



Landesforschungsanstalt für
Landwirtschaft und Fischerei

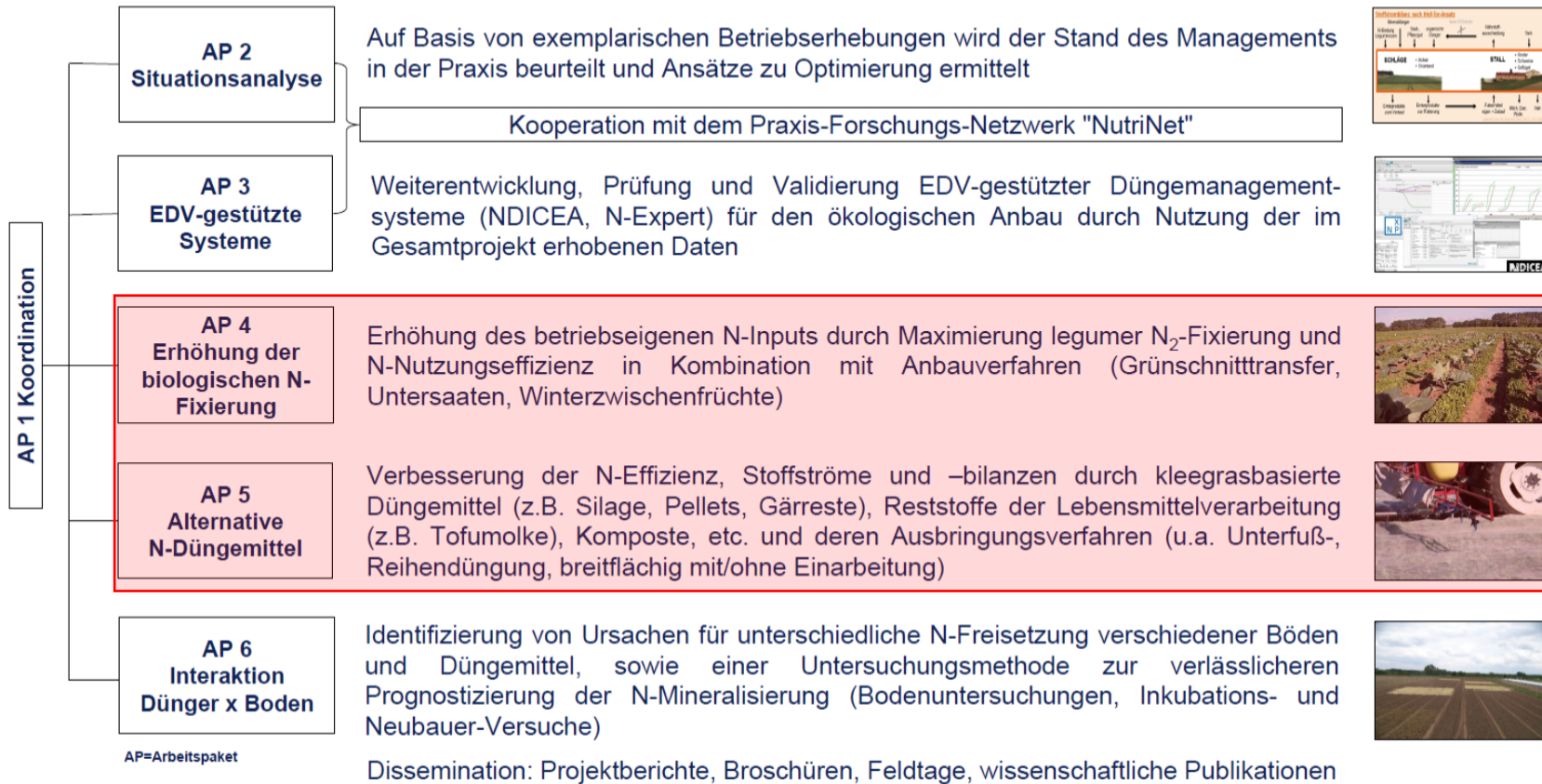
Stickstoffversorgung durch Leguminosenanbau in gemüsebaulichen Fruchtfolgen

Felix Besand, Kai-Uwe Katroschan
Online, 02. Dezember 2021

Nutri@Ökogemüse (Laufzeit: 03/2019 – 02/2022)



Projektstruktur und Vorgehensweise



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Alternative N-Quellen für den ökologischen Gemüsebau

- Hoher N-Input aus betriebsfremden Quellen: v.A. Handelsdünger
 - zunehmende Limitierung durch die Anbauverbände
 - Verfügbare N-Zukaufsdüngemittel sind Mehrnährstoffdünger mit mehr oder weniger unausgewogener Nährstoffzusammensetzung
 - Insbesondere Wirtschaftsdünger wie z.B. Hühnertrockenkot sind für die N-Versorgung von Gemüsekulturen ungeeignet
- ⚡ N₂-Fixierung ist die einzige N-Quelle im ÖL ohne andere Begleitnährstoffe**
- Integration abhängig vom Betriebstyp: Feldgemüsebau im Gemischtbetrieb, Gärtnerischer Freilandgemüsebau, Unterglasanbau

Potenziale & Stellschrauben

Wahl des Anbauverfahrens

- Zwischenfruchtanbau
 - Gemenge oder Reinsaat?
- Lebendmulch „*living mulch*“
- Feldfutterbau: ein- oder mehrjährig
 - Verwertung des Schnittguts?

➤ Auswahl geeigneter Leguminosen bzw. Gemenge

Etablierung und Pflege

- Vorkultur, Bodenbearbeitung, Aussaattechnik, Düngung
- Aussaatverfahren: Blanksaat Untersaat?
- Beikrautregulierung, Bewässerung?

- Futter-Mist-Kooperation
- Cut & Carry
- Biogasanlage
- Kompost
- Mulchverbleib

- Wann räumt die Fläche?
- Primäres Ziel?
- Wie umbrechen?

Potenzielle Leistungen und Ziele des Zwischenfruchtanbaus

- Catch-crop-Effekte (Reduzierung NO_3 -Verluste, N-Transfer in Folgefrüchte)
- N-Input durch N_2 -Fixierung
- Humusversorgung
- Erosionsschutz
- Verbesserung bodenphysikalischer Eigenschaften
- Break-crop-Effekte (Unkrautunterdrückung, Phytopathologische Aspekte, Biodiversitätsförderung)

Versuche im Verbundprojekt Nutri@Ökogemüse

		Winter- zwischenfrucht	Standort / Einrichtung				
			LTZ Forchheim	UHOH Hohenheim	LFA MV Gülzow	LWG Bamberg	LWK NRW Köln-Auweiler
1	Kontrolle und nicht-legume	ohne (Winterbrache)	x	x	x	x	x
2	Referenz	Grünroggen	x	x	x	x	x
3	Körner- leguminosen	Wintererbse	x	x	x	x	x
4		Winterackerbohne		x			x
5		Winterwicke	x		x	x	x
6	Gemenge mit Nicht-Leguminosen	Landsberger Gemenge (Inkarnatklee, Winterwicke, Welches Weidelgras)			x		x
7	Leguminosen	Wickroggen	x	x	x	x	



