

Gefördert durch



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Projektträger



Bundesanstalt für
Landwirtschaft und Ernährung



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Verbesserung der Stickstoffeffizienz in der Qualitätsweizenproduktion

Gerhard Rühl, Thomas Kämpfer, Doreen Gabriel, Jörg-Michael Greef
Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Julius Kühn-Institut (JKI), Braunschweig

Winterweizen

Kerndaten



- Hinsichtlich **Anbaufläche** (langjähriges Mittel: 3,1 Mio. ha) als auch **Erntemenge** (langjähriges Mittel: 23,4 Mio. t) wichtigste Getreideart
- hohes und stabiles Ertragspotenzial, ausgezeichnete Marktleistung
- Getreideart mit höchsten **Bodenansprüchen** und hohem **Wasserverbrauch**
- bevorzugt **tiefgründige Böden** mit **ausreichender Wasserversorgung**
- **Verwendung** als Nahrungsmittel, Futtermittel, Saatgut, Bioenergielieferant und Industriegrundstoff
- **Größte Anteile** für Futtermittel; 30% für Humanernährung und Export
- Im Rahmen dieses Vortrags liegt der **Fokus auf Qualitätsweizen**

Winterweizen

Qualitätsanforderungen der deutschen Mühlen



Qualitätsgruppe	Proteingehalt in %	Klebergehalt in %	Sedimentation in ml
E-Weizen	mind. 14 %	mind. 33-35 %	60 - 70
A-Weizen	mind. 13 %	mind. 28-30 %	45 - 50
B-Weizen	mind. 12 %	mind. 25-27 %	30 - 35
C-Weizen	max. 11,5 %	max. 20-23 %	-

- **Zuordnung zu Qualitätsgruppen auf Basis von Mindestanforderungen**
 - vorwiegend **Volumenausbeute** (Rapid Mix Test, RMT), Fallzahl, Sedimentationswert, Wasseraufnahme und Mehlausbeute (Typ 550)
 - Rohproteingehalt seit 2019 nur noch beschreibend

Qualitätsweizen

Inlandsbedarf der deutschen Mühlen



- ca. 7,4 Mio t/Jahr zur Mehlherstellung
- ca. 1,8 Mio t/Jahr für industrielle Zwecke

Benötigte Qualitäten Basis „Normalernte“

- ca. 45 – 50 % B-Weizen (11,5 – 12,5 % Protein)
- ca. 40 – 45 % A-Weizen (13,0 – 13,5 % Protein)
- ca. 10 – 15 % E-Weizen (14,0 – 15,0 % Protein)

Winterweizenproduktion

gesetzliche Rahmenbedingungen (DüV 2017/2020)



- **Ziel:** Einhaltung der Vorgaben der Nitrat- und Wasserrahmen-RL (EU)
- **Vermeidung von Nährstoffverlusten und Schutz der Gewässer** hoher Stellenwert beigemessen
- Verringerung der **N-Bilanzen**
- **Ertragsabhängige Düngbedarfsermittlung**
- **Obergrenze/Bedarfswert** Winterweizen (Basisertrag 80 dt/ha):
 - E-Weizen: 260 kg N ha⁻¹
 - A-/B-Weizen: 230 kg N ha⁻¹
 - C-Weizen: 210 kg N ha⁻¹
- Ausweisung nitratbelasteter Gebiete (Düngbedarf -20%)
- **Befürchtung: Reduktion** der Proteingehalte/Backqualität

Qualitätsweizen

Definition der Backweizenqualität

- **Züchter/Zulassung**
 - **Ertrag**, Proteingehalt, **Backvolumen (Volumenausbeute)**, Fallzahl, Sedimentationswert, Krankheitsresistenz
 - **Landwirt**
 - Ertragsleistung/-sicherheit und Krankheitsresistenz, **Proteingehalt**
 - **Erfasser**
 - indirekte Qualitätsparameter (**Proteingehalt**, **Fallzahl**, Sedimentationswert; daneben auch Feuchtegehalt und Hektolitergewicht)
 - Sorten **vorwiegend nach RP gruppiert** (Export, Futtermittel), sortenreine Erfassung nicht möglich
 - **Müller**
 - gute Mahlfähigkeit und Mehlausbeute
 - **Bäcker**
 - hohe Wasseraufnahme bei optimalen Teig- und Backeigenschaften
-

Proteingehalt wichtigstes Qualitätskriterium für nationalen und internationalen Handel!

