

# Handlungsoptionen zur weiteren Verbesserung der N-Effizienz in Ackerkulturen unter den Vorgaben der Düngeverordnung

## 5. Reduzierung des $N_{\min}$ zu Vegetationsende

März 2025, Dr. Michael Grunert

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Foto: Grunert, LfULG

Alle Analysen von Pflanzen-, Boden- und Wasserproben wurden in der BfUL Nossen durchgeführt.  
Die Ausführungen zum Düngerecht sind unverbindlich und unvollständig.

# Steigerung der N-Effizienz - Handlungsoptionen

Zur Steigerung der N-Effizienz im Ackerbau bestehen u.a. folgende acker- und pflanzenbauliche Möglichkeiten (u.a. auch als Handlungsoptionen in Folge der Vorgaben der Düngeverordnung insbes. in Nitratgebieten):

1. Auswirkungen reduzierter N-Düngung im Ackerbau
2. ausgewogene Pflanzenernährung
3. fachlich verbesserte N-Düngebedarfsermittlung
4. differenzierte Kulturart-spezifische N-Reduzierung
5. Reduzierung des  $N_{\min}$  zu Vegetationsende (= vorliegender Teil)
6. Präzisierung des N-Bedarfs vor 2./3. N-Gabe
7. effektive organische Düngung
8. Auswahl mineralischer Düngemittel incl. Stabilisierung
9. Nährstoffplatzierung
10. exakte Ausbringung von Düngemitteln
11. teilschlagspezifische Düngung
12. schlagspezifische Nährstoffbilanzierung
13. angepasste optimale Fruchtartenabfolge und Sortenwahl
14. Erosion verhindern
15. ....

# Woher stammt das Nitrat im Sickerwasser?

Bestimmung der N-Quellen des Nitrats im Sickerwasser durch:

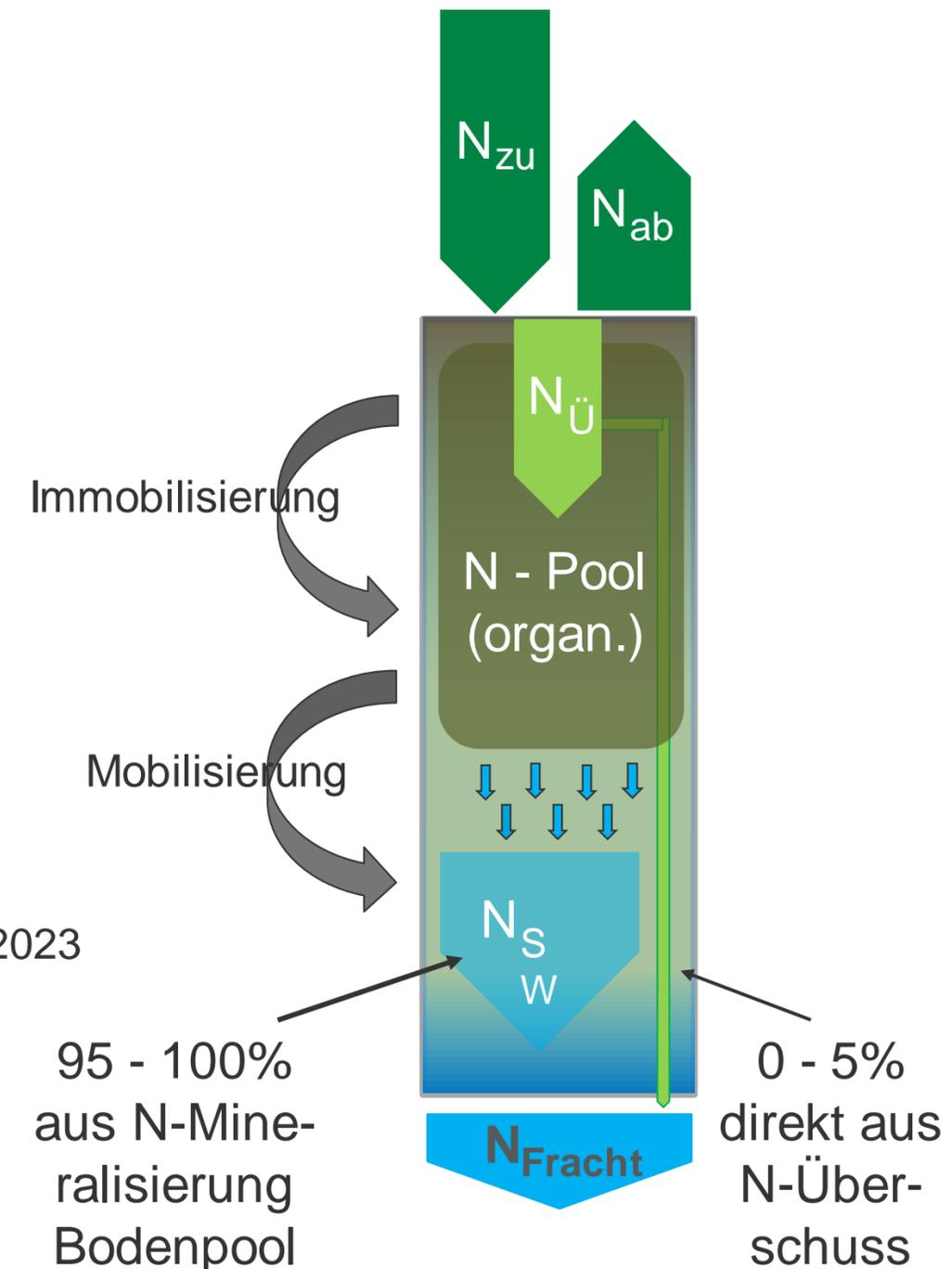
- Analyse der Stabilisotope des Nitrats
- Anwendung statistischer „mixing-models“

Untersuchung verschiedener Böden (Sand, lehmiger Sand, Löß) über 4 Sickerwasserperioden:

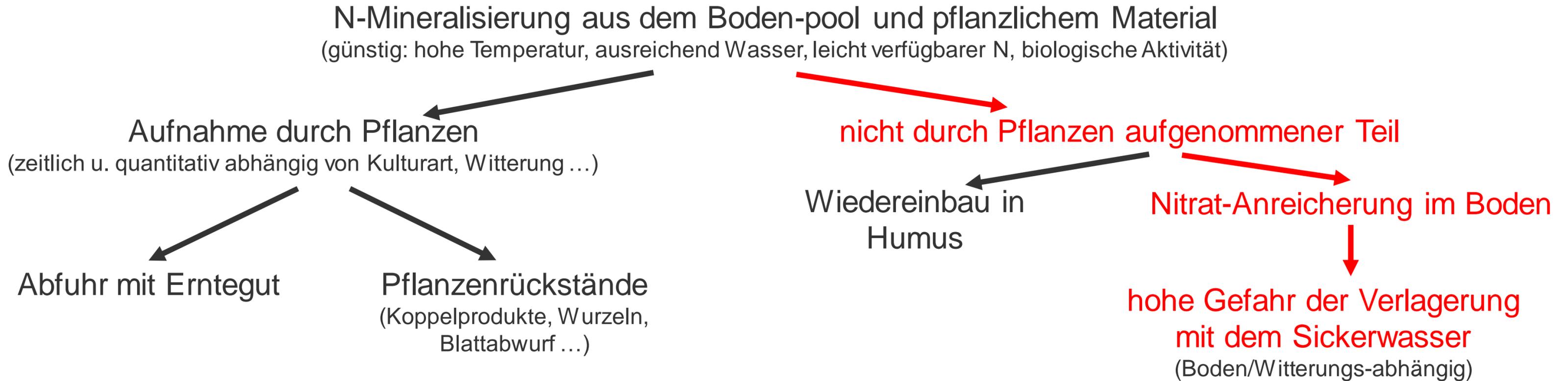
- kaum Unterschiede zwischen Böden und Sickerwasserperioden
- Großteil des Nitrats im Sickerwasser stammt über Mineralisierung aus bodenorganischem Pool (>95% bis 100%)
- direkte Düngeranteile auf allen Böden unwahrscheinlich (0% bis 5%)
- überschüssiger Dünger-N vor allem im bodenorganischem Pool eingelagert

Quelle: Werisch, BfUL, Lysimeteranlage Brandis, 2023

=> N-Mineralisierung aus dem Boden ist entscheidender Faktor  
kritischster Zeitraum ist dabei der Herbst/Winter  
(Spätsommer bis Spätherbst starke Mineralisierung, aber nur begrenzt aufnahmefähige Bestände)



# N-Mineralisierung u. Verlagerung mit Sickerwasser



**Herbst/Winter kritischster Zeitraum**, da im Herbst mineralisierter N oft nur z.T. genutzt wird und dann über Winter verlagert werden kann:

- hohe N-Mineralisierung im Herbst (zunehmend!, da warme lange Herbste und Befeuchtung nach trockenem Sommer, Bodenbearbeitung)
- geringe Pflanzenaufnahme (insbes. bei Brache, Wintergetreide ...)
- abwärts gerichtete Wasserbewegung durch höhere Niederschläge und geringe Verdunstung im Spätherbst + Winter (insbes. auf durchlässigen Böden)

**=> Nitrat-N-Verluste => ökonomische und ökologische Auswirkungen**

stark vereinfachte Darstellung  
N-Düngung des Jahres spielt auch eine Rolle, wird hier aber nicht mit betrachtet;  
ebenso wie andere N-Formen

# Risikofaktoren für hohe Nitrat-Gehalte vor Winter, Teil 1

- N-Düngung über den Bedarf der Pflanzenbestände hinaus durch:
  - zu hohe Zielerträge
  - überzogene N-Düngung
  - keine Anpassung der Düngung an aktuelle Bestandesentwicklung
- unsicheres Erreichen des Zielertrages
  - Witterungsschwankungen und -risiken
  - Krankheiten, Schädlinge
- Kulturen mit Art- oder Qualitäts-bedingten Risiken
  - Raps (relativ große Menge N verbleibt mit Blattabwurf und Stroh auf dem Feld)
  - Qualitätsweizen (Effizienz von N-Spät/Qualitätsgaben max. 50%)
  - Gemüse (Ernte grüner, eigentlich unreifer Pflanzenbestände)
  - Leguminosen (N-reiche pflanzliche Rückstände)
- geringe N-Aufnahme durch Pflanzenbestände bis zum Vegetationsende
  - Brache in Zeiten mit hohen Niederschlägen
  - schlechte Entwicklung von Winterungen oder Zwischenfrüchten
  - generell geringe N-Aufnahme vor Winter durch Winterweizen
- zu intensive Bodenbearbeitung
- hohe Humusgehalte mit engem C-N-Verhältnis



# Risikofaktoren für hohe Nitrat-Gehalte vor Winter, Teil 2

- hohe Anteile organischer N-Düngung
    - tierisch/pflanzlich, Gärreste, Kompost, Zwischenfrüchte...
    - auf den ermittelten N-Düngebedarf wird nur das Mindestniveau angerechnet und im Folgejahr 10 % des  $N_t$  ;  
Rest verbleibt im Boden, kann in Folgezeit mineralisiert werden
  - N-Mineralisierung aus Boden u. organischen Rückständen insbesondere in Zeiten ohne wesentliche N-Aufnahme durch Pflanzenbestände
  - gute Mineralisierungsbedingungen im Herbst  
(Wiederbefeuchtung trockener Böden, milde Temperaturen, Bodenbearbeitung ...)
  - .....
- => Risiko hoher Nitratgehalte im Boden zu Vegetationsende  
größter Risikofaktor für Nitratverlagerung mit dem Sickerwasserstrom
- => entscheidend ist die Nitrat-Konzentration (mg Nitrat/l) im Grund-/Sickerwasser;  
nicht die mit dem Sickerwasser verlagerte Menge (kg N/ha)
- => bei geringen Niederschlags- und dann auch Sickerwassermengen  
steigt die Nitratkonzentration und damit die Gefahr der Grenzwertüberschreitung



Foto: Grunert, LfULG

# Handlungsoptionen zur Reduzierung der N-Verlagerung mit dem Sickerwasser

## **weitere Erhöhung der Effektivität der N-Düngung, Absenkung N-Bilanzen:**

- Optimierung N-Menge, Gabenaufteilung u. -zeitpunkt, Stabilisierung
- Ertragsstabilität, Optimierung and. Faktoren (Sorte, Fruchtfolge, Pflanzenschutz, Grunddüng. ...)
- Reduzierung Spätsommer/Herbst-N-Düngung auf unbedingt Mindest-Niveau
- bringt mittel-/langfristig positive Effekte  
(eher insbes. auch auf durchlässigen, weniger fruchtbaren Böden u. bei flachem Grundwasserspiegel)

## **Absicherung der N-Nutzung/-Bindung im Herbst:**

- Kulturartenwahl, Fruchtfolge, keine Brachen
- Zwischenfruchtanbau mit geeigneten Arten/Mischungen
- Aussaat-/Auflaufbedingungen
- Einarbeitung von organischem Material mit weitem C:N => Strohdüngung

## **Absenkung der N-Mineralisierung im Spätsommer/Herbst:**

- Reduzierung der Bodenbearbeitung auf unbedingt erforderliches Niveau
- keine Einarbeitung von Materialien mit leicht verfügbarem N
- gleichmäßige Verteilung der organischen Düngung auf den Betriebsflächen
- Untersaaten

.....



# $N_{\min}$ im Herbst minimieren; und damit auch im Frühjahr

- $N_{\min}$  vor Winter: - klarer Zusammenhang mit über Winter verlagertem N;  
dieser ist für Pflanzenbau verloren, landet (z.T.) im Grundwasser
- großer Teil aus N-Mineralisierung; nicht aus N-Düngung des Jahres
- => Düngung: nur Teilbeitrag, andere Handlungsfelder mitentscheidend
- => Nur bei geringem  $N_{\min}$  bleibt Spielraum für Bestandesführung!
- Kultur-, Ertrags- u. Standortgerechte schlagspezifische Düngung
  - N-Düngung nach Ernte/im Herbst nur bei tatsächlichem Bedarf
  - Minimierung der Bodenbearbeitung  
möglichst wenige Arbeitsgänge, geringe Bearbeitungstiefe und -intensität
  - möglichst keine Biomasse-Einarbeitung mit hohem N-Mineralisierungspotenzial  
(Futterleguminosen!, Zwischenfrüchte)
  - Absicherung der N-Aufnahme bis zum Vegetationsende:
    - Zwischenfruchtanbau - Untersaaten - Strohdüngung
    - gute Keimbedingungen für Ausfallgetreide, -raps ...
    - Vermeidung von Brachezeiten ohne Bewuchs
  - Verteilung organischer Düngung auf alle Flächen des Betriebes
- => Abpufferung der N-Mineralisierung im Herbst



Foto: Grunert, LfULG

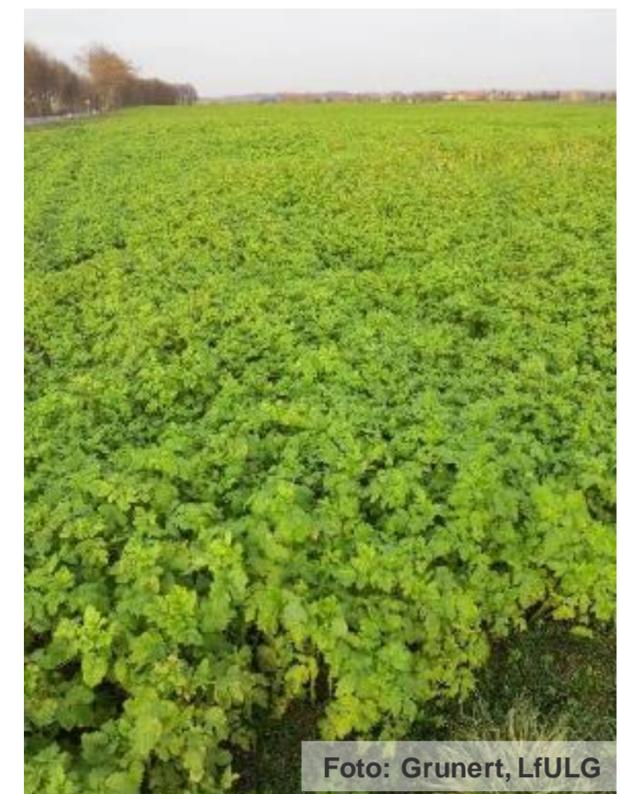
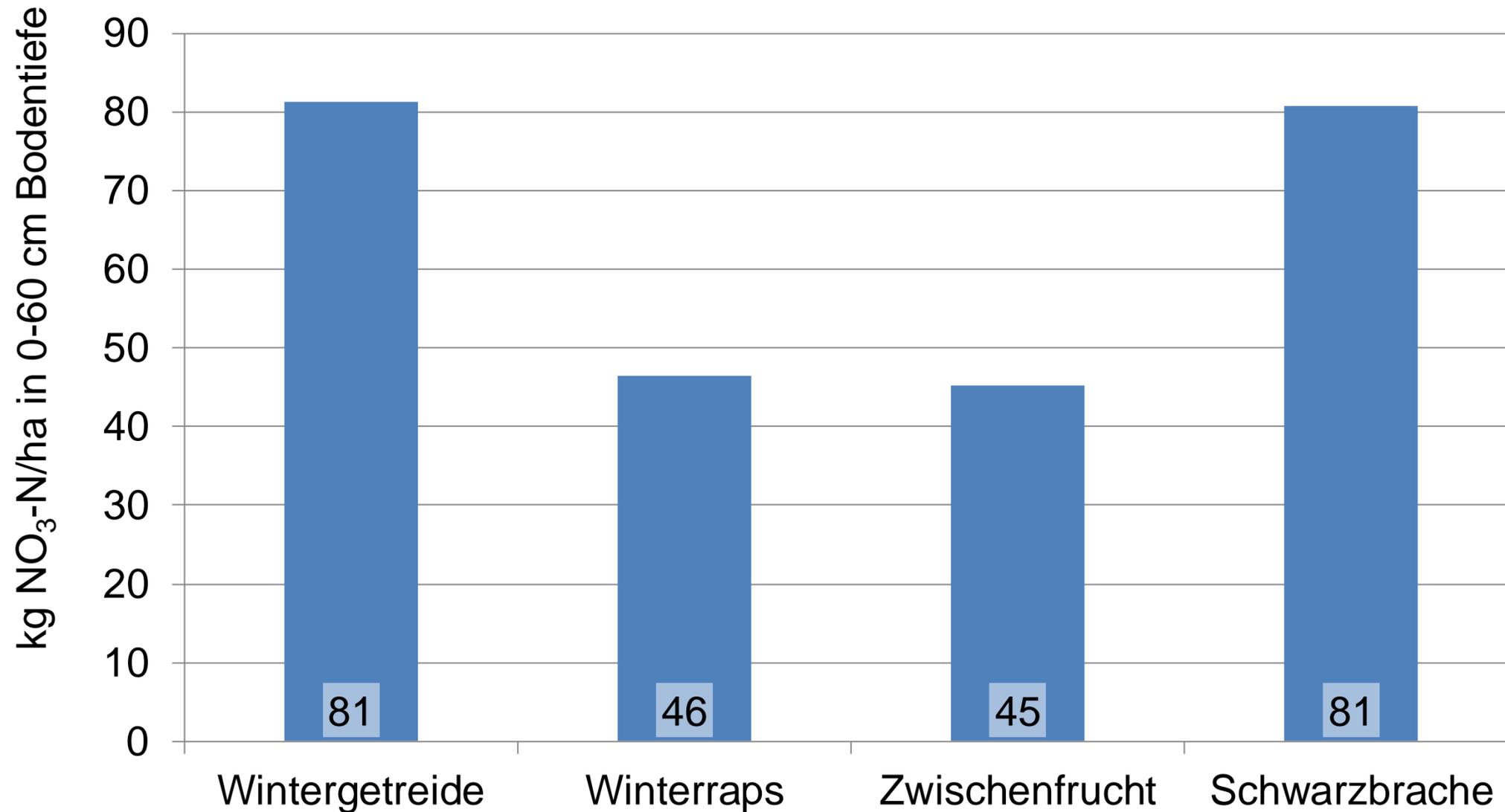


