

**44. Wissenschaftliche Informationstagung
Berlin-Brandenburgische Gesellschaft für Getreideforschung 2015**

am 15. Januar 2015 in Berlin

**Bewertung der Brotroggenqualität
auf der Grundlage neuer Spezifikationen des Rohstoffs
mit Blick auf technische Anwendungen**



Dr. Heinz Kaiser / Alexander Voß – ILU e.V. Nuthetal

*Institut für
Lebensmittel-
und Umweltforschung e.V.*

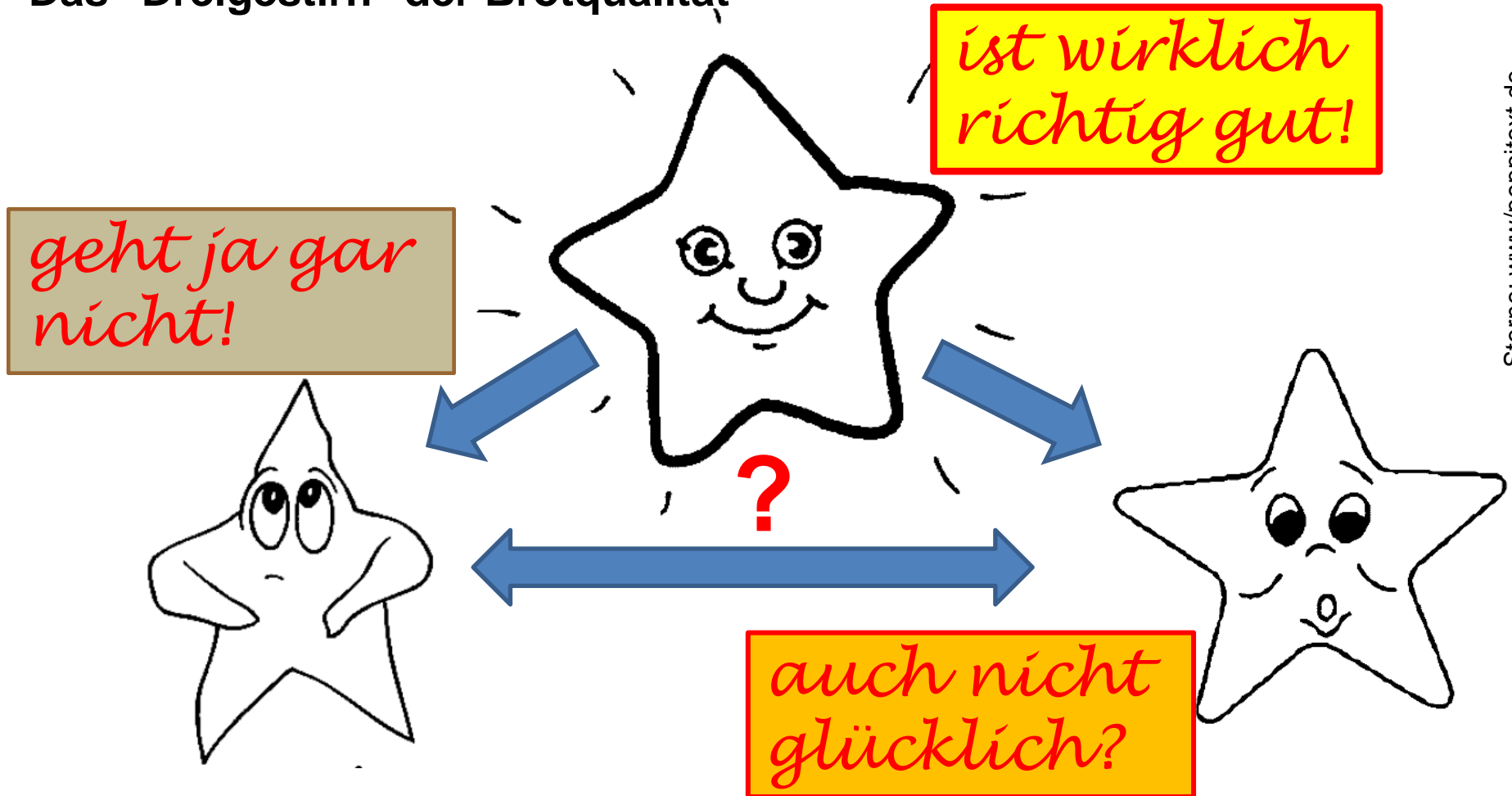


Agenda

- **Ausgangssituation: Fehler bei der Brotqualität (mit der Tendenz "Trockenbacken")**
- **Bedeutung der Krume für die Brotqualität**
- **Einsatz rheologischer Methoden bei der Bewertung der Mahlprodukte für ihre Fähigkeit zur Krumenbildung**
- **Ergebnisse der Roggenbewertungen in den Ernten 2010 - 2014**
- **Fazit: Vorschläge für eine zukünftige Bewertung von Brotroggen**

➤ Ausgangssituation: Fehler bei der Brotqualität

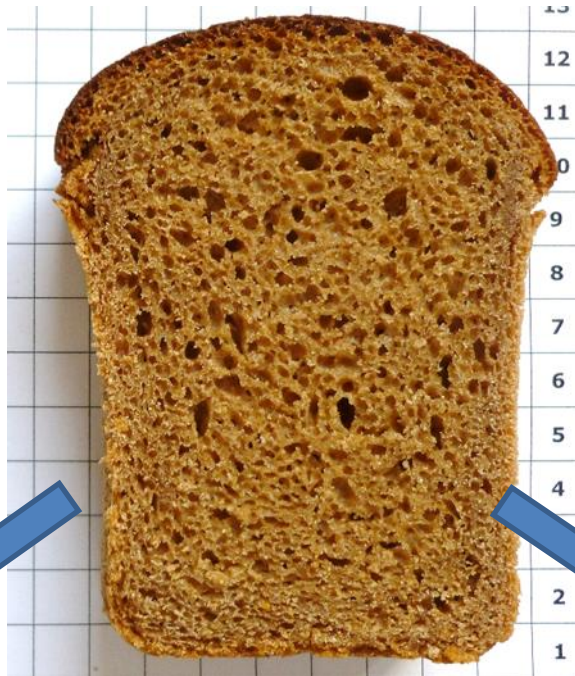
Das "Dreigestirn" der Brotqualität



Eckpunkte der Roggenbrotqualität

Roggen ist
(extrem) "feucht"
backend

Roggen ist
"trocken"
backend



Stärkeverkleisterung!

