

Wirkung von Schafwollprodukten und Madenkotdünger im ökologischen Gemüsebau Einsatz von (Roh)Schafwolle, -pellets, -mulchvlies u.a.



„Anwendung von Schafwollprodukten zu Düngungs- und Mulchzwecken im Freilandgemüsebau“

Projekt im Auftrag des SMEKUL

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN

Stand 20.09.21, Freigabestatus GB

Projektauftrag

Schafwolldünger im Gemüsebau

Behörde - zust. OrgE	LfULG - LfULG 081
Aktenzeichen	81-7300/468
Vorhabenart - Vorhaben-Nr.	FuE-Vorhaben - 210295
Bezeichnung des Vorhabens	Anwendung von Schafwollprodukten zu Düngungs- und Mulchzwecken im Freilandgemüsebau
unterstützte Verwaltungsaufgabe	Forschungsthemen Hausleitung SMEKUL (Schreiben von 16. Juni 2021, Aktenzeichen 22-7313/1/350)
Vorhabenziel	Ermittlung des kurz- und längerfristigen Umsetzungsverhalten von Schafwolle bzw. Schafwollprodukten (Pellets, Vliese/Filze) unter Labor- (Brutversuch) und Freilandbedingungen (obligatorisch werden dabei auch Ertrags- und Qualitätsparameter erfasst). Testung von Schafwoll-Mulchvarianten (Rohwolle, Vliese/Filze) in

Schafwolle als organischer (Handels)Dünger

kleiner (unvollständiger) geschichtlicher Abriss

I **Wollabfälle:**

- WICHERN & WÖHLBIER (1931; „Die organischen Dünger natürlichen Ursprungs“) berichten vom Einsatz von ‚Wollstaub‘ (2-10 % N); „Einsatz auf trocken-sandigen Standorten kommt kaum in Frage“
(kurze Wollfasern eher anderweitig verwertet [Dachpappe und Papier])

I **Kompostierung von Wollabfällen:**

- PLAT et al. (1984): „High-rate composting of wool industry wastes.“
- TIWARI et al. (1989a): „Effekt of ... on composting of wool-waste.“
- TIWARI et al. (1989b): „... wool-waste composts on yield and nutrients uptake“

I **Roh-Schafwolle bzw. -Pellets:**

- ZHELJAZKOV (2005, CN): „Assessment of wool (waste) ... as ... nutrient source“
- ZHELJAZKOV et al. (2008, USA): „Uncomposted wool ... for high-value crops“
- BÖHME & HERFORD (2009, D): „Einsatz organischer Reststoffe ... für die Düngung von Gemüse.“ ⇒ Schafwolle in Form von Pellets

Einsatz von unverarbeiteter Rohschafwolle in Knollensellerie (220 bzw. 100+2×60 kg N/ha) LWG BAMBERG 2011



Tab. 1: Menge und Art der eingesetzten Düngemittel

Grunddüngung	1. und 2. Kopfdüngung je 60 kg N/ha
(Standard) Horn (100 kg N/ha)	Maltaflor
Schurwolle lose (220 kg N/ha)	keine
Kleegrassilage (100 kg N/ha)	Heumehl
Kleegrascobs (100 kg N/ha)	Kleegrascobs
Biogas - Gärsubstrat (100 kg N/ha)	Biogas - Gärsubstrat
Gärsubstrat separiert (100 kg N/ha)	Gärsubstrat separiert

Tab.3: Einzelknollengewichte, Ertrag in kg/m² und dt/ha

Grunddüngung	Kopfdüngung	Einzelknollengewichte in kg		marktfähiger Ertrag	
				Durchschnitt der 4 Wh	
		über 12 cm	9-12 cm	kg/m ²	dt/ha
(Standard) Horn	Maltaflor	0,643	0,508	3,16	315,6
Schurwolle lose 220 kg N/ha	keine	0,635	0,502	3,06	306,4
Kleegrassilage	Heumehl	0,645	0,513	3,14	314,1
Kleegrascobs	Kleegrascobs	0,649	0,535	3,37	337,0
Biogas - Gärsubstrat	Biogas - Gärsubstrat	0,749	0,567	4,03	403,2
Gärsubstrat separiert	Gärsubstrat separiert	0,670	0,530	3,52	352,4



Reglementierung des Einsatzes von Rohwolle Verordnung (EG) Nr. 1069/2009

VERORDNUNG (EG) Nr. 1069/2009 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES
vom 21. Oktober 2009

mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte
und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 (Verordnung über tierische Nebenprodukte)

Artikel 32

Inverkehrbringen und Verwendung

Artikel 10

Material der Kategorie 3

- h) Blut, Plazenta, **Wolle**, Federn, Haare, Hörner, Abfall vom Hufausschnitt und Rohmilch von lebenden Tieren, die keine Anzeichen von durch dieses Produkt auf Mensch oder Tier übertragbaren Krankheiten aufwiesen;

Artikel 14

Beseitigung und Verwendung von Material der Kategorie 3

- d) zu verarbeiten, außer wenn es sich um Material der Kategorie 3
iv) zur Herstellung organischer Düngemittel oder Bodenverbesserungsmittel, die gemäß Artikel 32 in Verkehr zu bringen sind;

- (1) Organische Düngemittel und Bodenverbesserungsmittel dürfen nur in Verkehr gebracht und verwendet werden, sofern
- sie aus Material der Kategorie 2 oder 3 gewonnen wurden;
 - gemäß den Bedingungen für Drucksterilisation oder anderen Bedingungen zur Verhinderung von Gefahren für die Gesundheit von Mensch und Tier gemäß den Anforderungen von Artikel 15 und in Übereinstimmung mit nach Absatz 3 dieses Artikels festgelegten Maßnahmen hergestellt wurden;
 - sie aus zugelassenen oder registrierten Anlagen oder Betrieben stammen und

Einsatz von Schafwoll-Pellets in Knollensellerie (220 bzw. 100+2×60 kg N/ha) LWG BAMBERG 2012

Tab.1: Einzelknollengewichte, Ertrag in dt/ha

		Einzelknollengewichte in Gramm		marktfähiger Ertrag				Nitrat im Erntegut mg/100 g Frischmasse	Düngemittelkosten je Variante pro ha	Mehrertrag im Verhältnis zur Nullvariante in dt/ha	
		über 12 cm	9-12 cm	Durchschnitt der 4 Wh dt/ha	1.Wh	2.Wh	3.Wh				4.Wh
					dt/ha						
1	(Standard) Horn/Maltaflor	873	528	456,3	434,3	488,9	488,1	413,8	62	2105,-- €	57,3
2	Nullvariante	765	509	399,0	378,0	457,6	400,8	359,5	13		
3	Kleegrassilage Gesamtbedarf	808	499	408,3	422,5	411,2	427,5	372,1	18	880,-- €	9,3
4	Kleegrassilage/ Kleegrascobs	774	534	405,3	464,7	372,4	393,9	390,4	30	1300,-- €	6,3
5	Condit (5 %)	868	498	435,3	485,3	421,8	459,8	374,3	105	1672,-- €	36,3
6	Der Wolldünger (10 %)	835	494	431,1	439,5	447,4	427,8	409,6	76	4070,-- €	32,1
7	Kleegrascobs	813	517	421,1	430,8	411,6	418,3	423,7	39	1650,-- €	22,1
		Durchschnitt			436,4	430,1	430,9	391,9			

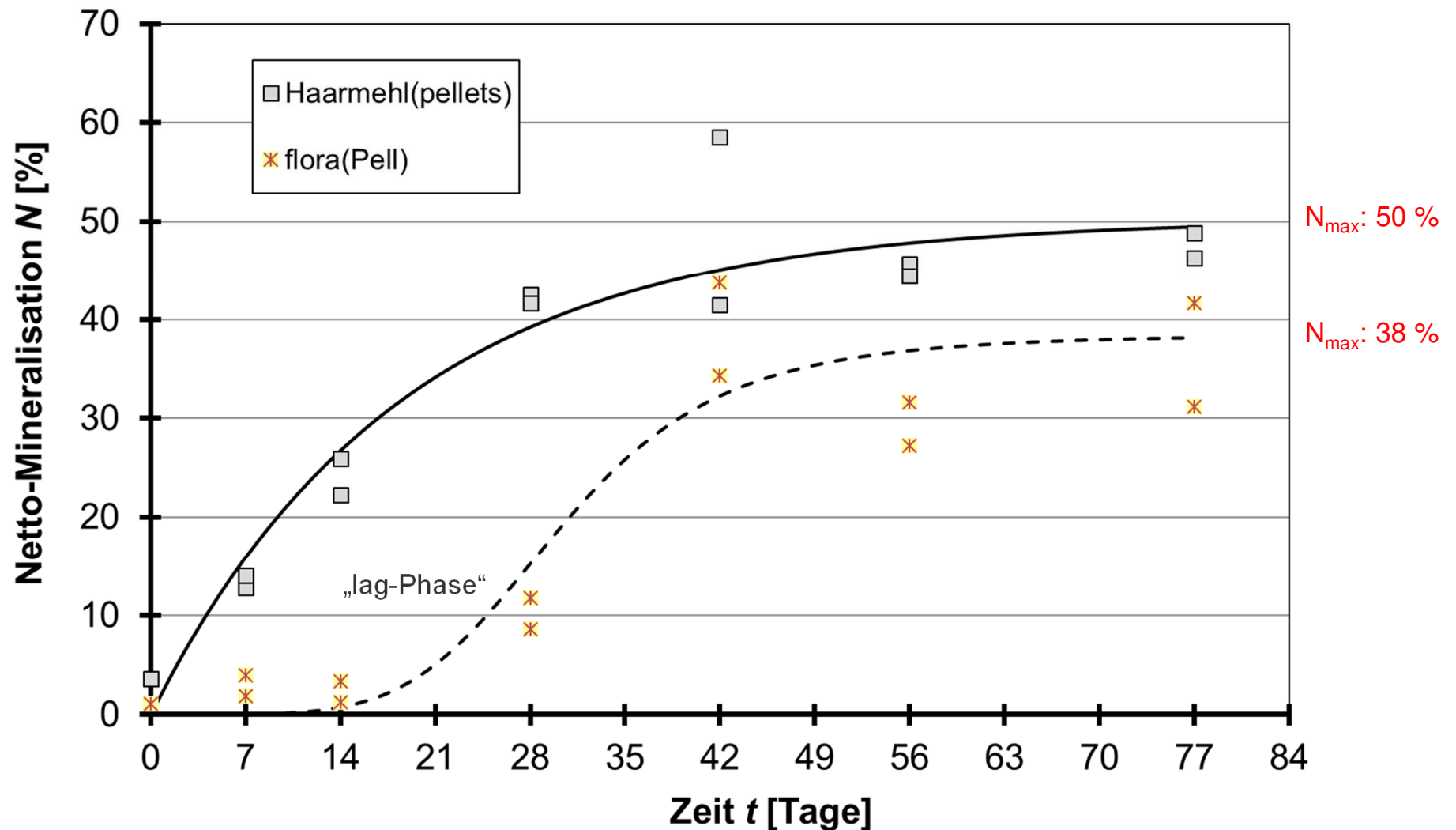
Rötberghof

Einsatz von Schafwoll-Pellets in Weißkohl (100+120 kg N/ha) RASCHER & SCHUBERT 2013

Tab. 2: Erträge, Sortierung, Einzelkopfgewichte

	Durchschnittl. Kopfgewicht in kg	Erträge in dt/ha		Erträge in dt/ha				Nitrat im Erntegut mg/100g	Dünge- mittel- kosten €/ha
		Durchschnitt der 4 Wh	relativ	1.Wh.	2.Wh.	3.Wh.	4.Wh.		
Horn/Maltaflor	1,916	801	100 %	648,5	803,6	880,4	869,9	38	1.866,04 €
Nullvariante	1,293	536	67 %	425,7	617,8	569,5	529,5	17	keine
Kleegrassilage <u>Gesamt</u>	1,657	670	84 %	566,7	715,9	774,0	701,7	24	879,50 €
Kleegrassilage/Cobs	1,335	553	69 %	445,5	404,1	664,2	698,7	22	1.300,70 €
Der Wolldünger 10 %	1,681	702	88 %	654,4	693,0	804,6	657,2	28	3.446,04 €
Florapell 11,7 %	1,549	647	81 %	588,5	662,9	570,4	767,4	32	2.650,20 €
Bioagenasol 5,5 %	2,136	892	111 %	763,6	913,1	937,8	955,0	25	1.607,20 €
			Durch- schnitt	585,0	687,2	743,0	739,9		

Netto-N-Mineralisation von Haarmehl- und Schafwoll(pellets) im Brutversuch (15 °C; 100 mg N_t/l) verändert n. LABER 2013

