

Namentlich nicht benannte Ergebnisse, Fotos, Grafiken sind unveröffentlichte Quellen im Rahmen des laufenden Projektes. Die Folien sind nur zum internen Gebrauch für Teilnehmer*innen aus dem Webex Meeting. Sie dürfen nicht weiter verwendet werden!

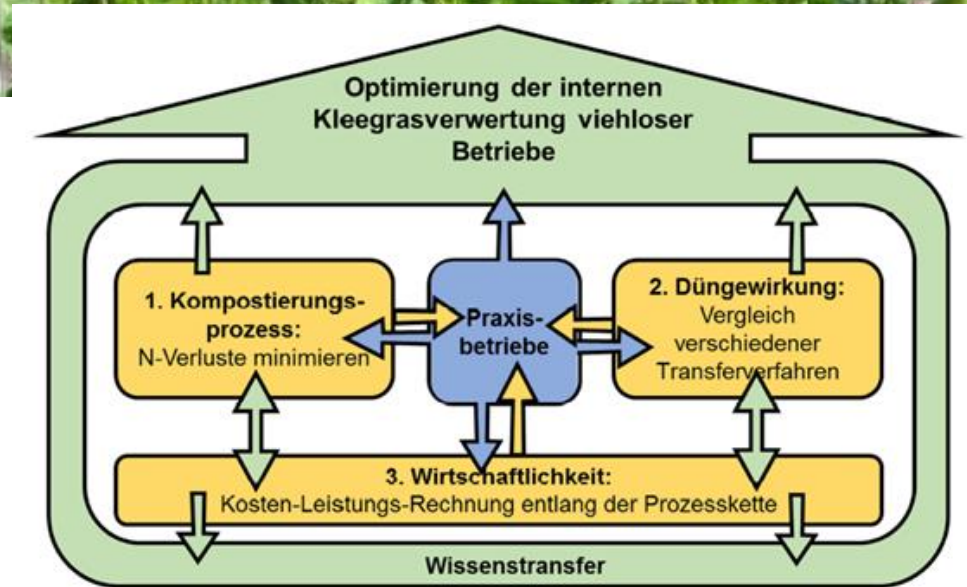
Optimierung von Klee-grastransferstrategien im Ökolandbaubetrieb – OptiKG

Vortrag Gülzow, 6.6.2023

Gefördert durch:



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 ?

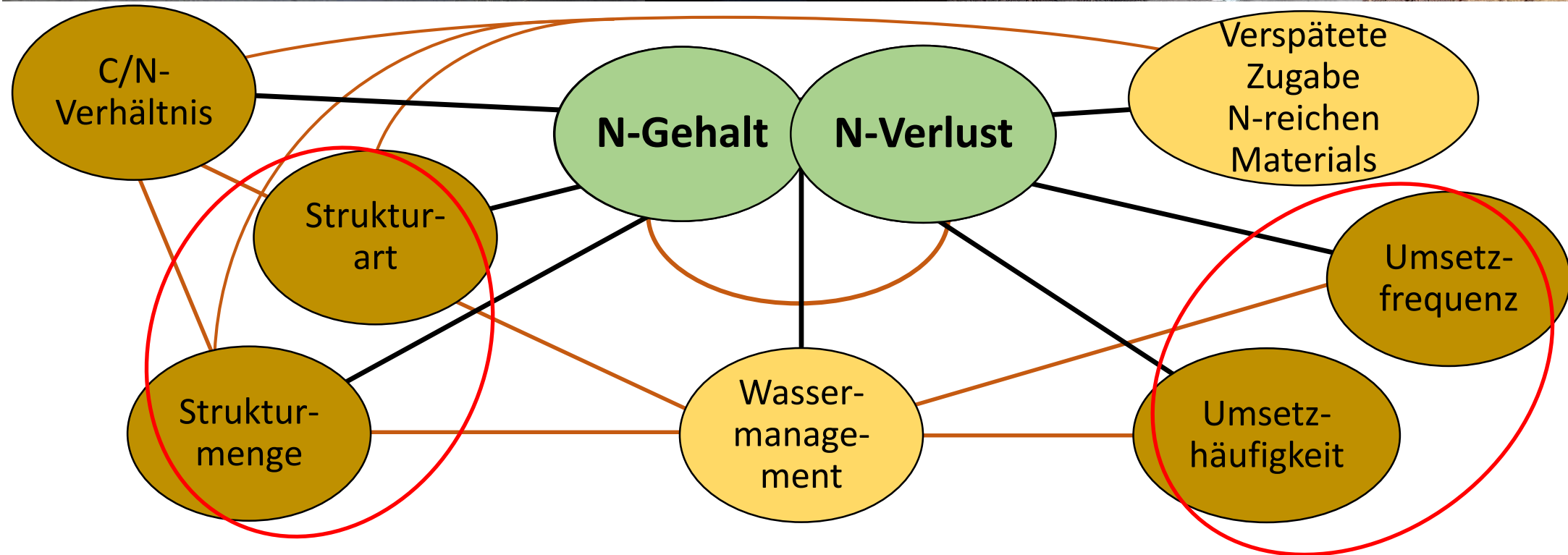
- Viehlose Umstellungsbetriebe nehmen deutlich zu
- Innerbetriebliche Kreisläufe und Effizienz sollten gefördert werden
- Diskussionen zu den Klee gras Transferstrategien sind hoch aktuell (Mulchen ...)
- Transferstrategien müssen sachlich umfassend analysiert werden

Umgang mit dem Kleegrasaufwuchs

das Mulchen des Kleegrasaufwuchses

- 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; vor allem dritte und/oder spätere Schnitte betroffen⁹
- 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^{1, 2})
 - **Geringerer Biomasseertrag** (ca. 10 % geringer, bei 20% weniger Leguminosen^{3, 4})
 - **Höhere N-Verluste**
 - durch Auswaschung nach dem Mulchen und nach Umbruch (30 kg/ha bei Herbstumbruch⁵, 15 kg/ha bei Frühjahrsumbruch^{6, 5})
 - durch Ausgasung von Lachgas und Ammoniak (bei engem C/N-Verhältnis im Mulch 15 – 40 % von Gesamt-N^{7, 8})
 - **Keine zeitliche und räumliche mobile Verteilung** des Stickstoffs innerhalb der Fruchtfolge