Eindrücke und Anbautechnik

Grünroggen DSV ,Bonfire‘



Wintererbse Camena ,Arkta‘



Wickroggen DSV ,GPS Öko‘



Camena ,Zottelwicke‘



Camena ,Landsberger Gemenge‘



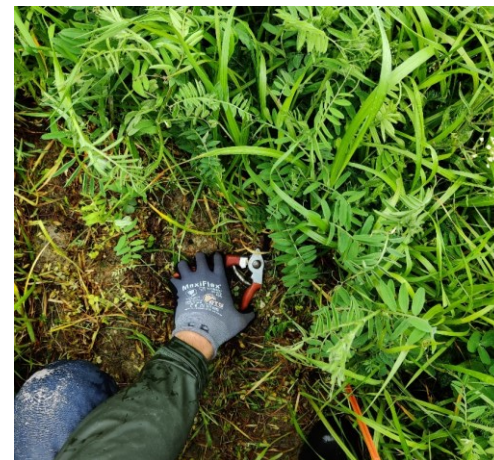
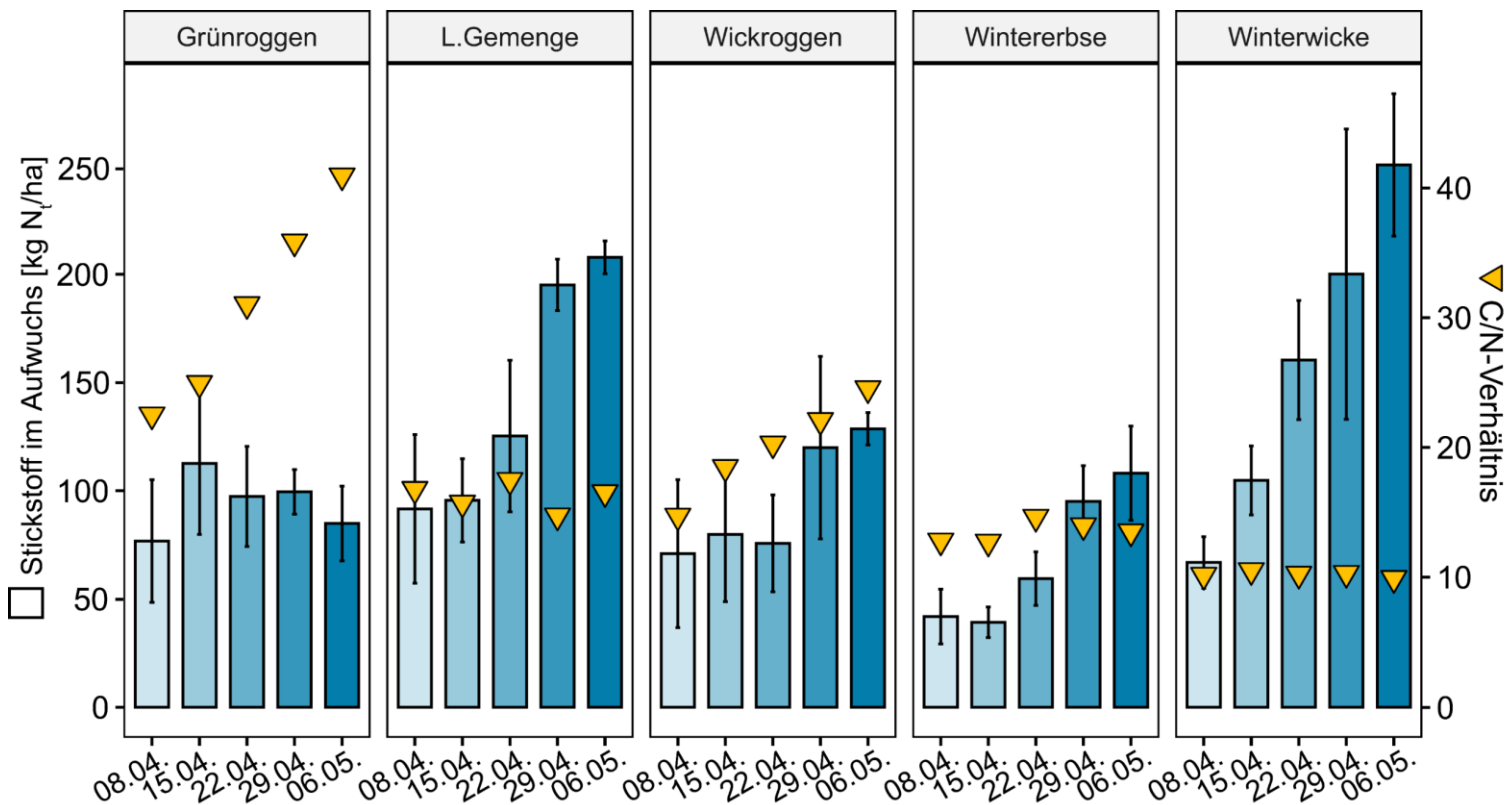
Aussaat: 16.09.2019

Fotos: 06.11.2019

Eindrücke und Anbautechnik



N im Aufwuchs der Zwischenfrüchte



Probeschnitt auf Teilflächen für die Nt/Ct Analyse

Mineralischer Stickstoff im Boden



Fixierungsleistung der Knöllchenbakterien



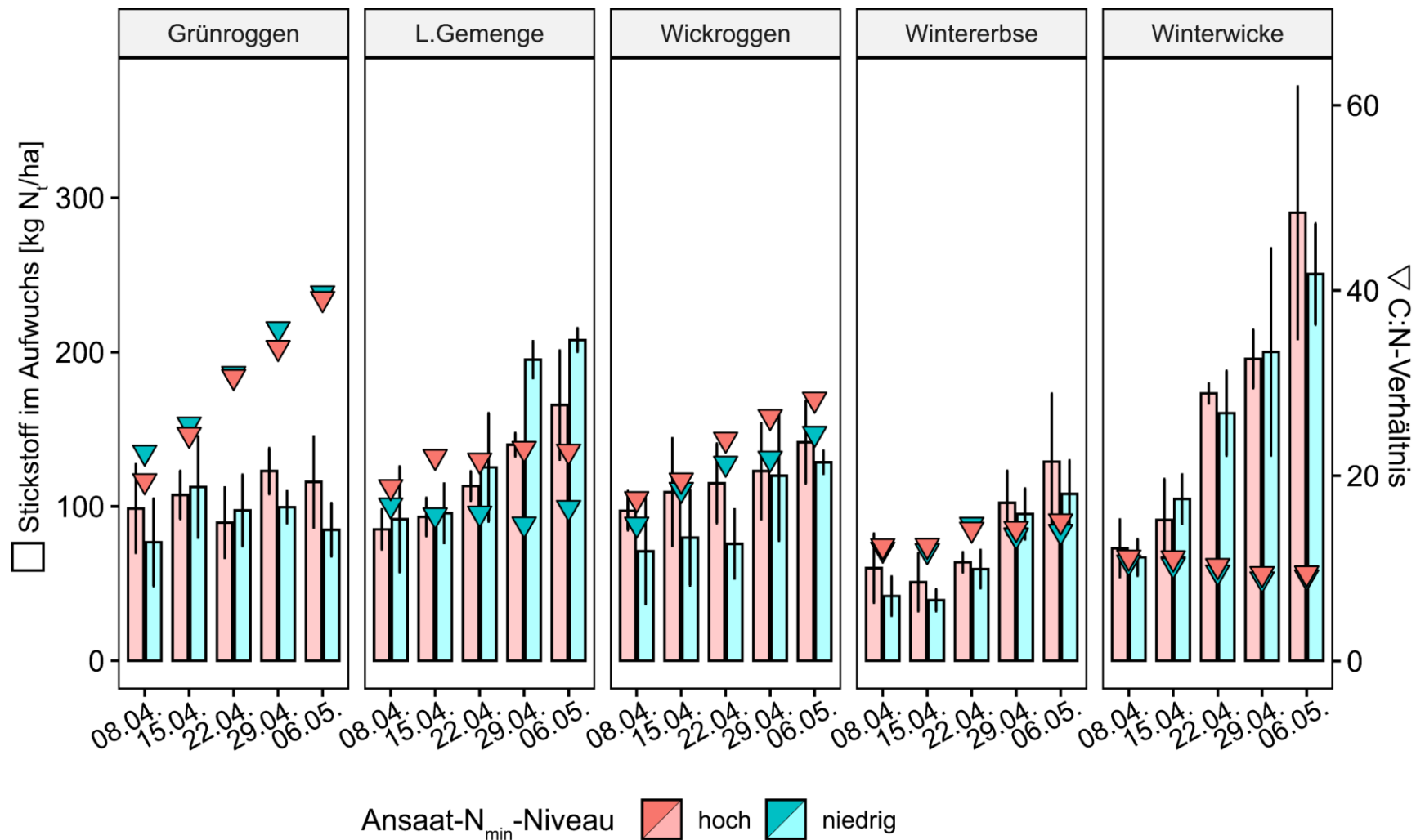
Leguminosenanteil (bei Gemengen)

