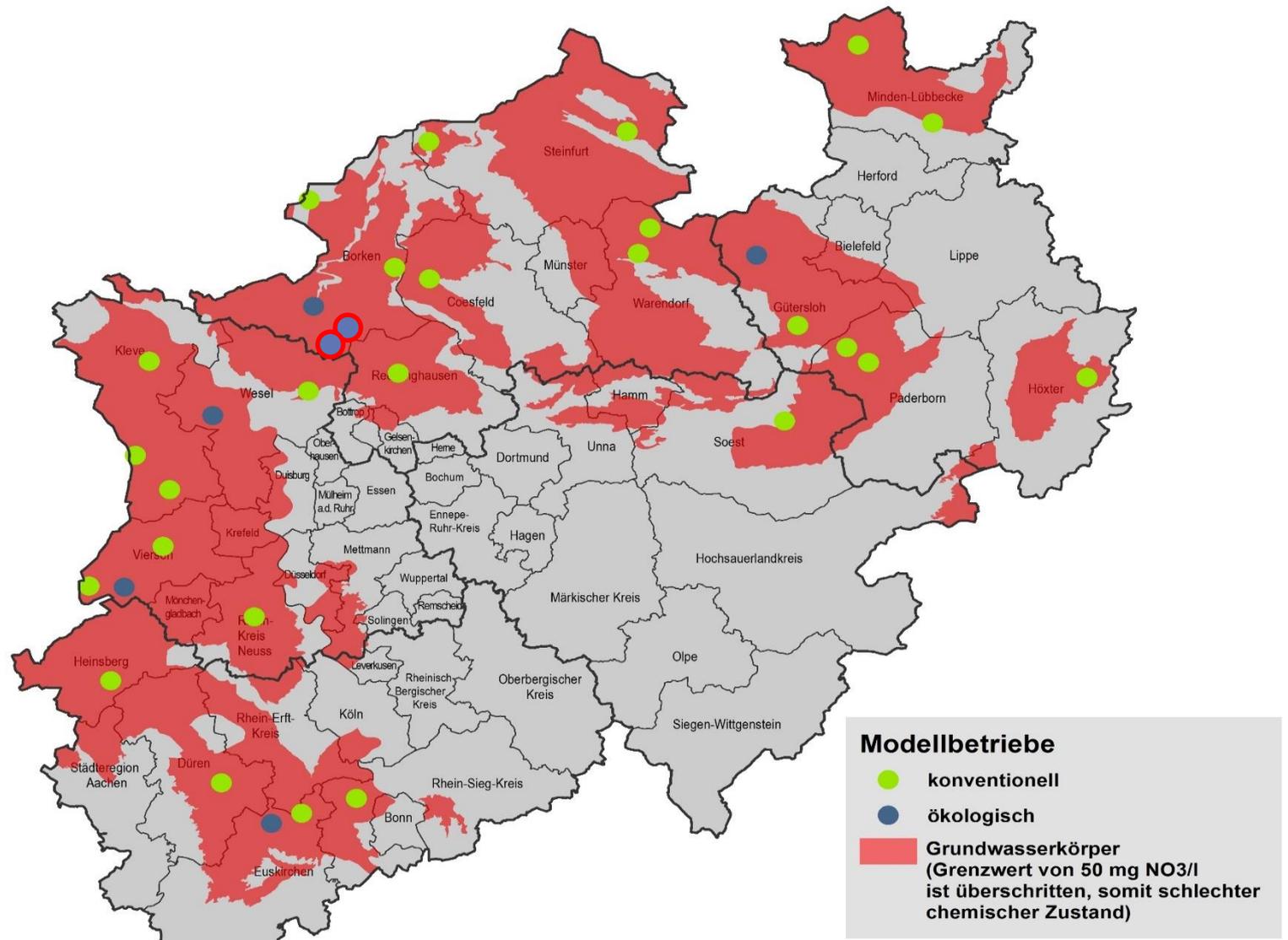


12. Leguminosentag

Haus Düsse, 08.12.2022



Leguminosen: Stickstoff binden und halten



Ergebnisse aus dem Projekt

▪ Leguminosen als Zwischenfrucht

➤ N₂- Fixierung & Speicherung

➤ Verluste aus Zwischenfrüchten, Lösungsansätze

▪ Klee- & Luzernegras

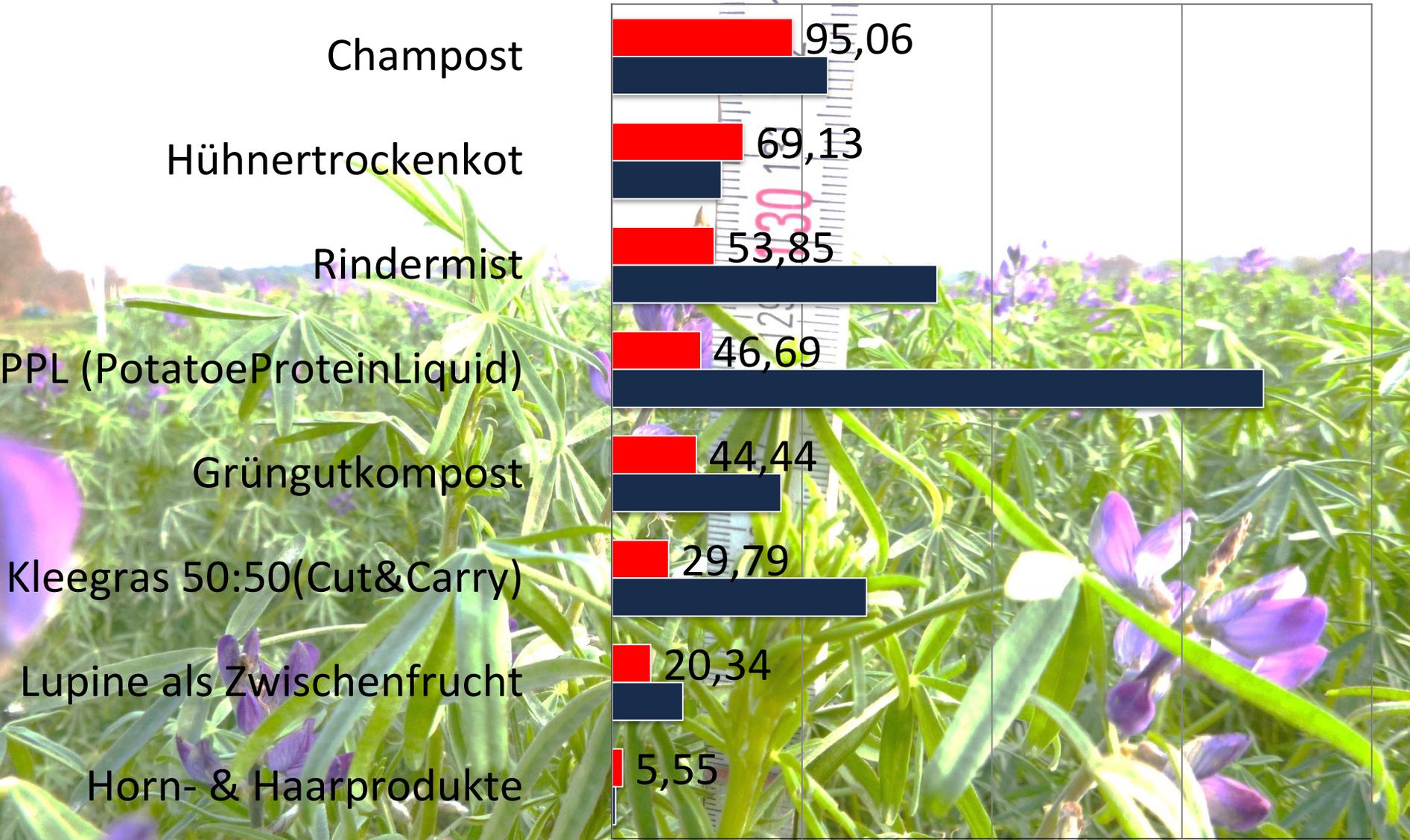
➤ N₂-Fixierung & Vorfruchtwert

➤ Fruchtfolge & Umbruchmanagement

Projektergebnisse aus Demoanlagen ohne statistische Absicherung *

Bei Ausbringungsmenge von 100 kg N/ha:

0 100 200 300 400



- Leguminosen als Zwischenfrucht
- N₂- Fixierung & Speicherung

Tab. 1. Biomasseertrag und N-Aufnahme in der oberirdischen Biomasse verschiedener Zwischenfruchtarten und Zwischenfruchtmischungen

Zwischenfrucht	N-Aufnahme oberird. Biomasse [kg ha ⁻¹]	Biomasseertrag (oberirdisch) [dt TM ha ⁻¹]	Ort	Quelle
Leguminosen (in Reinsaat)				
Ackerbohne (<i>Vicia faba</i>)	204			
Alexandrinerklee (<i>Trifolium alexandrinum</i>)	188			
Sommerwicke (<i>Vicia sativa</i>)	176			
Ackerbohne (<i>Vicia faba</i>)	172			
Ackerbohne (<i>Vicia faba</i>)	169			
Erbse (<i>Pisum sativum</i>)	166			
Sommerwicke (<i>Vicia sativa</i>)	164			
Saat-Platterbse (<i>Lathyrus sativus</i>)	161			
Sojabohne (<i>Glycine max</i>)	143			
Sommerwicke (<i>Vicia sativa</i>)	143			
Perserklee (<i>Trifolium resupinatum</i>)	140			
Erbse (<i>Pisum sativum</i>)	139			
Saat-Platterbse (<i>Lathyrus sativus</i>)	129			
Sommerwicke (<i>Vicia sativa</i>)	124			
Erbse (<i>Pisum sativum</i>)	120			
Sommerwicke (<i>Vicia sativa</i>)	115			
Alexandrinerklee (<i>Trifolium alexandrinum</i>)	114			
Linse (<i>Lens culinaris</i>)	108			
Linse (<i>Lens nigricans</i>)	98			
Blaue Lupine (<i>Lupinus angustifolius</i>)*	97			

