



## **Bayerischer Qualitäts- und Futterweizen- anbau unter den Vorgaben der DüV 2020**



# **Projektbericht**

Projektförderung: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus

Förderkennzeichen: A/20/15

Projektlaufzeit: 1.1.2021 – 31.12.2024

Projektleiter: Dr. Lorenz Hartl

Projektbearbeiter: Dr. Lorenz Hartl, Annalisa Wiesinger, Ulrike Nickl

Herausgegeben im: April 2025



Gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium für  
Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus



**FORSCHUNGS  
LAND BAYERN**  
HIER WÄCHST WISSEN

# **Bayerischer Qualitäts- und Futterweizenanbau unter den Vorgaben der DüV 2020**

**Dr. Lorenz Hartl**

**Annalisa Wiesinger**

**Ulrike Nickl**

Kooperationspartner:

LfL - Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE)

LfL - Institut für Agrarökonomie (IBA)

LfL - Abteilung Laboranalytik (AL)

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Würzburg

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Deggendorf

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Augsburg

Bayerischer Müllerbund e.V.

Verband Bayerischer Pflanzenzüchter e.V.



---

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>9</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>11</b>
<b>2 Zielsetzung des Vorhabens.....</b>	<b>12</b>
<b>3 Durchführung.....</b>	<b>13</b>
3.1 Feldversuche .....	13
3.2 Backqualitätsuntersuchungen .....	14
3.3 Analyse der Futterqualität .....	15
3.4 Statistische Auswertung .....	16
<b>4 Ergebnisse und Diskussion.....</b>	<b>16</b>
4.1 Ergebnisse der produktionstechnischen Versuche.....	16
4.2 N-Bilanz der Produktion und Rest-N <sub>min</sub> -Gehalte nach der Ernte .....	17
4.3 Ergebnisse der Backqualitätsuntersuchungen.....	20
4.4 Differenzierung der Aminosäurezusammensetzung nach Sorten und Düngungsstufen .....	24
4.5 Differenzierung der Phosphorgehalte nach Sorten und Düngungsstufen .....	26
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>30</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>31</b>
I Abbildungen zu N-Düngung, Kornertrag, Rohproteingehalt, Rohproteinertrag der einzelnen Umwelten.....	31

---

## Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Jahreseffekte im Exaktversuch für Ertrag, Rohproteingehalt und Rohproteinertrag. Adjustierte Mittelwerte aller Sorten und Orte .....	16
Abb. 2: Mehrjährige Ergebnisse für den Mittelwert des Korn- und Rohproteinertrags und des Rohproteingehalts von 18 Umwelten der Erntejahre 2018-2023.....	17
Abb. 3: N-Düngung, N-Entzug (Korn) und N-Saldo im Durchschnitt der sechsjährigen Versuchsserie (2018-2023) .....	18
Abb. 4: Ertrags- und Qualitätsergebnisse der N-Düngungsstufen im Durchschnitt der 6 Erntejahre 2018 bis 2023, 18 Umwelten und 17 E- und A-Weizensorten. N-Düngungsstufen 1 A/B-Weizen nach DüV „rotes Gebiet“, 2 A/B-Weizen nach DüV, 3 E-Weizen nach DüV, jeweils ca. 30 kg N/ha Unterschied zwischen den Stufen; nur E- und A-Weizensorten, RMT-Backversuch, Farino- und Extensogramm, adjustierter Mittelwert der Eigenschaften .....	21
Abb. 5: Veränderung des Rohproteingehalts für ausgewählte Sorten durch erhöhte N-Düngung. Adjustierte Mittelwerte, alle Sorten, 18 Umwelten, 2018-2023 ...	23
Abb. 6: Veränderung des Backvolumens für ausgewählte Sorten durch erhöhte N-Düngung. Adjustierte Mittelwerte, alle Sorten, 18 Umwelten, 2018-2023 ...	23
Abb. 7: Regression des Lysin-Gehalts (a) bzw. der Lysin-Konzentration im Rohprotein (b) in Abhängigkeit vom Rohproteingehalt mit der Schätzfunktion für die Regression auf Basis aller untersuchten Muster. Rohproteingehalt mit Faktor 6,25, 100% TS .....	24
Abb. 8: Sortenspezifische Regressionsgeraden zur Abhängigkeit der Lysin-Konzentration vom Rohproteingehalt aller 2021-2023 orthogonal geprüften Sorten .....	26
Abb. 9: Mittelwert des Phosphorgehaltes des Weizensortiments mit differenzierter N- Düngung in drei Stufen an sechs Umwelten .....	27
Abb. 10: Sortenmittelwert je Düngungsstufe für den Phosphorgehalt in sechs Umwelten.....	27
Abb. 11: Phosphorgehalt der Kleie differenziert nach den N-Düngungsstufen und Umwelten im Feldversuch.....	28
Abb. 12: Phosphorgehalt der Kleie differenziert nach Sorten und den N-Düngungsstufen im Durchschnitt der drei Versuche im Jahr 2022 .....	29

---

## Tabellenverzeichnis

	Seite
Tab. 1: Geprüfte Sorten in den Versuchen 2021-2023 .....	14
Tab. 2: Erntegut dieser Versuchsorte wurde auf seinen Aminosäuregehalt untersucht mittels nasschemischer HPLC-Analytik bzw. über eine NIRS-Schätzung von Evonik.....	15
Tab. 3: Nmin-Gehalte der Versuchsfläche zu Vegetationsbeginn und nach der Ernte in den einzelnen Düngungsstufen .....	19
Tab. 4: Durchschnittliche Veränderung der Parameter durch die Erhöhung der Düngung um ca. 30 kg N/ha je Stufe. Erntejahre 2018 bis 2023, 18 Versuche und 17 Sorten.....	22

## Danksagung

Für die Durchführung der Versuche und das Engagement um die Versuche danke ich den Versuchszentren Ostbayern, Nordwestbayern und Südwestbayern mit den Herren Wolfgang Viehbacher, Wolfgang Miederer und Hans-Jürgen Klein. Den Sachgebieten 2.3 P der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Deggendorf-Straubing, Kitzingen-Würzburg und Augsburg gilt mein Dank für die fachliche Unterstützung und Begleitung. Dankbar bin ich auch für die gute Zusammenarbeit und laufende Diskussion mit den Mitarbeitern der Abteilung Laboranalytik. Der fachliche Austausch mit den Unternehmensvertretern im Bayerischen Müllerbund war immer eine Bereicherung.



---

## Zusammenfassung

Durch die Vorgaben der Düngeverordnung ist es bei ertragsbetonten E- und A-Weizensorten kaum mehr möglich, die am Markt geforderten Rohproteingehalte zu erzielen. Vom Handel und den Mühlen werden meist 13 % Rohproteingehalt für den A-Weizen und 14 % Rohproteingehalt für den E-Weizen verlangt. Für den Futterweizen in der Schweinefütterung stehen N- und P-reduzierte Futtermationen im Vordergrund. Daraus ergibt sich die Frage, ob sich diese Rationen durch Sortenwahl und Düngung optimieren lassen.

In der Fortführung der Versuchsserie 103 „Machbarkeitsstudie Treibhausgas-optimierte Qualitätsweizenproduktion“ wurden aktuelle E- und A-Qualitätsweizensorten und Futterweizen in Anlehnung an die Düngebedarfsermittlung in drei Düngungsstufen gedüngt. Die Düngungshöhe lehnte sich am A-Weizenniveau minus 20 % N für das rote Gebiet, am A-Weizenniveau und am E-Weizenniveau nach der DüV an. Die Stufen unterschieden sich um ca. 30 kg N/ha. Im Durchschnitt aller Sorten stiegen die Erträge im Versuchszeitraum 2018-2023 durch die Erhöhung der Düngung um 2,4 bzw. 1,4 dt/ha. Die Auswirkungen auf den Rohproteingehalt fielen mit plus 0,7 bzw. 0,6 Prozentpunkten deutlicher aus, was sich auch einheitlich auf die Backqualitätseigenschaften des Weizens auswirkte. Das Backvolumen, die Wasseraufnahme und die Teigstabilität nahmen zu.

Zwischen den Sorten zeigte sich eine ausreichende Variation in ihrer Backqualität, um die Ansprüche der Mühlen zu befriedigen. Etwas ertragsschwächere Sorten wie Spontan, Viki oder KWS Emerick erreichten den geforderten A-Weizen-Rohproteingehalt in vielen Fällen mit dem Düngenniveau für den A-Weizen. Die derzeitigen Qualitätszuschläge können für eine wirtschaftliche Produktion ausreichen. Aber auch ertragsstärkere Sorten mit geringerem Rohproteingehalt zeigten gute Backeigenschaften. Zum Beispiel wies die ertragreiche Sorte Asory bei einem Rohproteingehalt von 12 % ein hohes Backvolumen von 689 ml auf, das auf unterem E-Weizenniveau liegt. Patras zeigt bei 12,5 % Rohprotein ebenfalls sehr gute Backqualitätseigenschaften. Mit den Müllern werden in der Regel Sorten als vorteilhafte Qualitätsweizen diskutiert, die normale oder normale bis etwas zähe Teigeigenschaften und einen mindestens mittleren Dehnungswiderstand im Extensogramm besitzen. Hier im Sortiment waren Spontan und Patras mit mittleren bis hohen Rohproteingehalten zu nennen. Aber auch wenn Sorten nur geringe bis mittlere Rohproteingehalte erreichen, aber hohe bis sehr hohe Backvolumen im RMT-Backversuch zeigen, können diese gut als Qualitätsweizen eingesetzt werden. So zeigten die Ergebnisse, dass Partien von Asory, der auf Grundlage des bayerischen Landessortenversuches mit geringem Rohproteingehalt eingestuft ist, auch gut zwischen 12 und 12,5 % als Qualitätsweizen verwendet werden kann.

Optimierte Strategien zur zügigen Erfassung von unterschiedlichen Partien zur Ernte und die Separierung von Qualitätsweizengruppen können zur verbesserten Nutzung des vorhandenen Weizens beitragen. Hofeigene Lager könnten ebenfalls einen Beitrag dazu leisten. Die Beachtung der Qualitätsgruppen generell und zusätzlich die Gruppierung nach Teigeigenschaften schaffen homogenere Einheiten und eine bessere Gleichmäßigkeit für die Mühle, sodass sich die Ansprüche an den Rohproteingehalt per se etwas absenken lassen.

Für N-reduzierte Fütterungsstrategien sind Futterweizen mit einem hohen Anteil essenzieller Aminosäuren im Protein interessant. Eine Leit-Aminosäure ist Lysin. Die Konzentration von Lysin im Rohprotein stieg mit abnehmendem Rohproteingehalt, d.h. die Wertigkeit des Futterproteins steigt. Futterweizen mit geringer Stickstoffdüngung sind für N-reduzierte Strategien geeignet. Die Unterschiede zwischen den Sorten erscheinen für die Fütterung

---

ebenfalls relevant. Die Futterweizensorte KWS Keitum und die B-Weizen Campesino und Chevignon zeigten eine höhere Lysin-Konzentration.

Für die P-reduzierte Fütterung ist eine Differenzierung der P-Gehalte im Korn zwischen den Sorten vorhanden. Dem sollte durch Untersuchungen der Muster der Landessortenversuche nachgegangen werden. Eine schwache Kornausbildung sorgt durch den geringeren Anteil des Mehlkörpers für einen höheren Asche- und Phosphoranteil. Die Umweltbedingungen, die einen großen Einfluss auf die Kornausbildung haben, lassen sich aber im Anbau kaum beeinflussen. Die N-Düngungsstufen hatten keine Auswirkung. Zwischen den Kleie-Proben sind die Unterschiede ähnlich. Sorteneffekte werden sich aufgrund der unterschiedlichen Mahlverfahren kaum reproduzierbar in der Kleie wiederfinden lassen.