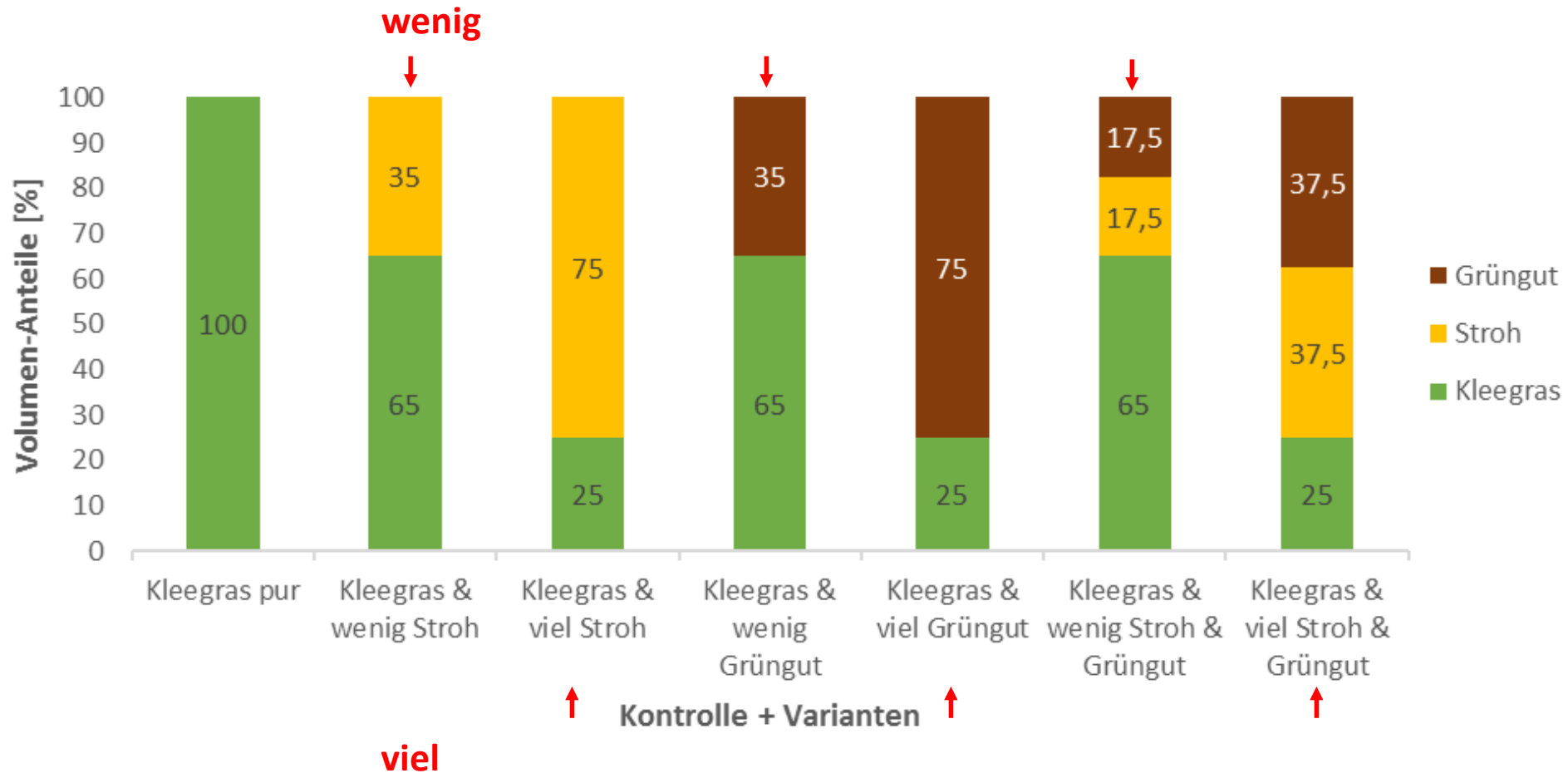
Die Kompostierungsversuche in OptiKG – Focus: Minimierung der N-Verluste



Kompostierungsversuch 1. Schnitt 2020

Untersuchung des Einflusses d. Strukturart und d. -anteils

Mischungsverhältnisse in den Varianten



Faktoren Strukturträger

1. Faktor „St-Art“:

3 Stufen

(Stroh,

Grüngut,

Stroh + Grüngut)

