



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,
Bildung und Forschung WBF

Agroscope

Qualitätsweizenzüchtung für branchengerechte Sorten

Brabant Cécile, Fossati Dario und Mascher Fabio

D-A-CH Tagung

29-30.09.2016

www.agroscope.ch | gutes Essen, gesunde Umwelt





Qualitätsanforderungen in der Bäckerei

- Traditionnelles Schweizer Brot, Buns und Toastbrot
Hohe Energie, gute Zähigkeit des Teiges



- Kälteverfahren, tiefgekühlte Teiglinge, Blätterteig, Hefengebäck

Hohe Energie, **hoher Proteingehalt**, **starke Dehnbarkeit** des Teiges



- Gebäck

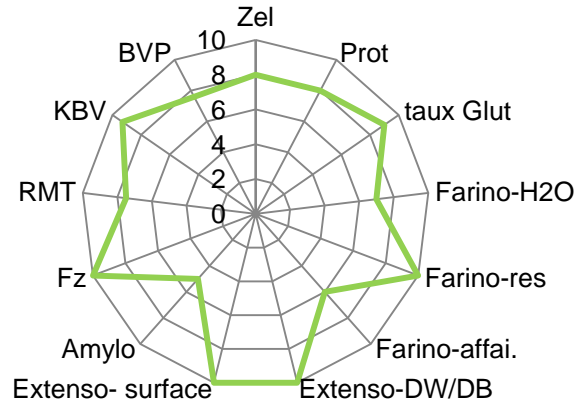
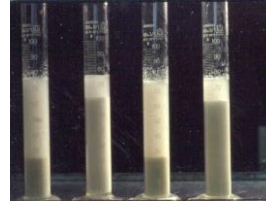
Typ Petits-Beurre (Butterkeks): **hohe Dehnbarkeit des Teiges**, schwache Energie, niedrige Wasseraufnahme und geringer Proteingehalt

