

Biostimulanzien

Möglichkeiten und Grenzen



UNIVERSITY OF
HOHENHEIM



Günter Neumann

Institut für Kulturpflanzenwissenschaften
F.G. Ernährungsphysiologie der Kulturpflanzen
Universität Hohenheim 70599 Stuttgart

guenter.neumann@uni-hohenheim.de



Verbesserte
Düngemittelausnutzung
durch den Einsatz von
BIO-EFFEKTOREN



SolACE

Solutions for improving Agroecosystem at
Crop Efficiency for water and nutrient use

DFG



AMAIZE-P

Landwirtschaft

4.0



ohne chemisch-
synthetischen
Pflanzenschutz

DiControl



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Was sind **Biostimulanzien** ?



Pflanzenwachstums-stimulierende

- **Mikroorganismen**
- **Natürliche bioaktive Substanzen**

Synonym: Bioeffektoren
Pflanzenstärkungsmittel

**Ohne signifikanten
Nährstoffgehalt !**



ZIELSETZUNG:

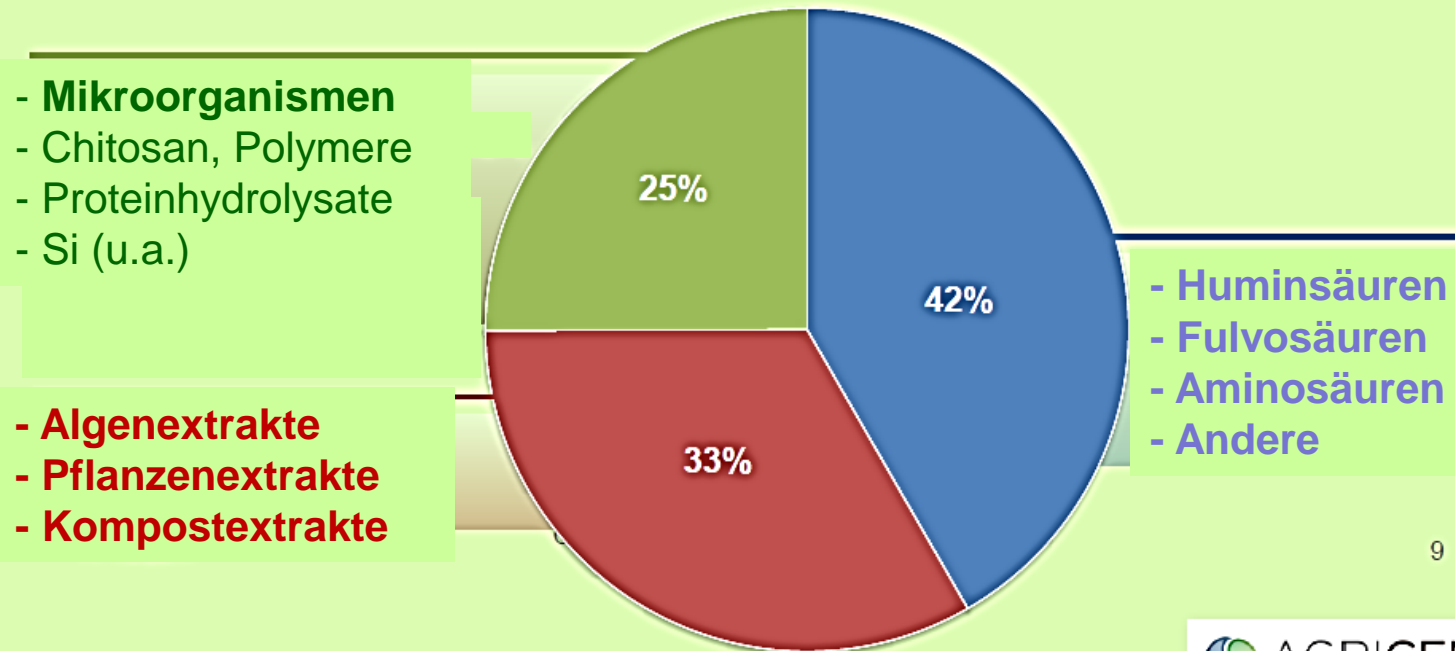
Verbesserte Nährstoffausnutzung,
Stresstoleranz und Produktqualität von Kulturpflanzen

Direkte Pflanzenschutzwirkungen ausgenommen !!

(EU Verordnung (EU) 2019/1009)

Säuren und Extrakte mit dominierendem Marktanteil (Verkaufsanteile 2018)

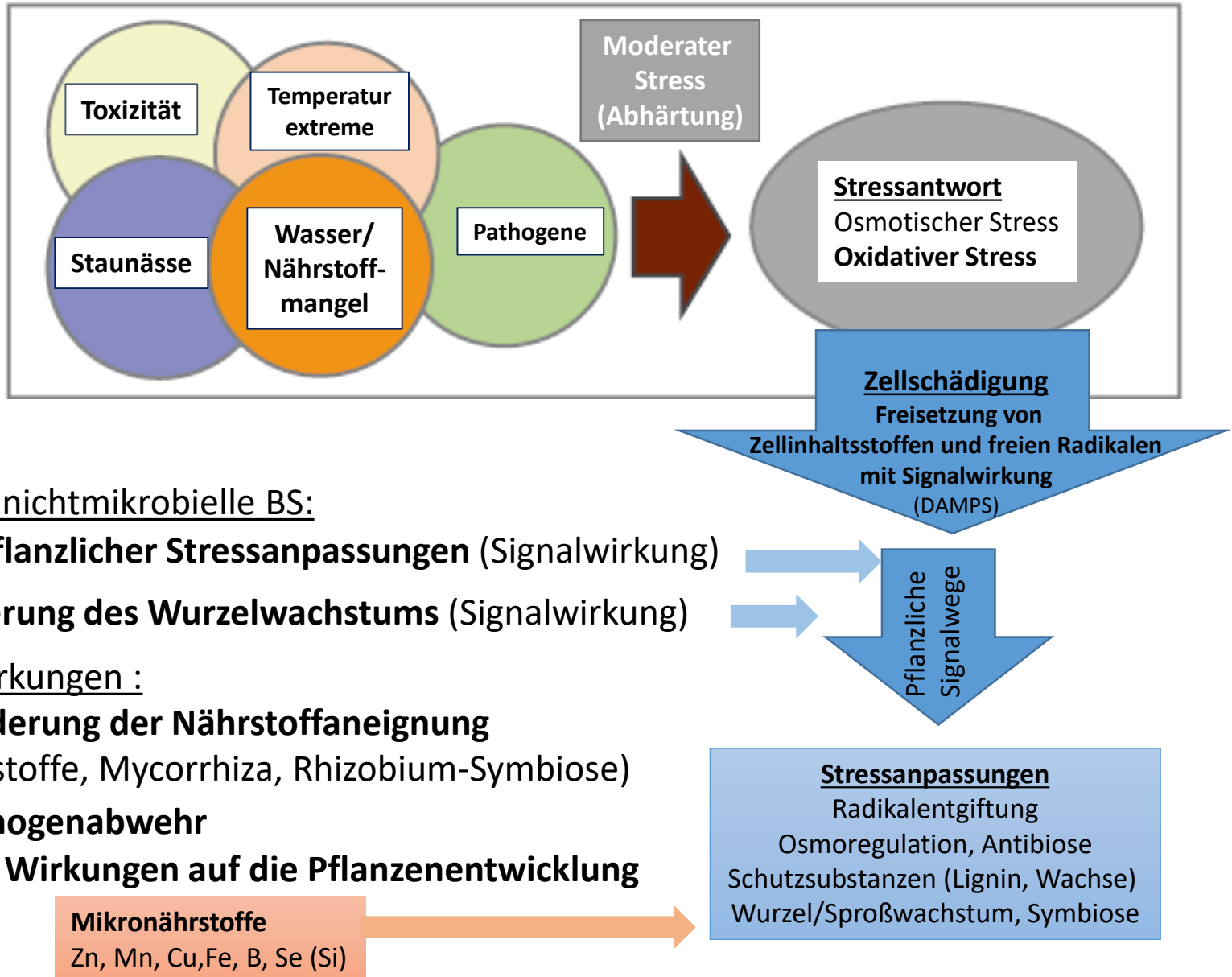
Umsatz weltweit: 3-4 Mrd USD
Jährliche Wachstumsraten: 12-15%



9

- **Hauptanwendungsgebiete:** Blattspritzungen im Obst und Gemüsebau
- Europa > Nordamerika = Asien/Pazifik > Südamerika

Wirkungsweise von Biostimulanzien



Mikrobielle & nichtmikrobielle BS:

Aktivierung pflanzlicher Stressanpassungen (Signalwirkung)

Stimulierung des Wurzelwachstums (Signalwirkung)

Spezifische Wirkungen :

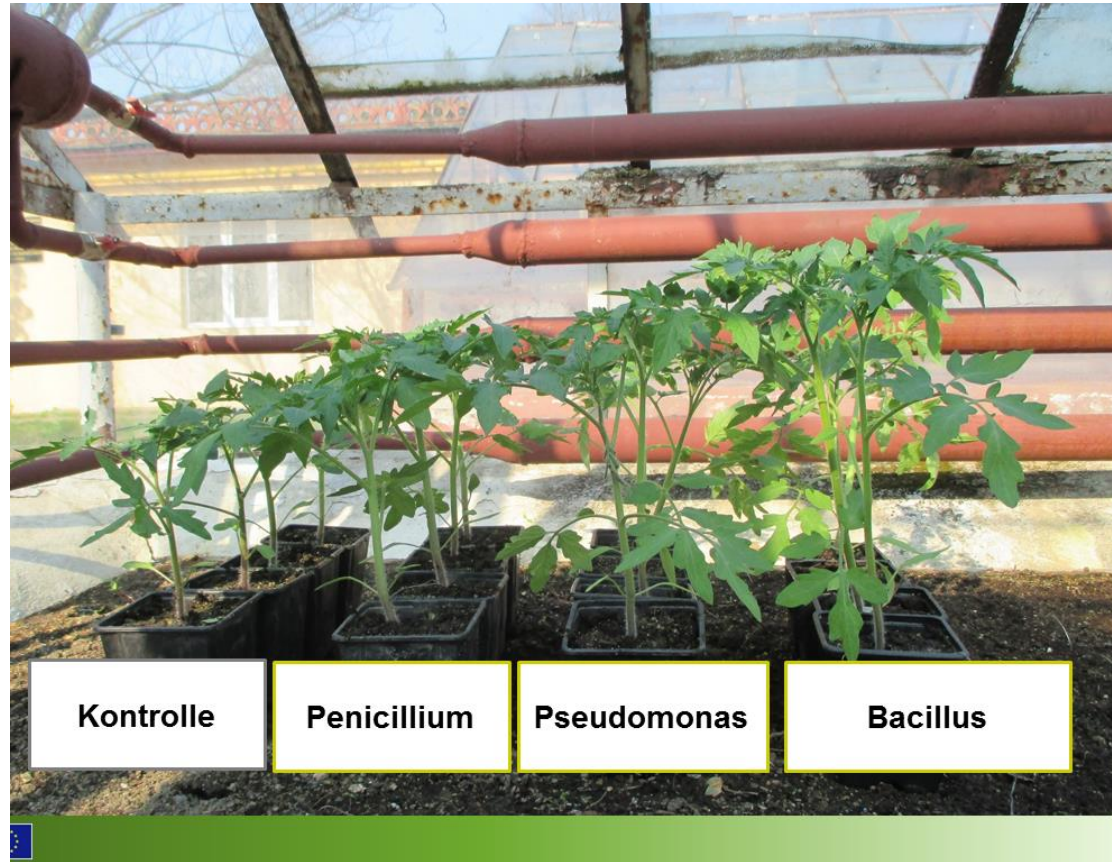
Direkte Förderung der Nährstoffaneignung

