



**Zusammenfassender Bericht
zur Versuchsserie 103
Qualitätsweizenanbau unter den Bedingungen
der novellierten Düngeverordnung**

Zum Projekt:
Machbarkeitsstudie Treibhausgas-optimierte
Qualitätsweizenproduktion

Qualitätsmehl mit hoher Kleberqualität und ge-
ringem Stickstoffdüngereinsatz durch Züchtung
und Produktionstechnik



Projektbericht

Projekttitel: Machbarkeitsstudie Treibhausgas-optimierte Qualitätsweizenproduktion – Qualitätsmehl mit hoher Kleberqualität und geringem Stickstoffdüngereinsatz durch Züchtung und Produktionstechnik

Projektförderung: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) und Verband der Bayerischen Pflanzenzüchter

Förderkennzeichen: A/15/24

Projektlaufzeit: 01.08.2015 – 31.12.2020

Projektdurchführung: Dr. Theresa Albrecht, Dr. Lorenz Hartl

Projektleiter: Dr. Lorenz Hartl

Projektdurchführung: Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (Arbeitsbereich Getreide) und Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (Analytik von pflanzlichen Rohstoffen und Produkten) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Zusammenarbeit mit den Fachzentren für Pflanzenbau an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Augsburg, Deggendorf und Würzburg und der Secobra Saatzeit und KWS Lochow

Herausgegeben im: März 2021

Inhaltsverzeichnis

Seite

Zusammenfassung	6
1 Einleitung	7
2 Zielsetzung des Vorhabens	8
3 Durchführung, Ergebnisse und Diskussion	9
3.1 Produktionstechnische Versuche zur Düngung entsprechend der novellierten Düngeverordnung	9
3.1.1 Ertragsergebnisse, Rohproteingehalte und Rohproteinertrag	10
3.1.2 Nährstoffsaldo und Nmin-Gehalte der Düngungsstufen nach der Ernte..	14
3.1.3 Backqualitätsergebnisse der ersten Serie mit Bussard und Monopol.....	15
Anhang	22
I. Abbildungen zu Düngung, Kornertrag, Rohproteingehalt, Rohproteinertrag der einzelnen Umwelten	22

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1	Ertragsergebnisse der N-Düngungsstufen der einzelnen Versuche.....11
Abb. 2	Rohproteinergebnisse der N-Düngungsstufen der einzelnen Versuche....11
Abb. 3	Rohproteinertragsergebnisse der N-Düngungsstufen der einzelnen Versuche.....11
Abb. 4	Ertrags- und Qualitätsergebnisse der N-Düngungsstufen im Durchschnitt der 5 Erntejahre 2016 bis 2020, 15 Versuche und 5 Sorten.....13
Abb. 5	N-Düngung, Entzug (Korn) und Saldo im Durchschnitt der fünfjährigen Versuchsserie.14
Abb. 6	Ertrags- und Qualitätsergebnisse der N-Düngungsstufen von 2 Jahren, 6 Versuchen und 16 Sorten.....17
Abb. 7	Ertrags- und Qualitätsergebnisse der Sorten.....21

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1 Übersicht der zur Ernte 2016 bis 2020 geprüften Sorten.....	9
Tabelle 2 Durchschnittliche Veränderung der Parameter durch die Reduktion der Düngung von ca. 30 kg N/ha je Stufe.....	14
Tabelle 3 Nmin-Gehalte der Versuchsfläche zu Vegetationsbeginn und nach der Ernte in den einzelnen Düngungsstufen.....	15

Danksagung

Für die Durchführung der Versuche und das Engagement um die Versuche danke ich den Versuchszentren Ostbayern, Nordwestbayern und Südwestbayern mit den Herren Wolfgang Miederer, Wolfgang Viehbacher und Hans-Jürgen Klein. Die Ergänzung der Versuche durch die Standorte Bergen (KWS Lochow) und Feldkirchen (Secobra) war sehr hilfreich. Den Fachzentren für Pflanzenbau an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Deggendorf, Würzburg und Augsburg gilt mein Dank für die fachliche Unterstützung und Begleitung. Dankbar bin ich auch für die gute Zusammenarbeit und Diskussion mit den Mitarbeitern des Sachgebiets AQU 2 Analytik von pflanzlichen Rohstoffen und Produkten für die Qualitätsanalytik von Mehl bis zum Gebäck. Frau Annalisa Wiesinger war mir eine große Hilfe bei der Auswertung und Darstellung der Daten und bei der Erstellung der laufenden Berichte und dieses Abschlussberichts. Frau Ulrike Nickl danke ich für die stets kritische Begleitung.

Zusammenfassung

Die Backqualität des Weizens wird am Getreidemarkt vor allem anhand des Rohproteingehalts definiert. Um die geforderten hohen Rohproteingehalte sicher zu erreichen, ist ein hoher Einsatz anorganischer und organischer Stickstoffdüngemittel notwendig. Beide tragen durch die Emission von klimarelevantem Lachgas aus Umwandlungsprozessen im Boden wesentlich zum CO₂-Fußabdruck der Qualitätsweizenproduktion bei. Die hohe Zufuhr stickstoffhaltiger Düngemittel birgt auch die Gefahr von Nitratauswaschung ins Grundwasser.

In einer fünfjährigen Versuchsserie wurden aktuelle E- und A-Qualitätsweizensorten in Anlehnung an die Düngebedarfsermittlung in drei Düngungsstufen gedüngt, die sich um ca. 30 kg N/ha unterschieden. Die Ergebnisse belegen die negative Wirkung der Reduktion der Stickstoffdüngung und des sinkenden Rohproteingehalts auf die Backqualitätseigenschaften des Weizens. Aufgrund der negativen Korrelation zwischen Ertrag und Rohproteingehalt ist der Ertragsfortschritt über eine bessere Proteinqualität notwendig. Zwischen den Sorten zeigt sich eine große nutzbare Variation in ihrer Backqualität.

Einige neue ertragreiche Sorten wie z.B. Asory weisen auch bei geringem Rohprotein- und Feuchtklebergehalt eine gute Backqualität auf. Ein hoher Ertrag bei gleichzeitig guter Backqualität führt zu einer effektiven Ausnutzung der Produktionsmittel. Durch das starre und ausschließliche Festhalten am Rohproteingehalt als wesentliches Qualitätskriterium wird dieser Fortschritt in der Proteinqualität am Getreidemarkt weitgehend ignoriert. Müller, Handel und Landwirte wurden über die speziellen Sorten und die Versuchsergebnisse informiert. Es wurde vorgeschlagen eine differenziertere Separation des Weizens bei der Annahme nach Sortengruppen vorzunehmen. Anhand der Versuchsergebnisse konnten Sorten mit ähnlichen Teigeigenschaften zu Sortengruppe zusammengefasst werden. Durch das momentan noch vorhandene große Angebot an Qualitätsweizen sind erst kleine Anzeichen am Markt durch Erzeugergemeinschaften und Händler erkennbar, eine sortenspezifische Vermarktung für den Qualitätsweizen zu beginnen.

Die rechtzeitige dritte Düngungsgabe war in den zunehmend trockener werdenden Vegetationsperioden wichtig, um die zur Verfügung stehenden Düngermengen bestmöglich auszunutzen. Außergewöhnlich war das sehr trockene Jahr 2018. Langjährige Erfahrungen zur Terminierung der Düngung am Standort sollten überdacht werden. Der Winterweizen war in den Versuchen in der Lage den gedüngten Stickstoff komplett zu nutzen. Die Nmin-Gehalte, in den nach der Ernte 2019 und 2020 gezogenen Bodenproben, waren unabhängig von der Düngung gleich niedrig. Diese Untersuchungen werden fortgesetzt.

1 Einleitung

Die Proteinmenge und die Qualität des Proteins beeinflussen wesentlich die Verarbeitungseigenschaften des Weizens in den Backbetrieben. Der Rohproteingehalt dient im Handel als wichtigstes Kriterium, um die Qualitätsgruppen einzuteilen und Preiszuschläge festzusetzen. Die Qualitätsgruppe der Sorte, die bei der Zulassung durch das Bundessortenamt festgesetzt wurde, spielt dabei oft nur eine untergeordnete Rolle. Für den A-Weizen werden vom Handel meist 13 % Rohprotein- und für den E-Weizen 14 % Rohproteingehalt und mehr verlangt. Zur Erzielung der geforderten Proteingehalte ist besonderes bei gutem Ertragsniveau eine hohe Stickstoff (N)-Düngung notwendig.

Die intensive Düngung mit mineralischem und organischem Stickstoff steht massiv in der Kritik, negative Umweltfolgen zu verursachen. Die Düngung mit Stickstoffdüngemitteln ist mit gasförmigen Emissionen aus der Umsetzung im Boden verbunden. Insbesondere Lachgas-Emissionen, die im Vergleich zu Kohlendioxid den Treibhauseffekt wesentlich deutlicher verstärken, nehmen mit steigender Düngung zu. Die Emission von Ammoniak aus organischen Düngern wird hier im Projekt nicht betrachtet. Für die Klimabilanz des Weizens ist die Reduktion der Stickstoffdüngung die bedeutendste Komponente, da sowohl die Lachgasemissionen des Düngers aus den Umsetzungsvorgängen im Boden als auch der Energieverbrauch für die Düngerherstellung verringert wird.

Daneben birgt die hohe N-Düngung die Gefahr des Austrags von Nitrat in das Grundwasser, besonders wenn der Weizen hohe Spätdüngungsgaben aufgrund von Trockenheit nicht mehr aufnehmen kann, diese über dem Winter im Boden verbleiben und der Auswaschung unterliegen. Aktuell wurde die Reduktion der N-Düngung um 20 % durch die Düngeverordnung (DüV) in Nitrat-gefährdeten Gebieten (rote Gebiete) festgelegt, um den Nitratintrag ins Grundwasser zu minimieren.

Das durchgeführte Projekt zielte auf die Analyse der Zusammenhänge zwischen verringerter N-Düngung, Sortenwahl und Backeignung des bayerischen Weizenanbaus.

Grundsätzlich ist aus wirtschaftlichen, aber auch aus ökologischen Gesichtspunkten eine effiziente Nutzung aller verwendeten Ressourcen (u.a. Energie, Boden, Dünger) anzustreben. Ein hoher Kornertrag bleibt zur möglichst vollständigen Nutzung des Bodenstickstoffs und für die Rentabilität des Weizenanbaus von wesentlicher Bedeutung.

Gute bis sehr gute Weizenqualitäten lassen sich auch mit etwas verringerter N-Spätdüngung erreichen, wenn Sorten gewählt werden, die von Haus aus ein sehr hohes Qualitätsniveau, einschließlich eines hohen Proteingehaltes besitzen. Aufgrund der negativen Korrelation zwischen Ertrag und Proteingehalt ist ein gewisser Ertragsnachteil dieser Sorten in Kauf zu nehmen. Der hohe Rohproteingehalt und gute Erträge führen zu einer guten Stickstoff-Effizienz.

