Unterscheidung von Dinkel und Weizen mittels Gelelektrophorese

Kornelia Becker, Markus Buchmann und Peter Kunz, Getreidezüchtung Peter Kunz, Verein für Kulturpflanzenentwicklung, CH-8634 Hombrechtikon
Auskünfte: Markus Buchmann, E-Mail: m.buchmann@getreidezuechtung.ch, Tel. +41 55 264 17 89

Zusammenfassung

2004 wurde in der Schweiz ein Klassifizierungssystem für Dinkel eingeführt. Damit soll aufgrund von vorwiegend marktpolitischen Interessen reiner Dinkel von Dinkel mit Weizeneinkreuzung unterschieden und getrennt vermarktet werden. Neben Herkunftsbezeichnung und morphologischen Kriterien wird zur Klassifizierung das Gliadinmuster der Dinkelsorten herangezogen. Eine Bande im Bereich der ω-Gliadine und zwei Banden im Bereich der α-Gliadine sollen auf Weizeneinkreuzung hinweisen. Eigene umfangreiche Untersuchungen mittels Acid-Polyacrylamid-Gelelektrophorese (A-PAGE) an 58 Weizensorten und 249 Dinkelsorten und Zuchtstämmen zeigen, dass die ω-Gliadinbande als Weizentypisch bezeichnet werden kann, die beiden α-Gliadinbanden hingegen sowohl in Weizen wie auch in Dinkel auftreten können. Innerhalb der aktuell gültigen Vorgaben führte die A-PAGE in 18 % der untersuchten Proben zu einer falschen B-Klassierung von «reinem» Dinkel und in 52 % der Fälle zu einer falschen A-Klassierung von Dinkel mit Weizeneinkreuzung. Damit zeigt sich die Gelelektrophorese als nicht geeignet, um eine Weizeneinkreuzung in Dinkel nachzuweisen. In Anbetracht fehlender wissenschaftlicher Nachweise, dass Dinkel für den Konsumenten besser verträglich sein soll als Weizen, plädieren die Autoren für andere Kriterien zur Klassifizierung von Dinkel.

Abb. 1. Weizen- und Dinkelähren weisen charakteristische Merkmale auf, die eine klare Unterscheidung erlauben.

Abb. 2. Dinkelkörner lassen sich gut von Weizen unterscheiden. Charakteristisch ist ihre längliche Form und die Scharfkantigkeit aufgrund der festen Spelzen.

Im Frühjahr 2004 wurde durch die Technische Komission Ackerkulturen ein Klassifizierungssystem für Dinkel beschlossen. Ziel ist es, Dinkel ohne Weizeneinkreuzung, sogenannte «reine» Dinkel, der A-Klasse zuzuordnen, Dinkel mit Weizeneinkreuzung der B-Klasse.

Die Einteilung von Dinkel nach Klassen

Für die Klasseneinteilung wird neben der Abstammung (soweit bekannt), dem Rohproteingehalt und morphologischen Merkmalen (Abb. 1 und 2) das Bandenmuster der Gliadine nach elektrophoretischer Auftrennung herangezogen. Grundlage für die Beurteilung bei der elektrophoretischen Untersuchung ist eine Studie der FAL (Hermann u. Zanetti 2002), bei der die Gliadinbanden von 28 Weizensorten, zwei alten Dinkel-Landsorten sowie drei Dinkelsorten mit Weizeneinkreuzung untersucht worden sind. Bezugnehmend auf diese Untersuchung wurden eine bestimmte Bande im Bereich der ω-Gliadine sowie zwei Banden im Bereich der α-Gliadine als weizentypisch definiert (Abb. 3), weil sie bei den meisten der untersuchten Weizensorten vorhanden sind, bei den beiden Dinkel-Landsorten hingegen nicht. Von den drei Dinkelsorten mit Weizeneinkreuzung weist lediglich eine weizentypische Banden auf. Enthält eine Dinkelsorte mindestens eine dieser weizentypischen Banden, so wird sie in den B-Typ eingeteilt (Menzi 2005, mündliche Mitteilung).

Da die als Beurteilungsgrundlage herangezogene FAL-Studie auf einem sehr eingeschränkten Probenmaterial basiert, erschien eine weitergehende Untersuchung angezeigt. Insbesondere bestand die Frage, wie stark die Gliadinbandenmuster innerhalb der Weizen- und Dinkelherkünfte variieren, denn einerseits wachsen Weizen und Dinkel seit jeher in sich überschneidenden Anbaugebieten, wodurch aufgrund der leichten Kreuzbarkeit mit spontanen Auskreuzungen zu rechnen ist, andererseits wird schon seit den Anfängen der Getreidezüchtung vor 150 Jahren von Weizen-Dinkelkreuzungen berichtet. Auch bei sogenannten «alten» Sorten sind deshalb Einkreuzungen nicht auszuschliessen.

