

Erträge und Qualität Bio-Mahlweizen 2012



Frick, 20.12.2012

**Hansueli Dierauer, Cornelia Kupferschmid, Ramona Rudolf
von Rohr**

EXCELLENCE FOR SUSTAINABILITY

Das FiBL hat Standorte in der Schweiz, Deutschland und Österreich

FiBL offices located in Switzerland, Germany and Austria

FiBL Schweiz / Suisse

Ackerstrasse, CH-5070 Frick

Tel. +41 (0)62 865 72 72

Inhalt

1.	Einleitung und Problemstellung	2
2.	Vorgehen	3
3.	Resultate	5
3.1	Mittelwerte der Qualitätsparameter	5
3.2	Einfluss verschiedener Parameter auf den Feuchtglutengehalt	8
3.2.1	Einfluss der Sorte	8
3.2.2	Einfluss des Saatzeitpunktes	10
3.2.3	Einfluss der Anbauregion	12
3.2.4	Übrige Einflüsse	12
3.3	Korrelation Protein- und Feuchtglutengehalt	15
3.4	Einfluss auf den Ertrag	17
3.5	Beratung Weizenqualität	19
4.	Diskussion	19
5.	Schlussfolgerung	21
6.	Dank	22
7.	Anhang	23
7.1	Analysedaten der Proben nach Ortschaften	23
7.2	Statistik	27
7.2.1	Modell 1: Feuchtglutengehalt (alle Sorten)	27
7.2.2	Modell 2: Ertrag	28
7.2.3	Modell 3: Proteingehalt (alle Sorten)	28
7.2.4	Modell 4: Zeleny	29

1. Einleitung und Problemstellung

Die Bio-Weizenqualität gibt immer wieder Anlass zu regen Diskussionen, da die geforderten Minimalwerte bei Protein, Zeleny und beim Feuchtgluten nicht immer erreicht werden.

Die Nachfrage nach Mehl mit einem hohen Feuchtglutengehalt nimmt zu, weil sich die Verarbeitung verändert (lange Triebführung, industrielle Verarbeitung, Kühl- oder Tiefkühlagerung der Teiglinge). Zwei Drittel der gesamten Bio Produktion geht in die industrielle Verarbeitung. Die Müller stehen unter dem Druck der Grossbäckereien, Mehle mit einem hohen Feuchtglutengehalt zu liefern. Ist der Gehalt zu tief, muss teurer Feuchtgluten zugekauft und beigemischt werden. Das Interesse an Weizen mit einem hohen Feuchtglutengehalt ist deshalb sehr gross.

Um abzuklären, wie es wirklich um die Qualität des Bioweizens steht, haben die Kantone AG und ZH im Jahre 2006 dem FiBL den Auftrag gegeben, jährlich ca. 50 Proben zu analysieren und auszuwerten. Die Untersuchungen während der Jahre 2006 bis 2008 haben gezeigt, dass die geforderten Durchschnittswerte beim Protein (12%) und Zeleny (40 ml) erreicht werden. Die geforderten 29% Feuchtgluten wurden jedoch nur in zwei von drei Jahren erreicht. Jeder 5. Proben weist im Durchschnitt einen schwachen Feuchtklebergehalt auf.

Die Qualität von Schweizer Bioweizen ist grundsätzlich gut, verglichen mit den meisten europäischen Ländern sogar sehr gut. Im Biolandbau in der Schweiz hat in den letzten vier Jahren eine Verlagerung von 1. Klasse Sorten zu Top Sorten stattgefunden. Eine weitere Verbesserung durch neue Sorten ist daher in den nächsten Jahren nicht mehr in demselben Ausmass zu erwarten wie bisher.

Im Jahr 2009 liess die Weizenqualität in der Westschweiz generell zu wünschen übrig. Deshalb hat die Bio Suisse beschlossen, das Weizenqualitätsprojekt der Kantone für drei Jahre auf die ganze Schweiz auszuweiten. Dieses Projekt hat zum Ziel, einen jährlichen Überblick über die Bioweizenqualität in der Schweiz zu schaffen, den Produzenten eine Rückmeldung über ihre Qualität zu geben und wo nötig in Zusammenarbeit mit der Beratung Verbesserungsmaßnahmen einzuleiten. Im Weiteren sollen aus den Felddaten Korrelationen zwischen Düngung, Vorfrucht, Boden und Fruchtfolge abgeleitet werden können.

2. Vorgehen

Vor der Ernte 2012 wurden 380 Produzenten der Biofarm, der Mühlen Brunner, Knecht, Mühlebach und Lehmann angeschrieben. Die Landwirte haben ihre Proben ab Mähdrescher bei der Ernte der Parzelle genommen und direkt ins Labor von Peter Kunz nach Hombrechtikon ZH geschickt. Insgesamt gingen dieses Jahr 163 Proben von 119 Produzenten ein. Dies entspricht einer Rücklaufquote von zirka 32%. Die Datenerhebung bildet annähernd den Durchschnitt der CH Biobetriebe ab. Wegen einem Versandproblem ist dieses Jahr die Region Westschweiz nur mit einem einzigen Betrieb vertreten. Anzumerken ist ausserdem, dass maximal nur noch zwei Proben pro Betrieb eingesandt werden konnten. Die am Programm beteiligten Produzenten können sich von Jahr zu Jahr geringfügig ändern.

Das Labor Peter Kunz analysierte die üblichen Qualitätsmerkmale dargestellt in Tabelle 1.

Zusätzlich zur Probenahme haben die Produzenten einen Fragebogen ausgefüllt mit Angaben über den Ertrag, die Vorfrucht, den Bodentyp, das Saatdatum, die Sorte und die Düngung (Düngerart und Stickstoffmenge).

Wegen Hagelereignissen waren nur die Ertragsdaten von 152 Proben auswertbar. Die Auswertung der Qualitätsparameter und die Berechnung der Korrelationen zwischen Qualitätsparametern und Anbaumassnahmen basiert auf allen vollständig ausgefüllten Fragebögen (163). Um Wechselwirkungen zwischen Qualitätsmerkmalen und Anbaudaten aufzuzeigen, wurden die Beziehungen anhand statistischer Modelle berechnet. Als statistisches Programm wurde JMP mit multiplen statistischen Modellen (Stepwise regression) angewandt.

Die beteiligten Produzenten wurden schriftlich über die Resultate der Laboruntersuchungen informiert. Mit den Produzenten, welche die Standards bei der Qualität nicht erfüllen, wird nach Verbesserungsmöglichkeiten gesucht.

Tabelle 1: Beschreibung der gemessenen Qualitätskriterien mit den Sollwerten und der verwendeten Methode (Weizenqualität 2012).

Qualitätsparameter	Sollwert	Methode	Bedeutung
Protein, %	> 12%	Ganzkorn (Infratec), Nah- Infrarot- Spektrometrie (NIR)	Anteil Eiweiss im Korn
Feuchtgluten/Feuchtklebergehalt (FGL), %	> 25% = gut > 29% = sehr gut	Weissmehl Glutomatic (ICC 137)	Anteil vom quellfähigem Eiweiss im Endosperm, Wasseraufnahmevermögen, Elastizität, Aufgehen des Teigs (Gashaltvermögen)
Zeleny, ml	> 40 ml	Weissmehl	Qualität, Quellfähigkeit des Eiweiss. Zum Beispiel: Zeleny=30ml wird für Biskuit und Zeleny>60ml für Zopf eingesetzt
Glutenindex (GI)	40-50 = gut > 60 = sehr gut, fester Kleber	Weissmehl Glutomatic	Kleberfestigkeit, zum Teil auch Dehnbarkeit/Elastizität
Fallzahl, s	> 220 s	Vollkorn- Schrotmehl	Mass für Ausreifungsgrad <220 Sekunden wird als Auswuchs gewertet

3. Resultate

Im folgenden Kapitel sind die Ergebnisse der Erträge und Qualitätsanalysen des Labors aufgeführt und mit den Werten des Vorjahrs verglichen.

3.1 Mittelwerte der Qualitätsparameter

Das Getreidejahr 2012 charakterisiert sich durch hohe Qualitätswerte. Diese Ergebnisse sind für Bio-Bedingungen sehr erfreulich. 2012 ist von den drei Versuchsjahren das Jahr mit den höchsten Qualitätswerten und dem niedrigsten Durchschnittsertrag (Abbildung 1) Nach Abzug der Proben mit Hagel beträgt der Durchschnittsertrag von 152 Proben noch 41.8 kg/a. Das Hektolitergewicht ist im Vergleich zum Vorjahr auf 79.8 kg/hl gesunken. Besonders die früh angelieferten Posten hatten viele kleine Körner. Dafür stieg der durchschnittliche Proteingehalt von 12.2 % auf 13.1 % und der Feuchtgluten auf sehr hohe 31.2 % an. Auch beim Zeleny ist ein Anstieg von 59.7 auf 65.5 ml festzustellen.

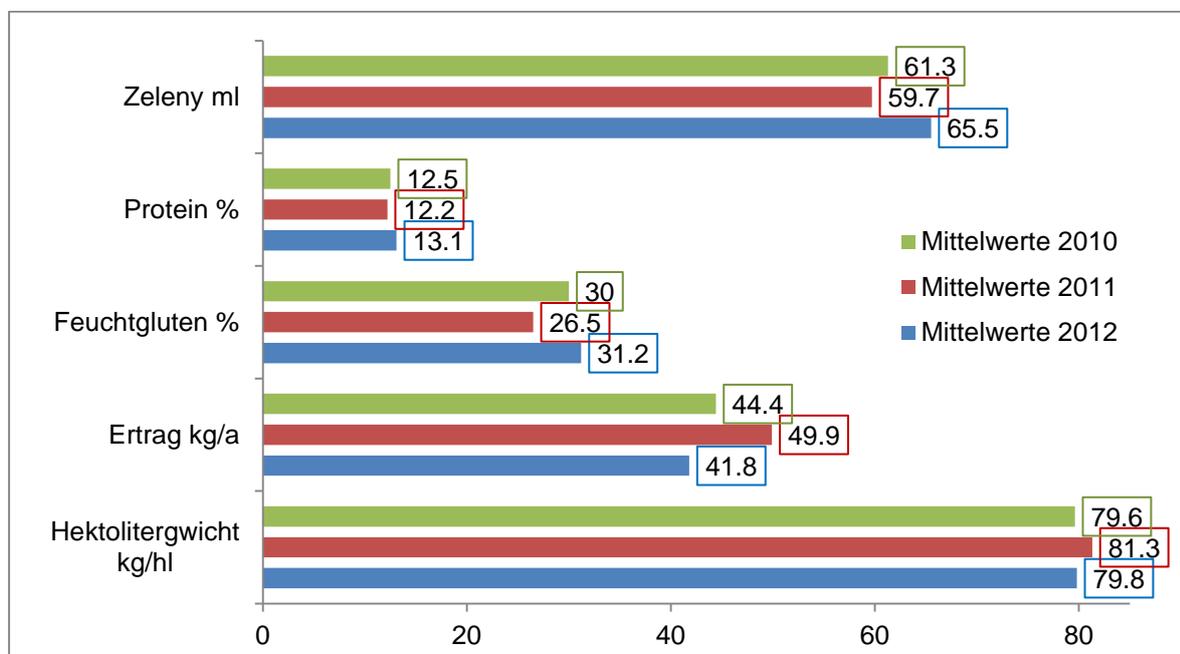


Abbildung 1: Mittelwerte der Qualitätskampagnen 2010 bis 2012. Die Mittelwerte von Zeleny, Protein, Feuchtgluten und Hektolitergewicht wurden anhand von 169 (2010), 152 (2011) und 163 (2012) Proben gerechnet; der Ertrag anhand von 149 (2010), 135 (2011) und 152 (2012) Proben (Weizenqualität 2012).

