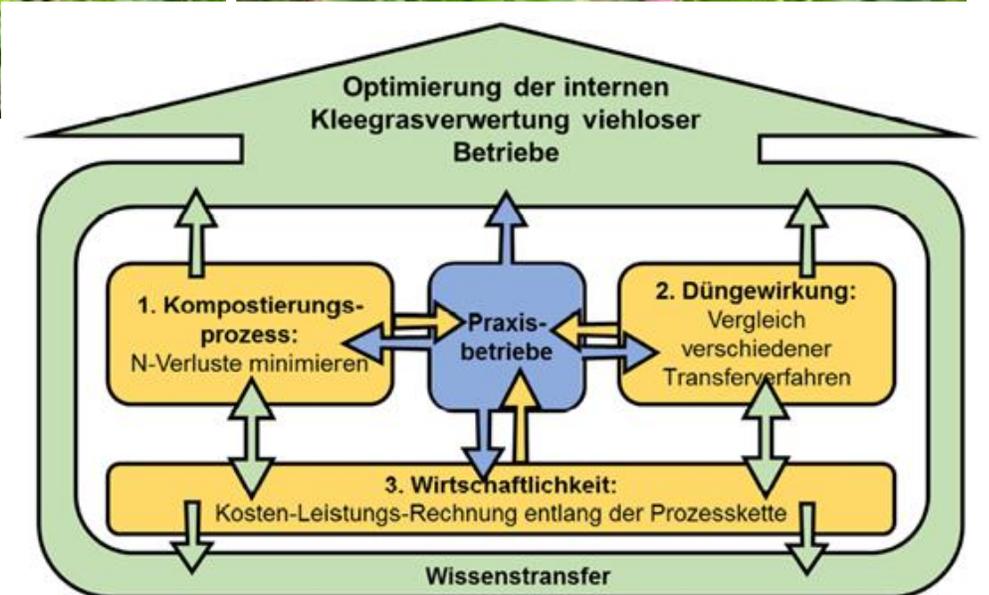


# Optimierung von Klee-grastransferstrategien in Ökolandbaubetrieben - OptiKG



Gefördert durch



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

Projektträger



Bundesanstalt für  
Landwirtschaft und Ernährung

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Drei (Vor-)Urteile zur Kompostierung von Klee gras

Kompostierung von Klee gras und Kompostanwendungen ist keine gute Transferstrategie, weil

- zu hohe N-Verluste auftreten,
- die Düngewirkungen von Klee graskomposten ungünstig sind und
- die Klee graskompostierung unwirtschaftlich ist

Warum sprechen wir (auch) darüber ?

- Viehlose Umstellungsbetriebe nehmen deutlich zu
- Innerbetriebliche Kreisläufe und Effizienz sollten gefördert werden
- Diskussionen zu den Klee gras Transferstrategien sind hoch aktuell (Mulchen ...)
- Transferstrategien müssen sachlich umfassend analysiert werden

# Umgang mit dem Kleeerasaufwuchs

## das Mulchen des Kleeerasaufwuchses

- spielt vor allem auf viehlosen und vieharmen Betrieben eine große Rolle
- 68,4 % der viehlosen und viehschwachen Betriebe mulchen mindestens einen Schnitt ganz oder teilweise hiervon sind vor allem der dritte und/oder spätere Schnitte betroffen<sup>9</sup>
- bringt negative Folgen mit sich:
  - **Geringere N-Fixierleistung**
    - Durch höhere  $N_{\min}$ -Verfügbarkeit im Boden, Bedeckung des Klees & Vergrasung des Bestandes (um 45 -60 % geringer im Vergleich zur Schnittnutzung <sup>1, 2</sup>)
  - **Geringerer Biomassertrag** (ca. 10 % geringer, bei 20% weniger Leguminosen <sup>3, 4</sup>)
  - **Höhere N-Verluste**
    - durch Auswaschung nach dem Mulchen und nach Umbruch (30 kg/ha bei Herbstumbruch <sup>5</sup>, 15 kg/ha bei Frühjahrsumbruch <sup>6, 5</sup>)
    - durch Ausgasung von Lachgas und Ammoniak (bei engem C/N-Verhältnis im Mulch 15 – 40 % von Gesamt-N <sup>7, 8</sup>)
  - **Keine mobile Verteilung** des Stickstoffs innerhalb der Fruchtfolge



# Kompostierungsversuch 1. Schnitt 2020

## Untersuchung des Einflusses d. Strukturart und d. -anteils

Faktoren Strukturträger

1. Faktor „St-Art“:

3 Stufen

(Stroh,

Grüngut,

Stroh + Grüngut)

