

**Arbeitspapier zu den Züchtungserfolgen
bei Körnerleguminosen und zur
Notwendigkeit einer lückenlosen Erhebung
von Nachbaugebühren für geschützte Sorten**

Dr. Christoph Algermissen

November 2019

Inhalt

1. Einleitung	4
2. Überblick zur Züchtung bei Körnerleguminosen	6
2.1 Ackerbohne (<i>Vicia faba</i>)	6
2.1.1 Bedeutung der Ackerbohne in Deutschland	6
2.1.2 Rückblick Ackerbohnenzüchtung	7
2.1.3 Ausblick zur Züchtung im Bereich Ackerbohne	10
2.2 Futtererbse (<i>Pisum sativum</i>)	11
2.2.1 Bedeutung der Futtererbse in Deutschland	11
2.2.2 Rückblick Futtererbsenzüchtung	11
2.2.3 Ausblick zur Züchtung im Bereich Futtererbse	15
2.3 Lupine (<i>Lupinus</i>)	15
2.3.1 Bedeutung der Lupine in Deutschland	15
2.3.2 Rückblick Lupinenzüchtung	16
2.3.3 Ausblick zur Züchtung im Bereich Lupine	18
3. Zukünftige Herausforderungen im Ackerbau und Beitrag der Körnerleguminosen	18
3.1 Zunahme der Restriktionen im Bereich Pflanzenschutz	18
3.2 Einsparungen im Bereich Düngung	19
3.3 Klimawandel	20
3.4 Steigerung der Biodiversität	20
3.5 Protein in der Humanernährung	21
4. Zusammenfassung	22
5. Quellenverzeichnis	23

1. Einleitung

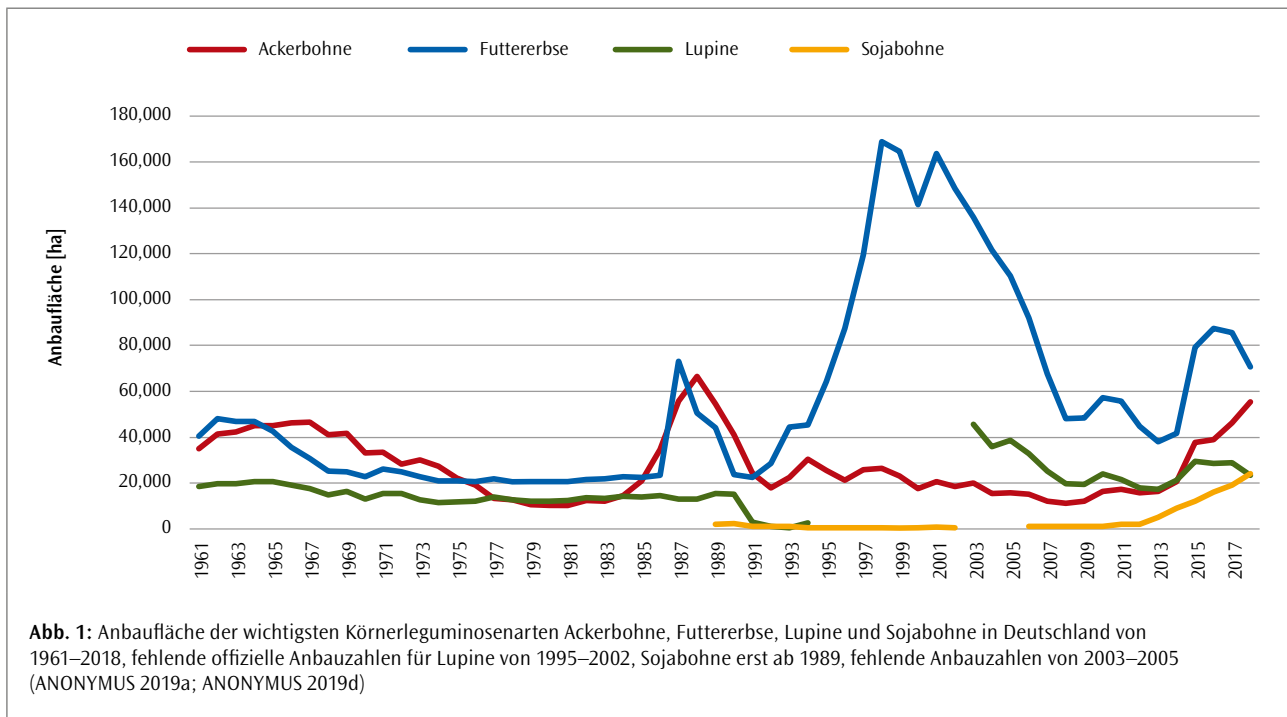
Die Züchtung landwirtschaftlicher Kulturen ist so alt, wie es die Landwirtschaft selbst ist. Per Definition versteht man unter Züchtung jede „genetisch bedingte Veränderung von Pflanzen, die auf bewusster Selektion durch den Menschen beruht“ (BECKER, 1993). Frei nach dem Motto „Die Guten ins Töpfchen, die Schlechten ins Kröpfchen“ hat der Landwirt seit jeher mit der Auslese der besten Körner seiner Ernte die Grundlage für die neue Aussaat gelegt. Für eine zukunftsfähige Landwirtschaft war und ist aber eine weitaus größere Anstrengung im Bereich der Züchtung notwendig, die in der heutigen Zeit durch professionelle Züchtungsunternehmen durchgeführt wird. Mit den daraus entstehenden Sorten können Landwirte immer erfolgreicher produzieren und bleiben auf lange Sicht wettbewerbsfähig.

Der Zentralausschuss der deutschen Landwirtschaft (Deutscher Bauernverband, DBV; Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, DLG; Deutscher Raiffeisenverband, DRV; Verband der Landwirtschaftskammern, VLK; Zentralverband Gartenbau, ZVG) unterstreicht in seiner im Jahr 2018 veröffentlichten Ackerbaustrategie die Notwendigkeit von Innovation in der Pflanzenzüchtung (ANONYMUS, 2018a). Der Ausschuss strebt den Einsatz von zertifiziertem Saatgut an und steht für ein starkes Sortenschutzrecht. Erst durch die Erteilung des Sortenschutzes wird das Eigentumsrecht eines Züchters an einer Sorte anerkannt. Viele Zuchtbetriebe und damit auch viel genetische Variation kann durch einen aktiven Sortenschutz erhalten bleiben. Dabei darf das Recht auf Sortenschutz nicht mit dem Patentrecht verwechselt werden, welches die Verwendung einer Sorte ohne Zustimmung des Patentinhabers untersagt.

Das deutsche und das europäische Sortenschutzrecht von 1991 machen den Nachbau von geschützten Sorten von der Wahrung der berechtigten Interessen des Züchters abhängig. Somit muss für die Wiederverwendung der eigenen Ernte als Saatgut eine Nachbaugebühr in Höhe der halben Lizenzgebühr gezahlt werden. Lizenz- und Nachbaugebühren sind folglich die einzigen Einnahmequellen für ein Zuchtunternehmen, um die laufenden Kosten der geleisteten Zuchtarbeit zu decken und in neue Sorten zu investieren, zum Beispiel bei Körnerleguminosen.

Für den Landwirt ist die Verwendung von zertifiziertem Saatgut also immer auch eine Investition in die Zukunft. Darüber hinaus erwirbt er gesicherte Saatgutqualität. Körnerleguminosensaatgut ist empfindlich. Unsachgemäße Behandlung, wie z. B. zu hohe Fallhöhen beim Transport oder zu hohe Temperaturen bei der Trocknung, kann die Keimfähigkeit signifikant reduzieren.

Ackerbohnen, Futtererbsen, Lupinen und Sojabohnen sind die bedeutendsten Körnerleguminosen in Deutschland und werden auf einer Fläche von circa 174.000 ha angebaut (ANONYMUS, 2019a). Die Sojabohne ist dabei die Kultur mit der jüngsten Anbauhistorie und erfährt seit dem Jahr 2013 einen stetigen Flächenzuwachs (Abb. 1). Im Vergleich zu den etablierten Kulturen des Marktfruchtbaus, wie Winterweizen (2,9 Mio. ha, Stand 2018) und Wintergerste (1,2 Mio. ha), oder dem Mais im Futterbausektor (2,2 Mio. ha) spielen die Körnerleguminosen eine untergeordnete Rolle, sollten aber aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften eine größere Beachtung finden.



Sojabohnen mit deutschem oder europäischem Sortenschutz unterliegen nicht der gebührenbasierten Nachbauregelung, dürfen also nicht nachgebaut werden. In den nachfolgenden Ausführungen werden sie daher nicht weiter betrachtet.

Die Investition in die Körnerleguminosenzüchtung ist dabei eine Investition in die Zukunft, da Ackerbohnen, Erbsen und Co. eine zentrale Rolle bei den derzeitigen Herausforderungen im Ackerbau spielen. Fruchtfolgekrankheiten, die bei den etablierten Ackerkulturen vermehrt auftreten, können durch den Einbau einer Hülsenfrucht gezielt reduziert werden und damit einen Beitrag zum integrierten Pflanzenschutz leisten. Weitere phytosanitäre Vorteile im Bereich von Verungrasung sind durch eine Leguminose als zusätzliche Sommerkultur besser in den Griff zu bekommen. In puncto CO₂-Einsparung hat die Leguminose eine Stickstoff-Eigenversorgung im Verbund mit Knöllchenbakterien, die keine zusätzliche mineralische N-Düngung der Kultur notwendig macht und noch zusätzlichen Stickstoff für die nachfolgende Frucht zur Verfügung stellt. Nicht zuletzt können Hülsenfrüchte als blühende Pflanzen einen positiven Beitrag zum Fortbestand von wild lebenden Bestäuberinsekten liefern und somit zur Steigerung der Biodiversität in der Agrarlandschaft führen. Es ist daher sinnvoll, über die Integration von Körnerleguminosen in die Fruchtfolge nachzudenken, wenn alle Eigenschaften dieser Kulturart über den gesamten Marktfruchtanbau eines Betriebes gesehen werden.