(z.B. Huminstoffe, Mycorrhiza, Rhizobium-Symbiose)

Direkte Pathogenabwehr

Hormonelle Wirkungen auf die Pflanzenentwicklung

Wirksamkeit von Biostimulanzien



Ausgeprägte Wachstumseffekte besonders unter kontrollierten Anzuchtbedingungen belegen das prinzipielle Wirkpotenzial – **aber:**

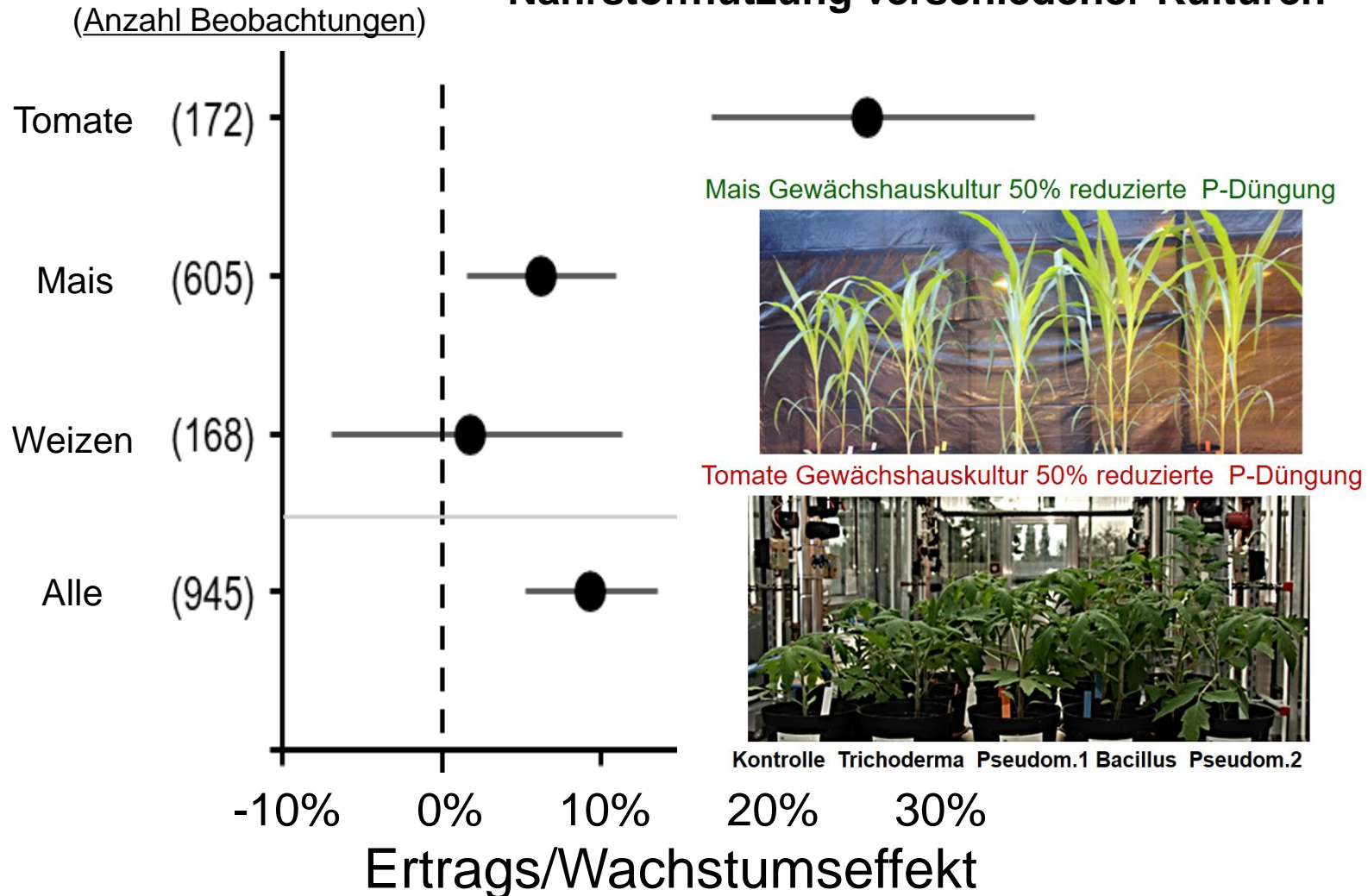
>150 Versuche (Gewächshaus/Feld) > 1100 Versuchsvarianten, 38 Präparate
Keine Ertrags/Wachstumssteigerungen in ca 70% der Fälle !

Einflussfaktoren für die Wirksamkeit von Biostimulanzien

**Gewächshaus
(Vor-)kultur**

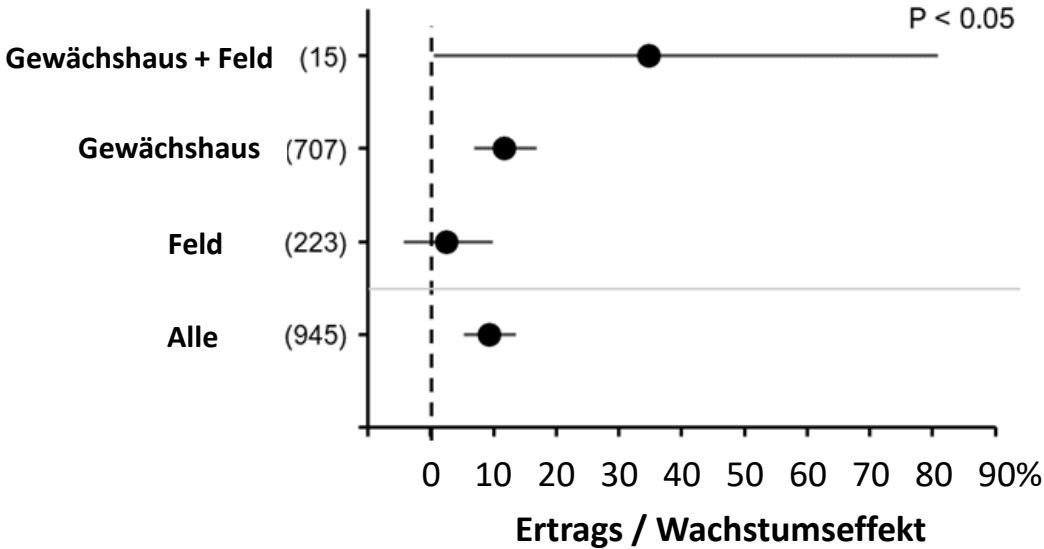
**Ackerbau-
kulturen**

Wirksamkeit von Biostimulanzien bei der Nährstoffnutzung verschiedener Kulturen



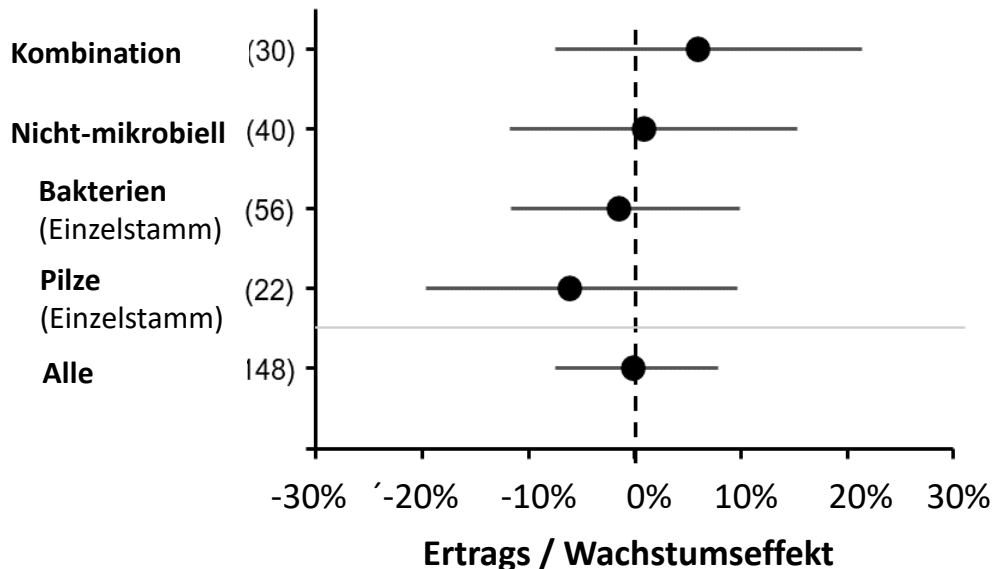
Starker Tomateneffekt eher bedingt durch die Kulturbedingungen als durch die Pflanzenart. Ähnliche Effekte bei Mais und Tomate in Gewächshauskultur

Wirksamkeit von Biostimulanzien bei unterschiedlichen Anzuchtbedingungen



Kontrollierte Anzuchtbedingungen erhöhen die Wahrscheinlichkeit positiver Wirkungen
Kritische Etablierungsphase besonders bei Mikroorganismen