- Rest-Nmin
- N-Nachlieferung
- Erntereste

- NO_3 und NH_4 „deaktivieren“ Nitrogenase

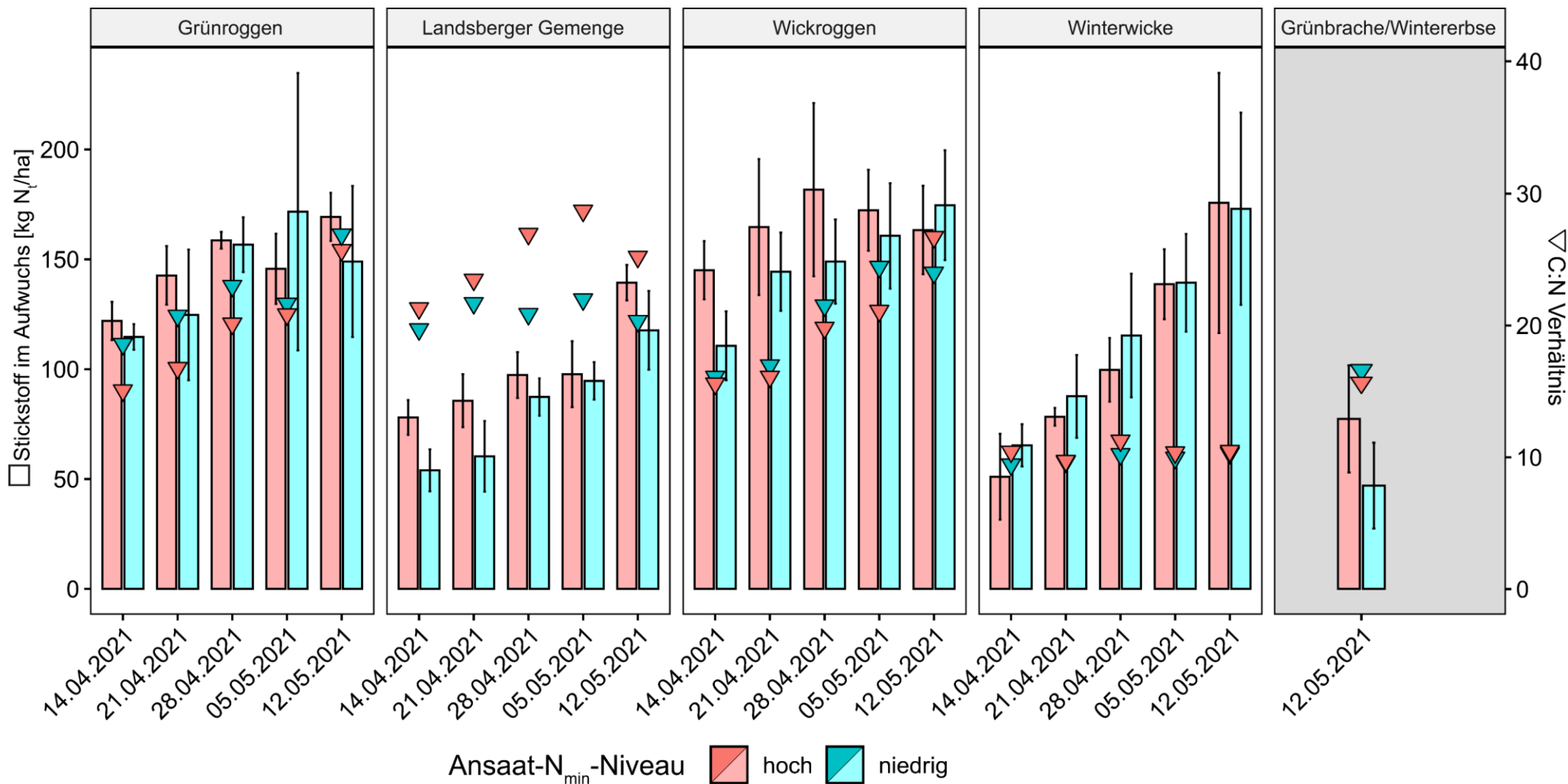


N im Aufwuchs der Zwischenfrüchte



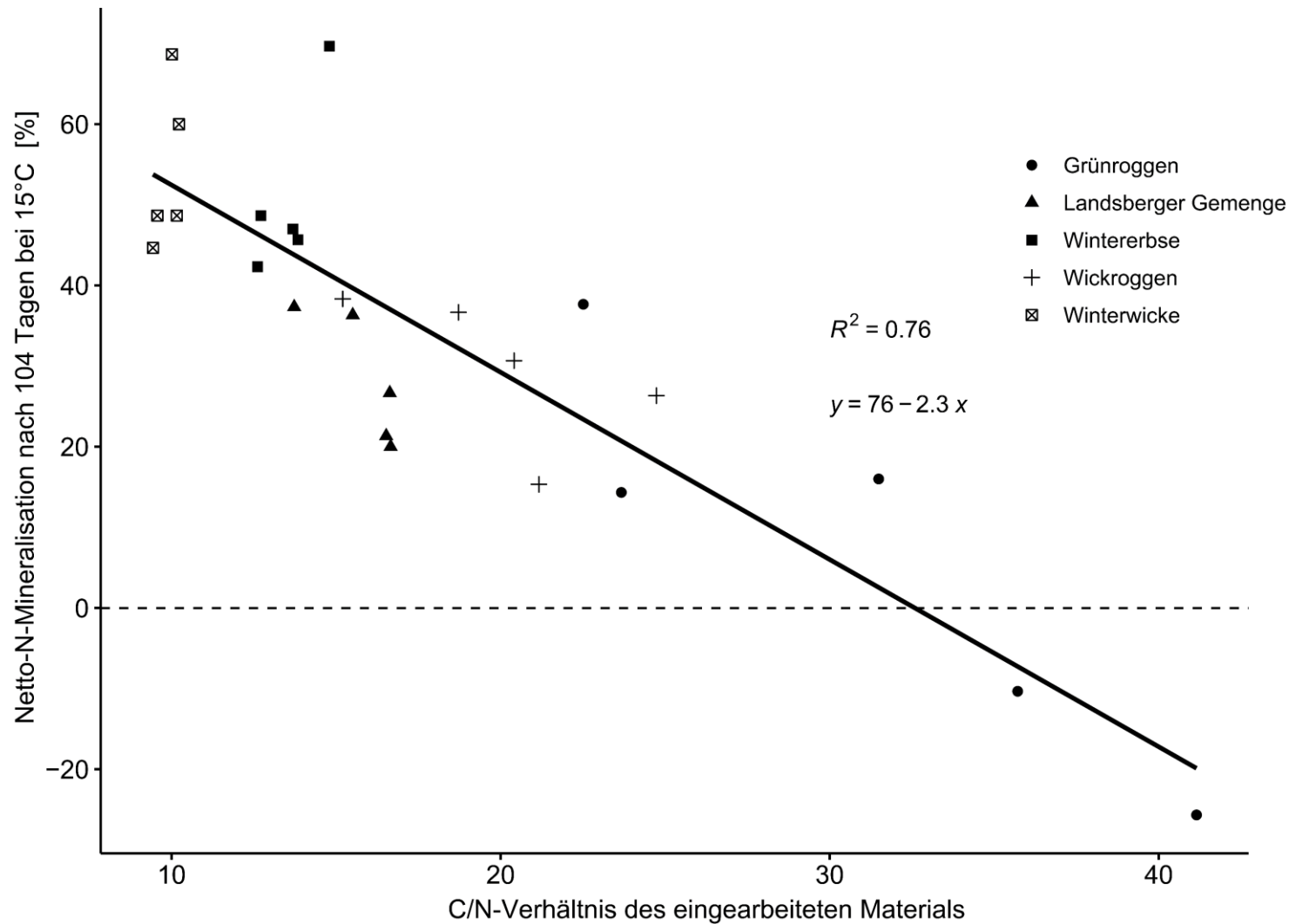
Ausgangs-N_{min} 47 kg N/ha; „Herbst N_{min} hoch“: +100 kg N/ha (KAS); „Herbst N_{min} niedrig“: ohne N-Gabe

N im Aufwuchs der Zwischenfrüchte



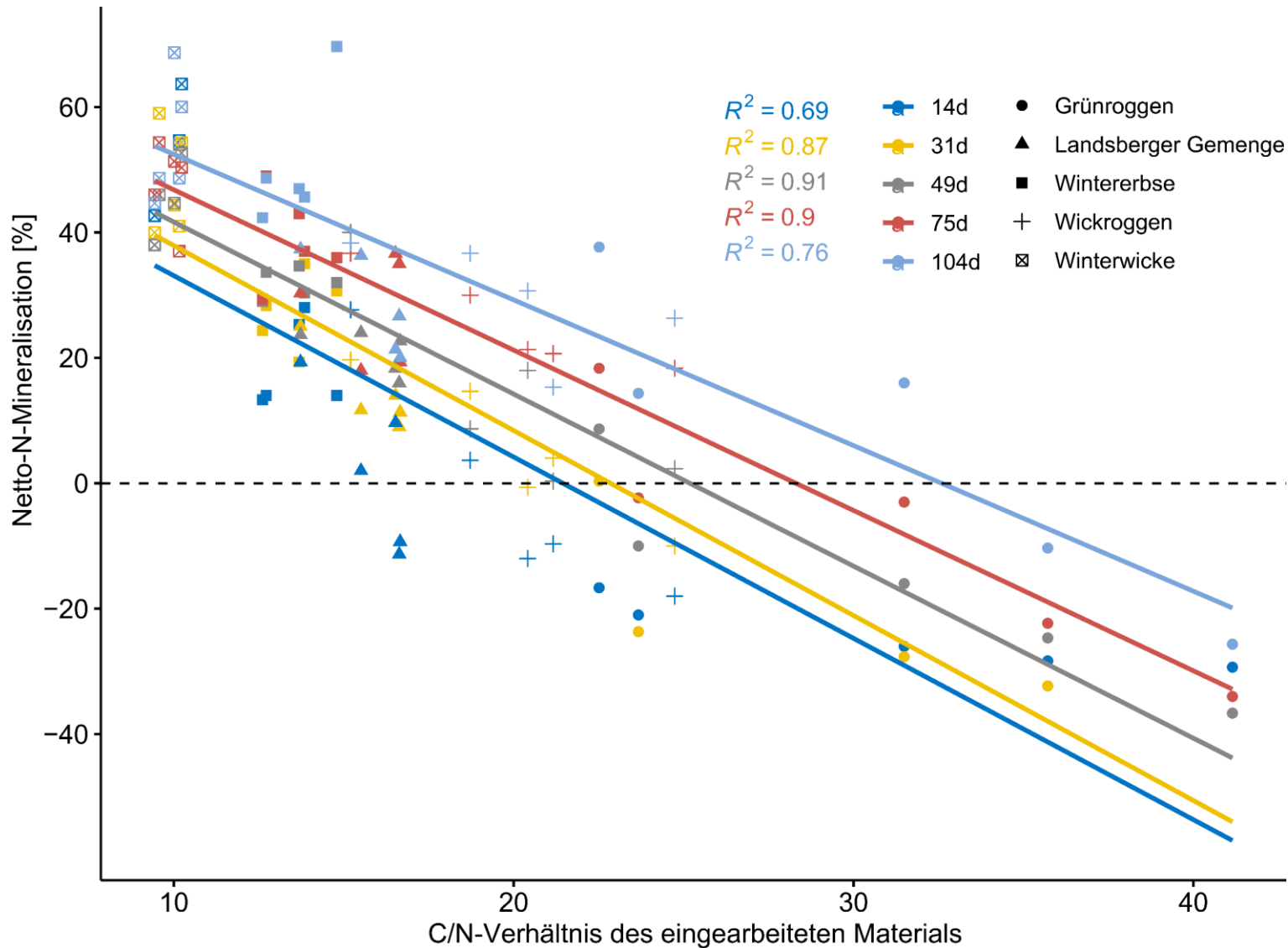
Ausgangs-N_{min} 133 kg N/ha; „Herbst N_{min} hoch“: +100 kg N/ha (KAS); „Herbst N_{min} niedrig“: ohne N-Gabe