Foto: Grunert, LfULG

# Nitratgehalte zu Vegetationsende auf sächsischen Dauertestflächen

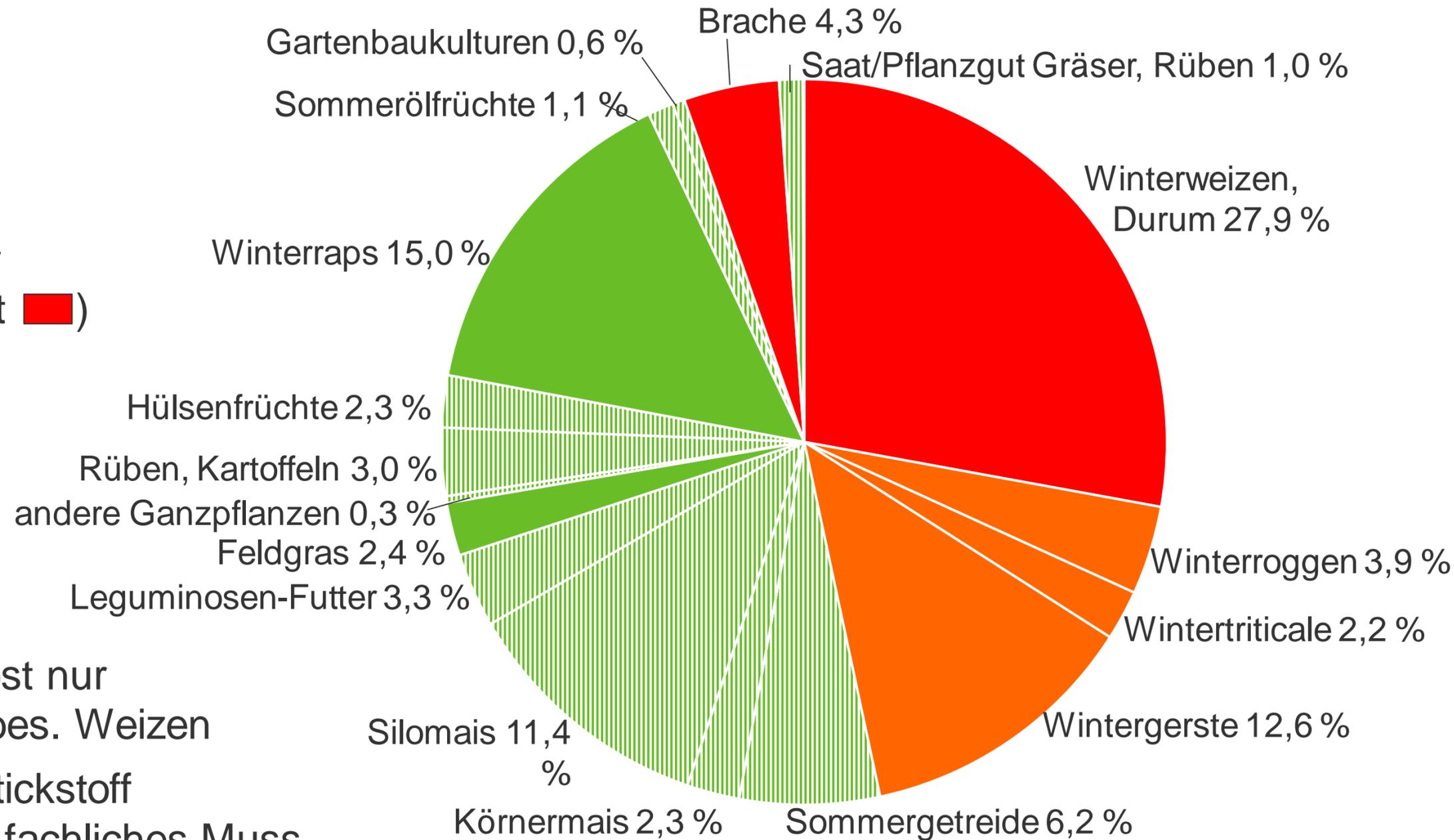
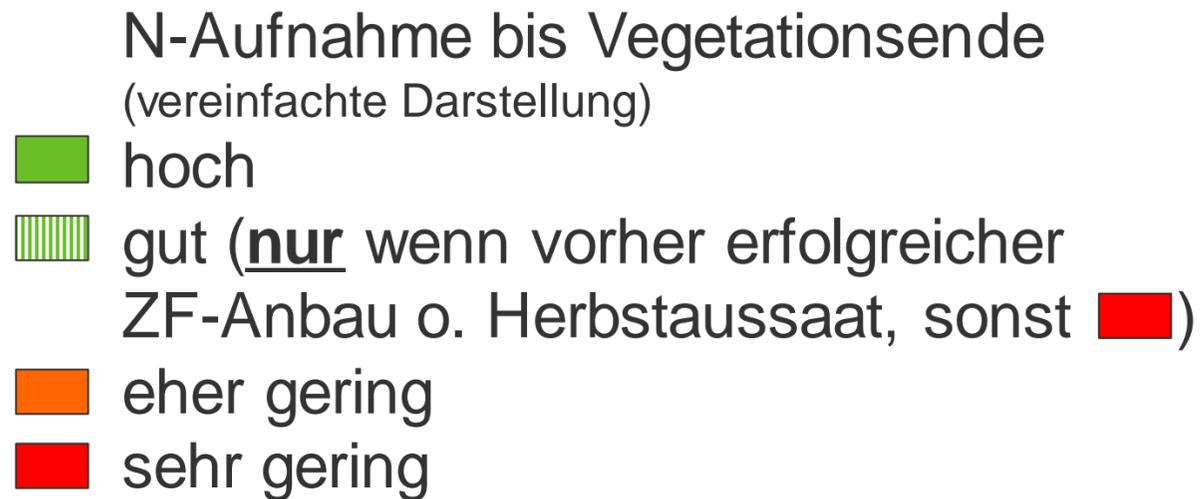
Mittelwert 2004 - 2015, kg NO<sub>3</sub>-N/ha in 0-60 cm Bodentiefe



- erhebliche Unterschiede bei der Menge des zu Vegetationsende im Boden verbleibenden verfügbaren N
- Wintergetreide, insbes. Winterweizen nimmt nur begrenzte N-Mengen auf
- Winterraps und Zwischenfrüchte können bei ausreichender Bestandesentwicklung den N<sub>min</sub> zu Vegetationsende erheblich absenken

# Anbau von Ackerbaukulturen in Sachsen 2022

## nach potenzieller N-Aufnahme im Herbst (% an Ackerfläche)



- => hoher Anteil an Kulturen, die im Herbst nur begrenzte N-Menge aufnehmen, insbes. Weizen
- => vor Sommerungen ist mit Blick auf Stickstoff der Anbau von Zwischenfrüchten ein fachliches Muss, sonst deutliche Steigerung der kritischen Flächenanteile (Nitratgebiet: ZF-Pflicht bei N-Düngung zu Sommerkulturen! mit Ausnahmen)

# N-Gaben im Spätsommer/Herbst?

langjähriger fachlicher Standpunkt:

- in Ausnahmefällen geringer N-Vorrat im Boden, so dass es zu Mangelercheinungen vor allem bei Winterraps, Wintergerste kommen kann
- N-Mangel am ehesten unter folgenden Bedingungen:
  - Vorfrüchte die wenig N im Boden hinterlassen (Getreide, Gräser)
  - Einarbeitung großer Strohmenngen
  - sehr hohe Erträge der Vorfrucht Getreide bei verhaltener N-Düngung
  - keine organische Düngung (Stallmist, Gülle) in der Fruchtfolge
  - schlechte Bodenstruktur, grobes Saatbett, Verdichtungen im Oberboden
- unter derartigen Bedingungen kann N-Zufuhr im Herbst zu Winterraps, Wintergerste, Winterzwischenfrüchten oder Feldgras gerechtfertigt sein
- N-Aufnahme bei normaler Herbstentwicklung:

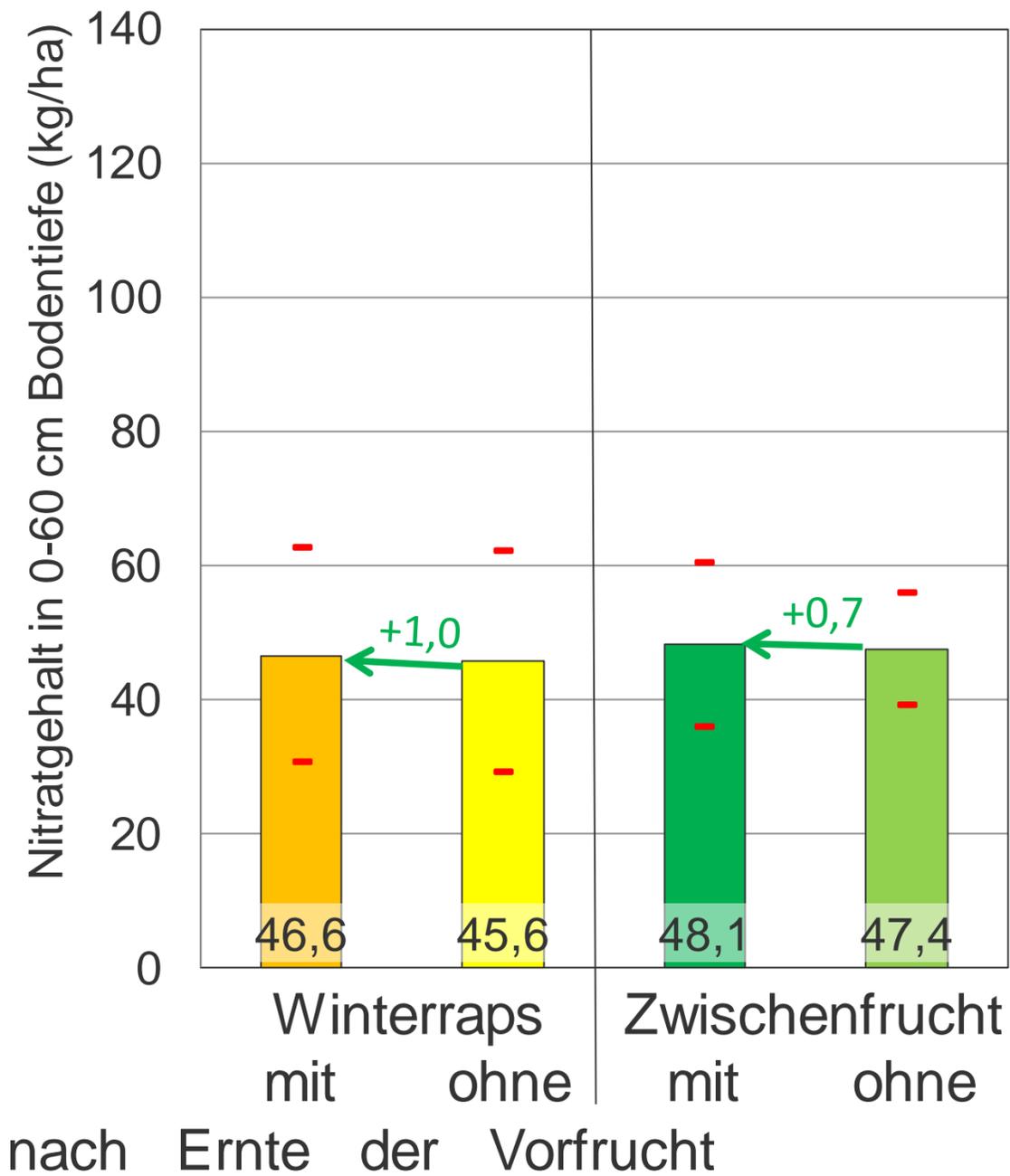
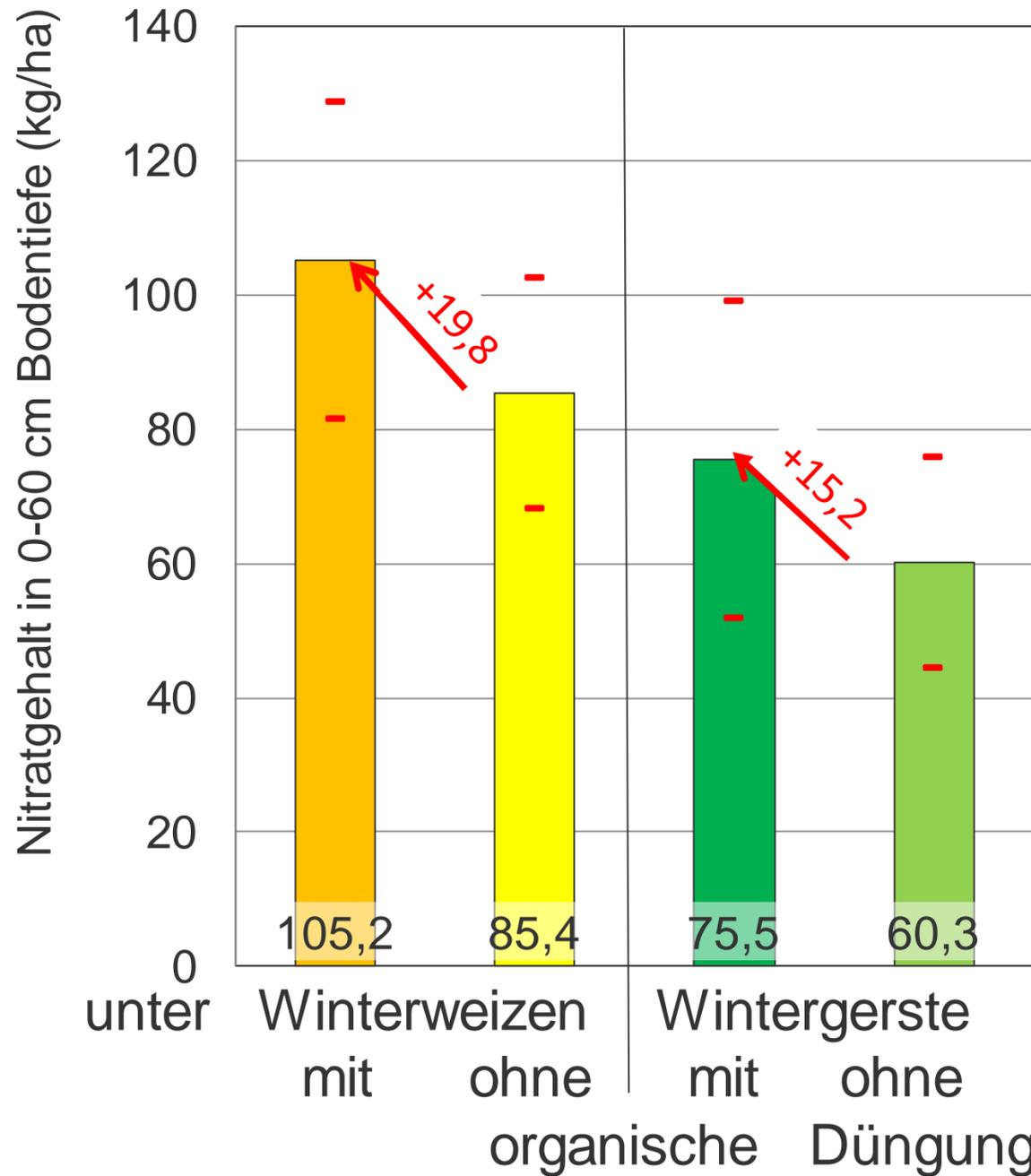
Wintergerste	30 - 50 kg N/ha
Winterroggen, Triticale	30 - 50 kg N/ha
Winterweizen	10 - 30 kg N/ha
Winterraps	50 - 80 bis weit über 150 kg N/ha
Zwischenfrüchte:	bis über 100 kg N/ha (je nach Bestandeszusammensetzung und -entwicklung)



- mit aktueller DüV nicht mehr möglich:
- zu diesem Zeitpunkt (23.10.)
  - bei dieser Vor-/Folgefucht (Mais/Weizen)

=> deutliche Einschränkungen der N-Düngung im Spätsommer/Herbst in der DüV

# Nitratgehalt vor Winter unter verschiedenen mit/ohne org. Düngung auf sächsischen Dauertestflächen



- Mittelwert
- Mittelwert
- ± Standardabweichung

im Mittel der Jahre 2000-2017  
 Winterweizen: 561x mit;  
 3941x ohne organ. Düngung  
 Wintergerste: 552x mit;  
 2158x ohne organ. Düngung)  
 Winterraps: 1130x mit;  
 1152x ohne organ. Düngung)  
 Zwischenfrucht: 209x mit;  
 290x ohne org. Düngung

