir, Sokol, Gavdos, Donia und Analisto im Durchschnitt mehr als einen Samen pro Hülse, während der Desi-Typ Elmo und die beiden Gulabi-Typen Dora und Olga nur einen Samen pro Hülse hatten (Tabelle 11).

Die Wuchshöhe einiger Kichererbsensorten wich von der Literatur ab, vermutlich weil die Höhe stark von den Umweltbedingungen abhängt¹⁹. In Kanada wurden Höhen zwischen 30 und 70 cm gemessen¹⁷, während in Australien 15 bis 60 cm verzeichnet wurden¹⁹. In unserem Sortenversuch waren die Pflanzen durchschnittlich nur 35 cm groß mit einer Spanne von 20 bis 50 cm, ähnlich zu anderen Ergebnissen aus Österreich³³. CDC Orion gehörte zu den Kichererbsen mit geringer Pflanzhöhe, was auch in seiner Sortenbeschreibung bestätigt wurde³⁰. Die Sorten Olga und Donia, jeweils Desi- und Kabuli-Typ, ragten mit einer relativ hohen Pflanzhöhe von 50 cm heraus (Tabelle 11). Entsprechend war die Hülsenansatzhöhe

Tabelle 11: Angaben zu Blütenfarbe 41 DAS, Pflanzenhöhe (cm) 93 DAS, Hülsenansatzhöhe (cm) 61 DAS, Hülsen pro Pflanze (n) 93 DAS, Samen pro Hülse (n) 93 DAS, so wie Samenform, Samenschalentextur, und Samenfarbe nach der Ernte für jede der 24 Kichererbsensorten im Sortenversuch in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023.

Sorte	Blütenfarbe	Pflanzenhöhe (cm)	Hülsenansatzhöhe (cm)	Hülsen pro Pflanze (n)	Samen pro Hülse (n)	Samenform	Samenschalentextur	Samenfarbe
Amorgos	Weiß	30	23,3	25	1	rund bis winkelig	glatt	beige
Analisto	Weiß	40	20,5	30	2	rund bis winkelig	glatt	beige
Badil	Weiß	30	19,3	30	1	rund bis winkelig	rau bis glatt	beige
Bori	Rosa	20	15,0	30	2	eckig	tuberkuliert	braun
CDC Orion	Weiß	30	19,8	20	1	rund bis winkelig	glatt	beige
Cicerone	Weiß	40	26,0	20	1	erbsenförmig	glatt	beige
Donia	Weiß	50	30,0	35	1 bis 2	erbsenförmig	glatt	beige
Dora	Dunkles rosa	40	28,0	35	1	rund bis winkelig	rau	gelb braun
Elixir	Weiß	35	21,3	18	1 bis 2	rund bis winkelig	glatt	beige
Elmo	Dunkles rosa	27	24,5	30	1	eckig	rau	schwarz
Flamenco	Weiß	25	20,3	NA	1	rund bis winkelig	glatt	beige
Gavdos	Weiß	35	27,3	15	1 bis 2	rund bis winkelig	glatt	beige
Jafar	Weiß	42	26,3	22	2	rund bis winkelig	glatt	beige
Katalin	Rosa	32	21,3	15	1 bis 2	eckig	rau	schwarz
Maragiá	Weiß	40	25,0	25	1	rund bis winkelig	glatt	beige
Olga	Dunkles rosa	50	37,8	35	1	erbsenförmig	glatt	rötlich braun
Pasciá	Weiß	35	25,5	20	1	rund bis winkelig	glatt	beige
Reale	Weiß	42	27,3	25	1	rund bis winkelig	glatt	beige
Rondo	Weiß	30	22,8	35	1	erbsenförmig	glatt	beige
Sokol	Weiß	40	28,0	30	1 bis 2	erbsenförmig	glatt	beige
Sultano	Weiß	42	29,8	30	1	erbsenförmig	glatt	beige
Thiva	Weiß	30	20,8	25	1	rund bis winkelig	glatt	beige
Twist	Weiß	30	22,3	18	1	rund bis winkelig	glatt	beige
Vulcano	Weiß	35	23,3	25	1	erbsenförmig	glatt	beige

Tabelle 12: Angaben zu Blütenfarbe 41 DAS, Pflanzenhöhe (cm) 93 DAS, Hülsenansatzhöhe (cm) 61 DAS, Hülsen pro Pflanze (n) 93 DAS, Samen pro Hülse (n) 93 DAS, so wie Samenform, Samenschalentextur, und Samenfarbe der in dem Saatstärkenversuch verwendeten Kichererbsensorte in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023.

Sorte	Blütenfarbe	Pflanzenhöhe (cm)	Hülsenansatzhöhe (cm)	Hülsen pro Pflanze (n)	Samen pro Hülse (n)	Samenform	Samenschalentextur	Samenfarbe
Flamenco	Weiß	25	20,3	NA	1	rund bis winkelig	glatt	beige
Flamenco höhere Saatstärke	Weiß	30	25,5	25	1	rund bis winkelig	glatt	beige

Tabelle 13: Angaben zu Blütenfarbe 41 DAS, Pflanzenhöhe (cm) 93 DAS, Hülsenansatzhöhe (cm) 61 DAS, Hülsen pro Pflanze (n) 93 DAS, Samen pro Hülse (n) 93 DAS, Samenform, Samenschalentextur, und Samenfarbe nach der Ernte für die Akzessionen und Sorten im Akzessions-Versuch in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023.

Akzession/ Sorte	Blütenfarbe	Pflanzenhöhe (cm)	Hülsenansatzhöhe (cm)	Hülsen pro Pflanze (n)	Samen pro Hülse (n)	Samenform	Samenschalentextur	Samenfarbe
BVAL_903011	Dunkles rosa	30	17	10	1	eckig	tuberkuliert	schwarz
BVAL_903304	Weiß	25	14	11	1	rund bis winkelig	rau	beige
Flamenco	Weiß	30	16	20	1	erbsenförmig	rau bis glatt	beige
Rondo	Weiß	25	17	12	1	rund bis winkelig	rau	beige

dieser beiden Sorten vergleichsweise hoch und übertraf 30 cm, was für eine erfolgreiche Maschinenernte mit minimalem Verlust vorteilhaft sein könnte ²⁸. Bei Sojabohnen ist eine niedrige Hülsenansatzhöhe ein häufiges Problem bei der Ernte mit dem Mähdrescher, und es wird ein Mindesthülsenansatzhöhe von 12 cm empfohlen, um Ertragsverluste zu vermeiden ⁵⁷. Alle Kichererbsensorten in unserem Versuch erfüllten diesen Schwellenwert, wobei die niedrigste Hülsenansatzhöhe von 15 cm bei der Sorte Bori beobachtet wurde, die auch generell eine niedrige Pflanzenhöhe aufwies (Tabelle 11).

In dem Saatstärkeversuch stimmten die Blütenfarbe, Samenform, Samenschalentextur und Samenfarbe der Sorte Flamenco in beiden Saatstärken überein. Allerdings waren die Pflanzen in den Parzellen mit der höheren Saatstärke im Durchschnitt 5 cm höher und hatten auch eine um fast 5 cm höhere Hülsenansatzhöhe (Tabelle 12). Die höhere Wuchshöhe bei höherer Saatstärke wurde auf Konkurrenzeffekte zurückgeführt ³³.

Die Pflanzen im Akzessions-Versuch waren tendenziell etwas kleiner und hatten dementsprechend auch eine geringere Hülsenansatzhöhe als die Pflanzen im großen Sortenversuch, was auf andere, eher schlechtere Bodenverhältnisse zurückgeführt wurde. Auch die Entwicklung war langsamer, sodass sie 93 DAS weniger Hülsen pro Pflanzen aufwiesen. Das Erscheinungsbild entsprach ansonsten den Angaben des jeweiligen Typs (Kabuli/Desi; Tabelle 5, Tabelle 13). Die Beschreibung der Akzessionen und die Entwicklung der Deskriptoren hilft der Genbank, das vorhandene Material umfassend zu charakterisieren und zu evaluieren. Dies ist unerlässlich für die Nutzer:innen des Materials einer Genbank, damit der Reichtum an Vielfalt u.a. für die Züchtung neuer Sorten, aber auch für Landwirte und Landwirtinnen selbst nutzbar ist.

Entwicklung und Reife

Kichererbsen benötigen zwischen 100 und 130 Tage von der Aussaat bis zur Ernte ^{28,33}. In unserem Sortenversuch waren die meisten Sorten nach 99 Tagen, Mitte August, erntereif, wahrscheinlich aufgrund der warmen Bedingungen während der Vegetationsperiode (Abbildung 3). Die Sorten zeigten Variationen in der Zeit, die sie benötigten, um in die Blüh- und Reifephase einzutreten, die jeweils um etwa 41 bzw. 61 Tage nach der Aussaat (DAS) begannen (Tabelle 14).

41 DAS, Mitte Juni, reichten die Entwicklungsstadien von der Blütenknospenentwicklung (BBCH 53) bis zur Blütenentwicklung (BBCH 63), und im Durchschnitt hatten 15% der Pflanzen im Sortenversuch mindestens eine Blüte. Die Sorten Bori und Olga waren spätblühend und Badil, CDC Orion und Analisto frühblühend (Abbildung 5A, Tabelle 14). In den Parzellen der drei früh

blühenden Sorten hatten mehr als 70 % der Pflanzen mindestens eine Blüte 41 DAS. Gleichzeitig war die Blattentwicklung der Sorten sehr unterschiedlich, die Pflanzen der Sorte Jafar bedeckten mehr als 55 % des Bodens, während in den Parzellen mit der Sorte Bori der größte Teil des Bodens noch sichtbar war (Tabelle 14, Abbildung 5B).

61 DAS, Mitte Juli, variierten die Sorten zwischen dem Entwicklungsstadium Hülsenentwicklung (BBCH 75) und Hülsenreife (BBCH 80). Die meisten Sorten hatten ihre Reihen geschlossen, wobei fast 100 % des Bodens in der Parzelle bedeckt waren. Zu diesem Zeitpunkt lag der niedrigste Prozentsatz der Bodenbedeckung bei 65,6 %, der für die Sorte Bori verzeichnet wurde (Tabelle 14).

A



B



Abbildung 5: Fotos von verschiedenen Parzellen vom Kichererbsen-Sortenversuch in Fuchsenbigl, Österreich (20.06.2023). A: Foto der Parzellen der Sorten Olga (links) und Badil

(rechts) zur Veranschaulichung der unterschiedlichen Blühzeitpunkte 41 Tage nach der Aussaat; B: Foto der Parzellen der Sorten Bori (links) und Jafar (rechts) zur Veranschaulichung des unterschiedlichen Niveaus des Reihenschlusses 41 Tage nach der Aussaat.

Die Daten bestätigten den Trend, dass die Desi-Typen früher reif sind als die Kabuli-Typen ¹⁹. Während die Sorten Elmo, Analisto, CDC Orion, Katalin, Badil, Elixir, Gavdos und Thiva eine frühe Reife zeigten, wiesen Cicerone, Sultano und Donia eine spätere Reife auf (Tabelle 14, Abbildung 6). Die Kategorisierung von Kichererbsensorten in Reifegruppen, wie sie typischerweise bei zum Beispiel Sojabohnen durchgeführt wird, könnte sich für die Anpassung des Kichererbsenanbaus an unterschiedliche Umweltbedingungen und Anbauregionen als vorteilhaft erweisen. Für Österreich werden frühreifende Sorten empfohlen, um den kalten Temperaturen im Frühling und Herbst durch eine spätere Aussaat und eine frühere Ernte entgegenzuwirken.



Abbildung 6: Fotos der Parzellen der Sorte Donia (links) und Katalin (rechts) zur Veranschaulichung der unterschiedlichen Niveaus der Reife 82 Tage nach der Aussaat vom Kichererbsen-Sortenversuch in Fuchsenbigl, Österreich (31.07.2023)

Tabelle 14: Angaben zu Reihenschluss (%), Entwicklungsstadium (BBCH) und Pflanzen mit mindestens einer Blüte (%) für jede der 24 Kichererbsensorten im Sortenversuch in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023, bewertet 41 und 61 Tage nach der Aussaat (DAS).

Sorte	Reihenschluss 41 DAS (%)	Reihenschluss 61 DAS (%)	Entwicklungsstadium 41 DAS (BBCH)	Entwicklungsstadium 61 DAS (BBCH)	Pflanzen mit min. 1 Blüte 41 DAS (%)
Amorgos	40,6	96,9	57	77	3
Analisto	34,4	75,0	63	80	73
Badil	37,5	93,8	62	79	88
Bori	9,4	65,6	53	77	0
CDC Orion	37,5	81,3	63	79	89
Cicerone	28,1	87,5	55	76	1
Donia	43,8	93,8	55	76	2
Dora	34,4	87,5	54	77	3
Elixir	31,3	84,4	57	79	6
Elmo	40,6	84,4	58	80	14
Flamenco	34,4	93,8	59	78	10
Gavdos	21,9	96,9	55	79	2
Jafar	56,3	96,9	57	77	5
Katalin	28,1	75,0	57	79	5
Maragiá	43,8	96,9	58	78	2
Olga	18,8	75,0	53	77	1
Pasciá	34,4	93,8	55	78	4
Reale	53,1	96,9	58	77	3
Rondo	31,3	90,6	57	77	6
Sokol	18,8	84,4	54	77	3
Sultano	43,8	96,9	56	75	1
Thiva	40,6	90,6	61	79	28
Twist	28,1	90,6	55	78	1
Vulcano	28,1	93,8	59	77	6
Durchschnittlich	34,1	88,4	57	78	15

Im Saatstärkeversuch haben die Pflanzen mit der höheren Saatstärke den Boden früher bedeckt. Im weiteren Verlauf haben sich die Pflanzen aber in ähnlicher Geschwindigkeit

entwickelt, was auf keinen Einfluss der Saatstärke auf die Entwicklung und Reife der Sorten hindeutete (Tabelle 15).

