

BÖL

Bundesprogramm
Ökologischer
Landbau

Einkorn mit optimierten Qualitätsmerkmalen für Back- und Teigwaren aus ökologischem Anbau

Small spelt with optimized quality characters for bread and pasta from organic production

FKZ: 03OE614

Projektnehmer:

Gesellschaft für goetheanistische Forschung e.V.
Getreidezüchtungsforschung Darzau
Darzau Hof 1, 29490 Neu Darchau
Tel.: +49 5853-1397
Fax: +49 5853-1394
E-Mail: k-j.mueller@darzau.de
Internet: <http://www.darzau.de>

Autoren:

Müller, Karl-Josef

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

Abschlussbericht

zum Forschungsprojekt

Einkorn mit optimierten Qualitätsmerkmalen für Back- und Teigwaren aus ökologischem Anbau

Aktenzeichen 514-43.10 / 03 OE 614



Laufzeit: 01-08-2004 bis 31-12-2006

Berichtszeitraum: 01-08-2004 bis 28-02-2007

gefördert vom

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Berlin

im Bundesprogramm Ökologischer Landbau

vorgelegt von

Dr. Karl-Josef Müller

im März 2007

Anschrift:

Getreidezüchtungsforschung Darzau

29490 Neu Darchau, Darzau Hof 1

Fon: 05853-1397 Fax: -1394

www.darzau.de

Inhaltsverzeichnis

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes.....	5
1.1. Planung und Ablauf des Projektes	5
1.2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	5
1.3. Zwischenzeitliche Ergebnisse aus anderen Forschungsbereichen.....	6
1.4. Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	7
2. Material, Standorte und Methoden	7
2.1. Material.....	7
2.2. Standorte	8
2.3. Methoden.....	10
3. Ergebnisse	13
3.1. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	13
3.1.1. Anbaueigenschaften.....	13
3.1.2. Qualitätseigenschaften.....	19
3.2. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse, Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse	22
4. Zusammenfassung.....	23
5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen, Hinweise auf weiterführende Fragestellungen	24
6. Anhang mit Tabellen der Sortenmittelwerte (Gesamt- und Einzelübersicht)	25

Müller, Karl-Josef

Einkorn mit optimierten Qualitätsmerkmalen für Back- und Teigwaren aus ökologischem Anbau

Kurzfassung

An den ökologisch bewirtschafteten Standorten Darzau/Ostniedersachsen, Reinshof/Göttingen, Kleinhohenheim/Stuttgart und Rimpertsweiler/Bodensee wurden 60 Muster von Einkorn auf Ertrag, Winterhärte, Bodenbedeckung, Wuchshöhe, Standfestigkeit, und Reifezeit geprüft. Die Ernteproben der Standorte wurden in der Getreidezüchtungsforschung Darzau auf Spelzengehalt, Kornmasse, Soft Wheat Gluten Index, SDS-Sedimentation, Stirring Number, Gelbpigmentgehalt, Teigwareneignung und Backfähigkeit untersucht.

Für eine frühe ausgeprägte Bodenbedeckung waren Winterhärte und Frohwüchsigkeit gleichermaßen bedeutend. Mit den frühreifen Mustern konnten höhere Kornmassen erreicht werden. Von den Parametern zur Schätzung der Verarbeitungsqualität erwies sich der Soft Wheat Gluten Index (SWGI) als am besten geeignet. Er zeigte die ausgeprägteste Korrelation zu Wasseraufnahme und Backvolumen. Die Erwartungen an die Eignung des SDS-Sedimentationswertes erfüllten sich nicht. Der für Einkorn bedeutsame Gelbpigmentgehalt variierte von 0,75 bis 1,67 mg/100g i.Tr., jedoch konnte vom Gelbpigmentgehalt nicht auf die Intensität der Gelbfärbung der Brotkrume geschlossen werden.

Die im Handel erhältlichen Sorten Albini, Tifi und Terzino wiesen zwar den besten Stand nach Winter auf, aber die höchsten Erträge konnten mit den Proben GÖ-029, Svenska und Knaufs erzielt werden. Bei den Backparametern lagen demgegenüber BGRC-43469, IPK-2399 und Bulgarisches in der Spitzengruppe. IPK-2399 fand sich auch im Teigwarentest unter den geeignetsten. Von den derzeit vereinzelt im Feldanbau befindlichen Herkünften zeigte Knaufs die größte Kornmasse, Brunners und Gahleitners die höchsten Gelbpigmentgehalte. Ein Einkornmuster, das ausreichend viele Eigenschaften in sich vereinigte, um es für den Anbau zusätzlich verfügbar zu haben, war nicht eindeutig auszumachen. Für weitere Optimierungen sollten angesichts der breiten Variation mit den herausragenden Mustern züchterische Maßnahmen ergriffen werden.

Mueller, Karl-Josef

Small spelt with optimized quality characters for bread and pasta from organic production

Abstract

Under organic farming at Darzau in Lower Saxony, Reinshof near Goettingen, Kleinhohenheim near Stuttgart and Rimpertsweiler in the north of Lake Konstanz 60 samples of einkorn were tested for yield, winter hardiness, light competitiveness, height, lodging resistance and date of ear emergence. The harvest from all locations were analysed at Cereal Breeding Research Darzau for hull content, grain mass, soft wheat gluten index, sds-sedimentation, stirring number, carotene content, pasta and baking.

For an early covering of ground winter hardiness and juvenile growth were important equally. With the precocious samples higher grain mass could be reached. From all parameters for estimation of processing quality soft wheat gluten index (SWGI) suited best. It showed most significant correlation to water capacity and baking volume. SDS-sedimentation value didn't fulfil the expectation of its suitability. For einkorn most important carotene-content varied from 0,75 to 1,67 mg/100g in dry matter, but with carotene-content it was not possible to point to intensity of yellow colour of crumb.

Marketed varieties Albini, Tifi and Terzino showed best performance at the end of winter, but highest yield could be reached with the samples GÖ-029, Svenska and Knaufs. In contrast to them BGRC-43469, IPK-2399 and Bulgarisches were in the leading group of all baking parameters. IPK-2399 suited best also in pasta testing. From presently here and there found origins under cultivation Knaufs showed largest kernels, Brunners and Gahleitners highest carotene content. A sample of einkorn that unified just enough characters to make it additionally available for growing could not clearly be identified. But in view of the broad variation of characters and for further improvement of einkorn a breeding should begin with the most outstanding samples of this evaluation.

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

1.1. Planung und Ablauf des Projektes

Aus Genbankmaterial vorselektierte Einkornmuster, Selektionen der Getreidezüchtungsforschung Darzau und Selektionen von anderen Forschern und Landwirten – insgesamt 60 Muster – sollten im ersten Anbaujahr vermehrt und zugleich bereits in wichtigen agronomischen Eigenschaften für den ökologischen Anbau geprüft werden. In der zweiten Vegetationsperiode sollte der Anbau auf drei weitere Standorte in Deutschland ausgedehnt werden. Das Erntegut sollte in der Getreidezüchtungsforschung Darzau auf Parameter zur Back- und Teigwarenverarbeitung getestet werden. Dazu sollten SDS-Sedimentationswert, Soft-Wheat-Gluten-Index und Stirling-Number ermittelt werden. Auch der Carotingehalt als sekundärer Pflanzeninhaltsstoff war zu analysieren, da er beim Einkorn unter allen Getreiden einzigartig herausragt. Ob die β -Carotin-Analysen darüber hinaus eine Bedeutung für die Abschätzung der Gelbtönung der Brotkrume haben, sollte ebenfalls berücksichtigt werden. Nicht zuletzt war der Frage nachzugehen, inwieweit die üblicherweise bei Weizen erfassten Backparameter geeignet sind, um eine Vorhersage über die Wasseraufnahme der Teiglinge und das Backvolumen des Gebäcks bei Einkorn machen zu können.

Aufbauend auf den Ergebnissen sollten besonders in Frage kommende Elternlinien für die weitere Züchtungsarbeit benannt werden. Sofern bereits besser geeignete Muster aufgefunden würden, sollten diese zur weiteren Vermehrung vorgesehen werden, um sie später unter ökologischen Bedingungen anbauen zu können, insbesondere um deutlich bessere Back- oder Teigwarenerzeugnisse herstellen zu können, als mit bis dahin verfügbaren Sorten. Die gewonnenen Einsichten sollten in geeigneter Weise allgemein zugänglich gemacht werden.

Mit dem Vorhaben sollten die Ziele des Bundesprogramms Ökologischer Landbau hinsichtlich der "Erhaltung und Weiterentwicklung alter Sorten, v.a. hinsichtlich erwünschter sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe" und der "Verbesserung der Methoden zur Beurteilung der Konsumqualität" unterstützt werden.

1.2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Einkorn (*Triticum monococcum* L.) ist ein dem Weizen verwandtes Urgetreide. Sein Anbau war nahezu erloschen bis vor einigen Jahren ein zunehmendes Verbraucherinteresse an Getreidearten festzustellen war, die noch nicht den konventionellen Formen der Landbewirtschaftung züchterisch angepasst worden waren. Prinzipiell eignet sich Einkorn zur Herstellung von Teig- und Backwaren, jedoch sortenabhängig in sehr unterschiedlicher Ausprägung. Bisher verfügbare Sorten sind in den Klebereigenschaften sehr weich. Doch bereits BORGHI et al. (1996) fanden Muster mit außerordentlich hohen Sedimentationswerten, die auf einen festeren Kleber schließen lassen. Eigene Erfahrungen mit der Feuchtkleberbestimmung an Einkorn zeigten eine geringe Eignung des bei Weizen eingesetzten Glutomatic-Testverfahrens für die Differenzierung von Klebereigenschaften. Mit dem Soft-Wheat-Gluten-Index, ein Verfahren mit dem Rapid Visco Analyser (Newport Scientific), war eine ausgeprägtere Differenzierung zu erwarten.

Bei sehr hohen Feuchtklebergehalten mit hohen Anteilen an Gliadinen sind die Teiglinge oft sehr weich. Dies erschwert die Verwendung in Öko-Bäckereien erheblich. Die Entwicklung von Sorten mit etwas festeren Klebern könnte hier Abhilfe schaffen. Die Eignung verschiedener Sorten für Teigwaren war noch nicht untersucht worden. Von der SDS-Sedimentation war zu erwarten, dass sie möglicherweise auch für eine Abschätzung der Teigwareneignung bei Einkorn geeignet sein könnte.

Für Einkorn ausgesprochen typisch ist der sortenabhängig, mehr oder weniger hohe, natürliche Gelbpigmentgehalt (Carotine) des Mehles. Carotine fördern beim Menschen die Pigmentbildung im Auge und in der Haut und sie schützen die Formkraft der Zelle. Im Vergleich zu Hartweizen kann Einkorn mit 1-2mg β -Carotin pro 100g Trockensubstanz die zwei- bis dreifache Menge aufweisen (D'EGIDIO et al. 1993, BORGHI et al.1996). Ein entsprechender Gehalt verleiht den Back- und Teigwaren ein gelbliches Aussehen, wodurch sich Einkornprodukte ohne Farbstoffzusätze und auch ohne Verwendung von Eigelb von anderen Getreideprodukten abheben. Dies erfordert aber Sorten mit hohen Gelbpigmentgehalten.

Um auf ökologischen Anbauflächen einen zufriedenstellenden Ertrag zu realisieren, bedarf es einer frühen Aussaat vor Winter. Dies fördert die Bestockung, erfordert allerdings auch winterharte Formen. Die Entwicklung im Frühjahr bis hin zum Ährenschieben vollzog sich bei den meisten Einkornsorten mit einer anfänglichen Verzögerung. Hierdurch ergab sich eine geringere Beschattung des Bodens und somit eine geringere Konkurrenzkraft gegenüber Ackerwildkräutern. Sorten mit etwas früher einsetzendem Schossen wären dem ökologischen Anbau förderlicher. Für Böden mit hoher Nährstoffversorgung bedarf es allerdings auch sehr standfester Pflanzen.

In der Getreidezüchtungsforschung Darzau waren bereits drei Sorten entwickelt worden, die an verschiedenen Orten in Deutschland angebaut wurden. Sie waren in agronomischen Eigenschaften schon weit fortgeschritten, verfügten aber noch nicht über die von den Bäckern gewünschten Kombinationen vorgenannter Eigenschaften. In Gesprächen mit Landwirten zeigte sich, dass Sorten erforderlich wären, die noch frohwüchsiger in der Frühjahrsentwicklung und standfester sein sollten. Für die Verarbeitung waren deutlich festere Teige von Nöten und zur Vermittlung der Besonderheit des Einkorns sollte auch bei neuen Sorten die gelbliche Farbe der Brotkrume vom Konsumenten eindeutig bemerkt werden können.