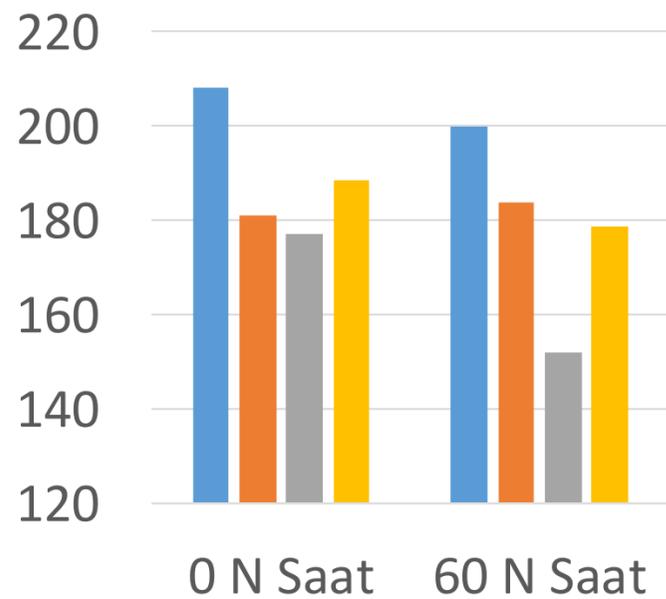
# N-Düngung zur Winterraps-Aussaat (50 kg N/ha),

## Wirkung auf $N_{min}$ und Ertrag

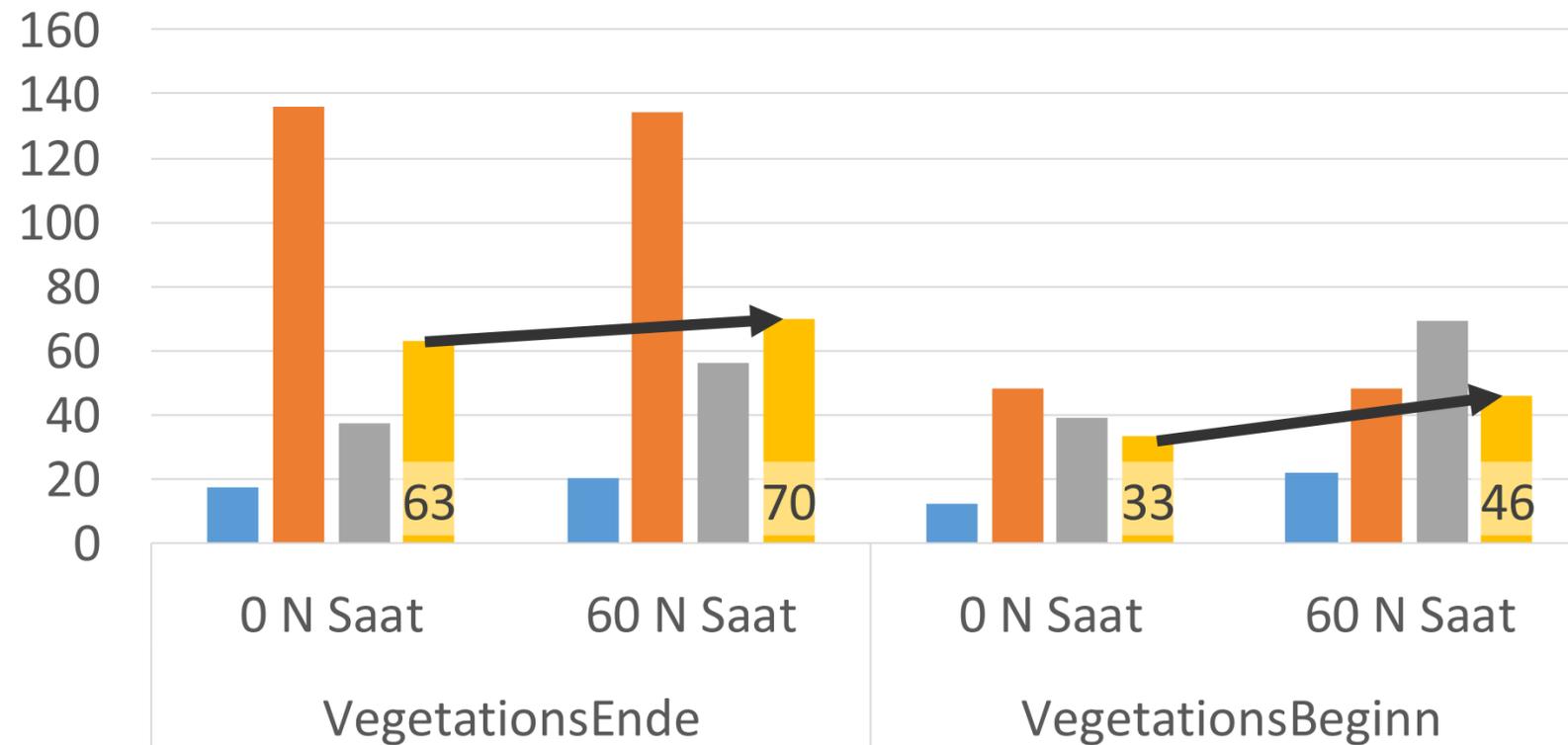
Exaktversuch, 3 Jahre, 12 Prüfglieder, n=4, Nossen, Lö4b, Ut4, AZ63

■ 2021 ■ 2022 ■ 2023 ■ Mittel

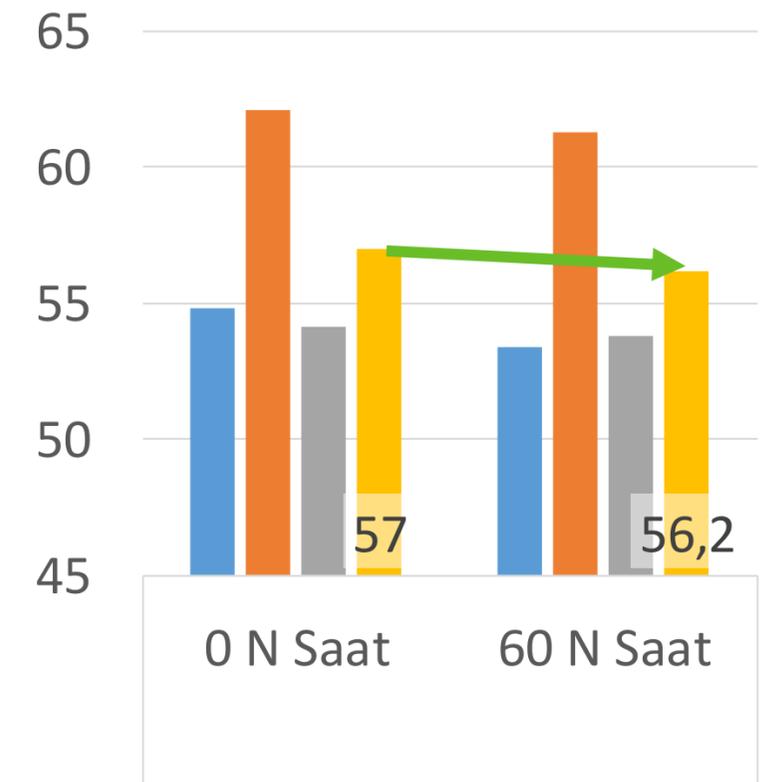
N-Düngung kg/ha



kg  $N_{min}$  in 0-90 cm Bodentiefe



Kornertrag dt/ha



- mit Herbst-N liegt der  $N_{min}$  zu Vegetationsende und zu Vegetationsbeginn leicht höher →

- keine Auswirkung der Herbst-N-Düngung auf den Rapsenertrag →

	$N_{min}$ zu VE	$N_{min}$ zu VB	Ertrag
GD 5%: 0 / 50 Herbst-N	8,8 41,8 29,2	7,0 20,0 15,9	3,0 2,5 6,3

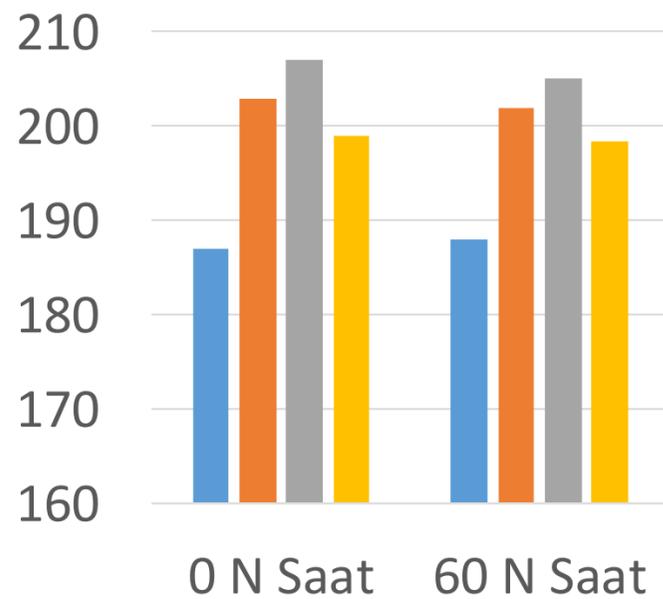
# N-Düngung zur Winterraps-Aussaat (50 kg N/ha),

## Wirkung auf $N_{min}$ und Ertrag

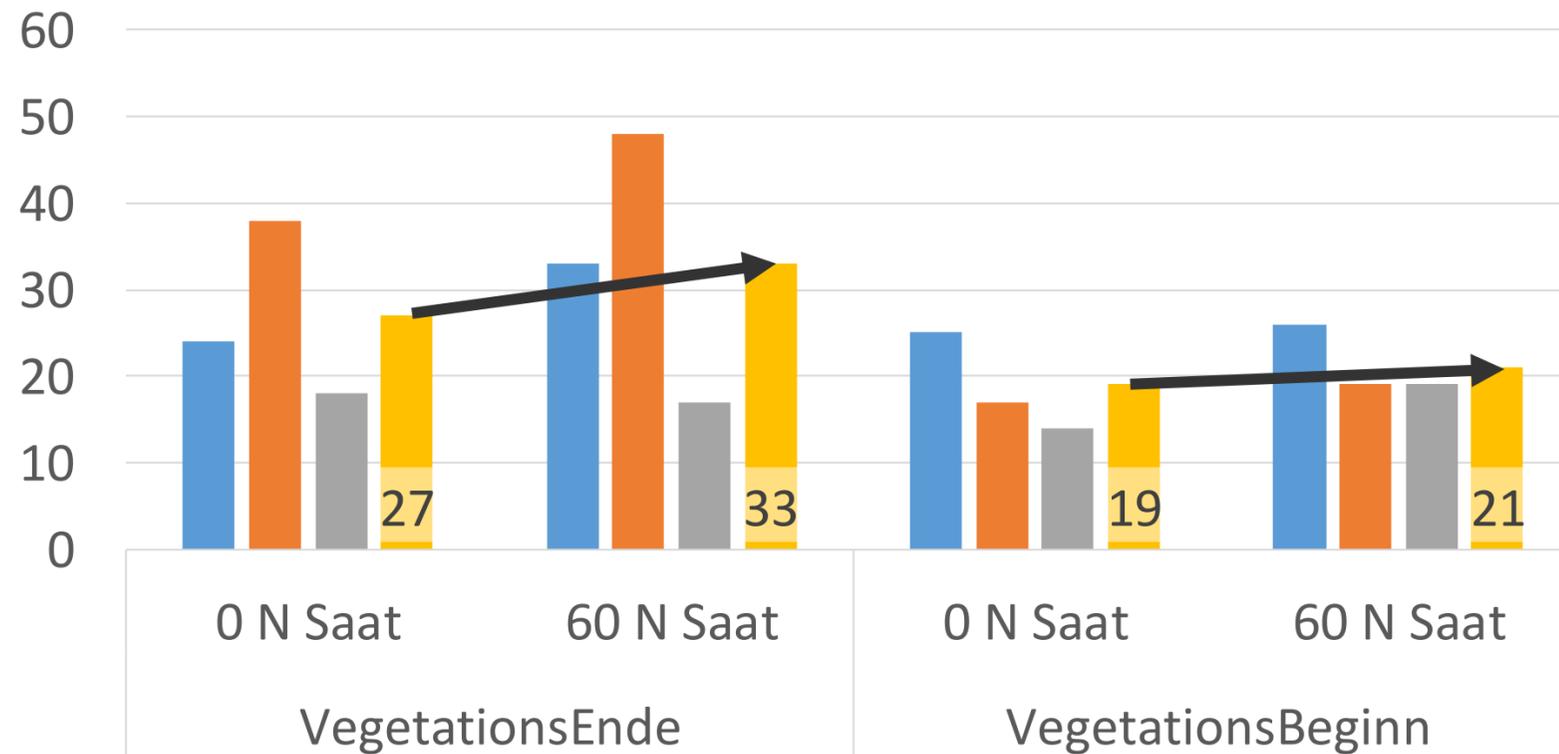
Exaktversuch, 3 Jahre, 12 Prüfglieder, n=4, Forchheim, V8a, SI3, Az33

■ 2021 ■ 2022 ■ 2023 ■ Mittel

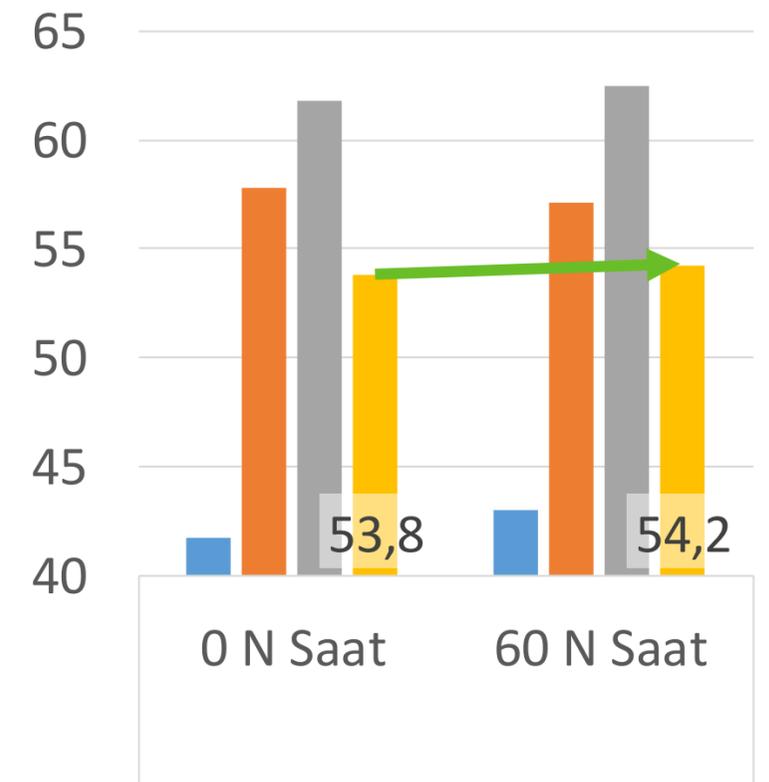
N-Düngung kg/ha



kg  $N_{min}$  in 0-90 cm Bodentiefe



Kornertrag dt/ha



- mit Herbst-N ist der  $N_{min}$  zu Vegetationsende leicht höher, zu Vegetationsbeginn gleich →

- mit Herbst-N-Düngung gleicher Ertrag →

	$N_{min}$ zu VE	$N_{min}$ zu VB	Ertrag
GD 5%: 0 / 50 Herbst-N	6,7 10,6 4,4	4,8 5,8 4,9	3,7 2,7 2,1

- Winterraps sollte bis Vegetationsende ca. 50-80 kg N/ha aufgenommen haben
- dies wird oft aus den Rückständen der Vorfrucht und der N-Mineralisierung abgedeckt
- Raps schöpft bei guten Wachstumsbedingungen den verfügbaren N weitgehend aus  
kann bis Vegetationsende über 200 kg N/ha aufnehmen  
senkt das N-Verlagerungsrisiko über Winter drastisch
- N-Düngung im Spätsommer/Herbst zu Winterraps ist daher aus Umweltsicht  
vergleichsweise unkritisch (Voraussetzung: ausreichende Bestandesentwicklung)

Zu üppige Bestände vor Winter bergen Risiken:

- PSM zur Einbremsung der Entwicklung - Begünstigung von Krankheiten/Schädlingen
- Auswinterungsgefahr (ganzer Bestand oder hohe Blattanteile)
- angesichts des Abzugs zur N-Düngebedarfsermittlung im Frühjahr ist jeweils zu prüfen,  
ob die Herbst-N-Düngung unter Berücksichtigung aller Faktoren (Gülle-/Gärrest-  
Management, Kosten, PS, Bestandesentwicklung, Ertrag ...) insgesamt positiv wirkt
- Herbst-N-Düngung zu Winterraps mit entsprechendem N-Abzug im Frühjahr wirkte  
in den Exaktversuchen des LfULG standortspezifisch unterschiedlich:  
(2 Standorte positive Ertragswirkung, 1 Standort negativ, 1 Standort neutral  
=> siehe Teil 3 - fachlich verbesserte N-Düngebedarfsermittlung)

# Zwischenfrüchte - erwartete Vorteilswirkungen

- **Grundwasserschutz (Reduzierung N-Verlagerung)**
- Erosionsschutz (Bodenbedeckung)
- Verbesserung/Erhalt Bodenfruchtbarkeit  
(biologische Aktivität, Humusaufbau, Abbau von Verdichtungen)
- Unkrautunterdrückung
- Auflockerung der Fruchtfolge
- Förderung von Insekten und Bienen
- Imagegewinn für die Landwirtschaft

Quelle: A. Schmidt, LfULG



# Zwischenfruchtanbau - ein fachliches Muss

- **Zwischenfruchtanbau** kann die Menge des verlagerungsgefährdeten N vor Winter sehr deutlich reduzieren  
wichtige **Option zur Reduzierung von Nitratausträgern** mit dem Sickerwasser  
(trifft auf Winterzwischenfrüchte und auch auf Sommerzwischenfrüchte vor z.B. Winterweizen zu)
- diese **positive Wirkung** auf die N-Austragsminderung kann deutlich **gefährdet** sein **durch**:
  - **N-Düngung zur Zwischenfrucht**
  - **hohen Leguminosenanteil in der Zwischenfrucht**
- **möglichst keinen zusätzlichen Stickstoff ins System einbringen**
- entscheidend für positive Wirkungen sind erfolgreiche ZF-Etablierung und gute Wachstumsbedingungen
- **durch Zwischenfrucht konservierter N steht der Folgefrucht anteilig zur Verfügung**,  
Anteil schwankt stark je nach:
  - ZF-Art(en), Gestaltung des ZF-Anbaus (Ernte, Einarbeitung, abfrierend...)
  - Folgefrucht, Wachstumsbedingungen, Mineralisierungsbedingungen ...
- die **Quantifizierung der N-Nachlieferung** nach differenziertem ZF-Anbau  
und deren Berücksichtigung bei der Düngung der Folgefrucht  
**bleibt eine grundlegende Aufgabe**



# Zwischenfrüchte – Vielfalt des Anbaus

## => gravierend unterschiedliche Wirkungen

- Sommer- oder Winterzwischenfrucht
- Reinsaat oder Artenmischung
- mit/ohne Leguminosenanteil
- Art und Intensität der Bodenbearbeitung bei der Aussaat, ggf. auch ohne Bodenbearbeitung
- überwinternd oder abfrierend (und wann)
- mit oder ohne Aberntung des Aufwuchses, Nutzung in Herbst oder Frühjahr
- mit oder ohne N-Düngung
- differenzierte Vorfrüchte
- .....