Tabelle 15: Angaben zu Reihenschluss (%), Entwicklungsstadium (BBCH) und Pflanzen mit mindestens einer Blüte (%) der in dem Saatstärkeversuch verwendeten Kichererbsensorte in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023, bewertet 41 und 61 Tage nach der Aussaat (DAS).

Sorte	Reihen-	Reihen-	Entwicklungs-	Entwicklungs-	Pflanzen mit min. 1 Blüte 41 DAS (%)
	schluss 41 DAS (%)	schluss 61 DAS (%)	stadium 41 DAS (BBCH)	stadium 61 DAS (BBCH)	
Flamenco	34,4	93,8	59	78	10
Flamenco höhere Saatstärke	43,8	87,5	59	78	8

Im Akzessions-Versuch mit den Akzessionen waren die Pflanzen generell langsamer in ihrer Entwicklung, weshalb auch nach 41 DAS der ganze Boden noch sichtbar war und die Pflanzen noch in dem Entwicklungsstadium vegetativer Entwicklung (BBCH 43) bis zum Stadium der Entwicklung der ersten Blütenknospen (BBCH 52) waren (Abbildung 7A). 61 DAS hatten sie allerdings den anfänglichen langsamen Start überwunden und waren wie viele Sorten im großen Sortenversuch im Entwicklungsstadium Frucht – und Samenentwicklung (BBCH 76). Der Boden war allerdings im Gegensatz zum großen Sortenversuch nur zu maximal der Hälfte bedeckt (Abbildung 7B). Die Akzessionen und Sorten entwickelten sich ähnlich schnell (Tabelle 16).

A



B



Abbildung 7: Fotos der Parzellen der Akzession BVAL_903011 (links) und Flamenco (rechts) zur Veranschaulichung der langsamen Entwicklung im Akzessions-Versuch in Fuchsenbigl, Österreich A) 41 Tage nach der Aussaat (20.06.2023) B) 61 Tage nach der Aussaat (10.07.2023).

Tabelle 16: Angaben zu Reihenschluss (%), Entwicklungsstadium (BBCH) und Pflanzen mit mindestens einer Blüte (%) für die Sorten und Akzessionen im Akzessions-Versuch in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023, bewertet 41 und 61 Tage nach der Aussaat (DAS).

Akzession/ Sorte	Reihen- schluss 41 DAS (%)	Reihen- schluss 61 DAS (%)	Entwicklungs- stadium 41 DAS (BBCH)	Entwicklungs- stadium 61 DAS (BBCH)	Pflanzen mit min. 1 Blüte 41 DAS (%)
BVAL_903011	0,0	37,5	44	76	0
BVAL_903304	0,0	50,0	50	76	3
Flamenco	0,0	50,0	52	77	3
Rondo	0,0	50,0	50	77	0

Ertrag: Sortenunterschiede und verschiedene Einflussfaktoren

Bei einer Normalisierung des Trockenmassegehalts auf 86 % reichten die arithmetischen Erträge von 16 dt/ha (Gavdos, Olga) bis 25 dt/ha (Amorgos, Jafar). Bei Einbeziehung der Blockeffekte des Gittermusters lagen die bereinigten Erträge zwischen 16 dt/ha (Gavdos, Bori) und 24 dt/ha (Flamenco, Jafar, Amorgos) mit einem Durchschnitt von 20 dt/ha (Abbildung 8), was in etwa mit Versuchsergebnissen aus Süddeutschland und Mistelbach, Österreich, aus dem

Jahr 2021 übereinstimmt ^{5,35}. In der Praxis liegen die weltweiten Kichererbsenerträge bei etwa 12 dt/ha ³, was zeigt, dass die Versuchsergebnisse oft höhere Erträge aufweisen als die, die in praktischen Anbauszenarien erzielt werden. Im Gegensatz zur Literatur ¹⁹ beobachteten wir in unserem Sortenversuch, dass viele Sorten des Kabuli-Typs höhere Erträge aufwiesen als Sorten des Desi-Typs (Abbildung 8). Da Kabuli-Typen in Europa weiter verbreitet sind und Desi-Typen in Indien und Australien, könnten die Sorten des Kabuli-Typs bereits besser an das europäische Klima angepasst sein. Es bleibt zu prüfen, ob die Desi-Typen eine bessere Ertragsstabilität aufweisen, wie in der Literatur angegeben ¹⁹.

Die Sorten Amorgos, Jafar, Flamenco und Dora wiesen in unserem Versuch im Jahr 2023 hohe Erträge von rund 23 - 24 dt/ha auf. Während die ersten drei Sorten zum Kabuli-Typ gehörten, der von österreichischen Konsumenten und Konsumentinnen bevorzugt wird, war Dora vom Desi-Typ (Tabelle 3). Der hohe Ertrag der Sorte Flamenco wurde auch in Süddeutschland und in Mistelbach, Österreich, nachgewiesen, was das Potenzial der Sorte in Österreich bestätigt ^{5,35}. Leider wurden die hohen Erträge, die Jafar, Amorgos oder Dora in unseren Versuch zeigten, nicht durch Versuche anderer Autoren und Autorinnen bestätigt, da diese Sorten dort nicht berücksichtigt wurden. Diese vier Sorten stammen aus verschiedenen Ländern, nämlich aus Griechenland, Frankreich, Italien und Ungarn (Tabelle 3).

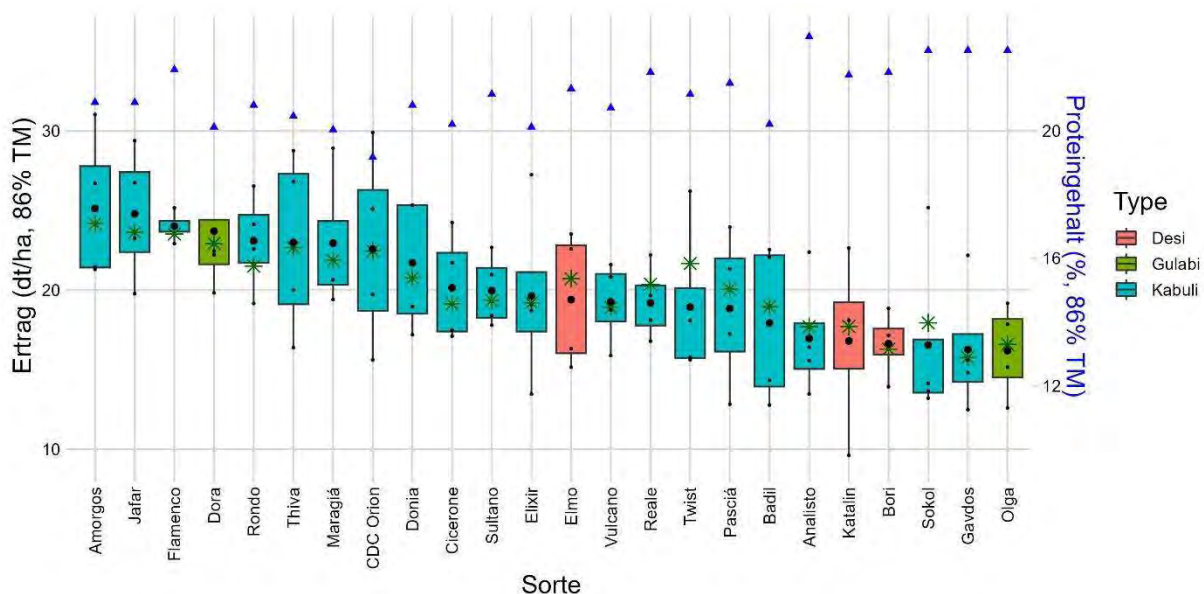


Abbildung 8: Ertrag (dt/ha bei 86 % Trockenmasse) und Proteingehalt (% bei 86 % Trockenmasse) von Kichererbsensorten, die im Jahr 2023 in Fuchsenbigl, Niederösterreich, angebaut werden. Die Sorten sind nach ihrem arithmetischen Mittelwert des Ertrags (basierend auf 4 Wiederholungspartellen) geordnet, gekennzeichnet durch den schwarzen Punkt. Der grüne Stern zeigt den bereinigten Mittelwert unter Berücksichtigung des Blockeffekts des Gittermusters laut Williams ⁴³. Das blaue Dreieck zeigt den Proteingehalt an.

Entgegen den Erwartungen aufgrund früherer Studien^{33,58-60} wiesen die ertragreichen Sorten keine höhere Anzahl von Hülsen pro Pflanze oder Samen pro Hülse auf (Tabelle 11, Tabelle 17). In Bezug auf die Saatgutvermehrungsrate wies die Sorte Bori den höchsten Anstieg auf: Sie vervielfachte ein Kilogramm Saatgut um den Faktor 26 (Tabelle 17). Diese Beobachtung könnte die wirtschaftliche Bewertung des Kichererbsenanbaus beeinflussen, insbesondere im Hinblick auf die hohen Saatgutkosten. Aufgrund der unterschiedlichen Bestandesdichten variierte auch der Ertrag pro Pflanze zwischen den Sorten, wobei Jafar und Gavdos mit 58 g pro Pflanze die höchste Effizienz aufwiesen, während der durchschnittliche Ertrag pro Pflanze 50 g betrug (Tabelle 17). Ein Vergleich der Erträge in unserem Versuch mit Ergebnissen anderer Sortenversuche in ähnlichen Umwelten ergab einige Unterschiede, die auf starke Standort- und Jahreseffekte auf den Sortenertrag hinweisen^{5,27,33-35,61}. Um verlässliche Aussagen darüber treffen zu können, welche Sorten auf den österreichischen Böden und im österreichischen Klima gedeihen, sind mehrjährige und mehrortige Versuche notwendig.

Tabelle 17: Angaben zu Erntefeuchte (%), arithmetischen Ertrag (dt/ha, bei 86% Trockenmasse), bereinigter Ertrag (dt/ha, bei 86% Trockenmasse), die Saatgutvermehrungsrate und Ertrag pro Pflanze (g) für jede der 24 Kichererbsensorten im Sortenversuch in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023. Die Daten beruhen auf vier Wiederholungspartellen á 13,26m².

Sorte	Erntefeuchte (%)	Arithmetischer Ertrag bei 86% TM (dt/ha)	Bereinigter Ertrag bei 86% TM (dt/ha)	Saatgutvermehrungsrate	Ertrag pro Pflanze (g)
Amorgos	12,0	25,1	24,2	15	54,3
Analisto	11,7	17,0	17,7	9	49,7
Badil	11,7	18,0	19,0	12	44,8
Bori	12,3	16,6	16,3	26	53,5
CDC Orion	11,4	22,6	22,5	10	51,9
Cicerone	12,5	20,1	19,1	10	45,3
Donia	12,4	21,2	20,8	13	48,7
Dora	12,0	23,7	22,9	15	55,5
Elixir	12,2	19,6	19,2	11	49,3
Elmo	11,8	19,4	20,7	11	39,2
Flamenco	11,7	24,0	23,5	14	52,9
Gavdos	11,5	16,3	15,8	6	58,6
Jafar	11,6	24,8	23,6	10	58,5
Katalin	12,2	16,8	17,7	13	39,9
Maragiá	11,8	23,0	21,9	9	55,3
Olga	11,8	16,2	16,6	11	41,0

Sorte	Ernte- feuchte (%)	Arithme- tischer Ertrag bei 86% TM (dt/ha)	Bereinigter Ertrag bei 86% TM (dt/ha)	Saatgut- vermehrungs- rate	Ertrag pro Pflanze (g)
Pasciá	11,8	18,8	20,1	6	57,4
Reale	11,8	19,2	20,4	7	42,8
Rondo	11,5	23,1	21,5	11	51,9
Sokol	11,9	16,6	17,9	10	51,7
Sultano	11,7	20,0	19,3	11	53,7
Thiva	11,9	23,0	22,7	13	56,4
Twist	11,8	18,9	21,7	7	39,7
Vulcano	12,0	19,3	18,9	12	50,2
Durchschnittlich	11,9	20,2	20,2	11	50,1

Im Saatstärkeversuch hat sich gezeigt, dass der Ertrag, die Saatgutvermehrungsrate und der Ertrag pro Pflanze bei der geringeren Saatstärke höher sind. Ertraglich scheint also eine angestrebte Pflanzdichte von 50 Pflanzen/m² für die Sorte Flamenco vom Kabuli Typ besser zu sein als eine höhere Pflanzdichte (Tabelle 18). Diese Erkenntnis stimmt überein mit dem Saatstärkeversuch vom LTZ Augustenberg ⁵, welches auch mit der Sorte Flamenco durchgeführt wurde. Die optimale Saatstärke hängt unter anderem stark von dem Bodentyp, der Vorfrucht, der Saatbettbereitung, dem Anbautermin, der Gefährdung durch Wildfraß und der Verzweigungsfähigkeit und Krankheitsanfälligkeit der Sorte ab ³³. Daher sind hier noch weitere Saatstärkeversuche mit verschiedenen Sorten notwendig.

Tabelle 18: Angaben zu Erntefeuchte (%), arithmetischen Ertrag (dt/ha, bei 86% Trockenmasse), bereinigter Ertrag (dt/ha, bei 86% Trockenmasse), die Saatgutvermehrungsrate und Ertrag pro Pflanze (g) der in dem Saatstärkenversuch verwendeten Kichererbsensorte in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023. Die Daten beruhen auf vier Wiederholungspartzellen á 13,26 m².

Sorte	Ernte- feuchte (%)	Arithmetischer Ertrag bei 86% TM (dt/ha)	Bereinigter Ertrag bei 86% TM (dt/ha)	Saatgut- vermehrungs- rate	Ertrag pro Pflanze (g)
Flamenco	11,7	24,0	23,5	14	52,9
Flamenco höhere Saatstärke	11,7	20,6	20,4	10	34,3

Im Akzessions-Versuch waren die Werte vom arithmetischen Ertrag, Saatgutvermehrungsrate und Ertrag pro Pflanze deutlich höher als im großen Sortenversuch. Hier sollten die Werte allerdings mit Vorsicht betrachtet werden, da sie nur auf zwei sehr kleine

Wiederholungsparzellen (jeweils 1,87 m²) beruhen. Unter den vier Sorten bzw. Akzessionen fällt die Sorte Flamenco mit einem hohen Ertrag auf, während die Akzession BVAL_903011 eine hohe Saatgutvermehrungsrate hatte. Der Ertrag pro Pflanze ist wiederum besonders hoch für die Akzession BVAL_903304, v.a. weil sie aufgrund von mangelndem Saatgut eine geringe Bestandesdichte aufwies (Tabelle 10, Tabelle 19).

