

Pflanzen

Die Sommerweizenzüchtung in der Schweiz

Cécile Brabant, Dario Fossati und Geert Kleijer, Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-1260 Nyon 1
Auskünfte: Cécile Brabant, E-Mail: cecile.brabant@rac.admin.ch, Tel. +41 22 36 34 727

Zusammenfassung

Dieser Bericht stellt das Züchtungsprogramm für Sommerweizen der Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW und die Ergebnisse vor, welche auf nationaler Ebene, aber auch weltweit, erzielt wurden. Seit den ersten Kreuzungen im Jahr 1947 ist das Ziel der Sommerweizenzüchtung, Sorten mit bester Backqualität (Klassen I oder TOP) und sehr guter Krankheitsresistenz zu züchten. Die Sorte GREINA (Klasse I) ist heute die meistangebaute Sorte in der Schweiz. Die neue Sorte FIORINA besticht durch ihre sehr guten Backeigenschaften (Klasse TOP), den sehr guten Ertrag und die Kälteresistenz. Im Rahmen des Züchtungsprogramms konnte die Allelzusammensetzung der Glutenine bestimmt werden, wobei seltene Allele nachgewiesen wurden. Diese seltenen Allele haben einen positiven Einfluss auf die Backeigenschaften und werden bei den zukünftigen Kreuzungen verwendet.

Der Sommerweizen in der Schweiz

Weltweit gesehen wird vorwiegend Sommerweizen angebaut. In der Schweiz hingegen spielt er gegenüber dem Winterweizen eine untergeordnete Rolle. Seit den Fünfzigerjahren belegt er durchschnittlich nur 14 % der Winterweizenflächen. Grund dafür ist sein geringerer Ertrag. Da die Landwirte für eine bessere Bodenbedeckung im Winter unterstützt werden, hat die Anbaufläche von Sommerweizen in den letzten Jahren noch weiter abgenommen. Trotz dieser marginalen Stellung wird der Sommerweizen in der Schweiz aus verschiedenen Gründen weiter gezüchtet und angebaut. In Jahren mit strengen Wintern (wie 1956, 1975 und 2003) und

schlechten Bedingungen für die Herbstaussat kann der Winterweizen durch Sommerweizen ersetzt werden (Abb. 1). So stellte er 1956 72 % und 1975 45 % des angebauten Weizens dar (Oehler *et al.* 1956). Im Jahre 2003 belegte der Sommerweizen 17,8 % der Anbauflächen; dabei entfielen 15,4 % auf die Sorte Greina. Im Übrigen weisen die in Changins gezüchteten Sorten eine sehr gute Backqualität auf. Sie gehören hauptsächlich zu den Klassen Top und I, den höchsten Qualitätsklassen im System der Branchenorganisation swiss granum. Diese für den Schweizer Sommerweizen charakteristischen Eigenschaften führen bei Kreuzungen mit Winterweizen zu Sorten, die im Herbst ausgesät werden kön-

nen, und sowohl gute Backeigenschaften als auch einen guten Ertrag aufweisen. Durch die Diversifikation des genetischen Ausgangsmaterials spielt der Sommerweizen bei der Züchtung von Winterweizen eine nicht zu unterschätzende Rolle.

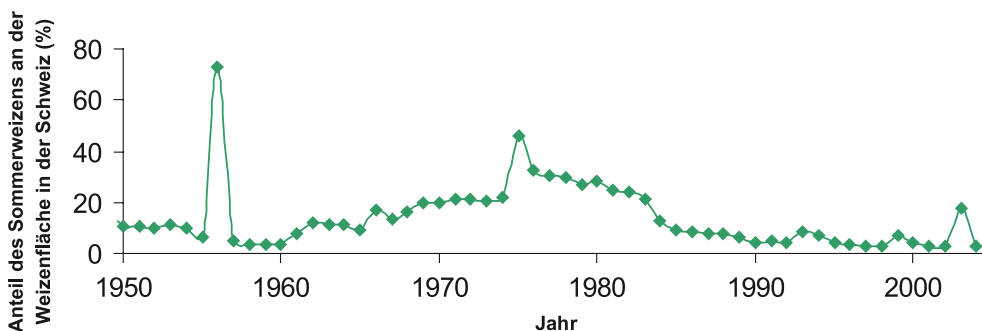
Züchtungsmethode

Das Schweizer Programm richtete sich immer auf eine möglichst hohe Backqualität, sowie auf eine hohe Krankheitsresistenz und einen guten wirtschaftlichen Ertrag aus.

Die **Backqualität** ist eine sehr komplexe Eigenschaft, die von zahlreichen Faktoren beeinflusst wird. Das Weizenkorn enthält zahlreiche Komponenten; die wichtigsten darunter sind Stärke und Eiweisse. Um sämtliche Aspekte der Backqualität erfassen zu können, müssen daher zahlreiche Tests durchgeführt werden (Kleijer 2002). Die Herausforderung für den Züchtenden besteht in der Züchtung einer Sorte mit sehr guter Backqualität und einem Ertrag, der über demjenigen bereits existierender Sorten der gleichen Qualitätsklasse liegt.

An zweiter Stelle bei der Züchtung von Sommerweizen steht die **Züchtung von krankheitsresistenten Sorten**, bei denen auf die Behandlung mit Pilzbekämpfungsmitteln verzichtet werden kann (Michel 2001). Dies betrifft insbesondere den Echten Mehltau, Gelb- und Braunrost, die Blattfleckenkrankheiten und der Fusariose, die aufgrund un-

Abb. 1. Veränderung des Anteils Sommerweizen gegenüber Winterweizen in den Jahren 1950 bis 2004 (Quelle swiss granum, BLW, SBV).



serer klimatischen Bedingungen am häufigsten verbreitete Krankheit des Sommerweizens.

