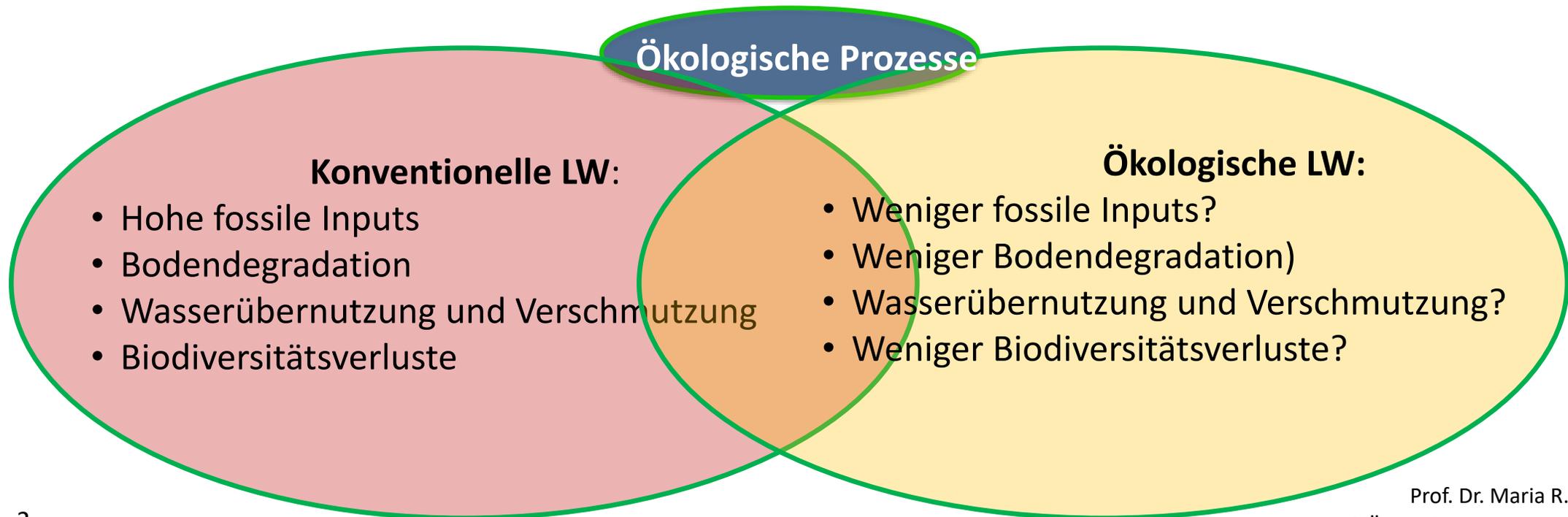




# Vielfalt verbessert Erträge und Backqualität: Beispiele aus der Wertschöpfungskette

Maria R. Finckh, Ökologischer Pflanzenschutz,  
Universität Kassel, [mfinckh@uni-kassel.de](mailto:mfinckh@uni-kassel.de)

# Landwirtschaftliche Systeme und Ökologische Prozesse



# Zukünftige Systeme:

## Aber:

- Wie umgehen mit Klimawandel?
- Böden sind schon degradiert!
- Wasser wird übernutzt und ist kontaminiert!
- Biodiversität ist schon verloren gegangen!

### Vollständig auf Ökologie basiert

- Keine fossilen Inputs
- Keine Bodendegradation
- Wasser wird nicht übernutzt und verschmutzt
- Keine weiteren Verluste an Biodiversität

### Ökologische Prozesse

### Konventionelle LW:

- Hohe fossile Inputs
- Bodendegradation
- Wasserübernutzung und Verschmutzung
- Biodiversitätsverluste

### Ökologische LW:

- Weniger fossile Inputs?
- Weniger Bodendegradation)
- Wasserübernutzung und Verschmutzung?
- Weniger Biodiversitätsverluste?

# Wie kann die Biodiversität am effektivsten gefördert werden?

- Set aside oder in der landwirtschaftlichen Fläche?
- Biodiversität für den Pflanzenschutz
- Biodiversität/ Agrarökologische Ansätze als Methode für „**One-health**“

# Blühflächen und Schonstreifen, ja; Aber: Einfluss der Flächenstruktur beachten!

## Increasing crop heterogeneity enhances multitrophic diversity across agricultural regions

Sirami et al 2019. *PNAS*, 116. doi: 10.1073/pnas.1906419116

index of multitrophic diversity at the landscape level. Increasing crop heterogeneity was more beneficial for multitrophic diversity than increasing seminatural cover. For instance, the effect of decreasing mean field size from 5 to 2.8 ha was as strong as the effect of increasing seminatural cover from 0.5 to 11%. Decreasing mean field size benefited multitrophic diversity even in the absence of seminatural vegetation between fields. Increasing the number

# Blühflächen und Schonstreifen, ja; Aber: Einfluss der Flächenstruktur beachten!

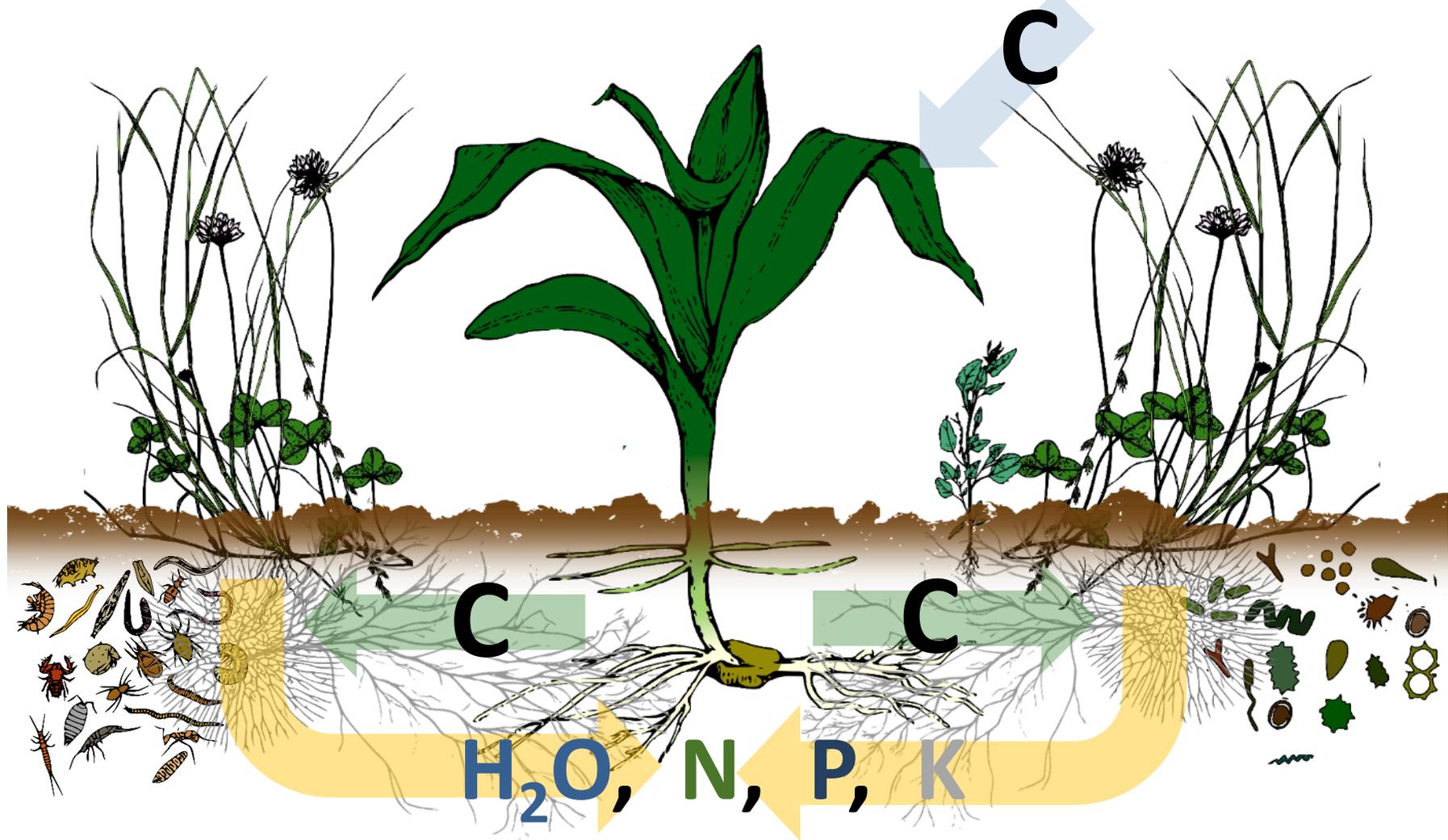
## Increasing crop heterogeneity enhances multitrophic diversity across agricultural regions

Sirami et al 2019. *PNAS*, 116. doi: 10.1073/pnas.1906419116

index of multitrophic diversity at the landscape scale. Decreasing mean field size from 5 to 2.8 ha had the same effect as the effect of increasing crop heterogeneity from 0.5 to 11%. Decreasing mean field size increased multitrophic diversity even in the absence of seminatural vegetation between fields. Increasing the number of crop types within a field had a smaller effect on multitrophic diversity than increasing crop heterogeneity.

Eine Verkleinerung der durchschnittlichen Feldgröße von 5 auf 2,8 ha hatte denselben Effekt wie die Erhöhung der Ökologischen Vorrangflächen von 0,5 auf 11%

## Multiple positive Interaktionen in Mischkulturen



**Assoziierte Pflanzen und Mykorrhiza liefern viele ökologische Leistungen**

## Multiple positive Interaktionen in Mischkulturen

**30-60% der Assimilate von Pflanzen werden in die Wurzeln verbracht.  
Davon werden 40-90% über Respiration und Rhizodeposition in den  
Boden abgegeben** (Marschner, Lehrbuch der Pflanzenernährung)

**Assoziierte Pflanzen und Mykorrhiza  
liefern viele ökologische Leistungen**

**Inklusive Schutz vor Unkräutern,  
Schadinsekten und Krankheiten**

## Die Rolle der Mikroorganismen übertrifft alles!

- Schätzungen sagen, dass Mikroorganismen zwischen 90 und 99 % aller Zellen in einem Menschen ausmachen.
- **Dysbiosen („*Deficient or aberrant microbiomes*“)** werden mehr und mehr als Ursachen von Krankheiten erkannt inklusive auch von mentalen Problemen.
- **Dies trifft auch auf unsere Böden zu.**



Sariola S, Gilbert SF. Toward a Symbiotic Perspective on Public Health: Recognizing the Ambivalence of Microbes in the Anthropocene. *Microorganisms*. 2020;8(5)