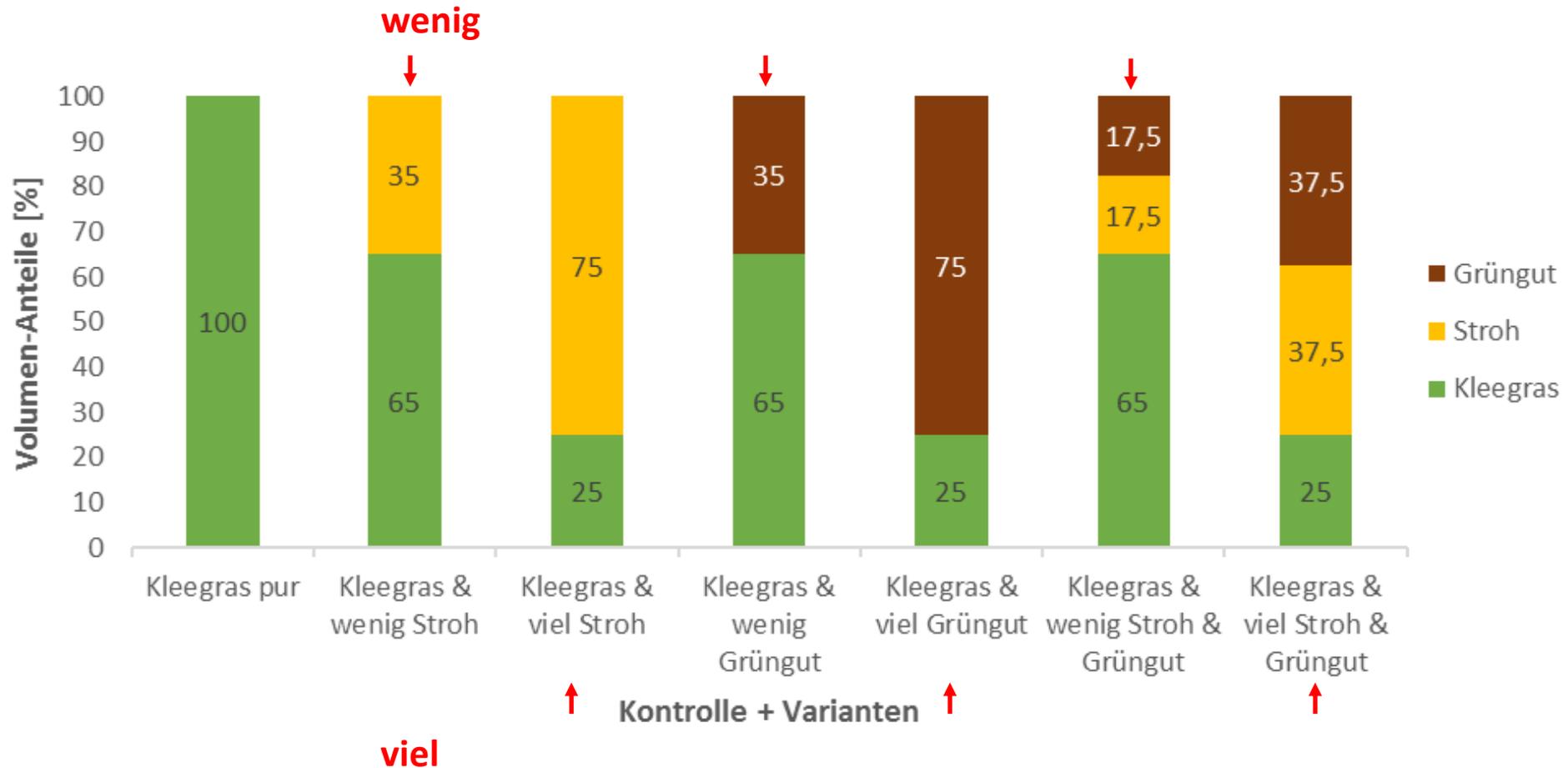
2. Faktor „St-Anteil“:

2 Stufen

(Wenig 35%

Viel 75 %)

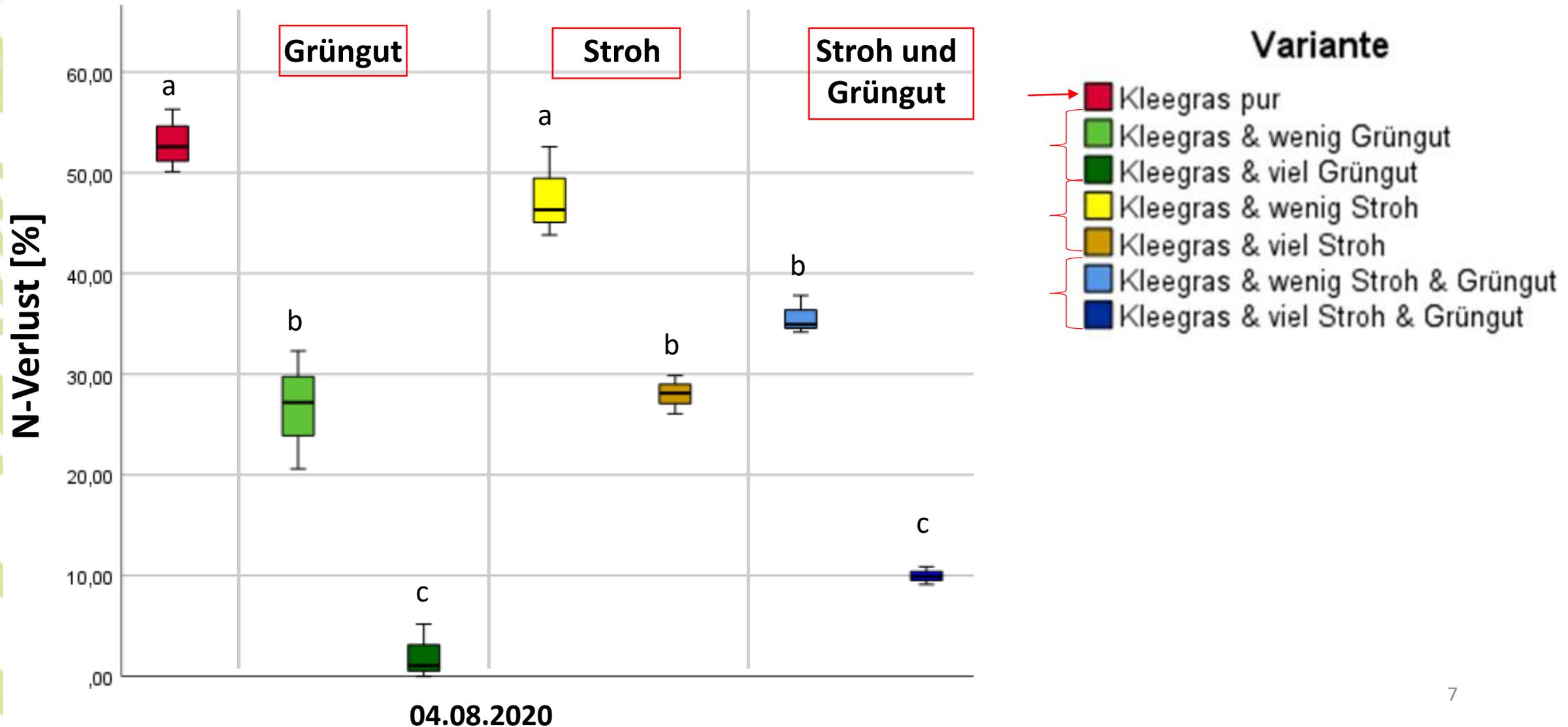
Mischungsverhältnisse in den Varianten



# N-Verluste nach Kompostierung (Strukturart und -anteile)

## Boxplots (N=3) der N-Verluste [%] nach P:N-Verhältnis

Homogene Untergruppen nach HSD-Test



## Untersuchung des Einflusses d. Strukturart und d. -anteils

- Beide Faktoren – **Struktur-Art & Strukturanteil** - beeinflussen N-Gehalte und N-Verluste → **sehr geeignete Stellschrauben**
  - N-Verluste: 2 – 54 %
  - N-Gehalte: 1,5 – 4 % (in d. TS)
- C/N-Verhältnis und TM-Anteil des Kleeegrases sind hier jeweils eng mit Struktur in der Miete verbunden
- C-Lieferanten sind beide Strukturträger, im Gegensatz zu Sägemehl → deshalb: hoher statistischer Zusammenhang
- C/N – Verhältnis sekundäre Stellschraube