Die Fallzahlen lagen ebenfalls im oberen Bereich. In diesem Projekt wurden Posten mit Auswuchs zum vornherein ausgeschlossen. Der Gesamtmittelwert beim Auswuchs betrug 330 sec (332 sec 2010, 308 sec 2011, 350 sec 2012). Der Glutenindex lag dieses Jahr mit einem Mittelwert von 90.8 tiefer als in den letzten Jahren. Er war nur knapp oberhalb des idealen Bereiches. Ideal wären Kleberindexe von 70 bis 90 mit guter Dehnbarkeit. In den Vorjahren waren die Mittelwerte höher (96 in 2010 und 96.4 in 2011), was auf einen festen Kleber mit wenig Elastizität hindeutet.

In der Tabelle 2 sind alle Proben nach Feuchtglutengehalt eingestuft. Die Variationen im Feuchtglutengehalt sind von Jahr zu Jahr sehr gross. So wiesen im Jahr 2010 fast 60 % der Proben eine sehr gute Qualität auf, 2011 waren es nur noch 27 % und in diesem Jahr stieg dieser Wert wieder auf rekordhohe 74 %. Nur gerade 7 % der Proben waren im kritischen Bereich, so wenig wie noch nie seit Beginn des Projekts. Im Vorjahr betrug dieser Anteil noch 35 %. Es hat sich bestätigt, dass über alle Jahre jeder 5. Posten schwache Feuchtkleberwerte aufweist.

Tabelle 2: Einstufung der Proben nach Feuchtglutengehalt (Weizenqualität 2012).

Einstufungen		2010	2011	2012	2010 - 2012
< 25 % FGL Ungenügend	Anzahl Proben	35	53	11	99
	Anteil	21 %	35 %	7 %	20 %
25-29 % FGL gut	Anzahl Proben	31	58	31	120
	Anteil	20 %	38 %	19 %	25 %
> 29 % FGL Sehr gut	Anzahl Proben	101	41	121	263
	Anteil	59 %	27 %	74 %	55 %
Summe	Anzahl Proben	167	152	163	482
	Anteil	100 %	100 %	100 %	100 %

Die Sorten Wiwa, Titlis, Scaro und Claro waren in der diesjährigen Kampagne am meisten vertreten (Tabelle 3). Diese stellen auch die Hauptsorten im Schweizer Bio-Weizenanbau dar und spiegeln den Anbau. Wiwa ist wie im Schweizer Anbau mit ca. 50 % die Hauptsorte, gefolgt von Titlis, Siala und Claro. Siala ist in der diesjährigen Kampagne weniger verbreitet als noch im Vorjahr da einige Produzenten zu Claro wechselten. Die übrigen Sorten sind schwach vertreten. Diese Mittelwerte sind daher mit Vorsicht zu interpretieren.

Tabelle 3: Mittelwerte von Ertrag und Qualitätsparametern der verschiedenen Sorten. Rot = Mittelwerte, die sich unter den Minimalwerten befinden; Orange = Mittelbereich (25-29%). Die Mittelwerte der Qualitätsparameter wurden anhand der gesamten Probenanzahl (n=163) gerechnet. In Klammern angegebene Probenanzahl stellt die Anzahl Ertragsproben dar. In der Rubrik „Sonstige“ sind übrige Sorten zusammengefasst (Weizenqualität 2012).

Sorte	Anzahl Proben	Ertrag kg/a	FGL %	Protein %	Zeleny ml	Fallzahl s
Claro	12(9)	48.7	30.9	13.0	60.3	309.8
Fiorina	4(4)	53.9	31.1	13.4	59.5	365.5
Laurin	2(2)	40.5	24.4	11.4	54.5	341.5
Runal	6(6)	36.4	34.4	13.9	63.2	323.3
Scaro	19(16)	40.7	28.5	12.5	65.4	356.3
Siala	8(7)	37.9	35.0	14.1	65.0	331.9
Titlis	20(19)	41.1	30.6	12.8	64.6	345.0
Wiwa	75(73)	40.9	31.3	13.1	67.6	360.0
Sonstige	4(4)	47.7	33.5	13.8	65.8	336.5
Sortenmischung	13(12)	44.3	32.0	13.6	64.8	352.5
Gesamtmittelwert	163(152)	41.8	31.2	13.1	65.5	350.0

Dieses Jahr lag die im Ertrag und in der Qualität ausgewogene Sorte Wiwa im mittleren Bereich. Scaro wies wie in den Vorjahren tiefe Feuchtgluten- und Proteinwerten auf. Laurin war die schlechteste Sorte, allerdings mit nur zwei Standorten nicht repräsentativ.

3.2 Einfluss verschiedener Parameter auf den Feuchtgluten- und Proteingehalt

Folgende Auswertungen basieren auf empirischen Daten, die aus den Angaben des Feldkalenders der zur Probe gehörenden Parzelle stammen. Sie gelten für das Jahr 2012. Um gesicherte Aussagen machen zu können, müssten die gleichen Korrelationen über mindestens drei Jahre auftreten.

Da der Feuchtgluten für die Mühlen der wichtigste Qualitätsparameter ist, wurden unsere Auswertungen darauf fokussiert. Die Daten wurden mit einem multiplen statistischen Modell (stepwise regression, berechnete Modelle siehe Anhang) ausgewertet. Die Residuen wurden auf Normalverteilung geprüft. Die Mittelwerte wurden mit dem Student's-t-test verglichen. In den Graphiken sind Mittelwerte und Standardfehler dargestellt.

Der Feuchtglutengehalt wird -wie nicht anders zu erwarten- von einer Vielzahl Faktoren beeinflusst. In allen drei Versuchsjahren war die Sorte Haupteinflussfaktor. Zusätzlich gehörten 2010 der Standort und 2011 und 2012 der Saatzeitpunkt auch zu den Haupteinflussfaktoren, die sich statistisch nachweisen liessen.

3.2.1 Einfluss der Sorte

Die Ergebnisse aus der statistischen Auswertung der Sorten (Abbildung 2) müssen mit Vorsicht interpretiert werden. Ein auffallend grosser Anteil Proben war Wiwa (n=75; 46% aller Proben). Sorten mit einer kleineren Anzahl Stichproben sind für die statistische Auswertung zu wenig verlässlich. Extrem zeigt sich das bei der Sorte Laurin mit nur 2 Stichproben vom gleichen Betrieb mit tiefem Feuchtkleberanteil.

Siala schnitt sehr gut ab. Sie war signifikant besser als ihre Schwestersorte Claro. Titlis unterschied sich nicht wesentlich von Wiwa. Scaro hat im Vergleich zu ihrer Schwestersorte Wiwa aber deutlich schlechter abgeschnitten.

Nicht überraschend sind die hohen Werte von Runal, dies allerdings bei einer kleinen Anzahl Stichproben.

Die meist verwendete Sorte Wiwa hatte im Jahr 2010 einen Feuchtglutengehalt von 29%, im 2011 von 27.5% und im 2012 von 31.3%. Diese Sorte erwies sich als relativ stabil in Qualität und Ertrag.

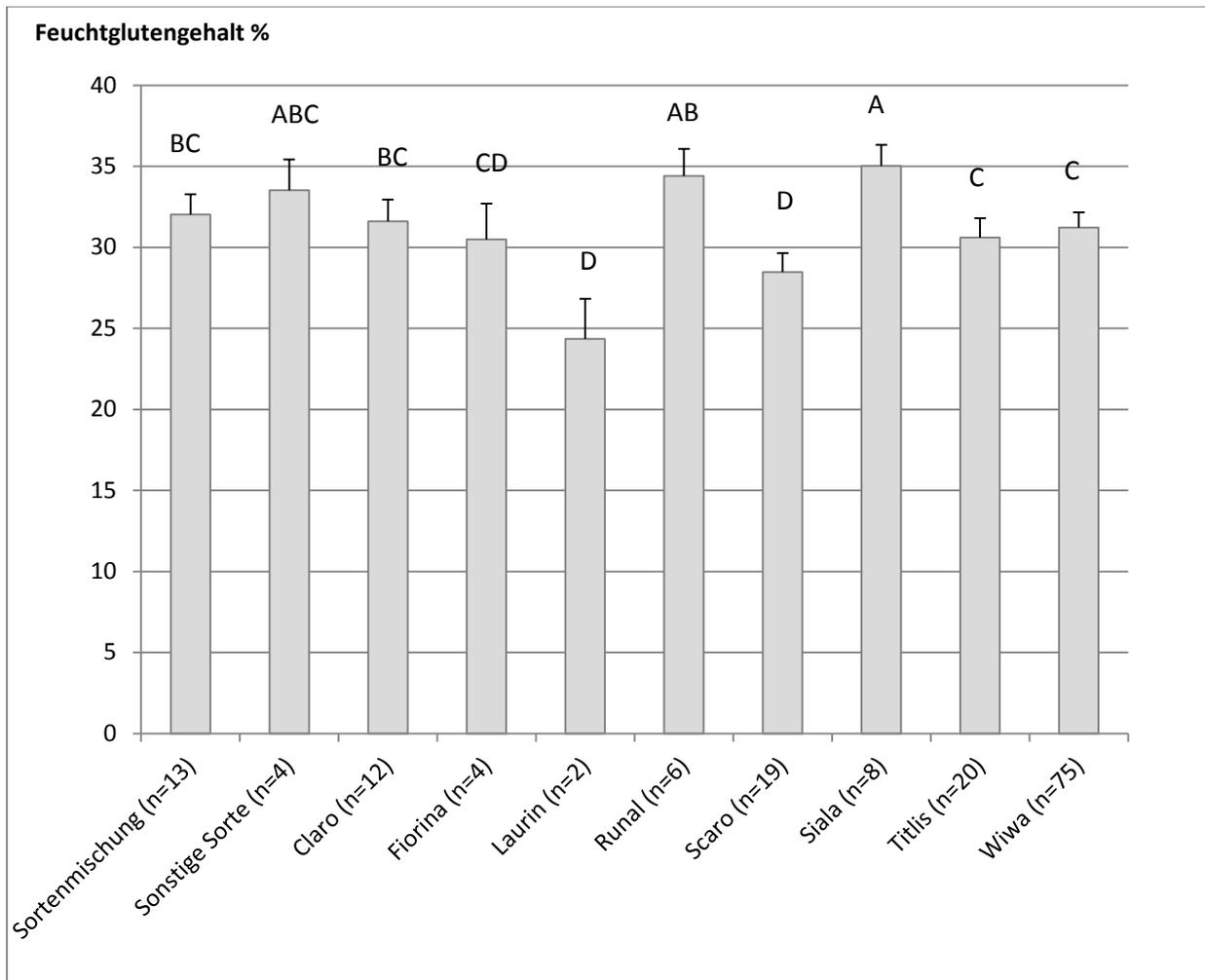


Abbildung 2: Einfluss der Sorte auf den Feuchtglutengehalts (Statistik siehe Anhang; $p < 0.0001$, Student's-t-Test; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede) (Weizenqualität 2012).