Wirkungen entscheidend abhängig vom Gelingen der Aussaat und den Wachstumsbedingungen, insbesondere der Wasserversorgung.

Im Folgenden Ergebnisse zur Wirkung differenzierten Anbaus von:

- Winterzwischenfrucht vor Sommerung                      Standort Forchheim
- Sommerzwischenfrucht vor Winterweizen                      Standort Nossen



# Düngeverordnung den Zwischenfruchtanbau betreffende Vorgaben

- N-Düngung zur Zwischenfrucht (ZF) nach Ernte der letzten Hauptfrucht:  
nur bei ZF-Aussaat bis 15.09. bis 30 kg  $\text{NH}_4\text{-N/ha}$  bzw. 60 kg gesamt-N/ha  
nicht nach Leguminosen, Zuckerrübe, Winterraps, Kartoffel  
Sperrzeiten beachten ... weitere Punkte
- zusätzlich im Nitratgebiet:
  - nur N-Düngung zur Zwischenfrucht, wenn diese genutzt wird
  - Düngung einer Sommerung nur möglich, wenn davor eine ZF stand  
(gilt nicht im Trockengebiet und weitere Ausnahmen)
- differenzierte Abschläge bei der N-Düngebedarfsermittlung der Folgefrucht  
zwischen 0 kg N/ha bei abgefrorener nicht-Leguminose  
und 40 kg N/ha bei Einarbeitung Leguminosen-ZF im Frühjahr  
(beides unabhängig von der nachgebauten Kulturart)

## Offene Punkte:

- Kann das weiter fachlich untersetzt werden?
- Kann die N-Nachlieferung für die Folgefrucht differenzierter quantifiziert werden?
- Welche Wirkung auf die Menge des verlagerungsgefährdeten N vor und im Winter erzielen Zwischenfrüchte bei den verschiedenen Anbauformen?



# Exaktversuch Zwischenfrüchte mit/ohne N-Düngung Wirkung auf Winterweizen-Ertrag u. $N_{\min}$ in Nossen

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Nossen am 28.09.2021 und am 13.06.2022



Fotos: Grunert, LfULG

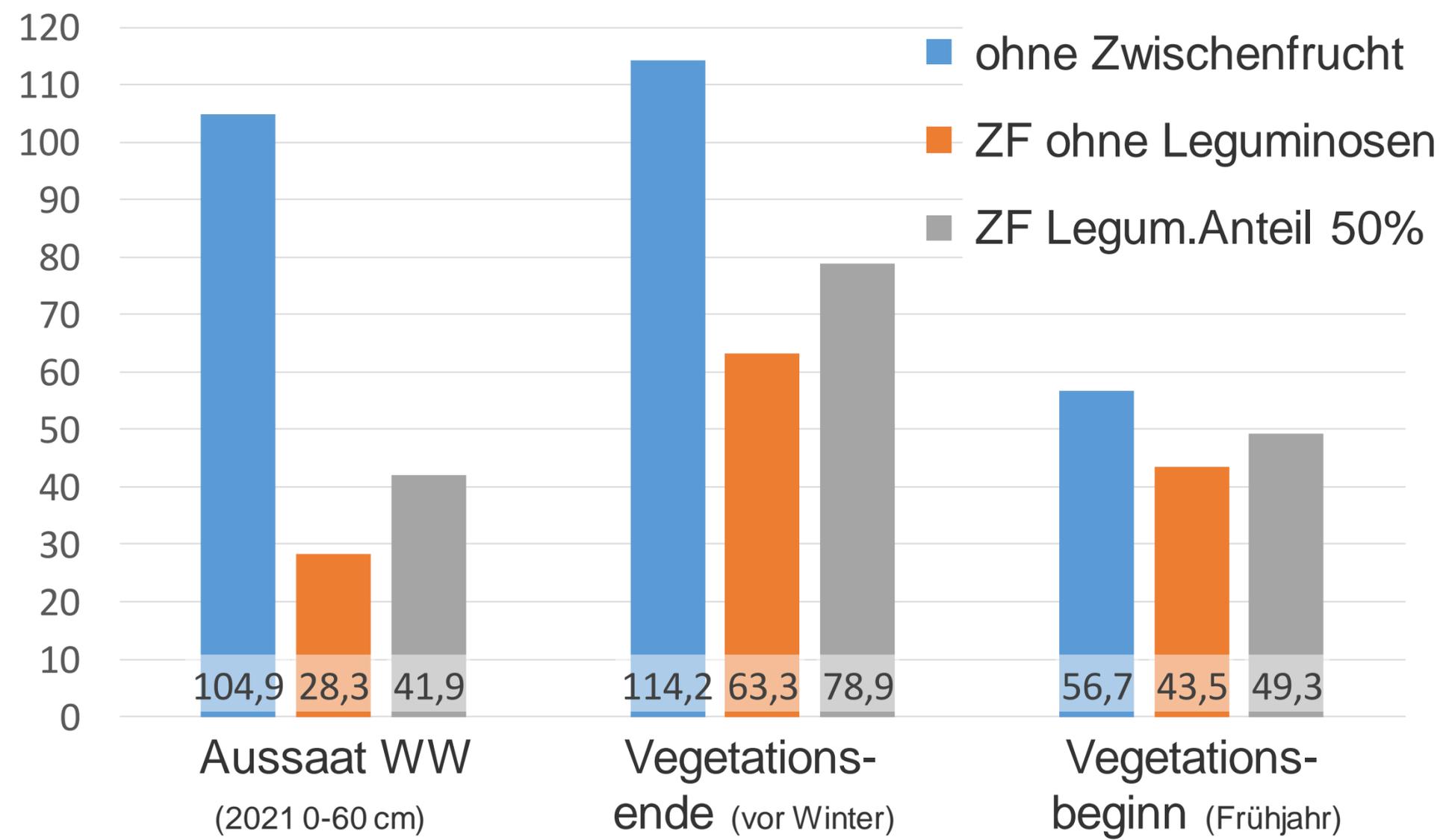
Hoher Aufwand in der versuchstechnischen Umsetzung und Beprobung.

# Zwischenfruchtanbau vor Winterweizen, Entwicklung des $N_{\min}$ und Weizenertrag

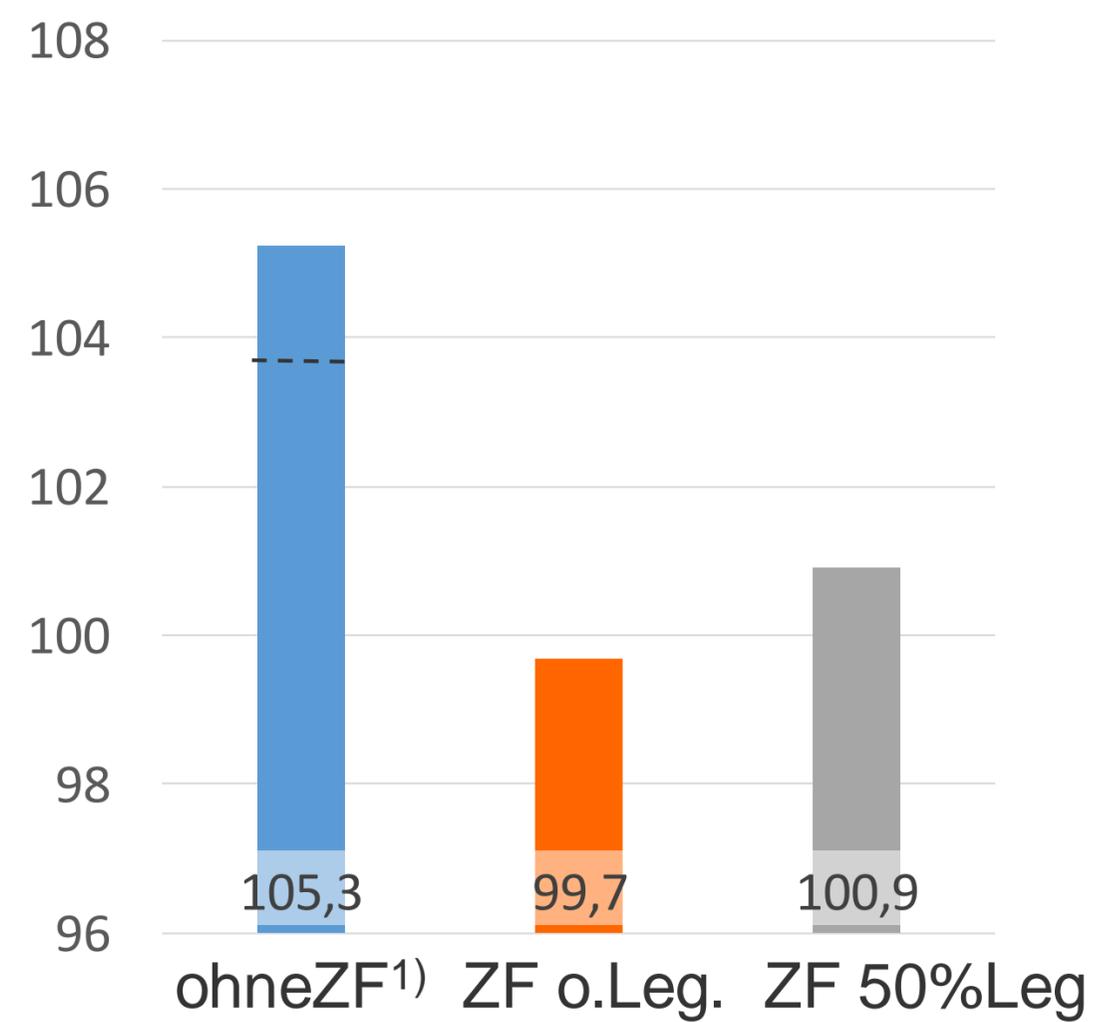
Nossen, Lö4b, Ut4, AZ63, n=4, Ø 3 Jahre (2021-23), 155 kg N/ha zu Winterweizen = 75 % der N-DBE

## in Abhängigkeit vom Leguminosenanteil der Zwischenfrucht

kg  $N_{\min}$  ( $NH_4$ -N +  $NO_3$ -N) / ha in 0-90 cm



Ertrag Winterweizen (dt/ha)



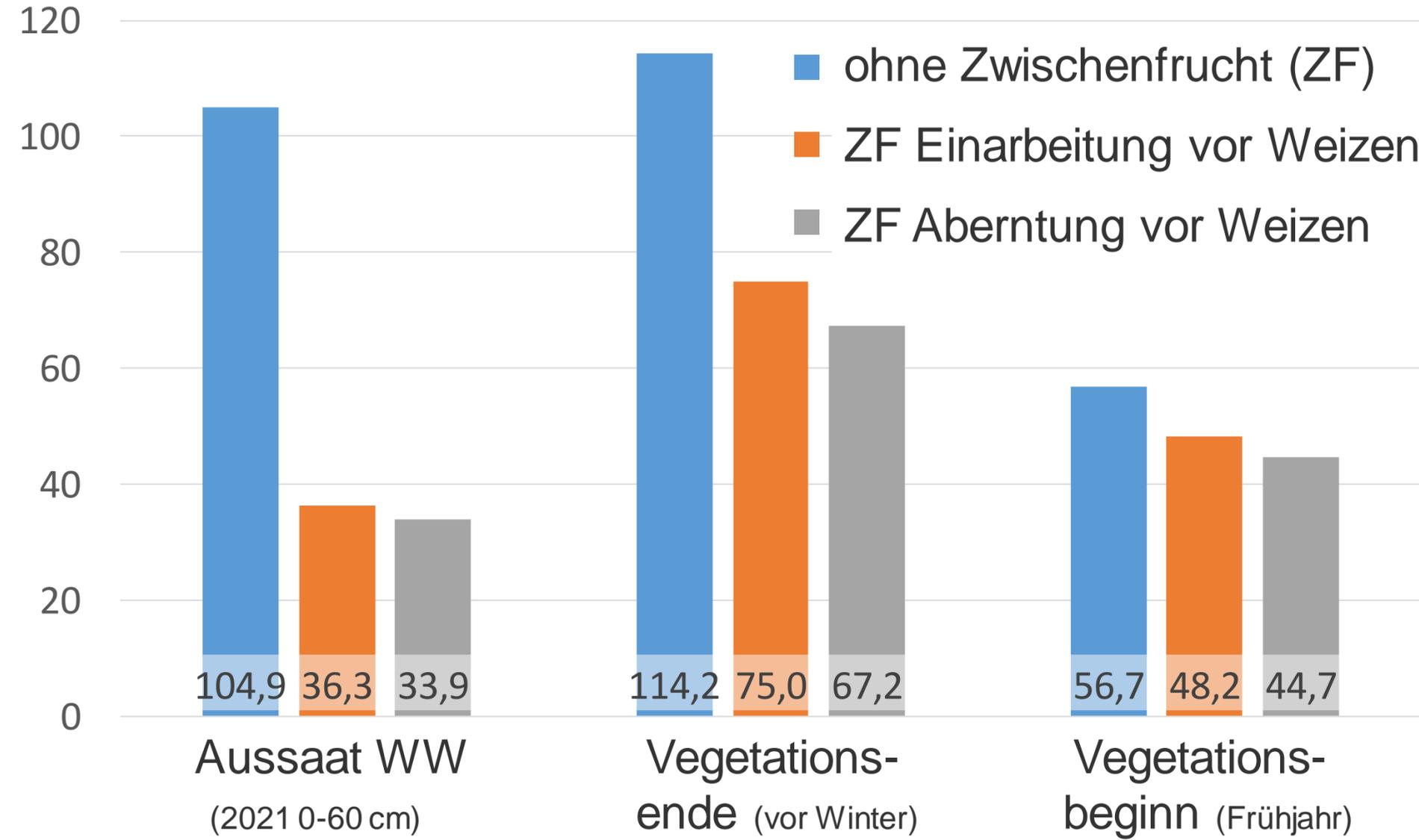
1) incl. nach DüV nicht erlaubter Herbst-N-Düngung ohne ZF  
(ohne ZF ohne N: 103,7 dt; mit 60 kg Herbst-N ohne ZF: 106,8 dt)

# Zwischenfruchtanbau vor Winterweizen, Entwicklung des $N_{\min}$ und Weizenertrag

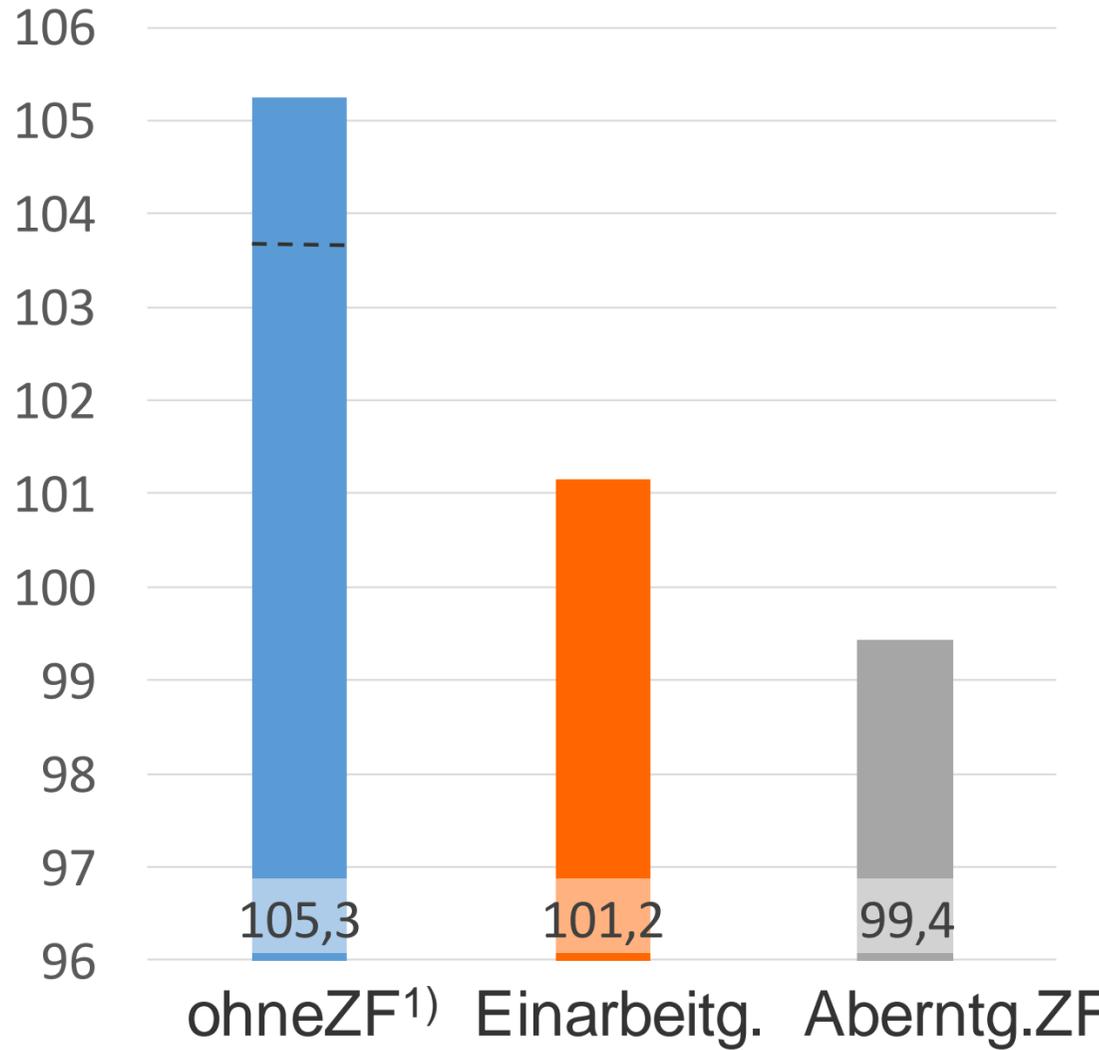
Nossen, Lö4b, Ut4, AZ63, n=4, Ø 3 Jahre (2021-23), 155 kg N/ha zu Winterweizen = 75 % der N-DBE