Qualitätsweizen

Mühlen, Bäcker: wichtigste Handelskriterien



Qualität in erster Linie aus dem Blickwinkel **hefegelockerter Backwaren** definiert

Type 550

- nutzen meist vom Erfassungshandel **gemischte Partien**
- **Nutzbare Qualitätsparameter** sind lediglich **RP und Fallzahl**
- **bestimmen selbst** RP, FK, Glutenindex, Fallzahl, Sedimentationswert, Wassergehalt, HL, Viskositätstest, Mahlversuch, Backversuch, Extensio-/Farinogramm Kleberqualität
- **Bei LKW-Anlieferung** keine Mahl- und Backversuche und keine Rheologie, nur **leicht zu bestimmende Parameter** RP, und **FK**, Fallzahl und Sedimentationswert (Indiz für Kleberqualität)

Wassergehalt	%	< 15,0
Mineralstoffgehalt	% i.Tr.	0,510 – 0,630
Proteingehalt	% i.Tr., Nx5,7	11,8 – 12,4
Feuchtklebergehalt	%	28,0 – 29,5
Glutenindex		>80
Sedimentationswert	ml	40 – 45
Fallzahl	sec	280 – 320
<u>Farinogramm</u>		
Wasseraufnahme	%	> 57,5
Teigentwicklungszeit	min	2,0 – 3,0
Teigstabilität	min	4,0 – 6,0
Teigerweichung	FE	60 – 80
<u>Extensogramm</u>		
Dehnwiderstand	EE	370 – 570
Dehnbarkeit	mm	120 – 150
Verhältniszahl		3,0 – 3,8
Energie	cm ²	120 – 140
<u>Amylogramm</u>		
Verkleisterungsmaximum	AE	500 – 700
Verkleisterungstemperatur	° C	85 – 97
<u>Backtest</u>		
Volumen im RMT	ml/100g	640 – 680
Anzahl ausgebundener Brötchen	%	> 50

Beispiel einer
Kundenanforderung

Qualitätsweizenproduktion

Umwelt- und Klimaschutz



- Zur Vermeidung einer Überversorgung und Ermöglichung der Anpassung an den tatsächlichen Bedarf wird **N-Dünger in 2-4 Teilgaben** appliziert
- **Problematisch** ist besonders die **späte Gabe** zur Steuerung der „Qualität“ (**Rohproteingehalt RP** als wichtigstes Handels- und Bezahlkriterium)
- **Wirkung** der Spätdüngung variiert stark zwischen den Standorten und Jahren
 - abhängt von vielen **Faktoren** wie Applikationsmenge, Zeitpunkt der Gabe, Düngerform, Ertragspotential und dem aktuellen N-Versorgungszustand der Böden
 - insbesondere länger anhaltende **Trockenheits-** oder **Niederschlagsphasen** kritisch
 - zum Zeitpunkt der N-Spätdüngung ist das erzielbare **Ertragsniveau** u. a. aufgrund der nicht bekannten Witterungs- und Bestandsentwicklung nur unzureichend abschätzbar
- → erhöhte **N-Bilanz**, unerwünschte **N-Emissionen** möglich

Qualitätsweizen

Rohprotein als Qualitätsparameter geeignet?