Durch die enge Korrelation zwischen Protein und Feuchtkleber zeigte die Varianzanalyse des Proteins ein ähnliches Bild wie der Feuchtkleber. Auch beim Proteingehalt waren Siala und Runal die besten Sorten und Scaro die Sorte mit den tiefsten Werten. Wiwa und Titlis unterschieden sich praktisch nicht (Abbildung 3). Der Proteingehalt der Sorte Wiwa lag wie beim Feuchtglutengehalt im mittleren Bereich (13.1%).

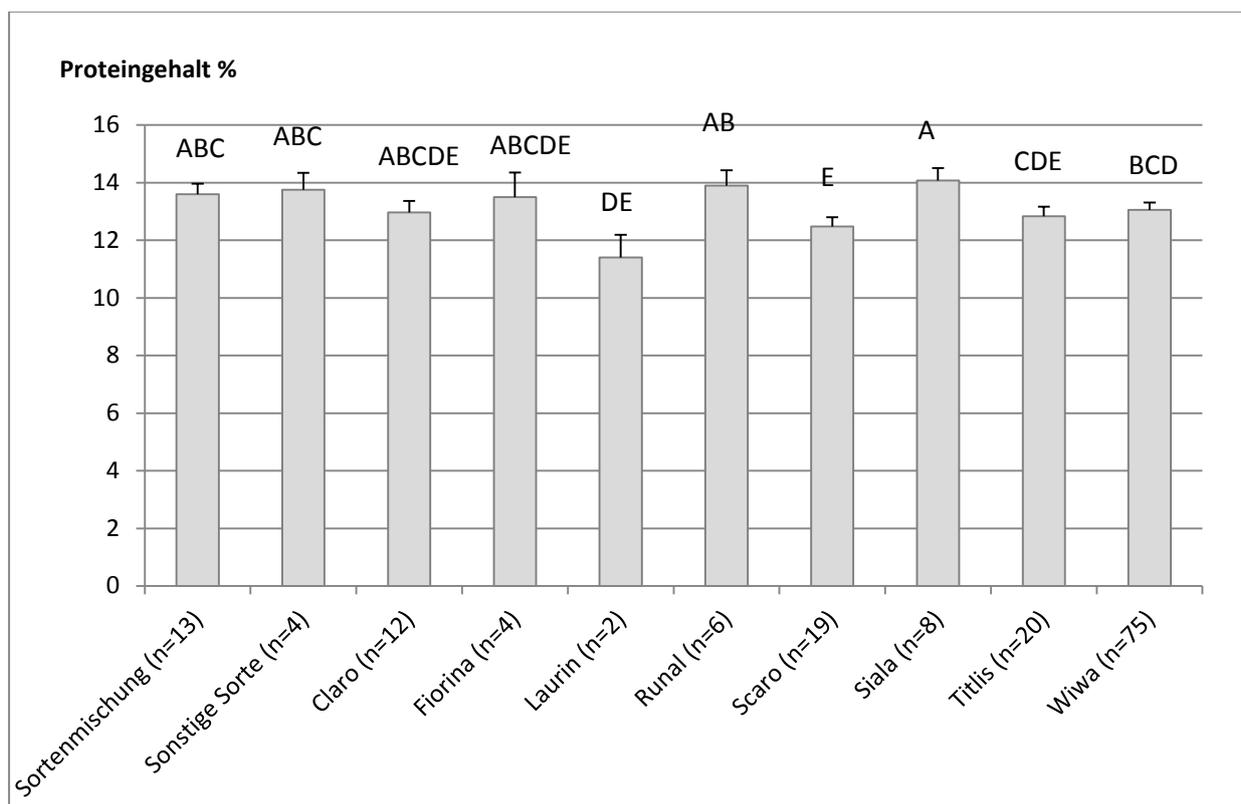


Abbildung 3: Einfluss der Sorte auf den Proteingehalt (Statistik siehe Anhang $p=0.0067$, Student's-t-Test; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede) (Weizenqualität 2012).

3.2.2 Einfluss des Saatzeitpunktes

Das Saatdatum hat einen Einfluss auf den Feuchtglutengehalt (Abbildung 4). Bei später Saat wurde ein signifikant höherer Feuchtglutengehalt erzielt als bei normaler und früher Saat. Zu beachten ist auch hier die geringere Stichprobenanzahl bei der Spätsaat. Die meisten Landwirte säen zwischen dem 11. und 20. Oktober. Über die Jahre scheint sich dieser Termin bewährt zu haben. Eine Empfehlung zu einem früheren oder ganz späten Saattermin kann bezüglich Feuchtkleber nicht gemacht werden. Es kann nicht sein, dass die Landwirte ab dem 20. Oktober noch mit der Aussaat zuwarten, nur um eventuell eine bessere Qualität erreichen zu können. Wenn die Wetterbedingungen gut sind, die Vorkultur geerntet ist, dann soll ab dem 10. Oktober ausgesät werden. Eine zu frühe Saat vor dem 10. Oktober kann die Bestände so fördern, dass sie bereits im Herbst bestocken und es zur Auswinterung kommen kann. Aus diesen Gründen gibt es beim Saatzeitpunkt keinen grossen Spielraum.

Der Proteingehalt wurde in gleicher Weise wie der Feuchtglutengehalt beeinflusst; ein höherer Proteingehalt wurde bei später Saat erreicht ($p=0.0041$).

Die Abweichung der Resultate des Jahres 2012 gegenüber dem Vorjahr ist wahrscheinlich eine Folge der Wetterextreme. 2011 war es ziemlich lange trocken und 2012 war ein eher nasses Jahr mit guter Mineralisierung.

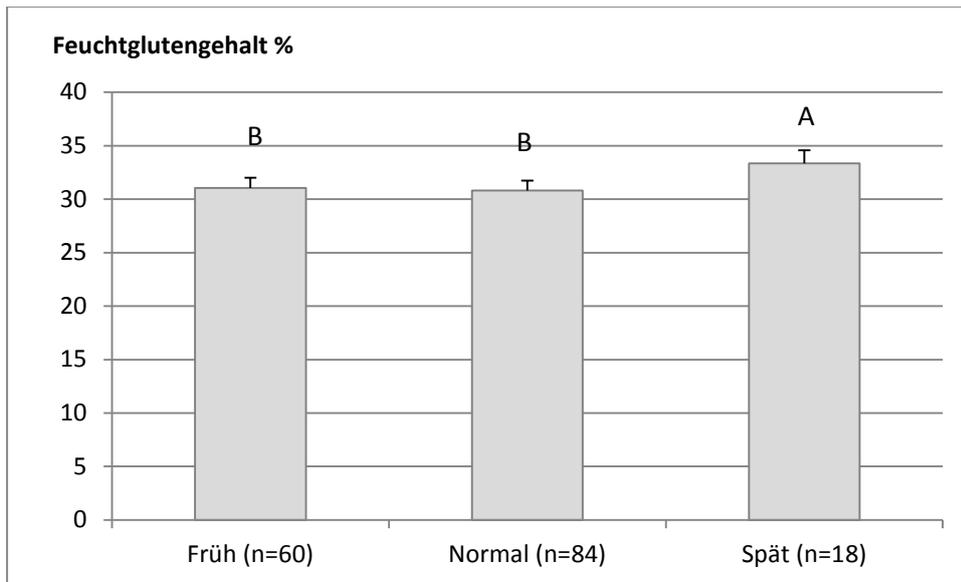


Abbildung 4: Einfluss des Saattermins auf den Feuchtglutengehalt (Statistik siehe Anhang; $p=0.007$, Student's-t-Test; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede) (Weizenqualität 2012). Frühe Saat: vor 10. Okt, Normale Saat: 11. -25. Okt, Späte Saat: nach 25.Okt.

3.2.3 Einfluss der Anbauregion

Dieses Jahr konnte kein Vergleich zwischen West- und Deutschschweiz gemacht werden. Signifikante Unterschiede innerhalb der deutschsprachigen Region konnten in Bezug auf Feuchtgluten- und Proteingehalt nicht ausfindig gemacht werden. Tendenziell über dem Durchschnitt lagen die Kantone Freiburg, Luzern und Thurgau (Tabelle 4).

Tabelle 4: Mittelwerte der Qualitätsparameter aufgeschlüsselt nach Kanton. Orange=signifikant höherer Ertrag im Vergleich zu den anderen Kantonen.

	Anzahl Proben	Ertrag kg/a	FGL %	Protein %	Zeleny ml	Fallzahl s
AG	35(31)	41.3	31.1	13.1	67.2	355
BE	33(33)	38.8	31.1	12.9	64.9	349
BL	4(4)	42.8	31.1	13.2	70.0	372
FL	1(1)	43.0	27.0	13.2	60.0	324
FR	6(6)	42.3	32.7	13.5	63.5	345
JU	2(2)	35.3	30.9	12.4	68.5	387
LU	12(10)	39.9	33.2	13.7	68.1	345
SG	1(0)	--	30.6	13.2	68.0	363
SH	6(6)	35.8	27.3	11.8	58.2	350
SO	5(5)	40.0	30.3	13.1	63.2	336
TG	23(21)	49.3	32.0	13.5	65.5	343
ZH	35(33)	42.8	30.6	12.9	64.8	352
Ø	163(152)	41.8	31.2	13.1	65.5	350

3.2.4 Übrige Einflüsse

Für alle übrige Faktoren, darunter wichtige wie Düngung und Vorkultur, konnte anhand des statistischen Modells kein signifikanter Einfluss auf den Feuchtglutengehalt gefunden werden. Dieser Zusammenhang wird durch die beiden Vorjahre bestätigt. Das heisst, dass entweder die Streuung der Daten zu gross ist oder die uns zur Verfügung gestellten Daten zu ungenau sind. Dies könnte zum Beispiel der Fall sein bei der Schätzung der Düngermengen. Die Stickstoffgehalte im Hofdünger können sehr stark variieren. Wo keine genaueren Angaben vorhanden waren, wurden auch dieses Jahr grobe Schätzungen (1 m³ Gülle = 1 kg N) für die Auswertung angenommen.

Bodenart

Die Angaben wurden für die Auswertung in leichte, mittelschwere und schwere Böden eingeteilt. Statistisch konnte kein signifikanter Einfluss des Bodentyps auf den Feuchtglutengehalt festgestellt (Abbildung 5) werden. Die leichten, ertragreicheren Böden wiesen eine leicht tiefere Qualität auf als die anderen Bodentypen.