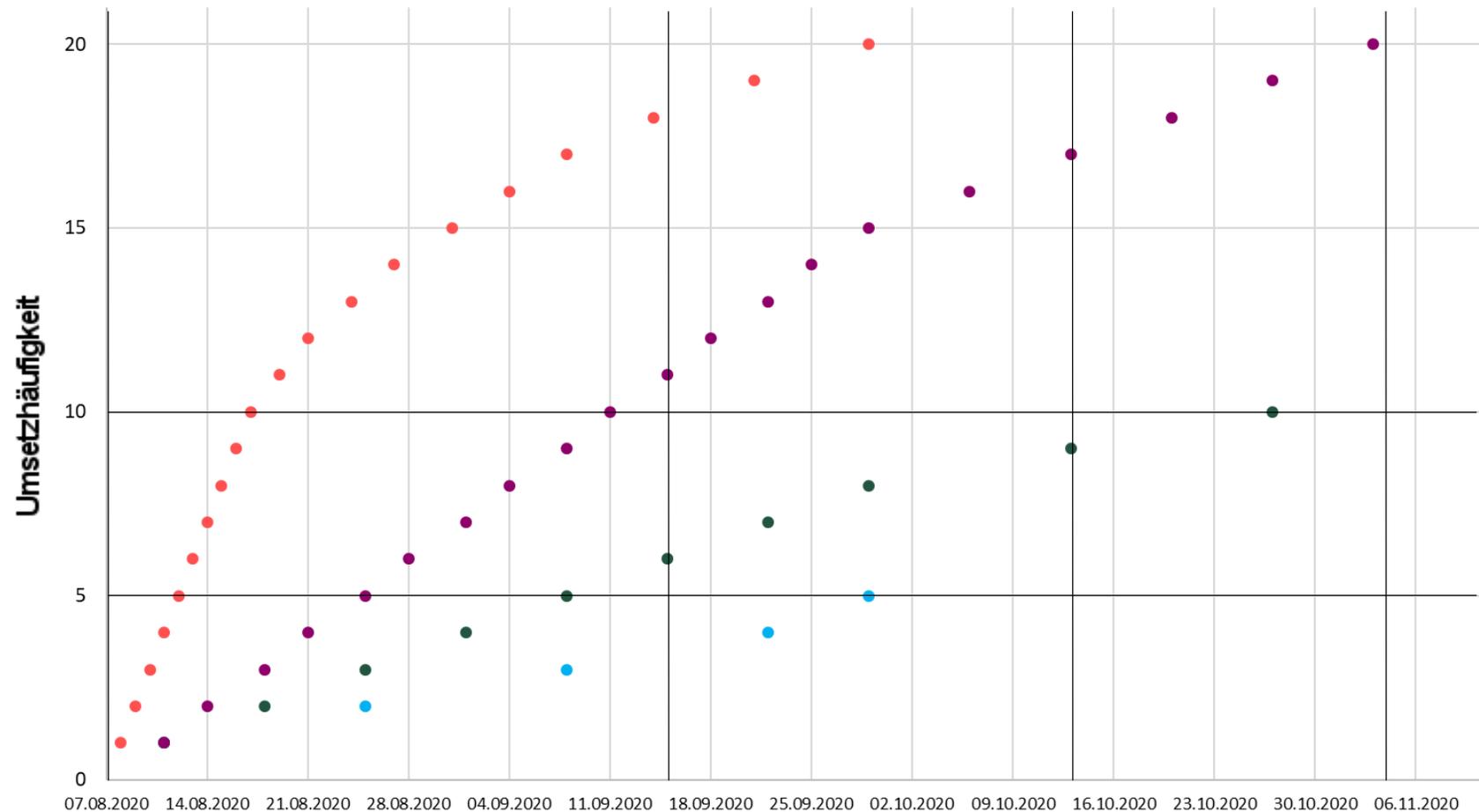
# Kompostierungsversuch 3. Schnitt 2020

## Untersuchung des Einflusses des Umsetzmanagementes und der Mischung



# Kompostierungsversuch 3. Schnitt 2020

## Untersuchung des Einflusses des Umsetzmanagement und der Mischung



1. Faktor  
**Umsetzmanagement**

- weniger (5 x)
- Kontrolle (10 x)
- mehr (20 x)
- Lübke (20 x)