Geformt: schwache Energie, niedrige Wasseraufnahme und geringer Proteingehalt





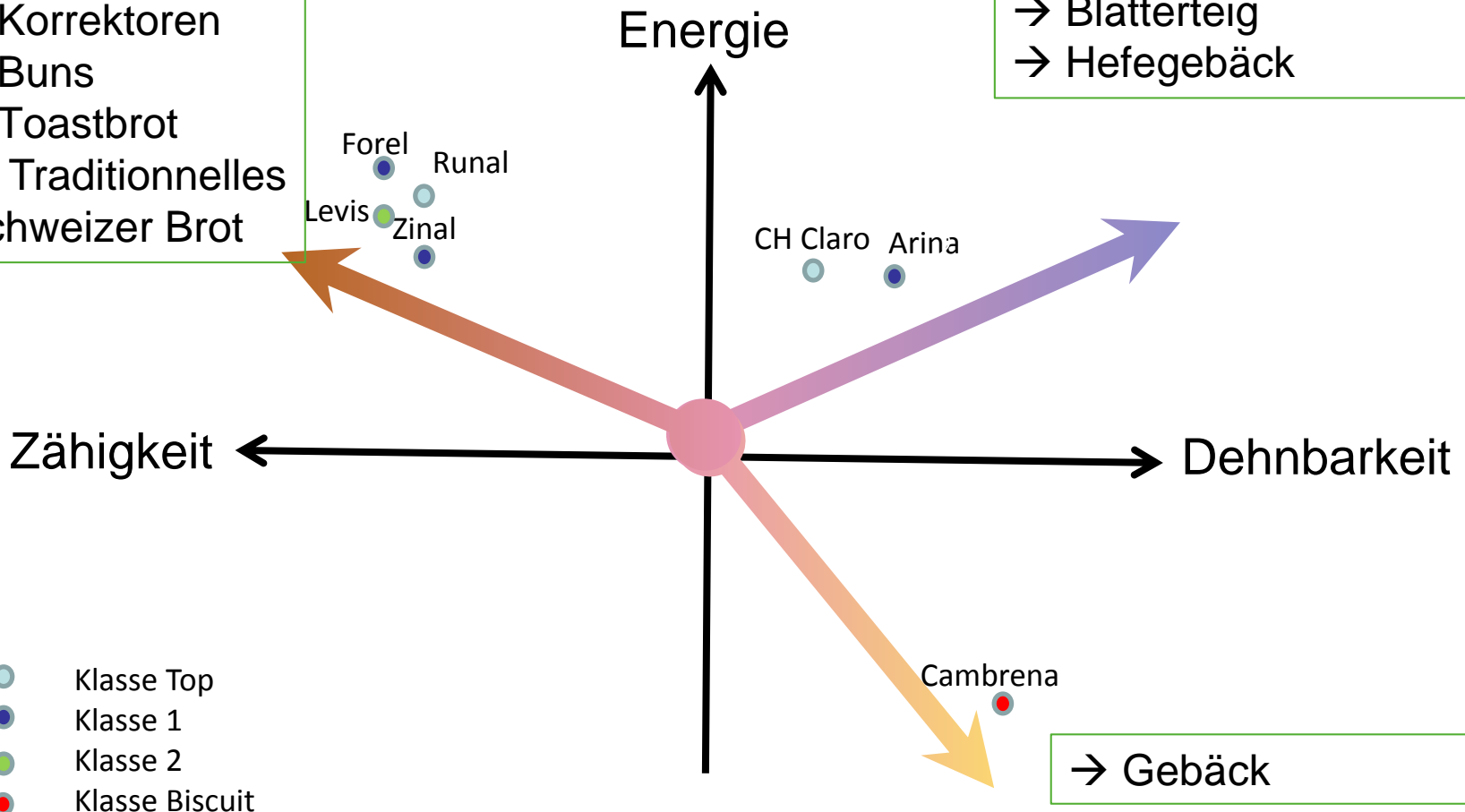
Rheologie- und Brotherstellungstests



Klassifizierung gemäss Back- und Dehnfähigkeit

→ Korrektoren
→ Buns
→ Toastbrot
→ Traditionelles Schweizer Brot

→ Kälteverfahren
→ Tiefgekühlte Teiglinge
→ Blätterteig
→ Hefengebäck

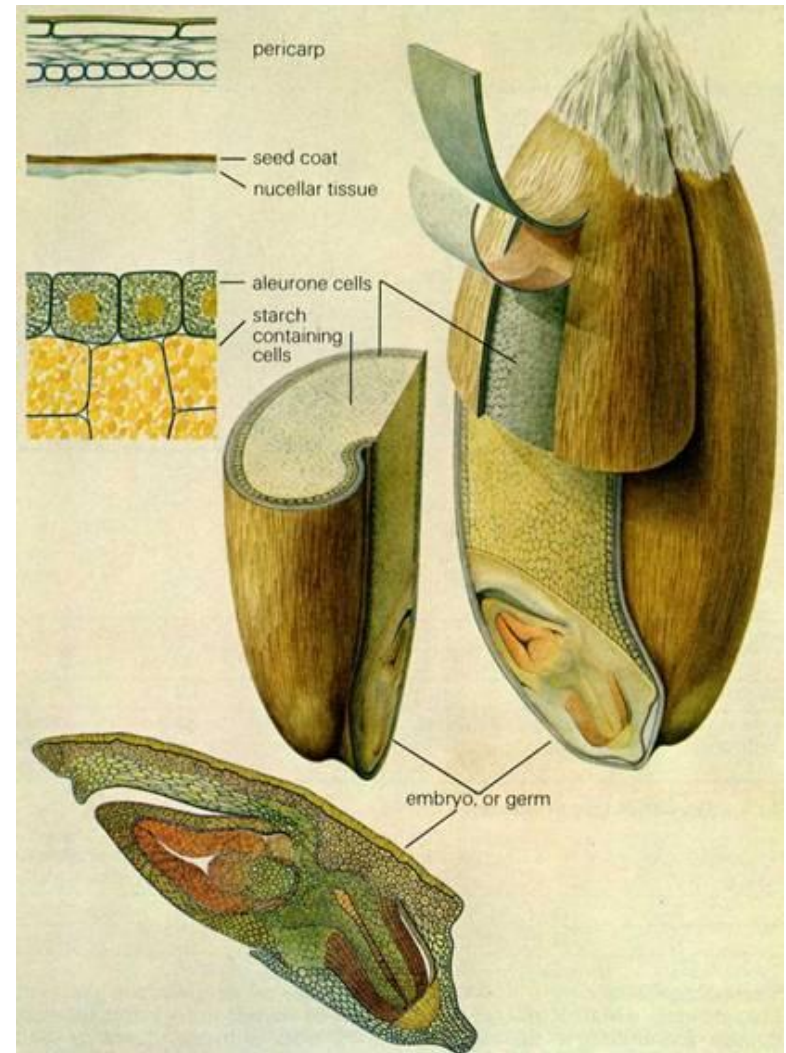


→ Gebäck

Weizenproteine

Das Weizenkorn enthält zwischen 8 und 18 % **Proteine**. Diese spielen eine entscheidende Rolle für die Backqualität.

In der Praxis liegt der Proteingehalt zwischen 10 und 15 %. Dieser Unterschied kann für grosse Qualitätsschwankungen verantwortlich sein: vom Futterweizen bis zum E-Weizen!





Mehlproteine

Klassifizierung gemäss der Polymerisierungsstufe und des Aminosäure-Schwefelgehalts der nichtlöslichen Proteine (Shewry)

Proteine des Cytoplasmas
(15 bis 20%)

Reserveproteine (80 bis 85%) oder Prolamine

Gliadine
(30 bis 40%)

Glutenine
(40 bis 50%)

Monomere Proteine

Polymerisierte Proteine

ω - Gliadine

β - Gliadine

Untereinheiten
mit
NMG

Untereinheiten
mit
HMG

α - Gliadine

γ - Gliadine

Albumine

Globuline

Schwefelarm

Schwefelreich

HPM

Funktionelle Proteine

Glutenproteine



Ziele und Ansätze

Bedürfnisse der Branche :

Sorten mit hohem Proteingehalt und grosser Dehnbarkeit, kombiniert mit einer hohen Energie.

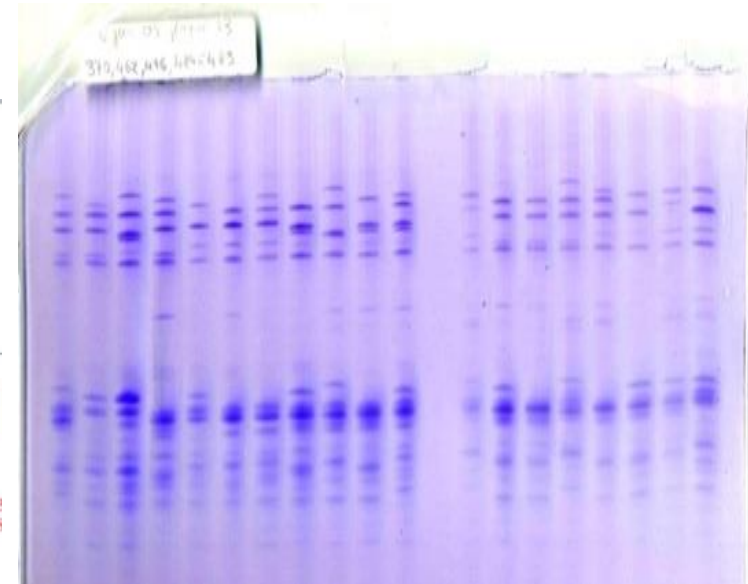
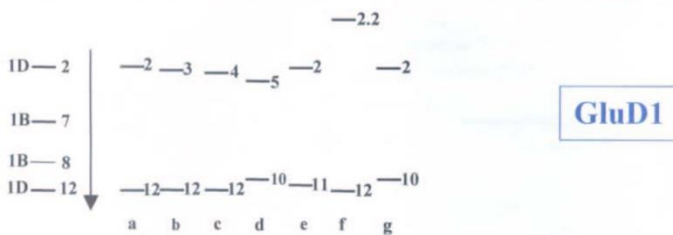
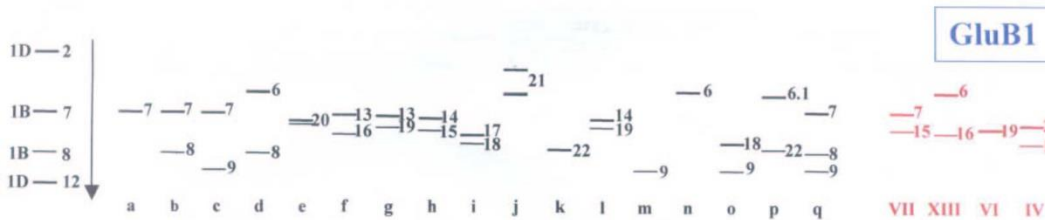
Ziel dieser Studie:

Für die Züchtung ist es wichtig, den Einfluss der Weizenproteine auf die Dehnbarkeit zu kennen.

Ansätze:

- Einfluss der Glutenine mit hohem Molekulargewicht (HMG) und anderen Proteinen auf die Dehnbarkeit des Teiges
- Einfluss der Proteinfractionen der Gluteninen und Gliadinen
- Einfluss des Proteingehalts auf die Dehnbarkeit des Teiges
- Nutzen des Sortierens zur Erhöhung des Proteingehalts bei der Sortenzüchtung

Bestimmung der Glutenine mit HMG durch Elektrophorese SDS-PAGE



- Schweizer Stammeltern der Winter- und Sommerweizen
- Schweizer Landrassen
- DH Population: zur Erforschung gewisser Allele auf die Backqualität

Auswirkung von 3 Loci & deren Allele auf die Dehnfähigkeit/Zähigkeit und Backfähigkeit

Qualitätsindex gemäss INRA/Agroscope

Punkte	Glu-A1	Glu-B1	Glu-D1
0	nul		
2		6 + 8	
		20	
5		21	4 + 12
7			2 + 12
			2 + 11
8		7	
9			3 + 12
15	1		
18		7 + 8	
		17 + 18	
20		7 + 9	
30			5 + 10
	2*		
	2"		
32		13 + 16	
40		14 + 15	

Auswirkung der Loci :
Locus GLU-B1 ≥ locus GLU-D1 >
GLU-A1

Branlard and al., 1992: Selection indexes for quality evaluation in wheat breeding. Theor. Appl. Genetics 84, 57-64



Allele-Zusammensetzung der Schweizer Weizensorten

Sommerweizen

Cultivar Name	Year of registration	HMW-GS			Quality score
		<i>Glu-A1</i>	<i>Glu-B1</i>	<i>Glu-D1</i>	
HURON	1927	1	7 8	5 10	63
HINAL	1963	1	7 9	5 10	65
TANO	1972	nul	7 8	5 10	48
CALANDA	1979	2*	7 9	5 10	80
BESSO	1982	1	7 9	5 10	65
DADORA	1984	nul	7 8	5 10	48
REMI	1986	2*	7 9	5 10	80
FRISAL	1987	nul	7 9	5 10	50
LONA	1991	1	14 15	2 12	42
BALMI	1994	1	7 9	5 10	65
GREINA	1994	2*	7 9	5 10	80
GOLIN	1995	1	7 9	5 10	65
TORONIT	1996	2*	7 9	5 10	80
PIZOL	1997	1	7	5 10	53
MOLERA	1997	nul	7 8	5 10	48
FIORINA	2001	1	14 15	5 10	65
TIRONE	2002	2*	7 9	5 10	80
NADRO	2002	1	7 8	5 10	63
TOGANO	2004	nul	7 9	5 10	50
BRUSINO	2004	nul	14 15	2 12	27
QUARNA	2004	1	7 8	5 10	63
CARASSO	2005	1	7 9	5 10	65
CASANA	2006	1	14 15	2 12	42
SCALIN	2006	2*	7 9	5 10	80
CH CAMPALA	2007	nul	7 9	5 10	50
CH RUBLI	2007	nul	7 8	2 12	25
SELLA	2007	2*	7 9	5 10	80
TROVAT	2008	nul	14 15	2 12	27
CH MATRO	2009	1	7 8	5 10	63
SERTORI	2009	2*	7 8	5 10	78
CAMPANIN	2010	1	7 9	5 10	65
SOLIAT	2010	1	7 9	2 12	42
TERRI	2010	2*	7 9	5 10	80
CERVINO	2011	nul	13 16	5 10	62
PROSA	2011	2*	7 9	5 10	80
DIGANA	2011	2*	7 9	5 10	80
CHASSERAL	2012	1	7 9	5 10	65
CORBETTA	2012	nul	7 9	5 10	50
VULLY	2012	1	7 9	5 10	65
GIAVENA	2013	2*	7 9	5 10	80
LAMBRO	2013	1	7 9	5 10	65
CARAL	2014	2*	7 9	5 10	80