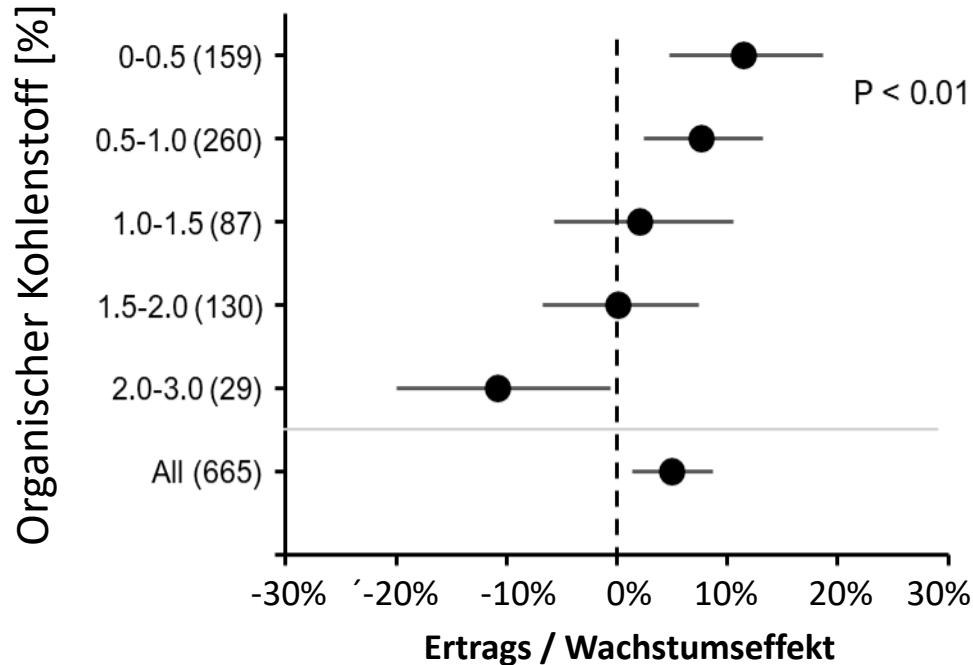
Wirksamkeit unterschiedlicher Biostimulanzien unter Stressbedingungen (Trockenheit, Salzstress, Kälte)



Verminderte Wirksamkeit bei mikrobiellen Biostimulanzien

Kombinationsprodukte im Vorteil
 (komplementäre/synergistische Wirkungen)

Wirksamkeit von Biostimulanzien bei der Nährstoffnutzung in Abhängigkeit des Humusgehaltes im Boden



Einfluss geoklimatischer Faktoren

Wirksamkeit sinkt mit steigendem C_{org}

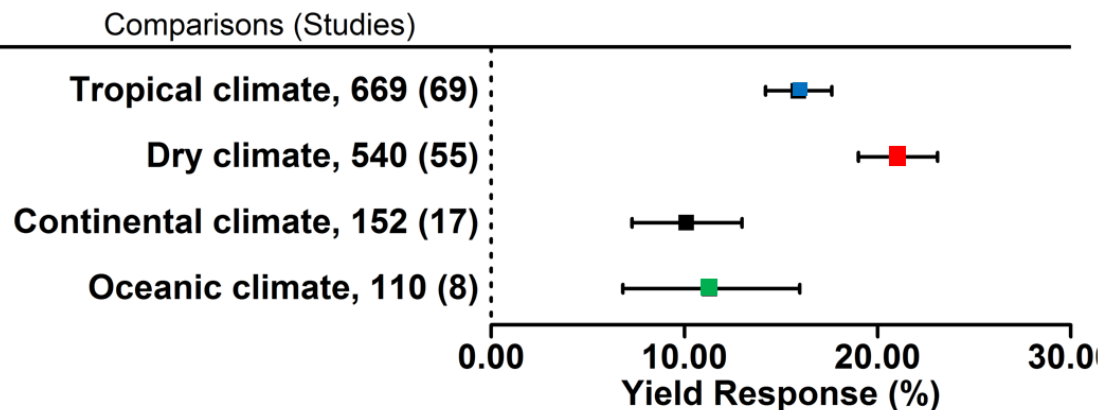
Höhere C_{org} Gehalte:

- Verbesserte Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit
- Erhöhte mikrobielle Aktivität/Diversität
- Stimulierung nützlicher MOs mit hohem Bedarf an leicht verfügbaren Kohlenstoffquellen
- Erhöhte Konzentrationen von Huminstoffen



- Konkurrenz mit Biostimulanzien

Wirksamkeit mikrobieller Biostimulanzien in verschiedenen Klimazonen



Verminderte Wirksamkeit in gemäßigten Klimazonen

- Höhere C_{org} Gehalte
- Höhere Nährstoffverfügbarkeit
- Geringerer Einfluss von Stressfaktoren

Metaanalyse Schütz et al. 2018
Front. Plant Sci. 8:2204 149 Studien

Wirksamkeit von Biostimulanzien bei unterschiedlichen Düngern

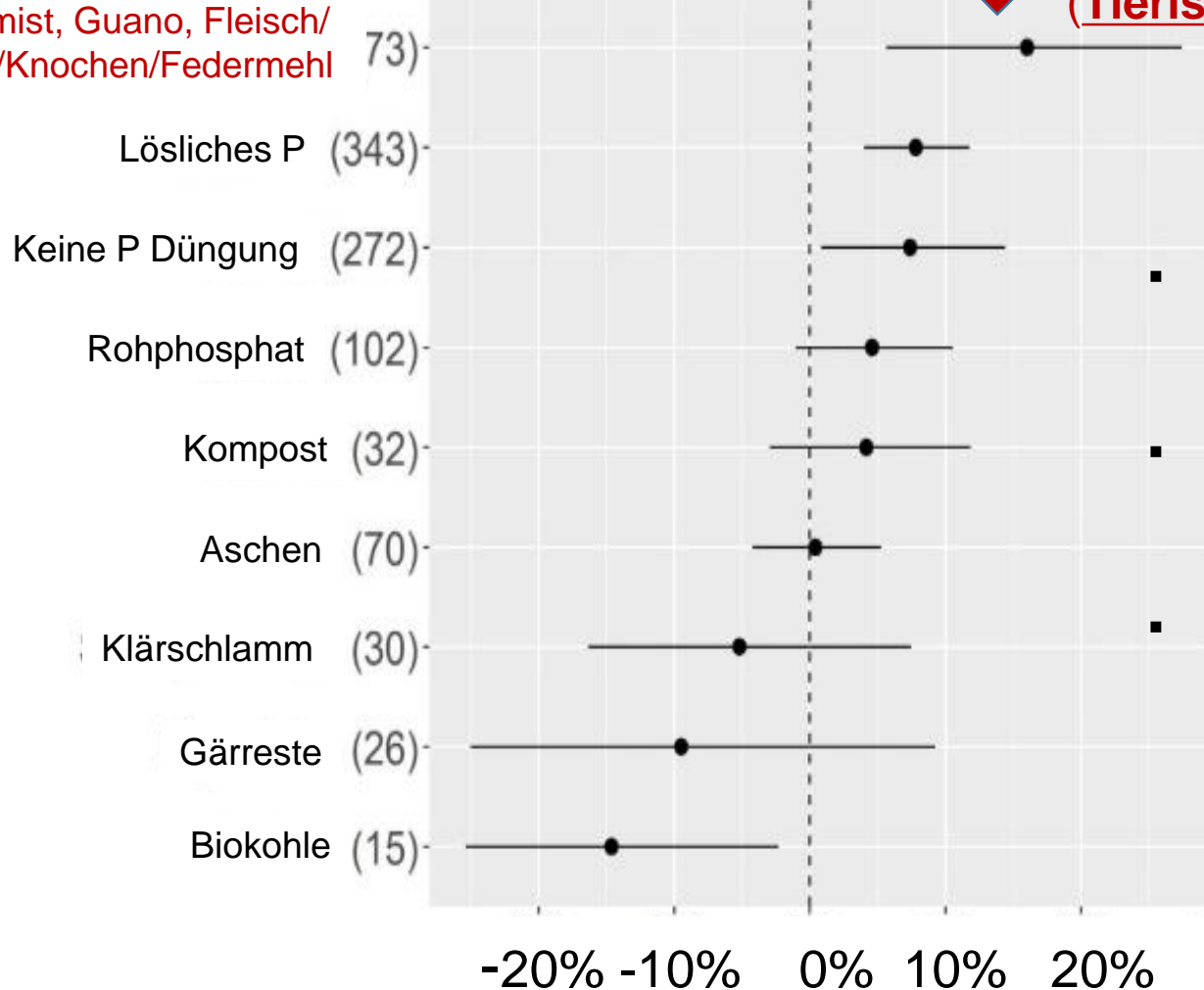
Gute N(P-) Verfügbarkeit !

(Anzahl Versuchsvarianten)

Wirkung besonders in Kombination mit bestimmten organischen Düngern (Tierische Nebenprodukte)



Stallmist, Guano, Fleisch/ Haar/Knochen/Federmehl



▪ N und P Starterdüngungs-
effekt fördert Wurzel-
etablierung nützlicher MOs

▪ Verbesserte C-Verfügbarkeit
für mikrobielle Biostimu-
lanzien mit hohem C-Bedarf

▪ Verbesserte Mineralisierung
organischer Düngernährstoffe
+ hormonelle Wirkungen