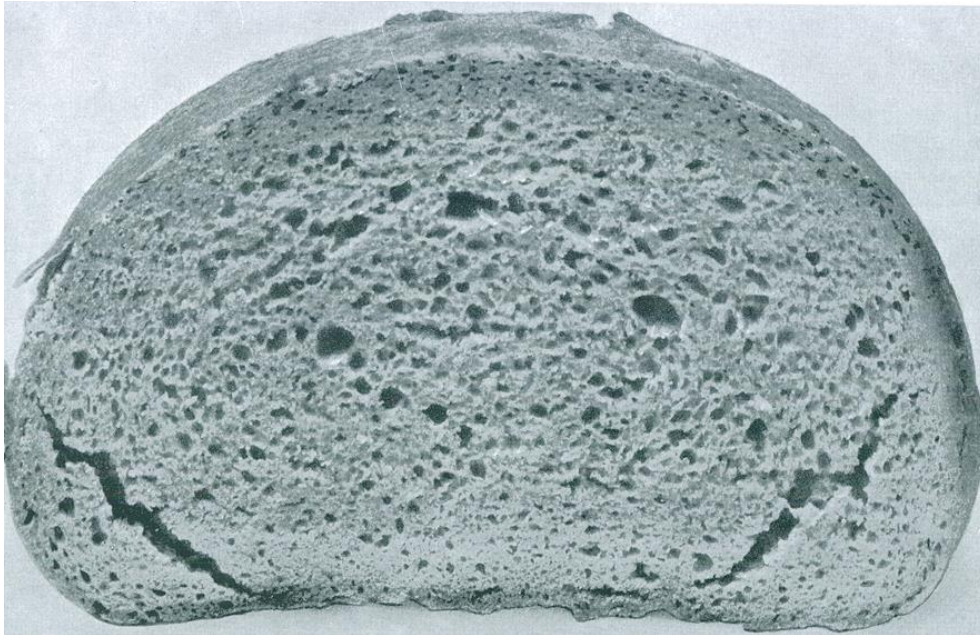
*Auswuchs - gibt es das
wirklich noch??*

*fest, trocken, rissig:
gibt es leider viel zu oft!*

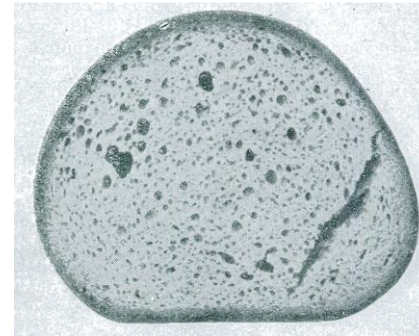
li.: Ernteunters. IGV 2010
mi.: ILU-Screening 2012
re.: ILU-Screening 2013

Bewertung Brotroggenqualität / 44. Wiss. Informationstagung der BBGfG 2014
Die Situation in den 60iger Jahren ...

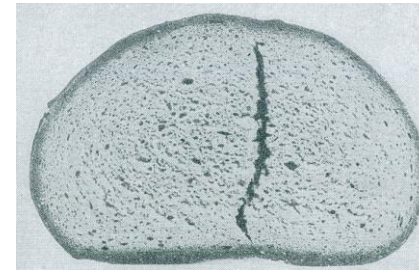
*... das trat früher auch schon
auf!*



Fuchs: Qualität von Brot und Kleingebäck
Fachbuchverlag Leipzig 1967, S. 33



Wernicke: Gutes
Brot; Killinger
Verlagsgesellsch.
Leipzig 1949



Roggenbrote mit Trockenrissen!

Die Situation seit den 2000er Jahren ...



*... das ist heute leider
öfter der Fall! ¹⁾*

Roggenbrot (sortenreines
Erntemuster) mit seitlichen
Trockenrissen, die nach 1 ... 2
Tagen auftreten

Quelle:
Roggenmuster aus der Ernteuntersuchung
IGV GmbH 2010

*¹⁾ regional aber
sehr differenziert*

... und bis heute anhaltend

... auch wieder in der Ernte 2014 !



Roggenbrot (sortenreines Erntemuster) mit seitlichen Trockenrissen, die nach 3 ... 5 Tagen auftraten

Quelle: Roggenmuster aus der Ernteuntersuchung IGV GmbH 2014

➤ Bedeutung der Krume für die Brotqualität

Bei Roggenmischbrotten sowie bei Roggenvollkorn- und Schrotbrotten treten typische Fehler auf:

- Volumen- und Lockerungsmängel, Porengröße u. -verteilung (Porenbild)
- wenig saftige Krume bei mangelnder Frischhaltung
- Mängel in den Kaueigenschaften
- Rissbildungen in der Krume nach kurzer Alterungszeit

Diese Fehler sind betriebsübergreifend und sind **nicht** an Betriebsgrößen oder an **Verfahrens- und Führungspraktiken gebunden.**

➔ Die Ursachen liegen im Rohstoff begründet!

➔ **Krumenbeschaffenheit ist ein sehr wichtiges Kriterium:**

Lockerung / Porenbild / Festigkeit / Elastizität / Biss / Kaubarkeit / Löslichkeit / "Saftigkeit" / Frischeempfinden / Aroma- und Geschmackswahrnehmung

Berücksichtigung der Krume für die Gesamtqualität

Merkmals nach dem 5-Punkte-Prüfschema	Wichtung des Merkmals im 5er-Prüfschema	Einfluss der Krumenbeschaffenheit auf das jeweilige Merkmal
1. Form, Aussehen	2	hoch
2. Oberflächen-, Krusteneigenschaften	2	geringer
3. Lockerung, Krumenbild	3	sehr hoch
4. Struktur, Elastizität	4	sehr hoch
5. Geruch	3	eher gering
6. Geschmack	6	mittel

Vorgänge beim Übergang vom Teig zur Krume

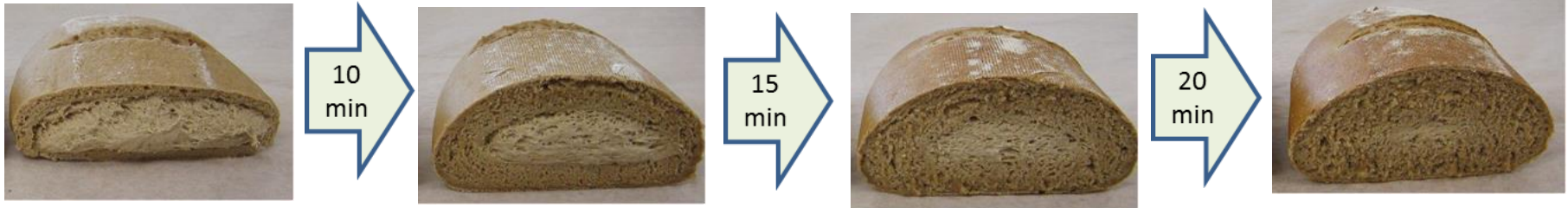


Bild: Hermann (IGV) Simulationsbacken

- **Volumenzunahme/Formveränderung** durch **Expansion der Gasphase** bei gleichzeitigem Phasenübergang von Teigwasser in **expandierenden Dampf**
- **Gashaltung** in der hochviskose Teigmatrix, unterstützt durch die Backhaut
- **Wasserfreisetzung** durch Proteindenaturierung sowie (bedingte) Abgabe von den NSP und paralleler **Wasserübergang auf die Stärkekörner**
- **Stärkequellung und -verkleisterung** durch Aufnahme von Wasser
- Bildung einer komplexen **Netzwerkstruktur** von verkleisterter Stärke mit NSP, Proteinen und der eingelagerten Gasphase