2. Faktor „St-Anteil“:

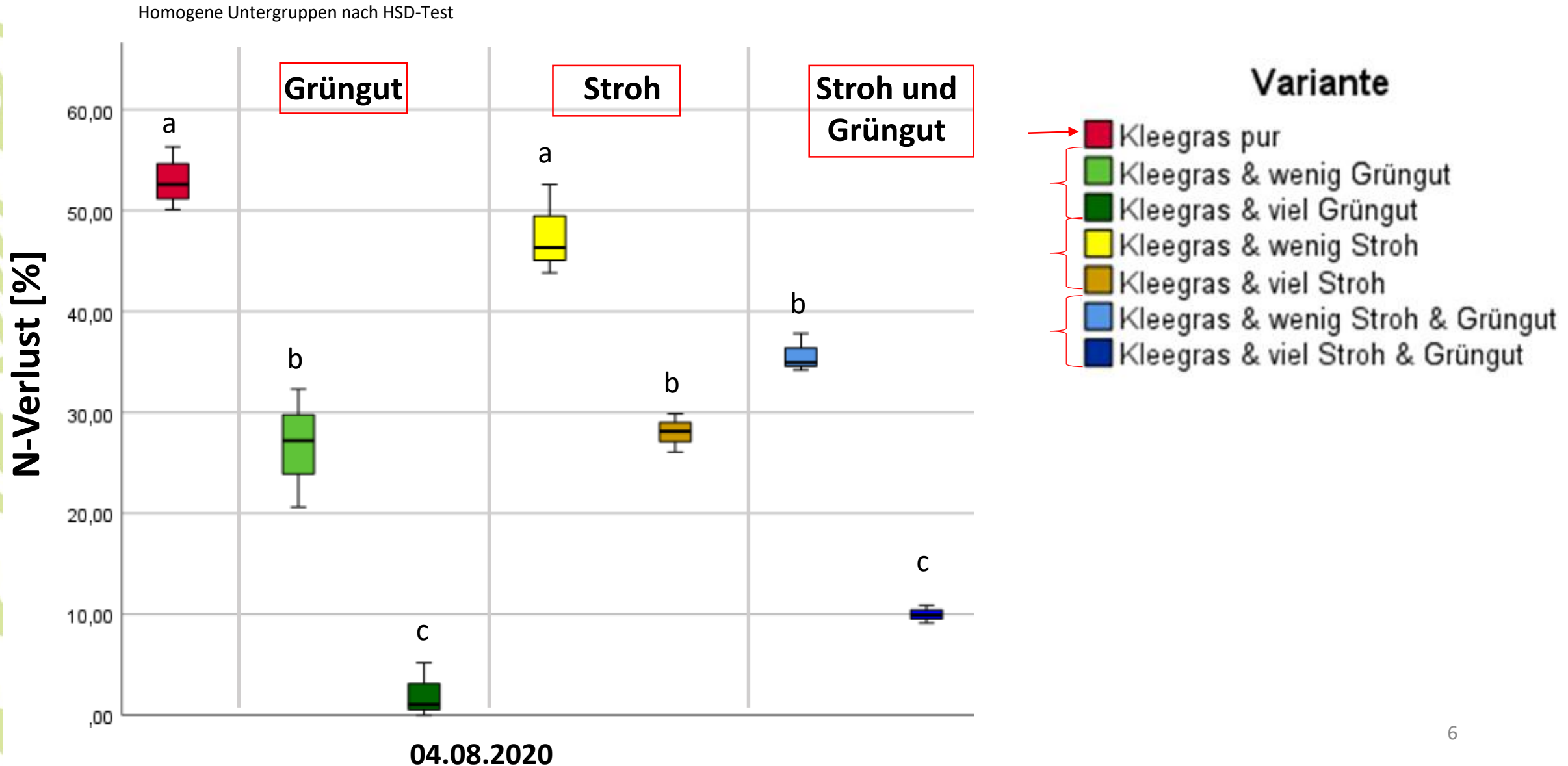
2 Stufen

(Wenig 35%

Viel 75 %)

N-Verluste nach Kompostierung (Strukturart und -anteile)

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



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

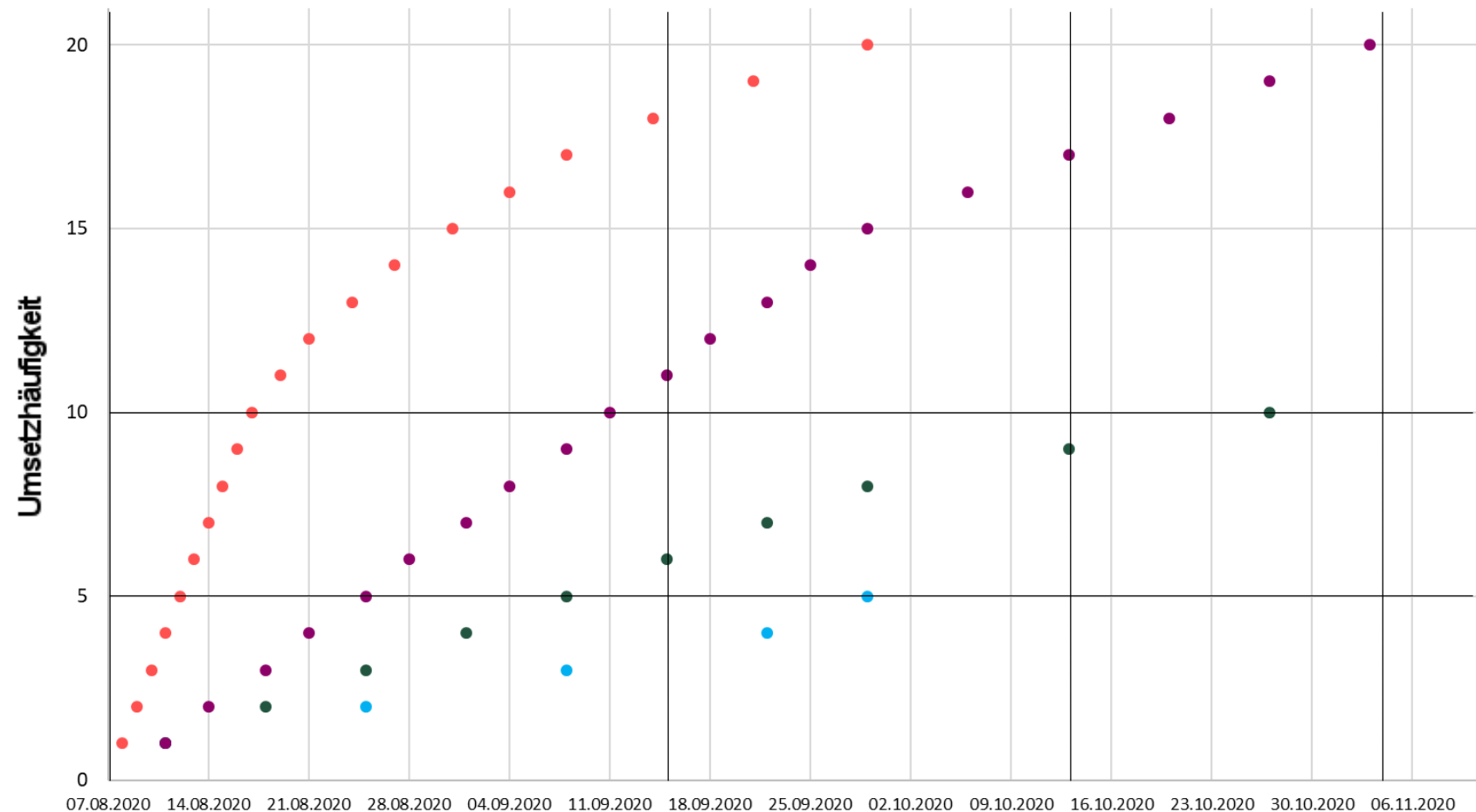
Kompostierungsversuch 3. Schnitt 2020

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“:

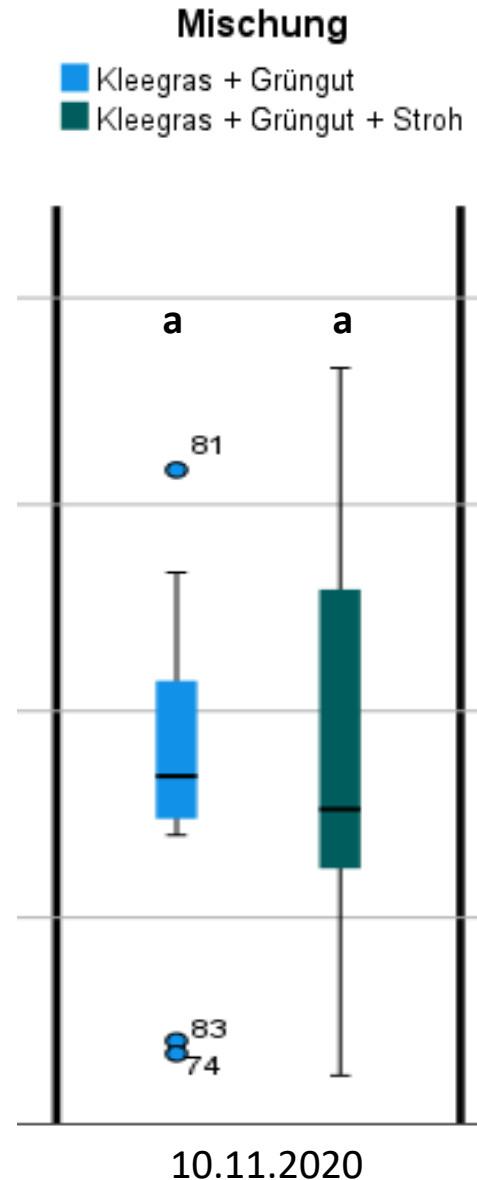
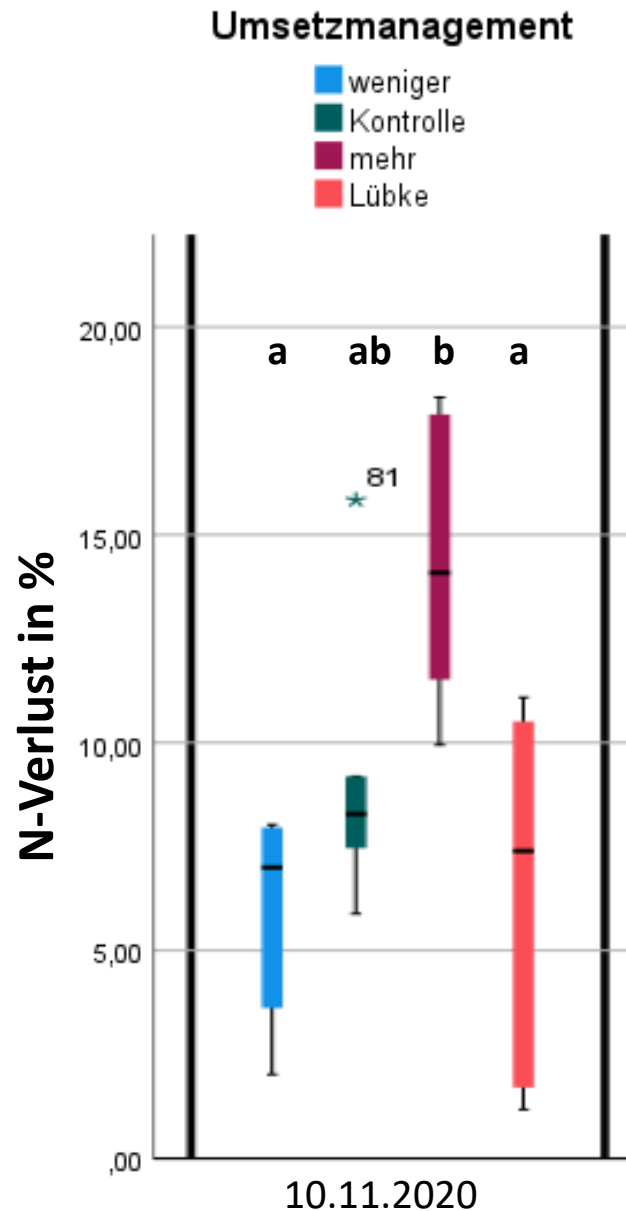
Klee gras – Grüngut

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

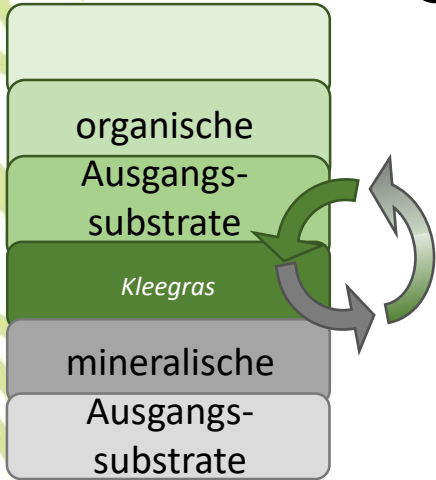
- die Kompostierung von reinem Klee gras schneidet in allen Versuchen gleich schlecht ab (ca. 50 % N_t -Verlust, teils anaerobe Verhältnisse)
- der Strukturanteil und auch die Strukturart legen die Basis für eine erfolgreiche und verlustarme Kompostierung
- das Umsetzmanagement dient der Prozesssicherung, 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

siehe auch Video unter
<https://www.youtube.com/watch?v=4UDM1kyD9gY>

Die Kleegraskompostierung - von Profis erklärt

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 Kleegras ca. 25-35 %

schnittreifes Kleegras



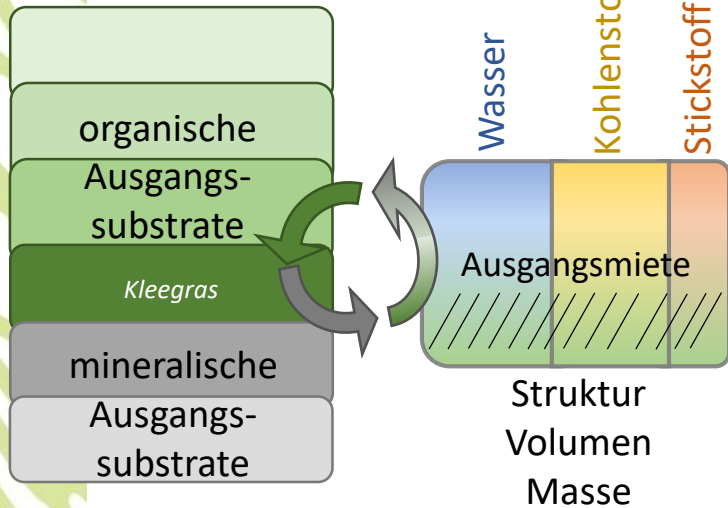
geschreddertes Grüngut



Stroh



etc.