Daneben sind Sorten auf dem Markt, die gute bis sehr gute Backvolumen mit hohen Erträgen kombinieren, aber im Vergleich zu den zuvor beschriebenen Weizen einen geringen Rohproteingehalt aufweisen. Diese proteinärmeren Sorten erzielen durch die hohen Erträge ebenfalls hohe N-Entzüge und erreichen eine hohe Stickstoffnutzungseffizienz in der Backweizenerzeugung. Aufgrund der bisher sehr starken Orientierung der aufnehmenden Hand am Proteingehalt konnten sich diese Sorten trotz guter Backqualität bis jetzt am Markt nicht etablieren, da sie die geforderten Mindestproteingehalte häufig nicht erreichten und die Qualitätszuschläge nicht erzielen. Aufgrund der besseren Erträge wären sie bei adäquater Backqualität für die Landwirtschaft sehr interessant.

2 Zielsetzung des Vorhabens

1. Erarbeitung von beratungsrelevanten Daten zur Auswirkung einer verringerten Spät-düngung auf den Rohproteingehalt und die Backqualität
2. Intensive backtechnologische Beschreibung der Sorten in den Düngungsstufen unter Einbeziehung rheologischer Methoden
3. Akzeptanz für Weizen mit hoher Backqualität, aber mittlerem Proteingehalt bei der nachgelagerten Wertschöpfungskette (Mühlen, Bäckereien)

Im Projekt wurden folgende Ziele ebenfalls bearbeitet:

- Erarbeitung und Validierung praxisnaher molekulargenetischer Methoden zur Sortenidentifikation in Handel und Mühle für die Qualitätssicherung
- Validierung von genomischen Selektionsstrategien zur Entwicklung von ertragreichen Sorten mit hoher bis sehr hoher Backqualität unter Inkaufnahme mittlerer Proteingehalte.

Diese Punkte sind im vollständigen Projektbericht ausgeführt, der angefordert werden kann.

3 Durchführung, Ergebnisse und Diskussion

3.1 Produktionstechnische Versuche zur Düngung entsprechend der novellierten Düngeverordnung

Auf Grundlage vorhandener Qualitätsdaten aktueller Sorten wurde eine Auswahl von E- und A-Weizen getroffen, um sowohl Typen mit guter Backqualität (z.B. Kerubino, Meister) und gehobenen Rohproteingehalten als auch Typen mit guter Qualität, sehr hohen Erträgen, aber nur mittleren Rohproteingehalten bei drei unterschiedlichen N-Düngungsintensitäten zu prüfen. In den ersten beiden Versuchsjahren wurden auch die Sorten Monopol und Bussard als deutschlandweit anerkannte Standards für Spitzenqualitäten verwendet. In Tabelle 1 ist die Prüfdauer der einzelnen Sorten dargestellt. Der Anbau wurde in Zusammenarbeit mit den Fachzentren für Pflanzenbau an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Würzburg, Deggendorf, Augsburg und den Züchtungsunternehmen Saatzeit Secobra und KWS Lochow an 3 – 4 Orten durchgeführt.

Tabelle 1 Übersicht der zur Ernte 2016 bis 2020 geprüften Sorten

Sorten	Qualitäts- gruppe	Zulassungs- jahr	2016	2017	2018	2019	2020
Monopol	E	1975	x	x			
Bussard	E	1990	x	x			
Akteur	E	2003	x	x			
Kerubino EU	(E)	2004	x	x			
Genius	E	2010	x	x	x	x	x
KWS Montana	E	2014	x	x			
Bernstein	E	2014	x	x			
Axioma	E	2014	x	x	x	x	x
Ponticus	E	2015	x	x	x	x	
Barranco	E	2016	x	x			
Moschus	E	2016			x	x	x
KWS Emerick	E	2018			x	x	x
Viki	E	2018				x	x
Komponist	E	2020					x
Julius	A	2008	x	x	x	x	
Meister	A	2010	x	x			
Patras	A	2012	x	x	x	x	x
RGT Reform	A	2014	x	x	x	x	x
Spontan	A	2014	x	x	x	x	x
Apostel	A	2016			x	x	x
Asory	A	2018			x	x	x
LG Initial	A	2018			x	x	
SU Habanero	A	2020					x
Design	B	2016	x	x			
Campesino	B	2019					x

Die Versuche waren in drei Wiederholungen mit drei Stickstoffdüngungsniveaus vollrandomisiert oder im Split-Plot-Design angelegt. Nur bei KWS Lochow waren die jeweiligen Düngungsstufen als Block zusammengefasst und nicht randomisiert. Die Produktionstechnik war für die jeweiligen Versuche einheitlich und wurde entsprechend den örtlichen Gegebenheiten durchgeführt. Der Versuch 2016 in Piering wurde aufgrund eines Hagelereignisses nicht geerntet. Der Versuch in Giebelstadt 2016 konnte aufgrund des starken Befalls mit der Orangen Weizengallmücke, der zwischen den Sorten sehr unterschiedlich war, nicht in die Qualitätsauswertung einbezogen werden.

Die N-Düngungsstufen richteten sich in den Vegetationsperioden 2015/2016 und 2016/2017 in der Stufe 3 am intensiven ortsüblichen Niveau für A-/E-Weizen aus. Zu den Stufen 2 und 1 wurde die Düngung v.a. zum 3. Düngungstermin jeweils um 20 – 40 kg N/ha reduziert. Dabei entsprach die Stufe 2 ungefähr dem Düngebedarf des E-Weizens und die Stufe 1 des A-Weizens nach der Novellierung der DüV zum 26. Mai 2017. Aufgrund der Diskussion zur Reduzierung der N-Düngung um 20 % in den Gebieten mit einer hohen Nitratbelastung des Grundwassers, den sogenannten „roten Gebieten“, wurde das gesamte N-Düngungsniveau des Versuches angepasst. Die Einschränkungen traten zum 28. April 2020 in Kraft und hatten ab dem Jahr 2021 Gültigkeit. Ab der Vegetationsperiode 2017/2018 entsprach die Stufe 3 dem E-Weizenbedarf nach der DüV, die Stufe 2 dem A-Weizenbedarf und die Stufe 1 dem N-Niveau des A-Weizenbedarfes minus 20 %. Im Durchschnitt der Versuche lag zwischen den Stufen ca. 30 kg N/ha Differenz in der Stickstoffdüngung. Die Düngung an den einzelnen Umwelten ist dem Anhang Abschnitt I zu entnehmen.

In den Versuchen wurde durch situationsangepasste Pflanzenschutzmaßnahmen Krankheitsbefall verhindert und neben Standardbonituren v.a. der Kornertrag erfasst. Die Kornuntersuchungen wurden direkt am Erntegut durchgeführt. Für die Qualitätsanalysen im Backlabor wurden die Ernteproben zuvor über das 2,5 mm-Sieb gereinigt. Die Untersuchungen wurden entsprechend der anerkannten Verfahren durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den Qualitätsberichten zu den Landessortenversuchen dargestellt (z.B. Backqualitätsbericht 2019 unter <http://www.isip2.de/versuchsberichte/84540>).

Die Ergebnisse der Einzelorte, ein- und mehrjährige Auswertungen sind fortlaufend in den Berichten zu dieser Versuchsserie 103 unter folgenden Links abgelegt:

Produktionstechnischer Versuch Qualitätsweizen 2016-2018

<http://www.isip2.de/versuchsberichte/79855>

Produktionstechnischer Versuch Backqualität von Winterweizen bei differenzierter Stickstoffdüngung 2019

<http://www.isip2.de/versuchsberichte/83915>

Produktionstechnischer Versuch Backqualität von Winterweizen bei differenzierter Stickstoffdüngung 2020

<http://www.isip2.de/versuchsberichte/87139>

3.1.1 Ertragsergebnisse, Rohproteingehalte und Rohproteinertrag

Grundsätzlich war die Versuchsserie darauf ausgerichtet, Untersuchungsmaterial mit differenzierendem Rohproteingehalt für die Backqualitätsanalysen zu erzeugen. Dennoch kann exemplarisch die Wirkung der Verringerung der N-Düngung auf den Ertrag und den Rohproteingehalt beschrieben werden. Die Ertragsergebnisse, die Rohproteingehalte und die Rohproteinerträge der einzelnen Umwelten sind in Abbildung 1 bis 3 dargestellt. Die einzelnen Umwelten mit den Angaben zur Düngung sind im Anhang Abschnitt I zu finden. Die Ergebnisse waren geprägt von den spezifischen Wachstumsbedingungen der einzelnen Jahre und Orte und deren Wechselwirkung mit dem Effekt der differenzierten N-Düngung.

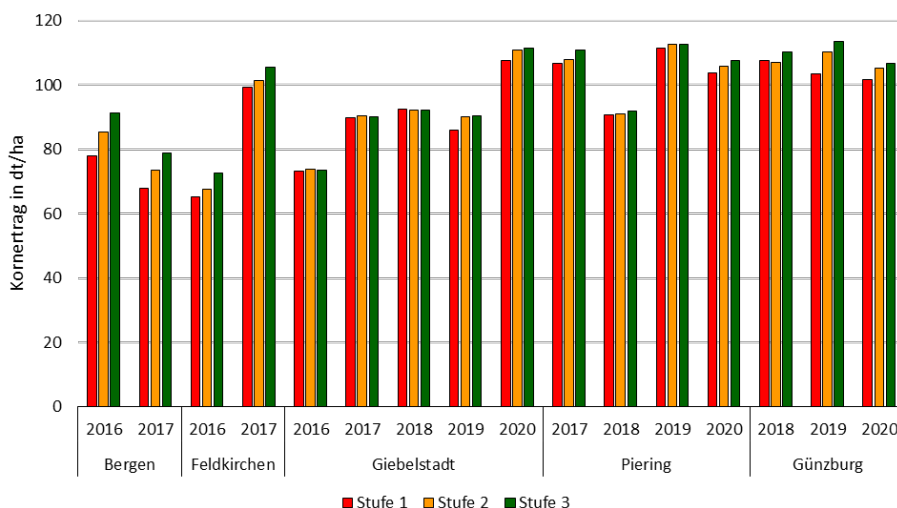


Abb. 1 Ertragsergebnisse der N-Düngungsstufen der einzelnen Versuche.

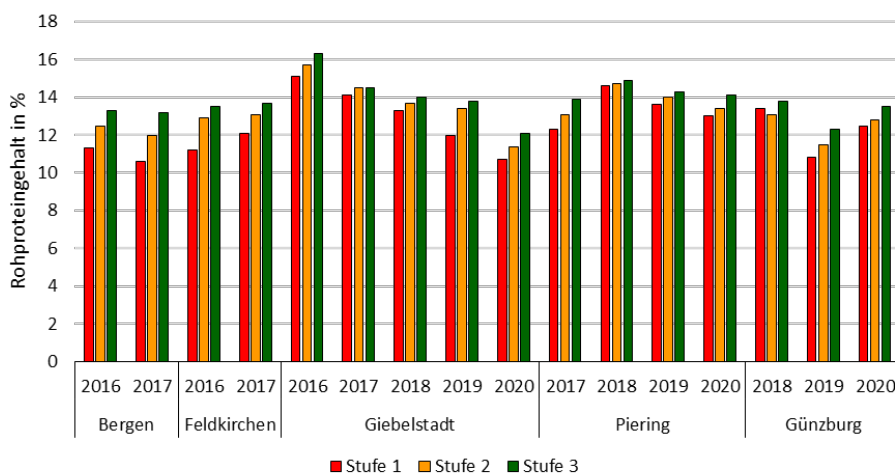


Abb. 2 Rohproteinergebnisse der N-Düngungsstufen der einzelnen Versuche.