Tabelle 19: Angaben zu Erntefeuchte (%), arithmetischen Ertrag (dt/ha, bei 86% Trockenmasse), bereinigter Ertrag (dt/ha, bei 86% Trockenmasse), die Saatgutvermehrungsrate und Ertrag pro Pflanze (g) für die Akzessionen und Sorten im Akzessions-Versuch in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023. Die Daten beruhen auf zwei Wiederholungsparzellen á 1,87m².

Akzession/Sorte	Erntefeuchte (%)	Arithmetischer Ertrag bei 86% TM (dt/ha)	Saatgutvermehrungsrate	Ertrag pro Pflanze (g)
BVAL_903011	11,3	37,3	42,8	93,9
BVAL_903304	11,3	55,5	21,8	220,0
Flamenco	11,2	77,9	39,5	187,2
Rondo	11,2	56,5	36,2	124,0

Einfluss des Wetters

Der Versuchsstandort befand sich im östlichen Teil Österreichs, der durch ein pannonisches Klima mit heißen Sommern und Jahresniederschlägen von rund 500 mm gekennzeichnet ist, was als optimal für Kichererbsen gilt ¹⁹. Der Sommer 2023 war auf der Versuchsfläche außergewöhnlich warm mit Temperaturen im Juni, Juli und August, die 2,7°C, 4,1°C und 4,3°C über dem langjährigen Durchschnitt (1990 - 2019) lagen. Darüber hinaus betrug der kumulierte Juli-Niederschlag nur ein Drittel des langjährigen Durchschnitts (siehe Abbildung 3). Im Gegensatz zu Erbsen, Gerste oder Hafer gelten Kichererbsen als trockenheitstolerant ²⁶, so dass unter diesen trockenen Bedingungen vergleichsweise geringe Ertragsverluste zu erwarten waren. Allerdings lagen die Nachttemperaturen während der Blütezeit Ende Juni an einigen Tagen unter 15 °C (vgl. Abbildung 3), was die Fruchtbarkeit der Pollen negativ beeinflusst haben könnte ⁶². Der Ertrag wurde möglicherweise durch die heißen Bedingungen während der Hülsenbildung mit Höchsttemperaturen von 35 °C im Juli weiter negativ beeinflusst ^{28,63} (vgl. Abbildung 3). Das beobachtete Maximum von 35 Hülsen pro Pflanze im Sortenversuch (Tabelle 11) ist geringer als anderswo dokumentiert, was möglicherweise auf den oben erwähnten negativen Einfluss hoher Temperaturen während der Hülsenbildungsphase zurückzuführen ist ^{1,58}. Der eher späte Aussattermin Mitte Mai wurde gewählt, um das Risiko eines schlechten Aufgangs aufgrund von möglichem Bodenfrost zu vermeiden ²⁸. Ein früherer

Aussaattermin könnte jedoch zu einer früheren Blüte, Hülsenbildung und Ernte führen, was die Anzahl der Hülsen pro Pflanze und den Gesamtertrag erhöhen könnte und zu einer gleichmäßigerer Abreife führen könnte³³.

Einfluss von Krankheiten und Schädlingen

An beiden Bewertungsterminen waren die Minierfliegen die wichtigsten Schadinsekten. Miniergänge, die durch ihre Larven verursacht werden, die sich im Blattmesophyll ernähren, wurden bei allen Sorten gefunden. Bei der Minierfliege handelte es sich höchstwahrscheinlich um die Kichererbsenminiermotte *Liriomyza cicerina*. Die genaue Art muss noch durch eine molekularbiologische Untersuchungen bestätigt werden. Die Fraßspuren von Minierfliegen verursachten Vergilbung und Abfallen der Blätter. Die Miniergänge in den Blättern verringern die Photosynthesekapazität und können zu Austrocknung, vorzeitigem Blattfall und Ertragsminderung führen. In Syrien wurden Ertragseinbußen bei Kichererbsen von bis zu 30 % aufgrund von Minierfliegenschäden gemeldet, obwohl diese in der Regel nicht von wirtschaftlicher Bedeutung sind⁶⁴. Am 24.07.2023 wurden drei Schmetterlingsraupen entdeckt und als Baumwollkapselwurm *Helicoverpa armigera* identifiziert. Bei zwei Sorten wurden leere Kichererbsenhülsen mit einem von den Larven geschaffenen Ausbohrloch gefunden. *H. armigera* ist einer der wichtigsten Kichererbsenschädlinge, da sie sich die Raupen von Blättern und Samen in den Hülsen ernährt. Die durch *H. armigera* verursachten Ertragsverluste bei Kichererbsen in den semi-ariden Tropen werden auf über 328 Millionen US-Dollar jährlich geschätzt⁶⁴. Kichererbsen können potenziell Pflanzenviren beherbergen (z. B. das Pea Necrotic Yellow Dwarf Virus⁶⁵). Am 29.06.2023 wurden einige Pflanzen mit zweifelhaften virösen Symptomen beurteilt, aber bei der zweiten Untersuchung am 24.07.2023 konnten diese Symptome nicht mehr bestätigt werden. Zusätzlich wurden parasitoide Wespen, die Zimtwanze *Corizus hyoscyami* und Nymphen der Beerenwanze *Dolycoris baccarum* gefunden. Gelegentlich wurden Blattläuse und Thripse von den Pflanzen abgeklopft, die jedoch nicht genau identifiziert werden konnten. Bekannte Krankheiten der Kichererbse sind vor allem verschiedene Pilzinfektionen, die bei feuchtem Wetter auftreten, wie z.B. die *Ascochyta*-Fäule, die Ertragsverluste von bis zu 75 % verursachen kann^{17,28}. In unserem Versuch wurde aufgrund der eher trockenen Bedingungen keine dieser Arten gefunden. Die Wahl resistenter Sorten könnte die Auswirkungen verhindern, zum Beispiel die Sorten Rondo, Flamenco und CDC Orion, die vom Züchter als resistent gegen *Ascochyta rabiei* beschrieben wurden. Die Auswirkungen auf den Ertrag oder die Qualität wurden nicht untersucht. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um festzustellen, ob diese Schadinsekten oder andere Arten den Ertrag oder die Saatgutqualität beeinflussen.

Einfluss von Bodenbedingungen

Ertrag und Proteingehalt können auch durch eine Optimierung des Nährstoffgehalts im Boden durch Düngung weiter verbessert werden. In unserem Versuch ergaben die während des Anbaus durchgeführten Bodenuntersuchungen einen niedrigen Kaliumgehalt und eine erhöhte elektrische Leitfähigkeit (siehe Anhang). Außerdem wurde der Phosphorgehalt zwar als ausreichend eingestuft, die Phosphorfreisetzungsrates war jedoch suboptimal, was auf ein Potenzial für eine verbesserte Phosphoraufnahme durch die Pflanzen aus dem Boden hindeutet. Die Behebung des Kaliummangels durch gezielte Düngung hätte möglicherweise zu einer erhöhten Nodulationseffizienz mit den Knöllchenbakterien oder einem höheren Ertrag führen können^{66,67}. Die Inokulation erfolgte mit spezifischen Bakterien, die Kichererbsen zur Stickstofffixierung benötigen, wie es für Böden empfohlen wird, in denen Kichererbsen zum ersten Mal angebaut werden^{1,28}. Die Wirksamkeit der Inokulation wurde jedoch nicht bewertet und hätte möglicherweise durch bessere Bewirtschaftungsmethoden verbessert werden können, was wiederum den Ertrag um bis zu 50 % hätte steigern können^{1,59,68}. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass der Boden auf dem Feld heterogen ist, da der arithmetische und der bereinigte Mittelwert bei einigen Sorten voneinander abwichen. Besonders ausgeprägt war der Unterschied bei der Sorte Twist, was auf einen signifikanten Blockeffekt hinweist (Abbildung 8), der hauptsächlich auf die Bodenheterogenität zurückzuführen ist⁶⁹. Im Gegensatz zum arithmetischen Mittelwert berücksichtigt der bereinigte Mittelwert die Bodenunterschiede und erklärt somit die tatsächlichen Sortenunterschiede besser und ist daher vorzuziehen.

Nährstoffzusammensetzung und Antinutritiva

Proteingehalt und Aminosäuren

Der Proteingehalt der Kichererbsen bei 86 % Trockenmassegehalt lag zwischen 19 % und 23 % mit durchschnittlichen 21 % (Abbildung 8, Tabelle 20). Dies ist zwar niedriger als der Proteingehalt in Sojabohnen, aber vergleichbar mit Literaturdaten und kann als guter Proteinersatz für Fleisch dienen^{17,19,70,71}. Der Proteingehalt ist entscheidend für die Weiterverarbeitung von Kichererbsen, insbesondere in vegetarischen Gerichten, wo sie oft als Fleischersatz dienen. Folglich ist ein hoher Proteingehalt wünschenswert, und Analisto war mit 23 % die Sorte mit dem höchsten Proteingehalt, während Flamenco mit 5,2 dt/ha den größten Proteinertrag hatte bei einem Proteingehalt von 21,9 % (Tabelle 20, Abbildung 8). Es zeichnete

sich ein Trend ab, der darauf hindeutet, dass höhere Erträge mit einem niedrigeren Proteingehalt einhergehen und umgekehrt (Abbildung 8), was dem bei Weizen beobachteten Muster ähnelt. Die Sorte Flamenco zeichnete sich durch einen hohen Ertrag und einen hohen Proteingehalt aus und kann daher als vielversprechende Sorte gesehen werden (Abbildung 8). Die Sorte Amorgos hatte mit einem Proteinertrag von 5,1 dt/ha und einem Proteingehalt von 20,9% ähnlich hohe Werte (Tabelle 20).

Tabelle 20: Angaben zu Proteingehalt (% bei 86% Trockenmasse), Proteinertrag (dt/ha, bei 86% Trockenmasse) für jede der 24 Kichererbsensorten im Sortenversuch in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023.

Sorte	Proteingehalt bei 86% TM (%)	Proteinertrag (dt/ha)
Amorgos	20,9	5,1
Analisto	23,0	4,1
Badil	20,2	3,8
Bori	21,8	3,6
CDC Orion	19,2	4,3
Cicerone	20,2	3,9
Donia	20,8	4,3
Dora	20,1	4,6
Elixir	20,1	3,9
Elmo	21,3	4,4
Flamenco	21,9	5,2
Gavdos	22,5	3,6
Jafar	20,9	4,9
Katalin	21,8	3,9
Maragiá	20,0	4,4
Olga	22,5	3,7
Pasciá	21,5	4,3
Reale	21,8	4,5
Rondo	20,8	4,5
Sokol	22,5	4,0
Sultano	21,2	4,1
Thiva	20,5	4,6
Twist	21,2	4,6
Vulcano	20,7	3,9
Durchschnittlich	21,1	4,3

Im Saatstärkeversuch hatten die Pflanzen mit der höheren Saatstärke höheren Proteingehalt und Proteinertrag (Tabelle 21). Daher ist eine angestrebte Pflanzdichte von 60 Pflanzen/ m² für die Sorte Flamenco im Hinblick auf den Proteingehalt einer niedrigeren Bestandsdichte vorzuziehen.

Tabelle 21: Angaben zu Proteingehalt (% bei 86% Trockenmasse), Proteinertrag (dt/ha, bei 86% Trockenmasse) der in dem Saatstärkeversuch verwendeten Kichererbsensorte in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023.

Sorte	Proteingehalt bei 86% TM (%)	Proteinertrag (dt/ha)
Flamenco	21,9	5,2
Flamenco höhere Saatstärke	22,4	4,6

Im Akzessions-Versuch hatten die Akzessionen und Sorten geringere Proteingehälter als die Sorten im großen Sortenversuch, was auf die schlechteren Bodenverhältnisse zurückgeführt wurde. Die Sorte Flamenco stach wieder mit einem hohen Proteingehalt hervor. Der Proteinertrag war höher als im Sortenversuch, da der Ertrag nur auf zwei sehr kleinen Parzellen beruhte und damit verzerrt wurde. Am höchsten war der Proteinertrag wieder für die Sorte Flamenco (Tabelle 22).

Tabelle 22: Angaben zu Proteingehalt (% bei 86% Trockenmasse) und Proteinertrag (dt/ha, bei 86% Trockenmasse) für die Akzessionen und Sorten im Akzessions-Versuch in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023.

Akzession/Sorte	Proteingehalt bei 86% TM (%)	Proteinertrag (dt/ha)
BVAL_903011	18,4	6,9
BVAL_903304	19,7	10,9
Flamenco	20,0	15,5
Rondo	17,3	9,8

Um Inhaltsstoffe bewerten zu können, werden diese üblicherweise in Trockenmasse (100%) angegeben. Das heißt, dass die Ergebnisse ohne Berücksichtigung eines Feuchtegehaltes angegeben werden. Daher sind in Tabelle 24 neben den Aminosäuregehalten auch die Proteingehalte noch einmal auch in Trockenmasse angegeben.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Aminosäurezusammensetzung des Kabuli-Typs und des Desi-Typs keine wesentlichen Unterschiede aufzuweisen. Die schwefelhaltigen Aminosäuren Cystin und Methionin sind mit 0,38 % ± 0,02 % und 0,36 % ± 0,01 % die am geringsten vorkommenden Aminosäuren, während die Kichererbse mit knapp 1,65 % ± 0,07 % eine gute Lysinquelle ist (Tabelle 23). Sojabohnen haben verglichen zur Kichererbse etwas höhere

Gehalte an limitierenden Aminosäuren, mit durchschnittlichen Gehalten an Methionin von 0,58 % und Lysin von 1,9 %. ⁷²

Tabelle 23: Ergebnisse der Aminosäurebestimmung (% in Trockenmasse) für Kichererbsen, getrennt nach Kabuli und Desi-Typ.

