



## Nachhaltige Proteinversorgung mit Mischkulturen – *Fokus Erbse und Linse*

Seraina Vonzun<sup>a</sup>, Michael Schneider<sup>a</sup>, Anna Blatter<sup>b</sup>, Samuel Wüst<sup>b</sup>, Jürg Hiltbrunner<sup>b</sup> & Monika M. Messmer<sup>a</sup> <sup>a</sup>FiBL <sup>b</sup>Agroscope

Ackerbautag, 25. Januar 2024



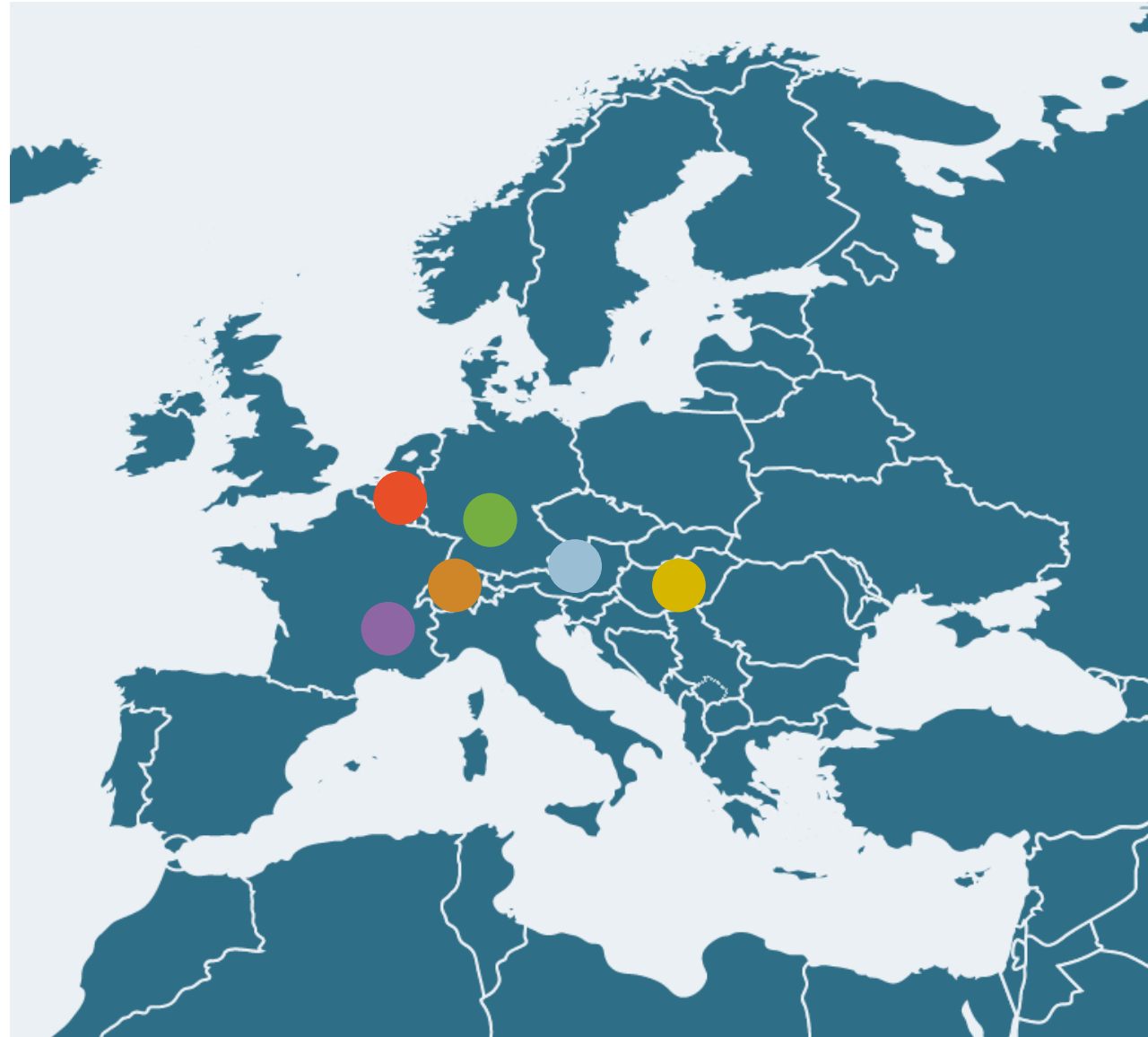
# FiBL Schweiz mit Standorten in Frick & Lausanne