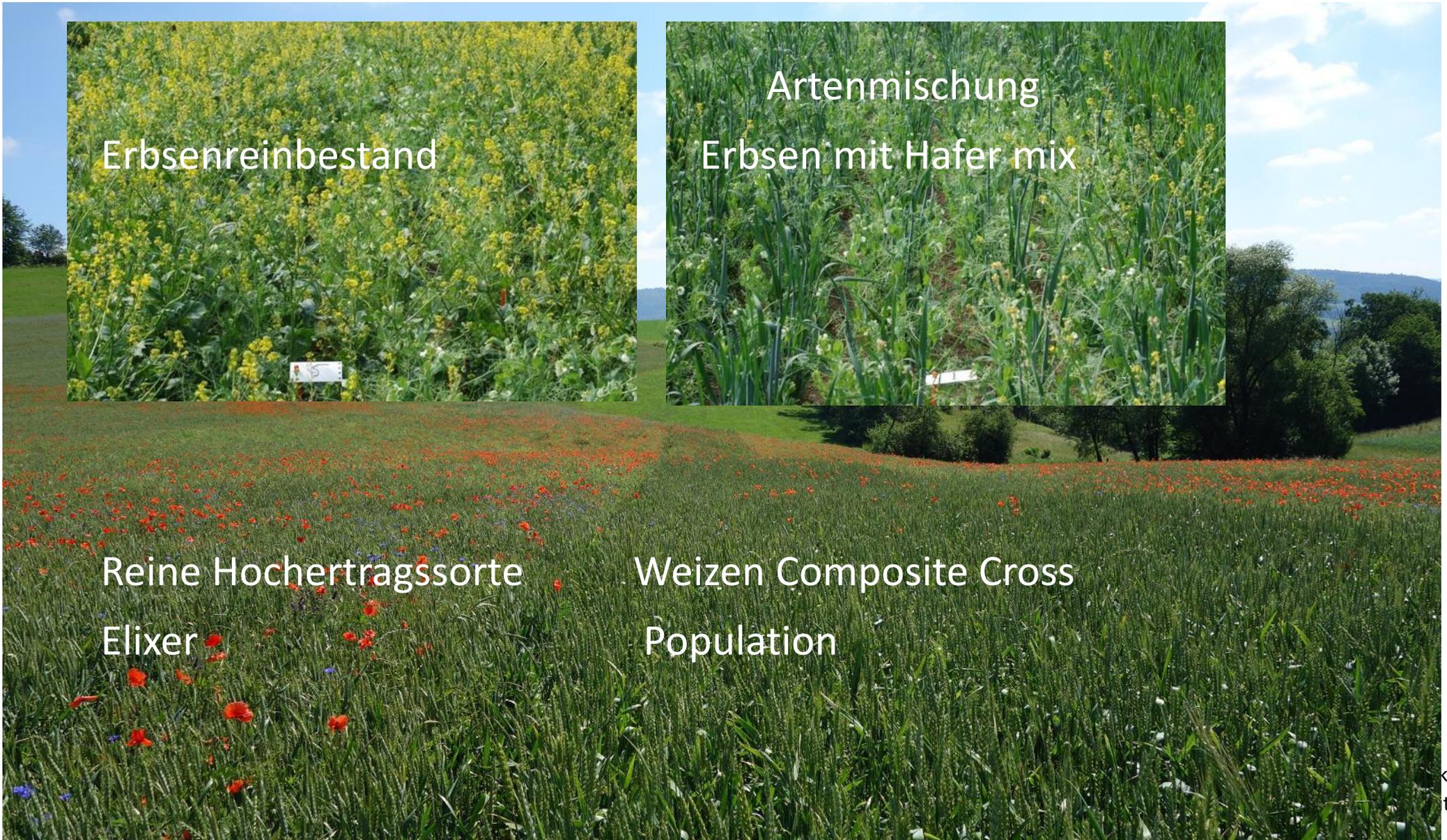




# Für Schaderreger

- Sind Nutzpflanzen eine Ressource.
- Je leichter zugänglich diese Ressource (viele und leicht verfügbare gelöste Nährstoffe und wenig Konkurrenz), desto mehr Schaderreger.
- Je geringer die mikrobielle Biomasse und Aktivität im Boden, desto weniger Konkurrenz, desto besser überleben die Schaderreger.

# Unkrautunterdrückung durch Konkurrenz



Erbsenreinbestand

Artenmischung  
Erbsen mit Hafer mix

Reine Hohertragssorte  
Elixer

Weizen Composite Cross  
Population

# Krankheitsreduktion durch Mischkulturen ist schon lange bekannt

**1767: G. T. Tozzetti:** Weizen-Roggen Mischungen waren gesund, Weizen alleine starb an Schwarzrost<sup>1</sup>.

**1980s:** In der ehemaligen DDR wurden **80% der Fungicide** auf Sommergerste durch **Sortenmischungen eingespart**<sup>2</sup>.

**In Kolumbien** werden durch heterogene Kaffeesorten **jährlich >100 Mio \$US an Fungiziden eingespart**<sup>3</sup>.

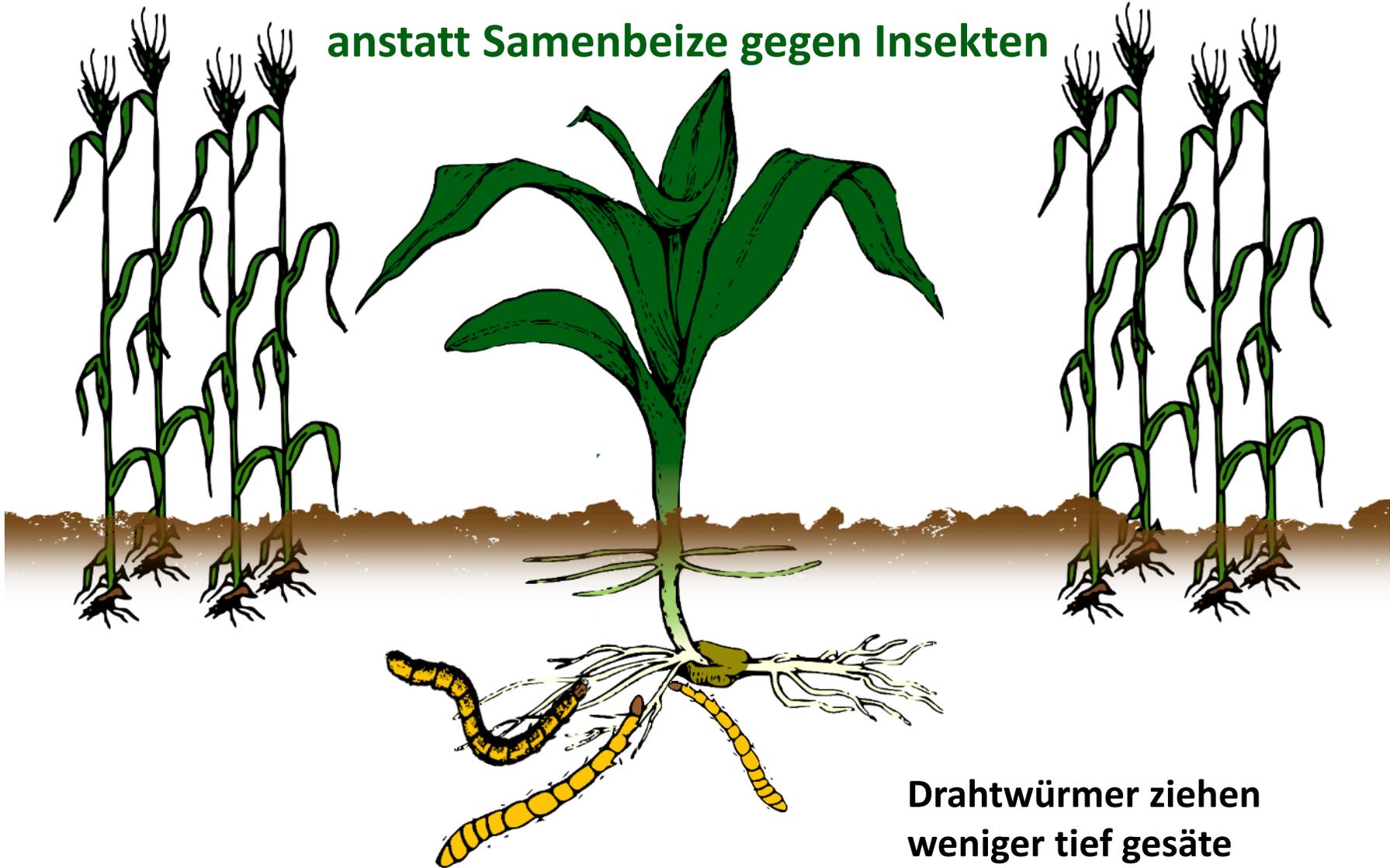
<sup>1</sup>: Tozzetti, T. G. (1767). *Phytopathol. Classics No. 9*, 1952. St. Paul, Minnesota, 1952: Am. Phytopathol. Soc.

<sup>2</sup>: Wolfe, M. S. (1992). In L. Munk (Ed.), *Barley Genetics VI* (pp. 1055-1067).

<sup>3</sup>: Finckh, M. R., & Wolfe, M. S. (2015). In M. R. Finckh et al (Eds.), *Plant Diseases And Their Management in Organic Agriculture* (pp. 153-174): APS Press.

## Begleitkulturen

anstatt Samenbeize gegen Insekten



**Drahtwürmer ziehen  
weniger tief gesäte  
Gerste vor**

# Mischungen und Biodiversität sind eine Methode

- **Beikräuter, Schadinsekten und Pathogene** sind gleichzeitig im Fokus
- Nützlinge werden direkt im Bestand gefördert



# Mischungen und Biodiversität sind eine Methode

- **Beikräuter, Schadinsekten und Pathogene** sind gleichzeitig im Fokus
- Nützlinge werden direkt im Bestand gefördert
- Der Gesamtertrag erhöht sich ebenfalls

nature  
plants

LETTERS

<https://doi.org/10.1038/s41477-021-00948-4>



## Diversity increases yield but reduces harvest index in crop mixtures

Jianguo Chen <sup>1,2</sup>, Nadine Engbersen<sup>1</sup>, Laura Stefan<sup>1</sup>, Bernhard Schmid <sup>3,4</sup>, Hang Sun<sup>2</sup> and Christian Schöb <sup>1</sup> 

Prof. Dr. Maria R. Finckh  
FG Ökologischer Pflanzenschutz

# Agrarökologisches Management und Diversität

- Bodenfruchtbarkeit und vor allem mikrobielle Aktivität im Boden fördern ↑ Diversität
- Wahl der Sorte (Resistenzen) ↑ Diversität
- Diversität der Sorten (Populationen) und Artenmischungen ↑ Diversität
- Sinnvolle Fruchtfolgen ↑ Diversität
- Feldgrößen reduzieren ↑ Diversität
- Andere präventive Maßnahmen



# Aber was ist denn dann das Problem, wieso macht es keiner?

## Mischkultur Weizen in der Wertschöpfungskette

1. Heterogene Populationen
2. Weizen-Erbse-Gemenge

# BAKWERT

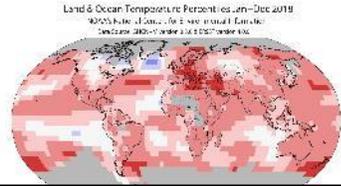
Bewertung und Akzeptanz heterogener  
Weizenpopulationen in ökologischen  
Wertschöpfungsketten

**Odette Weedon, Annette Haak,  
Torsten Siegmeier, Anke Kähler,  
Detlev Möller, Maria R Finckh.**

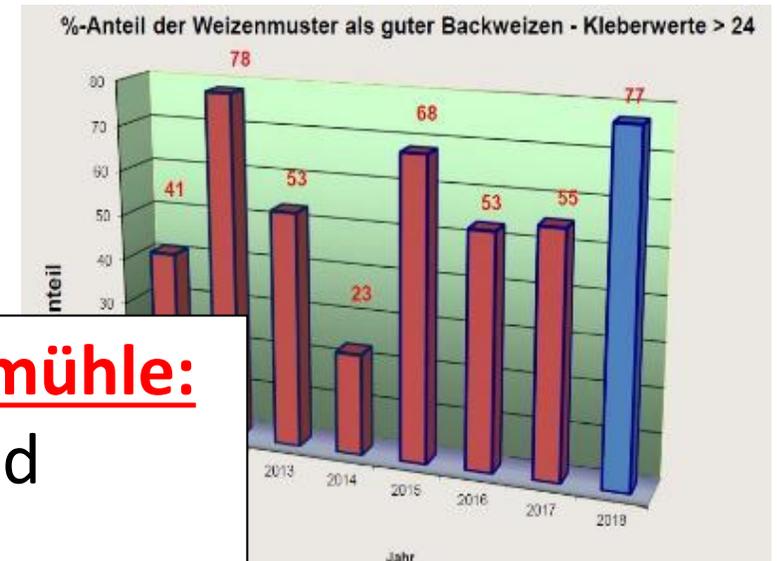


# Hintergrund

- Speiseweizen: 370-430 €/t
- Futterweizen: 290-310 €/t



Feldfrüchte und Grünland  
 Brotgetreideernte 2022: Proteingehalt bei Winterweichweizen geringer als im Vorjahr