Zu beachten ist allerdings, dass der Anbau von Körnerleguminosen aufgrund der sog. „Leguminosensmüdigkeit“ Anbaupausen von 5 bis 6 Jahren einhalten sollte. Welche Bedeutung Körnerleguminosen in der heutigen Zeit haben, kann anhand von zwei Begebenheiten besonders hervorgehoben werden: Zum einen verfolgt die Bundesregierung mit der 2016 aufgelegten Eiweißpflanzenstrategie eine gezielte Förderung des Anbaus von Körnerleguminosen, unterstützt durch zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten und Forschungsprojekte (ANONYMUS, 2016). Zum anderen wurde das Jahr 2016

von der Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) zum internationalen Jahr der Hülsenfrüchte erklärt, um einerseits das ernährungsphysiologische Bewusstsein, aber auch die Vorzüge von Körnerleguminosen zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit in der Fruchtfolge zu würdigen (TROEGEL, 2017).

2. Überblick zur Züchtung bei Körnerleguminosen

2.1. Ackerbohne (*Vicia faba*)

2.1.1 Bedeutung der Ackerbohne in Deutschland

Ackerbohnen wurden in Deutschland im Jahr 2018 auf circa 55.300 ha angebaut und belegen damit im Ranking der anbaustärksten Körnerleguminosen Platz 2 hinter den Futtererbsen (ANONYMUS, 2019a). Wurden Ende der Achtzigerjahre noch knapp 70.000 ha Ackerbohnen angebaut, ist seit den Neunzigerjahren ein stetiger Rückgang der Anbaufläche in Deutschland zu verzeichnen. Der Tiefpunkt lag dabei im Jahr 2008, in dem lediglich circa 11.000 ha mit Ackerbohnen in der Fläche standen. Seitdem steigt der Anbauumfang wieder kontinuierlich an.

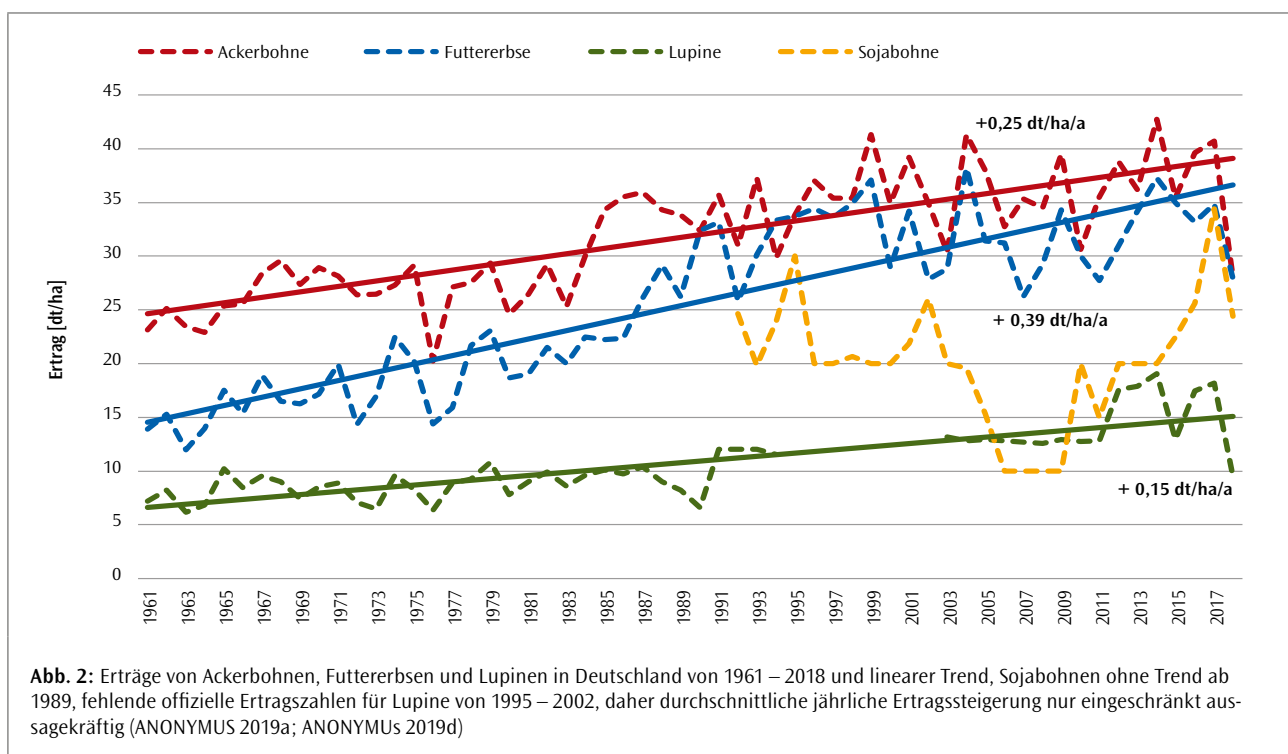
Im Gegensatz zu den Futtererbsen haben Ackerbohnen höhere Ansprüche an die Standort- und Bodengüte. Der Anbau ist daher nicht in allen Regionen Deutschlands problemlos möglich. Leichte Standorte, wie sie im Norden und im Osten Deutschlands vorzufinden sind, sind für den Anbau nicht geeignet, da durch den hohen Sandanteil die Wasserversorgung in den entscheidenden Phasen der Ertragsbildung nicht sichergestellt ist. Auch Höhenlagen scheiden aufgrund der späteren Abreife tendenziell aus (SASS & SAUERMAN, 2016).

Laut beschreibender Sortenliste 2018 und unter Berücksichtigung der Neuzulassungen für 2019 sind momentan 19 Ackerbohnsorten gelistet (ANONYMUS, 2018). Darunter befinden sich drei Sorten, die eine besondere Eigenschaft bezüglich ihrer antinutritiven Inhaltsstoffe (Vicin-, Convicinarmut, Tanninfreiheit) aufweisen. Nähere Erläuterungen hierzu sind im späteren Text vorhanden. Weiterhin sind neben den bekannten „Sommerbohnen“ drei Ackerbohnsorten für den Winteranbau vorgesehen. In diesem relativ jungen Segment wurde zwar schon 1986 eine Sorte platziert, es dauerte aber über 30 Jahre, bis zwei neue Sorten die Zulassung erhalten haben. Dies kann als Indiz für ein gesteigertes Interesse am Anbau von Ackerbohnen als Winterkultur gewertet werden. Zur Vermehrung der Ackerbohnen insgesamt standen im Jahr 2018 ca. 2.300 ha in Deutschland zur Verfügung (ANONYMUS, 2018c). Der Saatgutwechsel betrug im Durchschnitt der Jahre 2011 bis 2018 lediglich 58% (RÜCKER, 2018).

Synthetische Sorten von Ackerbohnen mit deutschem oder europäischem Sortenschutz unterliegen nicht der gebührenbasierten Nachbauregelung, dürfen also nicht nachgebaut werden.

2.1.2 Rückblick Ackerbohnenzüchtung

Die Züchtung von Ackerbohnen wird systematisch circa seit dem Jahr 1890 betrieben. Im Gegensatz zu anderen Kulturen ist die gezielte Neukombination schwierig, da eine Ackerbohnenblüte nur zur Hälfte durch sich selbst und zur anderen Hälfte durch Bestäuberinsekten wie Bienen und Hummeln befruchtet wird. Man spricht daher auch von einer partiellen Fremdbefruchtung. Die Ackerbohnenzüchtung hat in der jüngsten Vergangenheit eine Reihe von Verbesserungen geschaffen, die einerseits dem Landwirt, andererseits der Verarbeitung in nachgelagerten Sektoren zugutekommt. In erster Linie ist dabei die züchterische Bearbeitung des Kornertrages zu nennen, der vordergründig für die Konkurrenzfähigkeit der Ackerbohne bezüglich Wirtschaftlichkeit in der Fruchtfolge eine entscheidende Rolle spielt. In den letzten Jahrzehnten konnte dabei eine durchschnittliche Ertragssteigerung von 0,25 dt/Jahr (Abb. 2) realisiert werden.



Die Steigerung des Proteingehaltes ist ein weiteres Ziel der modernen Ackerbohnenzüchtung und kann bei zukünftigen Absatzwegen für pflanzliches Protein, z. B. in der Humanernährung, noch an Bedeutung gewinnen. Weiterhin ist es der Züchtung gelungen, Konzentrationen von Inhaltsstoffen der Ackerbohne zu reduzieren, die für einige Anwendungsbereiche unerwünscht sind. In der Legehennenfütterung werden spezielle Sorten mit einer Vicin/Convicin-Armut nachgefragt, mit denen ein höherer Anteil in der Ration ohne Rückgang der Leistung möglich ist. Da sich Vicin und Convicin im Sameninneren befinden, können sie nicht durch einen Schälvorgang entfernt werden (BELLOF et al., 2016). Auch die thermische Behandlung hat aufgrund der Hitzestabilität der Verbindungen keinen Einfluss, sodass nur die Züchtung in der Lage ist, den Anteil dieser nicht erwünschten Inhaltsstoffe zu reduzieren. In der Schweinefütterung können die Tannine als nicht erwünschte Inhaltsstoffe den Anteil von Ackerbohnen

in der Futterration stark einschränken. Auch in diesem Fall konnte die Züchtung von tanninfreien Sorten die Nutzung von heimischen Körnerleguminosen in der Tierfütterung verbessern.

Seitens der agronomischen Merkmale kann mit der Winterform der Ackerbohne als „strategische Frucht“ den möglichen Szenarien des Klimawandels begegnet werden: Bei vermehrt eintretenden Fröhsommertrockenheiten hat die Winterackerbohne den entscheidenden Vorteil einer größeren Wurzel gegenüber ihrer Sommerform, womit die Wasserversorgung in dieser entscheidenden Phase sichergestellt wird.