-20% -10% 0% 10% 20%

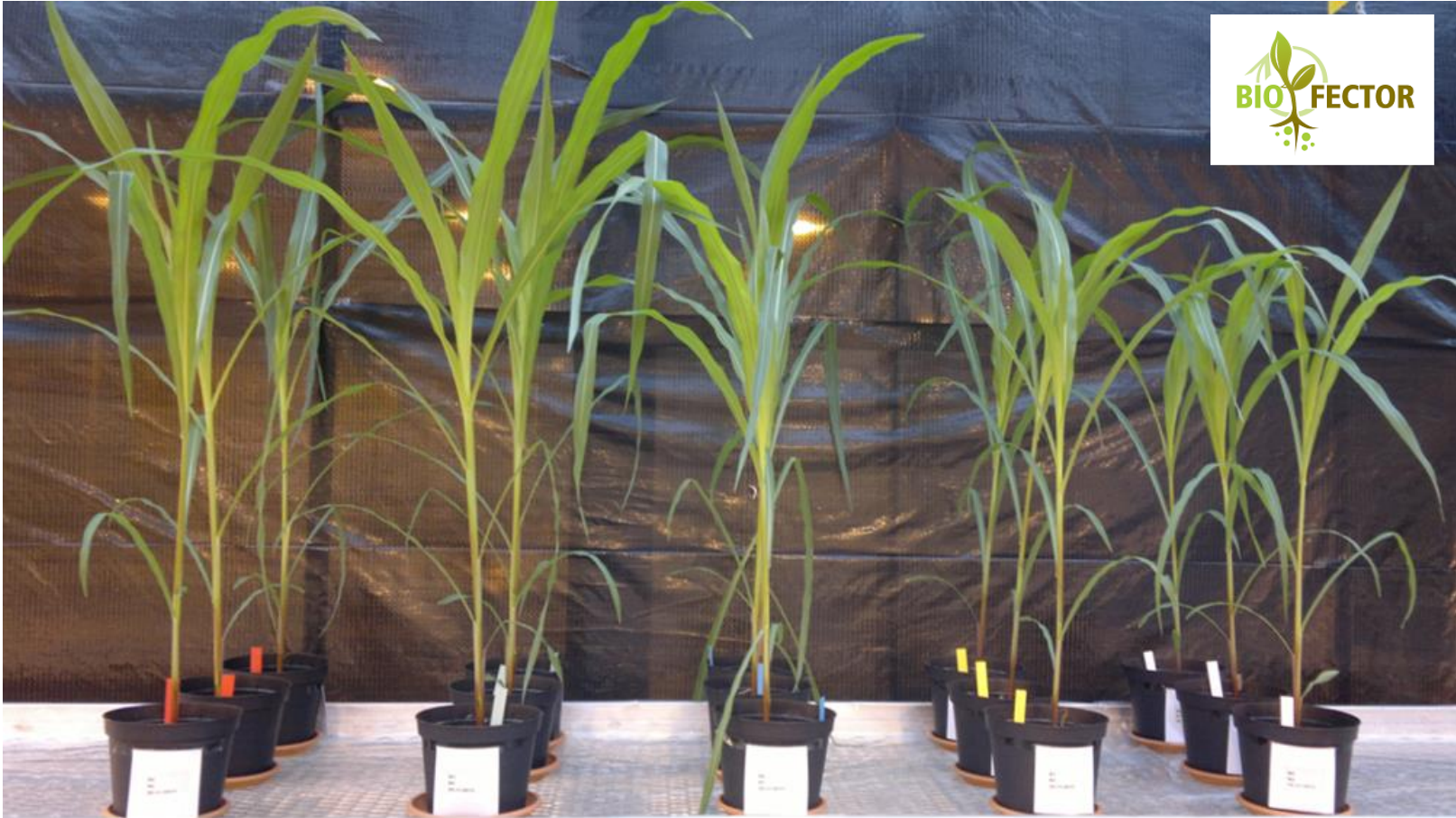
Ertrags/Wachstumseffekt

Fallstudie: Mikrobielle Biostimulanzien Bedeutung der Wurzelbesiedelung

Wurzelbesiedlung von Mais
durch *Bacillus amyloliquefaciens* F/B42 (Rhizovital)



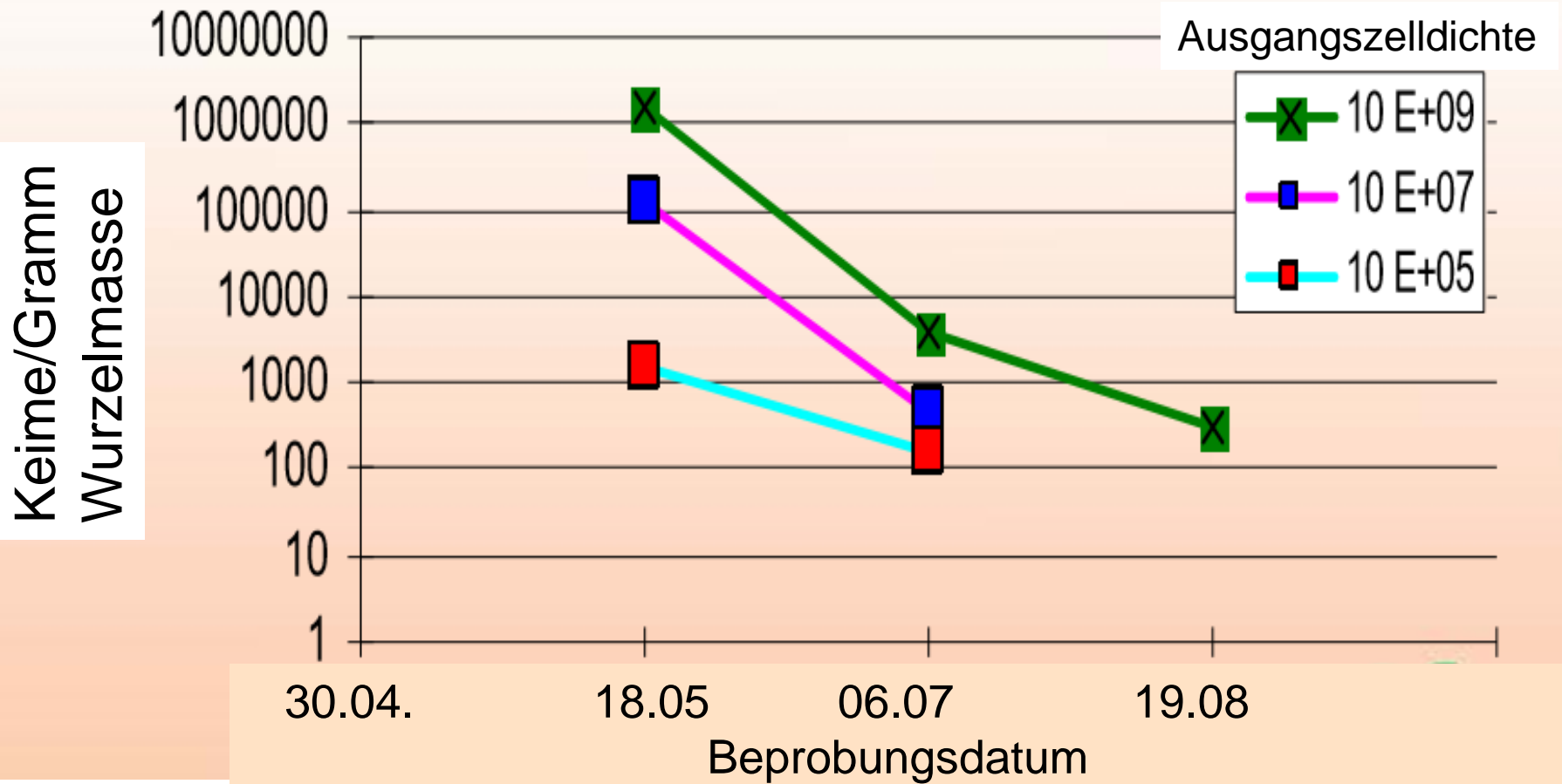
Eltlbany 2015
Bleiss 2009



Pseudomonas-1	Bacillus	Pseudomonas-2	Trichoderma	Kontrolle
2.400 000	9.500 000	100 000	36 000	
<hr/>				
Keime / g Wurzelmasse				

Die Wachstumsförderung durch mikrobielle Bioeffektoren steigt mit ihrer Wurzelbesiedelungseffizienz
Zentrale Bedeutung der Wurzelaktivität (Wurzelabscheidungen)

Wurzelbesiedelung von Mais durch *Bacillus amyloliquefaciens* im Feldversuch (ABITEP GmbH)



Abnehmende Wurzelbesiedelung mit zunehmender Kulturdauer

Beimpfungsmethoden für Ackerbaukulturen

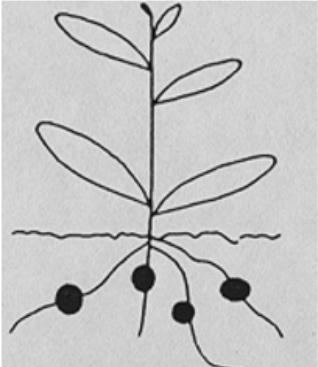
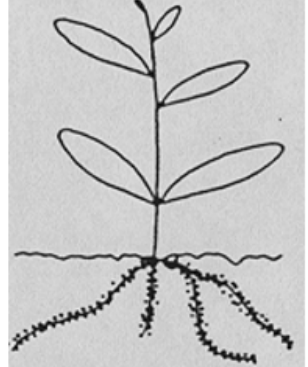
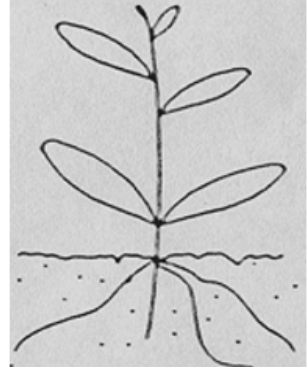
Wurzelraumbesiedelung von Mais
durch *Bacillus amyloliquefaciens*
7-9 Wochen nach Applikation unter Feldbedingungen

- Saatgutbehandlung: 10 000-15000 Keime/g Boden
- Band-Platzierung: 400 000- 500 000 Keime/g Boden
- Breitwürfige Einarbeitung: 6-10 Millionen Keime/g Boden



Fallstudie: Nichtsymbiontische Stickstoff-Fixierung (Diazotrophe Bakterien)

■ N₂ Fixierungsleistung verschiedener Mikroorganismen

Systeme der N ₂ Fixierung (N ₂ →NH ₃) und beteiligte Mikroorganismen	<u>Symbiosen</u>	<u>Assoziationen</u>	<u>Freilebend</u>	
				
	(z.B. <i>Rhizobium</i> , <i>Actinomyceten</i>)	(z.B. <i>Azospirillum</i> , <i>Azotobacter</i>)	(e.g. <i>Azotobacter</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Rhodospirillum</i>)	
Energiequelle: (organischer Kohlenstoff)	- Direkte C-Versorgung durch die Wirtspflanze - Direkte N-Abgabe an die Wirtspflanze	- C-Versorgung durch Wurzelabscheidungen - N-Abgabe nach Absterben der Mikroorganismen	<u>heterotroph.</u> Organischer Kohlenstoff	<u>autotroph.</u> Photosynthese
Fixierungsleistung (kg N/ha*a)	Leguminosen: 50-400 Andere: 20-300	30-40 (tropische C4 Gräser) 10-30 (gemäßigte Breiten)	<5 gemäßigte Breiten)	10-80

(nach Marschner, 1995 und Roper and Gupta, 2016 Open Agr. J. 10: 7-27)

Nichtsymbiontische Stickstoff-Fixierung

(Diazotrophe Bakterien als Biostimulanzien)

Tropische/subtropische Klimazonen

- Ertragseffekte besonders bei C4 Pflanzen (Mais, Sorghum, Zuckerrohr) 10-60%
Bsp. 171 Feldversuche Mexiko
- Aber häufig Low-input Systeme mit niedriger Ertragserwartung und entsprechend niedrigem N-Bedarf



Erhöhte Abgabe von Wurzel-Abscheidungen bei Mais-Landrassen in Mexico fördert Wurzelbesiedelung und N Fixierung **(30-80% des N Bedarfs)**

Van Deynze et al. 2018
PLoS biology, 16:8

Weizen Produktion	Kornertrag [t ha ⁻¹]	N Bedarf [kg ha ⁻¹]	N ₂ Fixierung [t ha ⁻¹]	Anteil N ₂ Fixierung am N-Bedarf [%]
Germany	6-8 t/ha	160	10-30	6-19
Australien	1-2 t/ha	40	10-30	25-75

Nichtsymbiontische Stickstoff-Fixierung

(Diazotrophe Bakterien als Biostimulanzien)