Aminosäure	Gesamt (% in TM)	Kabuli (% in TM)	Desi (% in TM)
Alanin	1,01 ± 0,04	1,01 ± 0,04	1,01 ± 0,05
Arginin	2,16 ± 0,23	2,11 ± 0,20	2,36 ± 0,23
Asparaginsäure	2,79 ± 0,12	2,78 ± 0,12	2,81 ± 0,14
Cystin	0,38 ± 0,02	0,38 ± 0,01	0,38 ± 0,03
Glutaminsäure	4,07 ± 0,19	4,06 ± 0,19	4,10 ± 0,21
Glycin	0,96 ± 0,04	0,95 ± 0,04	0,96 ± 0,05
Histidin	0,62 ± 0,03	0,62 ± 0,03	0,63 ± 0,04
Isoleucin	1,05 ± 0,06	1,05 ± 0,05	1,06 ± 0,07
Leucin	1,79 ± 0,07	1,78 ± 0,07	1,80 ± 0,09
Lysin	1,65 ± 0,07	1,65 ± 0,06	1,66 ± 0,10
Methionin	0,36 ± 0,01	0,36 ± 0,01	0,36 ± 0,02
Phenylalanin	1,46 ± 0,05	1,46 ± 0,05	1,44 ± 0,08
Prolin	0,93 ± 0,07	0,93 ± 0,07	0,92 ± 0,09
Serin	1,22 ± 0,05	1,21 ± 0,05	1,22 ± 0,05
Threonin	0,86 ± 0,03	0,87 ± 0,03	0,85 ± 0,04
Tyrosin	0,65 ± 0,03	0,66 ± 0,02	0,64 ± 0,03
Valin	1,08 ± 0,06	1,07 ± 0,05	1,09 ± 0,09

In nachfolgender Tabelle sind die Gehalte von Protein, Aminosäuregesamtgehalte sowie jeder der wichtigsten Aminosäuren pro Sorte zusammengefasst. Die Abweichung zwischen Proteingehalt und Gehalt an Gesamtamino­säuren ist durch den durchschnittlichen Protein-Umrechnungsfaktor von 6,25 bedingt.

Tabelle 24: Angaben zu Proteingehalt (% in Trockenmasse) und Aminosäuren (% in Trockenmasse) für jede der 24 Kichererbsensorten im Sortenversuch in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023.

Sorte	Proteingehalt (% in TM)	Gesamt- Aminosäuren (% in TM)	Methionin (% in TM)	Lysin (% in TM)
Amorgos	24,3	23,3	0,36	1,68
Analisto	26,7	24,4	0,37	1,71
Badil	23,5	22,4	0,35	1,64

Sorte	Proteingehalt (% in TM)	Gesamt- Aminosäuren (% in TM)	Methionin (% in TM)	Lysin (% in TM)
Bori	25,4	23,3	0,35	1,66
CDC Orion	22,3	21,1	0,34	1,49
Cicerone	23,5	22,3	0,35	1,63
Donia	24,2	22,4	0,35	1,63
Dora	23,4	21,4	0,34	1,50
Elixir	23,4	22,2	0,34	1,60
Elmo	24,8	22,9	0,35	1,66
Flamenco	25,5	24,1	0,37	1,69
Gavdos	26,2	24,4	0,37	1,74
Jafar	24,3	22,9	0,37	1,65
Katalin	25,3	24,1	0,37	1,71
Maragiá	23,3	21,7	0,35	1,58
Olga	26,2	24,7	0,39	1,78
Pasciá	25	23,3	0,37	1,68
Reale	25,4	23,1	0,37	1,65
Rondo	24,2	22,6	0,36	1,61
Sokol	26,2	24,8	0,39	1,78
Sultano	24,6	23,2	0,34	1,71
Thiva	23,8	22,1	0,35	1,60
Twist	24,6	22,6	0,35	1,61
Vulcano	24,1	22,5	0,35	1,64
Durchschnittlich	24,6	23,3	0,36	1,65

Stärke, Zucker und Antinutritiva

Kichererbsen können auch als Futtermittel verwendet werden. Hier sind die Kabuli-Typen aufgrund ihrer besseren Verdaulichkeit besser geeignet als die Desi-Typen ⁷³. Die Trypsininhibitoren, die die Nährstoffaufnahme in Leguminosen behindern, sind mit 6,74 mg/g um ein bis zwei Drittel niedriger als in Sojabohnen, aber dreimal höher als in Körnererbsen ⁷⁴. Ihr Gehalt übersteigt die empfohlenen Fütterungsmengen, was die Notwendigkeit unterstreicht, eine ordnungsgemäße Zubereitung durch gründliches Erhitzen sicherzustellen.

Die höchste Konzentration der untersuchten Mono-, Di- und Oligosaccharide weist das Disaccharid Saccharose mit $2,36 \pm 0,49$ % auf, nachfolgend das Tetrasaccharid Stachyose mit $1,61 \pm 0,18$ %. Das Trisaccharid Raffinose wurde mit $0,45 \pm 0,09$ % bestimmt. Für Galactose konnte ein Gehalt von $0,11 \pm 0,03$ % ermittelt werden, für Verbascose ein vergleichbar Wert von $0,09 \pm 0,01$ %. Das Monosaccharid Glucose konnte mit $0,03 \pm 0,02$ % bestimmt werden. Fructose konnte in 20 Kichererbsensorten nicht, in den weiteren Proben nur knapp über der Bestimmungsgrenze, nachgewiesen werden. Hinsichtlich der Kabuli und Desi-Typen zeigten die Desi-Typen niedrigere Gehalte an Saccharose, aber leicht höhere Gehalte an den Oligosacchariden Raffinose, Stachyose oder Verbascose. Die Ergebnisse hierfür sind in nachfolgender Tabelle 25 zusammengefasst.

Tabelle 25: Ergebnistabelle der Bestimmung der Mono-, Di- und Oligosaccharide (% in Trockenmasse) für Kichererbsen, getrennt nach Kabuli und Desi-Typ.

Zucker	Gesamt [% in TM]	Kabuli [% in TM]	Desi [% in TM]
Monosaccharide			
Galactose	$0,11 \pm 0,03$	$0,11 \pm 0,03$	$0,13 \pm 0,03$
Glucose	$0,03 \pm 0,02$	$0,04 \pm 0,01$	$0,03 \pm 0,02$
Fructose	n.b.	n.b.	n.b.
Disaccharide			
Saccharose	$2,36 \pm 0,49$	$2,55 \pm 0,32$	$1,64 \pm 0,32$
Oligosaccharide			
Raffinose	$0,45 \pm 0,09$	$0,44 \pm 0,07$	$0,49 \pm 0,14$
Stachyose	$1,61 \pm 0,18$	$1,58 \pm 0,15$	$1,72 \pm 0,24$
Verbascose	$0,09 \pm 0,01$	$0,09 \pm 0,01$	$0,10 \pm 0,01$
Summe	$4,67 \pm 0,50$	$4,81 \pm 0,35$	$4,10 \pm 0,60$

n.b.=Wert liegt unter Bestimmungsgrenze

Hinsichtlich Stärkegehalte wurden leicht höhere Gehalte als in der Literatur beschrieben ermittelt. Der Kabuli-Typ zeigt mit 41,1 % einen etwas höheren Stärkegehalt als der Desi-Typ mit 38,8 % (Tabelle 26).

Tabelle 26: Angaben zu Stärke (%), Zucker (%), Tausendkornmasse (g), Trypsininhibitoraktivität (mg/g), Phenole (%) und Tannine (%) für jede der 24 Kichererbsensorten im Sortenversuch in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023.

Sorte	Stärke (%)	Summe Zucker (%)	Tausendkornmasse (g)	Trypsin-inhibitoraktivität (mg/g)	Phenole (%)	Tannine (%)
Amorgos	41,2	4,44	296	6,61	0,10	0,00
Analisto	39,7	4,15	282	5,29	0,10	0,0
Badil	41,4	5,12	249	7,42	0,12	0,01
Bori	35,5	3,04	110	7,58	0,16	0,04
CDC Orion	43,9	5,13	336	7,03	0,09	0,0
Cicerone	41,3	4,70	277	7,57	0,09	0,0
Donia	39,8	4,50	269	7,54	0,10	0,0
Dora	41,1	4,61	253	5,25	0,15	0,03
Elixir	42,0	4,56	288	6,36	0,10	0,0
Elmo	38,9	4,52	240	6,15	0,28	0,12
Flamenco	40,3	4,94	269	6,00	0,10	0,0
Gavdos	40,4	4,88	394	6,83	0,09	0,0
Jafar	42,0	4,98	386	6,53	0,11	0,0
Katalin	35,1	4,10	169	6,26	0,30	0,13
Maragiá	41,0	5,66	402	7,28	0,10	0,00
Olga	39,2	4,23	182	5,91	0,22	0,08
Pasciá	41,1	4,51	361	7,32	0,09	0,0
Reale	40,6	5,34	374	6,99	0,11	0,00
Rondo	42,9	4,73	286	5,86	0,10	0,00
Sokol	41,2	4,67	215	8,22	0,10	0,00
Sultano	40,8	4,85	274	6,83	0,11	0,00
Thiva	42,2	4,76	314	6,59	0,10	0,00
Twist	42,7	4,54	322	6,90	0,10	0,00
Vulcano	41,1	4,94	262	7,33	0,09	0,0
Durchschnittlich	40,6	4,67	284	6,74	0,13	0,0

Im Saatstärkeversuch wurden bei niedrigerer Saatstärke leicht höhere Gehalte an Stärke und Zucker festgestellt als bei höherer Saatstärke. Hinsichtlich antinutritiver Inhaltsstoffe konnten keine Unterschiede festgestellt werden (Tabelle 27).

Tabelle 27: Angaben zu Stärke (%), Zucker (%), Tausendkornmasse (g), Trypsininhibitoraktivität (mg/g), Phenole (%) und Tannine (%) der in dem Saatstärkenversuch verwendeten Kichererbsensorte in Fuchsenbigl, Österreich im Jahr 2023.

Sorte	Stärke (%)	Zucker (%)	Tausendkornmasse (g)	Trypsin-inhibitoren (mg/g)	Phenole (%)	Tannine (%)
Flamenco	40,3	4,9	244	6,0	0,1	0
Flamenco höhere Saatstärke	39,6	4,8	269	6,1	0,09	0

Im Akzessions-Versuch wurden keine Untersuchungen zu Stärke, Zucker, Tausendkornmasse, Trypsininhibitoraktivität, Phenole und Tannine durchgeführt.

Nutzen für die Genbank

Die AGES Genbank Linz profitierte von diesem Projekt, da die zwei gelagerten Akzessionen nun umfassend charakterisiert wurden und das Material nun u.a. für die Züchtung neuer Sorten, aber auch für Landwirte und Landwirtinnen besser nutzbar ist. Außerdem wurden die Kichererbsen-Akzessionen im Rahmen dieses Projekts vermehrt, sodass nun mehr Material in der Genbank zu Verfügung steht. Im Rahmen des Projektes wurde ein Deskriptor für die Charakterisierung und Evaluierung der Kichererbsen erstellt, welches bisher gefehlt hat, aber die Informationen zu den Ressourcen für Externe zugänglicher macht.

Einschränkungen und zukünftige Forschungsfragen

Einige Fragen zum Kichererbsenanbau in Österreich sind noch unbeantwortet und sollten in zukünftigen Versuchen weiter untersucht werden. Die Erforschung des optimalen Aussaatzeitpunktes, um die Risiken von Trockenheit, Hitze und Kälte während kritischer Wachstumsstadien zu mindern, ist unbedingt erforderlich³³. Darüber hinaus sollte der Einfluss des Bodens auf die Wurzeln und den nodulierenden Knöllchenbakterien genauer untersucht werden. Sortenversuche mit verschiedenen österreichischen Böden und Düngungsmethoden könnten dafür wertvolle Erkenntnisse liefern. Eine weitere interessante Forschungsfrage könnte sein, ob die lange Pfahlwurzel der Kichererbsen, die der Pflanze Trockenheitstoleranz verleiht, dem Boden Feuchtigkeit entzieht und sich negativ auf die Folgekulturen auswirkt¹⁷.

Im Gegensatz zu anderen Versuchen^{5,33} wurden die Sorten in diesem Versuch zum gleichen Zeitpunkt geerntet, was nicht für alle Sorten der optimale Zeitpunkt war und den Ertrag oder die Ertragsqualität beeinflusst haben könnte. Die unterschiedlichen Reifegrade der Sorten machten es schwierig, den Erntezeitpunkt in diesem Versuch genau zu bestimmen. Eine Einteilung der Kichererbsensorten in verschiedene Reifegruppen wird als sehr hilfreich für Landwirte und Landwirtinnen, so wie Züchter und Züchterinnen angesehen und sollte ein weiteres zukünftiges Forschungsziel sein.

Der sogenannte indeterminierte Wuchs der Kichererbsen erschwert die Bestimmung des genauen Erntezeitpunkts, da sie zu ungleichmäßiger Reifung neigen. Wenn es regnet, wachsen die Kichererbsen nach, blühen erneut und produzieren neue Hülsen und Samen. Sorten, die das Wachstum auch unter günstigen Bedingungen stoppen, sind erwünscht, um zu vermeiden, dass grüne Samen die Qualität und den Wert der Ernte mindern^{17,75}. Hier hilft die Entwicklung von Markern für halbdeterminiertes Wachstum bei der Identifizierung und Züchtung solcher Sorten, die eine einheitliche Reife gewährleisten⁷⁶.