## 1 Einleitung

Durch die Einschränkung der Stickstoff-Düngermenge und die Nutzung ertragsstarker Weizensorten werden zunehmend nur noch geringe Anteile der Weizernte als Qualitäts- bzw. Eliteweizen erfasst und gehandelt. In den letzten beiden Ernten 2023 und 2024 waren es nur mehr ein Sechstel bis ein Fünftel des Weizens, der in diese Kategorien fiel. Neben einer ausreichenden Fallzahl wird vom Handel und den Mühlen für A-Weizen meist 13 % und für den E-Weizen 14 % Rohproteingehalt und mehr verlangt. Zur Erzielung dieser Rohproteingehalte ist besonders bei gutem Ertragsniveau eine hohe Stickstoff (N)-Düngung notwendig.

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 Handelsqualitäten einzuteilen und Preiszuschläge festzusetzen. Die Qualitätsgruppe der Sorte, die bei der Zulassung durch das Bundessortenamt festgesetzt wurde, spielt dabei oft nur eine untergeordnete Rolle, sodass Partien uneinheitlich bezüglich ihrer Vermahlungs- und Backeigenschaften sein können. Um dies abzufangen, wird dann ein unnötig hoher Rohproteingehalt angestrebt. Bei knapper Ernte von Weizen mit hohen Rohproteingehalten wie in den letzten beiden Jahren wird Qualitätsweizen importiert oder schon vorsorglich geordert. Bei entsprechender Kenntnis könnte inländischer Qualitätsweizen mit passenden Eigenschaften auch bei etwas geringeren Rohproteingehalten sehr gut diese Lücke schließen.

Größere Partien mit sortenspezifisch sehr guten Qualitätseigenschaften sind vor allem in kleinstrukturierten Regionen kaum zu finden, da die sortenreine Lagerung auf den Erzeugungsbetrieben selbst oft nicht möglich ist und im Handel v.a. während der Annahme zur Ernte der zusätzliche Aufwand gescheut wird. Häufig fehlen auch die Kenntnisse zu den speziell interessanten Sorten beim Handel und den Mühlen, um sich in der Wertschöpfungskette abzustimmen. Im Gegensatz zu den vergangenen Jahren werden jetzt wieder Qualitätszuschläge gezahlt, die es lohnend erscheinen lassen, Partien mit gehobener Qualität zu vermarkten.

Für die Produktionsrichtung Futterweizen ist die Low-N- und Low-P-Fütterung bei Betrieben mit hohem Viehbesatz eine wichtige Maßnahme, um den N- und P-Anfall in der Gülle zu minimieren und unter den gegebenen Rahmenbedingungen den Viehbesatz zu optimieren. Mit der neuen DüV 2020 werden die bisher anrechenbaren Ausbringverluste bei der Gülledüngung gestrichen und die anzurechnende Mindestwirksamkeit des Güllestickstoffs im Ausbringungsjahr erhöht (70 % statt 60 % bei Schweinegülle). Damit verringert sich die maximal mögliche Stickstoffmenge pro Hektar, die mit Gülle ausgebracht werden kann, erheblich. Dies ist deshalb besonders problematisch, da sich viele Betriebe mit Schweinehaltung im roten Gebiet befinden. Die damit verbundenen Einschränkungen stellen vor allem viehstarke Schweinebetriebe vor Probleme. Da Schweine einen besonderen Bedarf an essenziellen Aminosäuren aufweisen, ist es wichtig, die Versorgung der Tiere mit diesen essenziellen Aminosäuren (Lysin, Methionin, Threonin und Tryptophan) zu optimieren und den Stickstoffeintrag aus weniger wertvollem Rohprotein zu verringern. Da hohe Rohproteingehalte bei allen Getreidearten mit einer niedrigen Eiweißqualität, d.h. einer niedrigen Konzentration essenzieller Aminosäuren im Rohprotein verbunden sind, sind hohe

Rohproteingehalte im Futterweizen unerwünscht. Durch stickstoffreduzierte Rationen in der Schweinefütterung lassen sich die Stickstoffausscheidungen deutlich minimieren. Dies entlastet den Stoffwechsel der Tiere, verbessert die Stallluft für das Tier und den Landwirt und reduziert die Ausscheidungen und Emissionen. Sortenspezifisch höhere Gehalte an essenziellen Aminosäuren im Weizen könnten zur Optimierung des Futterproteins beitragen. Bisher wurde die Variation im deutschen Sortenspektrum nicht systematisch geprüft.

Neben den N-Ausscheidungen sind insbesondere im Schweinebereich die Phosphorausscheidungen häufig der begrenzende Faktor bei der Wirtschaftsdüngerausbringung. Bezüglich der Sortenvariation und des Einflusses der N-Düngung liegt keine gesicherte Datenbasis vor.

Grundsätzlich steht die intensive Düngung mit mineralischem und organischem Stickstoff 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. 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 werden. Die Herstellung des Düngers wird für ca. 25 % und die gasförmigen N-Verbindungen für ca. 40 % des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks der Weizenproduktion verantwortlich gemacht ([Lfl Klima-Check](#)).

Zudem 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 den Winter im Boden verbleiben und der Auswaschung unterliegen. In Nitrat-gefährdeten Gebieten (rote Gebiete) wird aktuell die Reduktion der N-Düngung um 20 % durch die Düngeverordnung (DüV) festgelegt, um den Nitratintrag ins Grundwasser zu minimieren.

## 2 Zielsetzung des Vorhabens

Backqualitätsweizen: Im Projekt sollen ertragreiche Sorten identifiziert werden, die trotz reduzierter Stickstoffdüngung eine gute Backqualität aufweisen – selbst wenn sie im Rohproteingehalt eher schwach sind. Durch die Kenntnis und Akzeptanz solcher Sorten soll es dem Müllerei- und Backgewerbe zukünftig auch bei reduzierter N-Düngung möglich sein, ausreichend qualitativ hochwertigen Weizen aus Bayern beziehen zu können. Im Exaktversuch wurden qualitativ hochwertige Sorten unter differenzierter N-Düngung produziert und auf ihre Backqualität untersucht. Die Düngungshöhe lehnte sich am A-Weizenniveau minus 20 % N für das rote Gebiet, am A-Weizenniveau und am E-Weizenniveau nach der DüV an.

Anhand dieser Ergebnisse sollen die Verarbeiter über die Eigenschaften der Sorten informiert werden, die trotz niedriger Rohproteingehalte sehr gute Backeigenschaften aufweisen. Ein weiteres Ziel ist, dass die aufnehmende Hand diese ausgewählten qualitativ hochwertigen Sorten auch mit Rohproteingehalten, die unterhalb der derzeit bestehenden Mindestnorm liegen, mit Qualitätszuschlägen vergütet. Die Landwirte könnten dann bei diesen Sorten die Stickstoffspätdüngung, die zumeist schlechter als die vorherigen N-Gaben von der Pflanze verwertet wird, verringern.

Futterweizen: Im Parzellenversuch mit den drei Düngungsstufen sollen Informationen zur optimalen Düngung des Weizens für die Fütterung gewonnen werden. Da bisher nur sehr wenig über die Aminosäuren-Zusammensetzung der verschiedenen Winterweizensorten, insbesondere bei unterschiedlicher Stickstoffversorgung, bekannt ist, werden im Projekt die Gehalte und Konzentrationen an essenziellen Aminosäuren bei ausgewählten Sorten bei verschiedenen N-Düngungsstufen ermittelt. Des Weiteren war es Ziel, die Unterschiede im Gehalt essenzieller Aminosäuren im Weizengenpool zu prüfen. Lysin wurde als wichtigste limitierende Aminosäure ausgewertet.

Da insbesondere im Schweinebereich die Phosphorausscheidung häufig der begrenzende Faktor bei der Wirtschaftsdüngerausbringung ist, werden die Weizensorten zusätzlich auf P untersucht. Es wurde ermittelt, wie stark sich die Sorten im P-Gehalt unterscheiden und wie groß der Einfluss der N-Düngung auf den P-Gehalt der Sorten ist.

## 3 Durchführung

### 3.1 Feldversuche

16 bis 17 Weizensorten wurden in Exaktversuchen in den Jahren 2021-2023 nach den Richtlinien des Bundessortenamtes (Bundessortenamt 2000) unter 3 verschiedenen N-Düngungsniveaus nach den Regeln der Düngeverordnung in jeweils drei Wiederholungen in insgesamt 9 Umwelten geprüft:

- Stufe 1: A-Weizenniveau minus 20 % N für das rote Gebiet
- Stufe 2: A-Weizenniveau
- Stufe 3: E-Weizenniveau

Zwischen den Düngungsstufen ergab sich so ein Düngeunterschied von jeweils ca. 30 kg N/ha. In der Regel wurde die erste N-Düngung zu Vegetationsbeginn noch nicht zwischen den Stufen differenziert. Die Düngung an den einzelnen Umwelten ist dem Anhang Abschnitt I zu entnehmen.

Auf Grundlage der Ergebnisse des vorangegangenen Projektes „Machbarkeitsstudie Treibhausgas-optimierte Qualitätsweizenproduktion – Qualitätsmehl mit hoher Kleberqualität und geringem Stickstoffdüngereinsatz durch Züchtung und Produktionstechnik“ (Förderkennzeichen A/15/24) und vorhandener Qualitätsdaten aktueller Sorten wurde eine Auswahl von E- und A-Weizen getroffen, um sowohl Typen mit guter Backqualität und gehobenen Rohproteingehalten als auch Typen mit guter Qualität, sehr hohen Erträgen, aber nur mittleren Rohproteingehalten zu prüfen. Zudem wurden ertragsstarke Sorten als Futterweizen ergänzt. In Tab. 1 ist die Prüfdauer der einzelnen Sorten dargestellt. Der Anbau wurde in Zusammenarbeit mit den Sachgebieten 2.3 P der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Kitzingen-Würzburg, Deggendorf-Straubing und Augsburg durchgeführt.

Die Versuche waren in drei Wiederholungen mit drei Stickstoffdüngungsniveaus vollrandomisiert oder im Split-Plot-Design angelegt. Abgesehen von der Stickstoffdüngung wurden alle Versuchsglieder, die an einer Umwelt standen, gleichbehandelt. Die Produktionstechnik erfolgte entsprechend den örtlichen Gegebenheiten. Der im Boden verbliebene Reststickstoff wurde nach der Ernte anhand von Misch-Bodenproben für jede Düngungsstufe am Versuchsstandort gemessen.

In den Versuchen wurde Krankheitsbefall durch situationsangepasste Pflanzenschutzmaßnahmen verhindert. Ertrags- und agronomische Merkmale wurden von den Versuchsanstaltern erfasst. Um die Kornqualitätsuntersuchungen durchzuführen und die Backqualitätseigenschaften zu ermitteln, wurden vom Erntegut je Stufe und Sorte Mischproben der Wiederholungen untersucht.

Tab. 1: Geprüfte Sorten in den Versuchen 2021-2023

Sorten	Qualitäts- gruppe	Zulassungs- jahr	Anbaujahre		
			2021	2022	2023
Axioma	E	2014	x	x	x
Moschus	E	2016	x	x	x
KWS Emerick	E	2018	x	x	x
Viki	E	2018	x	x	
Komponist	E	2020	x		
Patras	A	2012	x	x	x
RGT Reform	A	2014	x	x	x
Apostel	A	2016	x	x	
Asory	A	2018	x	x	x
Foxx	A	2019	x	x	x
SU Habanero	A	2020	x		
KWS Donovan	A	2020			x
LG Character	A	2020	x	x	x
SU Jonte	A	2021	x	x	x
Absolut	A	2022		x	x
Adrenalin	A	2023			x
LG Optimist	A	2023			x
Campesino	B	2019	x	x	x
Chevignon	(B)	2017	x	x	x
KWS Keitum	C	2020	x	x	x
Revolver	C	2021	x	x	

Da für N-Düngungsversuche große Jahres- und Ortseffekte bekannt sind, wurden für die mehrjährigen Auswertungen die Versuchsergebnisse der Jahre 2018–2020 an 9 Umwelten des Vorgängerprojekts hier miteinbezogen. Diese Versuche wurden unter den gleichen Voraussetzungen angelegt.