2. Faktor „Mischung“:

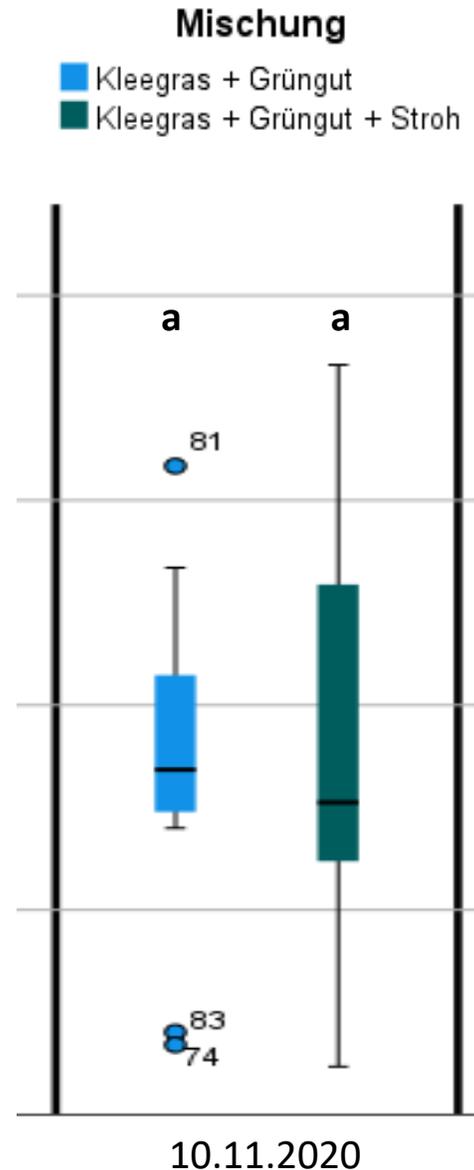
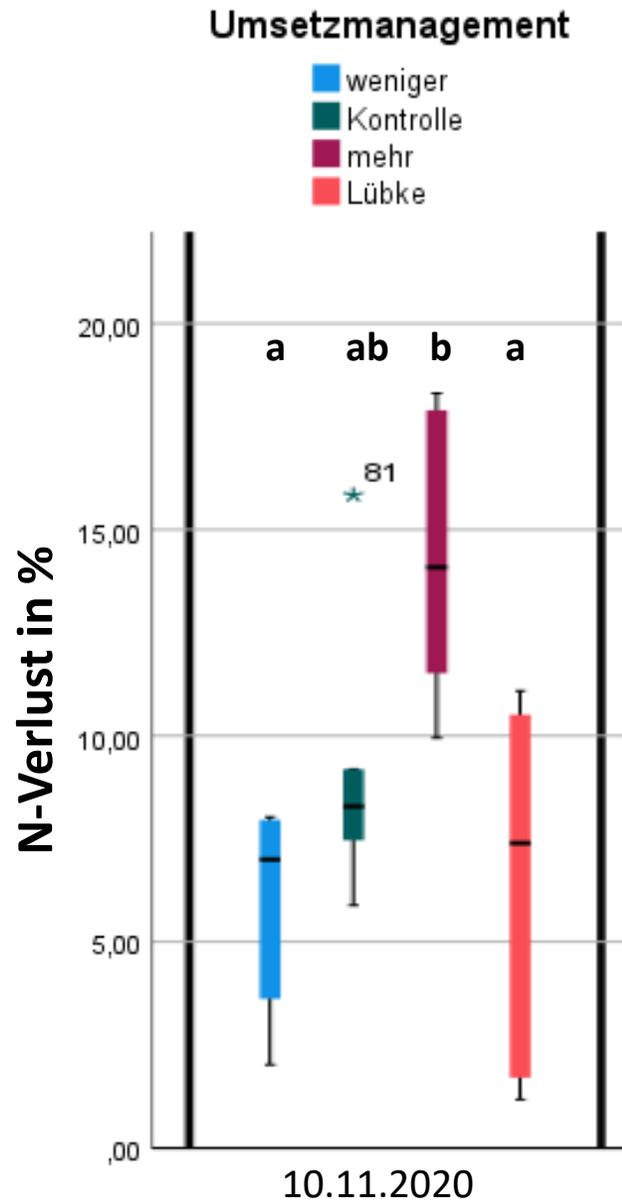
Klee gras – Grüngut

35/65%

Klee gras – Grüngut – Stroh

25/37,5/37,5

# Boxplots der N-Verluste in % nach P:N-Verhältnis



- der  $N_t$ -Verlust liegt zwischen 2 und 18 % der Ausgangs- $N_t$ -Menge (Bestätigung !)
- der  $N_t$ -Gehalt im Kompost kann durch das Umsetzmanagement beeinflusst werden
- Umsetzmanagement und die Wasserführung sind zwar wichtige Stellschrauben der Prozesssicherung, aber bezüglich der  $N_t$ -Verlust ist der Effekt der Mischung um ein Vielfaches höher

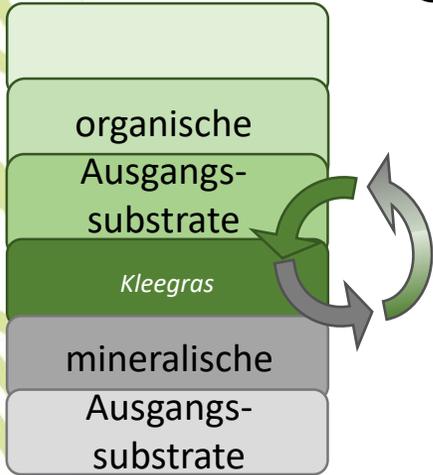
# Fazit der Kompostierungsversuche

- die Kompostierung von reinem Klee gras schneidet in allen Versuchen gleich schlecht ab (ca. 50 %  $N_t$ -Verlust, teils anaerobe Verhältnisse)
- der Strukturanteil und auch die Strukturart legen die Basis für eine erfolgreiche und verlustarme Kompostierung
- das Umsetzmanagement dient der Prozesssicherung, sein Einfluss auf den  $N_t$ -Verlust bei einer guten Mischung ist gering.
- das C/N-Verhältnis alleine ist keine gute Stellschraube jedoch eine gute Kontrollvariable für eine gute Ausgangsmischung
- die  $N_t$ -Verluste bei der Kompostierung von Klee gras können im betrachteten Zeitraum auf unter 20 % der Ausgangs- $N_t$ -Menge reduziert werden, wenn die Ausgangsmischung ausgewogen ist
- der  $N_t$ -Gehalt im fertigen Klee graskompost liegt zwischen 2 und 3 % in d. TS
- **Grundsätzlich: sowohl der  $N_t$ -Gehalt als auch der  $N_t$ -Verlust können durch das Kompostiermanagement beeinflusst werden**



# Stellschrauben Kompostierung

# Stellschraube 1 Auswahl Substrate



## Kleegrasernte:

- zur Blüte des Klees
- frisch (hoher Wassergehalt sehr vorteilhaft, 85%)
- ohne Aufbereiter mähen, Schwaden, mit Kurzschnittladewagen einfahren

## Auswahl und Menge der Co-Substrate:

- hauptsächlich Kohlenstoffträger -> C/N-Verhältnis weit wählen
- heterogene Struktur entscheidend, wirkt puffernd
- Volumenanteil Klee gras ca. 25-35 %

schnittreifes Klee gras



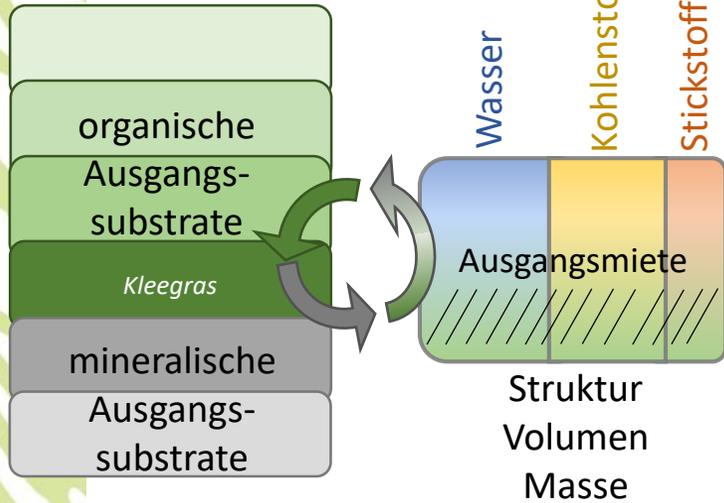
geschreddertes Grüngut



Stroh



etc.