Der **Ertrag** bleibt bei der Auswahl das dritte Hauptkriterium. Die aufgrund ihres guten Ertrags gezüchteten Sorten weisen im Allgemeinen einen tieferen Eiweissgehalt auf, der nahe bei 12 bis 14 % liegt. Sie behalten dennoch gute Backeigenschaften (hoher Zeleny-Wert, gute Knetresistenz, gute Dehnbarkeit des Teigs und hohes Brotvolumen). Es sei daran erinnert, dass der Eiweissgehalt nicht immer gut mit der Backqualität korreliert (Abb. 2). Dank den gemeinsamen Fortschritten der Züchtung und der Anbautechniken hat der gesamtschweizerische Ertrag beim Sommerweizen in den Jahren 1950 – 2002 um rund 30 dt/ha zugenommen (Abb. 3). Diese rasche Zunahme des Ertrags seit den Fünfzigerjahren konnte auch beim Winterweizen festgestellt werden. Im Schnitt erzielt der Sommerweizen einen Ertrag von 55 dt/ha, d.h. 5 dt/ha weniger als der Winterweizen.

Die Züchtungsmethode folgt bei den selbstbestäubenden Sorten einem klassischen Züchtungsschema (Abb. 4). Abgesehen von einigen Besonderheiten ist sie mit derjenigen des Winterweizens identisch (Fossati und Brabant 2003). Das Programm unterscheidet sich vorab in der tieferen Kreuzungsanzahl (nur rund 100 für die Sommerweizen). Rund 5 % der Kreuzungen finden zwischen Sommer- und Winterweizenlinien statt. Diese Kreuzungen sind sowohl für das Winterweizenprogramm (Verbesserung der Backqualität) als auch für das Sommerweizenprogramm (Ertragssteigerung) interessant. Bei 80 % der Kreuzungen werden fortgeschrittene Sommerweizenlinien aus dem Schweizer Züchtungsprogramm genutzt; bei 15 weiteren Prozenten werden Schweizer Lini-

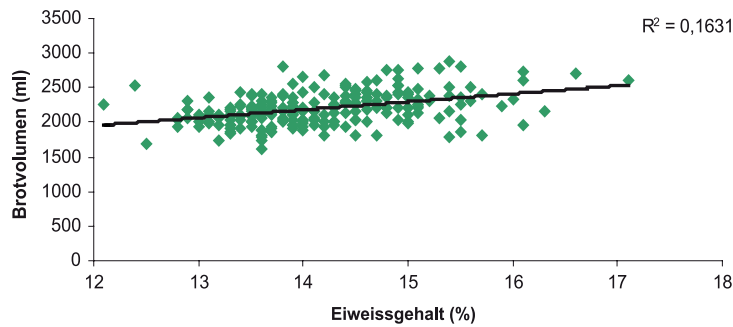


Abb. 2. Beziehung zwischen dem Brotvolumen und dem Eiweissgehalt (Zulassungsversuche 1982 bis 2003).

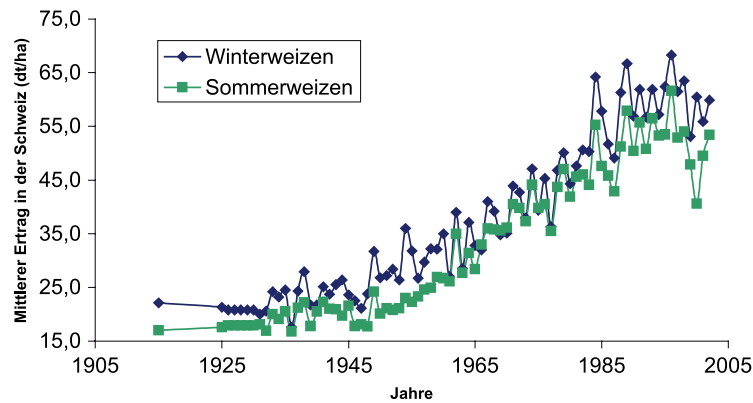


Abb. 3. Zunahme des gesamtschweizerischen Weizenertrags. Vergleich Sommer-/Winterweizen (Quellen: SBV; BLW; Hubert, 1956; 1978).