Acid-Polyacrylamid-elektrophorese (A-PAGE)

Im Rahmen unserer Untersuchung wurden sowohl alte als auch neue Weizen- und Dinkelsorten aus verschiedenen Herkunftsgebieten sowie eigenes Zuchtmaterial untersucht (Tab. 1). Insgesamt wurden 58 Weizensorten, 135 alte Dinkelsorten sowie 111 neuere Dinkelsorten respektive -stämme geprüft.

Unsere Untersuchung hielt sich weitgehend an die Vorschrift der Internationalen Vereinigung für Saatgutprüfung ISTA (Cook 1992). Pro Sorte wurden sechs Körner zerquetscht und in Eppendorf-Tubes über Nacht extrahiert. Kurz vor dem Beschicken der Gele wurden die Extraktionen bei 10'000 g zentrifugiert, vom Überstand wurden 12 μl bei Dinkel respektive 15 μl bei Weizen in die Geltaschen pipettiert. Traten zwischen den Körnern einer Probe Unterschiede im Gliadinmuster auf, wurde die Untersuchung wiederholt.

Für die Gelherstellung wurde eine Acrylamid-Bisacrylamid-Lösung im Verhältnis 32:1 ver-

Tab. 1. Zusammenstellung einiger Weizen- und Dinkelvarietäten, die in der vorliegenden Arbeit untersucht wurden.

