



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Charakterisierung von Weizensorten hinsichtlich ihrer Eignung in der bäckereitechnischen Anwendung aus der Sicht eines Mühlenunternehmens

Bachelorarbeit

**Zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Science**

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fakultät Life Sciences
Studiengang Ökotrophologie

Vorgelegt von Franz Pflieger
Matrikel-Nummer: 2089617
Abgabetag: 19.08.2014

**Erstprüfer: Prof. Dr. Petra Naujoks
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Ulf Müller**

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	IV
1. Einleitung und Problemstellung	5
2. Ziel, Vorgehensweise und Methoden	6
3. Grundlegende Betrachtung des Weizens	7
3.1 Sommer- und Winterweizen.....	7
3.2 Qualitätsgruppen.....	8
3.3 Funktionelle Eigenschaften der Korninhaltsstoffe.....	10
3.3.1 Morphologie des Weizenkorns.....	10
3.3.2 Zusammensetzung der Kornbestandteile.....	12
3.3.3 Inhaltsstoffe des Weizenkorns.....	13
3.4 Weizenanbau.....	15
3.4.1 Böden.....	16
3.4.2 Düngung.....	17
3.4.3 Klima.....	18
3.4.4 Pflanzenschutz.....	18
3.5 Einflussnahme auf den Weizen.....	19
3.6 Entwicklung neuer Sorten.....	19
4. Versuchsdurchführung und Methoden	21
4.1 Sortenversuche.....	21
4.1.1 Versuchsbedingungen.....	21
4.1.2 Standortbedingungen.....	22
4.2 Mahlversuch.....	24
4.2.1 Mehl.....	24
4.2.2 Vermahlung.....	25
4.3 Backversuch.....	26
4.4 Labormethoden.....	29
4.4.1 Quantitative Laboruntersuchungen.....	29
4.4.1.1 Nahinfrarotspektroskopie.....	30
4.4.1.2 Hektolitergewicht.....	31
4.4.1.3 Kleber ICC-St. Nr. 155.....	31
4.4.1.4 Mineralstoffgehalt ICC-St. Nr. 104/1.....	32

4.4.1.5 Feuchtigkeit ICC-St. Nr. 110/1	32
4.4.2 Qualitative Laboruntersuchungen	33
4.4.2.1 Sedimentationswert ICC-St. Nr. 116.....	33
4.4.2.2 Fallzahl ICC-St. Nr. 107/1.....	33
4.4.2.3 Farinogramm ICC-St. Nr. 115/1	34
4.4.2.4 Extensogramm ICC-St. Nr. 114/1	36
5. Ergebnisse	38
5.1 Vermahlungsergebnisse.....	41
5.2 Bäckereitechnische Eignung	43
6. Diskussion	47
7. Fazit	48
Zusammenfassung	49
Abstract.....	50
Literaturverzeichnis.....	51
Anlagenverzeichnis	54
Eidesstattliche Erklärung.....	65

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau eines Weizenkornes.....	11
Abbildung 2: Böden Schleswig-Holsteins.....	22
Abbildung 3: Darstellung eines Farinogramms.....	35
Abbildung 4: Darstellung eines Extensogramms.....	37
Abbildung 5: Klebergehalte.....	38
Abbildung 6: Mineralstoffgehalte.....	39
Abbildung 7: Wasseraufnahmen.....	40
Abbildung 8: Durchschnittliches Hektolitergewicht.....	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Qualitätskriterien der Weizenklassen.....	9
Tabelle 2: Langjährige Mittelwerte der Ausprägungsstufe 5.....	10
Tabelle 3: Einteilung des Weizens.....	11
Tabelle 4: Zusammensetzung des Weizens.....	12
Tabelle 5: Mittlere Zusammensetzung des Weizens.....	13
Tabelle 6: Idealbedingungen für den Weizenanbau.....	15
Tabelle 7: Einfluss auf Qualitätsmerkmale des Weizens.....	17
Tabelle 8: Übersicht der untersuchten Weizensorten.....	21
Tabelle 9: Vergleich beider Versuchsstandorte.....	23
Tabelle 10: Fruchtfolgen der Standorte.....	24
Tabelle 11: Übersicht Mehltypen.....	24
Tabelle 12: Rezeptur des Standard-Backversuchs.....	26
Tabelle 13: Bewertung des Gebäckvolumens.....	28
Tabelle 14: Bewertung des Farinogramms.....	36
Tabelle 15: Vermahlungsergebnisse.....	42
Tabelle 16: Eignung des Sommerweizens.....	43
Tabelle 17: Eignung des Winterweizens.....	45

1. Einleitung und Problemstellung

Getreide stellt ein weltweites Grundnahrungsmittel dar und wird in zahlreichen Lebensmitteln eingesetzt. Insbesondere Bevölkerungsschichten mit niedrigem Lebensstandard sind auf Getreide und Getreideerzeugnisse angewiesen. Die hohe Bedeutung des Getreides für die menschliche Ernährung ist leicht zu erklären. Der Anbau ist relativ einfach und kostengünstig, die Bevorratung und der Transport sind leicht zu bewerkstelligen. Auch aus ernährungsphysiologischer Sicht kommt dem Getreide eine hohe Bedeutung zu. Neben den positiven Eigenschaften des Getreides, trägt die stetig wachsende Weltbevölkerung mit etwa 2% im Jahr entscheidend zur Bedeutung des Getreides bei. Bei einem derzeitigen Erntevolumen von 2 Mrd. Tonnen im Jahr könnten 2,5 Mrd. Menschen aus Industrienationen oder 10 Mrd. Menschen aus Entwicklungsländern gesättigt werden. (Klingler, 2010, S. 3) Betrachtet man die Zahlen der Weltgetreideernte, hat Weizen neben Reis und Mais, die höchste Bedeutung in der Welternährung. Alleine diese drei Getreidearten liefern 86% der Weltgetreideernte. (Häberli, 2008, S. 31) Allerdings unterscheiden sich die drei Hauptgetreidearten in ihrer Bedeutung für die menschliche Ernährung. Beim Weizen dienen etwa zwei Drittel der menschlichen Ernährung, wohingegen es beim Mais lediglich ein Drittel ist. Reis geht mit nahezu 100% in die menschliche Ernährung ein. (Klingler, 2010, S. 7) Weizen hat den Vorteil, sich im Falle einer Missernte profitabel als Futterweizen verwerten zu lassen. Ernährungsphysiologisch stellt Weizen einen wichtigen Energie-, Kohlenhydrat-, Vitamin- und Eiweißlieferanten dar.

Für die Zukunft wird erwartet, dass die Weizenpreise weiter steigen werden. Dies ist durch die zunehmende Nachfrage nach Lebens- und Futtermitteln, zu erwartende Ernteaufschläge und steigende Energiekosten zu erklären. (Klingler, 2010, S. 1) Um dem steigenden Bedarf zu decken und die Rentabilität der Verarbeitung von Weizen zu gewährleisten, ist bereits der Anbau des Weizens ganz zu Anfang der Wertschöpfungskette von höchster Bedeutung.

Es gibt eine Vielzahl von Weizensorten, die sich auf Grund ihrer Anbau-, Resistenz- und Backeigenschaften unterscheiden. Um den Anforderungen an den Weizenanbau gerecht zu werden, prüfen die Landwirtschaftskammern der Bundesländer laufend neue Sorten, die die individuellen Erwartungen des Landwirtes an den Weizen erfüllen und im Idealfall verbessern sollen. (Seibel, 2005, S. 33) Um der Frage nach einem möglichst optimalen Anbau und in dem Zusammenhang einer ergiebigen Ernte nachzugehen, müssen neben der verwendeten Weizensorte, der Düngung und der Witterung insbesondere die Bodenverhältnisse betrachtet werden.

2. Ziel, Vorgehensweise und Methoden

Diese Arbeit beruht auf einer eigenständigen Durchführung eines Laborexperimentes und liefert Erkenntnisse im Bereich der Landessortenversuche. Im Folgenden wird zunächst die Aufgabenstellung erläutert. Anschließend erfolgt eine Betrachtung des Weizenkornes, insbesondere dessen Aufbau und Inhaltsstoffe. Die Zusammenhänge tragen entscheidend zum Verständnis der Analyseergebnisse bei.

Im weiteren Verlauf soll mit der Betrachtung des Weizenanbaus aufgezeigt werden, welche Parameter sich durch den Anbau beeinflussen lassen und welche vom genetischen Potential der Sorte abhängig sind. Dadurch wird der Handlungsspielraum des Landwirtes beim Weizenanbau verdeutlicht.

Nach einer Darstellung des Weizenanbaus erfolgt ein Vergleich der beiden für die Untersuchung relevanten Standorte Futterkamp und Barlt. Mit einer anschließenden Beschreibung der Vermahlung folgt der Backversuch als Abschluss der Analytik. Der Backversuch ist dabei von besonderer Bedeutung, da dieser die Realität am besten abbildet und nicht mit den ermittelten Analysewerten konform sein muss. Alle im Vorfeld notwendigen Laboruntersuchungen werden als begleitende Untersuchungen im Anschluss an den Backversuch beschrieben. Mit Hilfe der Untersuchungsergebnisse lassen sich Ergebnisse aus dem Backversuch interpretieren und Abweichungen erklären.

Aufgabenstellung:

Im Rahmen der Sortenversuche sollen 32 Weizenproben von zwei unterschiedlichen Standorten (je 16 Proben pro Standort) auf zahlreiche Parameter untersucht werden. Es handelt sich somit um zwei Proben pro Sorte, die sich lediglich im Standort unterscheiden. Die Standorte sind Versuchsfelder der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein. Standort A befindet sich in Barlt an der Nordsee und Standort B in Futterkamp an der Ostsee. Beide Standorte unterscheiden sich bezüglich der Anbaubedingungen. Neben den Böden gibt es, trotz der relativen Nähe beider Standorte, große Unterschiede zwischen den klimatischen Gegebenheiten.

Das Ziel der Arbeit ist es, eine mögliche bäckereitechnische Eignung für die untersuchten Sorten zu ermitteln. Dazu werden eine Vielzahl von Eigenschaften des Getreides mit Hilfe von quantitativen und qualitativen Labormethoden ermittelt und zahlreiche weitere Parameter in einem Backversuch bestimmt. Ein weiteres Ergebnis stellen die Vermahlungseigenschaften der Sorten dar, die im Rahmen der Untersuchungen ermittelt werden. Diese sind ebenfalls von verschiedenen Parametern des Weizenkorns abhängig und insbesondere aus müllereitechnischer Sicht von Relevanz.

3. Grundlegende Betrachtung des Weizens

Zunächst werden die Unterschiede zwischen Sommer- und Winterweizen erläutert. Nach einer Beschreibung der unterschiedlichen Qualitätsklassen folgen im weiteren Verlauf die Morphologie des Weizenkornes sowie die Erläuterung wichtiger Anbaufaktoren. Dies ermöglicht den Übergang zum letzten Teil des Kapitels, in dem eine mögliche Einflussnahme auf den Weizen und die Entwicklung neuer Weizensorten auf dem Versuchsfeld beschrieben werden.

3.1 Sommer- und Winterweizen

Grundsätzlich wird zwischen Sommerfrühweizen und Winterweizen unterschieden. In der vorliegenden Aufgabenstellung werden 32 Weizenproben untersucht. Davon stammen zwölf Proben aus dem frühreifen Sortiment, 20 Proben zählen zum spätreifen Sortiment, auch Winterweizen genannt.

Sommerfrühweizen wird, nach der Aussaat im Frühjahr, noch im selben Jahr geerntet. In der heutigen Zeit ist dieser jedoch nur von geringer Bedeutung, da der Anbau, insbesondere in Bezug auf den Ertrag, aus landwirtschaftlicher Sicht nicht lohnenswert ist. Winterweizen wird im Herbst ausgesät. Er verträgt Temperaturen von bis zu -22°C , bevorzugt aber ein gemäßigtes Klima. (Franke, 2007, S. 72-73) Die kleinen Pflanzen bilden Nebensprossen aus (Bestockung) und überwintern in diesem Zustand. Das Wachstum setzt im darauf folgenden Frühjahr wieder ein. In der heutigen Zeit ist fast ausschließlich der Winterweizen von Bedeutung. Dieser wird in 95% der Fälle angebaut, da er höhere Erträge liefert. Im Vergleich zum Sommerweizen liefert er jedoch häufig geringere Protein- und Klebergehalte. Dies führt zu einem Weizen, der sich häufig nur den unteren Qualitätsklassen zuordnen lässt mit der Folge, dass sich die bäckereitechnische Eignung verändert. (Häberli, 2008, S. 33)

Eine weitere, grundlegende Unterscheidung wird zwischen Weich- und Hartweizen getroffen. Weichweizenmehle sind insbesondere für den Bäcker von Bedeutung. Aus ihnen werden Brote und Weizenkleingebäck hergestellt. Weichweizen wird überall auf der Welt angebaut. In der Liste des Bundessortenamtes werden 140 Winter- und Sommersorten des Weichweizens aufgeführt. (Mühle Publikation, 2012) Hartweizenmehle dienen zur Herstellung von Teigwaren aus Grieß, dazu zählen zum Beispiel Nudeln, Couscous und Bulgur. Hartweizen wird hauptsächlich im Mittelmeerraum, Vorderasien, den USA und Kanada angebaut. Der heimische Bedarf kann zu etwa einem Drittel durch den Anbau in Deutschland gedeckt werden. (Miedaner & Longin, 2012, S. 53)

3.2 Qualitätsgruppen

Der Weizen wird in verschiedene Klassen eingeteilt. Dabei wird zwischen E-, A-, B- und C-Weizen unterschieden. Beim C-Weizen ist zudem eine Klassifizierung als C_K-Weizen möglich. (Häberli, 2008, S. 51) Die Einstufung in die Qualitätsgruppen erfolgt unter Berücksichtigung der Volumenausbeute des Gebäckes, der Elastizität und der Oberflächenbeschaffenheit der Teige. Die Fallzahl, der Rohproteingehalt, die Kleberqualität, die Wasseraufnahme und die Mehlausbeute werden ebenfalls berücksichtigt.

E-Weizen ist „Elite-Weizen“ und weist die besten Eigenschaften in Bezug auf seine Inhaltsstoffe auf. Neben einem hohen Protein- und Klebergehalt zeichnet ihn ein hohes Hektolitergewicht aus. Durch den hohen Klebergehalt ist das Wasseraufnahmevermögen erhöht, was sich positiv auf das Volumen des Gebäckes auswirkt. Er lässt sich ideal in Vermahlungsmischungen einsetzen, um die Schwächen anderer Weizensorten auszugleichen. Die Kornhärte, ein Maß für die Dichte des Zellgewebes, ist von hoher Bedeutung für die müllereitechnische Verarbeitung und erfüllt bei diesem Weizen ein hohes Anforderungsniveau. Dies gewährleistet eine hohe Mehlausbeute.

A-Weizen ist „Qualitätsweizen“. Er zeichnet sich durch hohe Protein- und Sedimentationswerte, verglichen mit B- und C-Weizen, aus. Durch die hohen Gehalte lassen sich Defizite anderer Sorten ausgleichen. A-Weizen ist gut geeignet für die Herstellung von Handelsmehl. Die Volumenausbeute liegt im mittleren bis hohen Bereich.

B-Weizen, auch „Back-/Brotweizen“ genannt, wird vordergründig in Bäckereien verwendet. Protein- und Sedimentationswerte liegen hier im mittleren Bereich. Er lässt sich ideal zur Herstellung von hefegelockerten Broten und Gebäcken einsetzen. Die Mehle können in den Bäckereien teilweise alleine verarbeitet werden, in den meisten Fällen ist eine Aufmischung im Sinne einer Optimierung mit E- und/oder A-Weizen erforderlich. (Klingler, 2010, S. 56) Dadurch lassen sich einige Parameter, wie zum Beispiel der Proteingehalt anheben, um die Backeigenschaften zu verbessern.

C-Weizen, auch „Futterweizen“ genannt, weist nur eine geringe backtechnische Nutzbarkeit auf. Das Ertragspotential ist meist hoch, die Protein- und Sedimentationswerte jedoch nur gering. Neben der Verwendung als Futterweizen wird dieser, bei schwachen Proteinwerten, auch zur Bioethanolgewinnung oder als Brauweizen eingesetzt. (Aufhammer, 2003, S. 75)

C_k-Weizen stellt eine Untergruppe des C-Weizens dar. Weizen dieser Qualität ergibt eine geringe Volumenausbeute und lässt sich somit zur Herstellung von Keksen und Flachwaffeln einsetzen, da hier keine Wasserbindung erfolgen soll. (Häberli, 2008, S. 51-53)

Manche Mühlen nehmen eine weitere Unterteilung der Sorten vor, um die Werte weiter einzugrenzen und das Produkt gezielter einsetzen zu können. Bei der Aurora Mühle Hamburg wird zum Beispiel der A-Weizen in A1- und A2-Weizen unterteilt, der C_k-Weizen in C1-, C2- und C3-Weizen separiert.

Qualitätsgruppe Eigenschaften	E-Gruppe	A-Gruppe	B-Gruppe	C-Gruppe
	Eliteweizen	Qualitätsweizen	Brotweizen	Sonstiger Weizen
Volumenausbeute (RMT)	mind. 8	mind. 6	mind. 4	-
Elastizität des Teiges	normal etwas zäh zäh	normal etwas kurz etwas zäh zäh	geschmeidig normal etwas kurz kurz	-
Oberflächenbeschaffenheit des Teiges	feucht etwas feucht normal	feucht etwas feucht normal	feucht etwas feucht normal etwas trocken	-
Fallzahl (in s)	mind. 6	mind. 5	mind. 4	-
Rohproteingehalt (in %)	mind. 6	mind. 4	mind. 2	-
Sedimentationswert (in ml)	mind. 7	mind. 5	mind. 3	-
Wasseraufnahme (in %)	mind. 4	mind. 3	mind. 2	-
Mehlausbeute T550 (in %) bei Sommerfrühweizen	mind. 5 -	mind. 5 mind. 4	mind. 4 mind. 3	- -

Tabelle 1: Qualitätskriterien der Weizenklassen
Quelle: Bundessortenamt ,2014, S.122

Tabelle 1 stellt die Anforderungen, in Form von Mindestwerten, an die unterschiedlichen Parameter des Weizens dar. Anhand dieser Werte lässt sich der Weizen einer entsprechenden Qualitätsklasse zuordnen. Das Ausprägungsmerkmal „9“ steht für sehr hohe Werte. Parameter mit dem Wert „1“ weisen sehr niedrige Werte auf. Die Ausprägungsstufe „5“ steht für mittelmäßige Werte. Diese werden in Tabelle 2 zur Orientierung angegeben:

Parameter	Wert
Fallzahl	242 - 271 s
Wasseraufnahme	57,7 - 59,2 %
Rohproteingehalt	12,7 - 13,0 %
Mineralstoffwertzahl	626 – 650
Sedimentationswert	31 – 37 ml
Mehlausbeute	74,0 - 75,9 %
Volumenausbeute	589 - 617 ml

Tabelle 2: Langjährige Mittelwerte der Ausprägungsstufe 5

Quelle: Bundessortenamt, 2014, S.123

Bei Mehlen, die in der Backstube verwendet werden, handelt es sich immer um Mischungen verschiedener Weizenklassen. Durch die Mischung lassen sich verschiedene Attribute modifizieren. So kann zum Beispiel ein geringer Kleber-/Proteingehalt durch Beimengung eines E-Weizens erhöht werden. Hohe Kleber-/Proteingehalte erhöhen somit den Aufmischwert eines Weizens. Eine Aufmischung ergibt sich immer dann, wenn ein Mehl, bestehend aus E-/A-Weizen in Kombination mit einem B-Weizen verbacken wird und sich eine um 15 ml höhere Volumenausbeute ergibt. (Häberli, 2008, S. 52)

3.3 Funktionelle Eigenschaften der Korninhaltsstoffe

Im Wesentlichen ähneln sich der Aufbau sowie die stoffliche Zusammensetzung aller Getreidearten. Es kann jedoch, je nach Sorte, Witterungsverlauf, Düngereinsatz, Standort und auch nach Art der Analysemethode zu größeren Schwankungen kommen. (Häberli, 2008, S. 44) Für den Landwirt ist es wichtig zu wissen, dass er bestimmte Parameter beeinflussen und so Einfluss auf den Ernteertrag nehmen kann. Dazu sind Kenntnisse über die Zusammensetzung und Art der Inhaltsstoffe im Weizenkorn nötig.