## nach Einarbeitung oder Aberntung der Zwischenfrucht

kg  $N_{\min}$  ( $NH_4$ -N +  $NO_3$ -N) / ha in 0-90 cm



Ertrag Winterweizen (dt/ha)



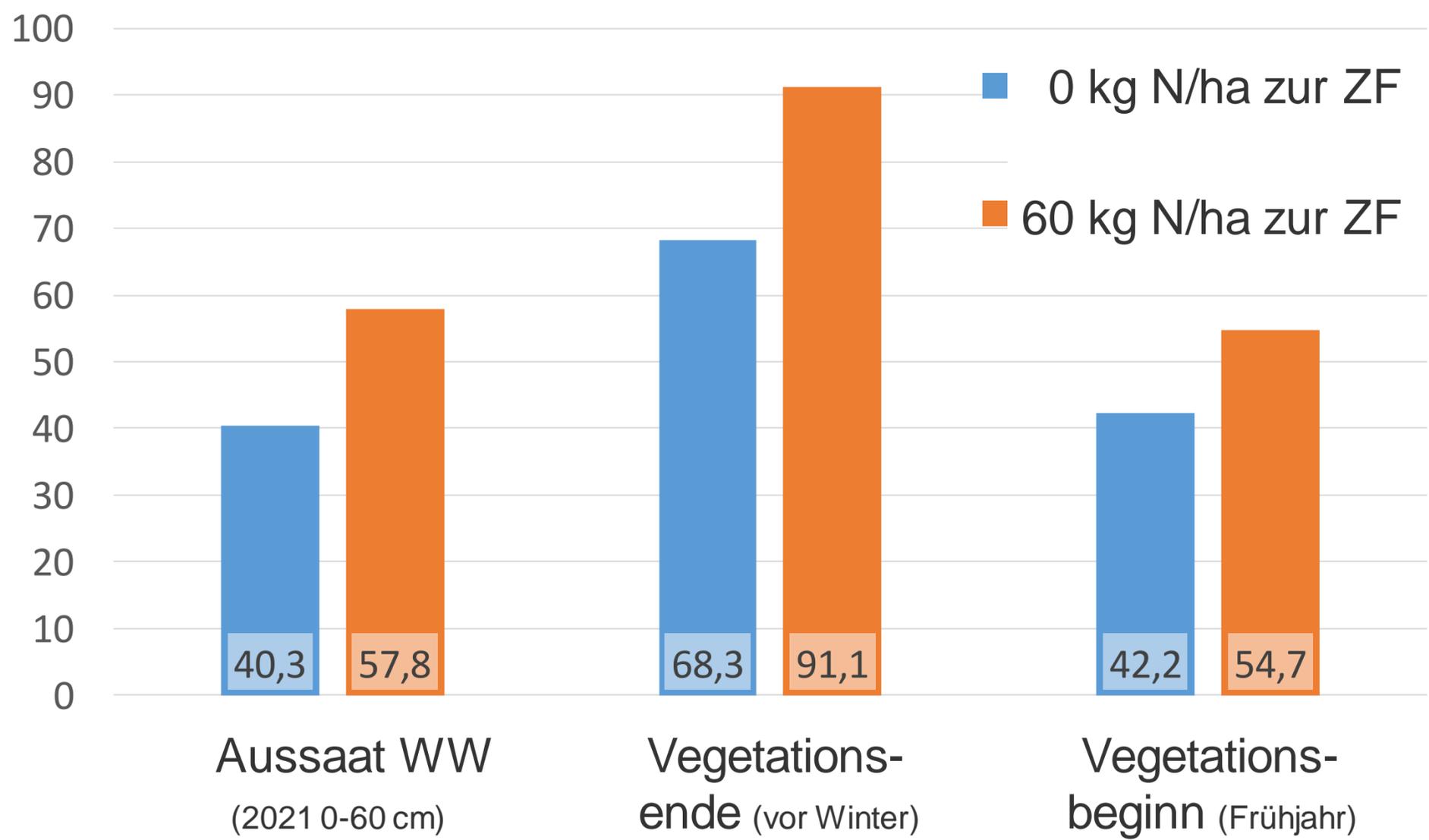
1) incl. nach DüV nicht erlaubter Herbst-N-Düngung ohne ZF  
(ohne ZF ohne N: 103,7 dt; mit 60 kg Herbst-N ohne ZF: 106,8 dt)

# Zwischenfruchtanbau vor Winterweizen, Entwicklung des $N_{\min}$ und Weizenertrag

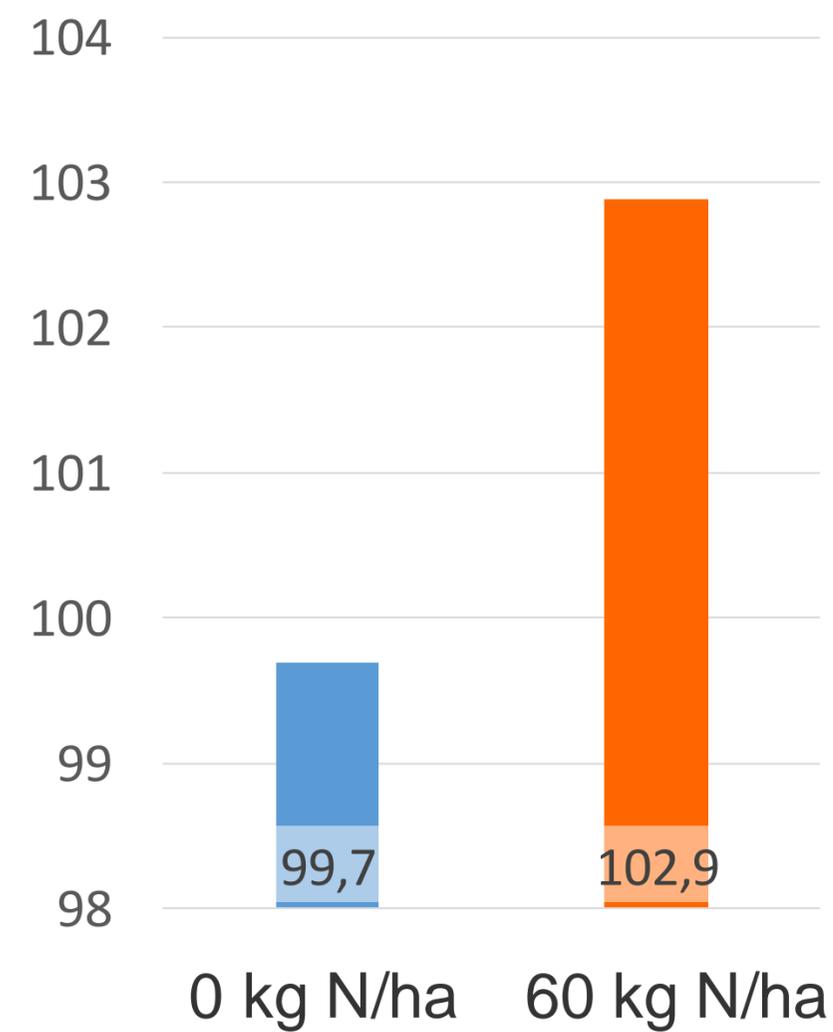
Nossen, Lö4b, Ut4, AZ63, n=4, Ø 3 Jahre (2021-23), 155 kg N/ha zu Winterweizen = 75 % der N-DBE

## in Abhängigkeit einer N-Düngung zur Zwischenfrucht

kg  $N_{\min}$  ( $NH_4-N + NO_3-N$ ) / ha in 0-90 cm



Ertrag Winterweizen (dt/ha)



1) incl. nach DüV nicht erlaubter Herbst-N-Düngung ohne ZF

# Zwischenfrucht mit/ohne Leguminosenanteil und N-Düngung Wirkung auf $N_{\min}$ zur Weizenaussaat und vor Winter Nossen, Lö4b, Ut4, AZ63



0% Leguminosenanteil  
0 kg N/ha



60



50% Leguminosenanteil  
0



60



ohne Zwischenfrucht  
0 kg N/ha

ZF-Aussaat am 23.07.2020  
Fotos vom 22.09.2020

Weizenbestand  
am 09.12.2020  
keine Bestandes-  
unterschiede



Fotos: Grunert, LfULG

# Exaktversuch Zwischenfrüchte mit/ohne N-Düngung Wirkung auf SoWeizen-Ertrag u. $N_{\min}$ in Forchheim

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



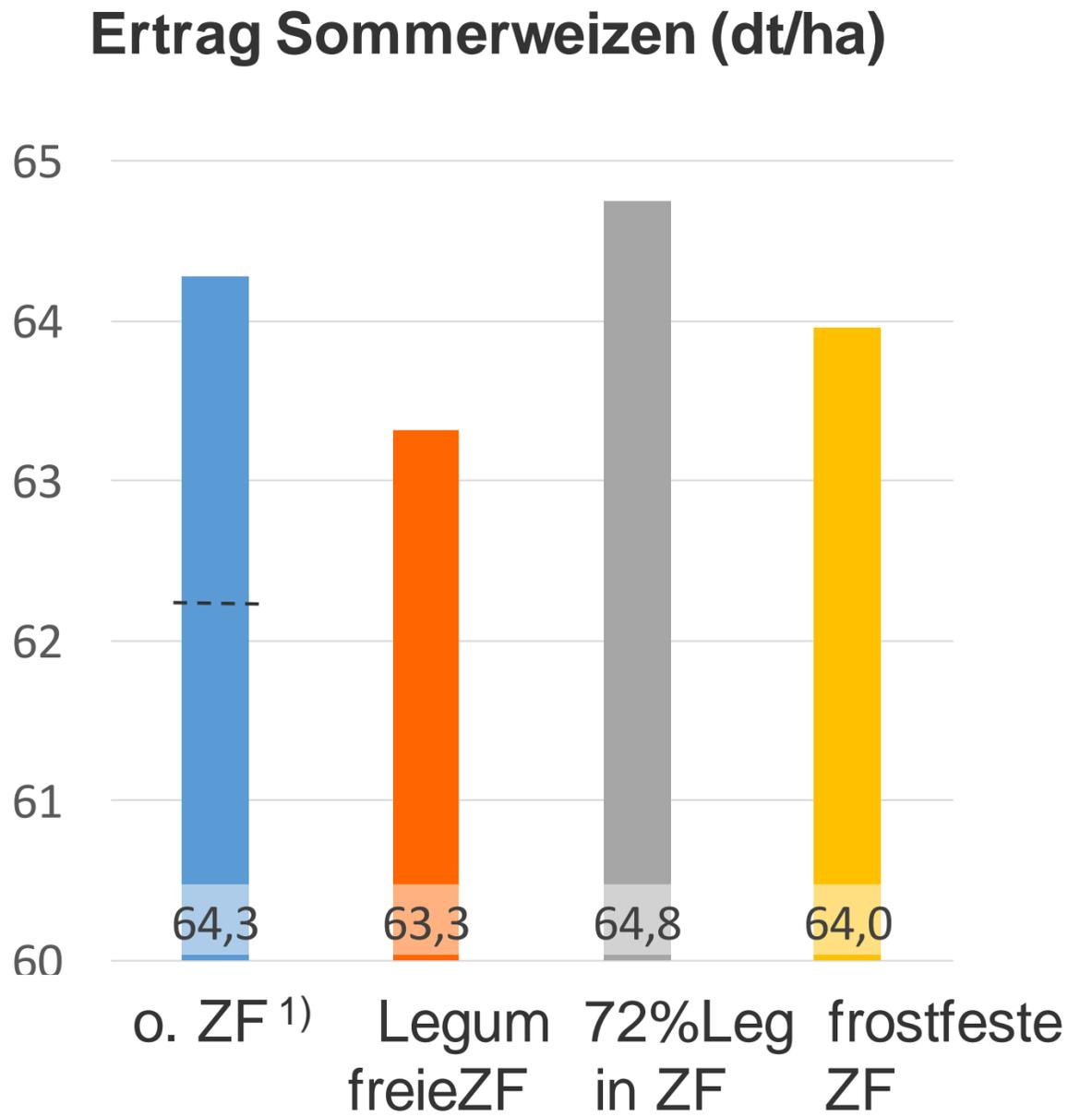
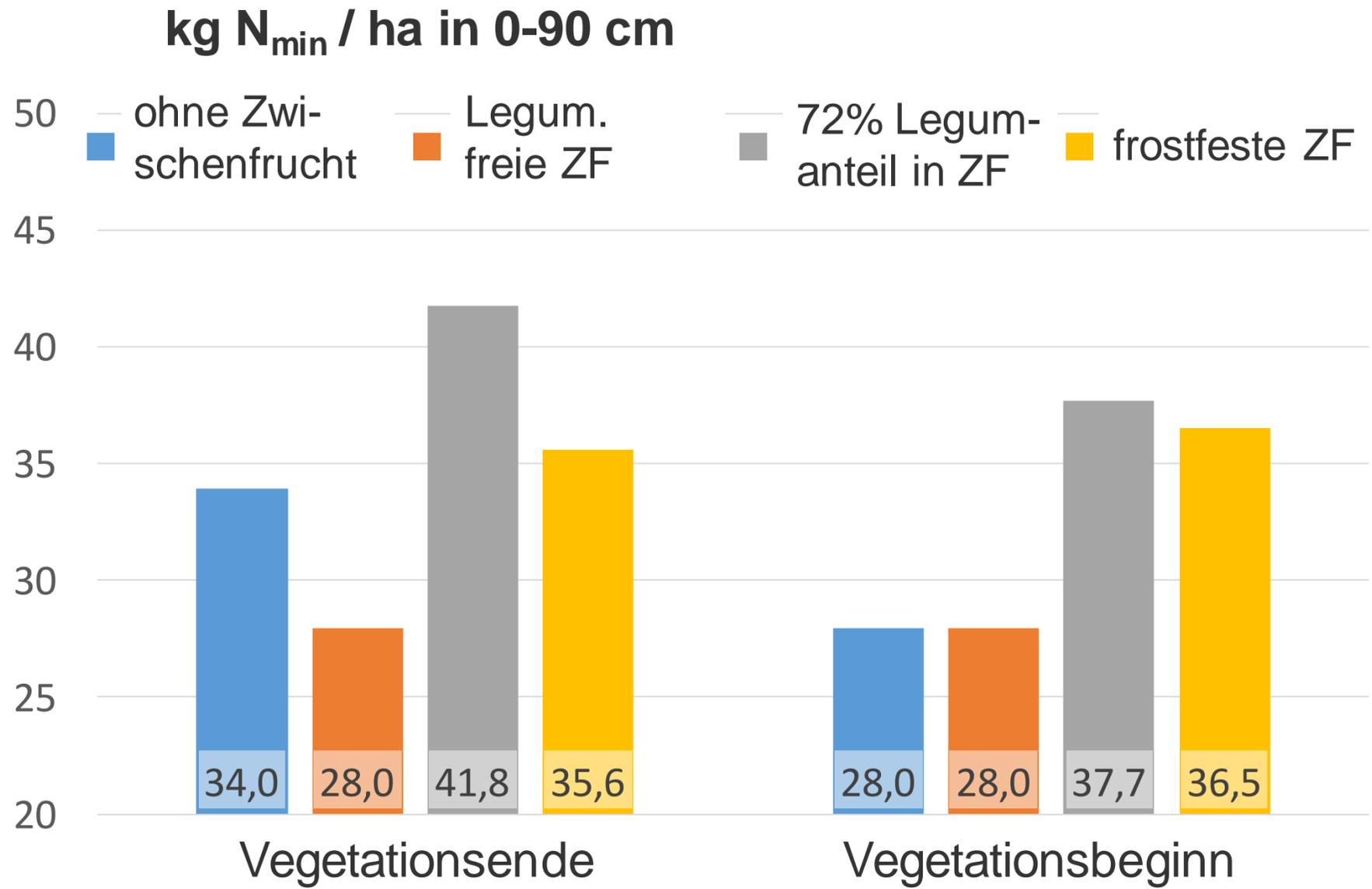
Fotos: Grunert, LfULG

Sehr wichtiges Themenfeld. Wir benötigen exakte Daten für Ableitung von Handlungsempfehlungen und fachliche Diskussionen. Hoher Aufwand in der versuchstechnischen Umsetzung und Beprobung. Vielen Dank an die Kollegen und Kolleginnen der Versuchsstationen! Das gilt natürlich auch für alle anderen Versuche.