Literatur:

BORGHI,B.; CASTAGNA,R.; CORBELLINI,M.; HEUN,M.; SALAMINI,F. (1996): Breadmaking quality of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*). *Cereal Chemistry* 73:2, 208-214. ISSN: 0009-0352
D'EGIDIO,M.G.; NARDI,S.; VALLEGA,V.(1993): Grain, flour, and dough characteristics of selected strains of diploid wheat, *Triticum monococcum* L. *Cereal chemistry* 70:3, 298-303. ISSN 0009-0352

1.3. Zwischenzeitliche Ergebnisse aus anderen Forschungsbereichen

Besonders hinzuweisen ist auf eine Veröffentlichung von Hidalgo et al. (2006), die mittels eines chromatographischen Verfahrens (HPLC) Lutein, alpha-carotene und beta-carotene an 54 Akzessionen von Einkorn in Italien untersucht haben. Dabei zeigte sich, dass in Abhängigkeit vom Ursprung der Sorten der Anteil der einzelnen Komponenten an der Gelbfärbung unterschiedlich gewichtet war. Leider ergaben sich daraus noch keine Hinweise, wie das vereinfachte Verfahren in Anlehnung an ICC-Standard 152 verbessert werden könnte, um zu einer genaueren Beurteilung der Gelbpigmentgehalte im Rahmen von

Serienuntersuchungen im züchterischen Selektionsprozess kommen zu können. Möglicherweise erklären unterschiedliche Zusammensetzungen der Gelbpigmente auch Abweichungen der Gelbfärbung der Brotkrumme gegenüber den aufgrund der Bestimmung zu erwartenden Ausfärbungsintensitäten.

Literatur:

HIDALGO,A.; BRANDOLINI, A.; POMPEI,C.;PISCOZZI,R (2006): Carotenoids and tocopherols of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp.*monococcum* L.), *Journal of Cereal Science* 44, 182-193.

1.4. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Betreuung der zusätzlichen Standorte erfolgte durch:

Dr. Sabine von Witzke-Ehbrecht
Universität Göttingen
Department für Nutzpflanzenwissenschaften
Abteilung für Pflanzenzüchtung
Von-Siebold-Str. 8
37075 Göttingen
Fon: 0551-39-4364

Dr. Christoph Kling
Universität Hohenheim
Landessaatzuchtanstalt
Fruwirthstr. 21
70593 Stuttgart
Fon: 0711-459-2689

Dr. Bertold Heyden
Keyserlingk-Institut
Rimpertsweiler3
88682 Salem-Oberstenweiler
Fon: 07544-71371

2. Material, Standorte und Methoden

2.1. Material

Es wurden 60 Muster von winterhartem Einkorn untersucht (Tab.1). Die Herkünfte aus den Genbank-Quellen waren in vorausgehenden Vegetationsperioden aus umfangreichen Genbanksortimenten unter dem Gesichtspunkt der Eignung zur Herbstsaat in der Getreidezüchtungsforschung Darzau vorselektiert und für die Untersuchung in Ertragsprüfungen vorvermehrt worden. Zusätzlich zur Verfügung gestellt wurden Proben von der Abteilung Pflanzenzüchtung der Universität Göttingen (Dr. Sabine von Witzke-Ehbrecht), von der Abteilung Genetik der Landwirtschaftlichen Forschungsstation in Martonvásár, Ungarn (Dr. Géza Kovács) und den Landwirten Armin Knauf aus Elsa bei 96476 Rodach, Hermann Brunner aus Höfen bei 94428 Eichendorf, Peter Jantsch aus Aschhorn bei 21706 Drochtersen und Hans Gahleitner vom Ebnerhof bei 4122 Arnreit in Österreich. Als Bezugsbasis für die Vergleiche dienten die drei beim Bundessortenamt in Deutschland registrierten Sorten Albini, Tifi und Terzino.

Das Probenmaterial für die zweite Vegetationsperiode im Jahr 2005/06 an vier Standorten in Deutschland stammte aus der Ernte Darzau 2005.

Tabelle 1: Herkunft der Einkornproben

Bezeichnung	Quelle	Quellen-Nr
Sel-14090	Genbank Aberdeen/Idaho/USA	CI 14090
Serbien2	Genbank Aberdeen/Idaho/USA	PI 221329
I-1-3510	Genbank Aberdeen/Idaho/USA	PI 272557
PI-323437	Genbank Aberdeen/Idaho/USA	PI 323437
T-839	Genbank Aberdeen/Idaho/USA	PI 352475
69Z5.37	Genbank Aberdeen/Idaho/USA	PI 355547
69Z5.38	Genbank Aberdeen/Idaho/USA	PI 355548
G806a	Genbank Aberdeen/Idaho/USA	PI 428150
G806b	Genbank Aberdeen/Idaho/USA	PI 428150
G863	Genbank Aberdeen/Idaho/USA	PI 428151
G1471	Genbank Aberdeen/Idaho/USA	PI 428156
G1474	Genbank Aberdeen/Idaho/USA	PI 428157
IPK-620	Genbank Gatersleben	TRI 00620
IPK-2399	Genbank Gatersleben	TRI 02399
Ungarn	Genbank Gatersleben	TRI 04350
RU-13008	Genbank Gatersleben	TRI 13008
RU-13010	Genbank Gatersleben	TRI 13010
Georgien	Genbank Gatersleben	TRI 13612
IPK-17668	Genbank Gatersleben	TRI 17668
GÖ-001	Sabine v. Witzke-Ehbrecht	BGRC 07029
GÖ-003	Sabine v. Witzke-Ehbrecht	BGRC 07032
GÖ-005	Sabine v. Witzke-Ehbrecht	BGRC 07039
GÖ-012	Sabine v. Witzke-Ehbrecht	BGRC 19929
GÖ-019	Sabine v. Witzke-Ehbrecht	BGRC 42011
GÖ-029	Sabine v. Witzke-Ehbrecht	BGRC 43456
GÖ-031	Sabine v. Witzke-Ehbrecht	BGRC 43458
GÖ-032	Sabine v. Witzke-Ehbrecht	BGRC 43459
GÖ-053	Sabine v. Witzke-Ehbrecht	PI 306542
GÖ-101	Sabine v. Witzke-Ehbrecht	
Knaufs	Armin Knauf	

Bezeichnung	Quelle	Quellen-Nr
Gahleitners	Hans Gahleitner	
Brunners	Hermann Brunner	
Eichenberger	Peter Jantsch	
Csanaki	Géza Kovács	
Kramli	Géza Kovács	
Laci	Géza Kovács	
Lapath	Géza Kovács	
Pakodi	Géza Kovács	
Trombitas	Géza Kovács	
Albini	Karl-Josef Müller	EK1
Terzino	Karl-Josef Müller	EK2
Tifi	Karl-Josef Müller	EK29
Saffra4	Karl-Josef Müller	
Sel.Rumänien	Karl-Josef Müller	
Serbien3	Karl-Josef Müller	
Svenska	Karl-Josef Müller	
Haller	Genbank Braunschweig	BGRC 07030
Mojka IV	Genbank Braunschweig	BGRC 07031
DDR b	Genbank Braunschweig	BGRC 07038
JE 19	Genbank Braunschweig	BGRC 19756
AUT	Genbank Braunschweig	BGRC 36576
Bulgarisches	Genbank Braunschweig	BGRC 36588
BGRC-37343	Genbank Braunschweig	BGRC 37343
BGRC-37354	Genbank Braunschweig	BGRC 37354
RU-42013	Genbank Braunschweig	BGRC 42013
BGRC-43466	Genbank Braunschweig	BGRC 43466
BGRC-43468	Genbank Braunschweig	BGRC 43468
BGRC-43469	Genbank Braunschweig	BGRC 43469
BGRC-43470	Genbank Braunschweig	BGRC 43470
Syrien	Genbank Braunschweig	BGRC 43499

2.2. Standorte

Alle Flächen hatten A-Status gemäß EU-Bio-VO.

Standort Darzau 2005

Darzau liegt im Naturpark Elbufer-Drawehn im nördlichsten Zipfel des Landkreis Lüchow-Dannenberg auf einer Höhe von 40m ü. NN. Im langjährigen Mittel fallen 630mm Niederschlag. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 9,0°C. Der Versuch lag 2005 auf dem Schlag Pferdegrund1a im Ortsteil Köhlingen. Der Boden war eine Parabraunerde mit sandigem Lehm (Ackerzahl: 45). Die Vorfrucht war Körnererbsen. Die Parzellengröße betrug zur Saat 5,5m² mit 320K/m² und die Nettoparzellengröße zur Ernte betrug 6m². Die Aussaat der Versuchspartellen erfolgte am 6.September 2004. Der Parzellendrusch wurde am 12. August 2005 vorgenommen.

Nach sehr früher Saat entwickelten sich die Bestände der Versuchspartellen schon über den relativ milden Winter hinweg sehr üppig, so dass im Frühjahr keine aussagefähige Differenzierung hinsichtlich Beikrautbedeckung erzielt werden konnte. Deutliche Unterschiede ergaben sich hinsichtlich der Wuchshöhe in der Frühjahrsentwicklung. Mai, Juni und Juli waren verhältnismäßig feucht und trugen insbesondere aufgrund von heftigen Regenschauern nach dem Ährenschieben zu ausgeprägtem Lager mit guter Differenzierung bei. Die Ertragsfeststellungen wurden durch Verluste bei den sehr standschwachen Mustern teilweise beeinträchtigt.

Standort Darzau 2006

Der Versuch lag 2006 auf dem Schlag Flugwache im Ortsteil Köhlingen. Der Boden war eine Parabraunerde mit hohem Sandanteil (Ackerzahl: 30). Die Vorfrucht war Körnererbsen. Die Parzellengröße betrug zur Saat 5,5m² mit 300K/m² und die Nettoparzellengröße zur Ernte betrug 6m². Die Aussaat der Versuchspartzen erfolgte am 24. September 2005 in trockenen Boden. Der Parzellendrusch wurde am 3. August 2006 vorgenommen.

Nach einem sehr kalten Winter und auch zu kaltem Frühjahr, das rasch in einen trockenen Sommer überging, entwickelten sich die Versuchspartzen am Standort Darzau äußerst kümmerlich und blieben im Ertrag unter 10dt/ha. Aufgrund der äußerst schwachen Entwicklung wurden alle Bonituren und Messungen an den gleichen Sorten im Erhaltungszuchtgarten vorgenommen, der bereits am 6. September 2005, also über zwei Wochen früher gesät worden war und sich in 100m Entfernung auf dem gleichen Feld gut differenzierend entwickelt hatte. Für die Nachernteuntersuchungen wurde mit Mischproben aus der Ertragsprüfung weitergearbeitet.

Standort Reinshof 2006

Dieser Versuchsbetrieb der Universität Göttingen ist ca. 2km südlich von Göttingen gelegen. Der Versuch wurde durch das Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Pflanzenzüchtung (Dr. Sabine von Witzke-Ehbrecht) betreut. Der Versuchsstandort liegt auf einer Höhe von ca. 150 m ü. NN. Im langjährigen Mittel fallen 645 mm Niederschlag. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 8,7°C. Der Boden auf dem Schlag Sauanger war ein lehmiger Aueboden (Ackerzahl: 83BP). Die Vorfrucht war Erbsen. Die Parzellengröße betrug zur Saat 5,5m² mit 300K/m² und die Nettoparzellengröße zur Ernte 5,5m². Die Aussaat wurde am 11.10.2005 vorgenommen. Die Ernte mittels Parzellendrescher erfolgte am 08.08.2006.

Nach dem deutlich zu kalten Winter folgte ein kühler und nasser Frühling. März und erste Maihälfte waren sehr sonnenscheinreich. Der Sommer war zu warm, zu sonnig und zu nass. Insbesondere der Juli war sehr warm. Der Versuch zeigte dichte und üppige Bestände und die Versuchsfläche machte einen ausgeglichenen Eindruck.

Standort Klein-Hohenheim 2006

Versuchsbetrieb der Universität Hohenheim, Betreuung durch die Landessaatzuchtanstalt Hohenheim (Dr. Christoph Kling). Klein-Hohenheim liegt neben dem Campus der Universität Stuttgart-Hohenheim auf einer Höhe von ca. 435 m ü. NN. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 8,8°C. Im langjährigen Mittel fallen 700 mm Niederschlag. Der Boden war eine Parabraunerde mit Löß bis lehmigem Ton (Ackerzahl: 59-64 Bp.). Die Vorfrucht war Sommerweizen. Zum Einkornanbau erfolgte keine Düngung. Die Parzellengröße zur Saat betrug 8,25m² mit 300K/m² und die Nettoparzellengröße zur Ernte 10,5m². Die Aussaat fand am 07.10.2005 statt. Die Ernte mittels Parzellendrusch erfolgte am 27. Juli 2006.

Auf ein langes und nasses Frühjahr folgten ein warmer und sonniger Juni und Juli. Aufgrund mehrere Distelplatten im Versuch waren die Partzen relativ unterschiedlich.

Standort: Rimpertsweiler 2006

Versuchsfläche des Keyserlingk-Institutes, Salem/Bodensee (Dr. B. Heyden). Der Rimpertsweilerhof liegt auf einer Höhe von ca. 570 m ü. NN. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 8°C. Im langjährigen Mittel fallen 900 mm Niederschlag. Die Fläche wurde biologisch-dynamisch bewirtschaftet. Der Boden war eine Parabraunerde mit sandigem Lehm (Ackerzahl: 42) auf Würm-Moränen-Untergrund. Vorfrucht war Dinkel, der mit Mistkompost gedüngt worden war. Die Grundbodenbearbeitung wurde mit dem Pflug vorgenommen. Die Parzellengröße zur Saat betrug 5m² mit 300K/m² und die Nettoparzellengröße zur Ernte 4,86m². Die Aussaat erfolgte am 22.09.2005. Die Ernte mittels Parzellendrescher erfolgte am 28.07.2006.