- Derzeit **wichtigstes** Handels- und Abrechnungskriterium
 - Bzgl. der **Aussagekraft des Proteingehalts** als Indikator für die Backqualität bestehen große Unterschiede zwischen den Sorten
(Johansson und Svensson 1998; Koppel und Ingver 2010; Pomeranz 1965; Seling, 2010; Weegels et al. 1996)
 - Aussagekraft des Proteingehalts als Indikator für die Backqualität nimmt mit steigendem Proteingehalt ab, ist ab RP > 12% kaum noch gegeben
(Gabriel et al. 2017)
 - Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass auch Mehle aus Partien mit geringeren RP-Gehalten ausreichende Backqualitäten liefern können
-
- **Vorteil der Nutzung des RP:** ist zurzeit als einziger Qualitätsparameter schnell mittels NIRS bestimmbar
 - Auch **international** am meisten genutztes Qualitätsmerkmal

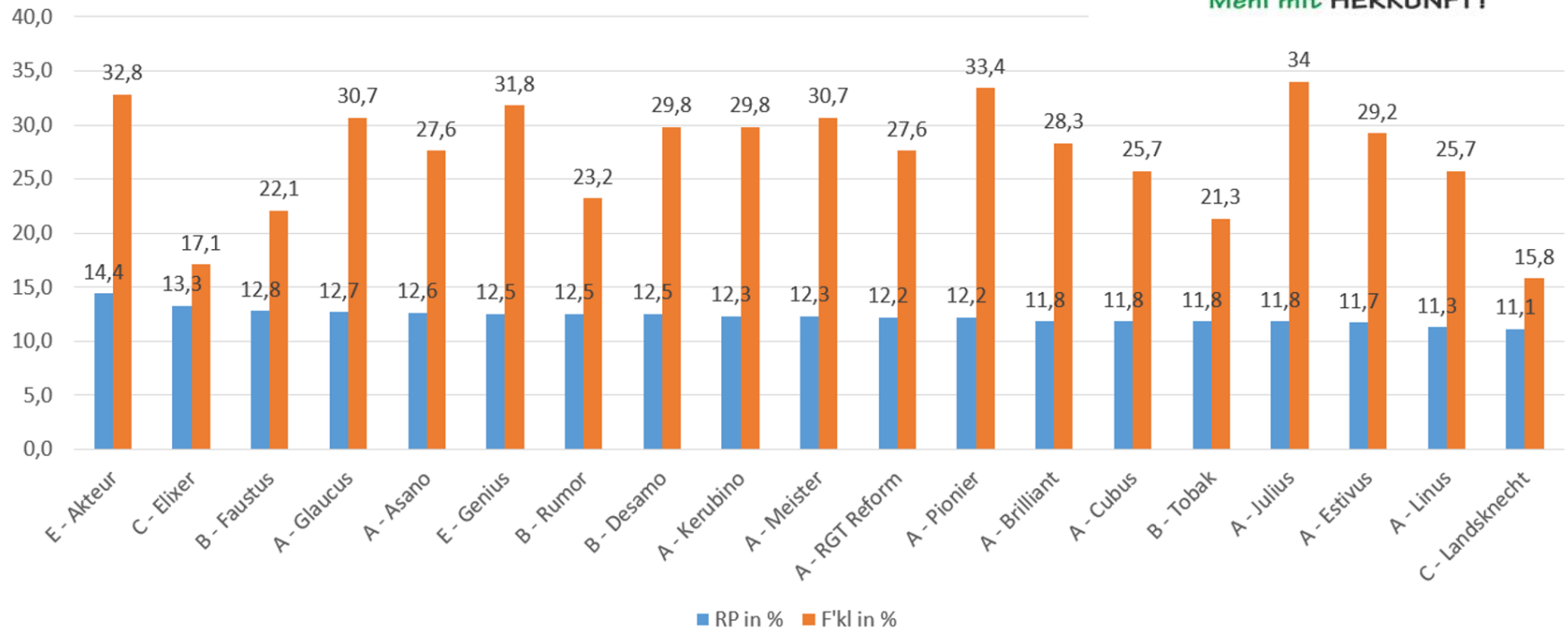
Qualitätsweizen

Rohprotein als alleiniger Qualitätsparameter?