# differenzierter Zwischenfruchtanbau vor Sommerung, Entwicklung des $N_{min}$ und Sommerweizenertrag

Forchheim, V8a, SI3, Az33, n=4, Ø 2022 u. 2023, N-Düngung Sommerweizen: 50% der N-DBE

## in Abhängigkeit vom Leguminosenanteil der Zwischenfrucht

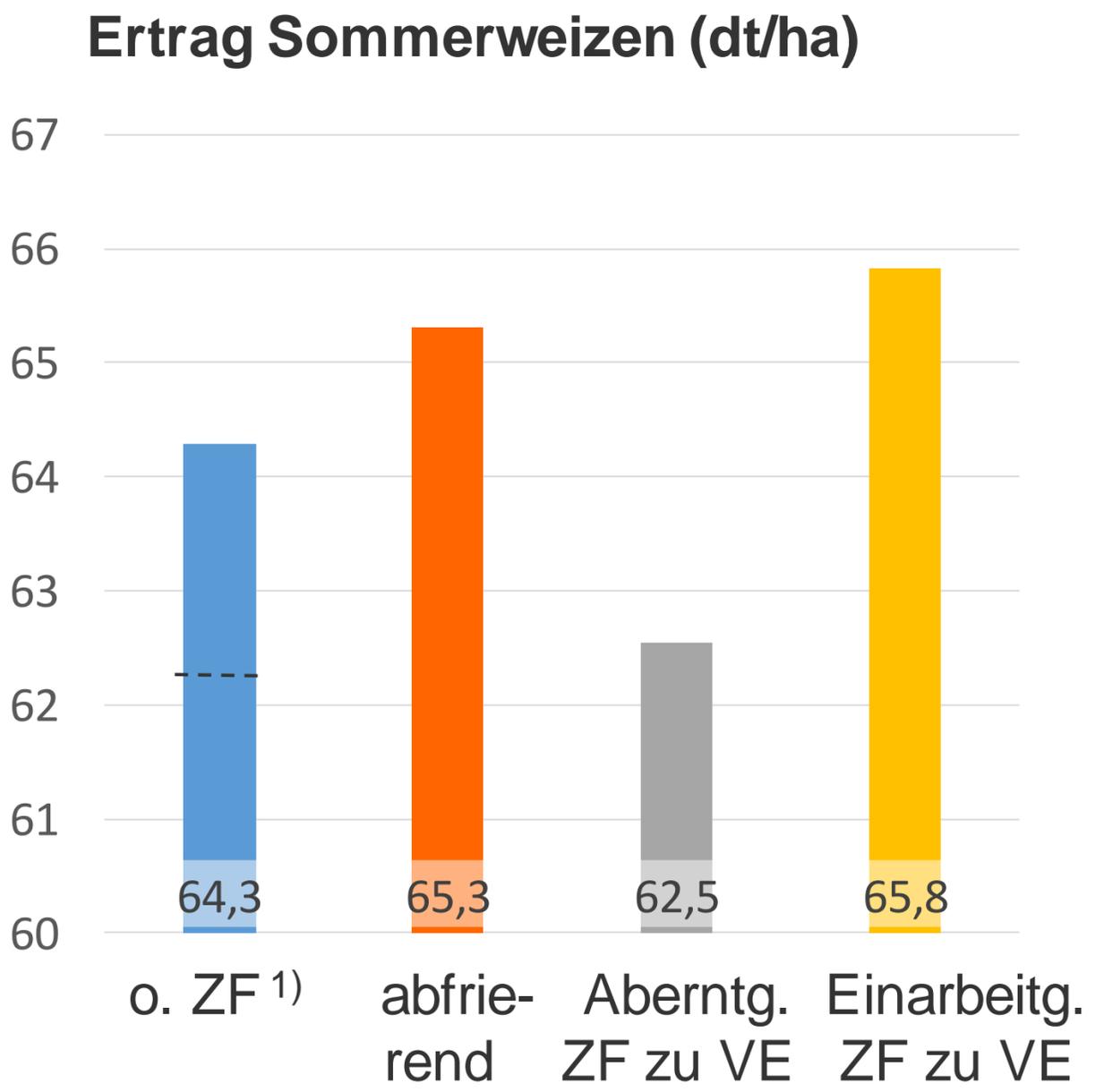
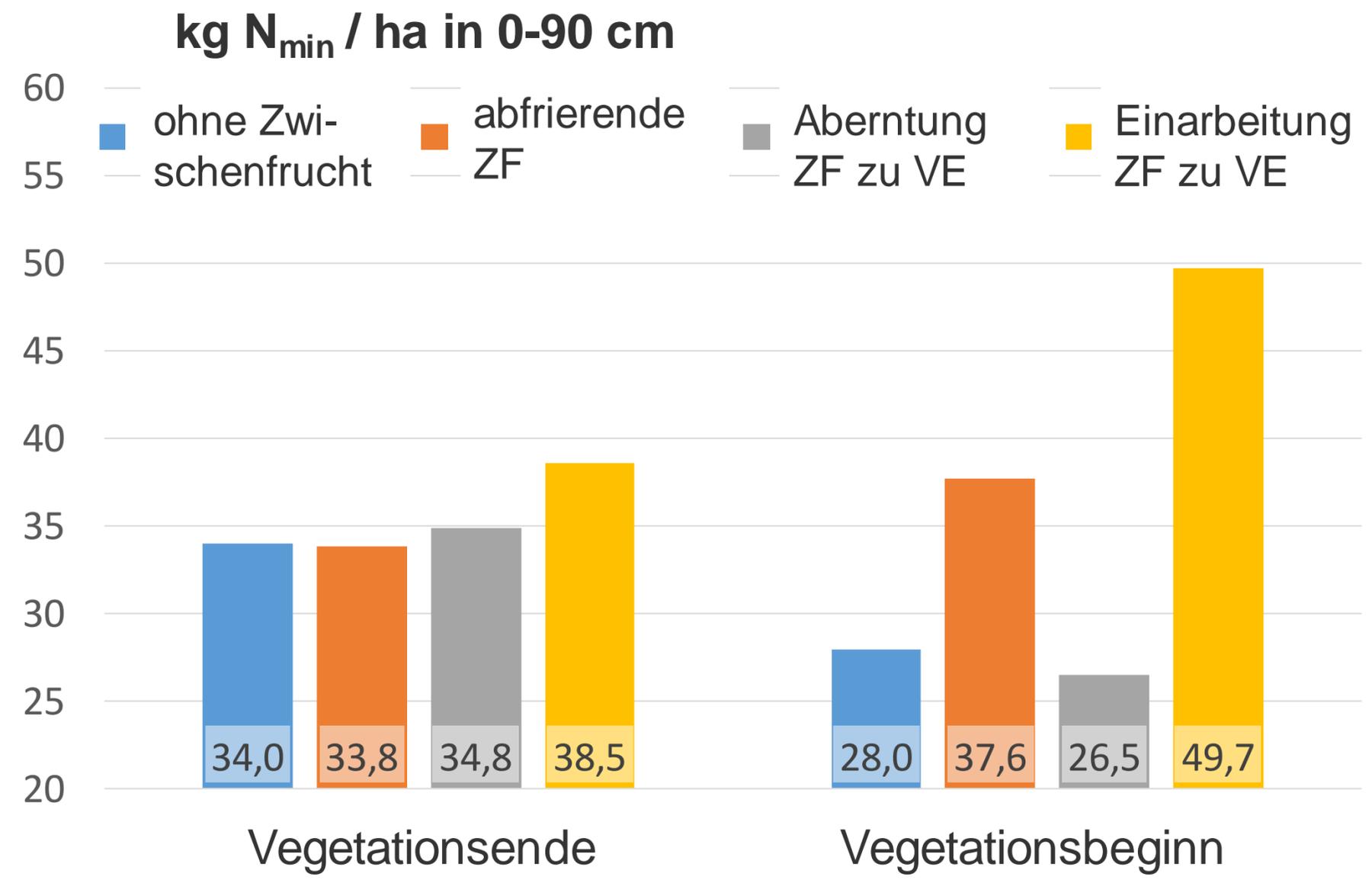


1) incl. nach DüV nicht erlaubter Herbst-N-Düngung ohne ZF (ohne ZF ohne N: 62,2 dt; mit 60 kg Herbst-N ohne ZF: 66,3 dt)

# differenzierter Zwischenfruchtanbau vor Sommerung, Entwicklung des $N_{min}$ und Sommerweizenertrag

Forchheim, V8a, SI3, Az33, n=4, Ø 2022 u. 2023, N-Düngung Sommerweizen: 50% der N-DBE

## in Abhängigkeit von der Nutzung der Zwischenfrucht

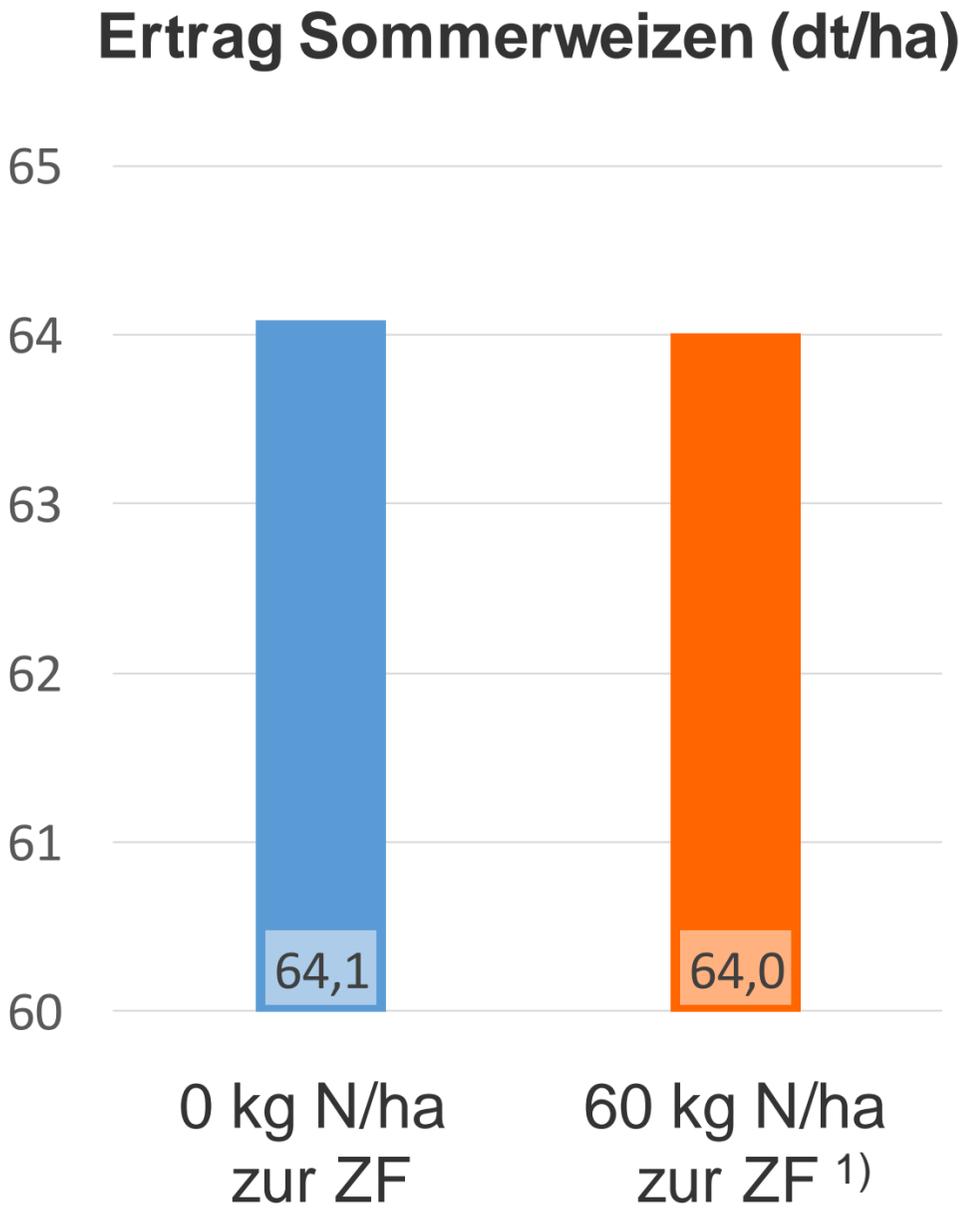
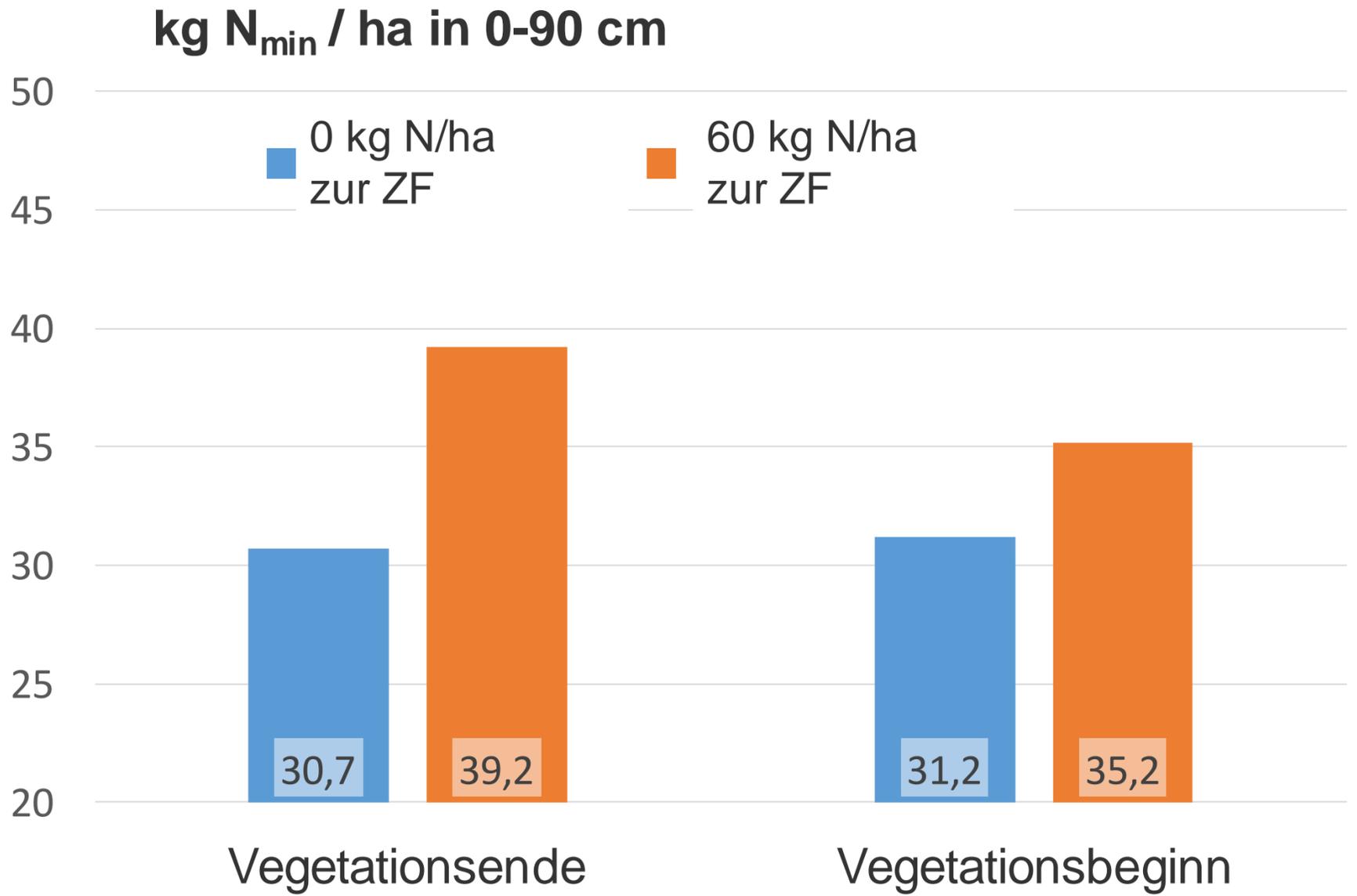


1) incl. nach DüV nicht erlaubter Herbst-N-Düngung ohne ZF (ohne ZF ohne N: 62,2 dt; mit 60 kg Herbst-N ohne ZF: 66,3 dt)

# differenzierter Zwischenfruchtanbau vor Sommerung, Entwicklung des $N_{\min}$ und Sommerweizenertrag

Forchheim, V8a, SI3, Az33, n=4, Ø 2022 u. 2023, N-Düngung Sommerweizen: 50% der N-DBE

## in Abhängigkeit von der N-Düngung zur Zwischenfrucht



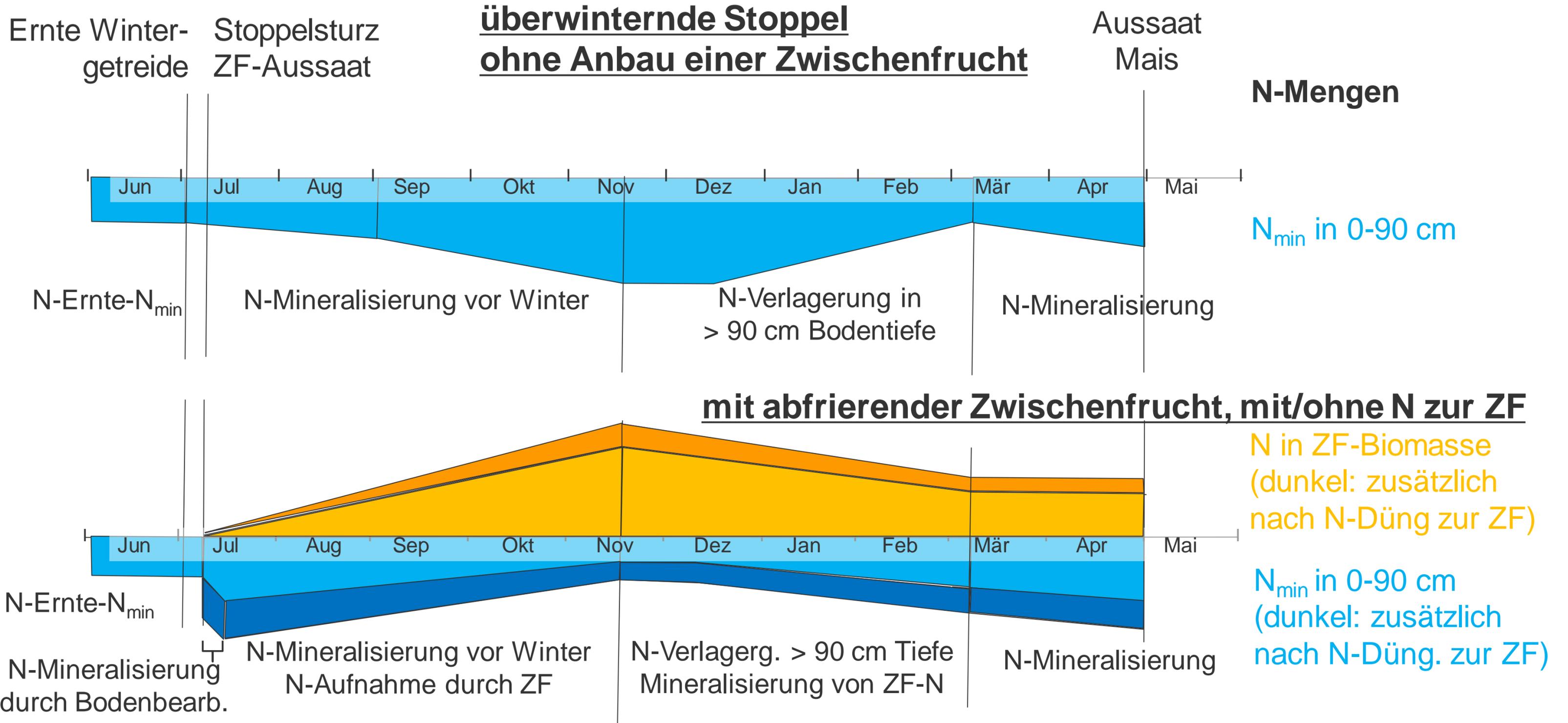
1) incl. nach DüV nicht erlaubter Herbst-N-Düngung ohne ZF

