

Bedeutung der Begrünung für die Bodenfruchtbarkeit



Christoph Felgentreu
Deutsche Saatveredelung AG
Humustage Premnitz, 22.11.2018



Futtergräser

EW LIRASAND
WW FABIO
DW FORNIDO t
WR LIMAGIE

Zwischenfrüchte

ÖR RESET
AS REDBONE
Phacelia LISETTE

Raps

WR LUDGER neu
WR RAFFINESS
WR BENDER

Getreide

WW PIONIER A
WW PATRAS A
WW CHAPLIN A neu
WW BOSS B neu
WG MIRABELLE neu
WG PARADIES neu

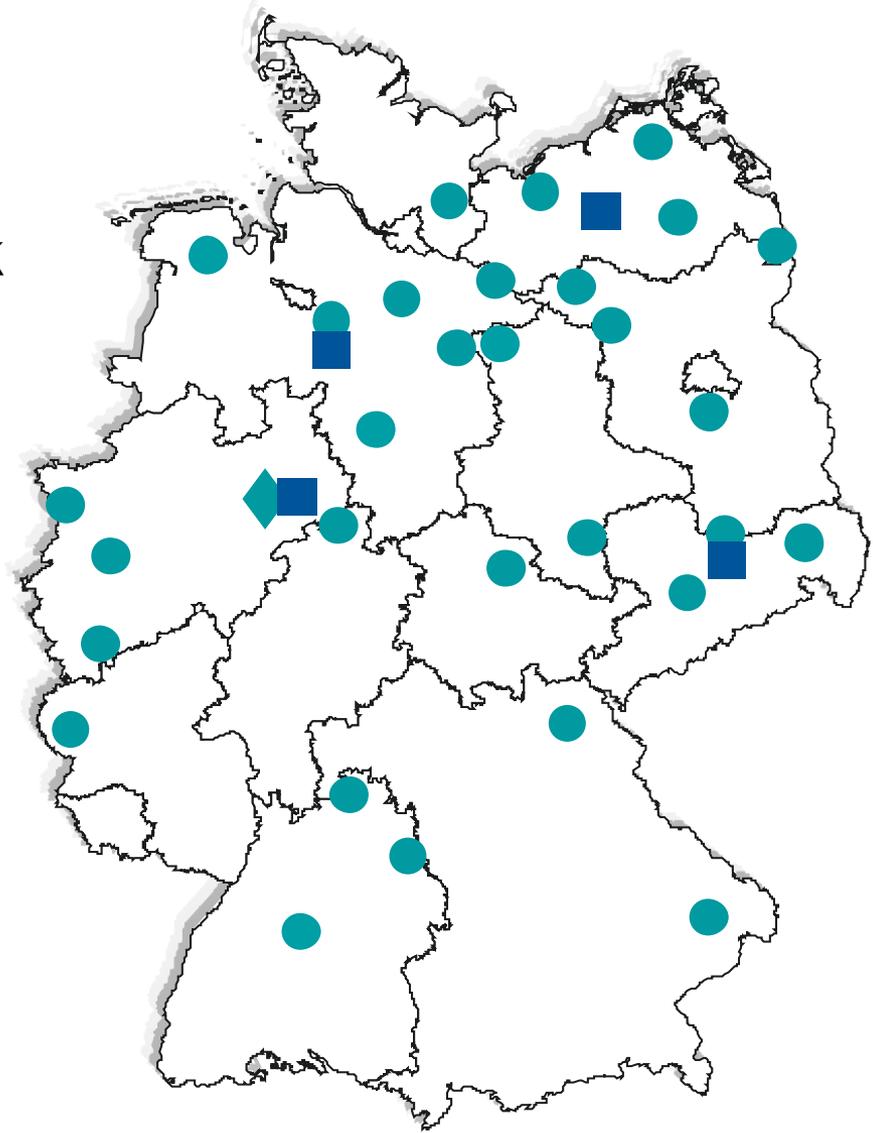
Mais

CATHY S220
MESSAGO S220
LIBERATOR S250
DANUBIO S270



DSV deutschlandweites Netzwerk

In Deutschland verfügt die DSV über ein Netzwerk aus Zweigstellen, Saatzuchtstationen und Regionalbüros.



- Zweigstelle/Regionalbüro
- Saatzuchtstation/Prüfstation
- ◆ Zentrale



Landwirte müssen sich auf Naturgewalten einstellen

12
16.09.16

Berlin/jst Das Sommerwetter mit Starkregen und Trockenheit ist für die Landwirtschaft eine Herausforderung. Global setzt sich der Temperaturanstieg fort.

„Der Sommer 2016 in Deutschland war unauffällig, zumindest mit Blick auf die Durchschnittswerte“, sagte Dr. Paul Becker, Vi-

zepräsident des Deutschen Wetterdienstes. Der stellvertretende Vorsitzende des Deutschen Klima-Konsortiums (DKK) erläuterte in Berlin die Extremwetterlagen. Doch tatsächlich sei der Sommer außergewöhnlich gewesen, führte der Meteorologe aus. Sowohl die Durchschnittstemperaturen als auch die Niederschlagsmen-

gen waren im Vergleich zu der internationalen Referenzperiode der Jahre 1961 bis 1990 nur geringfügig erhöht und lagen damit im Normalbereich. Völlig abweichend von der Norm waren dagegen die Niederschlagsmengen in einzelnen Regionen, insbesondere im Süden und Westen Deutschlands. Plötzliche und häufig länger anhaltende heftige Niederschläge führten vereinzelt zu Überschwemmungen.

Verantwortlich dafür war eine außergewöhnlich lang anhaltende Großwetterlage mit der Bezeichnung „Tief Mitteleuropa“. Ein direkter Zusammenhang zwischen Klimawandel und dem Auftreten derartiger Phänomene ist bisher nicht eindeutig und präzise Prognosen demzufolge nicht möglich. „Die Projektionen von Klimamodellen lassen eine Zunahme solcher Starkregen auslösenden Wetterlagen für die Zukunft vermuten“, äußerte sich Becker daher auch nur vorsichtig. Doch könnten die erlebten Sturzfluten ein Vorgeschmack auf die Sommer in einer zukünftig wärmeren Welt sein, ergänzte er. Als Gegenmaßnahmen bleibe daher nur eine bessere Eigenvorsorge, rät der Meteorologe. Zwar werde ständig an besseren Wettervorhersagen gearbeitet, doch sollte sich die Gesellschaft auf eine „neue Kultur im Umgang mit Na-



Zuckerrüben in Sachsen-Anhalt liegen ohne Wasserzufuhr flach.

ße Wassermengen vorübergehend aufgefangen werden könnten. Auch „Gründächer“ hätten sich in Modellen bewährt. Jeder Bürger müsse sich auf witterbedingte Ausnahmesituationen vorbereiten, beispielsweise beim Häuserbau oder auf einen vorübergehenden Zusammenbruch örtlicher Infrastrukturen.

Nach Kenntnis des DKK rechnen Versicherungen in Deutschland für das Jahr 2016 mit Schäden von 2,6 Mrd. €. Wie sich die Versicherungswirtschaft auf zukünftig zunehmende Schadenergebnisse einstellen werde, könne er derzeit nicht beurteilen, so Becker. Es sei davon auszugehen, dass sich die Durchschnittstemperaturen weltweit betrachtet weiter erhöhen werden.

turgefahren vorbereiten“. Dazu zählen entsprechende Vorbereitungen in den Kommunen. Als Ziel nennt Becker eine „Schwammstadt“, in welcher gro-

Klima im Fokus

Das Deutsche Klima-Konsortium (DKK) mit Sitz in Berlin wurde im Jahr 2010 gegründet. Es versteht sich als Plattform für die Klimaforschung und als zentrale Anlaufstelle für die Politik und Öffentlichkeit zu Fragen des Klimas und des Klimawandels. Zu den 24 Mitgliedern des DKK zählen Forschungseinrichtungen, das

Umweltbundesamt (UBA) und das Institut für Klimafolgenforschung (PIK) in Potsdam. An der internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Klimaforschung sind an dem Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 40 Wissenschaftler aus Deutschland beteiligt, darunter 20 aus dem DKK. jst

NIR-Analysegerät
für Getreide und Ölsaaten

Granolyser

PFEUFFER
Mess- und Prüfgeräte
rational kornservice

- Neueste NIR-Technologie ermöglicht ein kontinuierliches Spektrum von 950 bis 1550nm für höchste Präzision
- Weizen, Gerste, Roggen, Raps, Mais, Triticale etc.
- Feuchte, Protein, Sodi, Feuchtkiebel, Ölgehalt etc.
- 600ml Probervolumen
- Touchscreen Bedienung
- integrierter Drucker
- USB, RS232, TCP/IP-Schnittstellen

www.pfeuffer.com • info@pfeuffer.com

Pfeuffer GmbH, Flugplatzstr. 70, D-97318 Kitzingen
Tel. (0 93 21) 93 69-0, Fax (0 93 21) 93 69-50



Gemeindealpe 1626m



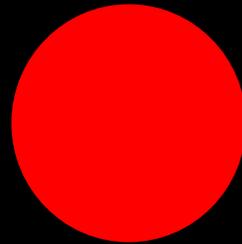








Was wissen wir über unsere Böden?



2- 5%????



Links kaputter Boden - rechts gesunder Boden



gleiches Saatgut
gleicher Aussattermin
gleicher Wachstumsstand/Töpfe standen immer nebeneinander
Links sehr schnell von Insekten befallen!

Quelle: Alfred Gässler

Bodenfürsorge/Bodenpflege- die Antwort auf viele aktuelle Fragen in der Landwirtschaft

In Kreisläufen denken?



Quelle: Ellmer, 07 (verändert)

Qualität von Nahrungsmitteln bald für Jedermann überprüfbar- Folge- Rückverfolgung bis zum Feld!



It's finally here!

THE 1ST GENERATION OF THE "BIONUTRIENT METER"



#realfood

Wasser ohne Ende - 2017



- ❑ **Niederschlagsmengen regional 120% – 200% über dem Mittel**
- ❑ **Schwierige Erntebedingungen**
 - Getreide, Kartoffeln, Mais, Rüben,...
- ❑ **Schwierige Aussaat von Winterungen**

Trockenheit



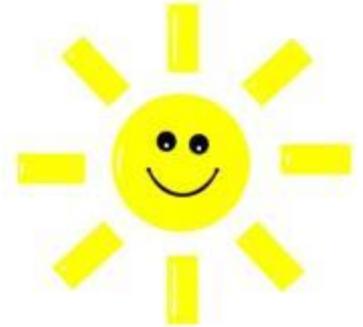
MIKROBIOLOGIE

Hitze schädigt hilfreiche Bodenbakterien

Hitze und Trockenheit wie in den Sommern 2003 und 2006, sind eine schwere Belastung für Ackerböden. Das stellten Wissenschaftler des GSF-Forschungszentrums fest, die seit 1997 auf verschiedenen Böden testen, wie schnell das Herbizid Isoproturon im Erdreich abgebaut wird. Auf einer der Testparzellen bauten Bodenbakterien das Mittel innerhalb von zwei Monaten zu 60 Prozent ab. Nach dem trockenen Sommer 2003 brach die Abbaukapazität jedoch dramatisch ein, und der Boden hat sich bis heute nicht erholt. „Trockenheit und Hitze führten zu tief greifenden Veränderungen in der Zusammensetzung der mikrobiellen Lebensgemeinschaften“, sagt Reiner Schroll vom Institut für Bodenökologie. GSF

Frankfurter Allg. Zeitung

Permanente Bodenbedeckung durch DSV sollte man haben!



Nachbaurisiko bzw. Nachbareausschluss beim Herbizideinsatz im Frühjahr

Herbizid	Wirkstoffe	Zulassung in Ackerkulturen:	Schadenspotential an Nachbar-Kulturen									
			Zwischenfrüchte*	Winter- rapis	Winter- gerste	Winter- getreide	Sonnen- blumen	Rüben	Acker- bohnen	Erbsen		
Absolute M	Diflufenican + Flupyr sulfuron	Getreide	●	●								
Activus	Pendimethalin	Mais	●	●								
Ariane C	Fluroxypyr + Clopyralid + Florasulam	Getreide	●									
Artett	Terbuthylazin + Bentazon	Mais			●	●						
Artist	Flufenacet + Metribuzin	Kartoffel, Spargel	●	●								
Artus	Carfentrazone + Metsulfuron	Getreide	●	●								
Atlantis	Mesosulfuron + Iodosulfuron	Getreide	●	●				●	●			
Attribut	Propoxycarbazone	Getreide	■	■								
Azur	Diflufenican + Ioxynil + Isoproturon	Getreide	●	●								
Bandur	Aclonifen	Kartoffel, Mais, Sonnenblume, Erbse, Bohne, Gewürzkräuter	●	●								
Betanal Quattro	Phenmedipham + Ethofumesat	Rüben			●	●						
Bromoterb, Gardobuc	Terbuthylazin + Bromoxynil	Mais			●	●						
Calaris	Mesotrione + Terbuthylazin	Mais	●	●				●	■	■	■	
Caliban Duo	Propoxycarbazone + Iodosulfuron	Getreide	■	■								
Caliban Top	Propoxycarbazone + Amidosulfuron + Iodosulfuron	Getreide	■	■								
Callisto	Mesotrione	Mais, Lein, Mohn	●	●				●	●			
Ciral	Flupyr sulfuron + Metsulfuron	Getreide	■	■								
Click, ...	Terbuthylazin	Mais			●	●						
Clio	Topramezone	Mais						■	■			
Concert	Metsulfuron + Thifensulfuron	Getreide	●	●								
Devrinol	Napropamid	Tabak, Erdbeere, Gewürze			●	●						
Effigo	Clopyralid + Picloram	Raps	●									
Ethosat, Tramet	Ethofumesat	Rüben, Gräser,			●	●						
Gardo Gold	Terbuthylazin + S-Metholachlor	Mais, Lupine, Sorghum			●	●						
Goltix Super	Metamitron + Ethofumesat	Rüben			●	●						
Gropper	Metsulfuron	Getreide	●	●								
Harmony Millenium	Flupyr sulfuron + Thifensulfuron	Getreide	■	■								
Hoestar Super	Amidosulfuron + Iodosulfuron	Getreide	●	●								
Husar	Iodosulfuron	Getreide	●	●				●	●			
Lentipur 700	Chlortoluron	Getreide	●	●								
Lexus	Flupyr sulfuron	Getreide	■	■								
Lexus Class	Carfentrazone + Flupyr sulfuron	Getreide	■	■								
Loredo	Diflufenican + Mecoprop-P	Getreide	●	●								
Mikado	Sulcotrione	Mais, Amarant	●	●				●	●			
Monitor	Sulfosulfuron	Getreide	■	●	●			■	■			
Motivell, Milagro	Nicosulfuron	Mais			●	●						
Piconat	Pendimethalin + Picolinafen	Getreide	●	●								
Powertwin plus	Phenmedipham + Ethofumesat	Rüben			●	●						
Sencor	Metribuzin	Kartoffel, Spargel, Möhre, Tomate, Soja	●									
Stomp	Pendimethalin	Mais, Gemüse, ...	●	●								
Successor T	Terbuthylazin + Pethoxamid	Mais			●	●						
Terano	Flufenacet + Metosulam	Mais	●									
Toluron 700	Chlortoluron	Getreide	●	●								
Zoom	Dicamba + Triasulfuron	Getreide	●	●								

*) zweikeimblättrige Zwischenfrüchte

Keine Gewähr für Vollständigkeit und Richtigkeit

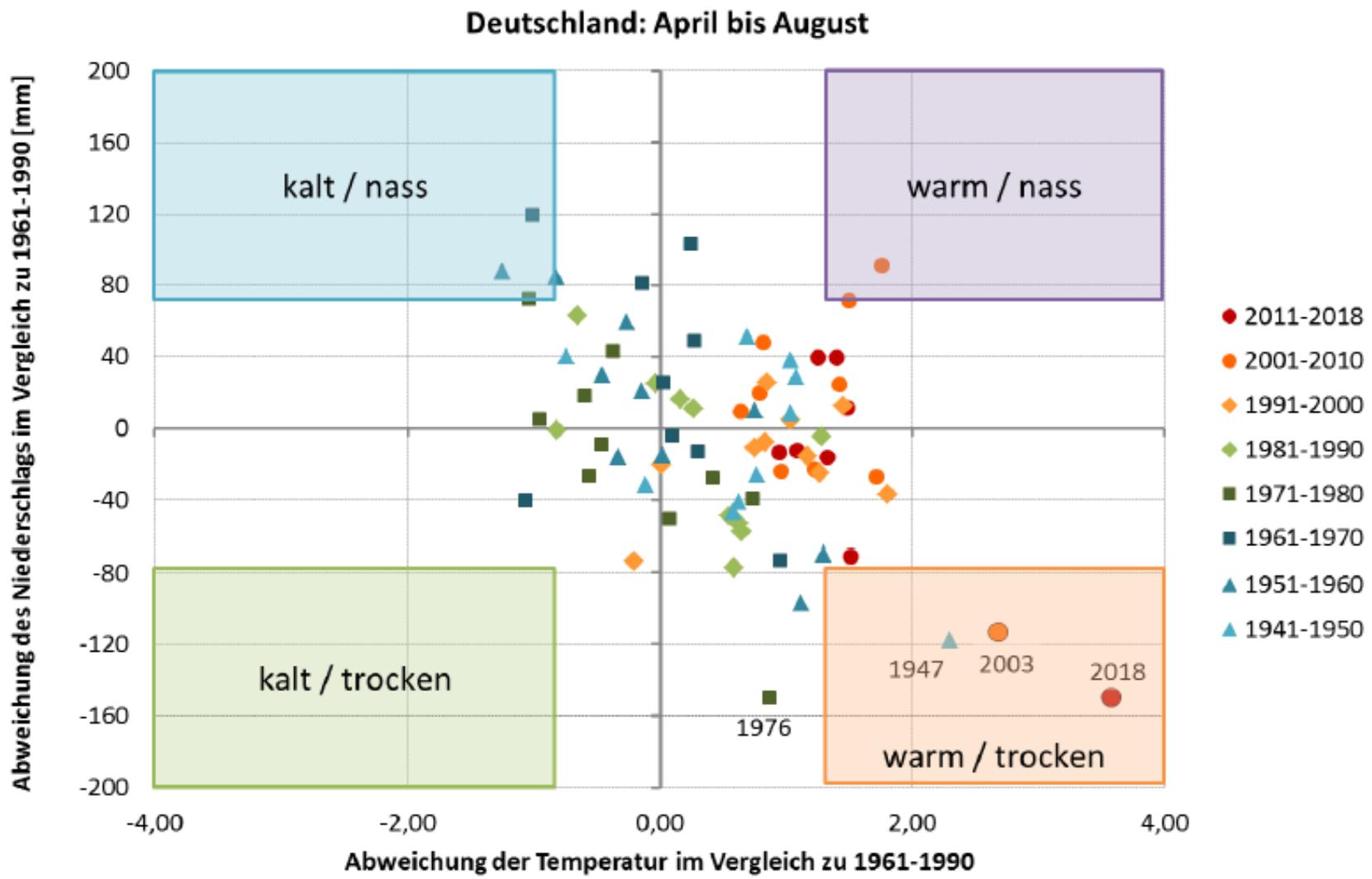
Legende:

