



Berichte über Landwirtschaft

Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft

BAND 101 | Ausgabe 2

Agrarwissenschaft
Forschung

Praxis

Trendpflanze Buchweizen: Agronomie und Inhaltsstoffe verschiedener Sorten im heimischen Anbau

von Simone Gräff-Hönninger, Friedrich Longin

1 Buchweizen – ein Pseudogetreide mit viel Tradition

Buchweizen ist ein einjähriges Knöterichgewächs (*Polygonaceae*), welches sich in einige Unterarten aufteilt. In Europa überwiegen zwei Arten: der echte Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*), der als Fremdbefruchter mit großer Blütenpracht und reichlich Nektar die zur Bestäubung notwendigen Insekten anlockt sowie der tartarische Buchweizen (*Fagopyrum tartaricum*), ein Selbstbefruchter mit kleinen Blüten und kleinen, hart umhüllten Körnern (Schwittek 2014, Strahm et al. 2020). Der tartarische Buchweizen dient eher der Gründüngung, während der echte Buchweizen die Körner für die Lebensmittelprodukte liefert (Schwittek 2014).

Buchweizen stammt ursprünglich aus den Steppen höher gelegener Gebirgsländer in Zentral- und Ostasien, wo er schon Jahrtausende v. Chr. angebaut wurde. Da er ähnlich wie Getreide produziert werden kann, wird Buchweizen zu den Pseudogetreiden gezählt. Sein Name ist aber irreführend, da er weder mit der Buche noch dem Weizen verwandt ist. Der Name leitet sich vielmehr von der Form der Frucht ab, die ungeschält aussieht wie Buchecker, während das geschälte Korn einem Weizenkorn ohne Bauchfurche ähnelt (vgl. Miedaner und Longin 2017).

Bis zum zweiten Weltkrieg war der Buchweizenanbau in Mittel- und Norddeutschland noch relativ verbreitet, heute ist er eine absolute Rarität auf deutschen Äckern. Die Hauptproduzenten von Buchweizen sind aktuell Russland und China, wo Buchweizen aus der Küche nicht wegzudenken ist. Erwähnenswert im europäischen Kontext sind Anbauversuche in der Schweiz in den Jahren 2015-2018 (Strahm et al. 2019) sowie eine zunehmende Buchweizenproduktion im Nordwesten Frankreichs, die das gesteigerte Interesse der Landwirtschaft und lokaler Verarbeiter an dieser Kultur belegen. Buchweizen gilt als ernährungsphysiologisch sehr wertvoll sowohl was Menge als auch Zusammensetzung von Proteinen, Stärke, Fettsäuren, Vitaminen, Mineralstoffen sowie sekundären

Inhaltsstoffen angeht (Wijngaard und Arendt 2006). Zudem ist er eine der wichtigsten Arten für die glutenfreie Ernährung.

Im Anbau ist Buchweizen sehr genügsam, erfordert kaum Düngung, wächst sogar noch auf sandigen Böden, wird kaum krank und stellt somit eine attraktive Sommerfrucht für extensiven Anbau unter dem Klimawandel dar. Die lange intensive Blühzeit des echten Buchweizens liefert eine wichtige Nektarquelle für viele Insekten zu einer Zeit, in der weder auf Feld, Wiese noch Wald viel blüht. Insofern stellt Buchweizen zumindest theoretisch eine attraktive Kulturart für die heimische Landwirtschaft dar. Vor diesem Hintergrund sind Anbauversuche gestartet worden, in denen verschiedene Buchweizensorten in mehrortigen Versuchen auf Agronomie und Qualitätsmerkmale unter heimischen Bedingungen getestet wurden.