- Gegründet 1973
- 350 Mitarbeitende
- Forschung, Beratung, Weiterbildung und Entwicklungszusammenarbeit
- Forschung in moderner Infrastruktur am Standort Frick und auf über 200 Schweizer Biobetrieben



# FiBL Gruppe

- **FiBL Schweiz**  
Gegründet 1973  
350 Mitarbeitende
- **FiBL Deutschland**  
Gegründet 2000  
65 Mitarbeitende
- **FiBL Österreich**  
Gegründet 2004  
36 Mitarbeitende
- **ÖMKI**  
Gegründet 2011  
22 Mitarbeitende
- **FiBL Frankreich**  
Gegründet 2016  
7 Mitarbeitende
- **FiBL Europe**  
Gegründet 2017  
7 Mitarbeitende







## Departemente des FiBL Schweiz

- Bodenwissenschaften
- Nutzpflanzenwissenschaften
- Nutztierwissenschaften
- Agrar- und Ernährungssysteme
- Internationale Zusammenarbeit
- Beratung, Bildung und Kommunikation
- Westschweiz
- Finanzen, Ressourcen & Administration

# Departement für Nutzpflanzenwissenschaften

## Arbeitsschwerpunkte

- Anbautechnik Obst-, Weinbau und Gemüsebau
- Systembezogener Pflanzenschutz
- Biodiversität und Agrarökologie
- Ökologische Pflanzenzüchtung – Sortenprüfungen
- Betriebsmittel und OrganicXseeds





# Züchtung von neuen robusten Sorten mit Einbezug von molekularen Markern und Mikrobiom-Interaktionen



Züchtung Weisse Lupine



Mikrobiom-Forschung



Züchtung für Mischkultur



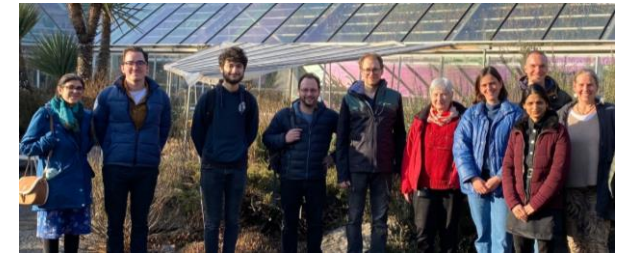
Partizipative Züchtung



Förderung der Saatgutsouveränität



Biosaatgut



**Team Pflanzenzüchtung**  
Arncken Christine, Ferrari Leone, Gfeller Valentin, Klaiss Matthias, Lazzaro Mariateresa, Monika Messmer (Gruppenleitung), Patyi András, Riar Rajwinder K., Romero Ignacio, Schneider Michael, Tröber Florian und Vonzun Seraina

## Warum Mischkulturen?

- Verbesserte Licht-, Wasser und Nährstoffnutzung
- Verbesserte Schädlings-, Krankheits- und Unkrautkontrolle
- Erhöhte Produktivität und Resilienz gegenüber (a)biotischen Stressen
- Reduzierter Einsatz von chemischen und Erdöl-basierten Mitteln
- Verbesserte Ökosystemleistungen

## Inhalt

- Überblick **EU Projekt ReMiX** und die wichtigsten Ergebnisse
- **PROMISE Projekt** – Erbse-Gerste und Linse-Erbse Mischkulturen im Fokus