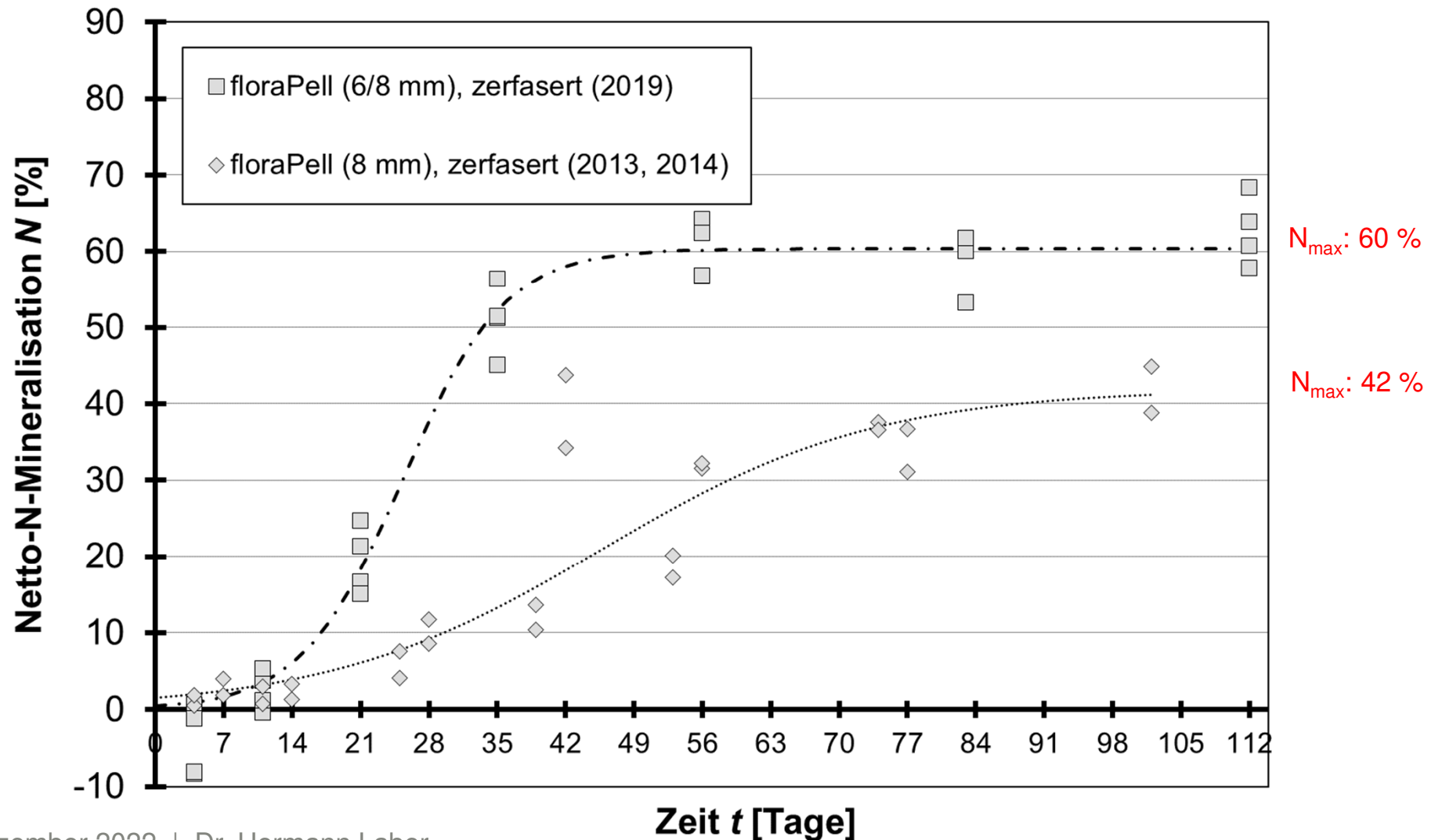


Ansetzen eines Brutversuches

Versuch 2015/16 (Fotos: MIERSCH)

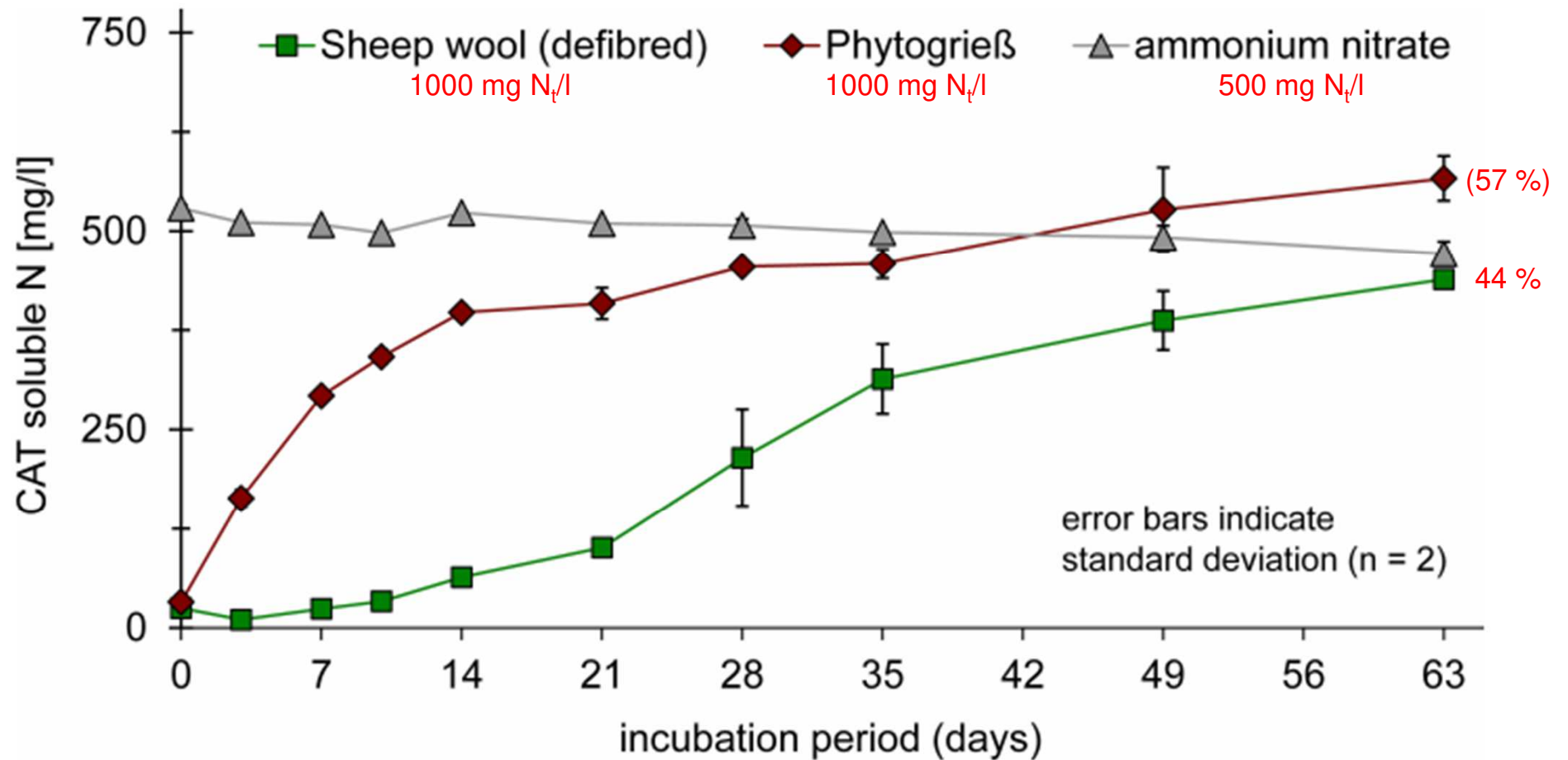


Netto-N-Mineralisation von Schafwoll(pellets) in Brutversuchen (15 °C; 100 mg N_t/l) verändert n. LABER 2022



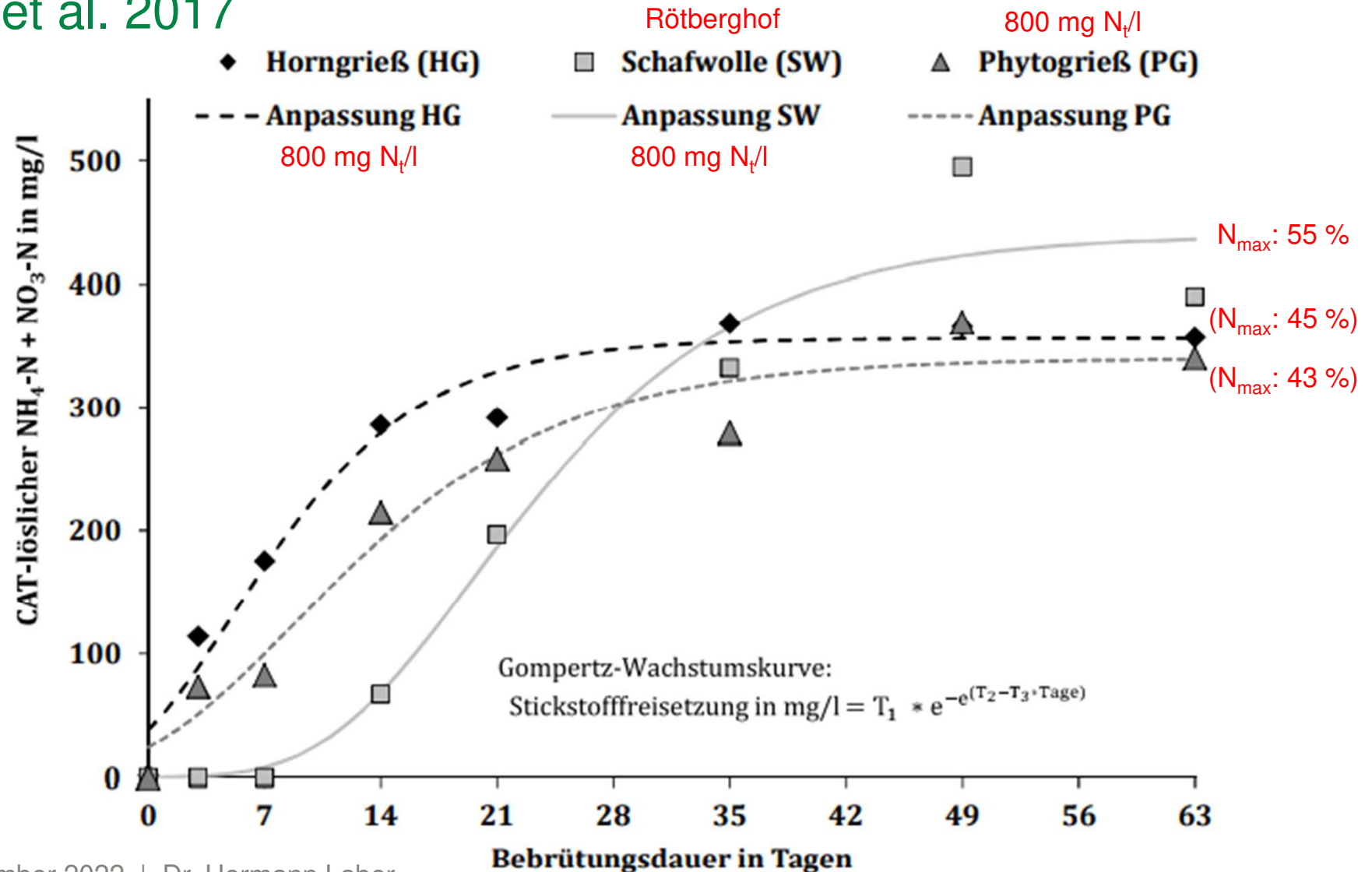
Netto-N-Mineralisation von Schafwoll(pellets) und Phytogries im Brutversuch (25 °C; Torf-/Kompostsubstrat)

SEIBOLD et al. 2015

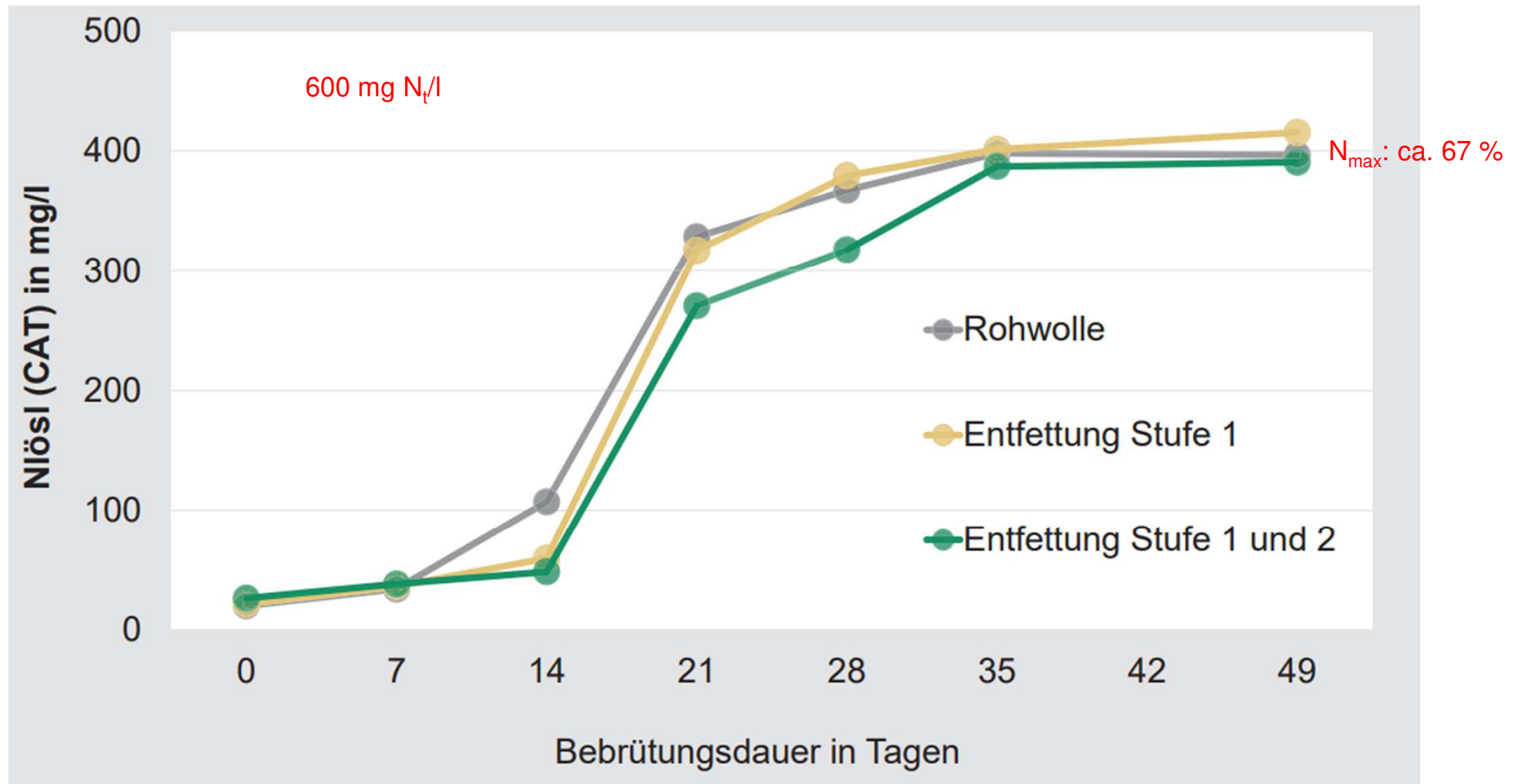


Netto-N-Mineralisation von Schafwoll(pellets), Horn- und Phytogries im Brutversuch (25 °C; Torf-/Kompostsubstrat)