Art	var.	Bezeichnung	Kreuzung	Herkunft	;	<7-	α-2
Triticum aestivum aestivum							
T. aestivum	aestivum	**Zinal**		CH	+	+	+
T. aestivum	aestivum	**Tamaro**		CH	+	+	+
T. aestivum	aestivum	**Runal**		CH	+	+	+
T. aestivum	aestivum	**Pizol**		CH	-	+	-
T. aestivum	aestivum	**Arina**		CH	+	-	-
T. aestivum	aestivum	**Wiwa**		GZPK	+	+	+
T. aestivum	aestivum	**Asita**		GZPK	+	-	-
T. aestivum	aestivum	**Aira.28**		GZPK	+	-	(+)
T. aestivum	aestivum	**Eiger**			+	-	-
T. aestivum	aestivum	**Sardona**			+	+	+
T. aestivum	aestivum	**Probus**			+	-	-
T. aestivum	aestivum	**Petja**		B. Heyden	-	+	+
T. aestivum	aestivum	**Derenberger Silberweizen**			+	+	+
T. aestivum	aestivum	**Bisnacht**			+	-	-
T. aestivum	aestivum	**Hornussen**			+	-	-
T. aestivum	aestivum	**Rouge de Cernier**			+	+	+
T. aestivum	aestivum	**Moisson**			+	-	-
T. aestivum	aestivum	**Peking8**			+*	-	-
T. aestivum	aestivum	**Rouge de Chaneaz**			+*	+	+
T. aestivum	aestivum	**Bezostaja2**			-	-	(+)?
T. aestivum	aestivum	**Salzmünder Bartweizen**			-	-	(+)?
T. aestivum	aestivum	**Bömischer Wechselweizen**			-	+?*	+
T. aestivum	aestivum			**Irak**	-/-	?/-	?/-
T. aestivum	aestivum	**Aisi**		**Georgien**	+/(+)	?/+?	?/-
T. aestivum		**Kharkof Min 112**			+	-	-
Triticum aestivum spelta (alte Sorten)							
T. aestivum	spelta	**Farnsburger Rotkorn**		**Farnsburg/Ormalingen/ 1808**	-	-	-
T. aestivum	spelta	**Liestaler Rotkorn**		**Liestal/ 1909**	-	-	-
T. aestivum	spelta	**Muri Rotkorn**		**Muri/ <1919**	-	-	-
T. aestivum	spelta	**Oberemmentaler Bergkorn**		**Roethenbach/ 1927**	-	-	-
T. aestivum	spelta	**SK3L**		**Kerzers/ 1924**	-	+	+
T. aestivum	spelta	**Napf5C**		**bei Chlistein (südl.Werthenstein)/**	-	+ deutlich	+ deutlich
T. aestivum	spelta	**Napf6A**		**südl. Alp./1943**	-	+?	-
T. aestivum	spelta	**Altgold Rotkorn**	OK/Sandmeier		-	-	-
T. aestivum	spelta	**Fahnauer Spelz**			-	-	-
T. aestivum	spelta	**Frienisberger**			-	-	-
T. aestivum	spelta	**Gugg 1B**			-	-	-
T. aestivum	spelta	**Gugg 4A**			-	-	(+)
T. aestivum	spelta	**Lenzburger Weisskorn**			-	-	-
T. aestivum	spelta	**Liestal 11**		var. duhamelianum	-	-	-
T. aestivum	spelta	**Muri Rotkorn**			-	+	+
T. aestivum	spelta	**Napf 2A**			-	-	((+))
T. aestivum	spelta	**Napf 4A**			-	-	-
T. aestivum	spelta	**Neunegger WK**			-	-	((+))
T. aestivum	spelta	**Oberkulmer Rotkorn**			-	-	-
T. aestivum	spelta	**Ostro**		OK/SteinersRoterTiroler	-	-	-
T. aestivum	spelta	**Schafisheimer**			-	-	-
T. aestivum	spelta	**Steiners Roter Tiroler**		Sel.aus Roter Tiroler	-	-	-
T. aestivum	spelta	**BLD.1A**			-	-	+
T. aestivum	spelta	**BLD.25C**			-	+	-
T. aestivum	spelta	**Wesser Grannenspelz**			-	(+)	(+)
T. aestivum	spelta var. turanalborecens			Tadshikistan	-	+	+
T. aestivum	spelta	**var. arduini**		Iran	+	+	+
T. aestivum	spelta	subsp. kuckuckianum var. ispharalbispicatum		unbekannt	+	-	-
T. aestivum	spelta	var. viridalbispicatum Jakubz.		CSFR	+	+	+
Triticum aestivum spelta (mit Weizeneinkreuzung)							
T. aestivum	spelta	**SAG.586**	Sir/AG	**DSP07.4**	-	+	+
T. aestivum	spelta	**FKS.2**	FK/SER	**DSP07.15**	-	-	-
T. aestivum	spelta	**MUA.165**	MUR/ALK	**DSP07.23**	-	-	-
T. aestivum	spelta	**K2AG.362**	K93//k93//AG	**DSP07.31**	-	+	+
T. aestivum	spelta	**3+0,#-**	ZD.53/FK	**DSP07.81**	-	-	-
T. aestivum	spelta	**ZDF.26**	ZD.53/FK	**DSP07.82**	-	+	-
T. aestivum	spelta	**99_186**	AAW17H/OS	**DST07.5**	-	+	+
T. aestivum	spelta	**99_186**	AAW17H/OS	**DST07.6**	-	-	-
T. aestivum	spelta	**445-)-**	EP1B.93/AG	**DST07.36**	-	+	+
T. aestivum	spelta	**445-)-**	EP1B.93/AG	**DST07.37**	-	-	-
T. aestivum	spelta	**.-5..)**	SIR/HUN//SIR	**DST07.68**	-	-	-
T. aestivum	spelta	**.-5.-4**	TDS7/SIR/AAWR666	**DST07.80**	-	-	-
T. aestivum	spelta	**AGLE.11**	AG/LU/EP1W		-	(+)	(+)
T. aestivum	spelta	**AGLE.13**	AG/LU/EP1W		-	-	-
T. aestivum	spelta	**ALKOR**	RRD87?		+	-	-
T. aestivum	spelta	**8$$,#.**	EP1B//LBG/LIN		+	-	-
T. aestivum	spelta	**EP1H.20**	EP1/HUN		-	-	-
T. aestivum	spelta	**Pro.66**	RRD87/ROQ		+	-	-
T. aestivum	spelta	**Rep.28**	RRD87/EP1		+	+	+
T. aestivum	spelta	**SELU.71**	SRTL/LUEG		-	-	-
T. aestivum	spelta	**SIOS.87**	EP1B.93/OS		-	-	-
T. aestivum	spelta	**SIOS.88**	EP1B.93/OS		-	+	+
T. aestivum	spelta	Sirino	EP1 (evtl. Altgold/Hubel)		-	(+)?	+?!
T. aestivum	spelta	**Tauro**	AAWR.6.21		-	-	-
T. aestivum	spelta	**Titan**	'*+,(%		-	-	-
T. aestivum	spelta	**Zenit**	ZD.53		-	-	(+)
T. aestivum	spelta	**Balmegger**	MuriRotk/Eiger//Triticale	CH	-	+	-
T. aestivum	spelta	**Hubel**	einfache Weizen-Dinkel-Kreuzung		-	+	+
T. aestivum	spelta	**Ceralio**		Kling	-	-	-
T. aestivum	spelta	**Frankenkorn**	EL3.8xAG/AG//Roquin	'	-	+	-
T. aestivum	spelta	**Schwabenspelz**	Spontanauskreuzung in WW-Zuchtgarten	D (Kling?)	-	+	+
T. aestivum	spelta	**Sertel**	OSxUniplantaxOS	CH	-	-	-
T. aestivum	spelta	**Hohenheim**			+	+	-