➤ Einsatz rheologischer Methoden bei der Bewertung der Fähigkeit zur Krumbildung

Bisher: Fallzahlmessung und Aufnahme des Amylogramms

Fallzahlmessgerät

(ICC-Vorschrift 107)



die "Teigausbeute"
entspricht 457 %

Bildquelle: <http://www.kastenmueller.com>

Amylograph

(ICC-Vorschrift Nr. 126/1)



die "Teigausbeute"
entspricht 663 % bei
Mehl und 600 % bei
Schrot

Anm.: $1 \text{ AE} \cong 6,88 \times 10^{-5} \text{ Nm}$



aber: Teigherstellung Roggen- und Roggenmischteige
100 g Gesamtmehl und 68 ... 74 g Wasser einschließlich der
Sauerteigstufen (bei Schrotten 78 ... 86 g Wasser)

die Teigausbeute/TA entspricht 168 - 174 %

Bildquelle: Knetkessel mit Mischteig/F. Zehle (IGV)

Erfordernis zur Veränderung der rheologischen Messbedingungen

Aufgabe:

Gestaltung rheologischer Messungen mit dem Ziel des "Sichtbarmachens" der Wechselwirkungen der wesentlichen Inhaltsstoffe

- Stärke(-körner)
- Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP)
- Proteine

untereinander und mit dem Wasser in der Teig- und Backphase.

Ziel:

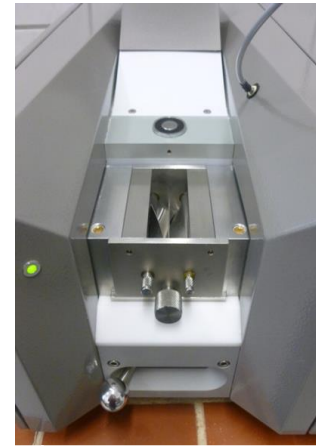
1. Messbedingungen schaffen, die den teigrealen Wasserhaushalt abbilden und die gleiche "Konkurrenzsituation" beim Kampf um das Wasser schaffen wie beim Backen.
2. Ableitung der potenziellen Eignung des Mahlproduktes für die angestrebte Brotqualität.

Mehl/Wasser-Verhältnis in Roggenteigen als Messgrundlage

- Geräte zur Drehmomentmessung von Teigen bei Erwärmung und Abkühlung → **Messkneteter**
- Auswahl: **Mixolab** der Fa. Chopin, ein Messkneteter für kleine Probenmengen bei Gewährleistung einer hoher Temperierdynamik



Knetkammer zerlegt



Gerät montiert

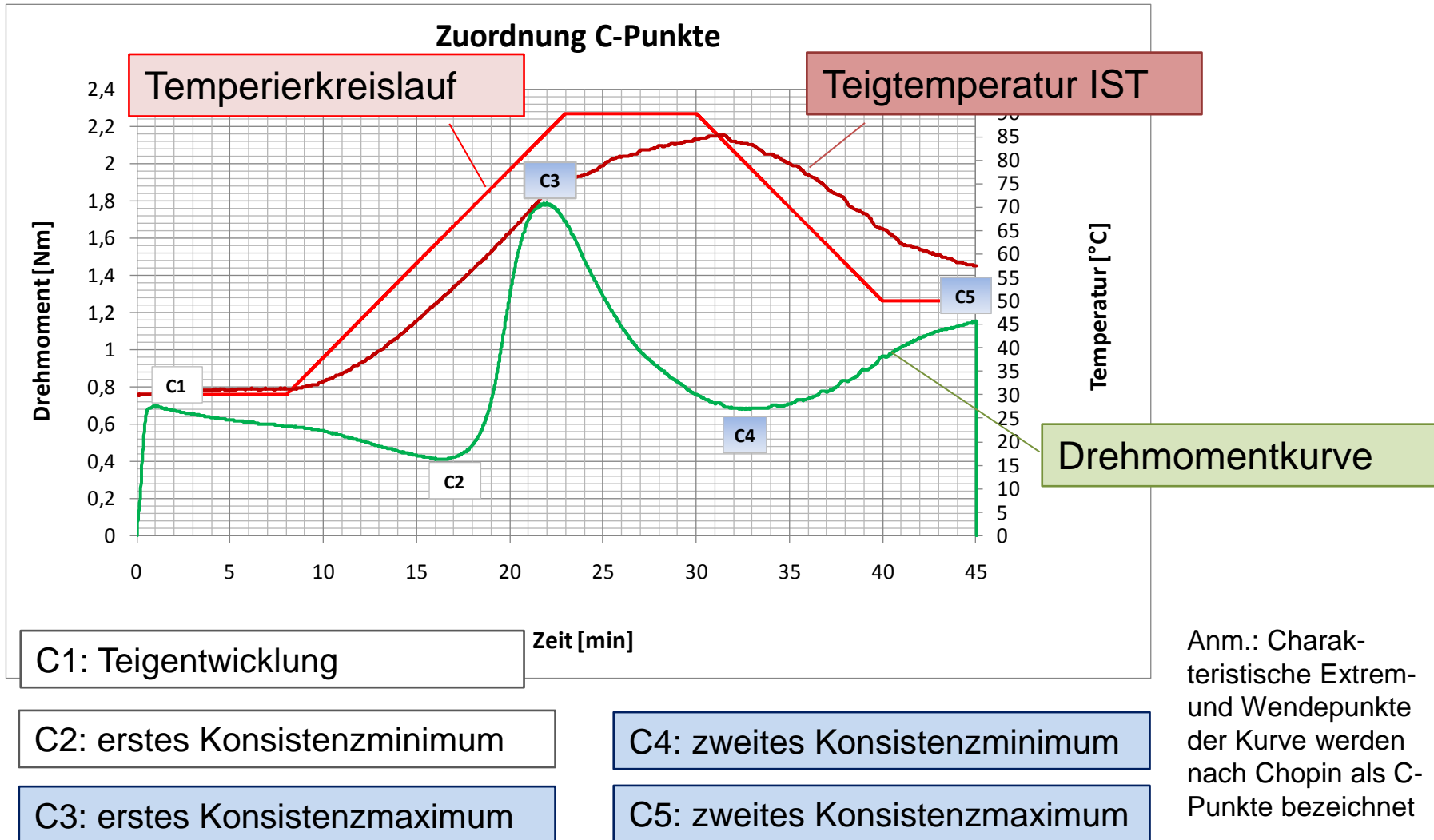


Gerät in Betrieb

Entwicklung des Messdesigns:

- Bestimmung eines Basisdrehmomentes für Roggenteige praxisüblicher Festigkeit
- Aufstellen einer Beziehung für die Wasseraufnahme bei Roggen zur Einstellung des Zieldrehmomentes nach der orientierenden Erstmessung
- Ermittlung der optimalen Teigmenge / des Füllungsgrades des Kneters in Verbindung mit der Validierung des Basisdrehmomentes zur optimal ermittelten Teigmenge
- Problemlösungen bei Strömungsabriss und bei Unstetigkeiten des Drehmomentes bei der Teigentwicklung