KOCH et al. 2017

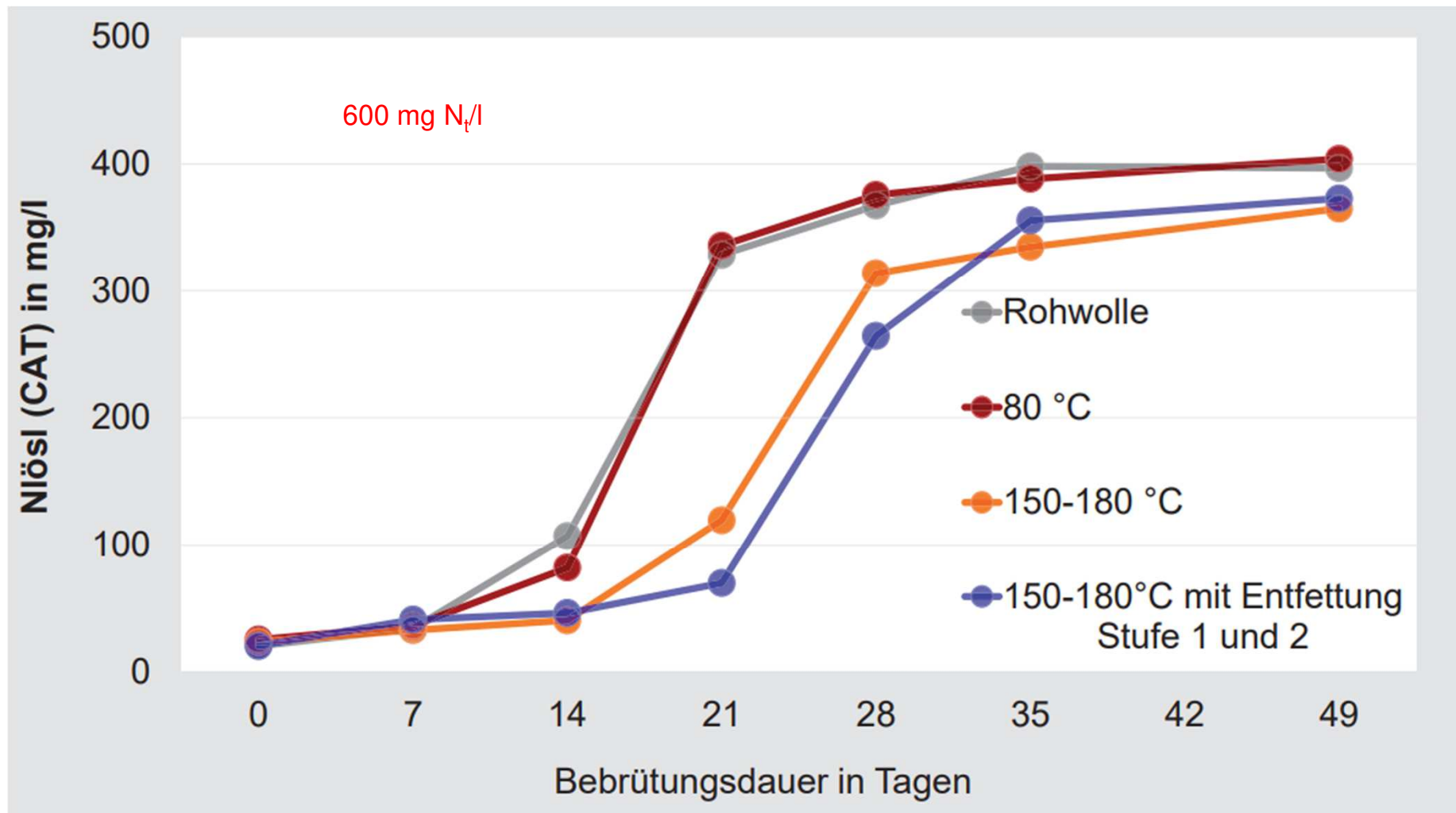


Netto-N-Mineralisation von Rohschafwoll ohne/mit Entfettung im Brutversuch (25 °C; Weißtorf) JÜTTNER et al. 2018



Netto-N-Mineralisation von Rohschafwoll ohne/mit Hitzebehandlung im Brutversuch (25 °C; Weißtorf)

JÜTTNER et al. 2018



Zwischenresümee

...nichts genaues weiß man nicht

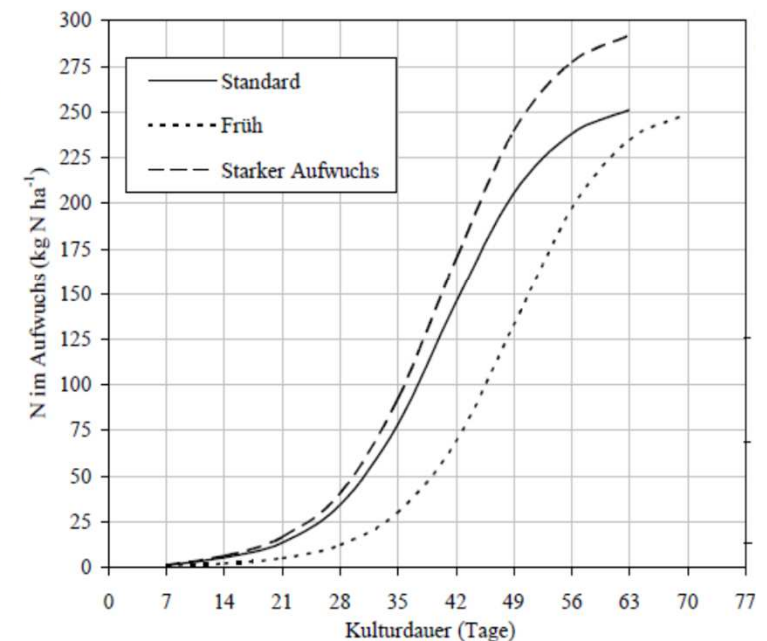
- I die Ursachen für die anfänglich ‚schleppende‘ N-Freisetzung (= lag-Phase) aus Schafwolle sind nicht bekannt
- I der S-förmige Verlauf der N-Freisetzung korrespondiert (aber) mit der N-Aufnahme der Gemüsekulten und ist daher (mit Ausnahme von Pflanzkulturen mit hohem N_{\min} -Anfangsbedarf) wohl eher positiv zu bewerten

Blumenkohl, Standard		Aufwuchs 800 dt ha ⁻¹ , N im Aufwuchs 251 kg N ha ⁻¹ , Marktertrag 350 dt ha ⁻¹																	
Kulturwoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Probenahmetiefe	cm	30						30	60		60								
Mindestvorrat	kg N ha ⁻¹	80						80	40	40									
N-Aufnahme	kg ha ⁻¹ Woche ⁻¹	1	4	8	21	44	67	60	33	13									
Sollwert oM	kg N ha ⁻¹	85	286																
Mineralisierung	kg N ha ⁻¹	-6	0																
Sollwert mM	kg N ha ⁻¹	91	286																