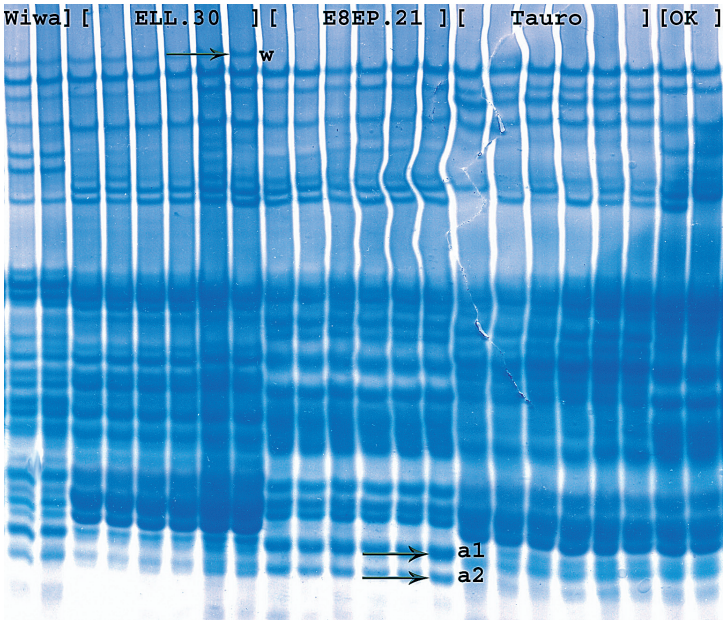

Abb. 3. Elektrophorese-Gel dreier Dinkelsorten mit Weizeneinkreuzung. Der Zuchtstamm ELL.30 weist die oberste ω-Gliadinbande auf wie die Standard-Weizensorte «Wiwa». Der Zuchtstamm E8EP.21 hat diese Bande nicht, hingegen weist er die unteren α-Gliadinbanden auf, wie «Wiwa». Die Dinkelsorte «Tauro» zeigt wie die Standartdinkelsorte «Oberkulmer» weder die ω-Gliadinbande noch die beiden α-Gliadinbanden.

wendet, die mit Wasserstoffperoxid 0,6 % polymerisiert wurde. Pro Sorte wurden sechs Geltaschen gefüllt. So konnten wir pro Gel drei Sorten und an den beiden Rändern die Standardsorten Wiwa (eigene Weizensorte) und Oberkulmer (alte Dinkelsorte) laufen lassen. Die Trennung der Proteine durch Elektrophorese erfolgte gemäss Vorschrift in einer sauren Umgebung vom positiven zum negativen Pol nach Grösse und Ladung. Die Dauer des Laufes betrug bei 500 V drei Stunden.

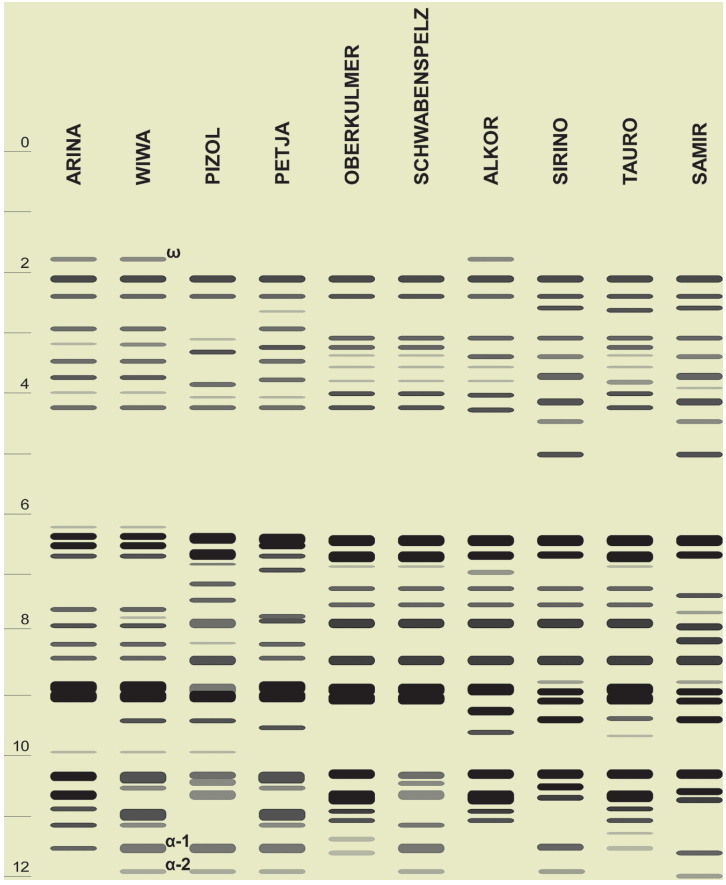

Abb. 4. Bandenschema einiger Weizen- und Dinkelsorten. Sowohl Weizen- als auch Dinkelsorten können die oberste ω-Gliadinbande oder die unteren beiden α-Gliadinbanden aufweisen.