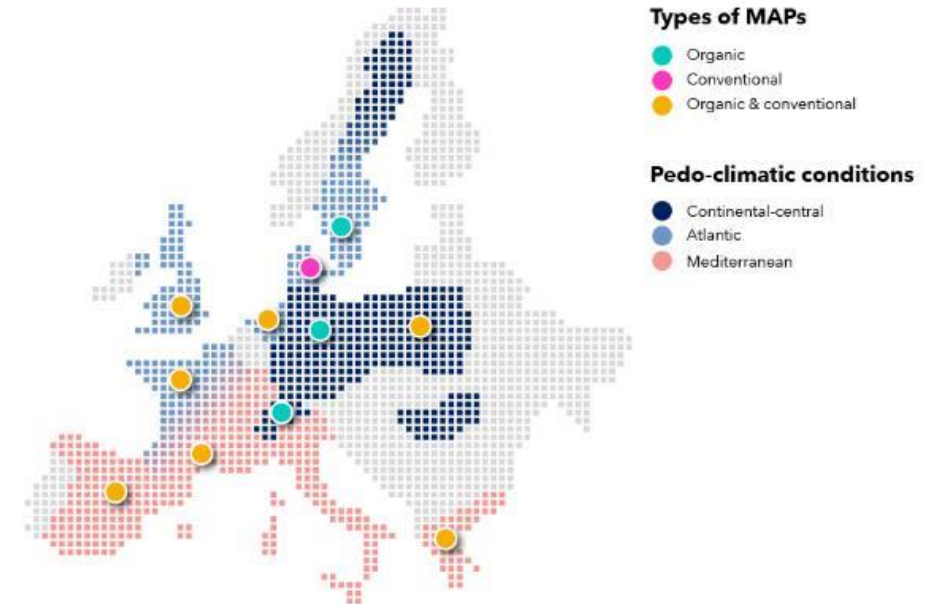




# ReMIX – Neugestaltung Europäischer Pflanzenbausysteme durch Mischkulturen

Projektdauer: 01.05.2017 – 30.04.2021

Projektpartner: 23 Partner in 11 EU-Länder, Schweiz und China



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

- Akzeptanz von Artenmischungen bei Bauern und in der Lebensmittelindustrie stärken
- Mechanismen zwischen Pflanze-Pflanze, Pflanze-Herbivor und Pflanze-Mikroben-Interaktionen ergründen, um Resilienz und Ressourcennutzung zu maximieren
- relevante Pflanzeigenschaften identifizieren und neues Zuchtmaterial sowie Phänotypisierungstechniken entwickeln, welche auf Mischkulturen ausgerichtet sind
- allgemeingültige Regeln für den Mischanbau mittels prozessbasierten Simulationsmodellen entwickeln
- neue Techniken zur Bewirtschaftung von Mischkulturen entwickeln
- Einstellungen und Anforderungen landwirtschaftlicher Maschinen für Ernte und Trennung der Mischkulturen optimieren
- Toolbox, ein lehrreiches "Serious Game" sowie Merkblätter für Landwirte und Beraterinnen entwickeln





# ReMIX

Species mixtures for redesigning  
European cropping systems

## Kurz vorgestellt

- **Getreide und Leguminosen**, zur selben Zeit geerntet sowohl für die menschliche wie auch für die tierische Ernährung
- **Getreide mit nicht geernteten Begleitkulturarten**, die chemische Einsatzstoffe ersetzen können
- **Relay Mischkultur**, mit Untersaat von ein- oder mehrjährigen Leguminosen in den Getreideanbau
  
- **Körnerleguminosen:** Erbse, Weisse Lupine, Linse, Ackerbohne und Soja
- **Futterleguminosen:** Luzerne und Klee
- **Zwischenfruchtanbau:** ein oder mehrjährigen Gräser (z. B. Raigrass)
- **Getreide:** Brot- und Durum- Weizen, Gerste, Triticale, Hafer und Mais
- **Andere:** Raps und Sonnenblume



- **Mischkulturanbau** - Neu gestaltete Anbaustrategien für **Nahrungsmittelproduktion und Umweltsystemleistungen**
- **Beitrag** des Mischkulturanbaus zu **Reduzierung von Pestiziden**
- **Verringerung von** Nährstoffverlusten und Düngerbedarf
- **Mischkulturanbau im ökologischen Landbau**, eine Lösung zur Steigerung der Flächen-Produktion
- **Maschinen:** Lösung für das Ernten und Trennen von Getreide/Leguminosenmischungen



- ✓ RE-DESIGN mit mehr Arten zur Bereitstellung mehrerer Ökosystemleistungen sind notwendig
- ✓ Es besteht Optimierungsbedarf in der Artenzusammensetzung und dem Management
- ✓ Skalierung und Anpassung an Landschaft, Anbausystem, Fruchtfolge, Verarbeitung und die Lebensmittelkette sind entscheidend um Mischkultur zu implementieren
- ✓ Es ist wichtig den Mehrwert den Landwirte\*innen und Verarbeiter\*innen zu vermitteln
- ✓ Modellierung ist ein **NOTWENDIGES WERKZEUG** für die Suche nach optimalen Lösungen