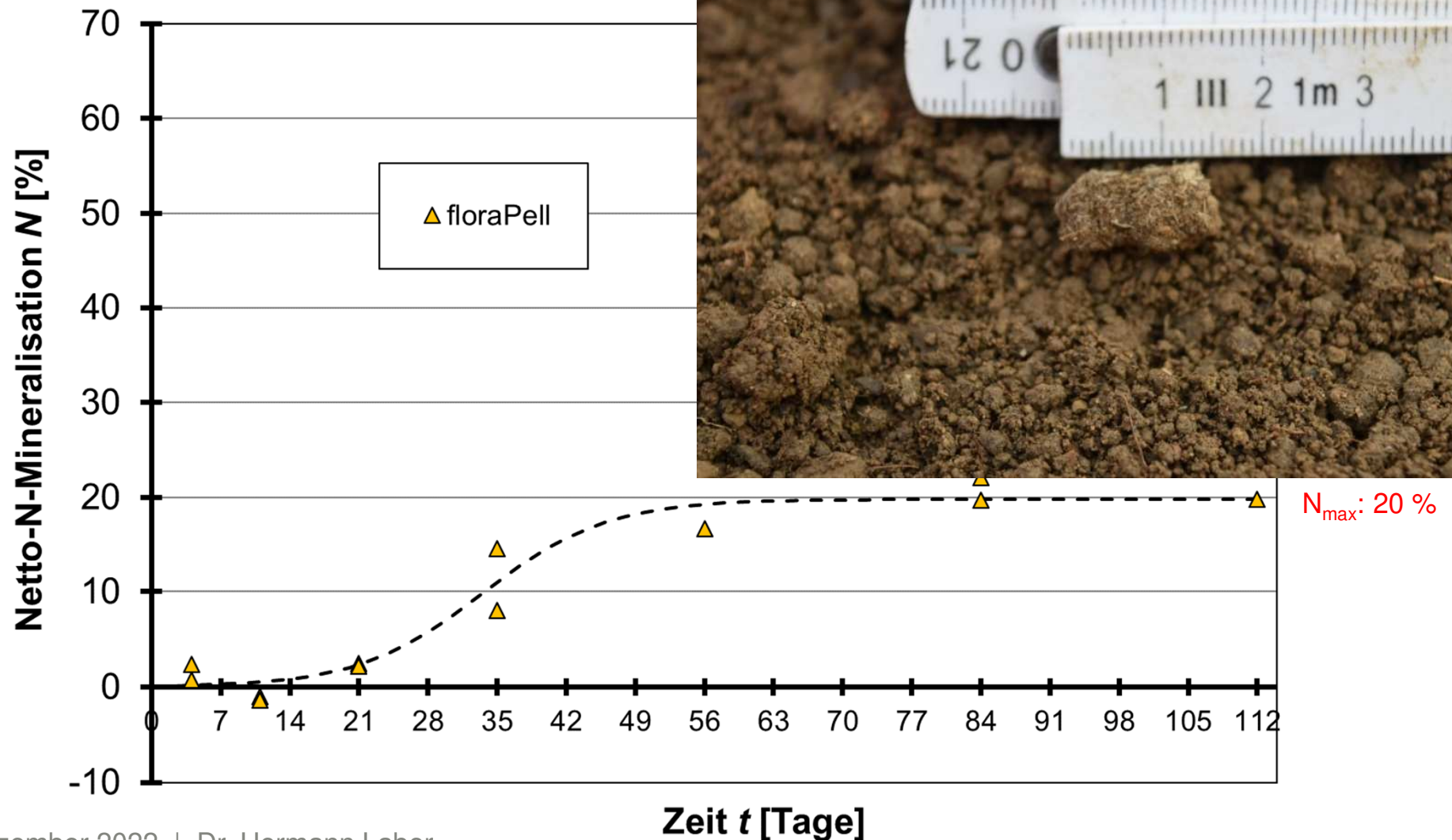
aus FELLER et al. 2011

Blumenkohl

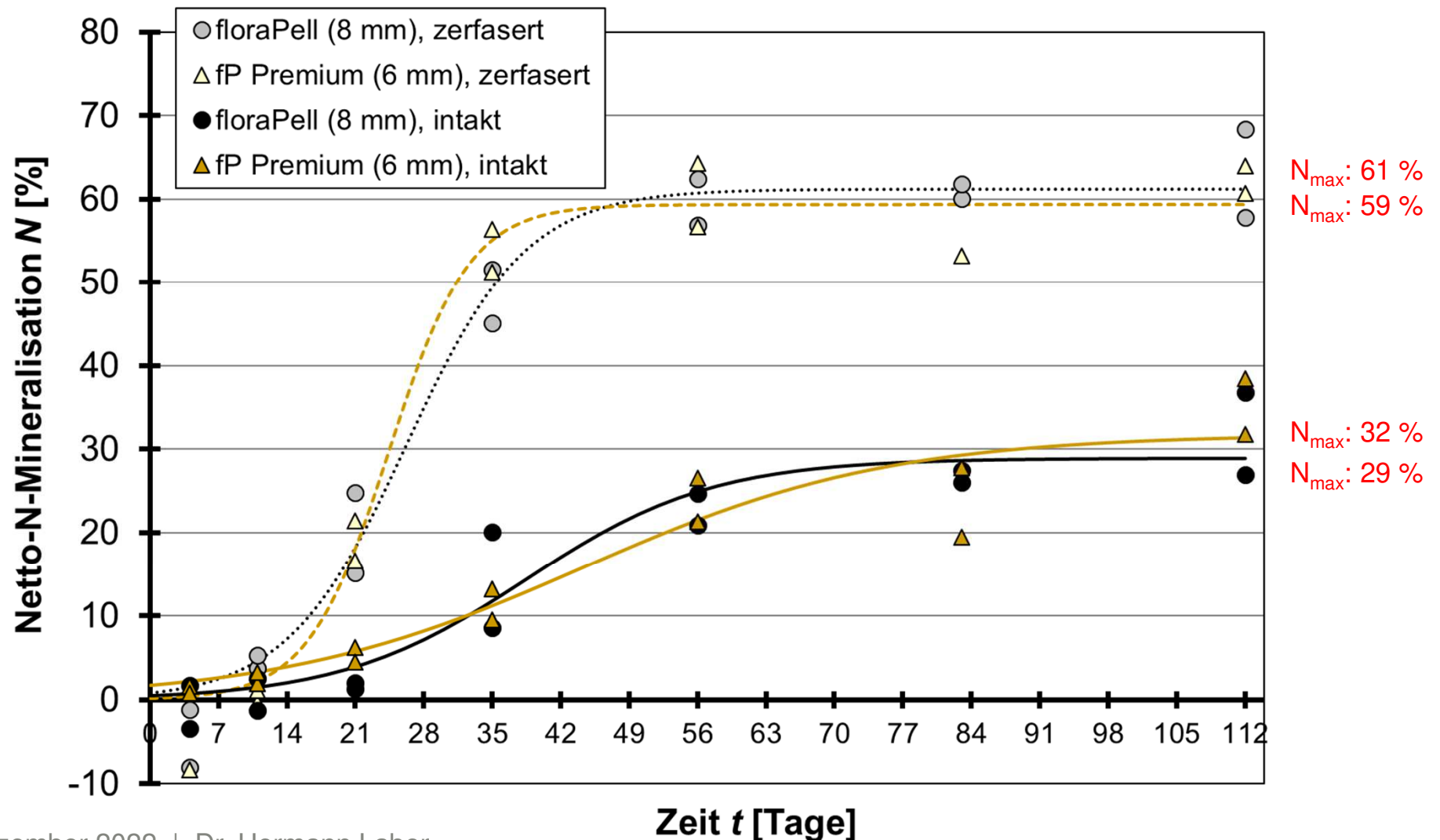
Kulturbegleitendes N_{\min} Sollwertesystem (KNS)



Netto-N-Mineralisation von intakten Schafwollpellets (floraPell) im Brutversuch (15 °C; 100 mg N_t/l) verändert n. LABER 2018



Netto-N-Mineralisation von Schafwollpellets (floraPell) im Brutversuch (15 °C; 100 mg N_t/l) LABER 2019



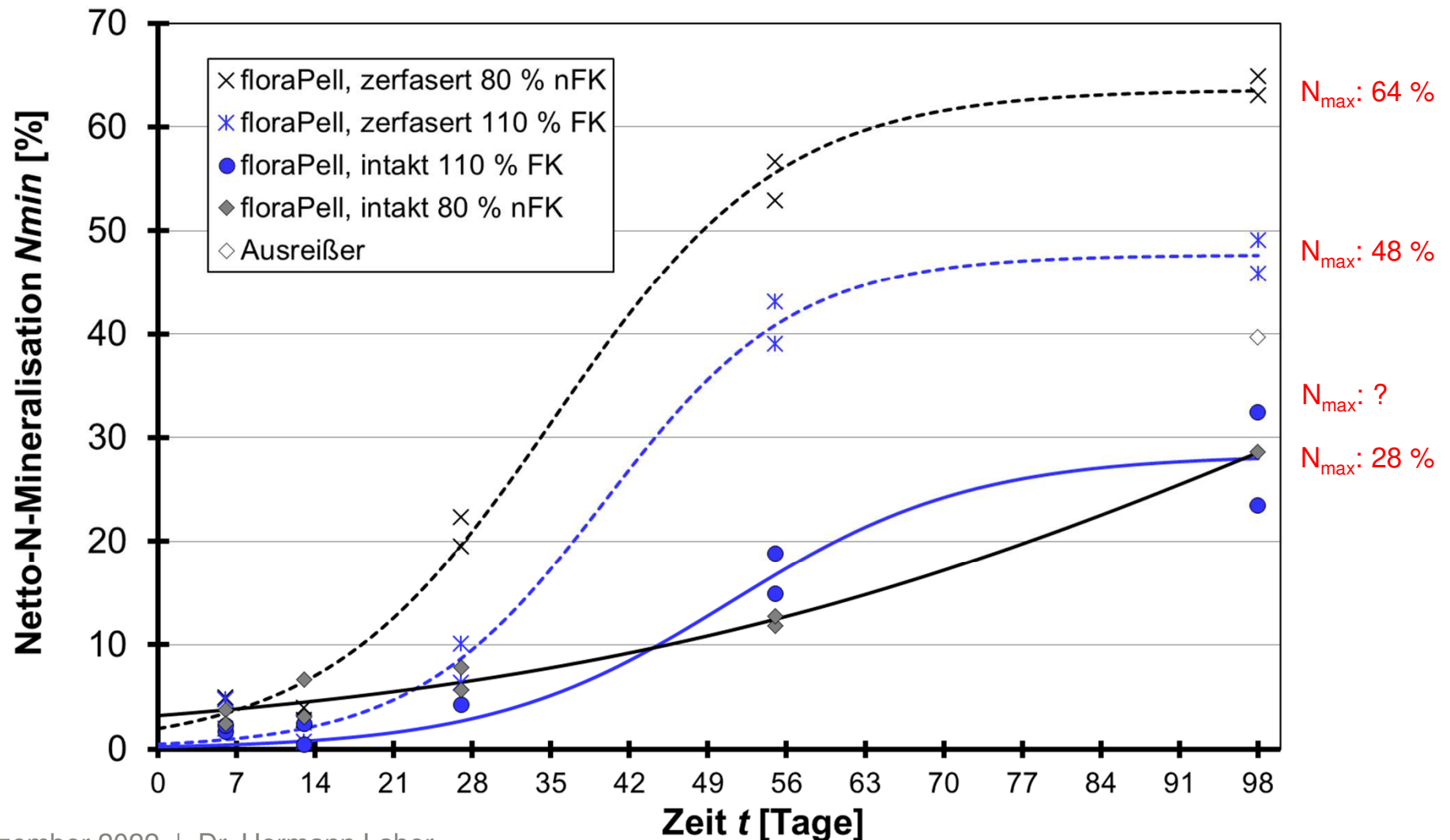
verschiedene Schafwollpellets nach 1-stündigem Quellen

Foto: DALLMANN 2022



Netto-N-Mineralisation von Schafwollpellets bei 80 % nFK bzw. 110 % FK im Brutversuch (15 °C; 100 mg N_t/l)

bzw. 110 % FK im Brutversuch (15 °C; 100 mg N_t/l)
LABER 2022



Intermezzo I: Wasserspeicherfähigkeit von Schafwollpellets floraPell (ca. 2012)

2.4 Quelleffekt/ Wasserspeicherung

floraPell[®] Schafwollpellets quellen im Boden stark auf und können so Wasser bis zum 3,5-fachen des Eigengewichtes aufnehmen und nachhaltig speichern. Der Pflanze steht demzufolge ein zusätzliches Wasserreservoir zur Verfügung. Das nachfolgende Foto zeigt das Aufquellen der Schafwollpellets nach Wasserzugabe. Beide Reagenzgläser wurden zuvor mit einer identischen Menge Pellets gefüllt.



Abbildung 2.3: links: Pellets vor Wasserzufuhr / rechts: Pellets nach Wasserzufuhr

Intermezzo I:

Beispielsrechnung:

Wasserhaltefähigkeit von Schafwollpellets

... ‚Peanuts‘

I z.B. Düngung von 200 kg N_t/ha:

- bei ca. 10 % N_t im Produkt \Rightarrow 2.000 kg Pellets/ha

I „3,5-facher Wasserspeicherfähigkeit“ (davon pflanzenverfügbar:?):

- 2.000 kg Pellets/ha \times 3,5 \Rightarrow 7.000 kg Wasser_{gespeichert}/ha
- 7.000 kg Wasser_{gespeichert}/ha = 7.000 l/ha = 0,7 l/m² bzw. 0,7 mm

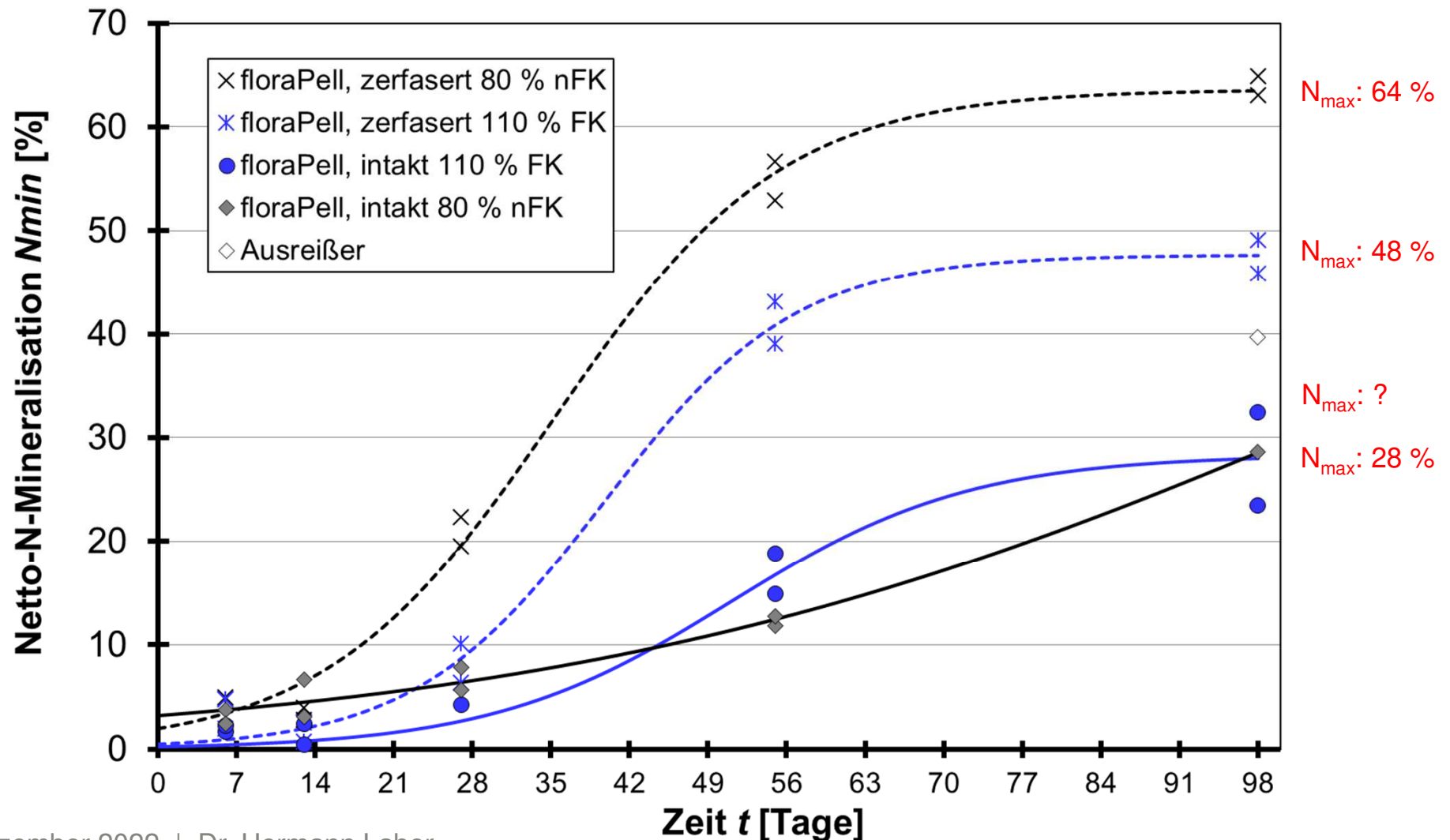
I Verdunstung (Evapotranspiration) an einem ‚schönen‘ Sommertag:

- 6 mm pro Tag
- 0,7 mm entsprechen somit in etwa der Verdunstung innerhalb einer Stunde am Nachmittag...