Prinzipielle Drehmomentkurve als Auswertungsgröße



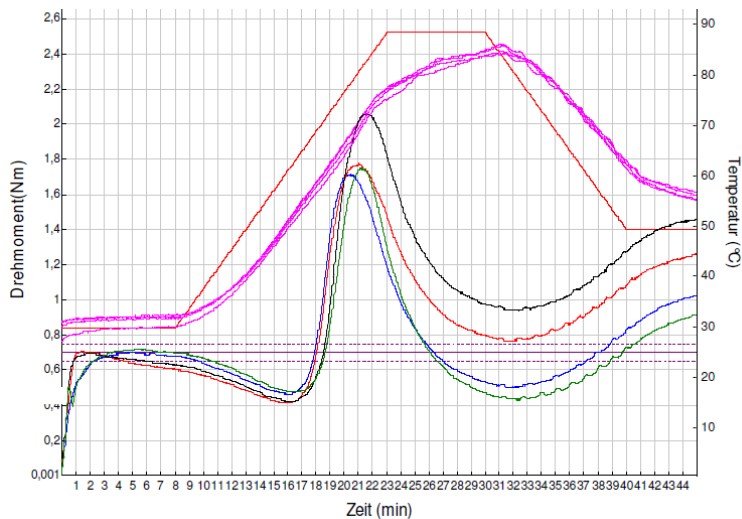
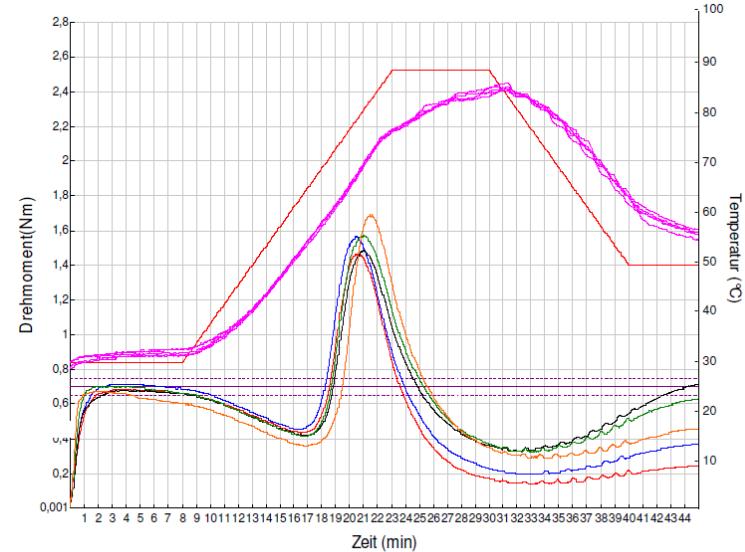
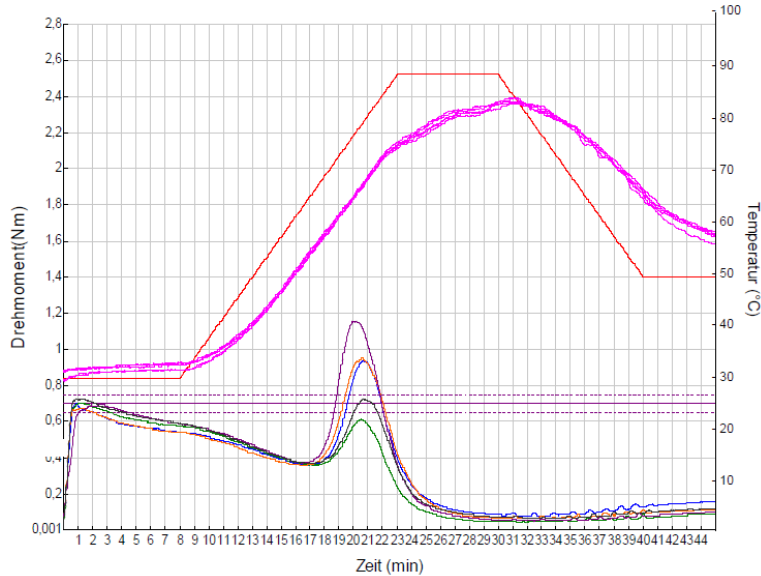
➤ Ergebnisse der Roggenbewertung

Erster Schritt: Gruppierung/Clustereinteilung → **niedrig**, **normal**, **hoch**

Cluster	Kriterien nach bisherigen Messungen
Reduzierter Verkleisterungsbereich Cluster "niedrig"	Fallzahl ≤ 120 s Verkleisterungstemperatur $\leq 63^\circ\text{C}$ Viskositätsmaximum ≤ 200 AE
Konventionell-normaler Verkleisterungsbereich Cluster "Standard"	Fallzahl 121-180 s Verkleisterungstemperatur 63-67°C Viskositätsmaximum 201-600 AE
Erhöhter Verkleisterungsbereich Cluster "hoch"	Fallzahl ≥ 181 s Verkleisterungstemperatur $\geq 67^\circ\text{C}$ Viskositätsmaximum ≥ 601

häufigsten Sorten → Conduct P (21); Palazzo H (21); Brasetto H (12); Dukato P (8);
Visello H (8); Recrut P (7); Helltop H (5)

Drehmomentverläufe innerhalb der Clustergruppen (exemplarisch)



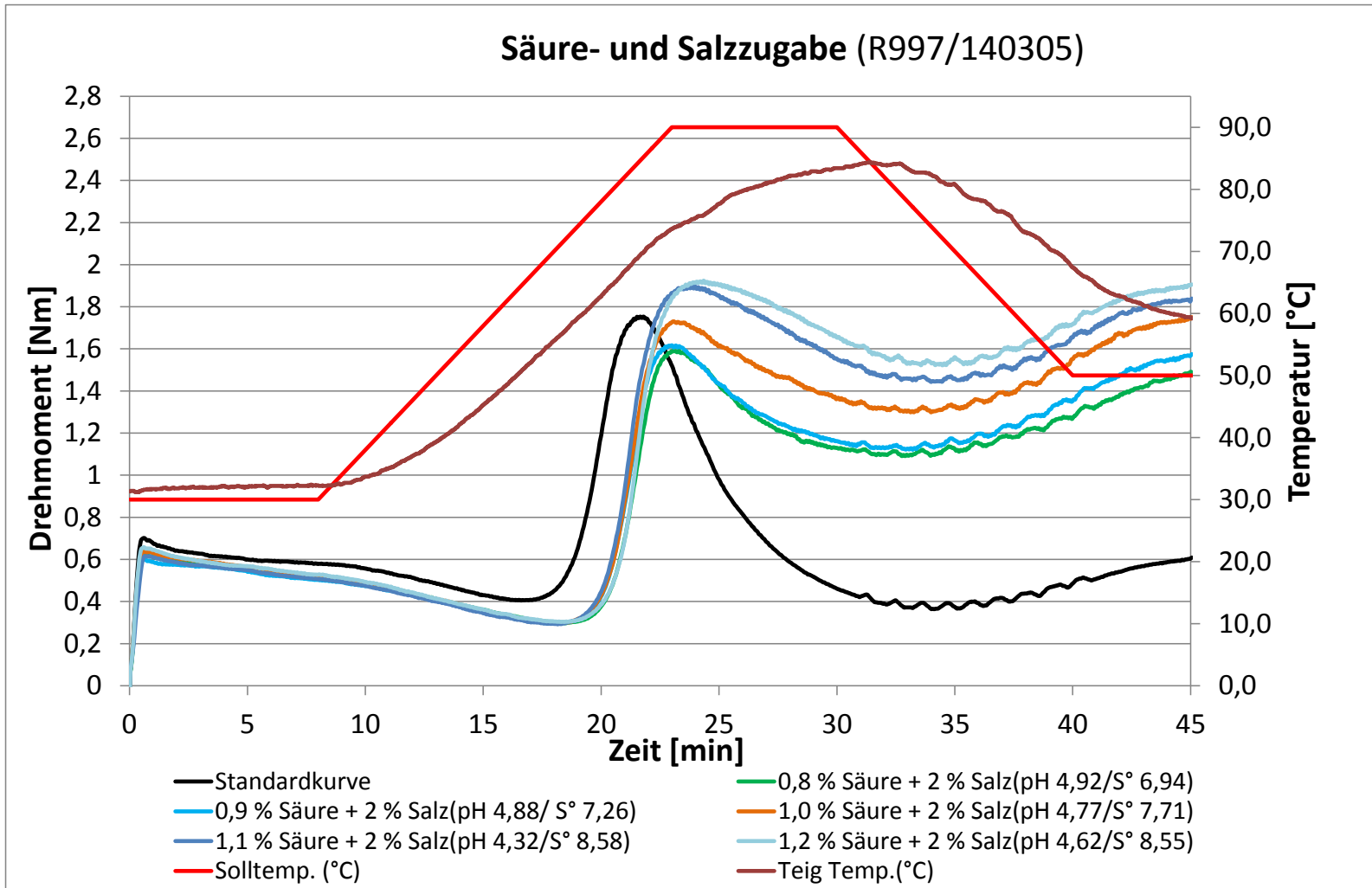
Drehmomentverläufe für die Clustergruppierungen (Schrot/Wasser-Teige):