Winterweizen

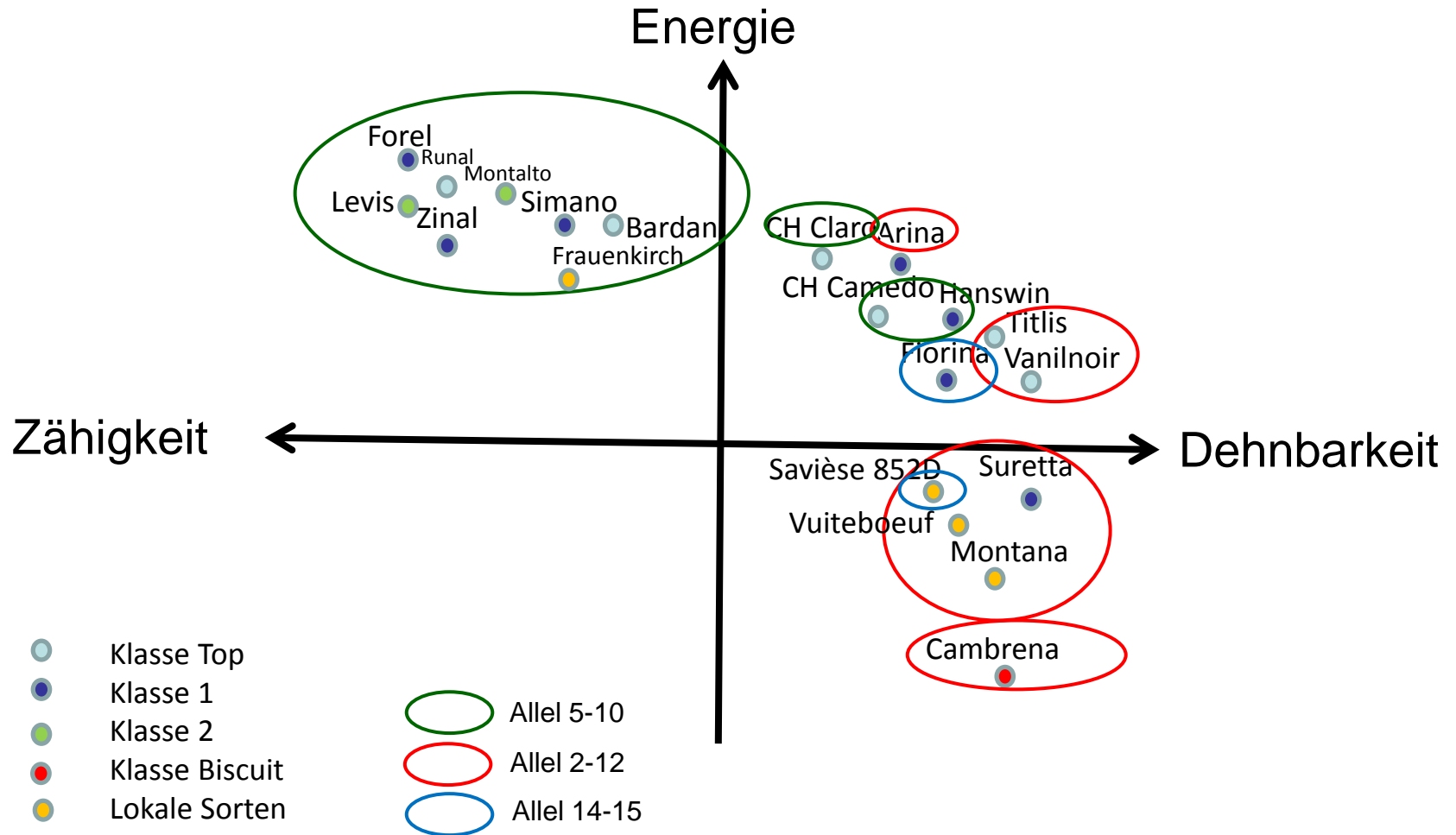
Cultivar Name	Year of registration	HMW-GS			Quality score
		<i>Glu-A1</i>	<i>Glu-B1</i>	<i>Glu-D1</i>	
MC XXII	1913	nul	6 8	2 12	9
MC 245	1926	nul	7	2 12	15
MC 268	1926	1	6 8	2 12	24
PROBUS	1948	1	6 8	2 12	24
ZENITH	1969	nul	7 9	3 12	29
ZENTA	1979	nul	7 9	4 12	25
EIGER	1980	2*	7 9	4 12	55
SARDONNA	1980	2*	7 9	5 10	80
ARINA	1981	nul	7 8	2 12	22
BERNINA #	1983	nul	7 8	5 10	27
FORNO	1986	nul	7 9	5 10	50
GARMIL	1987	nul	7 8	2 12	22
RAMOSA	1989	1	7 8	5 10	38
BOVAL	1990	nul	6 8	2 12	9
TAMARO	1992	1	7 9	5 10	65
CAMINO	1993	2*	7	2 12	45
ARBOLA #	1994	nul	6 8	2 12	5
RUNAL	1995	1	7 9	5 10	65
TITLIS	1996	1	7 9	2 12	42
TERZA	1996	1	7 8	2 12	40
LEVIS	1997	1	7 8	5 10	63
SEGOR	2003	2*	7 8	5 10	78
AROLLA	2003	nul	7 8	2 12	22
MUVERAN #	2004	1	7 8	2 12	40
RIGI	2004	nul	7 8	5 10	45
ZINAL	2004	nul	7 8	5 10	45
SIALA	2005	1	7 8	5 10	63
FLUELA	2006	nul	7 8	5 10	45
ORZIVAL	2006	nul	7 8	2 12	22
CIMETTA	2007	2*	7 8	5 10	78
MURETTO	2007	1	7 9	5 10	65
COMBIN	2007	2*	7 8	5 10	78
LOGIA	2007	2*	7 8	5 10	78
FOREL	2007	1	7 9	5 10	65
MAYEN	2007	2*	7 9	2 12	57
CH CAMEDO	2007	1	7 9	5 10	65
DELLORO	2007	nul	6 8	2 12	9
CH NARA	2008	1	7	5 10	53
SURETTA	2008	nul	7 8	2 12	22
DUFOUR	2008	nul	7 9	5 10	50
CAMBRENA #	2009	nul	7 8	2 12	22
MOLINERA	2010	1	7 8	5 10	63
MAGNO	2011	1	6 8	5 10	47
SIMANO	2011	nul	7 8	5 10	45
LORENZO	2011	1	7 8	2 12	40
CAMPIONI	2011	1	7 9	5 10	65
TANELIN	2011	nul	6 8	5 10	32
CHAUMONT	2012	1	14 15	5 10	65
HANSWIN	2013	1	7 9	5 10	65
MOIRY	2013	1	7 9	5 10	65
BAR DAN	2014	2*	7 8	5 10	78
MONTALTO	2014	nul	7 9	5 10	50
VANILNOIR	2014	2*	7	2 12	30