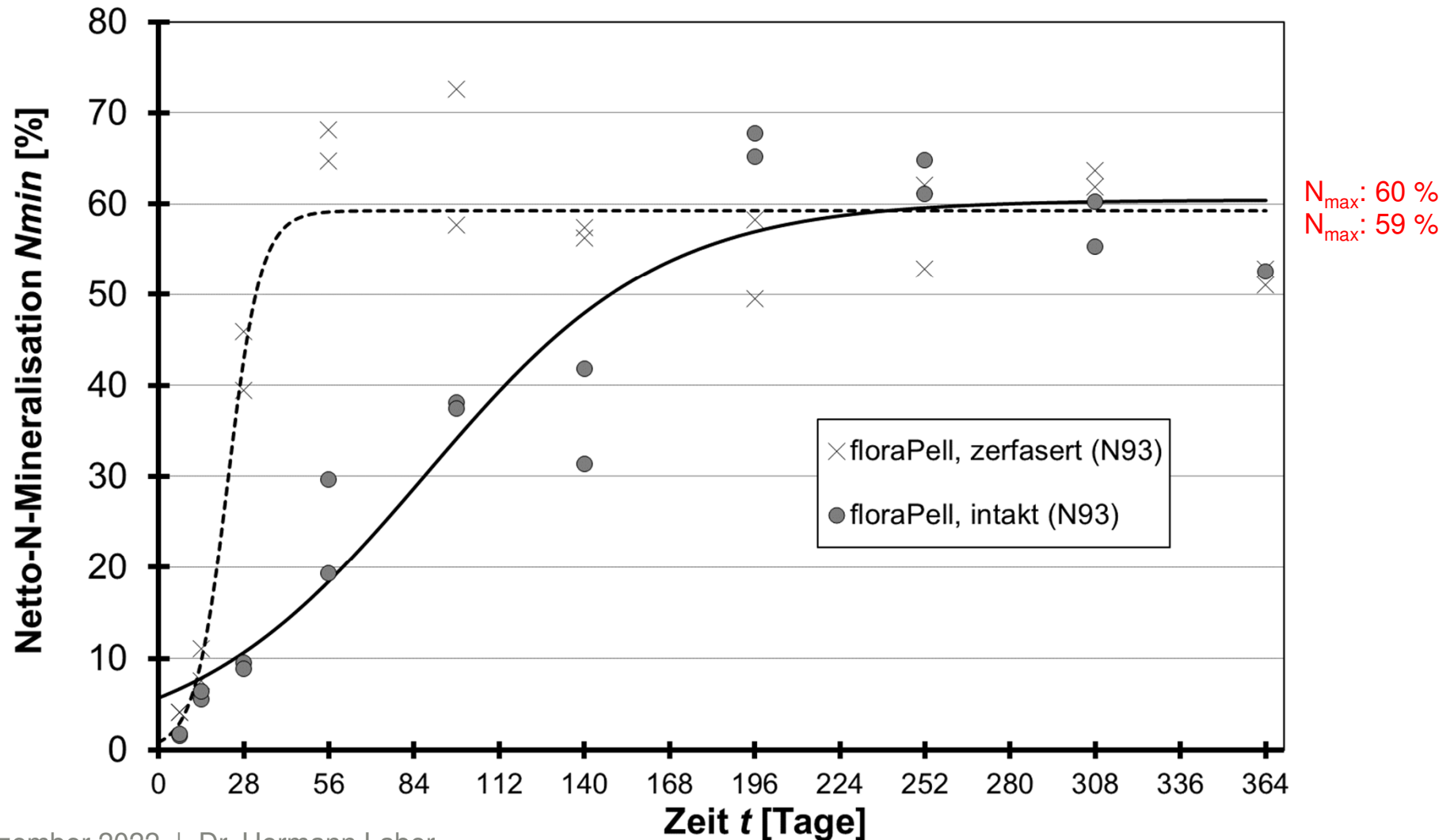
Netto-N-Mineralisation von Schafwollpellets bei 80 % nFK

bzw. 110 % FK im Brutversuch (15 °C; 100 mg N_t/I)

LABER 2022



Netto-N-Mineralisation von Schafwollpellets im Brutversuch (15 °C; ca. 100 mg N_t/l) über 52 Wochen LABER 2022 (in Vorbereitung)

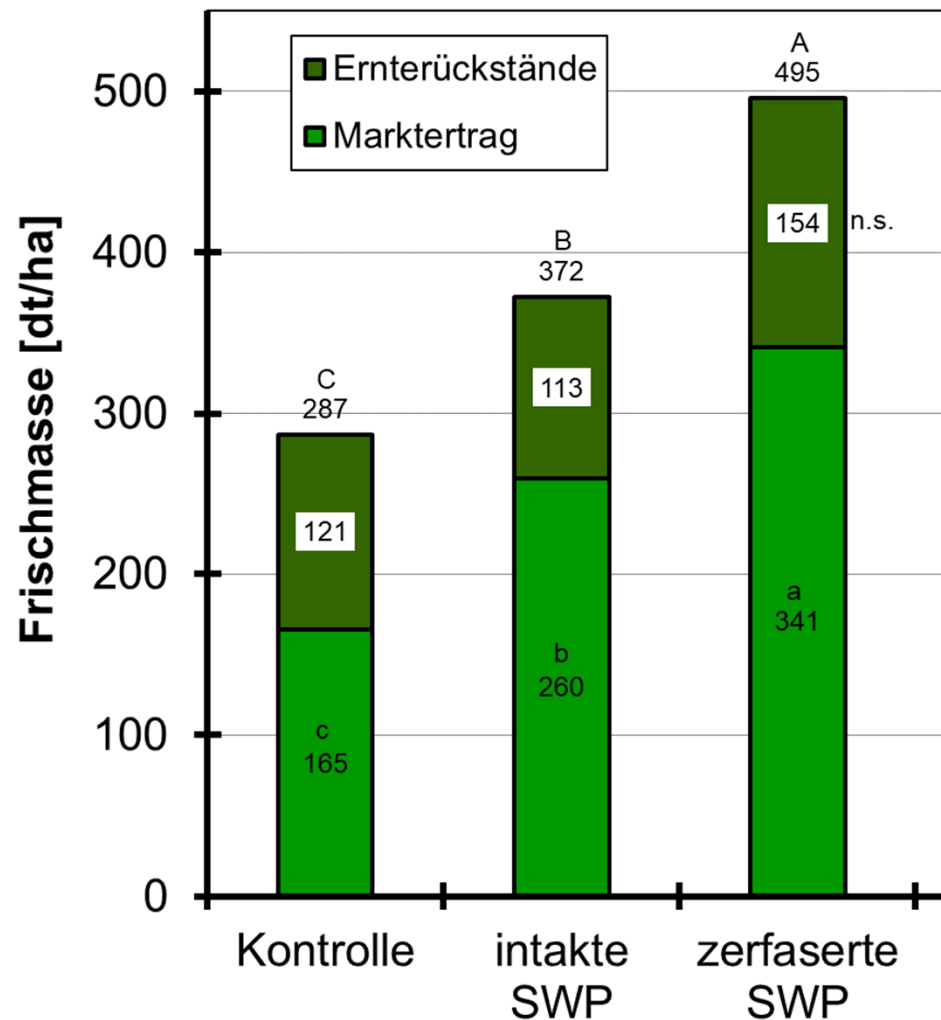


Düngungsversuch mit Frühjahrsspinat

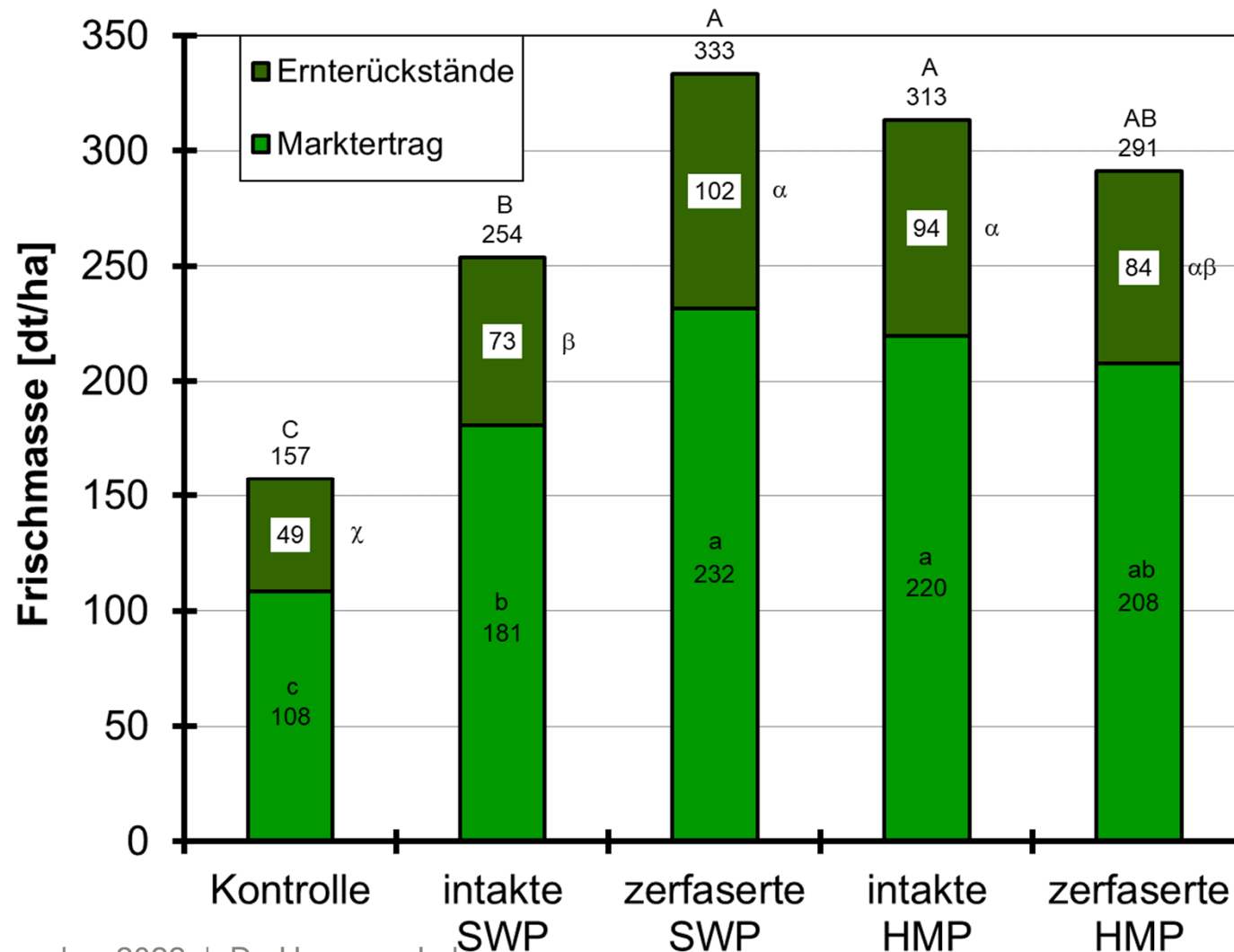
Foto: BÖTZL



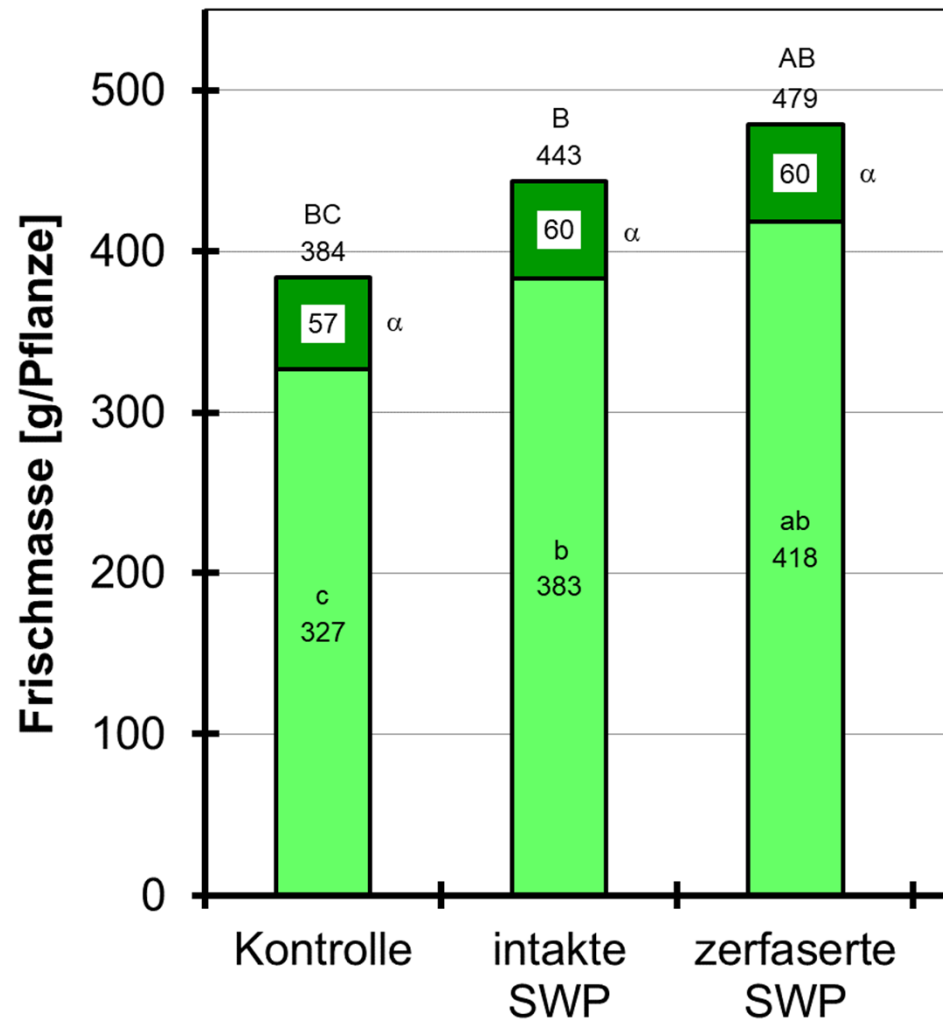
Ertrag von Frühjahrsspinat in Abhängigkeit vom eingesetzten Dünger bzw. dessen Aufbereitung (160 kg N_t/ha) LABER 2022