Stellschraube 2 Anteile Mischungen Strukturart/-menge

Klee gras-Grüngut-Stroh
25,0 - 37,5 - 37,5 Vol.-%



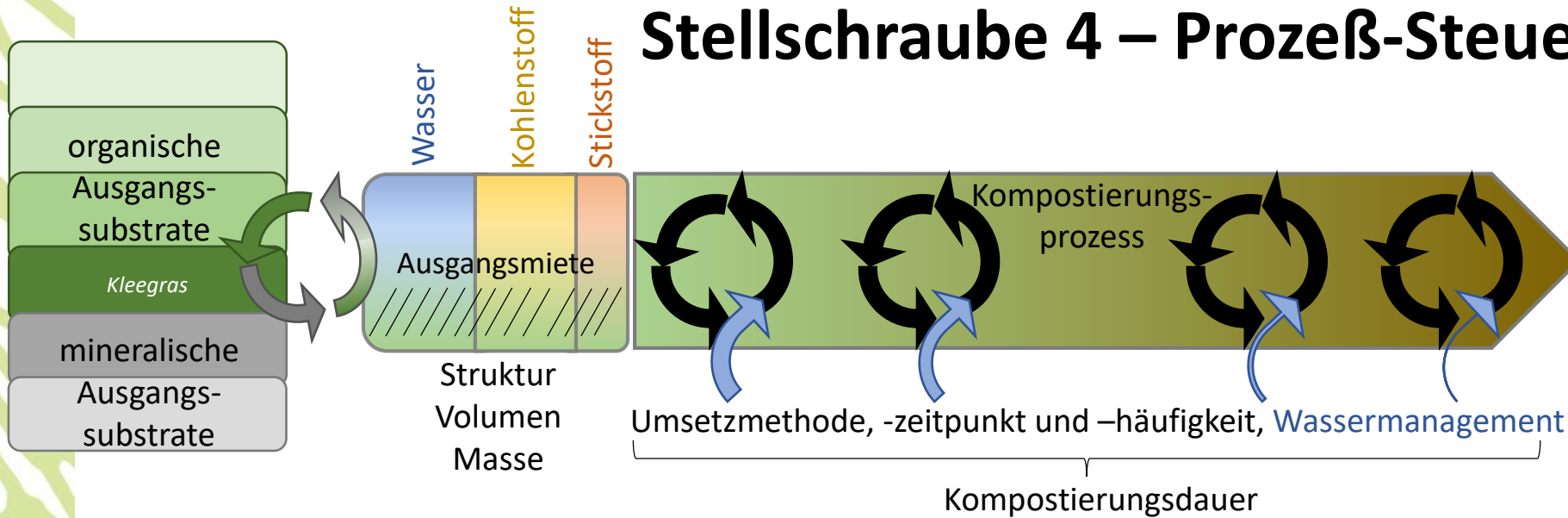
Klee gras-Grüngut
35 – 65,0 Vol.-%



Stellschraube 3 Bedingungen Kompostierungsbeginn

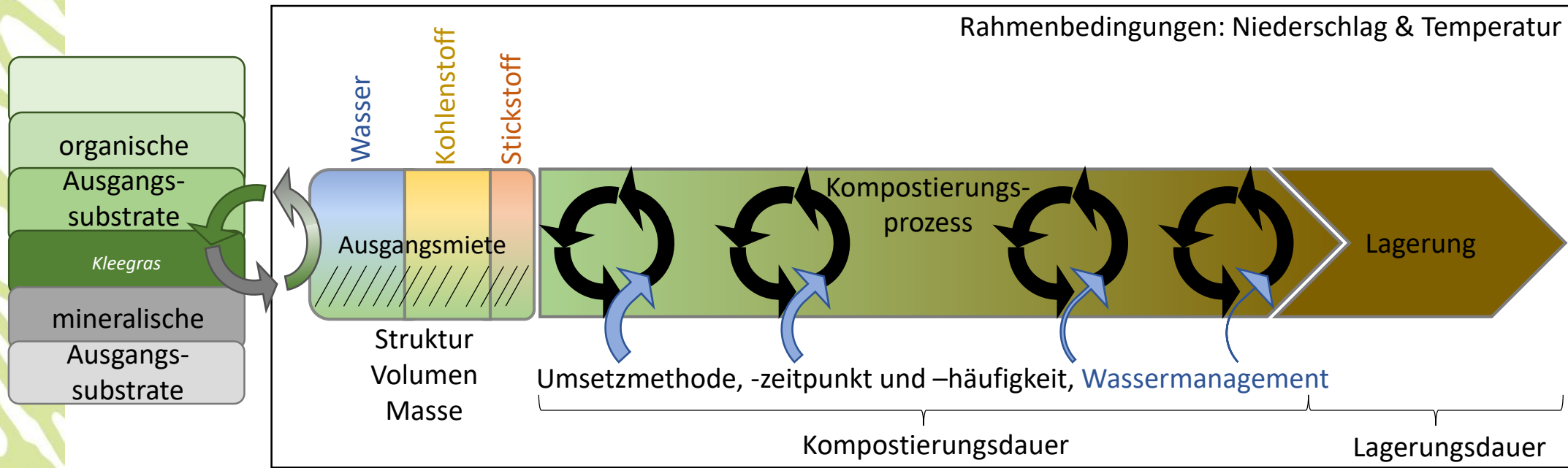
- **Wassergehalt** zu Kompostierungsbeginn: 50 – 60 %
- **C/N-Verhältnis:** bei ca. 30
- **Struktur:** heterogen und aerob
- bestmöglich homogen mischen

Stellschraube 4 – Prozeß-Steuerung



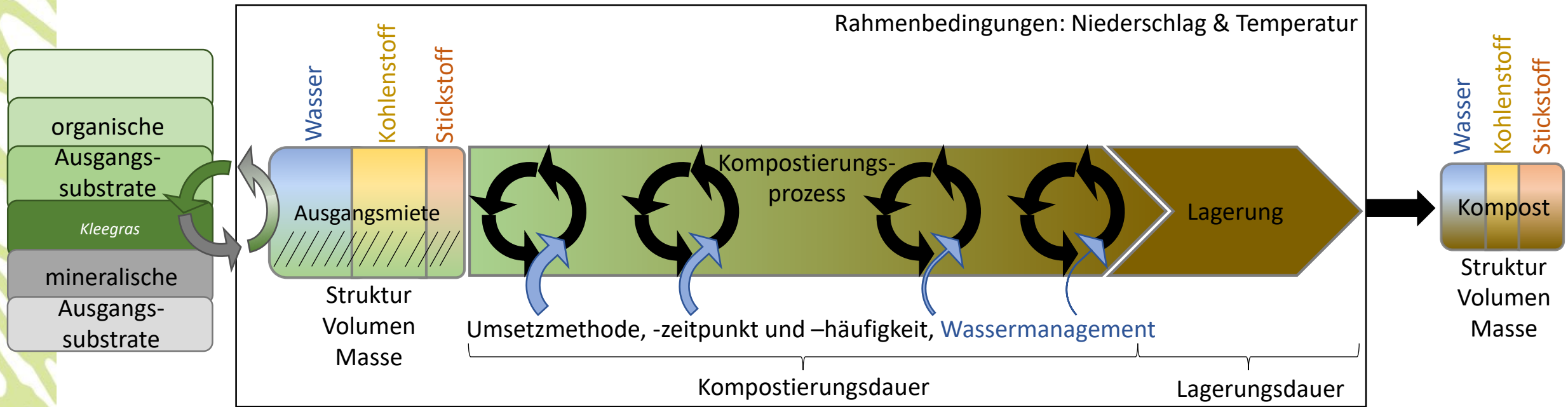
Kompostprozess (=Umsetzen und Bewässern)