for biscuit

Winterweizen Landrassen

Local cultivar Name	HMW-GS	<i>Glu-A1</i>	<i>Glu-B1</i>	<i>Glu-D1</i>	Quality score
Birgisch	1	7 8	2 12	40	
Birgisch 80D	nul	7 8	2 12	22	
Bruson	nul	7 8	2 12	22	
Casut	1	13 16	2 12	62	
Chermignon	1	7 8	2 12	40	
Chermignon 906D	nul	14 15	4 12	52	
Chermignon 910A	1	7 8	2 12	40	
Chermignon 911A	1	17 18	2 12	40	
Erschmatt	1	7 9	5 10	65	
Frauenkirch	1	7 9	5 10	65	
Genève gros	1	6 8	2 12	14	
Guttet	1	17 18	2 12	40	
Iserables 1145A	nul	7	2 12	15	
Iserables 1145G	1	7 8	2 12	40	
Iserables 1147A	nul	7 8	2 12	22	
Iserables 1147D	1	7 9	5 10	65	
Iserables 1147I	nul	7 9	2 12	27	
Iserables 77C	1	14 15	2 12	57	
La Punt	nul	6 8	2 12	9	
Lens	1	7 9	2 12	42	
Lens	1	14 15	2 12	57	
Lens 891F	1	7 8 et 7 9	2 12	41	
Lens 892D	nul	7	2 12	15	
Lens 892F	1	6 8	2 12	24	
Lens 898B	nul	7	2 12	15	
Lens 898c	1	7 8	2 12	40	
Lens 899d	1	13 16	2 12	62	
Liddes	nul	7 8	2 12	22	
Montana	1	6 8	2 12	24	
Muestertal	1	7 8	3 12	42	
Mund	1	17 18	2 12	40	
Orsières	1	6 8	2 12	24	
Orsières	2*	6 8	2 12	39	
Orsières	1	7 8	2 12	40	
Plantahof	1	6 8	2 12	24	
Rothenbrunnen	nul	6 8	2 12	9	
Sarrayer	nul	6 8	2 12	9	
Sarrayer	1	6 8	2 12	24	
Sarrayer	1	7 8	2 12	40	
Saviese	1	7 9	2 12	42	
Saviese 847B	1	7	2 12	30	
Saviese 852D	1	14 15	2 12	57	
Saviese 853A	nul	7 8	5 10	45	
Saviese 860C	1	7 8	2 12	40	
Schmitten	nul	6 8	2 12	9	
Schmitten	nul	6 8	5 10	32	
Surava	1	7 9	5 10	65	
Törfel	1	18 9	2 12	?	
Unter engadin	1	6 8	5 10	47	
Visperminen 639D	1	6 8	2 12	24	
Visperminen 647BD	1	7 9	2 12	42	
Visperterminen	1	7 8	2 12	40	
Vuitebeuf	1	6 8	2 12	24	

Zusammenhang zwischen Qualität und HMG



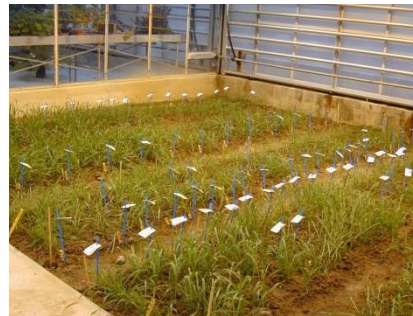
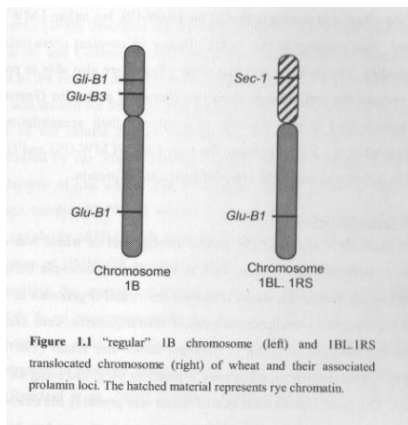
Doppelhaploiden Population

Entwicklung einer Population von 174 Doppelhaploiden :

- Elternteil Toronit: mit Translokation 1B/1R, Allel-Träger j
- Elternteil 211.12014: ohne Translokation

Erforschung des Einflusses von 2 Allelen:

- j (Translokationszeichen 1B/1R, Allel Null)
- 2'' (neu beschrieben)



Die Translokation 1B/1R wurde verwendet, um Resistenzen des Roggens auf Weizen zu übertragen. Sie erhöht auch den Kornertrag.