Gemäßigte Klimazonen

Azospirillum Feldversuche mit Mais in Belgien

Parameter	N-fertilization level (kg N ha ⁻¹)			
	0	40	80	120
	<i>Number of cobs per plant</i>			
Control	1.069a	1.181a	1.233a	1.289ab
<i>A. brasilense</i> Sp245	1.039a	1.138a	1.177a	1.194b
<i>A. irakense</i> KBC1	1.065a	1.121a	1.194a	1.310a
	<i>Fresh cob yield (kg ha⁻¹)</i>			
Control	12409a	15225a	16350a	16924a
<i>A. brasilense</i> Sp245	12439a	15008a	15923a	16380a
<i>A. irakense</i> KBC1	13500a	15158a	16421a	17719a
	<i>N content in grains (%)</i>			
Control	1.322a	1.367a	1.445a	1.496a
<i>A. brasilense</i> Sp245	1.343a	1.398a	1.481a	1.486a
<i>A. irakense</i> KBC1	1.346a	1.399a	1.419a	1.536a

- **Kaum Belege** für einen direkten Beitrag zur N-Aneignung durch N-Fixierung in gemäßigten Klimazonen
- **Aber:** Zum Teil Wachstumsförderung durch Wurzelwachstumseffekte und verbesserte Stresstoleranz möglich

Mais: Azospirillum



Kontrolle

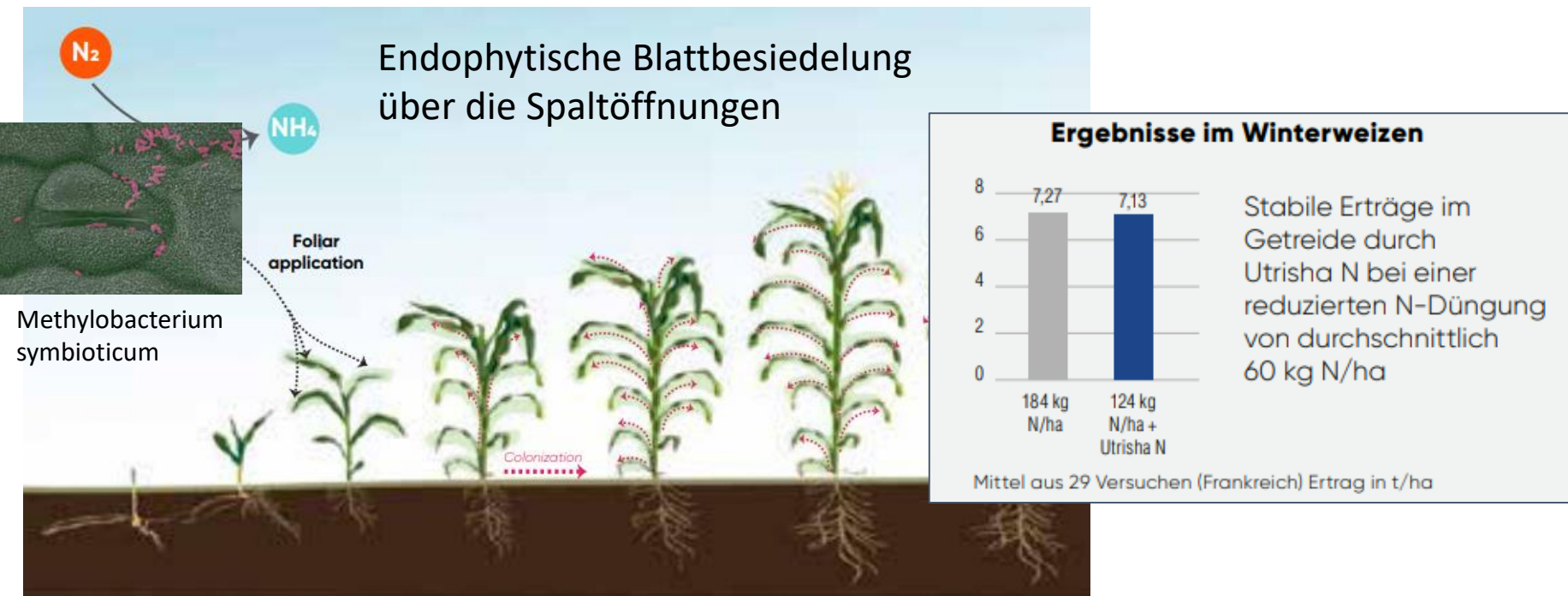


Fonseca Costa et al. 2015, Pesq. Agropec. Trop.45:304

Dobbelaere et al. 2001, Austr. J. Plant Physiol. 28: 871

Übereinstimmende Ergebnisse in 3 EU-Projekten zwischen 2000 – 2010 (Micro N-Fix, RHIBAC, MicroMAIZE)

Luftstickstoffbindung durch Blattapplikation diazotropher Bakterien zur bilanzfreien Ergänzung der Stickstoffdüngung



https://www.corteva.de/content/dam/dpagco/corteva/eu/de/de/files/CORTEVA_Herbstbroschuere_2022_update.pdf

Produkte: Utrisha N (Corteva): *Methylobacterium symbioticum*

Poesie (Omnicult): keine Angaben (sogenannte Drinterien = Markenname)

Nutribio N (Syngenta): *Azotobacter salinestris* CECT 9690

Erwartete Vorteile: Deckung von bis zu 25% des N-Bedarfs durch Luftstickstoff-Fixierung

Flexible Anwendung durch Blattapplikation auch in geschlossenen Beständen



Praxisversuche 2021/22 Winterweizen 3 Standorte, Wintergerste 1 Standort
Körnermais, Kartoffel, Zuckerrübe je 1 Standort

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Regierungspräsidium Giessen - Pflanzenschutzdienst Hessen



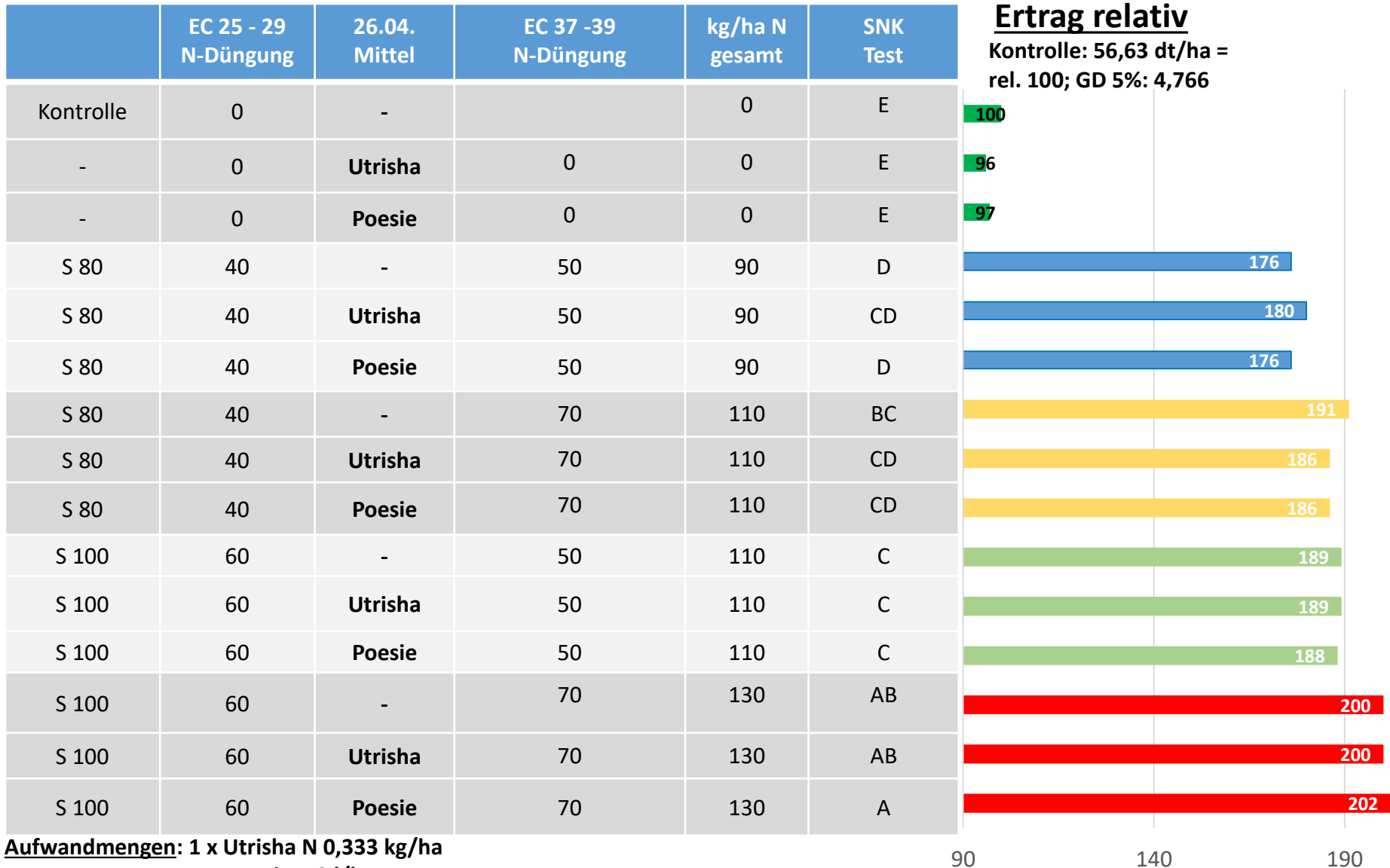


Wintergerste in 2021/2022



können Bakterien Stickstoff aus der Luft über die Blätter von Nichtleguminosen (bilanzfrei) binden um die mineralische Stickstoffdüngung zu ergänzen ?

Sorte Sandra; LLH-Versuchsstandort Marburg; Nmin 42 kg



Aufwandmengen: 1 x Utrisha N 0,333 kg/ha

1 x Poesie 4,0 l/ha



Winterweizen in 2021/2022



können Bakterien Stickstoff aus der Luft über die Blätter von Nichtleguminosen (bilanzfrei) binden um die mineralische Stickstoffdüngung zu ergänzen ?