2 Versuchsbeschreibung

17 verschiedene Sorten des echten Buchweizens wurden in Parzellenversuchen (> 5 m² Fläche je Prüfglied) an drei Anbauorten in einem α – lattice Design mit zwei Wiederholungen pro Ort im Jahr 2018 geprüft (Standorte: 70599 Stuttgart-Hohenheim, 72813 St. Johann, 77731 Eckartsweier). In diesen Versuchen wurden neben Ertrag (dt/ha) noch die Wuchshöhe (cm), die Neigung zu Lager (Boniturnote 1 = wenig, 9 = viel) sowie das Tausendkorngewicht (TKG, g, Marvin Seed Analyzer) und das Hektolitergewicht (kg/100L) der ungeschälten Früchte (Abb.1) erfasst. Daraufhin wurden die einzelnen Erntemuster geschält und gereinigt und die Mehlkörper auf sieben Mineralstoffe untersucht (ICP-OES, Fa. Agilent, Typ: 5110). Alle Auswertungen wurden mit dem Statistikpaket R gemacht (R Core Team 2018).



Abb. 1: Buchweizen ist eine intensive Blühpflanze, die mit reichlich Nektar zahlreiche Insekten anlockt, relativ stark verzweigt und flach wurzelt. Die Früchte sind fest von einer Hülle umschlossen, die vor der Weiterverarbeitung entfernt werden muss (Fotos: F. Longin und A. Mrasori; Alle Foto- und Abbildungsrechte verbleiben bei den Autoren.)

3 Buchweizen lässt sich gut in Deutschland anbauen

Für den Anbau des Buchweizens wurde erfolgreich die normale Getreidetechnik genutzt. Es erfolgte nur eine geringe bis gar keine Düngung. Im Gegenteil, Buchweizen sollte eher auf schwächeren Böden bzw. auf guten aber ungedüngten Böden mit idealerweise geringen N_{min}-Werten angebaut werden, ansonsten wächst er hoch und lagert schnell. Die 17 getesteten Buchweizensorten unterschieden sich erheblich in der Wuchshöhe und Lagerneigung (Tab.1, s. u. Anhang am Textende, Abb. 2). Somit kann der Landwirt die Standfestigkeit neben spätem Fruchtfolgeplatz, minimaler Düngung, usw., zusätzlich über die Sortenwahl beeinflussen.