3.3.1 Morphologie des Weizenkorns

Weizenkörner haben eine charakteristische Form und Größe und unterscheiden sich bezüglich des Verhältnisses an Gewebeschichten zueinander (Schalen, Keimling und Endosperm).

Aufbau Weizenkorn

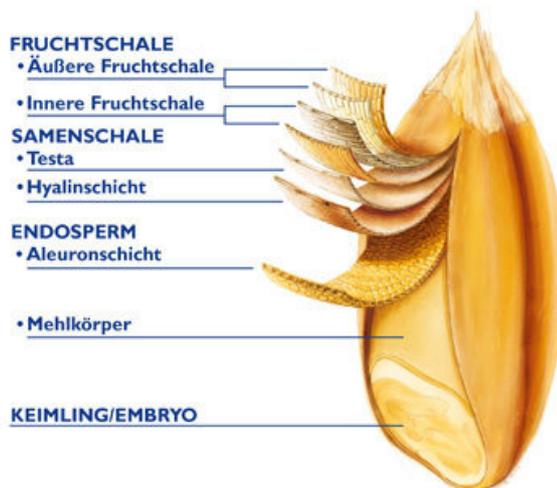


Abbildung 1: Aufbau eines Weizenkornes

Quelle: f2m food multimedia gmbh, o.J.

Abbildung 1 zeigt den Aufbau eines Weizenkornes. Hinsichtlich der Form, der Größe und der Masse der Getreidekörner bestehen Abhängigkeiten von der Art, der Sorte und den Anbaubedingungen. Weizen gehört zu den ältesten aller Kulturpflanzen. Es handelt sich um ein Spelzgetreide und zählt zur Gattung der Triticeae, Art Triticum.

Aus botanischer Sicht gehören alle Getreidearten zur Klasse der einkeimblättrigen Pflanzen (Monokotyledonen). Innerhalb dieser Klasse zählen sie zur Familie der Gräser (Gramineen). Die Körner werden als einsamige Schließfrüchte (Karyopsen) bezeichnet, da die Fruchtschale fest mit der Samenschale verbunden ist. Sie unterscheiden sich bezüglich ihres Aufbaus, ihrer Größe, ihrer Form, ihrer Farbe und Anzahl ihrer Chromosomen. Zudem gibt es Unterschiede in ihrer chemischen Zusammensetzung. (Häberli, 2008, S. 40-41) Der Weizen wird botanisch in die Einkorn-, Emmer- oder Dinkelreihe eingeteilt.

Reihe	Art	Chromosomen
Einkornreihe	Diploider Weizen	14 (2x7)
Emmerreihe	Tetraploider Weizen	28 (4x7)
Dinkelreihe	Hexaploider Weizen	42 (6x7)

Tabelle 3: Einteilung des Weizens

Quelle: angelehnt an Klingler, 2010, S. 25

Alle heutigen Hartweizensorten gehören der Emmerreihe an, wohingegen die Weichweizensorten und somit auch die untersuchten Sorten der vorliegenden Arbeit der Dinkelreihe angehören. Hartweizen ist glasig-hart, wohingegen Weichweizen mehlig-weiche Struktur besitzt. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 100)

3.3.2 Zusammensetzung der Kornbestandteile

Alle Getreidekörner besitzen den gleichen Aufbau. Jedes Korn setzt sich aus der Schale, dem Endosperm und dem Keimling zusammen. Zwischen den Getreidearten gibt es lediglich Unterschiede in der prozentualen Verteilung der morphologischen Gewebe. (Häberli, 2008, S. 41) Der botanische Aufbau ist eine wichtige Voraussetzung für das Verständnis der Vorgänge bei der selektiven Zerkleinerung in der Mehlmüllerei. Die Zusammensetzung eines Weizenkornes ist in Tabelle 4 dargestellt:

Bestandteil	Anteil
Schalen	7 - 20 %
Keimling	3 - 15 %
Endosperm	75 - 90 %

Tabelle 4: Zusammensetzung des Weizens

Quelle: angelehnt an Klingler, 2010, S. 31

Schalen

Die Schalen verleihen dem Korn Stabilität und schützen es vor äußeren Einflüssen wie Feuchtigkeit und Schädlingen. Sie setzen sich aus Frucht- und Samenschale zusammen und umgeben das Weizenkorn. Sie sind maßgeblich für den Mineralstoff- und Ballaststoffgehalt des vermahlenden Mehles verantwortlich. Die Aleuronschicht bildet die nährstoffreiche äußere Schicht des Mehlkörpers. Der Ganzkornaschegehalt aller Getreidearten ist im Wesentlichen gleich, jedoch unterscheiden sich die Aschegehalte der einzelnen Schichten je nach Getreideart. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 63)

Keimling

Der Keimling (Embryo) ist aus biologischer Sicht das wichtigste Korngewebe, aus ihm entwickelt sich die neue Getreidepflanze. Somit ist er essentiell zu Erhaltung der Art. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 120) Er besteht aus Wurzelkeim (Radicula), Keimblatt (Scutellum) und der Blatt- bzw. Sprossanlage (Plumila). Die Zellen besitzen einen Zellkern und sind dachziegelartig ausgebildet. (Seibel, 2005, S. 76) Er ist reich an Proteinen (kein Kleberprotein), Lipiden, Mineralstoffen, Vitaminen und Enzymen.

Endosperm

Das Endosperm (Mehlkörper) hat die Aufgabe, den Keimling bis zur Wurzelbildung zu ernähren. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 120) Es besteht vorwiegend aus Stärke und enthält einen großen Anteil des Proteins (etwa 72 %). Es ist aus dünnwandigen Zellen aufgebaut, in die die Stärkekörner, gefüllt in einer Matrix aus Protein und wenigen Lipiden,

eingebettet sind. Von der Packungsdichte dieses Zellgewebes hängt das Hektolitergewicht ab. Dieses liegt beim Weizen durchschnittlich bei 65-84 kg pro 100 Liter. Zudem entscheidet die Packungsdichte der Stärke über die Kornhärte. (Häberli, 2008, S. 41)

Für die menschliche Ernährung sind die Aleuronschicht und der Keim die wertvollsten Bestandteile des Getreidekorns. In der Praxis wird jedoch das vitamin- und mineralstoffärmere Weißmehl bevorzugt. (Biesalski, 2011, S. 14) Hierzu muss jedoch ergänzt werden, dass gerade in den Randschichten und somit im dunklen Mehl die höchste Konzentration an Spritzmitteln, Schwermetallen und Radionukliden vorliegt. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 158)

3.3.3 Inhaltsstoffe des Weizenkorns

Weizen besitzt eine hohe Energiedichte und hat einen getreidetypisch hohen Kohlenhydratanteil. Zudem ist er verhältnismäßig reich an Proteinen. Der Mineralstoffanteil ist relativ gering. Tabelle 5 stellt die mittlere Nährstoffzusammensetzung des Weizens dar:

	Kohlenhydrate	Protein	Lipide	Rohfaser	Mineralstoffe	Wasser
Weizen	69 %	13,5 %	2,0 %	2,0 %	1,8 %	13,5 %

Tabelle 5: Mittlere Zusammensetzung des Weizens

Quelle: Klingler, 2010, S. 35

Kohlenhydrate

Der Kohlenhydratgehalt im Weizen liegt zum größten Teil in Form von Stärke vor (65%). Zusätzlich sind Pentosane (7,5%), Zucker (3%) und Cellulose (1,7%) enthalten.

Stärke

Getreidestärken setzen sich zu ca. 25% aus Amylose und zu etwa 75% aus Amylopektin zusammen. Sie weisen besondere funktionelle Eigenschaften auf. Erst durch die Stärke ist eine Krumenbildung durch Verkleisterung möglich. Ebenso ist sie für die Retrogradation, also die Rückbildung zuvor verkleisterter Stärke, verantwortlich. (Häberli, 2008, S. 45) Dies führt zum Beispiel zum „Altbackenwerden“ des Brotes.

Pentosane

Pentosane befinden sich in den Randschichten des Getreidekorns. Sie besitzen eine hohe Wasseraufnahmefähigkeit, obwohl sie nur in geringen Mengen im Getreidekorn vorkommen. Diese ändert sich, im Gegensatz zur Stärke und zum Protein, auch während der Teig- und Backphase nicht. (Klingler, 2010, S. 138)

Proteine

Weizen zeichnet sich durch einen besonders hohen Proteingehalt aus. Dieser setzt sich zu etwa 85% aus Gliadinen und Gluteninen zusammen. Beide befinden sich im Endosperm und sind für eine Kleberbildung verantwortlich. Damit nimmt der Weizen unter den Getreidesorten eine Sonderstellung ein. Der Kleber lässt sich als kohäsive, viskoelastische Masse auswaschen. Dabei werden Albumine und Globuline in salzhaltigem Wasser gelöst. Die Wasserbindung nimmt während der Backphase ab, da die Proteine unter Wasserabgabe denaturieren. (Klingler, 2010, S. 138)

Lipide

Die Lipide des Weizens sind zur Hälfte aus polaren und zur Hälfte aus unpolaren Substanzen zusammengesetzt und weisen damit eine Sonderstellung auf. Lipide fungieren im Teig als Emulgatoren und haben eine Reihe positiver Eigenschaften auf das Getreideerzeugnis. (Klingler, 2010, S. 43)

Neben ihrer Funktion als Emulgator sind sie imstande, die Elastizität und die Dichtigkeit der sich bildenden Gasbläschen zu verbessern. Durch Förderung der Haftung von Stärke am Gluten-Komplex erhöhen sie die Gärtoleranz, das Gashaltvermögen sowie die Krumenelastizität.

Mineralstoffe

Der Mineralstoffgehalt ist abhängig von der Getreideart, der Korngröße und der Düngung. Er nimmt vom Korninneren bis zu den äußeren Schalentteilen zu. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 63) Er ist in den Aleuronzellen, im Keimling und in der Frucht- und Samenschale am höchsten. Am häufigsten kommen die Mineralstoffe Kalium, Phosphor und Magnesium vor.

Vitamine

Im Getreide sind hauptsächlich B-Vitamine enthalten. Außerdem die fettlöslichen Vitamine E und A (in Form von β -Carotin). (Klingler, 2010, S. 44) Im Weizen kommt keine Ascorbinsäure vor. Diese ist für die Verarbeitung aber sehr hilfreich, da sie die Mehltreifung beschleunigt und die rheologischen Eigenschaften von Teigen verbessert. Aus diesem Grund wird sie dem Mehl häufig zugesetzt.

Wasser

Der Wassergehalt steht mit der Luftfeuchtigkeit der Umgebung im Gleichgewicht und ist ungleichmäßig in den einzelnen Gewebeschichten verteilt. Den höchsten Wassergehalt weist der Keimling auf, gefolgt von Endosperm und Aleuronzellen. (Klingler, 2010, S. 36) Er ist von hoher Bedeutung für die Lagerstabilität, den Qualitätserhalt und den Handel. Getreide mit einer Feuchtigkeit von 14% gilt als lagerfest.

3.4 Weizenanbau

Weltweit werden jährlich 600 Mio. Tonnen Weizen geerntet, davon 100 Mio. Tonnen in Europa. (Zentgraf, 2007, S. 1) Der Weizenanbau wird nicht überall gleich intensiv betrieben, die Hektarerträge unterliegen großen Schwankungen. In Deutschland betrug der Hektarertrag im Jahr 2013 durchschnittlich 80 Dezitonnen, das Vorjahr konnte so um 8 % übertroffen werden. (Verband Deutscher Mühlen e.V., 2013b, S. 1)

Im weltweiten Vergleich gehört Deutschland damit zu den führenden Ländern. Der in deutschen Mühlen verarbeitete Weizen stammt zu 95% von deutschen Feldern. Eine geringe Menge wird aus Frankreich, Polen und Tschechien importiert. (Verband Deutscher Mühlen e.V., 2013a, S. 1)

Es ist davon auszugehen, dass das Preisniveau von Weizen in den nächsten Jahren weiter ansteigen wird. Dies ist vor allem durch steigende Nachfrage nach Lebens- und Futtermitteln sowie Ernteauffälle zu erklären. Zudem nehmen landwirtschaftliche Flächen durch Versiegelung ab. Weizen stellt von allen Getreidearten die höchsten Anforderungen an Klima, Böden und Wasserversorgung. Die optimalen Anbaubedingungen sind in Tabelle 6 dargestellt:

Kriterium	Anforderungen
Boden	Neutraler, humusreicher, eher fester Boden
Klima	Gemäßigt
Witterung	Mindestens 220 mm Niederschlag im Jahr

Tabelle 6: Idealbedingungen für den Weizenanbau

Quelle: eigene Darstellung

3.4.1 Böden

Böden können selbst bei ähnlichem Klima merkliche Unterschiede in der Vegetation verursachen. Diese lassen sich durch Unterschiede in der Art der Bodenteilchen und deren Gefüge erklären. (Schlichting, 1986, S. 10) Auch der Weizen stellt eine Reihe von Anforderungen an den Boden. Nach der Aussaat ist es wichtig, Staunässe zu vermeiden. Ein weiteres Problem kann die Nährstoffversorgung darstellen. Die Beschaffenheit der Böden lässt sich durch Bodenbearbeitung, zum Beispiel Pflügen, sowie durch Düngung, Eindeichung und durch Bewässerung teilweise optimieren. Der pH-Wert muss sich im neutralen bis leicht sauren Bereich befinden.

Von hoher Bedeutung ist zudem der Fruchtwechsel (Fruchtfolge). Es ist nicht zu empfehlen, in zwei aufeinanderfolgenden Vegetationsperioden Weizen anzubauen. Eine bewährte Fruchtfolge ist zum Beispiel Raps-Weizen-Sommergerste. Bei mangelhafter Fruchtfolge können häufig Krankheiten wie die Schwarzbeinigkeit und die Halmbruchkrankheit beobachtet werden. Bei günstiger Fruchtfolge können im Idealfall die Fertilität (Fruchtbarkeit) gefördert werden und Krankheitskeime reduziert bzw. eliminiert werden.

Die Böden sind einer Reihe von Umweltkontaminationen ausgesetzt. Dazu zählen Emissionen aus Industrie, Verkehr, Landwirtschaft und privaten Haushalten. Auch Pestizide belasten die Böden. Über den Weizen ist so ein Eintrag in die menschliche Nahrungskette möglich. (Häberli, 2008, S. 56-57) Die Böden sind in Kombination mit den Witterungsverhältnissen für die Schwermetallbelastung des Getreides verantwortlich. Beim Weizen liegt die höchste Belastung in Form von Cadmium vor. Die Belastung mit Aluminium, Blei und Selen wird als mäßig angegeben. Arsen, Nickel und Quecksilber kommen nur in geringen Mengen vor. Die Akkumulation in Getreideaufwüchsen hängt offenbar mit der Durchwurzelung zusammen. (Otteneder (Hrsg.), 2010, S. 102)

Durch Schälen des Getreides lassen sich 70% des Blei-, 50% des Quecksilber- aber nur 10-20% des Cadmiumgehalts reduzieren (gleichmäßigere Verteilung). Dies erklärt die geringere Schwermetallbelastung bei Getreiden mit niedrigem Mineralstoffanteil. (Häberli, 2008, S. 58)

3.4.2 Düngung

Die Düngung erfolgt getreidebedarfsspezifisch. Es ist davon auszugehen, dass viele Qualitätseigenschaften genetisch stabil ausgeprägt sind und somit nur in geringem Maße schwanken. Der Einsatz verschiedener Mineralstoffe zur Düngung kann sowohl direkte als auch indirekte Folgen auf den Weizen haben.

Mineralstoff	Wirkung auf die Pflanze	Wirkung auf die Backeigenschaften
Stickstoff	Ertragsbegrenzender Faktor, Wachstum	Proteingehalt, Protein-/Kleberqualität
Phosphat	Energiestoffwechsel, Wurzelausprägung, Trockenheitsresistenz	Stärkequalität
Kalium	Wasserregulation, Streckenwachstum der Zellen	Stärkegehalt und –qualität
Magnesium	Photosynthese	-
Schwefel	Bildung der Aminosäuren Methionin und Cystein	Kleberqualität, Backverhalten

Tabelle 7: Einfluss auf Qualitätsmerkmale des Weizens

Quelle: angelehnt an Seibel, 2005, S.28-29

In Tabelle 7 sind die wichtigsten Mineralstoffe und deren mögliche Einflüsse auf die Pflanze und in der Konsequenz auf die Backeigenschaften des Weizens aufgeführt. Diese werden von der Pflanze in größeren Mengen benötigt und stellen unter den Pflanzennährstoffen die Makronährstoffe dar. Die Mikronährstoffe wie Eisen, Chlor, Mangan, usw. sind in ausreichender Menge im Boden enthalten. (Seibel, 2005, S. 28-29)

Stickstoff gilt als der ertragsbegrenzende Faktor, sowohl im Pflanzenwachstum wie auch der Eiweißspeicherung im Korn. Weizen von hoher Qualität benötigt 140-180 kg Stickstoff pro Hektar.

Verschiedene Umwelteinflüsse können für die Stickstoffaufnahme und die Proteinbildung von Bedeutung sein. Eine hohe Stickstoffgabe hat häufig Mehltau und Schwarzrost zur Folge. Eine verminderte Stickstoffdüngung kann starke Auswirkungen auf die zu erwartenden Qualitätsparameter haben. Der Proteingehalt sowie dessen Qualität können abnehmen. Die Teigausbeute kann verringert sein, Teig- und Backeigenschaften können negativ beeinflusst werden. Schwefel unterstützt die Stickstoffaufnahme der Pflanze insbesondere in den trockenen Witterungsabschnitten und verbessert die Effizienz des aufgenommenen Stickstoffs. (Obenauf, 2014, S. 1)

3.4.3 Klima

Die klimatischen Verhältnisse stellen einen wichtigen Aspekt für die Höhe und die Qualität des Ertrages dar. Dieser ist abhängig von der Tageslänge, der Einstrahlungsmenge und –intensität der Sonne, der Niederschlagsmenge und der Vegetationsperiode.

Die Vegetationsperiode ist die Zeit, in der die Temperatur nachhaltig über 5°C liegt. Dies ist die Temperatur, die Kulturpflanzen in gemäßigten Klimazonen mindestens für ein Wachstum benötigen. (Häberli, 2008, S. 56)

Entsprechend der klimatischen Bedingungen muss die Sortenwahl erfolgen. Andererseits ist zu bedenken, dass insbesondere Winterweizen auf eine gewisse Kälteeinwirkung angewiesen ist (Vernalisation).

Bei extremen klimatischen Bedingungen kann es zu Schädigungen an der Pflanze kommen, hier wären Frost- und Hitzeschäden, Dürreschäden und Schäden durch zu viel Regen und Wind zu nennen. Dies hätte Einbußen beim Ertrag zur Folge.