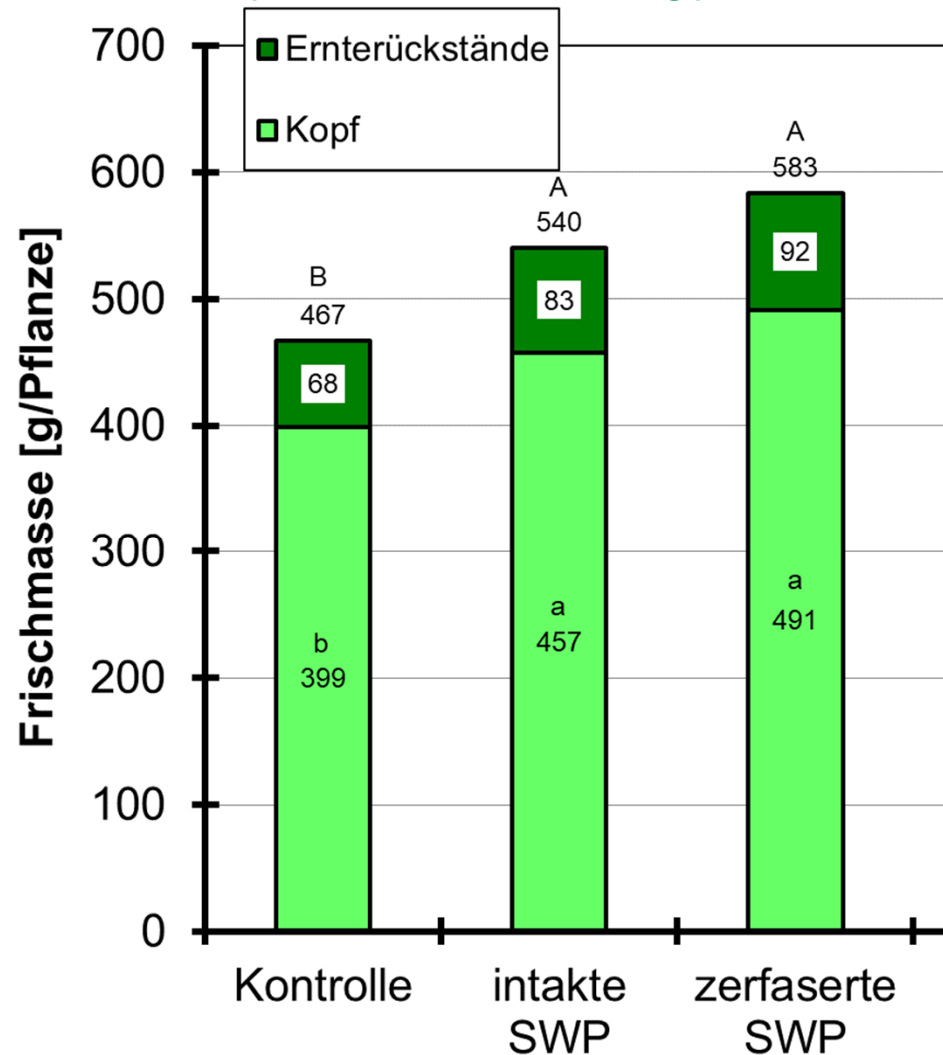
Ertrag von Herbstspinat in Abhängigkeit vom eingesetzten Dünger bzw. dessen Aufbereitung (160 kg N_t/ha) LABER 2022 (in Vorbereitung)



Einzelkopfmasse von Frühjahrs- Kopfsalat in Abhängigkeit vom eingesetzten Dünger bzw. dessen Aufbereitung (120 kg N_t/ha) LABER 2022



Einzelkopfmasse von Herbst- Kopfsalat in Abhängigkeit vom eingesetzten Dünger bzw. dessen Aufbereitung (120 kg N_t/ha) LABER 2022 (in Vorbereitung)



Zwischenresümee

...mit Druck (gepresst) geht's nicht immer schneller

- I **intakte Schafwollpellets** (meist floraPell) **setzen relativ langsam**
(oftmals offensichtlich zu langsam...) **Stickstoff frei**
- I **„feinkörnigere“ Aufbereitung eventuell günstiger (?)**

(Minipellets/Granulat der Firma „Falter Naturdünger“ [Ø 4 mm, max. 5 mm lang]
bisher nicht getestet)

„Anwendung von Schafwollprodukten zu Düngungs- und Mulchzwecken im Freilandgemüsebau“

Projekt im Auftrag des SMEKUL



Stand 20.09.21, Freigabestatus GB

Projektauftrag

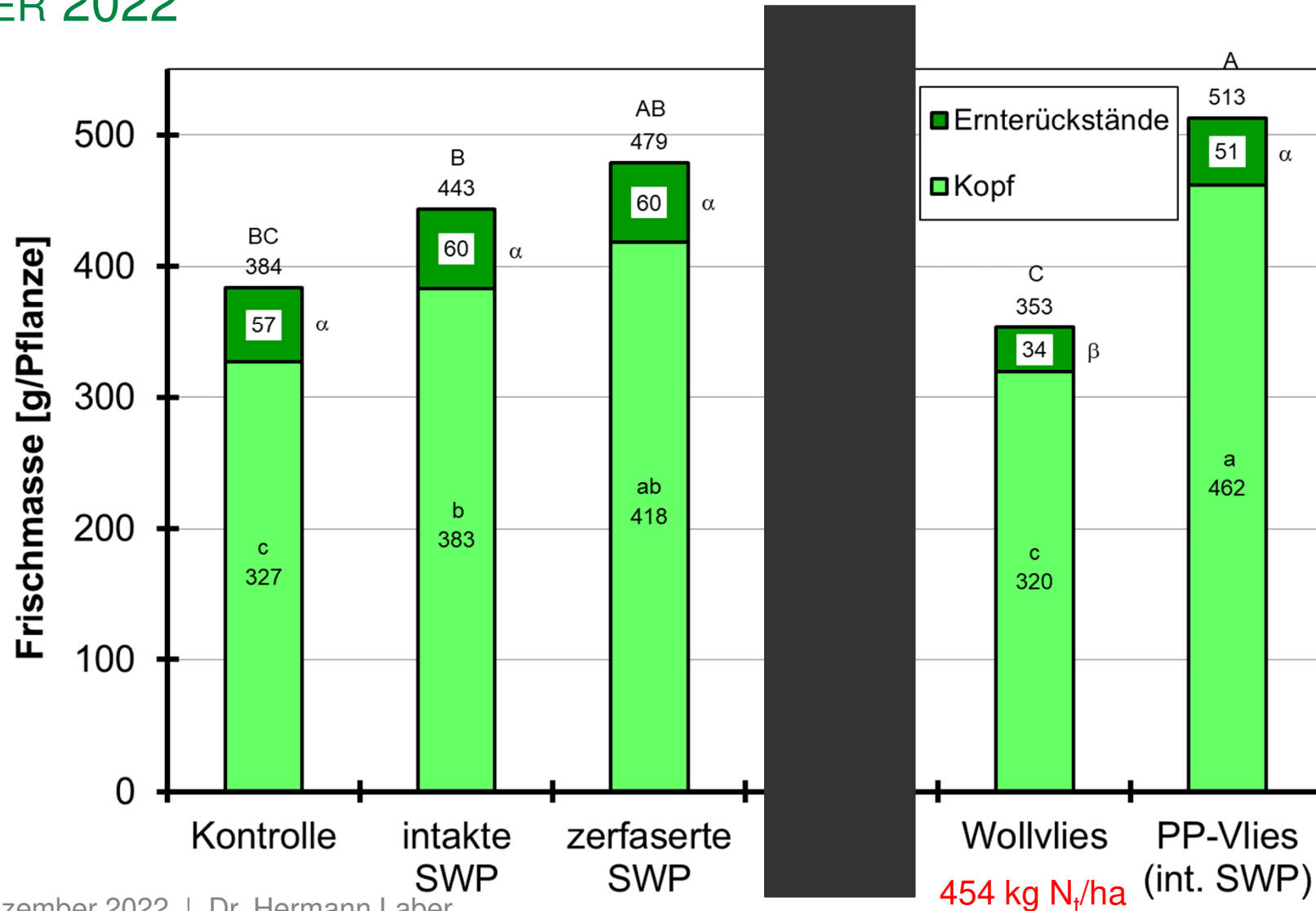
Schafwolldünger im Gemüsebau

Behörde - zust. OrgE	LfULG - LfULG 081
Aktenzeichen	81-7300/468
Vorhabenart - Vorhaben-Nr.	FuE-Vorhaben - 210295
Bezeichnung des Vorhabens	Anwendung von Schafwollprodukten zu Düngungs- und Mulchzwecken im Freilandgemüsebau
unterstützte Verwaltungsaufgabe	Forschungsthemen Hausleitung SMEKUL (Schreiben von 16. Juni 2021, Aktenzeichen 22-7313/1/350)
Vorhabenziel	Ermittlung des kurz- und längerfristigen Umsetzungsverhalten von Schafwolle bzw. Schafwollprodukten (Pellets, Vliese/Filze) unter Labor- (Brutversuch) und Freilandbedingungen (obligatorisch werden dabei auch Ertrags- und Qualitätsparameter erfasst). Testung von Schafwoll-Mulchvarianten (Rohwolle, Vliese/Filze) in

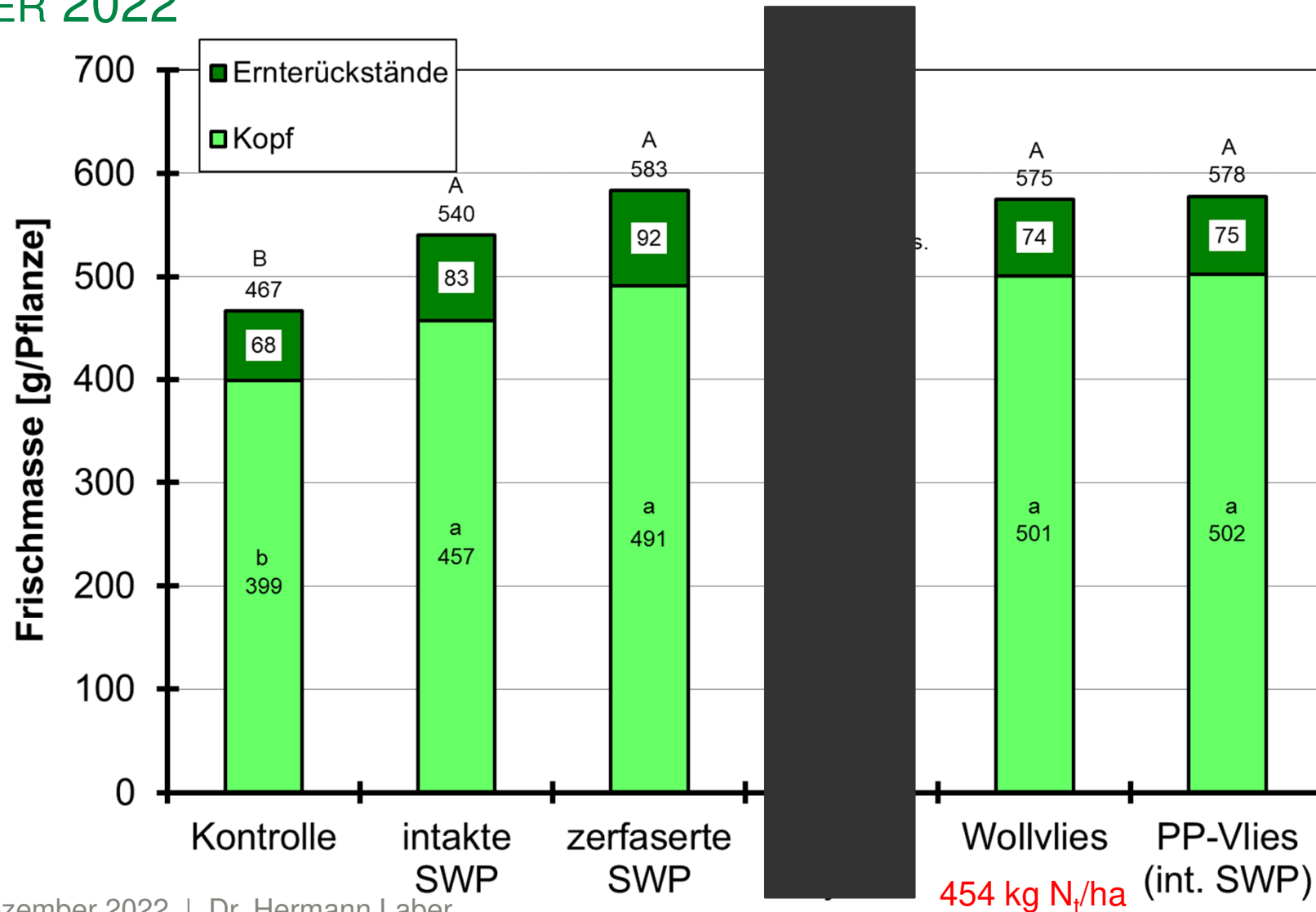
Intermezzo II: Einsatz von Schafwoll- (300 g/m²) bzw. PP-Mulchvlies (rechts) in Frühjahrs-Kopfsalat Foto: BÖTZL