Zwischenfrucht- Leistung bzw. N₂- Anteil abhängig von:

- N-Gehalt im Boden
- Nachlieferung aus Bodenbearbeitung
- Konkurrenzverhalten im Gemenge
- Artenzusammensetzung
- Wuchszeit, Bestandesdichten
- Wasserversorgung & Witterung
- Sorten

Auszug aus Journal für Kulturpflanzen 70(6); Grosse und Heß 2018

- Leguminosen als Zwischenfrucht
- N₂- Fixierung & Speicherung

Fruchtarten	FM-Ertrag (dt/ha)	N-Gehalt (kg N/dt FM)	N-Entzug N-Aufwuchs (kg/ha)	N-Bindungsberechnung		N-Saldberechnung	
				Gleichung	N-Bindg. (kg N/ha)	Gleichung	N-Saldb. (kg N/ha)
Legum.-(grob-körnig) / Getr.-Gemenge 30:70	220	0,46	101	$0,4 \times \text{N-Entzug} + 65$	105	$\text{N-Bindg.} - \text{N-Entzug}^{(1)}$	4
Legum.-(grob-körnig) / Getr.-Gemenge 50:50	220	0,52	114	$0,4 \times \text{N-Entzug} + 65$	111	$\text{N-Bindg.} - \text{N-Entzug}^{(2)}$	-3
Legum.-(grob-körnig) / Getr.-Gemenge 70:30	220	0,59	130	$0,4 \times \text{N-Entzug} + 65$	117	$\text{N-Bindg.} - \text{N-Entzug}^{(2)}$	-13
Legum.-Gemenge (grobkörnig)	220	0,65	143	$0,4 \times \text{N-Entzug} + 65$	122	$\text{N-Bindg.} - \text{N-Entzug}^{(2)}$	-21

Tab.: N-Bindungsmenge und –Saldo (kg N/ha) im Futterleguminosenanbau je nach Nutzung; Kolbe (2008)

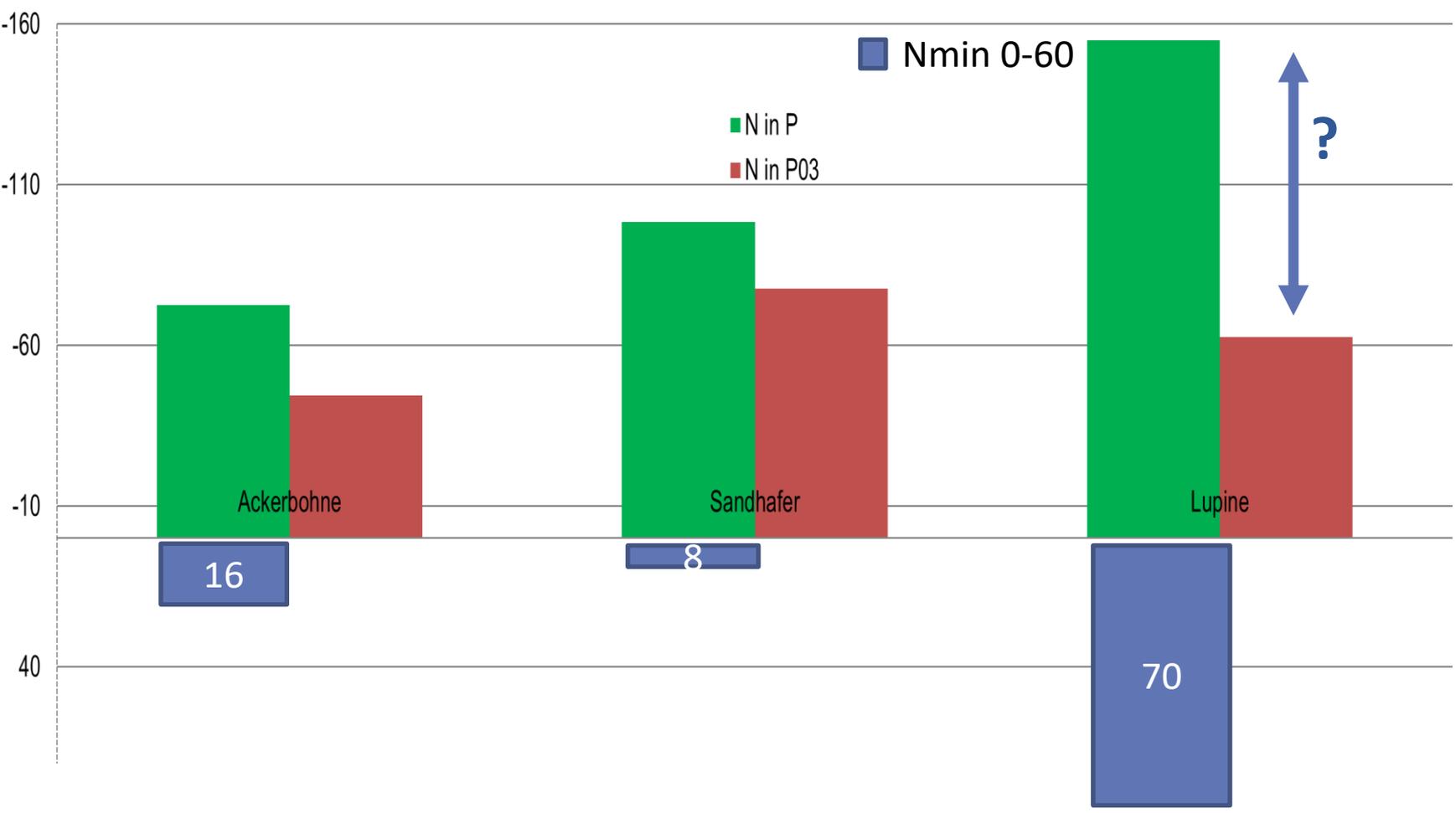
Aufwuchs kg N/ha bei legumen Zwischenfruchtreinsaaten: Borken, IS 30 BP

Zwischenfrucht	kg N/ha	Beprobungs-Monat	aus Fixierung kg N/ha Kolbe/Isotopenmessung
Erbse (n=1)	129*	Juli	117/ --
Winterackerbohne (n=1)	93*	Mai	103/74
Sommerackerbohne (n=2)	71	Dez.	93/--
Bitterlupine (n=5)	108	Dez.	108/86

Eigene Auswertung 2014-2020; *einjährig

- Leguminosen als Zwischenfrucht
- N₂- Fixierung & Speicherung

Stand 2014: Aufnahme von N



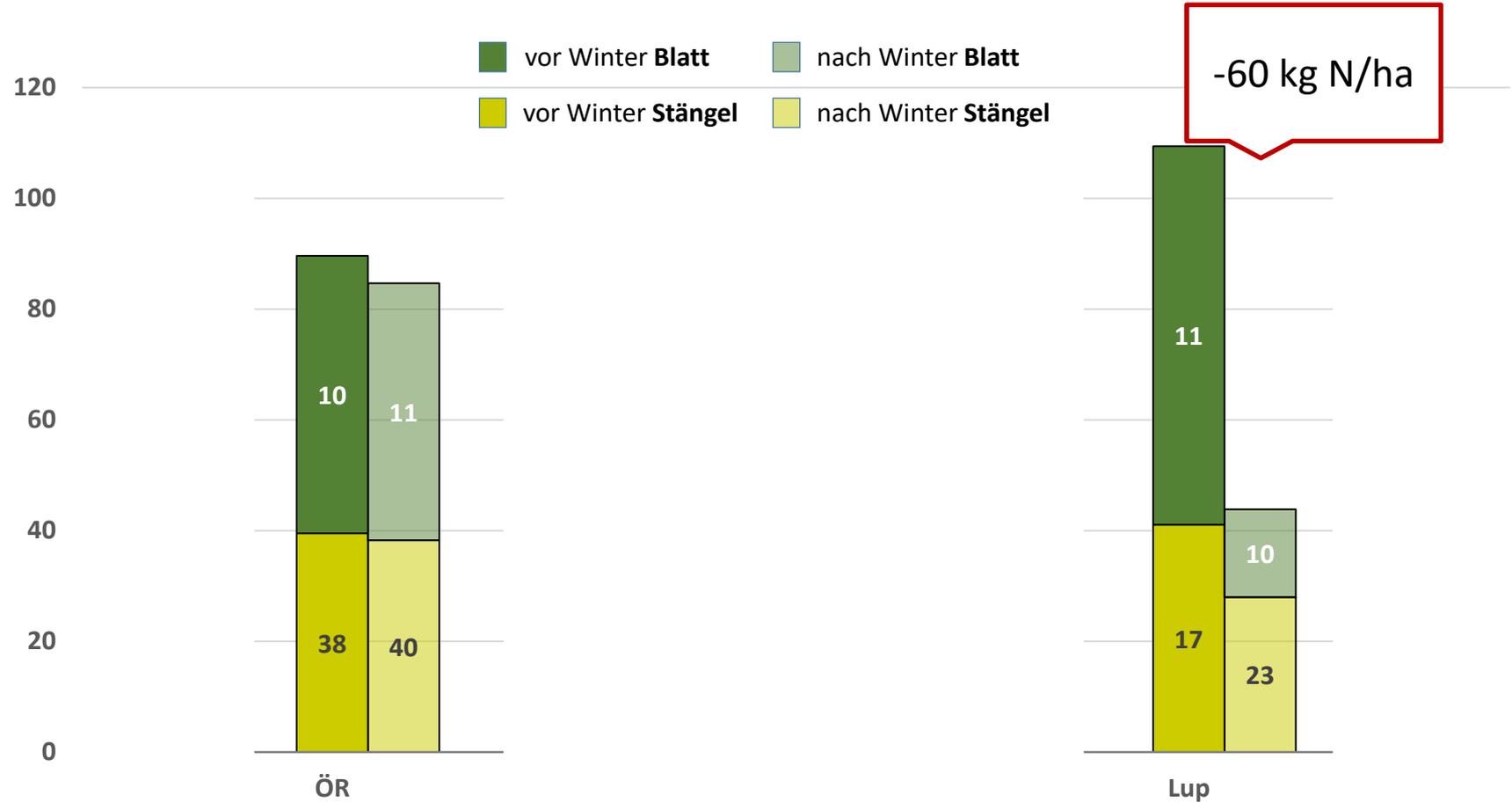
Speisung des N- Pools (C:N 12)

1,3 to C

150 kg N



- Leguminosen als Zwischenfrucht
- N₂- Fixierung & Speicherung



Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte auf die Stickstoffaufnahme in den Spross (Balken) und das CN-Verhältnis (Zahlen in Balken) auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut in Hennef vor und nach Winter 2019/20.