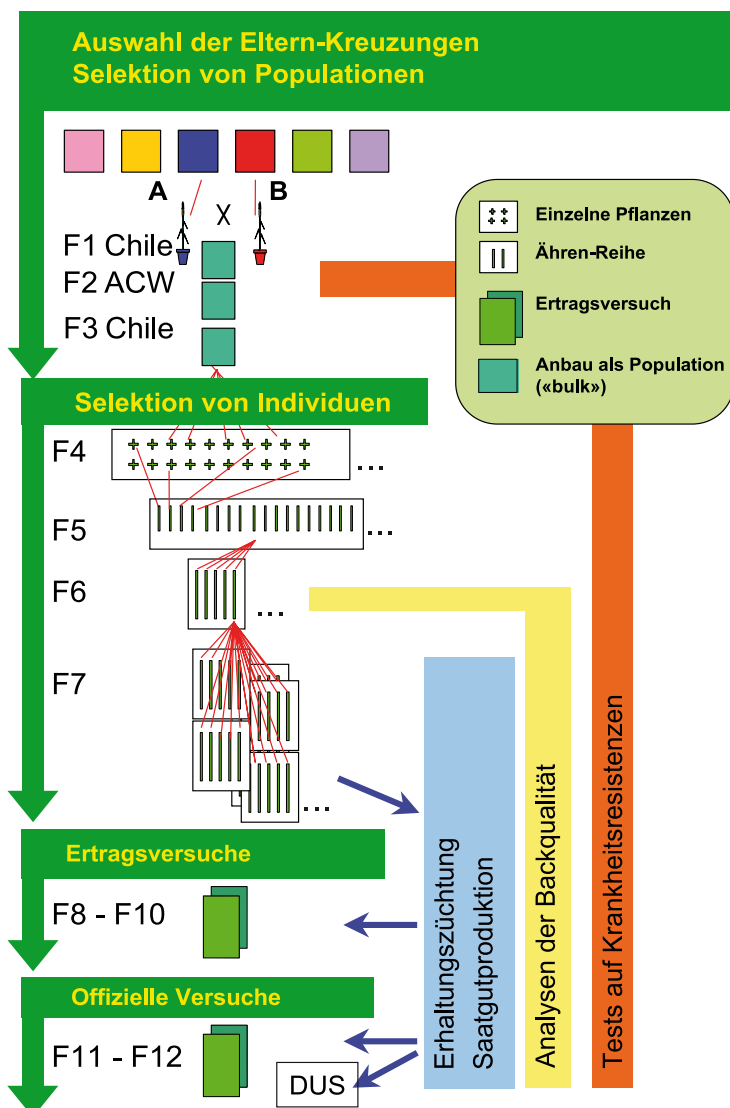
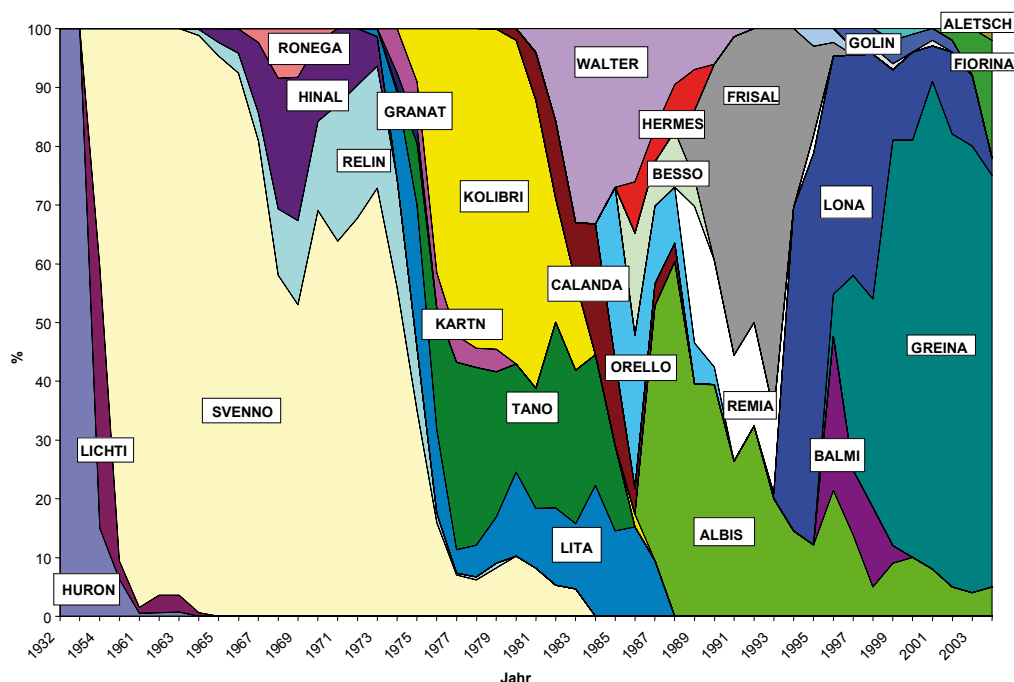


Abb. 4. Züchtungsschema Sommerweizen.

Tab. 1. In der Schweiz angebaute Sommerweizensorten 1927 - 2005

Sorte	Aufnahme in den Katalog	Herkunft	Qualitätsklasse											
HURON	1927	Canada/Schweiz	TOP											
WAGENBURG	~ 1931	Schweiz												
LICHTI I	1953	Deutschland	1											
SVENNO	1957	Schweden	1											
KÄRNTNER	1958	Österreich	1											
HINAL	1963	Schweiz	1											
RELIN	1963	Schweiz	1											
ARKA	1964	Schweiz												
RONEGA	1966	Schweiz	1											
GRANAT	1970	Schweiz												
LITA	1972	Schweiz	1											
TANO	1972	Schweiz	1											
KOLIBRI	1972	Deutschland	2											
CALANDA	1979	Schweiz	TOP											
WALTER	1980	Schweden	2											
BESSO	1982	Schweiz	2											
HERMES	1982	Deutschland	2											
ORELLO	1982	Schweiz	1											
ALBIS	1983	Schweiz	TOP											
DADORA	1984	Schweiz	1											
REMA	1986	Schweiz	1											
FRISAL	1987	Schweiz	2											
LONA	1991	Schweiz	TOP											
BALMI	1994	Schweiz	1											
GOLIN	1994	Schweiz	2											
GREINA	1994	Schweiz	1											
TORONIT	1996	Schweiz	2											
MOLERA	1997	Schweiz	1											
PIZOL	1997	Schweiz	1											
FIORINA	2001	Schweiz	TOP											
TIRONE	2002	Schweiz	TOP											
NADRO	2002	Schweiz </tr <tr> <td>ALETSCH</td> <td>2004</td> <td>Schweiz</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>TOGANO</td> <td>2004</td> <td>Schweiz</td> <td>TOP</td> </tr> <tr> <td>CARASSO</td> <td>2005</td> <td>Schweiz</td> <td>TOP</td> </tr>	ALETSCH	2004	Schweiz	1	TOGANO	2004	Schweiz	TOP	CARASSO	2005	Schweiz	TOP
ALETSCH	2004	Schweiz	1											
TOGANO	2004	Schweiz	TOP											
CARASSO	2005	Schweiz	TOP											

Abb. 5. Anteile der in der Schweiz angebauten Sommerweizensorten von 1932 bis 2004 (Quelle SZV/DSP, Saatgutverkauf).