# Schlussfolgerungen

- Zwischenfruchtanbau kann die Menge des verlagerungsgefährdeten N vor Winter sehr deutlich reduzieren
- Zwischenfruchtanbau ist eine wichtige Option zur Reduzierung von Nitratausträgen mit dem Sickerwasser
- dies trifft auf Winterzwischenfrüchte und auch auf Sommerzwischenfrüchte vor z.B. Winterweizen zu
- diese positive Wirkung kann deutlich gefährdet sein durch:
  - N-Düngung zur Zwischenfrucht (ZF)
  - hohen Leguminosenanteil in der Zwischenfrucht
- eine Nutzung (Abfuhr) des ZF-Aufwuchses vor Winter erzielt Vorteile gegenüber der Einarbeitung und bei Winterzwischenfrüchten auch gegenüber einer abfrierenden ZF
- entscheidend für positive Wirkungen sind erfolgreiche ZF-Etablierung und gute Wachstumsbedingungen
- positive Ertragswirkungen konnten bei Sommerweizen nach Winterzwischenfrucht erzielt werden, allerdings mit ZF-Varianten, die in Bezug auf eine  $N_{\min}$ -Reduzierung rel. ungünstig waren
- positive Ertragswirkungen konnten bei Winterweizen nach Sommerzwischenfrucht nicht erzielt werden, die N-Nachlieferung aus der ZF spielte hier offensichtlich noch keine Rolle
- die Quantifizierung der N-Nachlieferung nach differenziertem ZF-Anbau bleibt eine grundlegende Aufgabe

# N<sub>min</sub> und N in Biomasse über Winter

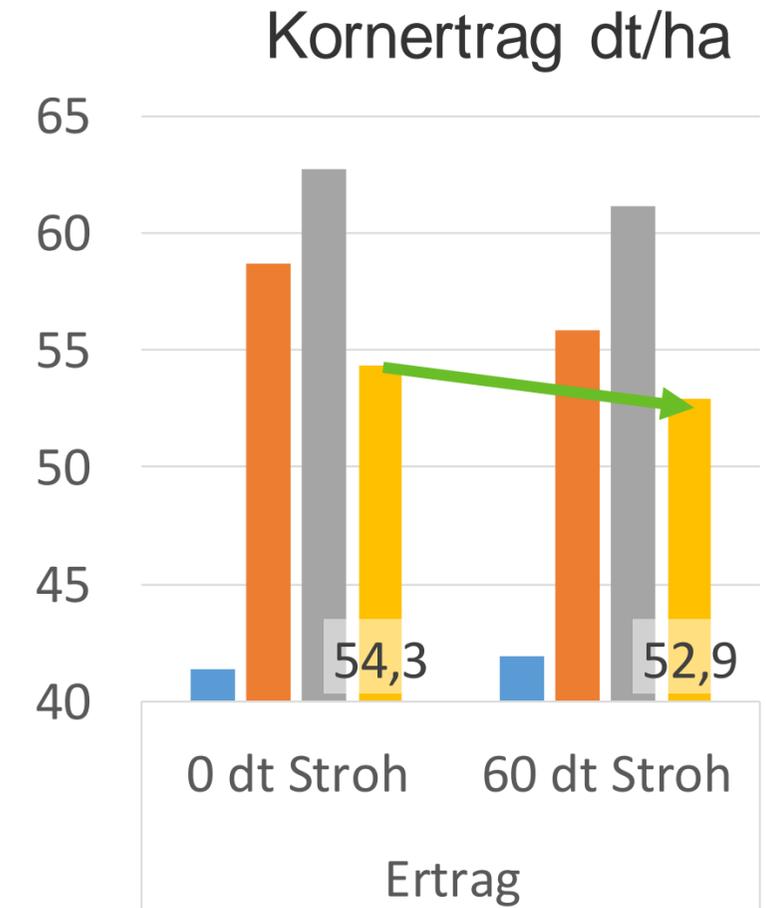
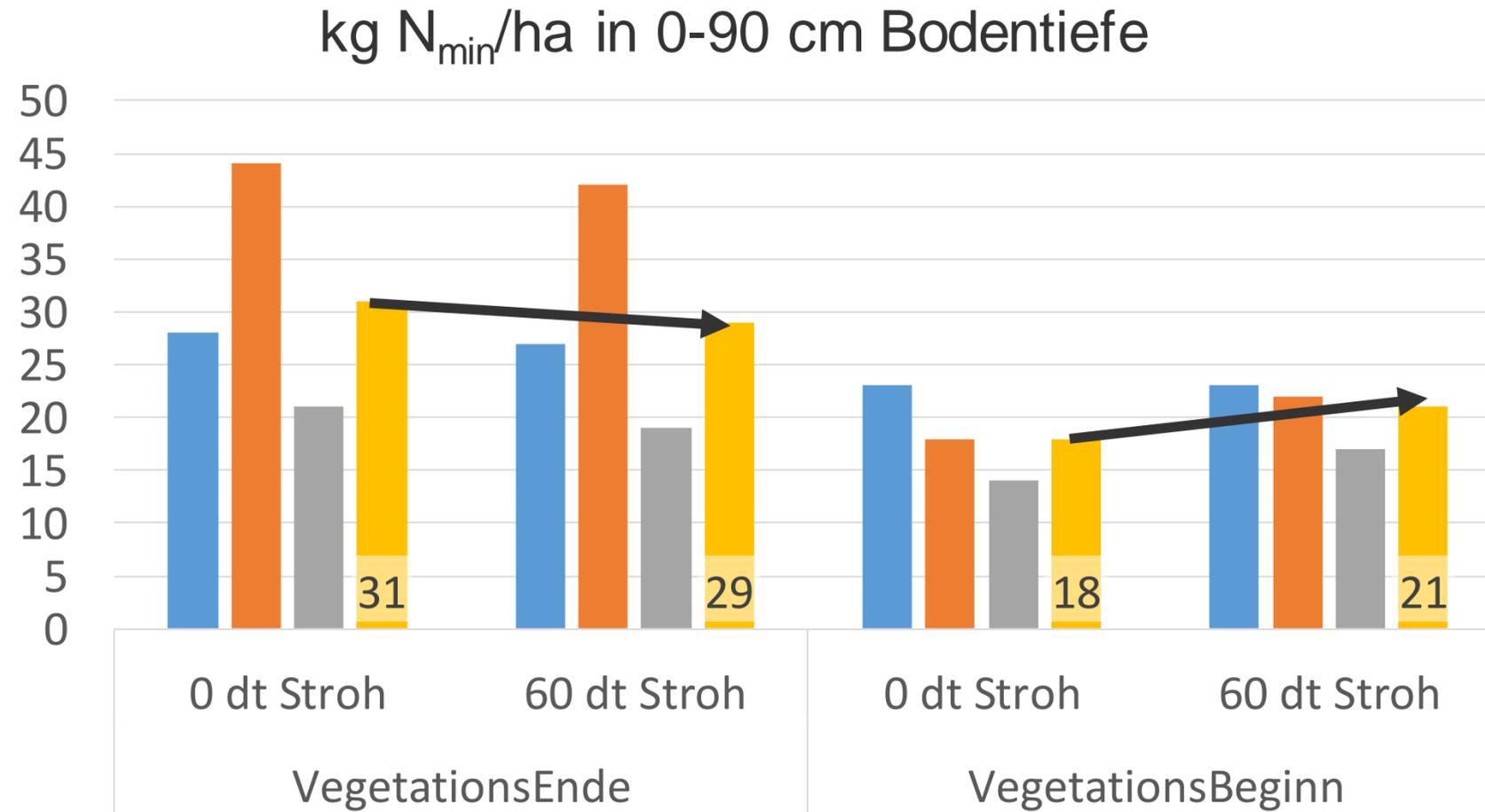
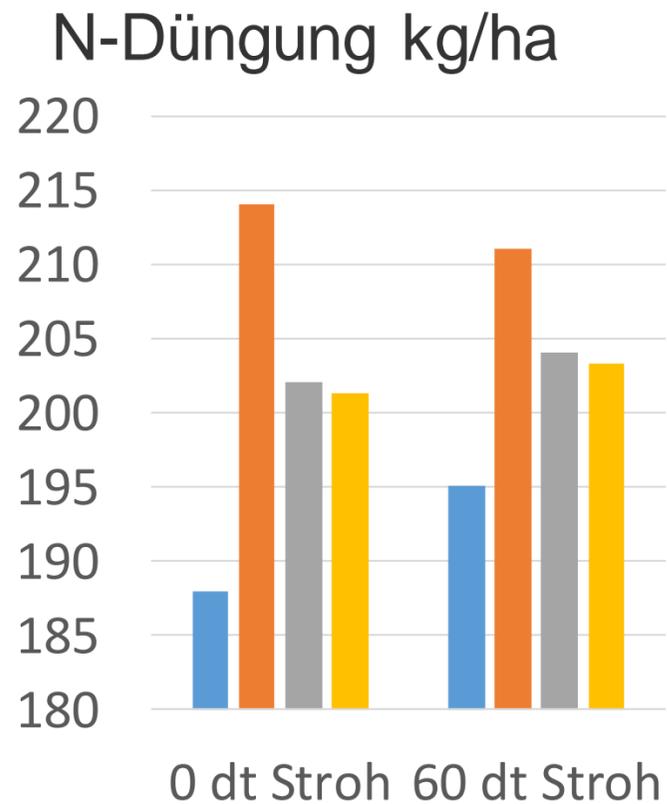
(stilisierte Darstellung, idealisiert, nicht auf Versuchsdatenbasis)



# Strohdüngung zu Winterraps, Wirkung auf $N_{\min}$ u. Ertrag

Exaktversuch, 3 Jahre, 12 Prüfglieder, n=4, Forchheim, V8a, Sl3, Az33

■ 2021 ■ 2022 ■ 2023 ■ Mittel



-  $N_{\min}$  unter Raps mit Strohdüngung zu Vegetationsende und -beginn nahezu unverändert →

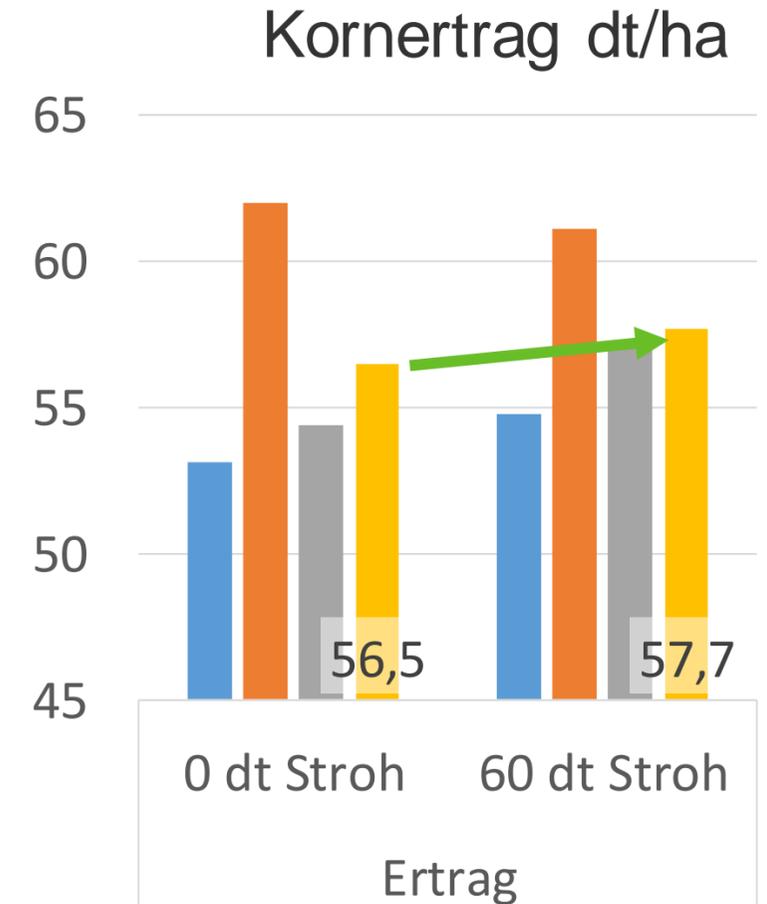
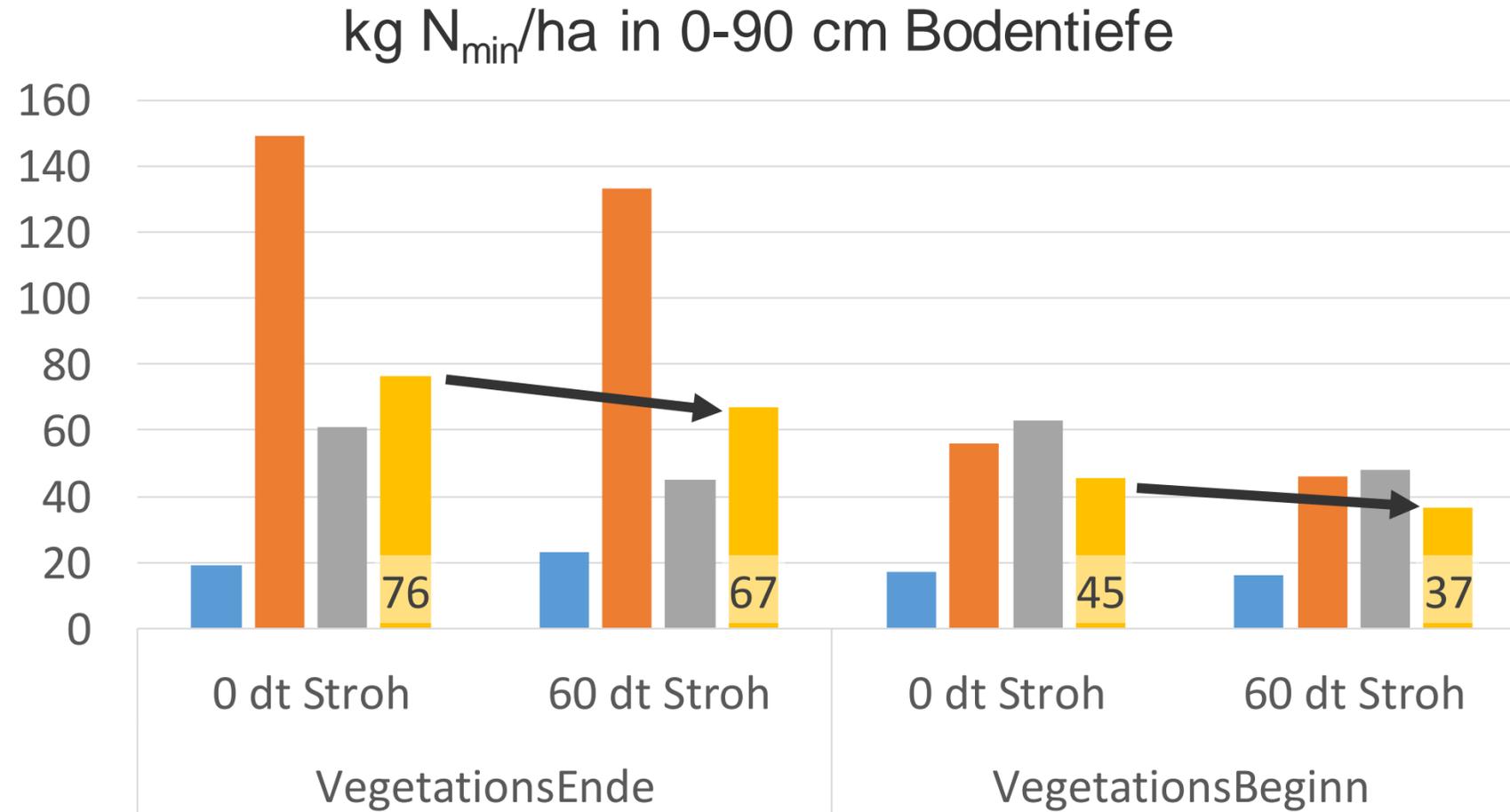
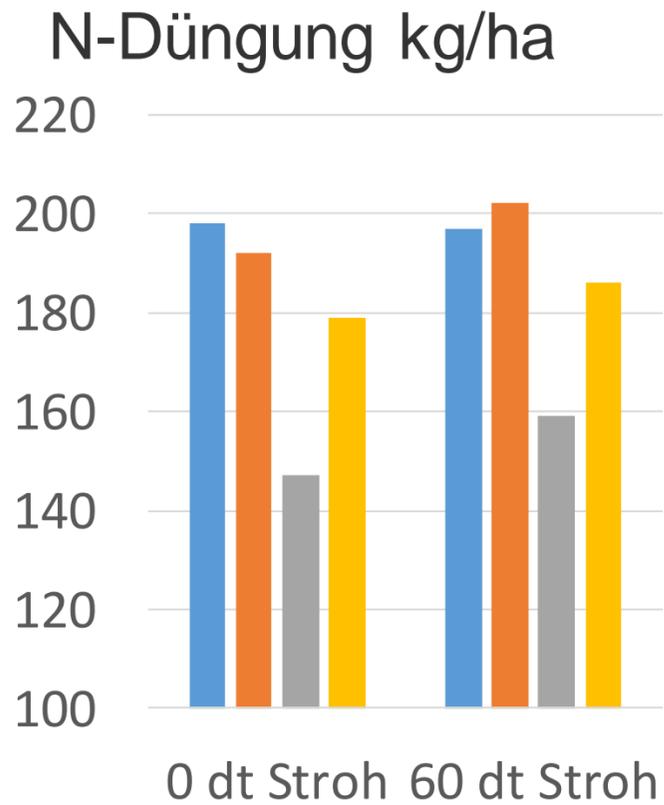
- Rapsenertrag mit Strohdüngung etwas geringer →