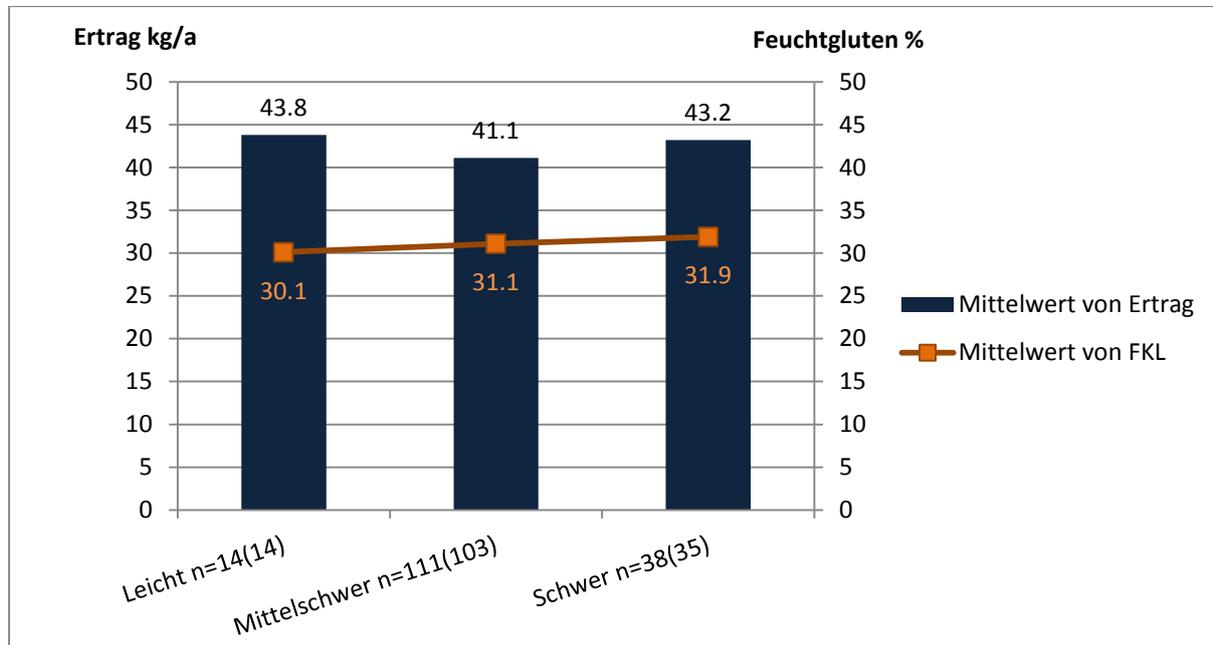


Abbildung 5: Auswirkungen des Bodentyps auf Feuchtglutengehalt in % und Ertrag in kg/a. Der Feuchtglutengehalt wurde anhand der gesamten Probenanzahl (n=163) gerechnet. In Klammern angegebene Probenanzahl stellt die Anzahl Ertragsproben dar. (Weizenqualität 2012).

Düngung

Anhand der diesjährigen Daten kann kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Menge Stickstoff und dem Feuchtglutengehalt festgestellt werden. Dennoch konnte eine Tendenz beobachtet werden; mit einer höheren Stickstoffmenge erhöhte sich auch der Feuchtglutengehalt. Auf den Proteingehalt hatte die Düngermenge dieses Jahr sogar einen statistisch signifikanten Einfluss ($p=0.0437$).

Die Düngerart hat keinen statistisch gesicherten Einfluss auf den Feuchtglutengehalt (Abbildung 6). Im Gegensatz zum Vorjahr ergaben sich dieses Jahr auf den Betrieben, die keine Stickstoffdünger beim Weizen eingesetzt haben, tiefere Feuchtglutengehalte. Der Mittelwert aller Düngerarten lag bei 31.2% FGL. Dieses Resultat stimmt mit demjenigen von 2010 überein.

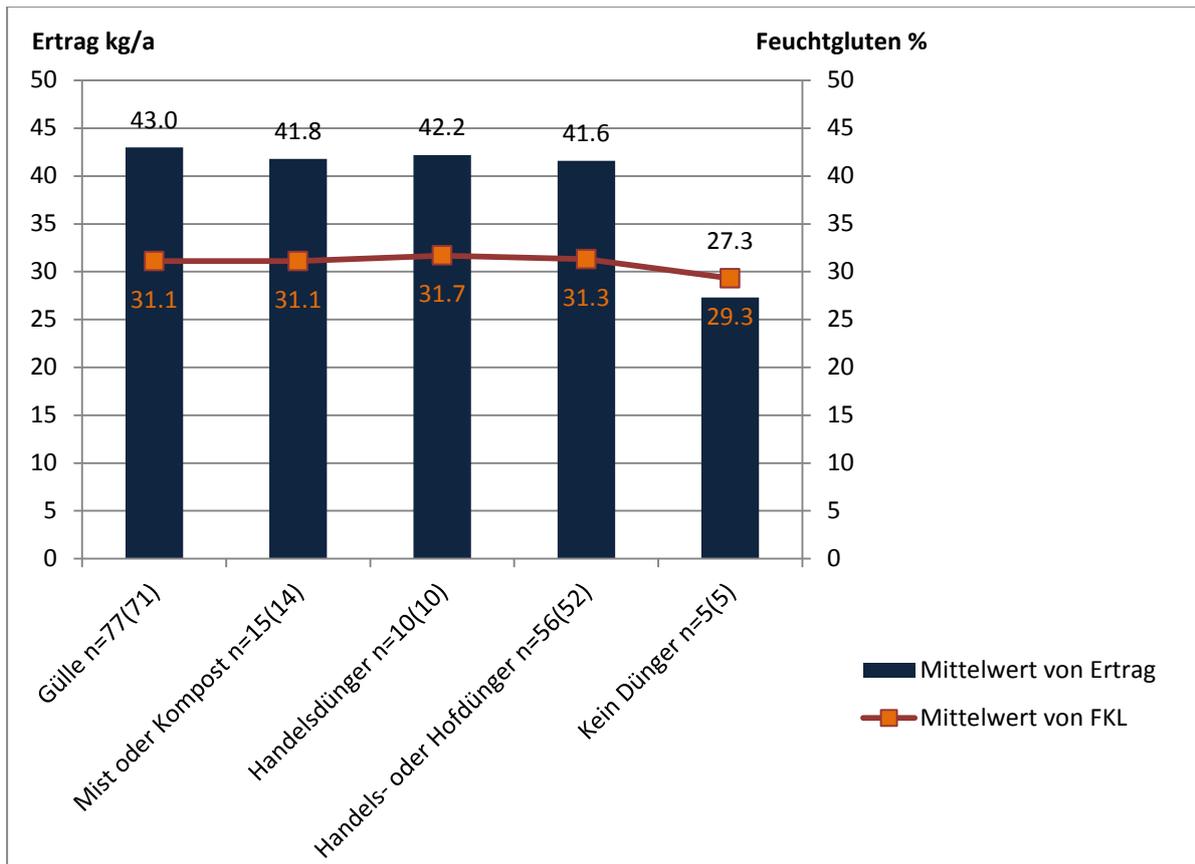


Abbildung 6: Auswirkung der Düngerform auf Feuchtgluten in % und Ertrag in kg/a. Der Feuchtglutengehalt wurde anhand der gesamten Probenanzahl (n=163) gerechnet. In Klammern angegebene Probenanzahl stellt die Anzahl Ertragsproben dar. (Weizenqualität 2012).

Vorkulturen

Die Vorkulturen 2011 wurden für die Auswertung in drei Kategorien aufgeteilt: Kunstwiese oder Leguminosen, Mais (Silo- und Körner-) und andere Kulturen. 68 Proben stammten aus Parzellen mit Vorkultur Kunstwiese (inkl. Leguminosen), 42 mit Vorkultur Mais und 42 mit weiteren Kulturen als Vorfrucht. Erstaunlich ist, dass der Unterschied im Feuchtglutengehalt zwischen den Vorkulturen Kunstwiese und Mais sehr klein war (Abbildung 7). Dies wurde bereits in den Jahren 2010 und 2011 festgestellt.

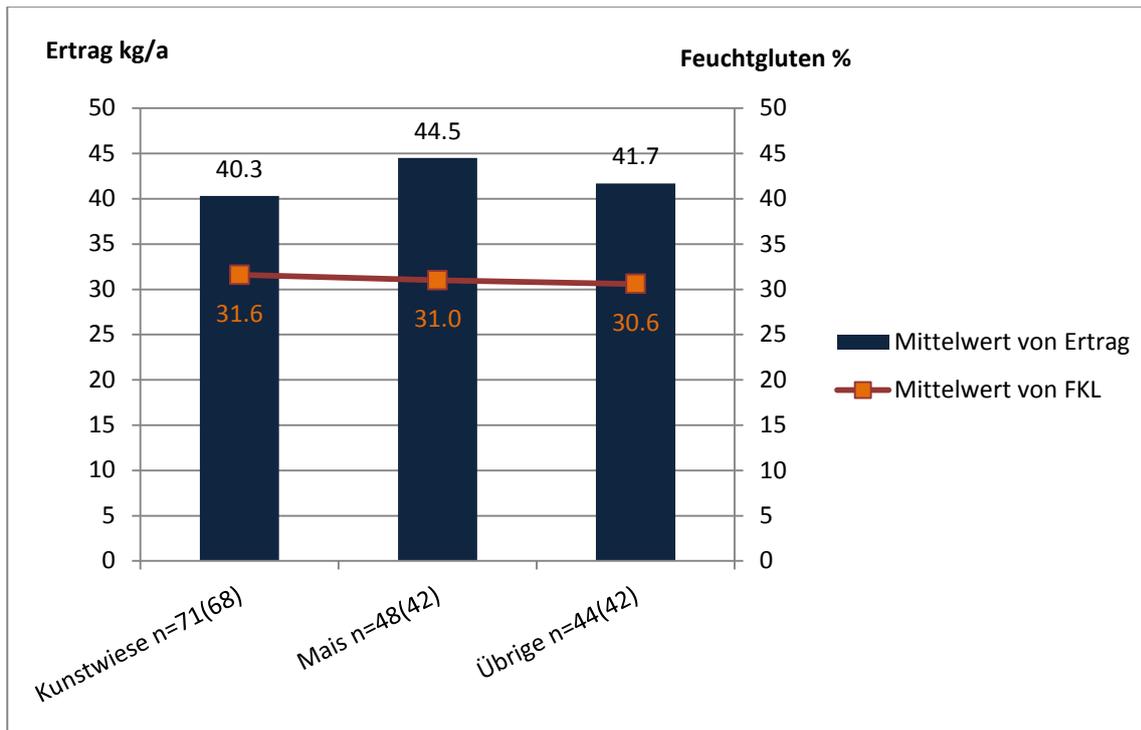


Abbildung 7: Auswirkungen der unterschiedlichen Vorkulturen auf Feuchtglutengehalt in % und Ertrag in kg/a. Der Feuchtglutengehalt wurde anhand der gesamten Probenanzahl (n=163) gerechnet. In Klammern angegebene Probenanzahl stellt die Anzahl Ertragsproben dar. (Weizenqualität 2012).