Einfluss des Allels 2''

- Das neue Allel 2'' ist betreffend Rheologie ebenso leistungsstark wie das Allel 2*. Dies erklärt sich durch eine sehr ähnliche Zusammensetzung der Aminosäure

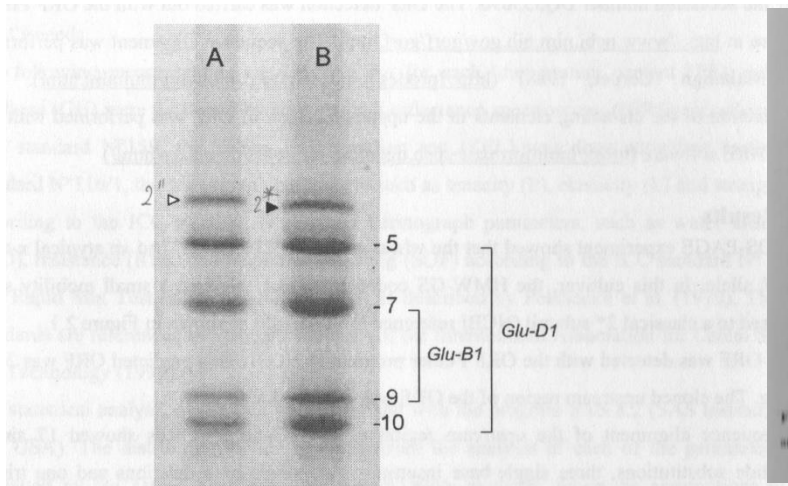


Figure 2.1 SDS-PAGE separation of the HMW-GS of '211.14014' (A) and 'Toronit'(B). The blanc arrowhead points to the new *Glu-A1* allele: 2'' and the other one points to 2*. The digits on the right correspond to the HMW-GS of the *Glu-B1* 7+9 and *Glu-D1* 5+10 alleles (common to both genotypes).

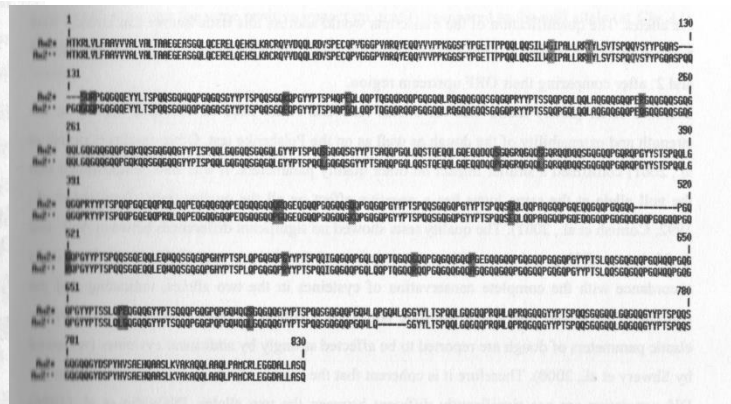


Figure 2.2 Alignment of the predicted primary structure of Ax2 and Ax2* HMW-GS. The gray shading indicates amino acid substitution. The percentage of homology between the two sequences is 94.5% (CLUSTALW 1.8).

Gobaa et al., (2007). Ax2'', a new high molecular weight glutenin subunit coded by *Glu-A1*: its predicted structure and its impact on bread-making quality
Published in Plant Breeding.



Einfluss des Allel j (1B/1R)

Das Allel j zeigte sich in allen rheologischen Tests als unvorteilhaft:

- Verringerung der Zähigkeit, der Dehnbarkeit und der Energie
- Verringerung der Gelatinierung der Stärke

Jedoch:

- Erhöhung des Proteingehalts und des Brotvolumens

Gobaa et al. (2008), Effect of 1BL.1 RS translocation and of the Glu-B3 variation on bread-making quality tests in a doubled haploid population
[Journal of Cereal Science.](#)



Proteom-Analyse der Population

Zweidimensionale Elektrophoresen auf 16 Linien der Population mit und ohne Translokation zeigten folgendes:

- **γ – Gliadine** sind für das beste Brotvolumen bei den Linien mit Translokation verantwortlich.
- Eine monomerische Fraktion der **α – Gliadine** wurde bei den stark dehnbaren Linien gefunden.
- Das Fehlen des **dimerischen Inhibitors der α -Amylase** scheint für die mangelhafte Gelatinierung der Stärke in diesen Linien verantwortlich zu sein.

Gobaa et al. (2007), Proteomic analysis of wheat recombinant inbred lines (Part I): effect of 1BL.1RS translocation on the wheat grain proteome. Published in Proteomics

Gobaa et al. (2007), Proteomic analysis of wheat recombinant inbred lines (Part II): variations in prolamin and dough rheology. Published in Journal of Cereal Science