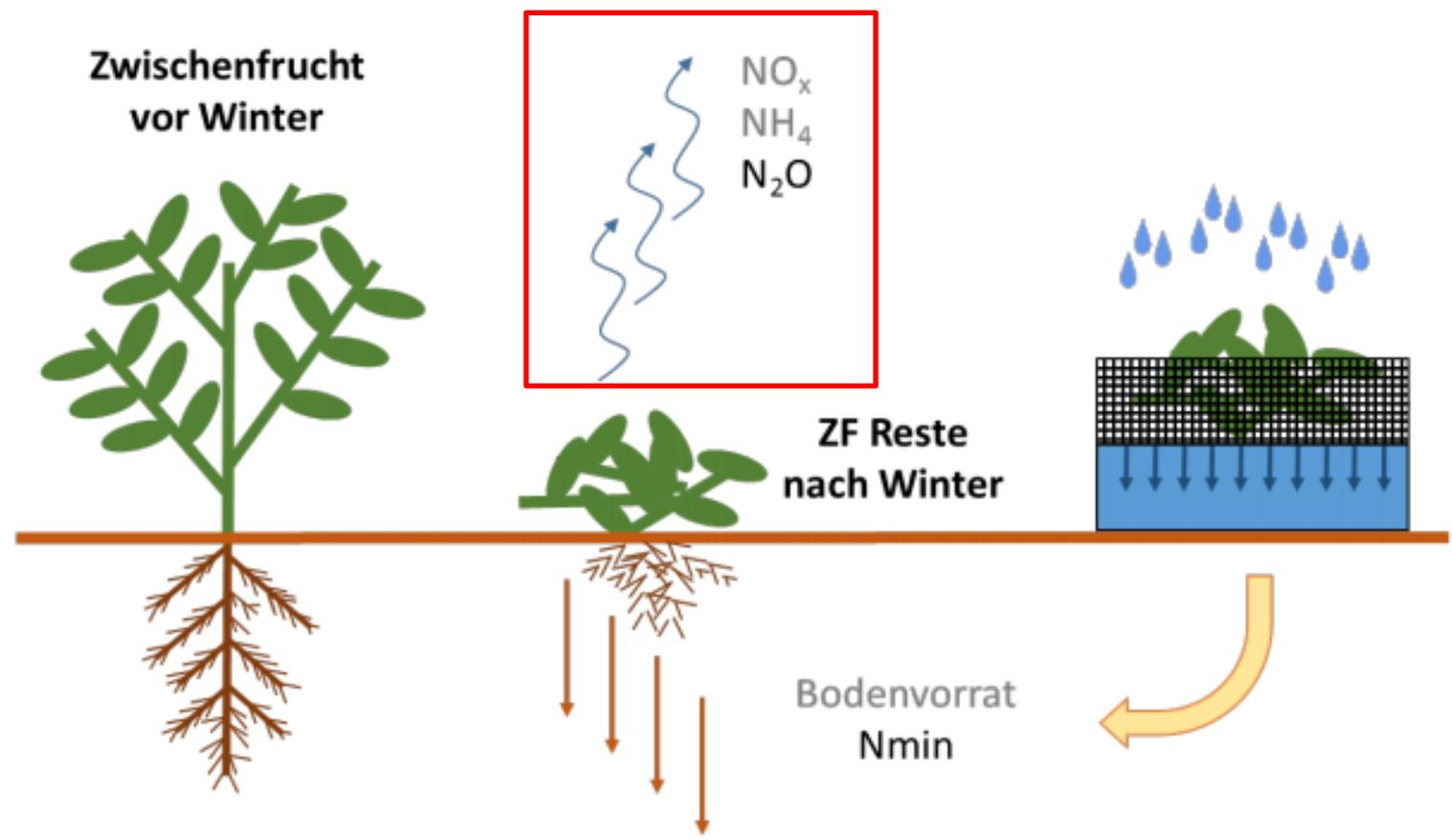


Abb. 1: Validierung der Methode nach Badawi et al. (2011): Vergleich der Lagerung von gemulcheter bzw. gewalzter Sprossmasse in Kisten und auf dem Boden im Vergleich zu stehenden Beständen.

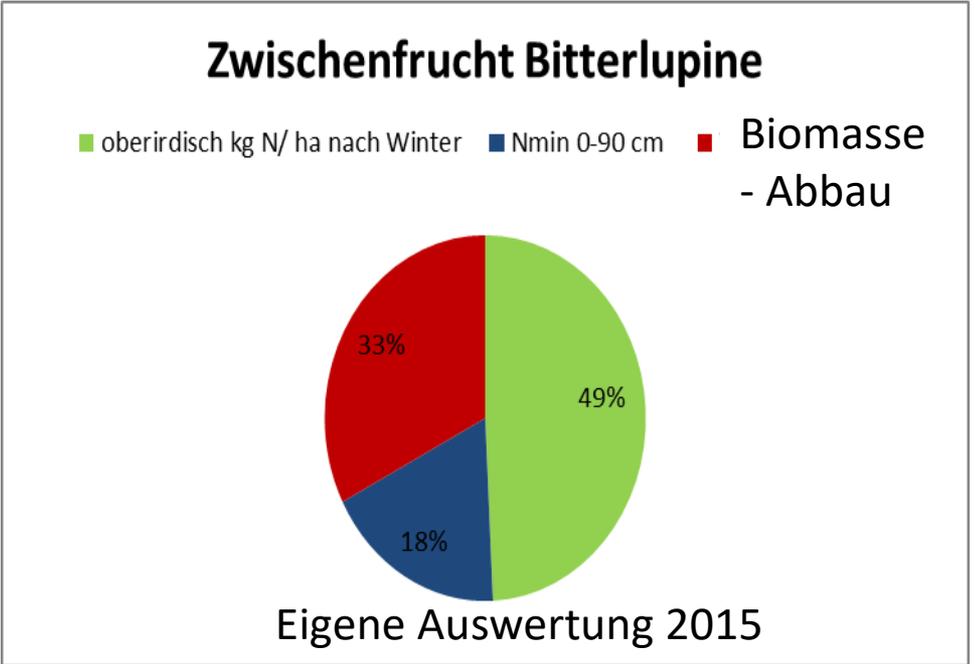
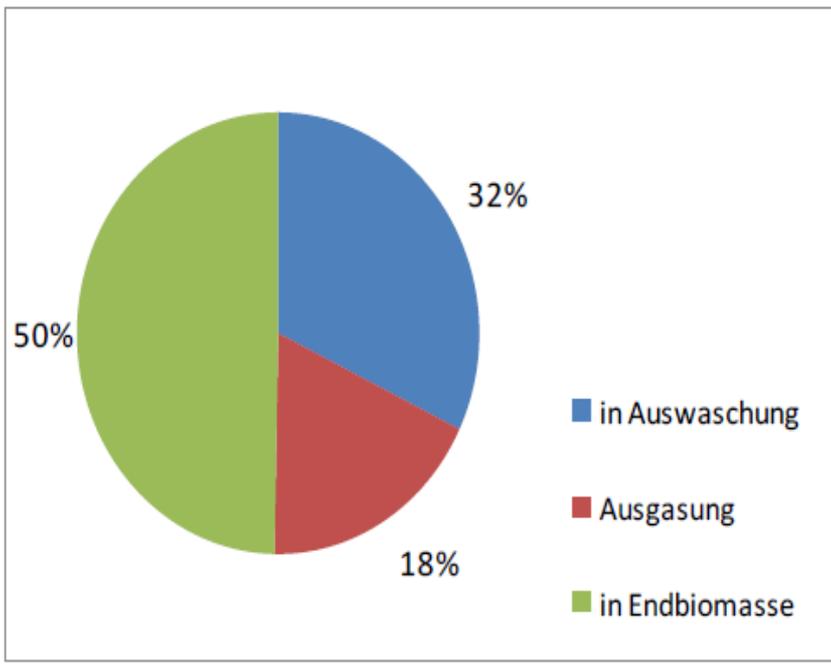


Abb. 37: Prozentuelle Aufteilung der Stickstoffgehalte bzw. -verluste (%) in der Versuchsvariante Leguminosenmischung