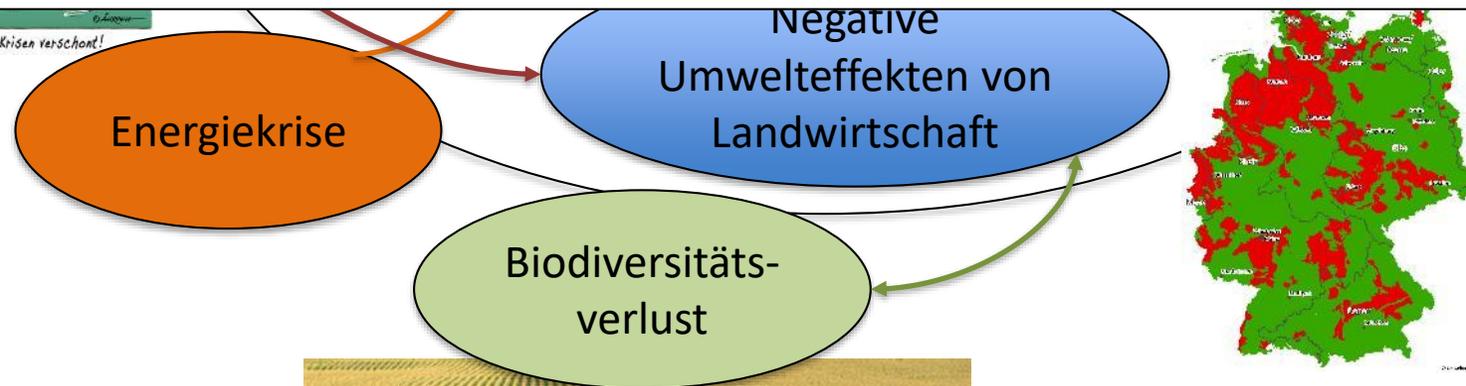


Landwirt, Mühle und Bäcker in der **Zwickmühle:**  
 Zwischen Handelsanforderungen und  
 Umweltauflagen

**Mischkulturen als Ergänzung/Alternative: Wie funktioniert das?**



Niemand bleibt von Krisen verschont!



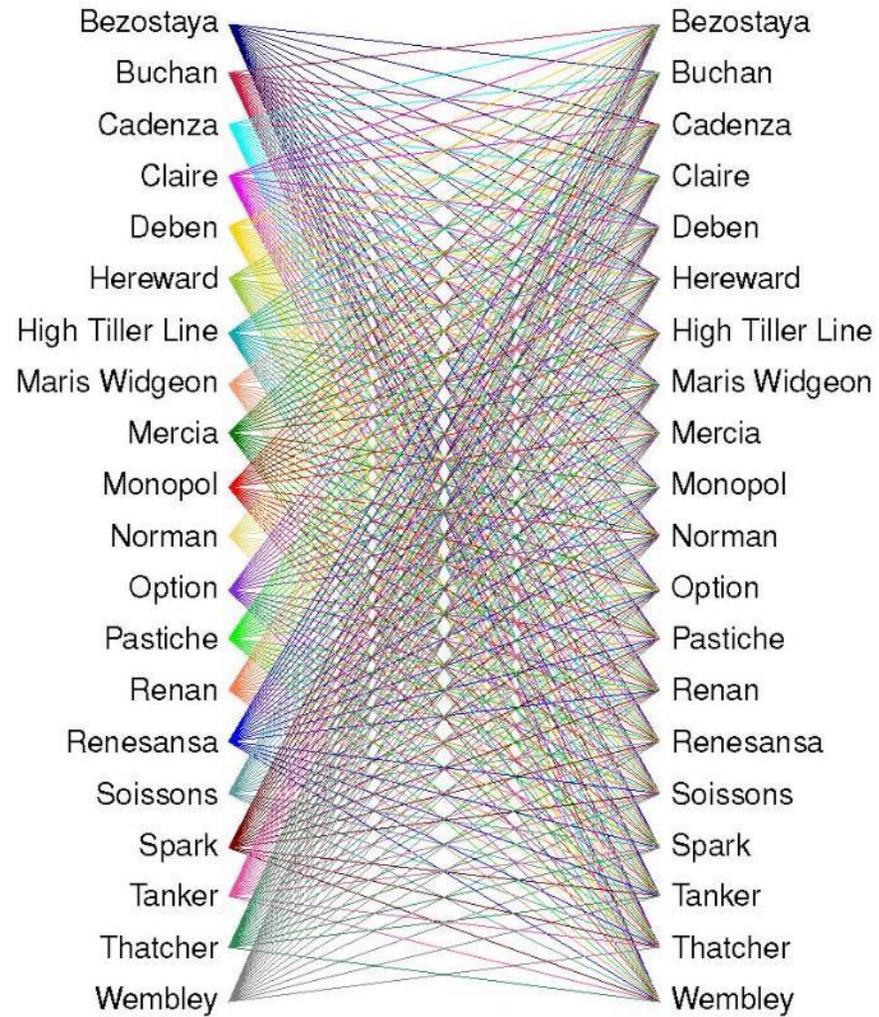
WIRTSCHAFT WEIZEN UND BROT  
 Geringere Stickstoffdüngung führt zu schlechterem Brot-Getreide  
 Sumpff | 20. Juli 2022



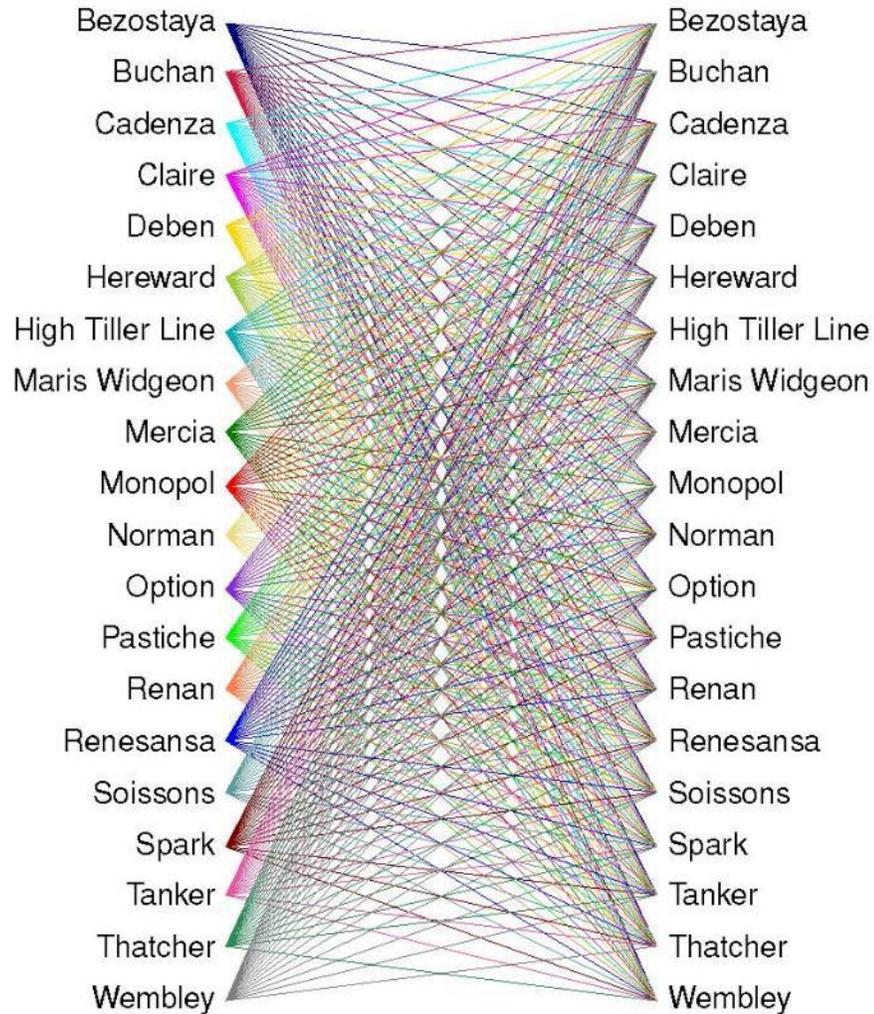
# EU-Gesetzgebung heterogene Populationen

- 01.01.2022: new EU organic regulation characterized as “**Organic heterogeneous material**”:
- **Population Definition:**
  - Kreuzung von  $\geq 5$  Genotypen
  - Identifikation durch Herstellungsmethode inklusive Eltern
  - Gemeinsame phänotypische/agronomische Charakteristika (Kein DUS!)
- Winterweizenpopulationen am Bundessortenamt registriert:
  - Brandex and Liocharls (Dottenfelderhof), 5 Evolito populationen (Getreidezüchtung Peter Kunz)
  - Ebenfalls Sommerweizen und Ackerbohnen

# Die Weizen Composite Cross Populationen



# Die Weizen Composite Cross Populationen



- 9 High **Y**ielding parents: 9 x 9
- 12 High baking **Q**uality: 12 x 12
- **Y**ield x **Q**uality: 9 x 11

Seit 2020: **Y**ield x **Q**uality =

**“EQuality”**

Open source seeds

# Hohe Variabilität für:

- Höhe
- Resistenzen
- Blattstellung
- Farbe
- Begrannung



# Aber ähnlich in:

- Abreife
- Management
- Korn/Fruchtgröße?
- Qualität?



28.11.2011; Foto: J. Bacanovic



**01.03.2012**

# Ergebnisse - Auswinterung

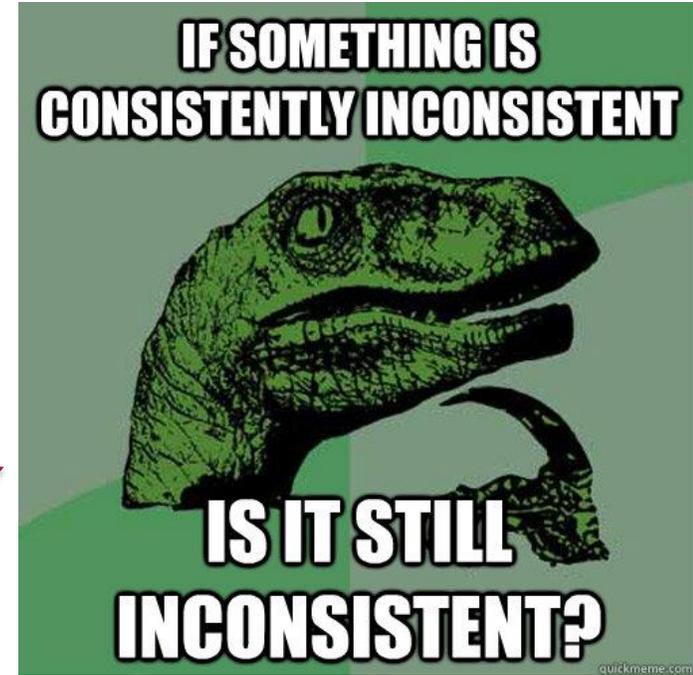
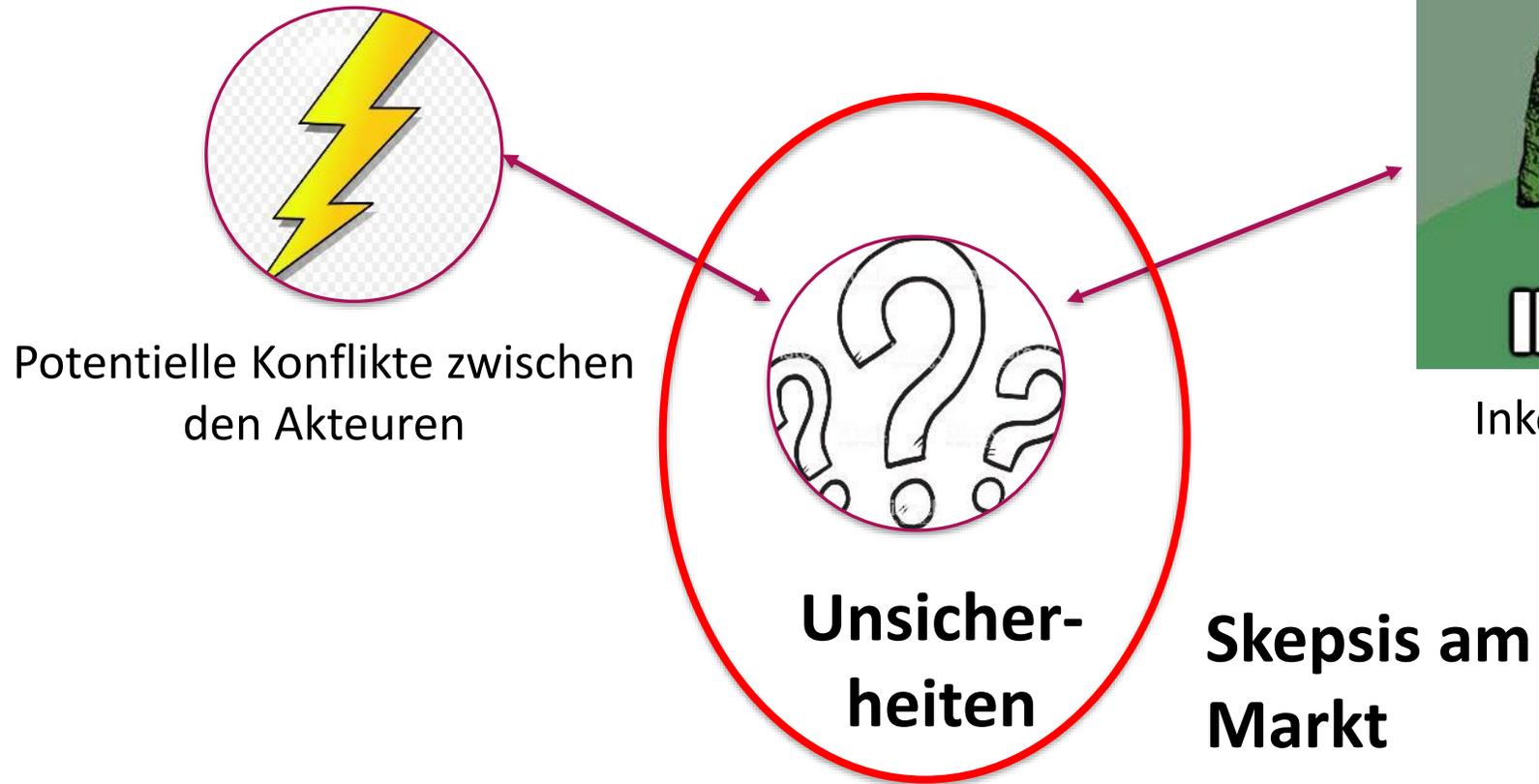
CCPs and mix