Weiterhin besteht nicht die Gefahr der Auswinterung, da immer öfter eher milde Winter die Regel sind. Generell kann die Winterackerbohne der Sommerackerbohne überlegen sein. Durch Nutzung der wettertechnisch sicheren Aussaatperiode im Herbst kann die Vorgabe der Winterbegrünung der Äcker durch die Winterackerbohne bestens umgesetzt werden. Vor allem in England und Teilen Frankreichs werden Winterackerbohnen in nennenswertem Umfang angebaut (SASS & VAN HET LOO, 2015). Aufgrund der geringeren Nachfrage ist die Züchtung bei der Winterform allerdings weit weniger fortgeschritten als bei den Sommerbohnen. Für eine nachhaltige Etablierung der Winterackerbohne ist somit eine Intensivierung der Züchtung zukünftig unabdingbar.



Abb. 3: Winterackerbohnen können eine interessante Alternative zur etablierten Sommerform sein.
Quelle: NPZ

Bei der Resistenzzüchtung gegenüber Blattpathogenen konnten in den zurückliegenden Jahren Erfolge gegenüber den wichtigsten Erregern verzeichnet werden. Dazu zählen Krankheiten wie die Schokoladenfleckigkeit (*Botrytis fabae*), die Brennfleckenkrankheit (*Ascochyta fabae*), der Falsche Mehltau (*Peronospora viciae*) und der Ackerbohnenrost (*Uromyces viciae fabae*). Diese Weiterentwicklung der Sorten trägt dazu bei, in Zukunft den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln weiter zu reduzieren und auf das absolut notwendige Maß zu beschränken.

Im Zuge des Wirkstoffwegfalls aufgrund von verschärften Zulassungskriterien und der mangelnden Aussicht auf neue potente Wirkstoffe gegen die wichtigsten Blattpathogene ist diese Züchtungsarbeit entscheidend für die nachhaltige Etablierung von Ackerbohnen in den Fruchtfolgen. Besonders in diesem Punkt ist eine konsequente Verwendung von zertifiziertem Saatgut unabdingbar, da die Genetik neuer Sorten stets auf dem aktuellen Stand bezüglich Resistenzen gegenüber den divers vorkommenden Erregern ist.

Exkurs:

„Die Mähdruschfähigkeit macht den Ertrag!“

Um von Spitzenerträgen bei der Ackerbohnenenernte profitieren zu können, ist in erster Linie sicherzustellen, dass die optimale Beerntbarkeit der Sorten gegeben ist. Das genetisch fixierte Potenzial der Ertragsstruktur (Blüten pro Pflanzen, Körner pro Hülse, Tausendkornmasse) kann nicht voll ausgeschöpft werden, wenn die Pflanzen nicht standfest sind oder die Hülsen vor dem Erntetermin bereits aufplatzen.

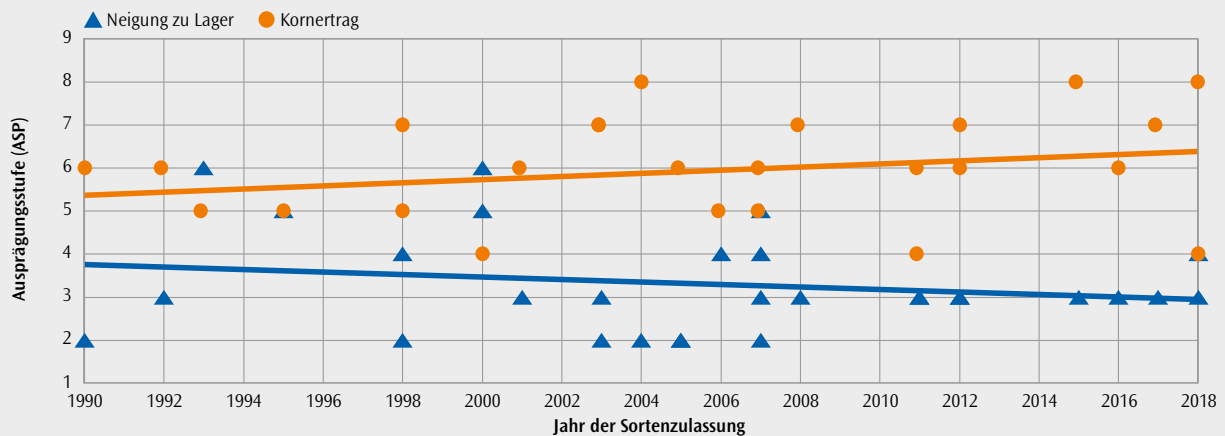


Abb. 4: Vergleich der Ausprägungsstufen „Neigung zu Lager“ und „Kornertrag“ von Ackerbohnen Sorten zum „Jahr der Sortenzulassung“ laut Beschreibender Sortenliste

An diesem Punkt kommt wiederum die Züchtung ins Spiel, um die Mähdruschfähigkeit der Sorten sicherzustellen.

In der Vergangenheit wurden in der Ackerbohnenzüchtung mit dem sogenannten „Stabil-Typ“ (SASS & STELLING, 1989) Sorten entwickelt, die mit einem niedrigeren Wuchs und einem robusten Stängel über eine hervorragende Standfestigkeit verfügten. Heutzutage findet dieser Typ keine Verwendung mehr, da sich die Standfestigkeit der modernen Sorten auch als konventionelle Wuchstypen auf einem hohen Niveau bewegt.

Eindrucksvoll wird dies durch einen Blick in die „Beschreibenden Sortenlisten“ des Bundessortenamtes der letzten 20 Jahre deutlich:

Neben einer abnehmenden Benotung (Verbesserung) in der Ausprägungsstufe „Neigung zu Lager“ kann ein kontinuierlicher Anstieg der Ausprägungsstufe „Kornertrag“ beobachtet werden (Abb. 4). ▶

Ganz praktisch zeigen sich diese Einstufungen im Sortenversuch bei direkter Gegenüberstellung von standfesten und weniger standfesten Sorten (Abb. 5).

Kornertrag ist für den Landwirt nach wie vor das wichtigste Zuchtziel. Allerdings kann dieses Ziel nicht ohne eine hohe Mähdruschfähigkeit, bestehend aus einer Kombination von Platz- und Standfestigkeit, erreicht werden. Dafür sorgt die moderne Züchtung.



Abb. 5: Ackerbohnen-Sortenversuch mit lagernden und standfesten Parzellen.
Quelle: Algermissen

2.1.3 Ausblick zur Züchtung im Bereich Ackerbohne

Zukünftig wird in der Ackerbohnenzüchtung auch weiterhin der Schwerpunkt bei der ertragsgebenden Komponente Kornertrag liegen. Um diesen Kornertrag zu ermöglichen, ist die permanente Weiterentwicklung der bereits angesprochenen Mähdruschfähigkeit in puncto Standfestigkeit, Platzfestigkeit und gleichmäßiger Abreife wichtig. Moderne Zuchtsysteme wie die Hybridzüchtung können im Bereich der Ackerbohne zu einer starken Leistungssteigerung führen, haben allerdings bisher noch keine Praxisreife erlangt (LINK, 2009, SASS, 2019a). Ein Teil des möglichen Heterosiseffektes kann durch sogenannte synthetische Sorten nutzbar gemacht werden, von denen bereits seit Längerem Sorten zugelassen sind.

Allerdings ist diese Form der Züchtung wesentlich aufwendiger und damit teurer. Die Ertragsstabilität auch unter veränderten Umweltbedingungen ist gerade für Praktiker ein wesentliches Kriterium, da sich die Kritik bezüglich des Anbaus von Ackerbohnen oftmals auf stark schwankende Erträge bezieht. Die Züchtung greift hierbei auf stresstolerante Linien zurück, die in Trockenphasen den Blüten- und Hülsenabwurf minimieren.

Auch wenn der Proteingehalt des Erntegutes im Moment nicht das primäre Zuchtziel ist, da bei der Weiterverarbeitung die Anreize zur Vergütung fehlen, kann dies in Zukunft mit Blick auf eine stärkere Verwendung von pflanzlichem Protein in der Humanernährung an Bedeutung gewinnen. Bei der Verwendung der Ackerbohne als Lebensmittel kann die optische Beeinträchtigung der Samen bei Befall mit

dem Ackerbohnenkäfer (*Bruchus rufimanus*) zum Ausschlusskriterium einer Partie werden. Dabei zeigt die Züchtung bezüglich Insektenresistenz vielversprechende Ansätze gegenüber dem Ackerbohnenkäfer auf. Denkbare Abwehrmechanismen beruhen auf biochemischen Abwehrreaktionen der Pflanze, oder physikalischen oder mechanische Barrieren wie Dicke, Härte oder Textur der Hülse, die ein Eindringen der Larve des Käfers behindern oder verhindern (CARRILLO-PERDOMO et al., 2019).

Wenn die Nachfrage gegeben ist, kann die Züchtung zukünftig weitere interessante und neue Eigenschaften zur Verbesserung des Ackerbohnenanbaus hervorbringen, die den Praktikern vielschichtig zugutekommen.

2.2 Futtererbse (*Pisum sativum*)

2.2.1 Bedeutung der Futtererbse in Deutschland

In Deutschland sind Futtererbsen die Körnerleguminosen mit der größten Anbaufläche. Im Jahr 2018 belief sich die Zahl auf circa 70.700 ha und somit annähernd die Fläche, die Ackerbohnen und Lupinen gemeinsam einnehmen (ANONYMUS, 2019a). Seit im Jahr 1998 der größte Anbauumfang von circa 170.000 ha in Deutschland verzeichnet wurde, ging die Fläche von Futtererbsen bis zum Jahr 2013 kontinuierlich auf knapp 38.000 ha zurück und kann seitdem wieder stetigen Zuwachs verzeichnen (Abb. 1).