Fett: wichtigste Sorten

en mit Linien aus dem Ausland gekreuzt. Diese ausländischen Sorten werden während mindestens zwei Jahren separat auf Frühreife, Höhe, Krankheitsanfälligkeit und Qualität (Eiweissgehalt, Härte, Zeleny-Wert) getestet. Im Allgemeinen sind dies deutsche oder österreichische Sorten der Klasse A oder E (Entsprechungen zu unseren Klassen I oder Top), französische Sorten der Klasse A (blé améliorant = Veredelungsweizen) oder BPS (Blé Panifiable Supérieur = erstklassiger Brotweizen) sowie gute Backeigenschaften aufweisende Sorten aus osteuropäischen Ländern und aus Nord- oder Südamerika.

Sommerweizen aus Versuchen des CIMMYT (*Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz Y Trigo*; siehe Kasten) werden ebenfalls als Eltern verwendet. Im Gegenzug dazu verpflichten wir uns, sämtliche Resultate aus unseren Feldversuchen dem CIMMYT mitzuteilen. Die Sommerweizenpopulationen des CIMMYT sind verhältnismässig frühreif, mittelgross, recht anfällig auf den Echten Mehltau und weisen gute Backeigenschaften auf. Die Bedeutung dieses Genpools ist sehr gross, weil er aufgrund der unterschiedlichen Herkünfte eine Erhöhung der genetischen Variabilität in unserem Zuchtprogramm erlaubt.

Das Züchtungsprogramm von Sommerweizen unterscheidet sich auch von demjenigen des Winterweizen durch die Tatsache, dass die aus den rund Hundert Kreuzungen hervorgegangenen F1-Samen während unserer Winterzeit nach Chile gesandt werden, wo sie während dem dortigen Sommer vermehrt werden. Das F2-Saatgut wird dann im Februar zwecks Vermehrung in die Schweiz zurückgesandt. Das erneut in der Schweiz geerntete Saatgut (F3-

Samen) wird wiederum für eine letzte Vermehrung nach Chile zurückgesandt. Auf diese Weise kann die Dauer des Züchtungsprogramms um zwei Jahre verkürzt werden. Von der 4. zur 7. Generation (F4- bis F7-Pflanzen), läuft die Züchtung von Sommerweizen analog dem Winterweizenprogramm ab (Fossati und Brabant 2003). Im 1. Ertragsversuchsjahr (F8-Pflanze) werden die Sommerweizenlinien auch als Wintersaat getestet. Die am besten angepassten Linien, werden weiter im Wintersaatprogramm geführt. Ab diesem Punkt stellt die Firma Delley Samen und Pflanzen AG (DSP) die Erhaltungszüchtung und die Produktion von Liniensaatgut sicher.

Von der Kreuzung bis zur Aufnahme einer Sorte vergehen mindestens 10 Jahre; in der Schweiz werden pro Jahr ein bis drei Sorten aufgenommen.

Nach drei Ertragsversuchsjahren erweist sich manchmal eine Linie als zu wenig homogen. Stellt sie sich als nicht fixierbar heraus, wird sie ausgeschieden oder bleibt ein weiteres Jahr im Ertragsversuch, bevor sie für einen offiziellen Versuch vorgeschlagen wird.

Frühere und heutige Schweizer Züchtungen

Seit 1936 beschäftigen sich die Eidgenössischen Forschungsanstalten mit der Erforschung zahlreicher an Schweizer Verhältnisse angepassten ausländischen Sorten (Zweifel und Keller 1952). Die ersten Schweizer Sommerweizenkreuzungen gehen auf das Jahr 1947 zurück (Popow persönliche Mitteilung). Vor 1950 wurde die kanadische Sommerweizensorte **Huron** in der Schweiz am häufigsten angebaut. 1963 gelangten die ersten Schweizer Sommerweizensorten **Relin** und **Hinal** (beide Klasse I) auf den Markt (Abb. 5; Tab. 1). **Relin** wies einen guten Ertrag und eine gute Krankheitsresistenz auf, insbesondere gegenüber Braunrost (Popow 1964). Zu dieser Zeit war die schwedische Sorte **Svenno** aufgrund ihres sehr guten Ertrags in der Schweiz sehr erfolgreich (Zweifel und Pugat 1957). Anschließend folgten die Sorten **Ronega**, **Granat** und **Lita**. Nach dieser ersten deutsch-nordamerikanischen «Generation» stammen nun die Eltern der Sorten **Tano**, **Calanda**, **Albis** und **Lona** aus Italien und Südamerika. Zu den Eigenschaften von Lona (RAC-FAL-Züchtung der Klasse TOP) gehören die Kälteresistenz und

somit die Möglichkeit, auch im Herbst gesät werden zu können.

Die Sorte **Greina** (RAC-FAL-Züchtung), als Klasse I-Weizen frühreif und produktiv, wurde im Jahre 1994 aufgenommen (Tab. 2). Zur Zeit ist sie – trotz ihrer Kälteempfindlichkeit – die in der Schweiz im Herbst am häufigsten gesäte Sommerweizensorte. Die Greina-Parzellen haben übrigens in den letzten zwei Jahren schwer unter dem Frost gelitten.

Zur Zeit ist **Fiorina** (FAL-DSP-Züchtung) die vielversprechendste Sorte (Abb. 6), vereint

Abb. 6. Die neue Sorte Fiorina der Klasse TOP in der Schweiz.