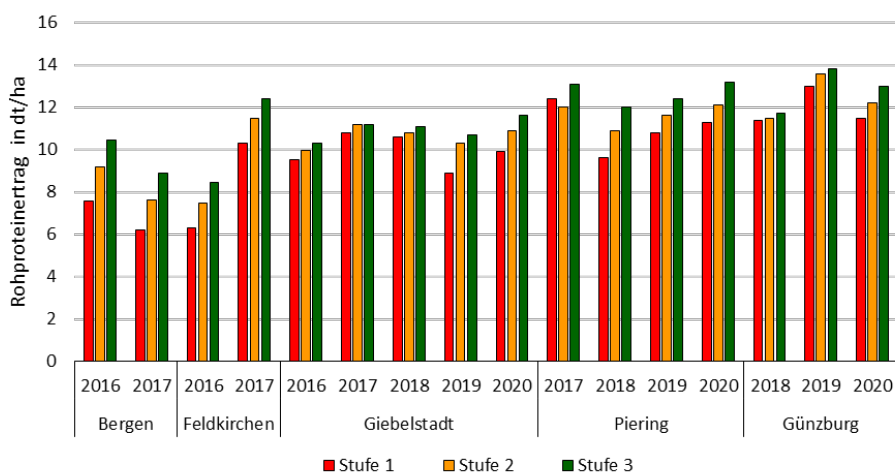


Abb. 3 Rohproteinertragsergebnisse der N-Düngungsstufen der einzelnen Versuche. N-Düngungsstufen Ernte 2016 und 2017: 1 A/B-Weizen nach DüV 2 E-Weizen nach DüV, 3 bisher ortsüblich; Ernte 2018 bis 2020: 1 A/B-Weizen „rotes Gebiet“ 2 A/B-Weizen nach DüV 3 E-Weizen nach DüV, jeweils ca. 30 kg N/ha Unterschied zwischen den Stufen; Sorten: Genius und Axioma (E), Spontan, Patras und RGT Reform (A)

Der Einfluss der Stickstoffsteigerung auf Ertrag und Backqualität variierte zwischen den einzelnen Umwelten erheblich. Die Witterung während der Vegetation spielte dabei eine entscheidende Rolle. Bei sehr trockenen Verhältnissen brachten an einigen Umwelten spätere Düngungstermine nur eine geringe Wirkung. So führte die Teilung der 3. N-Gabe in Günzburg 2018 in der Stufe 2 aufgrund der Trockenheit zu niedrigeren Erträgen und Rohproteingehalten als die geringere Düngung in Stufe 1. Die in Anhang Abschnitt I gezeigten Ergebnisse demonstrieren die Variabilität der Reaktion auf den Faktor Düngung an den verschiedenen Umwelten. Alle Sorten reagierten ähnlich auf die Reduktion der Düngung. Eine für landwirtschaftliche Beratungsaussagen nutzbare Wechselwirkung zwischen Sorte und Düngungsniveau kann nicht abgeleitet werden.

Zur Beurteilung der grundsätzlichen Wirkung der verringerten N-Düngung wurden nur die in der Versuchsserie über alle fünf Jahre (2016 – 2020) orthogonal geprüften Sorten Genius und Axioma (E), Spontan, Patras und RGT Reform (A) in den Mittelwert einbezogen (Abb. 4). Durch die Verringerung der N-Düngung fiel der Rohproteingehalt deutlich. Im Durchschnitt der Jahre reduzierte sich der Ertrag um 2,5 dt/ha und der Proteingehalt um 0,5 % bis 0,6 % je 30 kg N/ha Einschränkung (Tabelle 2).

Der Rohproteinertrag (100 % TS), das Produkt von Ertrag und Rohproteingehalt, reduzierte sich je Stufe um 0,7 dt/ha bzw. 6%. Die N-Reduktion um 30 kg N/ha je Stufe führte jeweils zu einem um 10 kg N/ha niedrigeren N-Entzug durch das Korn, sodass in dieser Serie von einer Ausnutzung von einem Drittel der Spätdüngungssteigerung auszugehen ist. Andere Versuchsergebnisse zeigten, dass ca. die Hälfte der N-Spätdüngung im Korn ankommt.

Nur an Standorten, deren Erträge aufgrund häufig trockener Bedingungen limitiert sind, und an Standorten mit sehr hoher N-Nachlieferung wie hier in der Serie am Versuchsort Piering nach Kartoffelvorfrucht, erscheinen ertragsbetonte A-Weizen, wie RGT Reform, Apostel und Asory, die Schwelle von 13 % Rohprotein mit dem Düngebedarf nach DüV erreichen zu können. An Standorten mit höheren Erträgen und durchschnittlicher N-Nachlieferung (hier z.B. Günzburg) müssen proteinbetonte Sorten verwendet werden, um die 13 % zu erzielen. Die Kürzung der N-Düngung um 20 % macht die klassische A-Weizenerzeugung in den roten Gebieten nahezu unmöglich. In Regionen mit guten Böden, häufiger Sommertrockenheit (v.a. Franken auch Ostdeutschland) und dadurch begrenztem Ertragsniveau kann die Produktion von A- und E-Weizen in den roten Gebieten in trockenen Jahren gelingen.

Die Reduktion der Düngung und einhergehend der geringere Proteingehalt wirkten sich direkt negativ auf die weiteren Analysenparameter der Backqualität aus (Tab. 2). Die Wasseraufnahme und das Backvolumen verringerten sich. Die Teigstabilität im Farinogramm nahm mit geringerem Proteingehalt sehr deutlich ab und der Teigerweichungsgrad erhöhte sich. Die Verringerung der Qualitätszahl als zusammenfassenden Parameter des Farinogramms demonstriert dies eindrücklich. Die geringeren Proteingehalte führten zu einer geringeren Dehnbarkeit. Die Dehnungslänge im Extensogramm nahm ab. Die Dehnungskraft im Maximum erhöhte sich mit sinkendem Proteingehalt leicht. Korrelierend dazu ist diese Veränderung im Glutenindex hin zu festerem Kleber festzustellen. Im Kleber bewirken die hochpolymeren Glutenine die Vernetzung des Klebers und die niederpolymeren Gliadine fördern die Gleitfähigkeit und Plastizität des Klebernetzwerks. Die Düngung beeinflusst die Gliadinfraktion stärker als die Glutenfraktion. Bei einer Verringerung der N-Düngung nimmt somit der Gliadinegehalt stärker ab als der Gluteningehalt. Dies hat zur Folge, dass ein festerer und weniger dehnfähiger Kleber entsteht. Die Mahlparameter wie Aschegehalt und Mehlausbeute wurden kaum durch den Faktor N-Düngung beeinflusst.

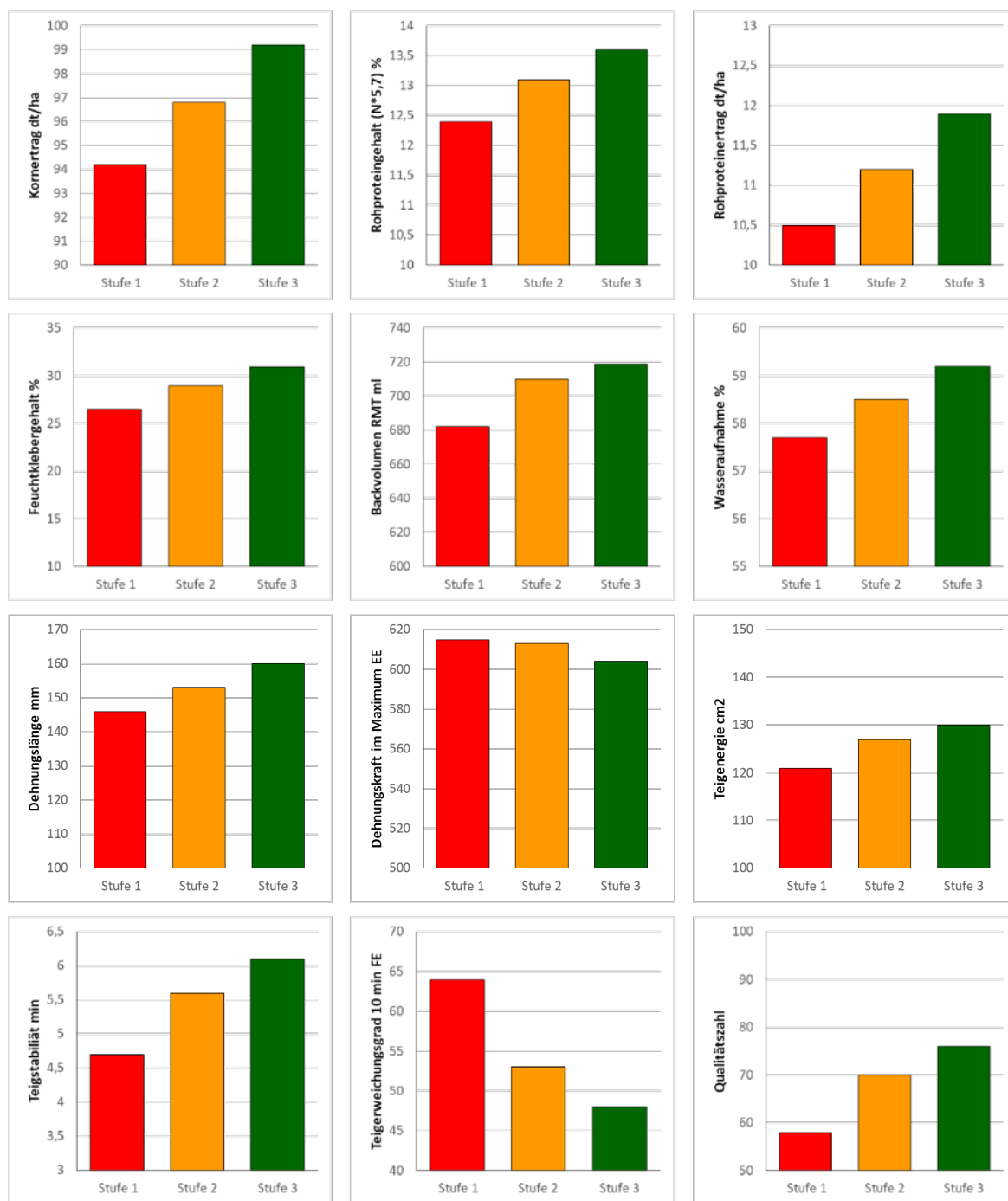


Abb. 4 Ertrags- und Qualitätsergebnisse der N-Düngungsstufen im Durchschnitt der 5 Erntejahre 2016 bis 2020, 15 Versuche und 5 Sorten. N-Düngungsstufen Ernte 2016 und 2017: 1 A/B-Weizen nach DüV 2 E-Weizen nach DüV, 3 bisher ortsüblich; Ernte 2018 bis 2020: 1 A/B-Weizen „rotes Gebiet“ 2 A/B-Weizen nach DüV 3 E-Weizen nach DüV, jeweils ca. 30 kg N/ha Unterschied zwischen den Stufen; Sorten: Genius und Axioma (E), Spontan, Patras und RGT Reform (A), RMT-Backversuch, Farino- und Extensogramm

Tabelle 2 Durchschnittliche Veränderung der Parameter durch die Reduktion der Düngung von ca. 30 kg N/ha je Stufe