# Stellschraube 2 Anteile Mischungen Strukturart/-menge

Kleegras-Grüngut-Stroh  
25,0 - 37,5 - 37,5 Vol.-%

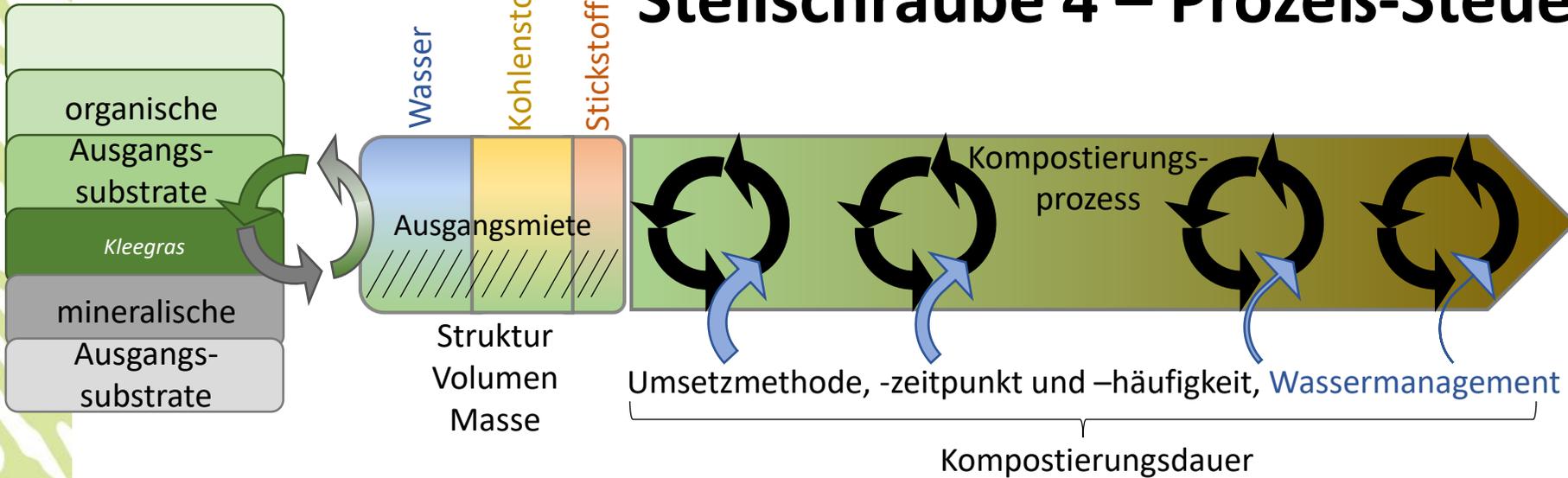
Kleegras-Grüngut  
35 – 65,0 Vol.-%



## Stellschraube 3 Bedingungen Kompostierungsbeginn

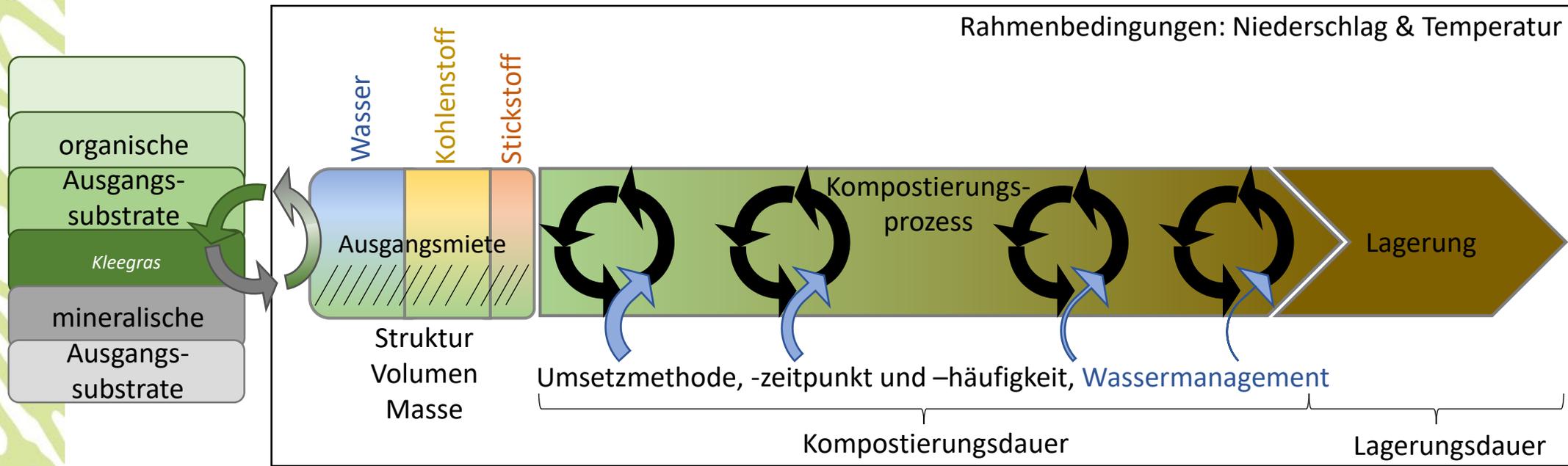
- **Wassergehalt zu Kompostierungsbeginn:** 50 – 60 %
- **C/N-Verhältnis:** bei ca. 30
- **Struktur:** heterogen und aerob
- **bestmöglich homogen mischen**