Inkubationsexperiment nach BRAUN/LABER

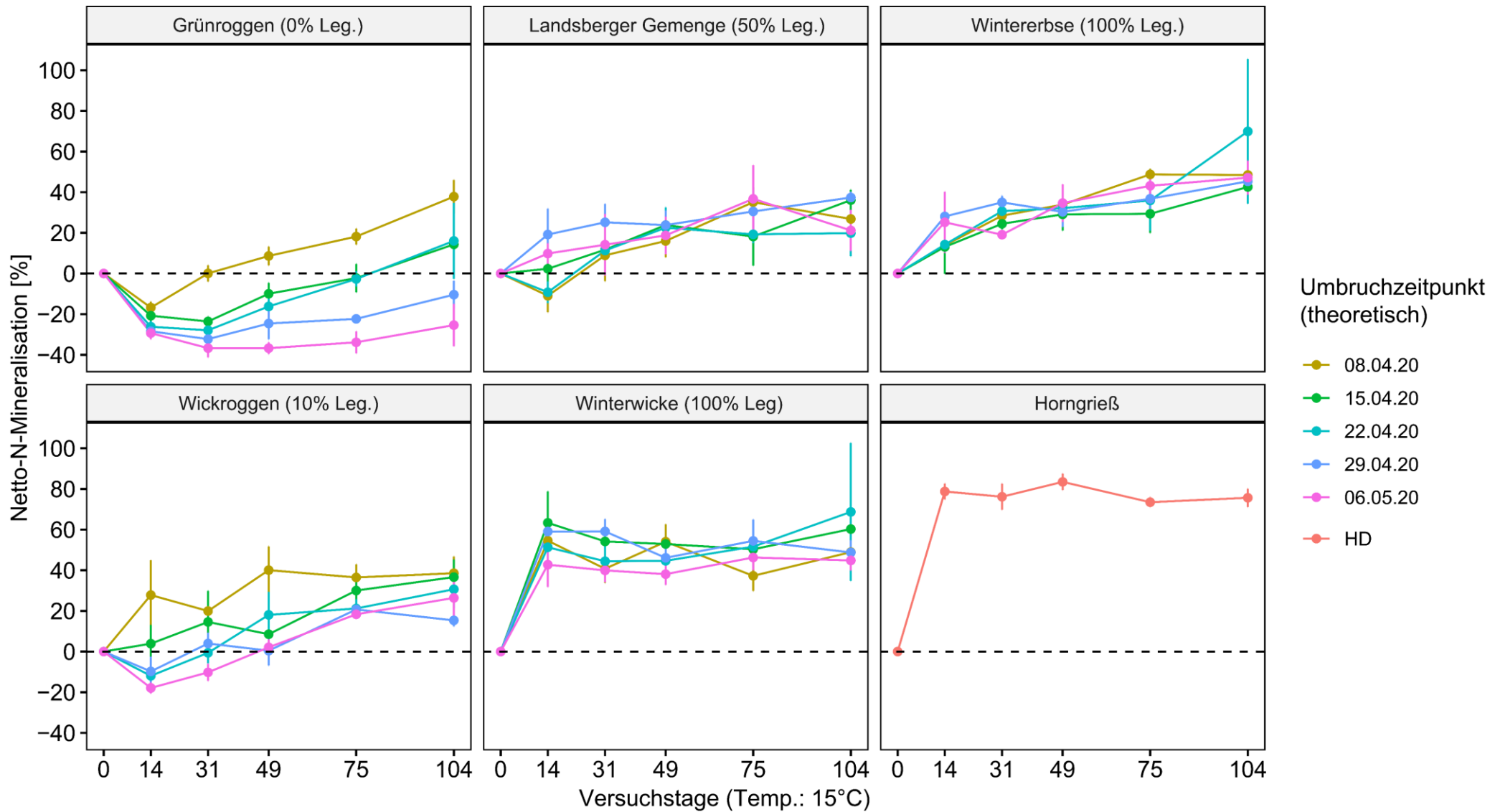


- 104 Tage bei 15°C
- Umbruchtermine x Zwischenfrüchte
- Material getrocknet und gehäckselt
- Einmischung in SI2 Oberboden