Die angestrebte Pflanzdichte von 50 Pflanzen/m² entsprach den Empfehlungen anderer Autoren^{28,53}, wich aber von anderen Empfehlungen ab^{1,17,19,59}. Für die Sorte Flamenco, die vom Kabuli-Typ ist, war die Saatstärke von 50 Pflanzen/m² ertraglich und qualitativ besser als eine höhere Saatstärke. Sorten, die sich stark verzweigen, profitieren in der Regel von niedrigeren Bestandesdichten, während höhere Bestandesdichten dazu beitragen, den Unkrautdruck zu verringern^{1,33,59}. Es ist zu beachten, dass wir die unterschiedlichen Präferenzen der Sorten nicht berücksichtigt haben und die gewählte Bestandesdichte möglicherweise nicht für alle Sorten optimal ist. Trotz der Bemühungen, eine einheitliche Bestandesdichte durch angepasste Aussaatmengen auf der Grundlage von Keimfähigkeit und TGW zu erreichen, wurde das Ziel nicht vollständig erreicht, was zu einer Variabilität zwischen den Sorten führte, die sich unweigerlich auf die Ertragsergebnisse auswirkte.

Obwohl unser Versuch mit 24 Sorten eine Vielfalt darstellt, die in ähnlichen Umwelten noch nicht berücksichtigt wurde, ist es wichtig anzuerkennen, dass andere potenziell interessante Sorten, z. B. Irenka, Rodin, Ares, CDC Frontier oder CDC Palmer, die in anderen Versuchen in Österreich und Deutschland hohe Erträge erzielten, aufgrund der Kapazitätsgrenzen des Feldversuchs nicht berücksichtigt wurden^{5,27,33,36}. Mehrere österreichische Züchterinnen und Züchter haben Interesse an Kichererbsen gezeigt, was die Möglichkeit eröffnet, dass die selbstbefruchtende Kulturart bald weitere Verbreitung finden könnte. Da es in Österreich keine lokalen Kichererbsenherkünfte gibt, ist die Anpassung ausländischer Sorten an österreichische Regionen notwendig. Auch die Nutzung von Kichererbsen-Akzessionen aus Genbanken für Züchtungszwecke ist vielversprechend (z.B. www.genbank.at; <https://eurisco.ipk-gatersleben.de>). Zu den Zielen für ein verbessertes Ertragspotenzial unter

österreichischen Bedingungen gehören eine hohe Kältetoleranz während der Blüte, ein schnelles und determiniertes Wachstum, eine frühe und harmonisierte Reife, eine effizientere Symbiose mit nodulierenden Bakterien und Doppelhülsigkeit (2 Hülsen pro Nodium)^{6,7,19,27,58}. Die in unserem Versuch bewerteten Sorten weisen möglicherweise einige wünschenswerte Eigenschaften auf, doch die eingeschränkte Bewertung an einem einzigen Standort und während einer einzigen Vegetationsperiode stellte eine Einschränkung dar. Die Bewertung von Kichererbsensorten an mehreren Standorten könnte sich als vorteilhaft erweisen, um zusätzliche Eigenschaften aufzudecken, die in unserem Versuch nicht beobachtet wurden.

Effiziente Verarbeitungsmöglichkeiten für Kichererbsen sind in Österreich derzeit begrenzt, was für Landwirte und Landwirtinnen, die Kichererbsen vertreiben wollen, eine Herausforderung darstellt. Das vermehrte Angebot von Vertragsanbau und -vermarktung, so wie eine systematische Organisation von Produktion, Vertrieb und die Lagerung von Kichererbsen könnte die Kichererbsenbauern und -bäuerinnen unterstützen. Alternativ dazu könnte die Erschließung von Direktvermarktungskanälen zusätzliche Möglichkeiten für die Landwirte und Landwirtinnen bieten²⁸. Hier wäre eine Wirtschaftlichkeitsberechnung des Kichererbsenanbaus in Österreich unter Berücksichtigung verschiedener Vertriebs- und Vermarktungsoptionen von großem Interesse.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse unseres Feldversuchs deuten darauf hin, dass Kichererbsen aufgrund ihrer Trockentoleranz, ihres stickstoffunabhängigen Wachstums und ihres hohen Proteingehalts eine vielversprechende Kulturart für trockene Regionen in Ostösterreich sind. Eine Steigerung der Kichererbsenproduktion in Österreich könnte dazu beitragen, die Abhängigkeit von Importen zu verringern und eine interessante Alternative zu traditionellen Eiweißpflanzen zu bieten. Insbesondere die Sorten Amorgos, Jafar, Flamenco und Dora wiesen in diesem Versuch in Fuchsenbigl im Jahr 2023 hohe Erträge auf. Flamenco hat zusätzlich einen hohen Proteingehalt und hat sich auch in anderen Versuchen in Österreich und Deutschland als sehr ertragreich erwiesen. Da es sich bei den ersten drei Sorten um den in Europa verbreiteten Kabuli-Typ handelt, besteht bei diesen Sorten die bessere Möglichkeit einer weiteren züchterischen Bearbeitung. Im Gegensatz zu anderen EU-Ländern und typischen Kulturen sind Kichererbsen in Österreich derzeit nicht gesetzlich geregelt (Saatgutverordnung 2006). Amtliche Sorten- und Saatgutprüfungen werden jedoch als entscheidend für die Aufrechterhaltung und Verbesserung der Kichererbsenproduktion angesehen, zumal die Keimfähigkeit nachweislich sehr niedrig ist.

Dissemination und Netzwerkaufbau

Zu Beginn des Projekts wurden verschiedene Institute im In- und Ausland kontaktiert, um Informationen zu sammeln und ein Netzwerk aufzubauen. Dazu gehörten sowohl Landwirte und Landwirtinnen, Züchter:innen und Saatgutunternehmen aus dem In- als auch dem Ausland als auch Vertreter:innen von Universitäten und Forschungsinstituten, die bereits Aktivitäten im Bereich Kichererbsenanbau durchgeführt haben, wie zum Beispiel BOKU, AIT und Arche Noah. Es gab viele Nachfragen zu dem Projekt, die das große Interesse am Kichererbsenanbau in Österreich unterstreichen. Der Hintergrund der interessierten Personen war breit gefächert und umfasste verschiedene Gruppen wie Landwirte und Landwirtinnen, die Landwirtschaftskammer und Forscher:innen. Die Vielfalt dieser Gruppen wird es möglich machen, ein Netzwerk für den Kichererbsenanbau in Österreich aufzubauen, das eine breite Palette an Fachkenntnissen und Erfahrungen umfasst. Dies ist besonders wichtig, da noch viele Aspekte des Kichererbsenanbaus unbekannt sind und untersucht werden können.

Die Ergebnisse des Projekts wurden über verschiedene Kanäle verbreitet, um die primäre Zielgruppe, bestehend aus Landwirte und Landwirtinnen, so wie Züchter:innen und anderen Interessengruppen, zu erreichen. Ein besonderes Highlight war ein Video, das auf den sozialen Medien verbreitet wurde und dort auf große Zustimmung stieß und dazu beitrug, den AGES Award am 16.10.2023 zu gewinnen, der durch ein Publikumsvoting verliehen wurde. Darüber hinaus wurden die wichtigsten Ergebnisse des Projekts in einer Publikation im Journal "Die Bodenkultur" veröffentlicht, um sie der internationalen Wissenschaftsgemeinschaft zugänglich zu machen.

Tabelle 28: Dissemination

Ort	Link
AGES Website	https://www.ages.at/forschung/projekt-highlights/vopoki
BioScience Österreich Website	https://www.bios-science.at/vopoki-vorversuche-zur-potentialerhebung-des-kichererbsenanbaus-in-oesterreich/
Erde & Saat Zeitung Ausgabe 03/2023	https://erde-saat.at/verbandszeitungen/
Präsentation auf dem AGES Klimatag am 16.10.2023 inkl. Award Gewinn für Kategorie Pflanze	https://akademie.ages.at/ages_klimatag
Präsentation auf der ALVA Tagung am 27./28.05.2024 inklusive Tagungsbandbeitrag	https://www.alva.at/

<p>Youtube</p>	 <p>Kann man in Österreich Kichererbsen anbauen? 302 Aufrufe · vor 8 Monaten</p> <p>Die Kichererbse ist eine hochwertige Proteinpflanze, die in der österreichischen Landwirtschaft zurück so oder wenig angebaut wird...</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=EfK0Azk2MwU</p>
-----------------------	---

Weiterführende Informationen zum Kichererbsenanbau

LANDWIRTSCHAFTLICHES TECHNOLOGIEZENTRUM AUGUSTENBERG (LTZ) 2022. Hinweise zum Pflanzenbau - Kichererbse. BLESSING, C. Karlsruhe.

ANSCHÖBER, A. 2018. Einfluss der Sorte, des Saatzeitpunktes und der Saatstärke auf Kornertrag und Wachstumsverlauf bei Kichererbse. *Masterarbeit*, Wien.

MAIERHOFER, H., ARNDORFER, M., NEUGSCHWANDTNER, R., WAGENTRISTL, H. & LERCH, F. 2020. Neue trockenheitstolerante Speise-Leguminosen für Ostösterreich. *StartClim 2019*, Wien.

LEHNER, D. 2022. *Speiseleguminosen - Wertvolle Eiweißquelle* [Online]. Webinar. Available: https://raumberg-gumpenstein.at/component/rsfiles/download.html?path=FODOK%2F2022%2Ffodok_4_26519_kamingespr_ch_speiseleguminosen.pdf [Accessed 22.02.2024].

LANDWIRTSCHAFTLICHE KOORDINATIONSSTELLE (LAKO) 2021. Sortenversuch Kichererbse am Standort der LFS Mistelbach 2021. St. Pölten.

LANDWIRTSCHAFTLICHE KOORDINATIONSSTELLE (LAKO) 2018. Sortenversuche Kichererbse LFS Hollabrunn 2018.

GRAINS RESEARCH AND DEVELOPMENT CORPORATION (GRDC) 2017. *Chickpea Southern Region - Grow Notes*, ISBN 978-1-921779-03-9.

SASKATCHEWAN. 2024. *Chickpea* [Online]. Available: <https://www.saskatchewan.ca/business/agriculture-natural-resources-and-industry/agribusiness-farmers-and-ranchers/crops-and-irrigation/field-crops/pulse-crop-bean-chickpea-faba-bean-lentils/chickpea> [Accessed 21.02.2024].

Weitere aktuelle Projekte mit Kichererbsen in Europa

LegValue (2017 – 2021) – Fostering sustainable legume-based farming systems and agri-feed and food chains in the EU

INCREASE (2020 – 2026) – Intelligent Collections of Food Legumes Genetic Resources for European Agrofood Systems

BioFieldFood (2021 – 2025) – Optimierung des Anbaues von Speisekulturen im Klimagebiet des Alpenvorlandes und unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft

CiLaKlima (2022 – 2025) – Screening genetischer Ressourcen von Kichererbse (*Cicer arietinum* L.) und Saat-Platterbse (*Lathyrus sativus* L.): Anpassung an den Klimawandel in Deutschland mit alternativen Leguminosen für die menschliche Ernährung

Kiket (2022 – 2024) – Unleash local cultivation of chickpeas (BE)

Cicero (2023 – 2025) – Developing chickpea as a novel source of domestic UK protein

RegiopAKT (2023 – 2026) – Regionale Wertschöpfungsketten der Zukunft für pflanzliche Lebensmittel mit Arten- und Klimaschutzleistungen durch digitale Technologien (DE)

KIWERTa (2023 – 2026) – Aufbau einer regionalen Wertschöpfungskette für Kichererbsen (DE)

Referenzen

- 1 Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Good Agricultural practices (GAP) - Chickpea (Cicer arietinum L.)*. (2023).
- 2 Lev-Yadun, S., Gopher, A. & Abbo, S. Archaeology. The cradle of agriculture. *Science* **288**, 1602-1603, doi:10.1126/science.288.5471.1602 (2000).
- 3 FAOSTAT. *Production Quantity of Pulses in the World*, <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>> (2024).
- 4 Kezeyya, B. *et al.* Report on legume markets in the EU. (Fachhochschule Südwestfalen, Soest, 2020).
- 5 Blessing, C. in *Fachtagung für biologische Landwirtschaft* (HBLFA Raumberg-Gumpenstein, online, 2021).

- 6 Lidea. *Kichererbse Anbautipps*, <<https://lidea-seeds.de/crops/huelsenfruechte>> (2022).
- 7 Kozgar, M. Mutation Breeding in Chickpea: Perspectives and Prospects for Food Security. *Mutation Breeding in Chickpea: Perspectives and Prospects for Food Security*, 1-138, doi:10.2478/9788376560717 (2014).
- 8 FAOSTAT. *Import Quantity of Chickpea in Austria*, <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL>> (2024).
- 9 Agrarmarkt Austria (AMA). *AMA Flächenauswertung*, <https://flaechenauswertung.services.ama.at/#/year/2021/prodcat/A_623/region/OE/comparisonYear/2019/detail/1/mapView/0.7g?center=13.1856,47.7077&zoom=7.5> (2024).
- 10 Kaur, R. & Prasad, K. Technological, processing and nutritional aspects of chickpea (*Cicer arietinum*) - A review. *Trends in Food Science & Technology* **109**, 448-463, doi:10.1016/j.tifs.2021.01.044 (2021).
- 11 Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT),. (Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Wien, 2021).
- 12 Zamecnik, G., Lindenthal, T., Rathmanner, T. & Himmelfreundpointner, E. Krisensichere Ernährung. Bewertung ausgewählter eiweissreicher Lebensmittel hinsichtlich Risiken oder Potenziale nachhaltiger Ernährungssicherheit in Österreich. (Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Österreich,, Wien, 2023).
- 13 Ayerdi Gotor, A. & Marraccini, E. Innovative Pulses for Western European Temperate Regions: A Review. *Agronomy* **12**, doi:10.3390/agronomy (2022).
- 14 de Camargo, A. C. *et al.* Is Chickpea a Potential Substitute for Soybean? Phenolic Bioactives and Potential Health Benefits. *Int J Mol Sci* **20**, doi:10.3390/ijms20112644 (2019).
- 15 Zamecnik, G., Lindenthal, T., Rathmanner, T. & Himmelfreundpointner, E. Krisensichere Ernährung - Bewertung ausgewählter eiweißreicher Lebensmittel hinsichtlich Risiken oder Potenziale einer nachhaltigen Ernährungssicherheit in Österreich. (Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Österreich, Wien, 2023).
- 16 Fikre, A., Desmae, H. & Ahmed, S. Tapping the Economic Potential of Chickpea in Sub-Saharan Africa. *Agronomy* **10**, doi:10.3390/agronomy10111707 (2020).
- 17 Saskatchewan. *Chickpea*, <<https://www.saskatchewan.ca/business/agriculture-natural-resources-and-industry/agribusiness-farmers-and-ranchers/crops-and-irrigation/field-crops/pulse-crop-bean-chickpea-faba-bean-lentils/chickpea>> (2024).
- 18 Armstrong, E., Heenan, D., Pate, J. & Unkovich, M. Nitrogen benefits of lupins, field pea, and chickpea to wheat production in south-eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Research - AUST J AGR RES* **48**, doi:10.1071/A96054 (1997).