- **Leguminosen als Zwischenfrucht**

- **Verluste aus Zwischenfrüchten, Lösungsansätze**

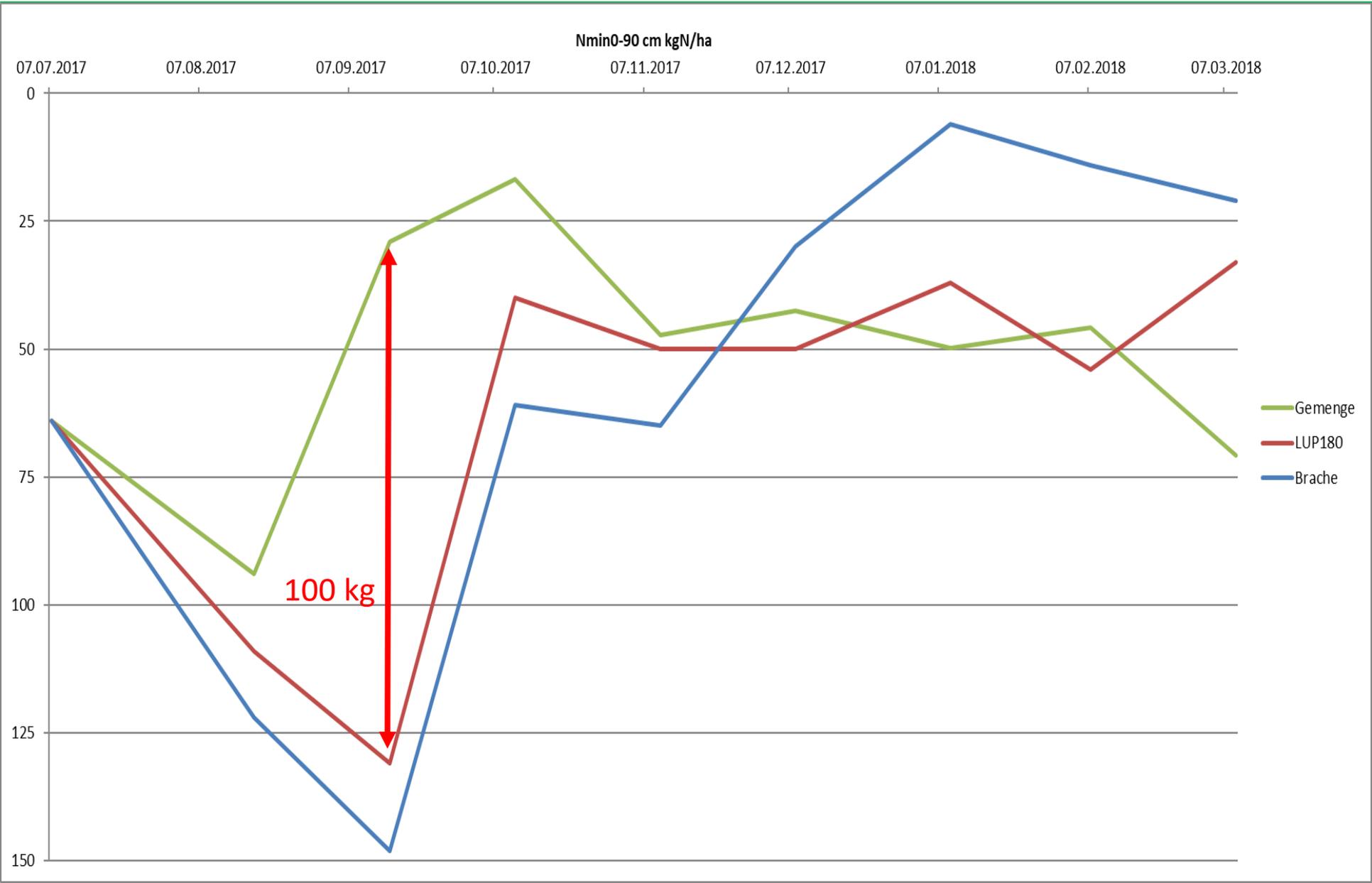


- Leguminosen als Zwischenfrucht
- Verluste aus Zwischenfrüchten, Lösungsansätze



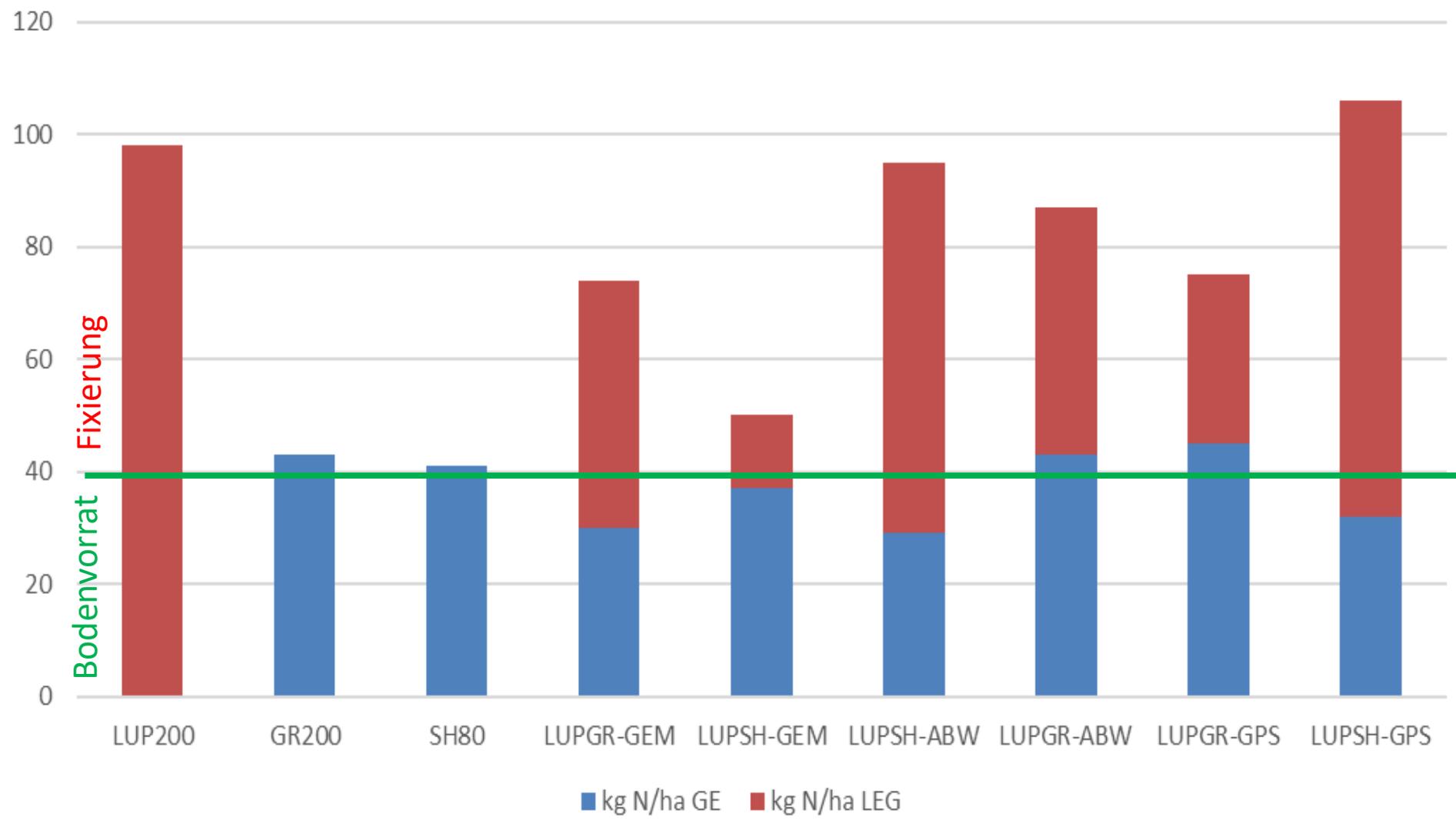
Leguminosen als Zwischenfrucht

Verluste aus Zwischenfrüchten, Lösungsansätze



- Leguminosen als Zwischenfrucht
- Verluste aus Zwischenfrüchten, Lösungsansätze

Aufwüchse Dezember 2018



- Leguminosen als Zwischenfrucht

- Verluste aus Zwischenfrüchten, Lösungsansätze



Zwischenfrüchte: Fazit

- Körnerleguminosen als Zwischenfrucht können erhebliche Mengen N erzeugen
- 70 % (kleinkörnige) bis 100 % (großkörnige Leg.) aus der Fixierung (Kolbe; 2008)
- Isotopenbestimmung bestätigen Anteil von 70-80 % im Aufwuchs
- gasförmige Verluste bei abfr. Leguminosen von 18 % des Gesamt- N (Badawi, 2010)
- Auswaschungsverluste bei abfr. Leguminosen von 33 % des Gesamt- N (Badawi, 2010)
- Biomasseabbau von bis zu 55 % über Winter (Stumm et.al, 2016-2019)

- U.a. Bitterlupine, Inkarnat- & Perserklee berücksichtigen den N_{min} wenig
- Hohe Rest- N_{min}- Werte können von reinen Leguminosenbeständen nicht abgebaut werden > Kombination mit nicht legumer Speicherkultur (winterhart!)