o. li.: niedrig verkleisternd „N“

o. re.: im Standardbereich „S“

u. li.: hoch verkleisternd „H“

Drehmomentverläufe unter Teigbedingungen mit Salz und variabler Säuerung ¹⁾



¹⁾ in Bezug auf den neu entwickelten Roggenbackversuch mit 1,5 % Salz und 1,0 % Sr.mittel (Boerol)

Backversuch für Roggenvollkornschrot / Roggenmahlprodukte auf Basis Teigsäuerungsmittel zur Interpretation der Drehmomentergebnisse

Durchführung eines Roggenkasten-Backversuchs = Backwertzahl Sensorik

Teigbereitung	Teigaufarbeitung	Backen
Planetenrührwerk Hobart N50	Teiggewicht gesamt: = nn g	Temperatur 210°C
Knetzeit 10 min (2 St.1/8 St.3)	2 Wirklinge je 50 % d. Teiges	Schwadengabe I: 1 s
Teigtemperatur Soll: 30°C	Bewertg. Teigbeschaffenheit	Schwadengabe II: 3 s
Teigtempeartur Ist: nn°C	Stückreifung 32°C / 78 % r.F.	Zug auf nach 1 min
Teigruhe: 45 min	Stückgärzeit 45 ± 5 min	Backzeit 55 min