Die Gele wurden über Nacht in 11% Trichloressigsäure mit Coomassie Blue gefärbt und anschliessend gewaschen. Die gefärbten Gele haben wir eingescannt und bis nach Abschluss der Auswertungen in Folie verpackt im Kühlschrank aufbewahrt.

Keine weizentypische α-Gliadin-Banden

Innerhalb der untersuchten Weizen- und Dinkelsorten können grosse Unterschiede im Gliadinmuster auftreten. Im Bereich der als weizentypisch definierten α-Gliadin-Banden gibt es sowohl bei Weizen als auch bei alten Dinkelsorten Banden von unterschiedlicher Stärke und oft mit leichten Lageunterschieden (Abb.3 und 4). Eine eindeutige Identifizierung rein weizentypischer α-Gliadin-Banden ist nach unseren Untersuchungen mittels A-Page nicht möglich.

Oberste ω-Gliadinbande vorwiegend bei Weizen

Die als weizentypisch definierte oberste ω-Gliadin-Bande tritt hingegen immer eindeutig in gleicher Lage und mit wenigen Ausnahmen nur bei Weizen auf (Abb.4). Zu den Ausnahmen bei den Weizen gehören z.B. die schweizerische Sorte «Pizol», die deutsche Hofsorte «Petja», der «Salzmünder Bartweizen», der «Bömische Wechselweizen» und Typen aus dem Irak. Sie weisen die oberste Bande nicht auf. Von den älteren Dinkelsorten fanden wir nur drei, die die oberste ω-Gliadin-Bande haben. Es handelt sich um eine tschechische und eine iranische Sorte sowie eine Sorte (*subsp. Kuckuckianum*) unbekannter Herkunft. Aufgrund der nicht näher bekannten Hintergründe ist eine Weizeneinkreuzung nicht auszuschliessen.

30 % der Weizensorten sind «weizentypisch»

Von 58 untersuchten Weizensorten weisen 42 (72 %) Sorten

Tab. 2. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse. Aufgeführt sind jeweils die Summen aller untersuchten Weizen- oder Dinkelsorten und die Anzahl der Sorten, die die jeweilige Gliadinbande aufweisen. Zum Beispiel weisen 42 (72 %) von 58 untersuchten Weizensorte die oberste ω-Gliadinbande auf, 7 (15 %) von 46 von vollständig auswertbaren Weizensorten zeigen weder die oberste ω-noch die beiden α-Gliadinbande.

	untersuchte Sorten	voll auswertbar	mit ω	mit α-1	mit α-2	mit ω, α-1 und α-2	ohne ω, α-1, α-2	mit mind. 1 von ω, α-1, α-2
Weizen	58	46	42 (von 58)	19	22	14	7	39
(triticum aestivum aestivum)			**72%**	41%	48%	30%	**15%**	85%
Ältere Dinkelsorten	135	116	3	9	19	2	98	19
(triticum aestivum spelta)			**2%**	7%	15%	2%	80%	**20%**
Dinkelsorten mit Weizeneinkreuzung	111	95	13	34	31	2	45	42
(triticum aestivum spelta)			**14%**	36%	33%	2%	**47%**	44%
TOTAL	***304***	***246***						

die als weizentypisch bezeichnete ω-Gliadin-Bande auf. Bezüglich der als weizentypisch bezeichneten α-Gliadin-Banden sind 20 Sorten nicht klar zu identifizieren. Von den im Hinblick auf alle drei Banden identifizierbaren Sorten weisen 14 (30 %) alle drei in Frage stehenden Banden auf (Tab.2).

Dinkel mit und ohne «weizentypischen» Banden

Von den 135 untersuchten *alten* Dinkelsorten sind zwei im Bereich der ω-Gliadine nicht klar zu identifizieren. Von den verbleibenden 133 zeigen 130 (98 %) die ω-Gliadin-Bande wie erwartet nicht. Im Hinblick auf alle drei fraglichen Banden sind 116 Sorten auswertbar. Davon haben 98 (80 %) Sorten keine der als weizentypisch bezeichneten Banden, 19 (20 %) Sorten weisen mindestens eine der fraglichen Gliadin-Banden auf.