Es gab einen langen Winter mit geschlossener Schneedecke bis zum 20. März und weiteren Schneefällen bis Mitte April. Nach 3 nassen Wochen im Mai (104 ml) folgten zwei trockene Monate mit 35mm im Juni und im Juli bis zur Ernte noch einmal 35 ml, hauptsächlich konzentriert auf den 5./6. Juli mit Gewittersturm.

Über die Versuchsfläche hinweg ergab sich ein relativ ausgeglichener Eindruck.

2.3. Methoden

Nach Winter- Bonitur (nWi)

Aufgrund des in Abhängigkeit von Sorten und Standorten sehr unterschiedlichen Erscheinungsbildes und unterschiedlicher Boniturerfahrung mit Einkorn wurde die Bestandesbeurteilung nach Winter von Versuchsansteller zu Versuchsansteller mit unterschiedlichen Gewichtungen vorgenommen. Am Standort Darzau wurde die Note nach Frostschäden und Wüchsigkeit geschätzt, wobei die 1 für schadensfrei und ohne Lücken vergeben wurde. Teilweise, wie beispielsweise für den Standort Kleinhohenheim nachvollziehbar, wurde lediglich die Lückigkeit in der Parzelle geschätzt. Wenn die Bestände nach späterer Saat insgesamt schwach aus dem Winter gekommen waren, konnte der Verlust durch Abfrieren der Blätter nur ungenau geschätzt werden. Zwecks Vergleichbarkeit und zur Mittelwertbildung wurden die Boniturskalen in der Weise angepasst, dass die 1 immer für die sich am günstigsten präsentierende Ausprägung steht.

Wuchshöhe in cm zum Schoßbeginn (cmEC31)

Sobald die ersten beiden Knoten in der Blattscheide tastbar waren (BBCH-Stadium 31/32), wurde die Bestandeshöhe der Parzelle in cm gemessen.

Bodenbeschattung in % zum Schoßbeginn (%Bedeckung)

Die Bodenbeschattung wurde in % bedeckten Bodens geschätzt. War statt dessen die freie Fläche geschätzt worden, wurde daraus zwecks Vergleichbarkeit die bedeckte Fläche berechnet.

Datum des Ährenschiebens (Äsch)

Das Datum des Tages, an dem die Hälfte der Ähren zur Hälfte aus der Blattscheide heraus geschoben waren, wurde umgewandelt in Anzahl Tage vom 1. Mai.

Wuchshöhe zum Blühbeginn (cmEC80)

Mit Einsetzen der Blüte wurde die Bestandeshöhe der Parzelle in cm gemessen, in dem die Pflanzenlänge inklusive Ähren ohne Grannen erfasst wurde.

Standfestigkeit (Stand)

Die Standfestigkeit wurde von 1=standfest bis 9=totales Lager bonitiert.

Ertrag (dt/ha)

Der Ertrag wurde mit den Vesen (Korn im Spelz) bestimmt und in dt/ha umgerechnet. Die Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm AS-REML unter Verwendung einer Nächstnachbaranalyse, bei der auch Bodentrends in zweidimensionaler Richtung berücksichtigt werden.

Relativertrag (Yrel)

Für den Relativertrag wurde der Versuchsmittelwert am jeweiligen Standort auf 100 gesetzt.

Spelzengehalt (%Spelzen)

Zur Bestimmung des Spelzenanteils wurden 1-2 kg Korn im Spelz genau ausgewogen, dann entspelzt und gereinigt. Die Differenz zwischen der Ausgangsmenge und dem verbliebenen gereinigten Korn wurde in % umgerechnet.

Tausendkornmasse (TKG)

Für die Bestimmung der Kornmasse wurden 2x 100 Korn (ohne Spelz) abgezählt, gewogen und der daraus errechnete Mittelwert mit 10 multipliziert.

Soft Wheat Gluten Index (SWGI)

Newport-Scientific-Methode Nr. 21 (1997) mit einem Rapid Visco Analyzer zur Schätzung der Klebviskosität. Die Methode beruht darauf, dass Klebereiweiß die Viskosität einer Milchsäurelösung erhöht. 15g Vollschrotmehl (<0,5mm) werden mit 22,5ml Wasser gut gemischt. Dann werden 2,5ml einer 1M Milchsäure zugesetzt und über 5 Minuten bei 25°C gerührt. Anschließend über 2 Minuten auf 50°C erhitzt und dann weitere 3 Minuten bei 50°C gerührt. Gemessen wurde hier nur der Viskositätswert nach 3 Minuten. Dies ist der „RVA soft wheat gluten index (SWGI)“. Gegenüber der Zeleny-Sedimentation wird bei diesem Test mangels Alkohol das Gliadin nicht gelöst. Je höher der SWGI desto höher ist die zu erwartende Wasseraufnahme im Backversuch und die Maximale Dehnbarkeit der Teige.

Sodium-Dodecyl-Sulfat-Sedimentation (SDS)

Micro-Sedimentationsmethode mit 10ml nach Mc Donald (publiziert in: Cereal Foods World 30, 1985, 674-677) zur Bestimmung des Aggregatbildungsvermögens der Eiweiße.

Stirring Number (SN)

ICC Standard-Methode Nr. 161 zur Bestimmung der Auswuchsneigung mit einem Rapid Visco Analyzer der Firma Newport Scientific. SN-Werte können in FNE-Werte (Falling Number Equivalent) umgerechnet werden und sind insofern mit Fallzahlwerten vergleichbar. SN-Werte haben immer größere Zahlen als FN-Werte.

β-Carotin

Ausgehend von 1-1,2g Vollkornschrot (<0,25mm) werden in Anlehnung an ICC Standard-Methode Nr. 152 für die Gelbpigmentbestimmung die Carotinoide mit wassergesättigtem n-Butanol bei Raumtemperatur gelöst und die optische Dichte des klaren Filtrates photometrisch bei 440nm gegen β-Carotin als Vergleichsstandard gemessen. Die Messwerte werden auf mg β-Carotin in 100g Trockensubstanz umgerechnet.

Teigwarentest

Es wird mit einem Walzenstuhl (Egger-Labor-Mühle) vermahlene und anschließend gesichtete Mehl einer Partikelgröße <450 µm verwendet. 10g Mehl in einen Mörser geben und 3ml Wasser hinzufügen. Wenn der Teig an den Walzen der Nudelmaschine kleben bleibt, muss die Wassermenge reduziert werden. 1,5 Minuten mit einem Stößel kneten und dabei den Teig mehrmals mit einem Spatel wenden. Während 30 Sekunden den Stößel mit dem Spatel reinigen und den gesamten Teig aus dem Mörser nehmen. Weitere 2 Minuten mit der Hand kneten. Innerhalb der fünften Minute den Teig zu einer Kugel formen und dann in Alufolie einwickeln. Anschließend 15 Minuten ruhen lassen.

Die Walzen einer Handnudelmaschine werden auf Einstellung 8 gestellt. Die Teigkugel etwas flach drücken und den Teig durch die Walzen drehen. Den durchgedrehten Teiglappen von den beiden Längsseiten zusammenklappen und nochmals durchdrehen. Auf diese Art wird der Teig jeweils 3x mit der Einstellung 8, 6 und zuletzt 4 gewalzt. Aus dem so erhaltenen Teiglappen werden mehrere 2cm breite Streifen von 7cm Länge geschnitten. Diese werden in einem Pappschälchen getrocknet.

Für die Beurteilung der Kochfestigkeit wird jeweils 1 Streifen einer Probe in eine Babymilchflasche gegeben, mit 100 ml kochendem Wasser aufgefüllt und für 1 Stunde in ein kochendes Wasserbad gestellt. Nach Beendigung der Kochzeit werden die Teigstreifen zum Abtropfen in ein mittelgroßes Sieb gekippt und anschließend in eine Porzellanschale überführt. Mit einer breiten Pinzette werden die Streifen vorsichtig auseinandergefaltet.

Die Beurteilung erfolgt mit den Noten 1=formstabil über 5=formlabil bis 9=formlos.

Bestimmung der Wasseraufnahme für Backversuche

Die Wasseraufnahme wurde mittels eines Farinographen mit einem 10g-Knetter ermittelt. Als optimale Ausprägung wurden für Einkorn 500 Farinogrammeinheiten angestrebt. Mit 10g Mehl wurden 5ml Wasser vorgegeben. Bei Werten unter 500 wurde zum Erreichen der optimalen Ausprägung pro 20 Farinogrammeinheiten 1% Wasser abgezogen, über 500 dazugegeben. Um den Teig optimal mit der Hand kneten zu können, wurden von dieser Wassermenge 18% abgezogen. Da der Mikrobackversuch mit 20g Mehl durchgeführt wurde, musste das Ergebnis noch mit 2 multipliziert werden. Der Farinograph stand nur für die Proben aus der Ernte 2006 zur Verfügung. Für die Proben der Ernte 2005 wurde zum Mikrobackversuch immer die gleiche Wassermenge verwendet.

Mikrobackversuch

Es wurde mit einem Walzenstuhl (Egger-Labor-Mühle) vermahlene und anschließend gesichtete Mehl einer Partikelgröße <450 µm verwendet. 20g Mehl wurden in eine Porzellanschale gegeben. In zwei kleine Kuhlen wurden zum Einen 0,2g Palmfett mit 0,3g Salz und zum Anderen 1g Hefe mit 0,2g Zucker gegeben. Nach Zugabe des mittels Farinographen bestimmten Wasservolumens wurde 2 Minuten mit einem Pistill geknetet und anschließend weitere 5 Minuten gleichmäßig in der Hand. Der Teig wurde abschließend zur Kugel geformt und ruhte dann für 30 Minuten bei ca. 30°C in einem Unold-8695-Backautomaten. Es folgte ein zehnmaliges Kneten von Hand innerhalb von 20 Sekunden. Darauf folgte eine weitere Gärphase bei ca. 30°C über 30 Minuten plus weitere 15 Minuten

bei ca. 45°C. Abschließend erfolgte der Backvorgang bei ca. 200°C über 11 Minuten im gleichen Backautomaten.

Die Brötchenbeurteilung wurde einen Tag nach dem Backen vorgenommen.

Zur Bestimmung des Backvolumens wurde die Verdrängung von Amarant-Samen in ml gemessen und anschließend von 1-9 skaliert. Die Brotkrumenfarbe wurde von 1=weiß über 5=gelb zu 9= braun geschätzt.

3. Ergebnisse

3.1. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

3.1.1. Anbaueigenschaften

Erträge

Die Einkornmuster präsentierten sich an den verschiedenen Standorten sehr unterschiedlich. Dies war auf Boden, Vorfrucht und Witterungseinflüsse zurückzuführen. In den Durchschnittserträgen und Spannweiten der Erträge spiegeln sich diese Unterschiede sehr deutlich (Tab.2). Die schönsten Bestände und höchsten Erträge mit bis zu 47,3 dt/ha konnten am Standort Reinshof bei Göttingen etabliert werden. Auf untereinander vergleichbarem Niveau waren die beiden Standorte Kleinhohenheim bei Stuttgart und Rimpertsweiler am Bodensee. Dies zeigt sich auch in der vergleichsweise hohen Korrelation der Ertragsergebnisse mit $r=0,7^{***}$ (Tab.3). Am Standort Darzau in Ostniedersachsen blieben die Erträge deutlich niedriger. Aufgrund der extremen Witterungsbedingungen und sehr leichtem Boden im Erntejahr 2006 gab es kaum etwas zu ernten. Immerhin ausreichend viel, um dies für alle Qualitätsuntersuchungen nutzen zu können. Mit den ertraglich besten Sorten waren aber schon im Erntejahr 2005 am Standort Darzau Erträge bis 27,5 dt/ha erzielt worden, was für diesen Standort als zufriedenstellend beurteilt werden konnte. Eigenartigerweise zeigten sich keinerlei Korrelationen der Ernteergebnisse vom Standort Darzau 2005 zu den Ergebnissen aus dem Jahr 2006 (Tab. 2). Es ist zu vermuten, dass Einflüsse der Saatgutqualität und maternale Effekte neben der besonderen Charakteristik der unterschiedlichen Jahreswitterung von großer Bedeutung waren. Für den Anbau Darzau 2004/05 stammten noch nicht alle Saatgutproben vom gleichen Standort. Andererseits konnte eine unterschiedliche Beeinträchtigung der Keimfähigkeit und Triebkraft, die sich beim Entspelzen der Proben aus der Ernte 2005 ergeben hatte, auf alle Bestände der Ernte 2006 auswirken und damit die Sortenveranlagungen zusätzlich modifizieren.

Tabelle 2: Vesenerträge in dt/ha

	Durchschnittsertrag	Spannbreite
Darzau 2005	19,7	12,0 - 27,5
Darzau 2006	4,9	1,7 - 8,2
Reinshof 2006	41,0	35,3 - 47,3
Kleinhohenheim 2006	27,8	20,3 - 32,8
Rimpertsweiler 2006	26,8	16,2 - 33,0

Tabelle 3: Korrelationen zwischen den fünf Standorten für den Vesenertrag.