Vergleiche RP(Ganzkorn) – Feuchtklebergehalt (Mehl)

Sortiert nach Rohprotein

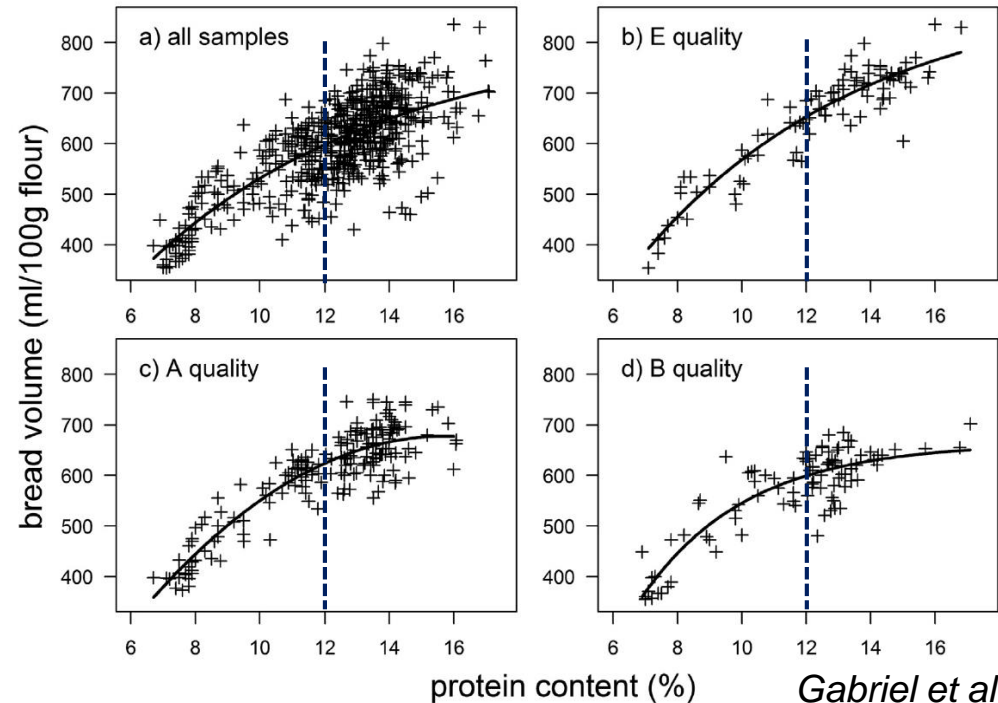


- Auch ein C-Weizen kann einen RP über 13 % erreichen
- Mindestens **Kenntnis der Sortengruppe** zusätzlich erforderlich

Qualitätsweizen

Proteingehalt als Indikator der Volumenausbeute?

- Notwendigkeit hoher N-Düngergaben zur Steigerung des Proteingehalts fraglich
 - Geringe Aussagekraft des Proteingehalts für die Backqualität im praxisrelevanten Bereich
 - **Erhöhte** N-Bilanz