	$N_{\min}$ zu VE			$N_{\min}$ zu VB			Ertrag		
GD 5%: mit/ohne Stroh:	3,9	11,4	3,8	2,8	0,9	2,8	2,1	2,9	1,2

# Strohdüngung zu Winterraps, Wirkung auf $N_{\min}$ u. Ertrag

Exaktversuch, 3 Jahre, 12 Prüfglieder, n=4, Nossen, Lö4b, Ut4, AZ63

■ 2021 ■ 2022 ■ 2023 ■ Mittel



-  $N_{\min}$  unter Raps mit Strohdüngung zu Vegetationsende und -beginn tendenziell geringer →

- Rapsenertrag mit Strohdüngung tendenziell sogar höher →

GD 5%:  $N_{\min}$  zu VE: 5,1 28,0 16,9  $N_{\min}$  zu VB: 4,0 7,5 11,9 Ertrag: 1,7 3,8 5,5

# Winterraps mit/ohne Stroh- und N-Düngung

## Wirkung auf Ertrag u. $N_{\min}$ im Exaktversuch in Forchheim

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



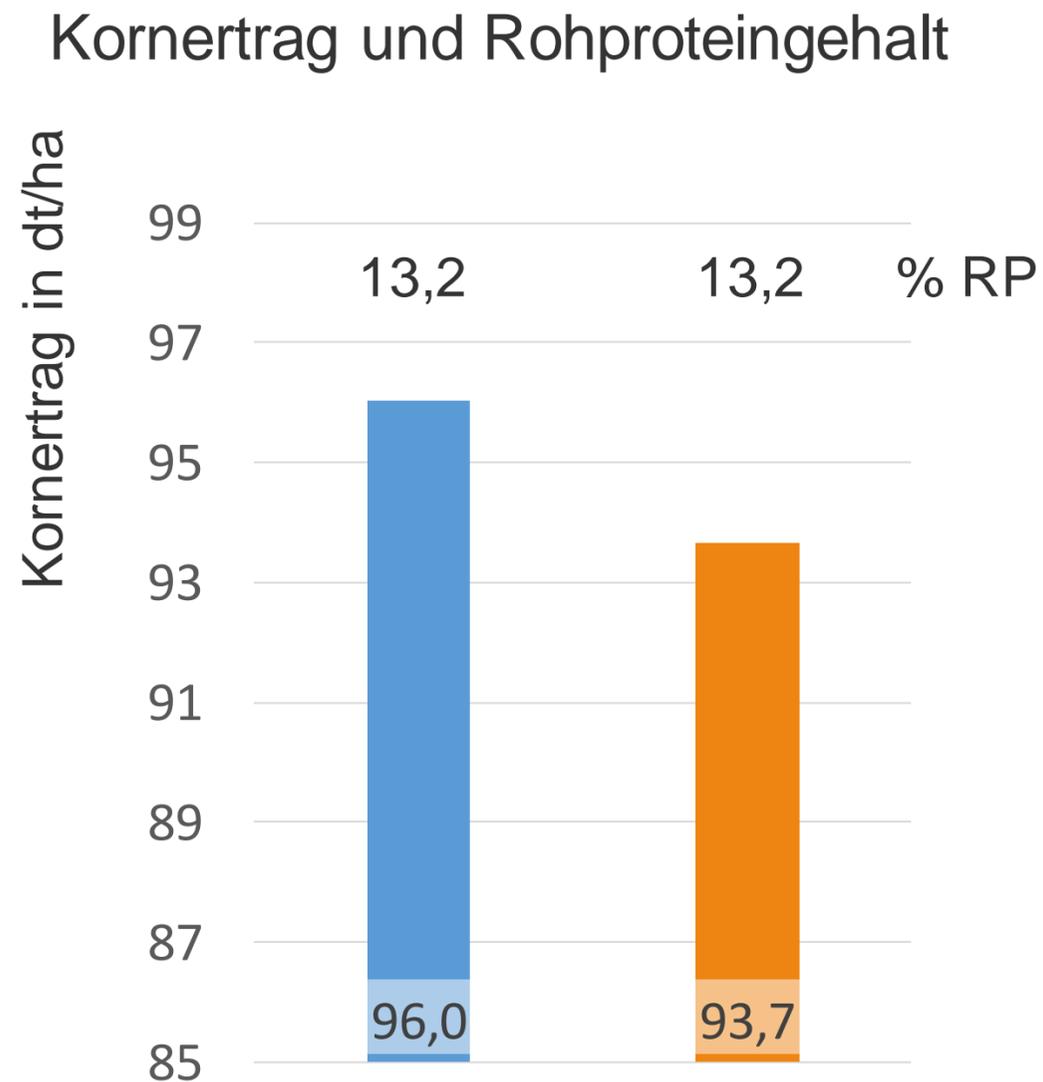
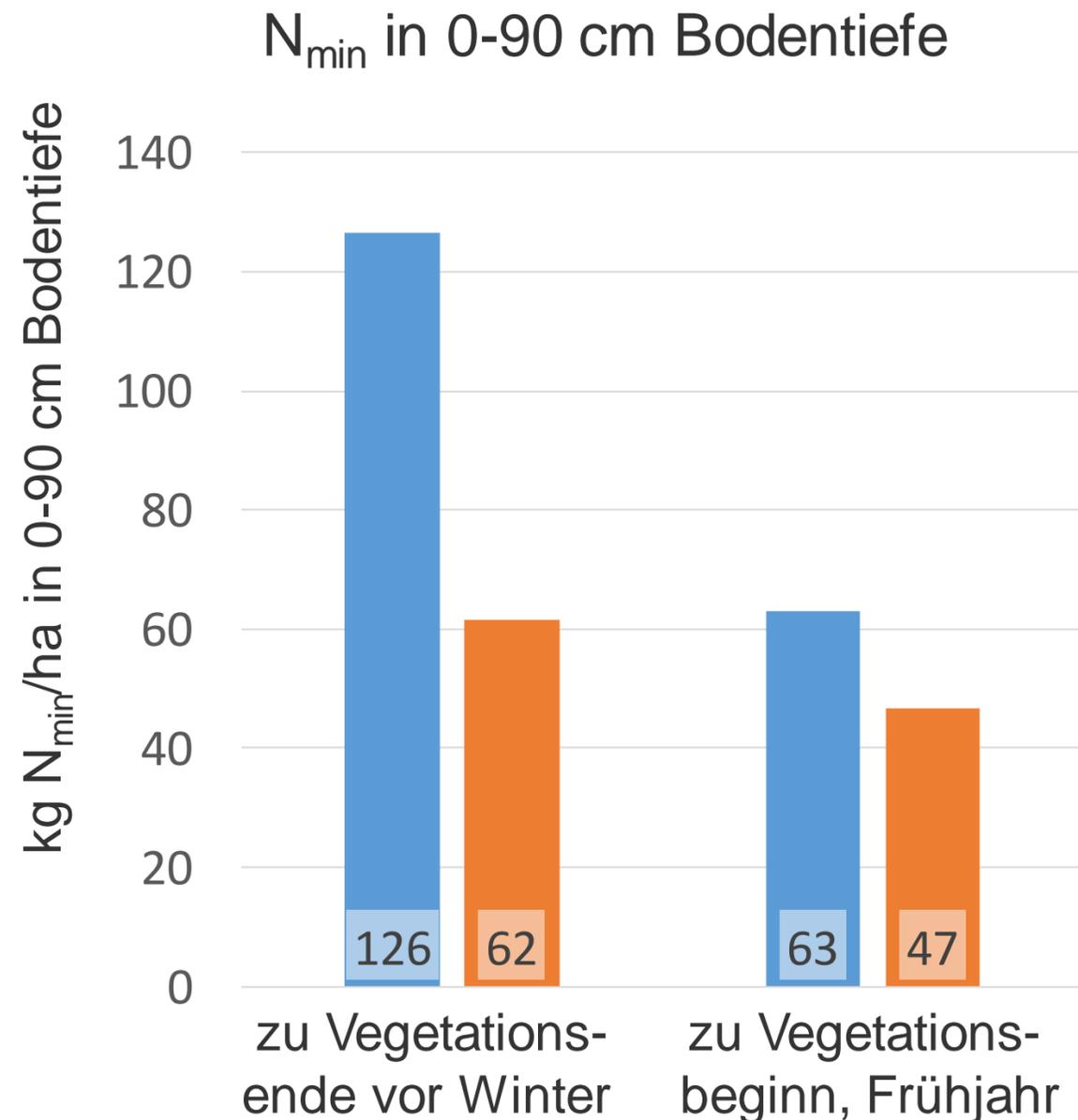
Forchheim am 01.02.2024 und am 02.07.2024

Fotos: Grunert, LfULG

Sehr wichtiges Themenfeld. Wir benötigen exakte Daten für Ableitung von Handlungsempfehlungen und fachliche Diskussionen. Hoher Aufwand in der versuchstechnischen Umsetzung und Beprobung. Teilweise Probleme bei der Etablierung der Bestände insbes. mit Strohdüngung. Vielen Dank an die Kollegen und Kolleginnen der Versuchsstationen!

# Wirkung einer Strohdüngung zu Winterweizen auf $N_{\min}$ vor/nach Winter, Ertrag und Rohprotein

Nossen, Lö4b, Ut4, AZ63, Ø 2020/21 und 2021/22



- Weizen nimmt vor Winter nur 10 - 30 kg N/ha auf; kann keine größeren N-Mengen binden und vor Verlagerung schützen
- durch Strohabbau wird verfügbarer N aus dem Boden gebunden und vor Verlagerung geschützt (im 2-jährigen Mittel Halbierung des  $N_{\min}$  vor Winter)
- mit Strohdüngung leicht geringerer Weizenertrag bei gleichem Rohproteingehalt
- wichtig für gute Bestandesetablierung und weiteres Wachstum: gleichmäßige Stroheinarbeitung

# Wirkung einer Strohdüngung auf den $N_{\min}$

- beim mikrobiellen Abbau von Getreidestroh wird auf Grund dessen weiten C-N-Verhältnisses N aus dem Boden gebunden
- Strohdüngung vor Aussaat von Winterungen kann die Menge des im Boden verfügbaren N bis Vegetationsende absenken und damit das Nitrat-Verlagerungsrisiko reduzieren
- es bestehen erhebliche Unterschiede zwischen den Kulturarten
- da Winterraps bei ausreichender Bestandesentwicklung den  $N_{\min}$  vor Winter ohnehin zuverlässig und deutlich absenkt, bewirkt eine Strohdüngung hier keinen weiteren positiven Effekt
- da Weizen vor Winter nur eine sehr begrenzte N-Menge aufnehmen kann, kann Strohdüngung zu Winterweizen den  $N_{\min}$  vor Winter deutlich absenken
- zu Winterraps konnte keine Wirkung der Strohdüngung auf den Ertrag festgestellt werden
- Strohdüngung zu Winterweizen kann zu leichtem Ertragsrückgang führen
- auf eventuelle Unterschiede der Bestandesentwicklung kann im Frühjahr mit der Gestaltung der N-Düngung reagiert werden, beim Raps über die Anrechnung des aufgenommenen N, differenzierte  $N_{\min}$ -Mengen im Frühjahr werden bei der N-Düngebedarfsermittlung berücksichtigt
- Voraussetzung für eine Absenkung des  $N_{\min}$  durch Strohdüngung, vor allem aber die Vermeidung von Ertragsdepressionen ist eine gleichmäßige Stroheinarbeitung und ausreichend verfügbares Wasser
- alle genannten Wirkungen dürften bei differenzierten Standortbedingungen (Boden, Witterung) auch unterschiedlich ausfallen

# Reduzierung des Herbst-N<sub>min</sub> durch reduzierte Bodenbearbeitung

Bodenbearbeitung im Herbst kann durch die Durchlüftung des Bodens und die Sauerstoffzufuhr zu einem regelrechten N-Mineralisierungsschub führen

daher ist eine standortgerechte Minimierung der Bodenbearbeitung anzustreben:

- möglichst wenige Arbeitsgänge, geringe Bearbeitungstiefe und -intensität

=> pfluglose Bearbeitung und Aussaat in wenigen (einem) Arbeitsgängen  
optimal aus dieser Sicht: Direktsaat

Voraussetzung u.a.:

- gleichmäßige Verteilung von Ernteresten, keine Strukturschäden

positive Nebeneffekte:

- Kostenreduzierung (Arbeitsgänge, -zeit, Kraftstoff) - zügigerer Arbeitsabschluss

- Reduzierung unproduktiver Wasserverdunstung

- Verbleib von Pflanzenresten auf Bodenoberfläche

(Reduzierung von Verschlammungsneigung und Erosionsgefährdung)



# Informationen zur Düngung

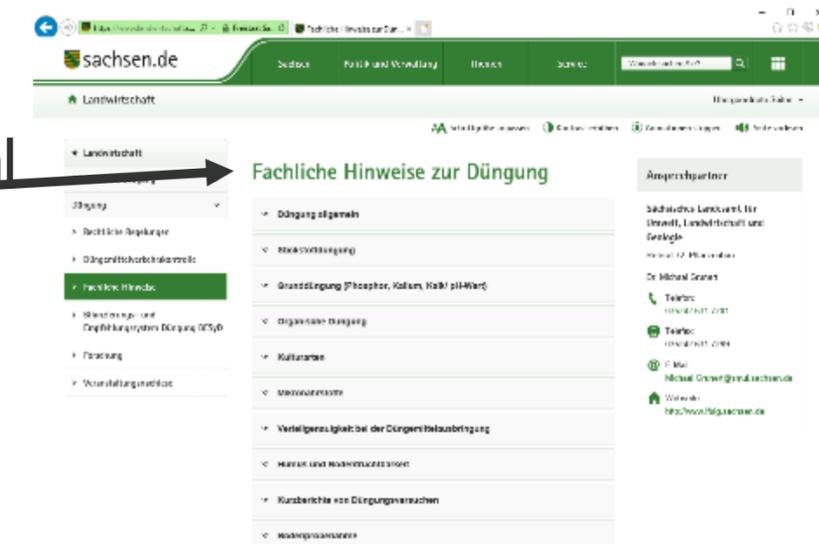
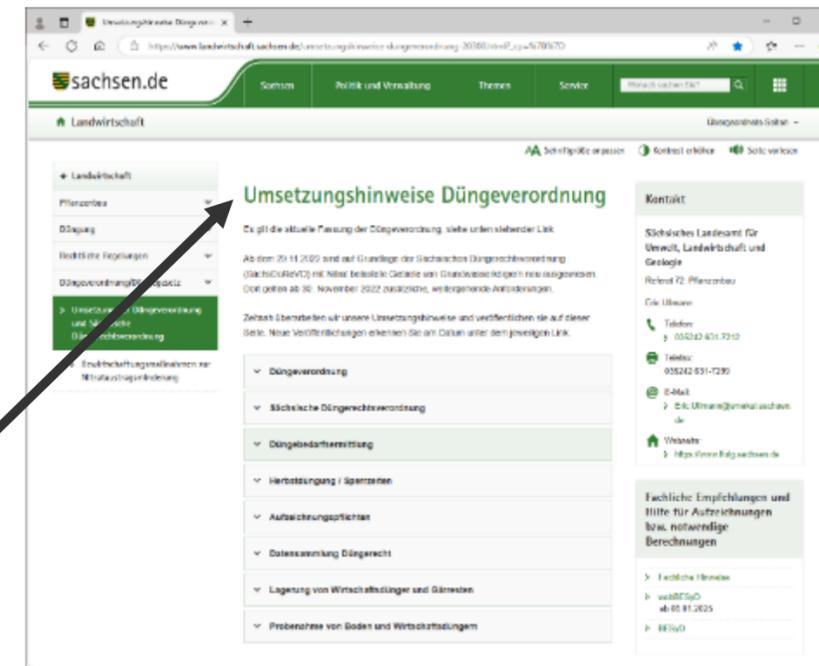
Es gilt die novellierte Düngeverordnung.

Seit dem 30.11.2022 gilt die Sächsische Düngerechtsverordnung vom 15.11.2022.

Bitte beachten Sie, dass teilweise Bundesland-spezifische Regelungen gelten.

Bitte nutzen Sie das Informationsangebot des LfULG:

- Düngung: <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/duengung-20165.html>
- Zentrale Bedeutung: Umsetzungshinweise DüV und SächsDüReVO:  
<https://www.landwirtschaft.sachsen.de/umsetzungshinweise-dungeverordnung-20300.html>  
NEU: Schlagwortliste mit Links zu Inhalten der Hinweisblätter
- StoffBilV: Bleibt uns leider erstmal erhalten!  
<https://www.landwirtschaft.sachsen.de/stoffstrombilanzverordnung-20315.html>
- webBESyD: <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/webbesyd.html>
- BESyD: <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/besyd>
- fachliche Hinweise: <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/fachliche-hinweise-45263.html>
  - 10 Themenbereiche, darunter u.a.:
  - „Handlungsoptionen zur Verbesserung der N-Effizienz mit Blick auf die DüV“
  - Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Nitrataustragsminderung



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Foto: Grunert, LfULG

Dr. Michael Grunert (035242) 631-7201 michael.grunert@smul.sachsen.de