Wasseraufnahme
mittels Mixolab



Dosierung Teig-
säuerungsmittel



Hobart N50 mit
Flachteigschläger



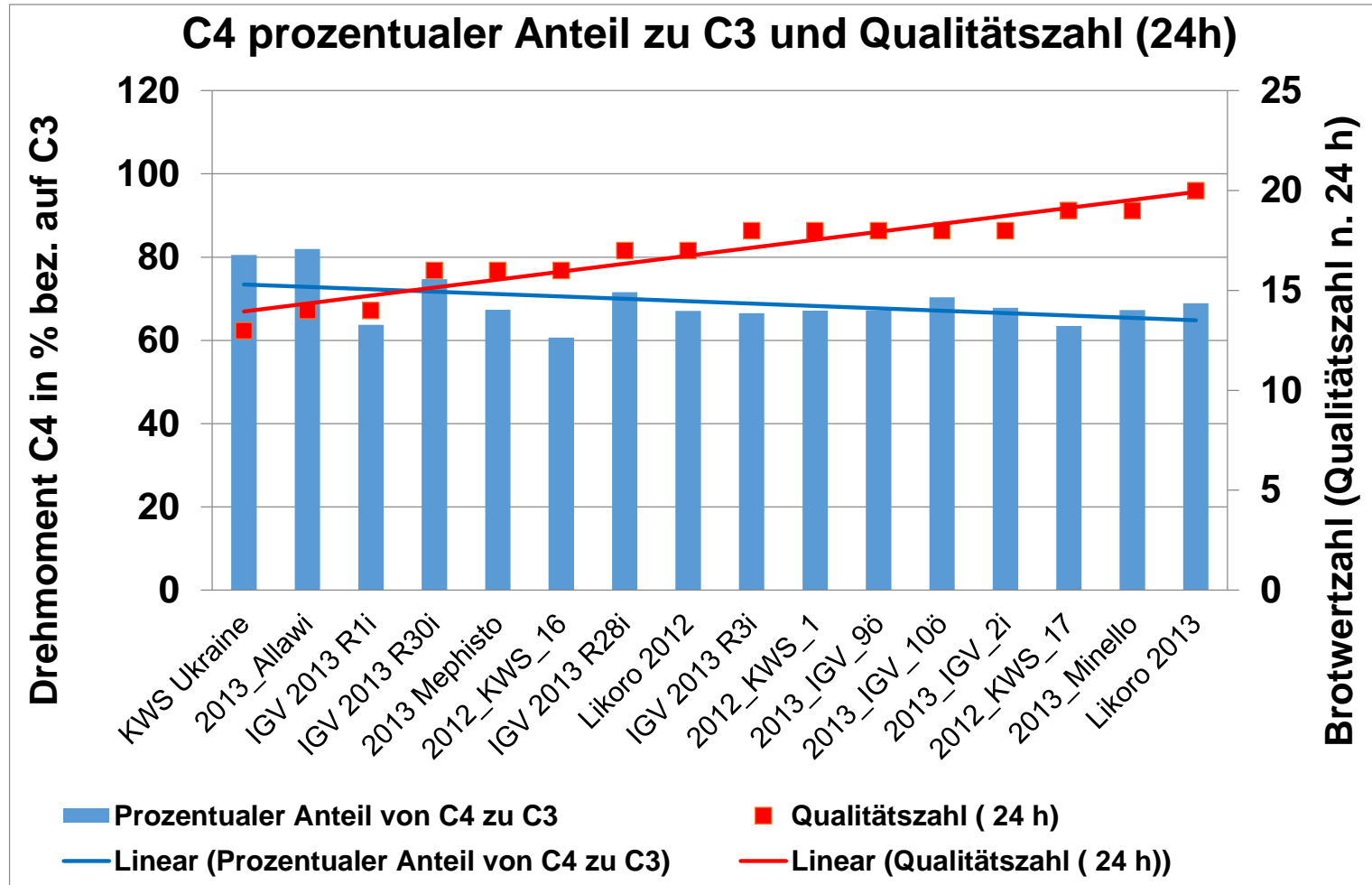
Teigruhe mit Tem-
peraturkontrolle



Belegung 4er
Kastenverband

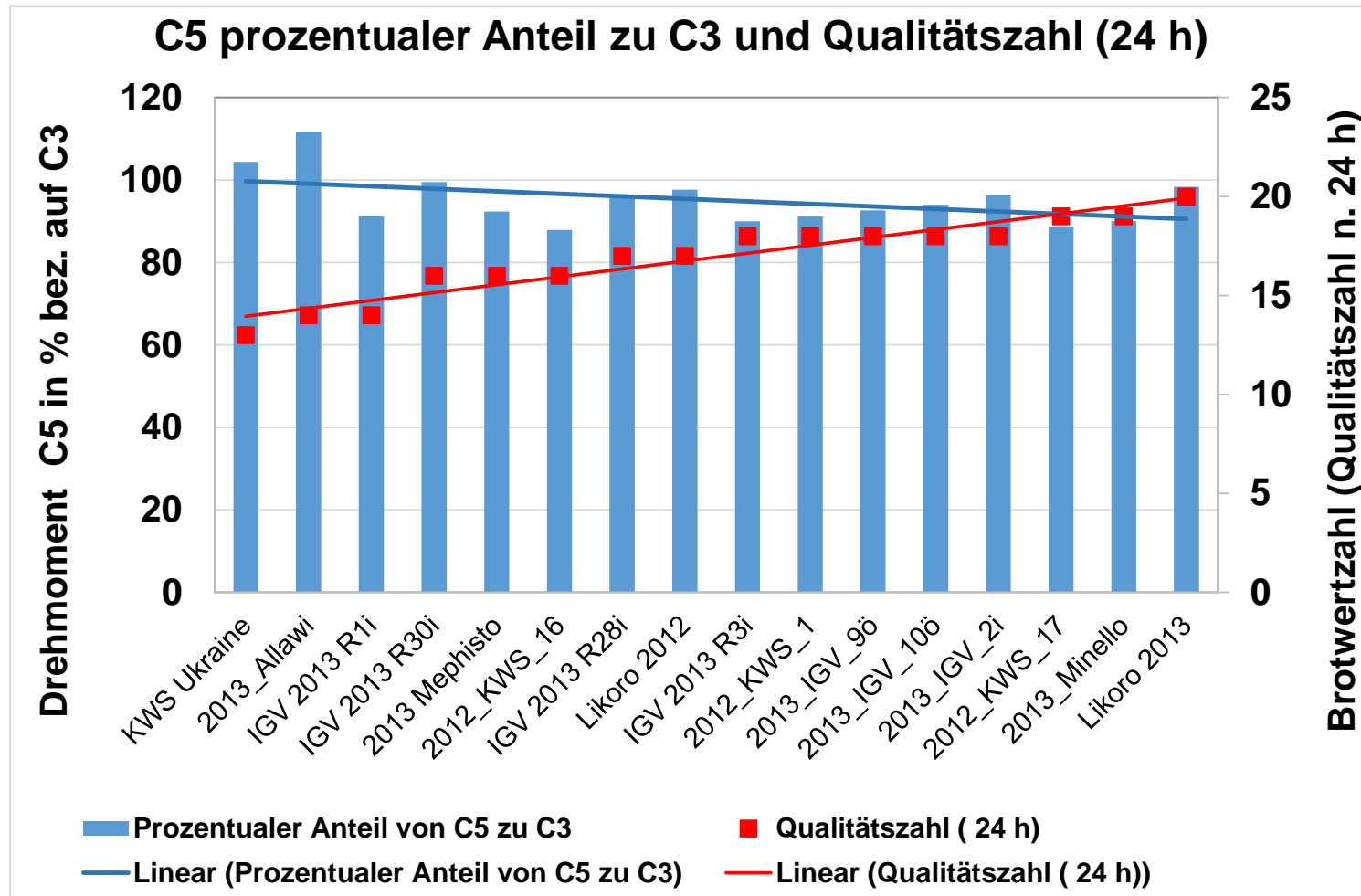
Ergebnisse: Projizierung der rheologischen Daten auf die Backergebnisse (1)

C4 relativ zu C3 [100%] mit Salz/Säure-Punktranking



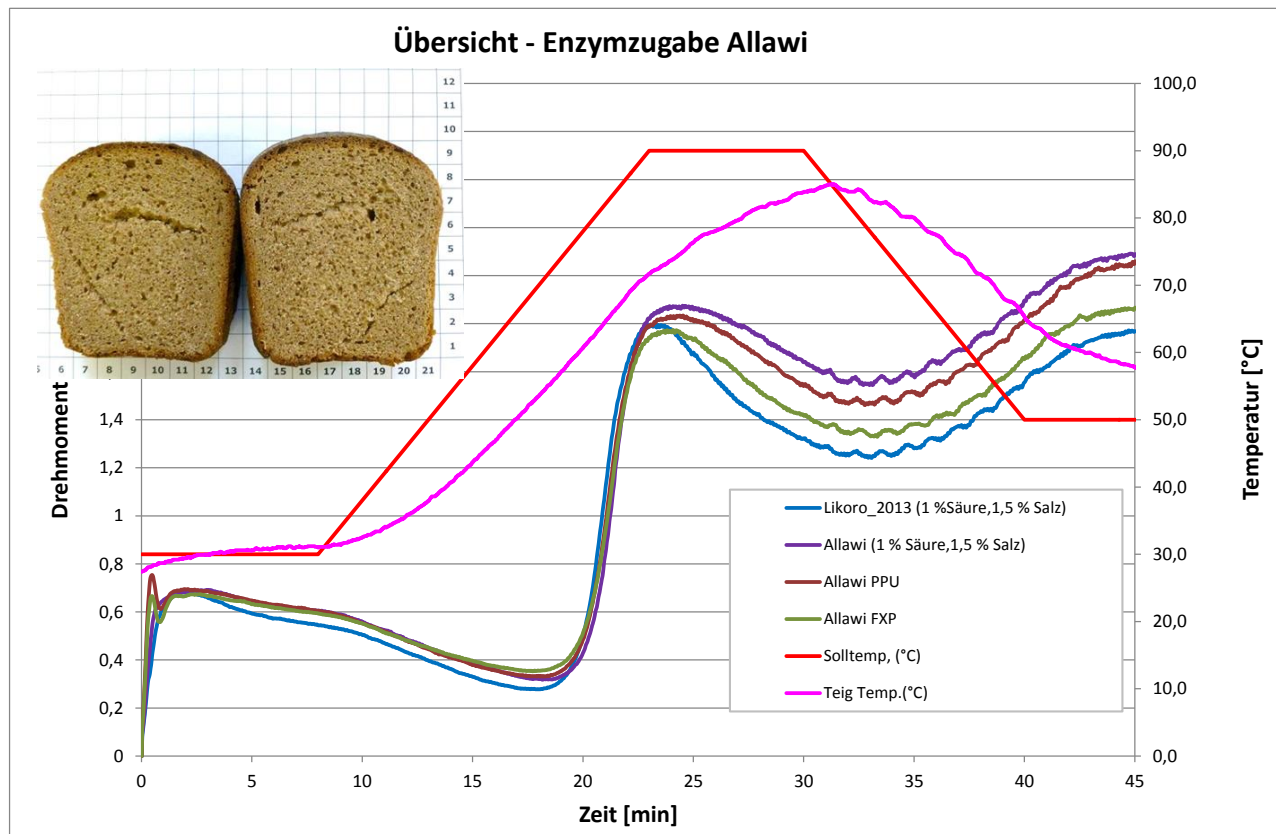
Ergebnisse: Projizierung der rheologischen Daten auf die Backergebnisse (2)