Parameter		Durchschnittliche Verringerung je Stufe
Kornertrag	dt/ha	-2,5
Rohproteingehalt (N*5,7)	%	-0,6
Rohproteintrag (100 % TS)	dt/ha	-0,7
Feuchtklebergehalt	%	-2,2
Glutenindex		-1,5
Wasseraufnahme	%	-0,45
Backvolumen RMT	ml	-18,5
Dehnungslänge	mm	-7
Dehnungskraft im Maximum	EE	5,5
Teigenergie	cm ²	-4,5
Verhältniszahl im Extensogramm		0,2
Teigstabilität	min	-0,7
Erweichungsgrad 10 min	FE	8
Qualitätszahl im Farinogramm		-9

3.1.2 Nährstoffsaldo und Nmin-Gehalte der Düngungsstufen nach der Ernte

Die Versuche wurden in der Regel vergleichbar zu durchschnittlichen Weizenschlägen in der Praxis behandelt. Sie standen entweder nach den Vorfrüchten Weizen, Zuckerrüben und Körnermais, die für die Nachfrucht wenig verfügbaren Stickstoff zurücklassen, oder nach Kartoffeln, bei denen meist mehr Stickstoff auf dem Feld verbleibt. Die Witterungsverhältnisse waren im Allgemeinen günstig. Teilweise war insbesondere im Jahre 2018 Trocken- und Hitzestress vorhanden. In den Düngungsstufen wurden im Durchschnitt der Jahre 152 kg N/ha, 182 kg N/ha und 215 kg N/ha gedüngt (Abb. 5). In den Düngungsstufen 2 und 3 nutzte der Winterweizen den Dünger-Stickstoff durch das Korn komplett aus und der Saldo war annähernd ausgeglichen. In der unteren Düngungsstufe (Stufe 1) war der Saldo negativ. Der Weizen entzog im Mittel weitere 30 kg N/ha aus dem Bodenvorrat.

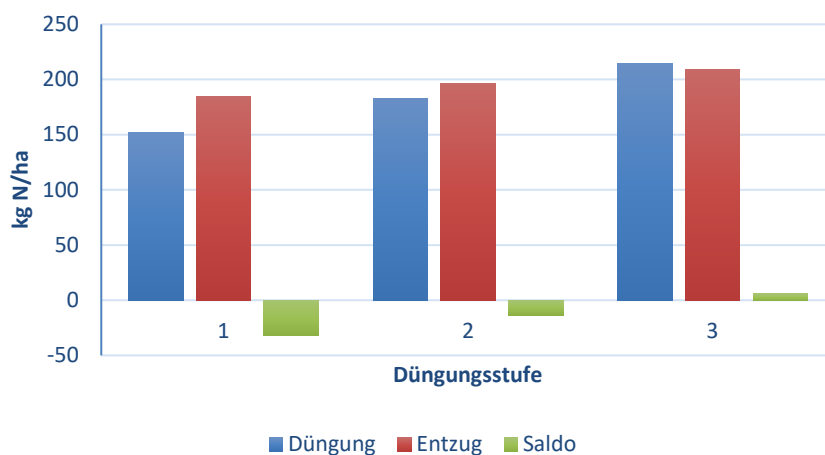


Abb. 5 N-Düngung, Entzug (Korn) und Saldo im Durchschnitt der fünfjährigen Versuchsserie

Besonders die späten Stickstoff-Düngungsgaben zeigten für sich allein betrachtet eine schwache Nutzungseffizienz. Deshalb wird befürchtet, dass ein erheblicher Anteil in mineralisierter Form im Boden zurückbleibt und direkt auswaschungsgefährdet ist. Erstmals im Jahr 2019 wurden Bodenproben nach der Ernte gezogen und die N_{min}-Werte ermittelt. Die zugrundeliegenden Proben wurden jeweils über alle Parzellen einer Stufe gezogen. An allen Standorten waren zwischen den Stufen kaum Unterschiede im N_{min}-Gehalt feststellbar (Tabelle 3).

Ausgehend von den Stickstoff-Salden und den festgestellten niedrigen N_{min}-Werten nach der Ernte lässt sich feststellen, dass der Winterweizen den Stickstoff-Bodenvorrat entleert hat.

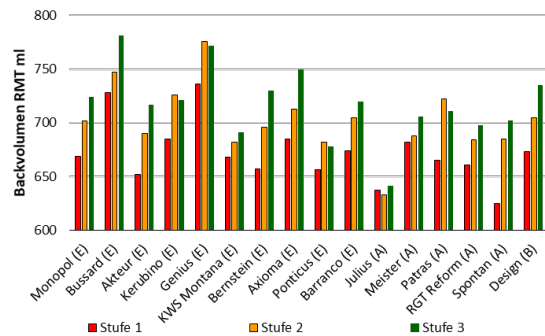
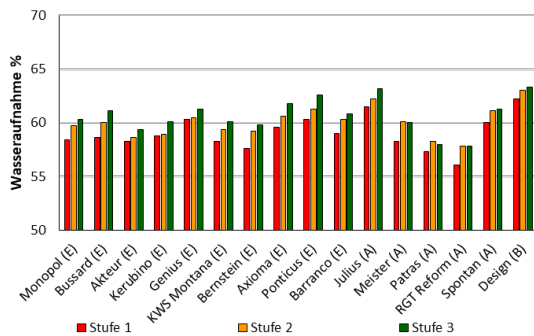
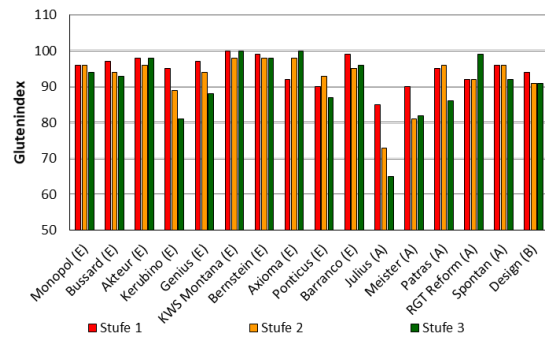
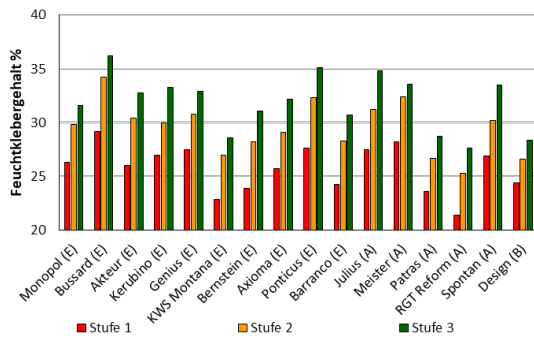
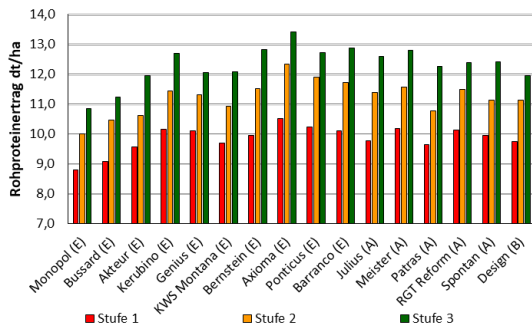
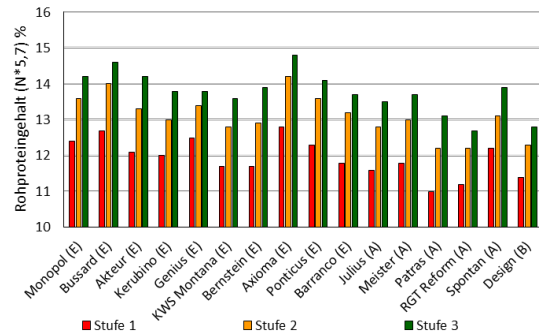
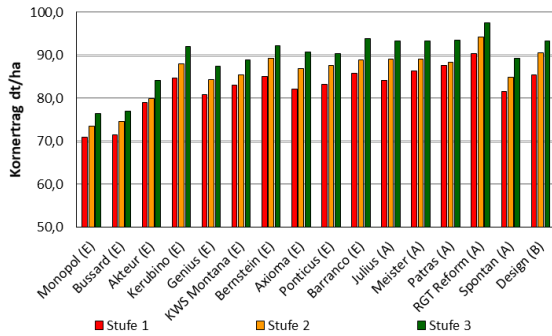
Tabelle 3 N_{min}-Gehalte der Versuchsfläche zu Vegetationsbeginn und nach der Ernte in den einzelnen Düngungsstufen

Ort	N _{min}	Stufe	N _{min} 0-30cm kg/ha	N _{min} 30-60 kg/ha	N _{min} 60-90 kg/ha	N _{min} 0-90cm kg/ha	Düngung kg/ha
Piering 2019	Vegetationsbeginn		32	29	47	108	
	nach der Ernte	1	29	17	6	52	110
		2	27	16	6	49	150
		3	25	18	6	50	190
Giebelstadt 2019	Vegetationsbeginn		18	49	42	109	
	nach der Ernte	1	20	5	2	26	110
		2	20	4	2	27	137
		3	27	6	2	35	163
Günzburg 2019	Vegetationsbeginn		23	26	28	77	
	nach der Ernte	1	28	10	5	43	140
		2	25	10	5	40	175
		3	24	9	5	38	205
Giebelstadt 2020	Vegetationsbeginn		15	30	23	68	
	nach der Ernte	1	23	10	3	36	140
		2	22	11	3	36	170
		3	26	10	3	39	200

3.1.3 Backqualitätsergebnisse der ersten Serie mit Bussard und Monopol

Für die erste Serie wurden Sorten vorwiegend der Qualitätsgruppen E und A gewählt, die damals relevant für die Beratung waren. Ergänzt wurde das Sortiment durch Monopol und Bussard, die beide eine sehr gute Backqualität aufweisen. Sie wurden über einen langen Zeitraum in der Praxis - häufig im Vertragsanbau - angebaut und erzielten meist einen besseren Preis als 'normale' E-Weizen. Die Ertragsergebnisse und die Qualitätseigenschaften aller Sorten in den drei N-Düngungsstufen sind in Abbildung 6 dargestellt. Die Teigeigenschaften des Mehls der einzelnen Sorten müssen bezüglich des Anwendungsziels, d.h. des speziellen Gebäcks beurteilt werden. Sowohl Mehle, die sehr dehnfähige Teige ergeben, als

auch Mehle mit sehr elastischen Teigeigenschaften, die durch eine hohe Dehnungskraft im Extensogramm charakterisiert sind, sind für spezialisierte Anwendungen notwendig. Durch Mischen der jeweiligen Sorten und Herkünfte versucht der Müller die Teigeigenschaften passend für das Backprodukt einzustellen.