- 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 auch 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

Übersicht Feldversuche (Nr. 3 bis 6 im Rahmen von Opti-KG)

Versuch	Kultur	Dünger - Substrate	N-Mengen kg/ha	Jahr
1	Winterweizen	Kontr. / Haarmehlpeletts; KG frisch, KG-Silage, KG-Komp., KG-GK-Komp.	85 und 170	2016/2017
2	Winterweizen	Kontr. / Haarmehlpeletts; KG frisch, KG-Silage, KG-Komp., KG-GK-Komp.	85 und 170	2017/2018
3	Sommerweizen	4 KG-GK. Komp., Gärrest, Rindermistkomp., KL-Pellets, KG-Silage, Cut&Carry	170	2021
4	Kartoffeln	4 KG-GK. Komp., Gärrest, Rindermistkomp., KL-Pellets, KG-Silage, Cut&Carry	170	2021
3_NF	Wintergerste	s.o.	Nachwirkung	2021/2022
4_NF	Wintergerste	s.o.	Nachwirkung	2021/2022
5	Winterweizen	3 KG-GK. Komp., Gärrest, Rindermistkomp., KL-Pellets, KG-Silage, Cut&Carry	170	2021/2022
6	Sommerweizen	4 KG-GK. Komp., Gärrest, Rindermistkomp., KL-Pellets, KG-Silage, Cut&Carry	170	2022

Düngungsversuche Winterweizen 2017 (VJ 1) und 2018 (VJ 2) - (Casper et al., 2019)

Eigenschaften der verwendeten Transferdüngesubstrate

Jahr	Düngesubstrat		TS	N	P	K	C/N
	(Kleegras ...)	Abk.	(%)	kg (dt TM) ⁻¹	kg (dt TM) ⁻¹	kg (dt TM) ⁻¹	[1:...]
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 2017 und 2018 – (Casper et al., 2019)

Versuchsjahr		2016/17		2017/18	
Faktor	Stufe (kg N ha ⁻¹)	Mittelwert (dt ha ⁻¹)		Mittelwert (dt ha ⁻¹)	
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

Trend Feldversuche Erträge (Relativ Werte)

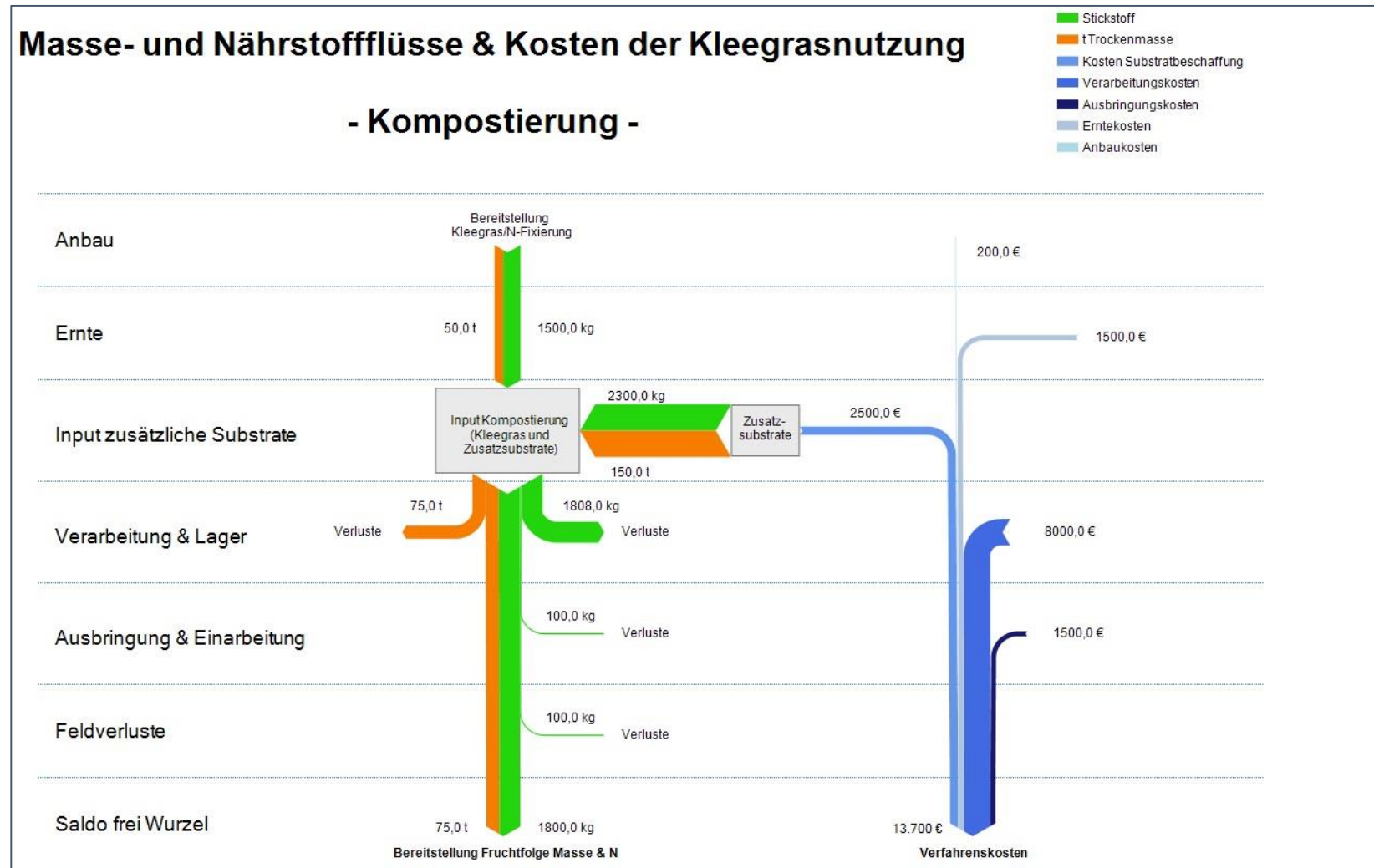
	Kultur	Relativerträge (ungedüngte Kontrolle = 100)		Jahr
1	WW	Haarmehlpeletts (117); KG frisch (101), KG-Silage (105), KG-Komp. (112), KG-GK-Komp. (110)	85 und 170	2016/2017
2	WW	Haarmehlpeletts (120); KG frisch (128), KG-Silage (114), KG-Komp. (115), KG-GK-Komp. (113)	85 und 170	2017/2018
3	SW	4 KG-GK. Komp. (108), Gärrest (105), Rindermistkomp. (110), KL-Pellets (99), KG-Silage (106), Cut&Carry (100)	170	2021
3_NF	WG	4 KG-GK. Komp. (106), Gärrest (105), Rindermistkomp. (109), KL-Pellets (115), KG-Silage (110), Cut&Carry (108)	NW	2021/2022
4	Kart	4 KG-GK. Komp. (103), Gärrest (120), Rindermistkomp. (100), KL-Pellets (106), KG-Silage (106), Cut&Carry (100)	170	2021
4_NF	WG	4 KG-GK. Komp. (100), Gärrest (102), Rindermistkomp. (106), KL-Pellets (104), KG-Silage (107), Cut&Carry (103)	NW	2021/2022
5	WW	3 KG-GK. Komp. (103), Gärrest (109), Rindermistkomp. (105), KL-Pellets (111), KG-Silage (108), Cut&Carry (112)	170	2021/2022
6	SW	4 KG-GK. Komp. (102), Gärrest (109), Rindermistkomp. (104), KL-Pellets (107), KG-Silage (98), Cut&Carry (108)	170	2022