3.4.4 Pflanzenschutz

Der Pflanzenschutz beginnt bereits bei der Unkrautentfernung. Wichtiger ist jedoch die Resistenz einer Weizensorte gegenüber möglichst vielen Pflanzenkrankheiten. Getreidekrankheiten können die Pflanze an den verschiedensten Stellen befallen, von der Schwarzbeinigkeit im Wurzelbereich über den Mehltau an den Blättern bis hin zum Gelbrost an den Ähren. Weizen ist sehr empfindlich gegenüber Rostpilzen wie zum Beispiel dem Gelb- und Schwarzrost. Die meisten Getreidekrankheiten werden durch sekundäre Stoffwechselprodukte aus Schimmelpilzen, die sogenannten Mykotoxine, verursacht. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 127)

Neben den Getreidekrankheiten stellen auch tierische Schädlinge eine potentielle Bedrohung für den Weizen dar. Diese können die Pflanze, je nach Schädling, ebenfalls an verschiedenen Stellen befallen.

Das Thema Pflanzenschutz erfolgt getreidebedarfsspezifisch und ist insbesondere bei der Erforschung neuer Weizensorten von Bedeutung, da sich der Ertrag so deutlich steigern lässt. Zum Schutz der Verbraucher wurden im gewerblichen Handel Höchstmengen Grenzwerte festgelegt. Diese basieren auf dem NOEL (no-effect-level) und enthalten einen Sicherheitsfaktor von 100. (Häberli, 2008, S. 58)

Es ist Aufgabe der amtlichen Lebensmittelüberwachung diese zu kontrollieren. Mit Hilfe der Grenzwerte können mögliche Risiken für den Verbraucher auf ein Minimum reduziert werden. (Otteneder (Hrsg.), 2010, S. 15)

3.5 Einflussnahme auf den Weizen

Die Backfähigkeit des Weizens ist in erster Linie eine Sorteneigenschaft. (Seibel, 2005, S. 135) Weizen besitzt eine hohe genetische Stabilität. Seine Eigenschaften bleiben über viele Jahre erhalten. Trotzdem lässt sich durch den Anbau eine Vielzahl von Parametern beeinflussen. Eine Möglichkeit besteht in der Modifikation des Proteingehaltes. Hier ist neben der Stickstoffdüngung insbesondere die Saatkichte von Bedeutung. Zwischen Proteingehalt des Weizens und dem Flächenertrag besteht eine negative Korrelation.

Auch das Klima wirkt sich auf den Proteingehalt aus. Höhere Temperaturen begünstigen die Eiweißspeicherung im Korn. (Seibel, 2005, S. 26) Häufig korreliert der Proteingehalt mit dem Klebergehalt, die Kleberqualität ist jedoch in erster Linie sortenspezifisch. (Aufhammer, 2003, S. 72) Bei hohen Temperaturen verschiebt sich das Verhältnis zwischen den Klebereiweißen Gliadin und Glutenin; dies führt zu einer Veränderung des Backverhaltens. Gliadine sind für die Elastizität des Teiges verantwortlich. Glutenine beeinflussen entscheidend die Viskosität eines Teiges. Feuchtes Klima führt zu einer verstärkten Stärkeeinlagerung. Dadurch wird der relative Eiweißanteil im Korn gesenkt. (Seibel, 2005, S. 26)

Auch das Hektolitergewicht (HL-Gewicht) lässt sich durch entsprechend angepasste Anbaubedingungen erhöhen. Die Masse der Körner ist neben dem Anbau jedoch auch vom genetischen Potential der Sorte abhängig. Dies ist für den Landwirt von hoher Bedeutung. Ein hohes HL-Gewicht lässt sich zum Beispiel durch einen niedrigen Wassergehalt, einen geringen Schalenanteil und kleine, runde Körner erreichen. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 145)

Dem Witterungsverlauf kommt während der Abreife und der Ernte eine besondere Bedeutung zu. Temperatur und Feuchte sollten hier gleichmäßig verlaufen. Das Wetter stellt ein unkalkulierbares Risiko dar. Bei Trockenheit kommt es zu einer mangelhaften Nährstoffeinlagerung im Korn, bei zu großer Feuchtigkeit erhöht sich die Enzymaktivität. Mit der Enzymaktivität ist speziell die α -Amylase-Aktivität gemeint. Diese ist für den Abbau der Stärke verantwortlich und wird durch die Fallzahl ausgedrückt. Eine hohe Enzymaktivität deutet auf eine niedrige Fallzahl hin und hat erheblichen Einfluss auf das Backverhalten eines Mehles. (Seibel, 2005, S. 26-27)

3.6 Entwicklung neuer Sorten

Um die Sorten weiter zu entwickeln und die Erträge zu steigern, werden laufend neue Sorten auf Versuchsfeldern in ganz Deutschland angebaut. Ziel ist es, den „landeskulturellen Wert“ einer Sorte durch effizientere Züchtungsmethoden (z.B. Gentechnik) und die

Züchtung ertragreicherer Sorten zu ermöglichen. Zudem soll durch besseren Pflanzenschutz sowie verbesserte Düngung ein hoher Ertrag gewährleistet werden. Auch die Anwendung verbesserter Kultivierungsmaßnahmen ist für den Landwirt von hoher Bedeutung. Nur wenn eine solche Verbesserung nachgewiesen wird, kann die neue Sorte beim Bundessortenamt zugelassen werden. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 130-131)

Die Auseinandersetzung mit neuen Sorten erfordert viel Geduld, in der Regel dauert es mindestens zehn Jahre, bis sich eine Sorte bei den Landwirten durchgesetzt hat. Weizen besitzt eine hohe genetische Stabilität und bleibt über Jahre hinweg im Anbau rein.

Mit Hilfe eines erblich breit gestreuten Zuchtmaterials kann der Züchter geeignete Methoden so kreuzen, dass möglichst viele positive Erbeigenschaften einer Sorte an die Nachkommenschaft weitergegeben werden. (Seibel, 2005, S. 33)

Dazu wird zunächst ein Kreuzungsplan erarbeitet, der von Jahr zu Jahr neu aufgestellt wird. Die Sorten auf dem eigenen Versuchsfeld werden genau analysiert. Zudem werden Sorten, die sich bereits auf dem Markt befinden und interessante Werte aufweisen, in Augenschein genommen. Jeder Kreuzungsplan ist der Versuch, die ideale Kreuzung mit den angestrebten Qualitätsmerkmalen zu schaffen. Häufig ist eine Rückkreuzung oder auch das Einkreuzen weiterer Elternsorten erforderlich, da unerwünschte Eigenschaften mit vererbt werden.

Im ersten Jahr werden zahlreiche Kreuzungen erstellt (etwa 20.000). Das heißt, aus jeweils 10-20 Elternpflanzen werden etwa 50-100 Kreuzungen gezüchtet. Diese werden einzelpflanzenweise angebaut. Ab dem zweiten Jahr folgt anhand zahlreicher landwirtschaftlicher Parameter die Auslese der besten Pflanzen. Ab dem fünften Jahr werden die Pflanzen in Parzellen und nicht wie zuvor in Form von Einzelpflanzen angebaut. Pro Parzelle werden etwa 25 Pflanzen gezüchtet. Die Prüfparameter ändern sich im Laufe der Jahre stetig. Ab dem sechsten Jahr steht der Kornertrag im Vordergrund. Zudem werden erste Faktoren zur Beurteilung der Backqualität bestimmt. Von den 20.000 zu Beginn gezüchteten Kreuzungen sind jetzt lediglich 20 Pflanzen übrig!

Im siebten und achten Jahr werden die Pflanzen auf weiteren Standorten in ganz Deutschland getestet. Zudem erfolgt eine Vergrößerung der Parzellen. Nach dem zehnten Jahr folgt die Endbeurteilung der Sorte mit einer anschließenden, dreijährigen amtlichen Wertprüfung. Erst im Falle einer Zulassung dürfen die Sorten an die Landwirte verkauft werden. In Zahlen ausgedrückt, entsteht aus 0,005% aller Prüfkandidaten eine neue, zugelassene Sorte. (Miedaner & Longin, 2012, S. 9-11)

4. Versuchsdurchführung und Methoden

Nach einer genauen Darstellung der Aufgabenstellung folgt im weiteren Verlauf eine Beschreibung der Mahl- und Backversuche. Anschließend werden die Labormethoden beschrieben.

4.1 Sortenversuche

Zunächst werden die Versuchsspezifikationen erläutert. Dabei werden die Rahmenbedingungen vorgestellt, die zu untersuchenden Sorten aufgeführt und die Standorte hinsichtlich ihrer Anbaueigenschaften verglichen.

4.1.1 Versuchsbedingungen

Im Rahmen der Untersuchung werden 32 Proben, jeweils 16 pro Standort untersucht und verglichen. 16 Proben stammen vom Standort Barlt, im Landkreis Dithmarschen, an der Nordsee. Der Erntetermin war am 23.08.2013. Weitere 16 Proben stammen von den Versuchsfeldern in Futterkamp, im Landkreis Plön, an der Ostsee. Der Erntetermin war am 09.08.2013 und somit 14 Tage früher als in Barlt angesetzt.

Die Sorten beider Standorte unterteilen sich in Sommerfrühweizen und Winterweizen. Zum frühreifen Sommerweizen zählen insgesamt sechs Sorten, vom Winterweizen wurden insgesamt zehn Sorten angebaut. Die Sorten sind in Tabelle 8 aufgeführt:

Sommerfrühweizen:					
1.JB Asano	2.Farandole	3.Altigo	4.Barok	5.KWS Ferrum	6.Rumor
Winterweizen:					
7.JB Asano	8.Julius	9.Tobak	10.Inspiration	11.Smaragd	12.Kerobino
13.Pionier	14.Desamo	15.Memory	16.Primus		

Tabelle 8: Übersicht der untersuchten Weizensorten

Quelle: eigene Darstellung

4.1.2 Standortbedingungen

Schleswig-Holstein ist in drei Landschaftstypen unterteilt. Dazu zählen die Marsch, die Geest und das östliche Hügelland. Die beiden Versuchsstandorte unterscheiden sich bezüglich ihrer Lage innerhalb Schleswig-Holsteins. Barlt befindet sich an der Westküste und somit in der Marsch. Futterkamp liegt im östlichen Hügelland an der Ostküste Schleswig-Holsteins.

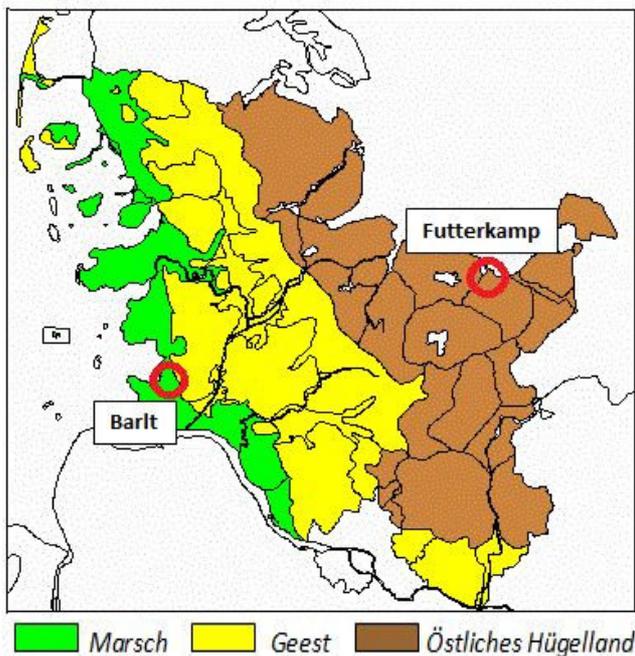


Abbildung 2: Böden Schleswig-Holsteins

Quelle: angelehnt an www.umweltdaten.landsh.de, o.J.

Abbildung 2 zeigt anhand einer Karte die beiden Standorte der Versuchsfelder in Schleswig-Holstein.

Marschböden:

Als Marsch bezeichnet man eine Flachlandschaft, die in großer Nähe zum Meeresspiegel gelegen ist. Sie entsteht im Wechsel von Ebbe und Flut durch Schlickablagerungen.

Marschen erstrecken sich in Nordwesteuropa fast ausschließlich an der Nordseeküste von Dänemark bis Belgien und an der Südostküste Englands. Die Marschgebiete Nordwestdeutschlands werden nahezu vollständig genutzt. Dabei sind je nach Bodentyp entweder Grünland oder Ackerbau vorherrschend. (Schachtschabel et al., 1992, S. 429) Die Fruchtbarkeit der Marschen beruht auf mehreren Faktoren und kann große Unterschiede aufweisen. Die Marschgebiete der jungen Marsch sind in der Regel sehr fruchtbar. Außerdem haben die Marschböden einen hohen Grundwasserspiegel, so dass die Wasserversorgung der Pflanzen weitaus besser als beispielsweise auf der Geest ist. Durch die

küstennahe Lage ist das Klima ausgeglichener als im Binnenland, insbesondere sind Fröste seltener.

Östliches Hügelland:

Der Ausdruck östliches Hügelland veranschaulicht einem kleinräumigen Wechsel von Kuppen und Senken und die Lage im Osten des Landes. Dabei handelt es sich um den größten Landschaftstyp in Schleswig-Holstein. Der Boden ist reich an natürlichen Nährstoffvorräten und geprägt durch Prozesse der Verlagerung feinsten Bodenteilchen vom Ober- in den Unterboden. Es herrscht ein trockenes, subkontinentales Klima. (Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein, 2006, S. 68)

Standortdaten Schleswig-Holstein 2013

Versuchs-Standort:	Barlt	Futterkamp
Naturraum	Marsch	Östl.Hügelland
Bodentyp	Seemarsch	Parabraunerde
Bodenart der Krume	sandiger Lehm	sandiger Lehm
Geologische Herkunft	Alluvium	Diluvium
Humusgehalt	1.5 - 4 % humos	1.5 - 4 % humos
Ackerzahl	75	60
Stärke Krume (in cm)	30	30
pH-Wert	6,8	6,8
Jahresmitteltemperatur (in °C)	8,2	8,4
Mittlere jährliche Niederschläge (in mm)	830	680
Höhe über NN (in m)	2	10

Tabelle 9: Vergleich beider Versuchsstandorte

Quelle: angelehnt an E-Mail der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, 2014

Der Vergleich in Tabelle 9 zeigt, dass es bis auf die unterschiedlichen Bodentypen keine gravierenden Unterschiede bei den Anbaubedingungen gibt. Aus klimatischer Sicht ist die Niederschlagsmenge am Standort Barlt höher und die Jahresdurchschnittstemperatur geringfügig niedriger. Der Standort Barlt erweist sich trotz alledem als schwieriger Standort für den Anbau von Weizen. Nach Einschätzung der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein hängt das mit den extremen Wetterbedingungen (feuchtes Klima, Wind) zusammen. (Helge, 2014)

Standort	Weizenart	Fruchtfolge
Futterkamp	Sommerfrühweizen	Weizen-Weizen
Futterkamp	Winterweizen	Raps-Weizen-Gerste
Barlt	Sommerfrühweizen	Weizen-Weizen
Barlt	Winterweizen	Weizen-Weizen

Tabelle 10: Fruchtfolgen der Standorte

Quelle: angelehnt an E-Mail der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, 2014

Tabelle 10 stellt die Fruchtfolgen dar. Diese sind bis auf den Winterweizen vom Standort Futterkamp gleich. Hier wurde Raps anstelle des Weizens als Vorfrucht eingesetzt.

4.2 Mahlversuch

Die Vermahlung der Weizenproben liefert wichtige Rückschlüsse für die Verarbeitung des Weizens und somit die müllereitechnische Eignung. Hier stellt die Mehlausbeute das entscheidende Kriterium dar. Der Mahlversuch liefert das erste Ergebnis dieser Arbeit. Um das Ziel des Mahlvorgangs zu verstehen folgt zunächst eine Beschreibung der unterschiedlichen Mehltypen mit einer anschließenden Beschreibung des Mahlvorgangs.

4.2.1 Mehl

In der Mühle werden Mehle mit den unterschiedlichsten Ausmahlungsgraden hergestellt. Diese werden nach Typen gehandelt, die durch eine DIN-Norm (10355) festgelegt sind. (Seibel, 2005, S. 131) Die Typenzahl gibt an, ob ein Mehl viele oder wenige Randschichtenteile des Kornes enthält. Deshalb wird das Mehl mit steigender Typenzahl immer dunkler. Der größte Anteil des Weizens wird zu Weizenmehl der Type 550 vermahlen (ca. 70%), gefolgt von 405 und 1050/1600. Als Basis für die Typisierung dient der Aschegehalt der Mahlprodukte in mg je 100 g Trockenmasse. In der vorliegenden Arbeit soll aus den Weizenproben ein Mehl der Type 550 gewonnen werden. Tabelle 11 stellt eine Übersicht der unterschiedlichen Weizenmehle und des entsprechenden Mineralstoffgehalts in % Trockenmasse dar.

Type	Aschegehalt (in %)
405	bis 0,50
550	0,51-0,63
812	0,64-0,90
1050	0,91-1,20
1600	1,21-1,80

Tabelle 11: Übersicht Mehltypen

Quelle: Meistermarken - Ulmer Spatz, o.J., S.11

4.2.2 Vermahlung

Vor der Vermahlung erfolgt die Netzung des Getreides. Das bedeutet, dass das Getreide durch Mischen mit Wasser auf eine Feuchtigkeit von 16 % gebracht wird. Die Ausgangsfeuchte des Getreides wird im Vorfeld durch die Nahinfrarotspektroskopie ermittelt. Die Abstezeit des genetzten Getreides beträgt dabei zwischen 16 und 20 Stunden.

Durch das Netzen wird eine optimale Vermahlung des Getreides ermöglicht. Zu trockenes Getreide wäre zu hart und spröde und würde bei der Vermahlung dazu neigen zu splintern. Dadurch wird die Abtrennung der Randschichten vom Mehlkörper negativ beeinflusst. (Häberli, 2008, S. 170)

Beim Prozess der Vermahlung findet eine Zerkleinerung des Korns mit selektivem Aufschluss von Endosperm, Schale und Keimling statt. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der Tatsache von Bedeutung, dass Mahlerzeugnisse, je nach Ausmahlungsgrad, unterschiedliche ernährungsphysiologische und backtechnische Eigenschaften aufweisen. Die Trennung von Endosperm und Schalenschichten erfolgt durch Riffel- und Glattwalzen. Als Hilfsmittel dient eine Kleieschleuder.

Im Rahmen der Untersuchung wird das Getreide im Mahlautomaten (Firma Bühler, Typ MLU 202) vermahlen. Bedeutsam für die Vermahlung sind der Walzendurchmesser, die Oberflächenbeschaffenheit, die Drehzahl, die Differenzgeschwindigkeit (Walzenvoreilung), die Beschüttung und der Mahlpalt. (Klingler, 2010, S. 83) Der Mahlpalt stellt unter den genannten Einflussfaktoren das wichtigste Kriterium dar. Die Voreilung sorgt für die benötigte Scherkraft und hat maßgeblichen Einfluss auf den Mineralstoffgehalt. Bei der Weizenvermahlung werden lediglich in den Schrotpassagen Riffelwalzen eingesetzt. Ansonsten kommen auf der Mahlseite Glattwalzen zum Einsatz. Das Mehl durchläuft bei der Vermahlung sechs Passagen, davon jeweils drei Schrot- und Mahlpassagen, bei denen sich der Abstand der Walzen zueinander, von Passage zu Passage, verringert. (Häberli, 2008, S. 287)

Im Anschluss an die Vermahlung werden die Kleie sowie das Futtermehl jeweils dreimal in der Kleieschleuder geschleudert, um den nötigen Mineralstoffgehalt von 0,510 – 0,630 % in Trockenmasse für ein Mehl der Type 550 zu erreichen und die Mehlausbeute zu erhöhen. Beim Weizen ist die Mahlfähigkeit ein sortenspezifisches Merkmal. Die Vermahlungseigenschaften werden durch die Kornhärte, den Mineralstoffgehalt, die Mehlausbeute und die Wasseraufnahme des Mehls beeinflusst. Insbesondere der Grad der Abtrennung der Kleie und des Keimes sind von entscheidender Bedeutung für den Vermahlungsprozess. Eine gute Mahlfähigkeit ist dadurch gekennzeichnet, dass sich bei geringem Aufwand eine hohe Mehlausbeute erzielen lässt.