C5 relativ zu C3 [100%] mit Salz/Säure-Punktranking

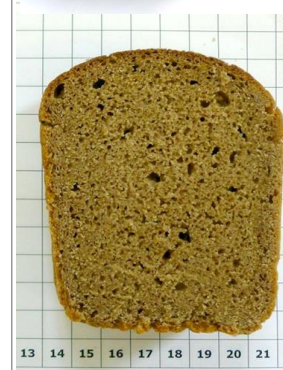


Ergebnisse: Einsatz technischer Enzyme in schlecht backfähigem Roggen (1)

Korrektur eines schlecht backfähigen Musters (Allavi) durch Xylanase und Protease zur Verbesserung der Wasserfreisetzung in der Gelphase 2 (exemplarisch) – **Xylanase bevorzugt**



Referenz
gut
backfähig



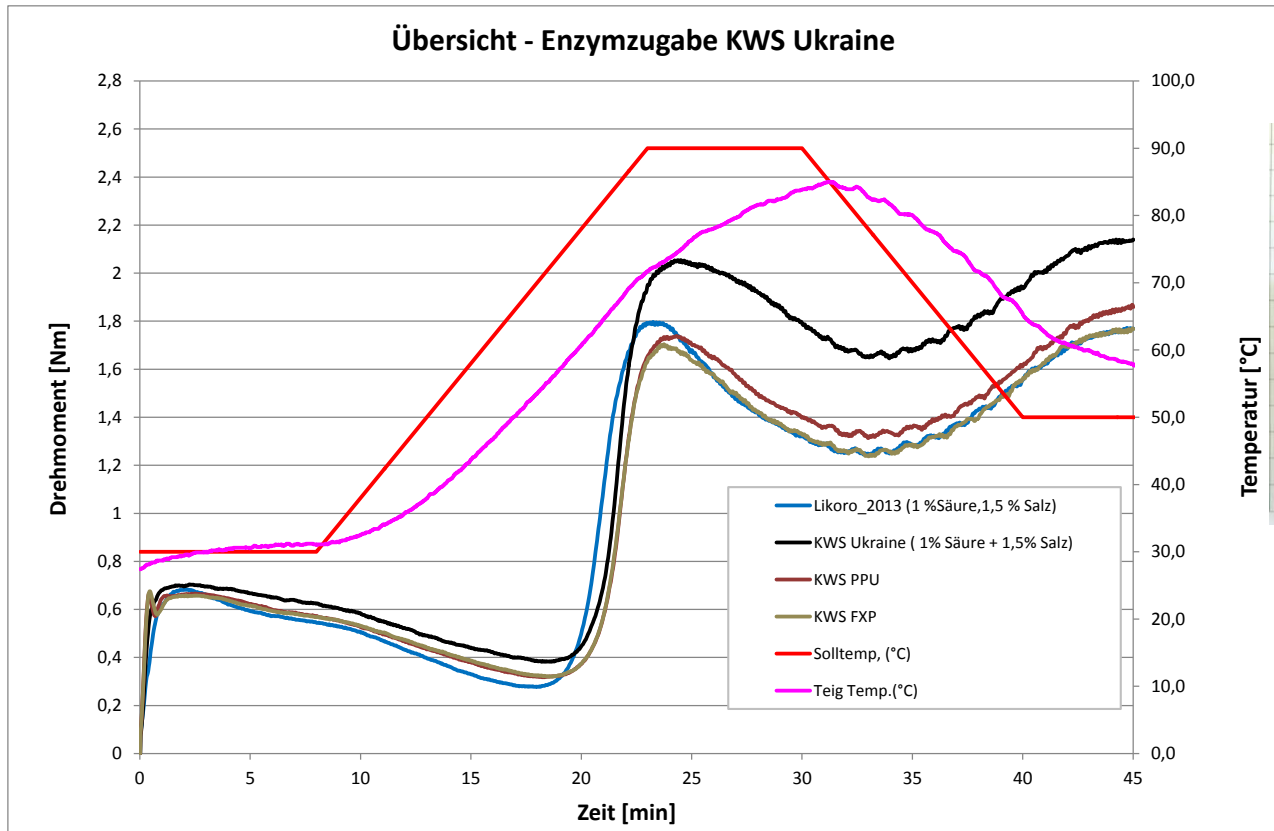
Allavi
schlecht
backfähig



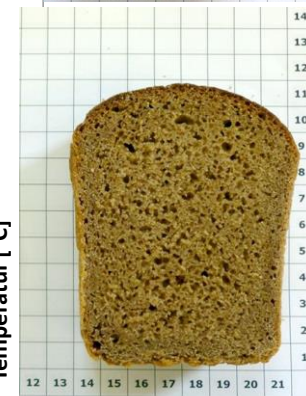
Allavi
enzymatisch
verbessert
(Xylanase)

Ergebnisse: Einsatz technischer Enzyme in schlecht backfähigem Roggen (2)

Korrektur eines schlecht backfähigen Musters (KWS Ukraine) durch Xylanase sowie Protease zur Verbesserung der Wasserfreisetzung in der Gelphase 2 (exemplarisch) - **beide Enzyme vergleichbar**