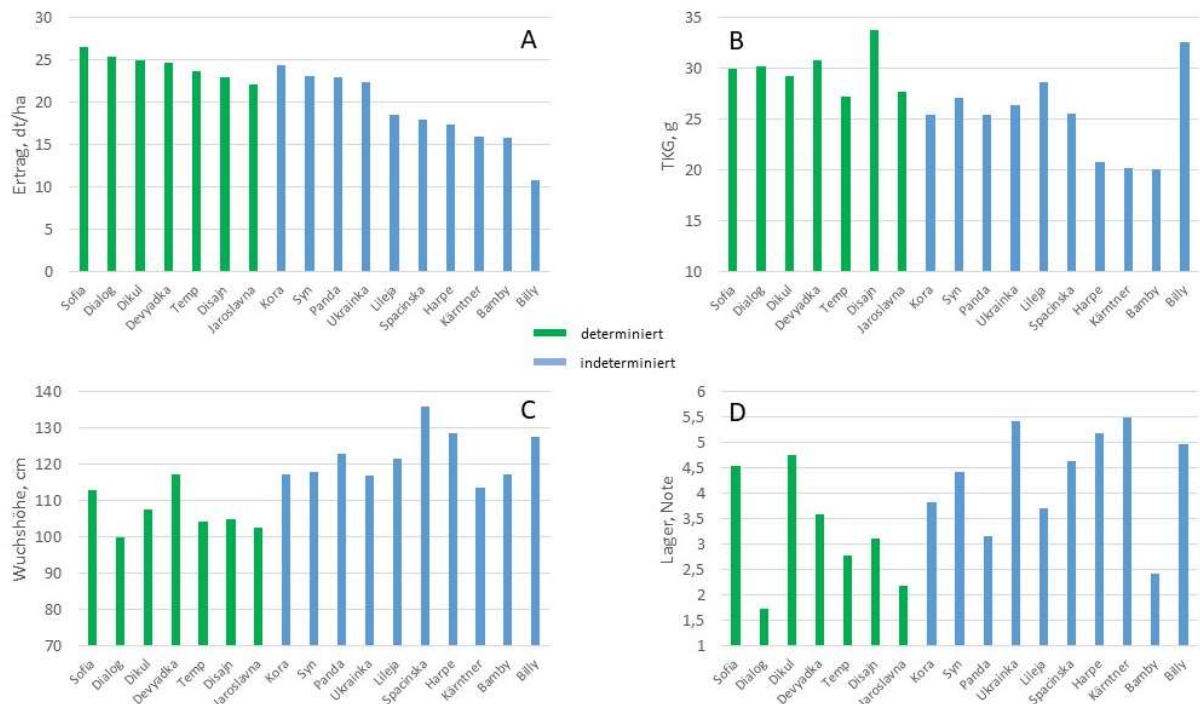


Abb. 2: Vergleich der determinierten (grün) und indeterminierten Sorten (blau) gemittelt über drei Anbauorte bei den Merkmalen Ertrag (A), TKG (B), Wuchshöhe (C) sowie Neigung zu Lager (D, 1 = wenig Lager bis 9 = viel Lager)

Ein weiterer Versuch bestätigt die Kälteempfindlichkeit von Buchweizen. Eine Aussaat zwar Anfang Mai aber vor einer Kaltfront führte dazu, dass der Buchweizen nur teilweise aufblief während sich die Ackerbegleitkräuter bestens entwickelten. Dank seiner sehr kurzen Vegetationszeit von 100-120 Tagen kann für die Aussaat die letzte Kaltfront im Mai abgewartet und die Aussaat erst nach den Eiseheiligen angestrebt werden. Buchweizen soll laut zahlreicher Literaturquellen (Schwittek 2014, Strahm et al. 2020) sehr konkurrenzstark gegenüber Ackerbegleitkräutern sein. Dies lässt sich nach drei Versuchsjahren nur bedingt bestätigen. Gerade am Vegetationsbeginn dauert es einige Wochen, bis der Bestand wirklich komplett die Erde bedeckt. Insofern ist zumindest für den Start eine Unkrautfreiheit von Vorteil, zumal Buchweizen Herbizide nicht gut verträgt.

Der durchschnittliche Ertrag aller 17 Buchweizensorten lag bei 21,19 dt/ha (Tab. 1, s. u. am Textende) bei einer Aussaat Mitte Mai und Ernte Ende August/Anfang September je nach Höhenlage unserer Versuchsstandorte. Dies ist vergleichbar mit Werten aus der Literatur (Aufhammer et al. 1999, Aufhammer und Kübler 1998). Allerdings zeigen die Versuchsergebnisse für die Erträge eine große Schwankungsbreite zwischen den einzelnen Sorten, von gerade einmal gut 10 dt/ha für die Sorte Billy bis fast dem dreifachen, für die Sorte Sofia, mit der 27 dt/ha erzielt wurden. (Abb. 2, Tab. 1, s. u. am Textende). Somit lohnt sich eine genauere Betrachtung der Sorten bei Buchweizen.

4 Sortenwahl und Züchtung von großer Bedeutung bei Buchweizen

Buchweizen ist eine indeterminierte Pflanze, das bedeutet, sie wächst immer weiter und generiert neue Blütenstände, während die alten Blütenstände schon abreifen. Somit wird Buchweizen verzögert reif und bei der Ernte muss der Landwirt den Spagat zwischen noch grünen Blütenteilen und Stängeln und bereits ausfallenden Früchten machen.

In Osteuropa und insbesondere in Russland ist Buchweizen eine wichtige Kulturpflanze und Züchtungsaktivitäten haben dort zu Sorten mit determinierten Blütentyp geführt. Diese Bestände reifen deutlich homogener und sogar etwas früher ab. Deswegen wurden für den Versuch sieben determinierte Sorten mit elf indetermierten Sorten herangezogen und miteinander verglichen.

Im Durchschnitt zeigten die Versuchsergebnisse für die determinierten Sorten - statistisch signifikant - einen höheren Ertrag, bei geringerer Wuchshöhe und Lagerneigung sowie größerem (TKG, Abb. 2), also neben den oben beschriebenen Reifevorteilen auch weitere wichtige agronomische Vorteile. Allerdings ist dies zumindest beim Ertrag und TKG etwas zu relativieren. Denn es gab durchaus indeterminierte Sorten mit ähnlich hohem Ertrag und TKG wie bei den determinierten Sorten (Abb. 2), jedoch handelte es sich dabei um ausschließlich Sorten russischer Herkunft. Die wenigen verfügbaren Sorten aus Frankreich und Österreich schnitten schlechter ab (Bamby, Billy, Harpe, Kärntner).