Parental  
varieties

16.04.2012

Maria R. Finckh  
Pflanzenschutz

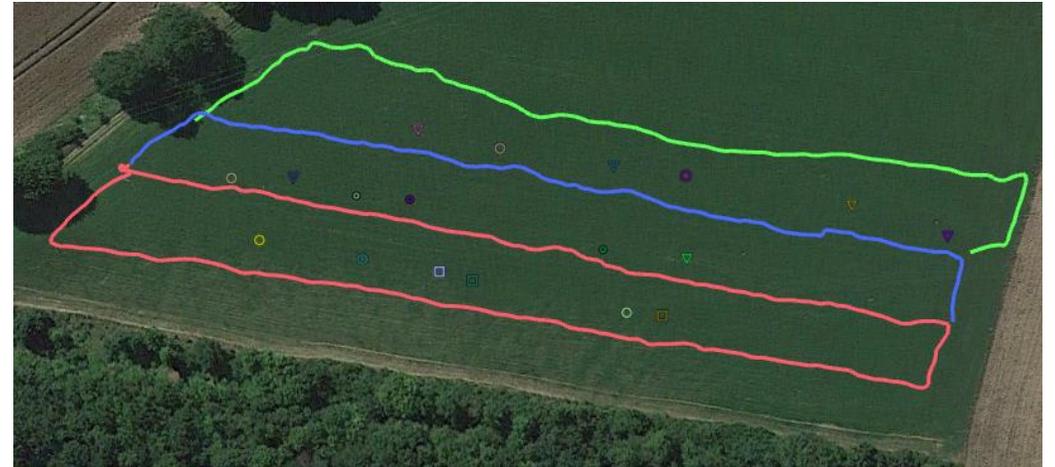
# Kernfragen



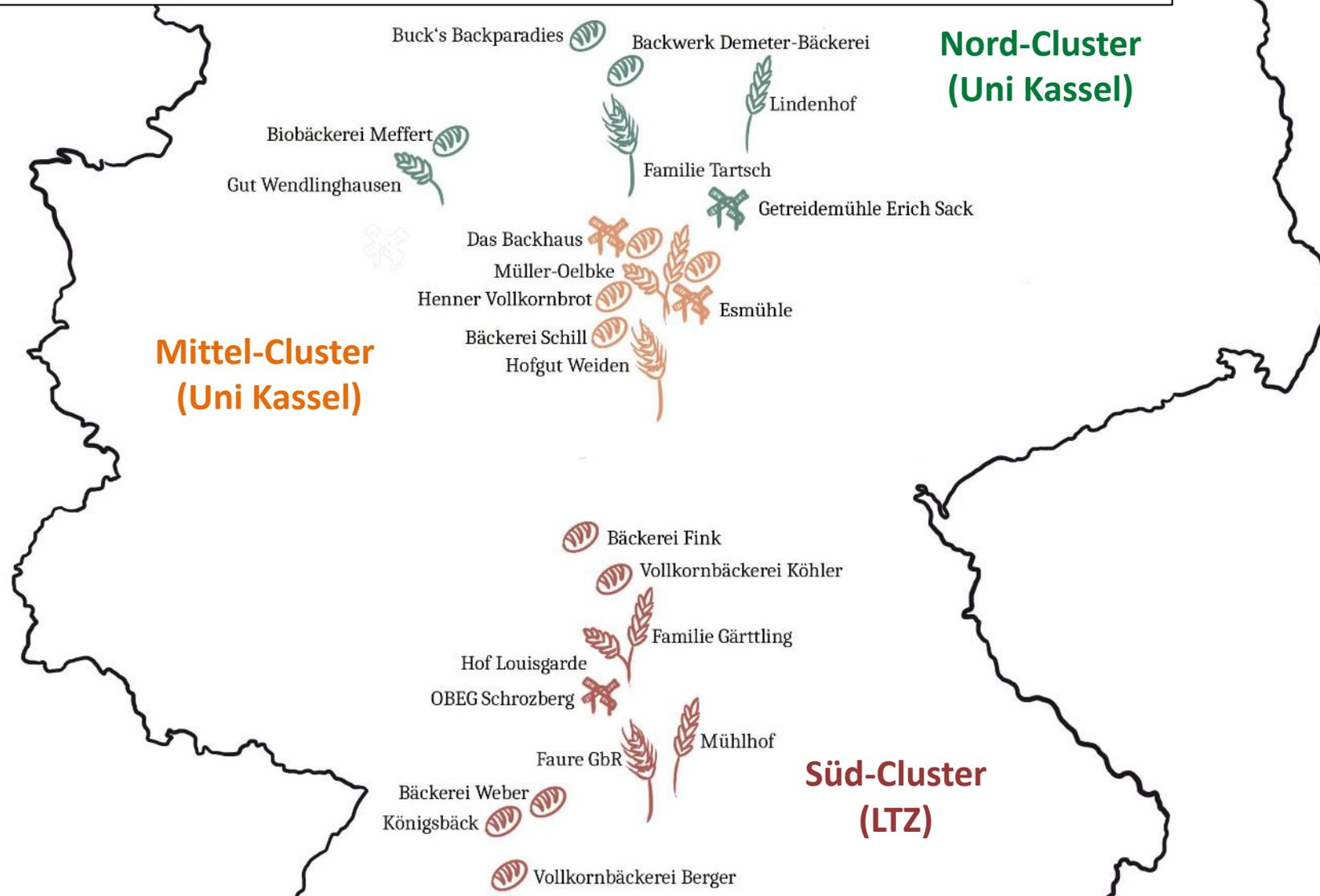
Inkonsistenzen

# BAKWERT

- Ökowertschöpfungsketten
  - Integration und Zusammenarbeit der Akteure - "living lab"
  - On-farm Anbau (2020/21 and 2021/22)
  - Qualitätsanalysen, Mahl- und Backtests
- 
- Praxishandbuch ([www.weizenvielfalt.de](http://www.weizenvielfalt.de))
  - Partizipatives Video ([www.weizenvielfalt.de](http://www.weizenvielfalt.de))
  - Backkampagnen ("POP crust") ([www.pop-kruste.de](http://www.pop-kruste.de))



# 9 Ökolandwirte, 3 Müller und 13 Ökobäcker



# Aristaro (FZ Dottenfelderhof)



# Brandex Population (FZ Dottenfelderhof)



# **EQuality Population (Wakelyns YQ)**



# Erträge und Stabilität

- 2021 Feuchter Sommer
- 2022 Extreme Dürre und Hitze
- Wenig Krankheiten

	2020/21			2021/22			2020-2022		
	Ertrag (t/ha)	$EV_i$	$W^2$	Ertrag (t/ha)	$EV_i$	$W^2$	Ertrag (t/ha)	$EV_i$	$W^2$
Aristaro	4,4 a	<b>1,06</b>	2,7	5,8 a	<b>1,23</b>	3,3	5,1 a	<b>1,58</b>	6,0
Brandex	4,9 b	1,07	<b>0,9</b>	6,3 b	2,11	<b>0,8</b>	5,6 b	2,04	<b>1,7</b>
EQuality	5,1 b	1,10	1,0	6,5 b	2,22	1,9	5,8 b	2,07	2,9
Niedersachsen	4,2			5,2			4,7		
Hessen	4,9			6,4			5,7		
Baden-Württemberg	4,8			5,2			5,0		

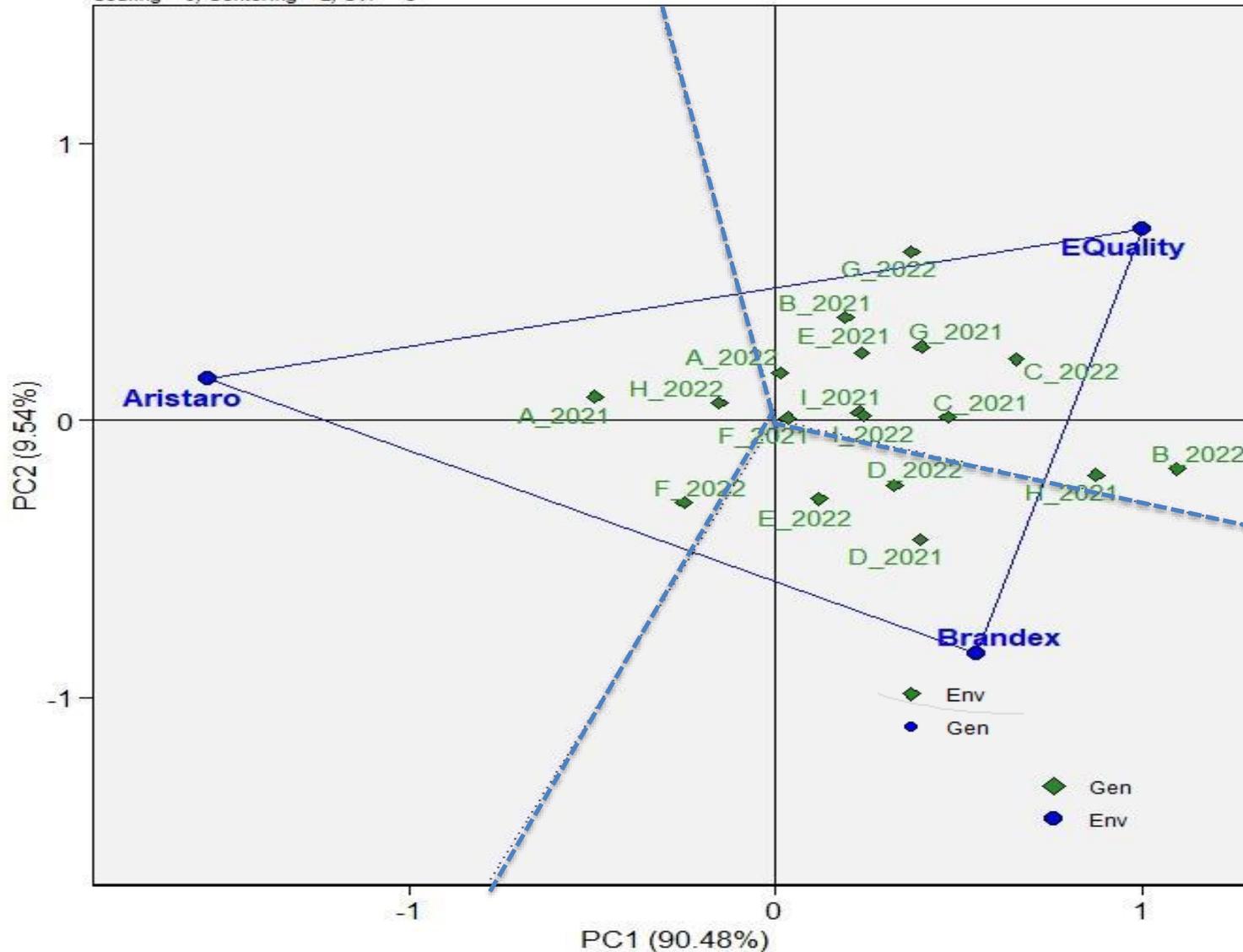
Different letters indicate significant differences between entries either within a season or over both seasons (adjusted means and Tukey test,  $p < 0.05$ ).