- 19 Grains Research and Development Corporation (GRDC). *Chickpea Southern Region - Grow Notes*. (2017).
- 20 Peoples, M. B. *et al.* The contributions of nitrogen-fixing crop legumes to the productivity of agricultural systems. *Symbiosis* **48**, 1-17, doi:10.1007/bf03179980 (2009).
- 21 Cagirgan, I. *et al.* Assessment of endogenous organic acid levels in Ascochyta blight [Ascochyta rabiei (Pass.) Labr.] susceptible and resistant chickpeas (Cicer arietinum L.). *Turkish Journal of Field Crops* **16** (2011).
- 22 Jadhav, S. D. & Gawande, V. L. Genetics of traits associated with pod borer resistance and seed yield in chickpea (Cicer arietinum L.). *Iranian Journal of genetics and plant breeding* **4** (2016).
- 23 Mishra, Y. K. *et al.* Role of Oxalic Acid in Expression of Resistance against the Pod Borer Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae) in Chickpea Varieties. *Legume Research - an International Journal*, doi:10.18805/Ir-5027 (2022).
- 24 Mia, W. M., Yamauchi, A. & Kono, Y. Root System Structure of Six Food Legume Species: Inter- and Intraspecific Variations. *Jpn. J. Crop Sci.* **65**, 131 - 140 (1996).
- 25 Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML),. *Grüner Bericht 2023*. (Wien, 2023).
- 26 Neugschwandtner, R. W., Wichmann, S., Gimplinger, D. M., Wagentristl, H. & Kaul, H.-P. Chickpea performance compared to pea, barley and oat in central Europe: Growth analysis and yield. *Turkish Journal of Field Crops* **18**, 179-184 (2013).
- 27 Maierhofer, H., Arndorfer, M., Neugschwandtner, R., Wagentristl, H. & Lerch, F. *Neue trockenheitstolerante Speise-Leguminosen für Ostösterreich*. (Wien, 2020).
- 28 Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ). *Hinweise zum Pflanzenbau - Kichererbse*. (Karlsruhe, 2022).
- 29 Community Plant Variety Office (CPVO). *CPVO Variety finder*, <<https://online.plantvarieties.eu/>> (2024).
- 30 GEVES. *The Official Catalogue of Species and Varieties of Cultivated Crops in France*, <<https://www.geves.fr/catalogue-france/>> (2024).
- 31 NÉBIH. *Nemzeti fajtajegyzékek*, <<https://portal.nebih.gov.hu/-/nemzeti-fajtajegyzekek>> (2024).
- 32 Oficina Española de Variedades Vegetales (OEVV). *Catálogos nacionales y comunitarios*, <<https://www.mapa.gob.es/app/regVar/default.aspx>> (2024).
- 33 Anschöber, A. Einfluss der Sorte, des Saatzeitpunktes und der Saatstärke auf Kornertrag und Wachstumsverlauf bei Kichererbse. (Wien, 2018).

- 34 Landwirtschaftliche Koordinationsstelle (LAKO). Sortenversuche Kichererbse LFS Hollabrunn 2018. (2018).
- 35 Landwirtschaftliche Koordinationsstelle (LAKO). Sortenversuch Kichererbse am Standort der LFS Mistelbach 2021. (Amt der NÖ Landesregierung, St. Pölten, 2021).
- 36 Lehner, D. *Speiseleguminosen - Wertvolle Eiweißquelle*, <https://raumberg-gumpenstein.at/component/rsfiles/download.html?path=FODOK%2F2022%2Ffodok_4_26519_kamingespr_ch_speiseleguminosen.pdf> (2022).
- 37 Lengauer, D. *Kichererbse (Cicer arietinum) - gesunde Hülsenfrüchte mit wenig Anspruch*, <<https://www.agrar.steiermark.at/cms/beitrag/10555164/95125/>> (2023).
- 38 Wichmann, S., Wagentristl, H. & Kaul, H.-P. in *48. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*. 28 - 29 (Günter Heimbach).
- 39 International Seed Testing Association (ISTA). Chapter 5: The germination test. *International Rules for Seed Testing*, doi:10.15258/istarules.2023.05 (2023).
- 40 International Board for Plant Genetic Resources. *Descriptors for chickpea (Cicer arietinum L.)*. (1993).
- 41 International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). Chickpea. (International union for the protection of new varieties of plants, Geneva, 2020).
- 42 International Seed Testing Association (ISTA). Chapter 9: Determination of moisture content. *International Rules for Seed Testing* (2023).
- 43 Williams, E. R. Iterative analysis of generalized lattice designs. *Austral. J. Statist.* **19**, 39-42 (1977).
- 44 Austrian Standards International. ÖNORM EN ISO 16634-1. (2009).
- 45 Austrian Standards International. ÖNORM EN ISO 16634-2. (2016).
- 46 Europäische Kommission. Verordnung zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Untersuchung von Futtermitteln Nr. 152/2009 *Anhang III.F* (2009).
- 47 ÖNORM CEN/TS. Futtermittel — Bestimmung des Zuckergehalts — Hochleistungs-Anionenaustausch-Chromatographieverfahren (HPAEC-PAD). 15754 (2008).
- 48 Austrian Standards International. ÖNORM EN ISO 520. (2010).
- 49 Austrian Standards International. ÖNORM EN ISO 14902. (2002).
- 50 Pérez, M., Dominguez-López, I. & Lamuela-Raventós, R. M. The Chemistry Behind the Folin-Ciocalteu Method for the Estimation of (Poly)phenol Content in Food: Total Phenolic Intake in a Mediterranean Dietary Pattern. *J Agric Food Chem* **71**, 17543-17553, doi:10.1021/acs.jafc.3c04022 (2023).

- 51 Ghassemi-Golezani, K., Tahereh, M., Raey, Y. & Saeid, A. Effects of Water Stress and Pod Position on the Seed Quality of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* **38**, doi:10.15835/nbha3813481 (2010).
- 52 Yenish, J. P. Weed management in chickpea. *Chickpea Breeding and Management*, 233-245 (2007).
- 53 Jettner, R. J., Loss, S. P., Siddique, K. H. M. & French, R. J. Optimum plant density of desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) increases with increasing yield potential in south-western Australia. *Australian Journal of Agricultural Research* **50**, doi:10.1071/ar98179 (1999).
- 54 Banik, P., Midya, A., Sarkar, B. K. & Ghose, S. S. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy* **24**, 325-332, doi:10.1016/j.eja.2005.10.010 (2006).
- 55 Khan, I., Hussain, Z., Ullah, Z., Khan, R. & Hassan, G. Impact of various weed management approaches on the yield of chickpea *cicer arietinum* L. *Crop. Pakistan Journal of Botany* **50**, 635-638 (2018).
- 56 Bundesamt für Ernährungssicherheit (BAES). *Pflanzenschutzmittel-Register - Verzeichnis der in Österreich zugelassenen/genehmigten Pflanzenschutzmittel*, <https://psmregister.baes.gv.at/psmregister/?jsessionid=XQPK2jeNmJ_eVRHxZj792e81U9DsOKH-THVh-e2rHG5yyH4TfoN2!-1900158026> (2024).
- 57 Ramteke, R., Singh, D. & Murlidharan, P. Selecting soybean (*Glycine max*) genotypes for insertion height of the lowest pod, the useful trait for combine harvester. *The Indian Journal of Agricultural Sciences* **82**, 511-515, doi:10.56093/ijas.v82i6.18890 (2012).
- 58 Eker, T. *et al.* Advantage of Multiple Pods and Compound Leaf in Kabuli Chickpea under Heat Stress Conditions. *Agronomy* **12**, doi:10.3390/agronomy12030557 (2022).
- 59 Hernandez, L. G. & Hill, G. D. Effect of Plant population and inoculation on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Agronomy New Zealand*, 75-79 (1983).
- 60 Kleemann, S. & Gill, G. Yield response of kabuli and desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes to row spacing in southern Australia. (2007).
- 61 Lehner, D., Starz, W., Wieser, M. & Rohrer, H. Zwischenbericht BioFieldFood: Optimierung des Anbaues von Speisekulturen im Klimagebiet des Alpenvorlandes und unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft. *Dafne Projekt 101622* (2023).
- 62 Rani, A. *et al.* Developing Climate-Resilient Chickpea Involving Physiological and Molecular Approaches With a Focus on Temperature and Drought Stresses. *Front Plant Sci* **10**, 1759, doi:10.3389/fpls.2019.01759 (2020).

- 63 Kaushal, N. *et al.* Heat-stress-induced reproductive failures in chickpea (*Cicer arietinum*) are associated with impaired sucrose metabolism in leaves and anthers. *Funct Plant Biol* **40**, 1334-1349, doi:10.1071/fp13082 (2013).
- 64 Chen, W., Sharma, H. C. & Muehlbauer, F. J. in *Compendium of Chickpea and Lentil Diseases and Pests* 5 (The American Phytopathological Society, 2011).
- 65 Grausgruber-Gröger, S., Reiterer, J. & Moyses, A. in *69. Jahrestagung 2018.* (ed Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs) pp. 37-38 (BOKU-University of Natural Resources and Life Sciences).
- 66 Ahmed, A. G. *et al.* Effect of Water Regime and Potassium Fertilization on Productivity of Two Chickpea (*Cicer Arietinum* L.) Cultivars. *International Journal of ChemTech Research* **8**, 1509-1519 (2015).
- 67 Boulbaba, L., Bouaziz, S., Mainassara, Z. A., Zourgui, L. & Mokhtar, L. Response of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) to Potassium Fertilization. *Journal of Agriculture & Social Sciences* **1** (2005).
- 68 Meena, L. R., Singh, R. K. & Gautam, R. C. Effect of moisture-conservation practices, phosphorus levels and bacterial inoculation on chickpea (*Cicer arietinum*) under rainfed condition. *Indian Journal of Agronomy* **47**, 398-404 (2002).
- 69 Gomez, K. A. & Gomez, A. A. *Statistical procedures for agricultural research.* Second edition edn, (John Wiley & Sons, 1984).
- 70 Hedley, C. L. *Carbohydrates in grain legume seeds: improving nutritional quality and agronomic characteristics.* 322 (CABI Publishing, 2001).
- 71 Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L. & Chibbar, R. N. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *Br J Nutr* **108 Suppl 1**, S11-26, doi:10.1017/s0007114512000797 (2012).
- 72 Souci, S., Fachmann, W. & Kraut, H. *Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert-Tabellen.* 8 edn, (Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart (WVG), 2016).
- 73 Thacker, P. A., Qiao, S. & Racz, V. J. A comparison of the nutrient digestibility of Desi and Kabuli chickpeas fed to swine. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **82**, 1312-1318, doi:<https://doi.org/10.1002/jsfa.1174> (2002).
- 74 Muzquiz, M. & Wood, J. A. in *Chickpea breeding and management* 143-166 (2007).
- 75 Hegde, V. S. Morphology and genetics of a new found determinate genotype in chickpea. *Euphytica* **182**, 35-42, doi:10.1007/s10681-011-0447-5 (2011).
- 76 Ambika *et al.* Unraveling genetics of semi-determinacy and identification of markers for indeterminate stem growth habit in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Sci Rep* **11**, 21837, doi:10.1038/s41598-021-01464-3 (2021).

Anhang

Bodenuntersuchung

Fotos der Sorten und Akzessionen



GESUNDHEIT FÜR MENSCH, TIER & PFLANZE

www.ages.at

Eigentümer, Verleger und Herausgeber: AGES – Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Spargelfeldstraße 191 | 1220 Wien | FN 223056z © AGES, Mai 2024



AGES-NPP-Bodengesundheit
Spargelfeldstraße 191
1220 Wien

Datum: 24.11.2023
Kontakt: DI Armin Bajraktarevic, BSc
Tel.: +43(0)5 0555 34129
Fax: +43(0)5 0555 34101
E-Mail: armin.bajraktarevic@ages.at
Auftrag Nr.: 23132162
Dok. Nr.: D-19581543

PRÜFBERICHT

Probestelle: Kichererbse

Dieser Prüfbericht einschließlich der enthaltenen Prüfergebnisse gilt ausschließlich für den/die vorliegenden Prüfgegenstand/-gegenstände und den Umfang der durchgeführten Untersuchungen. Auf Probenahme, Lagerung und Transport bis zur Übergabe an die AGES hatte die Prüfstelle keinen Einfluss, sofern die Probenahme nicht durch die AGES erfolgte und nachstehend dokumentiert ist. Die Messunsicherheit, die sich aus der Probenahme ergibt, ist nicht in der erweiterten Messunsicherheit (sofern angegeben) berücksichtigt, sofern nicht ausdrücklich anders angegeben. Dieser Prüfbericht darf grundsätzlich nur im Gesamten vervielfältigt und nur mit Zustimmung der AGES weitergegeben oder veröffentlicht werden, weiters darf nichts hinzugefügt werden. Es gelten die AGB der AGES.