Die Mehlanteile aus dem Futtermehl und der Kleie, die durch die Kleieschleuder gewonnen werden konnten, werden zusammen mit den Mehlanteilen der einzelnen Mehlpässen im Vermahlungsbericht notiert und in den Mehlmischer gegeben. Die Kleieschleuder fungiert hier als Hilfsmaschine im Vermahlungsprozess, da durch sie die an der Schale anhaftenden Endospermanteile abgelöst werden können und sich so die Mehlausbeute erhöht. Nach der Zugabe von 0,02 g Ascorbinsäure pro Kilogramm Mehl werden die einzelnen Mehlanteile für 3 Minuten vermengt. Die Ascorbinsäure bewirkt eine erhöhte Sauerstoffaufnahme des Teiges mit der Folge, dass der Kleber sich so besser im Teig entwickeln kann. Dadurch werden das Gashaltevermögen und die Teigstabilität verbessert und das Backvolumen erhöht. (Mühlenchemie GmbH & Co. KG, o.J.)

4.3 Backversuch

Der Backversuch (ICC-St. Nr. 131) ist die einzige direkte Labormethode. Er dient als zentrale Untersuchung und ist für diese Arbeit von hoher Priorität. Durch den Backversuch können die Backeigenschaften der Weizensorten genau ermittelt werden. Dies ist nötig, um die Eignung der Weizensorten in der bäckereitechnischen Anwendung zu bestimmen. Während rheologische Untersuchungen nur eine Annäherung an die Realität darstellen, lässt sich diese deutlich realistischer mit Hilfe des Backversuches abbilden. Die Backversuche werden in Form eines Rapid-Mix-Tests (kurz: RMT) durchgeführt. Dieser dient als Standardbackversuch für Mehle der Type 550.

Dabei ist die gesamte Verfahrensführung, vom Kneten über die Teigreifung bis hin zum Backprozess, festgelegt und setzt eine genaue Einhaltung der Vorgaben voraus. Gleiches gilt für die verwendeten Maschinen und Geräte. (Zentgraf, Lück, & Müller, 2006, S. 4) Neben der Rezeptur sind auch die Temperatur des Teiges, des Garraumes und der Umgebung genau definiert. Tabelle 12 stellt die Rezeptur des Backversuchs dar.

Zutaten	Menge in (g)
Weizenmehl	1000
Salz	15
Erdnussfett	10
Zucker	10
Hefe (Uniferm)	50
Wasser	ermittelt durch das Farinogramm

Tabelle 12: Rezeptur des Standard-Backversuchs
Quelle: Schönemann & Treu, 2009, S.29

Die einzelnen Komponenten werden unter Einsatz der Knetmaschine „Universal-Schnellknetter UMTA/12“ (Firma A. Stephan & Söhne) für 60 Sekunden auf Schaltstufe 2 bei 1400 Umdrehungen pro Minute zu einem Teig verarbeitet.

Der fertige Teig muss eine Teigruhezeit von 20 Minuten einhalten. Dies geschieht im Gärschrank bei einer Temperatur von 32°C und einer Luftfeuchtigkeit von 80%. Bei dieser Temperatur erreicht die Hefe optimale Wirksamkeit und die damit verbundene, hohe Gasbildung. Die Luftfeuchtigkeit verhindert ein Austrocknen der Teigoberfläche. Dies hätte eine poröse, leicht rissige Kruste des Gebäckes zur Folge. Im Gärschrank kommt es zu einer Nachquellung des Teiges, die wie folgt zu erklären ist: Hefe produziert unter Verbrauch von Sauerstoff CO₂ und Ethanol. Dies bewirkt, dass die Luftblasen, die beim Kneten in den Teig eingeschlossen wurden, gedehnt werden. Die Folge ist eine Volumenzunahme des Gebäckes.

Nach der Gare werden aus dem Teigballen 30 Brötchen hergestellt. Dafür wird dieser rundgewirkt und nach kurzer Abstehtzeit von zwei Minuten auf einen Wirtteller gedrückt. Der Wirtteller wird in die Brötchenpresse (Firma Eberhard) eingesetzt. Nach einer erneuten Zwischengare von drei Minuten werden die gepressten Teigstücke durch den „Frilado“-Langroller (Firma Laureck) geschoben. Hier erhalten sie die typische Brötchenform. Die Zwischengare beeinflusst das Gebäckvolumen positiv und verhindert ein Aufreißen der Kruste. Nun kommen die Teiglinge erneut für 25 Minuten in den Gärschrank. Nach einer weiteren Abstehtzeit von zwei Minuten bei Raumtemperatur kommen sie schließlich für 20 Minuten bei 250°C Ober- und Unterhitze in den Ofen. Vor und nach dem Einschieben der Brötchen wird die Schwadengabe, eine Zugabe von Wasserdampf zur Erhöhung der Luftfeuchtigkeit, durchgeführt. Dies bewirkt eine geschmeidige Teigoberfläche und verhindert, dass diese aufplatzt. (Häberli, 2008, S. 331)

Die Krumenbildung und Porengleichmäßigkeit werden durch den Backprozess bestimmt. Während die Stärke zu Beginn des Backvorganges kaum Wasser aufnimmt, kommt es mit steigender Temperatur zu einem kontinuierlichen Anstieg der Wasserbindung. Im Bereich von 47-57°C kommt es zu einer Quellung der Stärke. Die Wasserstoffbrückenbindungen zwischen Amylose und Amylopektion lösen sich auf. Aufgrund der Volumenzunahme der Stärkekörner platzen diese auf, Amylose und Amylopektin fließen ineinander und bilden eine homogene, viskose Lösung (Stärkekleister). Dieser Vorgang wird als Krumenbildung bezeichnet.

Bei der Krustenbildung wirken weit höhere Temperaturen von über 100°C auf das Gebäck ein. Die Stärke an der Oberfläche wird zu Dextrinen abgebaut und Proteine zu Aminosäu-

ren gespalten. Es kommt zur Bildung der typischen Aromastoffe und zur Bräunung der Kruste.

Das Gebäckvolumen wird mit Hilfe eines Volumenmessgerätes (Firma Kontek J. Pieper) nach der Neumann-Methode ermittelt. Dabei wird ein Messbehälter mit Rapssamen gefüllt. Die Menge der Samen entspricht dabei dem Volumen des Behälters. Die Brötchen werden in den leeren Messbehälter gegeben und die Rapssamen mittels eines Öffnungshahnes auf die Brötchen geschüttet. Nach dem Verdrängungsprinzip wird nun die Menge an Rapssamen verdrängt, die dem Volumen der Brötchen im Messbehälter entspricht. Diese werden in einem Messzylinder aufgefangen und der Wert abgelesen.

Backweizen in ml/100 g:	Aufmischweizen in ml/100 g:	Backverhalten:
<600	<660	nicht befriedigend
601-630	661-700	befriedigend
631-660	701-740	gut
>660	>740	sehr gut

Tabelle 13: Bewertung des Gebäckvolumens

Quelle: (Häberli, 2008, S. 331)

Tabelle 13 stellt die Bewertungskriterien der Gebäckvolumina in Form der Volumenausbeute dar. Die Bewertung erfolgt in Abhängigkeit von der Qualitätsklasse des Weizens. Für Aufmischweizen gelten höhere Anforderungen an das Volumen als für Backweizen.

Da der Backversuch sehr praxisnah ist und sich die Erzeugnisse direkt bewerten lassen, ist er ein besonders wichtiges Mittel bei der Beurteilung der Mehlqualität.

Das Gebäck wird nach dem Backen auf folgende Parameter untersucht:

- Teigelastizität
- Teigoberfläche
- Backverhalten
- Porengleichmäßigkeit
- Krustenrösche
- Anzahl nicht ausgebundener Gebäcke
- Krumenelastizität
- Gebäckausbund
- Bräunung
- Gebäckvolumen

Die Bewertung erfolgt nach einem definierten Maßstab und ermöglicht eine gute Vergleichbarkeit der verschiedenen Proben. (Häberli, 2008, S. 331)

Von höchster Bedeutung ist das Gebäckvolumen, das bei guten Mehlen über 660 cm³ liegen sollte. Niedrigere Werte sind nicht befriedigend, wohingegen Werte von über 700 cm³ auf eine Eignung als Aufmischweizen hindeuten. Neben der äußerlichen Betrachtung des Gebäcks ist es besonders wichtig die Schnittfläche zu betrachten. Diese lässt Aussagen über die Porung und Krumenelastizität zu.

4.4 Labormethoden

Um den Weizen und die daraus vermahlene Mehle zu beurteilen und mögliche Rückschlüsse auf das Gebäck, zum Beispiel bei Auftreten eines Mangels, schließen zu können, werden im Labor eine Reihe von quantitativen und qualitativen Untersuchungen durchgeführt. (Häberli, 2008, S. 331) Im Rahmen der qualitativen Untersuchungen werden zudem rheologische Untersuchungen durchgeführt. Die Grundeigenschaften der Rheologie, auch Fließkunde, sind die Festigkeit, Viskosität, Elastizität und Plastizität. (Mühlenchemie GmbH & Co. KG, o.J.) Sie hat zum Ziel, sich den realen Vorgängen des Teigmachens, des Gärens und des Backens zu nähern. Man unterscheidet zwischen quantitativen und qualitativen Analysen. Zu beachten ist, dass mehlanalytische Verfahren immer im Zusammenhang zu betrachten sind.

Die für diese Arbeit relevanten Methoden werden im folgenden Verlauf näher beschrieben, um ein Verständnis für die verschiedenen Parameter zu erhalten. Dabei sind die Analysemethoden nach ICC-Standards definiert. Die Standardisierung ist eine wichtige Voraussetzung, um die Vergleichbarkeit und Interpretation der Ergebnisse zu gewährleisten. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 133)

4.4.1 Quantitative Laboruntersuchungen

Quantitative Analysen machen die Qualität eines Mehles an der Menge der einzelnen Inhaltsstoffe fest, dazu zählen zum Beispiel der Protein- und der Mineralstoffgehalt. Das Ergebnis wird meist auf die Trockenmasse umgerechnet, da eine Vergleichbarkeit auf Grund unterschiedlicher Probenfeuchtigkeiten sonst nicht möglich wäre. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 134)

4.4.1.1 Nahinfrarotspektroskopie

Bei der Nahinfrarotspektroskopie (kurz: NIR) handelt es sich um eine Schnellbestimmung von drei wichtigen Parametern zur Beurteilung des Weizens bzw. des daraus vermahlenden Mehles. Mit Hilfe von unterschiedlichen Wellenlängen (950-2500 nm) aus dem nahen Infrarotbereich kommt es auf der Oberfläche einer Probe, je nach Wellenlänge und Inhaltsstoff, zur Absorption oder Reflektion des Lichts. Die zurückgestrahlte Lichtmenge wird erfasst und umgerechnet.

Die Methode eignet sich zur Bestimmung des Proteingehaltes, der Feuchte und der Härte des Weizens. Die Vorteile der Methode sind die Schnelligkeit, mit der die Ergebnisse ermittelt werden können und der chemikalienfreie Einsatz. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 198) Bei Mehlen kann zudem der Mineralstoffgehalt bestimmt werden. Diese Messung wird jedoch aufgrund größerer Genauigkeit durch Verbrennung im Muffelofen durchgeführt. Die Ergebnisse der Nahinfrarotspektroskopie sind wie folgt zu bewerten:

Proteingehalt

Der Proteingehalt sollte bei 11,5 – 13,0 % liegen. Der erwünschte Proteingehalt hängt aber auch von der Backware ab. Für die Herstellung von Keksen ist ein Wert von 10 % ausreichend, wohingegen Christstollen etwa 14 % benötigen. Ein hoher Proteingehalt wirkt sich bei Broten/Brötchen positiv auf das Backverhalten aus, da so die Wasseraufnahme gesteigert werden kann und das Gebäck ein größeres Volumen erzielt.

Feuchtigkeit

Die Feuchtigkeit sollte im Bereich von 13 – 14,5 % liegen. Eine erhöhte Feuchtigkeit geht mit einer eingeschränkten Lagerfähigkeit des Weizens einher. Bei zu hoher Feuchtigkeit siedeln sich Mikroorganismen auf dem Korn an. Diese können, insbesondere bei hohen Temperaturen, zum Verderb des Getreides führen. (Humpisch, 2003, S. 13)

Härte

Durch die Härte lässt sich beurteilen, wie stark die Stärkekörner komprimiert sind. Dies ist insbesondere für die Viskosität der Teige wie auch die müllereitechnische Verarbeitung von Bedeutung. Sorten mit einer geringen Härte neigen dazu, bei der Vermahlung zu verklumpen. Die Härte ist in hohem Maße vom genetischen Potential einer Sorte abhängig.

Prinzip: Die Getreideprobe wird mit einer Schlagkreuzmühle (Fa. Perten Instruments, Typ 3100) vermahlen. Das Probenmaterial wird direkt in die Schublade der Messkammer ge-

füllt, ein Abwiegen ist nicht erforderlich. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 198) Die Werte können nach etwa 30 Sekunden vom Display abgelesen werden.

4.4.1.2 Hektolitergewicht

Die Bestimmung des Hektolitergewichts (HL-Gewicht) ist insbesondere für den Landwirt von hoher Bedeutung, da es den Ertrag und die damit verbundenen Einnahmen abbildet. Das HL-Gewicht ist von großer betriebswirtschaftlicher Bedeutung für die Mühle. Das HL-Gewicht ist abhängig von der Weizensorte, der Kornausbildung und dem Wassergehalt. Es ist definiert als das Gewicht von 100 Litern Getreide und spiegelt die Dichte des Getreides wider. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 145) Beim Weizen soll es mindestens bei 76 kg/hl liegen.

Prinzip: Das Abstreichmesser wird in den Hektoliter-Prober geschoben, anschließend wird der Vorlaufkörper aufgesetzt. Das Getreide wird in das Füllrohr eingefüllt und das Abstreichmesser in einem gleichmäßigen Tempo herausgezogen. Die Getreidesäule sackt nach unten. Nach erneutem Einsetzen des Abstreichmessers kann die Probe nun gewogen werden und das Hektolitergewicht mit Hilfe einer Umrechnungstabelle ermittelt werden. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 145-146)

4.4.1.3 Kleber ICC-St. Nr. 155

Der Klebergehalt ist von großer Bedeutung für zahlreiche Eigenschaften des Getreideerzeugnisses und liefert wichtige Hinweise für die Verarbeitung des Mehles. Durch den Kleber wird ein dreidimensionales Netzwerk gebildet, in dem die bei der Gärung entstehenden Gase zurückgehalten werden. Der Klebergehalt liefert Aussagen über das zu erwartende Gashaltvolumen des Gebäcks. Bei der Ermittlung des Klebergehaltes wird parallel dazu der Glutenindex ermittelt, der die physikalischen Eigenschaften des Klebers bestimmt.

Feuchtklebergehalte im Bereich von 27 – 30 % werden als normal angesehen und eignen sich ideal zur Herstellung von Weizenbrot und Kleingebäck. Die Teigentwicklung und Gärtoleranz befinden sich im durchschnittlichen Bereich. Bei niedrigeren Gehalten ist die Wasseraufnahme verringert und die Eignung liegt eher im Bereich der Massengebäcke. Durch höhere Klebergehalte ist das Mehl prädestiniert für die Herstellung von Toastbrot und TK-Teiglingen.

Prinzip: Um den Klebergehalt zu ermitteln wird der Weizen in der Klebermühle (Quadrat junior, Fa. Brabender) sehr fein vermahlen. Anschließend werden 10,00 g der Probe in ein Aufschlussgefäß gewogen und dieses nach Zugabe von 4,5 mL einer 2%igen Kochsalzlösung in den „Glutomatic“ (Fa. Perten Instruments, Type 2200) eingesetzt. Bei der Ermittlung wird das Weizenmehl mit 300 mL Kochsalzlösung ausgewaschen. Der Rückstand wird in der Glutomatic-Zentrifuge (Fa. Perten, Type 2015) mit 6000 U/Min. geschleudert und die elastische Masse letztlich verwogen.

4.4.1.4 Mineralstoffgehalt ICC-St. Nr. 104/1

Der Mineralstoffgehalt wird durch Verbrennung des Mehles im Muffelofen (bei 900°C) ermittelt. Dieser sollte sich idealerweise im Bereich zwischen 0,58-0,62 % in Trockenmasse befinden, da aus den Proben ein Weizenmehl der Type 550 hergestellt wird. Ein Mehl der Type 550 hat einen Mineralstoffgehalt von 0,51 – 0,63 % in Trockenmasse.

Prinzip: Mindestens 4,0 g einer Mehlprobe werden in einen Tiegel gewogen und in einem Muffelofen bei 900°C für mindestens zwei Stunden verascht. Die Veraschung ist beendet, sobald der Glührückstand im erkalteten Zustand weiß aussieht. Durch Rückwiegung der Tiegel wird der enthaltene Ascheanteil ermittelt. Da der Aschegehalt auf die Trockensubstanz bezogen wird, ist die Feuchtigkeit parallel zur Durchführung mit zu bestimmen. (Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V., 1994, S. 51)

4.4.1.5 Feuchtigkeit ICC-St. Nr. 110/1

Die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes mit Hilfe eines Trockenschrankes stellt die genaueste Methode zur Bestimmung der Feuchtigkeit in einem Mühlenlabor dar. Die Feuchtigkeit ist definiert als Masseverlust, der beim Trocknen der Getreideprobe bei 130°C auftritt. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 155)

Prinzip: Von einer Getreideprobe werden 9,0 - 11,0 g in ein Schälchen gewogen und dieses für 60 Minuten in den 130°C heißen Trockenschrank (Firma Brabender, Type MT-C) gestellt. Die Feuchtigkeit verdampft, der Rückstand wird zurückgewogen und die Feuchtigkeit ausgerechnet. Dieser Vorgang geschieht automatisch, der Feuchtigkeitsgehalt lässt sich schließlich vom Display ablesen.

4.4.2 Qualitative Laboruntersuchungen

Mit Hilfe von qualitativen Analysen lässt sich die Qualität der Inhaltsstoffe beurteilen. Anders als bei den quantitativen Bestimmungen erfolgt häufig eine Korrektur der Einwaage, um die gleiche Menge Trockenmasse untersuchen zu können. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 134)

4.4.2.1 Sedimentationswert ICC-St. Nr. 116

Mit Hilfe des Sedimentationswertes lässt sich die Qualität des Eiweißes ermitteln. Im Grunde lässt sich der Sedimentationswert als detaillierte Kleberanalyse betrachten. Das Klebereiweiß macht etwa 85% des gesamten Proteingehaltes des Weizens aus. Je höher der Klebergehalt und je höher die Kleberqualität, desto höher der Wert. (Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V., 1994, S. 63) Der Sedimentationswert lässt somit Aussagen über das zu erwartende Backvolumen zu.