Einzelkopfmasse von Frühjahrs- Kopfsalat in Abhängigkeit vom eingesetzten Dünger bzw. dessen Aufbereitung (120 kg N_t/ha) LABER 2022

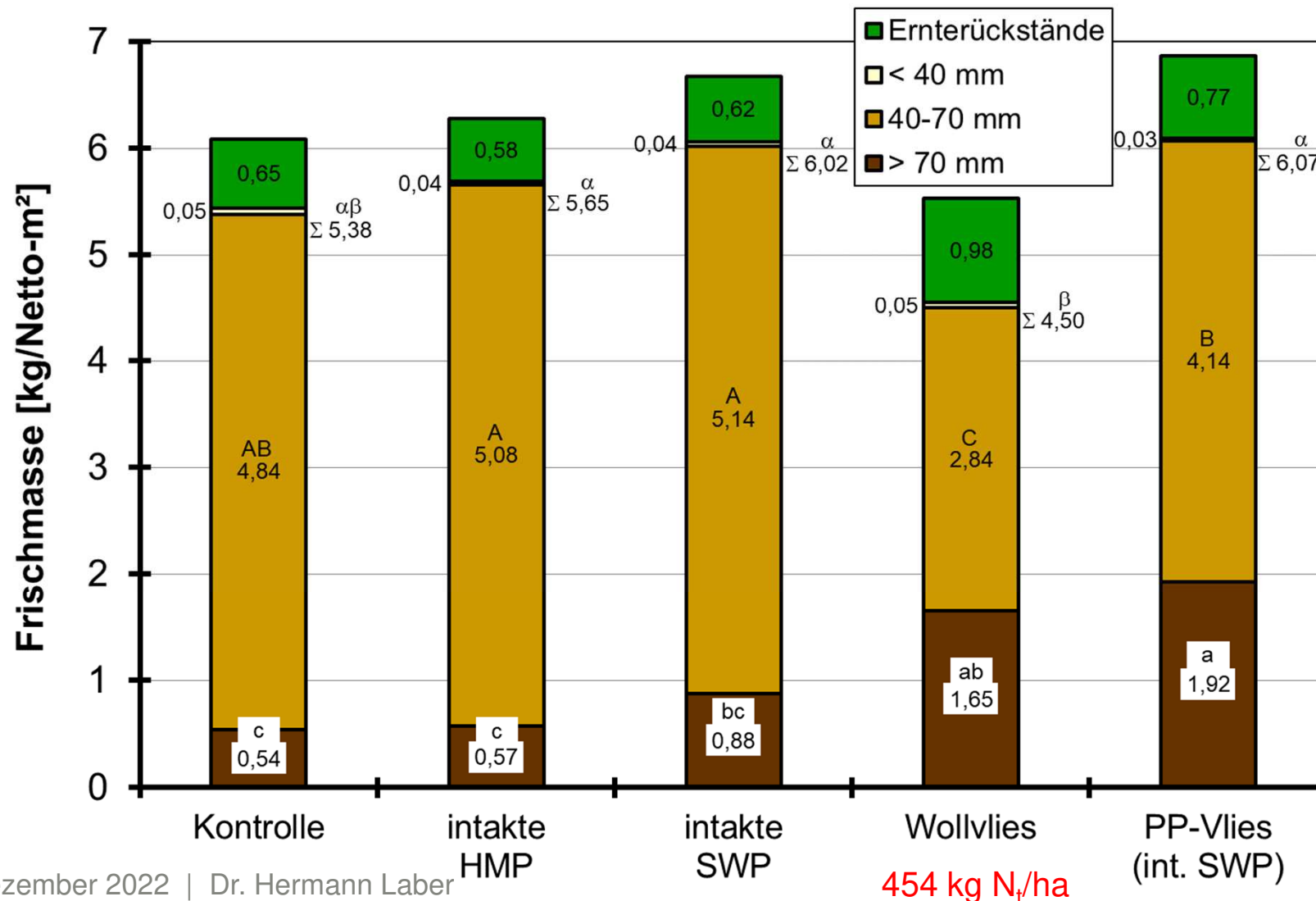


Einzelkopfmasse von Herbst- Kopfsalat in Abhängigkeit vom eingesetzten Dünger bzw. dessen Aufbereitung (120 kg N_t/ha) LABER 2022



454 kg N_t/ha

Frischmasseertrag von Pflanzzwiebeln in Abhängigkeit vom eingesetzten Dünger bzw. dessen Aufbereitung (80 kg N_t/ha) LABER 2022



Intermezzo II: Zwischenresümee

...Filzpantoffel-Helden sind nicht immer die schnellsten

- I **Schafwoll-Mulchvlies** (300 g/m²) **trotz enormer N-Fachten** (> 450 kg N_t/ha) (und Kosten...) eher ‚kontraproduktiv‘
- I **praktisch keine N-Freisetzung in der Kurzkultur Salat, bei Pflanzzwiebeln** (126 Tage) **nur 42 kg/ha (= 9 %)** (Ergebnisse nicht dargestellt)

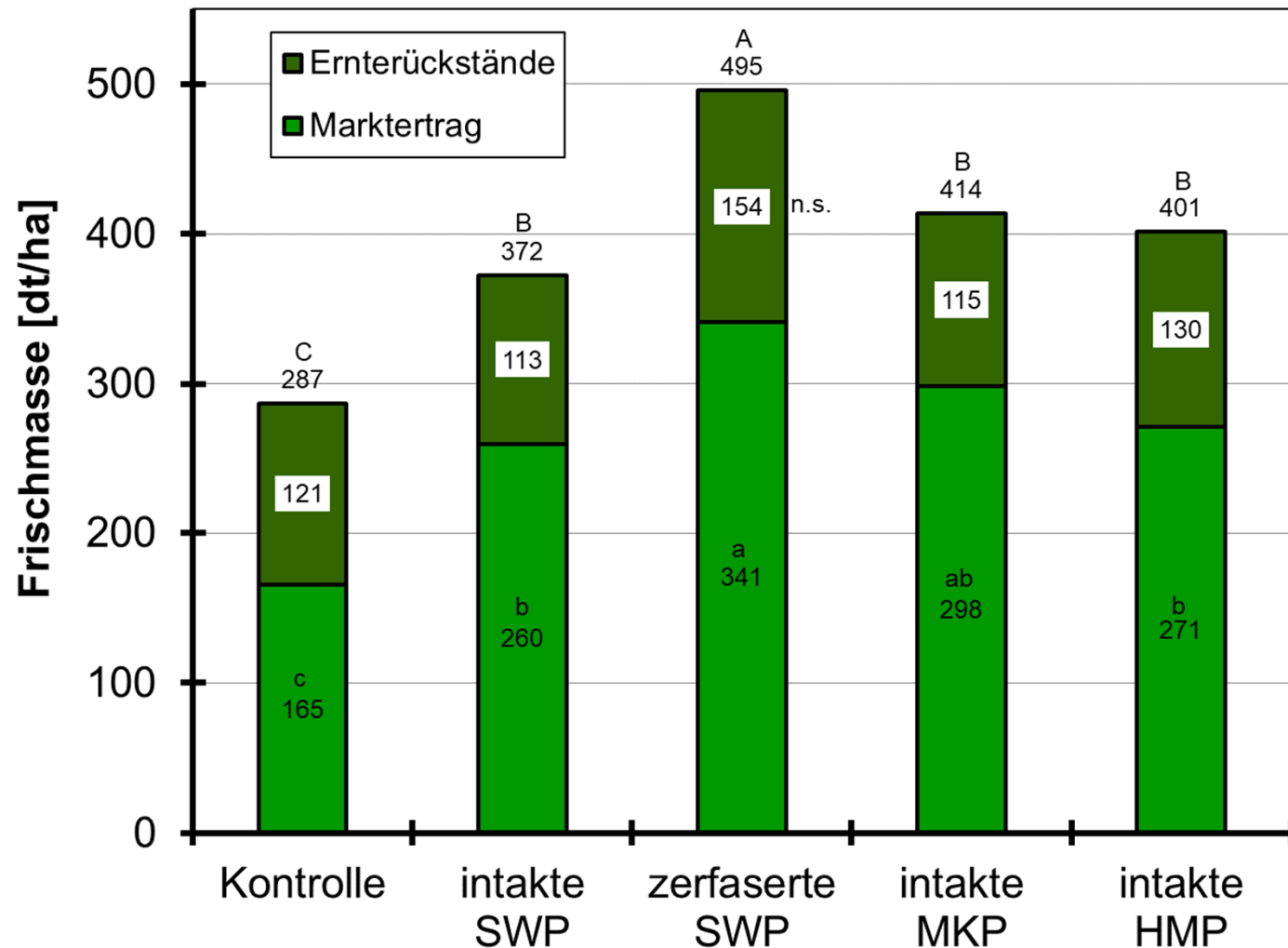
Intermezzo III : Kot der Schwarzen Soldatenfliege

www.madebymade.eu

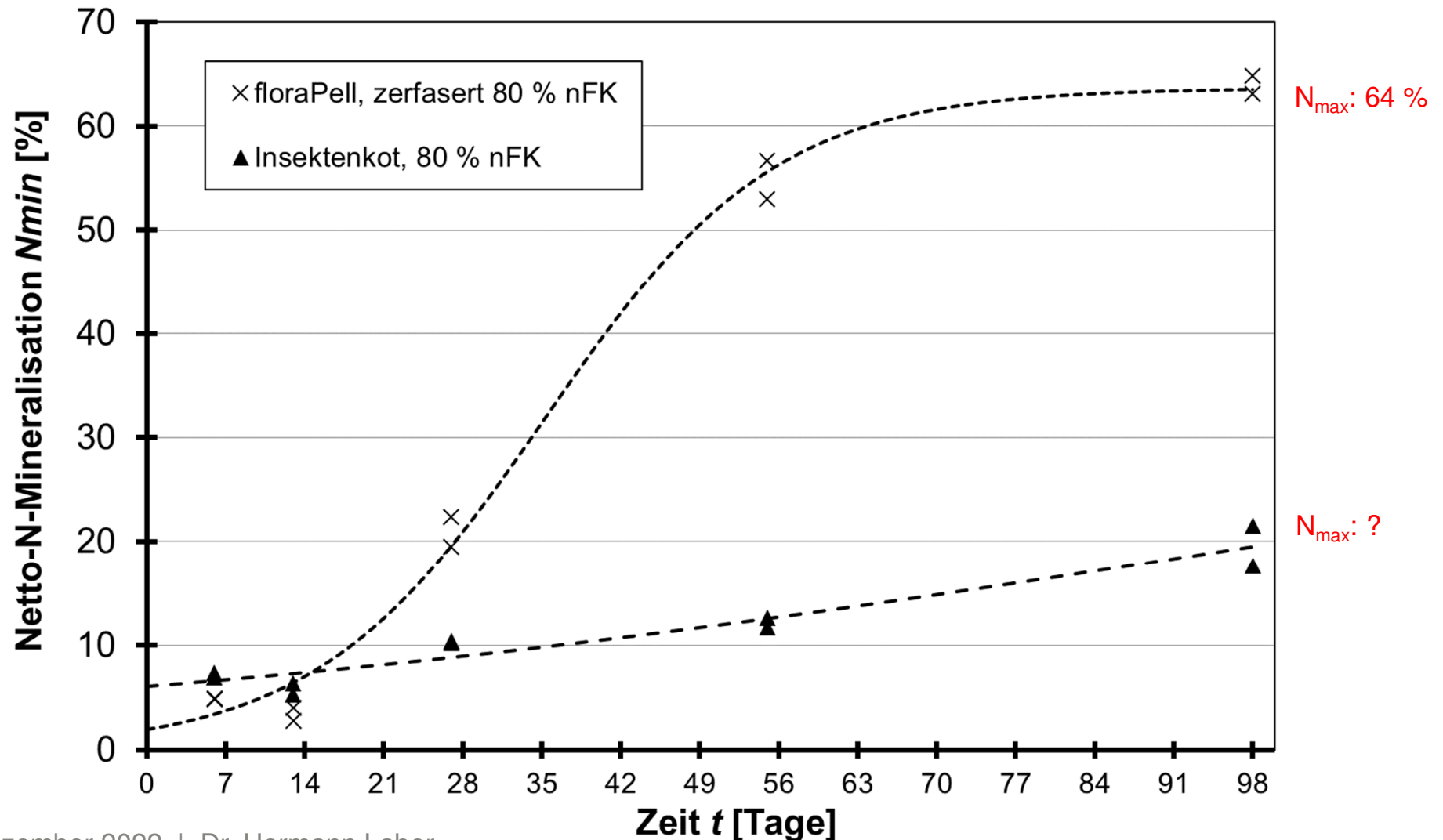


Ertrag von Frühjahrsspinat in Abhängigkeit vom eingesetzten Dünger bzw. dessen Aufbereitung