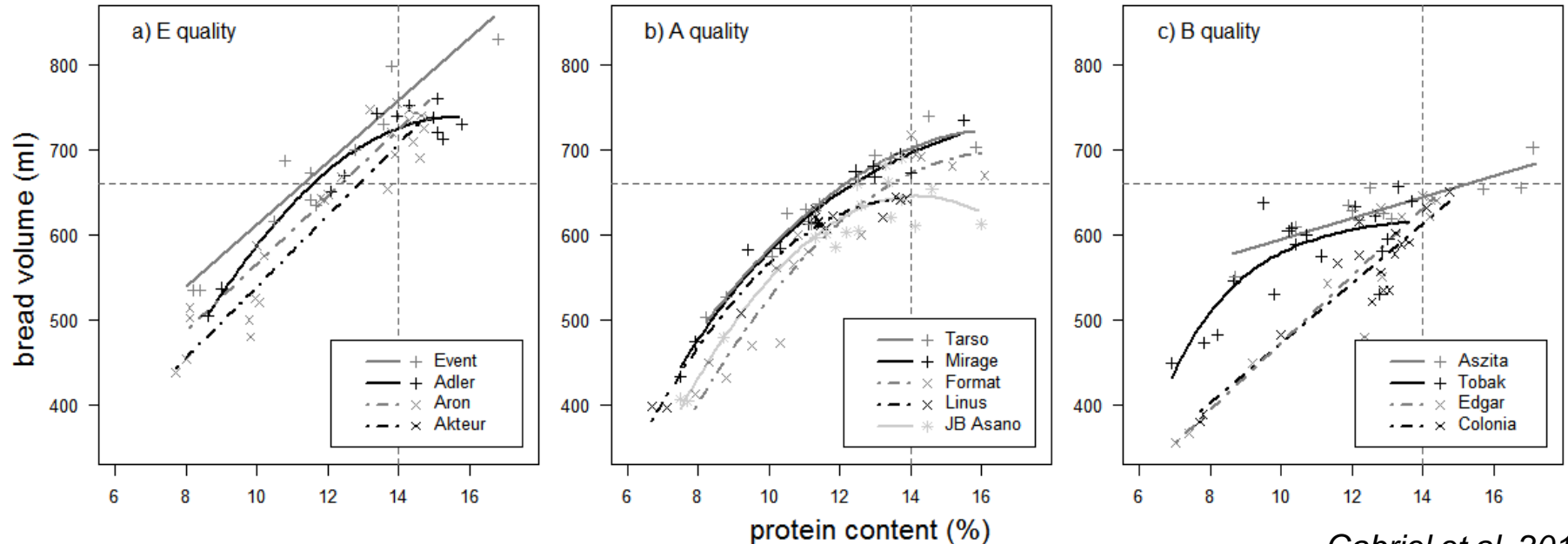
- über alle Proben (n = 591): **R² 59%**
- je Qualitätsklasse:
 - **E-Sorten**: R² 87%, n = 96
 - **A-Sorten**: R² 82%, n = 185
 - **B-Sorten**: R² 78%, n = 97
- Vergleich Proteingehalt <12% und >12%
 - alle Proben: R² 64% vs. **15%**
 - **E-Sorten**: R² 80% vs. **32%**
 - **A-Sorten**: R² 85% vs. **9%**
 - **B-Sorten**: R² 82% vs. **19%**



Die Aussagekraft des Proteingehaltes als Indikator für die Backqualität nimmt mit steigendem Proteingehalt ab!