Von 111 *neueren* Dinkelsorten und -stämmen mit Weizen in der Abstammung sind sechs im Bereich der ω-Gliadin-Bande und zehn im Bereich der α-Gliadin-Banden nicht klar zu identifizieren. Von den verbleibenden 95 Sorten haben 13 (14 %) die ω-Gliadin-Bande, 82 Sorten (86 %) jedoch nicht. 42 Sorten (44 %) weisen mindestens eine der als weizentypisch bezeichneten Gliadinbanden auf, 45 Sorten (47 %) haben jedoch eindeutig keine der fraglichen Banden (Tab.2).

Gliadin-Banden als Unterscheidungsmerkmal?

Aus den vorliegenden Untersuchungen kann festgestellt werden, dass die ω-Gliadin-Bande ein bei Weizen häufiges und bei Dinkel seltenes Merkmal ist, da 72 % der Weizensorten die Bande aufweisen, 98 % der alten Dinkelsorten nicht. Dies wird durch andere Untersuchungen teilweise bestätigt (Abdel-Aal *et al.* 1996, Harsch *et al.* 1997).

Die Eignung der beiden α-Gliadin-Banden muss nach den vorliegenden Ergebnissen verneint werden, da eine eindeutige Differenzierung in typische Weizen- beziehungsweise Dinkelbanden in diesem Bereich nicht möglich ist.

Im Hinblick auf alle drei Banden würde die A-PAGE 18 % der untersuchten alten Dinkelsorten fälschlicherweise der B-Klasse zuordnen. Es bleibt ungeklärt, ob bei diesen Sorten das Vorhandensein der als weizentypisch bezeichneten Banden aus zufälligen Einkreuzungen resultiert oder ob es eine Variation innerhalb des Dinkels darstellt.

Ebenfalls im Hinblick auf alle drei Banden würden 52 % der Dinkel-Weizen-Kreuzungen der A-Klasse zugeordnet. Aufgrund dieser Resultate halten die Autoren die Methode untauglich zur Klassifizierung von Dinkel.

Ist die Klassifizierung von Dinkel sinnvoll?

Die Gründe für das Klassifizierungssystem sind mehrschichtig. In erster Linie stehen Marktinteressen dahinter, eine Ausdehnung des Dinkel-Anbaus in der Schweiz soll nicht aktiv gefördert werden. Es besteht ein marktpolitisches Interesse, ertragsschwache Sorten gegenüber ertragsstarken neueren Sorten zu bevorzugen.

Inländischer Dinkel bildet einen Nischenmarkt, der sich von billigerer Importware absetzten muss, um konkurrenzfähig zu sein. Dinkel hat den Ruf, besser verträglich als Weizen zu sein. Dies lässt Weizeneinkreuzung in Dinkel in kritischem Licht erscheinen, stärkt aber die Konkurrenzfähigkeit von alten Landsorten. Erst die Marktnachfrage nach reinem Dinkel führte zum Wunsch der Sammelstellen, A- und B-Dinkel zu definieren. Die modernen Dinkelsorten, die meist aus Dinkel-Weizenkreuzungen entstanden sind, sind den alten Landsorten in der Regel ertraglich überlegen. Auf diesem Hintergrund sehen die Autoren in der Nachfrage nach reinen Dinkelsorten einen fragwürdi-

gen Widerspruch zum Zuchtfortschritt.

Ein besonderer gesundheitlicher Wert ?

Dem Dinkel werden aufgrund seiner Erwähnung in Schriften der Äbtissin und Heilkundigen Hildegard von Bingen besonders günstige Nähreigenschaften zugesprochen. Inwiefern sich diese grundsätzlich vom Saatweizen unterscheiden, konnte bisher nicht geklärt werden. Dennoch wird Dinkel in Reformkreisen als Alternative zu Weizen gehandelt, wenn Konsumenten gegenüber Weizen Unverträglichkeitssymptome zeigen (Wikipedia 2007). Diese werden oft mit einer Allergie verwechselt. Die Existenz dieser Form von Unverträglichkeit wird von der klinischen Allergologie nicht anerkannt. Eine vergleichende Studie mit Einkorn als Weizenalternative konnte diese These auch nicht bestätigen (Lydeking-Olsen u. Damsoe 2005). Sicher ist, dass Dinkel als glutenhaltiges Getreide für Zöliakiebetroffene nicht konsumierbar ist (Forsell und Wieser 1995). Ausserdem besitzt Dinkelmehl die gleichen allergieauslösenden Proteine wie Weizen (Friedmann *et al*. 1994, Scheibe 1995, Klockenbring *et al*. 2001). Erst neuere Untersuchungen weisen darauf hin, dass bestimmte Nahrungsmittel wie Weizen tatsächlich nichtdefinierte Unverträglichkeitsreaktionen hervorrufen können (Shanahan *et al*. 2005, Zar *et al*. 2005).