Der Wert ist stark von der Weizensorte abhängig, A- und E-Weizen zeigen tendenziell höhere Werte. Mit mittleren Sedimentationswerten lassen sich gute Gebäckqualitäten erreichen. Bei niedrigen Werten sollte das Mehl nicht gebacken werden, da mit erheblichen Mängeln zu rechnen ist. Erhöhte Werte führen zu leicht bockigen Teigen.

Prinzip: 100 g einer Weizenprobe werden in der Sedimat-Mühle (Firma Brabender) fein vermahlen. Von dem erhaltenen Mehl werden 3,2 g in ein Reagenzglas gegeben und nach Zugabe von 50 mL Bromphenolblau 5 Minuten in eine Schüttelapparatur gelegt. Nach Ablauf der Zeit werden 25 mL 85%-ige Milchsäure hinzugegeben und die Probe für weitere 5 Minuten in die Schüttelapparatur eingelegt. Nach einer Abstehtzeit von exakt 5 Minuten, in der der Zylinder möglichst nicht bewegt werden darf, wird der Sedimentationswert abgelesen. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 171)

4.4.2.2 Fallzahl ICC-St. Nr. 107/1

Die im Mehl enthaltene Stärke lässt neben dem Proteingehalt und dessen Qualität wichtige Aussagen über die Backfähigkeit eines Mehles zu. Zudem lässt sich ermitteln, für welche Art von Gebäck das Mehl geeignet ist.

Die Fallzahl dient zur Ermittlung der Verkleisterungseigenschaften und der Enzymaktivität eines Mehles. Dabei wird die Stärke durch Alpha- und Beta-Amylasen (Enzyme) zu Dextrinen, Malz- und Traubenzucker abgebaut.

Eine hohe Fallzahl mit Werten von über 300 Sekunden deutet auf eine geringe Enzymaktivität hin. Dadurch kann es beim Gebäck zu einem geringen Volumen mit mangelhafter Bräunung kommen. (Seibel, 2005, S. 140) Außerdem werden die Teiglockerung und die Krumenbildung durch stärkespaltende Enzyme entscheidend beeinflusst. Niedrige Fallzahlen, die auf eine hohe Enzymaktivität schließen lassen, deuten darauf hin, dass die Stärke durch die Enzyme bereits zu weit abgebaut wurde. Dies hat zur Folge, dass das Wasser beim Backen nicht ausreichend gebunden werden kann und die Krume unelastisch wird. Da die Enzyme hauptsächlich in den Randschichten des Korns enthalten sind, ist die Enzymaktivität bei dunklen Mehlen wesentlich höher. Generell lässt sich festhalten, dass die Fallzahlen mit steigender Mehltypen sinken.

Prinzip: Vor der Ermittlung der Fallzahl wird der Weizen mit einer Fallzahl-Schlagkreuzmühle (Firma Perten Instruments, Typ 3100) vermahlen. Von dem Mehl werden 7,00 g in ein Reagenzglas gewogen und nach Zugabe von 25 ml destillierten Wassers mit Hilfe des Schüttlers „Shakematic“ (Firma Perten Instruments, Type 1095) zu einer Suspension vermischt. Nun wird ein Rührviskosimeter eingesetzt und die Probe in das Fallzahlgerät eingesetzt. Bei der Ermittlung der Fallzahl wird die Zeit gemessen, die das Rührviskosimeter benötigt, um eine definierte Strecke durch die Suspension zu fallen. (Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V., 1994, S. 67)

4.4.2.3 Farinogramm ICC-St. Nr. 115/1

Mit dem Farinogramm ist es möglich, Aussagen zum Verhalten eines Mehles während der Teigbereitungsphase zu treffen. Das Farinogramm dient der direkten Ermittlung der Wasseraufnahme und der indirekten Bestimmung der Kneteigenschaften eines Mehles. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 176) Dabei wird gemessen, welche Menge Wasser ein Mehl, bezogen auf 14 % Mehlfuchte, aufnehmen kann. Die gemessene Wasseraufnahme ist von Bedeutung für die Durchführung des Rapid-Mix-Tests, da diese die benötigte Wassermenge für die Herstellung des Teiges darstellt. Zu den gemessenen Kneteigenschaften, die sich aus dem Diagramm ablesen lassen, zählen die Teigentwicklungszeit, die Teigstabilität und die Teigerweichung. (Seibel, 2005, S. 153)

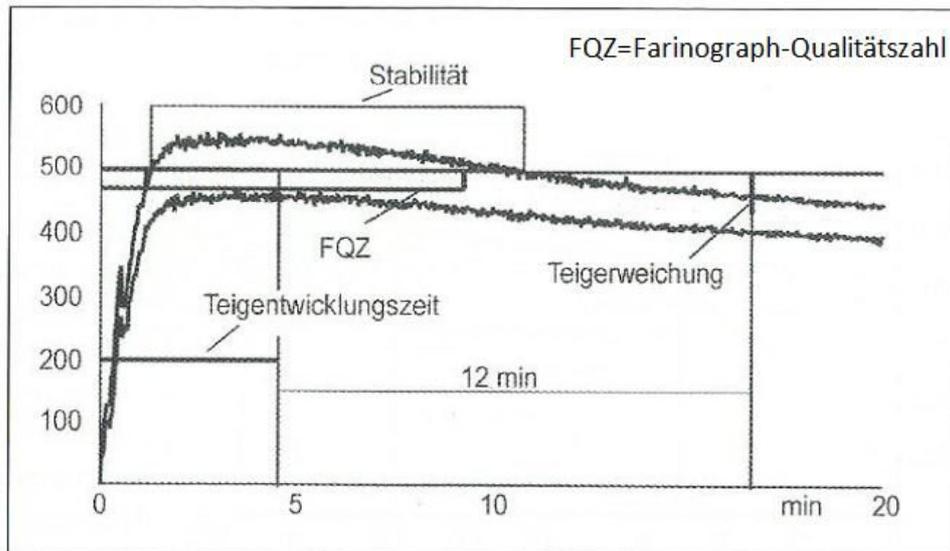


Abbildung 3: Darstellung eines Farinogramms

Quelle: Seibel, 2005, S.153

Abbildung 3 stellt den Verlauf eines Farinogramms dar. Die Teigentwicklungszeit ist die Zeit zwischen Beginn des Knetvorgangs und Erreichen des höchsten Punktes der Kurve. Die Teigstabilität ist der Bereich oberhalb der 500 FE-Linie und stellt den Zeitraum dar, in dem sich der optimal entwickelte Teig nicht verändert. Die Teigerweichung wird 12 Minuten nach Erreichen des höchsten Punktes der Kurve ermittelt.

Prinzip: 300 g einer Mehlsprobe werden auf eine Feuchtigkeit von 14 % umgerechnet und die entsprechend benötigte Mehlmenge abgewogen. Diese wird in den Farinographen gegeben und die im Vorfeld ermittelte Wasseraufnahme mit einem Aufschlag von 2% hinzugegeben. Bei der Ermittlung der Wasseraufnahme wird solange Wasser über eine Bürette dosiert, bis eine definierte Teigfestigkeit von 500 Farinographeneinheiten erreicht wird. (Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V., 1994, S. 153-154) Der Teig wird in einem temperierten Messkneteter 20 Minuten geknetet und der Widerstand gegenüber einer gleichbleibenden mechanischen Beanspruchung in einem Kraft-Zeit-Diagramm aufgezeichnet. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 176)

Kriterium	Wert
Wasseraufnahme (%)	58-61
Teigentwicklungszeit (min)	2-6
Teigstabilität (min)	>4
Teigerweichung (FE)	80

Tabelle 14: Bewertung des Farinogramms

Quelle: Seibel, 2005, S. 153

Tabelle 14 stellt die Kriterien für ein Brötchenmehl dar. Die Werte dienen als Optimum und gewährleisten eine hohe Teigausbeute. Die Teigausbeute stellt dabei ein relatives Maß für die Menge Teig dar, die aus einem Mehl nach Zugabe des Wassers erhalten werden kann. Eine geringere Wasseraufnahme deutet auf eine Eignung als Keksweizen hin.

4.4.2.4 Extensogramm ICC-St. Nr. 114/1

Der Extensograph ermittelt die Dehnbarkeit eines Teiges und in dem Zusammenhang die Energie, die aufzuwenden ist, um den Teig zu dehnen. Ein hoher Energiewert deutet auf eine gute Gärtoleranz und ein hohes Gebäckvolumen hin. Mit abnehmendem Wert nehmen die Gärtoleranz und das zu erreichende Gebäckvolumen ab. (Seibel, 2005, S. 154) Ein Vorteil der Methode ist, dass sich zusätzlich der Einfluss von Backmitteln, wie zum Beispiel der kleberstärkenden Ascorbinsäure oder der Einsatz von Cystin, nachweisen lässt. (Odenthal & Kirsch, 1993, S. 181)

Prinzip: Aus dem zu untersuchenden Mehl wird im Vorfeld mit Hilfe des Farinographen ein Teig erstellt. Die benötigte Wassermenge muss durch die langsame Zugabe von Wasser über einen Zeitraum von fünf Minuten ermittelt werden. Es empfiehlt sich, mit einer niedrigen Wasserzugabe (etwa im Bereich von 50-52 ml) zu starten, da eine zu hohe Zugabe zu einer nutzlosen Probe führt. Auch hier soll möglichst eine Teigfestigkeit von 500 Farinoneinheiten erreicht werden. Anders als bei der Ermittlung der Wasseraufnahme werden, zusätzlich zu der auf 14% korrigierten Mehlmenge, 6 g Salz hinzugegeben. Auf den Wasseraufschlag von 2 % wird verzichtet.

Der Teig wird in einem Kugelhomogenisator zu einer Kugel rundgewirkt und anschließend mit Hilfe einer Trommelwalze zu einem Strang geformt. Danach kommt das Teigstück für insgesamt 135 Minuten in die Gärkammer. Nach jeweils 45 Minuten erfolgt eine Messung der Dehnbarkeit und Dehnwiderstands. Dabei wird das Teigstück durch einen Haken gedehnt, bis es reißt und anschließend erneut in Form eines Strangs in der Gärkammer auf-

bewahrt. (Häberli, 2008, S. 325-326) Die Extensographen-Messung wird durch die Weizensorte sowie deren Kleber-/Proteingehalt maßgeblich beeinflusst.

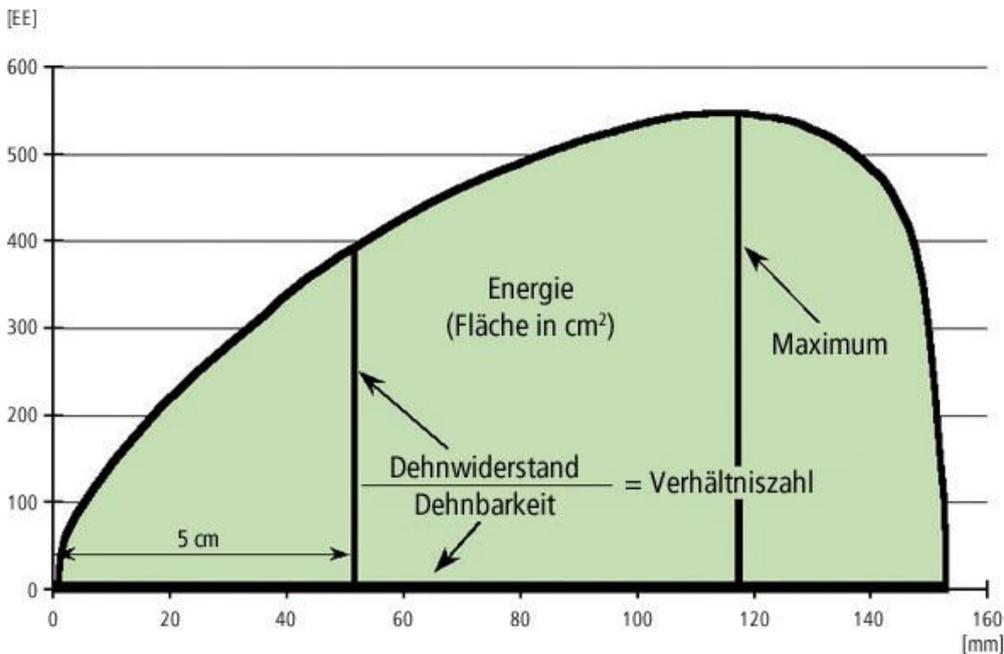


Abbildung 4: Darstellung eines Extensogramms
Quelle: www.brabender.de, o.J.

Das Diagramm stellt ein Extensogramm in Form einer Belastungs-Dehnungskurve dar. (Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V., 1994, S. 159) Nach einer Dehnung des Teiges von 50 mm erfolgt die Messung des Dehnwiderstandes. Der Dehnwiderstand wird in Extensograph-Einheiten (kurz: EE) angegeben. Die Fläche zwischen dem Dehnwiderstand nach 50 mm und dem höchsten Punkt der Kurve stellt die aufgewendete Energie dar.

Aus dem Dehnwiderstand und der Dehnbarkeit lässt sich, durch Division beider Parameter, die Verhältniszahl ermitteln. Diese sollte im Bereich von 2,5 – 3,5 liegen, damit sich Dehnbarkeit und Elastizität des Teiges in einem ausgewogenen Verhältnis befinden. Eine Verhältniszahl von über fünf deutet auf ein kleines Volumen und einen breiten Ausbund beim Gebäck hin. Eine Verhältniszahl unter 1,5 kann zu Mängeln bei der Gebäckform und einem verklebtem Ausbund führen. Ein solches Mehl ist für die Herstellung von Keksen/Kuchen besser geeignet. (Meistermarken - Ulmer Spatz, o.J., S. 19)

Mit Hilfe der beiden Messgrößen, Dehnbarkeit und Dehnwiderstand, können Aussagen über das Verhalten des Teiges während der Garzeit und während des Backprozesses getroffen werden.

5. Ergebnisse

Bei der Untersuchung der Proben konnten neben den Erkenntnissen bezüglich der Ver-mahlungseigenschaften auch aus backtechnischer Sicht sehr interessante Ergebnisse erzielt werden. Um die Zusammenhänge zu verstehen, ist es wichtig zu beachten, dass einige der untersuchten Parameter standortabhängig sind, andere fast ausschließlich vom genetischen Potential einer Sorte abhängen.

Zunächst ist anzumerken, dass die Wetterbedingungen im Jahr 2013, trotz guter Ernte, sehr ungewöhnlich waren. Der Vegetationsrückstand betrug, auf Grund des kalten Monats März, bereits im April drei Wochen. Die hohen Niederschlagsmengen im Mai und der damit verbundene Auswaschungseffekt könnten eine Erklärung für die relativ niedrigen Proteinwerte der Sorten sein. Die Fallzahlen fielen generell sehr hoch aus, dies geht auf eine geringe Enzymaktivität zurück. Auch die untersuchten Sorten im Rahmen dieser Arbeit weisen, mit Ausnahme der frühreifen Sorten *Farandole* und *Altigo* vom Standort Barlt, hohe Fallzahlen auf. Dies könnte eine mögliche Erklärung für das relativ geringe Gebäckvolumen vieler der Sorten sein. (Meistermarken Ulmer Spatz, 2013, S. 1-2)

Auffällig ist, dass sich zum Teil große Unterschiede innerhalb gleicher Sorten von unterschiedlichen Standorten zeigen. Hier sind insbesondere die Kleber- und Mineralstoffgehalte zu nennen.

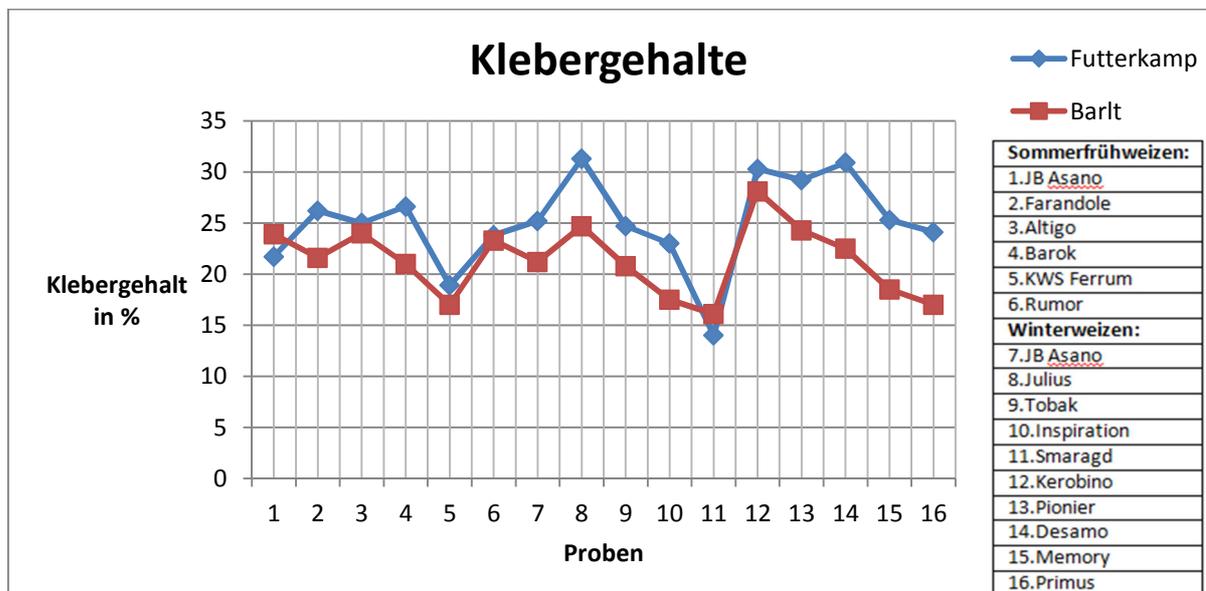


Abbildung 5: Klebergehalte

Quelle: eigene Darstellung

Das Diagramm in Abbildung 5 stellt die Klebergehalte beider Standorte im direkten Vergleich dar. Die Klebergehalte fallen, bis auf zwei Ausnahmen, besonders am Standort

Futterkamp höher aus. Dies lässt sich durch das feucht-maritime Klima am Standort Barlt erklären. Das feuchte Klima gepaart mit der höheren Niederschlagsmenge führt dazu, dass vermehrt Stärke im Korn eingelagert wird und der Proteingehalt, der mit dem Klebergehalt korreliert, sinkt. (Seibel, 2005, S. 26)

Für die Ergebnisse sind die unterschiedlichen Klebergehalte von hoher Bedeutung, da sich ein höherer Klebergehalt positiv auf die Wasseraufnahme auswirkt. Die Untersuchungsergebnisse bestätigen die Annahme, dass Kleber- und Proteingehalte korrelieren. Auffällig ist zudem die Höhe der unterschiedlichen Klebergehalte zwischen den Standorten beim Winterweizen. Diese fallen hier, verglichen mit den frühreifen Sorten, höher aus. Eine Erklärung könnte in der unterschiedlichen Fruchtfolge zu finden sein, da lediglich beim Winterweizen vom Standort Futterkamp Raps als Vorfrucht eingesetzt wurde.