● Schadensrisiko von Standortbedingungen abhängig

■ Totalschaden hoch wahrscheinlich, kein Nachbau möglich

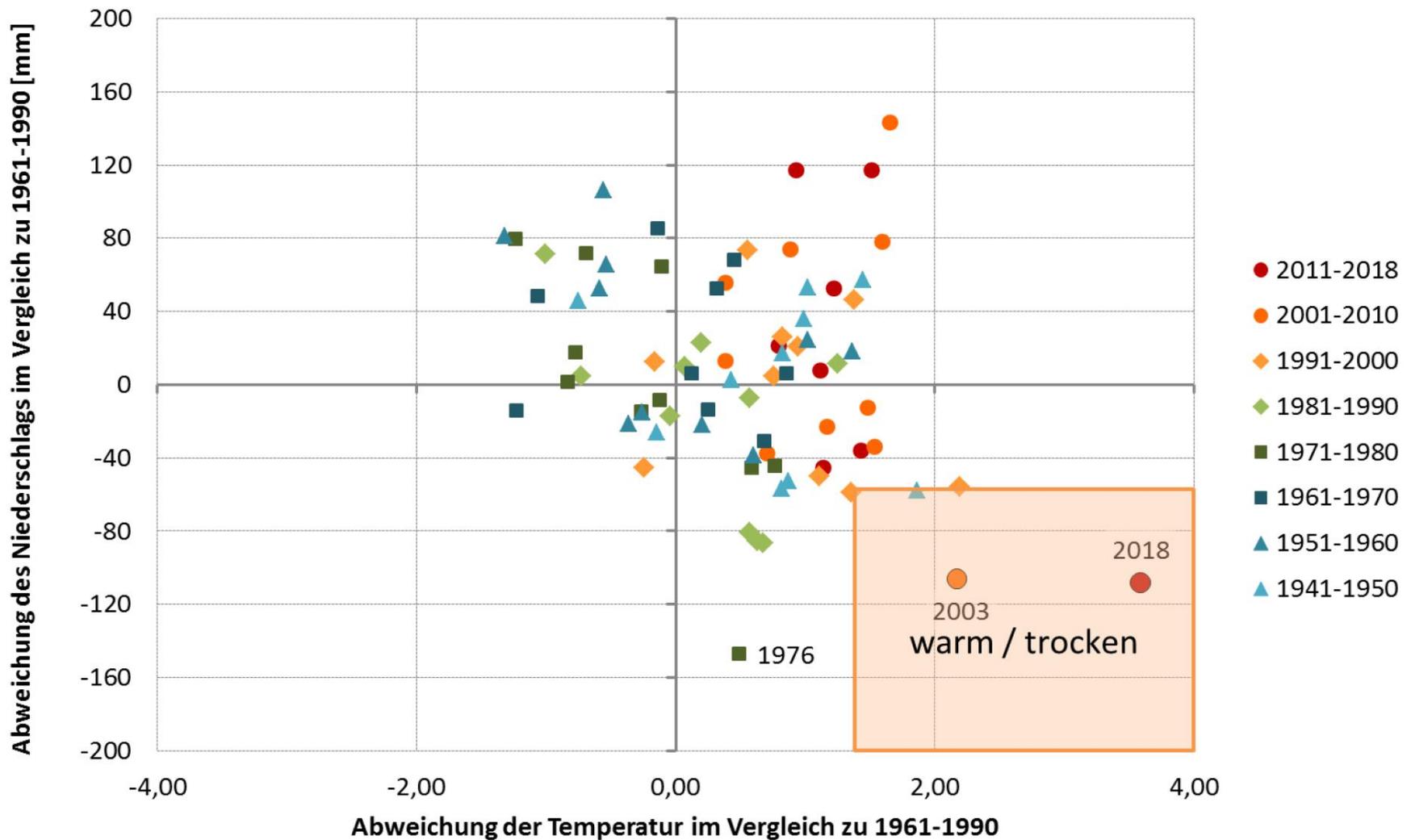
Herbizid	Wirkstoffe	Zulassung in Ackerkulturen:	Schadenspotential an Nachbau-Kulturen							
			Zwischenfrüchte*	Winter- raps	Winter- gerste	Winter- getreide	Sonnen- blumen	Rüben	Acker- bohnen	Erbsen
Absolute M	Diflufenican + Flupyrsulfuron	Getreide	●	●						
Activus	Pendimethalin	Mais	●	●						
Ariane C	Fluroxypyr + Clopyralid + Florasulam	Getreide	●							
Artett	Terbuthylazin + Bentazon	Mais			●	●				
Artist	Flufenacet + Metribuzin	Kartoffel, Spargel	●	●						
Artus	Carfentrazone + Metsulfuron	Getreide	●	●						
Atlantis	Mesosulfuron + Iodosulfuron	Getreide	●	●			●	●		
Attribut	Propoxycarbazone	Getreide	■	■						
Azur	Diflufenican + Ioxynil + Isoproturon	Getreide	●	●						
Bandur	Aclonifen	Kartoffel, Mais, Sonnenblume, Erbse, Bohne, Gewürzkräuter	●	●						
Betanal Quattro	Phenmedipham + Ethofumesat	Rüben			●	●				
Bromoterb, Gardobuc	Terbuthylazin + Bromoxynil	Mais			●	●				
Calaris	Mesotrione + Tebuthylazin	Mais	●	●			●	■	■	■
Caliban Duo	Propoxycarbazone + Iodosulfuron	Getreide	■	■						
Caliban Top	Propoxycarbazone + Amidosulfuron + Iodosulfuron	Getreide	■	■						
Callisto	Mesotrione	Mais, Lein, Mohn	●	●			●	●		
Ciral	Flupyrsulfuron + Metsulfuron	Getreide	■	■						
Click, ...	Terbuthylazin	Mais			●	●				
Clio	Topramezone	Mais					■	■		
Concert	Metsulfuron + Thifensulfuron	Getreide	●	●						
Devrinol	Napropamid	Tabak, Erdbeere, Gewürze			●	●				
Effigo	Clopyralid + Picloram	Raps	●							
Ethosat, Tramet	Ethofumesat	Rüben, Gräser,			●	●				
Gardo Gold	Terbuthylazin + S-Metholachlor	Mais, Lupine, Sorghum			●	●				
Goltix Super	Metamitron + Ethofumesat	Rüben			●	●				
Gropper	Metsulfuron	Getreide	●	●						
Harmony Millenium	Flupyrsulfuron + Thifensulfuron	Getreide	■	■						
Hoestar Super	Amidosulfuron + Iodosulfuron	Getreide	●	●						
Husar	Iodosulfuron	Getreide	●	●			●	●		
Lentipur 700	Chlortoluron	Getreide	●	●						
Lexus	Flupyrsulfuron	Getreide	■	■						
Lexus Class	Carfentrazone + Flupyrsulfuron	Getreide	■	■						
Loredo	Diflufenican + Mecoprop-P	Getreide	●	●						
Mikado	Sulcotrione	Mais, Amaranth	●	●			●	●		
Monitor	Sulfosulfuron	Getreide	■	●	●		■	■		

Thermopluviogramm für Deutschland April bis August



Thermopluviogramm für Berlin/BRB April bis August

Berlin/Brandenburg: April bis August

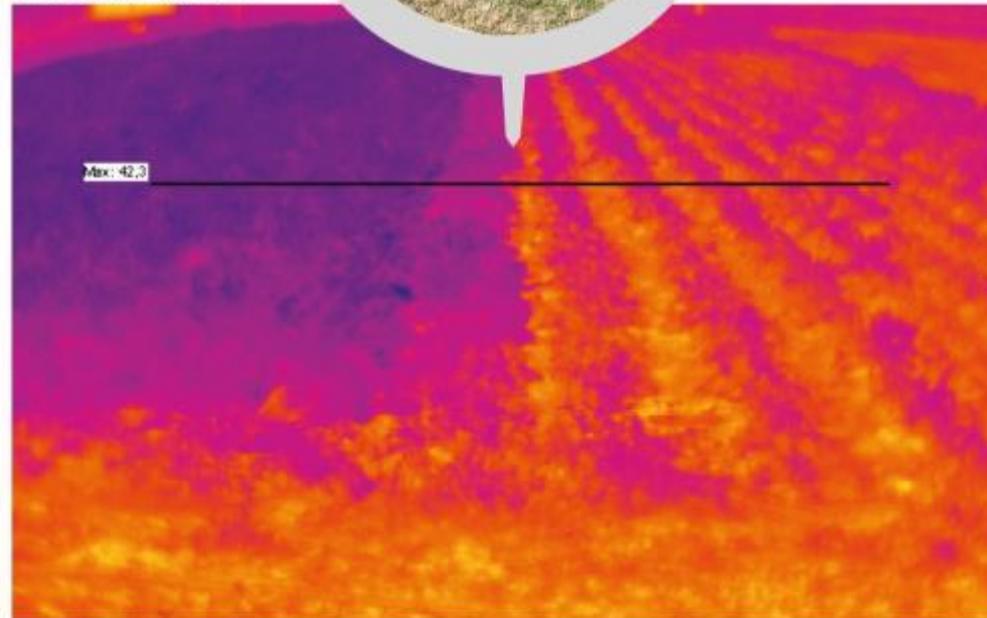


Hitzestress unter nicht geschlossenen Feldfrüchten



Wasserstress

Infrarotaufnahme



Temperaturprofil

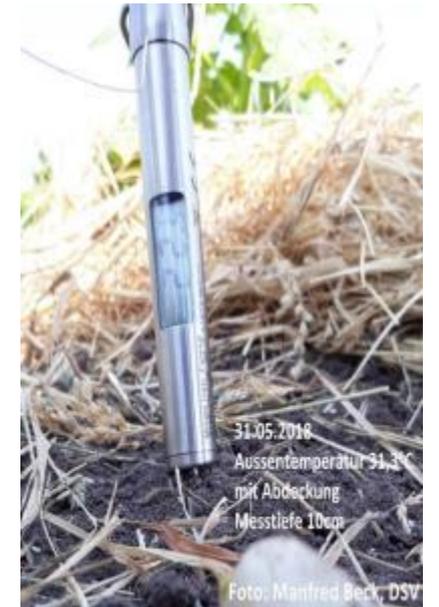
entsprechend der Linie in der Abbildung oben



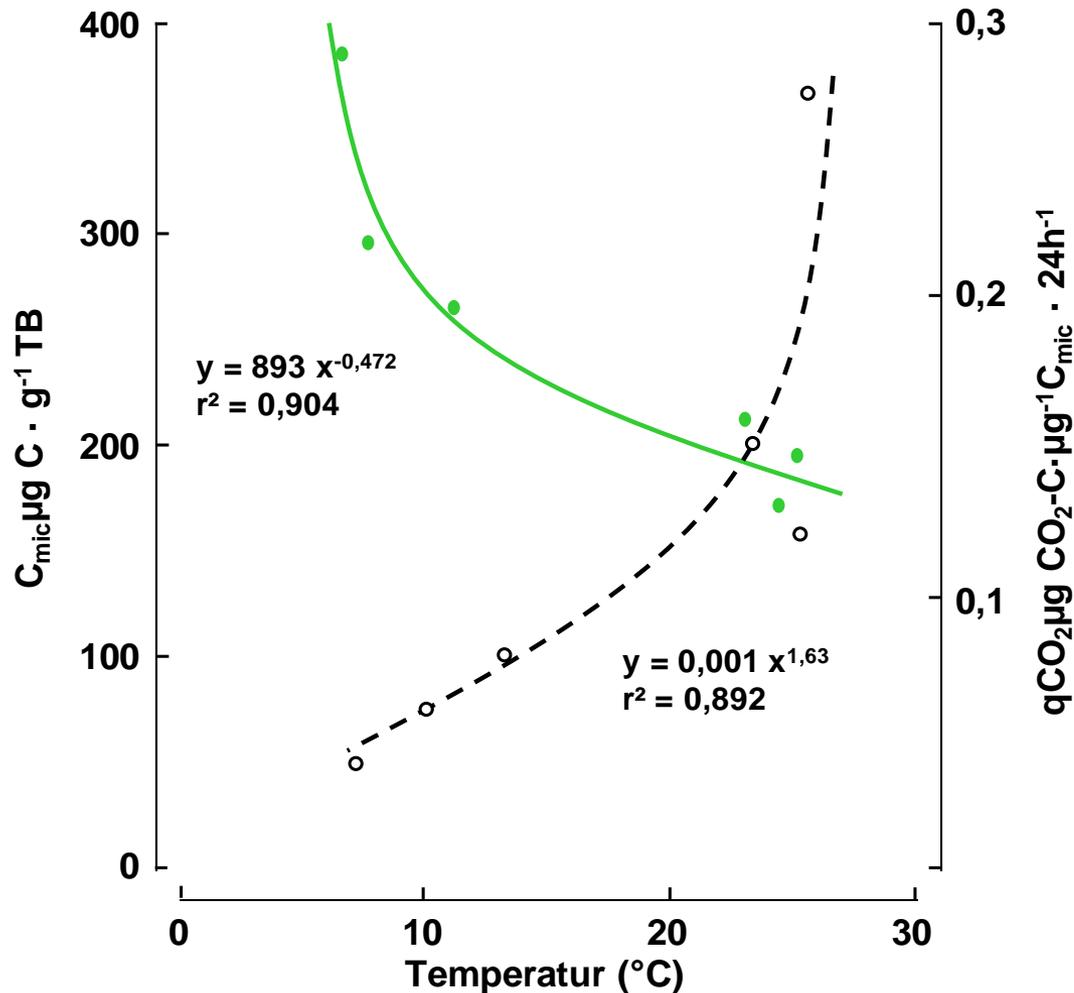
Quelle:
DWD 12.09.2012 –
Klimawandel Landwirtschaft-
Pressekonferenz 2012

Wirkung von Temperatur

- Welchen Einfluss hat die Temperatur auf unsere Böden?
- Müssen wir die Temperatur steuern?
- Wie können wir sie steuern?

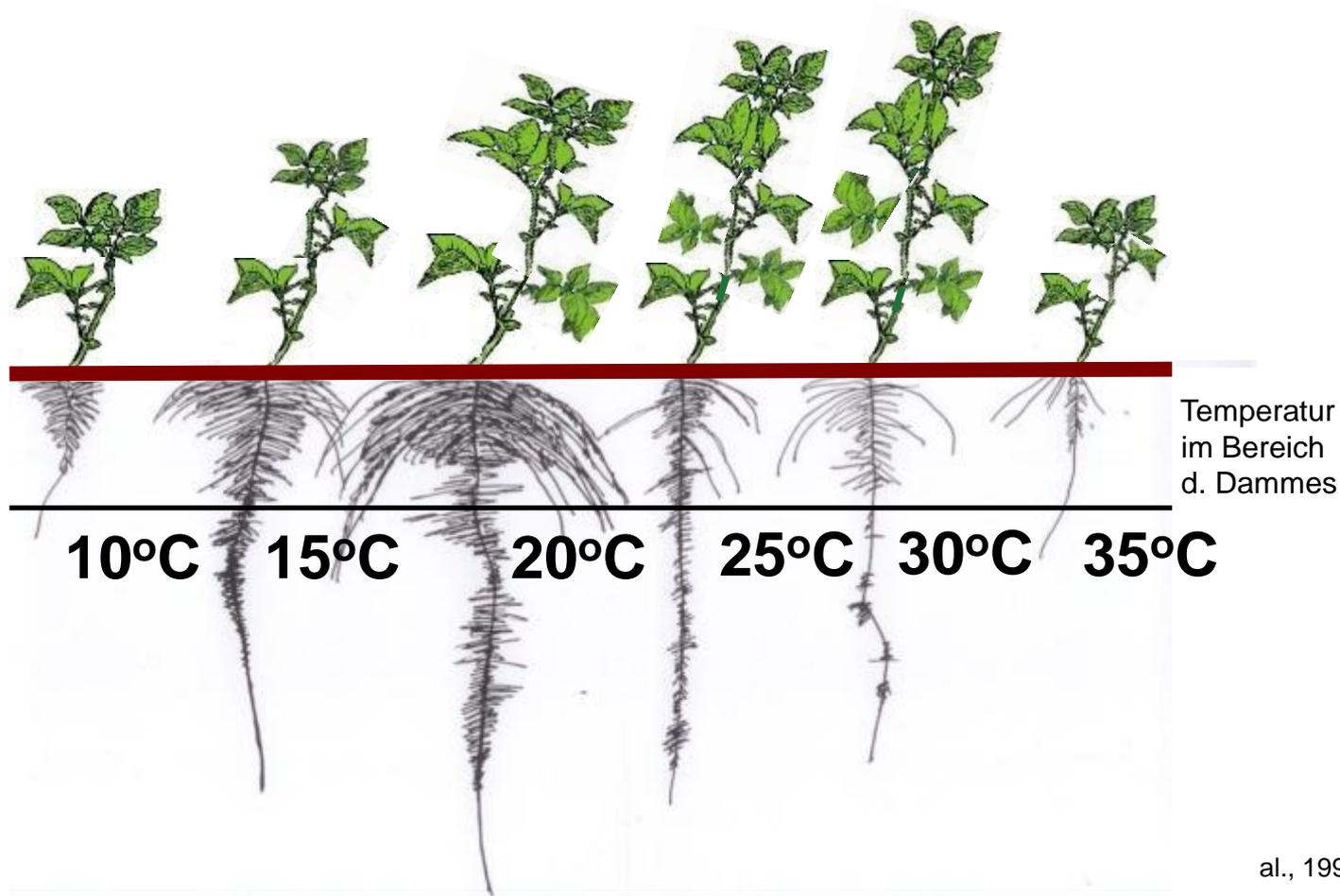


Abhängigkeit der mikrobiellen Biomasse und des metabolischen Quotienten von der Temperatur (Jahreszeit)



Quelle: Alvarez et al. 1995, in Ottow, 2011

Einfluss der Temperatur im Kartoffeldamm auf die Morphologie der Wurzel & das Sprosswachstum



al., 1990 in Marschner, 1995

Mulchsystem Franz Brunner A



Je 3 Pflanzen der Sorte Arkula

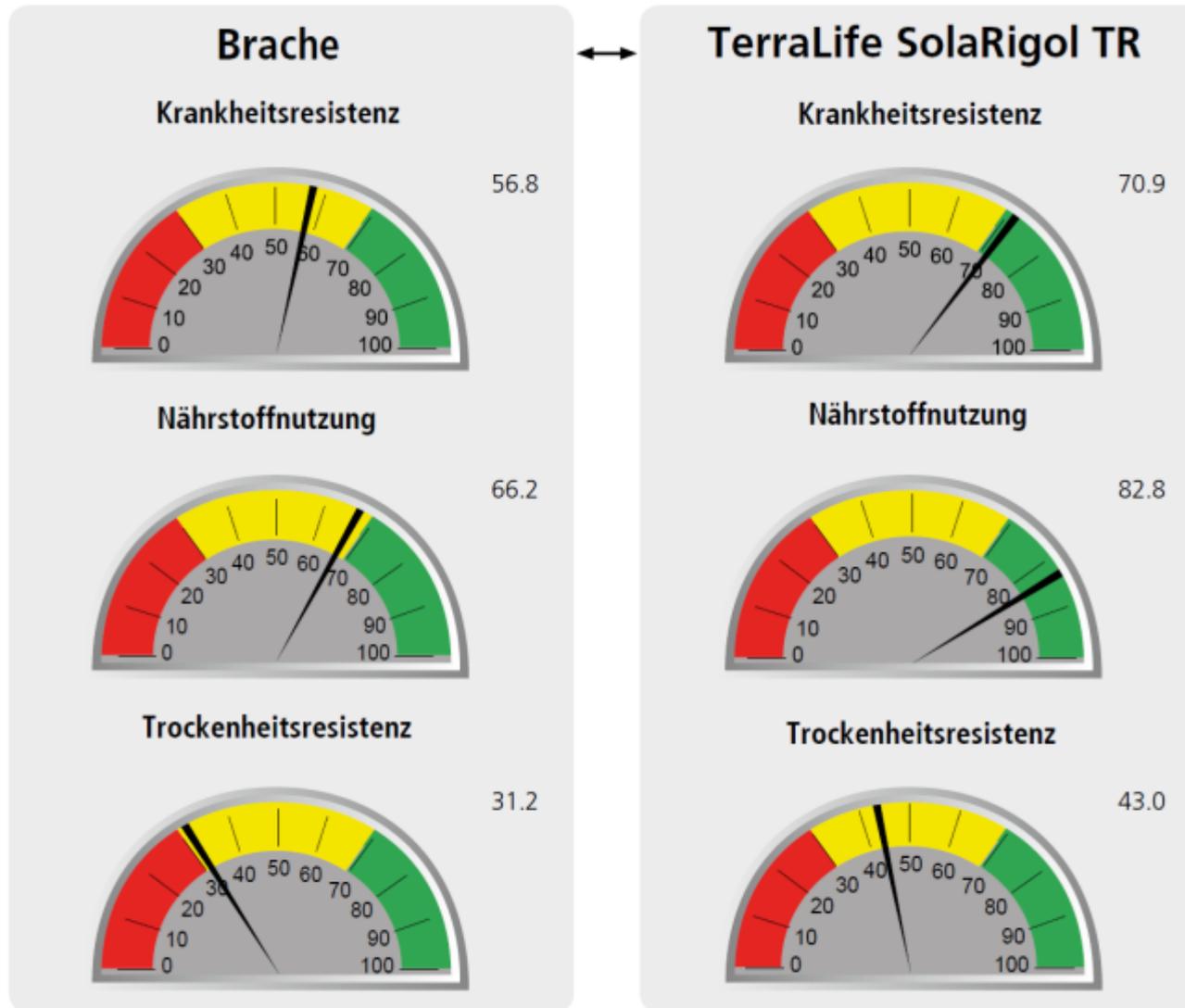
ohne Mulchdecke

mit Mulchdecke



Vergleich von Schwarzbrache zu TL SolaRigol TR

Ergebnis mikrobiologischer Untersuchungen HLB, Wijster NL



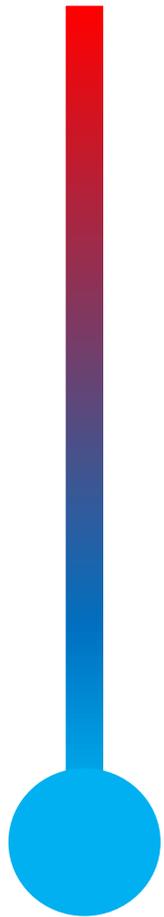
Tag 08.08.2018
Temperatur 36 ° C
Zeit 12:30 Uhr