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

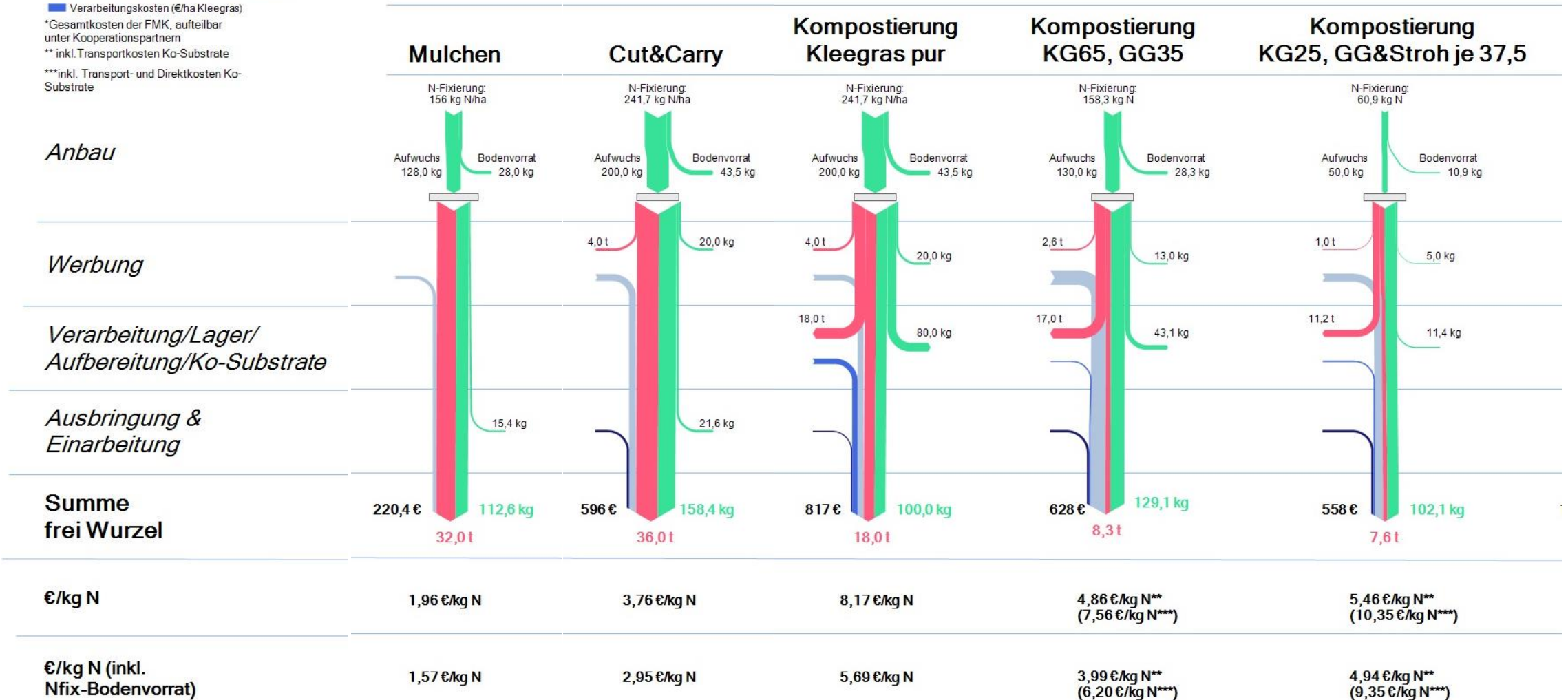
Integrierter Vergleich von KG-Kompost-Varianten mit Mulch und Cut&Carry