The most stable origins are written in bold.

# Erträge und Stabilität

Which-won-where view of the GGE biplot

Scaling = 0, Centering = 2, SVP = 3



**Höchste Erträge :**  
 Aristaro - 3 Umwelten  
 Brandex - 3 Umwelten  
 EQuality - 12 Umwelten

# Backqualität (NIRS):

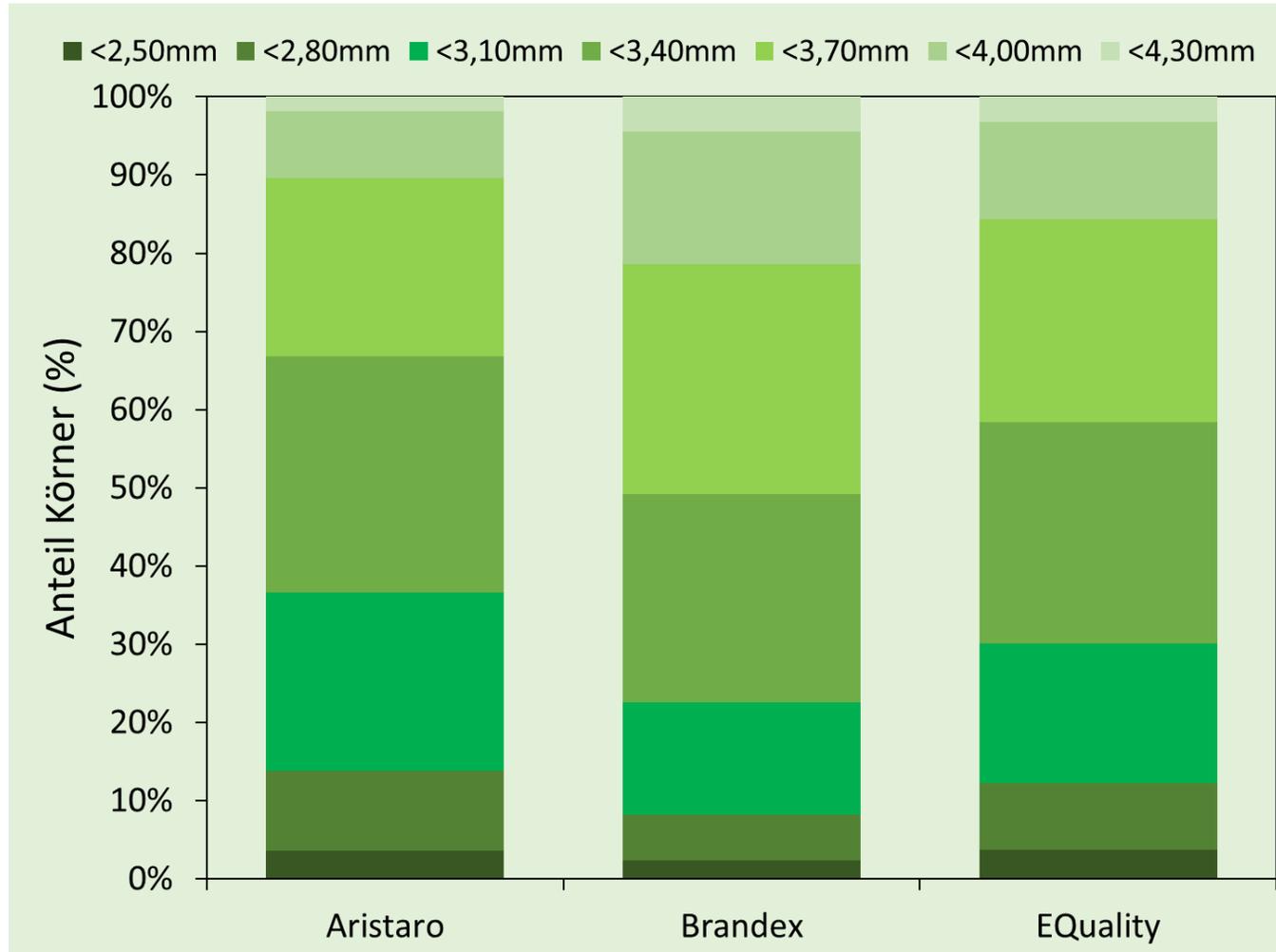
	Protein (%)		Wet gluten (%)	
	2021	2022	2021	2022
Aristaro	13,0 b	12,1 b	28,3 b	26,8 b
Brandex	12,7 b	11,9 b	27,0 a	25,5 a
EQuality	12,3 a	11,5 a	26,1 a	24,5 a
Niedersachsen	11,3	9,8	20,5	18,8
Hessen	10,5	10,7	22,1	20,9
Baden-Württemberg	12,5	12,3	26,9	26,3

- **Die stabilste Qualität hatten die Populationen**

Different letters indicate significant differences between entries within a season or over both seasons (Mean: adjusted means and Tukey test,  $p < 0.05$ ;

rof. Dr. Maria R. Finckh  
gischer Pflanzenschutz

# Heterogenität der Korngröße?



	TKG (g)
Aristaro	42,3 a
Brandex	46,2 c
EQuality	44,0 b

- Die Populationen hatte ebenso gleichmäßige Korngrößen wie die Sorte



**Backkampagne und  
Vermarktung  
„POP-Kruste“**



# Eine Innovation vermarkten

- Schulungen der Bäcker
- Social media (instagram, youtube channel, channels from bakers), Poster, Potkarten
- Unzählige Artikel in Zeitungen und Magazinen etc.
- Website und Video zur Backkampagne ([www.pop-kruste.de](http://www.pop-kruste.de))





aus  
heterogener Weizen Population

# HETERO GENE WEIZEN POP ULATION

## Heterogene Weizen Populationen

WAREN GESTERN SCHON VON MORGEN !

NATÜRLICHKEIT



NATÜRLICHKEIT

HETEROGENE WEIZEN POPULATIONEN

## waren gestern schon von morgen!

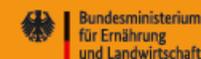
Heterogene Weizenpopulationen sind moderne Landrassen. Durch natürliche Kreuzung verbinden sie die hohen Ertragsfähigkeiten und guten Backqualitäten moderner Weizensorten zu neuer Vielfalt.

Und sie können noch viel mehr ...



[www.pop-kruste.de](http://www.pop-kruste.de)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## HANDWERKSBROT

HETEROGENE WEIZEN POPULATIONEN

# für Brote mit inneren Werten!

Mit Zeit, Hingabe und handwerklichem Können entstehen aus heterogenen Weizenpopulationen vielfältige Köstlichkeiten — ohne Zusatzstoffe. Für mehr Weizenvielfalt vom Acker bis zur Ladentheke.

Und sie können noch viel mehr ...



[www.pop-kruste.de](http://www.pop-kruste.de)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



## ERTRAGSSICHERHEIT

HETEROGENE WEIZEN POPULATIONEN

# bleiben stabil, wenn alles Kopf steht!

Die Weizenpflanzen innerhalb einer heterogenen Population sind jede für sich einzigartig. Durch ihre unterschiedlichen Abwehrmechanismen gegenüber Krankheiten und Schädlingen sind sie sicher vor Ertragsausfällen.

Und sie können noch viel mehr ...



[www.pop-kruste.de](http://www.pop-kruste.de)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