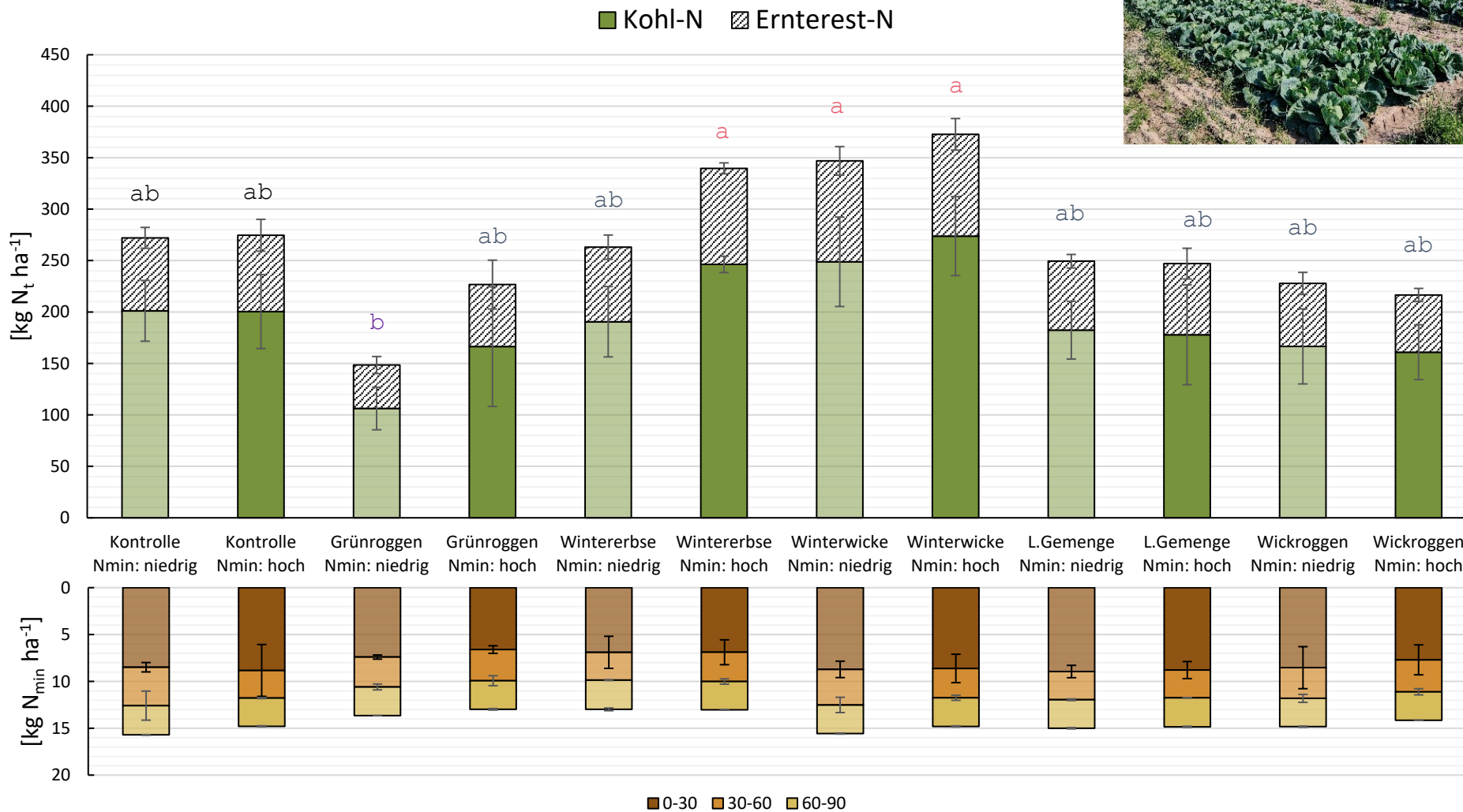
Inkubationsexperiment nach BRAUN/LABER



Inkubationsexperiment nach Hermann Laber

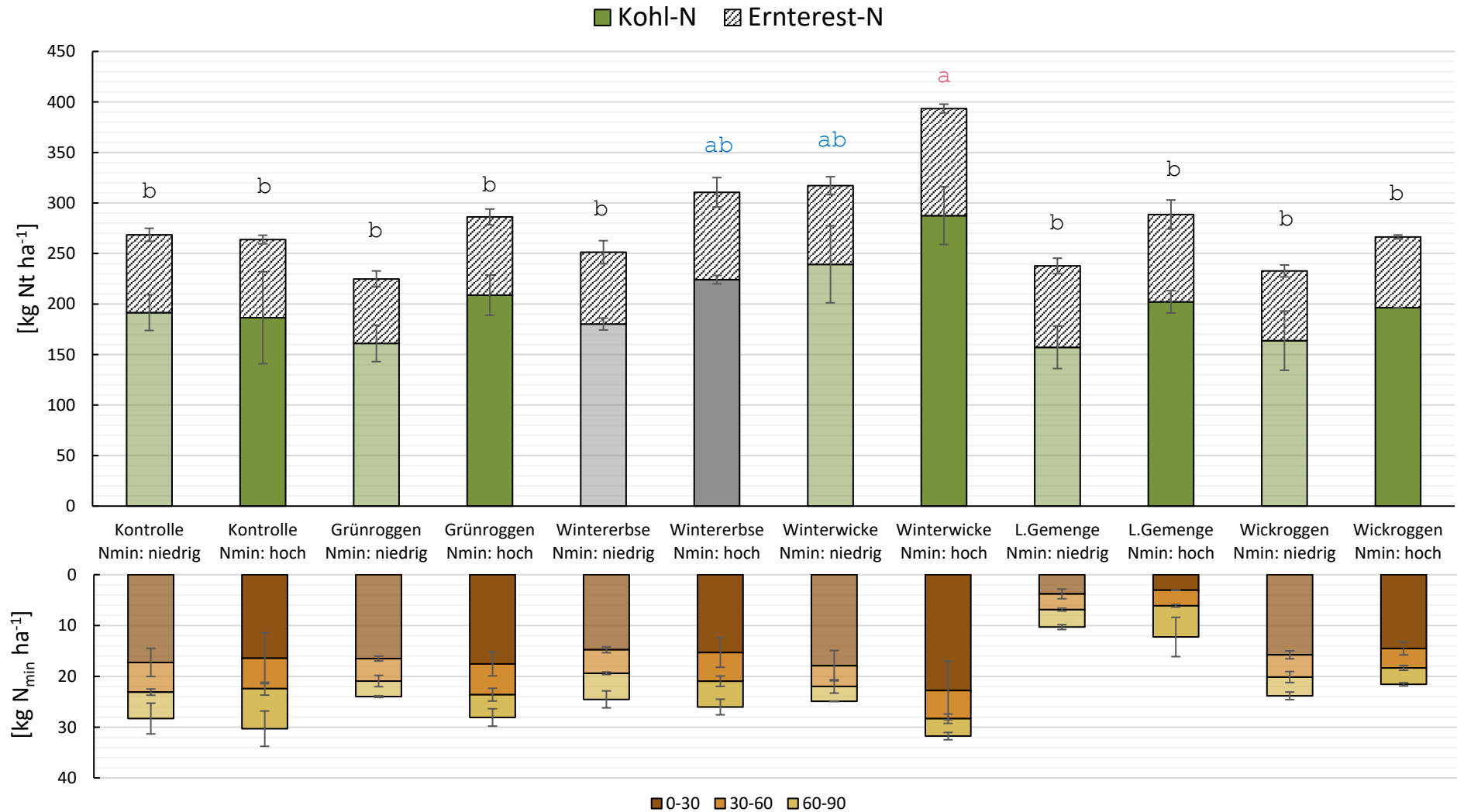


N-Aufnahme und Residual-N_{min} (Kohlnachbau)



Varianten mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich. (HSD Post-hoc-Test, alpha = 0.05)

N-Aufnahme und Residual-N_{min} (Kohlnachbau)



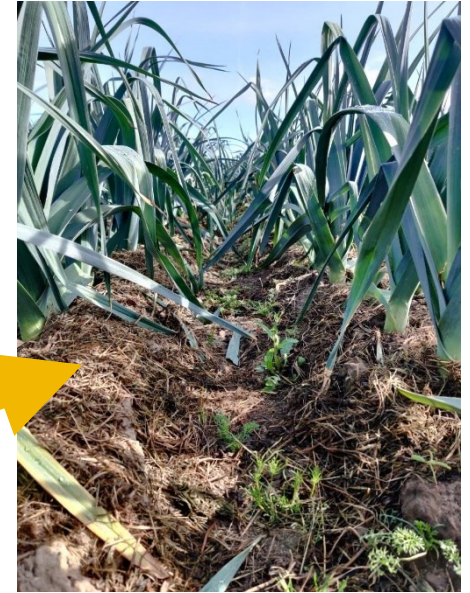
Varianten mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich. (HSD Post-hoc-Test, alpha = 0.05)

Abschläge in Abhängigkeit von Vor- und Zwischenfrüchten (DüV 2020, Anl. 4, Tab. 7)

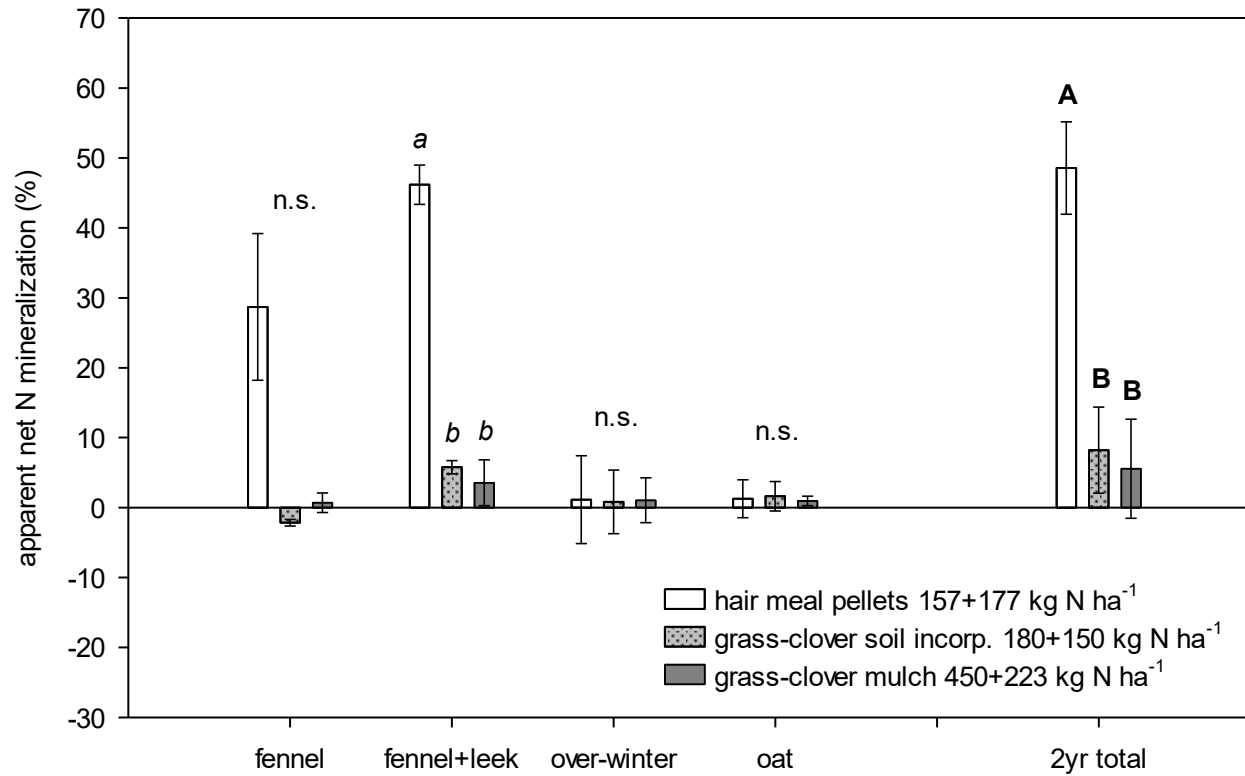
Nichtleguminosen	abgefroren	0 kg N/ha
	nicht abgefroren – im Frühjahr eingearbeitet	20 kg N/ha
	– im Herbst eingearbeitet	0 kg N/ha
Leguminosen	abgefroren	10 kg N/ha
	nicht abgefroren – im Frühjahr eingearbeitet	40 kg N/ha
	– im Herbst eingearbeitet	10 kg N/ha

➤ geeignete Schätzhilfen erforderlich

Schnittgutverwendung



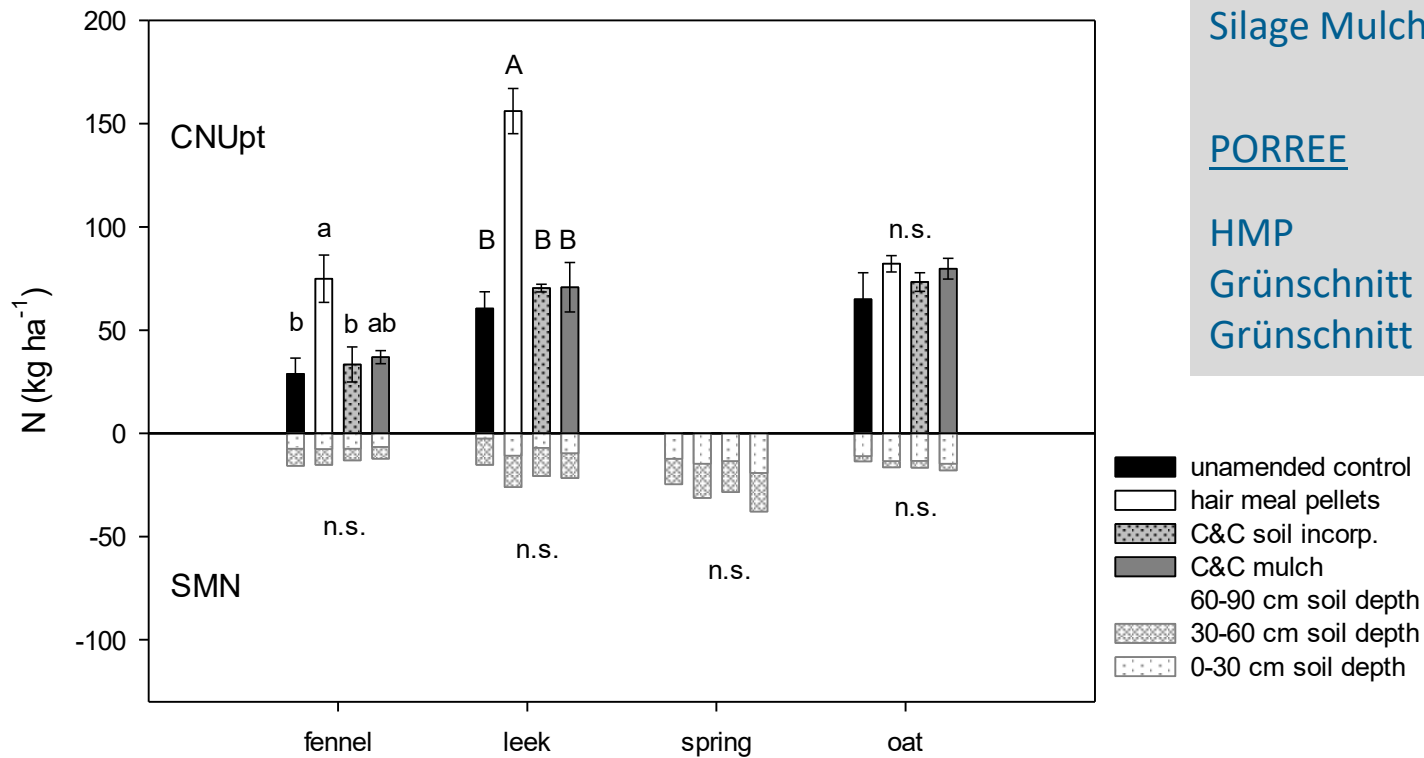
Einarbeitung vs. Mulchauflage



Unterschiedliche Buchstaben desselben Typs kennzeichnen signifikante Unterschiede (Tukey-HSD, $p < 0,05$); Fehlerbalken = Standardfehler