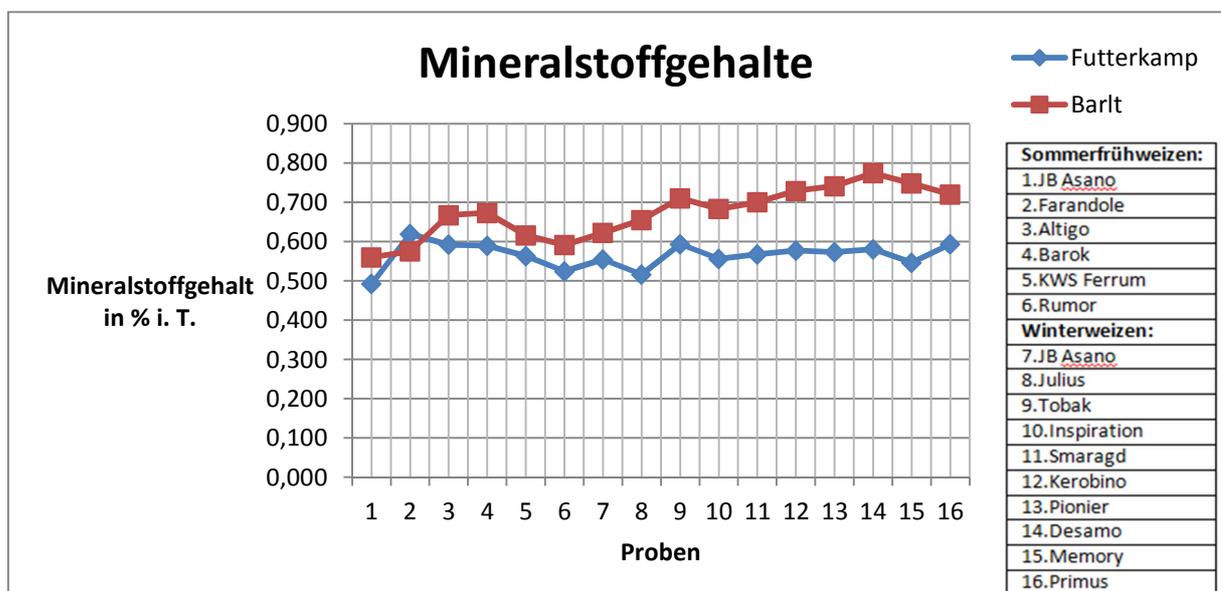


Abbildung 6: Mineralstoffgehalte

Quelle: eigene Darstellung

Bei den Mineralstoffgehalten zeigt sich ein anderes Bild. Diese sind am Standort Barlt höher. Die Werte weichen, bis auf eine Ausnahme, deutlich voneinander ab. Der hohe Mineralstoffgehalt am Standort Barlt lässt sich durch den kleineren Endosperm-Anteil und somit höheren Randschichtenanteil des Korns erklären. Dies ist eine wichtige Erkenntnis, da sich die Backeigenschaften und folglich auch das Backergebnis mit steigendem Mineralstoffgehalt deutlich verschlechtern können. Ein niedriger Mineralstoffgehalt wirkt sich generell positiv auf die Backfähigkeit eines Mehles aus. Dies wird beim Vergleich zweier Mehle mit hoher und niedriger Typenzahl deutlich. Das Mehl mit der hohen Typenzahl (Vollkornmehl) ist alleine nicht backfähig, da die wasserlöslichen Proteine keinen Kleber bilden.

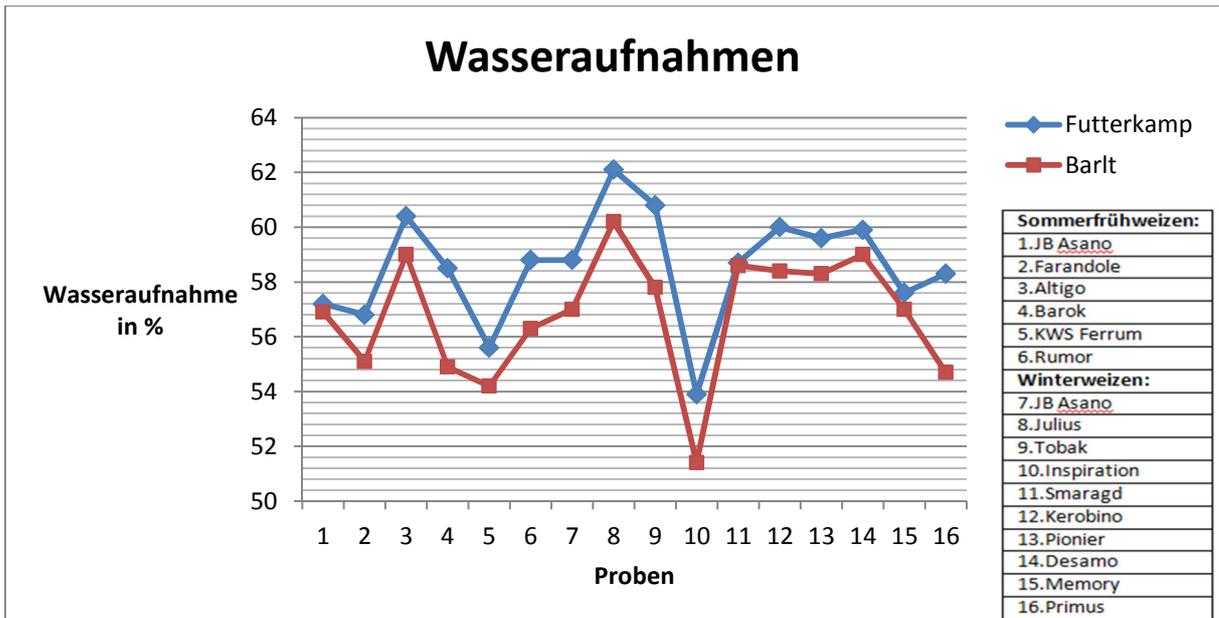


Abbildung 7: Wasseraufnahmen

Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 7 stellt den Verlauf der Wasseraufnahmen der Proben vom Standort Futterkamp und Barlt dar. Die Wasseraufnahme hängt neben dem Protein- und Pentosananteil auch vom Anteil der Stärkekornschädigung ab. Während Proteine die doppelte Menge ihrer eigenen Masse an Wasser speichern können, kann Stärke (ohne mechanische Schädigung) etwa die Hälfte der eigenen Masse an Wasser aufnehmen. Demgegenüber sind Pentosane dazu imstande die elffache Menge Wasser, bezogen auf die eigene Masse, zu speichern. (Klingler, 2010, S. 137) Einen Rückschluss auf den möglichen Pentosanengehalt liefert der Aschegehalt des Mehles. Dieser ist bei dunklen Mehlen mit niedrigem Ausmahlungsgrad tendenziell höher.

Da der Klebergehalt am Standort Futterkamp deutlich höher ausfällt, lässt sich dadurch die höhere Wasseraufnahme der Sorten erklären. Zudem weisen die Sorten vom Standort Futterkamp eine höhere Kornhärte auf. Da die Stärkekornschädigung bei der müllereitechnischen Verarbeitung so höher ausfällt, kommt es ebenfalls zu einer höheren Wasseraufnahme. Die Wasseraufnahme ist ein wichtiges Kriterium zur Erhöhung der Teigausbeute und in dem Zusammenhang des Gebäckvolumens.

Aus landwirtschaftlicher Sicht von Bedeutung ist das höhere Hektolitergewicht der Sorten vom Standort Futterkamp.

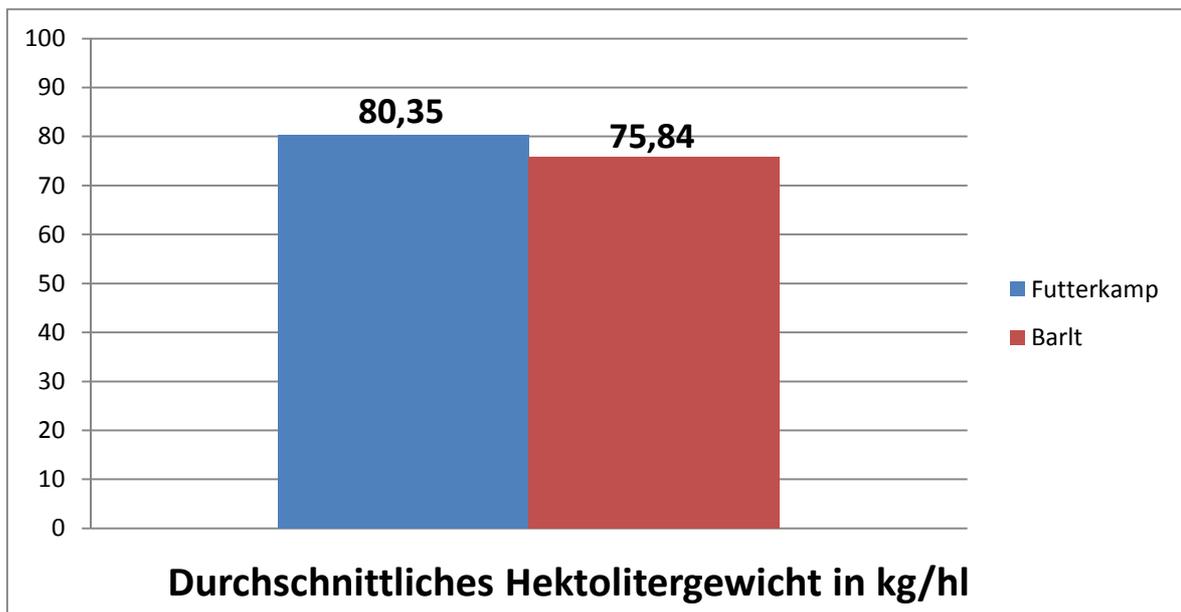


Abbildung 8: Durchschnittliches Hektolitergewicht
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 8 zeigt das durchschnittliche Hektolitergewicht beider Standorte. Bei der Aurora Mühle Hamburg wird ausschließlich Weizen mit einem Mindesthektolitergewicht von 76 kg/hl angenommen. Die Sorten vom Standort Barlt sind somit durch einen schlechten Ertrag gekennzeichnet. Da die Mineralstoffgehalte am Standort Barlt deutlich höher ausfallen und sich diese negativ auf das Hektolitergewicht auswirken, kann dies als Erklärung angesehen werden.

Aus landwirtschaftlicher Sicht liegt die Vermutung nahe, dass die Unterschiede durch die schwierigen Anbaubedingungen am Standort Barlt zu erklären sind. (Helge, 2014)

5.1 Vermahlungsergebnisse

Bei der Vermahlung der Proben zeigt sich eine hohe Korrelation zwischen der Kornhärte und den Mahleigenschaften der Probe. Ein möglicher Einfluss der Kornhärte auf das Backverhalten ist nicht zu erkennen. Dies ist durch die Tatsache bedingt, dass die Werte in ihrer Gesamtheit betrachtet werden müssen. (Berg et al., 2003, S. 7)

Die Härte ist überwiegend vom genetischen Potential einer Sorte abhängig und lässt sich durch veränderte Anbaubedingungen nur geringfügig beeinflussen. Aus müllereitechnischer Sicht sind die Vermahlungseigenschaften von hoher Bedeutung. Eine hohe Härte

geht mit einer höheren Mehlausbeute einher. Zudem fällt die Stärkekornschädigung höher aus. Dies ist aus bäckereitechnischer Sicht als positiv zu bewerten, da sich so die Wasseraufnahme und in der Konsequenz das Backvolumen steigern lässt. (Häberli, 2008, S. 284) Tabelle 15 stellt die Ergebnisse der für die Vermahlung relevanten Untersuchungen dar:

Sommerfrühweizen				
Proben-Nr.	Bezeichnung	Qualität	Härte	Mehlausbeute in [%]
1	LWK S.-H. Fk SFR JB Asano	A	51	72,00
2	LWK S.-H. Barlt SFR JB Asano	A	51	73,42
3	LWK S.-H. Fk SFR Farandole	B (EU)	44	64,13
4	LWK S.-H. Barlt SFR Farandole	B (EU)	43	67,21
5	LWK S.-H. Fk SFR Altigo	B (EU)	50	75,96
6	LWK S.-H. Barlt SFR Altigo	B (EU)	50	73,98
7	LWK S.-H. Fk SFR Barok	B (EU)	50	72,61
8	LWK S.-H. Barlt SFR Barok	B (EU)	50	71,95
9	LWK S.-H. Fk SFR KWS Ferrum	B	51	73,52
10	LWK S.-H. Barlt SFR KWS Ferrum	B	48	67,25
11	LWK S.-H. Fk SFR Rumor	B	51	73,98
12	LWK S.-H. Barlt SFR Rumor	B	49	72,05
Winterweizen				
Proben-Nr.	Bezeichnung	Qualität	Härte	Mehlausbeute in [%]
13	LWK S.-H. Fk WW JB Asano	A	51	76,35
14	LWK S.-H. Barlt WW JB Asano	A	48	73,34
15	LWK S.-H. Fk WW Julius	A	52	76,50
16	LWK S.-H. Barlt WW Julius	A	48	71,73
17	LWK S.-H. Fk WW Tobak	B	51	75,42
18	LWK S.-H. Barlt WW Tobak	B	49	71,58
19	LWK S.-H. Fk WW Inspiration	B	45	76,02
20	LWK S.-H. Barlt WW Inspiration	B	42	74,99
21	LWK S.-H. Fk WW Smaragd	B	53	76,01
22	LWK S.-H. Barlt WW Smaragd	B	50	71,72
23	LWK S.-H. Fk WW Kerobino	E (EU)	54	75,62
24	LWK S.-H. Barlt WW Kerobino	E (EU)	51	72,11
25	LWK S.-H. Fk WW Pionier	A	54	75,50
26	LWK S.-H. Barlt WW Pionier	A	53	73,76
27	LWK S.-H. Fk WW Desamo	B	53	74,96
28	LWK S.-H. Barlt WW Desamo	B	49	70,65
29	LWK S.-H. Fk WW Memory	B	56	76,58
30	LWK S.-H. Barlt WW Memory	B	52	75,79
31	LWK S.-H. Fk WW Primus	B	51	74,59
32	LWK S.-H. Barlt WW Primus	B	48	72,30

Tabelle 15: Vermahlungsergebnisse

Quelle: eigene Darstellung

Hinsichtlich der Vermahlungseigenschaften können keine klaren Aussagen bezüglich etwaiger Korrelationen ausgesprochen werden. Zwar besteht ein Zusammenhang zwischen der Kornhärte und der Mehlausbeute, dieser bestätigt sich jedoch nicht durchgehend.

Die Mehlausbeute ist, mit Ausnahme der Sorte *Farandole* und der Sorte *KWS Ferrum* vom Standort Barlt, als hoch zu bezeichnen. Aufgrund der allgemein sehr ähnlichen Härte lassen sich keine Zusammenhänge zwischen Kornhärte und Mehlausbeute nachweisen. Die beiden Sorten mit niedriger Kornhärte, *Farandole* und *Inspiration*, weisen gegensätzliche Ergebnisse bezüglich der Mehlausbeute auf. Die Mehlausbeute ist, neben der Kornhärte, auch vom Mineralstoffgehalt, dem Anteil der Schale am Korn, der Kornform und der Trennbarkeit der Schale vom Endosperm abhängig. (Seibel, 2005, S. 132)

5.2 Bäckereitechnische Eignung

Um die Ergebnisse hinsichtlich ihrer bäckereitechnischen Eignung zu deuten, werden die Sorten in einer Kreuztabelle aufgeführt. Die einzelnen Tabellenparameter erklären sich wie folgt:

Standort:

A= Futterkamp

B= Barlt

Bewertung:

Um die Eignung einer Sorte darzustellen, wird eine Skalierung von 1-3 angewandt.

1 = geeignet

2 = durchschnittliche Eignung

3 = ungeeignet

Zur Klassifizierung der Sorten werden die in Kapitel 2 beschriebenen Qualitätsklassen zu Hilfe genommen.

Frühreife Sorten												
Sorte	JB Asano		Farandole		Altigo		Barok		KWS Ferrum		Rumor	
Standort	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Produkt												
Brot/Brötchen	1	1	3	3	1	1	3	3	3	3	1	1
Toast	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Kekse/Waffeln	3	3	2	2	3	3	2	2	1	1	3	3
Aufmischweizen	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Tabelle 16: Eignung des Sommerweizens

Quelle: eigene Darstellung

Aus Tabelle 16 wird ersichtlich, dass die Sorten *JB Asano* und *Altigo* die besten backtechnischen Eigenschaften in Bezug auf die Herstellung von Brot/Brötchen aufweisen.

Die Sorte *JB Asano* weist eine durchschnittliche Eignung als Brotweizen auf. Die Sorte vom Standort Futterkamp weist in dieser Beziehung bessere Werte auf, insbesondere bei den rheologischen Parametern. Auch das Volumen schwankt zwischen beiden Standorten stark. Dies lässt sich auf Grund der ausreichenden bis befriedigenden Klebergehalte erklären.

Auch der Proteingehalt, die Wasseraufnahmemengen und das damit befriedigende bis sehr gute Gebäckvolumen bestätigen diese Annahme. Bei der Sorte *JB Asano* handelt es sich um einen A-Weizen, dessen Anforderungen zumindest aus Sicht der Aurora Mühle Hamburg nicht erfüllt werden. *Altigo* und *Rumor* sind B-Weizen mit ausreichenden Werten. Bei der Sorte *Altigo* zeigen sich zwischen beiden Standorten keine großen Unterschiede. Das Backvolumen ist, trotz hoher Wasseraufnahme, als gut einzuordnen.

Die Sorten *Farandole* und *Barok* weisen eine eingeschränkte Eignung als Brotweizen auf. Die Sorte *Farandole*, deren Protein- und Sedimentationswerte überraschend hoch ausfallen, weist auf Grund ihrer geringen Härte eine nur geringe Mehlausbeute auf und erweist sich so als schwer zu vermahlender Weizen.

Bezüglich der bäckereitechnischen Verarbeitung zeigen sich hier gute Werte, die Teigerweichung ist gering, die Teigstabilität ist als sehr gut zu bewerten. Im Backversuch zeigen sich bei der Sorte vom Standort Futterkamp die besseren Werte. Die Bräunung ist jedoch in beiden Fällen als schwach zu bewerten.

Bei der Sorte *Barok* ergeben sich neben den durchschnittlichen Werten für einen B-Weizen im Backversuch nur unbefriedigende Volumina bei den Gebäcken, so dass eine Anbauempfehlung des Weizens aus landwirtschaftlicher Sicht nicht zu geben ist.

Die Sorte *KWS Ferrum* weist nur sehr geringe Klebergehalte auf. Hier kommt ein Einsatz als „Keksweizen“ in Frage, da hier das Kriterium der Wasseraufnahme mit der Folge eines gesteigerten Gebäckvolumens nicht oberste Priorität hat. Allerdings fällt die Volumenausbeute, trotz der geringen Klebergehalte und der geringen Wasseraufnahme im Farinogramm überraschend hoch aus. Aus bäckereitechnischer Sicht ist vor allem die geringe Teigstabilität in Verbindung mit der hohen Teigerweichung ein klares Ausschlusskriterium, da die Verarbeitung so erheblich beeinträchtigt ist.

Die Sorte *Rumor* zeigt im direkten Vergleich ähnliche Werte. Das Backvolumen liegt im guten bis sehr guten Bereich. Allerdings sind die rheologischen Eigenschaften mangelhaft. Die Stabilität ist nur gering und die Teigerweichung hoch. Dies erlaubt nur geringen Spielraum bei der Verarbeitung in der Bäckereitechnik.