Bodentiefe in cm	unter Rapsmulch	unter Rapsmulch nach 3 min Sonnenschein	offener Boden
0 cm	35,2	40,2	49,4
1 cm	34,4	36,3	41,9
3 cm	33,2	30,5	36,2
5 cm	30,0	31,7	35,8
10 cm	27,1	28,5	33,8

Andreas Böbe



Bedeutung und mögliche Auswirkungen der Bodentemperatur



60 °C **Bodenbakterien sterben ab**

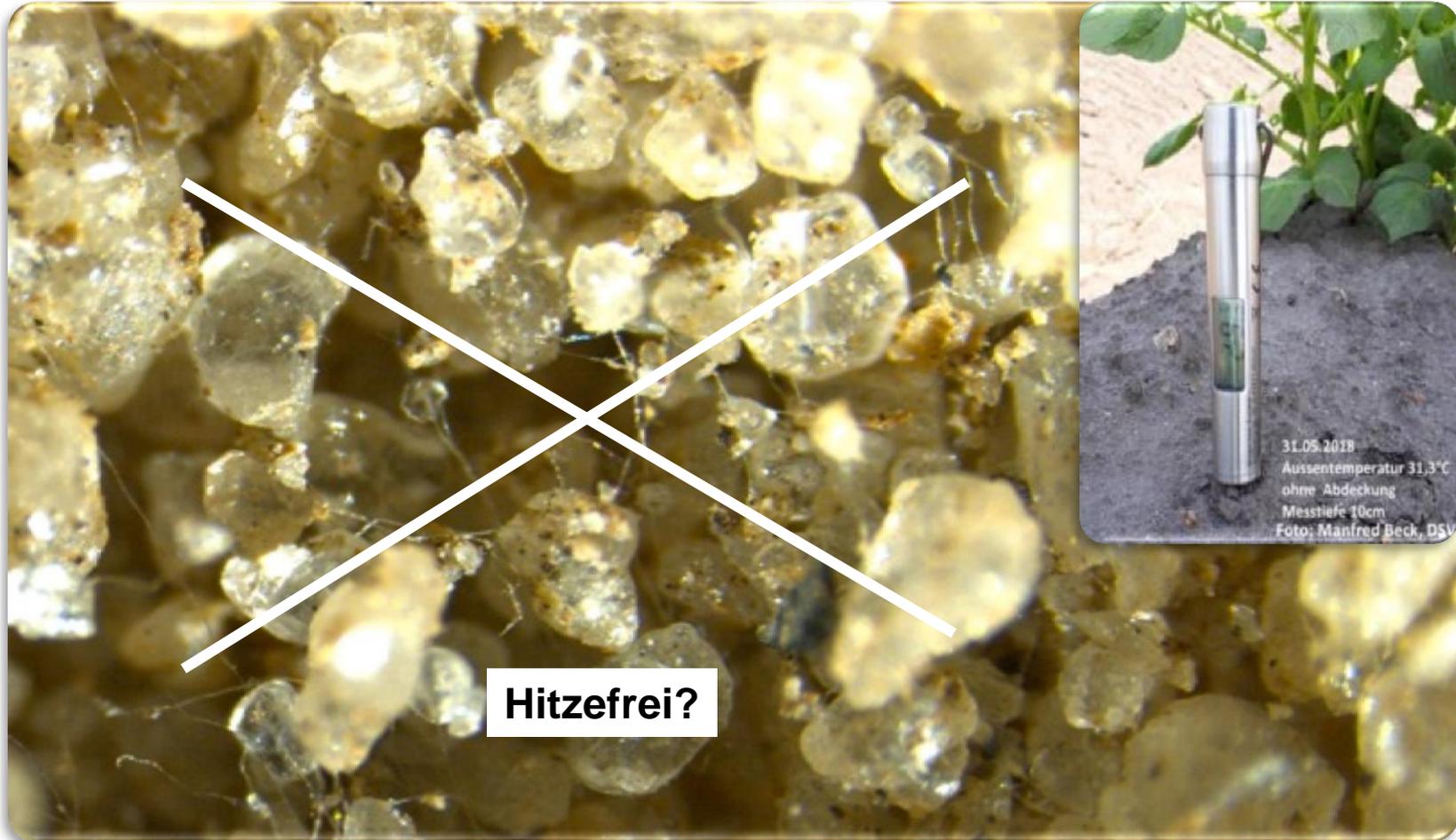
55 °C **100% Wasserverlust durch Evaporation**

37 °C **15% der Feuchtigkeit geht ins Wachstum
85% gehen durch Evaporation verloren**

21 °C **100% des Wassers gehen ins Wachstum**

Quelle: J.J. McEntire, USDA SCS, Kernville TX, 3-58 4-R-12198, 1956

Mykorrhizapilze im Sand



Hitzefrei?

Gefügebildner auf Sandböden vertrocknen!

Quelle: Jill Claperton

Regenwurm

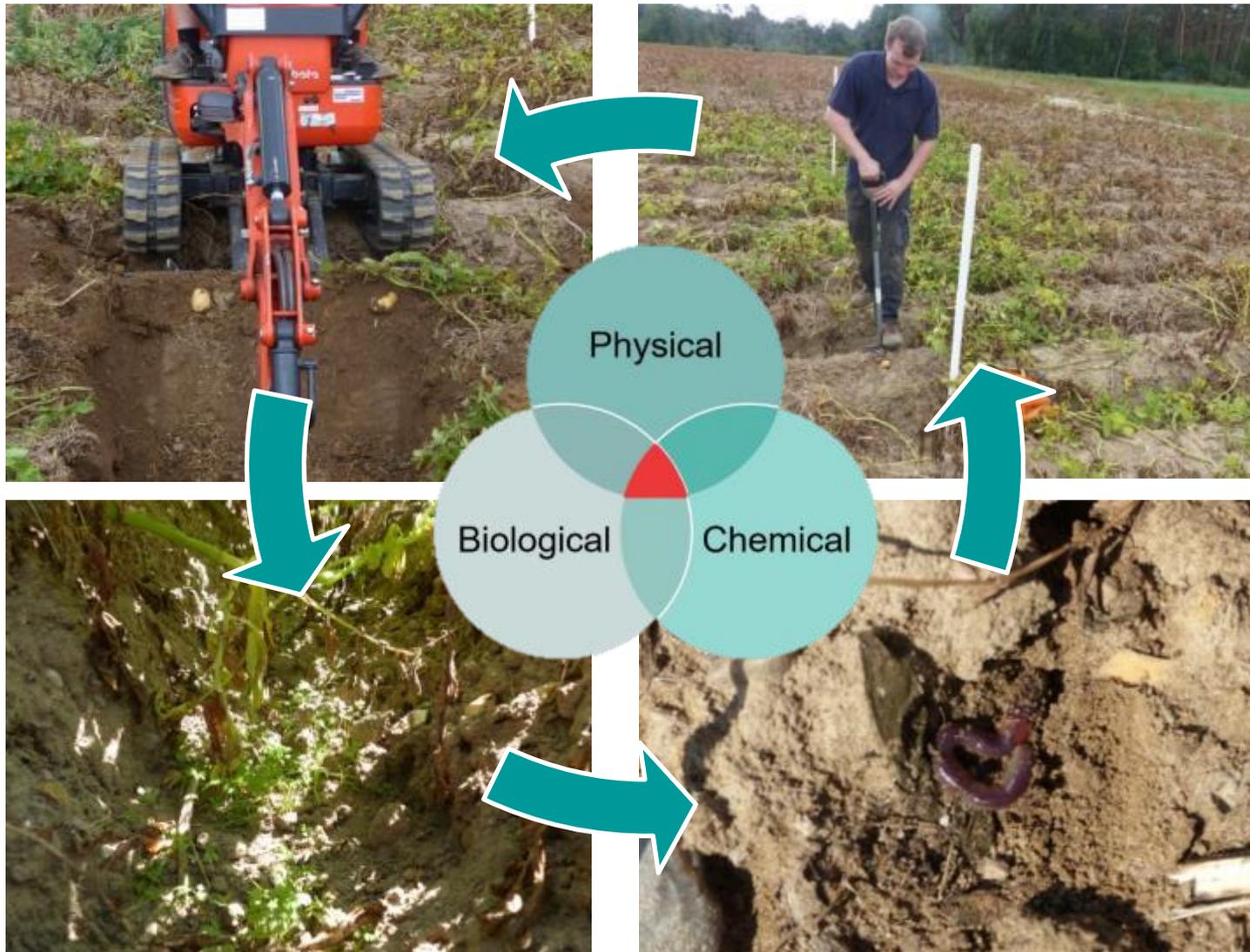


Hitzefrei?

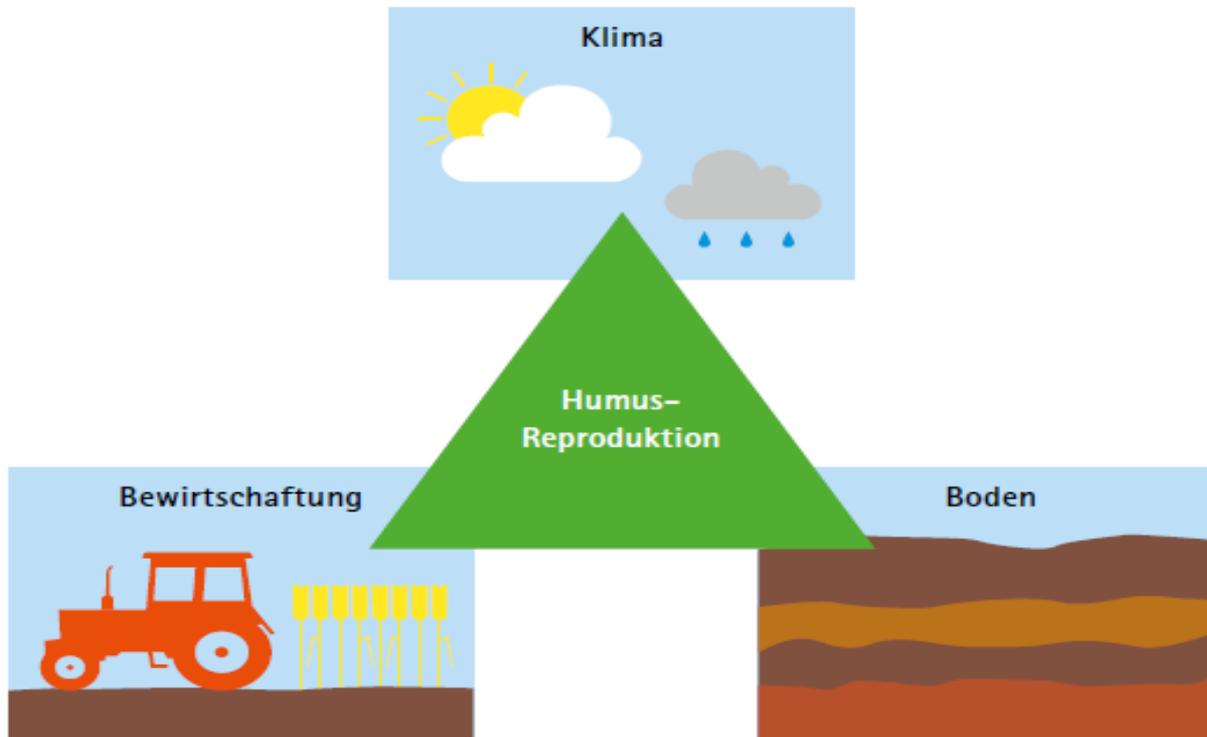


Gefügebildner auf Sandböden vertrocknen!

Versuchsstandort Rettmar



Was bildet ebenfalls Gefüge & ist gleichzeitig noch Wasser- sowie Nährstoffspeicher?



**Antwort:
Humus**

Abbildung 7: Die Einflussfaktoren Klima, Boden und Bewirtschaftung sind für den Humusumsatz der meisten Standorte entscheidend (Quelle: THIEL, LFULG)

Wo sind die Huminsäuren?

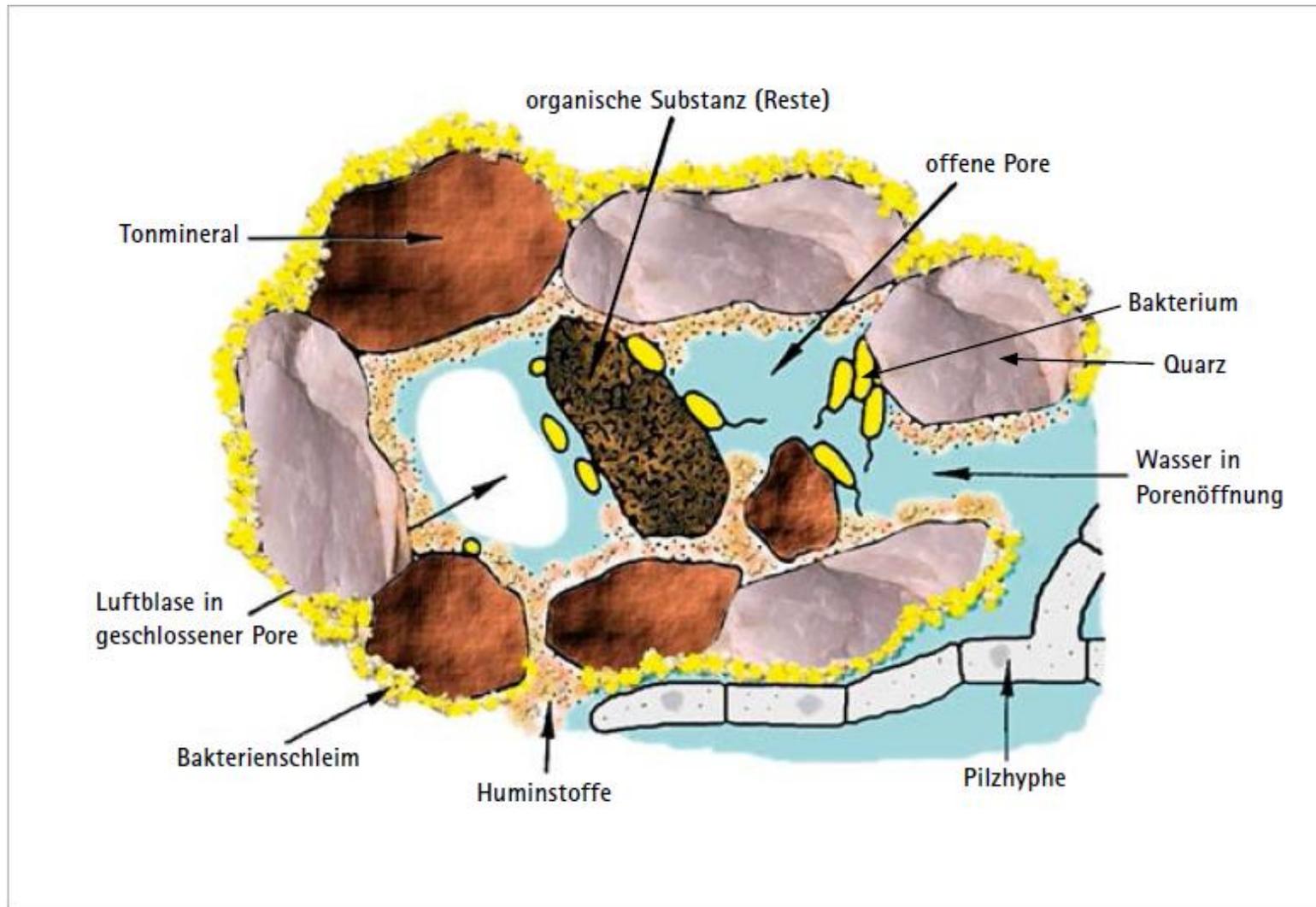
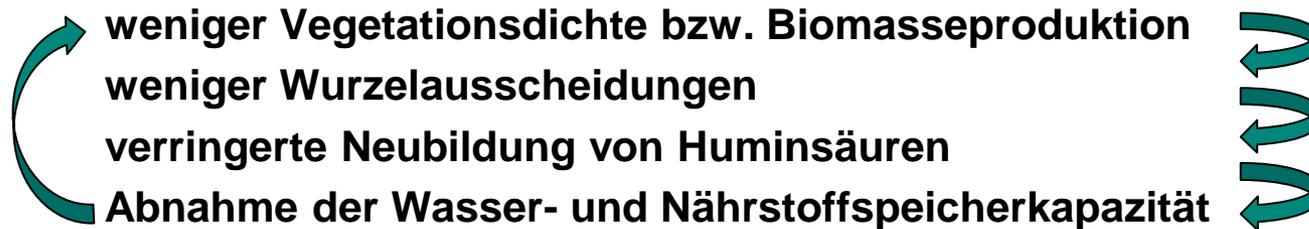


Abbildung 4: Modell eines Humusaggregats (Quelle: PAUL & CLARK, 1989, verändert durch Beck, LfL)

Was folgt daraus?

- **Abnahme der Wasser- und Nährstoffspeicherkapazität**
 - vor allem auf sandigen Böden
- **das bedeutet- die Bodenproduktivität verringert sich**
- **Faktoren verstärken sich gegenseitig**



Auftreten von Benetzungshemmung

Es ist unerlässlich, Benetzungshemmung und ihre Wechselwirkungen zu kennen und die Boden-Wasser-Interaktion zu verstehen!

Aus folgendem Grund:

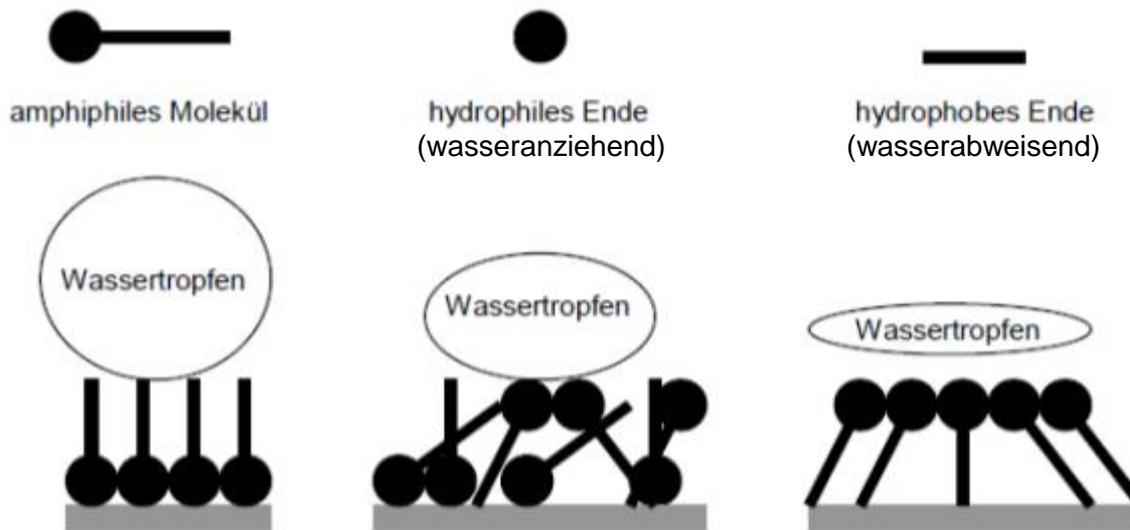


Abbildung 1: Schematische Darstellung eines amphiphilen Moleküls und des Benetzungsvorgangs (nach Doerr et al., 2000)

Alle Moleküle der Huminsäuren arbeiten gleich. Sie besitzen ein hydrophobes und ein hydrophiles Ende, das in der Lage ist, sich unter bestimmten Bedingungen zu drehen.