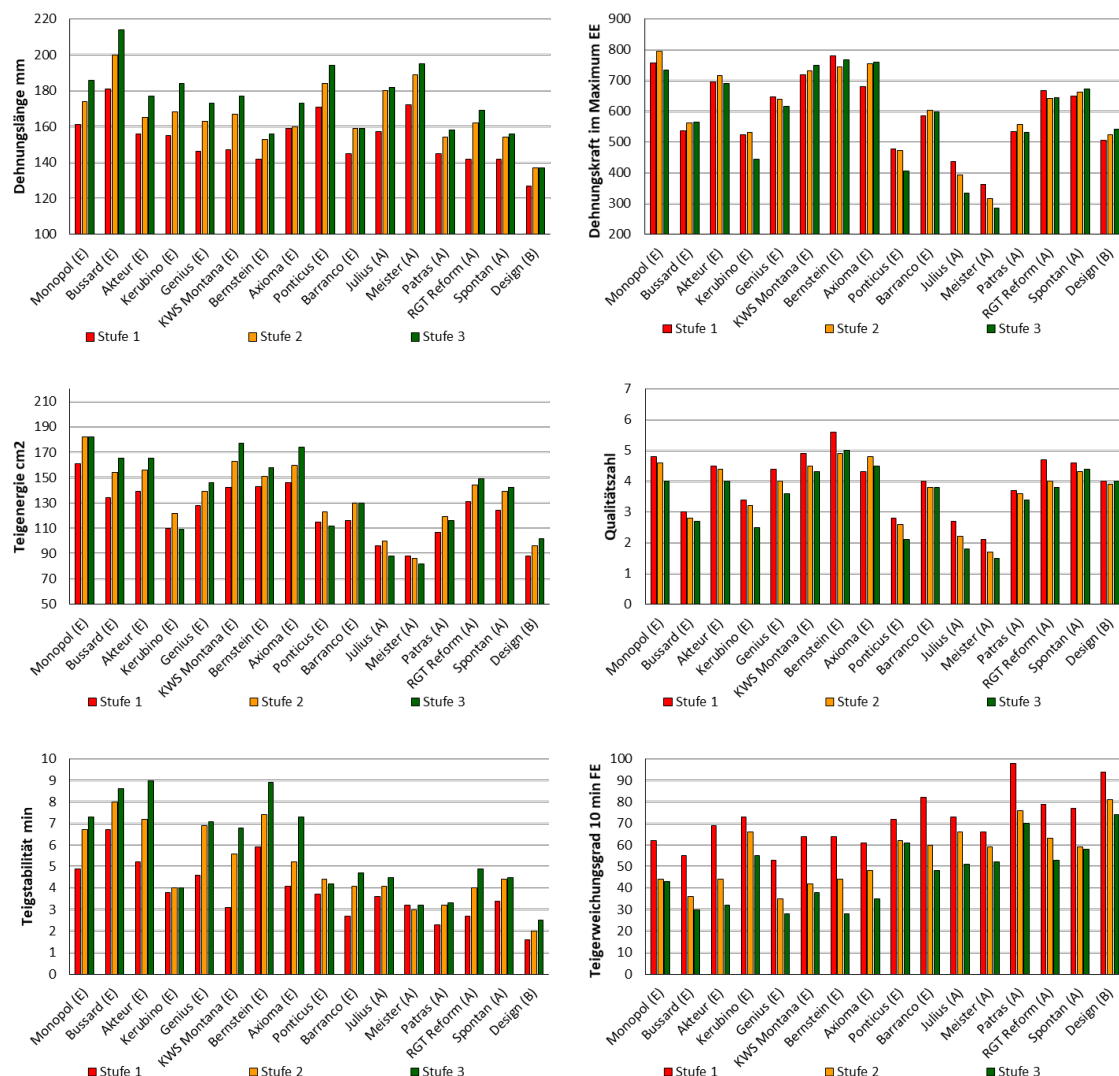


Abb. 6 Ertrags- und Qualitätsergebnisse der N-Düngungsstufen von 2 Jahren, 6 Versuchen und 16 Sorten. N-Düngungsstufen Ernte 2016 und 2017: 1 A/B-Weizen nach DüV 2 E-Weizen nach DüV, 3 bisher ortsüblich A-/E-Weizen, jeweils ca. 30 kg N/ha Unterschied. RMT-Backversuch, Farino- und Extensogramm

Vergleich aktueller Sorten mit Monopol (Zulassungsjahr 1975) und Bussard (1990)

Neuere E-Weizensorten wie Genius (2010), Akteur (2003) und Axioma (2014), die eine sehr gute Backqualität aufweisen, besaßen eine deutlich höhere agronomische Leistungsfähigkeit als die älteren und krankheitsanfälligen Sorten Monopol und Bussard.

Bussard, der immer noch, ausschließlich im Vertragsanbau angebaut wird, ist mit sehr guter Dehnbarkeit ausgestattet. Er zeigte eine außerordentliche Dehnungslänge und Teigstabilität, die in dieser Gruppe auch von Genius bei weitem nicht erreicht wird.

Monopol wird immer noch vereinzelt im Vertragsanbau bei den Mühlen genutzt. Er besitzt bei etwas zähen Teigen im Backversuch einen sehr hohen Dehnwiderstand (Dehnungskraft im Maximum) und trotzdem eine gute Dehnungslänge im Extensogramm, die zusammen eine sehr hohe Teigenergie ergeben. Darin ist er von den anderen Sorten unerreicht. Sorten, die ihm nahe kommen, sind Akteur und Axioma.

Die sehr gute Teigstabilität im Farinogramm ist bei Bussard und Monopol zu betonen.

Akteur, Bernstein, KWS Montana und **Axioma** weisen sehr gute Qualitätseigenschaften auf und gehören zu den Sorten mit sehr hohem Dehnwiderstand. Sie sind aber im Vergleich zu Monopol als etwas schwächer zu beurteilen.

Genius besitzt eine runde Qualität mit mittleren Teigeigenschaften, die am Markt geschätzt wird. In der Dehnbarkeit des Teiges kann er Bussard nicht erreichen. Die anderen ertragsstarken E-Weizensorten (**Baranco, Kerubino, Ponticus**) zeigen eine normale Teigelastizität, einen mittleren Dehnwiderstand und mittleren Energien im Kurzextensogramm. In dieser Kombination erreichen sie auch bei etwas niedrigeren Rohproteingehalten gute Backvolumen.

Die geprüften A-Weizen **Patras, Spontan** und **Meister**, die mit hoher Volumenausbeute eingestuft sind, unterscheiden sich in ihrer Backqualität nicht wesentlich von diesen ertragreicheren E-Weizensorten. Meister neigt bei höheren Proteingehalten zu geschmeidigen Teigen, Patras ergibt normale Teige, während Spontan zu etwas zähen Teigen tendiert.

RGT Reform hat bei niedrigem bis mittlerem Rohproteingehalt eine mittlere bis hohe Volumenausbeute. In der Wasseraufnahme ist er der schwächste im Sortiment.

Julius kennzeichnet den Übergang zwischen den A- und B-Weizen. Er besitzt bei einem hohen Klebergehalt einen für A-Weizen niedrigen Glutenindex und normale bis geschmeidige Teige. Seine Volumenausbeute ist mittel bis hoch.

Als einziger B-Weizen war **Design** in der Prüfung. Bei niedrigem Proteingehalt zeigt er eine gute Wasseraufnahme. Außergewöhnlich ist das hohe bis sehr hohe Backvolumen. Seine Teigstabilität ist allerdings gering, was auch auf den niedrigen Rohprotein- und Feuchtklebergehalt zurückgeführt werden kann.

3.1.3 Backqualitätsergebnisse der zweiten Serie mit Aktualisierung des Sortiments

Nach dem zweiten Versuchsjahr wurden ältere Sorten aus dem Sortiment genommen und durch aktuelle Sorten ersetzt, die für den Anbau in Bayern empfohlen werden oder sich gerade in Prüfung befinden. Die Auswahl setzt sich aus dem E- und A-Weizensegment zusammen (Tabelle 1). Die Ertragsergebnisse der Sorten wurden dreijährig verrechnet bzw. bei geringerer Prüfdauer mittels LSMMeans adjustiert. Für den Vergleich des grundsätzlichen Niveaus der Qualitätseigenschaften ist die LSMMeans-Adjustierung sehr gut geeignet. Die Unterschiede zwischen den Stufen sollten allerdings aufgrund der sehr verschiedenen Jahre nur zwischen Sorten mit gleicher Prüfperiode erfolgen. Genius war als Qualitätsvergleich im Sortiment.

Wechselwirkung Sorte/Düngung

Alle Sorten reagierten in ihren Qualitätseigenschaften einheitlich positiv auf die Steigerung der N-Düngung und des Rohproteingehalts (Abb. 7). Eine Wechselwirkung zwischen Düngung und Sorte auf den Rohproteingehalt und die Backqualitätseigenschaften ist nicht zu erkennen. Die Qualitätseigenschaften der Sorten sind sehr heritabel und stabil zwischen den Umwelten. Sehr umweltabhängig ist der Rohproteingehalt. Die Versuchsergebnisse spiegeln grundsätzlich die Qualitätseinstufungen aus der Sortenzulassung wider. Sorten, die mit geringerer Düngung weniger an Backqualität verlieren, könnten nicht festgestellt. Aufgrund der Teigeigenschaften verlieren Sorten, die etwas zähe oder zähe Teige ergeben, bei

Verringerung der Düngung stärker an Volumenausbeute, da sich überproportional die Gliadinfraktion reduziert, die die Teige eher dehnbar hält. Axioma, RGT Reform und Spontan entsprechen diesem Typ. Sorten (z.B. Patras, Apostel) mit normalen oder geschmeidigen Teigen reagierten – sortenrein gebacken – teilweise sogar mit steigendem Backvolumen. Daraus kann aber nicht abgeleitet werden, dass diese Sorten weniger in der Qualität beeinträchtigt werden. In Mehlen aus verschiedenen Komponenten bringen sie dennoch weniger funktionellen Kleber ein. Durch den Farinographen war die stärkere Teigerweichung im Knetvorgang mit sinkendem Proteingehalt zu sehen.

Ergebnisse zu den einzelnen Sorten

Zwischen und innerhalb der Qualitätsgruppen sind Sortenunterschiede vorhanden (Abb. 7), wengleich sich im Übergangsbereich der Gruppen die Eigenschaften sehr ähnlich sind.

Genius als Hochqualitätsstandard zeigte bei mittel bis zähen Teigeigenschaften und einer guten Dehnbarkeit die beste Volumenausbeute. Seine Wasseraufnahme ist hoch bis sehr hoch. Im Ertragsvermögen und in den Resistenzeigenschaften ist er nicht mehr konkurrenzfähig.

Axioma zeichnet sich durch seinen sehr hohen Rohproteingehalt, einen Teig mit hohem Dehnwiderstand und hoher Teigstabilität aus. Seine Wasseraufnahme ist nur mittel bis hoch zu bewerten. Im Produkt von Ertrag mal Rohproteingehalt, dem Rohproteinertrag, gehört er zu den besten. Axioma zählt somit zu den stickstoffeffizientesten Sorten

Moschus – ähnlich zu Ponticus - hat gegenüber Axioma das entgegengesetzte Teigprofil. Mit geringem Teigwiderstand, aber guter Dehnbarkeit im Extensogramm bringt Moschus eine hohe bis sehr hohe Volumenausbeute auf dem E-Weizenniveau. Er erreicht dies mit seinem hohen Rohprotein- und Feuchtklebergehalt.

KWS Emerick zeigt eine attraktive Kombination von Ertrag und Rohproteingehalt. Im Schnitt der Versuche erreicht er in Stufe 3 gerade das Niveau von 14 % Rohproteingehalt. Sein Dehnwiderstand und seine Dehnbarkeit liegen im mittleren E-Weizenniveau.