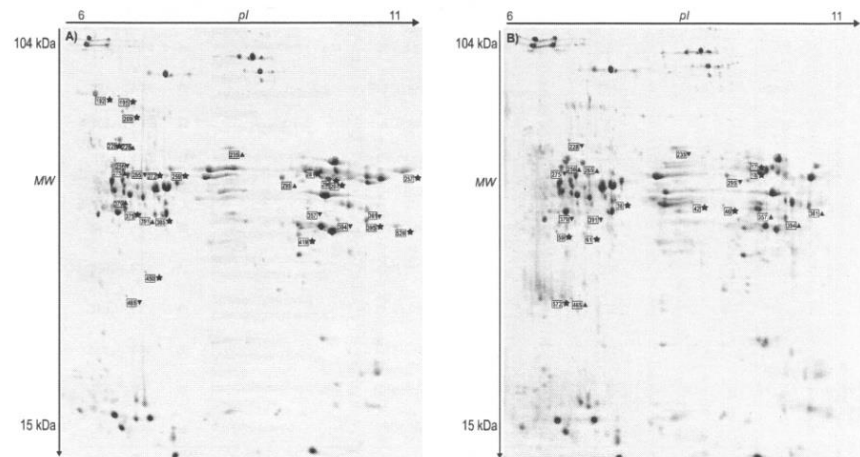
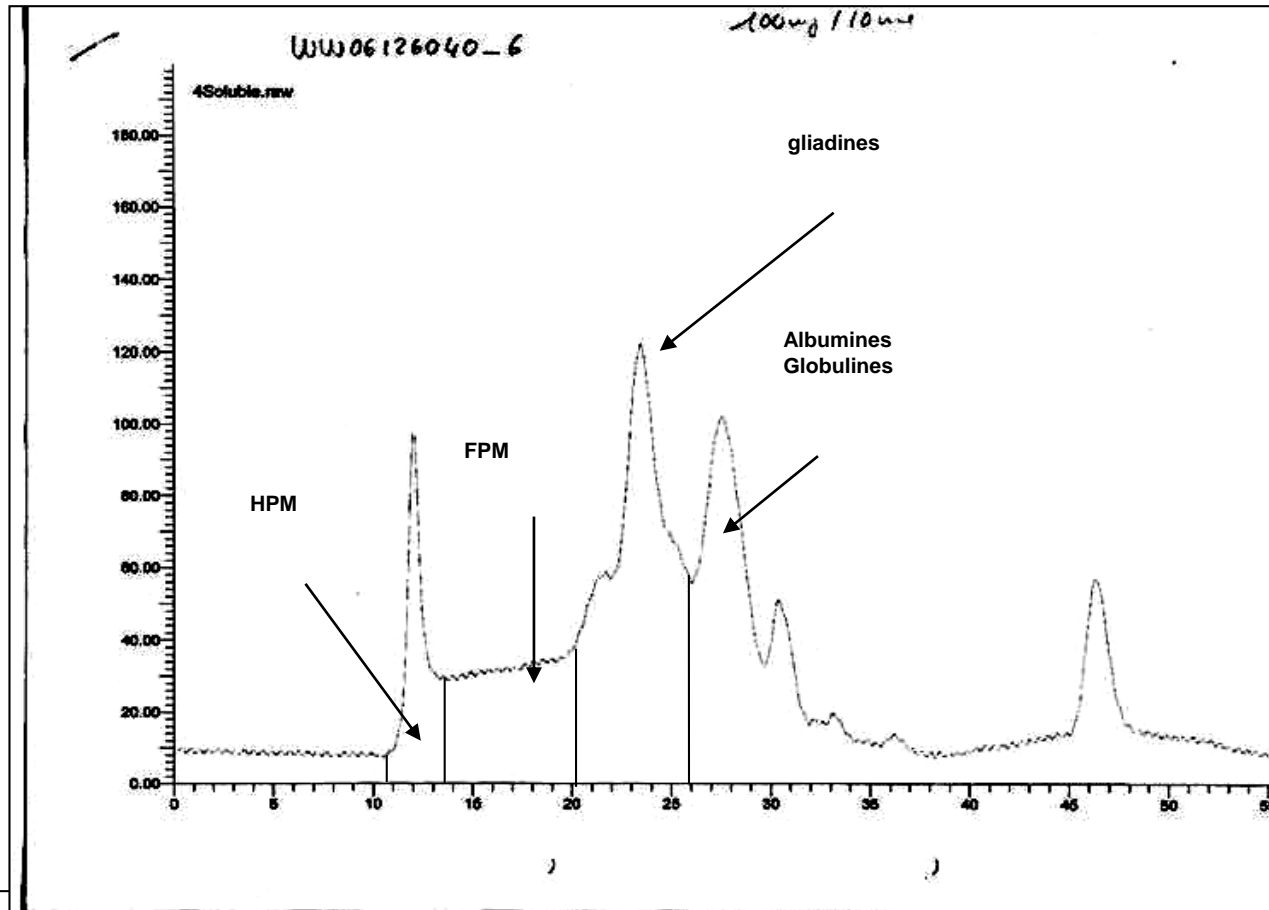


Figure 4.2 IPG X SDS-PAGE of wheat endosperm using 6-11 immobilized gradient strips. Proteins were stained with Coomassie blue. A): 2-DE of DH line 516 having a regular 1B chromosome. B): 2-DE of DH line 515 having the 1BL.1RS translocation. ▲: up-regulated spot (at $p < 0.001$); ▼: down-regulated spot (at $p < 0.001$); ★: spot appearing specifically in the corresponding class of genotypes.



Einfluss der Proteinfractionen auf die Qualität

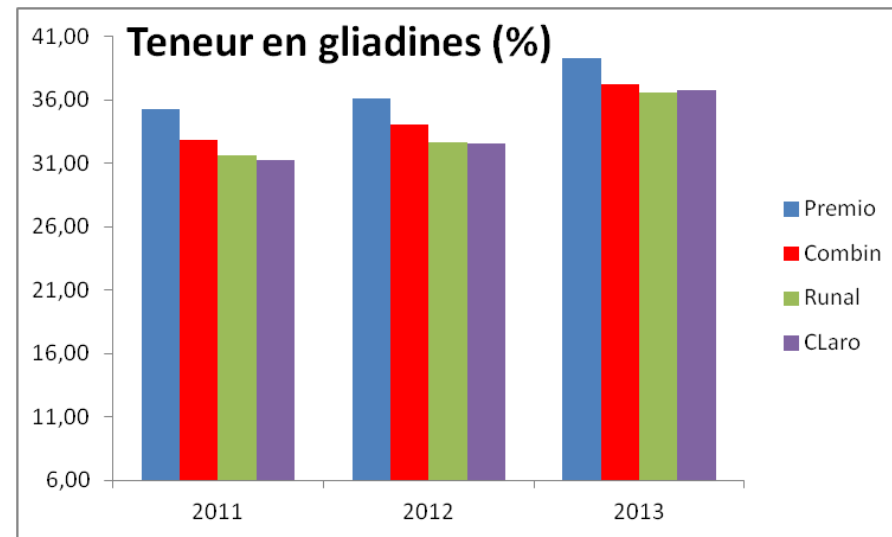
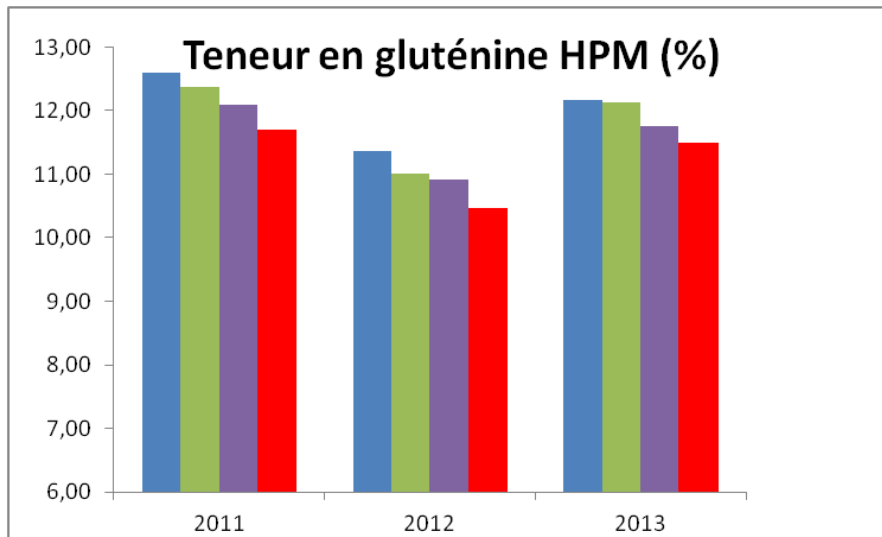
SE-HPLC: zur Analyse der Proteinanteile in unseren Sorten um deren Rolle in der rheologischen Qualität zu bestimmen.