- Je enger das C/N- Verhältnis bzw. höher Anteil Blattmasse desto schneller die Umsetzung
- Je gröber die Zerkleinerung desto langsamer die Mineralisierung

- Klee- & Luzernegras
- N₂-Fixierung & Vorfruchtwert

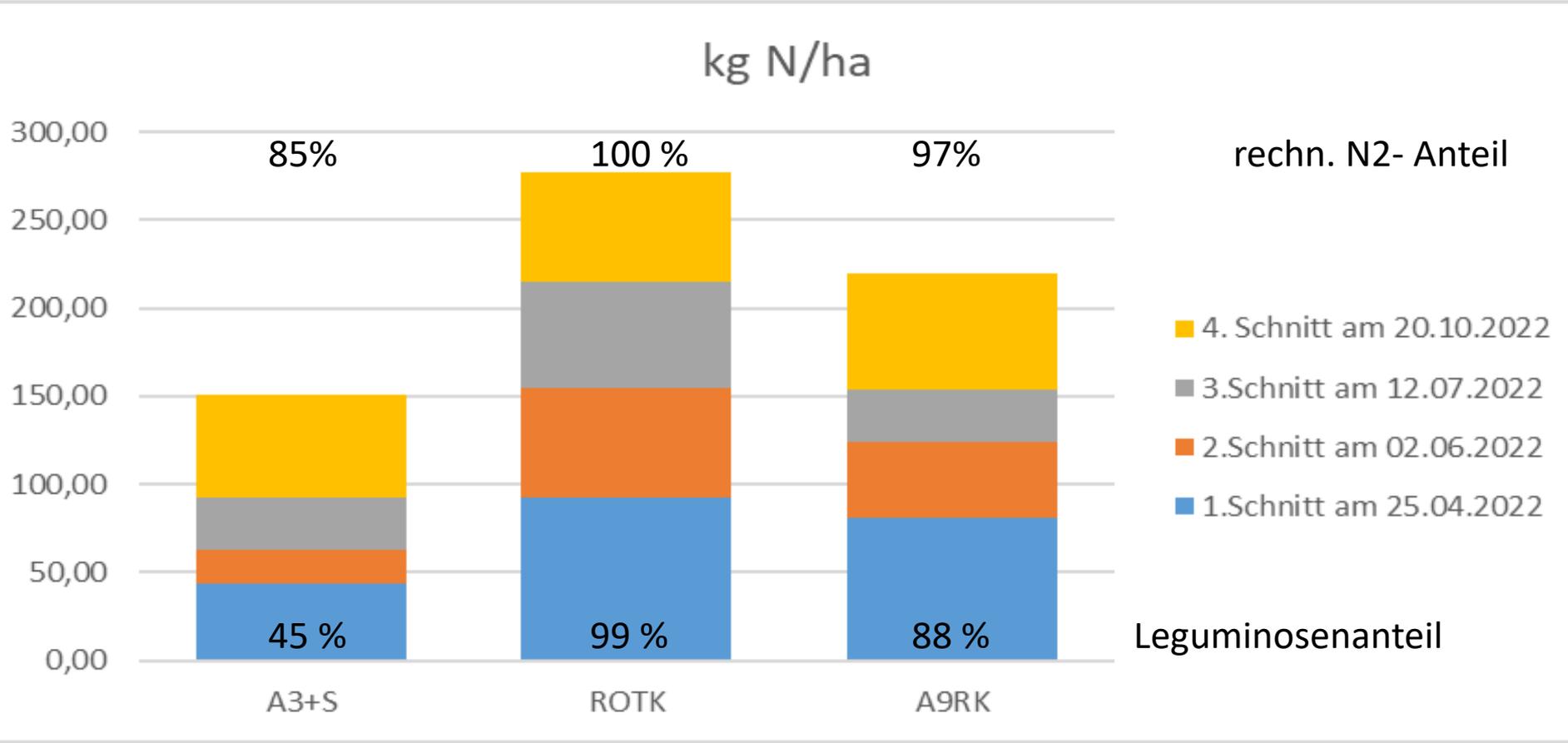


- Klee- & Luzernegras
- N₂-Fixierung & Vorfruchtwert

Nutz-ung	Fruchtarten	FM-Ertrag (dt/ha)	N-Gehalt (kg N/dt FM)	N-Entzug N-Aufwuchs (kg/ha)	N-Bindungsberechnung		
					Gleichung	N-Bindg. (kg N/ha)	
SCHNITT	Gemenge	Kleegras 30:70	400	0,43	172	$1,19 \times \text{N-Entzug} - 50$	155
		Kleegras 50:50	400	0,47	188	$1,19 \times \text{N-Entzug} - 50$	174
		Kleegras 70:30	400	0,50	200	$1,19 \times \text{N-Entzug} - 50$	188
		Luzernegras 30:70	400	0,45	180	$1,35 \times \text{N-Entzug} - 110$	133
		Luzernegras 50:50	400	0,50	200	$1,35 \times \text{N-Entzug} - 110$	160
	Luzernegras 70:30	400	0,55	220	$1,35 \times \text{N-Entzug} - 110$	187	85 %
	Reinsaat	Weißkleegras 50:50	400	0,47	188	$1,4 \times \text{N-Entzug} - 10$	253
		Klee-, Luzernegemenge	400	0,57	228	$1,24 \times \text{N-Entzug} - 60$	223
		Kleearten (außer Weißklee) ¹⁾	400	0,55	220	$1,24 \times \text{N-Entzug} - 60$	213
		Weißklee	400	0,55	220	$1,45 \times \text{N-Entzug} - 10$	309
Luzerne, Serradella u. Esparsette		400	0,62	248	$1,4 \times \text{N-Entzug} - 120$	227	

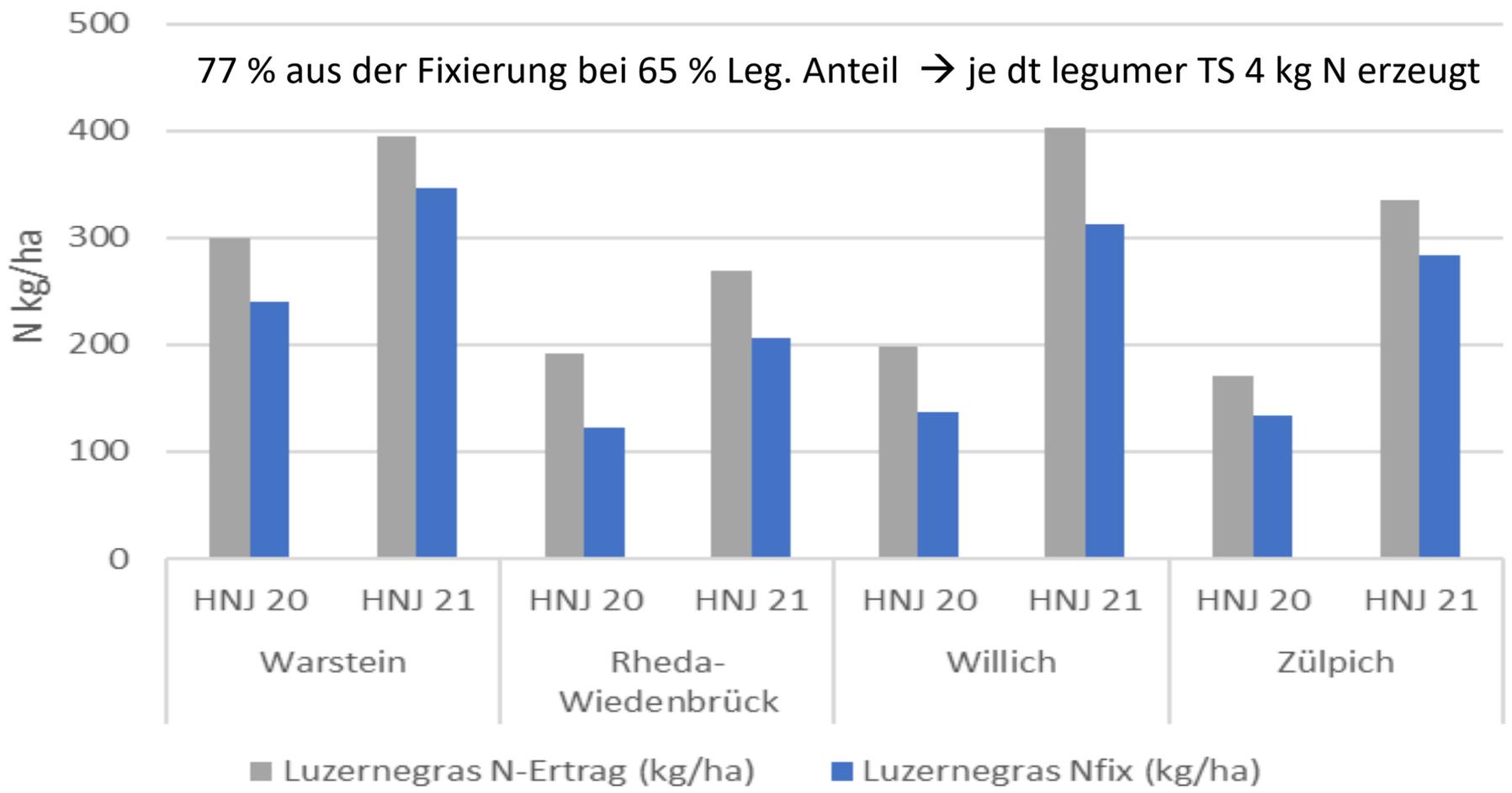
Tab.: N-Bindungsmenge und –Saldo (kg N/ha) im Futterleguminosenanbau je nach Nutzung; Kolbe (2008)

- Klee- & Luzernegras
- N₂-Fixierung & Vorfruchtwert



Netto- N-Entzüge verschiedener Mischungen 2022 in kg N/ha im Aufwuchs o. Stoppeln

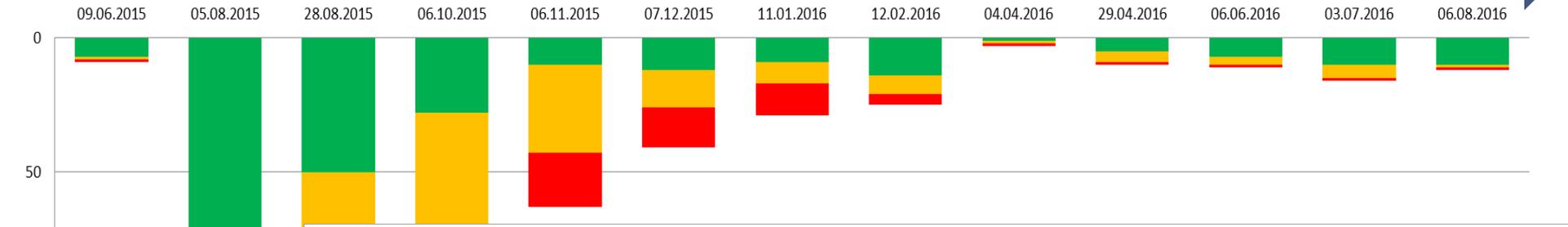
- Klee- & Luzernegras
- N₂-Fixierung & Vorfruchtwert