Spätreife Sorten										
Sorte	JB Asano		Julius		Tobak		Inspiration		Smaragd	
Standort	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Produkt										
Brot/Brötchen	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
Toast	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3
Kekse/Waffeln	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1
Aufmischweizen	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3
Sorte	Kerobino		Pionier		Desamo		Memory		Primus	
Standort	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Produkt										
Brot/Brötchen	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3
Toast	1	1	2	2	1	2	3	3	3	3
Kekse/Waffeln	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
Aufmischweizen	1	1	1	2	1	2	3	3	3	3

Tabelle 17: Eignung des Winterweizens

Quelle: eigene Darstellung

Während sich die Unterschiede bei den Mineralstoffgehalten der frühreifen Sorten in Grenzen halten, zeigen sich diese umso stärker bei den spätreifen Sorten. Dies gilt für alle der folgenden Sorten.

Bei den spätreifen Sorten ist es ebenfalls die Sorte *JB Asano*, klassifiziert als A-Weizen, bei der eine Eignung als Brotweizen zu erkennen ist. Kleber- und Proteingehalte befinden sich im unteren Mittelfeld, wohingegen die Wasseraufnahme bei befriedigendem bis gutem Backvolumen relativ hoch ausfällt.

Der A-Weizen *Julius* und der B-Weizen *Memory* sind ebenfalls positiv hinsichtlich ihrer Eignung als Brotweizen zu bewerten.

Die Sorte *Julius* weist trotz Klassifizierung als A-Weizen und den relativ hohen Protein- und Sedimentationswerten und der hohen Wasseraufnahme nur ein befriedigendes Gebäckvolumen auf.

Die Sorte *Tobak* zeigt auf beiden Standorten ein mangelhaftes Gebäckvolumen. Im Backversuch zeigt sich zudem ein mangelhaftes Backverhalten, kombiniert mit einer etwas feuchten Teigoberfläche. Hinzu kommt die schlechte bäckereitechnische Verarbeitbarkeit, da Stabilität wie auch Teigerweichung ungeeignete Werte aufweisen.

Die Sorte *Inspiration* weist bei durchschnittlichem Gebäckvolumen nur eine geringe Härte auf. Dies kann aus müllereitechnischer Sicht problematisch sein. Auffällig sind die niedrigen Sedimentationswerte. Ungeeignet für die Herstellung von Brot und Brötchen, allerdings mit Potential für die Herstellung von Keksen und Waffeln ist die Sorte *Smaragd*. Die Sorte weist zum Teil sehr niedrige Kleberwerte auf. Hier erwies sich die Ermittlung der Klebergehalte als sehr schwierig, da eine Kleberbildung erst nach vielen Versuchen glückte. Für diese Sorte ist eine Empfehlung als Keksweizen auszusprechen und von einer Verwendung als Brotweizen abzusehen.

Die Sorte *Kerobino*, der einzige E-Weizen im Versuchsfeld, eignet sich zwar als Brotweizen, weist jedoch nur schwache Werte für einen E-Weizen auf. Auffällig ist zudem die hohe Dehnbarkeit, die im Extensographen ermittelt werden konnte.

Bei der Sorte *Pionier*, bei der es sich um einen A-Weizen handelt, fällt das geringe Gebäckvolumen auf. Interessant ist die Tatsache, dass die Teigerweichung bei der Probe vom Standort Futterkamp nur halb so hoch ausfällt wie bei der Probe vom Standort Barlt.

Die Sorte *Desamo* weist, trotz guter bis sehr guter Werte, nur ein geringes Gebäckvolumen auf. Eine Eignung als Brotweizen ist nicht auszusprechen. Auffällig ist der große Unterschied bei den Klebergehalten zwischen beiden Standorten.

Die Sorte *Memory* weist eine hohe Härte und eine hohe Mehlausbeute auf. Dies ist aus müllereitechnischer Sicht zwar positiv zu bewerten, allerdings zeigen die niedrigen bis mittelmäßigen Klebergehalte und das befriedigende Volumen nur eine bedingte Eignung als Brotweizen.

Auch bei der Sorte *Primus* zeigt sich eine große Diskrepanz bei den Klebergehalten. Die Proteinwerte sind in beiden Fällen relativ schwach, die Teigerweichung zum Teil sehr hoch. Während das Gebäckvolumen bei der Probe vom Standort Barlt befriedigend ist, weist diese beim Standort Futterkamp starke Mängel auf. Zudem ist der Gebäckausbund in dem Zusammenhang als schlecht zu bewerten. Beim Backversuch zeigte sich zudem eine mangelhafte Krustenrösche, die Brötchen sind pappig und hart. Von einer Eignung als Brotweizen ist abzusehen.

6. Diskussion

Bei den Ergebnissen fallen neben den Unterschieden zwischen den Sorten zum Teil auch große Unterschiede gleicher Sorten zwischen beiden Standorten auf. Somit sind bei der Betrachtung der Ergebnisse auch die geografischen Gegebenheiten beider Standort zu berücksichtigen, da sich einige Parameter, wie die unterschiedlichen Mineralstoffgehalte, eindeutig den Standorten zuweisen lassen.

Zudem ist es wichtig, die unterschiedlichen Erntezeitpunkte, Futterkamp 09.08.2013 und Barlt 23.08.2013 zu beachten, da sich die Dauer der Vegetationsperiode signifikant auf die Kornreife auswirkt. Auch die ungewöhnlichen klimatischen Bedingungen werden die Qualitätseigenschaften beeinflusst haben.

Zur bäckereitechnischen Eignung der Sorten können eine Vielzahl von Aussagen getroffen werden. Von den 16 untersuchten Sorten eignen sich aus dem frühreifen Sortiment drei Sorten für die Verwendung als Brotweizen, bei den spätreifen Sorten kann ebenfalls für drei Sorten eine Eignung als Brotweizen ausgesprochen werden. Die Sorten *Smaragd* und *Pionier* eignen sich für die Verwendung als Keksweizen. Es ist jedoch zu beachten, dass frühreife Sorten nur von geringer landwirtschaftlicher Bedeutung (< 5%) sind, da sie auf Grund ihrer schwachen Kleber- und Proteinwerte nur niedrige Qualitätsklassen erreichen.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse wird deutlich, wie sehr sich die Anforderungen an eine Weizensorte zwischen Bäckern und Landwirten unterscheiden. Während für den Bäcker neben den Verarbeitungseigenschaften bei der Teigbereitung ein hohes Gebäckvolumen im Vordergrund steht, ist für den Landwirt ein hoher Ertrag von oberster Priorität. Neben dem Einsatz des Mehles sind weitere Kriterien für beide Berufsgruppen von Bedeutung. Der Bäcker kann Getreide, sofern es sich nicht als Brotweizen eignet, auch für die Herstellung anderer Produkte, zum Beispiel Kekse oder Waffeln, einsetzen. Aus Sicht des Landwirtes müssen insbesondere die Anbaueigenschaften und Resistenzen berücksichtigt werden. Die Müllereitechnik stellt eine Schnittstelle zwischen beiden Berufsgruppen dar und stellt durch die optimale Mischung verschiedener Weizensorten das optimale Mehl für den Bäcker her.

Neben der bäckereitechnischen Eignung der Weizensorten wurden zudem die vermahlungstechnischen Eigenschaften betrachtet. Diese sind insbesondere aus Sicht des Mühlenunternehmens von Bedeutung, da sie mit der Mehlausbeute einen der wichtigsten Parameter zur Bewertung einer Sorte liefern. Auch das Hektolitergewicht ist für ein Mühlenunternehmen von hoher Bedeutung.

Aus landwirtschaftlicher Sicht stellt der Standort Barlt auf Grund seiner schwierigen Lage eine Herausforderung dar. Die bei den Untersuchungen ermittelten Hektolitergewichte

ergeben ein zu geringes Gewicht, um für den Landwirt profitabel zu sein. Die Ergebnisse sind aus landwirtschaftlicher Sicht von Interesse, da diese in die Anbauempfehlungen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein mit einfließen. Bei den Anbauempfehlungen ist zu bedenken, dass weitere Kriterien von Bedeutung sind. Dazu zählen die Resistenz gegenüber Schädlingen, die Vegetationszeiten oder biologische Faktoren wie die Wuchshöhe und die damit verbundene Witterungsbeständigkeit.

7. Fazit

Das Ziel der Untersuchungen mit der Ermittlung der bäckereitechnischen Eignung der Weizensorten konnte erreicht werden. Die Sorten wurden entsprechend ihrer Eignung unterteilt. Die Ergebnisse fallen nicht immer eindeutig aus und können nicht als allgemeingültig betrachtet werden. Dieser Aspekt ist in erster Linie der Mustergröße und deren Repräsentanz geschuldet.

Die Untersuchung der Vermahlungseigenschaften lässt keine Zusammenhänge zwischen Kornhärte und Mehlausbeute nachweisen. Die Mehlausbeuten befinden sich, mit Ausnahme zweier Sorten, im hohen Bereich. Aus müllereitechnischer Sicht weist somit lediglich die Sorte *Farandole* Mängel bei den Verarbeitungseigenschaften auf.

Die bäckereitechnische Eignung der Weizensorten liefert der Landessortenkommission Schleswig-Holstein Erkenntnisse über den Nutzen der Sorten. Sie kann, entsprechend der Versuchsergebnisse, Anbauempfehlungen an die Landwirte aussprechen und ungeeignete Sorten verwerfen.

Aus müllereitechnischer Sicht können die Untersuchungen dazu beitragen, sich für oder gegen den Kauf einer Weizensorte zu entscheiden. Allerdings ist zu beachten, dass es sich bei den Untersuchungen lediglich um die Analyseergebnisse eines Mühlenlabors handelt. Aufgrund der begrenzten Zeit konnte nur eine begrenzte Anzahl an Untersuchungen durchgeführt werden. Trotz der Durchführung zahlreicher Doppelbestimmungen sind gewisse Abweichungen, auch im Vergleich mehrerer Labore untereinander, möglich. Der große Probenumfang ermöglicht keine allzu detaillierte Analyse der Sorten. In Zukunft soll der Probenumfang auf maximal 20 Sorten begrenzt und frühreife Sorten von den Untersuchungen ausgeschlossen werden. Dies ist mit Sicherheit ein sinnvoller Schritt, da der Untersuchungszeitraum für den Praktikanten sehr begrenzt ist und die Bedeutung der frühreifen Sorten nur als gering einzustufen ist.

Zusammenfassung

Getreidemühlen stellen eine Schnittstelle zwischen Landwirten, Müllern und Bäckern dar. Zwischen diesen Berufsgruppen gibt es erhebliche Unterschiede in den Anforderungen an das Getreide. Für den Landwirt stellen Ertrag und Pflanzenschutz wesentliche Kriterien dar. Der Müller zielt auf eine hohe Mehlausbeute ab und der Bäcker benötigt ein Mehl mit einem hohen Gebäckvolumen und guten Verarbeitungseigenschaften.

Um den Anforderungen gerecht zu werden, werden laufend neue Sorten gezüchtet. Ziel ist es, die individuellen Erwartungen der Berufsgruppen an den Weizen zu erfüllen und im Idealfall zu verbessern. Die Aurora Mühle in Hamburg untersucht in unregelmäßigen Abständen diese Proben verschiedener Weizensorten, die von der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein zur Verfügung gestellt werden. Die dazu notwendigen Untersuchungen führte ich vom 03.03.2014 – 20.06.2014 im Rahmen des Praktikums durch. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf die bäckereitechnische Eignung von 16 Weizensorten von zwei verschiedenen Versuchsfeldern in Schleswig-Holstein und liefert Erkenntnisse über die Vermahlungseigenschaften der Weizensorten.

Mit Hilfe von direkten und indirekten Labormethoden ist es möglich, die Eigenschaften des Weizens zu ermitteln. Die indirekten Labormethoden dienen der Ermittlung quantitativer Parameter, wie zum Beispiel des Protein-, Kleber- und Mineralstoffgehaltes. Auch qualitative Parameter, wie die Bestimmung des Sedimentationswertes und der Fallzahl werden untersucht. Des Weiteren zählt die Rheologie in den Bereich der indirekten Labormethoden. Hier kommen zum Beispiel Farino- und Extensographen zum Einsatz, um den Backvorgang zu simulieren. Als direkte Labormethode dient der Backversuch, der die Realität am besten abbildet. Indirekte Labormethoden stellen lediglich eine Annäherung an die Realität dar und dienen der Interpretation der Ergebnisse aus dem Backversuch.

Um die bäckereitechnische Eignung zu deuten, werden die Sorten in einer Kreuztabelle entsprechend ihrer Eignung einem möglichen Einsatzgebiet, zum Beispiel als Brot- oder Keksweizen, zugeordnet. Die Zuordnung erfolgt anhand der Untersuchungsergebnisse, die sich den unterschiedlichen Qualitätsklassen für Weizen zuordnen lassen. Die Beurteilung der Vermahlungseigenschaften korreliert mit der Mehlausbeute einer Sorte. Die Ergebnisse liefern der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein Erkenntnisse über den Nutzen der Sorten. Sie kann, entsprechend der Versuchsergebnisse Anbauempfehlungen an die Landwirte aussprechen und ungeeignete Sorten verwerfen. Aus müllereitechnischer Sicht können die Untersuchungen dazu beitragen, sich für bzw. gegen den Kauf einer Weizensorte zu entscheiden.

Abstract

Grain mills represent the interface between farmers, millers and bakers. Between the professional groups, there are significant and at times conflicting differences in desired properties of the grain, being produced, processed and utilized, respectively. For the farmer, the crop yield and plant protection are essential criteria. The miller wants to reach a high flour yield and the baker needs flour with a high pastry volume and good processing properties. To reach these requirements, new varieties are continuously being developed. The aim is to reach the individual expectations of professionals in the wheat and ideally to improve them.

At irregular intervals the Aurora mill in Hamburg examines samples of developmental grain varieties provided by the Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein. As part of my internship at the mill, I carried out these tests from 03.03.2014 - 20.06.2014. This thesis focuses on the milling properties and technical suitability for baking applications of 16 wheat varieties grown at two experimental fields in Schleswig-Holstein.

By means of direct and indirect laboratory methods, it is possible to determine the properties of wheat. Quantitative measurements, such as the protein-, gluten- and mineral content are also used as indirect predictors. Furthermore, additional qualitative parameters, such as the determination of the sedimentation value, enzyme activity and grain rheology are also examined. For example, Farino- and Extensograph measurements can be used to simulate the baking process. The direct baking test offers the best assessment of a sample's suitability. The indirect measures represent only an approximation of reality and are helpful in interpreting the results of the direct baking test.

In order to interpret the bakery technical suitability, the varieties are assigned to contingency tables according to their suitability for different bakery product groups, for example as bread or biscuit wheat, based on experimental results, flour made from developmental grain varieties can then be assigned to different quality classes for wheat. The assessment of the milling properties correlates with flour yield of a variety. Testing the suitability of wheat varieties for technical bakery applications provides the Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein valuable insights into their relative utility of the varieties and allows it to make future cultivation recommendations to farmers. From the perspective of the mill these investigations can help to decide for or against the purchase of specific varieties of wheat.

Literaturverzeichnis

- Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. (1994).** *Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot.* Detmold: Verlag Moritz Schäfer.
- Aufhammer, W. (2003).** *Rohstoff Getreide.* Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co.
- Berg, M., Schenke, H., Eisele, J., Leisen, E., & Paffrath, A. (2003).** *Getreidebau in Dokumentation 10 Jahre Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen. Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“, Nr. 105. Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, S. 45-63 und im Internet unter:*
http://www.oekolandbau.nrw.de/pdf/leitbetriebe/dokumentation_10_jahre/getreidebau.pdf, abgerufen am 22. Juli 2014
- Biesalski, G. (2011).** *Taschenatlas Ernährung, 5.Auflage.* Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Brabender® GmbH & Co. KG. (o.J.)** im Internet unter:
http://www.brabender.de/uploads/pics/Extensograph-Extensogramm_Schematisch.jpg, abgerufen am 28. Juni 2014
- Bundessortenamt (2014).** *Beschreibende Sortenliste* im Internet unter:
http://www.bundessortenamt.de/internet30/fileadmin/Files/PDF/bsl_getreide_2014.pdf, aufgerufen am 08.08.2014
- f2m food multimedia gmbh. (o.J.).** *Aufbau Weizenkorn* im Internet unter:
http://www.backwelt.de/tl_files/f2m-media/images/nachrichten/2012/11-2012/Aufbau-Weizenkorn.jpg, abgerufen am 7. August 2014
- Franke, W. (2007).** *Nutzpflanzenkunde, 7.Auflage.* Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Häberli, D. G. (2008).** *Handbuch Mehl- und Schälmmüllerei.* Horn: Agrimedia GmbH.
- Helge, S. (26. Mai 2014).** Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein. Expertengespräch, (F. Pflieger, Interviewer) Hamburg
- Humpisch, G. (2003).** *Getreide lagern - Belüften und Trocknen, 2.erw.Auflage.* Bergen/Dumme: Agrimedia.
- Klingler, R. W. (2010).** *Grundlagen der Getreidetechnologie, 2.Auflage.* Hamburg: Behr's Verlag.
- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein. (April 2006).** *Die Böden Schleswig-Holsteins* im Internet unter:
http://www.umweltdaten.landsh.de/nuis/upool/gesamt/geologie/boden_sh.pdf, abgerufen am 21. Juli 2014
- Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein. (28. Mai 2014).** per E-Mail, Rendsburg, Schleswig-Holstein, Deutschland.