BackProg

Backvolumen vs. Proteingehalt



*Gabriel et al. 2017**

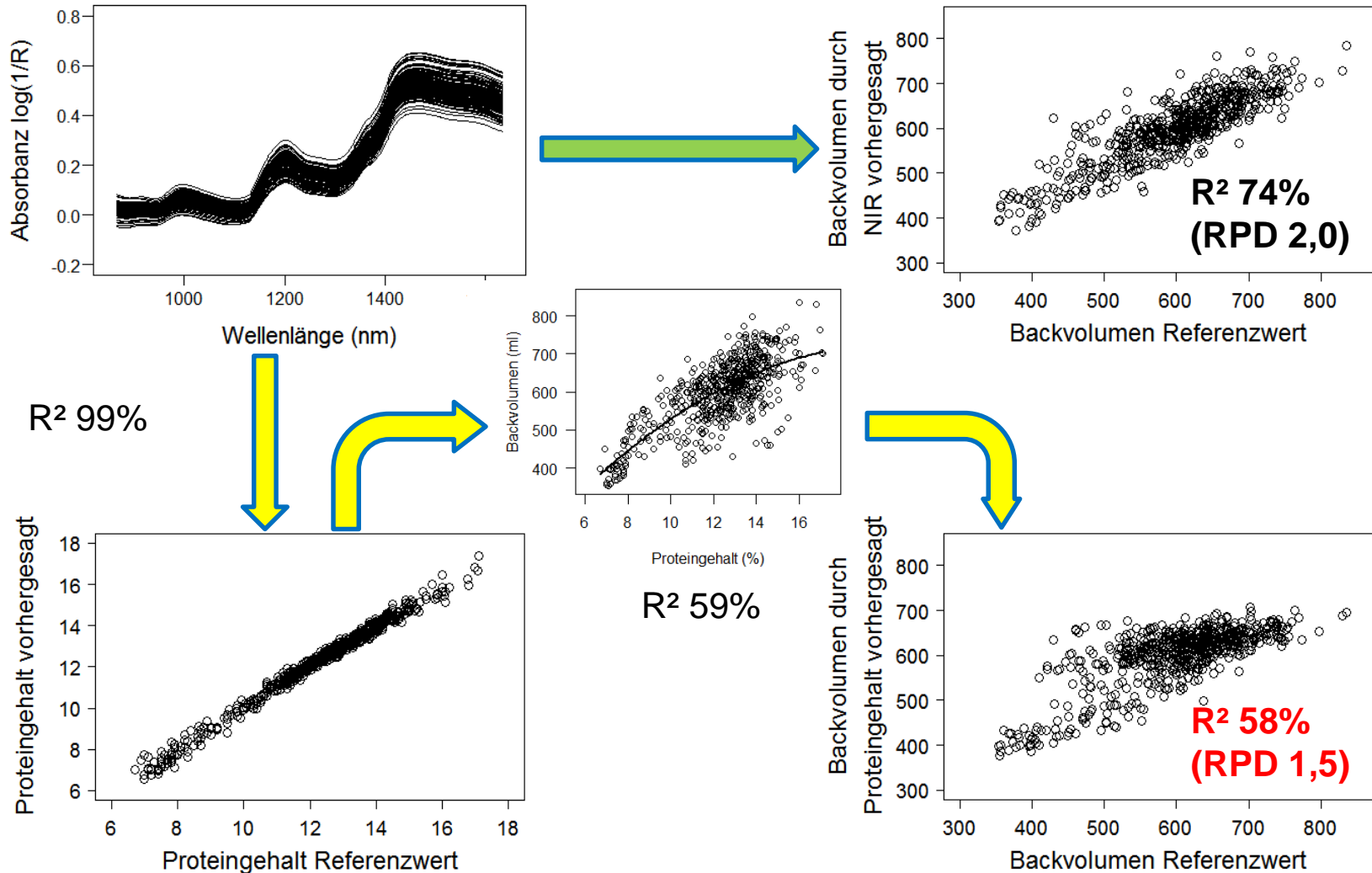


Die Steigung bzw. Güte der Beziehung **variiert zwischen den Sorten**
Backvolumen steigt nicht linear bei allen Sorten mit Proteingehalt an

*Gabriel, G; Pfitzner, C; Haase, N.; Hüsken, A; Prüfer, H.; Greef, J.-M.; Rühl, G. 2017: New strategies for a reliable assessment of baking quality of wheat - Rethinking the current indicator protein content. Journal of Cereal Science 77, S. 126 – 134.

Projekt „BackProg“

Vorhersage der Backqualität am Ganzkorn (NIRS)