Einfluss auf die Benetzungshemmung

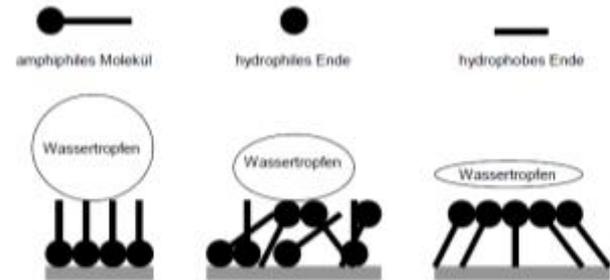
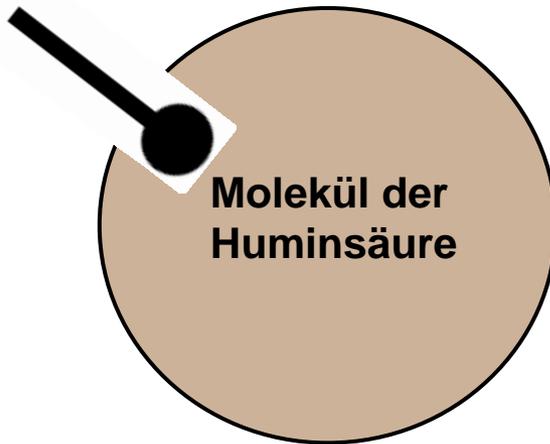


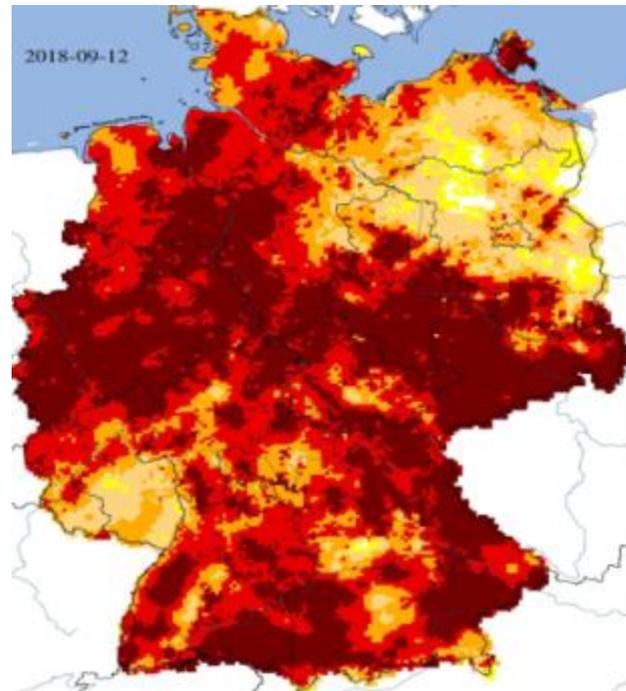
Abbildung 1: Schematische Darstellung eines amphiphilen Moleküls und des Benetzungsvorgangs (nach Doerr et al., 2000)

Benetzungshemmung

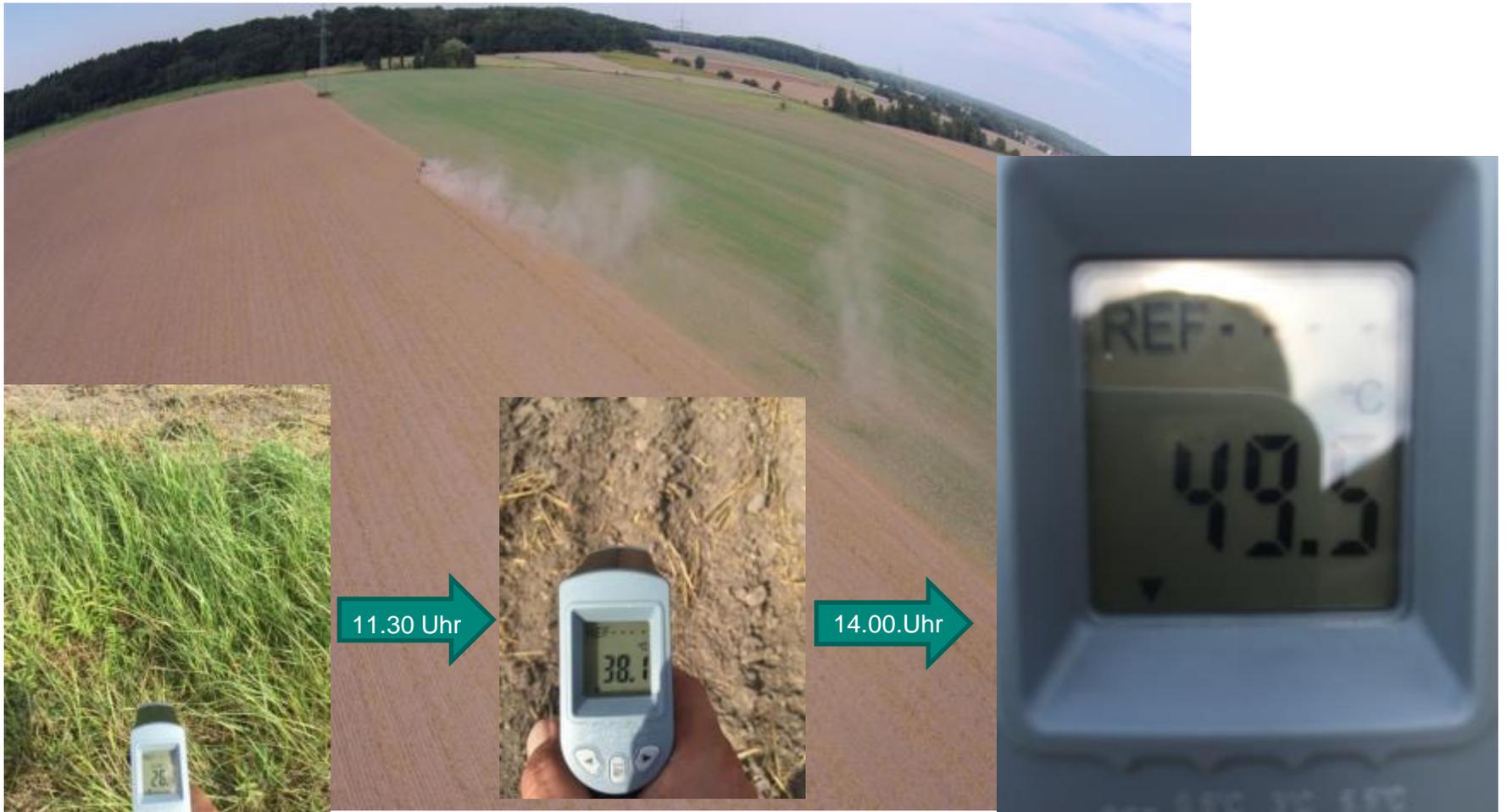
- tritt auf bei abnehmender Bodenwassergehalten
 - Trocknungstemperatur von Bedeutung
 - Steigende Temperaturen führen zur Verstärkung der Benetzungshemmung
 - zwischen 43° bis 70° Celsius ist der Effekt nachgewiesen*
- *(Crockford et al. (1991, 43°), Garcia et al. (2005, 60°), Ritsema und Dekker (1998, 70°)



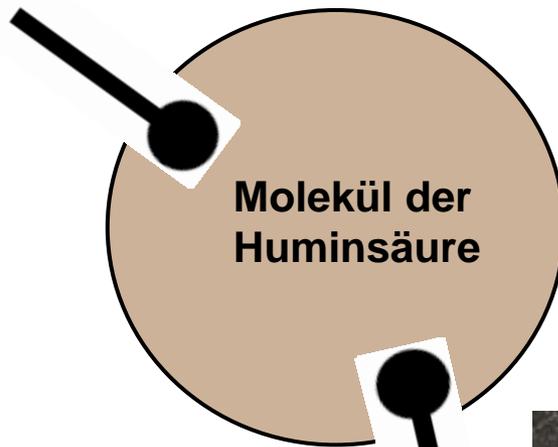
12.09.2018!



Die Temperatur hat Einfluss auf die Benetzungshemmung



Einfluss auf die Benetzungshemmung



Molekül der
Huminsäure

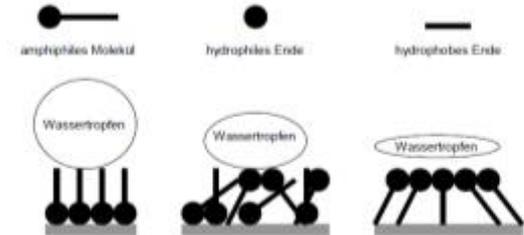


Abbildung 1: Schematische Darstellung eines amphiphilen Moleküls und des Benetzungsvorgangs (nach Doerr et al., 2000)

Benetzungshemmung

- Das Auftreten von Huminsäuren und von Huminsäuren in Kombination mit Fe³⁺-Komplexen bei niedrigen pH-Werten führt zu einer **BENETZUNGSHEMMUNG !**

Sorptionskomplex	CEC pot [mmolc/kg]	99				pot mittel sorptionsstark
	CEC akt [mmolc/kg]	36				akt sorptionschwach
	Basensättigung [BS % CECpot]	36				Gefahr Versauerung
	Ca am Magnet [%CECpot]	30,2				sehr niedrig
	Mg am Magnet [%CECpot]	3,8				sehr niedrig
	K am Magnet [%CECpot]	1,9				niedrig
	Na am Magnet [%CECpot]	0,5				günstig
	Al am Magnet [%CECpot]	0,0				günstig
	NH ₄ N am Magnet [%CECpot]	0,1				günstig
	Fe am Magnet [%CECpot]	0,0				günstig
	Mn am Magnet [%CECpot]	0,0				günstig
	H am Magnet [%CECpot]	0,0				aktuelle Säure gering
	pot.Säure am Magnet [%CECpot]	63,5				sehr hoch

Einfluss auf die Benetzungshemmung

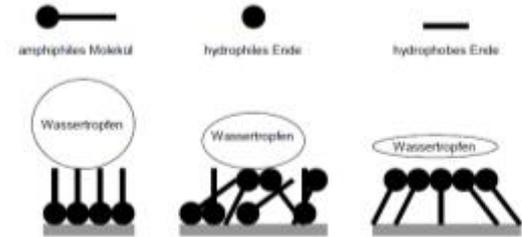
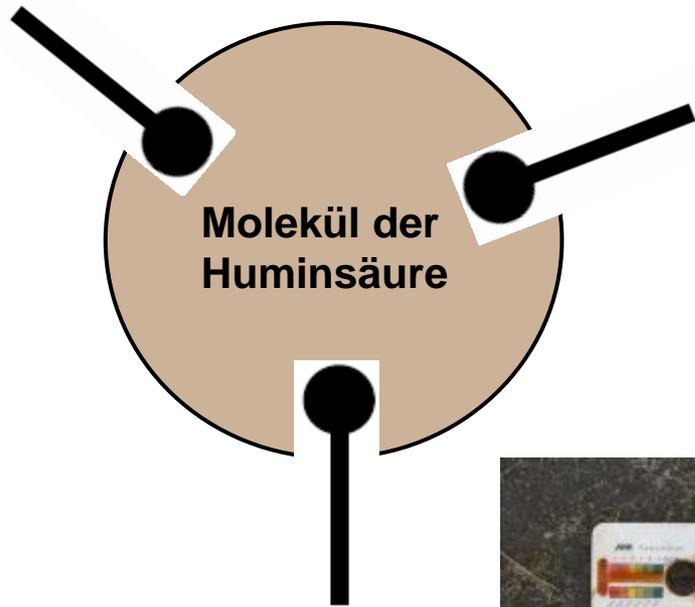


Abbildung 1: Schematische Darstellung eines amphiphilen Moleküls und des Benetzungsvorgangs (nach Doerr et al., 2000)



Folge:

Sollten die Moleküle wasserabweisend wirken, wäre kein kapillarer Wasseraufstieg mehr möglich

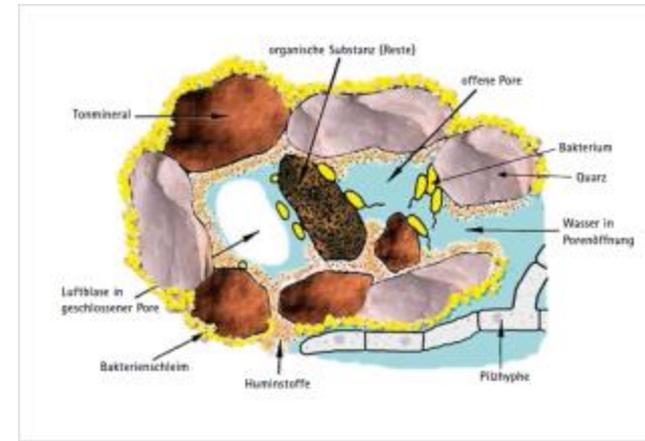
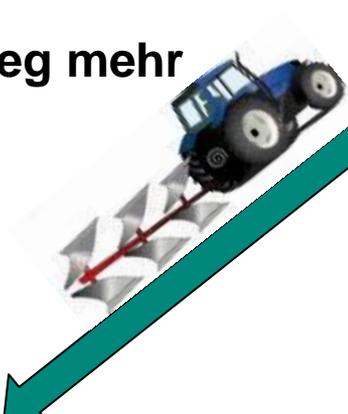


Abbildung 4: Modell eines Humusaggregats (Quelle: Pro. G. Cox, 1989; verändert durch Beck, U.)

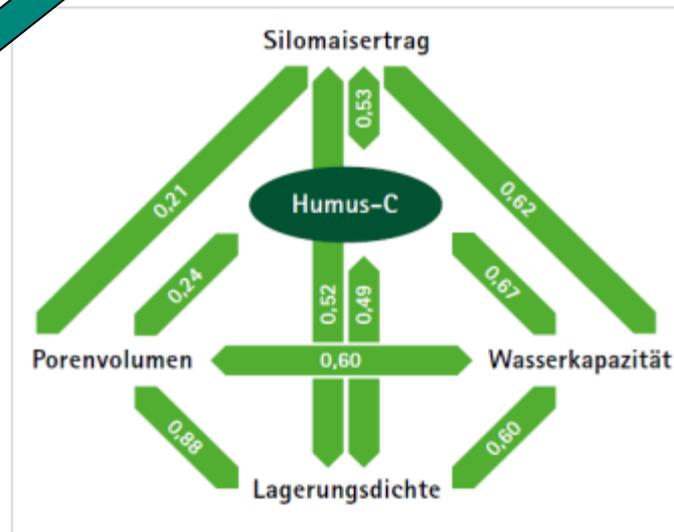
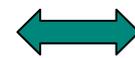
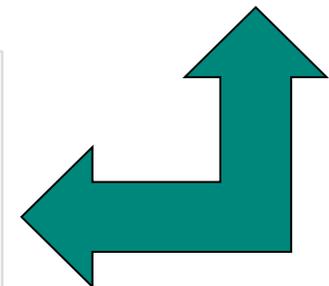
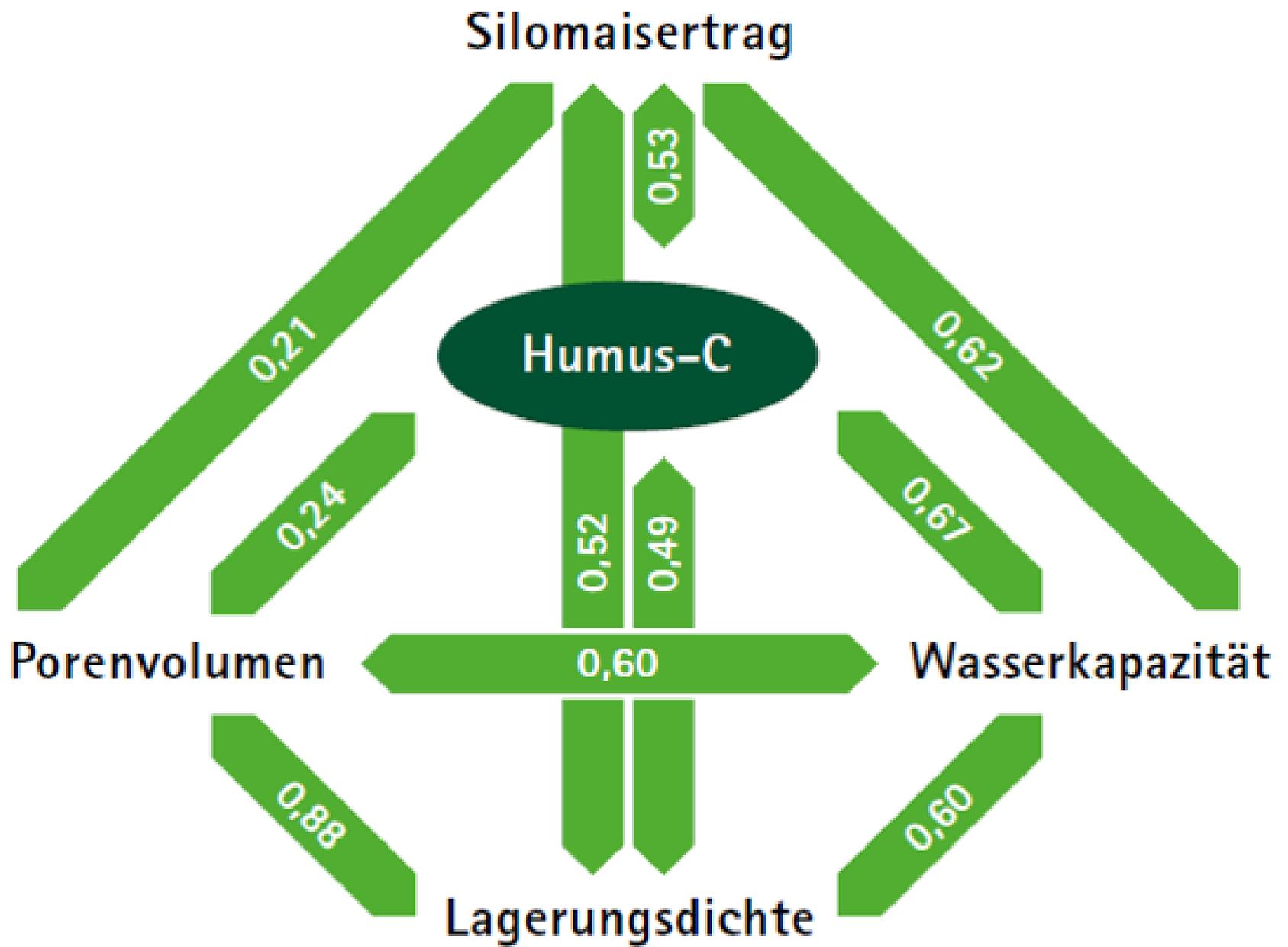


Abbildung 5: Einfluss von Humusversorgung und physikalischen Bodeneigenschaften in der Ackerkrume auf den Silomaiserttrag eines Sandbodens (Dauerfeldversuch M4, Groß Kreutz, Brandenburg, Bestimmtheitsmaß r^2 : $\leq 0,25$ = sehr geringer Einfluss, $\geq 0,75$ = sehr großer Einfluss; Quelle: ZIMMER et al., 2011)





Quelle: Zimmer et al., 2011

Zwischenfazit:

- **Steigende Bodentemperaturen führen zu einer Verstärkung der Benetzungshemmung**
- **Eine Anhebung des pH- Wertes durch Kalkung bewirkt den Rückgang der Benetzungshemmung.
(Quelle: van` t Woudt, 1959)**
- **Die Benetzungseigenschaften von Festkörpern werden hauptsächlich durch die Packungsdichte bestimmt. Das bedeutet:**

Bei dichtgelagerten Böden ist kein Rückdrehen des amphiphilen Moleküls möglich!



Auswirkungen einer Fruchtfolge

Auswirkung der Fruchtfolge auf Kennwerte der Bodenfruchtbarkeit

Kennwerte der Bodenfruchtbarkeit	Weizen Fruchtfolge	Weizen Daueranbau	Silomais Fruchtfolge	Silomais Daueranbau	Schwarzbrache
C_{org}	100	92	91	83	54
Aggregatstabilität	100	82	77	59	18
Infiltrationsrate	100	46	22	3	0
Mikrobielle Biomasse	100	100	85	70	29

Quelle: LfL Bayern

Projekt Visselhövede

- Auswirkung der Zwischenfrucht auf die Hauptkultur unter Praxisbedingungen

Partner: IGLU Niedersachsen

Masterarbeit: Mireen Müller
(Uni Halle, 2016)

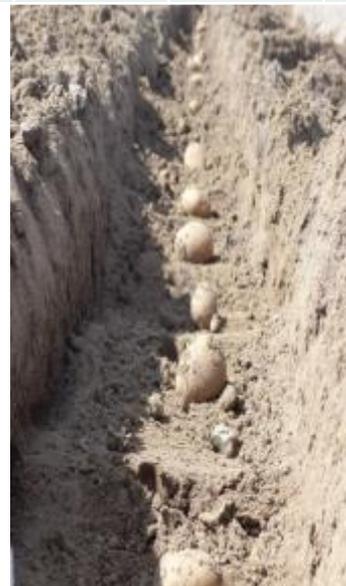
Lucas Kohl Masterstudent
BOKU Wien (2017)
Einstellung
Nährstoffverhältnisse/Boden

Julia Kaminski
(Dehydrogenasetest)
Masterarbeit
Uni Rostock (2018)



Kartoffelversuch Visselhövede, Sorte: Bernina - Ernte 10.09.2018; Ertrag in dt/ha

	1	1 LK	2	3	4	4 LK	5	6	7
	Kontrolle	Kontrolle & Dünung	Ölrettich	BetaSola	SolaRigol	SolaRigol & Düngung	MaisPro TR Greening	AquaPro	BetaMaxx
Anzahl Arten/Mischung			1	5	7	7	13	8	7
1. Wiederholung	660	704	793	743	812	841	830	723	750
2. Wiederholung	735	779	785	735	787	757	758	713	732
3. Wiederholung	721	747	845	698	857	855	941	757	842
4. Wiederholung	814	839	789	890	797	801	811	809	871
Durchschnitt	732,50	767,25	803,00	766,50	813,25	813,50	835,00	755,81	798,75
LK= Lucas Kohl, Düngung									



Kartoffelversuch Visselhövede, Sorte: Bernina - Ernte 10.09.2018; Ertrag in dt/ha

	1	1 LK	2	3	4	4 LK	5	6	7
	Kontrolle	Kontrolle & Düngung	Ölrettich	BetaSola	SolaRigol	SolaRigol & Düngung	MaisPro TR Greening	AquaPro	BetaMaxx
Anzahl Arten/Mischung			1	5	7	7	13	8	7
Durchschnitt	732,50	767,25	803,00	766,50	813,25	813,50	835,00	755,81	798,75
LK= Lucas Kohl, Düngung									

Biodiversität ist das Ziel!