3.3 Korrelation Protein- und Feuchtglutengehalt

Zwischen dem Feuchtglutengehalt und dem Proteingehalt wurde eine signifikante Korrelation beobachtet ($FGL = -5.30 + 2.79 \cdot \text{Proteingehalt}$; $R^2=0.752$; $F_{1,161}=488.2$, $p<0.0001$) (Abbildung 8).

Die Korrelation Feuchtgluten und Protein von $R^2=0.752$ bedeutet, dass 75 % der Feuchtglutengehalte durch den Proteinwert erklärt werden können. Diese Beziehung ist wie schon im Vorjahr besonders eng. Die Korrelation im Jahr 2010 betrug hingegen nur $R^2=0.65$. In Untersuchungen von ART Reckenholz wurde eine ähnliche gute Beziehung zwischen den erwähnten zwei Qualitätsparametern festgestellt ($R^2=0.72$).

Die Korrelationen Protein-Feuchtgluten der einzelnen Hauptsorten unterscheiden sich leicht (Abbildung 9). Dabei ist die Korrelation bei der Sorte Titlis mit 80% am höchsten.

Bei der Annahme könnten in Jahren wie 2012 mit der NIR Schnellbestimmung die schlechten Posten (Feuchtgluten unter 25 %) mit einer Sicherheit von 75 % bestimmt und in eine separate Zelle überführt werden.



Abbildung 8: Korrelation zwischen Protein- und Feuchtglutengehalte (Weizenqualität 2012).

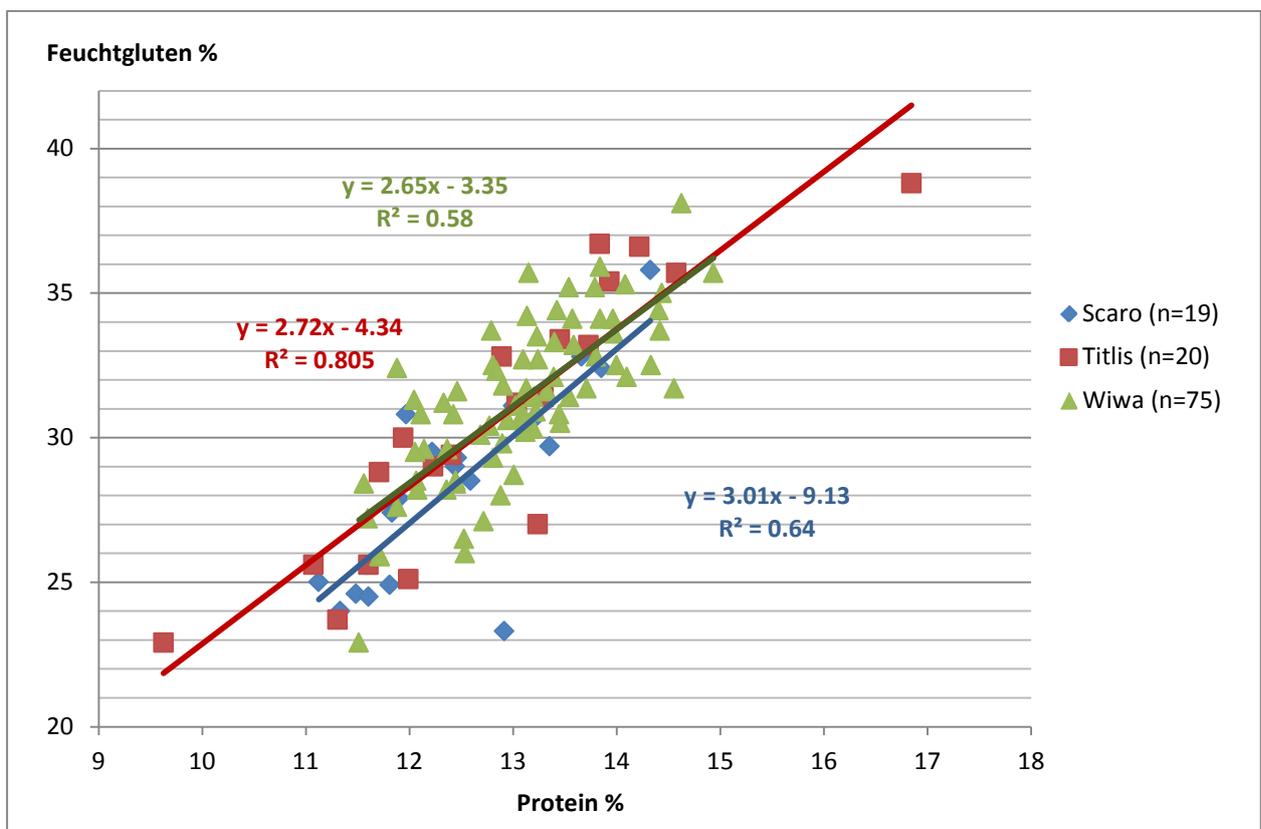


Abbildung 9: Korrelation zwischen Protein und Feuchtgluten, aufgeschlüsselt nach den drei Hauptsorten (Weizenqualität 2012).

Zwischen Feuchtglutengehalt und Zeleny besteht ebenfalls ein Zusammenhang ($FGL = 9.011 + 0.34 \cdot Zeleny$; $R^2=0.298$; $F_{1,161}=68.36$, $p<0.0001$) (Abbildung 10).

Die Korrelation ist mit 30 % mässig. Mit den Daten der letztjährigen Kampagne konnte eine ähnliche Korrelation festgestellt werden ($R^2=0.5$); hingegen konnte im Jahr 2010 keine Korrelation bestimmt werden.



Abbildung 10: Korrelation zwischen Zeleny und Feuchtgluten (Weizenqualität 2012).

3.4 Einfluss auf den Ertrag

Im Gegensatz zu 2011 hatte weder die Bodenart noch die Düngermenge statistisch einen signifikanten Einfluss auf den Ertrag. Jedoch waren 2011 wie auch dieses Jahr die Erträge auf leichten Böden leicht höher als auf mittleren und schweren Böden (Abbildung 5). Im Jahr 2010 führten mittelschwere Böden zu leicht höheren Erträgen als die anderen Bodentypen. Bezüglich Düngermenge war der Einfluss auf den Ertrag zwar nicht signifikant aber trotzdem bedeutend; mit zunehmender Düngermenge stieg der Ertrag.

Um eine aussagekräftige Aussage über den Einfluss der Unkrautregulierung auf den Ertrag machen zu können, waren dieses Jahr zu wenige Daten vorhanden. Die Unkrautregulierung wurde demzufolge nicht ins Modell aufgenommen.

Die Düngerform hatte in diesem Jahr einen signifikanten Einfluss auf den Ertrag (Abbildung 11 und Abbildung 6). Flüssige Hofdünger in Form von Gülle brachten die höchsten Erträge; dieses Resultat stimmt mit demjenigen von 2011 überein und ist nicht weiter erstaunlich, da Gülle der am schnellsten zur Verfügung stehende Stickstoffdünger ist. Erstaunlich gut hat die Variante mit nur Festmist oder Kompost abgeschnitten. Es scheint, dass im Jahr 2012 dank den Niederschlägen auch grössere Stickstoffmengen aus diesen Düngern freigesetzt werden konnten.

Auch Handelsdünger war in diesem Jahr schnell und gut verfügbar. Die Kombination von Fest- und Flüssigdünger gemischt mit Handelsdünger hat nicht signifikant schlechter abgeschnitten. Die ungedüngten Parzellen mussten hingegen einen markanten Ertragsverlust hinnehmen.

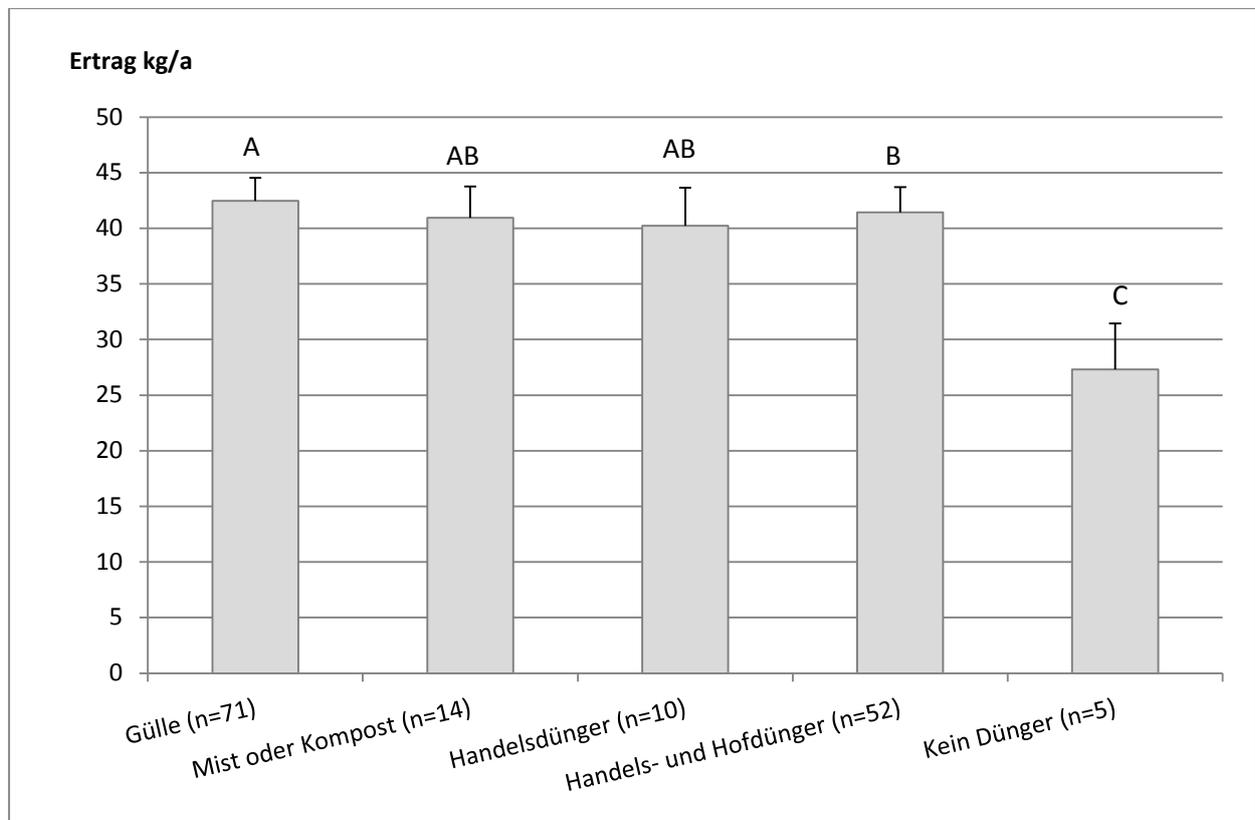


Abbildung 11: Einfluss der Düngerart auf den Ertrag kg/a (Statistik siehe Anhang; $p=0.0023$, Student's-t-Test; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede) (Weizenqualität 2012).