Qualitätsweizen

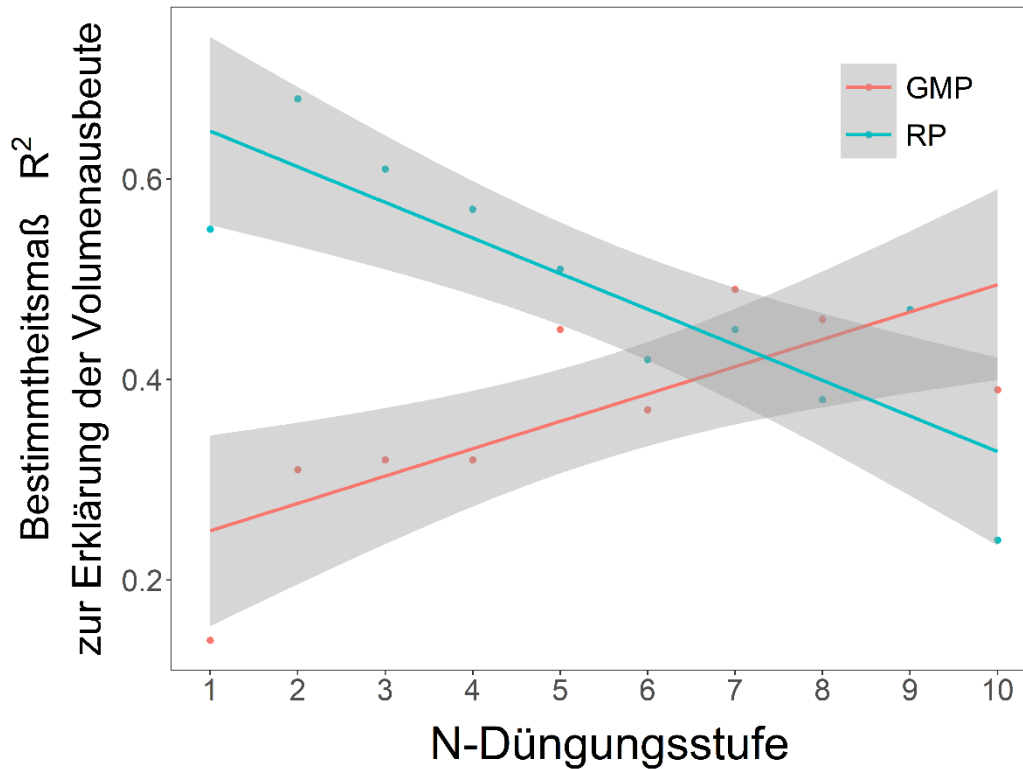
Klebergehalt und -qualität



- Fehlender Zusammenhang von RP mit VA im RP-Bereich $> 12\%$ unterstreicht die große Bedeutung der **Klebermenge** und insbesondere **Kleberqualität**
- **Klebergehalt:**
 - Teils große Bedeutung für Verarbeitungsbetriebe (Mühlen lagern oftmals Partien nach **Klebergehalt** zusammen)
 - Klebergehalt ist relativ schnell (10-15 min) und einfach mit guter Reproduzierbarkeit bestimmbar
- **Kleberqualität:**
 - Gehalt an Gliadinen und Gluteninen und deren Mengenverhältnis
 - Anteil Gluteninmakropolymere (**GMP**)
 - Zusammensetzung der hochmolekularen Glutenine
 - Nicht immer konsistente Ergebnisse, aufwändige Bestimmung

Qualitätsweizen

VA~GMP vs. VA~RP in Abhängigkeit von der N-Stufe



Ergebnisse N-DECREASE

- N_1 - N_{10} (60-315 kg N/ha)
- N_7 = praxisrelevanter Bereich
- GMP erklärt VA in hohen N-Stufen besser als RP
- Aufwändige GMP-Analytik

Qualitätsweizenproduktion

Alternative Qualitätskriterien



- **Klebergehalt** (positiv mit RP korreliert, wird genutzt)
- **Kleberqualität** (als Schnellmethode derzeit nicht nutzbar)
 - Sedimentationswert (wird genutzt)
- **FK/RP** (Sortenwahl, Info für gezielte Mischung, im Vertragsanbau genutzt)
- **GMP** (aufwändige Analytik, kein/kein großer Mehrwert gegenüber RP)
- **Volumenausbeute (RMT zu aufwändig, NIRS-Kalibration in Entwicklung)**

Qualitätsweizen

Hemmnisse bzgl. RP/nachhaltiger Produktion



- **Kein Schnellverfahren** für die valide Bestimmung anderer, evtl. besser geeigneter Qualitätsparameter verfügbar
- **International** wird vorwiegend nach Proteingehalt bewertet und gehandelt
- Eine **sortenreine Erfassung und Lagerung** ist aus logistischen Gründen nicht möglich (Agravis)
 - zu wenig Silos
 - keine Zeit für backtechnische Analysen
 - Jahreseffekte führen zu Schwankungen der Qualitäten
- Zu geringe Bereitschaft der **Bäcker** zur Anpassung ihrer hohen Anforderungen an die Erfordernisse eines nachhaltigen Weizenanbaus (hoher RP als doppelter Boden?)