Sorte Elixer; Versuchsstandort Marburg; Nmin 37 kg

	EC 25 - 29 N-Düngung KAS/ASS	Mittel EC 27/29 04.05.22	EC 37/39 N-Düngung KAS	EC 37 -49 N-Düngung KAS 20.05.	SNK Test	Ertrag relativ Kontrolle: 70,22 dt/ha = rel. 100; GD 5%: 5,731
Kontrolle	-	-	-	-	D	100
-	-	Utrisha N	-	-	D	98
-	-	Poesie	-	-	D	97
S 90/40/-	50 N KAS	-	40	-	C	149
S 90/40/-	50 N KAS	Utrisha N	40	-	BC	154
S 90/40/-	50 N KAS	Poesie	40	-	C	146
S 120/40/-	80 N KAS	-	40	-	BC	155
S 120/40/-	80 N KAS	Utrisha N	40	-	BC	154
S 120/40/-	80 N KAS	Poesie	40	-	BC	156
S 90/40/60	50 N KAS	-	40	60	AB	165
S 90/40/60	50 N KAS	Utrisha N	40	60	AB	163
S 90/40/60	50 N KAS	Poesie	40	60	AB	166
S 90/40/60	50 N ASS	-	40	60	BC	156
S 90/40/60	50 N ASS	Utrisha N	40	60	AB	166
S 90/40/60	50 N ASS	Poesie	40	60	AB	164
S 120/40/70	80 N KAS	-	40	70	A	171
S 120/40/70	80 N KAS	Utrisha N	40	70	A	171
S 120/40/70	80 N KAS	Poesie	40	70	A	169

Aufwandmengen: 1x Utrisha N 0,333 kg/ha

1x Poesie 4,0 l/ha

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Regierungspräsidium Giessen - Pflanzenschutzdienst Hessen

70

120

170

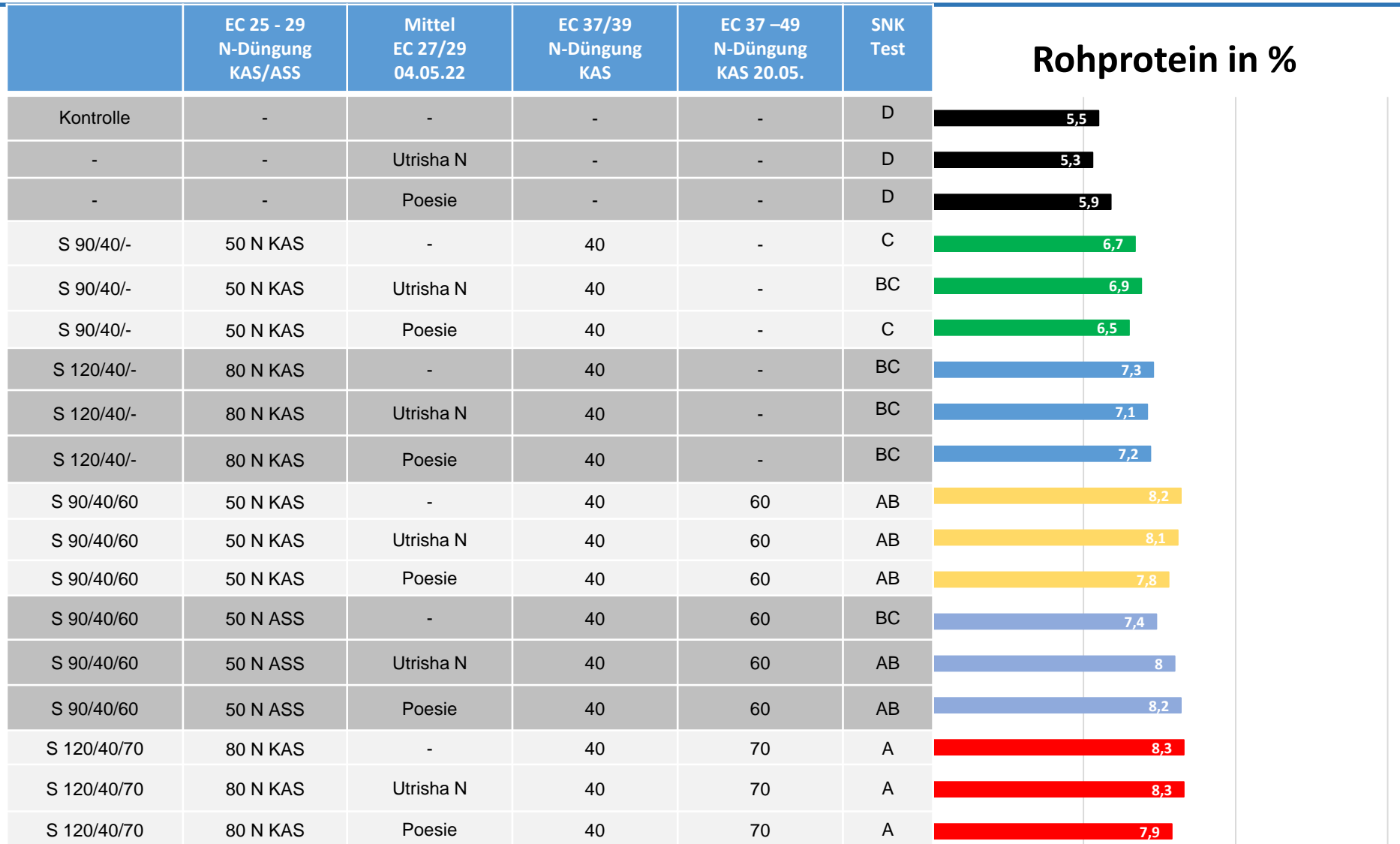


Winterweizen in 2021/2022



können Bakterien Stickstoff aus der Luft über die Blätter von Nichtleguminosen (bilanzfrei) binden um die mineralische Stickstoffdüngung zu ergänzen ?

Sorte Elixer; Versuchsstandort Marburg; Nmin 37 kg



Aufwandmengen: 1x Utrisha N 0,333 kg/ha

1x Poesie 4,0 l/ha

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Regierungspräsidium Giessen - Pflanzenschutzdienst Hessen

ZWISCHENFAZIT



Kontrolle

S 90/40/60

S 90/40/60
+ 2x Utrisha N

Kontrolle

S 90/40/-

S 90/40/-
+ 2x Utrisha N

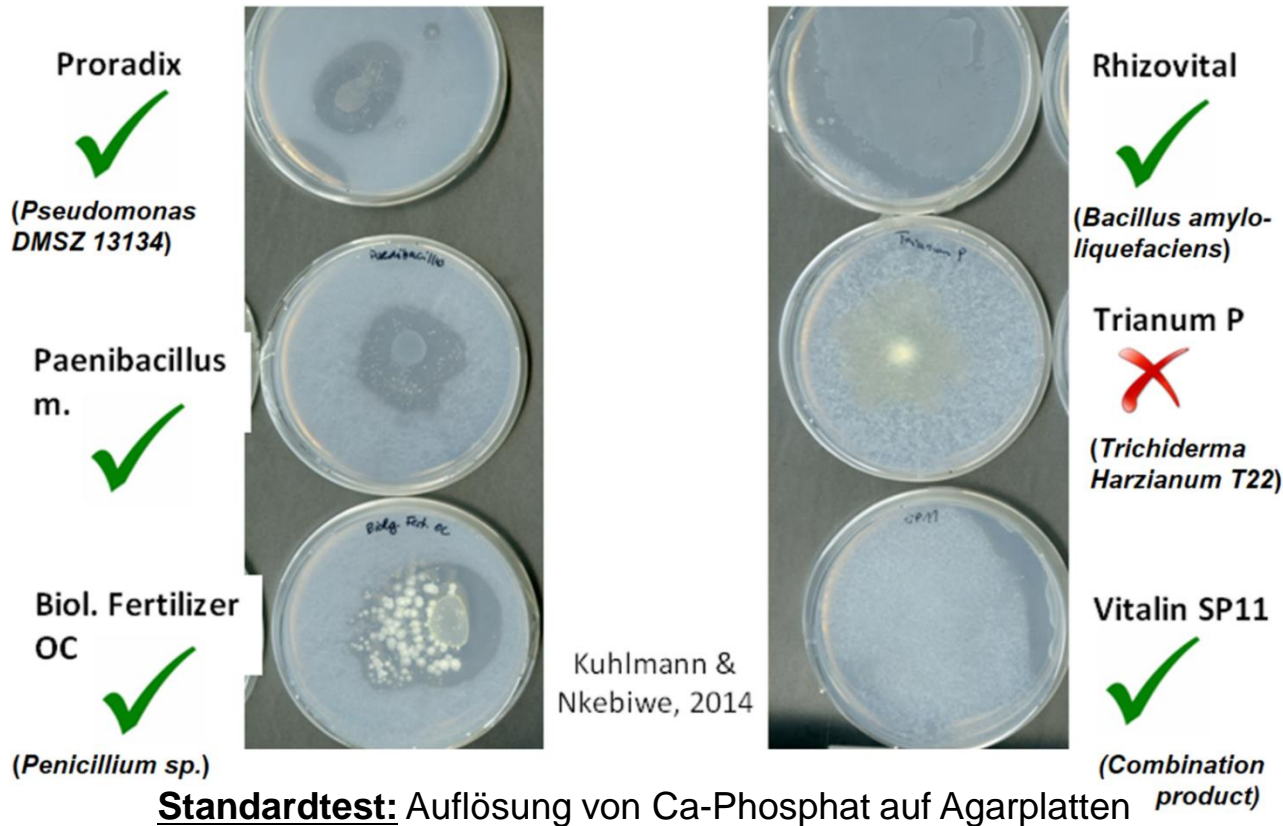
Keine Hinweise auf Ertragseffekte oder N-Einsparungspotenzial in unterschiedlichen N-Düngungsstufen in allen Praxisversuchen 2021/22

Probleme und offene Fragen:

- Nach wie vor mangelnde Reproduzierbarkeit der erwarteten Effekte
- Ähnlich wie bei Bodenbakterien hohe Stressanfälligkeit während der Besiedelungsphase
- Die Bestimmung des Beitrags der mikrobiellen N Fixierung zur pflanzlichen N-Aneignung steht bisher noch aus
- Für die betreffenden Mikroorganismen sind auch andere Biostimulanzienwirkungen bekannt: (Wurzelwachstumsförderung, Resistenzinduktion) – möglicher Beitrag?