**Steigerung der
Bodenbiologie**



Nährstoffmanagement



**Bildung von funktionstüchtigen
Huminsäuren**



**Wasser- und
Temperatursteuerung**

Minimierung der N- Verlustquellen

Bückwitz 14.08.2017 (Aussaat 15.07.17)





AUFMERKSAMKEIT

Gipfel der überzogenen Erwartungen

Plateau der Produktivität

Erinnerung an die ZF

Pfad der Erleuchtung

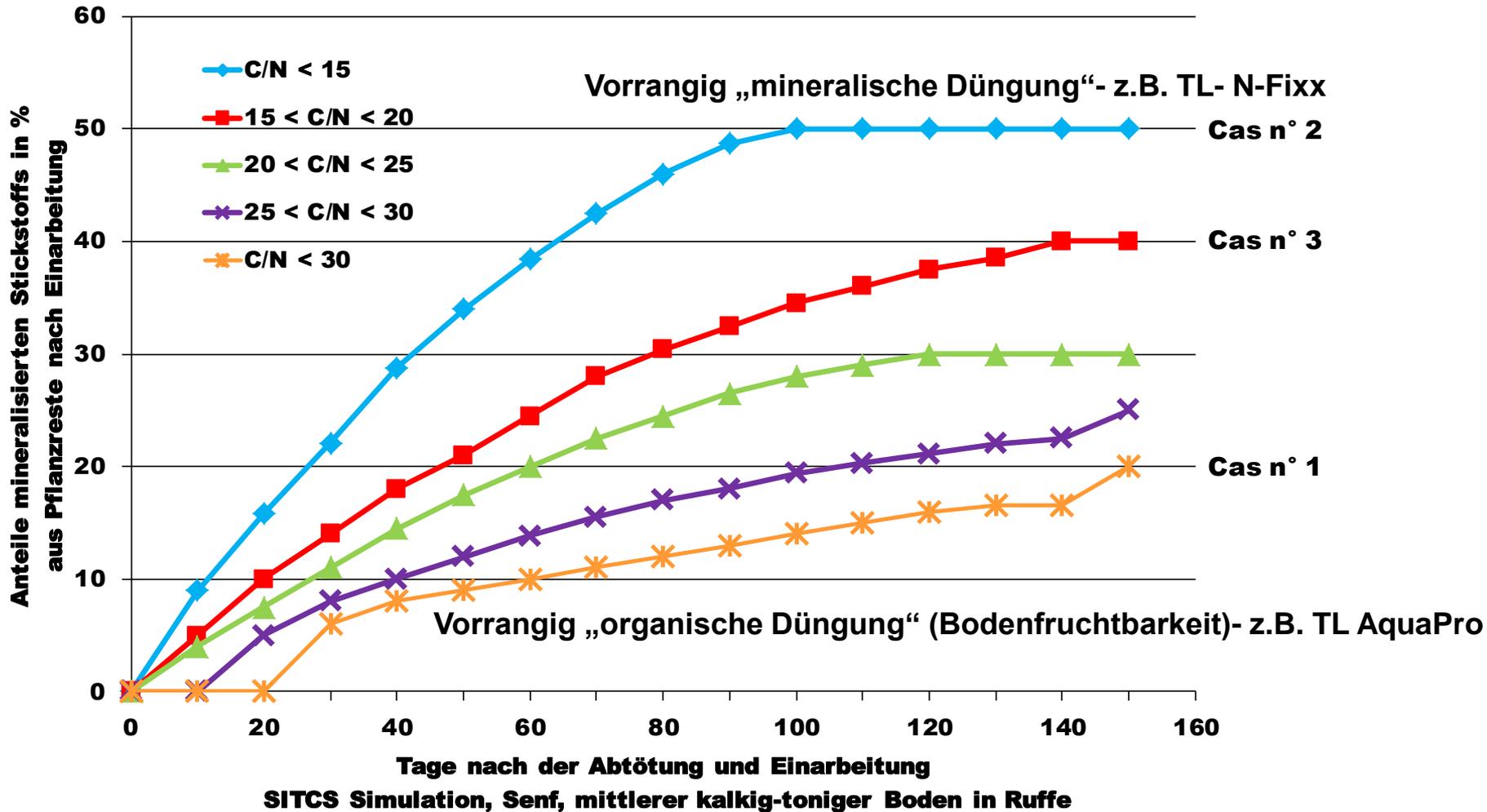
Tal der Enttäuschungen

Technologischer Auslöser

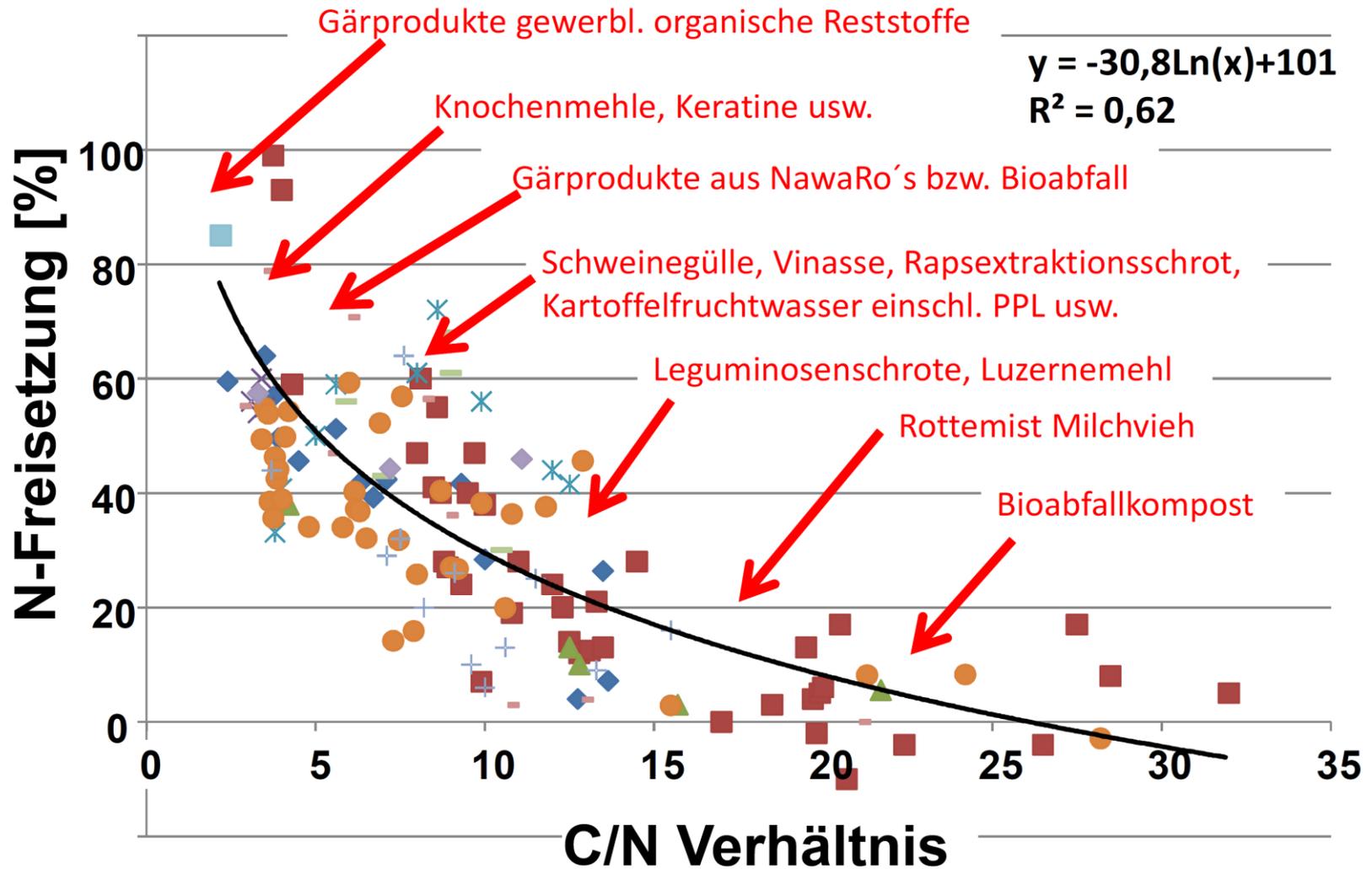
ZEIT

Gartner-Hype-Cycle

Stickstoffumverteilung in Abhängigkeit zum C/N-Verhältnis



Statistische Beziehung zw. C/N org. DM und N-Freisetzung im Jahr der Anwendung, KTBL 2014



2 Gründe, weshalb organische Substanz nicht zu Humus umgebaut wird

1. Mangel an „biologischer Verdaubarkeit“ des Bodens (Strohmatte verbleiben lange im Boden) => z.B. zu inaktive/“falsche“ Bodenbiologie; C/N
2. Die biologischen Abbauprozesse führen nicht zur Bildung von

stabilen Huminstoffen

Mineralisierung
(falsche Bakterienflora)

mineralische Düngung (insb. N)

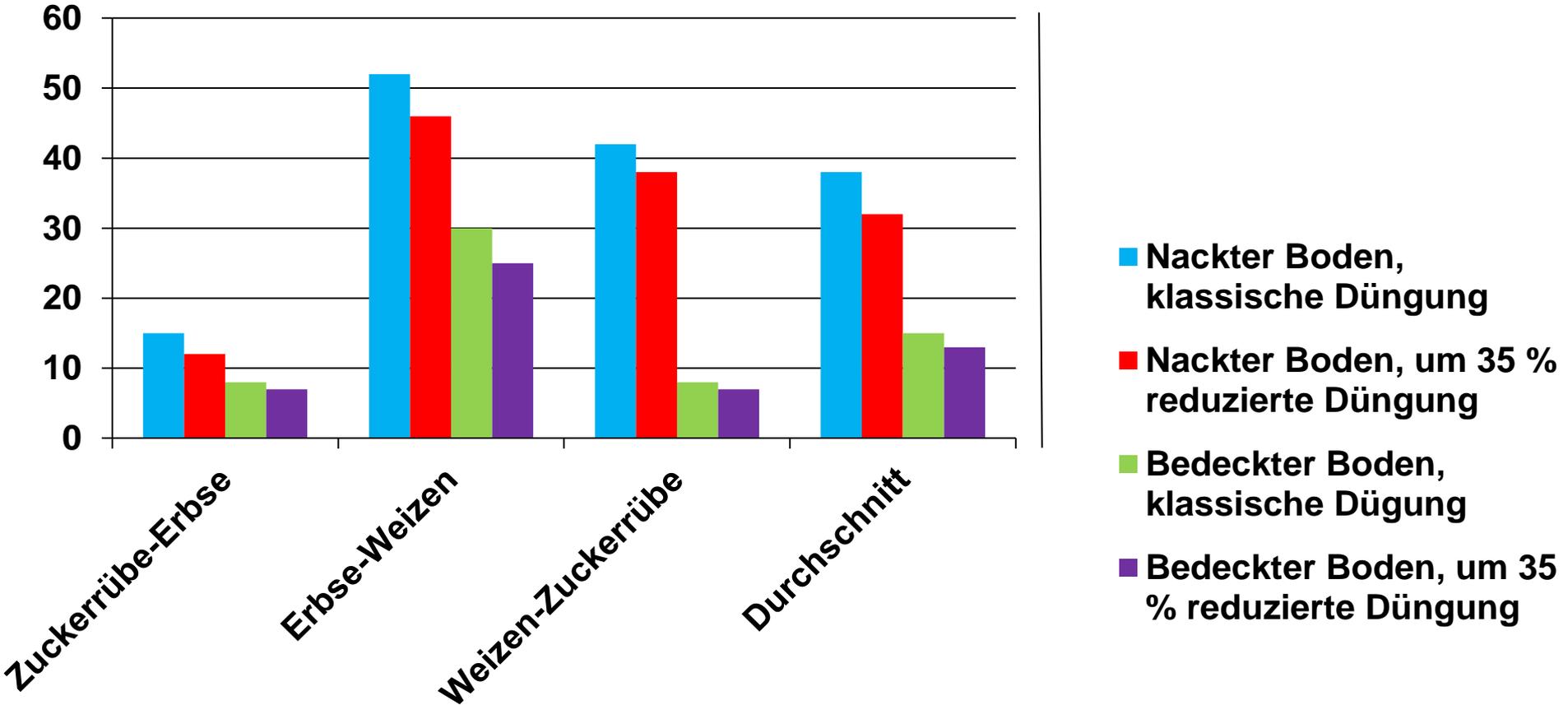
die Menge des organischen Materials korreliert nicht mit der Menge an stabilen Huminsäuren (Huminstoffen)

Die pilzliche Verdauung ist gestört (Humifikation)!

Schnelle Bildung organischer Substanz (Humus)

1. Maximierung der Photosynthesetleistung
2. Förderung der pilzlichen Verdauung (C/N weit; Futterangebot, Bereitstellung von Lipiden, Reduzierung Mineraldüngung, platzierte N- Düngung, reduzierter Fungizideinsatz,)

Stickstoffverlust in kg/ha pro Jahr



Quelle: AREP Thibie, Durchschnitt je 1991-2003

- Zwischenfrüchte im Marktfruchtbau - Potentiale zur Vermeidung negativer Umwelteffekte

Böldt, M.¹, Loges, R.¹, Kluß, C.¹ und Taube, F.¹

Einleitung

Die Anbaubedeutung von Zwischenfrüchten (ZF) hat in Deutschland in den letzten Jahren stark zugenommen und eine 50 %ige Steigerung gegenüber 2010 erfahren. Die Integration von ZF stellt in vielerlei Hinsicht einen Mehrwert für die Fruchtfolge dar. Der Hauptvorteil liegt in der Konservierung von Nährstoffen über Winter. In Norddeutschland können die Witterungsbedingungen einen erfolgreichen ZF-Anbau nicht immer gewährleisten (späte Erntetermine, hohe Niederschläge im Herbst, milde Winter). Umso wichtiger ist hier die Wahl der richtigen ZF-Anbaustrategie und Sorte.

Hypothesen

1. Abfrierende Zwischenfrüchte weisen gegenüber winterharten höhere Stickstoff (N) - Verluste auf.
2. Eine als Untersaat etablierte Zwischenfrucht reduziert die N-Verluste am effektivsten.

Material und Methoden

Der Versuch wurde auf einer einer seit 2013 ökologisch bewirtschaftenden Fläche mit der viehlosen Fruchtfolge „Klee gras – Sommerweizen – Wintertriticale – Erbse – Hafer – Dinkel + Klee gras-Untersaat“ angelegt. Der Standort befindet sich im Naturraum Vorgeest in Schleswig-Holstein (54.32 N, 9.80 O; Ø-Jahrestemperatur 8,8 °C; Ø-Jahresniederschlagssumme 826 mm Bodenart S12; Bodentyp Braun-erde). Das Versuchsdesign entsprach einer randomisierten mehrfaktorielle Blockanlage (Tab. 1). Der Untersuchungszeitraum erstreckt sich von der ZF-Aussaat bis zum Zeitpunkt des Umbruchs (Aug.-März).

Tab. 1: Versuchsfaktoren

Faktor *	Level	
Jahr	2015 / 16	2016 / 17
Vorfrucht	Erbse (ER)	Triticale (TR)
Zwischenfrucht	Gelbsenf (GS, abfrierend) Wintererbsen (WR, winterhart) Dt. Weidelgras (DW, Untersaat, winterhart)	
Kontrolle	Selbstbegrünung (SB) Schwarzbrache (BR)	

- Rundhauben -
N₂O-Emissionen



- Saugkerzen -
NO₃-Auswaschung

Tab. 2: Stickstoffverluste (Nitrat (NO₃), Lachgas (N₂O)) und -aufnahme der Zwischenfrüchte nach den Vorfrüchten Erbse und Triticale im Mittel über die zwei Anbaugahre (kg N ha⁻¹). Unterschiedliche Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Vorfrucht (p < 0,05).

Zwischenfrucht	NO ₃ -N Fracht		N ₂ O-N _{em}		N _{max} ANPP		N _{max} BNPP		N _{max} IBNPP	
	Erbse	Triticale	Erbse	Triticale	Erbse	Triticale	Erbse	Triticale	Erbse	Triticale
Dt. Weidelgras	37 ^b	15 ^{bc}	1,1 ^b	0,4 ^b	98	59 ^a	55 ^a	61 ^a	0,36	0,51
Gelbsenf	54 ^{ab}	30 ^b	1,8 ^a	1,0 ^a	115	73 ^a	22 ^b	36 ^b	0,16	0,33
Wintererbsen	34 ^b	8 ^c	1,5 ^{ab}	0,5 ^b	111	59 ^a	37 ^b	54 ^a	0,25	0,48
Selbstbegrünung	42 ^b	11 ^c	1,6 ^{ab}	0,5 ^b	91	38 ^b	32 ^{bc}	45 ^{ab}	0,26	0,55
Schwarzbrache	97 ^a	64 ^a	1,3 ^{ab}	0,5 ^b	-	-	-	-	-	-

ANPP = oberirdische Nettoprimärproduktion; BNPP = unterirdische Nettoprimärproduktion; IBNPP = Verhältnis von BNPP zu ANPP; N_{max} = maximale N-Aufnahme in der Biomasse

- Gelbsenf -
Sinapis alba



- Wintererbsen -
Brassica rapa oleifera

Ergebnisse

Die NO₃-N-Auswaschungen waren bei SB gegenüber allen anderen Varianten signifikant erhöht (Tab. 2). Demgegenüber konnten durch die ZF die NO₃-Frachten um durchschnittlich 64 % verringert werden. Innerhalb der Zwischenfrüchte wies GS die höchsten Nitratverluste auf. Die N₂O-Verluste waren nach ER am höchsten. GS wies gegenüber den winterharten ZF DW und WR signifikant höhere N₂O-Emissionen auf. Hier führten insbesondere die Frost-Tau-Ereignisse im Winter zu relevanten Emissionsspitzen. Die maximale N-Aufnahme der ZF lag auf die Gesamtpflanze bezogen stets über 100 kg N ha⁻¹. Tendenziell zeigte DW das höchste N-Aneignungsvermögen. Bei den N-Gehalten der Wurzeln wies GS gegenüber WR und DW signifikant geringere Werte auf.

Fazit

- Beim Körnerleguminosenanbau ist mit höheren N-Verlusten in der Nachernteperiode zu rechnen
- Winterharte ZF senken die N-Verluste über Winter am effektivsten
- Die Untersaat-ZF stellt die beste ZF-Anbaustrategie dar, um einen guten N-Transfer über Winter zu gewährleisten

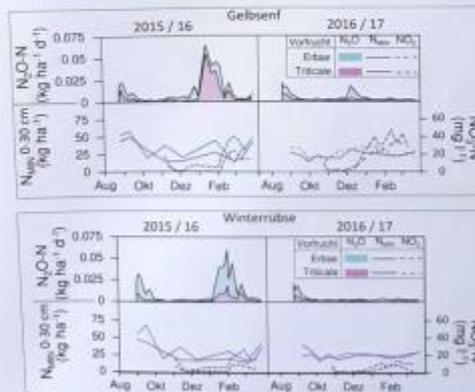


Abb. 1: Verläufe der N₂O-Emissionen, NO₃-Konzentration im Sickerwasser und N_{max}-Werte im Oberboden in Abhängigkeit von der Vorfrucht und Zwischenfrucht

Tab. 2: Stickstoffverluste (Nitrat (NO₃); Lachgas (N₂O)) und -aufnahmen der Zwischenfrüchte nach den Vorfrüchten Erbse und Triticale im Mittel über die zwei Anbaujahre (kg N ha⁻¹). Unterschiedliche Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Vorfrucht (p < 0,05).