Bedeutung der spezifischen Gliadinbanden

Solange nicht geklärt ist, durch welche besonderen gesundheitlichen Eigenschaften sich Dinkel auszeichnet, können auch keine Aussagen über eine mögliche Beeinträchtigung durch Weizeneinkreuzung gemacht werden. Zudem ist unklar, ob beziehungsweise inwiefern das Gliadinbandenmuster mit dinkeltypischen Eigenschaften qualitativer, physiologischer und morphologischer Art im Zusammenhang steht. Lässt das Vorhandensein einer bei Dinkel seltenen ω-Gliadin-Bande Aussagen zum gesundheitlichen Wert einer Sorte zu? Diese Fragen sind offen und bedürfen dringend weiterer Untersuchungen.

Dinkel und Zuchtfortschritt – ein Widerspruch?

Die Diskussionen bei der Einführung neuer Dinkelsorten erwecken oft den Anschein, als würden sich Zuchtfortschritt und die Erhaltung der dinkeltypischen Eigenschaften gegenseitig ausschliessen. Allerdings widerspricht die Tatsache, dass 53 % der untersuchten neuen Dinkelsorten mit Weizen in der Abstammung keine der fraglichen Gliadinbanden aufweisen, dieser Annahme.

Weizeneinkreuzung in Dinkel dienen in erster Linie der Verbesserung der Standfestigkeit und damit der Ertrags- und Qualitätssicherheit. Selbst in angestammten Gebieten können alte Sorten nur noch mit dem relativ grossen Risiko von Lagerfrucht angebaut werden. Im gesamten Dinkel-Landsorten-Pool gibt es keine Kreuzungspartner zur Verbesserung der Standfestigkeit (Riemle 1995). Über eine Weizeneinkreuzung und 2-3 Rückkreuzungen zur Reduktion des Weizeneinflusses kann diese in einem Zeitraum von 20-30 Jahren erreicht werden. Gleichzeitig muss jedoch streng auf dinkeltypische Eigenschaften selektiert werden. Der Züchter braucht dazu eine sehr genaue Kenntnis der dinkeltypischen Eigenschaften. Ein Anforderungsprofil für neue Dinkelsorten wird derzeit von den interessierten Partnern ausgearbeitet und soll in Zukunft als Richtlinie für die schweizerische Züchtungen dienen.

Unverträglichkeitsreaktionen auf Dinkel und Weizen:

Weizenallergie
klassische, IgE-vermittelte Nahrungsmittelallergie(Typ I), ca. 50 auslösende Proteine sind bekannt. Unterschiede zwischen Weizen und Dinkel konnten nie nachgewiesen werden. Betrifft nur ca. 1,3 % aller Nahrungsmittelallergien. Unter «Bäckerasthma» als Berufskrankheit bekannt.

Zöliakie
Glutenunverträglichkeit (Glutensensitive Enteropathie) Autoimmunreaktion beim Verzehr bestimmter Gliadine (Getreideproteine). Gliadine kommen in fast allen Getreidearten (Weizen, Dinkel, Emmer, Einkorn, Roggen und Gerste) vor.

Weizenunverträglichkeit
Allergieähnliche, meist verzögerte Intoleranzsymptome beim Verzehr von Weizen- seltener auch bei Dinkelprodukten. Medizinisch nicht nachgewiesen. Laut Betroffenen oft keine oder schwächere Reaktion beim Verzehr von Dinkel. Es gibt kaum wissenschaftliche Publikationen dazu.

Literatur

- Abdel-Aal E.-S. M., Salama D.A., Hucl P. Sosulski F.W. & Cao W., 1996. Electrophoretic Characterization of Spring Spelt Wheat Gliadins. *J. Agric. Food Chem.* **44**, 2117-2123.
- AHA, 2003. Schweizerisches Zentrum für Allergie, Haut und Asthma
- Cook R.J., 1992. Electrophoresis testing. In: Handbook of variety testing (Ed. R.J. Cooke). The International Seed Testing Association, Zürich, 2-14.

Forsell F. & Wieser H., 1995. Dinkel und Zöliakie. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung* **201**, 35-39.

Friedman H., Tortolani R., Glick J. & Burtis R. , 1994. Spelt is Wheat. Allergy and Asthma Proceedings, **15** (4), 217-218.

Harsch S., Günther T., Kling Ch., Rozynek B. & Hesemann C.U., 1997. Charakterization of spelt (*Triticum spelta* L.) forms by gel electrophoretic analyses of seed storage proteins. I. The Gliadins. *Theor Appl Genet*. **94**, 52-60.