Bezüglich Vorkulturen, war wie schon beim Feuchtgluten kaum ein Einfluss auf den Ertrag feststellbar (Abbildung 7). Dies liegt wahrscheinlich daran, dass nach Kunstwiese oder Leguminosen etwas weniger gedüngt wurde (durchschnittlich 56.9 kg N/ha) als nach Mais (59.8 kg N/ha) oder anderen Kulturen (64.3 kg N/ha).

Ein Vergleich zwischen der West- und Deutschschweiz konnte dieses Jahr nicht gemacht werden. Dennoch hat der Kanton Thurgau bezüglich Ertrag überdurchschnittlich abgeschlossen (Tabelle 4). Die Betriebe in den Kantonen Bern, Jura, Schaffhausen, Luzern und Solothurn hatten unterdurchschnittliche Erträge.

3.5 Beratung Weizenqualität

Die Betriebsleiter, welche Posten mit einer ungenügenden Feuchtglutenqualität abgeliefert haben, werden von uns telefonisch kontaktiert oder auf dem Betrieb besucht. Wir werden Möglichkeiten zur Verbesserung gemeinsam diskutieren.

In den vergangenen Jahren konnte die schlechtere Qualität meistens im Gespräch oder bei einem Hofbesuch erklärt werden. Oft war die Parzelle schlecht gewählt oder die Aussaatbedingungen nicht ideal, der Untergrund verdichtet oder Weizen auf einer aufgefüllten Parzelle ange-sät. Auf einigen Betrieben ist der Humusanteil zu gering oder es hat Verdichtungen im Boden. Das sind Faktoren, die in einem Fragebogen nicht genau erhoben werden können. In einigen Fällen konnte die mangelnde Qualität aber nicht schlüssig erklärt werden und keine Massnahmen festgelegt werden. Es gibt Landwirte, die haben schon alles versucht und machen alles richtig. Trotzdem bleibt der Feuchtkleber tief. Über die Jahre sind es oft auch immer die gleichen Landwirte die in der Skala oben oder ganz unten sind.

Von den zu beeinflussenden Faktoren ist der Wechsel von einer schwachen zu einer guten Qualitätssorte oder die Stellung des Weizens nach Kunstwiese am einfachsten. Eine Erhöhung des ausgebrachten Stickstoffes ist bei Landwirten einfach, die überhaupt keine Düngung machen. Oft wird aber genügend Stickstoff ausgebracht, die Wirkung bleibt infolge Trockenheit jedoch aus. Die Düngung ist im Biolandbau besonders schwierig, da der genaue N-Gehalt der Gülle fast keinem Landwirt bekannt ist. Hier besteht noch erhebliches Verbesserungspotential.

4. Diskussion

Das vergangene Jahr war durch eine überdurchschnittliche Qualität und tiefere Erträge gekennzeichnet. Das Hektolitergewicht war in den frühen Eingängen oft ungenügend. Die Niederschläge waren gut verteilt, sodass Trockenperioden ausblieben und der Stickstoff mineralisiert wurde.

Die Sorte Wiwa wurde am häufigsten angebaut. Wiwa ist robust im Anbau und bringt auf fast allen Standorten gute Erträge. Runal wird immer weniger angebaut. Diese Sorte ist heikel und bringt schwache Erträge. Titlis hat stark an Bedeutung verloren, obwohl sie sich in der Qualität nicht wesentlich von Wiwa unterscheidet. Die zweitwichtigste Sorte ist Siala. Diese wurde teilweise durch Claro abgelöst. Claro hat sich aber bezüglich Qualität nicht bestätigen können. Im Ertrag ist sie deutlich besser als Siala. Die Erträge variierten zwischen 37.9 dt/ha der Sorte Siala und 53.9 dt/ha der Sorte Fiorina; der Feuchtglutengehalt variierte zwischen 35% der Sorte Siala und 24.4% der Sorte Laurin. Was die Unterschiede zwischen den Sorten angeht, sind die Resultate dort mit Vorsicht zu interpretieren wo die Anzahl Stichproben gering ist.

Dieses Jahr wiesen 7% der Proben einen zu niedrigen (<25%) Feuchtglutengehalt auf. Auf diesen Parzellen besteht nun Handlungsbedarf. Die Landwirte werden von uns kontaktiert und es wird telefonisch oder auf dem Betrieb nach Verbesserungsmassnahmen gesucht. Einer der Hauptnutzen dieses Projektes ist, dass der Produzent die Gelegenheit hat, seine Proben zu analysieren und auch eine Rückmeldung über seine Qualität bekommt. So kennt er seine Qualität. Der Anteil an Proben, die den Minimalgehalt an Feuchtgluten nicht erreichen, ist dieses Jahr

besonders klein; umgekehrt ist auch der Anteil an Proben mit einer sehr guten Qualität extrem hoch.

Im Projekt konnte in jedem Versuchsjahr eine gute Korrelation zwischen Protein- und Feuchtglutengehalt festgestellt werden. 2011 war die Korrelation am engsten, gefolgt von 2012. Die Düngermenge hatte nur dieses Jahr einen Einfluss auf Feuchtgluten- und Proteingehalt. Beim Protein war dieser sogar statistisch signifikant. Der Dünger hatte hingegen einen signifikanten Einfluss auf den Ertrag. Die Unterschiede zwischen den Jahren zeigen, dass wahrscheinlich nicht die absolute Menge an Stickstoff entscheidend ist, sondern die Verfügbarkeit der Dünger zum richtigen Zeitpunkt. 2012 waren die klimatischen Bedingungen diesbezüglich vorteilhaft.

Ein konstanter, signifikanter Zusammenhang zwischen Düngerform, Bodenart, Vorkulturen, Feuchtgluten und Ertrag konnte über die Versuchsjahre nicht nachgewiesen werden. Jedoch wurden Tendenzen ersichtlich. Bezüglich Bodenart waren leichte (2011) und mittelschwere (2010) Böden ertragsreicher. Dort ist die Bodenbearbeitung grundsätzlich einfacher und die Mineralisierung im Frühjahr schneller. Die Wirkung auf die Feuchtglutengehalte war allerdings jedes Jahr anders. Die Düngerart hatte in keinem der Versuchsjahre einen nachweisbaren Einfluss auf den Feuchtglutengehalt, einzig 2012 war der Feuchtglutengehalt bei nicht gedüngten Proben signifikant tiefer. Was die Erträge angeht, waren die nicht gedüngten Parzellen in allen Jahren tiefer; die Höchstwerte wurden mit flüssigen Hofdüngern erreicht (2012 und 2011 mit Gülle). Die Vorkultur hatte in allen Versuchsjahren weder auf den Ertrag noch auf den Feuchtglutengehalt einen Einfluss. Nach dem Umbruch von Kunstwiese sind viele Nährstoffe verfügbar, insbesondere Stickstoff, der den Feuchtglutengehalt positiv beeinflussen sollte. Aus den Resultaten kann über die Jahre gefolgert werden, dass der Starkzehrer Mais auch entsprechend gut gedüngt wird. Ein Teil des verabreichten Düngers ist erst in der Folgekultur verfügbar und erzielt so die gleiche Wirkung wie eine Kunstwiese.

Qualität ist ein komplexes Thema. Mehrere Faktoren beeinflussen sie. Wie auch in der Bioweizen Sortenprüfung von ART Reckenholz festgestellt wird, hat die Sorte den geringeren Einfluss als der Standort (: Standort: Klima, Niederschläge) und die Parzelle innerhalb des Betriebes (Bodenart, Fruchtfolge). Nährstoffe und Wasser müssen während der Kornfülle in genügendem Mass zur Verfügung stehen. Wird nur ein Faktor geändert, dann ist es nicht sicher, ob es der Richtige war. Es sollte immer derjenige gefunden werden, der im Minimum ist.

Wichtig zu erwähnen ist, dass es sich bei den gemessenen Werten um Laborwerte handelt und nicht um die Backqualität. Mehrere Untersuchungen von ART zeigen, dass auch Mehle mit schwachen Laborwerten (z.B. tiefer Feuchtglutengehalt) gute Backtest liefern. Ergebnisse aus einem Bio-Forschungsprojekt in Deutschland zeigen, dass die Qualitätsparameter (Feuchtgluten, Rohprotein), die an Peter-Kunz-Sorten gemessen wurden, nur eine schwache Beziehung zum Backvolumen haben. Möglicherweise werden biologisch-dynamische Sorten durch die Bewertung mit konventionellen Qualitätsparametern falsch eingeschätzt.

Die Schwankungen der Qualität über die Jahre sind im biologischen Landbau vermutlich ausgeprägter wie in einem konventionellen System mit hohem Input und spezifischen Massnahmen (mineralische Kopfdüngung, Aehrengaben). Diese Systeme erzielen über die Jahre stabile und hohe Werte von über 30 % Feuchtgluten. Die Messlatte des konventionellen Landbaus ist für den Biolandbau mit 29 % vermutlich zu hoch angesetzt und daher nicht realistisch.

5. Schlussfolgerung

Im Vergleich zum nahen Ausland erreicht die Qualität des Schweizer Bioweizens ein hohes Niveau. Die erzeugte Qualität, insbesondere der Feuchtglutengehalt, genügt den Ansprüchen der industriellen Verarbeitung jedoch teilweise nicht. Es hat sich bestätigt, dass im Durchschnitt über die Jahre jeder 5. Posten einen schwachen Feuchtglutenwert von <25 % aufweist. Um die Qualität zu verbessern müssten diese Posten bei der Annahme in eine separate Zelle überführt werden. Das wäre möglich mit einer NIR Schnellbestimmung. Je nach Jahr ist die Korrelation zwischen Protein und Feuchtgluten aber nicht genügend. Es ist auch nicht möglich, gewisse Produzenten von der Produktion von Weizen abzuhalten. Auch gute Produzenten können in gewissen Jahren auf einer Parzelle einen Weizen von unterdurchschnittlicher Qualität ernten, obwohl sie alles richtig gemacht haben. Durch das vorliegende Projekt ist es den Produzenten erstmals möglich geworden, ihre Qualität zu kennen und das Bewusstsein zu fördern, dass die Qualität durch die Sortenwahl, die sorgfältige Parzellenwahl, Stellung des Weizen in der Fruchtfolge, Düngungsart und den Aussaattermin beeinflusst werden kann. Das Schwierige ist aber herauszufinden, welcher Faktor den grössten Einfluss hat. An erster Stelle steht die Sorte. Da ist der Biolandbau in der Schweiz mit den Züchtungen in der Top Klasse schon sehr weit. Da die Sortenwahl auf diese Klasse beschränkt ist, kann eine weitere Verbesserung durch die anderen Faktoren nicht mehr in demselben Ausmass wie bisher erreicht werden. Im Bereich Düngung bestehen noch einige Unklarheiten. Oft steht die geringe Stickstoffmenge zum falschen Zeitpunkt zur Verfügung. Beim Aussaattermin gibt es nicht viel Spielraum. Die mittleren Aussaattermine im Oktober haben sich als gut bestätigt. Auf Betrieben mit wenig Stickstoff kann durch die Stellung des Weizens nach Umbruch die Qualität verbessert werden.