Tab. 2. Wichtigste Eigenschaften einiger Schweizer Sommerweizensorten (aus Zulassungsversuchen 2001 - 2004)

Sortenname	Eigenschaften					Krankheiten						Backqualität						
	Ertrag absolut (dt/ha)	TKG (g)	HLG (kg)	Höhe (cm)	Reife	Echter Mehltau (Note)	Gelbrost (Note)	Braunrost (Note)	Blattfleckenkrankheit (Index)	Aehrenfleckenkrankheit (Index)	Aehrenfusariose (Note)	Zeleny	Proteingehalt (%)	Härte (%)	Wasseraufnahme (%)	Knetresistenz (Min.)	Dehnresistenz des Teigs (Fläche)	Brotvolumen (ml)
Lona	55	38	80	90	M	3	3	5	102	128	5	66	15	23	64	6	106	2195
Greina	56	39	83	84	F	5	4	1	133	137	5	62	14	22	64	5	98	2195
Toronit	60	40	79	87	S	4	4	3	112	95	4	54	14	23	62	6	76	1920
Fiorina	62	41	80	92	M	2	2	3	107	128	4	57	15	24	63	6	94	2235
Aletsch	58	38	83	97	M	3	3	3	85	88	5	58	15	23	60	5	93	2928
Togano	57	43	79	90	S	2	3	2	90	89	5	65	16	21	66	5	110	2333
Carasso	62	39	82	90	S	3	1	1	63	90	5	60	15	25	61	7	112	2125

Noten für Krankheitsresistenz von 1 bis 9 : 1 = ohne Symptome 9 = Blätter oder Aehren ganz infiziert.

Blattfleckenkrankheit: je höher der Index um so empfindlicher ist die Pflanze.

Fette Zahlen = beste Noten

Reife: F = frühreif, M = mittel, S = spätreif

Tab. 3. Zusammensetzung der Glutenin-Allele in einigen Sommerweizenlinien und -sorten*

Linien-nummer	Sorten-name	Qualitätsnote nach Branlard	Zeleny	Glutenine HMW			Glutenine LMW		
				GluA1	GluB1	GluD1	GluA3	GluB3	GluD3
211.10537	LONA	?	70	1	14-15	2-12	a	g	c
211.11158	TORONIT	35	50	2*	7-9	5-10	a	j	b
211.11222	PIZOL	53	66	1	7	5-10	a	g	a
211.11225	TIRONE	32	61	2*	7-9	5-10	a	j	b
211.11363	MOLERA	45	66	nul	7-8	5-10	a	c	c
211.11489	FIORINA	?	61	1	14-15	5-10	a	i	b
211.11647	NADRO	60	59	1	7-8	5-10	ef	c	b
211.11924	ALETSCHE	60	63	1	7-8	5-10	a	g	c
211.12037	TOGANO	50	67	nul	7-9	5-10	ef	g	c
211.12079	CARASSO	65	57	1	7-9	5-10	a	c	a
211.12243	BRUSINO	?	57	nul	14-15	2-12	a	c	a
211.12246	CASANA	?	63	1	14-15	2-12	a	g	c
211.12283	QUARNA	60	64	1	7-8	5-10	a	c	c
211.12383	SCALIN	?	62	2»	7-9	5-10	ef	g	c
211.12083		?	60	nul	14-15	5-10	a	c	a
211.12117		68	60	2*	7	5-10	ef	g	b
211.12162		?	59	2»	7-9	5-10	a	g	b
211.12178		42	62	1	7-9	2-12	a	c	c
211.12185		65	57	1	7-9	5-10	a	c	b
211.12277		60	67	1	7-8	5-10	a	g	b
211.12293		?	66	2»	7-9	5-10	ef	c	c
211.12313		?	62	2»	7-9	5-10	a	g	c
211.12337		80	59	2*	7-9	5-10	a	c	b
211.12435		?	63	nul	14-15	2-12	ef	g	c
211.12462		53	58	1	7	5-10	a	g	b
211.12465		37	67	1	7-8	2-12	d	c	c
211.12494		60	63	1	7-8	5-10	ef	c	c
211.12500		60	68	1	7-9	5-10	a	c	c
211.12509		80	65	2*	7-9	5-10	a	c	b
211.12514		65	65	1	7-9	5-10	a	g	c
211.12524		65	57	1	7-9	5-10	ef	g	c
211.12554		37	53	1	7-8	2-12	a	c	c
211.12611		65	66	1	7-9	5-10	a	g	c
211.12687		80	67	2*	7-9	5-10	ef	g	c
211.12050		37	61	1	7-8	2-12	a	c	b
211.12014		?	65	2»	7-9	5-10	a	c	c

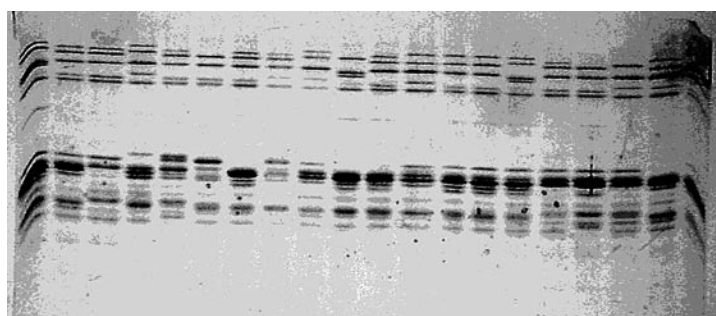
? = Linien mit den seltenen Allelen 14-15 oder 2, für die noch keine Qualitätsnote erarbeitet wurde.

*Die Allele der nicht auf der Tabelle aufgeführten Genotypen können beim Autor nachgefragt werden.

sie doch sehr gute Backeigenschaften (Klasse TOP), einen guten Ertrag und eine sehr gute Krankheitsresistenz (Tab. 2). Zudem scheint sie, wenn sie im Herbst ausgesät wird, recht kälteresistent zu sein. Neue Sorten

der Klasse I und Top wie **Aletsch** und **Carasso** (FAL-DSP-Züchtungen) wurden im Jahre 2004 und 2005 zugelassen und ergänzen das Angebot. Gegenüber Greina weisen sie eine bessere Resistenz gegenüber Echtem

Abb. 7. Elektrophorese S.D.S-Page einiger Schweizer Sommerweizensorten und -linien. Hochmolekulare Glutenine (High Molecular Weight/HMW), niedermolekulare Glutenine (Low Molecular Weight/LMW)



Mehltau und der Blattfleckenkrankheit (Tab. 2) aus, und haben einen guten Ertrag. Beide Sorten werden von swiss granum bereits für die Ernte 2006 empfohlen.