**Es ist schon schwierig, den Markt zu überzeugen, neues zu kaufen aber was ist mit den anderen Akteuren?....**

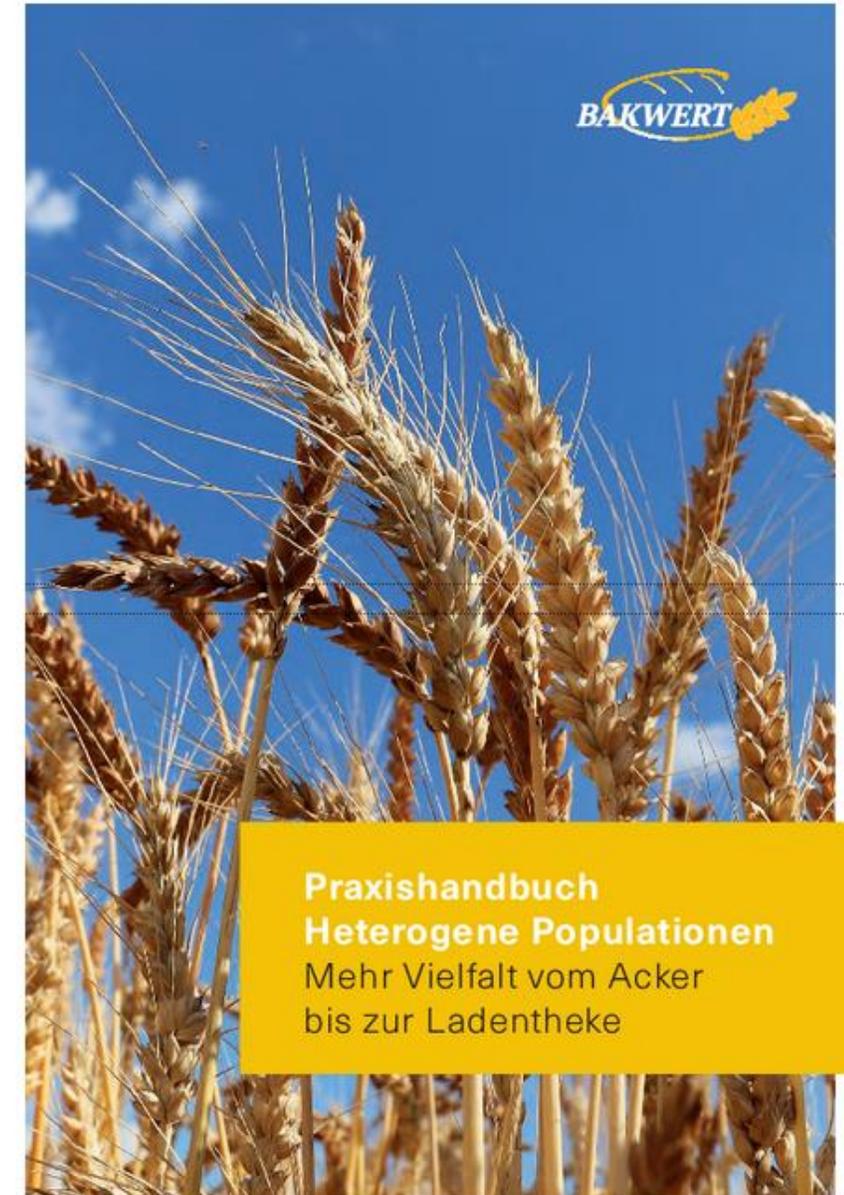
# Partizipative Erstellung eines Videos



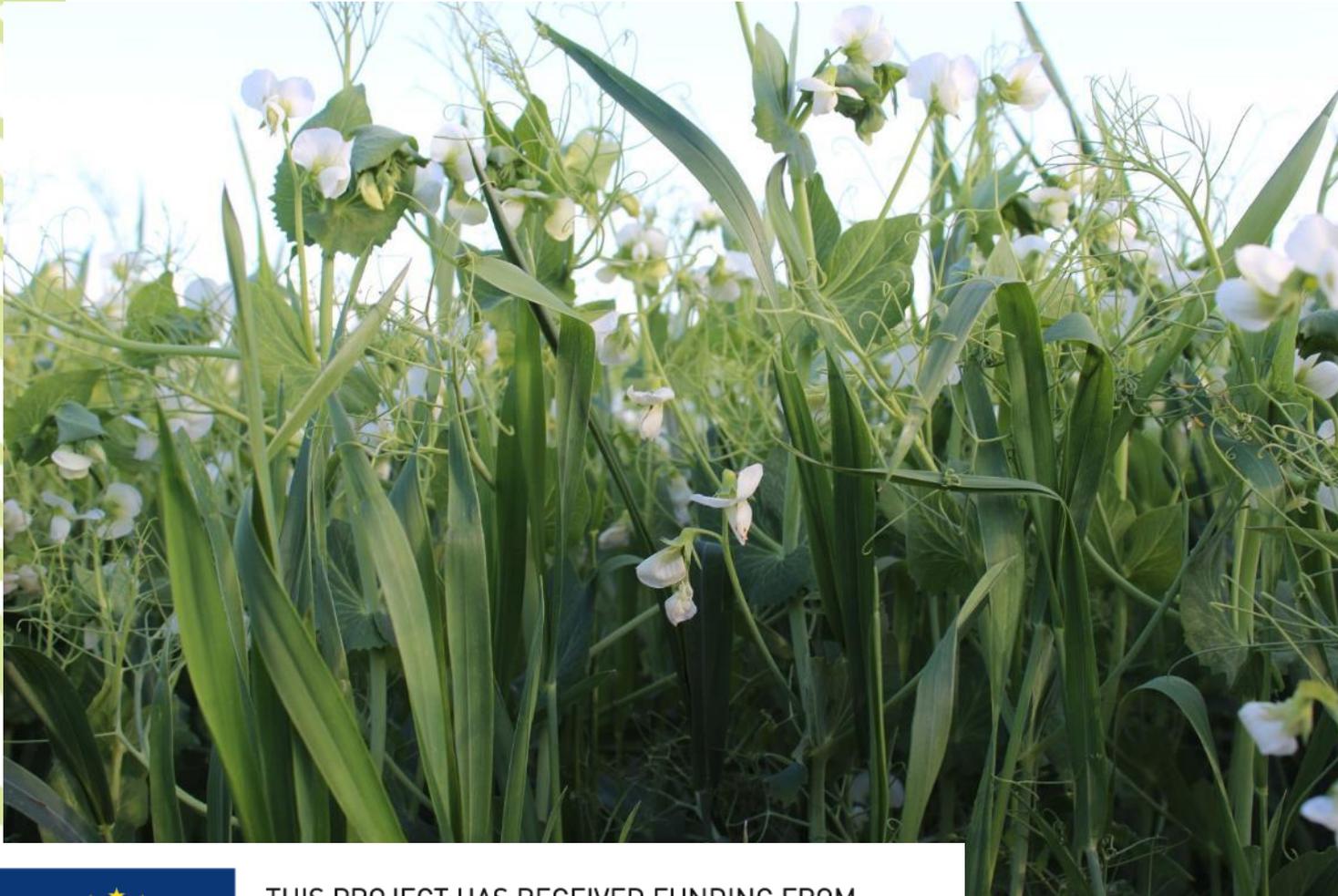


<https://www.weizenvielfalt.de/>

- Video und Handbuch u.v.m



# Und weiter: Winterweizen-Erbse Mischungen



Dr. Johannes Timaeus mit  
Reinbestand Wintererbsen

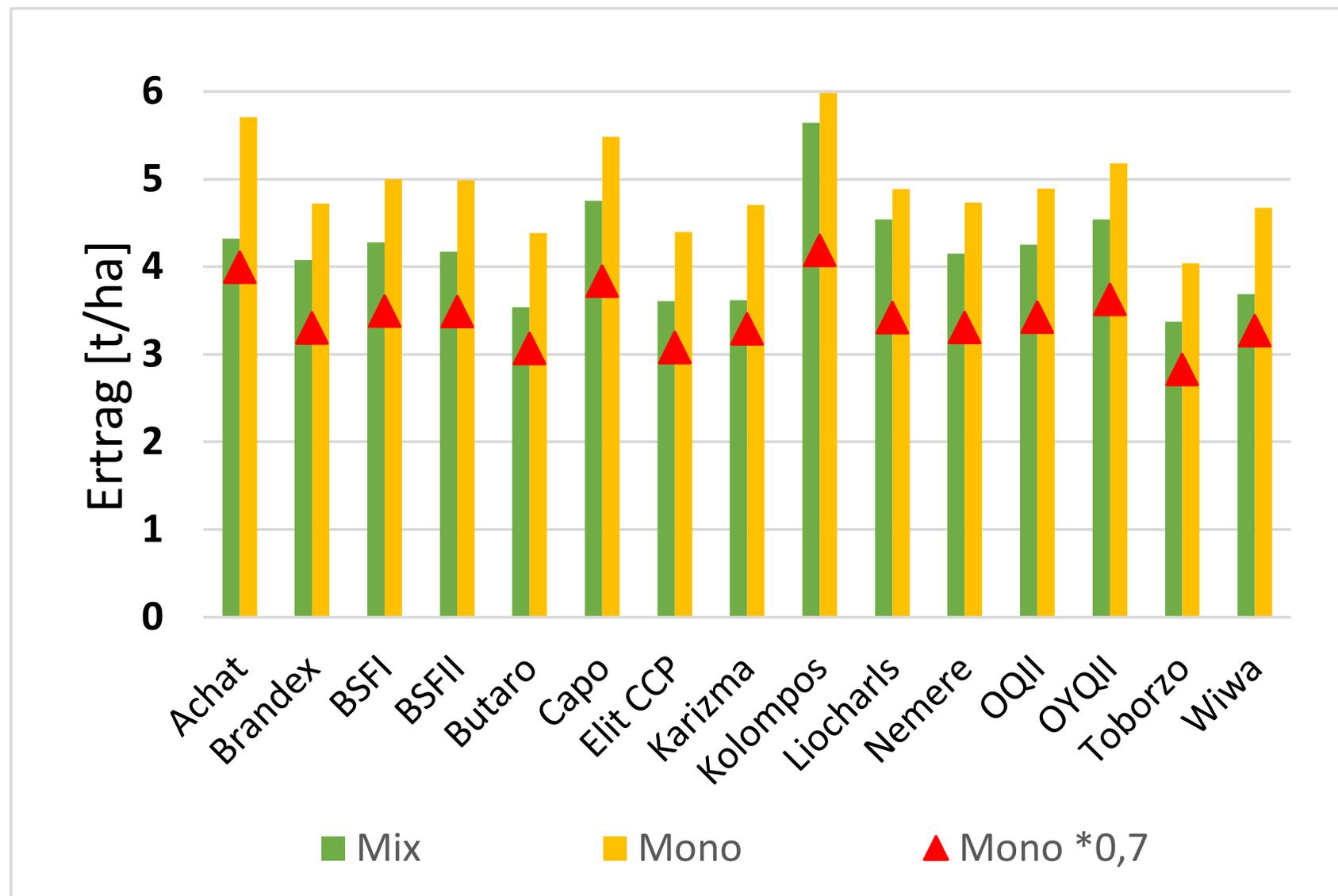


THIS PROJECT HAS RECEIVED FUNDING FROM  
THE **EUROPEAN UNION'S HORIZON 2020 RESEARCH  
AND INNOVATION PROGRAMME** UNDER GRANT  
AGREEMENT N. 727217

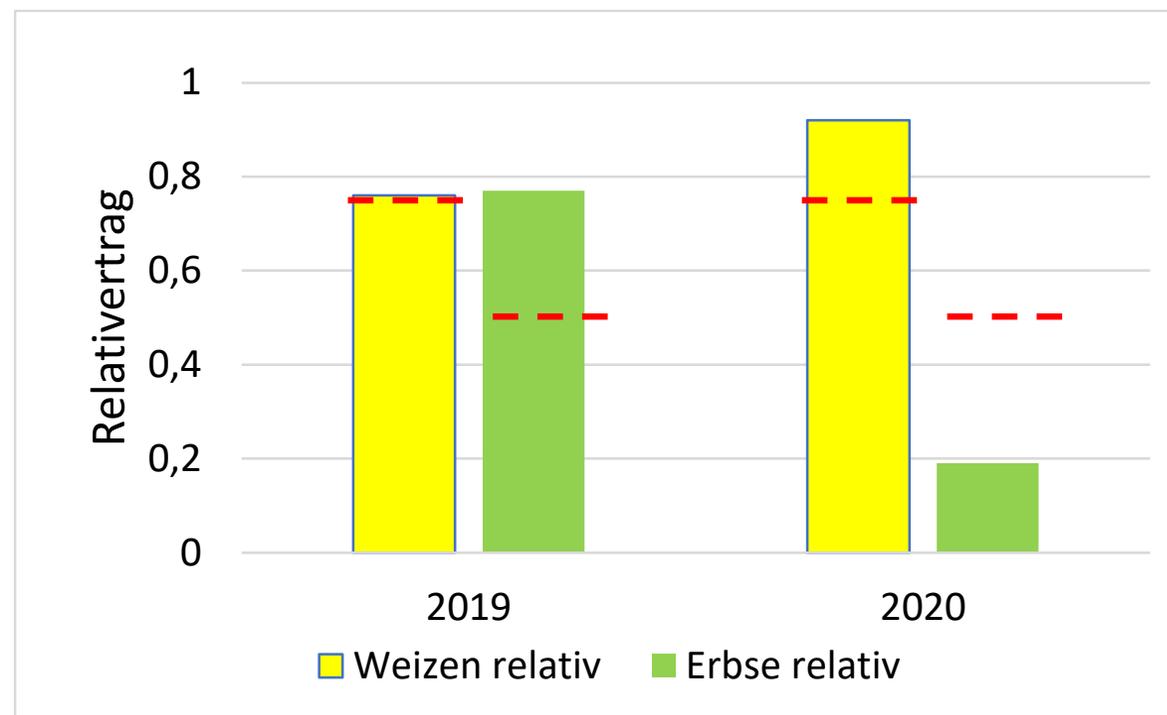
# Weizen-Kornerträge (70% Aussaatstärke in Mischung)