# Stellschraube 4 – Prozeß-Steuerung



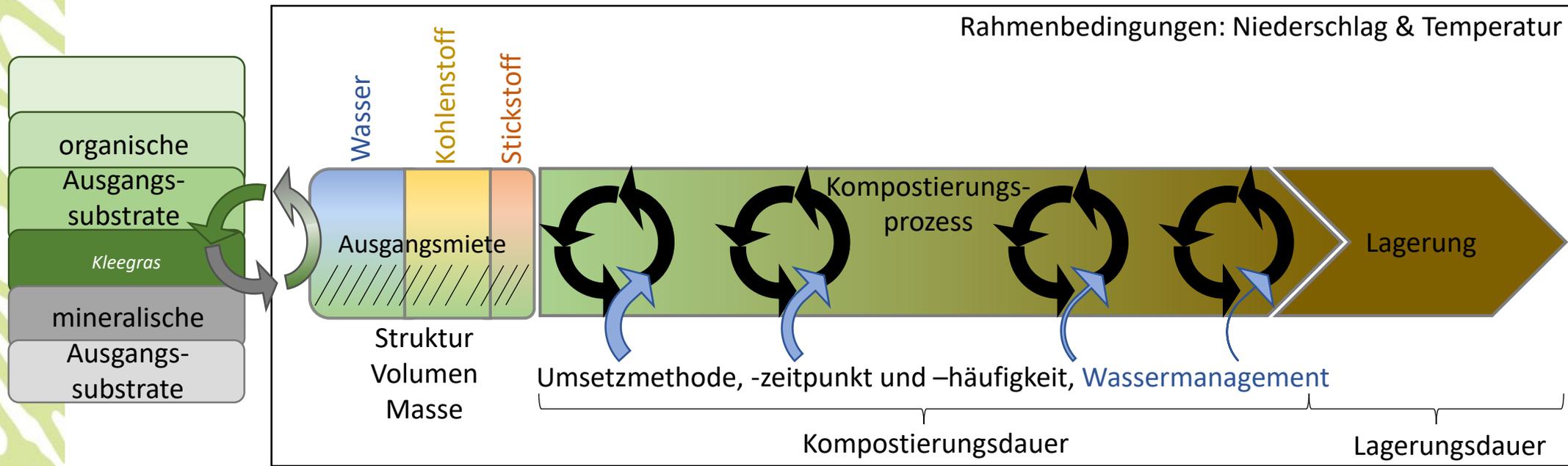
## Kompostprozess (=Umsetzen und Bewässern)

- dient der Aufrechterhaltung des Prozesses, Herstellung geeigneter Bedingungen, Mindestmaß je nach individuellem Rotteverlauf notwendig
  - 13 Wochen mit insg. 10 mal umsetzen, anfangs wöchentlich, dann zweiwöchentlich
- Bewässerung sollte mit Temperaturreduzierung abnehmen
- Veränderung der Umsetzzeitpunkte und -häufigkeiten und der Kompostierungsdauer haben bei guten Ausgangsmischungen einen geringen Einfluss auf den N-Verlust



## Stellschraube 5 – Prozeß-Steuerung

- **Bei angestrebter Lagerung** je nach Stabilität des Materials nach dem Kompostierungsprozess können noch Änderungen im Lager entstehen (Nährstoffgehalte, Volumen, Masse, Feuchtigkeit)
- Sowohl während Kompostierungsprozess als auch vor allem bei der Lagerung sollte unbedingt Niederschlagseintrag vermieden werden
- Sommer ≠ Winter



## Fertiger Kompost

- 40 – 50 % Wassergehalt
- C/N-Verhältnis von 10-15
- akkumulierter N-Gehalt (2-3 % in der TS)
- geringerer C-Gehalt
- feinkrümeligere, homogenere Struktur
- erdiger Geruch
- Volumenreduktion 50 – 70 %
- Massereduktion 30 – 50 %



# Düngewirkungen - Feldversuche

- Hier frühere Versuchsjahre
- N-Äquivalente Düngung: 85 und 170 kg N ha
- Klee gras frisch, siliert, kompostiert, kompostiert mit Grüngutzuschlag
- Ungedüngte Kontrolle
- Kontrolle mit Haarmehl-Pellets

# Düngungsversuche Winterweizen

## Eigenschaften der verwendeten Transferdüngesubstrate

Jahr	Düngesubstrat		TS (%)	N kg (dt TM) <sup>-1</sup>	P kg (dt TM) <sup>-1</sup>	K kg (dt TM) <sup>-1</sup>	C/N [1:...]
	(Klee gras ...)	Abk.					
VJ 1	frisch	KGf	52,2	2,8	0,2	2,7	16,0
VJ 1	siliert	KGs	45,4	3,0	0,3	3,6	15,4
VJ 1	kompostiert	KGk	37,4	3,8	0,6	6,1	10,0
VJ 1	mit Grüngut kompostiert	KGGk	47,5	2,3	0,4	2,6	10,6
VJ 2	frisch	KGf	36,9	3,0	0,3	3,4	15,3
VJ 2	siliert	KGs	50,7	2,9	0,3	3,4	15,7
VJ 2	kompostiert	KGk	39,6	3,9	0,7	8,2	10,2
VJ 2	mit Grüngut kompostiert	KGGk	57,2	2,5	0,4	3,1	10,0