- Mischanbau Linse – Weizen Mischkultur in Süd-Frankreich <https://organic-farmknowledge.org/de/tool/39732>
- Mischanbau Linse - Hafer in Deutschland <https://organic-farmknowledge.org/de/tool/39716>
- Standortsspezifische Optimierung der Aussaatdichte bei Mischkulturen <https://organic-farmknowledge.org/de/tool/39714>
- Verbesserung der Proteingehalte in Getreide durch Mischanbau mit Körnerleguminosen <https://organic-farmknowledge.org/de/tool/39673>
- Test auf Bodenmüdigkeit <https://organic-farmknowledge.org/de/tool/41891>
- Living mulch zur Unkrautunterdrückung der Hauptkultur
- Optimierung der Mischkulturen für Bestäubungsförderung
  - <https://www.remix-intercrops.eu/Downloads/Practice-Abstracts-1-12>
  - <https://www.remix-intercrops.eu/Downloads/Practice-Abstracts-13-29>







# PROMISE

## Nachhaltige Proteinversorgung mit Mischkulturen in der Schweiz – *Erbse und Linse im Fokus*

Projektdauer: 01.01.2020 – 31.01.2024

### Projektpartner



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
**Agroscope**

### Finanzierung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



**FiBL**



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
**Agroscope**



# PROMISE

Nachhaltige Proteinversorgung  
mit Mischkulturen





# Ausgangslage

- **Nachfrage nach nachhaltig produziertem, pflanzenbasiertem Protein steigend**
  - sei es für die Human- oder Tierernährung
  - Importe steigend während Anbaufläche in der Schweiz +/- stagniert
  - Potential für Ausweitung der Anbaufläche wäre gegeben
- Beginnend mit **2022** darf in der **Wiederkäuerfütterung auf Biobetrieben ausschliesslich biozertifiziertes, einheimisches Futter eingesetzt werden.**
- Sich **ändernde Bedingungen** führen **zur Anbauevaluation weiterer Körnerleguminosen** (z.B. Linsen, Kichererbsen) in der Schweiz
  - Auswahl an Körnerleguminosenarten künftig eventuell grösser
- **Anbaupausen von bis zu 10 Jahren werden empfohlen**, um zu verhindern, dass sich Pathogene anreichern und es zur gefürchteten «Bodenmüdigkeit» kommt
- **Herausforderungen / Hinderungsgründe beim Körnerleguminosenanbau**

# Ausgangslage



Geringe Unkrautunterdrückung  
in Reinbeständen (v.a. im  
Biolandbau)



Lagerung in Reinbeständen  
→ grosse Probleme bei der  
Ernte sowie Ernteverluste



Empfindlicher gegenüber  
Umweltstress → höheres  
Anbaurisiko → grosse Ertrags-  
schwankungen zwischen den Jahren



# Ansatzpunkte des Projektes

Systematische Untersuchung der Mischkultursysteme **Erbse-Gerste und Linse-Erbse** im Vergleich mit dem Reinanbau

- Wiederholte Parzellenversuche von 2020 bis 2022 auf zwei Biobetrieben
- Prüfung verschiedener Sorten auf Mischungseignung

- Standfestigkeit
- Ertragsstabilität
- bodenbürtige Krankheiten (Bodenmüdigkeit)
- Unkrautunterdrückung
- Stickstofffixierung und deren Wirkung auf Mischungspartner und N-Nachlieferung für die Folgekultur









# Feldversuche

## Mischungsverhältnisse im Gemenge:

- Erbsen-Gersten-Mischungen:

80 Erbsen/m<sup>2</sup> + 160 Gersten/m<sup>2</sup>

➤ 80 % Erbse + 40 % Gerste (vom jeweiligen Reinanbau)

- Linsen-Erbсен-Mischungen:

180 Linsen/m<sup>2</sup> + 20 Erbsen/m<sup>2</sup>

➤ 75 % Linsen + 25 % Erbsen (vom jeweiligen Reinanbau)