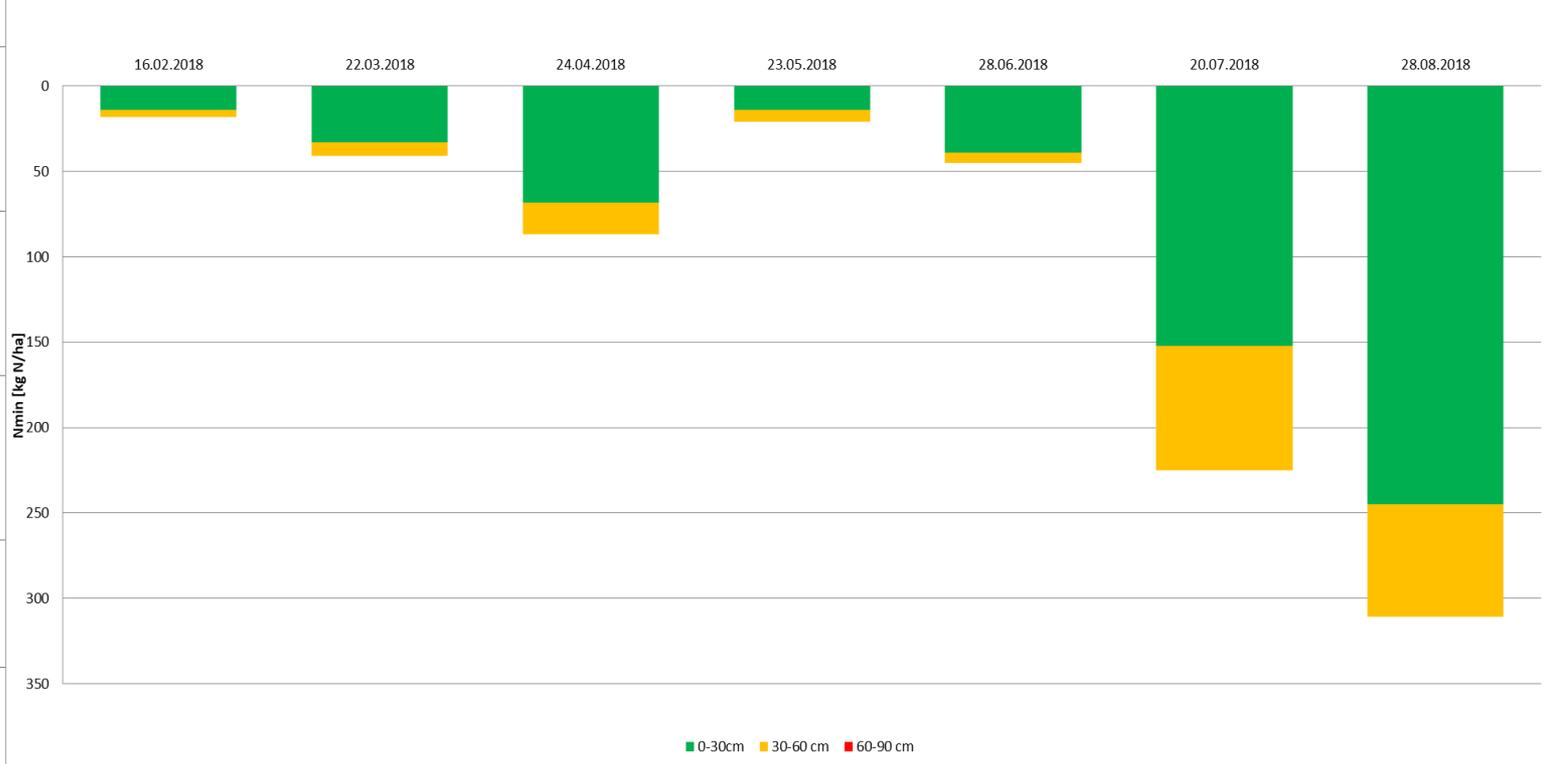
Netto- N-Entzüge verschiedener Standorte 2020/2021 in kg N/ha im Luzernegras, hiervon aus Fixierung ; Quelle: Leitbetriebe NRW (2022)

- Klee- & Luzernegras
- N₂-Fixierung & Vorfruchtwert

Klee gras ab 20.08. nach Dinkel Löß, 80 BP)



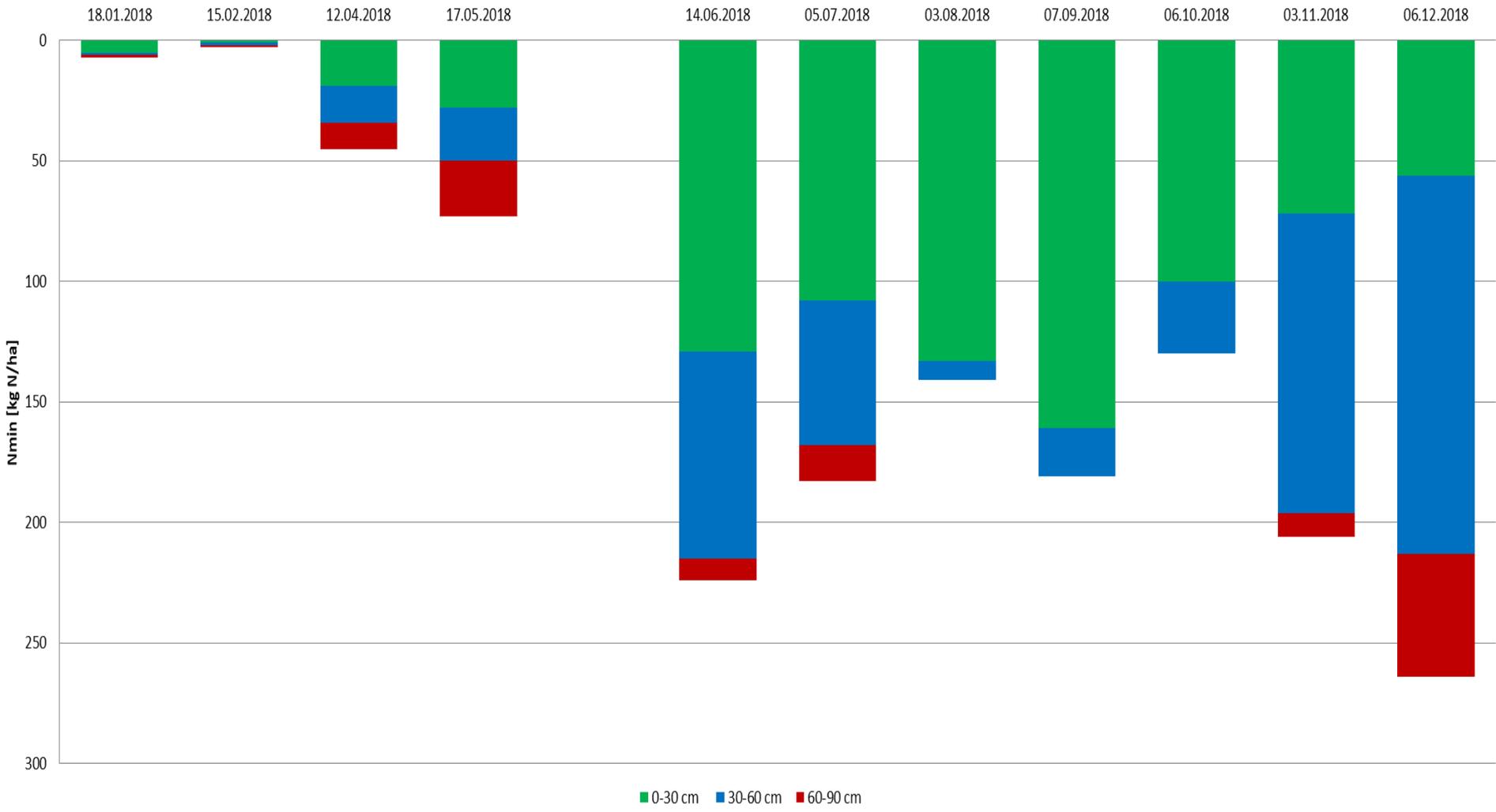
Klee gras bis 15.03.