2019 und 2020

- Mono: 4,9 t/ha
- Misch:
  - 4,2 t/ha
  - Erwartet: 70%
  - Erzielt: 85%

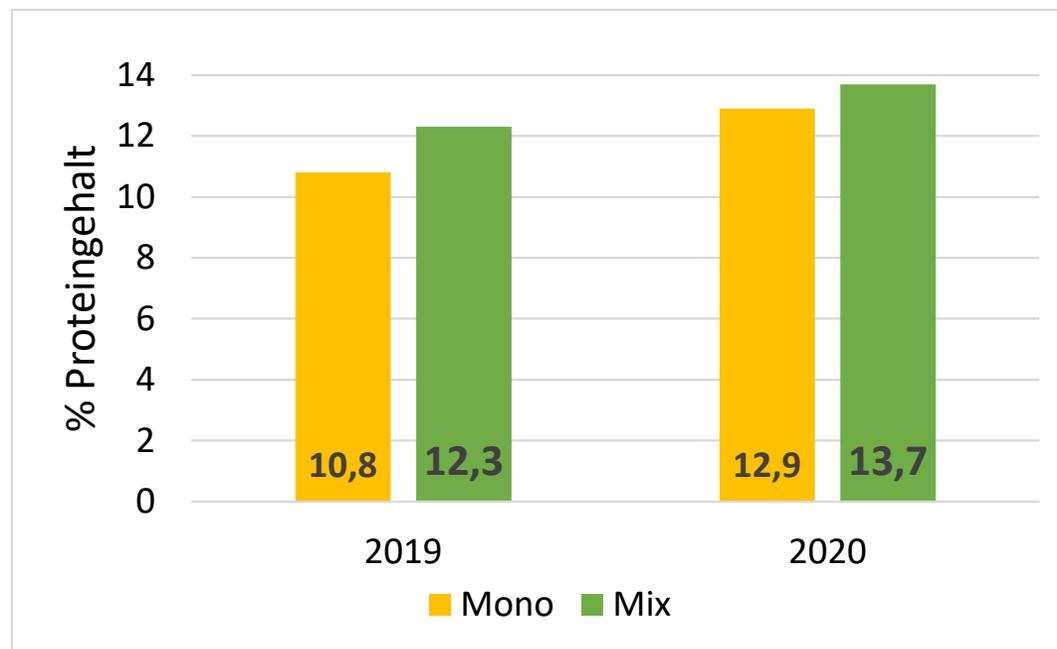


# 2019 ohne Dünger, 2020 mit Dünger: 20 t/ha Wickroggensilage



- Mischungen reagieren dynamisch im Ertrag

# Proteingehalt Weizenkörner: Effekt von Kultursystem und Sorte



Trotz massiver Unterschiede im Düngenniveau

- Klarer Effekt der Mischkultur,
- Robust für verschiedene Sorten

# Reinigung: Erbsenbruchbesatz? Wohin?

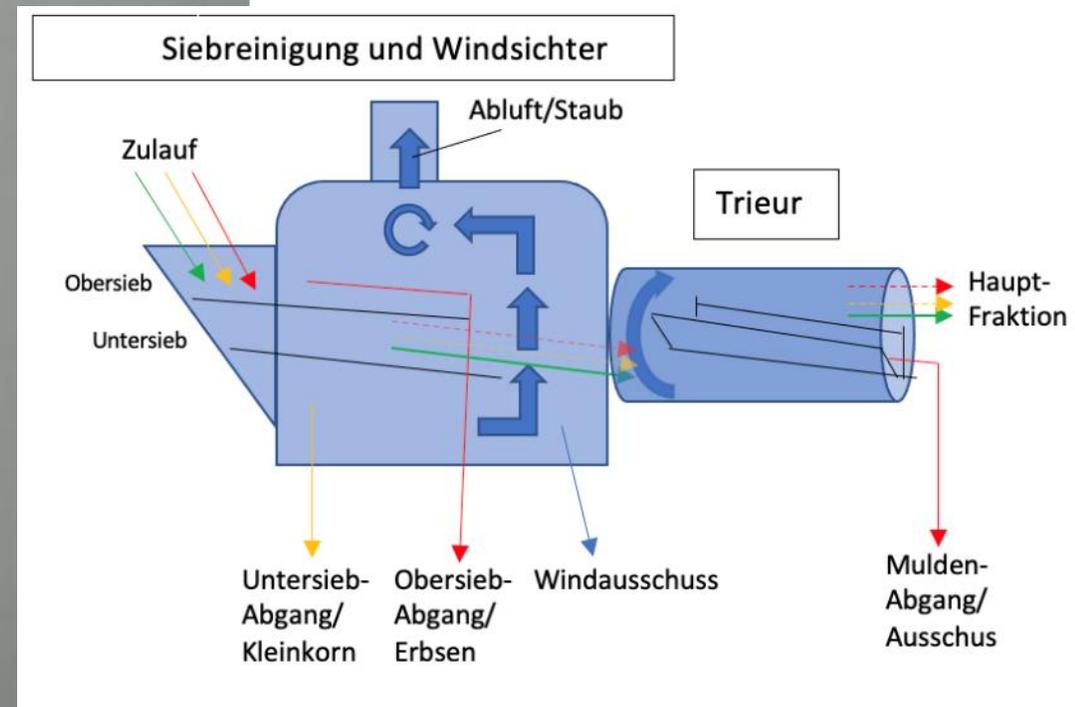


Foto: Georg Saathof

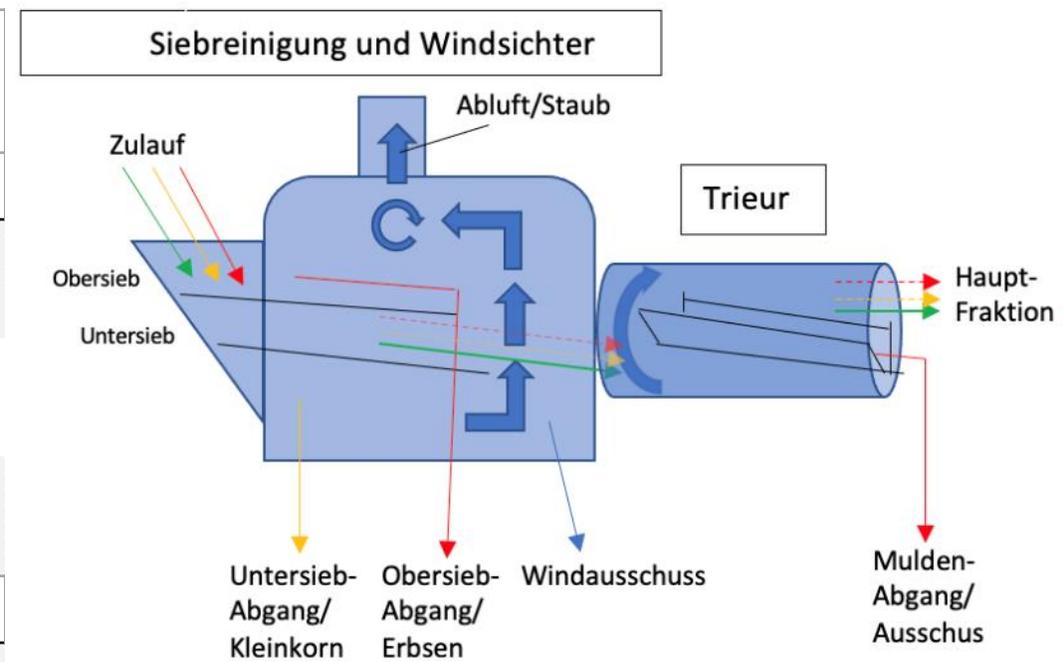
# Trennungsaufwand sollte nicht überbewertet werden!

- Die optisch zu bestimmenden Besatzarten (EU-Kommission 824/2000):
  - *Bruchkorn*
  - *Kornbesatz* (Schmalkorn, Fremdgetreide, etc.)
  - **Schwarzbesatz (Beikrautsamen, Fremdkörper, Spelzen, Brandbutten, Insekten, etc.).**
- **Codex Alimentarius**
  - 6% für Kornbesatz
  - **1,5% für Schwarzbesatz**
- **EU Verordnung**
  - 7% für Kornbesatz
  - **3% für Schwarzbesatz**



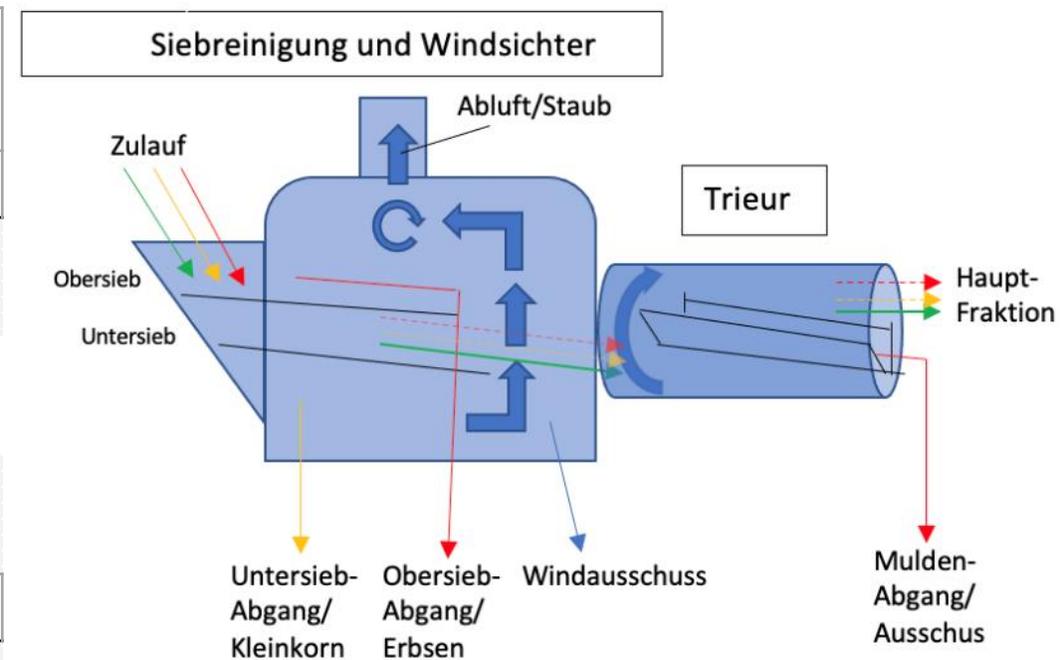
# Anzahl eingesetzter Maschinen für einen definierten Qualitätsstandard

Variante	Letzter Trennschritt	Trennschritte nötig [Stk.]
<b>Codex Alimentarius: Schwarzbesatz, Erbsen nicht mitgezählt</b>		
EFB-Mischung	Trieur	1
Fresnel-Mischung	Trieur	4
Weizen-Reinsaat	Trieur	3
<b>Codex Alimentarius: Schwarzbesatz, Erbsen mitgezählt</b>		
EFB-Mischung	Farbausleser I	5
Fresnel-Mischung	Farbausleser	4
Weizen-Reinsaat	Trieur	3



# Anzahl eingesetzter Maschinen für einen definierten Qualitätsstandard

Variante	Letzter Trennschritt	Trennschritte nötig [Stk.]
<b>VO(EG)-Szenario: Schwarzbesatz, Erbsen nicht mitgezählt</b>		
EFB-Mischung	Trieur	1
Fresnel-Mischung	Trieur	1
Weizen-Reinsaat	Trieur	1
<b>VO(EG)-Szenario: Schwarzbesatz, Erbsen mitgezählt</b>		
EFB-Mischung	Farbausleser I	4
Fresnel-Mischung	Farbausleser	4
Weizen-Reinsaat	Trieur	1



## Trennungsaufwand sollte nicht überbewertet werden!

**Die Vorreinigung, bzw. der erste Trennschritt (Wind, Siebe und Trieur)** könnte ausreichend sein um den Weizen als Backweizen zu vermarkten (mit besseren Backqualitäten!).

### **Luft nach oben:**

- Farbe und Bruchfestigkeit der Erbsen: **Züchtung!**
- Einstellung von Mähdrescher um Bruchkorn zu minimieren
- Effizienz von verschiedenen Trennungsmaschinen
- Bedingungen des Abnehmers: Einfach 1-2% Erbsen akzeptieren?

# Hoher Erbsenanteil kann auch den Gewinn steigern

	Mit Fresnel	Mit EFB	Weizen
Leistung	1317	1688	1347
Direktkosten	534	526	245
Variable K.	187	184	184
Deckungsbeitrag	599	978	918

Saathoff, G., Siegmeier, T., Timaeus, J., & Finckh, M. R. (2022). Backweizen aus der Mischung. Trennversuche mit Weizen und Erbsen. *bioland*, August, S 14-15.