Referenz
gut
backfähig








KWS
Ukraine
schlecht
backfähig

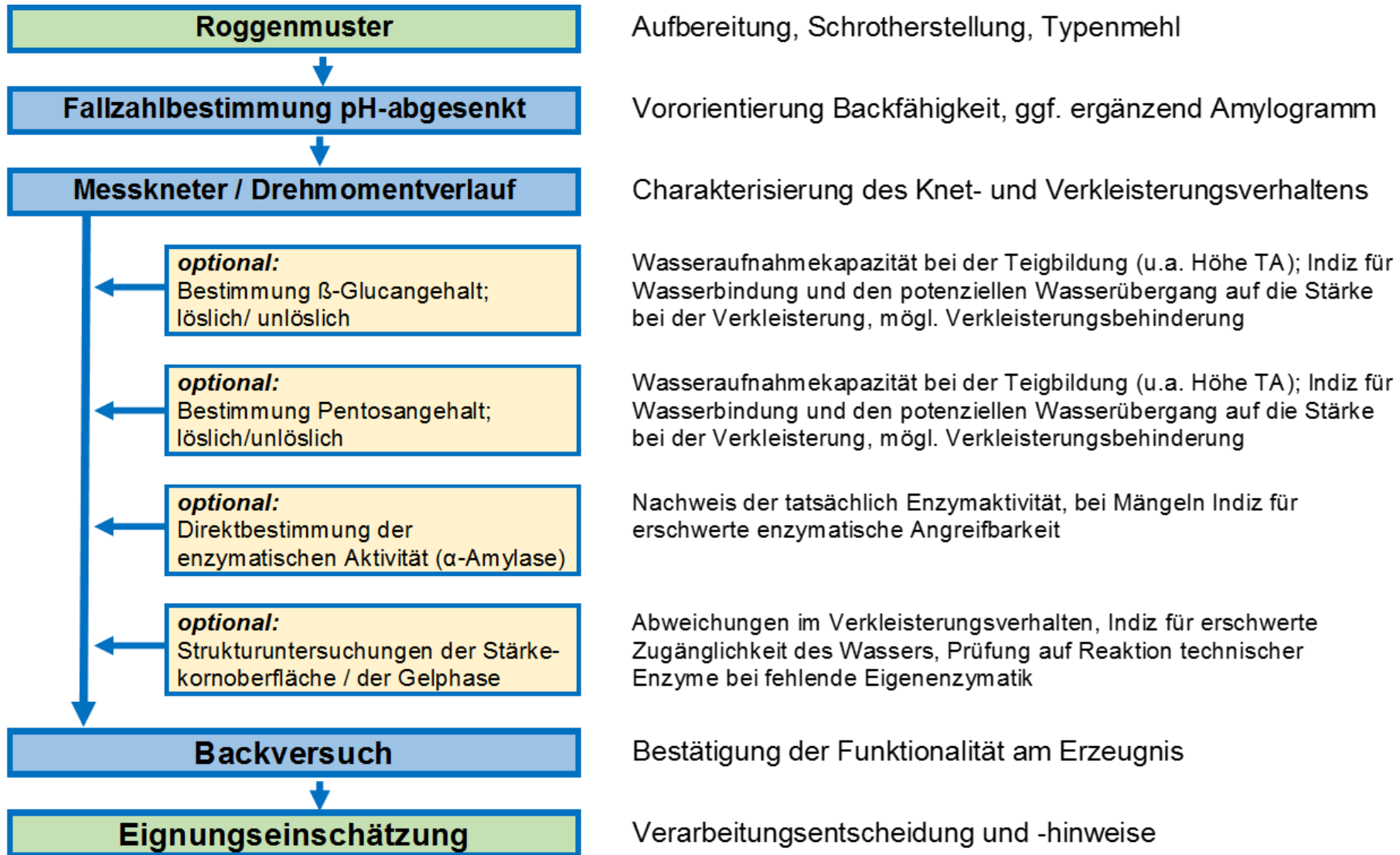


KWS Ukraine
enzymatisch
verbessert
(Xylanase)

Ergebnisse: Vorläufige Interpretation der Drehmomentkurven als rheologische Aussage in ihrer Beziehung zur Brotqualität

Phase		Drehmoment (qualitativ)		Vorgänge
C1	Teigentwicklung bei 30°C konstant		bis auf 0,7 Nm / festes Zieldrehmoment zu Messbeginn	Höhe der Wasseraufnahme , Intensität der (kalten) Quellung
C2	1. Konsistenzminimum bei 30°C und fortschreitend bei einsetzender Erwärmung		(keine bewertende Aussage)	thermisch bedingte Konsistenzabnahme (gegenläufig zur Quellung)
C3	Konsistenzmaximum (1. Maximum) bei Erwärmung "Verkleisterung"		Anstieg bei möglichst <i>[sehr]</i> großem Winkel der Tangente; Maximierung erforderlich (?)	Grad der Intensität ther- misch ausgelöster (verfesti- gender) Inhaltsstoff- reaktionen
C4	2. Konsistenzminimum bei Erwärmung/Heißhaltung "Verflüssigung"		Abfall bei <i>[relativ]</i> großem (negativem) Winkel der Tangente; große Differenz zu C3 erforderlich (!)	Intensität der Desinte- gration in Verbindung mit der enzymatischen Hydrolyse
C5	Konsistenzanstieg (2. Konsistenzmaximum) bei Abkühlung "Gelbildung"		Wiederanstieg bei <i>[relativ]</i> flacher Tangente erforderlich, zusätzliche Forderung: C5 < C3 (?)	Intensität des Struktur- aufbaus (in Assoziation zur "Krumenbildung")

➤ Fazit: Vorschläge für eine zukünftige Bewertung von Brottroggen



Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen und Ausblick

- ✓ Zwei Hypothesen können **Ursache** für das **Trockenbacken** sein:
Hypothese 1 = Oberflächenbelegung Stärkekorn, Wasserzugang erschwert bis verhindert
Hypothese 2 = Wasserbindung in der Gelphase, Wasserverfügbarkeit stark eingeschränkt
- ✓ **Gute und schlechte Backfähigkeiten** von Roggen können erkannt werden mit:
 - a) **fundamentalen Untersuchungen**, wie Verkleisterungsenthalpien, Umsetzungsenthalpien in der Gelphase, optische Struktur- und analytische Untersuchungen
 - b) **praxisgeeigneten Untersuchungen**, vor allem mit der modifizierten traditionellen Rheologie, mit teigrealer Rheologie (Messkneteter), über Backversuch und teilweise durch Analytik (β -Glucan- sowie Pentosangehalt löslich/unlöslich)
- ✓ **Schlechte Backfähigkeiten** können bei unzureichender Enzymaktivität des Roggens und/oder wegen spezifischer Stress-Situationen in der Wachstumsphase **mit Hilfe technischer Enzyme** deutlich verbessert werden.
- ✓ Die **Variabilität in der Ursache** schlechter Backfähigkeit erfordert z.Z. noch wiederholte rheologische Kontrollen zur Erkennung der wirksamsten Abhilfemaßnahmen.
- ✓ Die **Komplexität des Wasserhaushaltes** und deren inhaltsstofflichen und strukturellen Hintergründe erfordern forschungsseitig eine weitere Bearbeitung.

Herzlichen Dank ...



Bildquelle: IGV GmbH

... für ihre Aufmerksamkeit

... und wir bedanken uns bei den **Mitarbeitern in den FE-Stellen**,
bei unseren **Ausschussmitgliedern** und **Industriepartnern**
und beim **FEI e.V.** für die Förderung dieser Thematik!

DIL - Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V.

Prof.-von-Klitzing-Straße 7
49610 Quakenbrück

Leiter der Forschungsstelle:

Dr.-Ing. Volker Heinz

Projektleiter:

Dr. habil. Ute Bindrich

Tel. +49 (0)5431.183 - 0; Fax +49 (0)5431.183 - 200

eMail: u.bindrich@dil-ev.de

Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung e.V.

Arthur-Scheunert-Allee 40/41
14558 Nuthetal/Bergholz-Rehbrücke

Leiter der Forschungsstelle:

Dr. P. Kretschmer

Projektleiter:

Dr. Heinz Kaiser

Tel.: 033200-89-112, -179; Telefax: 033200-89-220

eMail: Heinz.Kaiser@ilu-ev.de

Das Forschungsvorhaben (AiF 17339 BG) wurde im Programm zur Förderung der „Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (via AiF) über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) gefördert.