Die dreijährigen Analysen haben gezeigt, dass die Qualität stark den Jahres- und Standorteffekten ausgesetzt ist. Der Biolandbau kann mit seinem beschränkten Stickstoffeinsatz die Stabilität und das Niveau der konventionellen Weizenqualität nicht erreichen. Die Qualität sollte im Biolandbau nicht gleich definiert sein wie im konventionellen Anbau. Es müssten neue Einstufungskriterien, die den Gegebenheiten des Biolandbaus angepasst sind, definiert werden. Auch die Verarbeitung des wertvollen Rohstoffes gilt es zu prüfen. Es kann nicht sein, dass der Landwirt sich ganz nach den Backstrassen zu richten hat. Es sollte auch industriell möglich sein, aus einem Mehl mit einem durchschnittlichen Feuchtgluten von 25 bis 29 %, ein gutes Biobrot zu backen.

Ob und wie die Kampagne 2013 durchgeführt wird, kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht gesagt werden. Anfangs März findet am FiBL, mit Bio Suisse, Forschung und allen Verarbeitern und Mühlen ein Workshop zum Thema, „wie weiter mit der Qualität“ statt. Nach dem Workshop werden wir über das weitere Vorgehen orientieren.

6. Dank

Ein herzlicher Dank geht an die Biobäuerinnen und Biobauern, die beim Projekt Bio-Weizenqualität mitgemacht und ihre Feldkalender zur Verfügung gestellt haben.

Herzlichen Dank für die finanzielle Unterstützung des Projektes Bio-Weizenqualität:

- › Martin Roth, Bio Suisse, Basel (Fonds Ackerkulturen)
- › Peter Suter, Kant. Fachstelle für Biolandbau Liebegg, Gränichen, Kanton Aargau (Analysekosten Proben im Kanton AG)
- › Tatjana Hans, Fachstelle Biolandbau, Strickhof, Lindau, Kanton Zürich (Analysekosten Proben Kanton ZH)
- › Niklaus Steiner, Biofarm, Kleindietwil (Analysekosten für Proben Biofarm)
- › Peter Kunz, GZPK, Hof Breiten, Hombrechtikon (kostengünstige Analyse)

Herzlichen Dank für die Mitarbeit sowie die fachliche Unterstützung:

- › Stefan Mühlebach, Mühlebach AG, Mühleweg 3, 5303 Würenlingen
- › Hansjörg Knecht, Knecht Mühle, Oberdorfstr. 123, 5325 Leibstadt
- › Margrith Brunner, Brunner AG, Mühlestrasse 7, 8425 Oberembrach
- › Albert Lehmann, Lindmühle AG, 5413 Birmenstorf
- › Peter Rytz, Mühle Rytz AG, 3206 Biberen
- › Amadeus Zschunke, Sativa, Rheinau
- › Claudia Daniel, FiBL (Statistische Auswertung)

7. Anhang

7.1 Analysedaten der Proben nach Ortschaften

Nummer	PLZ	Ort	Sorte	Feuchte [%]	Protein [%]	Fallzahl [s]	Zeleny [ml]	FGL [%]
1	4625	Oberbuchsiten	Titlis	14.7	12.2	311	66	29
2	9562	Buch b. Märwil	Kombination	15.2	13.1	320	72	31.9
3	5043	Holziken	Kombination	15.0	12.8	349	61	29.7
4	8594	Güttingen	Wiwa	14.8	13.2	345	70	30.3
5	3663	Gurzelen	Runal	13.8	13.7	311	70	34.8
6	3663	Gurzelen	Kombination	14.3	11.9	324	63	27.7
7	5608	Stetten	Scaro	14.6	13.4	344	71	29.7
8	5608	Stetten	Scaro	14.3	14.3	354	73	35.8
9	3251	Wengi b. Büren	Siala	14.3	15.7	321	70	39.3
10	3251	Wengi b. Büren	Siala	13.9	15.0	360	70	38.2
11	8595	Altnau	Claro	14.5	11.8	339	53	23.4
12	8590	Romanshorn	Scaro	15.2	11.9	351	65	27.9
13	3257	Grossaffoltern	Titlis	14.8	13.9	337	72	35.4
14	8953	Dietikon	Wiwa	15.2	13.1	370	71	31.7
15	5413	Birmenstorf	Wiwa	15.1	12.1	357	65	28.5
16	8543	Bertschikon	Wiwa	14.1	12.8	381	71	33.7
17	8442	Hettlingen	Wiwa	14.6	13.4	361	71	30.8
18	8468	Guntalingen	Claro	13.7	12.3	341	56	30
19	5610	Wohlen AG	Kombination	14.3	14.0	310	66	31.8
20	3075	Rüfenacht	Wiwa	13.9	12.4	371	66	28.4
21	8546	Menzengrüt	Titlis	14.0	13.5	372	72	33.4
22	8127	Forch	Wiwa	13.9	12.3	354	67	31.2
23	6018	Buttisholz	Claro	13.7	14.0	291	70	33.4
24	8425	Oberembrach	Fiorina	13.9	12.3	356	56	28.4
25	5053	Staffelbach	Wiwa	13.9	12.9	374	68	29.8
26	8820	Wädenswil	Scaro	14.3	11.8	343	64	27.4
27	8606	Greifensee	Titlis	13.7	11.6	374	48	25.6
28	8614	Sulzbach	Wiwa	14.7	13.0	377	65	31.1
29	6288	Schongau	Wiwa	14.1	12.9	365	70	30.6
30	8274	Tägerwilen	Kombination	13.8	13.7	368	54	32.8
31	8274	Tägerwilen	Titlis	13.8	14.2	333	68	36.6
32	8966	Oberwil-Lieli	Kombination	14.8	13.8	372	66	34.9
33	6264	Pfaffnau	Scaro	14.4	12.4	399	60	29
34	4923	Wynau	Claro	13.8	11.8	348	50	27.5
35	8584	Leimbach	Kombination	14.0	11.5	336	58	25.6
36	8471	Rutschwil (Dägerlen)	Titlis	14.5	12.0	340	59	25.1
37	8471	Rutschwil (Dägerlen)	Titlis	14.1	13.0	351	66	31.2

		gerlen)						
38	8468	Guntalingen	Siala	13.9	13.6	337	59	33.2
39	8505	Dettighofen	Fiorina	13.7	13.4	365	57	32.1
40	8505	Dettighofen	Fiorina	13.6	13.6	377	62	31
41	8415	Berg am Irchel	Wiwa	13.3	12.9	372	71	28
42	4417	Ziefen	Wiwa	13.7	13.5	345	72	31.4
43	4417	Ziefen	Wiwa	13.9	13.3	373	72	31.6
44	8952	Schlieren	Scaro	13.7	13.0	365	71	31.1
45	8952	Schlieren	Claro	14.0	11.4	274	47	26
46	5079	Zeihen	Wiwa	13.9	14.6	346	75	38.1
47	5079	Zeihen	Titlis	14.2	13.3	368	72	31.4
48	3315	Bätterkinden	Wiwa	13.6	12.5	376	71	26.5
49	5613	Hilfikon	Wiwa	14.2	13.5	393	72	35.2
50	5613	Hilfikon	Scaro	14.3	11.8	366	69	24.9
51	4585	Biezwil	Wiwa	13.9	11.7	358	63	25.9
52	9545	Wängi	Wiwa	13.4	14.0	320	72	32.5
53	8252	Schlatt	Kombination	13.9	13.8	394	72	33.3
54	8252	Schlatt	Kombination	14.0	14.3	381	72	33.1
55	2543	Lengnau	Wiwa	13.2	13.8	374	67	34.1
56	6210	Sursee	Wiwa	13.9	12.4	389	70	29.6
57	6210	Sursee	Wiwa	12.4	14.6	344	70	31.7
58	9508	Weingarten	Siala	13.5	16.0	309	71	40.2
59	9508	Weingarten	Claro	14.4	12.1	323	68	33.1
60	3303	Jegenstorf	Scaro	14.1	12.2	354	68	29.5
61	3303	Jegenstorf	Scaro	15.1	13.9	331	71	32.4
62	3206	Ferenbalm	Runal	13.6	13.6	336	68	33.3
63	3111	Tägertschi	Scaro	13.9	12.9	366	69	23.3
64	3054	Schüpfen	Titlis	13.4	11.7	367	65	28.8
65	3210	Kerzers	Runal	13.5	16.2	300	61	39.6
66	3210	Kerzers	Runal	13.5	14.5	322	65	36.8
67	3144	Gasel	Wiwa	15.2	11.5	336	50	22.9
68	4305	Olsberg	Wiwa	13.4	14.1	301	72	32.1
69	4305	Olsberg	Wiwa	13.0	14.3	336	66	32.5
70	5073	Muhen	Titlis	13.8	12.4	389	72	29.4
71	3412	Heimiswil	Claro	13.2	13.5	295	66	33.7
72	3412	Heimiswil	Siala	13.3	12.5	355	68	30.7
73	6123	Geiss	Kombination	12.9	12.1	358	67	30.2
74	5465	Mellikon	Wiwa	13.8	12.5	399	68	26
75	5465	Mellikon	Wiwa	14.3	12.7	403	69	27.1
76	8472	Seuzach	Wiwa	14.6	13.2	377	71	32.7
77	8472	Seuzach	Wiwa	15.5	12.8	365	72	29.3
78	8309	Nürensdorf	Titlis	13.6	13.8	317	70	36.7
79	8309	Nürensdorf	Wiwa	13.5	14.4	326	71	33.7
80	3531	Oberthal	Siala	14.0	12.1	260	55	30.7
81	8617	Mönchaltorf	Scaro	14.0	11.3	362	59	24