Allelzusammensetzung der Schweizer Sorten

In Changins wurde die Allelzusammensetzung der Glutenine (siehe Kasten) von 65 Sommerweizenlinien und -sorten untersucht. Tabelle 3 zeigt die Allele einiger dieser Linien und Sorten.

Die Polyacrylamidgelelektrophorese (Abb. 7) ermöglicht die Trennung der Eiweisse aufgrund ihrer Grösse (Singh *et al.* 1991). So wandern die hochmolekularen Glutenine (High Molecular Weight/HMW) aufgrund ihrer Grösse langsamer als niedermolekulare Glutenine (Low Molecular Weight/LMW), die im unteren Bereich des Gels angesiedelt sind. Jedes Band entspricht einem Allel.

Die Korrelation zwischen dem Qualitätsergebnis und dem Zeleny-Wert (ein erhöhter Wert zeugt von einer guten Eiweissqualität) wurde für alle 65 Erbbilder errechnet (Tab. 3). Für die Qualitätsbenotung wird jedem Allel, das auf hochmolekulare Glutenine codiert ist, je nach Korrelation mit guten Backeigenschaften eine Anzahl Punkte zugeordnet (Branlard *et al.* 1992). Die Korrelation zwischen dem Zeleny-Wert und dem Qualitätsnote ist schwach ($r = 0,17$). Die hohe Backqualität der Sommerweizen lässt sich daher nicht nur auf hochmolekulare Glutenine zurückführen. Es spielen offensichtlich weitere Eiweisse (wie niedermolekulare Glutenine und Gliadine) sowie das Verhältnis zwischen den verschiedenen Eiweisstypen auch eine wichtige Rolle (für dieses Kriterium) (Branlard pers. Mitt.).

Aufgrund der Allelzusammensetzung der 65 Genotypen von Sommerweizen wurde die prozentuale Häufigkeit jedes Allels errechnet (Tab. 4). Beim Locus Glu-A1, ist das Allel «r» am häufigsten. Gewisse Sommerweizen besitzen das seltene Allel «2*», das dem Allel «2*» nahe steht und mit guten Backeigenschaften korreliert (Branlard pers. Mitt.). Beim Locus Glu-B1 sind die Allele «7 - 9» am häufigsten (54 %). Diese Allele haben einen positiven Einfluss auf die Backqualität (Branlard *et al.* 1992). Gewisse Sommerweizen besitzen die seltenen Allele «14-15» (14 %), die von neuseeländischen Sorten abstammen und sich positiv auf die Qualität auszuwirken scheinen (Branlard pers. Mitt.). Beim Locus Glu-D1, besitzen die untersuchten Sorten hauptsächlich die Allele «5-10» (83 %). Diese bewirken sehr gute Backeigenschaften (Branlard *et al.* 1992). Beim Locus Glu-A3 besitzen fast alle Sorten das Allel «a» (83 %), verantwortlich für gute Qualität (Branlard *et al.* 2001). Einige Sorten weisen das Allel «ef» auf, das zu einer schlechteren Teigfestigkeit führt (Branlard *et al.* 2001). Dennoch weisen Schweizer Sorten mit «ef»-Allelen eine gute Qualität auf. Die Erklärung dazu mag in der Tatsache begründet sein, dass die Schweizer Weizen einen sehr zähen Kleber besitzen, und dass die Allele «ef» generell zu einem Brot mit besserer Backqualität führen. Beim Locus Glu-B3 besitzen 65 % der Sorten das Allel «c». Zudem besitzen einige Sorten wie Toronit das Allel «j», welches anzeigt, dass diese Sorten eine Translokation 1B/1R (Teil eines Roggenchromosoms) aufweisen, die sich schädigend auf die Qualität auswirkt. Toronit ist eine Sommerweizensorte der Klasse II, deren nur durchschnittliche Qualität sich sicherlich durch diese Translokation erklären

Was ist das CIMMYT?

Das CIMMYT ist ein gemeinnütziges Forschungs- und Ausbildungszentrum. Es wurde 1943 in Mexiko gegründet und bezweckt die Verbesserung der Produktivität und der Rentabilität der Weizen- und Maiskulturen sowie die Steigerung der Lebensmittelsicherheit in rund hundert Entwicklungsländern Asiens, Afrikas und Südamerikas. Der Weizen und der Mais wurden als verbesserungswürdige Pflanzenarten gewählt, weil sie gemäss FAO rund 40% der Nahrung der Menschheit und in den Entwicklungsländern 25% der konsumierten Kalorien ergeben.

Vom CIMMYT entwickelte Weizensorten werden in den Entwicklungsländern auf über 64 Millionen Hektar gesät, was mehr als 75% der modernen, in diesen Ländern angebauten Sorten entspricht.

Das CIMMYT betreibt Forschungsprogramme zur Verbesserung der Lebensmittelsituation in Afrika, Asien und Südamerika, zur Intensivierung und Optimierung der Kulturen und zu den genetischen Ressourcen. Diese Programme führen Forschende aus den verschiedensten Bereichen zusammen (Sozialwissenschaften, Biotechnologie, Weizen- und Maiszüchter).

Das CIMMYT organisiert in zahlreichen Ländern Versuche, unter anderem in der Schweiz, um die Kenntnis des agronomischen Wertes ihres Pflanzgutes zu verbessern, und um sie in den Entwicklungsländern, in denen sie angebaut werden, besser nutzen zu können.

lässt. Beim Locus Glu-D3 wirkt sich das mehrheitlich vorhandene Allel «c» (69 %) nicht sehr positiv auf die Backeigenschaften aus, insbesondere auf die Teigstärke. Der Locus Glu-D3 spielt jedoch bei der Qualität eine geringe Rolle (Branlard *et al.* 2001).