Futtererbsen sind auf vielen Standorten in Deutschland zu Hause. Sie können ein gewisses Maß an Trockenstress tolerieren und sind damit in den Regionen anzutreffen, wo die Wasserverfügbarkeit für den Anbau von Ackerbohnen nicht mehr gegeben ist (SAUERMANN et al., 2016). Sehr gute Erträge bringen sie zwar auf tiefgründigen Böden, sind aber auch auf lehmigen Sanden und flachgründigen Verwitterungsböden anbauwürdig, wenn die Wasserversorgung zur Keimung und zur Blüte gewährleistet ist. Zur Abreife ist trockenes Wetter von Vorteil, da gerade Starkregenereignisse in späteren Stadien der Vegetation zu einem hohen Anteil an lagernden Pflanzen und Ernteverlusten führen können. Daher sollte beim Anbau auch der Steinbesatz der Region berücksichtigt werden, um gegebenenfalls die Ernte mit dem tief eingestellten Schneidwerk ohne Schaden durchführen zu können. In der Beschreibenden Sortenliste 2018 sind 27 Futtererbsensorten aufgeführt, inklusive der Neuzulassungen aus dem Frühjahr 2019 (ANONYMUS, 2018b).

Erstmals sind im Jahr 2017 zwei Erbsensorten für den Winteranbau zugelassen worden, zu denen 2019 bereits eine weitere Sorte in die Beschreibende Sortenliste aufgenommen wurde. Die Vermehrungsfläche für zertifiziertes Saatgut lag 2018 deutschlandweit bei 3.500 ha (ANONYMUS, 2018c). Der Saatgutwechsel bei Futtererbsen betrug im Jahr 2018 49%.

2.2.2 Rückblick Futtererbsenzüchtung

Die Erbse ist eine unserer ältesten Kulturpflanzen und wird seit ca. 4000 v. Chr. in Europa angebaut (BECKER, 1993). Seit Gregor Mendel im Jahr 1866 seine bahnbrechenden Ergebnisse auf dem Gebiet der Vererbungslehre am Beispiel der Futtererbse veröffentlicht hat, ist diese Kulturart das Objekt intensiver genetischer Untersuchungen. Gerade in den letzten Jahrzehnten konnten bei der Züchtung von Futter-

erbsen bedeutende Fortschritte verzeichnet werden (ANONYMUS, 2018b). Mit der Einkreuzung einer Mutante, bei der die Blätter an den Seitentrieben zu Ranken umgebildet sind, konnte die Stabilität des Pflanzenbestandes deutlich erhöht werden (nähere Erläuterungen siehe Exkurs Halbblattlose Erbsen).

Die aktuell in Deutschland verfügbaren Futtererbsensorten sind weißblühend und haben gelbe Samen, die vor allem von der Futtermittelindustrie nachgefragt werden. Grünsamige Typen haben eher im Vereinigten Königreich Bedeutung, da es dort oftmals traditionelle Rezepte mit entsprechenden Phänotypen gibt (SASS, 2019b). Bunt blühende Sorten, die den Normaltyp mit Blättern an den Seitentrieben darstellen, haben derzeit nur im Ökolandbau eine gewisse Bedeutung (SAUERMAN et al., 2016). Alle heutigen Erbsensorten sind tanninfrei und stellen zunehmend einen wichtigen Rohstoff für die Gewinnung pflanzlicher Stärke und Proteinisolate dar, die sich insbesondere durch Freiheit von Allergenen auszeichnen. Bislang stand die Erhöhung des Proteingehaltes allerdings nicht im Vordergrund, kann aber mit einer stärkeren Nachfrage aus dem Humanernährungssektor in Zukunft eine größere Rolle spielen.

Vorrangiges Zuchtziel neben der Standfestigkeit ist nach wie vor ein hoher Kornertrag, gepaart mit einer nicht zu späten Abreife. Ein Leistungsvergleich aus Frankreich mit Körnererbsensorten aus den letzten Jahrzehnten zeigt eindrucksvoll die Weiterentwicklung in der Züchtung. Trotz erhöhter Pflanzenlänge ist die Standfestigkeit der Sorten verbessert worden, was durch die Bestandeshöhe bei Ernte ausgedrückt wird. Da die Tausendkornmasse (TKM) eher abnimmt, sind andere Ertragsfaktoren (Hülsen pro Pflanze, Körner pro Hülse) für den Ertragszuwachs verantwortlich. Nicht zuletzt spielt hier auch wieder die Beerntbarkeit durch standfestere Sorten eine Rolle (Tab. 1).

Tab. 1: Leistungsvergleich von Körnererbsensorten in Frankreich 2012 (SASS, 2017)

Sorte	Jahr der Zulassung	Bestandeshöhe Ernte	Pflanzenlänge	TKM	Proteingehalt	Ertrag	
		[cm]	[cm]	[g]	[% TM]	[dt/ha]	rel.
Kayanne	2008	54	100	255	23,4	67,1	100
Baccara	1992	22	75	285	24,0	57,5	86
Solara	1987	26	66	305	24,6	56,0	83

Den in Tabelle 1 dargestellten sortenspezifischen Fortschritt in Ertragspotenzial und Beerntbarkeit kann man wie in Tabelle 2 gezeigt in monetären Betriebsertrag umrechnen.

Tab. 2: Beitrag verbesserter Genetik zum monetären Ertrag im Anbau von Körnererbsen

Erbsenanbaufläche ha/Betrieb	Monetärer Ertrag Genetik 1990er-Jahre (~ 85% Relativertrag)* [EURO]	Monetärer Ertrag Genetik 2000er-Jahre (100% Relativertrag)* [EURO]	Monetärer Mehrertrag verbesserte Genetik [EURO]
1	765	900	135
5	3.825	4.500	675
10	7.650	9.000	1.350
50	38.250	45.000	6.750
100	76.500	90.000	13.500

* Berechnet für ein Ertragsniveau von 50 dt/ha bei 18,00 €/dt

Regionen mit einer regelmäßig wiederkehrenden Fröhsommertrockenheit können seit einigen Jahren auf Futtererbsen für den Winteranbau zurückgreifen. Der Vorteil liegt dabei in einer zu diesem Zeitpunkt besser entwickelten Wurzel als bei der Sommerform, wodurch eine stärkere Entwicklung und mehr Ertragssicherheit resultieren. Allerdings muss mit einem höheren Krankheitsdruck gerechnet werden, da Infektionen relevanter Blattkrankheitserreger bereits im Herbst stattgefunden haben können. Auch hier kann die Züchtung vor allem durch eine stärkere Nachfrage an Bedeutung gewinnen.


Im Rahmen der Resistenzzüchtung gegenüber dem Pathogenspektrum der Futtererbsen wird in der heutigen Züchtung resistentes Material gegen *Fusarium oxysporum* eingekreuzt (SASS, 2019b). Falscher Mehltau (*Peronospora pisi*) und die Grauschimmelkrankheit (*Botrytis cinerea*) fallen unter eine Basisresistenz, die bei Feldversuchen näher analysiert wird. Zum Ascochyta-Krankheitskomplex der Erbse werden die Erreger *Ascochyta pisi*, *Mycosphaerella pinodes* und *Phoma medicaginis* gezählt (FISCHER, 2017). Trotz intensiver Suche konnten bisher nur moderate Resistenzen in Erbsensorten nachgewiesen werden, die nicht in der Lage waren, die Krankheit ausreichend zu kontrollieren (FONDEVILLA et al., 2007b). Zur Bekämpfung sollte befallsfreies Saatgut verwendet werden. Dies wird bei zertifiziertem Saatgut garantiert, da bei der amtlichen Feldbesichtigung von Vermehrungsbeständen ein Ascochyta-Befall als Ausschlusskriterium für die weitere Verwendung als Saatgut gilt (FISCHER, 2017).

Exkurs:

„Halbblattlose Erbsen – weniger ist mehr!“

In den letzten Jahrzehnten hat die Züchtung von Körnererbsen erhebliche Fortschritte gemacht. Ein Meilenstein war die Einkreuzung einer Mutante, bei der die Fiederblätter zu zusätzlichen Ranken umgebildet und nur die Nebenblätter normal entwickelt waren (BECKER, 1993). Diese Pflanzen können sich wesentlich stärker verhaken und sind im Bestand somit standfester gegenüber Futtererbsen mit normalem Wuchstyp.

Im Jahre 1974 zeigten Forscher aus England erstmals, dass diese „reduced stipule peas“, heute besser bekannt als „se-mileafless“ oder „halbblattlose“ Erbsen, auch ertraglich in keiner Weise schlechter zu beurteilen waren als Erbsen mit voller Beblätterung (SNOAD, 1974). Bei den ebenfalls zu Forschungszwecken gezüchteten „leafless peas“, also Erbsen ohne Blätter und nur mit Ranken, war die photosynthetische Fläche zu sehr reduziert und somit der Ertragsabfall zu nachteilig gegenüber dem Vorteil der herausragenden Standfestigkeit. Halbblattlose Erbsen haben hingegen schnell an Bedeutung gewonnen und sind heute fast ausschließlich in den gängigen Futtererbsensorten anzutreffen. Ähnlich den Ackerbohnen ist die Standfestigkeit bei Futtererbsen das wesentliche Merkmal für die betriebsindividuelle Sortenwahl und sollte Vorrang gegenüber dem wesentlichen Merkmal „Kornertrag“ haben (SAUERMANN et al., 2016).

Anhand der Sortenbeurteilungen in den Beschreibenden Sortenlisten der letzten 20 Jahre kann eindrucksvoll die Entwicklung der Ausprägungsstufen hinsichtlich der Merkmale „Neigung zu Lager“ und „Kornertrag“ gezeigt werden. Im Durchschnitt werden die heutigen Futtererbsensorten alle 10 Jahre hinsichtlich der Ausprägungsstufe „Neigung zu Lager“ um eine Note besser (Abb. 6). 