Zwischenfrucht	NO ₃ -N Fracht		N ₂ O-N _{kum}		N _{MAX} ANPP		N _{MAX} BNPP		N _{MAX} fBNPP	
	Vorfrucht		Vorfrucht		Vorfrucht		Vorfrucht		Vorfrucht	
	Erbse	Triticale	Erbse	Triticale	Erbse	Triticale	Erbse	Triticale	Erbse	Triticale
Dt. Weidelgras	37 ^b	15 ^{bc}	1,1 ^b	0,4 ^b	98	59 ^a	55 ^a	61 ^a	0,36	0,51
Gelbsenf	54 ^{ab}	30 ^b	1,8 ^a	1,0 ^a	115	73 ^a	22 ^c	36 ^b	0,16	0,33
Winterrübse	34 ^b	8 ^c	1,5 ^{ab}	0,5 ^b	111	59 ^a	37 ^b	54 ^a	0,25	0,48
Selbstbegrünung	42 ^b	11 ^c	1,6 ^{ab}	0,5 ^b	91	38 ^b	32 ^{bc}	45 ^{ab}	0,26	0,55
Schwarzbrache	97 ^a	64 ^a	1,3 ^{ab}	0,6 ^b	-	-	-	-	-	-

ANPP = oberirdische Nettoprimärproduktion; BNPP = unterirdische Nettoprimärproduktion;
fBNPP = Verhältnis von BNPP zu NPP; N_{MAX} = maximale N-Aufnahme in der Biomasse

Ergebnisse

Die $\text{NO}_3\text{-N}$ -Auswaschungen waren bei SB gegenüber allen anderen Varianten signifikant erhöht (Tab. 2). Demgegenüber konnten durch die ZF die $\text{NO}_3\text{-N}$ -Frachten um durchschnittlich 64 % verringert werden. Innerhalb der Zwischenfrüchte wies GS die höchsten Nitratverluste auf. Die N_2O -Verluste waren nach ER am höchsten. GS wies gegenüber den winterharten ZF DW und WR signifikant höhere N_2O -Emissionen auf. Hier führten insbesondere die Frost-Tau-Ereignisse im Winter zu relevanten Emissionsspitzen. Die maximale N-Aufnahme der ZF lag auf die Gesamtpflanze bezogen stets über 100 kg N ha^{-1} . Tendenziell zeigte DW das höchste N-Aneignungsvermögen. Bei den N-Gehalten der Wurzeln wies GS gegenüber WR und DW signifikant geringere Werte auf.

Fazit

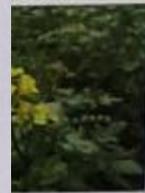
- Beim Körnerleguminosenanbau ist mit höheren N-Verlusten in der Nachernteperiode zu rechnen
- Winterharte ZF senken die N-Verluste über Winter am effektivsten
- Die Untersaat-ZF stellt die beste ZF-Anbaustrategie dar, um einen guten N-Transfer über Winter zu gewährleisten

- Run
 N_2O -E



- Sa
 $\text{NO}_3\text{-N}$

osenf -
is alba

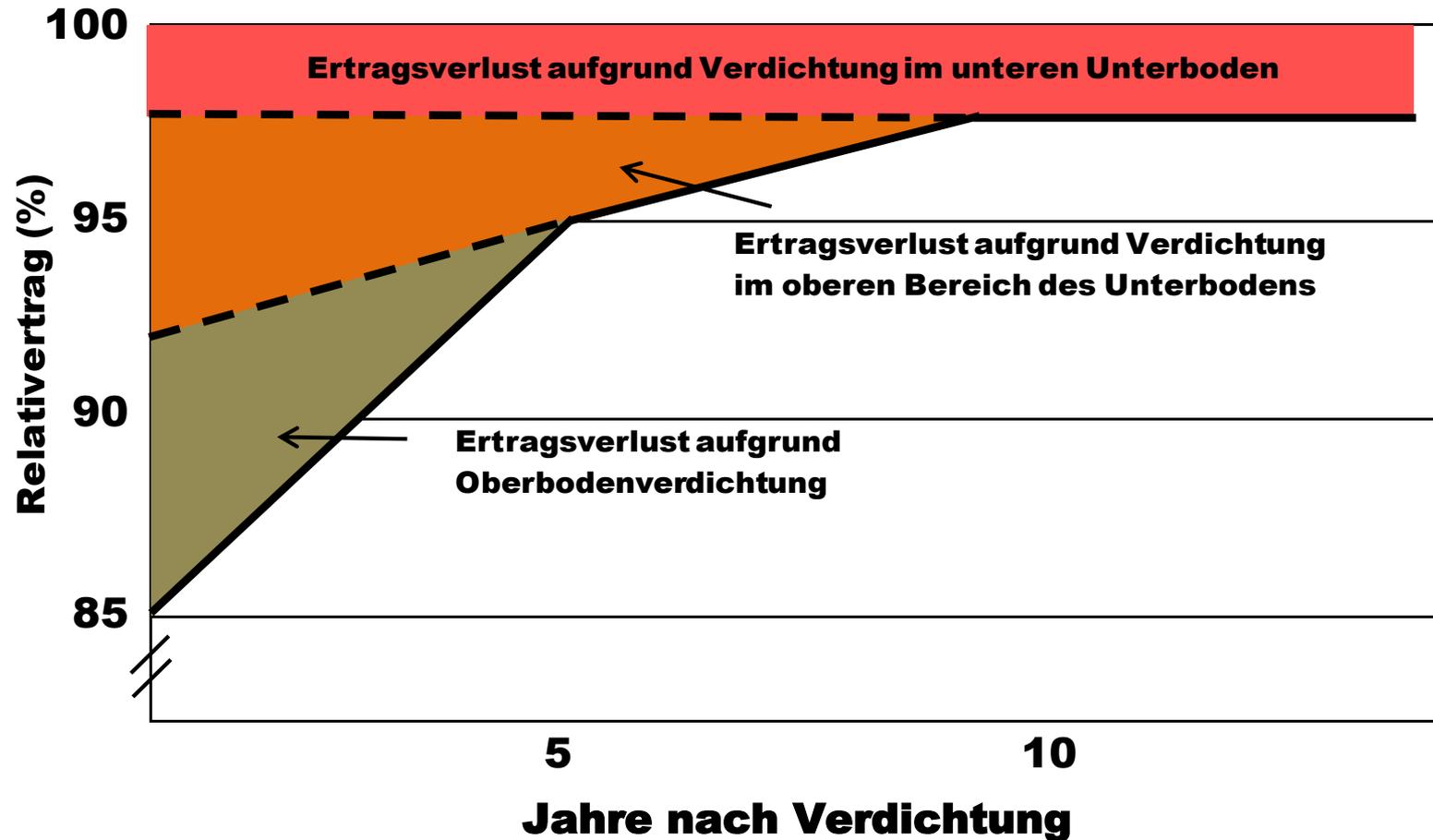


rübse -
pa oleifera

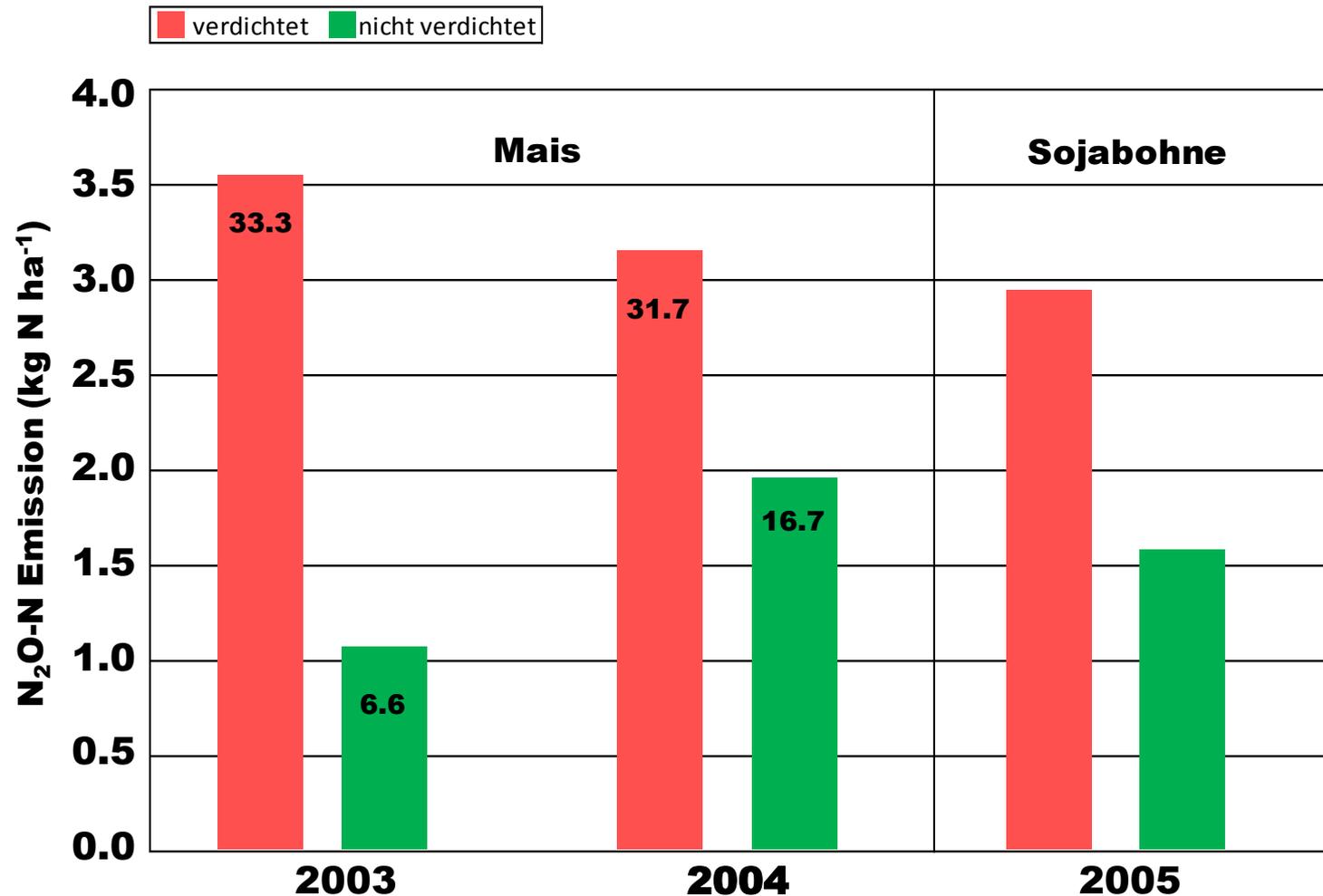
Biomasse „aus dem Wind nehmen“ NH₃- Verluste verringern



Auswirkung zu hoher Achslast in unterschiedlichen Bodentiefen auf die Persistenz von Bodenverdichtung und den Ertrag

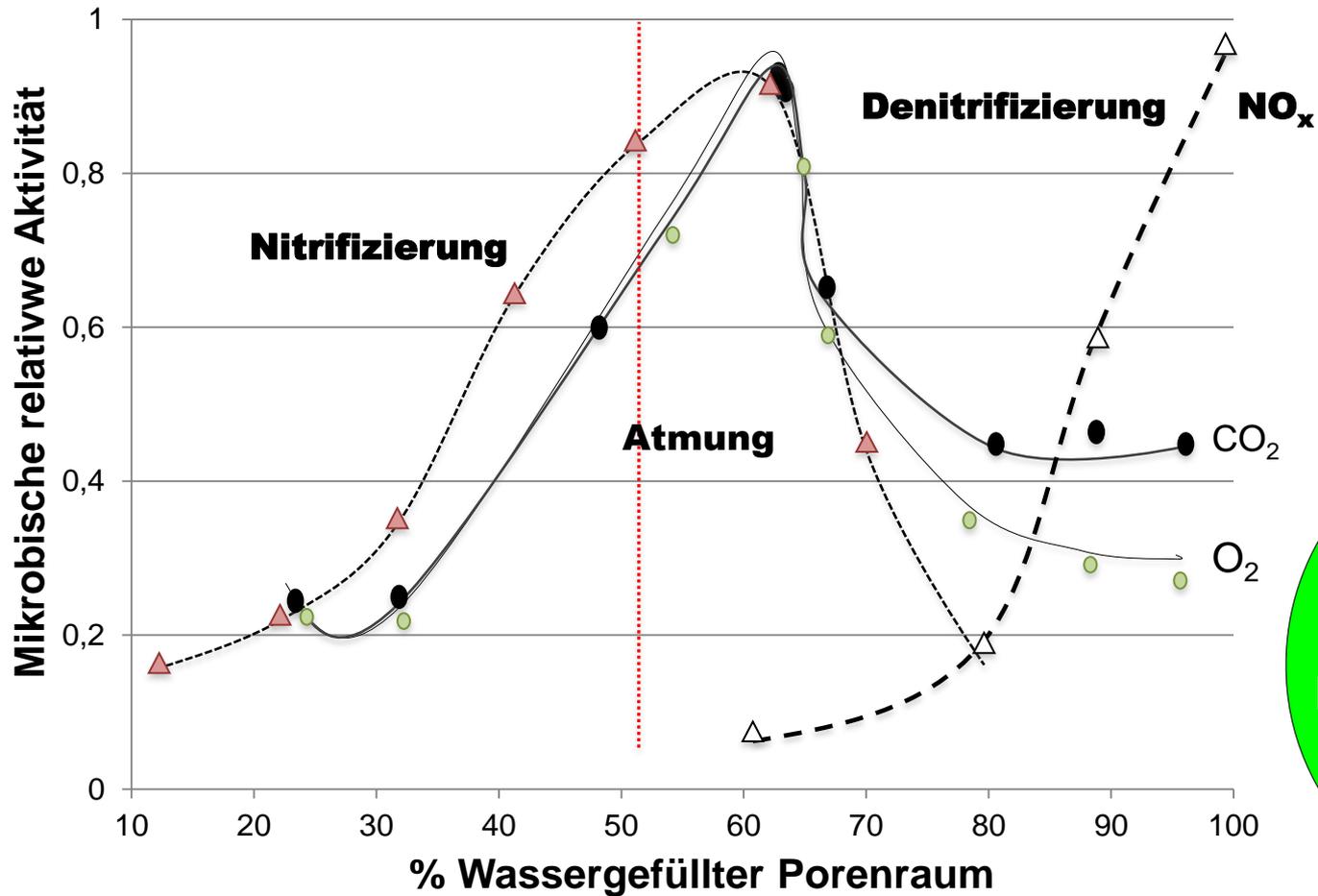


Kumulierte N₂O-N-Emission (kg/ha; Säulen) in der Vegetationsperiode von Mais bzw. Sojabohne und entsprechende ertragsbezogene N₂O-N-Emission

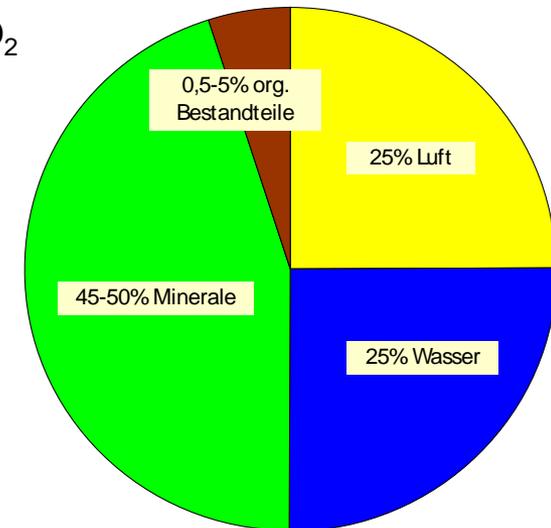


Quelle :Mais, 4/2017 S.174

Beziehung zwischen wassergefülltem Porenraum und Verhältnis von mikrobieller Nitrifizierung, Denitrifizierung und Atmung (Linn and Doran, 1984)



Idealverhältnisse im Boden





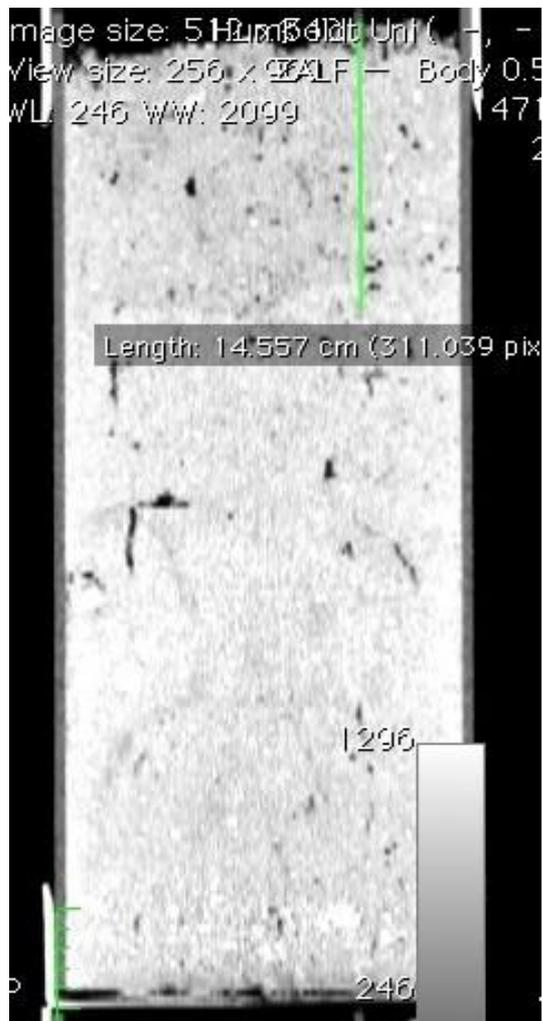
Gründigkeit



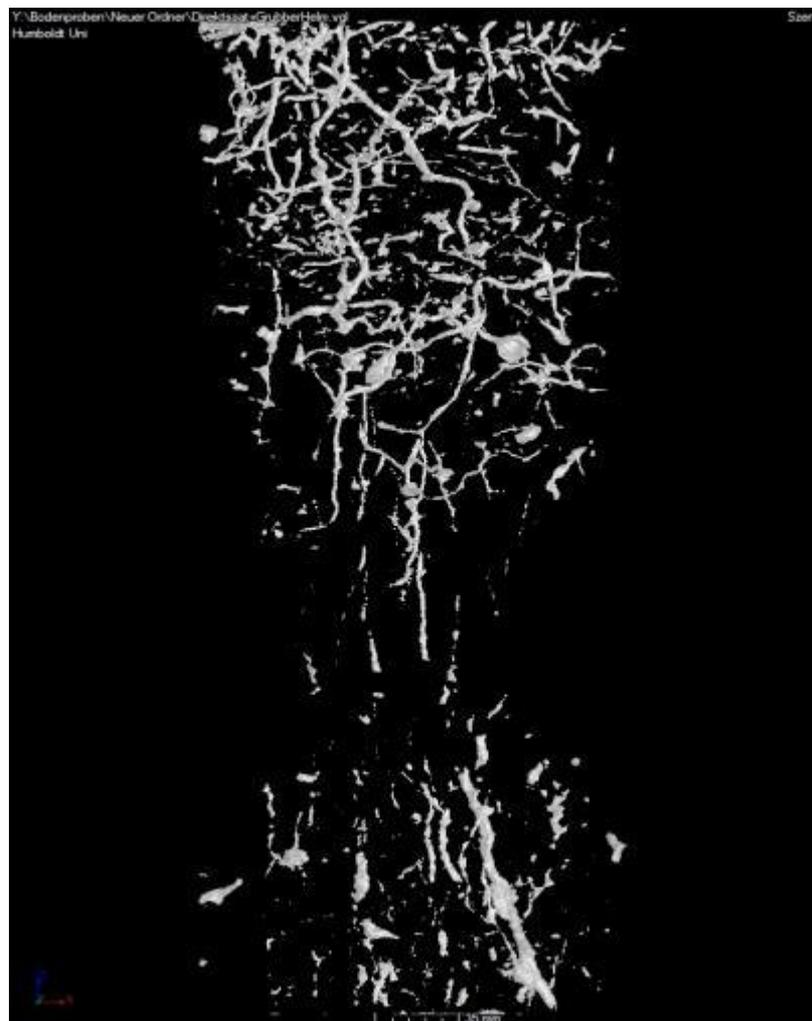


Fotos: Jerebic

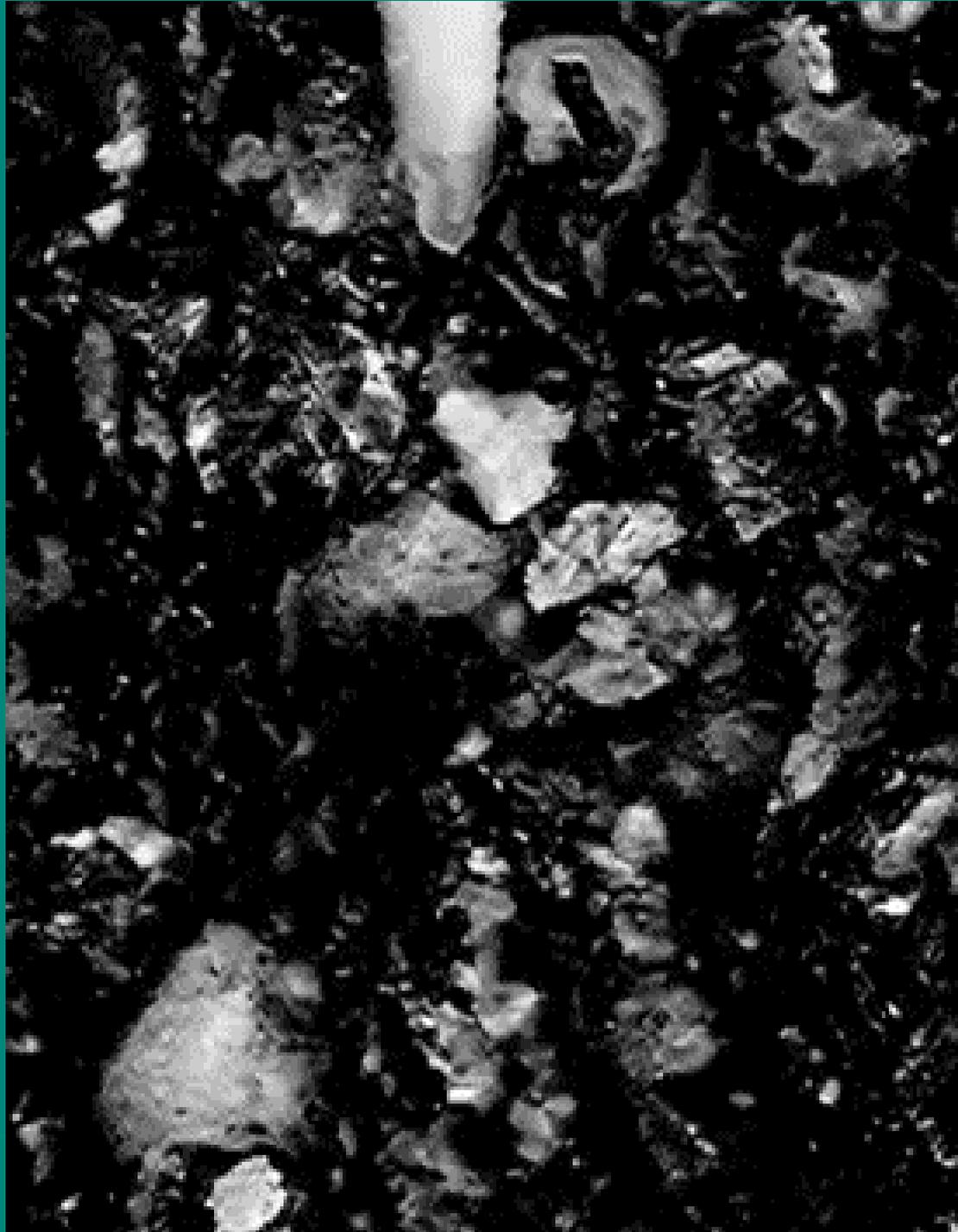
Längsschnitt der Bodensäule



Dreidimensionale Anordnung der Bodensäule



Quelle: ZALF



Sind billige Mischungen eine Alternative?