### 3.2 Backqualitätsuntersuchungen

Für die Qualitätsanalysen im Backlabor wurden die Ernteproben zuvor über das 2,2 mm-Sieb gereinigt. Die Untersuchungen wurden entsprechend der anerkannten Verfahren durchgeführt. Details zu den Backqualitätsuntersuchungen sind in den Qualitätsberichten zu den Landessortenversuchen dargestellt (z.B. Backqualitätsbericht zum Landessortenversuch 2024 unter <https://www.isip.de/versuchsberichte//101241>).

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

Produktionstechnischer Versuch Backqualität von Winterweizen bei differenzierter Stickstoffdüngung

- 2016-2018 <https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/ISIP.woa/vb/bericht?nr=79855>  
 2019 <https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/ISIP.woa/vb/bericht?nr=83915>  
 2020 <https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/ISIP.woa/vb/bericht?nr=87139>  
 2021 <https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/ISIP.woa/vb/bericht?nr=91824>  
 2022 <https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/ISIP.woa/vb/bericht?nr=95512>  
 2023 <https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/ISIP.woa/vb/bericht?nr=98676>

### 3.3 Analyse der Futterqualität

Die Untersuchung der Aminosäuren-Zusammensetzung wurde im Sachgebiet AL 3 (Analytik von Futtermitteln und tierischen Produkten) mittels HPLC durchgeführt. Die NIRS-Messung der Aminosäuren erfolgte unter Nutzung der Kalibration der Evonik Operations GmbH. Die Auswertung und Validierung der Evonik-Daten sind nicht in diesem Bericht dokumentiert. Die Sorten Apostel, Asory, Campesino, Chevignon, Foxx, KWS Donovan, KWS Emerick, KWS Keitum, LG Character, LG Optimist, Revolver, RGT Reform und SU Jonte wurden untersucht. Die weiteren Sorten wurden ausgeschlossen, da sie nicht als Futterweizen in Frage kommen oder nur einjährig im Versuch waren.

*Tab. 2: Erntegut dieser Versuchsorte wurde auf seinen Aminosäuregehalt untersucht mittels nasschemischer HPLC-Analytik bzw. über eine NIRS-Schätzung von Evonik*

Erntejahr	Versuchsort	HPLC	NIRS-Evonik
2021	Günzburg	X	
	Giebelstadt	X	
2022	Günzburg	X	X
	Giebelstadt	X	X
	Ehlheim	X	
	Piering	X	
2023	Günzburg	X	X
	Piering	X	X
	Ehlheim	X	X

Die Berechnung des Rohproteingehaltes für den Mahlweizen erfolgte mit dem üblichen Faktor  $5,7 \times \text{N-Gehalt}$  bezogen auf 100 % Trockensubstanz (TS). Die Rohproteinwerte für die Futtermittel- und Aminosäuren-Ergebnisse wurden auf Basis des Faktors  $6,25 \times \text{N-Gehalt}$  in 100 % TS errechnet bzw. im Labor bestimmt.

Die Phosphorgehalte wurden im Sachgebiet AL 1 (Analytik von Nährstoffen, Wirkstoffen, biologischen Systemen und Prozessstoffen der Bioenergie) der Abteilung Laboranalytik der LfL mittels ICP-OES (Optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma) gemessen.

### 3.4 Statistische Auswertung

Da die Zusammensetzung des Sortiments jährlich aktualisiert wurde und nicht alle Faktoren vollständig orthogonal besetzt sind, wurde die Berechnung der Mittelwerte mittels eines allgemeinen linearen Modells und der Funktion lsmeans (SAS 9.4) durchgeführt, um fehlende Werte für einzelne Prüfglieder auszugleichen. In diesen Serien wurden jeweils die Ort-Jahr-Kombinationen als einzelne Umwelten in das Modell integriert. Die Auswertung der Aminosäure-Untersuchungen erfolgte in R (Version 4.3.3).

## 4 Ergebnisse und Diskussion

### 4.1 Ergebnisse der produktionstechnischen Versuche

Die Versuchsserie war darauf ausgerichtet, die Effekte auf den Ertrag und die Qualität der Ernte unter differenzierter N-Düngung zu erfassen. Für die Laboruntersuchungen stand damit Kornmaterial mit differenzierendem Rohproteingehalt für die Backqualitäts-, Aminosäure- und Phosphoranalysen zur Verfügung. Zwischen den Jahren und Orten waren erhebliche Unterschiede in den Erträgen und Rohproteingehalten vorhanden, die dann zu Schwankungen in der Backqualität führten (Abb. 1 und Anhang I). Der Rohproteinertrag ist dagegen wesentlich stabiler zwischen den Umwelten.

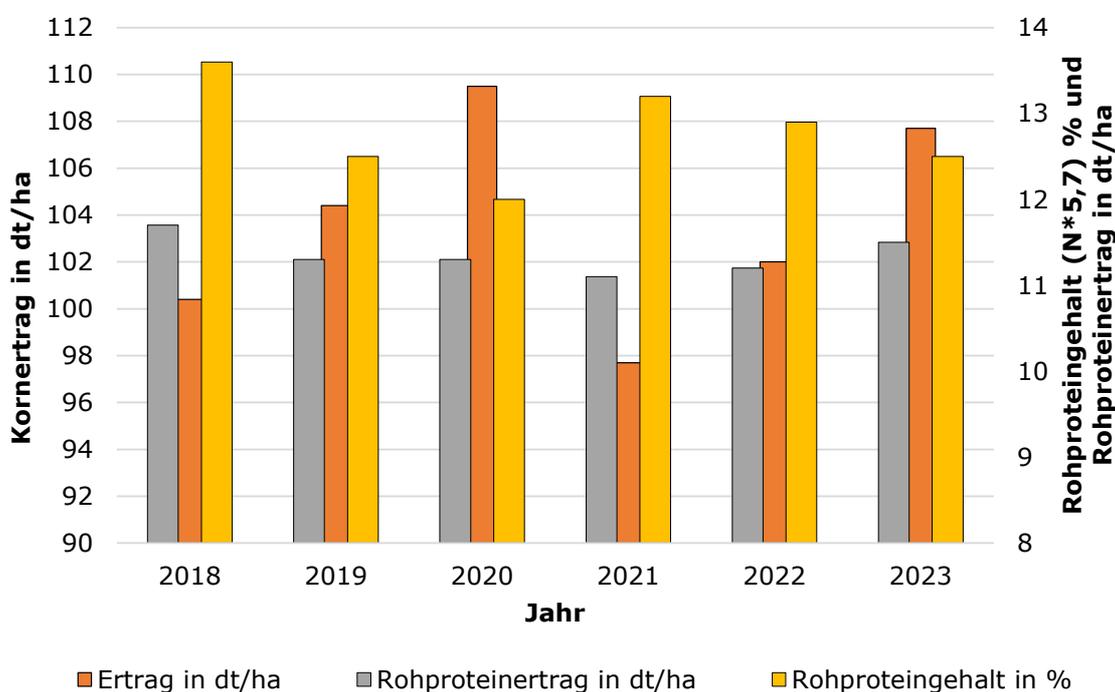


Abb. 1: *Jahreseffekte im Exaktversuch für Ertrag, Rohproteingehalt und Rohproteinertrag. Adjustierte Mittelwerte aller Sorten und Orte*

Die Wirkung der N-Düngung auf den Ertrag, den Rohproteingehalt und die Qualitätseigenschaften kann exemplarisch durch diese Versuchsserie beschrieben werden. Da die Umwelteffekte auf den Ertrag und den Rohproteingehalt sehr hoch sind, wurde eine mehrjährige Auswertung der Stufeneffekte im Durchschnitt aller geprüften Sorten und 18 Umwelten 2018-2023 durchgeführt.

Die durchschnittlichen Effekte der N-Düngungssteigerung über alle Sorten sind in Abbildung 2 zu sehen. Die Steigerung der N-Düngung um ca. 30 kg/ha brachte von Stufe 1 zu Stufe 2 einen Mehrertrag von 2,4 dt/ha und von Stufe 2 zu Stufe 3 nur mehr 1,4 dt/ha. Deutlicher wirkte sich die zusätzliche Düngung auf den Rohproteingehalt aus. Mit 0,7 bzw. 0,6 Prozentpunkten war eine marktrelevante Erhöhung des Rohproteingehaltes vorhanden. Der Rohproteinерtrag erhöhte sich um 0,8 dt/ha bzw. 0,7 dt/ha. Dies entspricht einem zusätzlichen N-Entzug von 16 kg bzw. 12 kg/ha und einer etwa hälftigen Ausnutzung der zusätzlichen N-Düngung für den Kornерtrag.

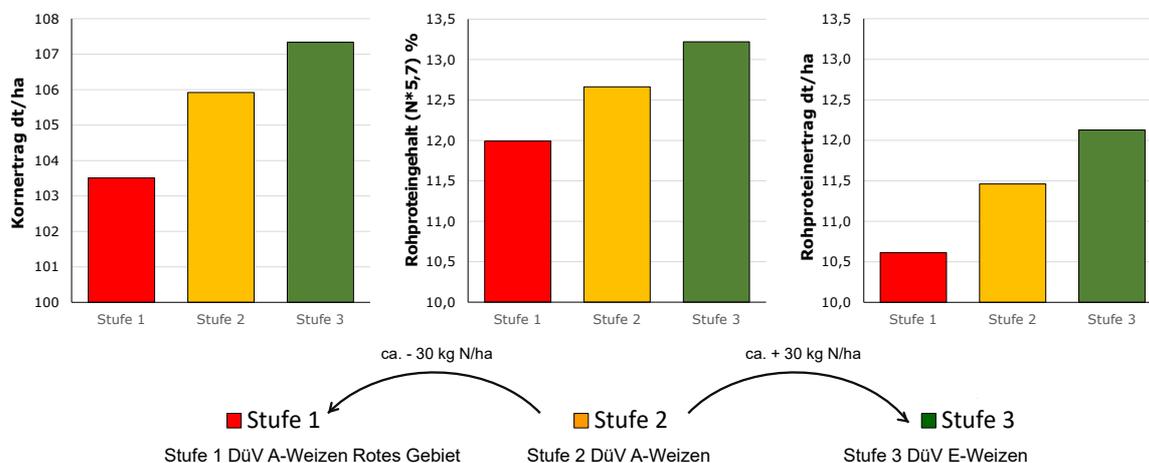


Abb. 2: Mehrjährige Ergebnisse für den Mittelwert des Korn- und Rohproteinерtrags und des Rohproteingehalts von 18 Umwelten der Erntejahre 2018-2023

## 4.2 N-Bilanz der Produktion und Rest-N<sub>min</sub>-Gehalte nach der Ernte

Die Versuche wurden vergleichbar zu durchschnittlichen Weizenschlägen in der Praxis behandelt. Sie standen nach den typischen Vorfrüchten, d.h. zumeist nach Silomais und seltener nach Zuckerrüben, Winterraps und Kartoffeln. Die Witterungsverhältnisse waren im Allgemeinen günstig. In den Düngungsstufen wurden im Durchschnitt der Jahre 145 kg N/ha, 177 kg N/ha und 208 kg N/ha gedüngt (Abb. 3). In allen drei Düngungsstufen nutzte der Winterweizen den Dünger-Stickstoff und zusätzlich mineralisierten N aus dem Bodenvorrat durch das Korn, sodass sich ein negativer Saldo ergab.