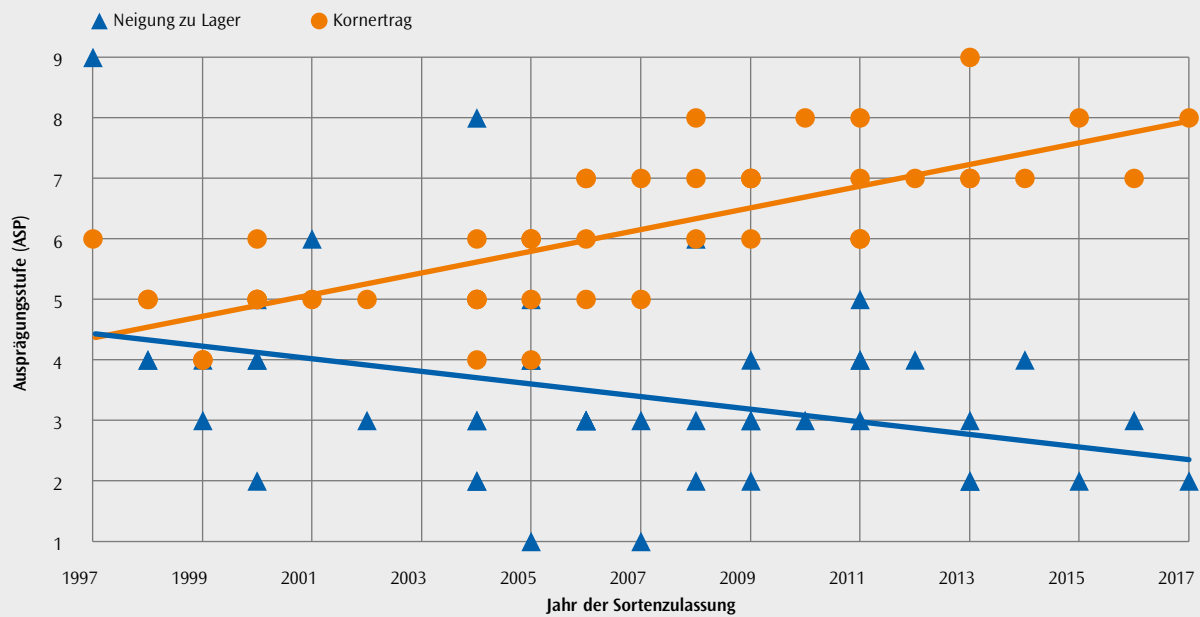


Abb. 6: Vergleich der Ausprägungsstufen „Neigung zu Lager“ und „Kornertrag“ von Futtererbsensorten zum „Jahr der Sortenzulassung“ laut Beschreibender Sortenlisten



Abb. 7: Bei halbblattlosen Erbsen sind die Fiederblätter zu zusätzlichen Ranken umgebildet und verleihen den Pflanzen eine höhere Standfestigkeit als bei voller Beblätterung.
Quelle: NPZ

Analog zu den Ackerbohnen kann auch hier geschlussfolgert werden, dass eine Leistungssteigerung im Ertrag nicht nur auf die genetische Verbesserung der ertragsbildenden Merkmale, sondern auch auf Verbesserung der Faktoren „Standfestigkeit“ und „Mähdruschfähigkeit“ zurückzuführen ist. Das Beispiel der halbblattlosen Futtererbse zeigt eindringlich, dass auch drastische Effekte solcher Mutationen mit der richtigen züchterischen Bearbeitung zu einer gesteigerten Wertschöpfung im praktischen Anbau führen. Dies war der Grundstein zur Entwicklung der Futtererbse hin zu einer optimierten Marktfucht für die vollmechanisierte Mähdruscherte, ermöglicht durch die moderne Sortenzüchtung.

2.2.3 Ausblick zur Züchtung im Bereich Futtererbse

Das Zuchtziel „Kornertrag“ wird bei den Futtererbsen weiterhin an erster Position für die zukünftige Ausrichtung der Züchtung stehen. Die Standfestigkeit, die unmittelbar mit dem Kornertrag bzw. der Mähdruschfähigkeit einer Sorte verknüpft ist, wird durch die konsequente Verbesserung des halbblattlosen Wuchstyps weiter verbessert.

Durch ein gesteigertes Interesse an pflanzlichem Protein werden die Zuchtziele „Proteinерtrag“ und „Proteingehalt“ stärker in den Fokus der Züchtung rücken (siehe hierzu auch Punkt 3.5).

Bei weiterhin anhaltenden Restriktionen im Bereich der Zulassung von Fungiziden, oder bei chemisch nicht bekämpfbaren Erregern, muss eine Absicherung über den Fortschritt bei der Resistenzzüchtung erfolgen. Bezüglich der Resistenzen gegenüber Krankheitserregern ist an erster Stelle die *Aphanomyces*-Wurzelfäule (*Aphanomyces euteiches*) zu nennen. Dieser Erreger hat zu einer starken Reduzierung der Erbsenanbaufläche in Frankreich geführt (MÄNNEL et al., 2019), wodurch die Entwicklung von resistenten Sorten bei vielen Erbsenzüchtern an erster Stelle steht. In Deutschland gibt es mit *Aphanomyces* bisher keine Probleme. Weiterhin sind Resistenzen gegenüber verschiedenen Virose sowie gegen den *Ascochyta*-Komplex, worunter auch die Brennfleckenkrankheit fällt, geplant. In Wildformen der Erbse sind stärkere Resistenzen (*Ascochyta*) vorhanden, bisher allerdings ohne Implementierung in aktuelle Züchtungsprogramme (FONDEVILLA et al., 2005).

2.3 Lupine (*Lupinus*)

2.3.1 Bedeutung der Lupine in Deutschland

Lupinen werden in Deutschland auf einer Fläche von 23.400 ha (Stand 2018, ANONYMUS, 2019a) angebaut, wobei sich der Hauptanbau auf die leichteren Standorte der ostdeutschen Bundesländer konzentriert. Der geringe Flächenanteil resultiert oftmals aus dem Anbau auf Grenzstandorten mit geringer Ertragsfähigkeit, wodurch die Durchschnittserträge gegenüber Ackerbohnen und Futtererbsen im Bundesdurchschnitt deutlich abfallen (BÖHM & BOJAHN, 2018).

Bei Lupinen können verschiedene Arten unterschieden werden: Am verbreitetsten ist zurzeit die Blaue Lupine (*Lupinus angustifolius*) mit aktuell 10 zugelassenen Sorten (ANONYMUS, 2018b). Sie verdankt ihre Popularität der eher geringen Anfälligkeit gegenüber der Pilzkrankheit Anthraknose (Brennfleckenkrankheit), im Gegensatz zur Weißen (*Lupinus albus*) und Gelben Lupine (*Lupinus luteus*) (nähere Erläuterungen siehe Exkurs Anthraknose). In jüngster Zeit kann anhand der Zulassungszahlen eine Erholung der Situation aufgezeigt werden, da in neueren Sorten der Weißen Lupine eine ausgeprägte Resistenz gegenüber dem Schadpilz eingekreuzt wurde (DEYERLER, 2018). So konnten im Frühjahr 2019 zu der bereits zugelassenen Sorte in der Beschreibenden Sortenliste zwei Neuzulassungen hinzugefügt werden. Weiße und Blaue Lupine kommen in Deutschland zusammen auf eine Vermehrungsfläche von 1.400 ha. Anhand des Saatgutumsatzes und der Anbaufläche wurde bei den Lupinenarten im Jahr 2018 ein Saatgutwechsel von nur 40% ermittelt (RÜCKER, 2018).

Sorten von Blauer Lupine mit deutschem oder europäischem Sortenschutz unterliegen nicht der gebührenbasierten Nachbauregelung, dürfen also nicht nachgebaut werden.

2.3.2 Rückblick Lupinenzüchtung

Aufgrund der hohen Gehalte an Alkaloiden fand die Lupine zunächst nur als Gründüngungspflanze Verwendung. Erst in den 20er- und 30er-Jahren des 20. Jahrhunderts legte die Züchtung mit der Auffindung einer bitterstoffarmen Lupine den Grundstein für eine neuartige Nutzung des Erntegutes als Futtermittel (WEHLING & BÖHME, 2016). Diese fortan dann als „Süßlupine“ bezeichnete Form ist aufgrund des hohen Rohproteingehaltes von ca. 28–32% (Schmalblättrige Lupine), 33–37% (Weiße Lupine) bzw. 37–40% (Gelbe Lupine) in der Trockensubstanz ein sehr gefragtes Eiweißfuttermittel (MÄNNEL et al., 2019).

Der Alkaloidgehalt wird bei Lupinen dominant vererbt. Da Lupinen teilweise Fremdbestäuber sind, kann es durch Einkreuzung, Mutation oder Rekombination immer wieder vereinzelt zu bitterstoffreichen Pflanzen kommen. Außerdem wird der niedrige Alkaloidgehalt von verschiedenen unabhängig wirkenden Genen vererbt. Aus der Kreuzung von zwei Pflanzen, deren Alkaloidarmut auf verschiedenen Genen beruht, können Nachkommen mit hohem Alkaloidgehalt hervorgehen. Die Durchkreuzung zweier bitterstoffarmer Sorten kann somit zu bitterstoffreichem Saatgut führen. Vor dem Nachbau des eigenen Saatgutes muss daher dringend gewarnt werden. Die Verwendung von kontrolliertem Saatgut sichert die gefahrlose Verwertung des Erntegutes durch Mensch und Tier (WEHLING & BÖHME, 2016).

Verschiedene züchterische Eingriffe haben im Laufe der Zeit dazu geführt, dass die heutige Lupine deutlich frühreifer als die Ursprungsform ist. Bei der Blauen Lupine sind zum Beispiel Sorten mit einem determinierten (endständigen) Wuchs verfügbar, die keine Verzweigungen ausbilden und daher für Gebiete mit später Abreife genutzt werden können. In Jahren mit normaler Abreife haben sie allerdings Ertragsnachteile gegenüber den verzweigten Typen, weshalb die aktuelle Züchtung eher auf den verzweigten Wuchstyp ausgerichtet ist. Zugelassene Sorten werden nach dieser Wuchsform unterschieden (WEHLING & BÖHME, 2016).