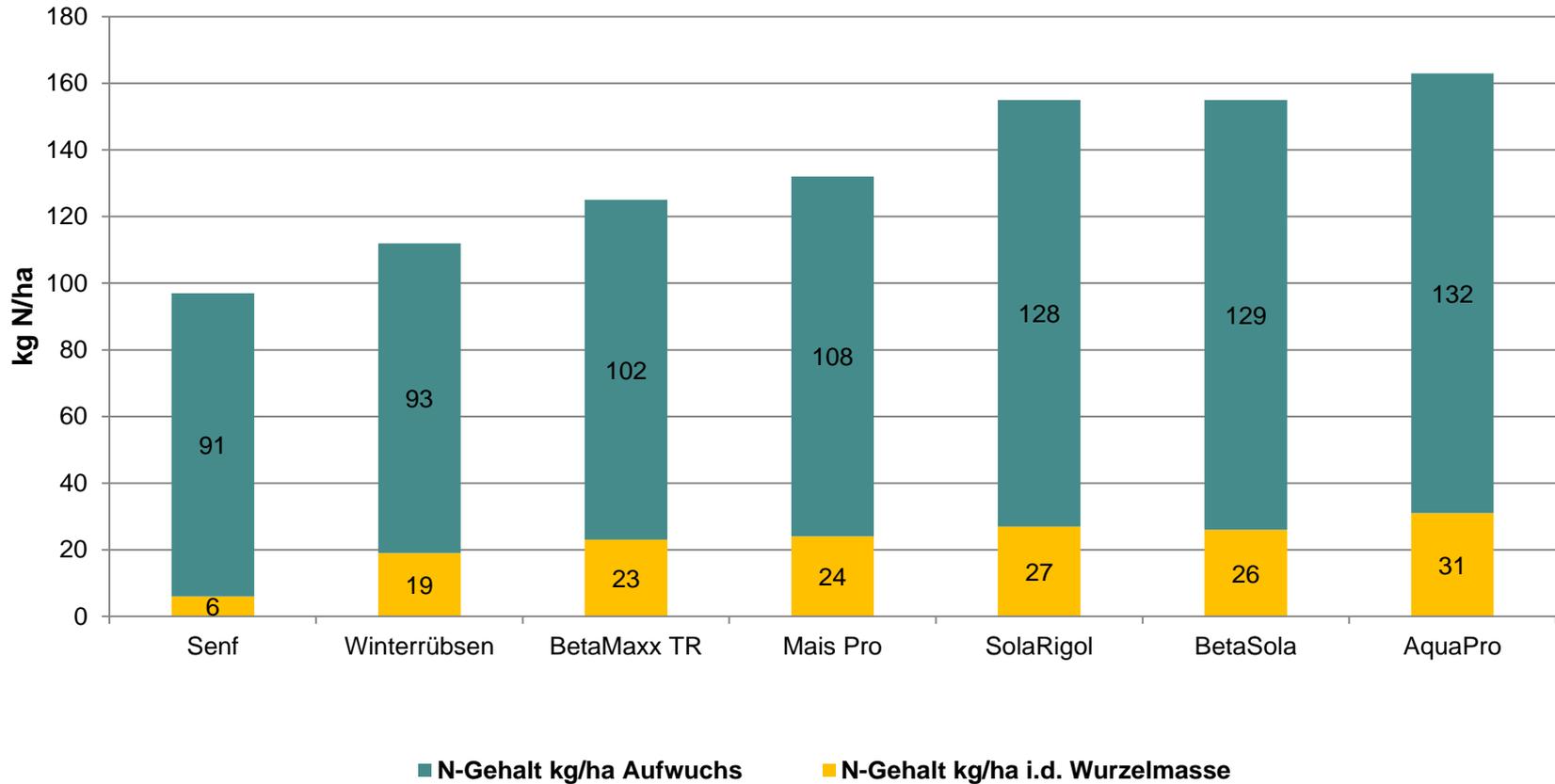
Oder sollte es doch



sein?