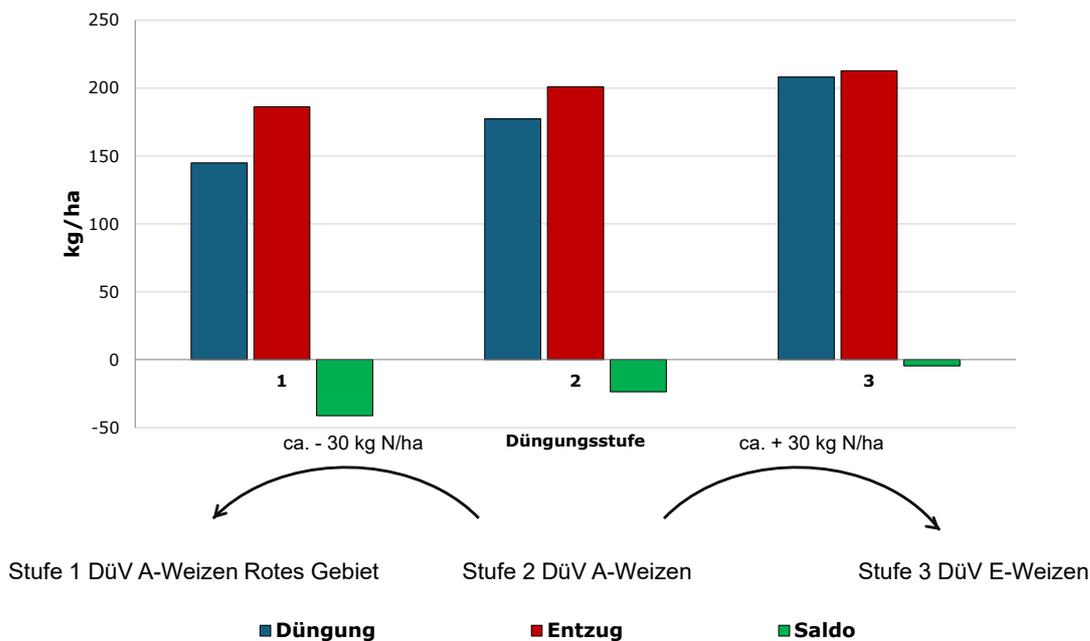


Abb. 3: N-Düngung, N-Entzug (Korn) und N-Saldo im Durchschnitt der sechsjährigen Versuchsserie (2018-2023)

Für die N<sub>min</sub>-Gehalte nach der Ernte wurden jeweils die Bodenproben aller Parzellen einer Stufe gemischt. An allen Standorten waren zwischen den Stufen kaum Unterschiede im N<sub>min</sub>-Gehalt feststellbar (Tab. 3). Dies traf ebenfalls für die beprobten Versuche der Jahre 2019 und 2020 aus dem Vorläuferprojekt zu. Nur der Versuch in Giebelstadt 2021 zeigt nach Trockenheit höhere Restmengen mineralisierten Stickstoffs. In Piering 2022 nach Kartoffelvorfrucht war in Stufe 3 ein etwas höherer Gehalt vorhanden.

Ausgehend von den Stickstoff-Salden und den festgestellten niedrigen N<sub>min</sub>-Werten nach der Ernte lässt sich feststellen, dass der Winterweizen den mineralisierten Boden-Stickstoff-Vorrat weitgehend entleert hat.

Tab. 3: *Nmin-Gehalte der Versuchsfläche zu Vegetationsbeginn und nach der Ernte in den einzelnen Düngungsstufen*

Ort	Nmin	Stufe	Nmin 0-30cm kg/ha	Nmin 30-60cm kg/ha	Nmin 60-90cm kg/ha	Nmin 0-90cm kg/ha	Düngung kg/ha
Giebelstadt 2021	Vegetationsbeginn		25	35	12	72	
	nach der Ernte	1	44	17	5	66	135
		2	53	18	9	80	170
		3	60	22	9	91	200
Günzburg 2021	Vegetationsbeginn		14	14	19	47	
	nach der Ernte	1	20	9	6	35	163
		2	24	10	5	39	199
		3	21	13	6	40	234
Piering 2022	Vegetationsbeginn		28	27	29	84	
	nach der Ernte	1	19	12	7	38	140
		2	26	16	13	55	175
		3	36	22	16	74	205
Ehlheim 2022	Vegetationsbeginn		20	28	45	93	
	nach der Ernte	1	18	5		23	120
		2	20	6		26	150
		3	34	7		41	180
Giebelstadt 2022	Vegetationsbeginn		13	14	9	36	
	nach der Ernte	1	18	5	3	26	155
		2	26	4	3	33	190
		3	30	5	6	41	225
Günzburg 2022	Vegetationsbeginn		14	13	15	42	
	nach der Ernte	1	22	7	6	35	165
		2	25	7	5	37	197
		3	27	17	10	54	229
Piering 2023	Vegetationsbeginn		19	8	11	38	
	nach der Ernte	1	16	11	3	30	170
		2	25	10	3	38	220
		3	25	10	4	39	245
Ehlheim 2023	Vegetationsbeginn		29	68	45	142	
	nach der Ernte	1	46	9		55	81
		2	38	8		46	105
		3	48	9		57	131
Günzburg 2023	Vegetationsbeginn		36	13	11	60	
	nach der Ernte	1	28	12	5	45	140
		2	28	12	4	44	175
		3	28	10	5	43	210

### 4.3 Ergebnisse der Backqualitätsuntersuchungen

Für die Auswertung der durchschnittlichen Wirkung der N-Düngungsunterschiede auf die einzelnen Backqualitätsparameter wurden ausschließlich die E- und A-Weizensorten der Sortimente 2018-2023 einbezogen. Verwendet wurden die E-Weizen Genius, Viki, KWS Emerick und Axioma sowie die A-Weizen Absolut, Adrenalin, Apostel, Asory, Chiron, Foxx, Komponist, LG Character, Patras, RGT Reform, Spontan, SU Habanero und SU Jonte. B- und C-Weizen wurden hier nicht berücksichtigt, da bei den Sorten dieser Qualitätsgruppen grundsätzlich eine geringere Backfähigkeit angenommen werden kann.

Die Untersuchungen im Backlabor ergaben einen deutlichen Anstieg des Rohproteingehalts um 0,7 bzw. 0,6 Prozentpunkte mit zunehmender Düngung. Einher ging die Zunahme des Feuchtklebers, des Backvolumens und der Wasseraufnahme. Die weiteren Qualitätsparameter reagierten in ähnlichem Maße. Insbesondere die Werte des Extensogramms und des Farinogramms zeigten die Verbesserung der Teigeigenschaften. Die Dehnfähigkeit des Teiges bis zum Abriss des Teigstranges im Extensogramm erhöhte sich über die zwei Düngungsstufen von 141 auf 152 mm. Die benötigte Kraft für die Dehnung im Maximum stieg und sank dann wieder etwas, da durch steigende Düngung vermehrt Gliadine gebildet werden, die die Dehnbarkeit fördern. Dies ist aber auf hohem Niveau nicht negativ zu bewerten. Die Stabilität des Teiges im Knetter des Farinographen stieg von 4,9 min auf 6,3 min im Durchschnitt aller Sorten.

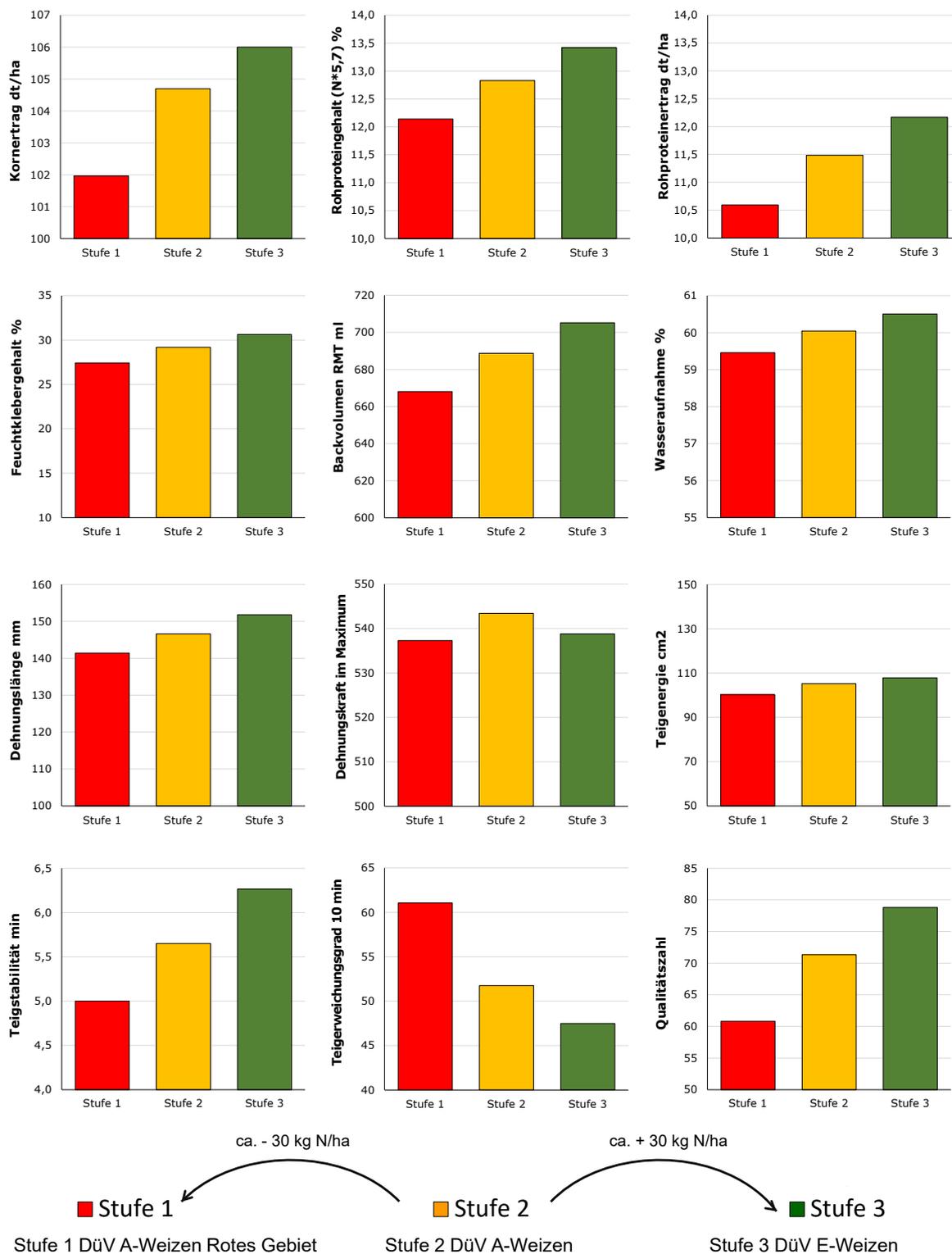


Abb. 4: Ertrags- und Qualitätsergebnisse der N-Düngungsstufen im Durchschnitt der 6 Erntejahre 2018 bis 2023, 18 Umwelten und 17 E- und A-Weizensorten. N-Düngungsstufen 1 A/B-Weizen nach DüV „rotes Gebiet“, 2 A/B-Weizen nach DüV, 3 E-Weizen nach DüV, jeweils ca. 30 kg N/ha Unterschied zwischen den Stufen; nur E- und A-Weizensorten, RMT-Backversuch, Farino- und Extensogramm, adjustierter Mittelwert der Eigenschaften

Tab. 4: Durchschnittliche Veränderung der Parameter durch die Erhöhung der Düngung um ca. 30 kg N/ha je Stufe. Erntejahre 2018 bis 2023, 18 Versuche und 17 Sorten

Parameter		Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Änderung von Stufe 1 zu Stufe 2	Änderung von Stufe 2 zu Stufe 3
Kornertrag	dt/ha	102	105	106	3	1
Rohproteingehalt (N*5,7)	%	12,1	12,8	13,4	0,7	0,6
Rohproteinertrag (100 % TS)	dt/ha	10,6	11,5	12,2	0,9	0,7
Feuchtklebergehalt	%	27,4	29,2	30,6	1,8	1,4
Glutenindex		89	86	84	-3	-2
Wasseraufnahme	%	59,5	60,0	60,5	0,5	0,5
Backvolumen RMT	ml	668	689	705	21	16
Dehnungslänge	mm	141	147	152	5	5
Dehnungskraft im Maximum	EE	537	543	539	6	-4
Teigenergie	cm <sup>2</sup>	100	105	108	5	3
Teigstabilität	min	4,9	5,7	6,3	0,8	0,6
Erweichungsgrad 10 min	FE	61	52	47	-9	-5
Qualitätszahl im Farinogramm		61	71	79	10	8