Exkurs:

„Anthraknose – die Geißel des Lupinenanbaus“

Bereits 1939 wurde in den USA die Pilzkrankheit Anthraknose an Lupinen, ausgelöst durch den Erreger *Colletotrichum lupini*, diagnostiziert und beschrieben (WEIMER, 1943). Relevanz für den praktischen Anbau erlangte die Krankheit dagegen erst ab den 70er-Jahren, in deren Folge sie in den 90er-Jahren den Lupinenanbau von den Feldern in Deutschland verdrängte (DEYERLER, 2018) (Abb. 1). Anthraknose gilt daher als wichtigste Krankheit im Lupinenanbau und im Speziellen für die Züchtung, da keine fungiziden Wirkstoffe für eine ausreichende Bekämpfung zur Verfügung stehen.

Anthraknose ist samenbürtig und kann die Pflanzen bis zum Totalausfall der Kultur schädigen. Symptome können während der gesamten Vegetation in verschiedenen Ausprägungen auftreten: Bei jungen Pflanzen äußert sich die Infektion mit einem verzögerten Auflaufen und im späteren Verlauf mit Welkeerscheinungen und erschlafften Blättern. Bei größeren Pflanzen sind oftmals Triebverdrehungen und Stängelkrümmungen sichtbar.



Abb. 8: Typische Symptome von Anthraknose an Lupinen, bei der die Stängel durch Einschnürungen und Brennflecken abknicken. Im rechten Bild ist zum Vergleich eine gesunde Pflanze (links) dargestellt.

Quelle: Algermissen

Zwischen den einzelnen Lupinenarten gibt es Abstufungen hinsichtlich ihrer Anfälligkeit, wobei die Gelbe Lupine, gefolgt von Weißer und Blauer Lupine, am anfälligsten ist (MÄNNEL et al., 2019). Die Züchtungsunternehmen arbeiten mit Hochdruck an der Einkreuzung von resistentem Material in die Zuchtlinien. Besonders die Blaue Lupine ist inzwischen mit einer ausgeprägten Resistenz gegen die Anthraknose ausgestattet, der viel Arbeit in der Züchtungsforschung vorangegangen ist. Bei der Weißen Lupine zeigen die Neuzulassungen aus dem Frühjahr 2019 eine erfreuliche Tendenz im Kampf gegen die Krankheit (ANONYMUS, 2019b).

2.3.3 Ausblick zur Züchtung im Bereich Lupine

Als Grundlage für die zukünftige Lupinenzüchtung werden weiterhin die Faktoren zum Erzielen und Absichern eines hohen Ertrages an erster Stelle stehen. Verbunden mit dem Ertragspotenzial spielen damit auch die Hülsenplatzfestigkeit und die Höhe des Hülsenansatzes, zur besseren Beerntbarkeit, eine wesentliche Rolle. An dieser Stelle ist auch die gleichmäßige Abreife der einzelnen Hülsen zu nennen. Frühere Abreife bei den Sorten mit verzweigtem Wuchstyp kann eine Nutzung in klassischen Spätdruschgebieten bei Ausnutzung des vollen Ertragspotenzials von Lupinen ermöglichen. Selbst für die Gelbe Lupine, die am sensitivsten auf Anthraknose reagiert, konnte eine genetische Ressource ausfindig gemacht werden, die frühe Abreife mit guter Anthraknose-Resistenz vereint (RUGE-WEHLING et al., 2016).

Mit weiterer Ausprägung von Witterungsextremen werden die Toleranzen gegenüber Frost, Trockenheit und Hitze stärker in den Fokus rücken.

Im Zuge der gesteigerten Anwendung von Lupinen in der Humanernährung wird an einer weiteren Reduktion des Alkaloidgehaltes gezüchtet. Weiterhin werden bei der Verwendung der Lupine als hochwertige Proteinquelle der Proteingehalt und die Proteinqualität in der Züchtung eine Rolle spielen.

Bei der Züchtung zur Verbesserung von Resistenzen gegenüber Krankheiten wird weiterhin die Anthraknose an erster Stelle genannt. Dabei konnten bereits DNA-Marker für Resistenzgene entwickelt werden, die für eine gezielte Einkreuzung der Resistenzen in Blauer und Gelber Lupine genutzt werden können (RUGE-WEHLING et al., 2016).

3. Zukünftige Herausforderungen im Ackerbau und Beitrag der Körnerleguminosen

3.1 Zunahme der Restriktionen im Bereich Pflanzenschutz

Der Wegfall von potenten Wirkstoffen im Pflanzenschutz bei den gängigen Marktfrüchten in allen Bereichen (Herbizid, Fungizid, Insektizid) geht einher mit der Frage nach alternativen Verfahren. Gleichzeitig mehren sich die Regionen, in denen vor allem eine stark zunehmende Verungrasung den Anbau von Getreide erheblich erschwert. Die derzeitigen Fruchtfolgen mit einem hohen Anteil an Winterungen bieten kaum Möglichkeiten, den Druck aus dem System zu nehmen. Der Einbau von Körnerleguminosen kann hierbei Abhilfe schaffen, da sowohl vor der Aussaat im Frühjahr mit einer mechanischen oder chemischen Behandlung als auch in der Kultur, mit geeigneten Wirkstoffen, das Ungras bekämpft wird. Des Weiteren können Ackerbohnen, Futtererbsen und Lupinen ohne Probleme als Reihenkultur etabliert werden, um eine mechanische Unkrautbekämpfung vor oder nach dem Auflaufen mit Striegel oder Hacke durchzuführen.

Das gestiegene Interesse des konventionellen Ackerbaus an alternativen Verfahren im Pflanzenschutz führte zu einem Innovationsschub in Bereichen dieser Technik. Kameragesteuerte Hackgeräte und GPS-gelenkte Schlepper steigern die Wirtschaftlichkeit dieser Verfahren, von denen auch die Körnerleguminosen profitieren können. Im Hinblick auf den Integrierten Pflanzenschutz ist allein durch einen Anteil von 25% Sommerungen in der Fruchtfolge bereits eine Reduzierung des Behandlungsindex im Pflanzenschutz um 30 % möglich (ANONYMUS, 2011a). Die Integration von Körnerleguminosen in die Fruchtfolge kann somit die Nachhaltigkeit des Anbausystems und die Stabilität des Fruchtfolgesystems fördern.

3.2 Einsparungen im Bereich Düngung

Körnerleguminosen sind in der Lage, mithilfe der Knöllchenbakterien Luftstickstoff zu nutzen und auf natürlichem Wege in das Bodensystem zu bringen. Dieser bereitgestellte „Biostickstoff“ verringert den zugeführten Stickstoffdünger in der Fruchtfolge und leistet damit einen nicht unerheblichen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit des Systems. Fossile Brennstoffe sowie klimarelevante Emissionen, welche die energieaufwendige Produktion von Mineraldünger benötigt bzw. freisetzt, werden durch Leguminosen eingespart. Der Leguminosenanbau kann zukünftig der Schlüsselfaktor für den Wechsel einer ressourcenabhängigen Landwirtschaft zu einer auf erneuerbare Ressourcen zurückgreifende, wissensbasierte Bioökonomie sein (WEHLING, 2009).

Mangelnde N-Effizienzen in engen Fruchtfolgen ohne Leguminosen verursachen sowohl betriebs- als auch volkswirtschaftliche Verluste und führen zu Umweltbelastungen in Form von Ammoniak- und Lachgasemissionen in die Atmosphäre sowie Nitratauswaschungen in das Grund- und Oberflächenwasser (ANONYMUS, 2012).

Werden Leguminosen der Fruchtfolge hinzugefügt, stellt der symbiotisch gebundene Stickstoff aus der Pflanzenbiomasse eine günstigere zeitliche Verteilung des N-Angebots und eine höhere Ausnutzung bei geringerer Auswaschung dar (ANONYMUS, 2012). Phosphordünger in mineralischer Form kommt überwiegend aus dem Abbau von fossilen Lagerstätten, die endlich sind. Das Ende dieser globalen Phosphorreserven wird unterschiedlich eingeschätzt und teilweise mit großer Unsicherheit, z. B. mit einem Zeitraum von 50 bis 200 Jahren, angegeben (ULRICH, 2013).

Im Zuge dieser Phosphordiskussion ist die Fähigkeit von Leguminosen sehr interessant, neben Stickstoff auch die Verfügbarkeit anderer Nährstoffe im Boden zu erhöhen, indem sie mittels Wurzel-ausscheidungen (Carboxylaten) z. B. schwer lösliche Phosphate in eine für die Pflanze verwendbare Form bringen (LAMBERS et al., 2013). In einer Studie konnte gezeigt werden, dass neben Lupinen auch Futtererbsen und Ackerbohnen in der Lage sind, die P-Aufnahme des nachfolgenden Weizens auch bei hohen P-Gehalten im Boden zu erhöhen (NURUZZAMAN et al., 2005). Somit sollte vor dem Aspekt gesteigerter Energie- und Düngepreise und einer zunehmenden Ökologisierung der konventionellen Landwirtschaft mit der Vorgabe eines restriktiven Einsatzes von N- und P-Düngemitteln der Anbau von Körnerleguminosen aus den genannten Gründen stärker in den Fokus rücken.

3.3 Klimawandel

Die Szenarien des Klimawandels prognostizieren für Deutschland eine veränderte Niederschlagsmenge und -verteilung sowie einen Anstieg der Durchschnittstemperatur (ANONYMUS, 2011b). Bis zum Ende dieses Jahrhunderts wird eine Erwärmung von ca. 2–3 °C erwartet. Für die Sommerhalbjahre gehen die Experten von einem Rückgang der Niederschläge um 30% bis 2080 aus (ANONYMUS, 2013). Allerdings sollen Starkregenereignisse mit höherer Wahrscheinlichkeit auftreten.