Viki bringt zweijährig in dieser Serie nur einen mittleren bis hohen Rohproteingehalt. Zusammen mit seinem guten Ertrag bleibt er mit seinem Rohproteinertrag im Mittelfeld der E- und A-Qualitätsweizen. Er zeigte eher normale Teigeigenschaften mit mittlerer Dehnbarkeit.

Nur einjährig geprüft ist **Komponist**. Er zeigt den höchsten Ertrag unter den E-Weizen, allerdings verbunden mit einem nur mittleren Rohproteingehalt. Bei guter Dehnbarkeit und mittlerem Dehnwiderstand bringt sein Teig trotz des etwas schwachen Proteingehalts ein hohes bis sehr hohes Backvolumen. Er wird an vielen Standorte kaum mit 14 % Rohprotein produziert werden können.

Der A-Weizen **Spontan** ist mit einem hohen Rohproteingehalt die proteinstärkste A-Weizensorte. Mit hohem Dehnwiderstand und mittlerer Dehnungslänge ist Spontan ähnlich RGT Reform. Bei mittlerer bis hoher Wasseraufnahme ist seine Volumenausbeute hoch.

Patras zeigte trotz seines nur mittleren Proteingehalts hohe Volumenausbeuten. Bei normalen Teigeigenschaften hat er einen mittleren Dehnwiderstand und eine gute Dehnbarkeit. Seine Verarbeitungseigenschaften werden von den Mühlen geschätzt. Auch bei geringeren Rohproteingehalten hält er seine guten Backqualitätseigenschaften.

RGT Reform zeigte ähnliche Teigeigenschaften wie Spontan, allerdings nur bei einer geringen Wasseraufnahme. Sein Rohproteingehalt ist gering bis mittel.

Apostel neigte zu geschmeidigen Teigen. Der geringe Dehnwiderstand und die gute Dehnbarkeit im Extensogramm unterstützen diese Einschätzung. Seine Wasseraufnahme ist nur gering. Bei geringem bis mittlerem Rohproteingehalt ist er in der Teigstabilität schwächer zu beurteilen.

Hervorzuheben ist **Asory**, der trotz seines geringen Rohproteingehalts gute Backqualitätseigenschaften zeigt. Seine Teigeigenschaften sind normal. Seine Volumenausbeute ist hoch bis sehr hoch. Bezüglich der Backqualität passt er problemlos auch mit niedrigeren Rohproteingehalten zu anderen A-Weizenpartien. Am Getreidemarkt ist dies aber kaum zu realisieren.

SU Habanero besitzt ein zu Asory ähnliches Qualitätsprofil, allerdings in mehreren Parametern mit etwas geringerer Backqualität.

Campesino war als B-Weizen mit sehr geringen Rohproteingehalten im Versuch. Er erzielte den höchsten Kornertrag. Trotz des sehr niedrigen Rohproteingehalts hat er eine ansprechende Wasseraufnahme über RGT Reform, Apostel, Patras und Viki, kombiniert mit einem mittleren Backvolumen. Seine Teigeigenschaften sind als geschmeidig einzuordnen. Bei geringem Dehnwiderstand ist seine Dehnbarkeit akzeptabel.

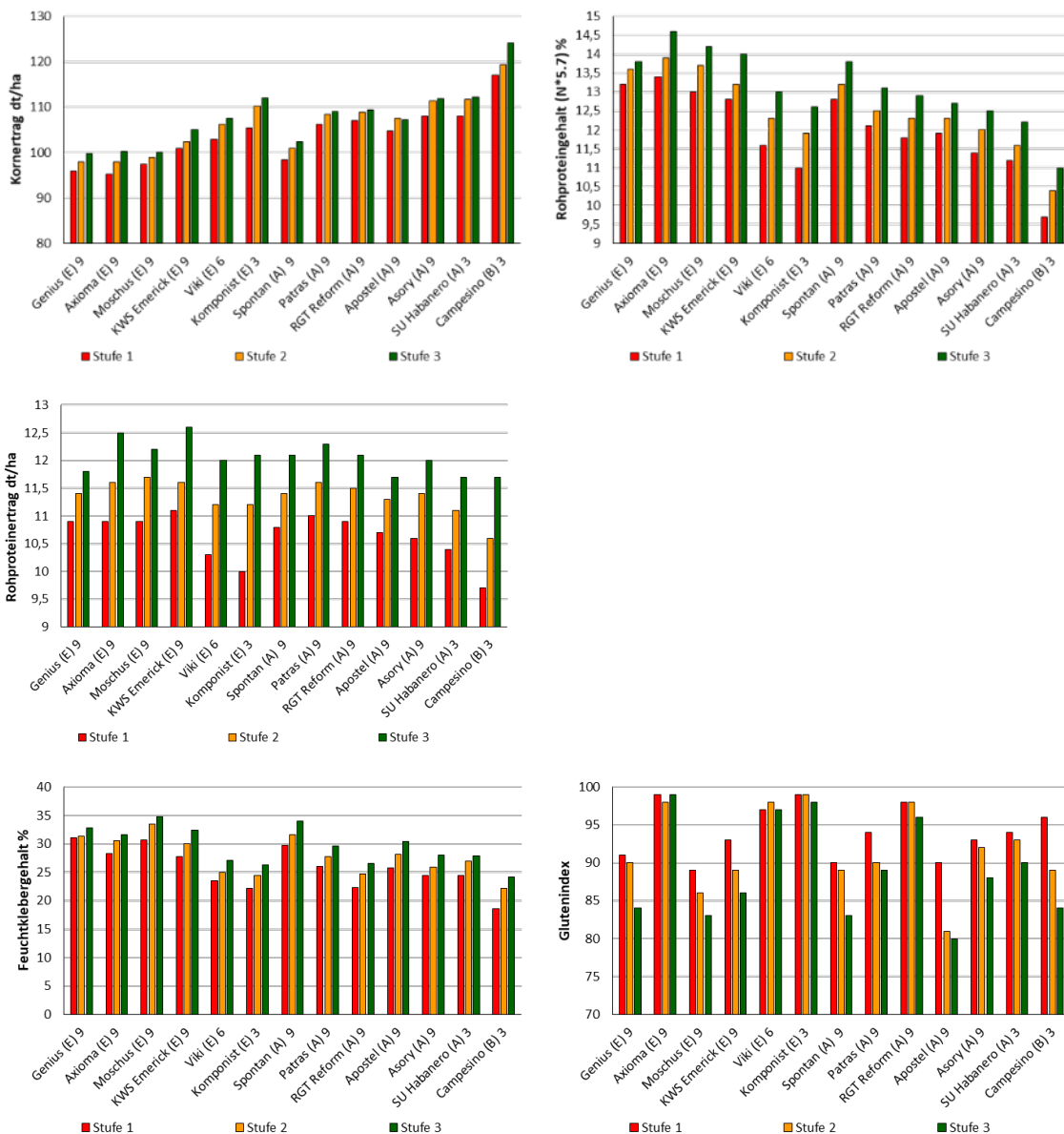


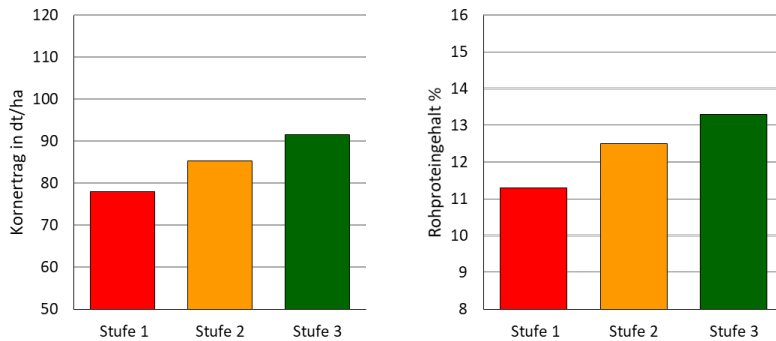


Abb. 7 Ertrags- und Qualitätsergebnisse der Sorten. N-Düngungsstufen: 1 A/B-Weizen „rotes Gebiet“ 2 A/B-Weizen nach DüV 3 E-Weizen nach DüV jeweils ca. 30 kg N/ha Unterschied, x-Achse: Sortenname, Qualitätsgruppe, Anzahl Umwelten, dreijährig 2018 – 2020, in Piering, Gieselstadt und Günzburg (Viki zweijährig; Komponist, SU Habanero und Campesino einjährig, adjustiert LSMeans (Ort*Jahr*Sorte)), RMT-Backversuch, Extenso- und Farinogramm

Anhang

I. Abbildungen zu Düngung, Kornertrag, Rohproteingehalt, Rohproteinertrag der einzelnen Umwelten

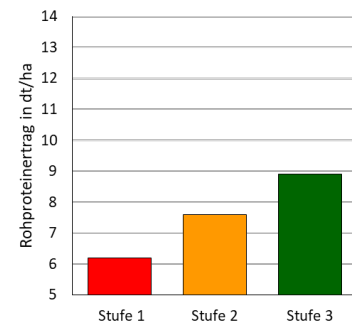
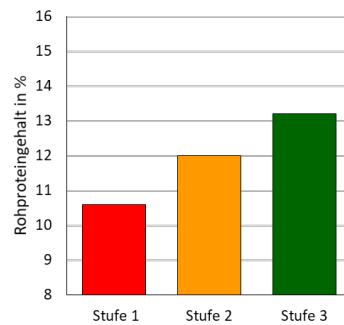
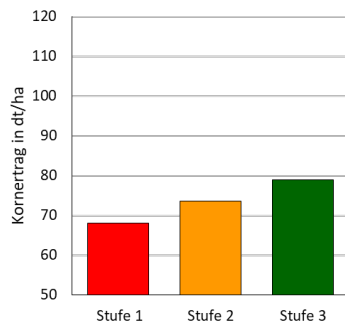
Bergen 2016



Düngung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1. Gabe	70	70	70
2. Gabe	60	60	60
3. Gabe	30	40	50
4. Gabe	20	40	60
Düngung	180	210	240
Nmin	27	27	27
Gesamt-N	207	237	267

Besonderheiten:

Aufgrund der Weizenvorfrüchte fielen die Erträge und Proteingehalte eher durchschnittlich aus. Ein deutlich positiver N-Saldo resultierte daraus.

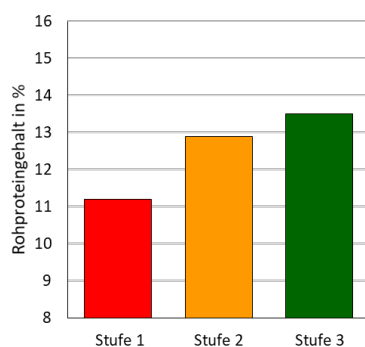
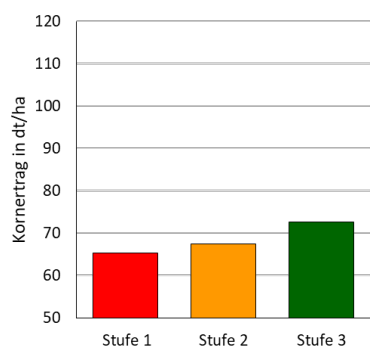
Bergen 2017

Düngung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1. Gabe	60	60	60
2. Gabe	40	40	40
3. Gabe	30	30	30
4. Gabe	20	30	40
5. Gabe		20	40
Düngung	150	180	210
Nmin	77	77	77
Gesamt	227	257	287

Besonderheiten:

Die Vorfrucht Winterweizen hat maßgeblich dazu beigetragen, dass der N-Düngesaldo deutlich positiv ausfiel.