Differenziert für ausgewählte Sorten sind die Erhöhung des Rohproteingehalts und des Backvolumens in den Abb. 5 und Abb. 6 dargestellt. Sortenspezifische Reaktionen des Rohproteingehalts auf die Steigerung der N-Düngung sind nicht vorhanden. Alle Sorten zeigen annähernd den gleichen Anstieg. Das Backvolumen steigert sich ebenfalls mit dem zunehmenden Rohprotein- und Klebergehalt. Tendenziell profitieren Sorten mit mittlerer bis höherer Dehnungskraft und normalen bis etwas zähen Teigeigenschaften von der Zunahme der Gliadine etwas stärker als Sorten mit normalen bis geschmeidigen Teigeigenschaften. So zeigen Axioma, KWS Emerick, RGT Reform und Asory eine deutliche Steigerung des Backvolumens. Apostel mit normalen und SU Jonte mit normalen bis geschmeidigen Teigeigenschaften weisen einen geringeren Anstieg des Backvolumens auf, da ihr Teig durch die Gliadine noch dehnfähiger wird. Aber dennoch gewinnt auch der Teig dieser Sorten, da sich die Knettoleranz weiter verbessert, was sich im Farinogramm zeigt. Aus der Diskussion mit den Müllern werden in der Regel Sorten als vorteilhafte Qualitätsweizen genannt, die normale oder normale bis etwas zähe Teigeigenschaften und einen mindestens mittleren Dehnungswiderstand im Extensogramm besitzen. Auch wenn diese nur geringe bis mittlere Rohproteingehalte erreichen, aber gute Backvolumen mit der Ausprägungsstufe 7 und höher im RMT-Backversuch zeigen, können diese gut als Qualitätsweizen eingesetzt werden. Hier im Sortiment sind Spontan mit mittlerem bis hohem und Patras mit mittlerem Rohproteingehalt oder Asory mit geringem Rohproteingehalt zu nennen. Ein zu Asory ähnliches Qualitätsprofil mit hohem Backvolumen, normalen Teigeigenschaften und mittlerem Dehnungswiderstand im Extensogramm findet sich auch bei Spontan oder neu zugelassenen Sorten. A-Weizensorten mit geringem Dehnungswiderstand wie SU Jonte und Apostel zeigen gerade bei niedrigen Rohproteingehalten noch gute Backvolumen und sind unter diesen Umständen gut verarbeitbar. Werden von den Mühlen aber bestimmte Sorten für gehobene Anwendungen konkret nachgefragt, gehören die Teige dieser Sorten in der Rheologie zu den normalen bis etwas zähen Teigen mit mittlerem bis höherem Dehnungswiderstand im Extensogramm.

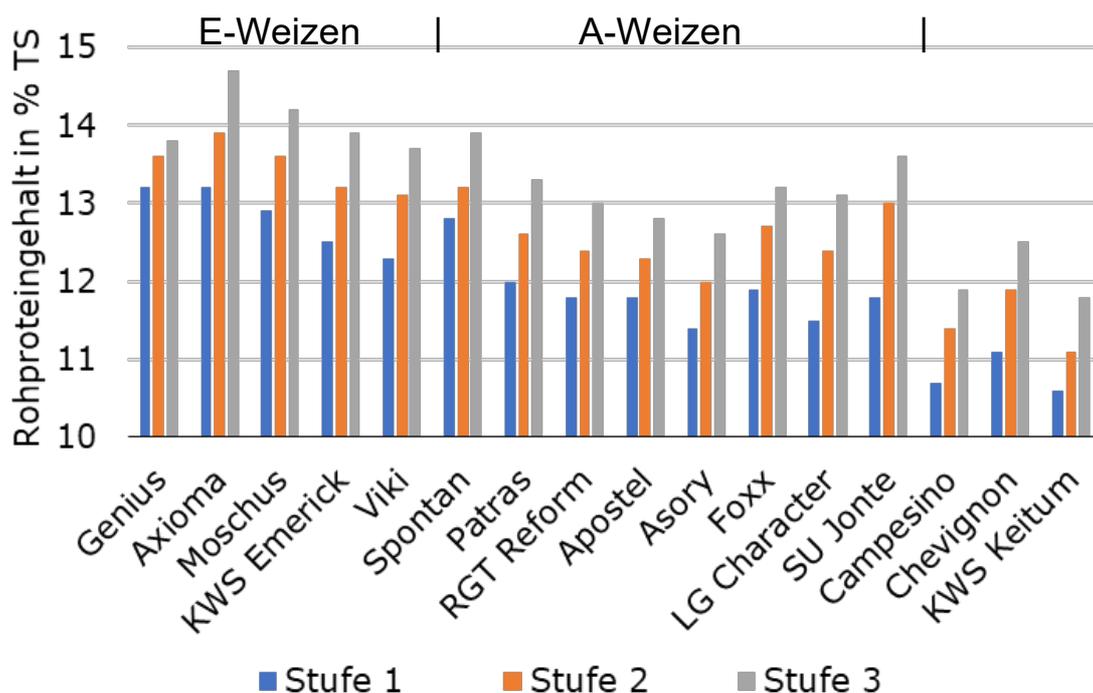


Abb. 5: Veränderung des Rohproteingehalts für ausgewählte Sorten durch erhöhte N-Düngung. Adjustierte Mittelwerte, alle Sorten, 18 Umwelten, 2018-2023

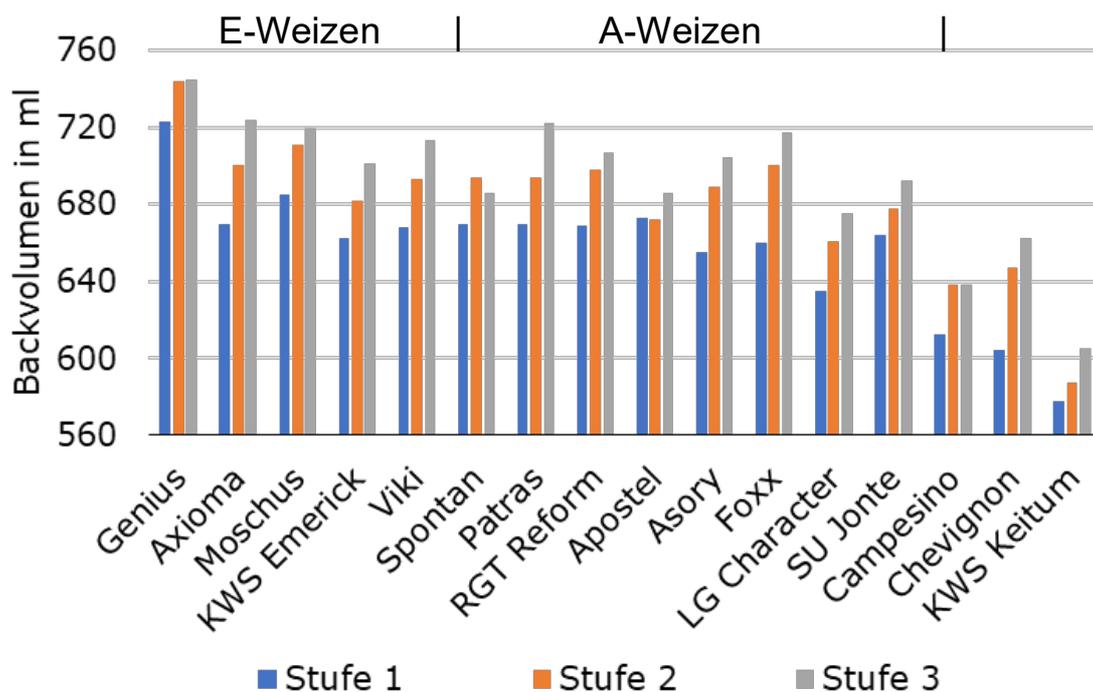


Abb. 6: Veränderung des Backvolumens für ausgewählte Sorten durch erhöhte N-Düngung. Adjustierte Mittelwerte, alle Sorten, 18 Umwelten, 2018-2023

#### 4.4 Differenzierung der Aminosäurezusammensetzung nach Sorten und Düngungsstufen

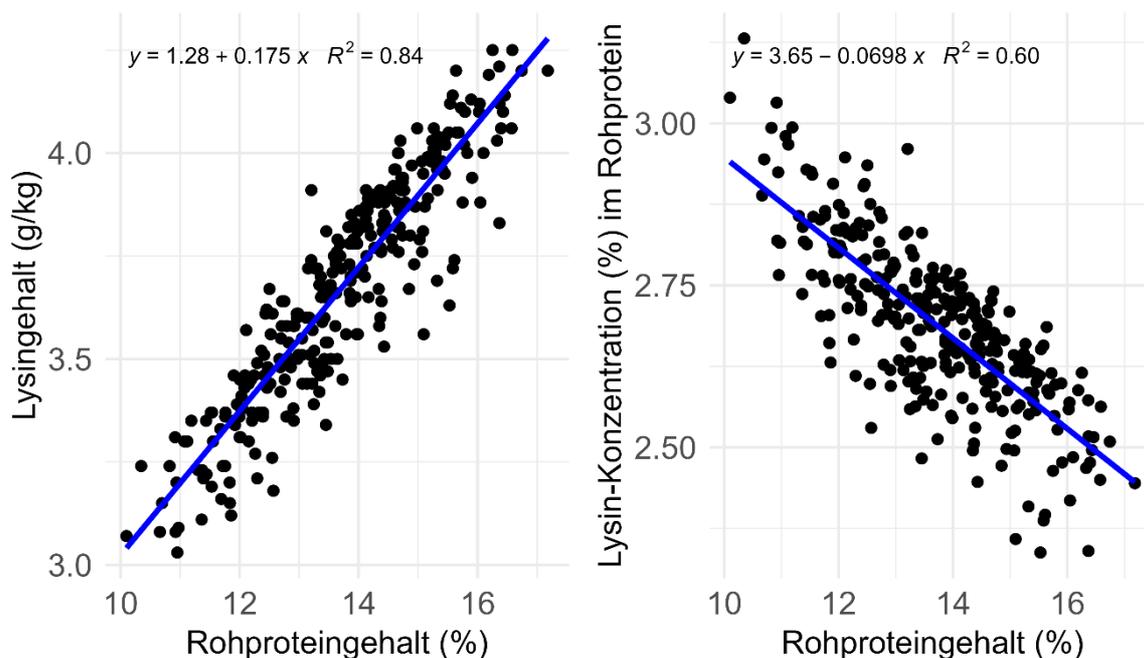


Abb. 7: Regression des Lysin-Gehalts (a) bzw. der Lysin-Konzentration im Rohprotein (b) in Abhängigkeit vom Rohproteingehalt mit der Schätzfunktion für die Regression auf Basis aller untersuchten Muster. Rohproteingehalt mit Faktor 6,25, 100% TS

Die Aminosäuren-Zusammensetzung ausgewählter Weizensorten (ohne backqualitätsbetonte Sorten) wurde ebenfalls an Mustern dieses Düngungsversuchs analysiert. Die Ergebnisse der Proteinzusammensetzung ergaben eine enge positive Korrelation zwischen dem Rohproteingehalt und dem Lysin-Gehalt (Abb. 7a), da Lysin als Aminosäure ein Teil des Rohproteins ist. Das Bestimmtheitsmaß der Regressionsgleichung über den Bereich des Rohproteingehalts von 10 % bis 16 % lag bei 0,84. Aus der Geradengleichung wird deutlich, dass der Lysin-Gehalt im Vergleich zum Rohproteingehalt in geringerem Maße steigt. Die Schätzgerade zur Lysin-Konzentration im Rohprotein zeigt dies mit der negativen Steigung (Abb. 7b). Es bestätigt sich, dass hohe Rohproteingehalte bei Winterweizen mit einer niedrigen Eiweißqualität für die Schweinefütterung, d.h. einer niedrigen Konzentration der erstlimitierenden Aminosäure Lysin im Rohprotein, verbunden sind. Für die bedarfsgerechte Fütterung von Schweinen werden Futterrationen auf Basis der essenziellen Aminosäuren, nicht des Rohproteins, berechnet. Eine exakte Fütterung passend zum Aminosäurebedarf des Schweins im jeweiligen Leistungsstadium ist essenziell, um eine umweltschonendere Fütterung mit verminderten N-Emissionen umzusetzen. Daher sollte die Lysin-Konzentration im Rohprotein von Weizen größer als 2,8 g Lysin/100 g Rohprotein sein, um stark N-reduzierte Fütterungskonzepte mit getreidebetonten Rationen zu realisieren (Bayerische Landesanstalt 2024). Grundlage für den Futterweizenanbau ist damit die Anpassung der Düngungsintensität, um reduzierte Rohproteingehalte im Weizen von maximal 110 g Rohprotein (N x 6,25) pro Kilogramm Trockenfutter (88 % Futtertrockenmasse) (Bayerische Landesanstalt 2024) bzw. 12,5 % Rohproteingehalt (Faktor 6,25, 100 % TS) oder 11,4 % Rohproteingehalt (Backweizen-Faktor 5,7, 100 % TS) einzuhalten.