Qualitätsweizenproduktion

Mögliche Lösungsansätze



- Nutzung von **Sorten** mit hohem **Kleberanteil** im RP oder verbesserter **Kleberqualität** bei reduziertem RP
 - Backqualität vorrangig durch die **Sorte** und nur nachrangig durch die Verteilung und Menge des N-Düngers determiniert
(*Ravier et al., 2018; Rossmann et al., 2020; Xue et al. 2016*)
- Optimierung der **N-Düngung** (zeitliche Verteilung, präzise Düngung, N-Verlustminimierung, Düngerart, Reduzierung der/Verzicht auf Spätdüngung)
 - **Standortwahl** (Bodengüte, Wasserschutz)
- Ausdehnung des **Vertragsanbaus** (Vorgabe der Sorten, Anbauanleitung, Vermarktungssicherheit)
- sortenreine Erfassung oder Bildung von **Qualitätsclustern**
- **Voraussetzung:** Kompromissbereitschaft und aktive Beteiligung aller Akteure der Wertschöpfungskette an der Gestaltung von Lösungsansätzen

Qualitätsweizenproduktion

Bereits bestehende gute Ansätze



- Erfassung nach **Kleberanteil**
 - Wilhelm Fromme Landhandel
 - größere Bedeutung für die Verarbeitung als RP
- **Vertragsanbau**
 - z.B. Hedwigsburger Okermühle, Dresdener Mühle
- **Zusammenschluss von Bäckern**
 - z.B. Initiative Wasserschutzbrot, Die Freien Bäcker e.V.
 - u.a. Reduktion der N-Düngung
 - enge Zusammenarbeit mit der Landwirtschaft

Qualitätsweizen

Forschungsbedarf



- Charakterisierung der **technofunktionalen Eigenschaften** der Kleberproteine
 - Nutzung in Weizenzüchtung und zur Entwicklung von (Schnell)-Tests der Backqualität
- Entwicklung von **Schnellverfahren** zur Ermittlung der Backqualität
 - Nutzung in Weizenzüchtung und bei Erfassung
- Kenntnisse zur Möglichkeit der **Zusammenlagerung von Sorten**
 - Grundlage des **Clusters** von Sorten bei der **Erfassung**
 - **Erhaltung/Steigerung** der Backqualität
 - **Erfahrungen bei Mühlen** mit Vertragsanbau vorhanden
 - Problem: **Sortenvielfalt, schneller Sortenwechsel**

- Forderung nach **hohen RP** erschwert eine nachhaltige Backweizenproduktion
- **Überdenken** der geforderten RP, insbesondere bei den Verarbeitern
- **Ergänzende Parameter** zum RP erforderlich
- **Schnellverfahren** für Ermittlung der Backqualität erforderlich
- **Sorten** mit „neuer Genetik“ den Weg in die Praxis ebnen (z.B. getrennte Erfassung und Vermarktung)
- Eine damit einhergehende mögliche **Reduktion der N-Düngermenge**, insbesondere der Spätdüngung, vermindert die N-Emissionen und verbessert die N-Bilanz
- **Flächen** prüfen, die derzeit für die Qualitätsweizenerzeugung genutzt werden
- **Backweizenerzeugung** auch in **Zukunft** möglich!

A close-up photograph of a golden wheat field, with the stalks and heads of grain filling the entire frame. The lighting is bright, highlighting the texture of the wheat.

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit !**

Gefördert durch



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Projektträger



Bundesanstalt für
Landwirtschaft und Ernährung