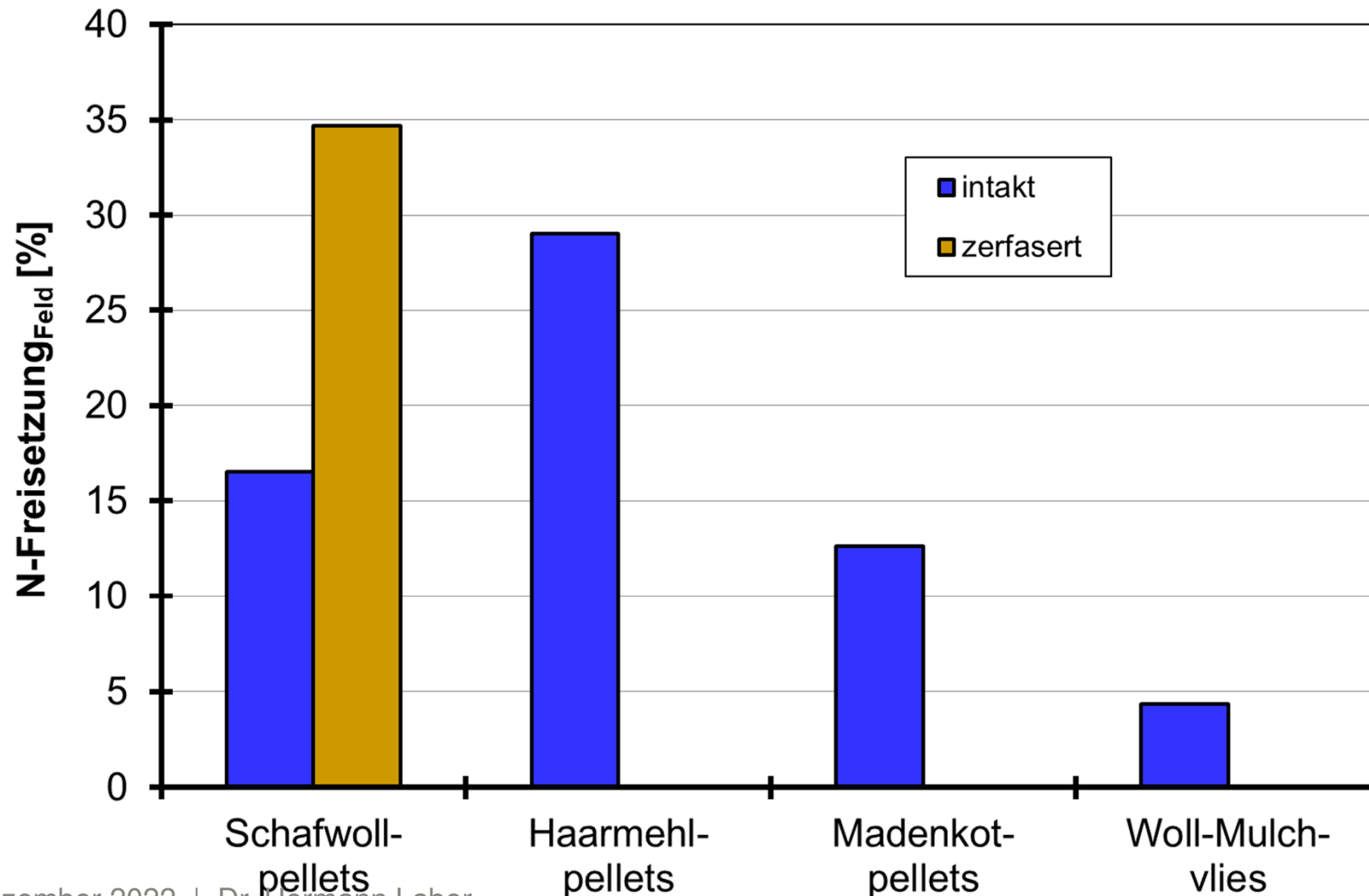
LABER 2022



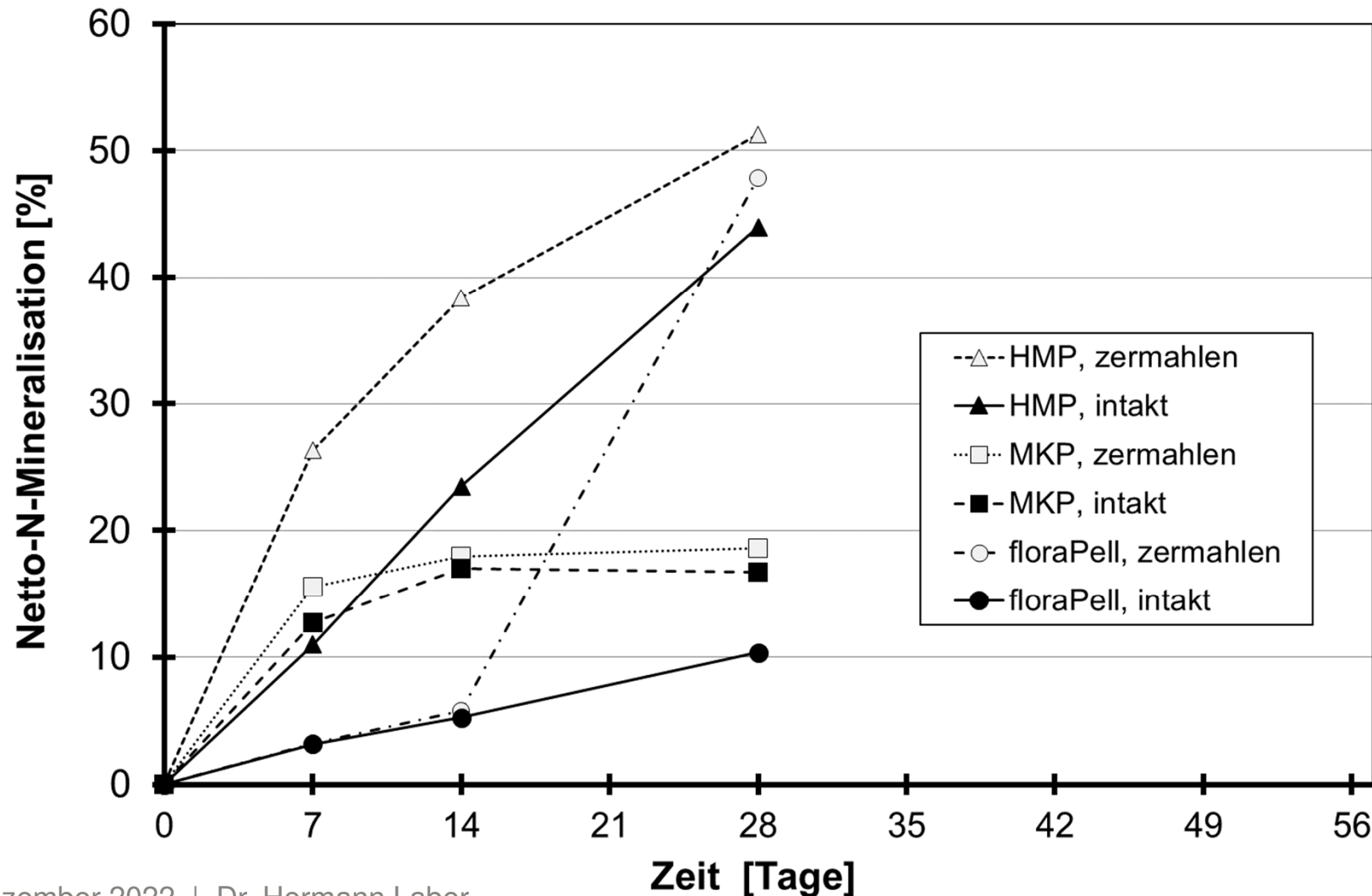
Intermezzo III: Netto-N-Mineralisation von Kot der Schwarzen Soldatenfliege (hier unpelletiert) LABER 2022



mittlere N-Freisetzung in den Feldversuche ohne Spinat- und Salatversuche im Herbst (N-Auswaschung)



Schluss: Brutversuch zum Einfluss der Pelletierung bei Schafwoll- (II.), Haarmehl- und Madenkotpellets Laufzeit bis Okt. 2023



Verpilzung der Rohwolle im Brutversuch (25 °C; Weißtorf)

JÜTTNER et al. 2018

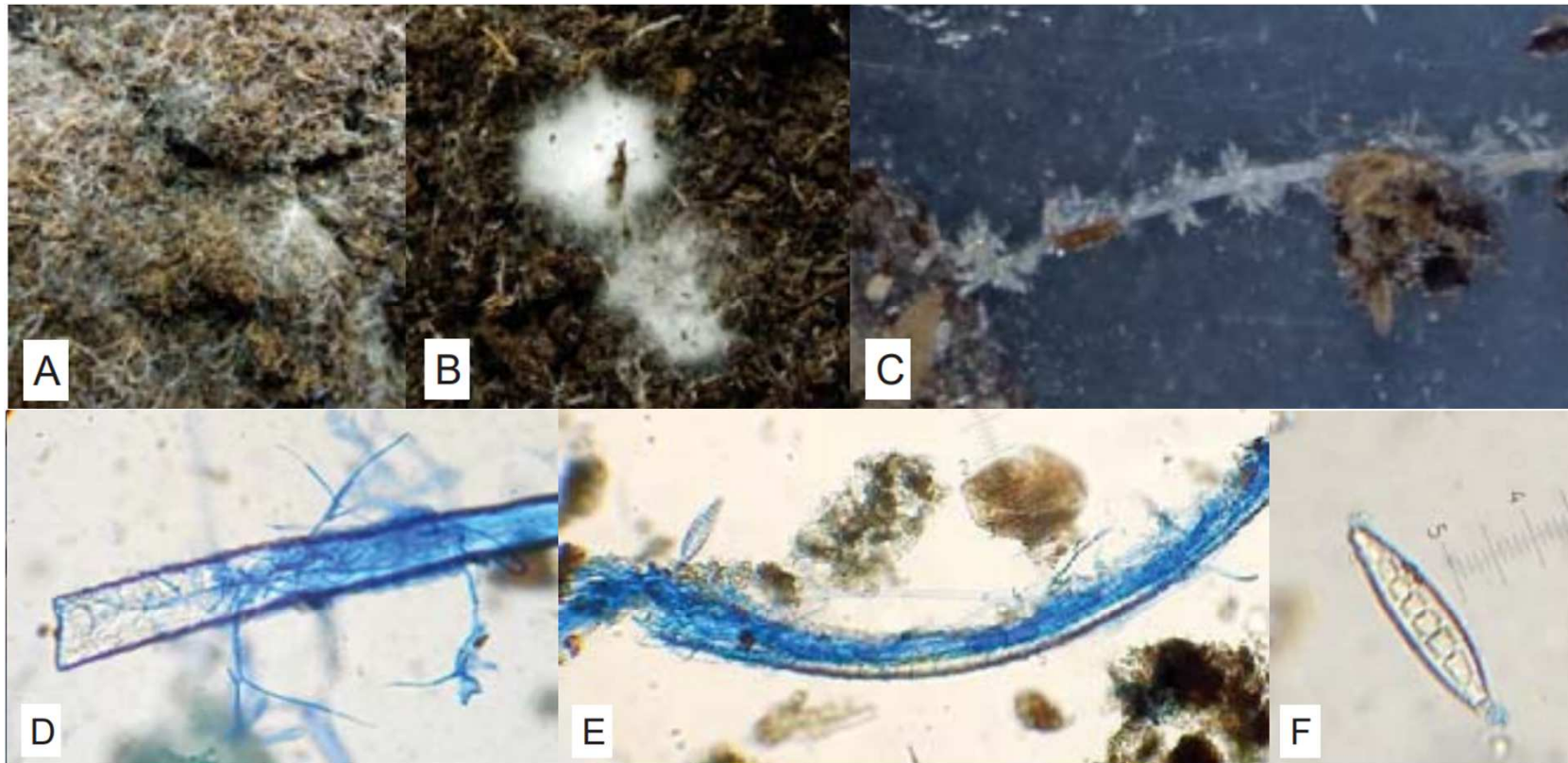


Abb. 6: aufgetretene Verpilzung (A und B), Wollfaser mit anhaftenden Makrokonidien 50fach (C), von Pilzmyzel umwachsene Wollfaser 400fach (D), beginnende Auflösung der Wollfaser und anhaftende Makrokonidie 200fach (E) einzelne Makrokonidie 400fach (F)

- vermutlich keratinolytische Pilze der Gattung *Microsporium* spp. an der aufgetretenen Verpilzung beteiligt (Abb. 6)
- für diese Gattung wurde die Nutzung von Wollfett als Kohlenstoffquelle bereits nachgewiesen^[1]



Intermezzo I:

Wasserspeicherung von SchafwollPellets, RohWolle und BierTreber im Gefäßversuch nach 32 Tagen

GARZ 2017

Variante [M.-%]	GePV	Wassergehalt in Volumen-%							TRD
		weite GP	enge GP	MP	FP	LK	nFK	FK	
	[Vol-%]	pF 0-1,8	pF 1,8-2,5	pF 2,5-4,2	pF >4,2	pF < 1,8	pF 1,8-4,2	pF >1,8	[g cm ⁻³]
P 0,5 *	42,48	7,13	4,44	23,29	7,61	7,13	27,74	35,35	1,48
W 0,1	41,13	6,34	6,99	19,68	8,11	6,34	26,67	34,78	1,53
T 0,5	41,29	6,54	4,59	22,86	7,30	6,54	27,45	34,75	1,49
Kontrolle	42,48	6,68	8,61	18,84	8,35	6,68	27,45	35,80	1,49

*: entspricht bezogen auf eine Bodenschicht von 0-10 cm
einer Düngergabe von 7.500 kg/ha bzw. > 750 kg N/ha