Die Wahl von Sorten mit genetisch bedingter höherer Lysin-Konzentration könnte eine weitere Stellschraube zur Optimierung des Futtergetreide-Einsatzes sein. Um die Lysin-Konzentration von Sorten vergleichbar zu machen und den Rohproteingehalt beim Vergleich zu berücksichtigen, wurden sortenspezifische Regressionen bestimmt. Diese sortenspezifische Differenzierung der Lysin-Konzentration ist in Abb. 8 dargestellt. Die Regressionsgeraden spiegeln einheitlich den bereits beschriebenen Zusammenhang zwischen Rohproteingehalt und Lysin-Konzentration wider. Die unterschiedliche Lage der Geraden charakterisiert sortentypische Unterschiede in der Lysin-Konzentration. Zwischen den Extremen - der Futterweizensorte KWS Keitum und der Qualitätsweizensorte Foxx – sind deutliche Unterschiede dargestellt. Auf dem Niveau von 12 % Rohproteingehalt erzielt KWS Keitum eine um 0,2 Prozentpunkte höhere Lysin-Konzentration als Foxx oder Asory. Die Verfütterung von KWS Keitum ist deshalb günstiger einzuschätzen. Der Unterschied von KWS Keitum zu den hier orthogonal geprüften typischen Futterweizen wie Campesino und Chevignon beträgt auf einem Niveau von 2,85 % Lysin-Konzentration im Rohprotein nurmehr unter einem Promillepunkt. Die entspricht einem Unterschied von 3 % relativ. Die laufende Prüfung der Aminosäure-Gehalte von Sorten im Landessortenversuch Winterweizen und deren Beurteilung im Hinblick auf die Gehalte an essenziellen Aminosäuren wird diskutiert werden.

Eine zielgerichtetere Differenzierung des Getreideanbaus - explizit der N-Düngung - nach deren Verwertungsrichtung ist vor dem Hintergrund N-reduzierter Fütterungsstrategien sinnvoll, um Schweine bedarfsgerecht mit Aminosäuren zu versorgen und überhöhte Rohproteingehalte in der Ration zu vermeiden.

Die Separierung von Sorten mit hohen Lysin-Konzentrationen bei Futterweizen kann meist nur im eigenen Betrieb sichergestellt werden und ist daher vor allem für eigenmischende Schweinebetriebe neben der Düngungsintensität eine zusätzliche Stellschraube zur weiteren Optimierung N-reduzierter Fütterungsstrategien. Eine Umsetzung im Bereich der Mischfutterherstellung erscheint aus ökonomischen Gründen unwahrscheinlich.

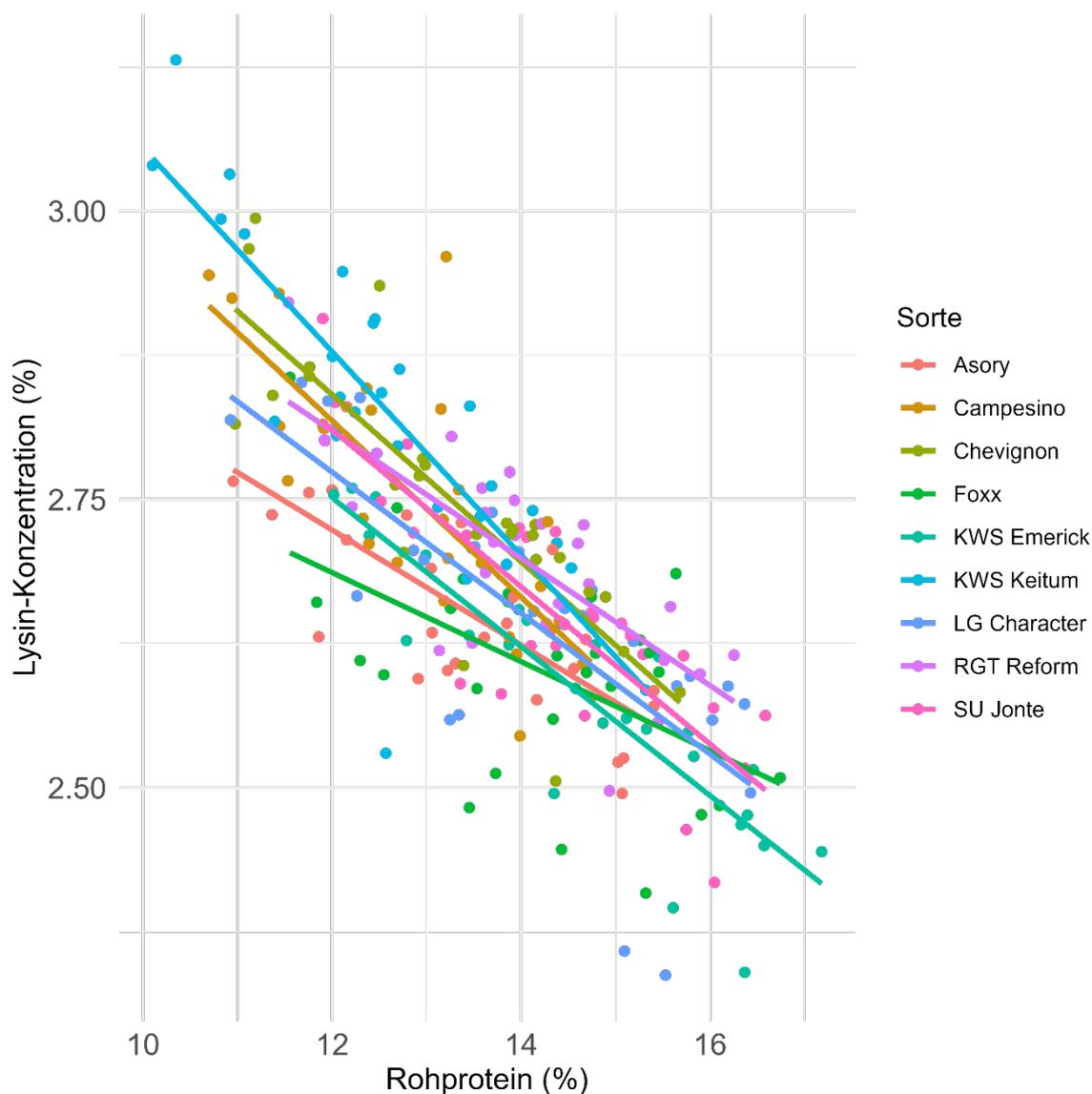


Abb. 8: Sortenspezifische Regressionsgeraden zur Abhängigkeit der Lysin-Konzentration vom Rohproteingehalt aller 2021-2023 orthogonal geprüften Sorten

#### 4.5 Differenzierung der Phosphorgehalte nach Sorten und Düngungsstufen

Der Phosphorgehalt wurde am Erntegut von sechs Umwelten in den Jahren 2021 und 2022 bestimmt. Zwischen den N-Düngungsstufen waren keine Unterschiede feststellbar (Abb. 9). Die Unterschiede zwischen Umwelten sind erheblich. Dabei ist ein deutlicher Zusammenhang mit der Kornausbildung vorhanden. Das Erntematerial in Ehlheim 2022 hatte mit 39 g ein geringes Tausendkorngewicht im Gegensatz zu Giebelstadt 2022 mit 47 g oder Günzburg 2022 mit 49 g. Eine schwache Kornausbildung sorgt durch den geringeren Anteil des Mehlkörpers für einen höheren Asche- und Phosphoranteil. Die Umweltbedingungen lassen sich aber im Anbau kaum beeinflussen.

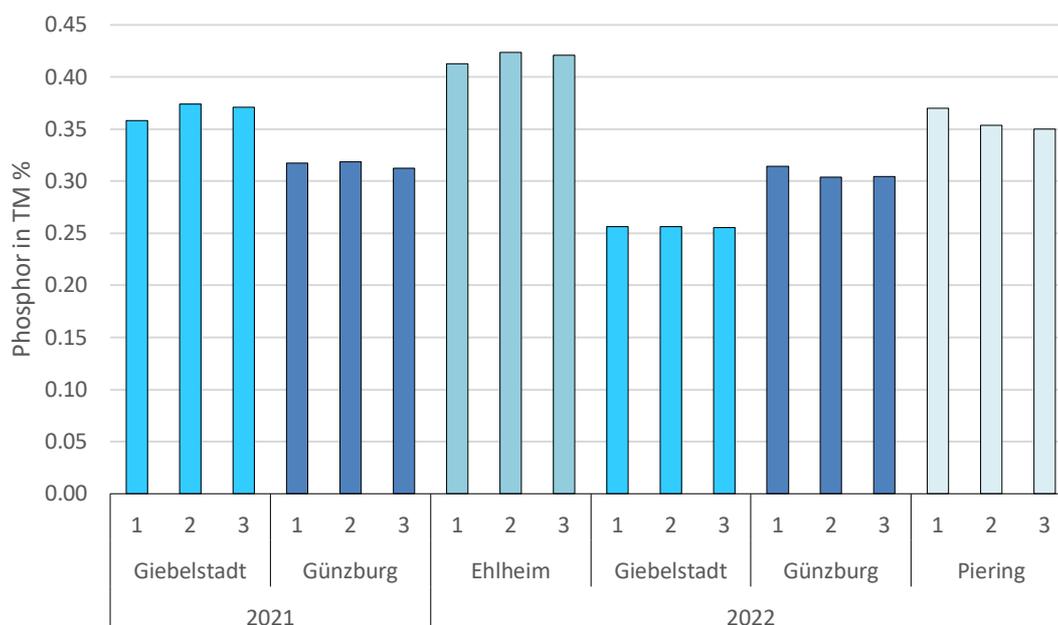


Abb. 9: Mittelwert des Phosphorgehaltes des Weizensortiments mit differenzierter N-Düngung in drei Stufen an sechs Umwelten

Zwischen den Sorten sind deutliche Unterschiede im Phosphorgehalt vorhanden, die nicht auf die Kornausbildung (TKG und Hektolitergewicht) zurückgeführt werden können (Abb. 10). Mit ihrem geringen Phosphor-Gehalt schneiden die beiden Sorten Campesino und KWS Keitum positiv ab. Wie schon im Durchschnitt über alle Sorten hat die N-Düngung auch bei den einzelnen Sorten kaum einen Einfluss auf den Phosphorgehalt. Es ist zu klären, ob die beobachteten sortenspezifischen Unterschiede von bis zu 20 % die Untersuchung der Ernteproben des Landessortenversuches auf ihren Phosphorgehalt rechtfertigen und ob Beratungsempfehlungen für bestimmte Sorten in P-reduzierten Futterrationen abgeleitet werden sollen.