Die Landwirtschaft muss sich zukünftig an diese geänderten Gegebenheiten anpassen und Strategien zur Abmilderung der skizzierten Szenarien entwickeln. Körnerleguminosen können dabei in besonderer Weise ihren Beitrag leisten. Durch ihre starke Wurzelleistung sind sie in der Lage, die gesamte Ackerkrume und auch den Unterboden zu durchwurzeln, womit sich die Infiltrations- und Speicherleistung der Böden erhöht (ANONYMUS, 2012). Diese Wurzelleistung kann Wasser selbst in Tiefen nutzen, die von anderen Marktfrüchten nicht erreicht werden können.

Auch die Diversifizierung der Fruchtfolge durch Körnerleguminosen kann klimawandelrelevant sein. Mit der Aufnahme von Ackerbohnen, Erbsen oder Lupinen ist in vielen Fällen ein Wechsel von Sommer- und Winterfrucht einerseits und Blatt- und Halmfrucht andererseits möglich. Risikostreuung durch Sommerungen sowie eine Krankheitsvermeidung und -vorbeugung durch geänderte Fruchtarten wird damit aktiv betrieben (ANONYMUS, 2019c).

Ackerbohnen gelten unter den Körnerleguminosen als sehr empfindlich gegenüber Wassermangel in den einzelnen Entwicklungsstadien (MCDONALD & PAULSEN, 1997). Trotz dieser Tatsache gibt es eine Reihe von züchterischen Ansätzen, die eine gezielte Toleranz gegenüber Trockenstress im Fokus haben. Spaltöffnungen an den Blättern der Pflanze dienen der Aufnahme von CO₂ und der Abgabe von Sauerstoff und Wasser. Die gezielte Auswahl von Zuchtlinien mit einer niedrigeren Anzahl an Spaltöffnungen führt zu einer verbesserten Trockenheitstoleranz der Pflanzen und damit einer besseren Anpassung an Trockenstressbedingungen (KHAN et al., 2010).

Bei Futtererbsen konnten bereits Erfolge in Bezug auf die Standfestigkeit der Sorten erzielt werden, die bei erhöhter Wahrscheinlichkeit von Starkregenereignissen von Vorteil ist. Lupinen haben von Haus aus aufgrund ihrer hohen Wurzelleistung die hervorragende Eigenschaft, auf trockenen Standorten sehr gute Erträge zu liefern. Eine Ausweitung des Anbaus in Deutschland kann unter Berücksichtigung der Klimawandelszenarien dabei durchaus in Betracht gezogen werden (OPITZ, 2016).

3.4 Steigerung der Biodiversität

In Deutschland hat die Bundesregierung im Jahr 2007 die Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt verabschiedet, womit die Agrobiodiversität bis zum Jahr 2020 deutlich erhöht werden soll (ANONYMUS, 2014). Durch die Erweiterung des Kulturartenspektrums kann generell eine Erhöhung der Artenvielfalt und in dem Zusammenhang eine gesteigerte Biodiversität festgestellt werden (ANONYMUS, 2016). Aber auch weitere Ökosystemdienstleistungen können von neu in die Fruchtfolge aufgenommenen Leguminosen bereitgestellt werden: Blühende Leguminosenbestände sind nicht zuletzt

durch ihre positive Wirkung auf Bestäuberinsekten wertvoll. Ein gesteigertes Blühangebot bietet eine sehr gute Nahrungsgrundlage für nektarsammelnde Insekten, die ihrerseits wiederum andere Kulturarten und -pflanzen bestäuben können (ANONYMUS, 2016). Schwebfliegen zählen ebenfalls zu den Profiteuren einer höheren Blühpflanzendichte und sind im Hinblick auf ihr räuberisches Larvenstadium gegenüber virusübertragenden Blattläusen besonders in Körnerleguminosen sehr nützlich und gern gesehen.

3.5 Protein in der Humanernährung

Neu in den Fokus der Züchtung wird der bisher eher zweitrangig betrachtete Proteingehalt und Proteinertrag gelangen. Ernährungsphysiologisch ist das Protein von Körnerleguminosen sehr hochwertig und weist teilweise hervorragende Verarbeitungseigenschaften auf, weshalb neben dem Futterbereich zukünftig der Bereich der Lebensmittel stärker betrachtet werden sollte (WEHLING, 2009). Beispielhaft zeigen Untersuchungen an der Blauen Lupine eine positive bioaktive Wirkung und eine Verwendungsmöglichkeit als diätisches Lebensmittel (BÖHM, 2009).

In der heutigen Zeit gibt es bereits herausragende Beispiele, wie vielfältig und in welchem Umfang Körnerleguminosen als Rohstoff genutzt werden können. Die Emsland-Aller-Aqua GmbH verarbeitet zurzeit fast die Hälfte der deutschen Erbsenanbaufläche zu Erbsenstärke, Eiweiß und Faserstoffen (BÖSE & BOENISCH, 2019). Das Erbseneiweiß beinhaltet vor allem Lysin, aber auch andere essenzielle Aminosäuren und ist dabei neben der Fütterung von Nutztieren auch für die menschliche Ernährung gut geeignet. Die Erbsenstärke findet vor allem in Backwaren Verwendung. Daneben kann es aber auch in technischen Anwendungen, z. B. Verpackungen, genutzt werden. Die wachsende Nachfrage nach Fleischersatzprodukten ist ein zusätzlicher Absatzweg für das Erbsenprotein, mit welchem gut die Fleischfaserung imitiert werden kann. Besonders nach Einführung der Greening-Verordnung haben viele Landwirte alternative Vermarktungswege für ihre Körnerleguminosen gesucht und sind auch nach dem Verbot von Pflanzenschutzmitteln auf Greeningflächen beim Erbsenanbau geblieben.

Der Trend zu einer pflanzlichen Proteinversorgung anstelle der Versorgung über tierisches Eiweiß ist aktuell in der Bevölkerung ein Thema. Dafür gibt es einige Gründe: Eine vielbeachtete Studie (vgl. PYRITZ, 2016) aus den USA kommt zu dem Ergebnis, dass eine pflanzlich ausgerichtete Proteinversorgung das Sterberisiko gegenüber einer stark tierischen Eiweißversorgung senkt (MINGYANG SONG et al., 2016). Weiterhin wird der Klimawandel in eine direkte Verbindung zu unseren Essgewohnheiten gebracht. Sollte zukünftig das Ziel einer noch erträglichen Erderwärmung erreicht werden, muss der Verbrauch von Fleisch von Wiederkäuern und Milch reduziert oder ganz eingestellt werden (SEARCHINGER et al., 2018). Allerdings stellt sich bei diesem Szenario zwangsläufig die Frage, wie die Proteinversorgung der Weltbevölkerung in Zukunft gesichert werden soll. Bei der Antwort müssen die pflanzlichen Proteinversorger, in unserem Fall Ackerbohne, Erbse und Co., eine wesentliche Rolle spielen.

4. Zusammenfassung

Die Pflanzenzüchtung leistet einen unverzichtbaren Beitrag zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit im Pflanzenbau und zur Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion. Höhere Erträge auf der gleichen Fläche oder gleiche Erträge auf einer verkleinerten Fläche tragen zu einer Verminderung der Umweltbelastung durch die Nahrungsmittelproduktion bei. Verbesserte Resistenzen in den Sorten vermindern die Notwendigkeit des Pflanzenschutzmitteleinsatzes.

In einer Studie aus dem Jahr 2013 wurde der Wohlfahrtsgewinn der Pflanzenzüchtung in den Jahren 1991 bis 2010 auf 9 bis 12,5 Milliarden Euro geschätzt (NOLEPPA & VON WITZKE, 2013). Diese Markteffekte entstehen durch geringere Produktionskosten bei den Erzeugern und niedrige Preise für die Verbraucher. Zusätzlich wird durch die Studie aufgrund eines geringeren Flächenbedarfs und der Einsparung von Treibhausgasemissionen ein Umweltnutzen in Höhe von 2 bis 3 Milliarden Euro errechnet. Die relativ geringe Anbaufläche von Körnerleguminosen in Deutschland und der hohe Nachbauanteil vermindern mögliche Investitionen in die Neuzüchtung von Ackerbohne, Futtererbse und Lupine. Dabei bestehen gerade jetzt Chancen für eine spürbare Anbauausdehnung der genannten Arten. Drastisch verringerte Pflanzenschutzoptionen, steigende phytosanitäre Probleme und weitere Restriktionen im Bereich der Düngung machen eine breitere Fruchtfolge unablässig. Der Trend geht zum verstärkten Anbau von Sommerkulturen, um den genannten Herausforderungen effektiver zu begegnen und sie zukünftig zu meistern.

Vor diesem Hintergrund wird an die Landwirte appelliert, durch den Kauf von zertifiziertem Saatgut von Ackerbohne, Futtererbse und Lupine die Züchtungsanstrengungen in diesen Bereichen zu unterstützen. Zumindest sollte im Falle des Nachbaus die dem Züchter zustehende Nachbaugebühr zuverlässig entrichtet werden. Die deutschen Pflanzenzüchter und die zukünftigen Generationen von Landwirten werden es ihnen danken.