Katroschan, K.-U.; Hirthe, G.: Versuchsergebnisse Systemvergleich (2015-2016), unveröffentlicht

Einarbeitung vs. Mulchauflage



N-Düngemengen (kg N/ha)

FENCHEL

HMP	157 (C/N 3,5)
Silage Einarb.	180 (C/N 16,2)
Silage Mulch	450 (C/N 16,2)

PORREE

HMP	177 (C/N 3,5)
Grünschnitt Einarb.	150 (C/N 41,9)
Grünschnitt Mulch	223 (C/N 41,9)

Einarbeitung vs. Mulchauflage

Versuchsergebnisse Mulchmaterial 2017-2018; Katroschan, K.-U., Hirthe G.



Klee gras 'jung'
554 kg N/ha
14,2 t TM/ha
C:N 11,4

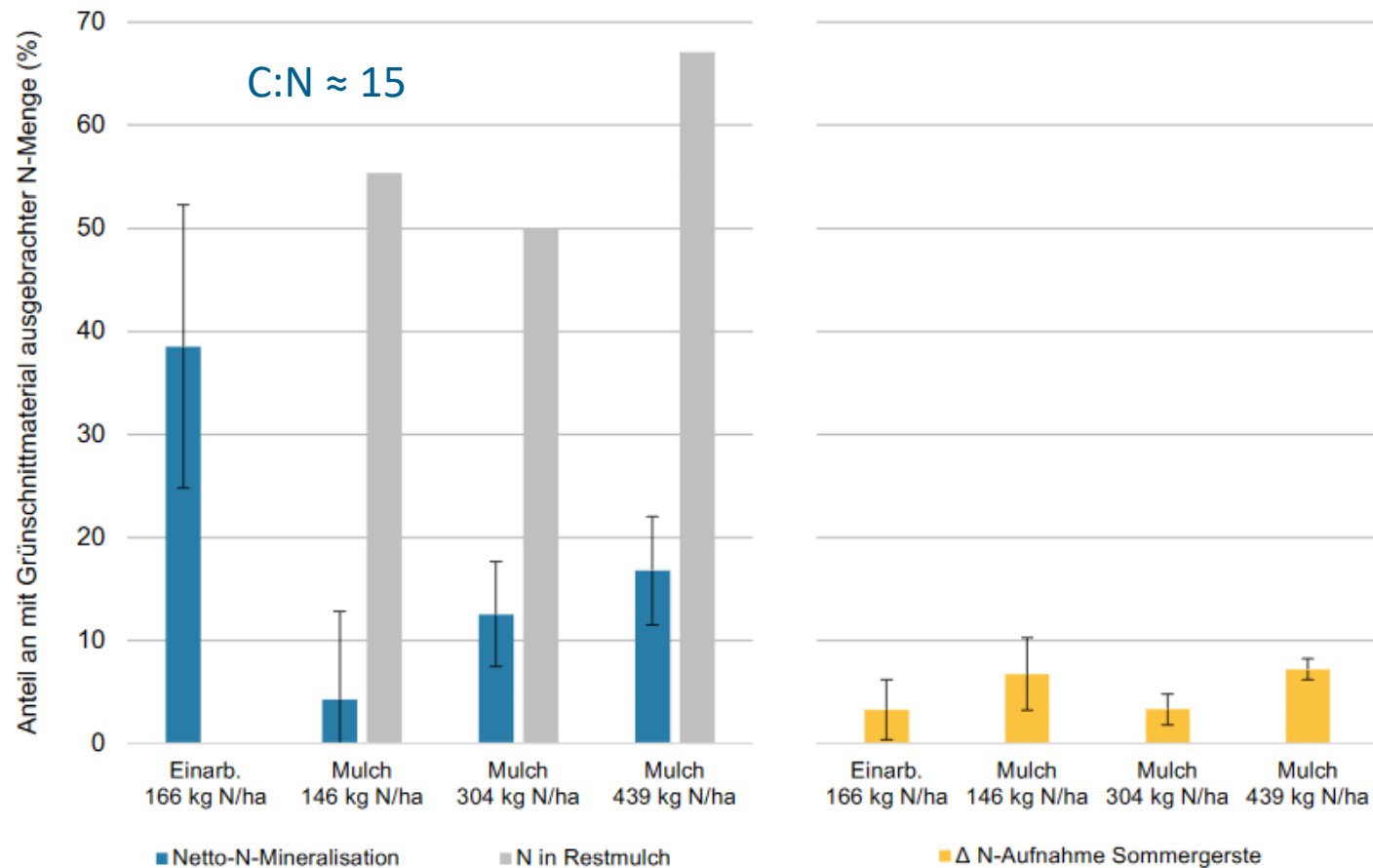


Klee gras 'alt'
175 kg N/ha
11,5 t TM/ha
C:N 27,7



Sandhafer
162 kg N/ha
10,6 t TM/ha
C:N 32,2

Einarbeitung vs. Mulchauflage



Versuchsergebnisse Brokkoli 2018-2019; Katroschan, K.-U., Hirthe G.

Einarbeitung vs. Mulchauflage

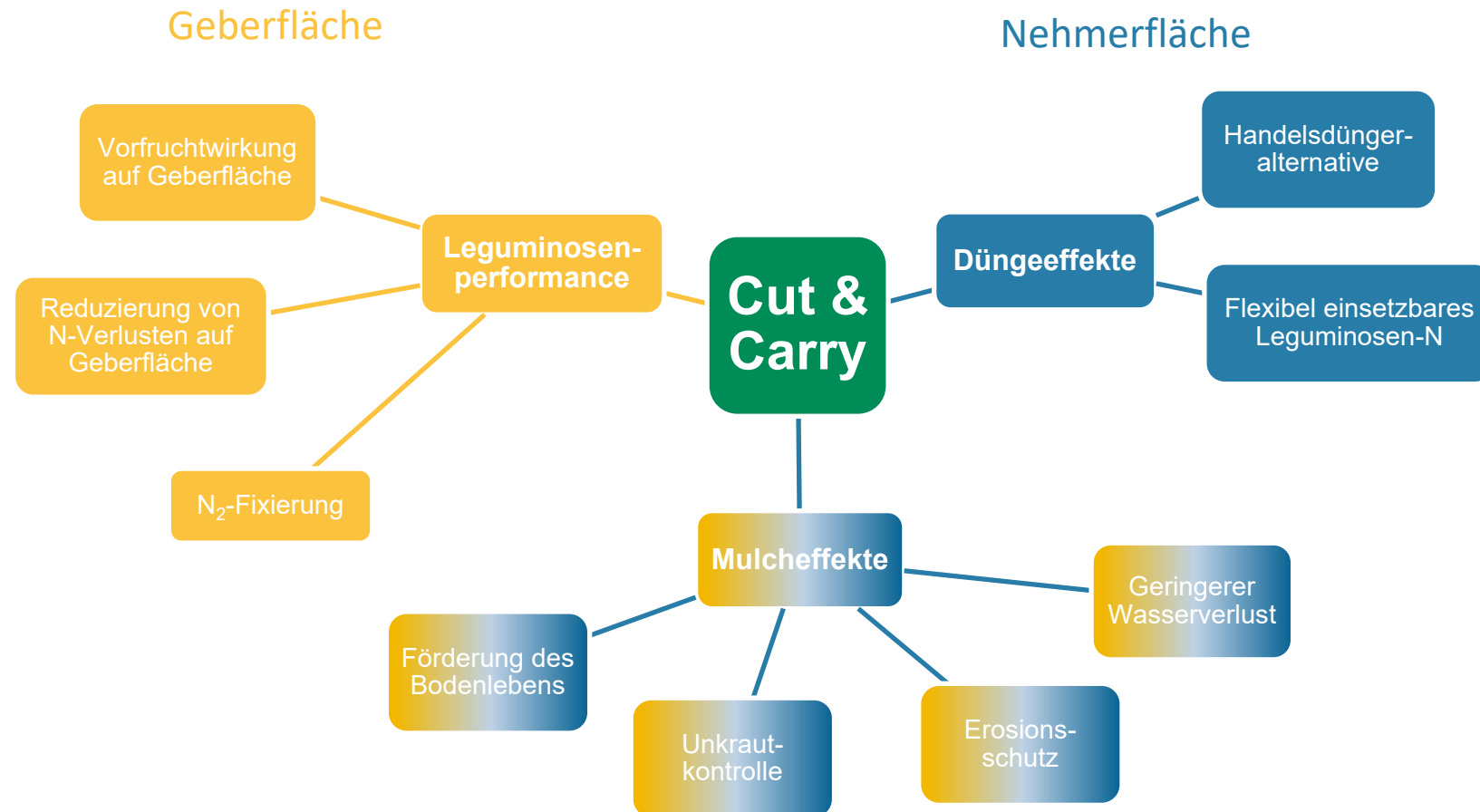
	Versuche Gülzow	Praxis (Freiland)	Praxis (Folie)	Literatur* (Freiland)
Transfermulch (Auflage)	14 % (4-27 %; # 8)	11 % (3-20 %; # 3)	12 % (-3, 27 %; # 2)	15 % (4-28 %; # 22)
Transfermulch (Einarbeitung)	28 % (6-39 %; # 3)			16 % (11-25 %; # 3)
Org. Handelsdünger	41 % ¹ (30-47 %; # 3)	33 % ¹ (# 1)	41 % ² (12,69 %; # 2)	