# Düngungsversuche Winterweizen

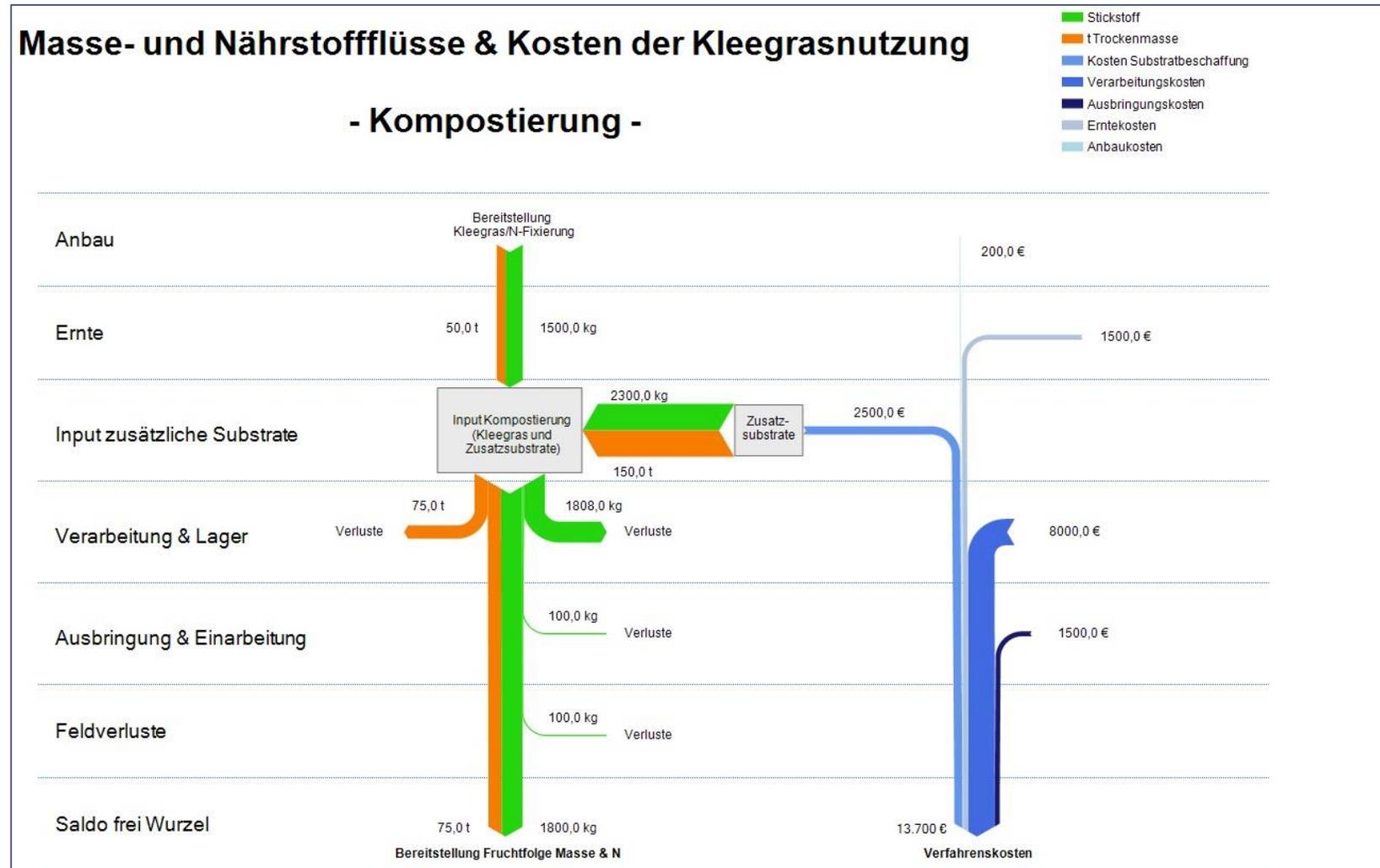
Versuchsjahr		2016/17		2017/18	
Faktor	Stufe (kg N ha <sup>-1</sup> )	Mittelwert (dt ha <sup>-1</sup> )		Mittelwert (dt ha <sup>-1</sup> )	
Kontrolle	0	62,67	A	55,23	A
Behandlungen	85	68,08	B	62,07	B
	170	68,88	B	68,63	C
Behandlungen	ungedüngte Kontrolle	62,67	a	55,23	a
	Kleegras frisch	63,71	a	71,10	c
	Kleegras siliert	65,96	ab	62,95	b
	Kleegras kompostiert	70,60	bc	63,51	b
	Kleegras mit Grüngut kompostiert	68,96	abc	62,53	b
	gedüngte Kontrolle (Haarmehlpellets)	73,18	c	66,67	bc

# Zusammenfassung Düngewirkung

- Ergebnisse zeigen auf einem Standort mit hohem Ertragsniveau statistisch zu sichernde Zunahmen der Erträge im Vergleich zu Kontrollen
- Unterschiede zwischen den Düngerarten sind meist nicht sehr groß
- Klee-graskompost Varianten erreichen tlw. Niveau von Düngung mit Haarmehlpellets
- Von einer generell schlechteren Düngewirkung der Kompost-Varianten kann nicht ausgegangen werden
- Derzeit laufende Versuche u.a. auch mit Gärresten u. Kleepellets scheinen die Ergebnisse zu bestätigen

# Welche Transferstrategien für Klee gras wählen ?

- Integrierte Analyse Darstellung von Stoffströmen und Ökonomie hilft zum Verständnis



# Vergleich von 3 KG-Kompost-Varianten

Variablen	Kleegras pur	Kleegras wenig Grüngut	Kleegras viel Grüngut, viel Stroh
Volumenanteil KG	100 %	65 %	25 %
Volumenanteil Grüngut	-	35 %	37,5 %
Volumenanteil Stroh	-	-	37,5 %
N-Verluste gesamt während Kompostierung	40 %	25 %	10 %
FM-Mengen	1 ha KG mit 40 t FM (20 % TS)	KG: 26 t FM; GG: 10,6 t FM (50 % TS)	KG: 10 t; GG: 11,36 t (50 % TS); Stroh: 1,88 t (86 % TS)
TM-Mengen gesamt	8	10,5	9,29
Anzahl Nutzungen Kleegras	4	2	1
N-Mengen zu Beginn Kompostierung, kg N	180	172	113
N-Mengen nach Kompostierung, kg N	100	129	102
N-Verluste absolut bei Kompostierung, kg N	80	43	11

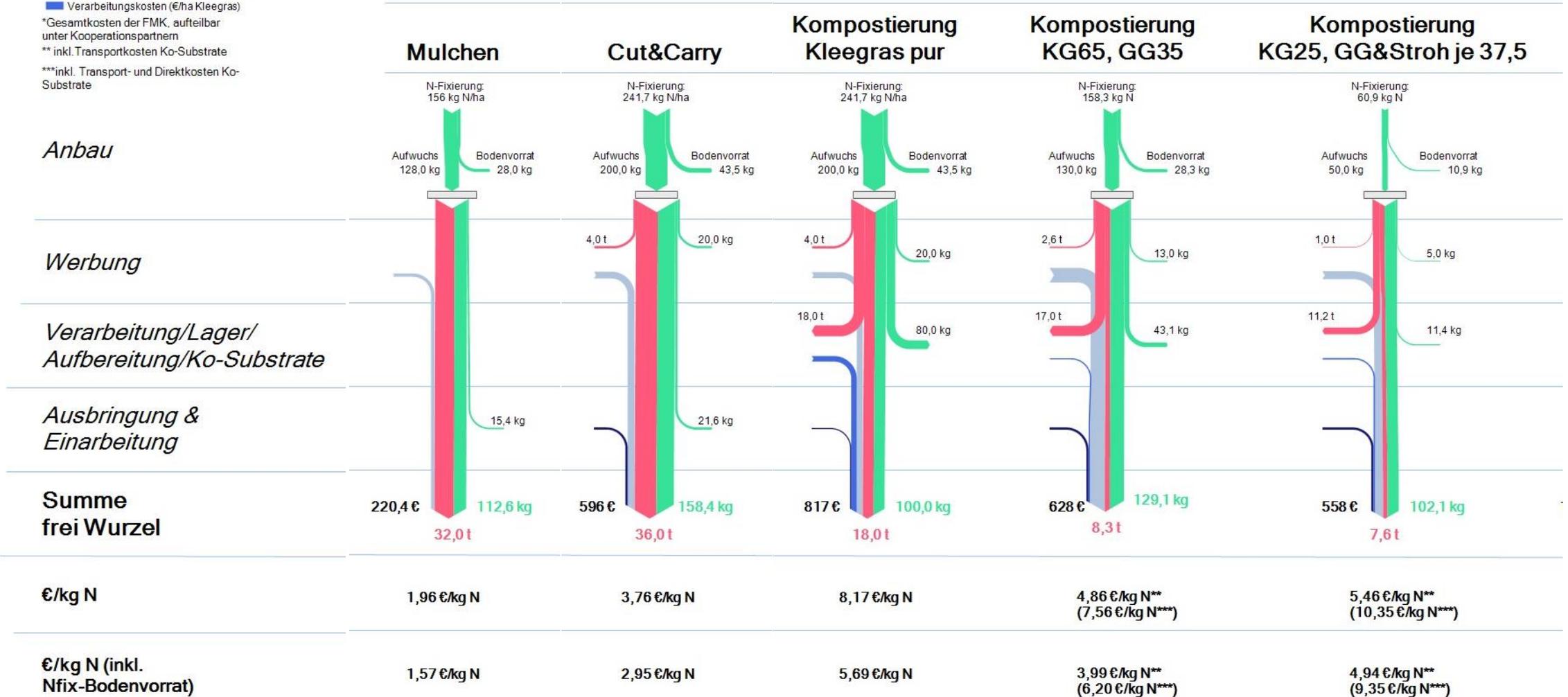
# Integrierter Vergleich von KG-Kompost-Varianten mit Mulch und Cut&Carry