	Rimpertsweiler	Kleinhohenheim	Reinshof	Darzu 06
Vesenertrag				
Darzu 05	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Darzu 06	.56***	.47***	.37**	
Reinshof	.29*	.38**		
Kleinhohenheim	.70***			

Die Nullhypothese „es besteht keine Korrelation“

kann mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von

* = 5%, ** = 1% bzw. *** = 0,1% abgelehnt werden (n.s. = nicht signifikant).

Im Mittel um 5% über dem Durchschnittsertrag aller Muster, sowohl mit als auch ohne die Ergebnisse vom Standort Darzu 2006, lagen in der Spitzengruppe Knaufs, Svenska, Eichenberger und GÖ-029, gefolgt von GÖ-005, GÖ-032, GÖ-019, Syrien, Trombitas, Sel.Rumänien, BGRC-43466, G1471, 69Z5.37a und Terzino.

Muster die zum Schoßbeginn von hohem Wuchs waren konnten nicht die allerhöchsten Erträge erreichen, aber durchaus überdurchschnittliche (Abb.1). Insbesondere sehr frühreife Muster wie G863 erreichten zwar zum Zeitpunkt der Wuchshöhenerfassung eine besondere Hochwüchsigkeit, konnten zuvor aber nicht lange genug bestocken, um die Voraussetzungen für eine hohe Ertragsbildung anzulegen. Im Hinblick auf die Kornertragsbildung konnte eine frohwüchsige Jugendentwicklung prinzipiell nicht als nachteilig angesehen werden.

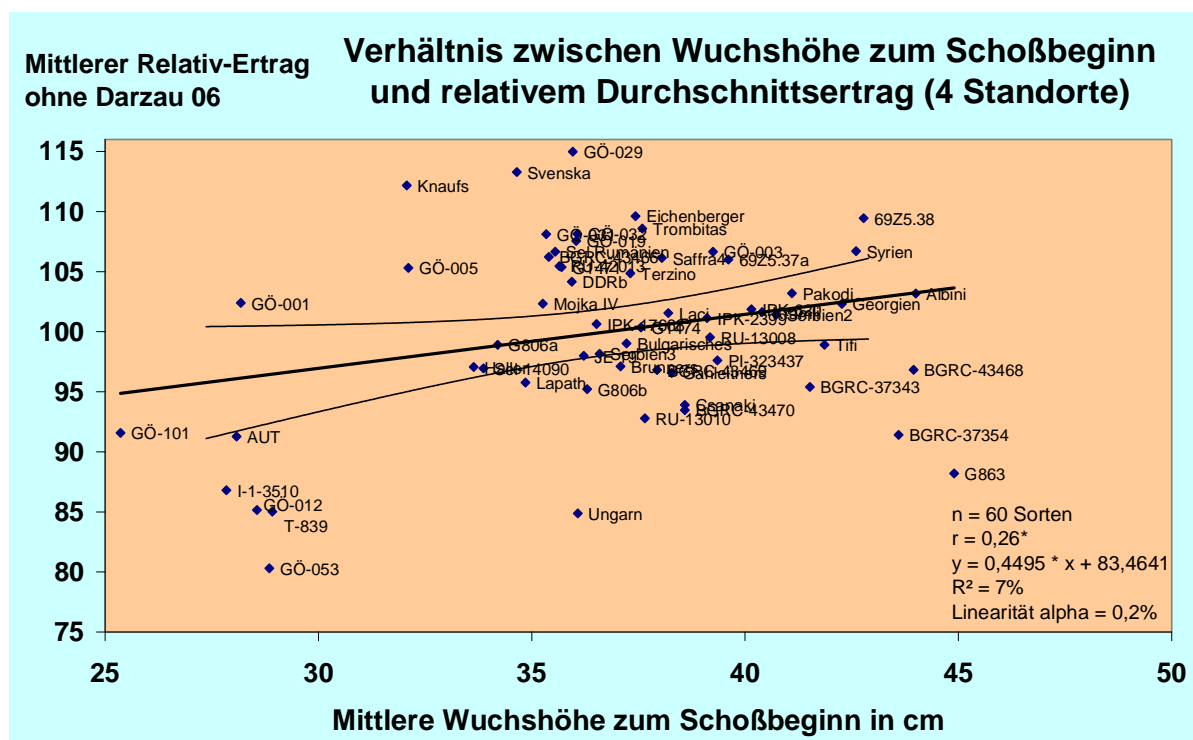


Abb.1: Verhältnis der Wuchshöhen in der Jugendentwicklung zum Durchschnittsertrag.

Die höchsten Erträge konnten mit den frühreifen Sorten nicht erzielt werden. Nicht einmal unter den extremen Trockenstressbedingungen am Standort Darzau 2006 konnten die frühreifen Muster besser abschneiden. Vielmehr blieben die Frühreifen unter den extrem schlechten Bedingungen im Ertrag noch viel schwächer als der Durchschnitt und die Spätreifen setzten sich noch deutlich besser nach oben ab. Die Korrelation zwischen mittlerem Datum des Ährenschiebens und dem Mittel der Relativerträge ohne den Standort Darzau 2006 betrug $r=0,38^{**}$ gegenüber $r=0,57^{***}$ für den Standort Darzau 2006 alleine. Aufgrund dieses Ergebnisses können frühreife Sorten nicht als die beste Option für extreme Trockenstressstandorte angesehen werden.

Stand nach Winter, Bodenbedeckung, Frohwüchsigkeit

Hinsichtlich des „Stand nach Winter“ hatten im Mittel über alle Standorte sechs Muster eine Bonitur schlechter als 5 und sechs von 60 Mustern erreichten eine Bonitur zwischen 1 und 3. Unter den sechs besten waren auch die bereits im Handel erhältlichen Sorten Albini, Tifi und Terzino zu finden. Nachdem die Boniturnoten in eine Beziehung zu den Mittelwerten der prozentualen Bodenbedeckung über die drei differenzierenden Standorte gebracht wurden (s. Abb.2), ergab sich eine hoch signifikante Korrelation von $r= -0,66^{***}$. Parzellen, die schwach oder lückig aus dem Winter kamen, konnten keine zufriedenstellende Beikrautbeschattungsleistung mehr erreichen. Die Akzession AUT schnitt trotz mittlerer Winterhärte in der Bodenbedeckung schlecht ab, weil die Pflanzen mit sehr feinen Blättern sehr klein blieben.

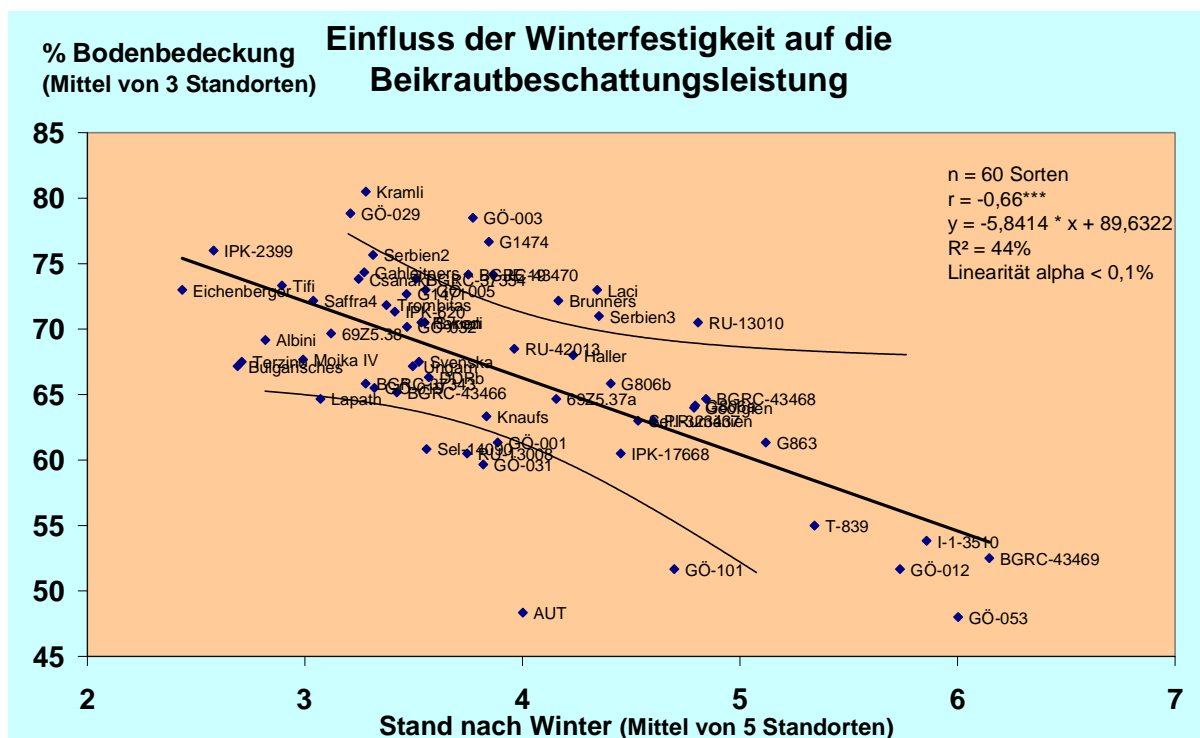


Abb.2: Regression der Mittelwerte aus der Bonitur zum Stand nach Winter (1=verlust- und schadensfrei) auf die Mittelwerte der prozentualen Bodenbedeckung bei 60 Einkornmustern.

Den zusätzlichen Einfluss der Wuchshöhen auf die Bodenbedeckung zum Zeitpunkt des Schoßbeginns zeigt Abbildung 3. Auch dieser Effekt ließ sich mit einer Korrelation von

$r=0,58^{***}$ hoch signifikant absichern. Die Akzession BGRC-43469 konnte trotz relativer Hochwüchsigkeit keine zufriedenstellende Bedeckung erreichen, weil diese Akzession die schwächste Nachwinterbonitur aufwies und damit im Bestand zu lückig geblieben war. Winterhärte und Frohwüchsigkeit in der Jugendentwicklung waren für das Erreichen einer ausgeprägten Bodenbedeckung die wesentlichsten Parameter.

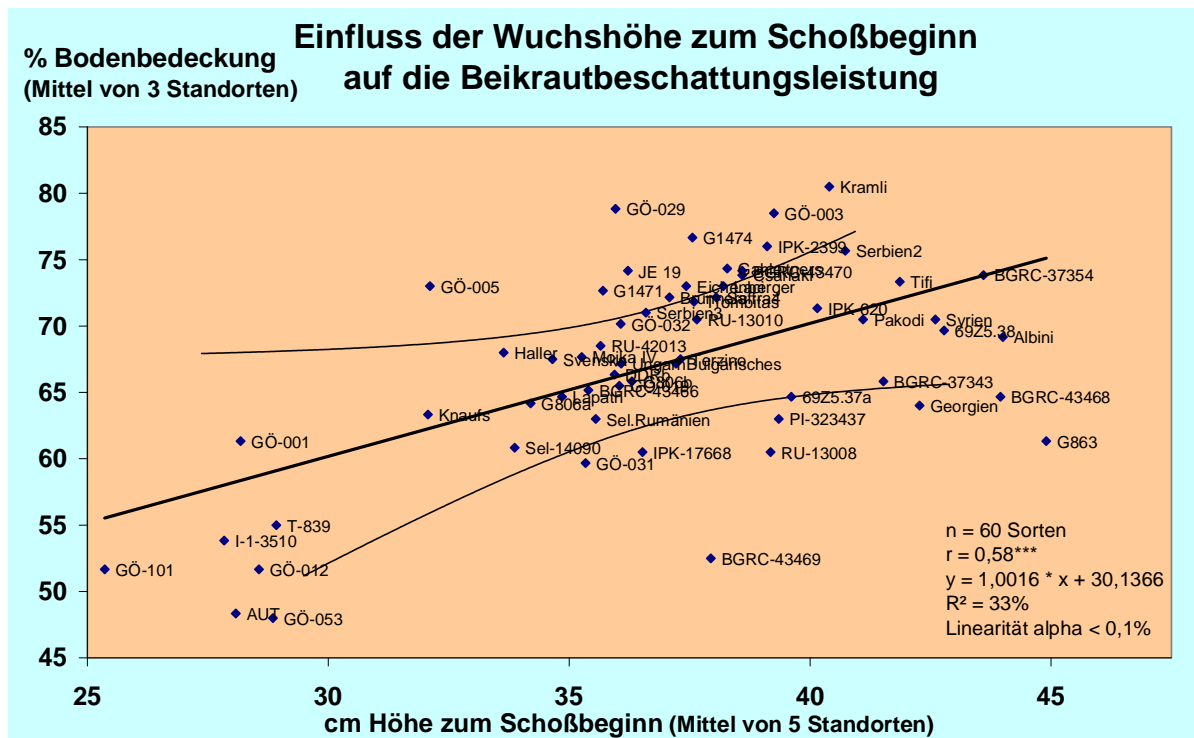


Abb.3: Regression der Mittelwerte aus der Messung der Bestandeshöhen zum Schoßbeginn auf die Mittelwerte der prozentualen Bodenbedeckung bei 60 Einkornmustern.

Unter den zehn Mustern mit der ausgeprägtesten Frohwüchsigkeit in der Jugendentwicklung fanden sich Albin, G863, BGRC-43468, BGRC-37354, BGRC-37343, 69Z5.38, Syrien, Georgien, Tifi und Pakodi. Interessanterweise zeigten die von der Universität Göttingen eingebrachten Proben (GÖ-) mit Ausnahme von GÖ-003 durch ihre geringere Höhe in der Jugendentwicklung bereits eine Ausrichtung auf intensivere Standortbedingungen, unter denen die besonders wüchsigen Sorten sehr leicht Standfestigkeitsprobleme bekommen.