# VORWERTS:

## Verwendung Ökologischer Rohstoffe aus Mischkultur in regionalen Wertschöpfungsketten als Reallabor

Projektdauer: 7/2023 – 6/2026

Uni Kassel – FB Ökologischer Pflanzenschutz,  
Betriebswirtschaft, Agrar- und Lebensmittelmarketing  
Die Freien Bäcker  
**Und Praxispartner.....**

UNI KASSEL  
VERSITÄT

ORGANIC  
AGRICULTURAL  
SCIENCES

 **Die Freien Bäcker**  
Zeit für Verantwortung e.V.

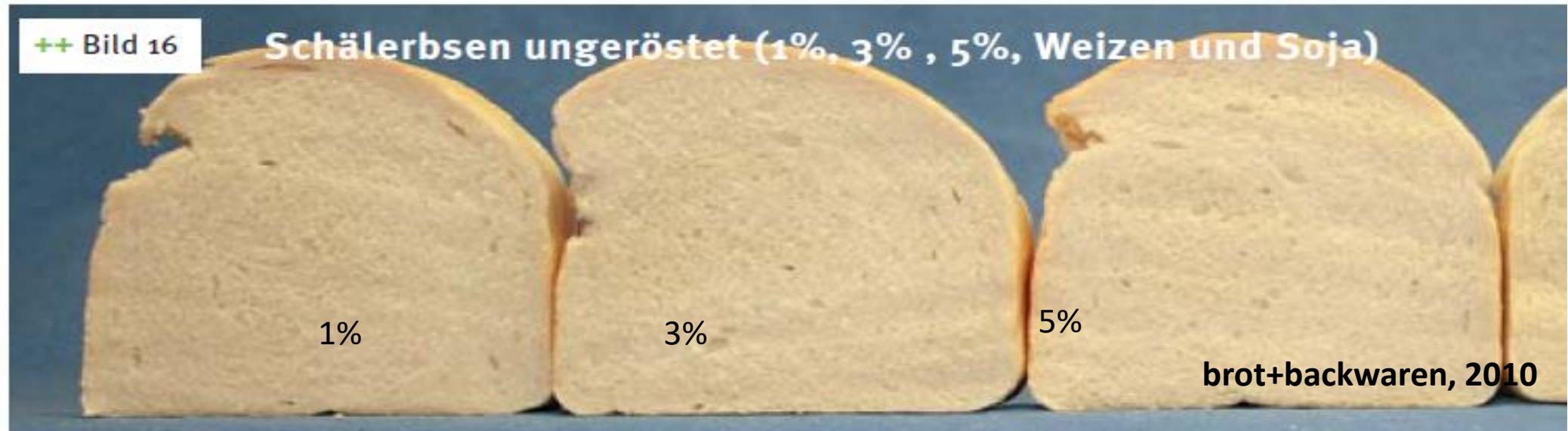
Gefördert durch



**BÖL**  
BUNDESPROGRAMM  
ÖKOLOGISCHER LANDBAU

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

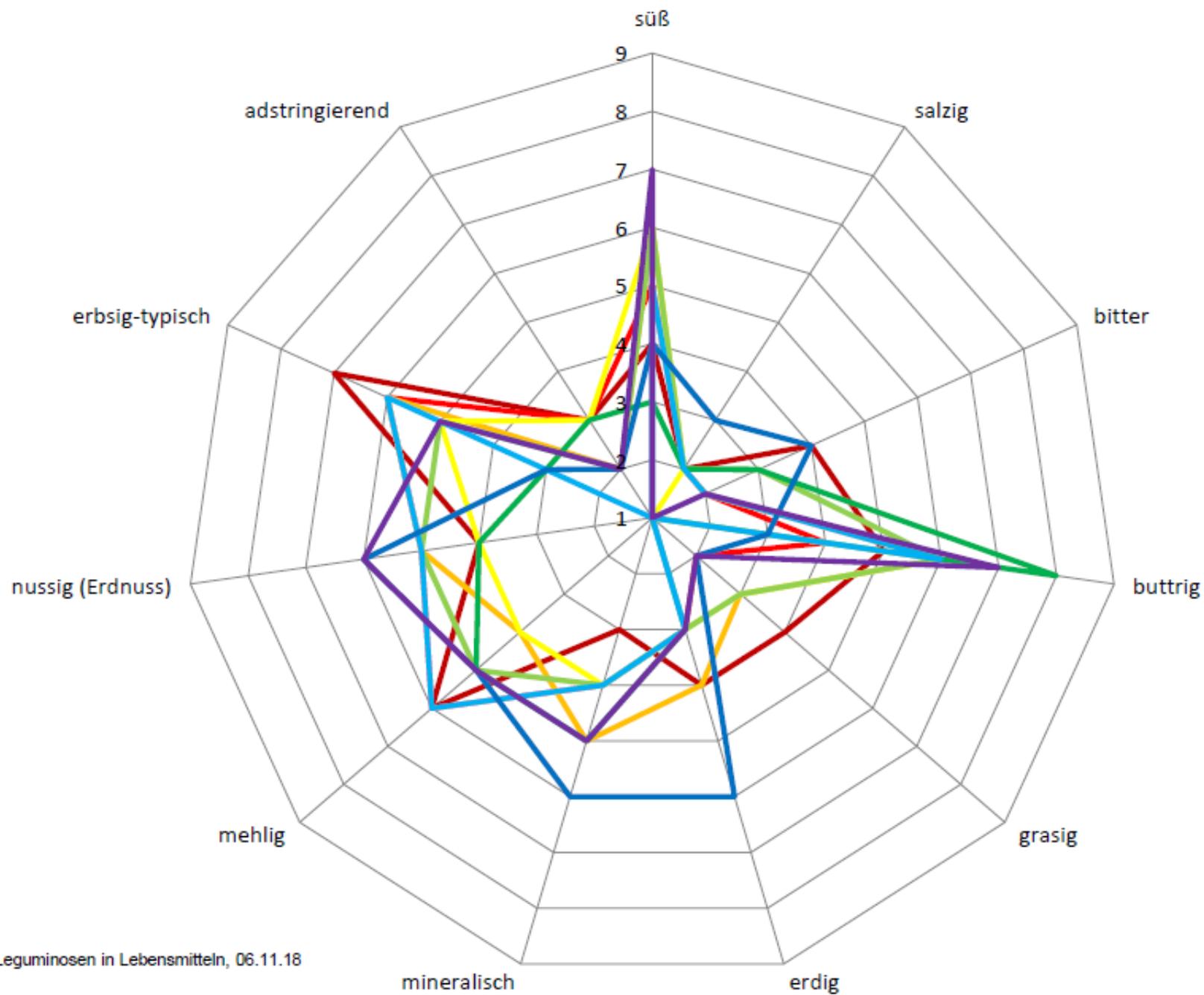
# Brot mit Erbsenmehlanteil: Schmeckt das?



- Positiver aromatischer Geruch und Geschmack
- Niedrige Zugaben von 1 und 3% verbessern die Haltbarkeit
- Höherer Nährstoffgehalt
- Höchstgrenze??

# Unterschiedliche Erbsensorten





# VORWERTS:

- Landwirte bauen Gemenge (Backweizen und Erbsen) an (erste Reinigung am Hof)
- Mühle nimmt es ab (zweiter Reinigungsschritt und vermahlen)
  - Trennungseffizienz und Mahlverfahren mit verschiedenen Maschinen betrachtet
- Backkampagne mit Marketing Materialien (partizipativer Ansatz/  
Kundenbefragung/ Verkaufstests)
  - Bäcker Workshop und Austausch
- Ausführliche agronomische Auswertung, Backtests und Qualität (IGV)
- Ökonomische Betrachtung vom Gesamtsystem

# Schlussfolgerungen

- „One health“ bringt alle Ebenen in Verbindung: Boden-Pflanze-Tier-Mensch
  - ➔ Biodiversität kann Dysbiosen vorbeugen
  - ➔ Wirkliche Erhöhung der Biodiversität ist ein **Systemansatz**, der nicht nur den Pflanzenschutz betrifft sondern auch eine Antwort auf den Klimawandel ermöglicht
- Züchtung für Mischungen ist dringend nötig!
- Technologie für diversitätsbasierte Produktion ist dringend notwendig und vielfältig.

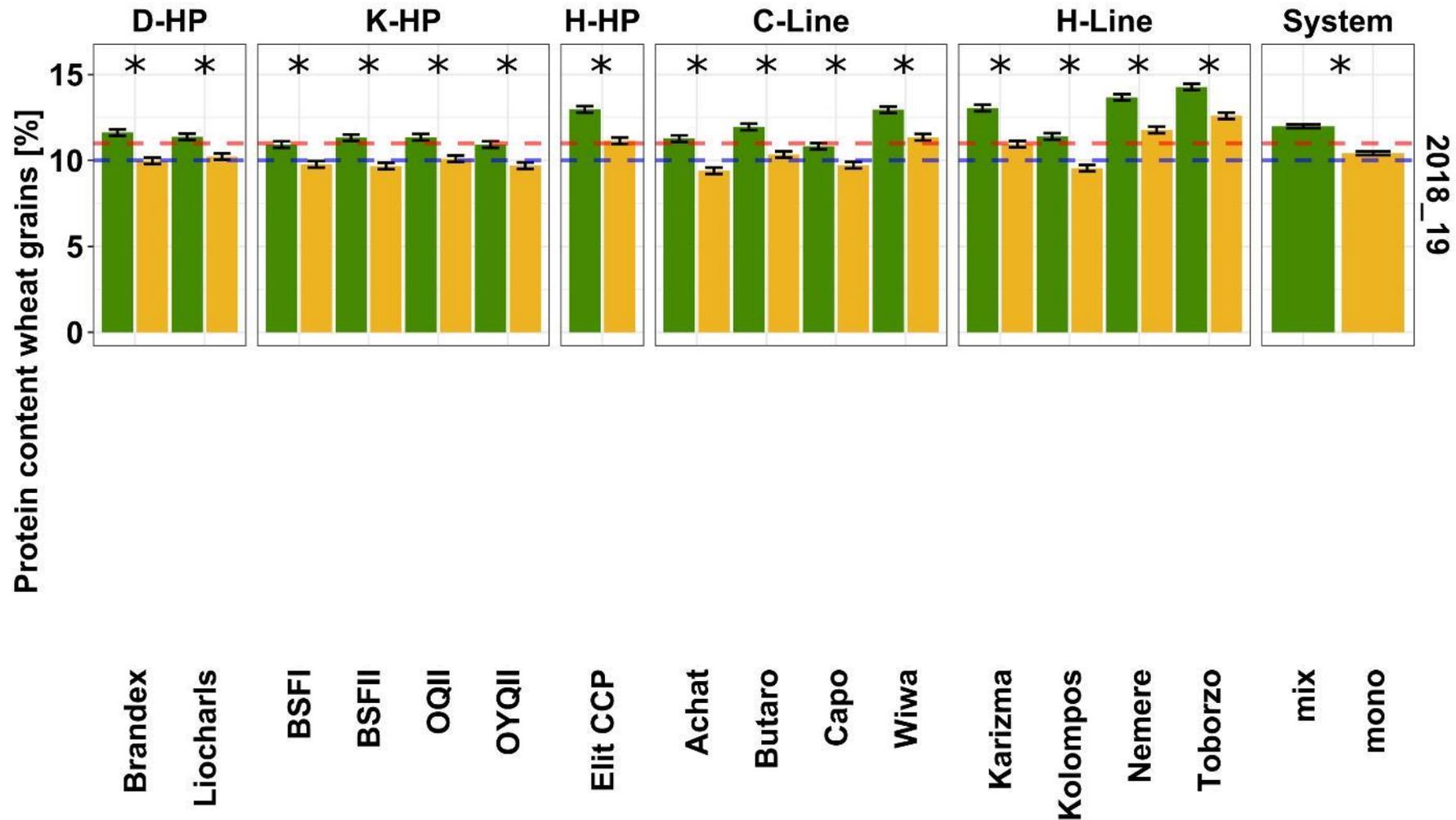


Dr. Helmut Saucke  
Dr. Jan Henrik Schmidt  
Dr. Adnan Šišić  
Dr. Odette Weedon  
Dr. J.P. Baresel  
MSc Stephan Junge  
MSc Simeon Leisch  
MSc Christiane Weiler  
Rainer Wedemeyer  
Mario Plass  
Markus Hammer-Weis  
Jom Deckers  
Gabriel Dry  
**Unzählige Studenten**



# Proteingehalt Weizenkörner: Effekt von Kultursystem und Sorte

Nach Winter Nmin (0-60): 2019 25 kg (keine Düngung)



# Proteingehalt Weizenkörner: Effekt von Kultursystem und Sorte

Nach Winter Nmin (0-60): 2019 25 kg (keine Düngung)

2020 42 kg (20 t/ha Wickroggensilage)