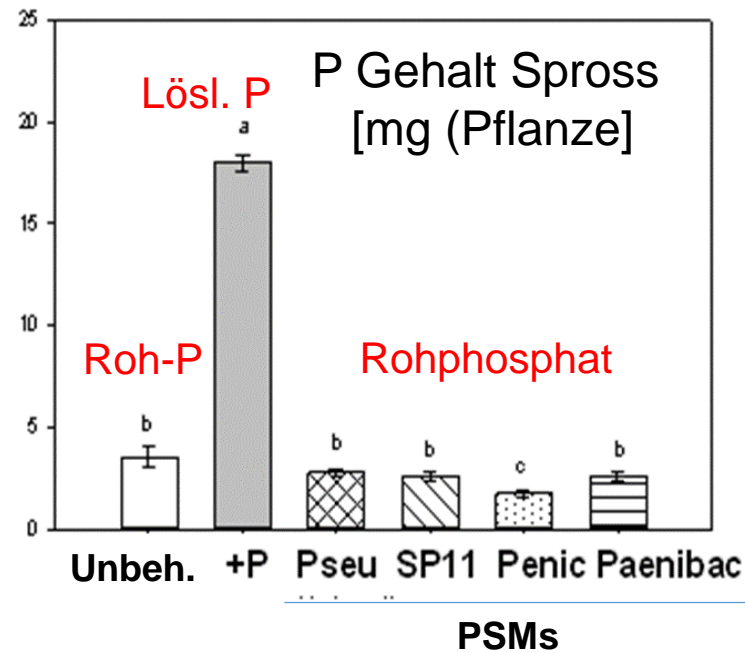
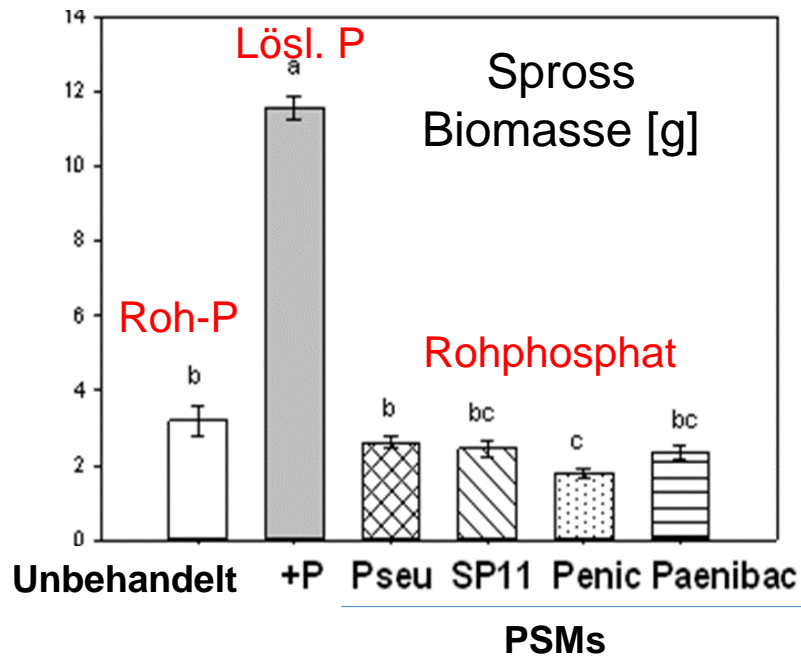
Fallstudie: Phosphat-Mobilisierende Mikroorganismen

Hypothese: Erhöhung der Pflanzenverfügbarkeit schwerlöslicher Phosphate durch Ansäuerung oder Abgabe mobilisierender Verbindungen (organische Säuren, Enzyme etc)



14 pilzliche und bakterielle Stämme mit P-lösendem Potenzial (*Trichoderma*, *Penicillium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Burkholderia* and *Streptomyces*) wurden im Rahmen von BIOFECTOR untersucht

Phosphat-lösende Mikroorganismen (PSMs)



Aber keine Hinweise auf einen Beitrag von PSMs zu Pflanzenwachstum (Mais) und P-Aneignung auf einem Kalkboden mit schwerlöslichem Ca-P (Rohphosphat) als Haupt P Quelle.

(Keine erfolgreiche Wurzelbesiedelung der durch P Mangel geschwächten Pflanzen)

➤ **Ähnliche Ergebnisse in 10 Versuchen mit 14 PSMs in 8 Ländern bei Mais, Weizen, Gerste, Tomate**

Beispiel: Ineffizienz von PSMs auf einem Kalkboden bei der Mobilisierung von schwerlöslichem Rohphosphat (RP)

Kalkboden
pH 7.6

Sprosshöhe [cm]

49.40B

52.66B

48.94B

51.37B

107.94A

Wurzelbiomasse [g]

5.05BC

5.85B

4.04C

4.93BC

13.01A

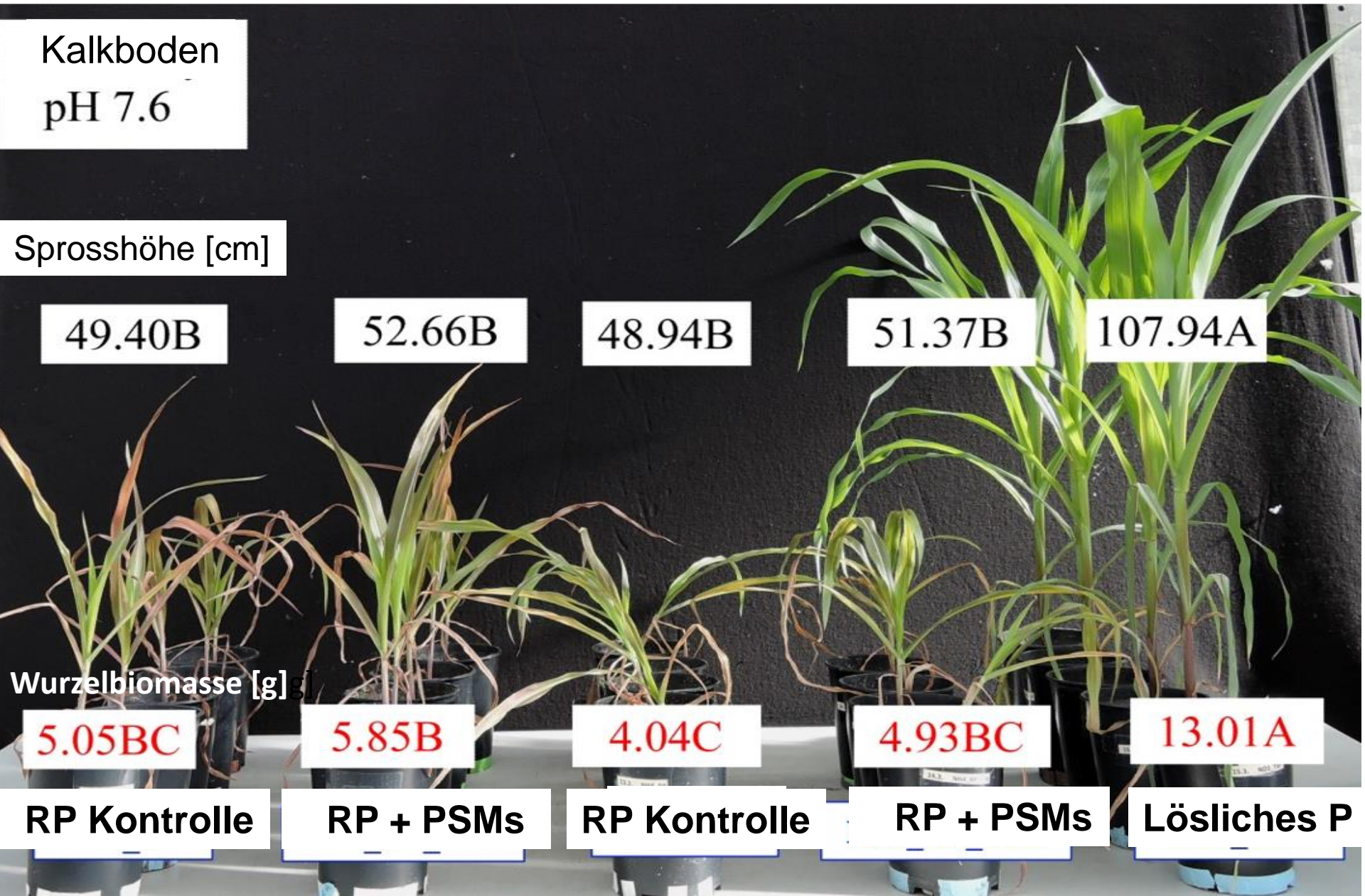
RP Kontrolle

RP + PSMs

RP Kontrolle

RP + PSMs

Lösliches P



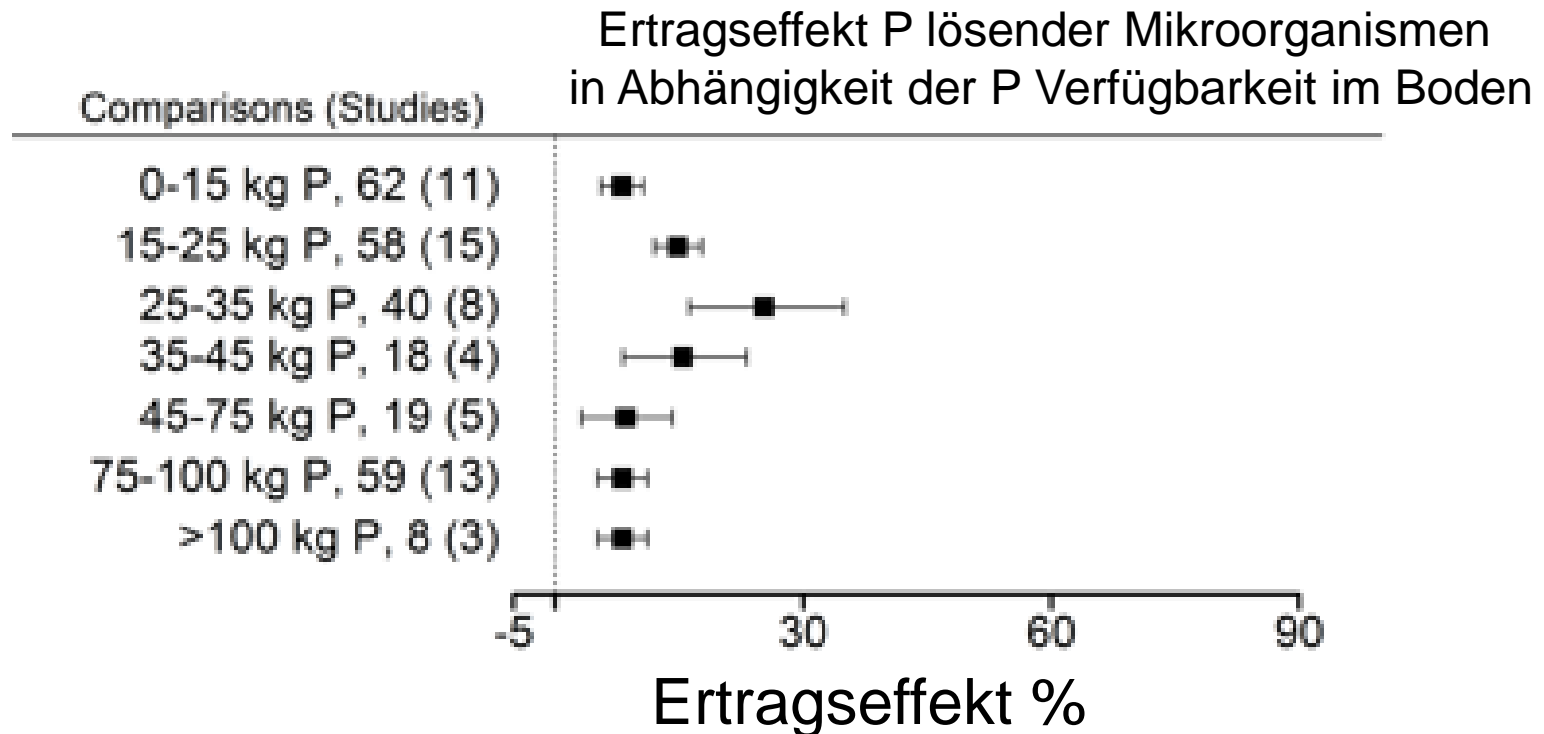
”

Wirksamkeit von PSMs in Abhängigkeit des P Düngungsniveaus

Stärkste Ausprägung der Wirksamkeit von PSMs bei moderater Phosphatverfügbarkeit

d.h Effekte eher bedingt durch verbesserte räumliche Aneignung niedriger löslicher P Konzentrationen im Boden (Wurzelwachstum, Mycorrhizza)

Mobilisierung schwerlöslicher Phosphate als Wirkmechanismus bei PSMs als Biostimulanzien eher unwahrscheinlich !!!