Feldkirchen 2016

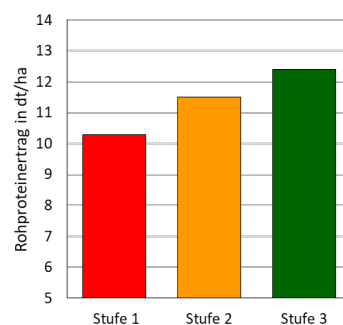
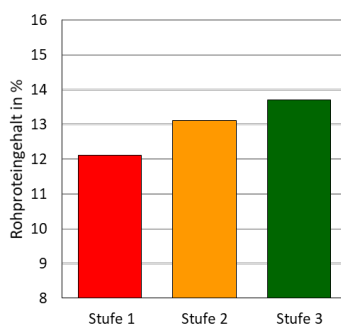
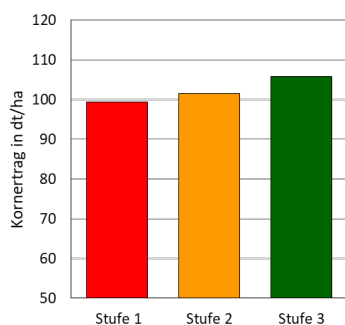


Düngung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1. Gabe	60	60	60
2. Gabe	60	60	60
3. Gabe	40	40	40
4. Gabe		40	40
5. Gabe			40
Düngung	160	200	240
Nmin	25	25	25
Gesamt	185	225	265

Besonderheiten:

In der Fruchtfolgestellung nach Körnermais entwickelte sich der Bestand aufgrund des N-Bedarfs des Maisstrohs schwach. Die Folge waren geringe Erträge und ein hoher rechnerischer N-Düngesaldo.

Feldkirchen 2017

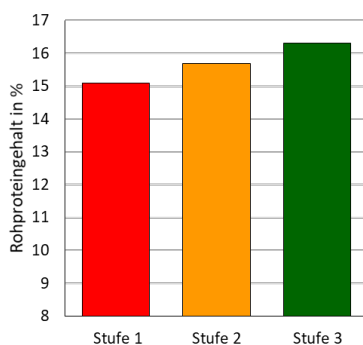
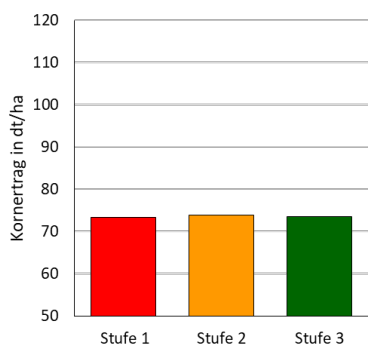


Düngung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1. Gabe	60	60	60
2. Gabe	40	40	40
3. Gabe		40	40
4. Gabe			40
Düngung	100	140	180
Nmin	106	106	106
Gesamt	206	246	286

Besonderheiten:

Bedingt durch die Vorfrucht Raps und den vorhandenen Reststickstoff wurden gute Erträge realisiert und ein leicht negativer N-Saldo erzielt. Vom großen Nmin-Bodenvorrat konnten je nach Stufe hohe bis mittlere Mengen genutzt werden.

Giebelstadt 2016

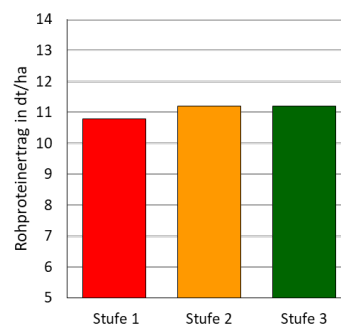
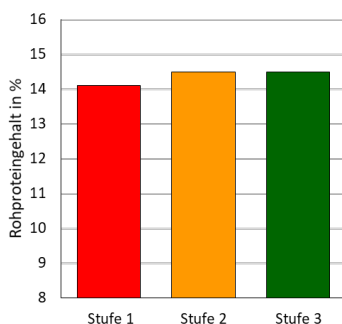
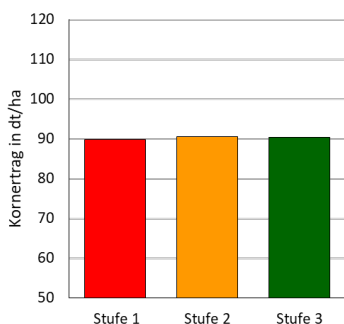


Düngung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1. Gabe	70	70	70
2. Gabe	50	50	50
3. Gabe	50	70	50
4. Gabe			50
Düngung	170	190	220
Nmin	49	49	49
Gesamt	219	239	269

Besonderheiten:

Durch Befall mit der Gelben und Orangen Weizengallmücke wurden Mindererträge erzielt. Da sich der Befall erst in der Kornfüllung auswirkt, erzielten die gesunden Kornanlagen sehr hohe Proteingehalte. Der Befall differenzierte nach Sortenanfälligkeit, weshalb weitere Untersuchungen nicht durchgeführt wurden.

Giebelstadt 2017

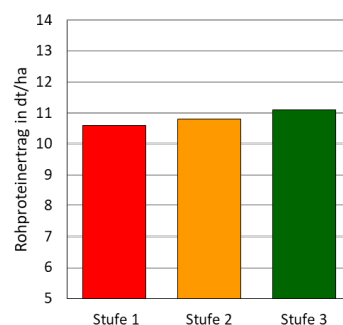
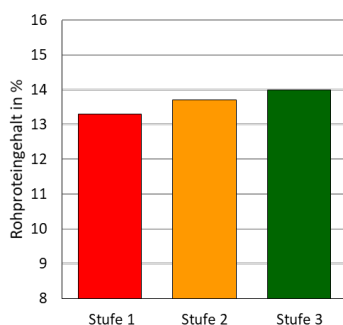
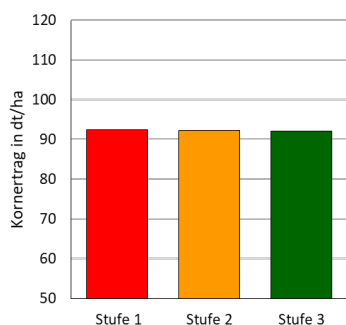


Düngung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1. Gabe	60	60	60
2. Gabe	60	60	60
3. Gabe	40	50	60
4. Gabe		20	40
Düngung	160	190	220
Nmin	58	58	58
Gesamt	218	248	278

Besonderheiten:

Die Steigerung der N-Spät-düngung in Stufe 3 hatte keine Wirkung.

Giebelstadt 2018

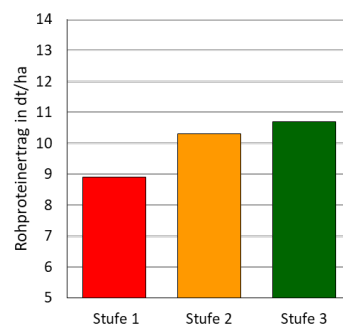
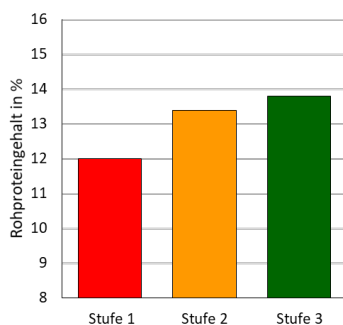
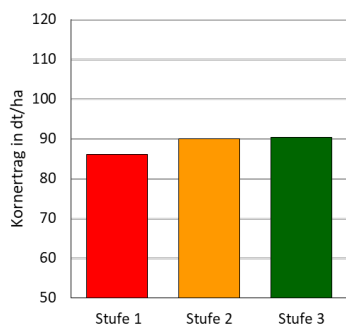


Düngung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1. Gabe	70	70	70
2. Gabe	60	60	60
3. Gabe	60	60	60
4. Gabe		20	40
Düngung	190	210	230
Nmin	40	40	40
Gesamt	230	250	270

Besonderheiten:

Ausgesprochene Trockenheit während des Schossens. Eine geringere Wirkung der 2. und 3. Gabe der N-Düngung kann nicht ausgeschlossen werden. Ein hoher positiver N-Saldo ist zu verzeichnen.

Giebelstadt 2019

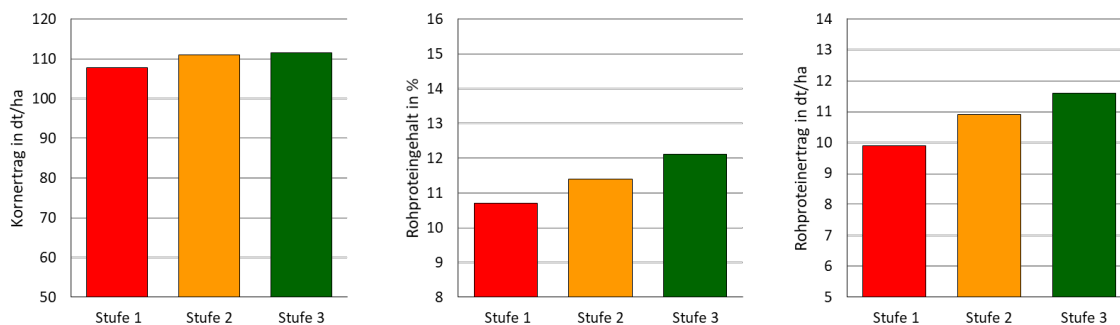


Düngung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1. Gabe	70	70	70
2. Gabe			35
3. Gabe	40	67	58
Düngung	110	137	163
Nmin	109	109	109
Gesamt	219	246	272

Besonderheiten:

Aufgrund der hohen Nmin-Gehalte wurde die N-Düngung reduziert. Die verbliebenen Mengen zeigten dann einen starken Effekt zwischen den Stufen. Der Saldo war negativ. Einen kleinen Anteil konnte der Weizen dem Bodenvorrat entnehmen.

Giebelstadt 2020

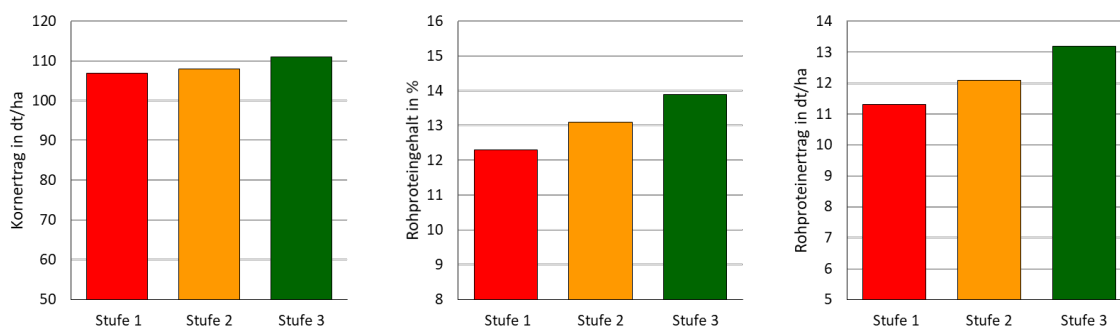


Düngung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1. Gabe	60	60	60
2. Gabe	40	50	60
3. Gabe	40	60	80
Düngung	140	170	200
Nmin	68	68	68
Gesamt	208	238	268

Besonderheiten:

Durch trockene Bedingungen mit dennoch ausreichenden, gleichmäßigen Niederschlägen wurden sehr gute Erträge erreicht. Die Proteinbildung konnte mit der Ertragsentwicklung nicht Schritt halten. Geringe Rohproteingehalte ergaben sich daraus. Ein in Stufe 2 ausgeglichener N-Saldo ergab sich.