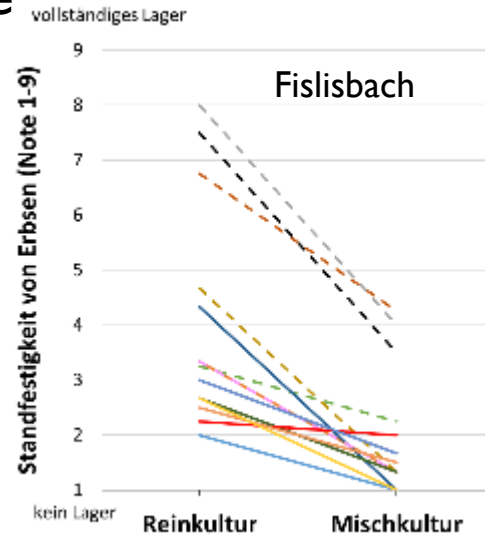


Bild oben: Benedikt Haug

# Resultate Erbse-Gerste - Standfestigkeit

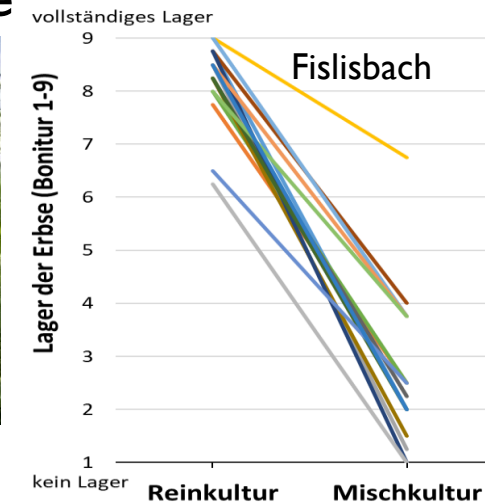
2020

Erbse



2021

Erbse





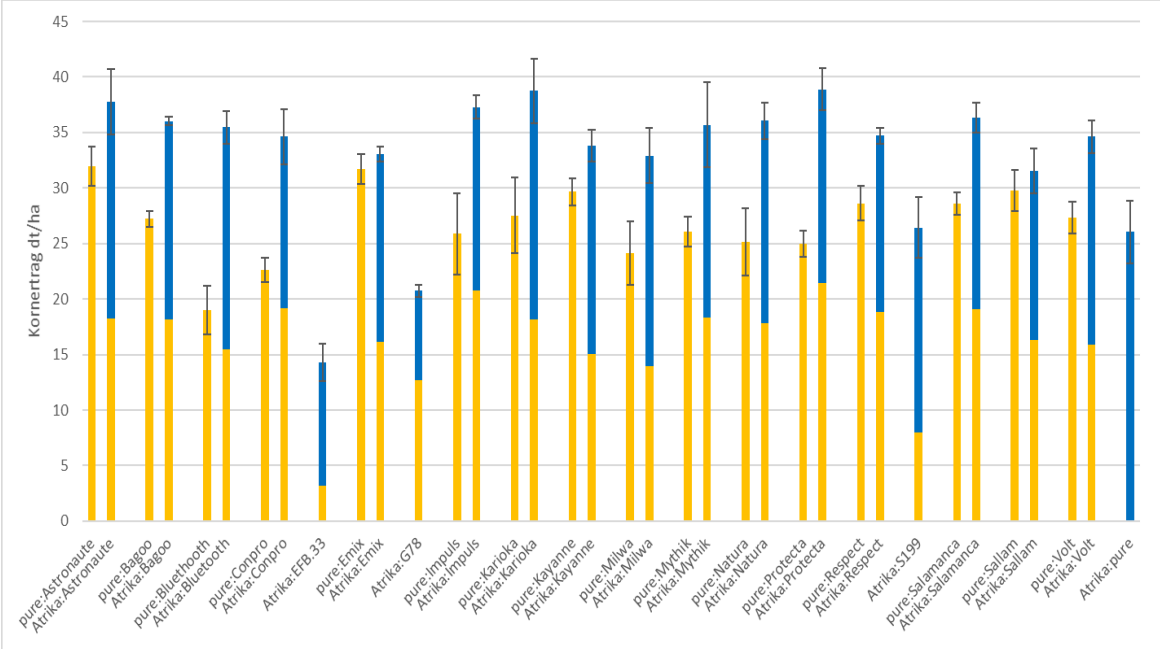
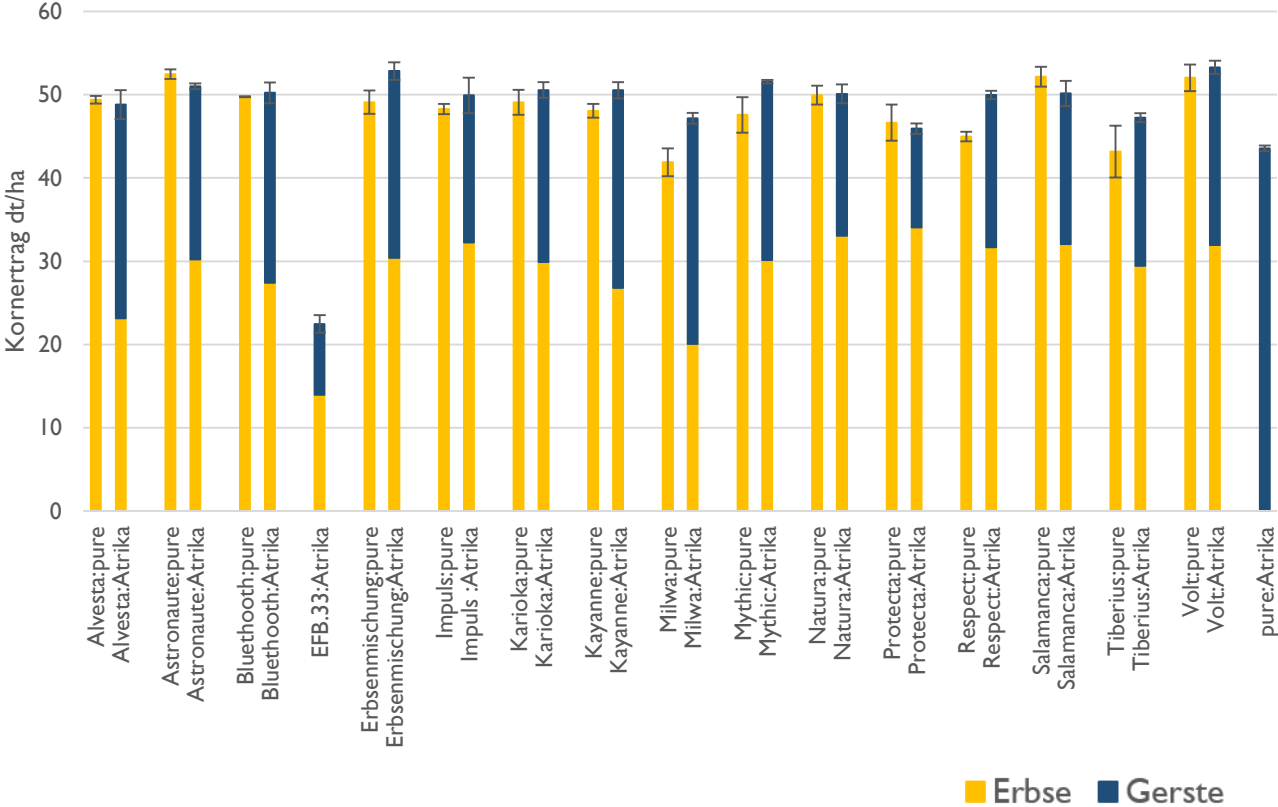
# Kornertrag Erbse und Gerste



Bild: Benedikt Haug

2022

2021



# Proteinertrag / -gehalt Erbse und Gerste

	Fislisbach			Kirchlindach		
	Erbsen rein	Mischkultur	Gerste rein	Erbsen rein	Mischkultur	Gerste rein
<i>Gesamtproteinertrag (dt/ha)</i>	9.6 <sup>a</sup>	7.7 <sup>b</sup>	4.2 <sup>c</sup>	7.2 <sup>a</sup>	6.2 <sup>b</sup>	2.7 <sup>c</sup>
<i>Proteingehalt Erbse (%)</i>	20.1	18.8		22.2	22.8	
<i>Proteingehalt Gerste (%)</i>		12.8 <sup>a</sup>	9.9 <sup>b</sup>		12.1 <sup>a</sup>	10.4 <sup>b</sup>

- Proteingehalt der Erbse wird nicht nennenswert verändert in der Mischung
- Proteingehalt der Gerste erhöht in Mischung
- Stabilere Proteinerträge in der Mischung über die Jahre