Das Saatgut für die meisten Sorten aus Osteuropa und Russland war nur sehr schwer zu bekommen und es ist somit fragwürdig, wie leicht Landwirte die durchaus interessanten determinierten Sorten aus Russland erwerben und anbauen könnten. Es gibt – - so zumindest die Kenntnis bei der Versuchsdurchführung - - keine aktuellen Sorten aus Deutschland.

Insofern drängt sich die Frage auf, ob ein heimisches Buchweizenzuchtprogramm gestartet werden kann. Für alle Merkmale wurden signifikante genetische Varianzen festgestellt und die Heritabilitäten der meisten Merkmale waren in Bereichen, wie bei anderen Getreidearten auch (Tab. 1, s. u. am Textende). Zudem waren die wichtigen agronomischen Merkmale wie Ertrag, Standfestigkeit und TKG untereinander nicht negativ korreliert (Tab. 2, s. u. am Textende). Das bedeutet, dass ein effizientes Züchtungsprogramm für den insektenbestäubten Fremdbefruchter Buchweizen aufgesetzt werden könnte, wenn denn der Markt nach heimischen Sorten für eine größere Anbaufläche verlangt.

5 Interessante Inhaltsstoffe

Die Mineralstoffgehalte der Buchweizensorten schwankten bei den Ergebnissen aus dem Versuch im aus der Literatur erwarteten Bereich (vgl. Miedaner und Longin 2017). So hatte der Buchweizen bei den meisten der untersuchten Mineralstoffe einen ähnlich hohen Wert wie Vollkornweizen, bei Kalium und Magnesium aber lagen die Werte deutlich höher (ca. um 1 mg/g Trockensubstanz erhöht). Die Mineralstoffgehalte korrelierten im Versuch nicht negativ mit dem Ertrag, was z.B. bei Getreide teilweise der Fall ist. Diese Ergebnisse würden darauf hinweisen, dass man Buchweizen mit hohem Ertrag und Mineralstoffgehalten züchten könnte, allerdings sollten diese Merkmalszusammenhänge in weiteren Studien abgesichert werden.

Buchweizen enthält zudem einige Vitamine, ungesättigte Fettsäuren und relativ viel resistente Stärke, die den Blutzuckerspiegel langsamer steigen lässt als gleiche Mengen Getreidestärke. Zudem enthält Buchweizen einige interessante Flavonoide wie Rutin, die gesundheitsfördernde Wirkung haben sollen (Wijngaard und Arendt, 2006). Der Proteingehalt soll ähnlich hoch wie bei Weizen sein allerdings mit einer ausgewogeneren Aminosäuren-Zusammensetzung, wobei insbesondere die hohen Lysinergehalte hervorzuheben sind. Zusammenfassend ist Buchweizen somit ernährungsphysiologisch betrachtet, attraktiv.

6 Das Gesamtpaket Buchweizen passt voll in die Zeit

Ein Ertrag von rd. 25 dt/ha erscheint im Vergleich zu dem Sommergetreide erstmal enttäuschend gering. Er bedeutet, dass Landwirte hohe Preise für heimisch produzierten Buchweizen benötigen, um ökonomisch arbeiten zu können. Allerdings erfordert Buchweizen im Anbau nicht viel mehr als säen und ernten, er kann spät in die Fruchtfolge gestellt werden und reift sehr schnell ab. Insofern könnte man versuchen, Buchweizen gegen Mitte/Ende Juni nach einer sehr frühen Vorkulturart wie Grünroggen, sehr früher Gerste oder Frühkartoffel anzubauen. Dann hätte der Landwirt einen zusätzlichen kleinen Gewinn zur Hauptkulturart und die Wirtschaftlichkeit von Buchweizen wäre trotz geringem Ertrag verbessert, allerdings müsste eben die rechtzeitige Reife im Herbst vor der Winteraussaat gesichert sein.