- Meistermarken - Ulmer Spatz. (o.J.).** *Dem Mehl auf der Spur* 2014 im Internet unter:
<http://www.meistermarken-ulmerspatz.de/downloads/bbz/Mehl-auf-der-Spur.pdf>,
abgerufen am 9. August
- Meistermarken - Ulmer Spatz. (2013).** *Erntebericht 2013.* im Internet unter:
<http://www.meistermarken-ulmerspatz.de/downloads/bbz/Erntebericht-2013.pdf>,
abgerufen am 9. August 2014
- Miedaner, T., & Longin, F. (2012).** *Unterschätzte Getreidearten Einkorn, Emmer, Dinkel & Co.* Agrimedia GmbH & Co. KG.
- Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume. (o.J.).**
im Internet unter:
www.umweltdaten.landsh.de/nuis/upool/gesamt/jahrbe98/oekbeob/jb98_g01.gif,
abgerufen am 26. Juni 2014
- Mühle Publikation. (2012).** *Getreide-Jahrbuch 2012/2013.* Detmold: Verlag Moritz Schäfer.
- Mühlenchemie GmbH & Co. KG. (o.J.).** *Glossar* im Internet unter:
<http://muehlenchemie.de/deutsch/know-how/glossar.html>, abgerufen am 9. August 2014
- Obenauf, U. (22. Februar 2014).** *Empfehlungen zur Stickstoffdüngung zu Wintergetreide.*
aus *Bauernblatt*, S. 30-37 und im Internet unter:
http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Bauernblatt/PDF_Toepfer_2014/BB_08_22.02/30-37_Obenauf_N-Duengung_Wintergetreide.pdf, abgerufen am 13. Juni 2014
- Odenthal, A., & Kirsch, B. (1993).** *Fachkunde Müllereitechnologie.* München:
Bayerischer Müllerbund e.V.
- Otteneder (Hrsg.), H. (2010).** *Rückstände und Kontaminanten.* Clenze, Agrimedia GmbH&Co. KG
- Schachtschabel, P., Blume, H.-P., Brümmer, G., Hartge, K.-H., & Schwertmann, U. (1992).** *Lehrbuch der Bodenkunde, 13. Auflage.* Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag.
- Schlichting, E. (1986).** *Einführung in die Bodenkunde, 2. Auflage.* Hamburg, Berlin:
Verlag Paul Parey.
- Schünemann, C., Treu, G. (2009)** *Technologie der Backwarenherstellung - Fachkundliches Buch für Bäcker und Bäckerinnen, 10. überarbeitete Auflage.*
Alfeld, Gildebuchverlag
- Seibel, W. (2005).** *Warenkunde Getreide, 6. Auflage.* Bergen/Dumme: Agrimedia GmbH.
- Verband Deutscher Mühlen e.V. (September 2013b).** *Brotgetreide 2013 aus Mehlreport- Infos für Profis von den deutschen Mühlen, Ausgabe 23, Seite 1-2* und
im Internet unter: http://www.gmf-info.de/medi/mehlreport/MehlReport_23_2013.pdf, abgerufen am 15. Juni 2014

Verband Deutscher Mühlen e.V. (Februar 2013a). *Unser Brotgetreide Nr. 1 aus Mehltreport- Infos für Profis von den deutschen Mühlen*, Ausgabe 22, Seite 2-3 und im Internet unter: http://www.gmf-info.de/medi/mehlreport/MehlReport_22_2013.pdf, abgerufen am 16. Juli 2014

Zentgraf, H. (2007). *Eine kleine Fachkunde der wichtigsten Getreidearten* im Internet unter: <http://www.gmf-info.de/getreidekunde.pdf>, abgerufen am 21. Juli 2014

Zentgraf, H., Lück, S., & Müller, S. (7. August 2006). *Lasst Zahlen sprechen - Mehlwissen für die Backpraxis aus Mehltreport- Infos für Profis von den deutschen Mühlen*, Ausgabe 07, Seite 2-4 und im Internet unter: http://www.gmf-info.de/medi/mehlreport/MehlReport_07_2006.pdf, abgerufen am 22. Juli 2014

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Untersuchungsergebnisse Landessortenversuche	55
Anlage 2: Ergebnisse Backversuche.....	56
Anlage 3: Übersicht Weizenproben.....	57
Anlage 4: Bestimmung des Sedimentationswertes	57
Anlage 5: Sommerfrühweizen Backversuche	58
Anlage 6: Winterweizen Backversuche	60
Anlage 7: Expertengespräch mit Helge Stephan von der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein	63

Landessortenversuche Schleswig-Holstein

Anlage 1: Untersuchungsergebnisse Landessortenversuche

Sommerfrühweizen																							
lfd.Nr	Bezeichnung	Qual.	ID	FK 155		NIR Wz	NIR Wz	NIR Wz							Farino					Extens.			
				GI	FK [%]										Prot [% i.Tr.]	Feuchte [%]	Härte	Sedi.	FZ [sec]	HL-Gewicht	Mehlausb. [%]	Minst [% i.Tr.]	Feuchte [%]
1	LWK S.-H. Fk SFR JB Asano	A	38946	97	21,7	11,6	14,9	51	33	385; 401	82,10	72,00	0,492	14,2	57,0	1,7	90,0	2,0	57,2	81,0	743,0	86,0	8,6
2	LWK S.-H. Barlt SFR JB Asano	A	38947	97	23,9	12,8	15,1	51	38	371; 359	78,20	73,42	0,560	13,6	57,1	1,2	74,0	3,0	56,9	101,0	518,0	125,0	4,2
3	LWK S.-H. Fk SFR Farandole	B (EU)	38954	98	26,2	12,6	15	44	40	383; 355	78,40	64,13	0,619	13,0	57,9	2,7	57	8,6	56,8	119	562	126	4,5
4	LWK S.-H. Barlt SFR Farandole	B (EU)	38955	100	21,6	13,2	14,8	43	46	217; 222	72,95	67,21	0,575	13	56,3	2,7	37	13,2	55,1	119	434	148	2,9
5	LWK S.-H. Fk SFR Altigo	B (EU)	38958	100	25	12	14,6	50	37	367; 363	79,00	75,96	0,592	12,5	62,1	2,3	62	6,1	60,4	91	583	113	5,2
6	LWK S.-H. Barlt SFR Altigo	B (EU)	38959	100	24	12,3	15,2	50	35	235; 234	75,25	73,98	0,667	12,3	61	2,2	87	4,4	59	105	509	138	3,7
7	LWK S.-H. Fk SFR Barok	B (EU)	39019	82	26,6	12,2	13,3	50	36	398; 397	75,55	72,61	0,589	13,1	58,6	2	102	4,3	58,5	76	452	124	3,6
8	LWK S.-H. Barlt SFR Barok	B (EU)	39020	97	21	12	13,9	50	34	417; 405	77,60	71,95	0,673	12,9	55,4	1,8	94	3,5	54,9	88	519	118	4,4
9	LWK S.-H. Fk SFR KWS Ferrum	B	39025	100	18,9	11,5	13,7	51	34	353; 367	80,10	73,52	0,563	13,1	56	1,5	97	2,4	55,6	109	790	99	8
10	LWK S.-H. Barlt SFR KWS Ferrum	B	39026	100	17	11,5	13,7	48	38	360; 348	77,90	67,25	0,616	12,9	54,8	1,7	108	2,3	54,2	140	868	113	7,7
11	LWK S.-H. Fk SFR Rumor	B	39027	99	23,8	11,7	13,6	51	31	363; 360	79,30	73,98	0,524	13,4	58,9	2	97	1,9	58,8	69	642	85	7,6
12	LWK S.-H. Barlt SFR Rumor	B	39028	100	23,3	12,1	13,9	49	38	350; 353	77,50	72,05	0,591	13	56,8	1,8	108	2,2	56,3	90	575	107	5,4
Winterweizen																							
lfd.Nr	Bezeichnung	Qual.	ID	FK 155		NIR Wz	NIR Wz	NIR Wz							Farino					Extens.			
				GI	FK [%]										Prot [% i.Tr.]	Feuchte [%]	Härte	Sedi.	FZ [sec]	HL-Gewic	Mehlausb. [%]	Minst [% i.T]	Feuchte [%]
13	LWK S.-H. Fk WW JB Asano	A	39069	98	25,2	12	14,3	51	35	421; 402	82,00	76,35	0,554	13	59,5	1,7	82	2,7	58,8	75	613	92	6,7
14	LWK S.-H. Barlt WW JB Asano	A	39070	98	21,2	11,8	14,6	48	37	345; 359	78,30	73,34	0,622	12,7	58,1	1,7	83	2,1	57	85	580	104	5,6
15	LWK S.-H. Fk WW Julius	A	39072	89	31,3	12,8	13,9	52	44	394; 384	82,60	76,50	0,516	12,7	63,6	2	63	4,5	62,1	85	575	110	5,2
16	LWK S.-H. Barlt WW Julius	A	39073	99	24,7	12,6	14,5	48	43	378; 369	77,05	71,73	0,655	12,3	61,7	2	76	2,5	60,2	100	606	114	5,3
17	LWK S.-H. Fk WW Tobak	B	39080	96	24,7	12,1	13,8	51	30	394; 402	80,30	75,42	0,593	12,6	62,2	2,3	97	3,7	60,8	64	409	112	3,7
18	LWK S.-H. Barlt WW Tobak	B	39081	96	20,8	11,9	15,1	49	35	367; 358	73,25	71,58	0,71	12,4	59,4	2,2	109	3,2	57,8	45	248	121	2
19	LWK S.-H. Fk WW Inspiration	B	39126	94	23	12,1	14,3	45	26	357; 380	80,90	76,02	0,556	12,3	55,2	1,9	88	3,3	53,9	82	606	102	6
20	LWK S.-H. Barlt WW Inspiration	B	39127	98	17,5	11,8	14,9	42	22	329; 327	76,65	74,99	0,683	12,3	53	1,4	112	2,2	51,4	77	518	105	4,9
21	LWK S.-H. Fk WW Smaragd	B (EU)	39131	99	14,0	12,1	13,5	53	38	394; 381	81,40	76,01	0,567	12,6	60,2	1,7	92	2	58,7	98	810	96	8,4
22	LWK S.-H. Barlt WW Smaragd	B (EU)	39132	99	16,1	12,5	14	50	40	398; 386	76,25	71,72	0,7	12	60,6	1,7	112	1,6	58,6	95	689	104	6,7
23	LWK S.-H. Fk WW Kerobino	E (EU)	39184	87	30,3	13,3	13,6	54	46	413; 400	80,40	75,62	0,577	12,5	61,4	2,8	93	4,4	60	106	647	113	5,7
24	LWK S.-H. Barlt WW Kerobino	E (EU)	39185	96	28,1	13,6	13,8	51	49	344; 352	74,65	72,11	0,729	12	60,5	2,5	84	4,8	58,4	106	456	139	3,3
25	LWK S.-H. Fk WW Pionier	A	39186	86	29,2	13,2	13	54	41	403; 393	81,30	75,50	0,573	12,1	61,7	2,2	53	5,1	59,6	92	571	114	5
26	LWK S.-H. Barlt WW Pionier	A	39187	99	24,3	12,9	13,7	53	42	396; 384	76,15	73,76	0,741	12,5	59,7	1,7	101	2,1	58,3	125	631	132	4,8
27	LWK S.-H. Fk WW Desamo	B	39195	59	30,9	13,1	13,4	53	32	459; 467	79,70	74,96	0,58	12,5	61,3	1,9	86	3,2	59,9	62	550	85	6,4
28	LWK S.-H. Barlt WW Desamo	B	39196	98	22,5	12,4	14,6	49	29	421; 418	74,15	70,65	0,774	11,9	60,8	1,7	103	1,8	59	64	586	88	6,7
29	LWK S.-H. Fk WW Memory	B	39197	97	25,3	12	12,9	56	31	388; 393	81,20	76,58	0,546	12,3	59,2	1,7	75	2,1	57,6	112	910	97	9,5
30	LWK S.-H. Barlt WW Memory	B	39198	98	18,5	11,8	14,1	52	32	346; 336	74,85	75,79	0,748	12,4	58,5	1,5	90,0	1,6	57,0	77	559	99	5,6
31	LWK S.-H. Fk WW Primus	B	39202	95	24,1	11,8	13,3	51	35	412; 393	81,30	74,59	0,593	12,2	59,9	1,7	105,0	1,7	58,3	64	637	79	8,1
32	LWK S.-H. Barlt WW Primus	B	39203	100	17	11,3	14,4	48	32	347; 338	72,75	72,30	0,72	11,8	57,0	1,5	125,0	1,5	54,7	69	658	82	8,0

Rapid-Mix-Test

Sommerfrühweizen

lfd.Nr.	Bezeichnung	Qual.	ID	Teigeinlage in g	Flüssigkeit in ml	Teigtemperatur in °C	Teigelastizität	Teigoberfläche	Backverhalten	Porengleich- mäßigkeit	Krustenrösche	Gebäcke nicht ausgebunden	Krumenelas- tizität	Gebäckausbund	Bräunung	Volumenausbeute in ml/100g
1	LWK S.-H. Fk SFR JB Asano	A	38946	1651	572	27,0	1	1	2	2	2	0	1	3	1	628
2	LWK S.-H. Barlt SFR JB Asano	A	38947	1647	569	27,0	1	4	1	2	1	0	3	2	2	728
3	LWK S.-H. Fk SFR Farandole	B (EU)	38954	1627	589	27,1	6	2	1	1	2	0	1	1	4	692
4	LWK S.-H. Barlt SFR Farandole	B (EU)	38955	1640	590	27,3	8	2	1	1	2	0	1	2	4	654
5	LWK S.-H. Fk SFR Altigo	B (EU)	38958	1669	604	26,4	3	2	1	2	1	0	2	3	1	656
6	LWK S.-H. Barlt SFR Altigo	B (EU)	38959	1655	590	26,3	1	1	2	2	1	0	2	2	1	664
7	LWK S.-H. Fk SFR Barok	B (EU)	39019	1663	585	26,2	8 (etwas)	1	2	2	2	0	2	2	1	588
8	LWK S.-H. Barlt SFR Barok	B (EU)	39020	1621	549	26,1	6	2	2	2	2	0	1	2	1	584
9	LWK S.-H. Fk SFR KWS Ferrum	B	39025	1634	556	26,3	8 (etwas)	3	2	2	2	0	2	3 / tief	1	650
10	LWK S.-H. Barlt SFR KWS Ferrum	B	39026	1617	542	26,1	3 von 5	3	2	2	2	0	3	1	1	692
11	LWK S.-H. Fk SFR Rumor	B	39027	1669	588	26,0	6	3 / rissig	2	2	2	0	2	etwas breit / tief	1	646
12	LWK S.-H. Barlt SFR Rumor	B	39028	1640	563	26,1	6	2 / rissig	2	2	2	0	2	2 / tief	1	708

Winterweizen

lfd.Nr.	Bezeichnung	Qual.	ID	Teigeinlage in g	Flüssigkeit in ml	Teigtemperatur in °C	Teigelastizität	Teigoberfläche	Backverhalten	Porengleich- mäßigkeit	Krustenrösche	Gebäcke nicht ausgebunden	Krumenelas- tizität	Gebäckausbund	Bräunung	Volumenausbeute in ml/100g
13	LWK S.-H. Fk WW JB Asano	A	39069	1663	588	26,2	1/8	1	1	2	2	0	2	2	1	644
14	LWK S.-H. Barlt WW JB Asano	A	39070	1637	570	26,3	6	1	1	2	2	0	2	2	1	668
15	LWK S.-H. Fk WW Julius	A	39072	1688	621	26,4	8	2	2	2	1	1	2	2	1	630
16	LWK S.-H. Barlt WW Julius	A	39073	1666	602	26,4	6 (etwas)	1	2	2	2	0	2	1	1	616
17	LWK S.-H. Fk WW Tobak	B	39080	1565	608	26,2	8/9	4	3	2	2	1	2	2	1	568
18	LWK S.-H. Barlt WW Tobak	B	39081	1535	578	26,1	8/9	4	3	2	2	2	2	2	1	580
19	LWK S.-H. Fk WW Inspiration	B	39126	1607	539	26,5	8 (etwas)	3	2	2	2	0	1	2	1	618
20	LWK S.-H. Barlt WW Inspiration	B	39127	1581	514	27,2	8	1	2	2	1	0	1	3	1	612
21	LWK S.-H. Fk WW Smaragd	B	39131	1650	587	27,0	4	2	3	1	2	0	3	4	1	630
22	LWK S.-H. Barlt WW Smaragd	B	39132	1651	586	26,8	8	1	1	1	3	0	1	3	3	554
23	LWK S.-H. Fk WW Kerobino	E (EU)	39184	1666	600	27,1	8	2	1	2	1	0	2	3	1	684
24	LWK S.-H. Barlt WW Kerobino	E (EU)	39185	1643	584	27,0	8	2	1	2	1	0	1	2	1	670
25	LWK S.-H. Fk WW Pionier	A	39186	1656	596	26,8	6	2	1	2	1	0	1	2	1	608
26	LWK S.-H. Barlt WW Pionier	A	39187	1650	583	26,9	6	2	1	2	1	0	1	2	1	594
27	LWK S.-H. Fk WW Desamo	B	39195	1665	599	26,9	8	2	2	3	3	0	3	2	2	568
28	LWK S.-H. Barlt WW Desamo	B	39196	1655	590	27,0	1	2	2	2	3	0	4	4	3	556
29	LWK S.-H. Fk WW Memory	B	39197	1644	576	27,0	7	2	2	3	2	0	2	4	1	604
30	LWK S.-H. Barlt WW Memory	B	39198	1635	570	26,8	7	2	2	3	2	0	3	4	1	610
31	LWK S.-H. Fk WW Primus	B	39202	1606	547	27,1	3	2	3	2	3	0	1	4	2	556
32	LWK S.-H. Barlt WW Primus	B	39203	1650	583	27,0	8	1	2	2	3	0	1	1	1	656

Bewertung:

Teigelastizität	(1) normal, (2) wollig, (3) guter Stand, (4) etwas kurz, (5) kurz, (6) etwas zäh, (7) zäh, (8) geschmeidig, (9) nachlassend
Teigoberfläche	(1) normal, (2) etwas trocken, (3) trocken, (4) etwas feucht, (5) feucht, (6) schmierig
Backverhalten	(1) gut, (2) befriedigend, (3) schlecht
Porengleichmäßigkeit	(1) gleichmäßig, (2) ziemlich gleichmäßig, (3) ungleichmäßig, (4) Hohlräume
Krustenrösche	(1) gut, (2) befriedigend (weichsplittrig, hartsplittrig), (3) mangelhaft (pappig, hart)
Gebäcke nicht ausgebunden	(1) Befriedigend: einige nicht ausgebunden, (2) Mangelhaft: nicht ausgebunden, Mehrzahl nicht ausgebunden
Krumenelastizität	(1) gut, (2) noch gut, (3) befriedigend, (4) mangelhaft
Gebäckausbund	(1) gut, (2) noch gut (etwas breit, etwas schmal), (3) befriedigend (breit, schmal), (4) mangelhaft (sehr breit)
Bräunung	(1) normal, (2) etwas schwach, (3) etwas kräftig, (4) schwach, (5) kräftig

Anlage 3: Übersicht Weizenproben



Anlage 3 stellt die Weizenproben dar. Von jeder Probe wurden ca.200 g zur Bestimmung des Sedimentationswertes aufbewahrt, da hier eine feinere Vermahlung nötig ist. Der Rest der Proben wurde in der Versuchsmühle vermahlen.

Anlage 4: Bestimmung des Sedimentationswertes



Im unteren Teil des Reagenzglases befindet sich das Sediment (dunkle Flüssigkeit), der Wert wird nach 5 Minuten abgelesen.

Anlage 5: Sommerfrühweizen Backversuche

1.



2.



3.



4.



5.



6.



Anlage 6: Winterweizen Backversuche

7.



8.



9.



10.



11.



12.



13.



14.



15.



16.



Anlage 7: Expertengespräch mit Helge Stephan von der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

1. Ist es möglich, einzelne Weizenparameter durch den Anbau bzw. die Düngung zu beeinflussen?

Der Termin der Ernte kann Einfluss auf den Ertrag haben. Zudem kann durch den Erntezeitpunkt die Fallzahl beeinflusst werden, da diese bei später Ernte sinkt.

2. War die Düngung an beiden Standorten gleich?

Bei den Landessortenversuchen ist die Düngung einheitlich. Mit Hilfe von Stickstoff ist es möglich, den Proteinwert zu beeinflussen.

3. Welche Parameter werden durch das genetische Potential bestimmt?

Der Proteingehalt, dieser korreliert mit der Kleberqualität.

4. Welche klimatischen Bedingungen herrschen an den Standorten?

Die klimatischen Tabellen werden per E-Mail nachgereicht.

5. Welche Fruchtfolgen wurden auf den Standorten angebaut?

Wahrscheinlich wurde an beiden Standorten als Vorfrucht Raps (zu 80%) eingesetzt. Genaue Infos werden per E-Mail nachgereicht.

6. Welche Bodenverhältnisse weisen die Standorte auf?

Barlt liegt in der Marsch, der Boden in Futterkamp ist lehmiger Sand.

7. Was ist der Grund für die unterschiedlichen Mineralstoffgehalte zwischen den Standorten?

Die Vermutung liegt nahe, dass die unterschiedlichen Mineralstoffgehalte durch den Boden bedingt sind. Der Standort Futterkamp ist wahrscheinlich wärmer als Barlt. Das Korn könnte, verglichen mit Barlt, ausgeprägter sein.

8. Können Sie Fachliteratur zum Thema Anbau, Düngung und Pflanzenschutz von Weizen empfehlen?

Auf der Internetseite: <http://www.lksh.de/landwirtschaft/pflanze/getreide/winterweizen/> gibt es Anbauempfehlungen zu diesen Themen. Literaturvorschläge per E-Mail.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig verfasst und keine anderen Hilfsmittel als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Wörtlich oder sinngemäß aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Hamburg, den 19.08.2014

(Franz Pfleger)