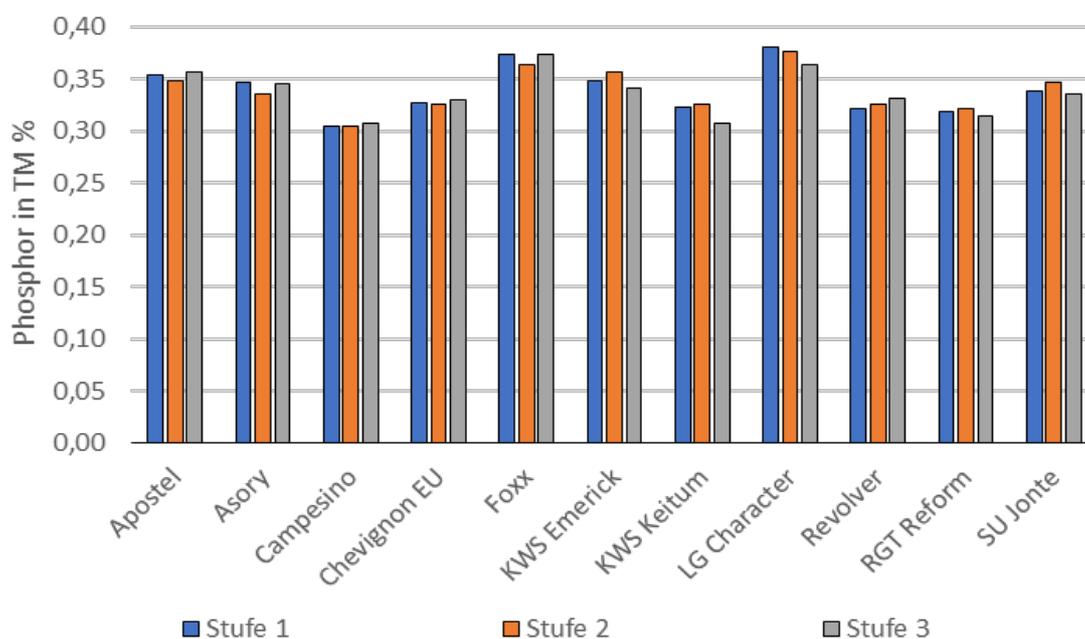


Abb. 10: Sortenmittelwert je Düngungsstufe für den Phosphorgehalt in sechs Umwelten

Bei der Vermahlung des Backweizens fallen bis zu 20 % des Weizens als Kleie an. Kleie kann sehr gut in der Schweinefütterung eingesetzt werden. Da vorwiegend die Randschichten des Korns mit ihrem hohen Mineralstoff- und Phosphorgehalt in der Kleie sind, ergeben sich hohe Gehalte, die den Einsatz für P-reduzierte Futterrationen schwierig machen. Zwischen den geprüften Umwelten ergeben sich klare Unterschiede, die aber mehr noch als beim Phosphorgehalt des Gesamtkorns auf die Kornausbildung zurückzuführen sind (Abb. 11). Die Technologie der Mühle bestimmt erheblich den Ausmahlungsgrad und damit auch die Anreicherung der Mineralstoff-Bestandteile und des Phosphors in der Kleie. In den untersuchten Versuchen wirkt sich die unterschiedliche N-Düngung nicht auf den Phosphorgehalt der Kleie aus. Die Differenzierung der Sorten im Gesamt-Phosphor-Gehalt spiegelt sich in geringerem Maße auch im Phosphor-Gehalt der Kleie wider (Abb. 12). Allerdings sind diese Unterschiede kaum nutzbar, da Kleie von selektierten Sorten am Markt kaum verfügbar sein wird, da das Augenmerk der Mühlen auf den Backqualitätseigenschaften liegt und spezielle Eigenschaften der Kleie keine Beachtung finden werden. Es ist darauf hinzuweisen, dass die hier gefundenen Phosphor-Gehalte in der Kleie aus der Vermahlung im Labor gemessen wurden. Der dort eingesetzte Bühler-Mahlautomat vermahlt mit sechs Passagen. Im Gegensatz dazu nutzen moderne Mühlen mehr Passagen, erreichen einen höheren Ausmahlungsgrad und reichern deshalb mehr Phosphor in der Kleie an.

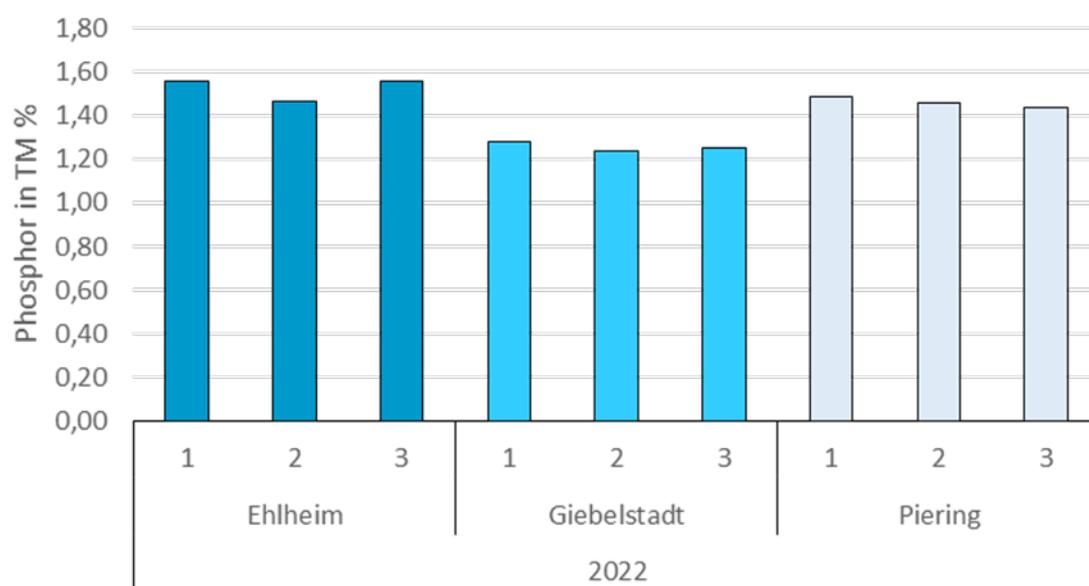


Abb. 11: Phosphorgehalt der Kleie differenziert nach den N-Düngungsstufen und Umwelten im Feldversuch

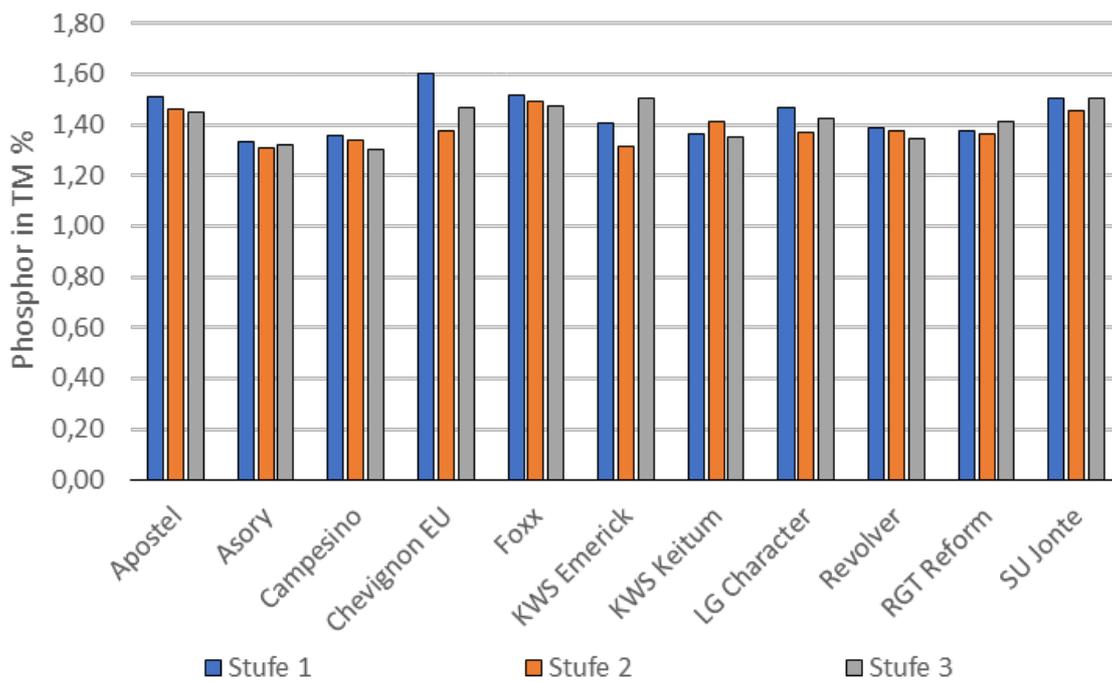


Abb. 12: Phosphorgehalt der Kleie differenziert nach Sorten und den N-Düngungsstufen im Durchschnitt der drei Versuche im Jahr 2022

## Literaturverzeichnis

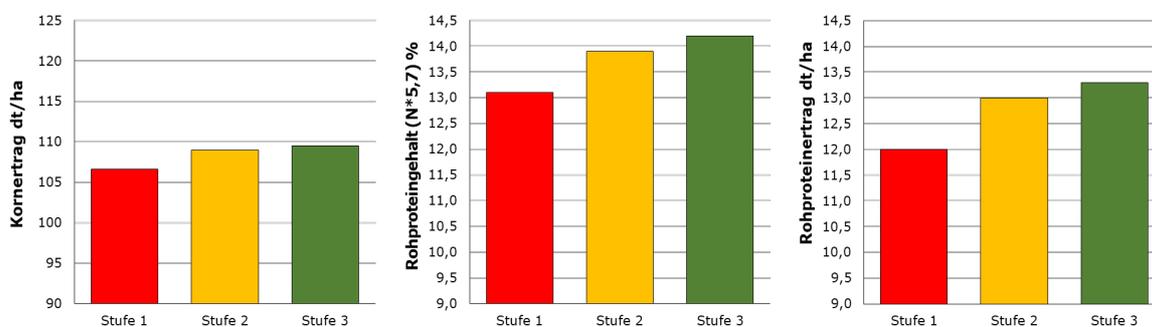
Bundessortenamt (2000): Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Landbuch-Verlag, ISSN 1431 – 1089  
[https://www.bundessortenamt.de/bsa/media/Files/Richtlinie\\_LW2000.pdf](https://www.bundessortenamt.de/bsa/media/Files/Richtlinie_LW2000.pdf)

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2024): Futterberechnung für Schweine - 29. unveränderte Auflage. [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/futterwerttabelle\\_schwein\\_lfl-information.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/futterwerttabelle_schwein_lfl-information.pdf)

## Anhang

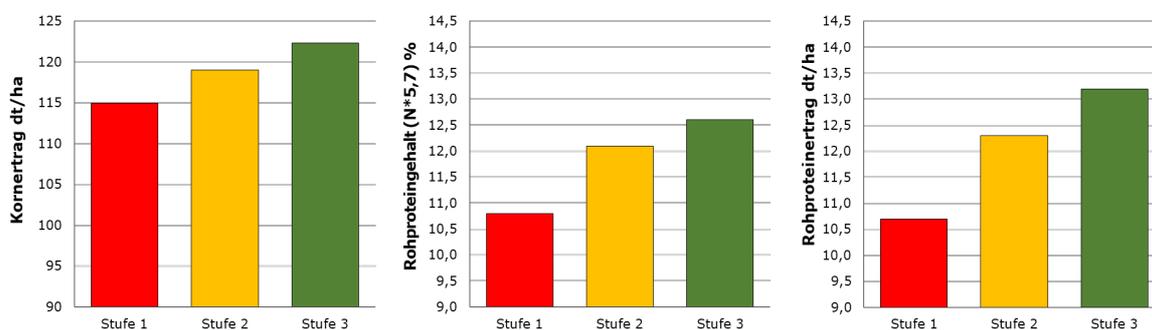
### I Abbildungen zu N-Düngung, Kornertrag, Rohproteingehalt, Rohproteinertrag der einzelnen Umwelten