Unabhängig vom Locus der für hochmolekulare Glutenine kodierenden Allele können in den 65 von Agroscope erforschten Genotypen folgende der am häufigsten vertretenen Allele mit guten Backeigenschaften in Verbindung gebracht werden: Allele «1» und «2*» (Glu-A1), Allel «7-9» (Glu-B1) und Allel «5-10» (Glu-D1).

Tab. 4. Prozentuale Verteilung der Allele in 65 Schweizer Sommerweizensorten

Glutenin-Typ	Locus	Allele	Verteilung (%)	
HPM	GluA1	2*/2*	31	
		1	46	
		null	23	
	Glu-B1	7-8	25	
		7-9	54	
		7	8	
		14+15	14	
		2-12	17	
		Glu-D1	5-10	83
			a	83
FPM	Glu-A3	ef	15	
		d	2	
		g	31	
	Glu-B3	c	65	
		i	2	
		j	3	
	Glu-D3	a	11	
		b	20	
			c	69

Fette Zahlen = meistverbreitete Allele.

Die Glutenine des Weizens und ihre Rolle bei der Backqualität

Die Glutenine und die Gliadine sind die Speicherproteine des Weizens und befinden sich im Korneiweiss. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Backqualität des Weizens. Die Glutenine werden unterteilt in hochmolekulare Glutenine (HMW) und niedermolekulare Glutenine (LMW).

Die Allele, welche auf hochmolekularen Gluteninen codieren, befinden sich auf den Loci Glu-A1, Glu-B1 und Glu-D1 der Chromosomen der Gruppe 1 und die Allele, welche auf niedermolekularen Gluteninen codieren, auf den Loci Glu-A3, Glu-B3 und Glu-D3 der Chromosomen der Gruppe 3.

Bis heute bleibt die wichtigste Methode zur Bestimmung der Backqualität einer Weizensorte auf Grund ihrer Allelzusammensetzung die Qualitätsbenotung nach Payne, die später von Branlard *et al.* (1992) weiterentwickelt wurde.

Diese basiert auf Punktezahlen, die jedem Allel des Locus Glu-1 (Glu-A1, Glu-B1 und Glu-D1) je nach Korrelation mit einer guten Backqualität zugeteilt werden. So haben die Allele «5-10», die auf den Locus Glu-D1 codiert werden, und das Allel «2*», das auf dem Locus Glu-A1 codiert wird, nach Branlard eine Qualitätsnote von 30 (gute Backqualität), während das Allel «6-8», das auf Glu-B1 codiert wird, bloss eine 2 erhält. Es sei jedoch bemerkt, dass solche Qualitätsnoten nicht für alle Allele von Glu-1 verfügbar sind. Die Wirkung der seltenen Allele (wie die Allele «14-15» des Locus Glu-B1 und das Allel «2*» des Locus Glu-A1) auf die Backqualität konnte nämlich noch nicht erforscht werden.

Die Auswirkung der niedermolekularen Glutenine auf die Backqualität eines Weizens wird immer stärker betont. Auch wenn ihre Rolle unbedeutender ist als jene der hochmolekularen Glutenine, so ist ihr Einfluss auf bestimmte Teigkennzahlen unbestreitbar (Khélifi und Branlard 1992).

Branlard *et al.* (2001) haben gezeigt, dass das Allel «d» beim Locus Glu-A3 dem Teig zu einem besseren Zeleny-Wert und einer besseren Dehnbarkeit verhilft. Das Allel «a» beim gleichen Locus ist hingegen verantwortlich für eine gute Teigzähigkeit. Der gleiche Autor konnte nachweisen, dass das Allel «b*» beim Locus Glu-B3 generell zu besseren Backeigenschaften führt. Schliesslich zeigte diese Studie auch, dass das Allel «a» beim Locus Glu-D3 bei der Züchtung für die Backqualität vorzuziehen ist.

Tab. 5. Schweizer Sommerweizensorten im Ausland

Sortenname	Aufnahmejahr im Ausland	Land	Qualitätsklasse (Anerkennung swiss granum)
Bakker gold	2003	Neuseeland	TOP
Cornera	2002	Italien	1
Diablon	1998	Italien	1
Greina	1995	Spanien	1
	1998	Argentinien	
	1999	Portugal	
	2001	Uruguay	
Lona	1996	Ungarn	TOP
	1997	Frankreich	
	1999	Argentinien	
	2001	Uruguay	
Molera	2003	Neuseeland	1
Nadro	2002	Ungarn	TOP-1
Quantum (entspricht Dandy in den USA)	1996	Kanada/USA	1
606 (entspricht Granite in den USA)	2003	Kanada/USA	1
Quarna	2004	Schweden	TOP
Toronit	2000	Frankreich	2
Turelli	2002	Italien	1

Jedes Jahr werden in Changins Elektrophoresen auf den bei den Kreuzungen von Schweizer Weizen verwendeten Eltern durchgeführt. Sie erlauben Kreuzungen auf Grund von den Allelen, die sich am günstigsten auf die Backqualität auswirken.

Erfolg der Schweizer Sommerweizen im Ausland

Schweizer Sorten werden im Ausland (Frankreich, Argentinien, Uruguay, Kanada, USA, Italien, Spanien, Portugal, Ungarn, Neuseeland und Schweden) angebaut. Diese Sor-

ten werden von DSP vertreten (Tab. 5).

In Frankreich wird die FAL/DSP-Züchtung **Toronit** (Klasse II), die im Jahre 2000 aufgenommen wurde, für ihre Fähigkeit, ein gelbes Mehl und weiche Brotkrume zu liefern, geschätzt (Abb. 8). Diese Sorte wird für die Herstellung von Gebäck verwendet. Die Sorte **Greina** wird in zahlreichen Ländern angebaut und hatte einen beachtlichen Erfolg in Argentinien (Abb. 9). In Neuseeland ist die FAL/DSP-Züchtung **Bakker Gold** (Klasse Top) aufgrund ihrer agronomischen und qualitativen Eigenschaften ein grosser Erfolg. Ihr Ertrag liegt über demjenigen der neuseeländischen Sorten Monad und Otane. Die frühreife Sorte **Quarna** (FAL/DSP-Züchtung; Abb. 10) wurde von Schweden aufgenommen.