Probenart: Forschung
Material: Boden
Probe eingelangt: 09.10.2023
Untersuchung von-bis: 09.10.2023 - 24.11.2023
Auftragskommentar: Nach ÖNORM L 1091 ist die Bestimmung des Humusgehaltes zur Berechnung des Ergebnisses in kg Stickstoff pro Hektar erforderlich.
Die Bewertung der Nährstoffe erfolgt nach den Richtlinien für die sachgerechte Düngung in der aktuell geltenden Auflage.
Informationen zur Interpretation der Bodenuntersuchungsergebnisse und zur Erstellung des Düngungsplans finden sie unter <https://www.ages.at/boden>

LISA- Probennummer	Externe Kennung	Charge	Beprobungstiefe (cm) von - bis
23132162-001		08/00478	0 - 25

Prüfergebnisse

Parameter	Tiefe (cm)	Ergebnis	Einheit	Bewertung	N	U
pH-Wert: CaCl ₂	0 - 25	7,6		alkalisch		1
pH-Wert: CAL (Aktivkalk)	0 - 25	4,6		mittel: 4,5 - 5,0		2
Phosphor (P): CAL	0 - 25	80	mg/kg	C - ausreichend		3
Phosphor (P): Wasser	0 - 25	3,4	mg/kg	Mindestwerte 4,4-8,7; Tab. 11,RLSD		4
Kalium (K): CAL	0 - 25	112	mg/kg	B - niedrig		3
Magnesium (Mg): verfügbar	0 - 25	185	mg/kg	D - hoch		5
Humusgehalt	0 - 25	3,3	%	humos - C		6
Gesamtstickstoff(N)	0 - 25	0,164	%	normal 0,10 - 0,25%		7
N nachlieferbar (Bebrütung)	0 - 25	50	mg/kg/7d	mittel	x	8
Bor (B): pflanzenverfügbar	0 - 25	1,9	mg/kg	C - mittel		9

Parameter	Tiefe (cm)	Ergebnis	Einheit	Bewertung	N	U
Eisen (Fe): EDTA	0 - 25	49	mg/kg	C - mittel		10
Mangan (Mn): EDTA	0 - 25	88	mg/kg	C - mittel		10
Kupfer (Cu): EDTA	0 - 25	4,1	mg/kg	C - mittel		10
Zink (Zn): EDTA	0 - 25	4,1	mg/kg	C - mittel		10
Molybdän (Mo):Königswasser	0 - 25	<0,5	mg/kg	Richtwert < 2,5 mg/kg		11
Phosphor (P): Königswasser	0 - 25	0,812	g/kg	Phosphor (P): Königswasser		12
Calcium (Ca): austauschbar	0 - 25	19,32	cmolc/kg	87,9 % Ca vom Sorptionskomplex		13
Magnesium (Mg): austauschbar	0 - 25	2,22	cmolc/kg	10,1 % Mg vom Sorptionskomplex		13
Kalium (K): austauschbar	0 - 25	0,43	cmolc/kg	2 % K vom Sorptionskomplex		13
Natrium (Na): austauschbar	0 - 25	<0,04	cmolc/kg	,1 % Na vom Sorptionskomplex		13
Aluminium (Al): austauschbar	0 - 25	<0,06	cmolc/kg	-,1 % Al vom Sorptionskomplex		13
Eisen (Fe): austauschbar	0 - 25	<0,00	cmolc/kg	0 % Fe vom Sorptionskomplex		13
Mangan (Mn): austauschbar	0 - 25	<0,01	cmolc/kg	0 % Mn vom Sorptionskomplex		13
H-Wert	0 - 25	0,002	cmolc/kg	% Protonen vom Sorptionsk.		13
Austauschkapazität	0 - 25	21,97	cmolc/kg	normal: 10 - 40 cmolc/1000 g		13
Leitfähigkeit	0 - 25	576	µS/cm	<200: niedrig; >500: sehr hoch		14
Nitrat-N	0 - 25	0,5	mg/100g	Nitrat-N		15
Ammonium-N	0 - 25	<0,1	mg/100g	Ammonium-N		15
mineral. N (Nmin)	0 - 25	0,6	mg/100g	22 kg/ha		15
Chlorid (Cl-)	0 - 25	3	mg/kg	Messwert x 3,75 = kg Chlorid/ha	x	16
Sulfat	0 - 25	8	mg/kg	Messwert x 1,25 = kg Sulfat-S/ha	x	16

Allfällig verwendete Abkürzungen:

N ... Hinweis auf nicht akkreditiertes Verfahren
 x ... Verfahren nicht akkreditiert
 U ... Untersuchungsverfahren


Untersuchungsverfahren:

- 1.) Bestimmung des pH-Werts in Böden, ÖNORM L 1083: 2006 04 01 und ÖNORM EN 15933: 2012 10 01 Standzeit vor der Messung max 24h
- 2.) pH Aktivität im CAL-Extraktion, Extraktion nach ÖNORM L 1087: 2012 12 01
- 3.) Bestimmung von P und K in Böden nach der CAL Methode mittels SFAS Autoanalyser, ÖNORM L 1087: 2012 12 01
- 4.) Bestimmung von wasserlöslichem Phosphor und Kalium in Böden mittels ICP-OES, ÖNORM L1092
- 5.) Bestimmung von CaCl₂-extrahierbarem Magnesium in Böden mittels AAS-Flamme, ÖNORM L 1093: 2010 12 01
- 6.) Bestimmung des organischen Kohlenstoffs in Böden durch trockene Verbrennung, ÖNORM L 1080: 2013 03 15
- 7.) Bestimmung von Gesamtstickstoff in Böden durch trockene Verbrennung, ÖNORM L1095, ÖNORM EN 16168
- 8.) Bestimmung von nachlieferbarem Stickstoff in Böden im anaeroben Brutversuch mittels SFAS-Autoanalyser
- 9.) Bestimmung von "pflanzenverfügbarem" Bor in Böden mittels ICP-OES, ÖNORM L 1090: 2010 12 01
- 10.) Bestimmung von EDTA-extrahierbarem Fe, Mn, Cu und Zn in Böden mittels ICP-OES, ÖNORM L1098
- 11.) Schwermetallen (As, Pb,Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, V, Zn) in Böden im Königswasseraufschluss mittels ICP-OES, ÖNORM EN 16170: 2017 01 15; Aufschluss: ÖNORM EN 16174: 2012 10 15
- 12.) Gesamtgehalten (Al, Ca, K, Mg, Na, P) in Böden im Königswasseraufschluss mittels ICP-OES, ÖNORM EN 16170: 2017 01 15; Aufschluss: ÖNORM EN 16174: 2012 10 15
- 13.) Bestimmung der austauschbaren Kationen und der effektiven Austauschkapazität mittels ICP-OES und AAS, ÖNORM L1086-1
- 14.) Bestimmung der Leitfähigkeit in Böden mittels Leitfähigkeitsmesszelle, ÖNORM L 1099: 2015 06 15
- 15.) Bestimmung des mineralischen Stickstoffs in Böden mittels SFAS, ÖNORM L1091
- 16.) Bestimmung Chlorid und Sulfat in Böden mittels Ionenchromatographie, EN ISO 10304-1, ÖNORM 1092



Zeichnungsberechtigt:

DI Armin Bajraktarevic, BSc

Signaturwert	Y3d0bxxrWn1rMGgDkcQjmfTt7KNTY+gTqsynJKUquSw6EIqqNFhm1S16x0zBDafEOnqYowJC5AQ6PYHYyiWV8iy8Iq005o9LVxniX3QrzVIx+I3Jbc16UGXThiNFvgd1rrV5+sWbfX2yBcrD/NlFeZ4h9OM16ZRuXQgd8CbPBBT+kEANEbsqomjflyzCM/k2yfrszBLd+DSk6+yOUue8dWoca0B1ON94QWLJpT2ZOe8Cpy1UBBayq5G8ZwnCQDWFf1aTf1b8LePy8KKJnFZ3i8B7K7lpZcic5DB5BJw/YkFDtFWP7Y6BM8IyXFW2ptAV1xBk4Gsw73bq/1DnW74Bfw==	
	Unterzeichner	serialNumber=586178147653 CN=Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH C=AT
	Datum/Zeit-UTC	2023-11-24T11:58:50Z
	Aussteller-Zertifikat	CN=a-sign-corporate-07,OU=a-sign-corporate-07,O=A-Trust Ges. f. Sicherheitssysteme im elektr. Datenverkehr GmbH,C=AT
	Serien-Nr.	419848915
	Methode	urn:pdfsigfilter:bka.gv.at:binaer:v1.1.0
	Parameter	etsi-bka-moa-1.0
Prüfinformation	Dieses Dokument wurde amtssigniert. Informationen zur Prüfung der elektronischen Signatur und des Ausdrucks finden Sie unter http://www.signaturpruefung.gv.at	

Amorgos



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
A close-up photograph of a young Amorgos plant with green leaves and a small yellow flower.	A photograph showing a row of young Amorgos plants in a field. A white marker with the number '16' is visible in the foreground.	A wide view of a field of young Amorgos plants in rows.	A field of young Amorgos plants in rows, showing the spacing between the plants.	A field of young Amorgos plants in rows, showing the spacing between the plants.	A field of young Amorgos plants in rows, showing the spacing between the plants.

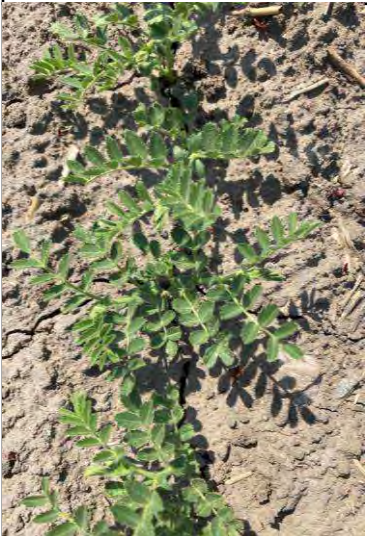





Analisto



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
A close-up photograph of a young chickpea plant with green leaves and stems, growing in a field with brown soil.	A photograph showing a row of young chickpea plants in a field, with a white marker visible in the foreground.	A photograph showing a row of young chickpea plants in a field, with a white marker visible in the foreground.	A photograph showing a row of young chickpea plants in a field, with a white marker visible in the foreground.	A photograph showing a row of young chickpea plants in a field, with a white marker visible in the foreground.	A photograph showing a row of mature chickpea plants in a field, with a white marker visible in the foreground. The plants are yellowish and appear to be ready for harvest.

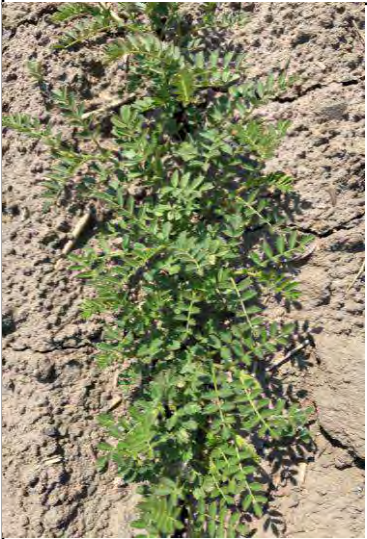





Badil



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					



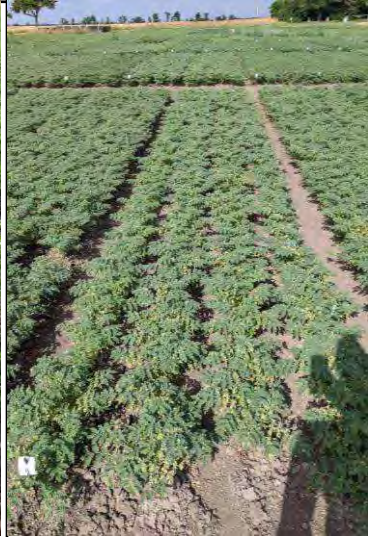



Bori



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					

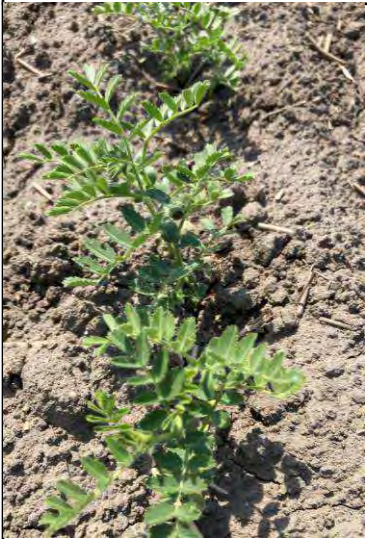


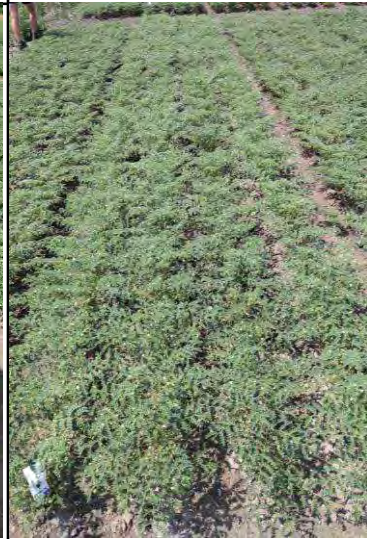


CDC Orion



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					

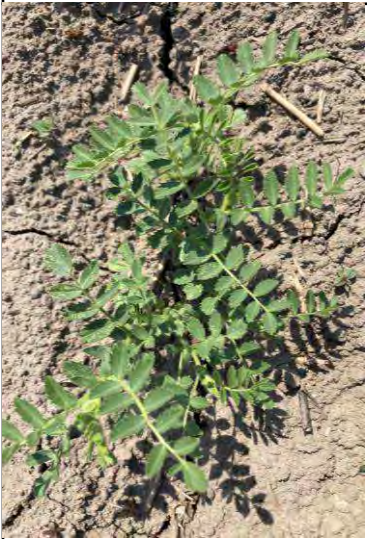





Cicerone



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					

Donia



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					

Dora



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.