Anteil Glutenine und Gliadine

Resultate SE-HPLC

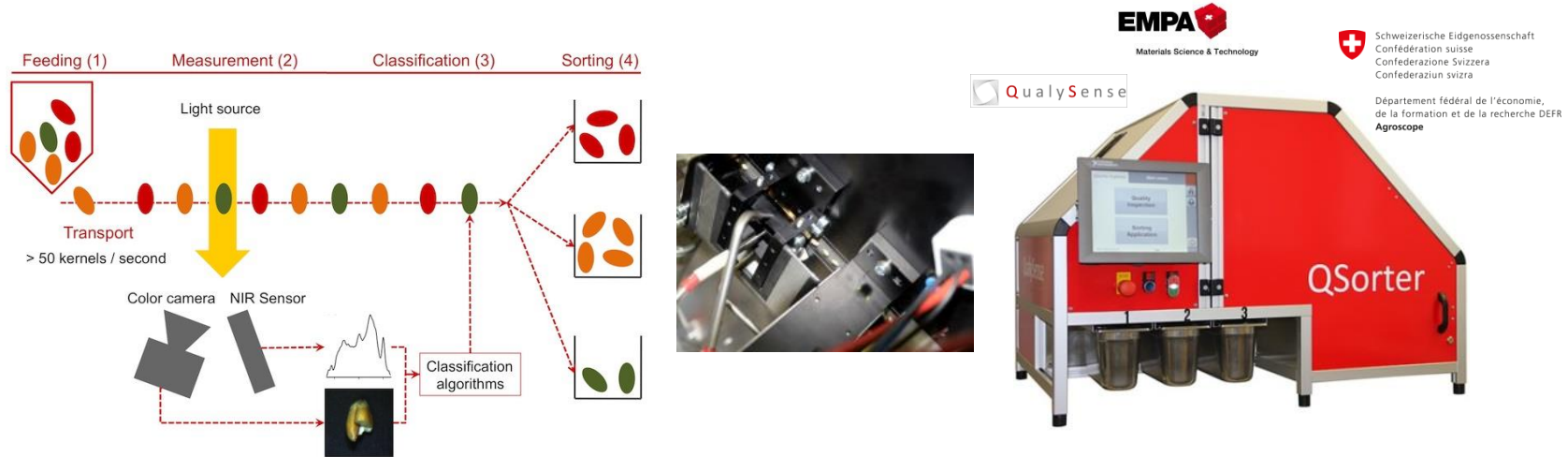


- Unsere Resultate zeigen, dass der Anteil der verschiedenen Proteinfractionen (Glu/Gli) durch das Jahr und die Sorte beeinflusst werden. Keine massgebliche Interaktion zwischen den beiden Faktoren wurden gefunden.
- Mögliche Verwendung für die Wahl der Stammeltern.
- Der Einfluss der Anteile Glu/Gli auf die rheologische Qualität ist jedoch noch wenig bekannt und wird zur Zeit bearbeitet.



Sortieren nach Proteingehalt

Qsorter ist ein auf NIRS basierter Sortierer, der einzelne Körner nach Proteingehalt sortiert.



Anwendung in der Züchtung: Aussortieren (F3) der Populationen um proteinreichere Fraktionen von wahrscheinlich höherer rheologischer Qualität zu extrahieren.

Eine Studie ist in Bearbeitung

CTI Projekt: QualiSense (privat), EMPA (optisch und elektronisch), Agroscope (Labor Backqualität, Agronomie, Züchtung).

Schlussfolgerungen

- Grosse Vielfalt von HMG Allelen in den Schweizer Sorten.
- Identifizierung von seltenen Allelen, welche sehr vorteilhaft für die Dehnbarkeit und somit sehr interessant für die Züchtung sind.
- Auch wenn 65 % der rheologischen Qualität den HMG zu verdanken sind, spielen andere Protein- und Nicht-Protein-Faktoren wichtige Rollen. Diese Faktoren sollten in der Sortenzüchtung berücksichtigt werden.

Schlussfolgerungen (2)

- Die Proportion zwischen den Fraktionen Glu und Gli kann in der Züchtung verwendet werden. Ihr Einfluss auf die Qualität ist aber noch nicht völlig klar.
- Der Proteingehalt konnte durch Sortieren (Qsorter Explorer) erhöht werden, was die Dehnbarkeit des Teiges und das Brotvolumen verbessert hat.
- Mit diesem Apparat können Züchtungslinien mit höherem Proteingehalt extrahiert werden.



Danke an Jean-François Parisod, Philippe Esselborn und Carine Oberson für ihre Arbeit im Labor sowie an Samy Gobaa und Gérald Branlard (INRA) für ihren wissenschaftlichen Beitrag. Agnès Welten für die Übersetzung.