Die Sorte **Granite** (RAC/FAL-Züchtung) wird in Nord-Dakota auf 200'000 ha angebaut, was 7,3 % der Fläche entspricht. Punkto Anbaufläche steht sie in dieser Region an vierter Stelle.

Schlussfolgerung

■ Das Schweizer Züchtungsprogramm hat eine Vielzahl Sommerweizensorten hervorgebracht, die sehr gute Backeigenschaften mit einer guten Krankheitsresistenz vereinen. Diese Züchtungen haben auch im Ausland ihren Platz gefunden.

■ Das Züchtungsprogramm von Schweizer Sommerweizen bildet eine Schnittstelle zwischen den Programmen des Nordens (Deutschland, Österreich, Tschechien), deren Sorten gewöhnlich für Schweizer Verhältnisse zu spätreif sind, und den Programmen des Südens, mit sehr frühreifen und in unseren Breitengraden oft ziemlich krankheitsanfälligen Sorten.

■ Die Weiterverfolgung unserer drei Züchtungsziele, näm-



Abb. 8. Vergleich der Brotkrume und des gelben Mehls der Sorte Toronit mit denjenigen der Sorte Lona.

lich Backqualität, Krankheitsresistenz und Ertrag, sowie die Integration von neuen Elektrophoreseanalysen werden es ermöglichen, unsere Landwirtschaft mit immer besser an unsere Bedingungen angepassten Sorten weiter zu unterstützen.

Literatur

- Branlard G., Pierre J. & Rousset M., 1992. Selection indexes for quality evaluation in wheat breeding. *Theor. appl. Genetics* **84**, 57-64.
- Branlard G., Dardevet M., Saccomano R., Lagoutte F. & Gourdon J., 2001. Genetic diversity of wheat storage proteins and bread wheat quality. *Euphytica* **119**, 59-67.
- Fossati D. & Brabant C., 2003. La sélection du blé en Suisse. *Revue suisse Agric.* **35** (4), 169-180.
- Khelifi D. & Branlard G., 1992. The effects of HMW and LMW subunits of glutenins and of gliadins on the technological quality of progeny from 4 crosses between poor breadmaking quality and strong wheat cultivars. *Journal of Cereal Science* **16**, 195-209.
- Kleijer G., 2002. Sélection des variétés de blés pour la qualité boulangère. *Revue suisse Agric.* **34** (6), 243-250.
- Michel V., 2001. La sélection de variétés de blé et de triticales résistantes aux maladies. *Revue suisse Agric.* **33** (4), 133-140.
- Oehler E., Zweifel J. & Ingold M., 1956. L'hiver 1955-1956. Ses douloureuses conséquences pour les cultures en Suisse romande. II. Les céréales. *Revue romande d'Agriculture, de Viticulture et d'Arboriculture* **12** (11), 96-100.
- Payne P., 1987. Genetics of wheat storage proteins and effect of the allelic variation on breadmaking quality. *Annu. Rev. Plant. Physiol.* **38**, 141-153.
- Popow G., 1964. Relin und Hinal, zwei neue Sommerweizensorten. *Mitteilungen für die Schweizerische Landwirtschaft* **8**, 113-121.
- Singh N. K., Shepherd K. W. & Cornish B. G., 1991. Rapid communication: a simplified SDS-PAGE procedure for separating LMW subunits of glutenin. *Journal of Cereal Science* **14**, 203-208.
- Zweifel J. & Keller C., 1952. Le froment de printemps Lichti. *Revue romande d'Agriculture, de Viticulture et d'Arboriculture* **12** (7), 93-95.
- Zweifel J. & Pugnât C., 1957. Le froment de printemps Svenno. *Revue romande d'Agriculture, de Viticulture et d'Arboriculture* **17** (7), 50-53.



Abb. 9. Die Sorte Greina in Argentinien.



Abb. 10. Die Sorte Quarna in Schweden.

RÉSUMÉ

La sélection du blé de printemps en Suisse

Cet article présente le programme de sélection du blé de printemps de la Station de recherche Changins-Wädenswil ACW et ses principaux résultats en Suisse et dans le monde. Depuis les premiers croisements réalisés en 1947, la sélection suisse du blé de printemps cherche à obtenir des variétés d'excellente qualité boulangère (classes I ou TOP) et de très bonne résistance aux maladies. Aujourd'hui, la variété GREINA (classe I) est la plus cultivée en Suisse. La nouvelle variété FIORINA combine une très bonne qualité boulangère (classe TOP), un rendement élevé et une très bonne résistance au froid. L'analyse des gluténines dans nos lignées et variétés suisses nous a révélé des allèles rares. Ces derniers jouent un rôle positif dans la qualité boulangère et seront utilisés dans de futurs croisements

SUMMARY

The spring wheat breeding program in Switzerland

This article presents the spring wheat breeding program at the Changins-Wädenswil research station ACW and its results in Switzerland and in the world. Since the first Swiss crosses in 1947, the selection of spring wheat aims to obtain varieties of excellent baking quality (classes I or TOP) and very good disease resistance. Today, cv. GREINA (class I) is the most cultivated in Switzerland. The variety FIORINA combines a very good baking quality (class TOP) to a very high yield and good cold resistance. The analysis of the glutenins in Swiss lines and varieties revealed rare alleles, which have a positive role for baking quality. They will be used in future crosses.

Key words: spring wheat breeding, baking quality, glutenins, yield, disease resistance, Switzerland.