09.12.2022

- Klee- & Luzernegras
- N₂-Fixierung & Vorfruchtwert

Kleegras bis 25.04, Silomais 07.05.-26.09. (Sand 20 BP)



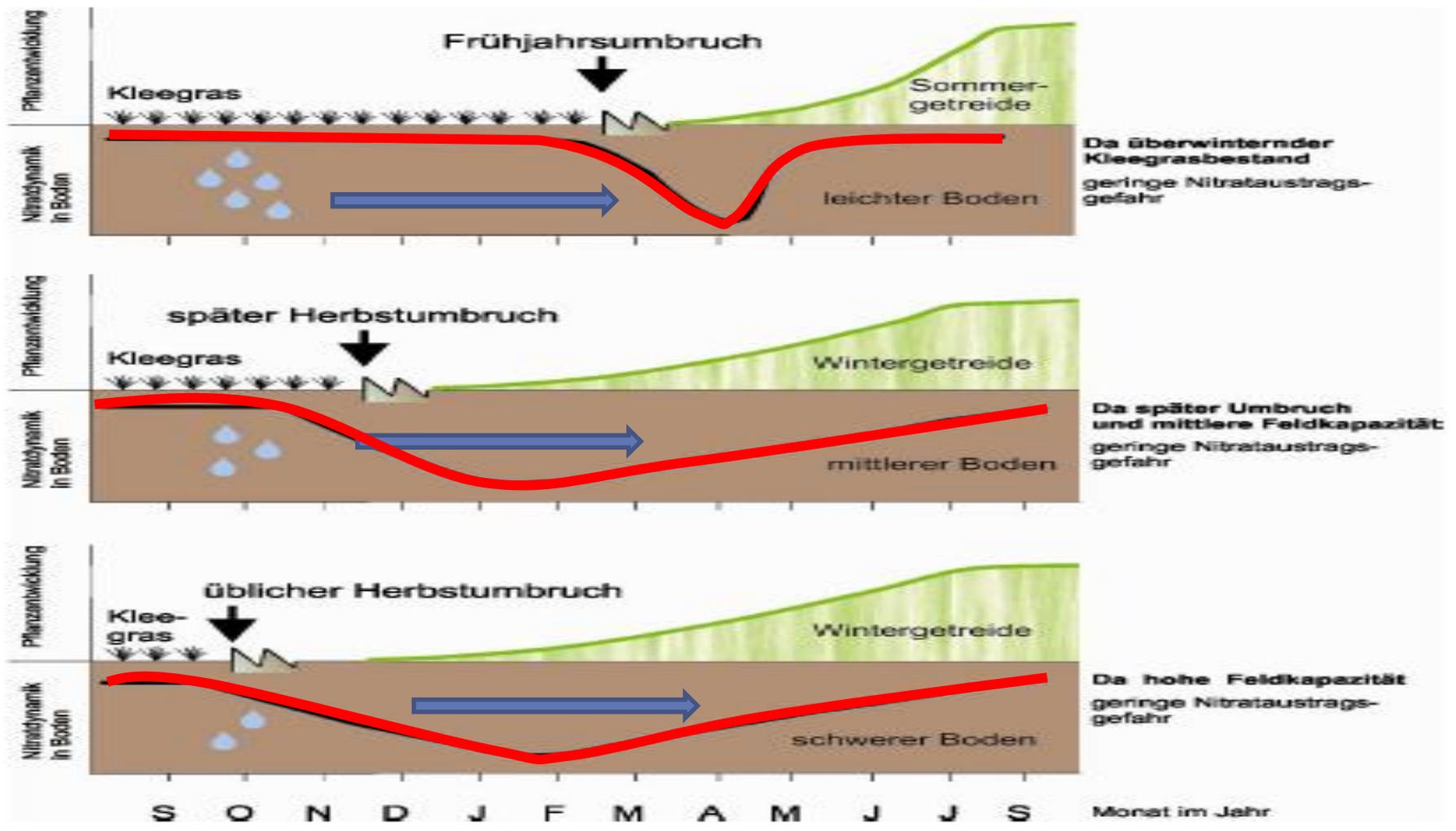


Abbildung 2.6: Schematische Darstellung der Bodenstickstoffgehalte verschiedener Böden nach standortangepasstem Umbruch von Rotklee gras (nach Faßbender & Heß)

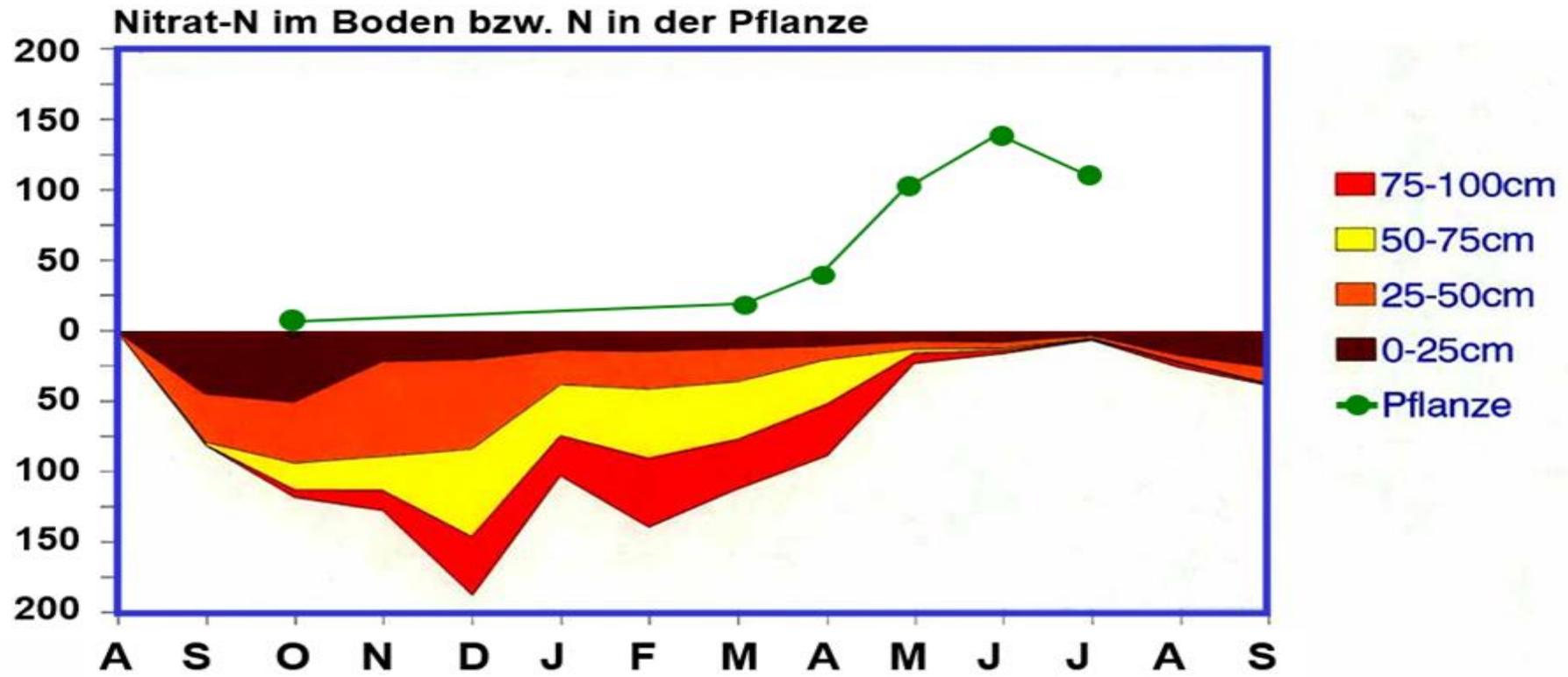
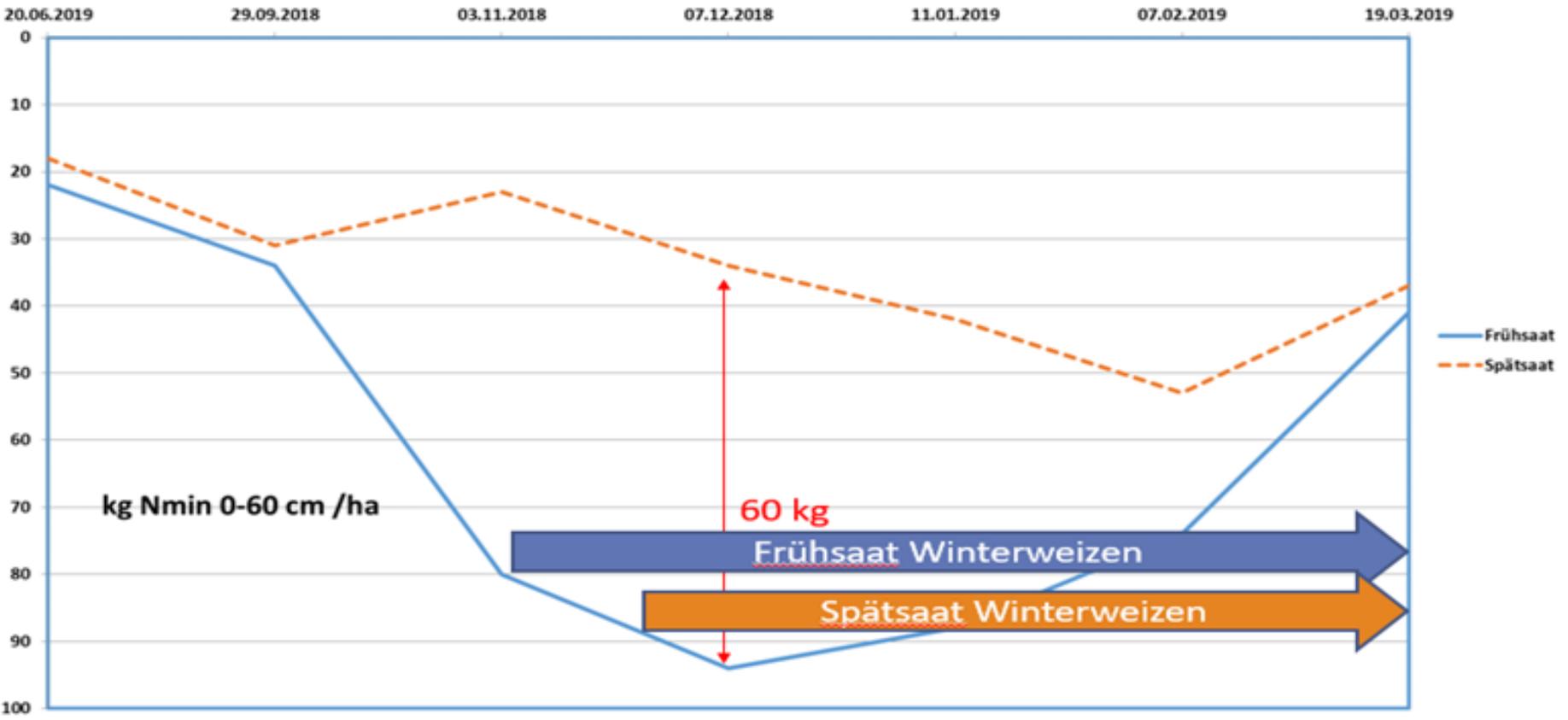
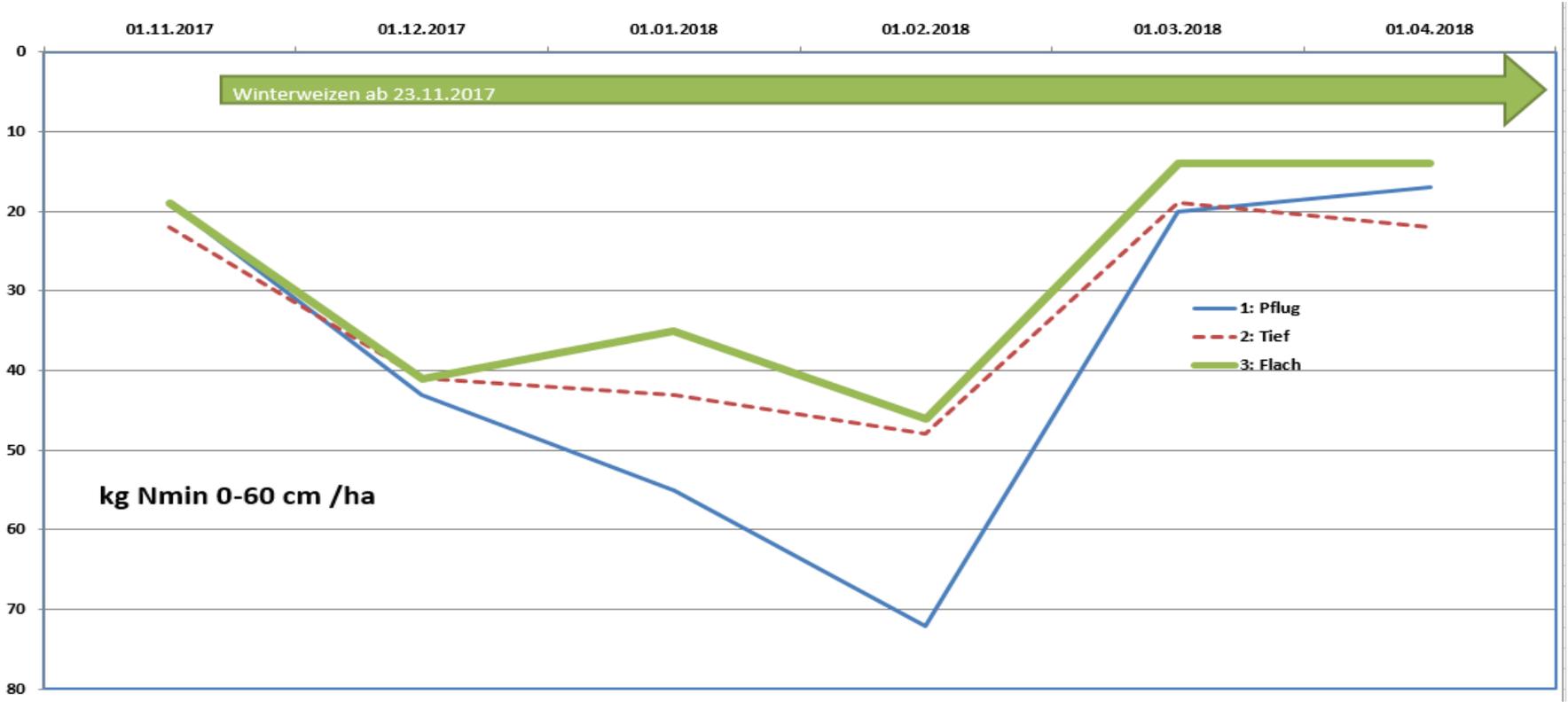