Piering 2017

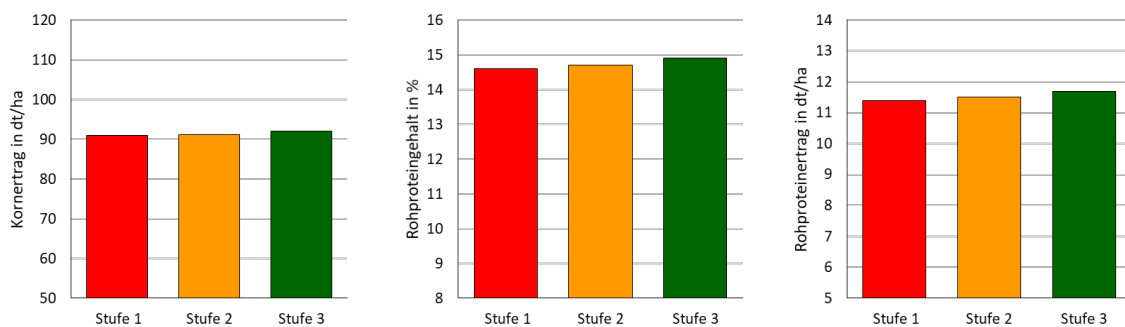


Düngung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1. Gabe	60	60	60
2. Gabe	55	65	75
3. Gabe	60	80	100
Düngung	175	205	235
Nmin	76	76	76
Gesamt	251	281	311

Besonderheiten:

Aufgrund der sehr günstigen Bedingungen wurden hohe Erträge mit adäquaten Rohproteingehalten erreicht. Ein positiver N-Saldo verblieb dennoch.

Piering 2018

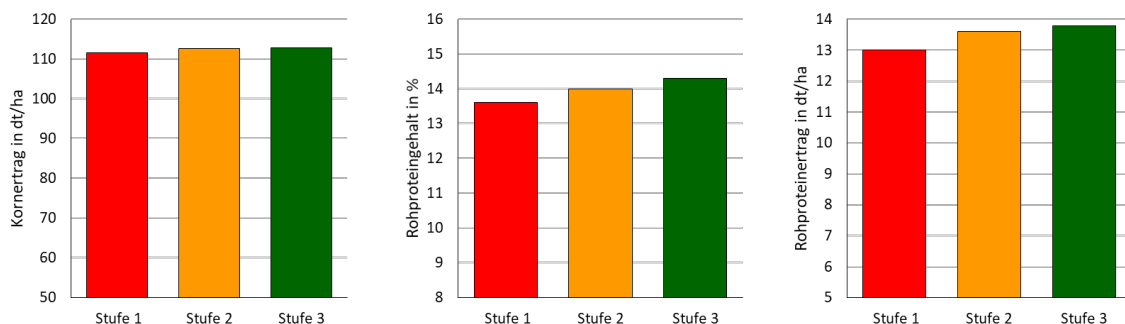


Düngung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1. Gabe	60	60	60
2. Gabe	50	60	70
3. Gabe	60	80	100
Düngung	170	200	230
Nmin	94	94	94
Gesamt	264	294	324

Besonderheiten:

Wegen der Trockenheit und der heißen Temperaturen bis in die Kornfüllungsphase hinein, wurde das Ertragspotenzial nicht ausgeschöpft und hohe Rohproteingehalte ergaben sich. Ein positiver N-Saldo verblieb.

Piering 2019

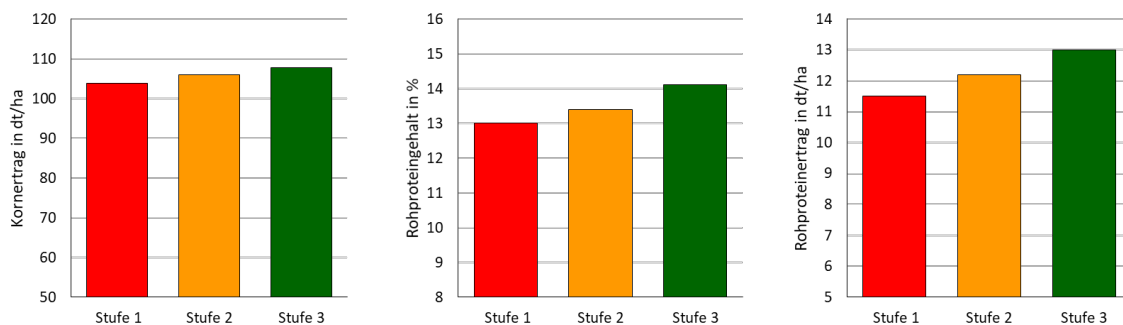


Düngung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1. Gabe	50	50	50
2. Gabe	30	50	60
3. Gabe	30	50	80
Düngung	110	150	190
Nmin	108	108	108
Gesamt	218	258	298

Besonderheiten:

Gute gleichmäßige Wachstumsbedingungen führten zu einer sehr guten Bestandsentwicklung mit sehr guten Erträgen und hohen Rohproteingehalten. Sogar in Stufe 3 ergab sich ein deutlich negativer Saldo. Stickstoff wurde dem Bodenvorrat entnommen.

Piering 2020

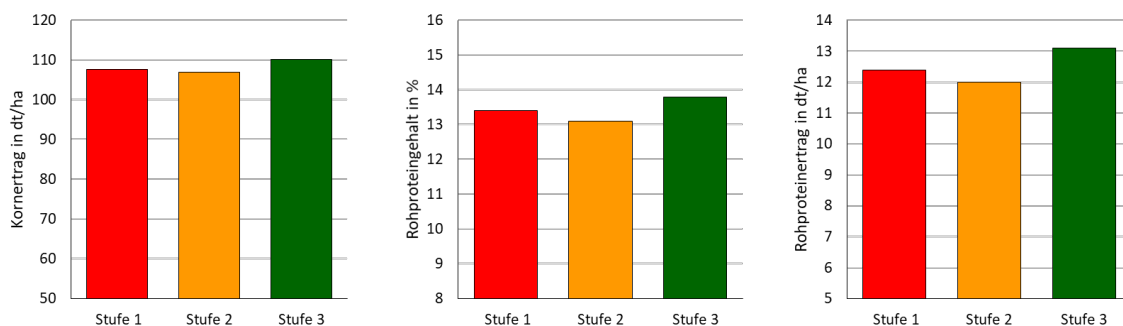


Düngung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1. Gabe	65	65	65
2. Gabe	40	55	70
3. Gabe	30	40	65
Düngung	135	160	200
Nmin	91	91	91
Gesamt	226	251	291

Besonderheiten:

Gute gleichmäßige Wachstumsbedingungen führten zu einer sehr guten Bestandsentwicklung mit sehr hohen Erträgen und guten Rohproteingehalten. In Stufe 3 war der Saldo ausgeglichen.

Günzburg 2018

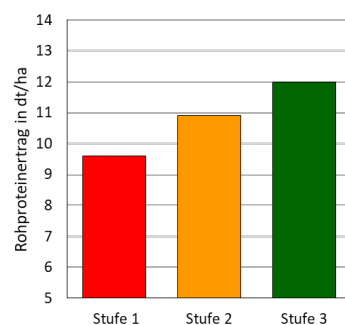
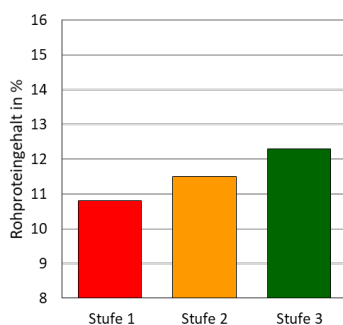
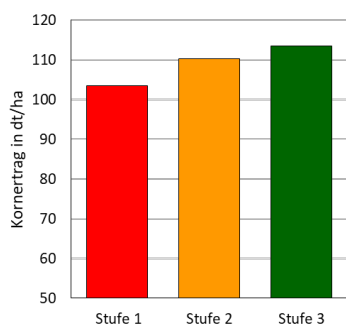


Düngung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1. Gabe	60	60	70
2. Gabe	60	60	60
3. Gabe	75	60	65
4. Gabe		45	60
Düngung	195	225	255
Nmin	54	54	54
Gesamt	249	279	309

Besonderheiten:

Ausgesprochene Trockenheit während des Schossens. Eine geringere Wirkung der 3. und 4. N-Gabe der N-Düngung war zu verzeichnen. Das Aufteilen der 3. Gabe in Stufe 2 und 3 wirkte sich besonders in Stufe 2 negativ aus. Ein hoher positiver N-Saldo war zu verzeichnen.

Günzburg 2019

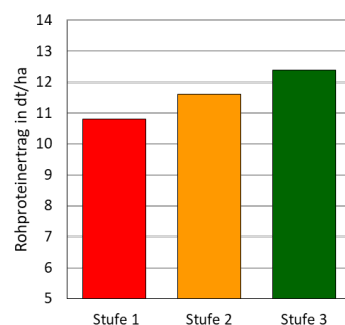
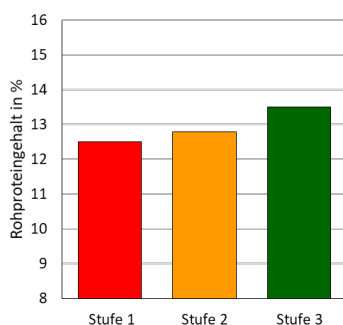
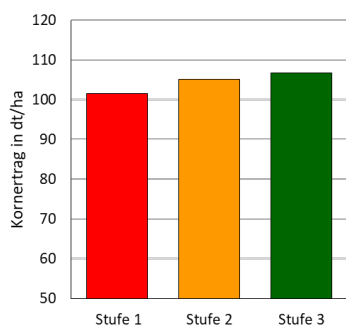


Düngung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1. Gabe	50	50	60
2. Gabe	30	50	50
3. Gabe	60	75	55
4. Gabe			40
Düngung	140	175	205
Nmin	77	77	77
Gesamt	217	252	282

Besonderheiten:

Bei dem hohen Ertragsniveau wurden nur sehr schwache Rohproteingehalte erreicht. Das N-Düngungssaldo ist nahezu ausgeglichen.

Günzburg 2020



Düngung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1. Gabe	60	70	70
2. Gabe	40	55	55
3. Gabe	50	60	50
4. Gabe			40
Düngung	150	185	215
Nmin	76	76	76
Gesamt	226	261	291

Besonderheiten:

Bedingt durch die sehr günstigen Verhältnisse zur Kornfüllung wurden hier noch gute Rohproteingehalte erreicht, obwohl Körnermais Vorfrucht war. Der Betrieb düngt langjährig mit Schweinegülle. Die Aussaat war etwas später am 18.10.2019.