#### Piering 2022



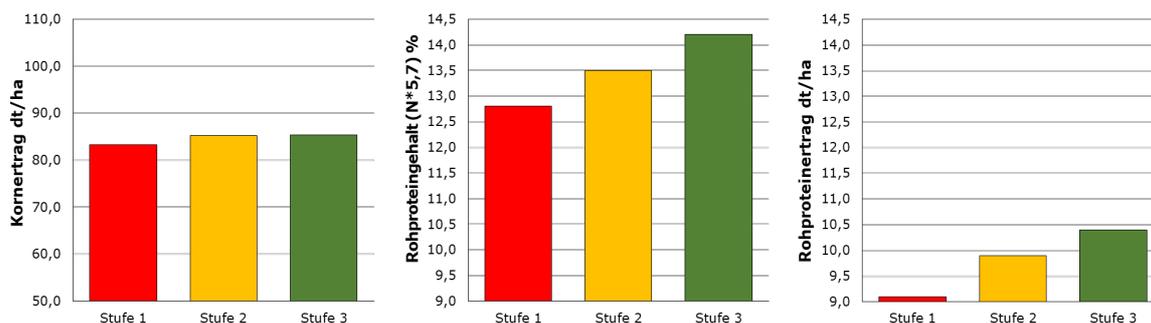
N-Düngung	Stufe 1 kg N/ha	Stufe 2 kg N/ha	Stufe 3 kg N/ha
1. Gabe	60	60	70
2. Gabe	30	55	60
3. Gabe	50	60	75
Düngung	140	175	205
Nmin	84	84	84
<b>Gesamt</b>	<b>224</b>	<b>259</b>	<b>289</b>

#### Piering 2023



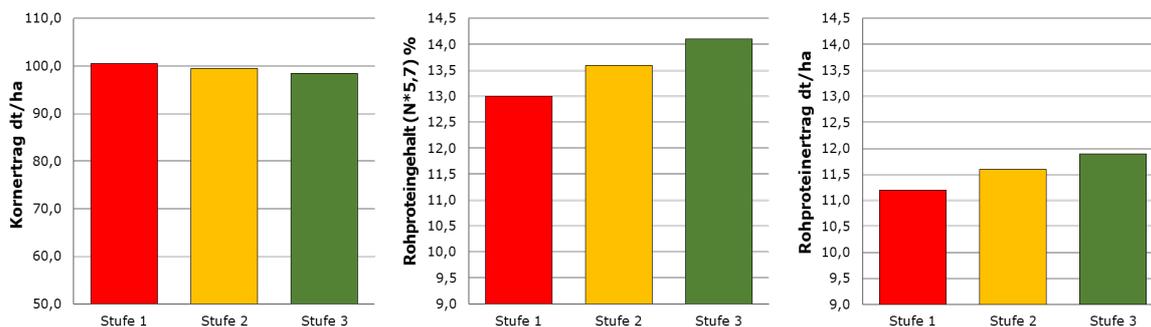
N-Düngung	Stufe 1 kg N/ha	Stufe 2 kg N/ha	Stufe 3 kg N/ha
1. Gabe	70	80	90
2. Gabe	50	70	80
3. Gabe	50	70	75
Düngung	170	220	245
Nmin	38	38	38
<b>Gesamt</b>	<b>208</b>	<b>258</b>	<b>283</b>

## Ehlheim 2022



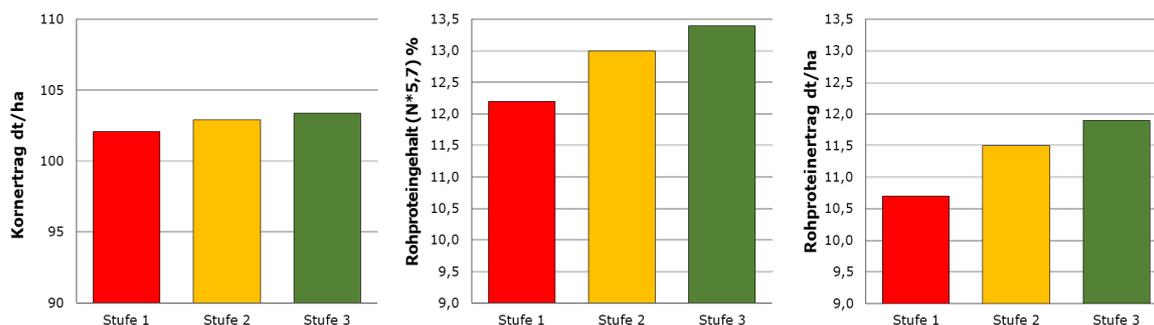
N-Düngung	Stufe 1 kg N/ha	Stufe 2 kg N/ha	Stufe 3 kg N/ha
1. Gabe	60	60	60
2. Gabe	30	40	60
3. Gabe	30	50	60
Düngung	120	150	180
Nmin	93	93	93
<b>Gesamt</b>	<b>213</b>	<b>243</b>	<b>273</b>

## Ehlheim 2023



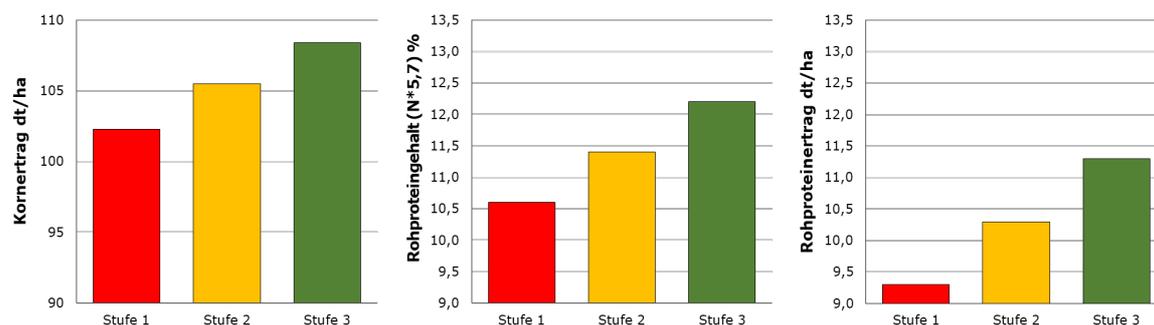
N-Düngung	Stufe 1 kg N/ha	Stufe 2 kg N/ha	Stufe 3 kg N/ha
1. Gabe	40	40	40
2. Gabe		30	40
3. Gabe	41	35	51
Düngung	81	105	131
Nmin	142	142	142
<b>Gesamt</b>	<b>223</b>	<b>247</b>	<b>273</b>

## Giebelstadt 2021



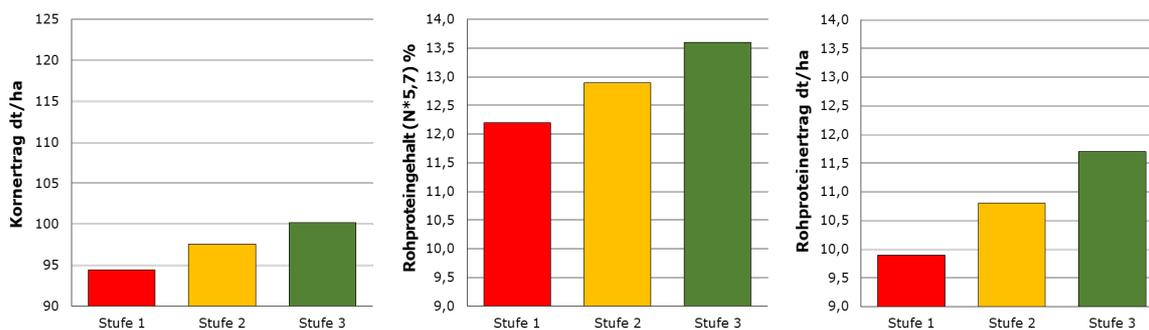
N-Düngung	Stufe 1 kg N/ha	Stufe 2 kg N/ha	Stufe 3 kg N/ha
1. Gabe	50	50	50
2. Gabe	45	60	70
3. Gabe	40	60	80
Düngung	135	170	200
Nmin	72	72	72
<b>Gesamt</b>	<b>207</b>	<b>242</b>	<b>272</b>

## Giebelstadt 2022



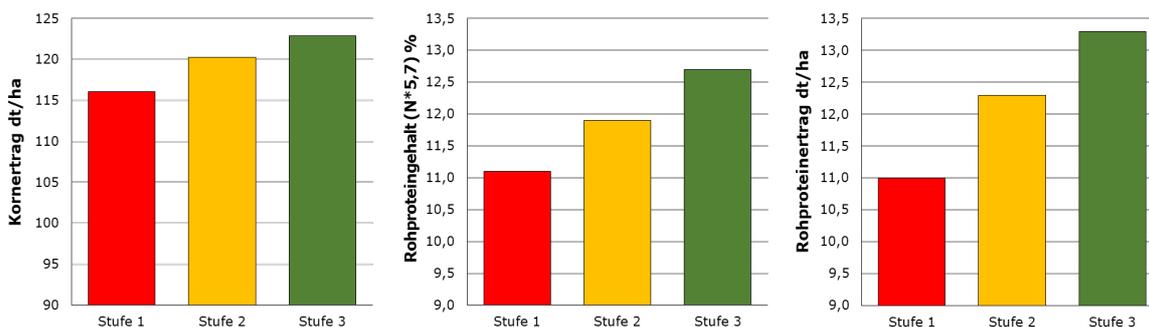
N-Düngung	Stufe 1 kg N/ha	Stufe 2 kg N/ha	Stufe 3 kg N/ha
1. Gabe	85	85	85
2. Gabe	40	50	60
3. Gabe	30	55	80
Düngung	155	190	225
Nmin	36	36	36
<b>Gesamt</b>	<b>191</b>	<b>226</b>	<b>261</b>

## Günzburg 2021



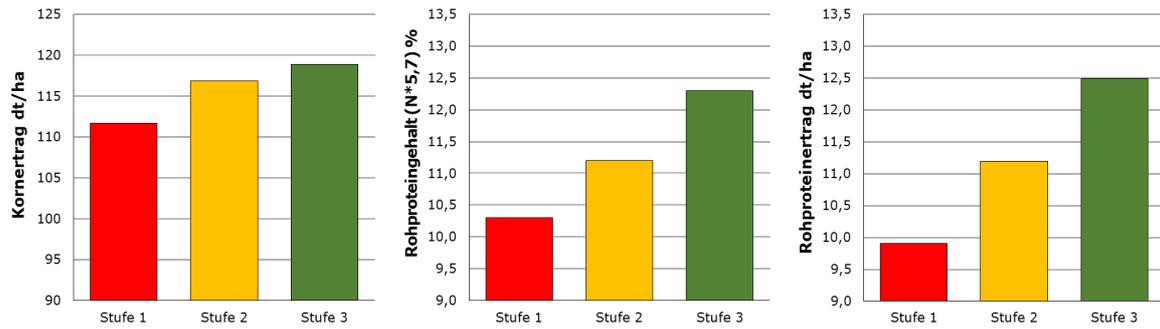
N-Düngung	Stufe 1 kg N/ha	Stufe 2 kg N/ha	Stufe 3 kg N/ha
1. Gabe	60	65	65
2. Gabe	50	60	60
3. Gabe	53	74	60
4. Gabe			49
Düngung	163	199	234
Nmin	47	47	47
<b>Gesamt</b>	<b>210</b>	<b>246</b>	<b>281</b>

## Günzburg 2022



N-Düngung	Stufe 1 kg N/ha	Stufe 2 kg N/ha	Stufe 3 kg N/ha
1. Gabe	70	70	70
2. Gabe	45	55	55
3. Gabe	50	72	55
4. Gabe			49
Düngung	165	197	229
Nmin	42	42	42
<b>Gesamt</b>	<b>207</b>	<b>239</b>	<b>271</b>

## Günzburg 2023



N-Düngung	Stufe 1 kg N/ha	Stufe 2 kg N/ha	Stufe 3 kg N/ha
1. Gabe	50	60	60
2. Gabe	40	50	50
3. Gabe	50	65	60
4. Gabe			40
Düngung	140	175	210
Nmin	60	60	60
<b>Gesamt</b>	<b>200</b>	<b>235</b>	<b>270</b>