*Båth and Elfstrand (2008) Use of Red Clover-Based Green Manure in Leek Cultivation; Riley et al. (2003) Yield Responses and Nutrient Utilization with the Use of Chopped Grass and Clover Material as Surface Mulches in an Organic Vegetable Growing System; Båth et al. (2006) Surface Mulching with Red Clover in White Cabbage Production. Nitrogen Uptake, Ammonia Losses and the Residual Fertility Effect in Ryegrass

¹Haarmehlpellets

²Vinasse/Biosol, Phytogries

Multifunktionalität von Leguminosen in Cut&Carry Systemen



Katroschan, K.-U. (2019) *modifiziert*

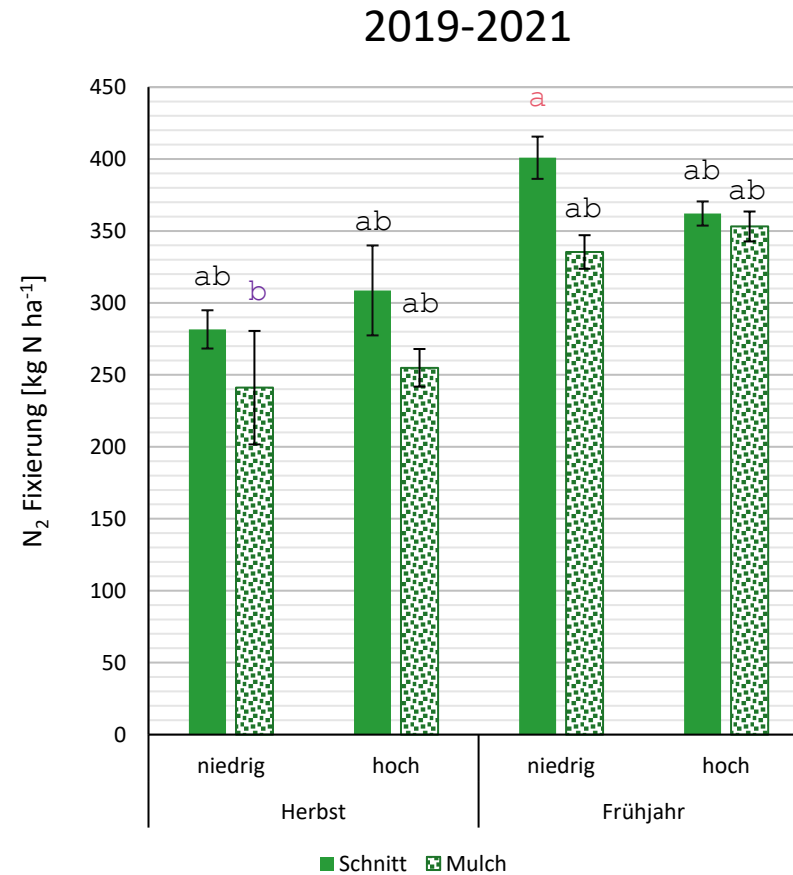
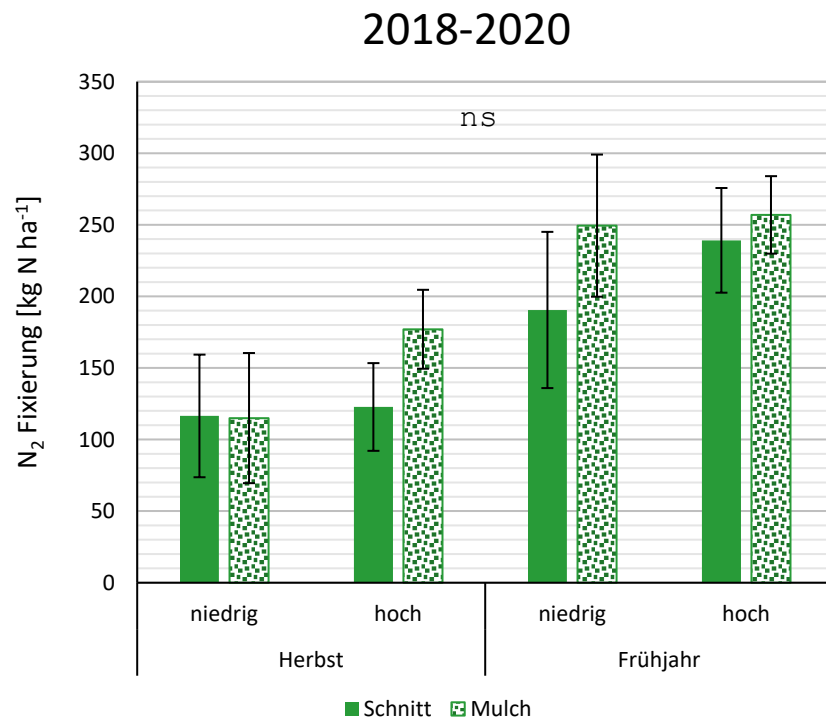
Kleegras in gemüsebaulichen Fruchtfolgen

- Ermittlung der Fixierungsleistung
- bei verschiedenen Managementsystemen (Mulch-/Schnittnutzung)
- Auswirkungen von hohen Herbst N_{\min} -Werten und Aussaatzeitpunkt
- Nachbauwirkung (Weißkohl)

1	Etablierungszeitpunkt/-verfahren Herbstblanksaat Kleegras Frühjahrsblanksaat – nach WZF (Grünroggen)
2	Herbst-Nmin-Niveau Hoch, aufgedüngt mit 100 kg N/ha (KAS) Niedrig, möglichst < 50 kg N/ha
3	Management Schnittnutzung Mulchnutzung Deutsches Weidelgras (Vergleichspartellen)

3 faktorielle Split-Plot-Anlage
3 Wiederholungen
+ zeitliche Wiederholung

N₂ Fixierungsleistung



N₂ Fixierung ohne Berücksichtigung der Wurzel- und Stoppelbiomasse.
Varianten mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich. (HSD Post-hoc-Test, alpha = 0.05)

Eingearbeitete oberirdische Biomasse

2020

Umbruch am 21.04.

Varianten	Nt-Gehalt* [kg Nt ha ⁻¹]	C:N-Verhältnis*
1.1.1	30,8±8,3 ^{abc}	22,4±3,6 ^{cd}
1.1.2	34,4±3,3 ^{abc}	23,2±2,7 ^{bcd}
1.1.3	18,3±7 ^c	30,4±1,8 ^{ab}
1.2.1	32,2±6,3 ^{abc}	23,1±1,4 ^{cd}
1.2.2	37,9±6,9 ^{abc}	22,8±1,6 ^{cd}
1.2.3	19,7±2,1 ^c	30,3±0,9 ^{ab}
2.1.1	46,4±14,2 ^{ab}	16,4±0,9 ^d
2.1.2	40,5±10,4 ^{abc}	18,7±3,1 ^d
2.1.3	24,3±7,2 ^{bc}	29±3,5 ^{abc}
2.2.1	50,7±12,6 ^a	17,8±3,5 ^d
2.2.2	41,3±3,7 ^{abc}	19,2±2,2 ^d
2.2.3	20,9±3,7 ^c	31,7±1,7 ^a

2021

Umbruch am 28.05.

Varianten	Nt-Gehalt* [kg Nt ha ⁻¹]	C:N-Verhältnis*
1.1.1	126,8±33,5 ^{cd}	17,9±0,8 ^{bc}
1.1.2	117,7±46,4 ^{de}	19,3±3,8 ^{bc}
1.1.3	44,1±8,2 ^{efg}	30,1±1,3 ^a
1.2.1	135,4±32,4 ^{bcd}	17,0±2,1 ^{bc}
1.2.2	102,9±37,3 ^{def}	21,9±3,2 ^b
1.2.3	37,7±6,2 ^{fg}	28,9±1,3 ^a
2.1.1	232,4±5,9 ^a	12,7±0,8 ^c
2.1.2	208,1±19,8 ^{ab}	13,8±3,9 ^c
2.1.3	34,0±5,5 ^{fg}	31,8±0,8 ^a
2.2.1	200,4±37,2 ^{abc}	12,9±0,4 ^c
2.2.2	169,6±9,8 ^{abcd}	14,4±2,3 ^c
2.2.3	24,5±7,0 ^g	31,3±2,4 ^a

Varianten

- 1 Herbstsaussaat
- 2 Frühlingsaussaat
- .
- 1 Herbst-Nmin: hoch
- 2 Herbst-Nmin: niedrig
- .
- 1 Schnittabfuhr
- 2 Mulchverbleib
- 3 Grasreferenz

*Mittelwert (n=3)

Mittelwerte, die keinen gemeinsamen Gruppierungsbuchstaben haben, unterscheiden sich signifikant ($p < .05$, Tukey-Test).