82	8512	Lustdorf	Wiwa	14.3	12.5	363	69	31.6
83	5057	Reitnau	Claro	13.5	13.7	324	69	32.6
84	8913	Ottenbach	Wiwa	13.5	14.9	391	72	35.7
85	8913	Ottenbach	Claro	13.8	13.4	328	65	34.2
86	8200	Schaffhausen	Kombination	13.9	12.7	355	55	29.9
87	8200	Schaffhausen	Kombination	14.1	12.5	370	66	29.5
88	3033	Illiswil	Wiwa	13.5	13.1	355	69	32.7
89	4702	Oensingen	Kombination	13.5	16.5	305	71	36
90	4923	Wynau	Wiwa	13.0	13.4	341	69	33.3
91	8580	Amriswil	Fiorina	13.7	14.3	364	63	32.7
92	5742	Kölliken	Wiwa	14.1	12.8	395	70	32.5
93	8223	Guntmadingen	Laurin	13.7	11.5	324	55	24.3
94	8223	Guntmadingen	Laurin	13.3	11.3	359	54	24.4
95	4944	Auswil	Wiwa	14.7	12.1	355	65	28.2
96	5707	Seengen	Wiwa	13.7	14.4	344	71	35
97	5707	Seengen	Wiwa	13.4	14.0	337	71	34.1
98	5073	Gipf-Oberfrick	Kombination	13.7	14.5	373	68	36
99	8585	Birwinken	Wiwa	15.2	13.1	363	70	30.8
100	8585	Birwinken	Kombination	14.3	14.9	325	65	35.9
101	1714	Heitenried	Scaro	14.1	13.7	351	69	32.8
102	8311	Brütten	Wiwa	13.9	13.2	403	67	31.4
103	8352	Räterschen	Titlis	14.2	11.3	352	53	23.7
104	3116	Kirchdorf BE	Titlis	13.6	12.9	363	71	32.8
105	3116	Kirchdorf BE	Titlis	13.3	9.6	340	48	22.9
106	3213	Liebistorf	Wiwa	13.6	13.6	393	68	34.1
107	4536	Attiswil	Wiwa	13.7	11.9	394	63	32.4
108	6243	Egolzwil	Titlis	12.4	16.8	357	72	38.8
109	8505	Pfyn	Kombination	13.7	15.1	377	63	38.6
110	3427	Utzensdorf	Wiwa	14.1	12.9	372	68	31.8
111	8218	Osterfingen	Scaro	14.9	11.1	353	61	25
112	8218	Osterfingen	Scaro	14.6	12.0	337	58	30.8
113	8311	Brütten	Titlis	12.4	11.1	278	56	25.6
114	8311	Brütten	Titlis	12.7	11.9	301	61	30
115	7310	Bad Ragaz	Scaro	12.7	13.2	363	68	30.6
116	3412	Heimiswil	Siala	13.5	12.2	340	59	29.1
117	6212	St. Erhard	Wiwa	13.5	13.4	291	64	32.1
118	8553	Hüttlingen	Claro	13.7	15.7	309	68	36.7
119	8548	Ellikon a. d. Thur	Wiwa	13.3	14.4	376	68	34.4
120	8254	Basadingen	Scaro	13.8	11.5	334	59	24.6
121	8254	Basadingen	Wiwa	13.7	13.7	319	68	31.7
122	8966	Oberwil-Lieli	Wiwa	13.7	13.1	325	67	30.6
123	8966	Oberwil-Lieli	Scaro	13.5	11.6	309	61	24.5
124	4558	Heinrichswil	Wiwa	12.7	13.6	382	66	33.2
125	5632	Buttwil	Wiwa	13.9	12.4	357	59	28.5

126	4417	Ziefen	Wiwa	13.6	12.8	376	69	30.4
127	1715	Alterswil	Wiwa	14.5	11.6	345	60	27.2
128	1715	Alterswil	Wiwa	15.8	11.7	359	58	25.9
129	6248	Alberswil	Siala	13.2	15.5	373	68	38.7
130	5063	Wölflinswil	Wiwa	13.5	12.1	252	67	29.6
131	5063	Wölflinswil	Wiwa	13.1	11.6	382	56	28.4
132	4704	Niederbipp	Wiwa	12.1	13.4	397	67	34.4
133	5324	Full-Reuenthal	Scaro	14.2	12.6	396	58	28.5
134	5324	Full-Reuenthal	Wiwa	14.2	14.0	337	68	33.6
135	5324	Full-Reuenthal	Titlis	13.4	13.7	390	70	33.2
136	4147	Aesch	Wiwa	13.3	13.2	392	67	30.9
137	5333	Baldingen	Wiwa	13.4	12.0	400	66	31.3
138	5333	Baldingen	Wiwa	13.3	12.4	371	68	28.2
139	5524	Niederwil	Wiwa	13.4	13.8	396	71	35.9
140	9555	Tobel	Wiwa	14.5	13.1	271	67	30.7
141	5725	Leutwil	Wiwa	14.3	12.1	370	67	30.8
142	8617	Mönchaltorf	Titlis	13.8	14.6	335	71	35.7
143	3173	Oberwangen	Wiwa	12.4	13.1	317	63	34.2
144	3173	Oberwangen	Runal	13.3	13.8	348	65	34.4
145	2933	Dampfreux	Wiwa	13.3	12.8	389	70	32.3
146	2933	Dampfreux	Wiwa	13.6	12.1	385	67	29.5
147	6146	Grossdietwil	Wiwa	13.1	13.2	368	67	35.7
148	5712	Beinwil am See	Claro	13.8	11.8	253	52	26.7
149	2534	Orvin	Wiwa	13.7	13.8	365	58	35.2
150	2534	Orvin	Wiwa	13.6	12.4	377	66	30.8
151	6221	Rickenbach	Wiwa	15.0	14.1	371	70	35.3
152	6221	Rickenbach	Wiwa	14.8	13.2	231	69	33.5
153	8415	Gräslikon	Wiwa	13.8	13.0	393	68	28.7
154	8415	Gräslikon	Wiwa	13.7	12.7	389	68	30.1
155	3326	Krauchthal	Wiwa	14.6	11.9	354	65	27.6
156	3326	Krauchthal	Wiwa	15.3	13.1	340	68	30.2
157	8425	Oberembrach	Wiwa	13.1	13.5	363	68	30.5
158	8425	Oberembrach	Scaro	13.0	12.5	391	68	29.3
159	9496	Balzers	Titlis	14.4	13.2	324	60	27.0
160	5105	Auenstein	Wiwa	13.9	13.8	366	68	32.8
161	4514	Lommiswil	Runal	14.0	11.5	323	50	27.5
162	8488	Turbernthal	Kombination	13.7	14.6	312	67	33.5
163	8488	Turbernthal	Claro	13.8	14.4	293	60	33.8

Legende für die Farbeinteilung des FGL:

Einstufungen	Beurteilung Qualität	Anzahl Proben
< 25 % FGL	Ungenügend	11
25-29 % FGL	Gut	31
> 29% FGL	Sehr gut	121
	Summe	163

7.2 Statistik

7.2.1 Modell 1: Feuchtglutengehalt (alle Sorten)

R ² adjusted = 0.22; df error = 144	df	F	p		Estimate	Std Error	t	p
Intercept					28.474299	1.0754	26.48	<.0001
Sorte	9	4.9069	<.0001	Sorte[10]	0.7760447	0.921621	0.84	0.4012
				Sorte[11]	1.9582961	1.540672	1.27	0.2058
				Sorte[2]	0.6821436	1.020855	0.67	0.5051
				Sorte[3]	-2.334295	1.820925	-1.28	0.2019
				Sorte[4]	-6.400615	2.152438	-2.97	0.0035
				Sorte[5]	3.8361044	1.410484	2.72	0.0073
				Sorte[6]	-2.796097	0.8047	-3.47	0.0007
				Sorte[7]	4.2093795	1.16572	3.61	0.0004
Saatdatum	2	5.1301	0.0070	Saatdat[2-1]	0.1134571	0.581405	0.20	0.8456
				Saatdat[3-2]	2.8849688	0.942563	3.06	0.0026
Bodenbearbeitung	2	2.0603	0.1312	[1]	1.5866027	0.844119	1.88	0.0622
				[2]	0.6394932	0.93115	0.69	0.4933
Kg N / ha	1	2.9755	0.0867		0.0139336	0.008078	1.72	0.0867

7.2.2 Modell 2: Ertrag

R ² adjusted = 0.22; df error = 134	df	F	p		Estimate	Std Error	t	p
Intercept					36.3265	1.74341	20.84	<.0001
Kg N / ha	1	3.4424	0.0657		0.0420467	0.022662	1.86	0.0657
Düngerart	4	4.6901	0.0014	Düngerart[1]	4.0887737	1.275591	3.21	0.0017
				Düngerart[2]	2.2627039	1.937093	1.17	0.2448
				Düngerart[3]	3.250993	2.178538	1.49	0.1380
				Düngerart[4]	0.3777017	1.417661	0.27	0.7903
Kanton	9	3.7639	0.0003	Kanton[AG]	-0.298982	1.560154	-0.19	0.8483
				Kanton[BE]	-2.788634	1.545791	-1.80	0.0735
				Kanton[BL]	0.9828773	3.516224	0.28	0.7803
				Kanton[FR]	0.6436726	2.938667	0.22	0.8270
				Kanton[JU]	-7.801604	4.907634	-1.59	0.1143
				Kanton[LU]	-0.62779	2.34431	-0.27	0.7893
				Kanton[SH]	-3.468528	3.061194	-1.13	0.2592
				Kanton[SO]	2.6143015	3.243348	0.81	0.4216
				Kanton[TG]	8.3263385	1.776191	4.69	<.0001

7.2.3 Modell 3: Proteingehalt (alle Sorten)

R ² adjusted = 0.15; df error = 142	df	F	p		Estimate	Std Error	t	p
Intercept					12.439029	0.327928	37.93	<.0001
Sorte	9	2.6737	0.0067	Sorte[10]	-0.274325	0.744903	-0.37	0.7132
				Sorte[11]	-1.534901	0.708446	-2.17	0.0319
				Sorte[2]	0.8947535	0.464745	1.93	0.0562
				Sorte[3]	-0.669742	0.268815	-2.49	0.0139
				Sorte[4]	0.9097184	0.37794	2.41	0.0174
				Sorte[5]	-0.216281	0.268436	-0.81	0.4218
				Sorte[6]	-0.274325	0.744903	-0.37	0.7132
				Sorte[7]	-1.534901	0.708446	-2.17	0.0319
				Sorte[8]	0.8947535	0.464745	1.93	0.0562
Saatdatum	2	4.5854	0.0118	[2-1]	0.013886	0.19249	0.07	0.9426
				[3-2]	0.9283339	0.318258	2.92	0.0041
Unkrautregulierung	2	1.2895	0.2786	[1]	0.3779255	0.240446	1.57	0.1182
				[2]	0.2208223	0.211082	1.05	0.2973
Kg N / ha	1	4.1436	0.0437		0.0055566	0.00273	2.04	0.0437

7.2.4 Modell 4: Zeleny

R ² adjusted = 0.14; df error = 153	df	F	p		Estimate	Std Error	t	p
Intercept					63.063791	0.701566	89.89	<.0001
Sorte	9	3.8429	0.0002	Sorte[10]	1.782363	1.556928	1.14	0.2541
				Sorte[11]	2.6862092	2.602045	1.03	0.3035
				Sorte[2]	-2.730457	1.607797	-1.70	0.0915
				Sorte[3]	-3.563791	2.602045	-1.37	0.1728
				Sorte[4]	-8.563791	3.612352	-2.37	0.0190
				Sorte[5]	0.1028758	2.162828	0.05	0.9621
				Sorte[6]	2.3046302	1.346838	1.71	0.0891
				Sorte[7]	1.9362092	1.905628	1.02	0.3112
				Sorte[8]	1.5362092	1.322076	1.16	0.2471