Pflanzenhöhe und Standfestigkeit

Eine ausgeprägt gute Differenzierung der Standfestigkeit ergab sich nur am Standort Darzau 2005. Die Bonituren von diesem Standort korrelierten mit der Pflanzenhöhe aller Standorte im Einzelnen mehr oder weniger ausgeprägt. Zum Durchschnitt der Pflanzenhöhen über alle Standorte ergab sich eine höchst signifikante Korrelation von $r=0,42^{***}$. Mit kürzeren Pflanzen ist eine ausgeprägte Standfestigkeit leichter zu gewährleisten. Als von geringster Pflanzenlänge erwiesen sich GÖ-101 und AUT, gefolgt von GÖ-012, JE19, GÖ-053, Haller, GÖ-031 und GÖ-032. Die Proben der Universität Göttingen waren unter den intensiveren Standortsbedingungen offensichtlich schon auf entsprechende Kürze und Standfestigkeit vorselektiert worden.

Von besonderem Interesse für die weitere züchterische Bearbeitung wären Muster mit hohem Wuchs in der Jugendentwicklung, die aber insgesamt nicht allzu lang werden. Auf der Abbildung 4 wären dies solche, die nach rechts unten aus der Punktwolke heraustreten. Beispiele dafür sind die Akzessionen JE19, IPK-2399, Syrien und G863.

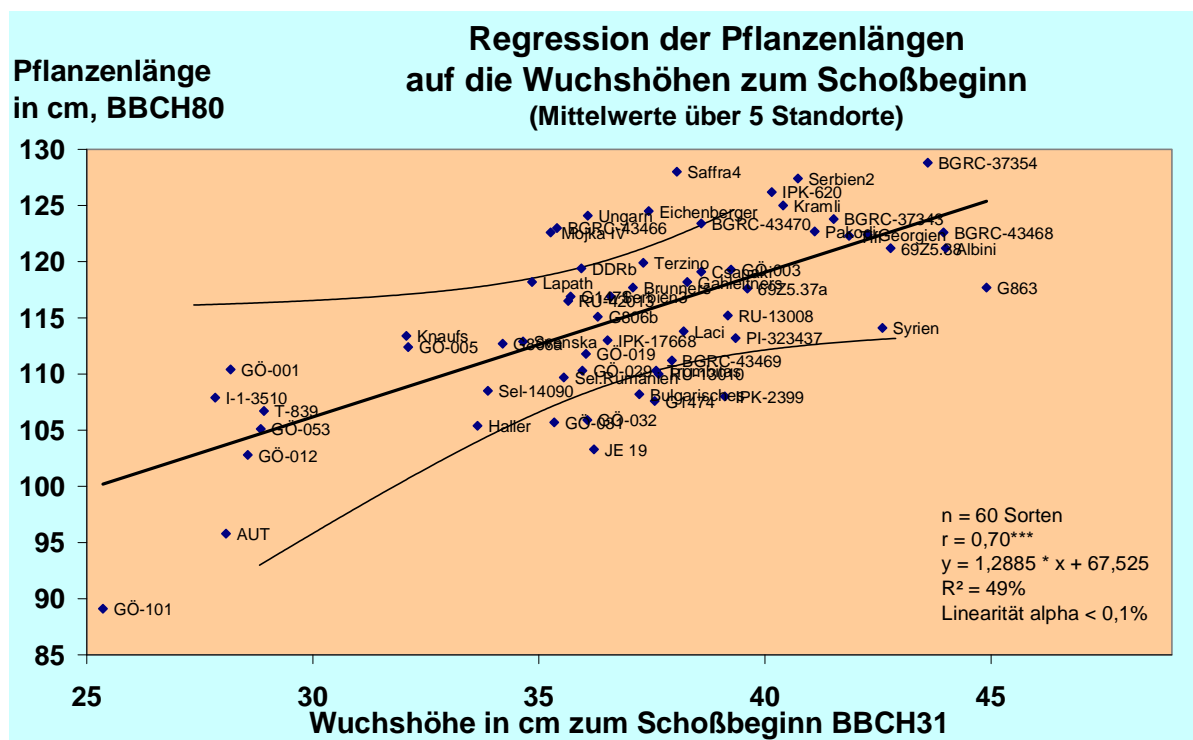


Abb.4: Beziehungen zwischen Wuchshöhe zum Schoßbeginn und Pflanzenlänge bei 60 Einkornsorten (Mittelwerte von jeweils 5 Standorten).

Spelzengehalt

In den Spelzengehalten zeigten sich mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Korrelationen zwischen den Standorten (Tab.4). Die Mittelwerte der Sorten über alle Standorte ergab eine Spannweite von 25-38%, wobei 46 von 60 Mustern Werte zwischen 28 und 33% aufwiesen. Dies entspricht Verhältnissen, wie sie auch bei Dinkel gefunden werden können.

Tabelle 4: Korrelationen zwischen den fünf Standorten für den Spelzengehalt.

	Rimpertsweiler	Kleinhohenheim	Reinshof	Darzu 06
%Spelzengehalt				
Darzu 05	.66***	.67***	.55***	.43***
Darzu 06	n.s.	.56***	n.s.	
Reinshof	.73***	.44***		
Kleinhohenheim	.55***			

Die Nullhypothese „es besteht keine Korrelation“ kann mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von *** = 0,1% abgelehnt werden (n.s. = nicht signifikant).

Tausendkorngewichte

Bei den Tausendkorngewichten (Kerne ohne Spelz) fand sich eine relativ große Spannbreite von im Mittel 21g bis 34g. Dies entspricht im oberen Bereich bereits Werten die auch für Roggen aus ökologischem Anbau nicht selten sind. Unter den zehn Mustern mit den höchsten über alle Standorte gemittelten Tausendkorngewichten fanden sich Knaufs, Albini, JE19, Georgien, BGRC-43468, BGRC-43469, BGRC-43470, G863, Tifi und Saffra4.

Frühreife Muster erreichten im Durchschnitt über alle Standorte höhere Tausendkorngewichte als spätreife, wobei die mittelspäte Herkunft Knau mit höchstem Korngewicht als ausgesprochener Korrelationsbrecher angesehen werden kann (Abb.5).

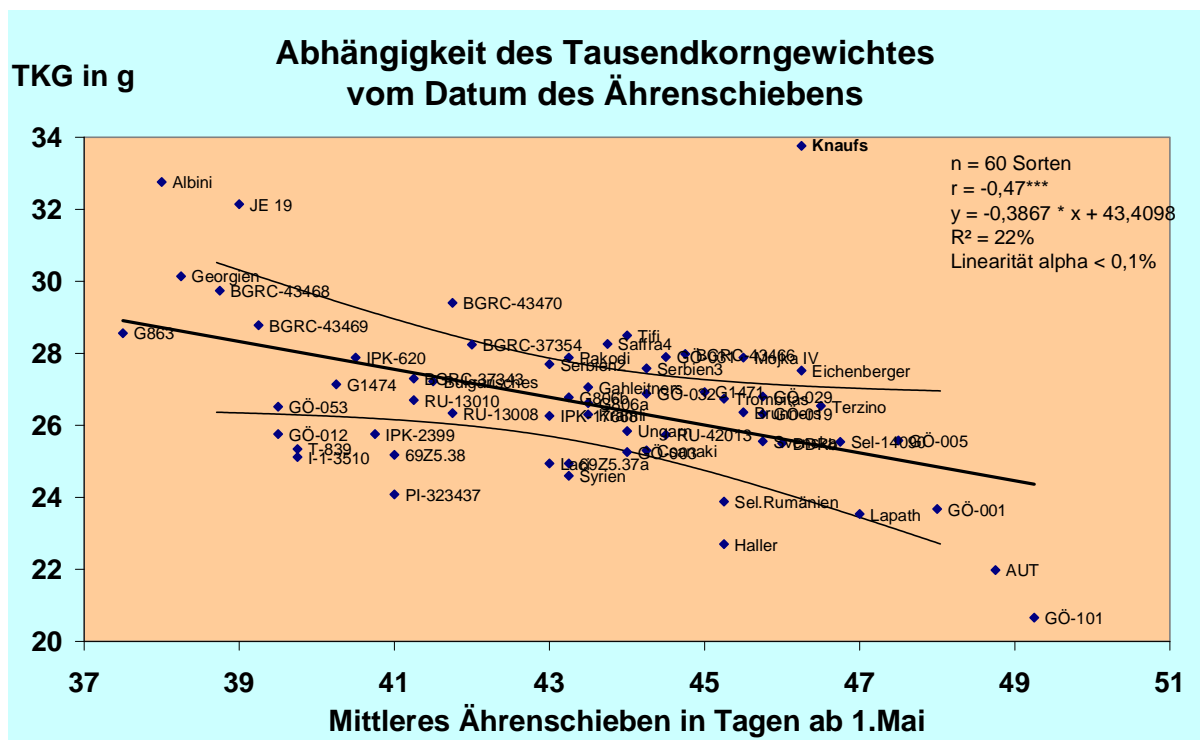


Abb.5: Abhängigkeit des Tausendkorngewichtes (Mittelwerte über 5 Standorte) vom mittleren Datum des Ährenschiebens (5 Orte) bei 60 Einkornmustern.

Die hohe Heritabilität (Erblichkeit) der Korngewichte spiegelt sich auch in den Korrelationen zwischen den Standorten, die alle die höchste Signifikanzschwelle erreichten (Tab.5).

Tabelle 5: Korrelationen zwischen den fünf Standorten für das Tausendkorngewicht.

	Rimpertsweiler	Kleinhohenheim	Reinshof	Darzu06
TKG				
Darzu05	.66***	.42***	.67***	.56***
Darzu06	.81***	.67***	.73***	
Reinshof	.88***	.66***		
Kleinhohenheim	.76***			

Die Nullhypothese „es besteht keine Korrelation“ kann mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von *** = 0,1% abgelehnt werden.

3.1.2. Qualitätseigenschaften

Ein Vergleich der Korrelationen zwischen den Standorten für die drei untersuchten Backparameter ergab für den Parameter „Soft Wheat Gluten Index“ die geringste Abhängigkeit von den Standortbedingungen. Alle Standorte waren hoch signifikant korreliert. Nicht ganz so hoch ausgeprägt waren die Korrelationen zwischen den Standorten für die Stiring Number. Im Gegensatz zu diesen konnte für den SDS-Sedimentationswert nur für vier von zehn Standortkombinationen eine hoch signifikante Korrelation gefunden werden. Für die Wasseraufnahme der Teiglinge konnte für zwei von sieben Standortkombinationen und für das Backvolumen im Mikrobackversuch nur für eine Standortkombination eine schwache Korrelationen gefunden werden (Tab.6).

Daraus lässt sich ableiten, dass der SDS-Sedimentationswert und insbesondere die Wasseraufnahme und das Backvolumen in Abhängigkeit von den Standortbedingungen von Sorte zu Sorte unterschiedlich modifiziert werden.

Tabelle 6: Korrelationen der Sortenergebnisse zwischen fünf Standorten für die drei Backparameter Soft Wheat Gluten Index, SDS-Sedimentationswert und Stiring Number, sowie für vier Standorte der Ernte 2006 für die Wasseraufnahme der Teiglinge und das Backvolumen.

	Rimpertweiler	Kleinhohenheim	Reinshof	Darzac 06
Soft Wheat Gluten Index				
Darzac 05	.47***	.44***	.56***	.59***
Darzac 06	.62***	.58***	.76***	
Reinshof	.84***	.78***		
Kleinhohenheim	.91***			
SDS-Sedimentation				
Darzac 05	.52***	n.s.	n.s.	.52***
Darzac 06	.64***	n.s.	n.s.	
Reinshof	n.s.	n.s.		
Kleinhohenheim	.49***			
Stiring Number				
Darzac 05	.39**	n.s.	.70***	.47***
Darzac 06	.46***	.42***	.51***	
Reinshof	.35**	.41**		
Kleinhohenheim	.61***			
Wasseraufnahme				
Darzac 06	n.s.	n.s.	.36**	-
Reinshof	n.s.	n.s.		
Kleinhohenheim	.38**			
Backvolumen				
Darzac 06	n.s.	n.s.	n.s.	-
Reinshof	n.s.	.38**		
Kleinhohenheim	n.s.			

Die Nullhypothese „es besteht keine Korrelation“

kann mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von

** = 1% bzw. *** = 0,1% abgelehnt werden (n.s. = nicht signifikant).

Im Hinblick auf die Vorhersage von Wasseraufnahme der Teige und Backvolumen des Gebäcks zeigte der Soft Wheat Gluten Index für alle Standorte eine mehr oder weniger gute Eignung (Tab. 7+8).

Eine signifikante Korrelation zwischen SDS-Sedimentationswertes und Wasseraufnahme ergab sich nur, wenn nicht die Mittelwerte der Sorten über die Standorte, sondern die Einzelwerte aller untersuchten Proben miteinander verrechnet wurden. Damit erfüllte der SDS-Sedimentationswert nicht die mit seiner Erfassung verbundenen Erwartungen zur Vorhersage einer potentiellen Verarbeitungsfähigkeit von Einkornproben. Es kann allerdings nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden, dass mit einem Fortschreiten der Einkornzüchtung zu insgesamt verbesserter Verarbeitungsfähigkeit auch mit diesem Parameter eine sinnvolle Vorselektion wieder möglich wird.