- 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



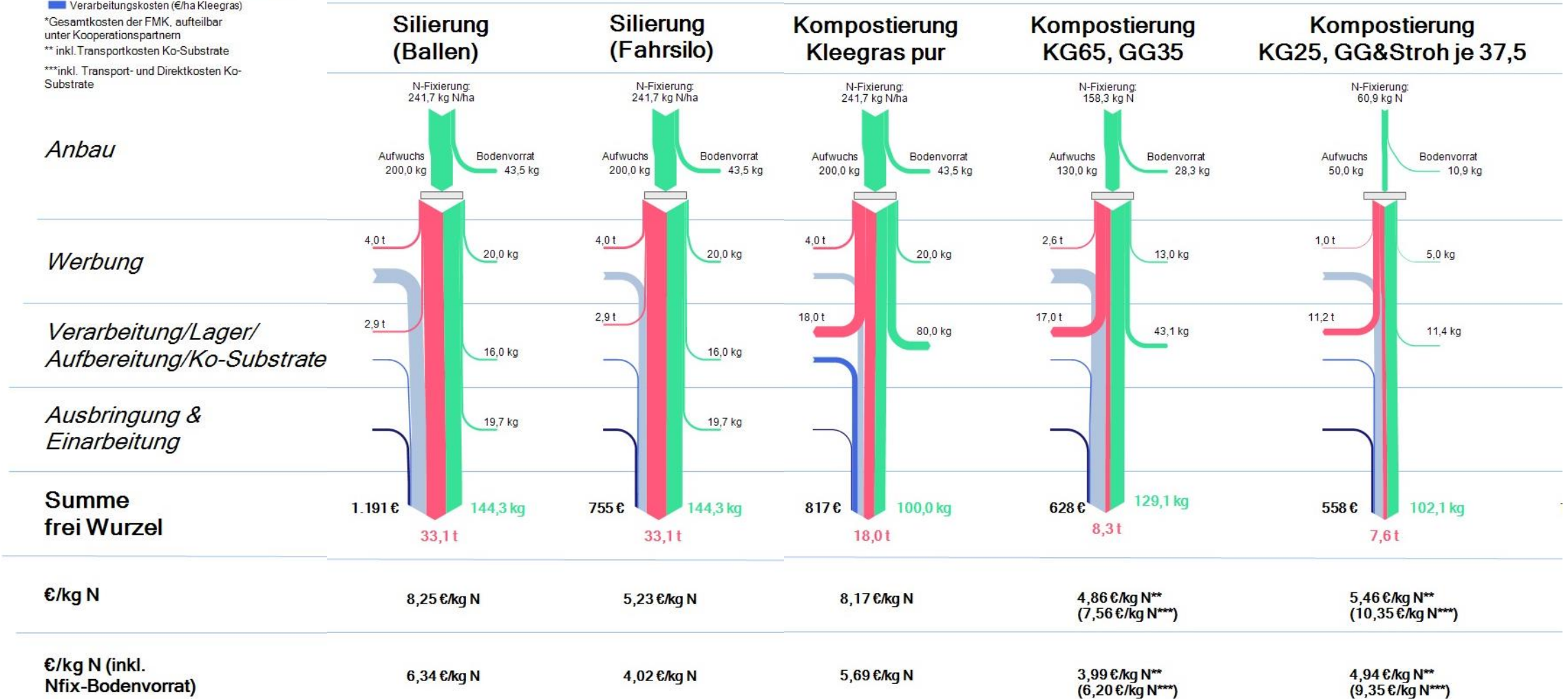
Integrierter Vergleich von KG-Kompost-Varianten mit Silierung

- 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

Literatur und Quellen

Folie 3

- 1: Loges und Taube, 2002: Methodological aspects of determination of biological N-fixation of different forage legumes. <http://orgprints.org/00002145/>
- 2: Loges, R. 1998: Ertrag, Futterqualität, N₂-Fixierungsleistung und Vorfruchtwert von Rotklee- und Rotklee-grasbeständen. Dissertation, Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Universität Kiel, Germany
- 3: HEUWINKEL et al. 2003, S. 72: Heuwinkel, H., Kaiser, M., Schildhalter, U. & Gutser, R., 2003: Mulchen von Klee-gras vermindert den N gewinn: Ausmaß und Ursachen. In: Kongressband 2002 Leipzig - Vorträge zum Thema "Ressourcenschutz und Produktsicherheit - Qualitätssicherung in der Landwirtschaft". Bonn: VDLUFA - Verlag, S. 72f..
- 4: HELMERT et al. 2003, S. 347: Helmert, M., Heuwinkel, H., Pommer, G., Gutser, R. & Schmidhalter, U., 2003: N-Flüsse in gemulchtem und geschnittenem N-Flüsse in gemulchten und geschnittenen Klee-gras: Warum Klee-gras-Brache im Ökologischen Landbau die Erträge der Folgefrucht nicht erhöht. In: Mitteilungen der deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 102. ohne Verlag. S. 347 - 348.
- 5: DREYMANN et al. 2003, S. 86: Dreymann, S., Loges, R. & Taube, F., 2003: Einfluss der Klee-gras-Nutzung auf die N-Versorgung und Ertragsleistung marktfähiger Folgefrüchte. In: Kauter, D.; Kämpf, A.; Klappein, W. & Diepenbrock, W. (Hrsg.): Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. Stuttgart: Verlag Günter Heimbach, S. 83 - 86.
- 6: DREYMANN 2005, S. 137 Dreymann, S., 2005: N-Haushalt unterschiedlich bewirtschafteter Rotklee-Bestände und deren Bedeutung für die Folgefrucht Weizen im ökologischen Landbau. Dissertation (Christian – Albrechts – Universität), Kiel. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung.
- 7: Whitehead & Lockyer 1989: Decomposing grass herbage as a source of ammonia in the atmosphere. Atmospheric Environment (1967), Volume 23, Issue 8, p. 1867-1869
- 8: LARSSON et al. 1998, S. 45 : Larsson, L., Ferm, M., Kasimir-Klemetsson, A. & Klemetsson, L., 1998: Ammonia and nitrous oxide emissions from grass and alfalfa mulches. In: Nutrient Cycling in Agroecosystems 51. s.l.:Kluwer Academic Publishers, pp. 41-46.
- 9: Maaß, H.; Blumenstein, Benjamin; Bruns, Christian und Möller, Detlev (2017) [Alternativen der Klee-grasnutzung in vieharmen und viehlosen Betrieben](#). Vortrag at: 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Campus Weihenstephan, Freising-Weihenstephan, 07.-10. März 2017.

Folie 20/21

Casper, Saskia; Heß, Jürgen und Bruns, Christian (2019) [Transfärdüngung mit Klee-gras: Auswirkungen verschiedener Düngesubstrate und –stufen auf den Kornertrag von Winterweizen](#). [Clover grass as mobile manure: Effects of different substrates and N-rates on yield of winter wheat.] In: Mühlrath, Daniel; Albrecht, Joana; Finckh, Maria R.; Hamm, Ulrich; Heß, Jürgen; Knierim, Ute und Möller, Detlev (Hrsg.) *Innovatives Denken für eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft. Beiträge zur 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 5. bis 8. März 2019*, Verlag Dr. Köster, Berlin.

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