Abbildung 2: Nitrat-Stickstoff-Freisetzung unter Winterweizen nach Klee grasumbruch und N-Aufnahme durch die Pflanze (Winterweizen) auf einem Lößboden in kg pro ha (Heß 1995)



Nmin 0-60 cm unter Frühsaat (November) zu Spätsaat (Dezember) *

So spät wie möglich, so flach wie nötig..



Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Mineralisierung, kg Nmin0-60 cm *

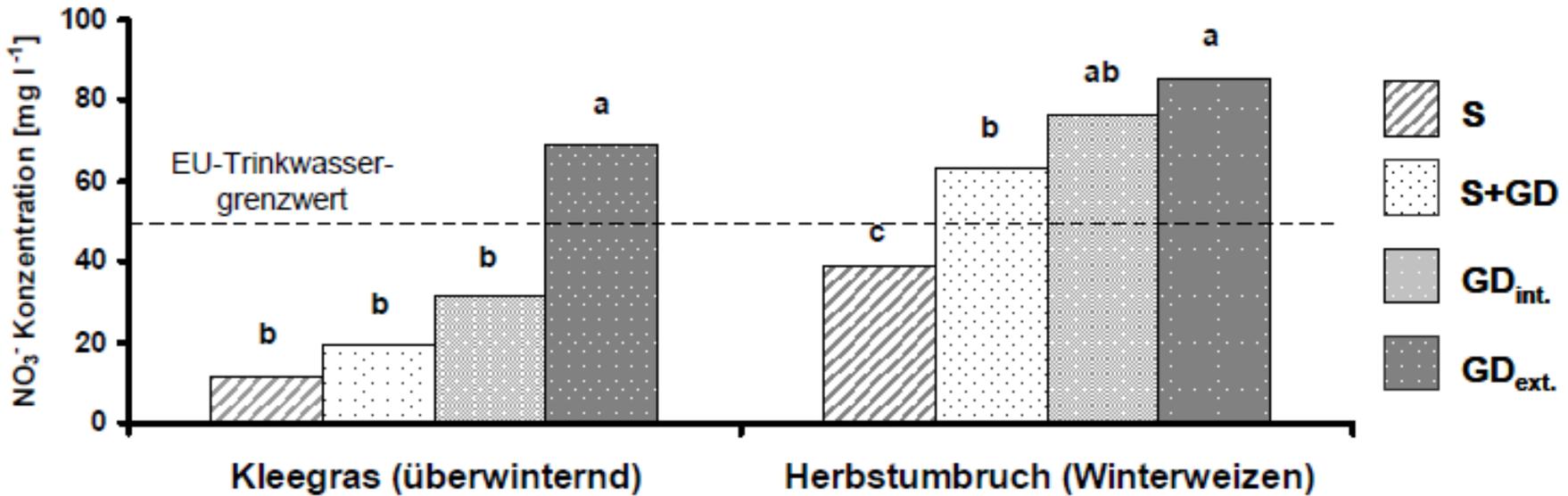


Abb. 1: Bedeutung der Interaktion Klee gras-Nutzung*Umbruchzeitpunkt für die mittlere NO₃⁻-Konzentration [mg NO₃⁻ l⁻¹] im Sickerwasser im Mittel der Sickerwasserperioden 2001/02 und 2002/03 (multipler Mittelwertvergleich innerhalb eines Umbruchtermins (slice= Umbruchtermin))

Auswirkung der Klee gras-Nutzung auf Nitrat im Sickerwasser (S.Drey mann et.al 2003)

- N- Entzüge von 150 -400 kg/ha sind in Praxisbetrieben gemessen worden
- 85- 100 % des N stammen aus der N₂- Fixierung (Kolbe 2008)
- Im etablierten Klee- und Luzernegras sind die N_{min}-Werte < 10 kg N_{min} je 0-30 cm
- Nach Etablierung und nach Umbruch besteht hohes Risiko der Verlagerung
- Ein Umbruch muss nach Winter erfolgen, nur in Einzelfällen ist der Umbruch vor Winter verlustarm
- Leichte Standorte mineralisieren auch im Winter schnell und viel, hier darf keine Winterung folgen

- Sicherste und gesündeste Variante: Klee gras und andere überjährige Futterleguminosen über Winter stehen lassen und passend zur Folgefrucht umbrechen
- Rest-N_{min} nach Nachfrucht muss über Begrünung gebunden werden
- Die Jahre werden trockener: mehr Überschuss- N, weniger Sickerwasser zu einem späteren Termin

Systeme, die früher funktioniert haben sind nun teilw. nicht mehr vertretbar!

Literatur

Sommerzwischenfrüchte für verbessertes Stickstoff- und Beikrautmanagement in ökologischen Anbausystemen mit reduzierter Bodenbearbeitung in den gemäßigten Breiten (Meike Grosse, Jürgen Heß; 2018)

Verfahren zur Berechnung der N-Bindung von Leguminosen im Ökolandbau (Kolbe, 2008)

Stickstoffaufnahme von Zwischenfrüchten über Winter- Einfluss aus Nitratverlagerung und potentielle Nachlieferung im Frühjahr; C. Stumm et. al (2019)

Verluste der oberirdischen Biomasse von abfrostenden Begrünungspflanzen durch Ausgasung vor der Einarbeitung in den Boden; A. Badawi (2010)

Wasserschutz im Ökologischen Landbau: Leitfaden für Land- und Wasserwirtschaft; G. Haas (2010)

"Residualer Stickstoff aus mehrjährigem Futterbau: Optimierung seiner Nutzung durch Fruchtfolge und Anbauverfahren unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus". Heß (1995).

Schnittgutabfuhr oder Gründüngung? Auswirkung der Klee gras-Nutzung auf Nitrat im Sickerwasser und Folgefrüchte; S. Drey mann et. al (2003)