Tabelle 7: Korrelationen zwischen SWGI und Wasseraufnahme für den Mittelwert und die verschiedenen Standorte im Einzelnen (nur Ernte 2006).

Ernte 2006	Mittelwert_(4Orte)	Darzau	Reinshof	Kleinhohenheim	Rimpertsweiler
r=	0,54***	0,47***	0,53***	0,33**	0,63***

Tabelle 8: Korrelationen zwischen SWGI und Backvolumen für den Mittelwert und die verschiedenen Standorte im Einzelnen (nur Ernte 2006).

Ernte 2006	Mittelwert_(4Orte)	Darzau	Reinshof	Kleinhohenheim	Rimpertsweiler
r=	0,52***	n.s.	0,47***	0,56***	0,43***

Soft Wheat Gluten Indices von im Mittel über 75 erreichten die Muster BGRC-43469, IPK-2399, Trombitas, Bulgarisches, Sel.14090, Brunners, Eichenberger, GÖ-019, GÖ-029 und GÖ-053.

SDS-Sedimentationswerte von im Mittel über 50 erreichten die Muster BGRC-43469, IPK-2399, Trombitas, Bulgarisches, Lapath, AUT, GÖ-003, GÖ-005, GÖ-019, GÖ-032, GÖ-101, Sel.Rumänien, 69Z5.38 und Ungarn.

Eine Stirring Number von im Mittel über 130 erreichten die Muster BGRC-43469, IPK-2399, Bulgarisches, Lapath, AUT, Sel.14090, IPK-620, T-839, I-1-3510, BGRC-43466, GÖ-001, GÖ-012, GÖ-031, GÖ-101, PI-323437, Svenska und Albini. Ausgesprochen schwache Werte lagen aber nur aus der Ernte 2005 vom Standort Darzau vor, an dem die Erntebedingungen mit Lagerneigung besonders schwierig waren.

Die höchste Wasseraufnahme gemäß Farinogramm von im Mittel über 9ml pro 20gMehl erreichten die Muster Brunners, Bulgarisches, IPK-2399, Ungarn und Gahleitners. BGRC-43469 verfehlte mit 8,95ml knapp die 9ml. Die geringste Wasseraufnahme von im Durchschnitt 8,4ml wurde bei Albini festgestellt.

Die höchsten Backvolumina von im Mittel über 52ml zeigten die Muster IPK-2399, Bulgarisches, GÖ-053, GÖ-012, T-839, BGRC-43469, Ungarn und Saffra4.

Die Einkorn-Akzessionen BGRC-43469, IPK-2399 und Bulgarisches waren in allen drei Backparametern, in der Wasseraufnahme und im Backvolumen in der Spitzengruppe. Darüber hinaus fand sich IPK-2399 auch im Teigwarentest unter den besten Proben wieder.

β-Carotin und Gelbtönung der Brotkrume

Korrelationen der β-Carotin-Gehalte zwischen den Standorten konnten für fünf von zehn Standortkombinationen gefunden werden (Tab.9). Eigenartigerweise zeigten die Ergebnisse der Sorten vom Standort Reinshof keinerlei Beziehung zu den Ergebnissen an den anderen Standorten. Eine Erklärung dafür konnte nicht gefunden werden.

Tabelle 9: Korrelationen zwischen den fünf Standorten für den β-Carotin-Gehalt .

	Rimpertsweiler	Kleinhohenheim	Reinshof	Darzac 06
β-Carotin-Gehalt				
Darzac 05	.65***	.66***	n.s.	.42***
Darzac 06	.40***	n.s.	n.s.	
Reinshof	n.s.	n.s.		
Kleinhohenheim	.72***			

Die Nullhypothese „es besteht keine Korrelation“ kann mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von

** = 1% bzw. *** = 0,1% abgelehnt werden (n.s. = nicht signifikant).

Beta-Carotin-Werte von im Mittel über 1,25 (mg/100g Trockensubstanz) erreichten die Muster Sel.14090, Brunners, Sel.Rumänien, BGRC-37354, DDRb, Kramli, Syrien, Gahleitners, GÖ-001, GÖ-031 und Saffra4. Bei einer Spannweite der Messwerte über alle Sorten und Standorte hinweg von 0,75 bis 1,67 wurde im Durchschnitt fast das Doppelte dessen erreicht, was bei Hartweizen erwartet werden kann.

Um ausgehend von der β-Carotin-Analyse eine Vorhersage der Gelbheit der Brotkrume machen zu können, hätten die Farbschätzwerte für die Gelbtönung der Brotkrume bei den hohen Carotin-Gehalten bevorzugt die Noten 4,5 und 6 aufweisen müssen. Jedoch konnten auch bei höheren Carotin-Gehalten blassere Brotkrumen und bei niedrigeren Carotin-Gehalten graue und braune Brotkrumen gefunden werden. Mit der ICC-Standard-Methode 152 alleine können demnach noch keine hinreichenden Vorhersagen über die Tönung der Krumen gemacht werden. Der im Verlauf des Vorhabens aufgetretenen Frage, ob die Gewichtung der unterschiedlichen Gelbpigmente alpha-Carotin, beta-Carotin und Lutein eine Bedeutung für die Krumenfarbgebung haben, konnte im Rahmen dieser Untersuchungen leider nicht mehr nachgegangen werden. Aufgrund der Ergebnisse ist für die Beurteilung einer Sorte hinsichtlich der Gelbfärbung der Brotkrume ein Mikrobackversuch unverzichtbar.

Teigwarentest

Die Ergebnisse aus dem Teigwarenkochtest zeigten keinerlei Korrelationen zu einem der untersuchten Backparameter SWGI, SDS oder SN und auch nicht zu der mit dem Farinographen untersuchten Wasseraufnahmefähigkeit.

Folgende Muster hatten von keinem Standort beim Teigwarenkochtest eine Boniturnote schlechter als 3: Trombitas, 69Z5.37a, GÖ-001, GÖ-019, IPK-2399, Syrien, JE19, Laci und Knaufs.

3.2. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse, Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse.

Problematisch für eine Verallgemeinerung der im Rahmen dieser Untersuchung gefundenen Ergebnisse ist die Tatsache, dass nur ein Anbaujahr für die Durchführung der Feldversuche an mehreren Standorten zur Verfügung stand und dieses Jahr wies an allen Standorten eine gleichgerichtete einseitige Prägung auf. Dass nicht mehr Versuchsjahre zur Verfügung standen, ist dem Umstand geschuldet, dass im ersten Jahr der Anbau auch zur Vermehrung der Proben auf die erforderliche Saatgutmenge dienen musste, um überhaupt Versuche auf mehreren Standorten durchführen zu können. Üblicherweise erfolgt dies in einem Parallelanbau zur Verminderung von Vermischungsrisiken. Mit der am Projektbeginn zur Verfügung stehenden Saatgutmenge wäre es aber noch nicht möglich gewesen. Eine Legislaturperiode erscheint für Antragstellung, Begutachtung, Versuchsplanung und -durchführung an einer Wintergetreideart einfach zu kurz, um sich an Aufgaben wagen zu können, die mehrere Vegetationsperioden umfassen sollten. Umso erfreulicher, dass überhaupt die nötigen Fragestellungen angegangen werden konnten, deren erste Beantwortung einige Erwartungen widerlegen und andere sogar noch übertreffen konnten.

Der in Deutschland bisher kaum bekannte Parameter Soft Wheat Gluten Index erwies sich als besonders geeignet, um bei umfangreichem Probenmaterial im Selektionsprozess eine Abschätzung der Backeignung mit geringem Aufwand leisten zu können. Dies ist insofern bedeutsam, als mit der in der Weizenzüchtung eingesetzten Glutomatik zur Bestimmung des Feuchtklebergehaltes beim Einkorn überhaupt nicht gearbeitet werden kann, denn die weit überwiegende Anzahl der Einkornproben besitzt viel zu weiche Kleber, die das Analysegerät selbst verkleben und verstopfen. Mit den umfangreichen Mikrobackversuchen konnte nunmehr eine erste Basis zur Beurteilung der Eignung des SWGI-Parameters für die Einkorn-Differenzierung geschaffen werden. Dies vereinfacht die Selektion im Hinblick auf die Backfähigkeit in der züchterischen Bearbeitung von Einkorn.

Die große Variationsbreite der Qualitätsparameter an dem untersuchten Probenmaterial lässt ihrerseits ebenfalls eine erfolgreiche Züchtungsarbeit am Einkorn im Hinblick auf die Verwendungsmöglichkeiten erwarten. Hinsichtlich der Qualitäten besonders hervorzuheben sind die drei Muster BGRC 43469, Bulgarisches und IPK 2399, die als Kreuzungspartner für die Züchtung besonders zu empfehlen sind. Leider mangelt es diesen Sorten deutlich an einem zufriedenstellenden Ertrag. Eine unmittelbare Nutzung dieser genetischer Ressourcen in der Praxis wird daher wenig erfolgversprechend sein. Auch hinsichtlich agronomischer Eigenschaften konnten Linien gefunden werden, welche die derzeit im Anbau genutzten Sorten übertrafen. Es konnten ertragreichere, standfestere, besser beschattende und auch weniger hochwüchsige gefunden werden, aber leider keine Linie, die alle Eigenschaften in sich vereinigt. Insbesondere im Hinblick auf die Kombination von erwünschten Sprosseseigenschaften und Korneigenschaften konnte keine Linie gefunden werden, die in jeder Hinsicht bereits einen Fortschritt verdeutlichen würde.

In Deutschland wird derzeit, wenn auch mit jeweils sehr bescheidenen Mitteln, an drei Orten an der Weiterentwicklung von Einkorn gearbeitet. An der Universität Göttingen, der Landessaatzuchtanstalt Stuttgart-Hohenheim und der Getreidezüchtungsforschung Darzau. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden in die Arbeit an diesen Orten einfließen und deren züchterische Ausrichtung modifizieren, in mancherlei Hinsicht auch rationalisieren, beispielsweise bezüglich der zu erfassenden Qualitätsparameter. Ob die Ergebnisse damit letztendlich der Förderung des ökologischen Landbaus zugute kommen, wird davon abhängen, ob sie dazu verwendet werden, unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus für die Bedürfnisse des ökologischen Landbaus zu züchten. Neben der auch von der Anbauintensität her beeinflussten Verarbeitungsqualität sind für den ökologischen Landbau die Konkurrenzfähigkeit gegenüber Ackerwildkräutern und die Widerstandsfähigkeit gegenüber sautgutübertragbaren Krankheiten bedeutsam. Für den konventionellen Anbau wird es auf kürzere und standfestere Pflanzen ankommen, die mineralische Stickstoffdüngung vertragen und in entsprechende Massenerträge umsetzen und die sich auch gegenüber Pestiziden behaupten können. Dies hat in letzter Konsequenz zwei verschiedene Zuchtrichtungen zur Folge. Welche Richtung sich etablieren wird, hängt aktuell nicht zuletzt von politischen Richtungsentscheidungen und der Förderung durch öffentliche Haushalte ab. In der Getreidezüchtungsforschung Darzau wurde und wird Einkorn für den ökologischen Landbau unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus in Abhängigkeit von der finanziellen Ausstattung mehr oder weniger intensiv weiterbearbeitet.

Das Vorhaben wird mit dem nunmehr vorliegenden Bericht abgeschlossen. Die Ergebnisse werden in nächster Zeit über Fachbeiträge in Wort und Schrift bekannt gemacht. Der Schlussbericht wird unmittelbar auf die Website der Getreidezüchtungsforschung Darzau übernommen und zum Download als pdf-Datei in der Literaturliste unter www.darzau.de verfügbar gemacht.

4. Zusammenfassung

60 Muster von Einkorn wurden an vier ökologisch bewirtschafteten Standorten in Deutschland geprüft und die Ernte auf Verarbeitungseigenschaften untersucht. In allen untersuchten Parametern ergaben sich ausgeprägte Differenzierungen, die eine züchterische Bearbeitung als besondere erfolgversprechend erscheinen lassen.

Um eine ausgeprägte Bodenbedeckung und Beikrautbeschattung zu erreichen, waren Winterhärte und Frohwüchsigkeit von wesentlichster Bedeutung. Mit den wüchsigsten Mustern konnten zwar nicht die höchsten Erträge erzielt werden, aber eine frohwüchsige Jugendentwicklung war nicht als nachteilig für die Kornertragsbildung anzusehen. Über alle Standorte hinweg war mit frühreifen Mustern ein höheres Tausendkorngewichte zu erreichen. Von den untersuchten Parametern zur Schätzung der Verarbeitungsqualität erwies sich der Soft Wheat Gluten Index (SWGI) als am besten geeignet. Er zeigte die ausgeprägteste Korrelation zu Wasseraufnahme und Backvolumen und auch die Korrelationen der sortenspezifischen Werte zwischen den Standorten waren von allen untersuchten Verarbeitungsparametern beim SWGI am höchsten. Die an den Sedimentationswert gerichteten Vorhersageerwartungen konnten demgegenüber nicht erfüllt werden. Der für die künftige Verwendung von Einkorn als funktionellem Lebensmittel

(Functional Food) bedeutende Gelbpigmentgehalt zeigte das in der Literatur dokumentierte Spektrum. Viele Muster erreichten mit Werten von im Mittel über 1,25mg/100g i.Tr. bis zum Doppelten dessen, was üblicherweise für Hartweizen erwartet wird. Um diese herausragende Eigenschaft zu bewahren, darf angesichts der Variation die Analyse der Gelbpigmente in der Züchtung nicht vernachlässigt werden. Allerdings konnte vom Gelbpigmentgehalt nicht auf die Gelbfärbung der Brotkrume geschlossen werden. Dafür waren die Beobachtungen aus dem Mikrobackversuch unverzichtbar.