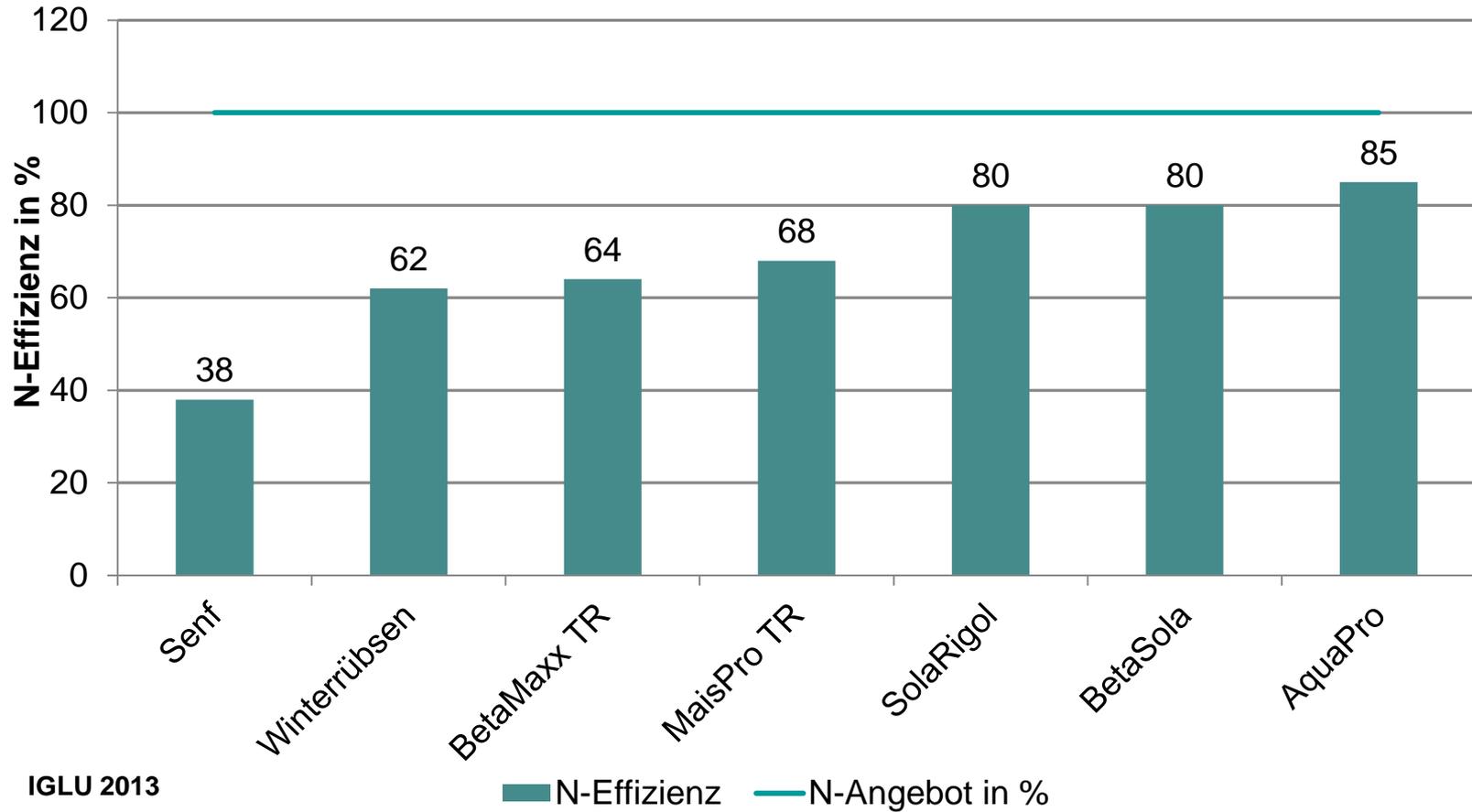
Vorteile Mischungen <> Reinsaat

N-Gehalt in Aufwuchs/Wurzelmasse in Zwischenfrüchten



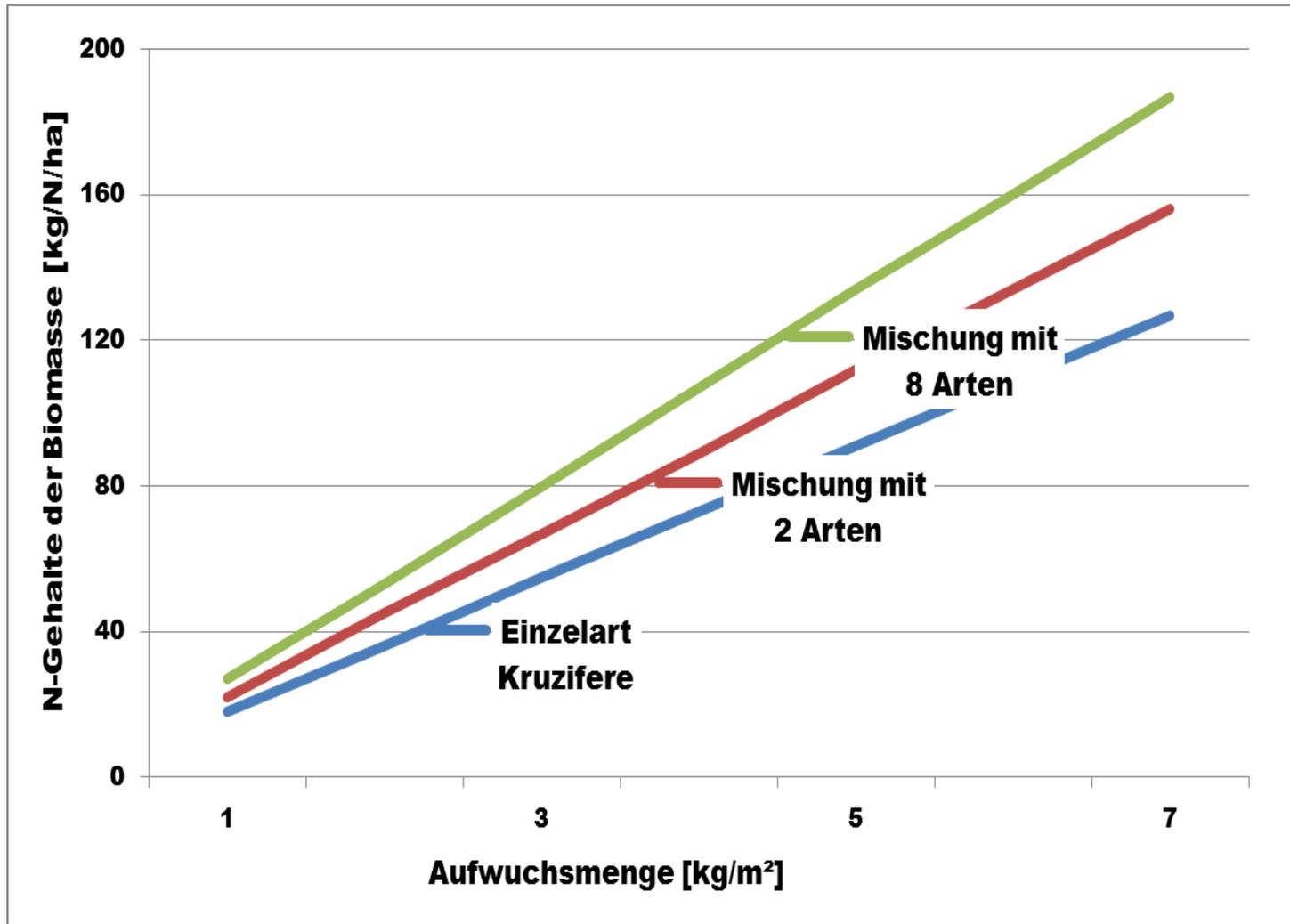
Quelle: IGLU 2013

Stickstoffeffizienz von Zwischenfrüchten



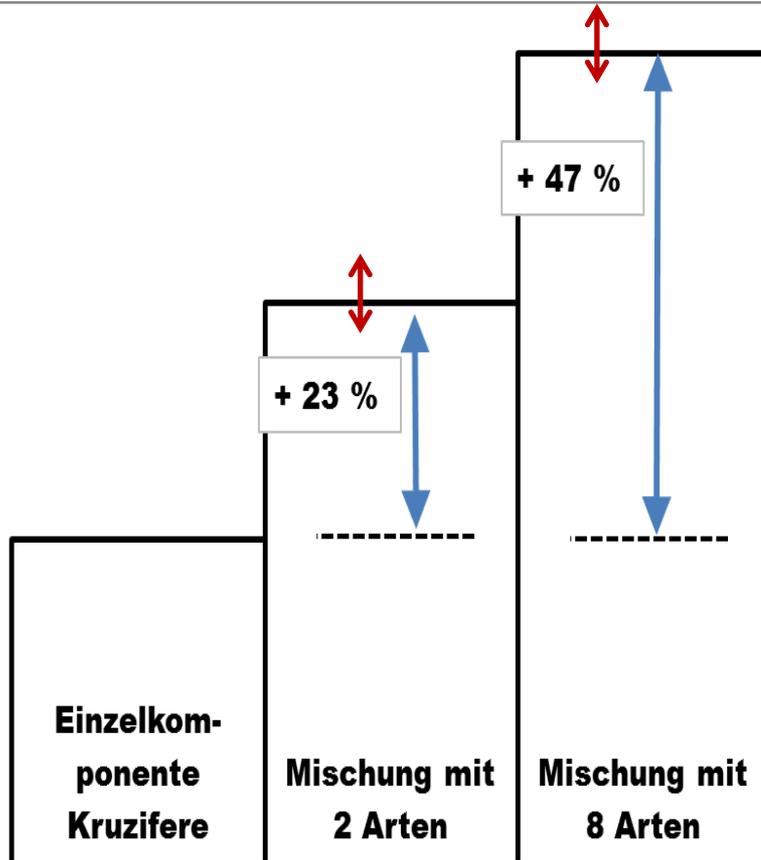
Biomasseerfassung

Ernte- und Analyseergebnisse 2014-2016, IGLU 2016

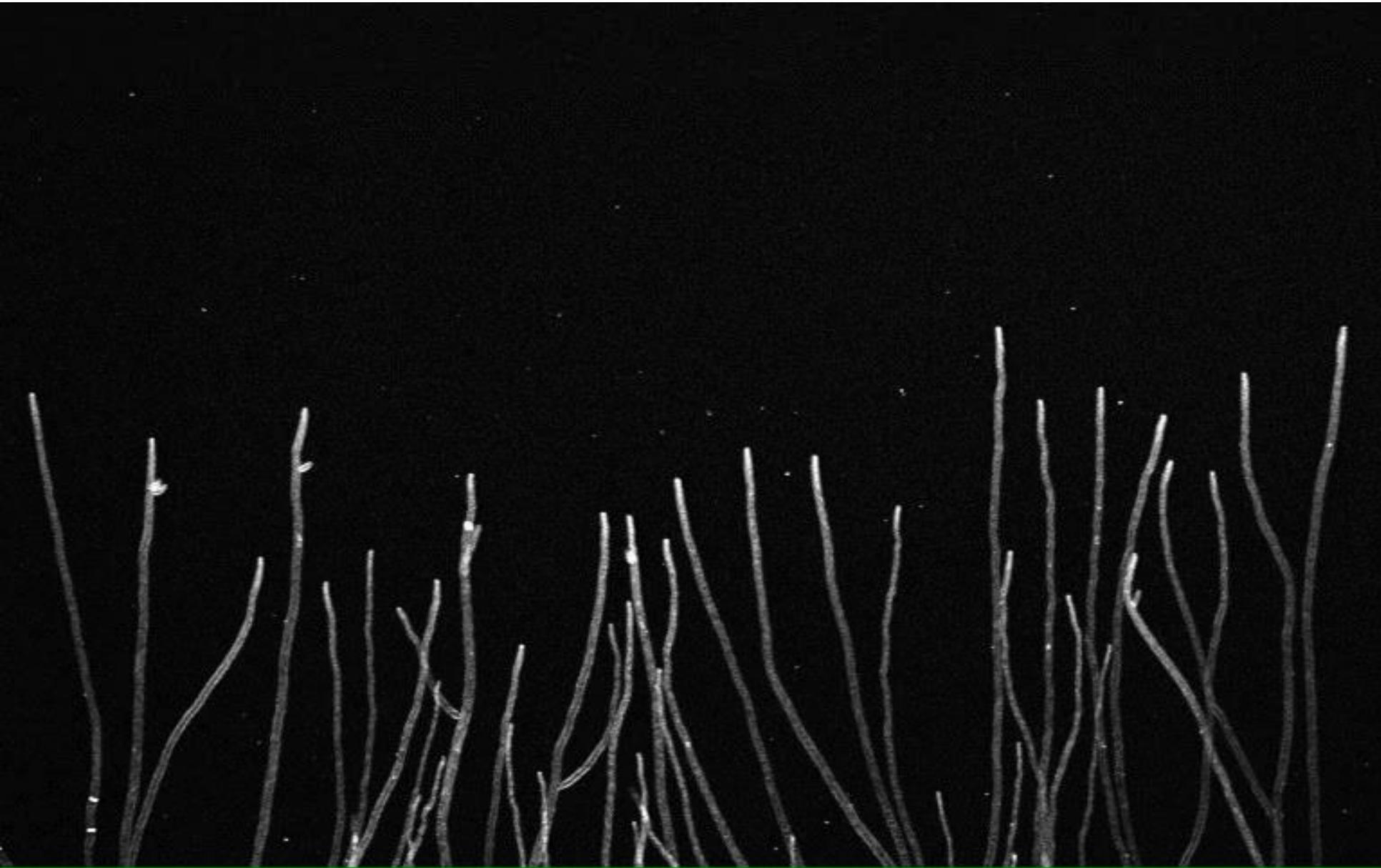


Biomasseerfassung

Ernte- und Analyseergebnisse 2014-2016, IGLU 2016

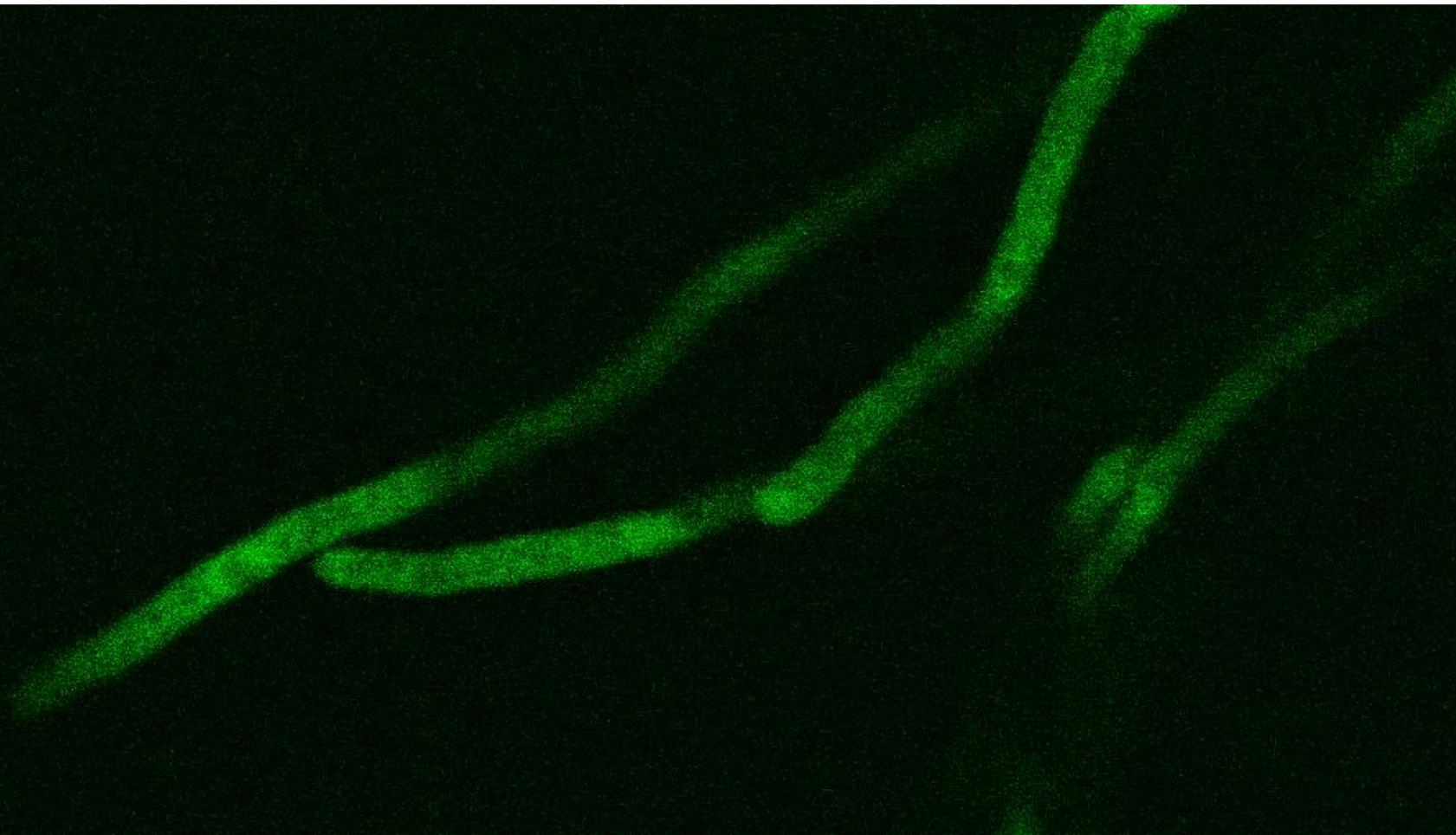


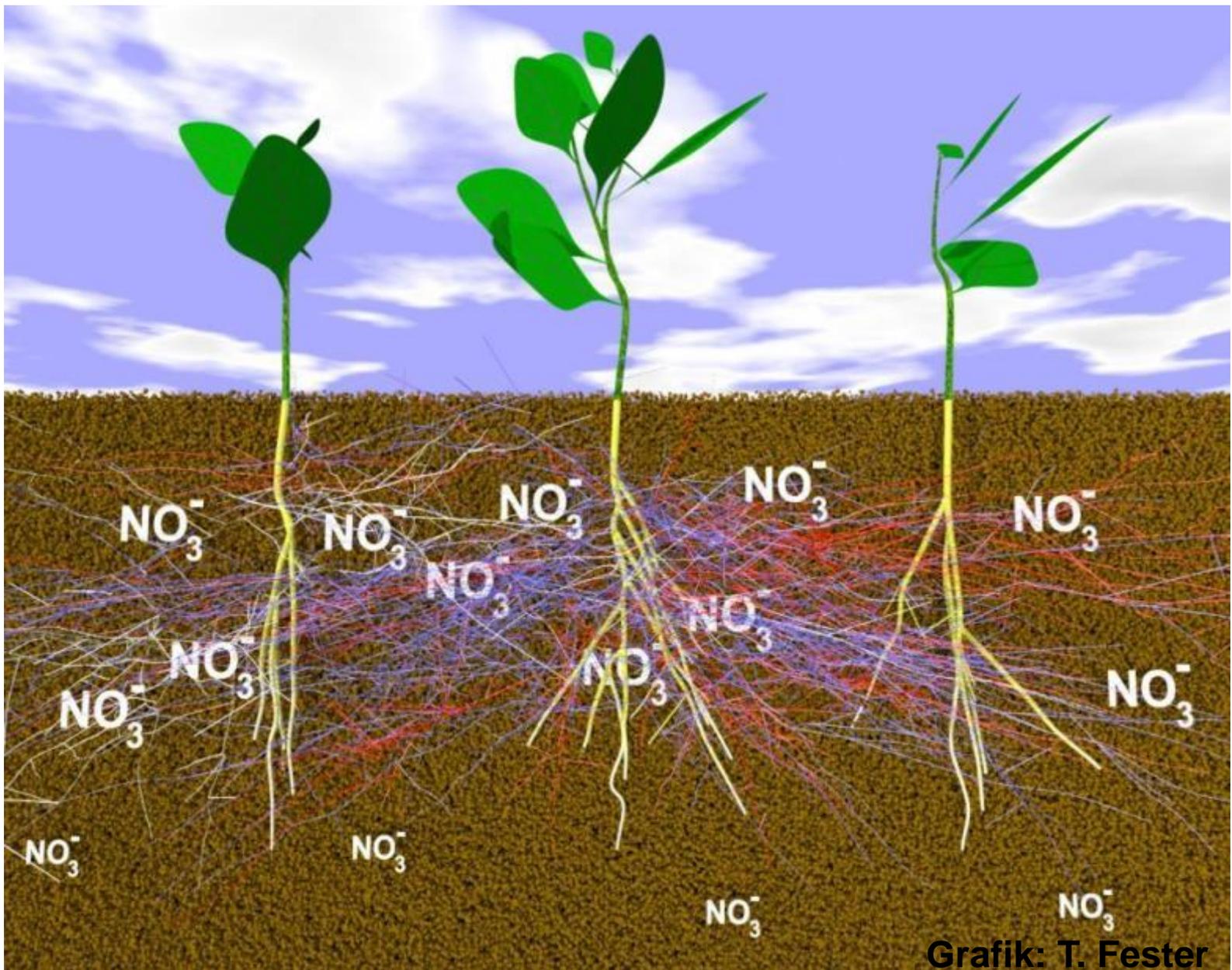
Die relative N- Akkumulation über alle Referenzstandorte, ist immer annähernd gleich (sehr geringe Streuung)!



Quelle: Gallmetzer et al., PLOS Genetics

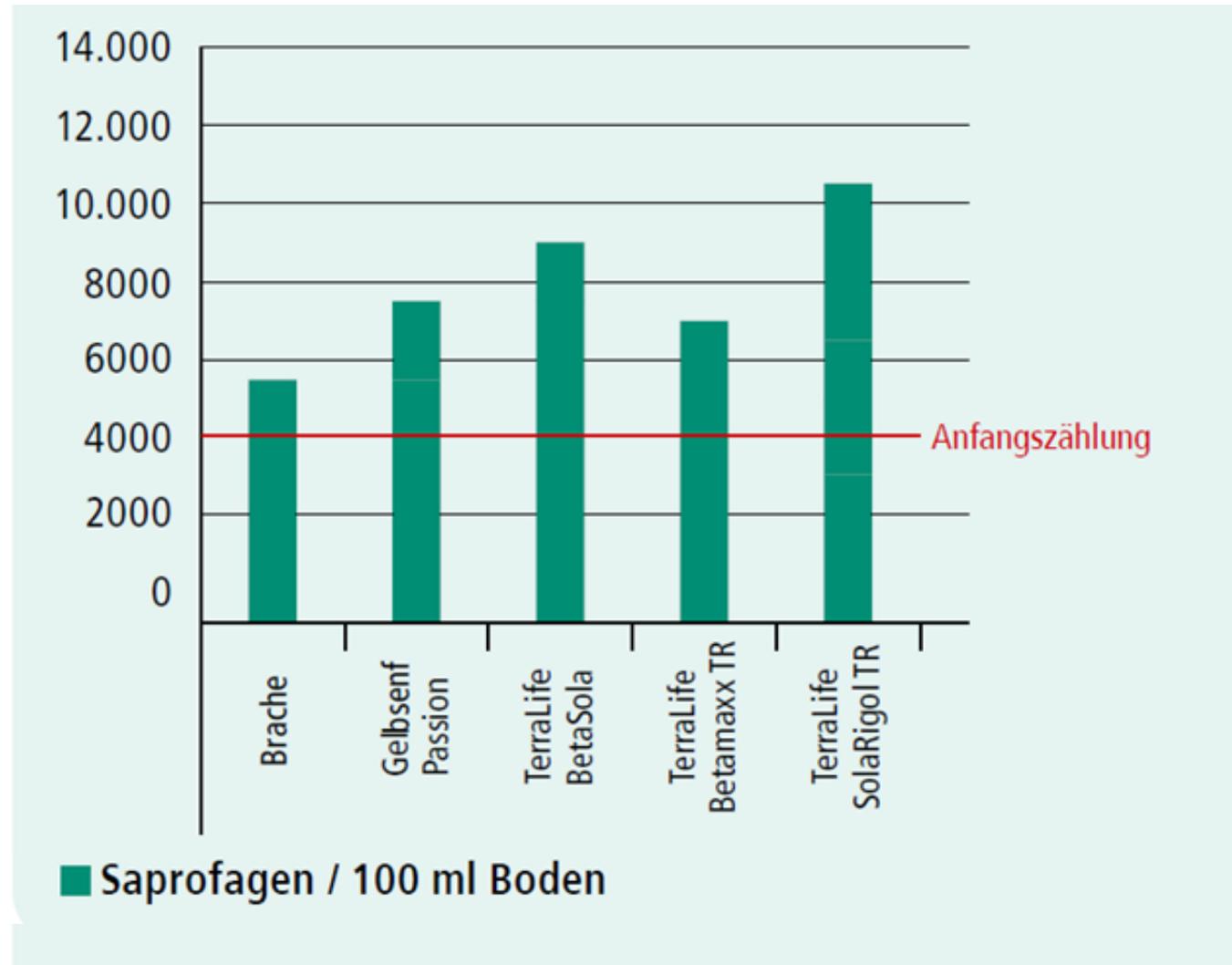
0 sec





Grafik: T. Fester

Förderung saprophager (nützlicher) Nematoden durch TerraLife, HLB, Wijster NL



WarmSeason eine extrem anpassungsfähige Zwischenfruchtmischung Warm Season 2017



Warm Season 2018



Fotos: Ingmar Prohaska

Überlebensvorteil Vielfalt

Warm Season 2017

C3 Jahr (kühler+ weniger Sonnenschein)

Abessinischer Kohl dominant



WarmSeason 2018

C4 Jahr (extrem viel Wärme +Sonnenschein)

Sorghum dominant



Foto: Ingmar Prohaska

Wie erfolgt die Bearbeitung der Zwischenfrucht vor Winterungen?



Foto: Ingmar Prohaska

Wie erfolgt die Bearbeitung der Zwischenfrucht vor Winterungen?



Ingmar Prohaska



Ingmar Prohaska

Beispiel Cambridge Walze



□ Beispiel Güttler Walze



Foto: Hajo Haake, 14.11.18



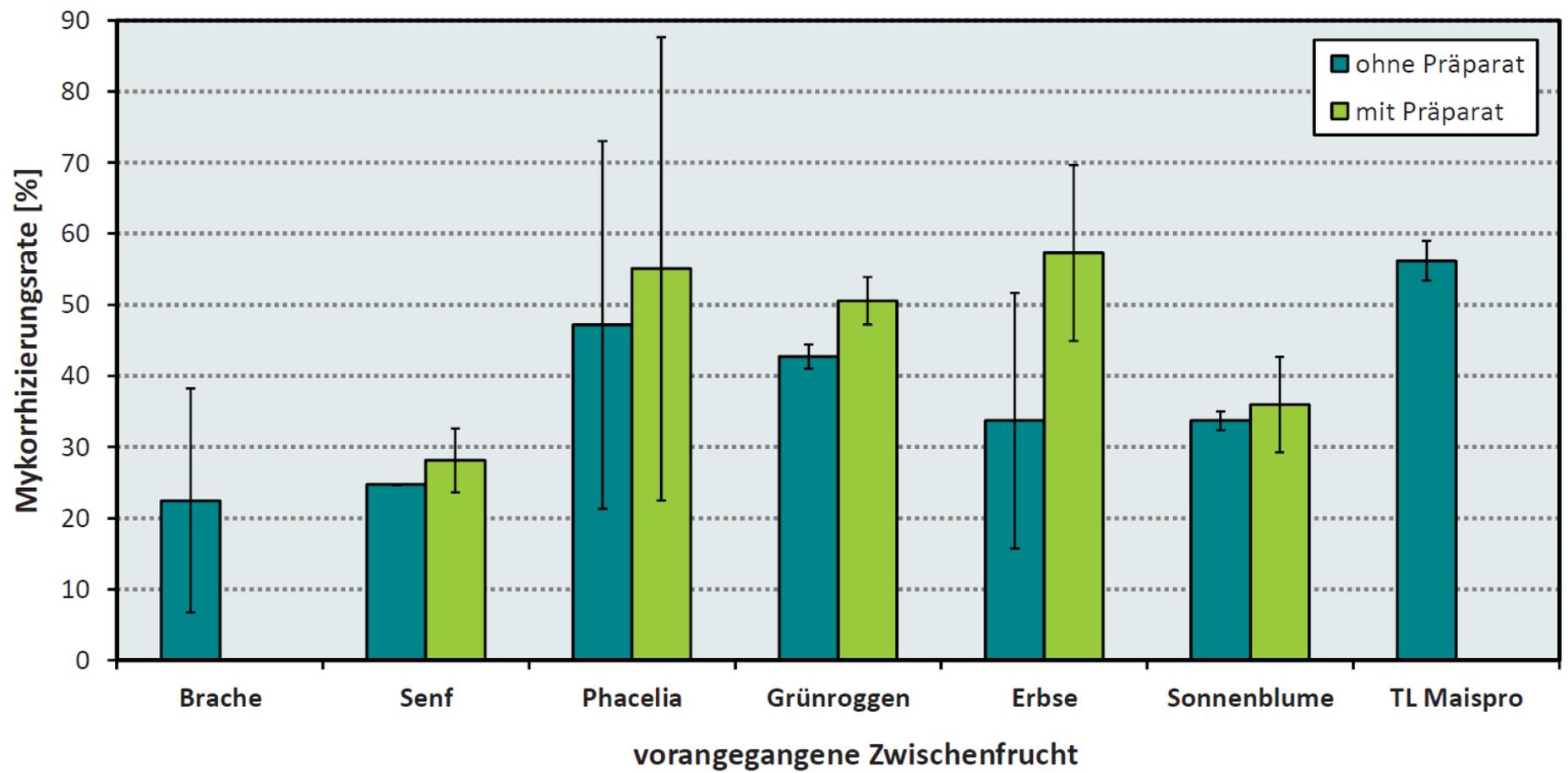


Maiswurzelausbildung in Abhängigkeit von der Zwischenfrucht vor Mais



Mykorrhizierungsrate von Silomais, Trossin 2012

(mit und ohne Beimpfung von Mykorrhiza)



TerraLife MaisPro TR ist so konzipiert, dass über die grüne Brücke eine Mykorrhizierung ohne Beimpfung bei Mais möglich ist!

Quelle: LOP 07/13

Fazit

- **Bodenfürsorge/Bodenpflege heißt zunächst sich intensiv mit dem Boden zu befassen**
- **dann sollten Ziele definiert werden (Fruchtfolgegestaltung, BB-System, Nährstoffmanagement, US, ZF, Mischkultur etc.**
- **anhand dieser gesteckten Ziele=> Maßnahmen ergreifen, hierbei sollten die Kosten an zweiter oder gar letzter Stelle stehen**
- **Zielerreichung überprüfen (jährlich, innerhalb einer Rotation ...)-messen, wiegen usw.**

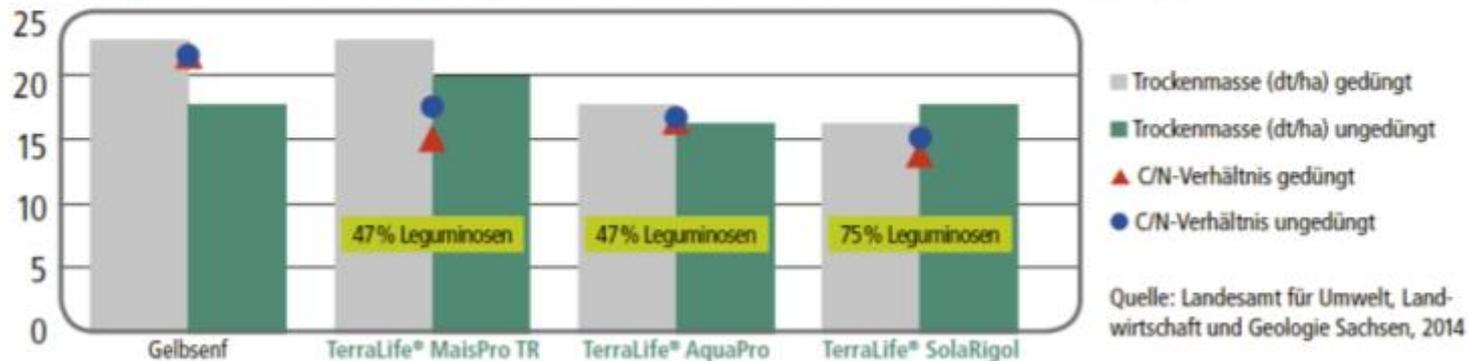
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



N- Düngebedarfersmittlung Zwischenfrüchte

	60 kg N/ha	0 kg N/ha
Niedersachsen	< 30 % Leguminosen	> 30 % Leguminosen kein Düngebedarf
Nordrhein-Westfalen	< 50 % Leguminosen	100 % Leguminosen
Mecklenburg-Vorpommern	< 25 % Leguminosen	> 75 % Leguminosen kein Düngebedarf
Baden-Württemberg	< 60 % Leguminosen	> 60 % Leguminosen kein Düngebedarf
Brandenburg	< 75 % Leguminosen	> 75 % Leguminosen kein Düngebedarf
Bayern	< 75 % Leguminosen	> 75 % Leguminosen kein Düngebedarf
Thüringen	< 50 % Leguminosen	> 50 % Leguminosen kein Düngebedarf
Sachsen	< 50 % Leguminosen	> 50 % Leguminosen kein Düngebedarf
Sachsen-Anhalt	< 50 % Leguminosen	> 50 % Leguminosen kein Düngebedarf
Hessen	bedarfsorientiert	
Schleswig-Holstein	< 50 % Leguminosen	> 50 % Leguminosen kein Düngebedarf
Rheinland-Pfalz	< 40 % Leguminosen	> 80 % Leguminosen

Leguminosenmischungen tolerieren Verzicht auf Düngung



TerraLife®: In allen Bundesländern uneingeschränkt düngbar!

Fruchtfolgeeignung TerraLife® Mischung	Leguminosenanteil im Samenanteil %	Gültig in Ländern mit Leguminosenanteil <30%	Gültig in Ländern mit Leguminosenanteil <50%	GREENINGkonform
AquaPro o. Buchweizen	0	☺	☺	X
BetaSola	25	☺	☺	X
MaisPro TR Greening 50	45	☹	☺	X
MaisPro TR Greening 30	26	☺	☺	X
MaisPro TR	29	☹	☺	
BetaMaxx 50	46	☹	☺	X
BetaMaxx 30	27	☺	☺	X
BetaMaxx TR	26	☺	☺	X
WarmSeason	27	☺	☺	X
CoolSeason W NEU!	26	☺	☺	X
VitaMaxx TR	0		☺	X
Landsberger Gemenge	38	☹	☺	
N-Fixx o. Buchweizen	72	☹	☺	X
N-Fixx 50	48	☹	☺	X
SolaRigol TR	24	☺	☺	X
SolaRigol	39	☹	☺	X
Rigol TR	11	☺	☺	X
FutterGreen	58	☹	☺	X

TR = mit Tiefenrettich Deeptill
W = winterhart

() = Fruchtfolgekrankheiten berücksichtigen