In einer weiteren Studie, die sich noch in der detaillierten Auswertung befindet, wurden deswegen über mehrere Jahre und Orte Aussaaten Mitte Mai und Ende Juni der gleichen Sorten untersucht. Solange Sorten mit früher Abreife gewählt werden, u. a. oben erwähnte determinierte Sorten, wurden bei beiden Aussatterminen die gleichen Erträge und Korngrößen erzielt.

Zudem erfüllt Buchweizen mehrere aktuelle Trends. Bereits vor Corona und durch Corona noch verstärkt, interessieren sich immer mehr Verbraucher für eine bewusste, gesunde Ernährung zu der Buchweizen dank seiner Inhaltsstoffe sicherlich beitragen kann. In der glutenfreien Ernährung ist Buchweizen auch nicht wegzudenken. Im Anbau sind aktuell wichtige Themen eine reduzierte Düngung, Nährstoff- und Wassergenügsamkeit sowie das Artensterben. Hierfür ist Buchweizen wie prädestiniert. Neben den oben besprochenen geringen Ansprüchen an Bodenqualität und Nährstoffe stellt Buchweizen eine intensiv blühende Kulturpflanze (Abb.1) dar, die reichlich und lange Nektar liefert, genau in einer Zeit, wo es in Feld und Flur fast keine Nektarquellen gibt, nämlich zwischen Juni - Mitte August. Ein gesteigerter Konsum von heimisch produzierten Buchweizen würde somit erheblich zur Schaffung größer flächiger blühender Biotope führen. Solch eine größer flächige Etablierung von Buchweizen ist aber kein Selbstläufer. Im Gegenteil, die gesamte Wertschöpfungskette von Züchter, Landwirt, Schälmüller bis hin zu Endprodukthersteller und Lebensmittelhandel müssten eine langfristige Zusammenarbeit etablieren, um hohe Preis- und Verfügbarkeitsvolatilitäten zu reduzieren bzw. gemeinsam zu schultern (Longin und Würschum 2016). Ein erster zentraler Punkt ist die regionale Verfügbarkeit von Einrichtungen, die Buchweizen schälen können. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Erarbeitung attraktiver Produktideen sowie deren Kommunikation zum Verbraucher zur Steigerung und Stabilisierung des heimischen Verbrauchs.

Zusammenfassung

Buchweizen ist eine Kulturpflanze mit viel Tradition, die heute überwiegend in Russland und China produziert und konsumiert wird. Ernährungsphysiologisch sehr wertvoll, genügsam im Anbau mit kurzer Vegetationsphase von gut 100 Tagen kann Buchweizen als späte Sommerfrucht auf kargen Böden, späten Fruchtfolgeplätzen bzw. guten aber ungedüngten Böden rasch wachsen und stellt eine reichliche Nektarquelle für Insekten im Juni-August dar. Somit erscheint Buchweizen sehr attraktiv für eine nachhaltige heimische Landwirtschaft.

In einem Versuch wurden 17 Buchweizensorten an drei Standorten in Süddeutschland angebaut und die Ergebnisse miteinander verglichen. Neben der Agronomie wurden auch wichtige Qualitätsmerkmale untersucht. Der durchschnittliche Ertrag aller Buchweizensorten lag bei rd. 21,2 dt/ha und somit erheblich unter dem von Sommergetreide. Allerdings wurde beim Anbau für diesen Versuch nicht viel mehr gemacht als gesät und geerntet, während Sommergetreide doch einiges an Düngung und Pflanzenschutz benötigt. Auch bei Buchweizen ist die Sortenwahl wichtig, so überzeugten vor allem determinierte Sorten aus Russland mit bis zu 27 dt/ha Ertrag, gleichmäßiger, früher Reife, verbesserter Standfestigkeit und hohem Tausendkorngewicht (TKG).

Die Saatgutverfügbarkeit aus Russland bzw. Osteuropa ist aber schlecht. Insofern würde es sich lohnen, wenige heimische Buchweizensorten zu züchten, wenn die Refinanzierung durch einen gesteigerten heimischen Anbau gesichert wäre. Hierfür ist jedoch die Schaffung stabiler heimischer Wertschöpfungsketten mit fairer Bepreisung heimischer Ware insbesondere durch den Lebensmitteleinzelhandel notwendig.