- Frischmasse (t FM)
- Stickstoff (kg N)
- Erntekosten (€/ha Klee gras)
- Ausbringung und Einarbeitung (€/ha Klee gras)
- Verarbeitungskosten (€/ha Klee gras)

\*Gesamtkosten der FMK, aufteilbar unter Kooperationspartnern

\*\* inkl. Transportkosten Ko-Substrate

\*\*\*inkl. Transport- und Direktkosten Ko-Substrate



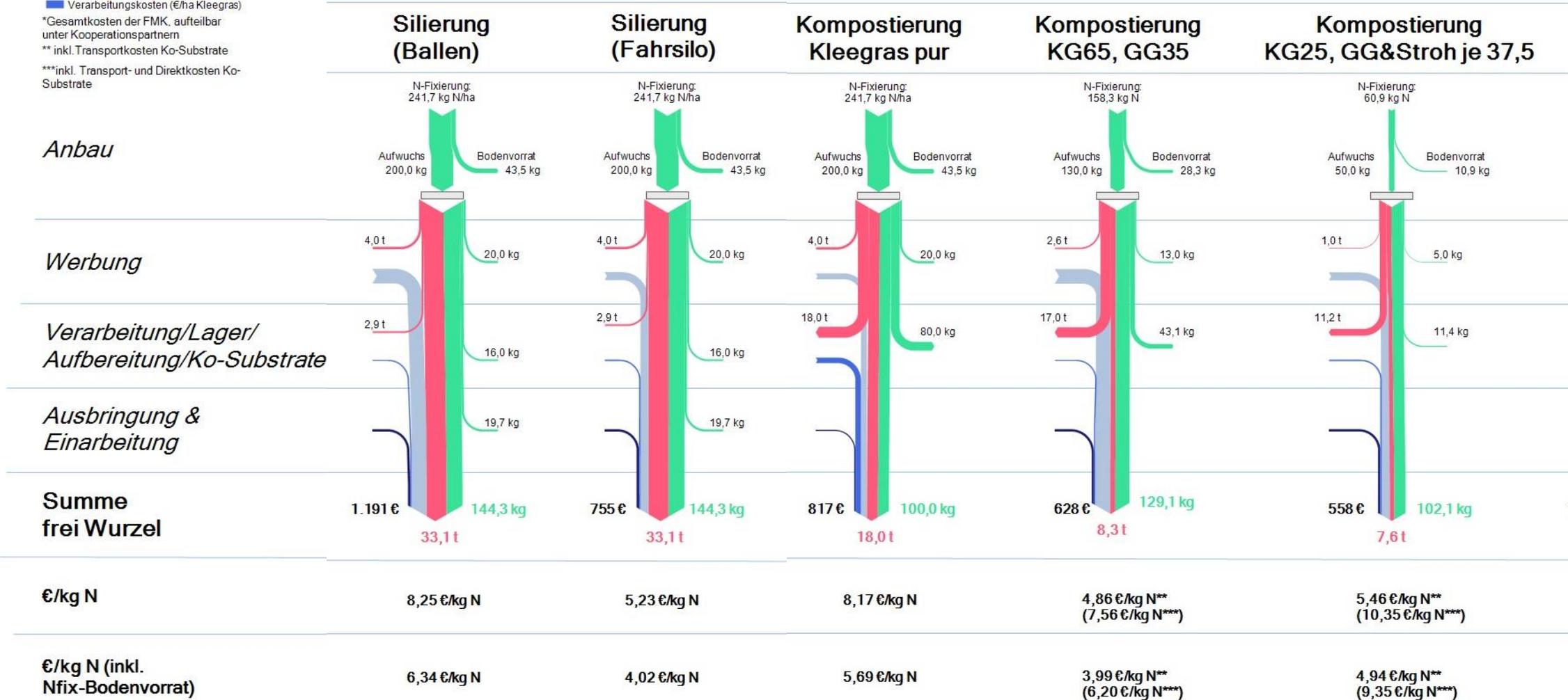
# Integrierter Vergleich von KG-Kompost-Varianten mit Silierung

- Frischmasse (t FM)
- Stickstoff (kg N)
- Erntekosten (€/ha Klee gras)
- Ausbringung und Einarbeitung (€/ha Klee gras)
- Verarbeitungskosten (€/ha Klee gras)

\*Gesamtkosten der FMK, aufteilbar unter Kooperationspartnern

\*\* inkl. Transportkosten Ko-Substrate

\*\*\*inkl. Transport- und Direktkosten Ko-Substrate



# Schlussfolgerung und Zusammenfassung

- Kleegraskompostierung muß mit C-reichen, gut strukturierten Kohlenstoffträgern als KO-Substraten erfolgen
- N-Verluste liegen dann zwischen 2-18 % des eingebrachten Gesamt-N
- Düngewirkungen sind gut vergleichbar mit anderen organischen Düngern aus dem Klee-grastransfer
- Kosten sind zwar differenziert zu betrachten, haben aber durchaus vergleichbare Kosten wie andere Transferverfahren wie z.B. die Silierung bei Integrierter Analyse von Stoffströmen und Ökonomie

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