Herrmann D. & Zanetti S. 2002. Unterscheidung von Getreidesorten durch Elektrophorese. *AGRARForschung* **9** (6), 252-255; 258-259.

Klockenbring T., Boese A., Bauer R. & Goerlich R., 2001. Comparative Investigations of Wheat an Spelt Cultivars: IgA, IgE, IgG1 and IgG4 Binding Characteristics. *Food and Agricultural Immunology* **13**, 171-181.

Lydeking-Olsen E. & Damsoe V., 2005. Is the ancient wheat einkorn suitable for people with wheat sensitivity? Institute for Optimum Nutrition, Copenhagen Denmark, Poster 2005.

Rimle R., 1995. Agronomische und morphologische Charakterisierung von Weizen (*Triticum aestivum* L.) und Dinkel (*Triticum spelta* L.) sowie von spezifischen Weizen/Dinkel-F1-Hybriden und deren Folgegenerationen. Diss. ETH Zürich

Scheibe B. 1999. Elektrophoretischer und immunochemischer Nachweis potentiell allergener Lebensmittelbestandteile sowie Charakterisierung und Identifizierung von Dinkel- und Weizenmehlallergenen. Diss. Technische Universität München.

Shanahan F. & Whorwell P.E., 2005. IgG-mediated food intolerance in Irritable Bowel Syndrome: A real phenomenon or an epiphenomenom? (Editorial). *American Journal of Gastroenterology* **100**, 1558-1559.

Wieser H., 2006. Vergleich von reinen Dinkeln und Dinkel-Weizen-Kreuzungen. *Mühle und Mischfutter* **14** (2006), 441-442.

Wikipedia 2007. Zugang: http://de.wikipedia.org/wiki/Dinkel, [4. Mai 2007].

Zar S., Benson M.J., & Devinder K., 2005. Food-specific serum IgG4 and IgE titers to common food antigens in Irritable Bowel Syndrome. *American Journal of Gastroenterology* **100**, 1550-1557.

RÉSUMÉ

Différenciation de l'épeautre et du blé par électrophorèse sur gel

Un système de classification pour l'épeautre a été introduit en Suisse en 2004. En raison de divers intérêts en politique de marché, on pense que l'épeautre de pure souche et celui issu d'un croisement avec le froment peuvent être différenciés et commercialisés séparément. Dans le cadre de cette classification, mis à part l'appellation d'origine et les critères morphologiques, on tient compte du séquençage spécifique à chaque variété d'épeautre. Une bande dans le secteur de la gliadine-ω et deux dans celui de la gliadine-α montrent un croisement avec le froment. Nos propres essais par électrophorèse sur gel de polyacrylamide (A-PAGE) étendus à 58 variétés et lignées de sélection de froment, de même qu'à 249 variétés et lignées de sélection d'épeautre affichent que la gliadine-ω peut être considérée comme spécifique au froment, les deux bandes de gliadine-α apparaissant par contre aussi bien pour le froment que pour l'épeautre.
Sur la base des directives actuellement admises, il semble que le A-PAGE ait fait une mauvaise classification-B de l'épeautre «pur», pour 18% des échantillons analysés et, pour 52% des cas, une mauvaise classification-A de l'épeautre issu du croisement avec le froment. Ceci nous montre que l'électrophorèse sur gel n'est pas appropriée pour révéler un croisement de l'épeautre avec le froment. En raison d'un manque de preuves scientifiques établissant que, pour le consommateur, l'épeautre serait mieux toléré que le froment, les auteurs plaident en faveur d'autres critères pour cette classification.

SUMMARY

Identification of spelt and wheat by means of electrophoresis

2004 a classification system for spelt was introduced in Switzerland. It should differ spelt from spelt that is crossed with wheat an sell them separately, mainly out of economic political interests. Besides the naming/denomination of its origin and morphological criterions the gliadin-pattern is used for the classification of spelt varieties. A band in the ω-gliadin and two bands in the α-gliadin should point out the in-crossing with wheat. Intern extensive analysis with A-PAGE on 58 wheat varieties and 249 spelt varieties show that the ω-gliadin band can be called typical for wheat, the two α-gliadin bands however can appear in wheat as well as in spelt. Within the current valid order the A-PAGE leads by «clean» spelt in 18 % of the tested samples to the wrong B-classification and in 52 % of the cases to a false A-classification of spelt with wheat in-crossing. This shows that the A-PAGE is not qualified to proof a wheat in-crossing in spelt. Therefor, regarding the lacking scientific proof that spelt is more easily digestible than wheat for the consumer, the authors advocate for different criterions to classify spelt.

Key words: A-PAGE, wheat, spelt, gliadin, identification of spelt