Hinsichtlich herausragender Proben ist auf die Sorten Albini, Tifi und Terzino, sowie die Muster IPK-2399, Eichenberger und Bulgarisches hinzuweisen, die den besten Stand nach Winter aufwiesen. Mit den Einkornproben GÖ-029, Svenska und Knaufs konnten im Mittel die höchsten Erträge erzielt werden. GÖ-029 hatte zwar nicht den höchsten Wuchs zum Schoßbeginn, zeigte aber zusammen mit Kramli und GÖ-003 die ausgeprägteste Bodenbedeckung. Als von hohem Wuchs in der Jugendentwicklung, aber weniger ausgeprägter Pflanzenlänge zur Reife fielen Syrien, IPK-2399 und JE 19 auf. Knaufs, Albini und JE 19 hatten die größte Einzelkornmasse. Bei den Backversuchen und den Verarbeitungsparametern lagen BGRC-43469, IPK-2399 und Bulgarisches in der Spitzengruppe. IPK-2399 fand sich darüber hinaus auch im Teigwarentest unter den besten Proben. Von derzeit im Feldanbau befindlichen Herkünften zeigten Brunners und Gahleitners die höchsten Gelbpigmentgehalte. Für die weitere züchterische Bearbeitung möglicherweise von größter Bedeutung sind GÖ-029 unter agronomischen Gesichtspunkten, sowie IPK-2399, Bulgarisches und BGRC-43469 unter Verarbeitungsgesichtspunkten. Ein Einkornmuster, das ausreichend viele Eigenschaften in sich vereinigte und aufgrund der Ergebnisse unbedingt noch für den praktischen Anbau verfügbar gemacht werden sollte, war nicht eindeutig auszumachen. Allerdings sollte ein solches durch züchterische Maßnahmen in absehbarer Zeit unter Verwendung der im Rahmen dieses Vorhabens evaluierten Proben als Kreuzungseltern verfügbar gemacht werden können.

5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen, Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Ursprünglich sollten aus Genbankmaterial vorselektierte Einkornmuster, Herkünfte und Zuchtstämme, sowie bereit genutzte Sorten in wichtigen agronomischen Eigenschaften für den ökologischen Anbau geprüft werden. Das Erntegut war auf Parameter zur Back- und Teigwarenverarbeitung zu testen. Darauf aufbauend sollten Zuchtstämme selektiert werden, die unter ökologischen Bedingungen angebaut werden könnten und zur Herstellung von Back- oder Teigwarenerzeugnissen deutlich besser geeignet wären als aktuell verfügbare Sorten.

Erreicht werden konnte eine sehr gute Differenzierung des Probenmaterials hinsichtlich agronomischer und verarbeitungstechnischer Eigenschaften. Es konnten einige Muster gefunden werden, von denen zu erwarten ist, dass sie sich für die weitere züchterische Bearbeitung besonders eignen, um Ertrag und Qualität zu verbessern. Zuchtstämme oder Genbankmuster, die auf dem aktuellen Ertragsniveau der besten im Anbau genutzten Sorten

und Herkünfte noch deutlich bessere Verarbeitungsqualitäten aufzuweisen hätten, waren allerdings nicht eindeutig auszumachen. Dafür bedarf es der züchterischen Bearbeitung. Um die Eignung der von der Weizenbeurteilung übernommenen Verarbeitungsparameter überhaupt beurteilen zu können, wurden die Laboruntersuchungen noch um einen Teigwarentest und einen neu entwickelten Mikrobackversuch erweitert. Aufgrund der Vergleiche konnte dem SWGI-Wert letztendlich eine größere Bedeutung als Verarbeitungsparameter beigemessen werden, als dem SDS-Sedimentationswert.

Die Etablierung des Mikrobackversuchs bereitete allerdings die größten Schwierigkeiten. Denn für die optimale Vorbereitung der Teiglinge erwies sich die Abschätzung der Wasseraufnahme der Teiglinge als von wesentlicherer Bedeutung als beispielsweise bei Weizen. Es musste deshalb die Anfertigung eines Farinogramms zwischengeschaltet werden, was bei der Versuchsplanung noch nicht vorgesehen war. Bis die Farinogrammbestimmung zufriedenstellend eingerichtet war, verzögerten sich die Backversuche erheblich. Auch bei den Mikrobackversuchen selbst war noch Optimierungsbedarf zu erkennen, der im zeitlich verfügbaren Rahmen des Vorhabens noch nicht ganz zufriedenstellend erreicht werden konnte. Deutlich wurde dies an der mangelnden Korrelation der Backvolumina der Sorten über die Standorte hinweg. Insbesondere hinsichtlich der Knet- und Gärphasen sollte das Verfahren noch besser an die Erfordernisse von Einkorn angepasst werden. Auch der Teigwarentest wäre für Einkorn möglicherweise noch verbesserbar, indem auch für dieses Verfahren zunächst die Wasseraufnahmefähigkeit abgeschätzt würde, um dann die zugesetzte Wassermenge optimal an die Probe anzupassen. Dies muss zukünftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Darzau, den 1. März 2007

(Karl-Josef Müller)

6. Anhang mit Tabellen der Sortenmittelwerte (Gesamt- und Einzelübersicht)

Siehe ab nächste Seite

(Erläuterung zu den Erhebungen unter Punkt 2. Material, Standorte und Methoden)

Anhang: Gesamtübersicht und Einzeldaten aus den Einkornprüfungen

Name	Stand nach Winter	Wuchshöhe EC31	Bedeckungsgrad	Ährenschieben	Pflanzenlänge	Standfestigkeit	Ertrag relativ	Speizengehalt	TKG	SWG1	SDS	SN	β-Carotin	Teigttest	Wasseraufnahme	Backvolumen
Eichenberger	2	6	7	7	8	5	122	4	5	7	1	5	1	6	4	4
Svenska	4	5	6	7	6	3	118	4	4	5	3	6	5	3	6	4
Knaufs	4	4	5	7	6	4	116	3	9	1	1	4	4	3	5	5
GÖ-029	3	5	9	7	5	3	115	3	5	6	4	5	5	3	5	5
GÖ-005	4	4	7	8	6	3	114	4	4	1	6	5	4	5	3	5
GÖ-032	3	5	7	6	4	4	111	4	5	5	5	4	6	5	3	5
Terzino	3	6	6	7	7	3	111	3	5	3	2	3	5	4	3	3
Syrien	4	8	7	5	6	4	109	4	3	3	2	1	7	3	6	4
Trombitas	3	6	7	6	5	5	109	3	5	7	7	5	5	2	6	6
Mojka IV	3	5	6	7	8	5	108	4	5	4	1	4	2	3	3	4
Sel.Rumänien	5	5	5	6	5	4	108	5	3	3	6	5	7	3	4	2
BGRC-43466	3	5	5	6	8	6	108	6	6	1	2	9	5	4	4	3
GÖ-019	3	5	5	7	6	6	107	3	4	7	7	5	4	3	5	5
Georgien	5	8	5	1	8	5	106	4	7	1	3	5	3	3	3	4
Brunners	4	6	7	7	7	7	106	5	4	8	3	2	9	3	8	6
G1471	3	5	7	6	7	5	106	3	5	4	3	3	4	3	4	5
69Z5.37a	4	7	5	5	7	6	105	5	3	5	4	2	4	2	5	4
DDRb	4	5	6	7	7	5	105	4	4	2	5	2	7	4	4	4
Gahleitners	3	6	8	5	7	6	105	4	5	6	3	1	7	3	7	5
69Z5.38	3	8	6	3	8	6	105	5	4	6	5	2	6	4	6	5
Serbien2	3	8	8	5	9	6	104	4	5	4	2	1	4	5	3	4
GÖ-001	4	2	4	8	5	3	104	3	3	3	5	7	9	2	5	6
Kramli	3	7	9	5	9	4	103	4	4	3	4	1	7	5	4	5
Saffra4	3	6	7	5	9	4	103	3	6	5	2	5	6	3	5	5
GÖ-031	4	5	4	6	4	4	103	4	5	3	2	6	7	3	4	5
IPK-620	3	7	7	3	9	6	103	4	5	2	5	7	4	3	4	4
G1474	4	6	8	3	5	5	102	7	5	4	3	4	4	5	4	6
Bulgarisches	3	6	6	4	5	5	102	6	5	7	5	7	5	3	8	7
Haller	4	4	6	6	4	4	101	3	2	1	3	4	2	5	4	4
GÖ-003	4	7	9	5	7	4	101	6	4	2	7	3	6	4	4	4
RU-42013	4	5	6	6	7	5	101	4	4	4	2	2	5	4	4	5
IPK-17668	4	6	4	5	6	5	101	3	4	1	3	4	4	5	4	4
Laci	4	6	7	5	6	5	100	3	3	2	2	4	4	3	6	4
Lapath	3	5	5	8	7	7	100	4	2	3	9	6	3	4	6	5
PI-323437	5	7	5	3	6	5	100	4	3	3	2	6	5	4	7	5
Albini	3	9	6	1	8	5	99	3	9	1	2	9	4	4	1	4
IPK-2399	3	7	8	3	5	5	99	8	4	8	6	8	4	3	7	7
Serbien3	4	6	7	6	7	5	98	5	5	3	3	3	4	6	5	4
Sel-14090	4	4	4	8	5	4	98	3	4	8	4	8	7	4	5	5
G806a	5	5	5	5	6	4	98	1	5	1	1	4	2	3	3	3
Pakodi	4	8	7	5	8	6	97	5	5	4	4	1	5	4	4	5
RU-13008	4	7	4	4	6	5	97	2	4	1	3	5	6	6	4	4
Tifi	3	8	8	5	8	6	96	3	6	3	3	2	5	4	4	5
Csanaki	3	7	8	6	7	6	95	6	4	5	5	2	5	5	3	5
BGRC-43468	5	9	5	1	8	6	94	5	7	9	9	5	1	4	6	6
AUT	4	2	1	9	2	3	93	5	1	3	8	7	4	3	6	5
BGRC-43470	4	7	8	4	8	6	93	4	6	2	5	4	6	3	4	5
Ungarn	3	5	6	5	8	5	92	6	4	5	5	5	4	4	7	5
BGRC-43469	6	6	2	2	5	5	91	4	6	2	5	6	3	2	6	6
BGRC-37354	4	9	8	4	9	5	91	5	6	4	4	4	9	4	5	5
BGRC-37343	3	8	5	3	8	3	91	4	5	2	5	5	2	3	5	5
GÖ-101	5	1	2	9	1	2	90	4	1	4	9	7	3	4	6	5
JE 19	4	5	8	2	4	6	90	6	8	1	3	1	3	3	3	5
RU-13010	5	6	7	3	5	6	90	2	5	2	3	5	4	5	2	4
G806b	4	5	5	5	6	4	89	1	5	1	1	3	4	5	3	4
G863	5	9	4	1	7	7	85	1	6	2	3	5	5	3	5	4
GÖ-012	6	2	2	2	4	6	83	9	4	6	3	6	5	5	4	7
I-1-3510	6	2	2	2	5	5	80	9	4	6	3	6	5	5	5	5
T-839	5	2	2	2	4	5	76	8	4	5	3	7	5	4	5	6
GÖ-053	6	2	1	2	4	6	71	9	5	6	2	5	5	5	5	6