Summary

Buckwheat is a crop with long tradition, which is nowadays mainly grown and consumed in Russia and China. High in nutritional quality, buckwheat can be grown on poor soils, late in the crop rotation or without additional fertilizer applications on good soils. Its short vegetation period of roughly 100 days allows for late spring sowing and the long lasting flowering delivers plenty of nectar to insects during June to August making it to an interesting crop for a sustainable agriculture. We tested 17 varieties of common buckwheat in three locations in South Germany for their agronomic and grain quality traits. We determined an average yield of all varieties of 21.2 dt/ha, which is far below that of spring cereals. However, we needn't do much for cropping than sowing and harvesting, while spring cereals receive plenty of fertilizers and pesticides. Furthermore, we observed a large variation between the different buckwheat varieties indicating that varieties with determined flower type from Russia have higher yields, less lodging and higher thousand kernel mass. As seed supply from Russia or Eastern Europe is difficult it would be possible to start a small local buckwheat breeding program, as long its remuneration is warranted by increased local production. This requires the establishment of stable regional supply chains with a fair remuneration of regional produced buckwheat especially by the food industry and large grocery traders.

Literatur

1. Aufhammer, W. und E. Kübler. 1998. Vergleichende Untersuchungen zur Anbauwürdigkeit der Getreidearten Rispenhirse und Kanariensaart sowie der Pseudogetreidearten Buchweizen, Reismelde und Amarant. Die Bodenkultur 49: 159-169
2. Aufhammer, W., E. Kübler, und J.H. Lee. 1999. Äußere und innere Kornqualität der Pseudocerealien Buchweizen, Reismelde und Amarant in Abhängigkeit vom Anbauverfahren. Die Bodenkultur 50, 1: 11-24
3. Longin, C.F.H. und T. Würschum. 2016. Back to the future – tapping into ancient grains for food diversity. Trends in Plant Science 21: 731-737, DOI: 10.1016/j.tplants.2016.05.005
4. Longin, C.F.H., J. Ziegler, R. Schweiggert, P. Koehler, R. Carle, und T. Würschum. 2016. Comparative study of hulled (einkorn, emmer and spelt) and naked wheats (durum and bread wheat): Agronomic performance and quality traits. Crop Science, 56: 302-311
5. Miedaner, T., und F. Longin. 2017. 2. Auflage von: Unterschätzte Getreidearten – Einkorn, Emmer, Dinkel & Co. Agrimedia Verlag. ISBN: 978-3-86263-079-0
6. R Core Team (2018) - R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
7. Schwittek, G. 2014. Buchweizen -Hinweise zum Pflanzenbau. Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Karlsruhe
8. Strahm, S., Füglistaller, D., Lädach, C., Enggist, A., Thuet, A., Luginbühl, C., Ramseier, H., Hiltbrunner, J., 2019: Buchweizenanbau in der Schweiz: neue Sorten für eine alte Nischenkultur Agrarforschung Schweiz 10 (5): 198–205, 2019
9. Strahm, S., S. Rueff und J. Hiltbrunner. 2020. Buchweizen, Agroscope Merkblatt Nr. 109
10. Wijngaard, H.H., und E.K. Arendt. 2006. Buckwheat. Cereal Chemistry 83: 391 - 401

Anschrift der Autoren

apl. Prof. Dr. Simone Gräff-Hönninger,
Arbeitsgruppe Anbausysteme und Modellierung
Universität Hohenheim,
70599 Stuttgart
E-Mail: graeff@uni-hohenheim.de

apl. Prof. Dr. Friedrich Longin,
Landessaatzuchtanstalt,
Universität Hohenheim,
70599 Stuttgart;
E-Mail: friedrich.longin@uni-hohenheim.de

Danksagung

Diese Arbeit wird aktuell mit weiteren Zielstellungen weiterverfolgt, was durch das Ministerium für ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) im Rahmen des Sonderprogramms zur Stärkung der biologischen Vielfalt des Landes Baden-Württemberg gefördert wird.