Elixir



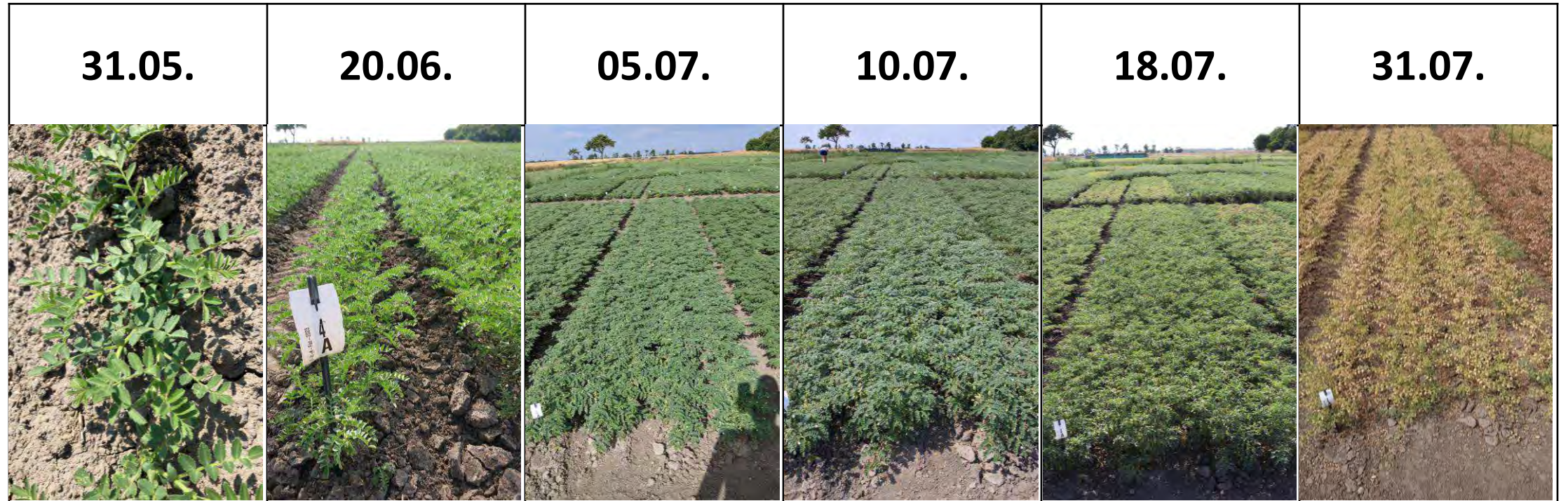
31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.

Elmo



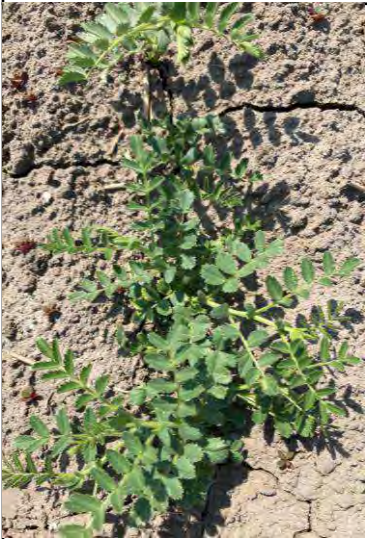





31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					

Flamenco



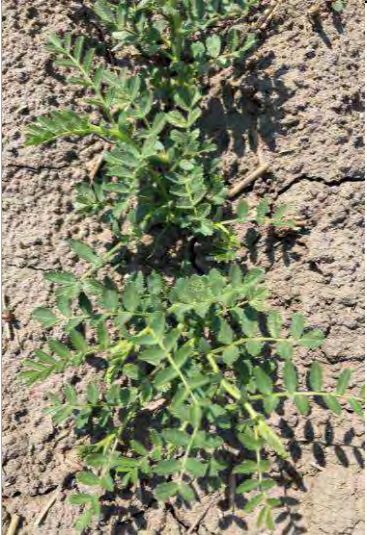





Gavdos



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					

Jafar



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					

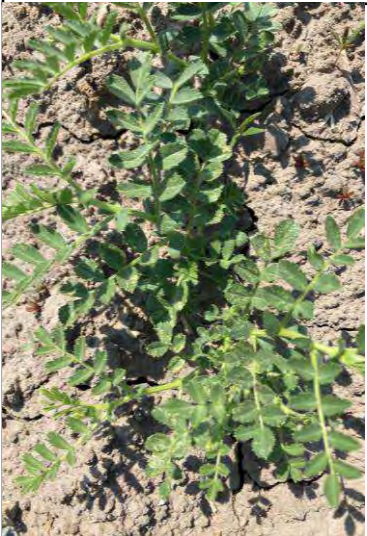





Katalin



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
A close-up photograph of a young Katalin plant seedling. The plant has several pairs of small, green, pinnate leaves and is growing out of dark, rich soil.	A photograph of a long, straight row of young Katalin plants in a field. The plants are small and green. In the foreground, a white marker on a black stake is visible, with the number '24' printed on it.	A photograph showing a wider view of a Katalin field. The plants are arranged in neat, parallel rows, and the field is filled with green foliage.	A photograph of a Katalin field where some of the plants appear to be showing signs of stress or damage, with some yellowing or wilting visible among the green leaves.	A photograph of a Katalin field showing significant damage to the plants. Many of the leaves are yellowed, and some plants appear to be dead or severely stressed.	A photograph of a Katalin field where most of the plants are dead or severely damaged. The remaining plants are brown, withered, and sparse, indicating a high level of mortality.

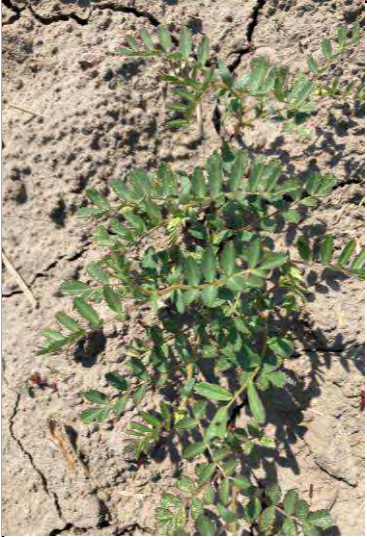





Maragiá



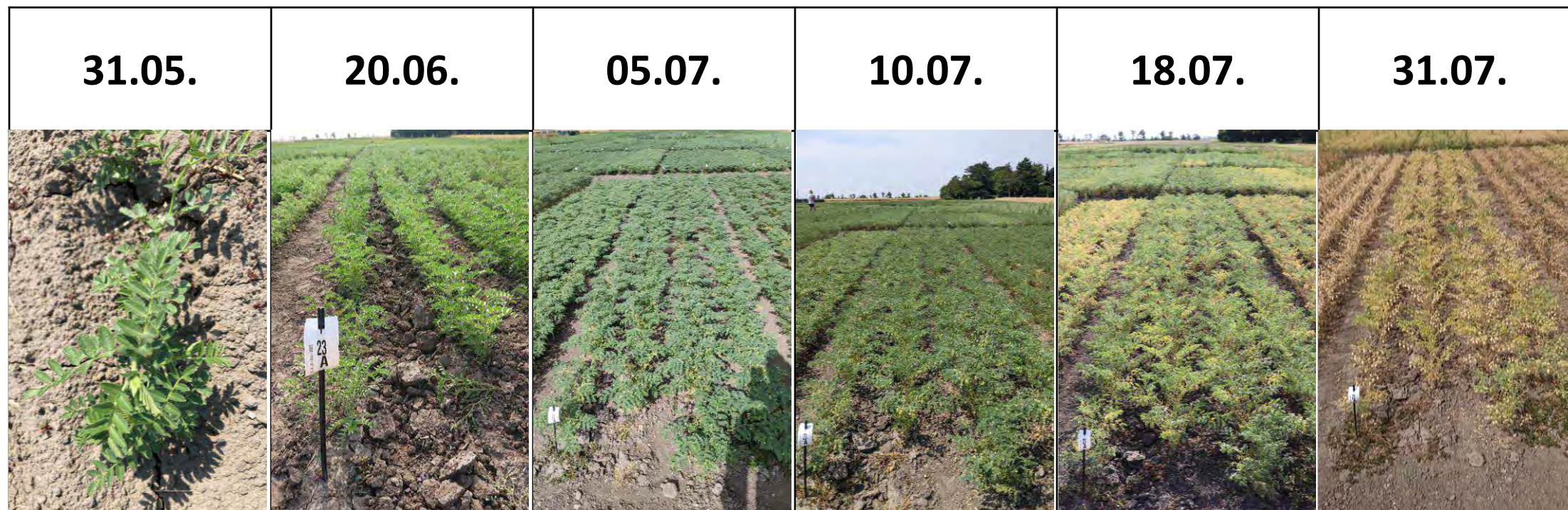
31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					

Olga



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					

Pasciá

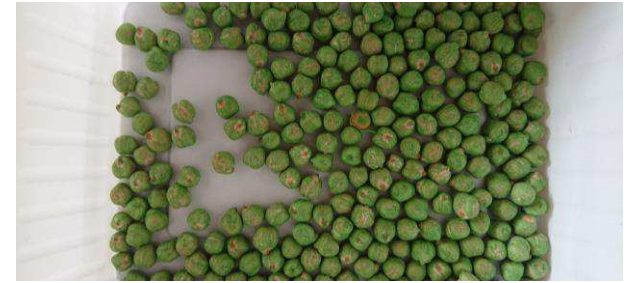


Reale

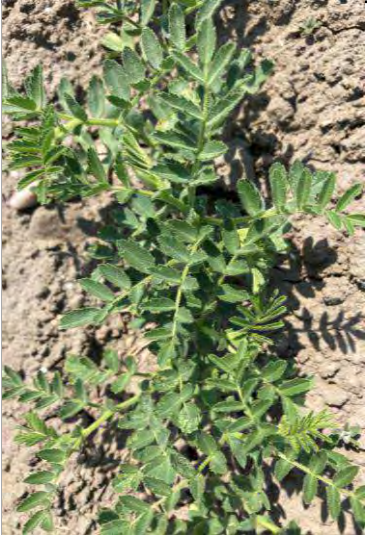







31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
A close-up photograph of a young chickpea plant with green leaves and stems growing in a field.	A photograph showing a row of chickpea plants in a field. A white marker with the number '15' is visible in the foreground.	A wide-angle photograph of a chickpea field with rows of plants stretching into the distance under a clear sky.	A photograph of a chickpea field with a white marker in the foreground. The plants are in the middle stages of growth.	A photograph of a chickpea field with a white marker in the foreground. The plants are more densely packed and show some yellowing.	A photograph of a chickpea field with a white marker in the foreground. The plants are mature and show significant yellowing and browning, indicating the end of the growing season.

Rondo









gebeizt

31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					

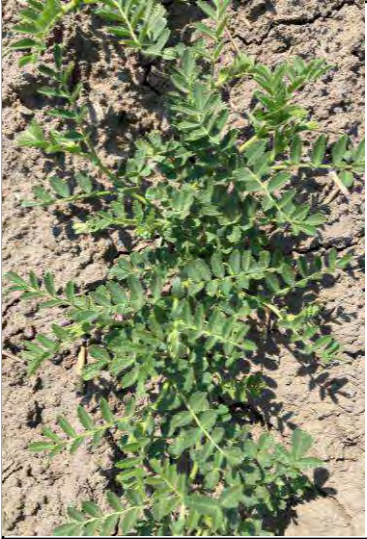




Sokol



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					

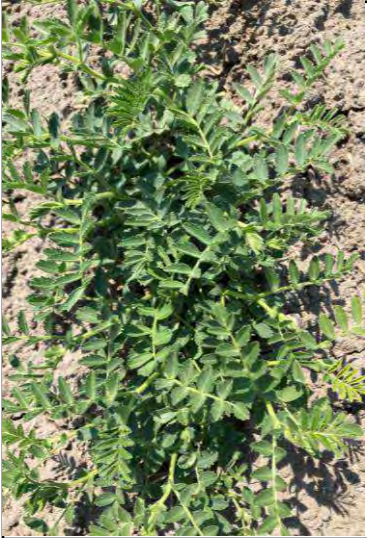





Sultano



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					

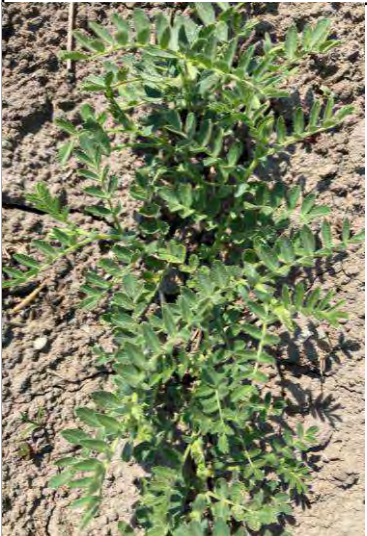





Thiva



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					





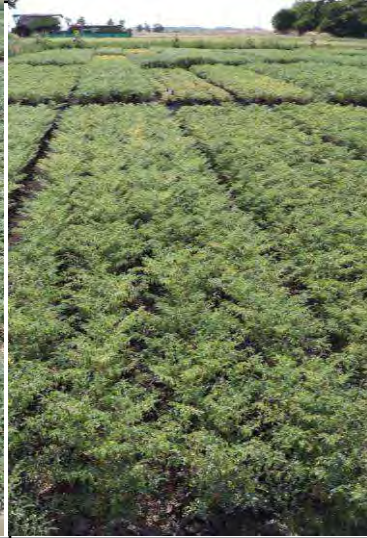

Twist



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					





Vulcano



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					



BVAL_903011 (Versuch 2)



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					

BVAL_903304 (Versuch 2)



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					

Flamenco (Versuch 2)



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
					

Rondo (Versuch 2)



31.05.	20.06.	05.07.	10.07.	18.07.	31.07.
				