Name	Ährenschieben				Datum Ährenschieb	Note Ährenschieb	cm Pflanzenlänge					cm Pflanzenlänge	Note Pflanzenlän	Stand		Standfestigkeit
	Darzu05	Darzu06	Reinshof	Kleinohenheim			Darzu05	Darzu06	Reinshof	Kleinohenheim	Rimpertsweiler			Darzu05	Reinshof	
Eichenberger	37	44	52	52	46,3	7	125	115	135	113	135	125	8	6,7	3,5	5,1
Svenska	36	44	53	50	45,8	7	117	100	123	110	115	113	6	3,1	2,8	2,9
Knaufs	36	45	52	52	46,3	7	112	95	128	110	123	113	6	4,4	3,5	4,0
GÖ-029	36	44	53	50	45,8	7	109	105	120	108	110	110	5	2,7	2,8	2,7
GÖ-005	37	45	56	52	47,5	8	112	100	125	110	115	112	6	2,5	3,0	2,8
GÖ-032	32	42	53	50	44,3	6	102	95	113	105	115	106	4	5,3	1,8	3,5
Terzino	36	44	55	51	46,5	7	117	115	128	118	123	120	7	3,7	2,5	3,1
Syrien	33	41	50	49	43,3	5	113	105	123	113	118	114	6	4,4	3,8	4,1
Trombitas	36	43	52	50	45,3	6	104	105	120	105	118	110	5	5,6	3,5	4,6
Mojka IV	34	44	54	50	45,5	7	128	105	138	118	125	123	8	7,0	3,0	5,0
Sel.Rumänien	34	45	52	50	45,3	6	111	90	120	113	115	110	5	4,6	2,8	3,7
BGRC-43466	36	42	51	50	44,8	6	120	110	138	118	130	123	8	8,3	3,3	5,8
GÖ-019	35	44	53	51	45,8	7	104	105	125	110	115	112	6	8,3	3,3	5,8
Georgien	27	34	45	47	38,3	1	122	105	130	125	130	122	8	7,1	3,5	5,3
Brunners	35	43	54	50	45,5	7	111	105	130	118	125	118	7	7,2	7,3	7,2
G1471	34	44	52	50	45,0	6	117	95	133	113	128	117	7	7,2	2,8	5,0
69Z5.37a	30	43	51	49	43,3	5	113	100	125	123	128	118	7	7,7	3,8	5,7
DDRb	37	45	52	50	46,0	7	122	105	133	115	123	119	7	7,4	2,5	5,0
Gahleitners	28	44	52	50	43,5	5	116	95	130	120	130	118	7	8,8	4,0	6,4
69Z5.38	30	36	49	49	41,0	3	116	115	125	120	130	121	8	8,8	3,0	5,9
Serbien2	32	41	50	49	43,0	5	127	120	135	123	133	127	9	8,2	3,5	5,9
GÖ-001	38	45	57	52	48,0	8	112	100	125	105	110	110	5	2,0	4,8	3,4
Kramli	34	41	50	49	43,5	5	120	115	133	125	133	125	9	5,7	2,8	4,2
Saffra4	34	43	49	49	43,8	5	130	110	138	128	135	128	9	3,4	3,8	3,6
GÖ-031	33	43	52	50	44,5	6	116	90	118	98	108	106	4	6,6	2,3	4,4
IPK-620	30	36	49	47	40,5	3	121	120	133	123	135	126	9	7,4	5,5	6,5
G1474	28	35	49	49	40,3	3	93	80	128	118	120	108	5	7,9	2,3	5,1
Bulgarisches	31	36	50	49	41,5	4	106	95	118	108	115	108	5	6,7	3,8	5,2
Haller	35	43	52	51	45,3	6	102	85	120	108	113	105	4	4,2	3,8	4,0
GÖ-003	34	43	50	49	44,0	5	114	105	128	123	128	119	7	5,3	2,5	3,9
RU-42013	32	42	53	51	44,5	6	115	110	128	108	123	117	7	5,3	4,3	4,8
IPK-17668	31	41	51	49	43,0	5	110	100	123	110	123	113	6	7,0	3,3	5,1
Laci	32	41	50	49	43,0	5	109	105	123	113	120	114	6	6,3	3,3	4,8
Lapath	39	45	53	51	47,0	8	116	105	125	118	128	118	7	8,7	4,5	6,6
PI-323437	29	36	50	49	41,0	3	111	100	120	115	120	113	6	6,7	3,5	5,1
Albini	28	32	45	47	38,0	1	121	110	123	123	130	121	8	6,3	3,3	4,8
IPK-2399	30	36	48	49	40,8	3	105	95	115	110	115	108	5	6,0	3,8	4,9
Serbien3	31	45	51	50	44,3	6	117	105	128	115	120	117	7	6,7	3,5	5,1
Sel-14090	36	45	55	51	46,8	8	105	100	123	108	108	109	5	3,8	3,3	3,5
G806a	33	42	50	49	43,5	5	116	95	123	115	115	113	6	4,6	3,8	4,2
Pakodi	33	42	49	49	43,3	5	116	110	135	120	133	123	8	8,0	4,5	6,3
RU-13008	29	38	51	49	41,8	4	116	110	118	113	120	115	6	5,4	4,3	4,8
Tifi	34	42	50	50	44,0	5	119	115	133	115	130	122	8	7,8	4,8	6,3
Csanaki	34	43	51	49	44,3	6	113	115	125	115	128	119	7	7,3	4,8	6,0
BGRC-43468	28	32	48	47	38,8	1	123	120	123	123	125	123	8	8,0	3,0	5,5
AUT	40	45	58	52	48,8	9	94	80	113	93	100	96	2	2,2	4,5	3,4
BGRC-43470	30	41	48	48	41,8	4	117	110	130	128	133	123	8	8,6	4,3	6,4
Ungarn	32	44	49	51	44,0	5	123	105	140	125	128	124	8	7,8	3,0	5,4
BGRC-43469	27	36	47	47	39,3	2	111	80	125	113	128	111	5	6,3	4,5	5,4
BGRC-37354	31	41	48	48	42,0	4	124	115	138	133	135	129	9	7,1	3,0	5,1
BGRC-37343	28	41	48	48	41,3	3	119	120	125	125	130	124	8	3,0	3,5	3,3
GÖ-101	39	47	58	53	49,3	9	93	85	95	83	90	89	1	3,2	1,8	2,5
JE 19	27	35	47	47	39,0	2	104	100	110	103	100	103	4	9,0	3,5	6,3
RU-13010	29	40	48	48	41,3	3	105	100	120	108	118	110	5	7,8	3,8	5,8
G806b	33	41	49	50	43,3	5	113	100	125	118	120	115	6	4,6	4,0	4,3
G863	26	32	45	47	37,5	1	111	100	128	120	130	118	7	8,8	4,8	6,8
GÖ-012	27	37	47	47	39,5	2	104	80	115	105	110	103	4	4,6	6,5	5,6
I-1-3510	28	37	46	48	39,8	2	107	90	115	115	113	108	5	3,9	6,5	5,2
T-839	28	37	47	47	39,8	2	101	90	118	120	105	107	4	4,2	6,5	5,4
GÖ-053	27	37	47	47	39,5	2	108	85	115	110	108	105	4	5,7	6,5	6,1

Name	Wasseraufnahme						Backvolumen					Krumenfarbe				
	Darzu06	Reinshof	Kleinhohenheim	Rimpertweiler	Wasseraufnahme	Note Wasseraufn.	Darzu05	Darzu06	Reinshof	Kleinhohenheim	Rimpertweiler	Note Backvolumen	Darzu06	Reinshof	Kleinhohenheim	Rimpertweiler
Eichenberger	8,8	8,3	9,2	8,4	8,7	4	9	1	5	3	1	4	4	4	4	3
Svenska	9,4	8,8	9,2	8,7	9,0	6	1	6	5	6	1	4	7	6	7	6
Knaufs	8,8	8,5	9,2	8,6	8,8	5	7	3	5	5	2	5	4	4	6	6
GÖ-029	8,9	8,6	9,3	8,7	8,9	5	4	4	5	6	5	5	6	4	6	6
GÖ-005	8,7	8,7	8,9	8,1	8,6	3	9	3	4	6	2	5	4	4	6	6
GÖ-032	8,5	8,4	9,2	8,3	8,6	3	3	4	5	6	6	5	4	4	4	5
Terzino	8,4	8,5	9,0	8,5	8,6	3	3	1	5	6	3	3	7	4	7	6
Syrien	9,1	9,0	9,1	8,7	9,0	6	2	4	3	6	6	4	6	8	7	6
Trombitas	9,2	8,6	9,2	8,8	9,0	6	8	5	5	7	4	6	6	5	6	6
Mojka IV	8,7	8,5	8,7	8,5	8,6	3	5	1	4	6	3	4	7	6	6	4
Sel.Rumänien	8,5	8,9	9,1	8,4	8,7	4	2	2	1	5	2	2	6	7	5	5
BGRC-43466	9,2	8,6	8,7	8,4	8,7	4	4	3	1	4	4	3	6	3	4	6
GÖ-019	8,8	8,5	9,1	8,9	8,8	5	3	4	5	8	6	5	7	4	6	6
Georgien	8,6	8,4	8,8	8,7	8,6	3	1	5	3	1	8	4	4	6	3	6
Brunners	9,6	9,3	9,3	8,8	9,3	8	9	4	6	6	3	6	7	8	6	6
G1471	8,4	8,5	9,5	8,5	8,7	4	7	1	4	8	4	5	7	6	6	4
69Z5.37a	9,1	8,8	9,1	8,6	8,9	5	2	5	4	7	3	4	6	4	6	5
DDRb	9,1	8,3	9,1	8,5	8,8	4	5	3	3	5	4	4	6	5	6	5
Gahleitners	9,3	8,8	9,5	8,7	9,1	7	8	3	5	7	3	5	6	3	7	6
69Z5.38	9,1	8,5	9,4	8,8	9,0	6	3	3	5	6	5	5	4	4	4	6
Serbien2	8,8	8,5	8,6	8,4	8,6	3	2	5	5	4	4	4	4	5	4	4
GÖ-001	9,2	8,7	9,2	8,3	8,9	5	8	6	5	6	4	6	6	5	6	6
Kramli	8,8	8,5	8,9	8,5	8,7	4	2	5	5	5	6	5	6	6	6	6
Saffra4	9,3	8,5	9,0	8,7	8,9	5	2	9	5	7	3	5	6	5	7	6
GÖ-031	9,2	8,4	8,9	8,5	8,8	4	4	5	3	6	4	5	5	5	5	5
IPK-620	9,0	8,4	9,0	8,7	8,8	4	3	2	5	4	5	4	6	4	4	5
G1474	8,6	8,7	8,8	8,6	8,7	4	6	5	7	6	6	6	4	4	4	5
Bulgarisches	8,8	9,0	9,6	9,3	9,2	8	3	7	5	7	9	7	6	4	4	6
Haller	8,9	8,4	9,3	8,4	8,8	4	6	3	4	4	2	4	6	6	7	6
GÖ-003	8,7	8,7	9,0	8,5	8,7	4	3	3	5	6	4	4	5	4	6	5
RU-42013	8,9	8,7	8,7	8,8	8,8	4	3	3	5	6	5	5	6	6	6	6
IPK-17668	8,6	8,5	9,1	8,6	8,7	4	1	6	3	3	4	4	6	4	3	4
Laci	9,1	8,7	9,4	8,7	9,0	6	3	5	5	3	5	4	5	5	4	6
Lapath	9,2	8,8	9,2	8,8	9,0	6	8	4	5	6	3	5	6	4	5	6
PI-323437	9,0	8,5	9,6	9,0	9,0	7	2	4	9	6	5	5	6	5	4	5
Albini	8,4	8,0	8,7	8,4	8,4	1	2	5	3	1	7	4	5	5	3	5
IPK-2399	8,8	9,1	9,4	9,1	9,1	7	2	3	9	9	9	7	6	6	6	6
Serbien3	9,2	8,6	8,9	8,5	8,8	5	2	6	4	5	4	4	6	4	4	6
Sel-14090	9,4	8,7	8,6	8,9	8,9	5	5	4	5	6	4	5	6	4	7	5
G806a	8,5	8,3	8,7	8,6	8,5	3	2	5	3	3	4	3	6	4	4	6
Pakodi	8,9	8,5	8,6	8,8	8,7	4	7	5	3	5	5	5	5	6	6	6
RU-13008	8,7	8,3	9,1	8,7	8,7	4	1	7	3	3	4	4	6	3	3	4
Tifi	9,2	8,4	8,8	8,5	8,7	4	8	5	6	4	3	5	4	4	6	4
Csanaki	8,5	8,4	8,7	8,7	8,6	3	7	1	3	8	6	5	7	6	6	6
BGRC-43468	8,7	8,6	9,4	9,0	8,9	6	7	4	5	4	9	6	6	4	5	5
AUT	9,5	8,5	9,2	8,6	9,0	6	7	6	6	6	3	5	6	4	5	6
BGRC-43470	9,0	8,3	8,9	8,6	8,7	4	5	5	4	5	5	5	7	4	4	6
Ungarn	9,1	8,7	9,5	9,0	9,1	7	3	4	6	8	5	5	4	4	7	6
BGRC-43469	9,1	8,6	9,3	8,8	9,0	6	2	7	5	7	7	6	6	3	4	5
BGRC-37354	8,8	8,4	9,4	8,8	8,9	5	2	4	6	5	6	5	6	3	5	6
BGRC-37343	8,9	8,6	9,3	8,8	8,9	5	2	5	5	7	5	5	4	6	6	4
GÖ-101	9,3	8,8	9,4	8,6	9,0	6	6	6	5	6	3	5	5	4	5	6
JE 19	8,8	8,2	9,0	8,5	8,6	3	2	6	5	6	5	5	4	3	5	5
RU-13010	8,3	8,5	8,7	8,5	8,5	2	1	6	1	4	7	4	6	4	6	5
G806b	8,7	8,5	8,7	8,7	8,7	3	2	7	4	4	4	4	6	7	6	4
G863	8,5	8,6	9,2	8,8	8,8	5	2	2	4	2	8	4	6	7	8	6
GÖ-012	8,6	8,7	8,6	8,9	8,7	4	5	5	8	6	9	7	6	5	6	6
I-1-3510	8,9	8,3	9,3	8,9	8,9	5	1	4	4	7	9	5	6	7	7	6
T-839	8,7	8,3	9,2	8,9	8,8	5	1	8	5	7	8	6	6	7	6	6
GÖ-053	9,1	8,4	9,2	8,8	8,9	5	3	6	5	7	9	6	6	6	6	6