Anhang: Tabelle 1 und Tabelle 2

Tab. 1:

Varianzkomponenten (σ^2_G = genetische Varianz, $\sigma^2_{G \times U}$ = Varianz der Genotyp x Umweltinteraktion, σ^2_e = Fehlervarianz, σ^2_U = Umweltvarianz), Heritabilität (h^2), least significant difference am 5% Wahrscheinlichkeitsniveau (LSD), und Schwankungsbreite (Min, Mean, Max) der untersuchten Buchweizensorten gemittelt über drei Anbauorte. (*, **, *** signifikant am 5%, 1% und 0,1% Wahrscheinlichkeitsniveau; Lager als Boniturnoten von 1 = gering bis 9 = hoch, TKG = Tausendkorngewicht, HL = Hektolitergewicht sowie sieben Mineralstoffe)

	Ertrag, dt/ha	Wuchs- höhe, cm	Lager	TKG, g	HL, kg/100L	Ca, mg/g TS	Cu, mg/g TS	Fe, mg/g TS	K, mg/g TS	Mg, mg/g TS	Mn, mg/g TS	Zn, mg/g TS
Min	10,87	99,78	1,74	17,41	49,26	0,132	0,005	0,026	2,666	1,150	0,007	0,018
Mean	21,19	117,66	3,92	26,59	56,67	0,175	0,006	0,033	4,764	2,172	0,015	0,028
Max	26,58	148,82	5,49	33,80	63,53	0,231	0,007	0,037	5,315	2,387	0,016	0,032
LSD	7,04	12,34	3,28	1,89	2,33	1,720	0,040	0,450	33,260	14,830	0,170	0,280
h^2	71,34	87,94	8,32	97,89	95,08	94,11	92,73	68,53	96,77	97,38	93,68	90,11
σ^2_U	34,16**	29,40**	1,16**	1,79**	7,69**	0,98**	0,0035**	0,026**	116,18**	70,48**	0,034**	0,312**
σ^2_G	14,92**	134,28**	0,11ns	19,97**	12,66**	5,32**	0,0022**	0,056**	4.062,16**	997,34**	0,051**	0,084**
$\sigma^2_{G \times U}$	14,35**	0	0,34ns	0,85**	1,34**	0,72**	0,0003ns	0,044**	285,87*	54,27*	0,008**	0,018ns
σ^2_e	3,62	64,14	2,06	0,44	0,62	0,3	0,0004	0,037	179,31	38,98	0,002	0,014

Tab. 2:
Pearson's Korrelationskoeffizient zwischen den beobachteten Merkmalswerten von verschiedenen Buchweizensorten gemittelt über drei Anbauorte
 (*, **, *** signifikant am 5%, 1% und 0,1% Wahrscheinlichkeitsniveau; TKG = Tausendkorngewicht, HL = Hektolitergewicht sowie sieben Mineralstoffe)

	Wuchshöhe	Lager	TKG	HL	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Zn
Ertrag	-0,15ns	-0,24ns	0,06ns	0,09ns	-0,49*	-0,57*	0,01ns	-0,15ns	-0,05ns	0,01ns	-0,26ns
Wuchshöhe		0,51*	-0,53*	0,38ns	-0,14ns	-0,2ns	-0,57*	-0,64**	-0,69**	-0,75***	-0,53*
Lager			-0,23ns	0,25ns	0,08ns	0,08ns	-0,34ns	-0,32ns	-0,32ns	-0,28ns	-0,32ns
TKG				-0,91***	-0,44ns	0,26ns	0,35ns	0,8***	0,69**	0,59*	0,53*
HL					0,56*	-0,21ns	-0,24ns	-0,72***	-0,6**	-0,42ns	-0,44ns
Ca						0,42ns	0,21ns	-0,09ns	-0,06ns	0,13ns	0,16ns
Cu							0,66**	0,67**	0,66**	0,62**	0,83***
Fe								0,74***	0,84***	0,9***	0,86***
K									0,96***	0,87***	0,91***
Mg										0,94***	0,9***
Mn											0,87***