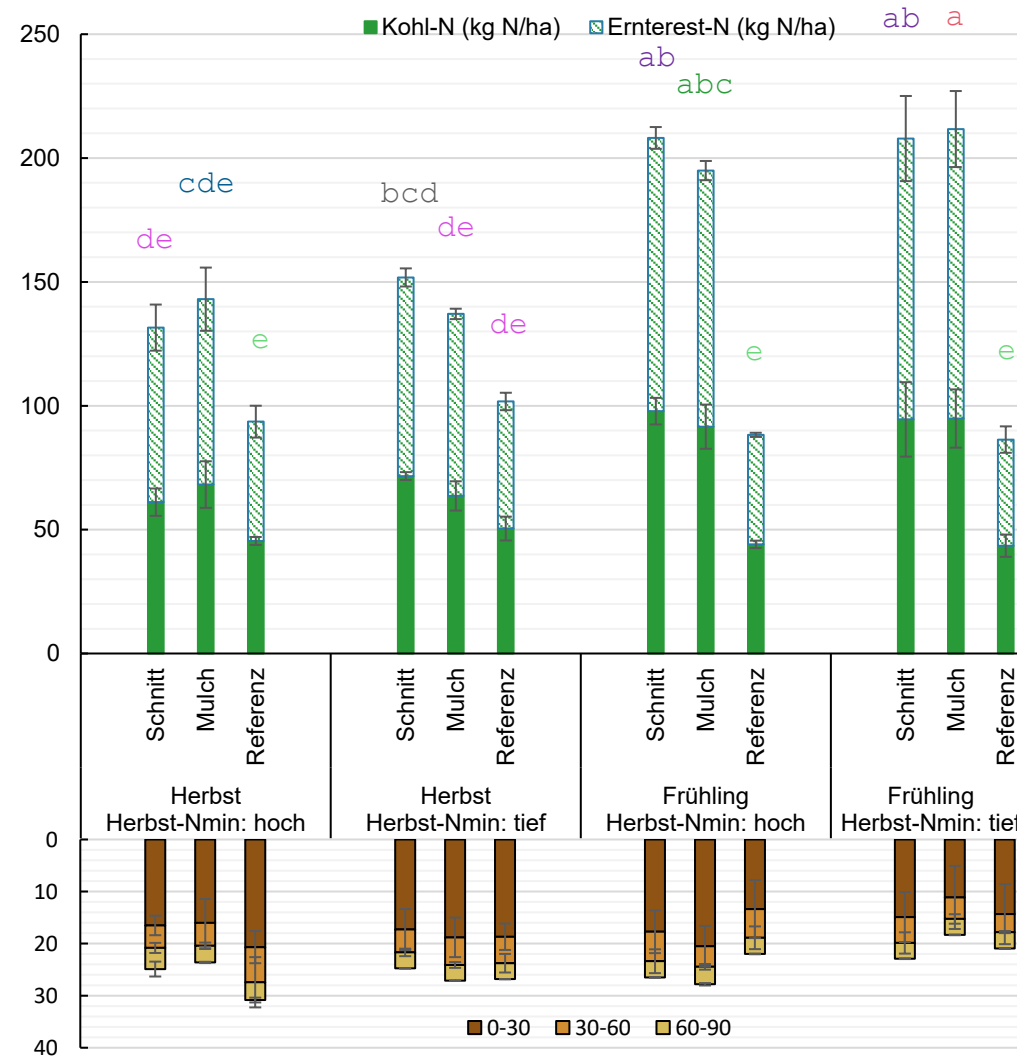
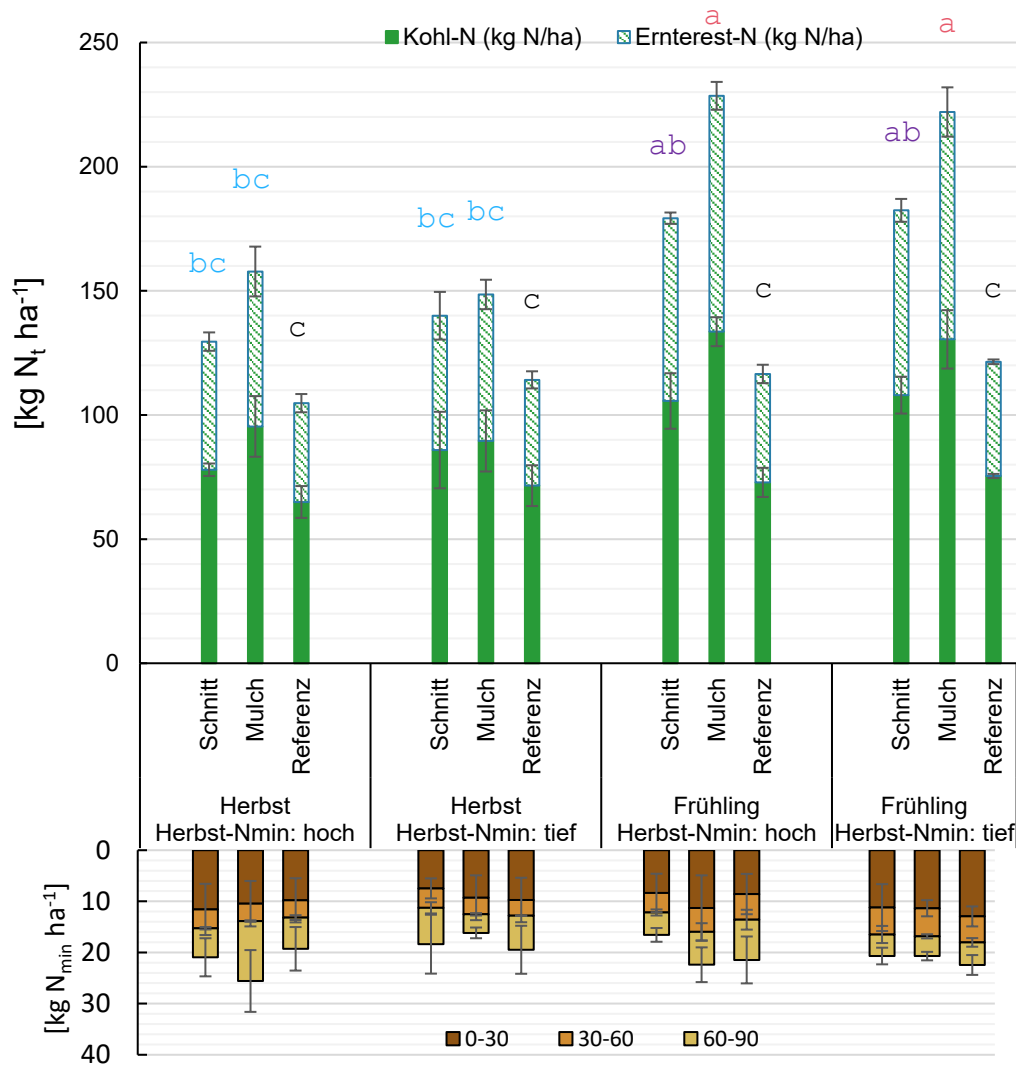
Eindrücke Anbautechnik



N-Aufnahme und Residual-N_{min} (Kohlnachbau)

2020

2021



Vegetationstage 2020: 116; 2021: 105; es erfolgte keine N-Zudüngung

Varianten mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich. (HSD Post-hoc-Test, alpha = 0.05)

N-Aufnahme und Residual-N_{min} (Kohlnachbau)

Kurz & Knapp

- Einfaches Mulchen ist immer N-ineffizient
 - Entgangener Nutzen des Schnittguts
 - Mögliche Verschlechterung der Bestandeszusammensetzung
- Wie stark ist jedoch abhängig von mehreren Faktoren
 - Anzahl der Schnitte bzw. Schichtdicke
 - N_{min} zur Ansaat
 - Wasserverfügbarkeit?
 - ...?
- Mulchverbleib von einem oder mehreren Schnitten kann im Einzelfall trotzdem sinnvoll sein



- Leguminosen haben grundsätzlich das Potenzial die N-Versorgung im Gemüsebau maßgeblich zu sichern
- Hohe Rest-N_{min}-Gehalte wirken scheinbar weniger negativ auf die Leguminosenetablierung als angenommen
- Legume Winterzwischenfrüchte können insbesondere in Reinsaat und spätem Umbruch fixierten Stickstoff in das System bringen
- Bei Einarbeitung von Schnittgut zu Gemüsekulturen eher junges Material mit niedrigem C/N-Verhältnis verwenden
- Bei Auflagemulch ist N im Restmulch nach der Ernte auswaschungsgefährdet
- Mehrjährige Gemenge mit Schnittgutverwertung erfordern zwar deutlich mehr Logistik und Organisation, haben aber das größte N-Potenzial
- Für eine bessere Abschätzung der Leguminosenperformance bedarf es weiterer Schätztools
- **„Ganz oder gar nicht“: Leguminosenanbau ist kein Selbstläufer!**



Mecklenburg-Vorpommern

Landesforschungsanstalt für
Landwirtschaft und Fischerei

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Landesforschungsanstalt für
Landwirtschaft und Fischerei
Gartenbaukompetenzzentrum**

Felix Besand

Telefon +49 3843 789-267

www.lfamv.de