Fallstudie: Nichtmikrobielle Biostimulanzien **(Vitalisierende Blattspritzungen mit** **Algen/Pflanzenextrakten,** **Silizium und Mikronährstoffen)**

Ertragswirkungen nichtmikrobieller Biostimulanzien - Weizen

Behandlung ¹⁾	Nordirland 2017		Horb (D) 2016		Horb (D) 2017		Alle Versuche 2016 und 2017
	Korn-ertrag t/ha	Ertrags-effekt %	Korn-ertrag t/ha	Ertrags-effekt %	Korn-ertrag t/ha	Ertrags-effekt %	Durchschnitt %
Kontrolle	5,1		8,7		4,7		
Superfifty	6,6	29,4	9,8	12,7	5,4	14,9	19,0
Lamvita	7,4	45,1	9,2	5,7	5,6	19,1	23,3
Manek	6,9	35,3	11,0	26,4	5,2	10,6	24,2
Vitanica ZnMn	8,5	66,7	10,3	18,4	5,4	14,9	33,3
AlgaVyt ZnMn			10,2	17,2			17,2

Algenextrakt (AE)

Algenextrakt

Pflanzenextrakt

AE+Si+N+Zn/Mn

AE+Zn/Mn

¹⁾ nicht-mikrobielle Mittel; Quelle: Neumann, Universität Hohenheim

@agrarheute www.agrarheute.com, Ausgabe 8/2019

Algen/Pflanzenextrakte
+ Mikronährstoffe

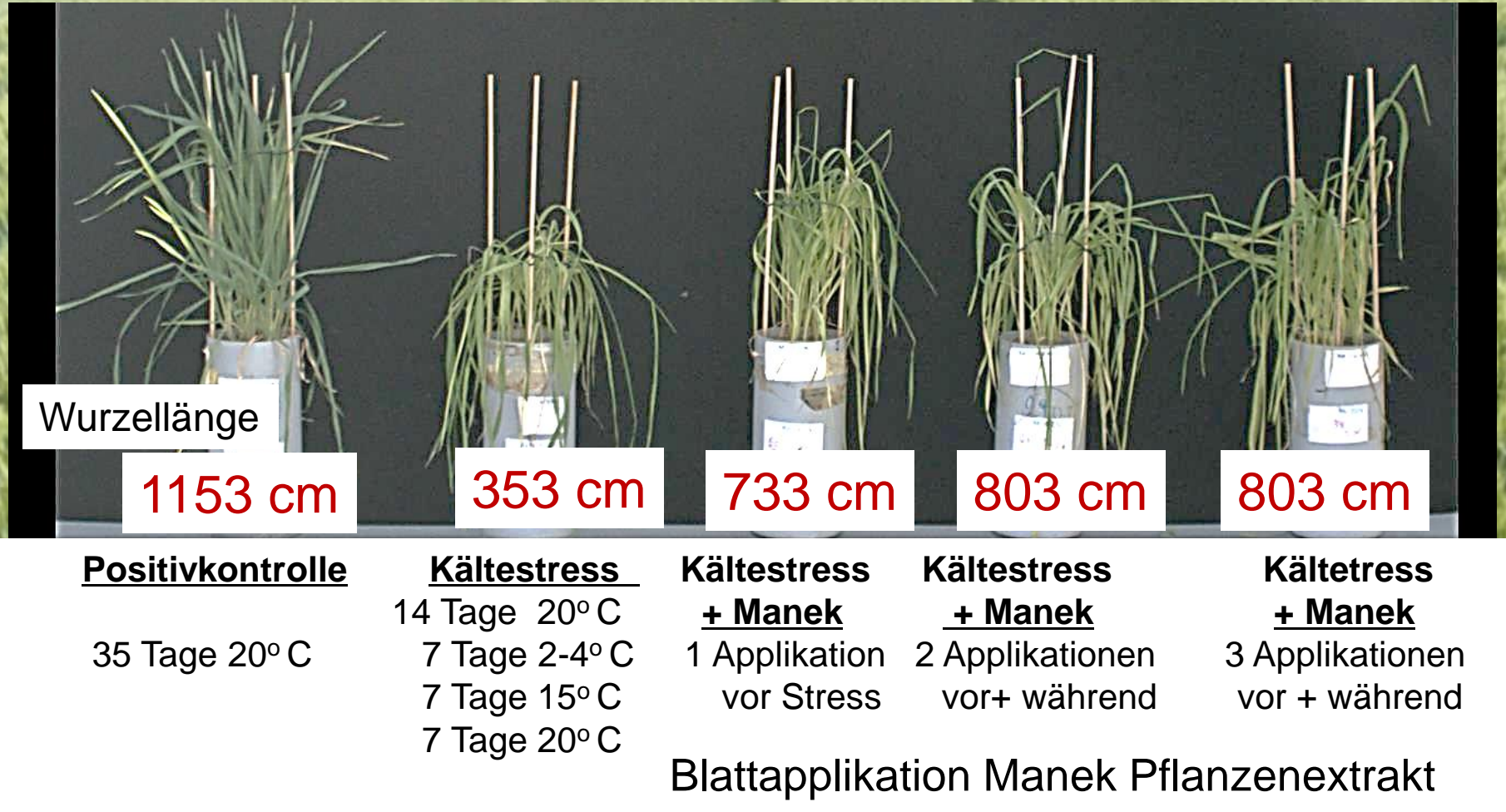
Erhöhte Winterfestigkeit von Winterweizen durch „vitalisierende“ **Blattspritzungen** (Herbst und Frühjahr) von Präparaten auf **Algen-, Pflanzenextrakt und Mikronährstoffbasis**.

Höhere Flexibilität bei der Anwendung im Vgl. zu Mikroorganismen

Positive Ertragseffekte in 4 von 5 Feldversuchen 2015-2017

(Nordirland/Deutschland): durchschnittlich **23 % Mehrerlös: 70-460 €/ha.**

Erhöhung der Kältetoleranz bei Winterweizen



Schutzwirkungen durch Stimulierung von Stoffwechselwegen zur Stressabwehr (Jasmonat, Salicylsäure, Ethylen) und zum Schutz vor freien Radikalen.

Auch für Trockenstress nachgewiesen !

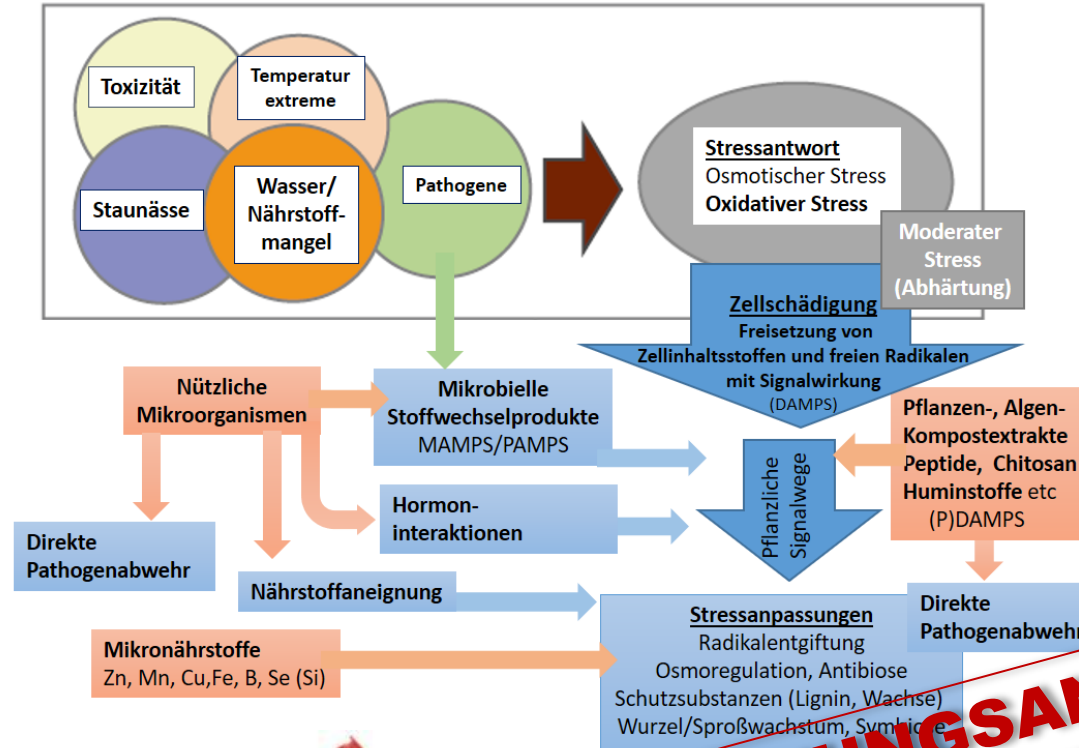
Häufig nur ein enges „Wirksamkeitsfenster“ besonders unter Feldbedingungen

- **Ausreichendes Nährstoffangebot**
geringer Einfluss von Stressfaktoren
→ **keine Wirkung**

(bei mikrobiellen Biostimulanzien)
- **Alle Stressfaktoren mit starker Hemm-**
wirkung auf Wurzelwachstum/aktivität
während der Besiedelungsphase
→ **keine Wirkung** aber **Schutzwirkung** nach
erfolgreicher Besiedelung -
- **Einfluss geoklimatischer Faktoren**
- **Interaktionen mit Düngemitteln**
- **Interaktionen mit der natürlichen Mikroflora**
- **Genotypische Variabilität**
- **Derzeit flexiblere Anwendungsmöglichkeiten**
für nichtmikrobielle BS im Ackerbau



Wirkungsweise von Biostimulanzien



BEDIENUNGSANLEITUNG ???

Offene Fragen

- Erfolgreiche Etablierung mikrobieller BS unter variablen Umweltbedingungen ?
- Standardisierung, Anwendungszeitpunkt und Dosis nichtmikrobieller BS ?
- Effiziente Nutzung von komplementären und synergistischen Eigenschaften ?
- Genauere Charakterisierung von Einflussfaktoren ?