5. Quellenverzeichnis

- ANONYMUS (2011a): Beratung zur Nachhaltigkeit im Pflanzenschutz – Empfehlungen des Fachbeirates für nachhaltigen Pflanzenbau im BVL. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Braunschweig.
- ANONYMUS (2011b): Themenblatt: Anpassungen an den Klimawandel – Landwirtschaft.
- ANONYMUS (2012): Fachforum Leguminosen: Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft – Ökosystemleistungen von Leguminosen wettbewerbsfähig machen. Deutsche Agrarforschungsallianz, Braunschweig.
- ANONYMUS (2013): Klimafolgen: Handlungsfeld Landwirtschaft. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/folgen-des-klimawandels/klimafolgen-deutschland/klimafolgen-handlungsfeld-landwirtschaft#textpart-1> [15.06.2019]
- ANONYMUS (2014): Leguminosen nutzen – Naturverträgliche Anbaumethoden aus der Praxis. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- ANONYMUS (2016): Ackerbohne, Erbse & Co. Die Eiweißpflanzenstrategie des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft zur Förderung des Leguminosenanbaus in Deutschland. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Berlin.
- ANONYMUS (2017): Bioökonomie für eine nachhaltige Ernährung – Neue Ansätze für die Proteinversorgung der Zukunft. Bioökonomierat, Börmemo 06, Berlin.
- ANONYMUS (2018a): Ackerbaustrategie der deutschen Landwirtschaft. Zentrallausschuss der deutschen Landwirtschaft, Berlin.
- ANONYMUS (2018b): Beschreibende Sortenliste – Getreide, Mais, Öl- und Faserpflanzen, Leguminosen, Rüben, Zwischenfrüchte. Bundessortenamt Hannover.
- ANONYMUS (2018c): Saatgutvermehrungsflächen in Deutschland. Bundessortenamt Hannover. https://www.bundessortenamt.de/bsa/media/Files/Saatgut/P1_mErfbes_LW_20181219.pdf [02.05.2019]
- ANONYMUS (2018d): Klimastrategie 2.0 des Deutschen Bauernverbandes 2018. Deutscher Bauernverband, Berlin.
- ANONYMUS (2019a): Statistisches Bundesamt. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Wachstum und Ernte – Feldfrüchte. https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/Publikationen/Downloads-Feldfruechte/feldfruechte-jahr-2030321187164.pdf?__blob=publicationFile&v=4 [30.03.2019]

- ANONYMUS (2019b): Neuzulassungen – Beschreibung der Werteigenschaften, Weiße Lupine. Bundessortenamt Hannover.
https://www.bundessortenamt.de/Downloads/WP/Neuzulassungen_Wert/wert_luw_2018.pdf
 [01.06.2019]
- ANONYMUS (2019c): Klimawandel und Landwirtschaft – Anpassungsstrategien im Ackerbau. Verband der Landwirtschaftskammern, Berlin.
- ANONYMUS (2019d): FactFish. Erntestatistiken für verschiedene Früchte und Länder.
<http://www.factfish.com/de/katalog/ernte> [01.04.2019]
- BECKER, H. (1993): Pflanzenzüchtung. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- BELLOF, G.; HALLE, I.; RODEHUTSCORD, M. (2016): Heimische Körnerleguminosen in der Geflügelhaltung, Proteinmarkt.de.
- BÖHM, H. (2009): Körnerleguminosen – Stand des Wissens sowie zukünftiger Forschungsbedarf aus Sicht des Ökologischen Landbaus. *Journal für Kulturpflanzen* 61 (9), 324–331.
- BÖHM, H., BOJAHN, J. (2018): Lupinenanbau – ein Wagnis? *Bauernblatt* 11, 42–44.
- BÖSE, J., BOENISCH, A. (2019): Nach einem „harten Weg“: starke Vermarktung von Erbsen. Interview mit Martin Jahn, Emsland-Aller-Aqua-GmbH.
<https://www.praxisnah.de/index.cfm/article/10012.html?longversion> [20.08.2019]
- CARRILLO-PERDOMO, E.; RAFFIOT, B.; OLLIVIER, D.; DEULVOT, C.; MAGNIN-ROBERT, J. B.; TAYEH, N.; MARGET, P. (2019): Identification of novel sources of resistance to Seed Weevils (*Bruchus* spp.) in a Faba Bean germplasm collection. *Frontiers in Plant Science*, 1914.
- DEYERLER, M. (2018): Weiße Renaissance – Lupine als einheimischer Eiweißlieferant. *Innovation* 4, 22–23.
- FISCHER, K. (2017): Damit die Erbse gesund bleibt. *Praxisnah, Sonderheft Leguminosen* 50–55.
- FONDEVILLA S.; AVILA, C.M.; CUBERO, J. I.; RUBIALES, D. (2005): Response to *Mycosphaerella pinodes* in a germplasm collection of *Pisum* spp. *Plant Breeding*, 124, 313–315.
- FONDEVILLA S.; CUBERO, J.I.; RUBIALES, D. (2007): Inheritance of resistance to *Mycosphaerella pinodes* in two wild accessions of *Pisum*. *European Journal of Plant Pathology*, 119, 53–58.
- KHAN H. R.; PAULL, J.G.; SIDDIQUE, K. H. M., STODDARD, F. L. (2010): Faba bean breeding for drought-affected environments: A physiological and agronomic perspective. *Field Crops Research* 115, 279–286.
- LAMBERS, H.; CLEMENTS, J. C.; NELSON, M. N. (2013): How a phosphorus-acquisition strategy based on carboxylate exudation powers the success and agronomic potential of lupines. *American Journal of Botany* 100 (2), 263–288.

- LINK, W. (2009): Züchtungsforschung bei der Ackerbohne: Fakten und Potentiale. *Journal für Kulturpflanzen* 61 (9), 341–347.
- MÄNNEL, M.; SCHÄFER, B. C.; HABERLAH-KORR, V. (2019): Leitlinie des Integrierten Pflanzenschutzes im Anbau von Ackerbohne, Körnererbse, Sojabohne und Süßlupinen. Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen, Berlin.
- MCDONALD, G. K.; PAULSEN, G. M. (1997): High temperature effects on photosynthesis and water relations of grain legumes. *Plant Soil* 196, 47–58.
- MINGYANG SONG, M. D.; FUNG, T. T.; HU, F. B.; WILLETT, W. C.; LONGO, V. D.; CHAN, A. T.; GIOVANNUCCI, E. L. (2016): Association of Animal and Plant Protein Intake With All-Cause and Cause-Specific Mortality. *Jama Internal Medicine* 176 (10), 1453–1463.
- NOLEPPA, S.; VON WITZKE, H. (2013): Die gesellschaftliche Bedeutung der Pflanzenzüchtung in Deutschland. Einfluss auf soziale Wohlfahrt, Ernährungssicherung, Klima- und Ressourcenschutz. HFFA Working Paper 02/2013, Berlin.
- OPITZ, M. (2016): Soja-Ersatz für Deutschland – Gute Bohne, schlechte Bohne. *Wirtschaftswoche*. <https://www.wiwo.de/technologie/green/soja-ersatz-fuer-deutschland-gute-bohne-schlechte-bohne/14952274-all.html> [15.06.2019]
- PYRITZ, L. (2016): Pflanzliche Eiweiße können das Sterberisiko senken. *Deutschlandfunk*. https://www.deutschlandfunk.de/proteine-in-der-ernaehrung-pflanzliche-eiweisse-koennen-das.709.de.html?dram:article_id=362575 [01.06.2019]
- RUGE-WEHLING, B.; ROUX, S.; FISHER, K. (2016): Informationsblatt des JKI: Lupinen bringen Vielfalt auf den Acker. Julius-Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Züchtungsforschung an landwirtschaftlichen Kulturen, Groß Lüsewitz.
- RÜCKER, D. (2018): Saatgutwechsel Grobleguminosen. Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter e.V., Bonn.
- SASS, O.; STELLING, D. (1989): Influence of different plant types on harvestability and yield of faba beans, *Vicia faba* L. *Science for Plant Breeding – XII. EUCARPIA Congress, Göttingen*, 27 Feb – 4 March 1989, Vol. 15, 13–10.
- SASS, O.; VAN HET LOO, S. (2015): Die Winterackerbohne – Züchterisch noch am Anfang. <https://www.praxisnah.de/index.cfm/article/8616.html> [10.04.2019]
- SASS, O. (2017): Stand der Züchtung bei Körnerleguminosen – eine Basis für einen erfolgreichen Anbau. Vortrag DLG-Unternehmertage 06.09.2017, Würzburg.
- SASS, O. (2019a): Persönliche Mitteilung, 16.05.2019.
- SASS, O. (2019b): Gutes Niveau bei aktuellen Erbsensorten, es gibt aber noch einiges zu tun. <http://www.demoneterbo.agrarpraxisforschung.de/index.php?id=333> [10.05.2019]

- SAUERMAN, W.; SASS, O. (2016): UFOP Praxisinformation – Anbauratgeber Ackerbohne. Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen, Berlin.
- SAUERMAN, W.; GRONOW, J.; SPECHT, M.; SASS, O. (2016): UFOP Praxisinformation – Anbauratgeber Körnerfüttererbse. Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen, Berlin.
- SEARCHINGER, T. D.; WIRSENIUS, S.; BERINGER, T.; DUMAS, P. (2018): Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change. *Nature* 564, 249–253.
- SNOAD, B. (1974): A preliminary assessment of leafless peas. *Euphytica* 23, 257–265.
- TROEGEL, T. (2017): Leguminosen – Chance einer Renaissance?
https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/publikationen/aufsaeetze/2017/HZ_201701-02.pdf
[15.05.2019]
- ULRICH, A. E. (2013): Peak phosphorus: Opportunity in the making. Exploring global phosphorus management and stewardship for a sustainable future. Dissertation, ETH Zürich.
- WEHLING, P. (2009): Anbau und Züchtung von Leguminosen in Deutschland – Sachstand und Perspektiven, Fachgespräch im Julius-Kühn-Institut, 21./22. April 2009 in Braunschweig. *Journal für Kulturpflanzen* 61 (9), 359–364.
- WEHLING, P.; BÖHME, A. (2016): Standortanforderungen und Anbau von Lupinen, 9. in: *Lupinen – Anbau und Verwertung*, Gesellschaft zur Förderung der Lupine e. V.
- WEIMER, J. L. (1943): Anthracnose of lupines. *Phytopathology* 33, 249–252.