# Bodenmüdigkeit – Wurzelbonitur Erbse



Foto LfL



Foto Lukas Wille

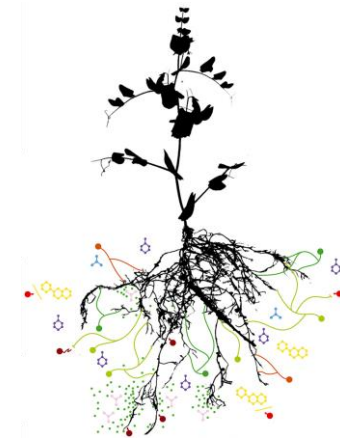
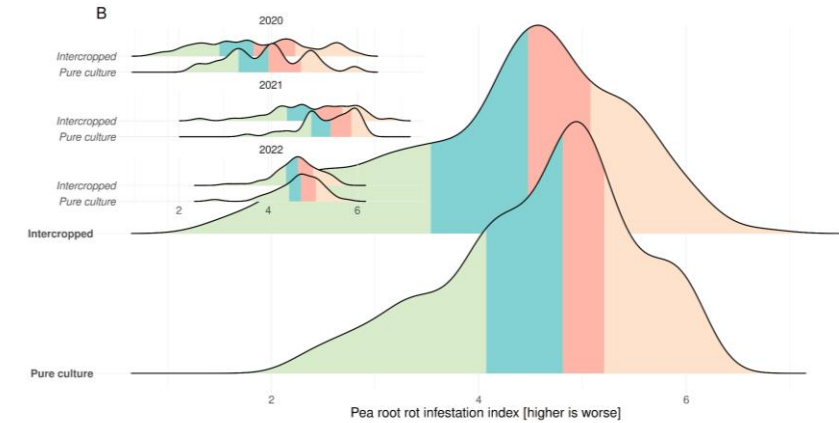
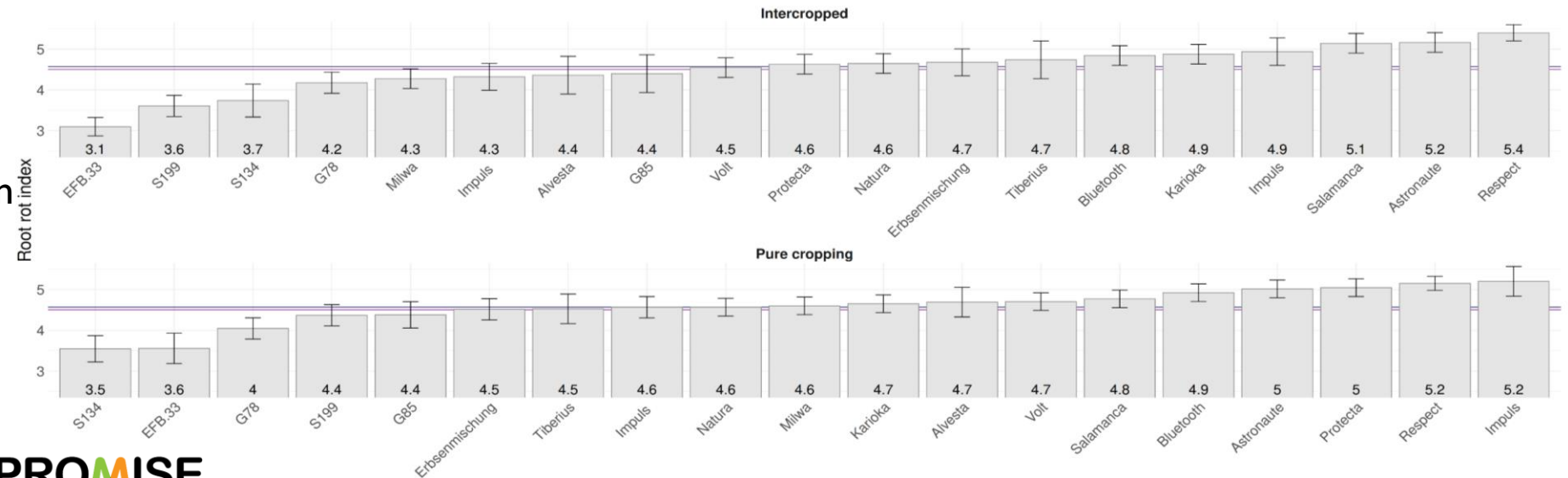


Illustration Lukas Wille



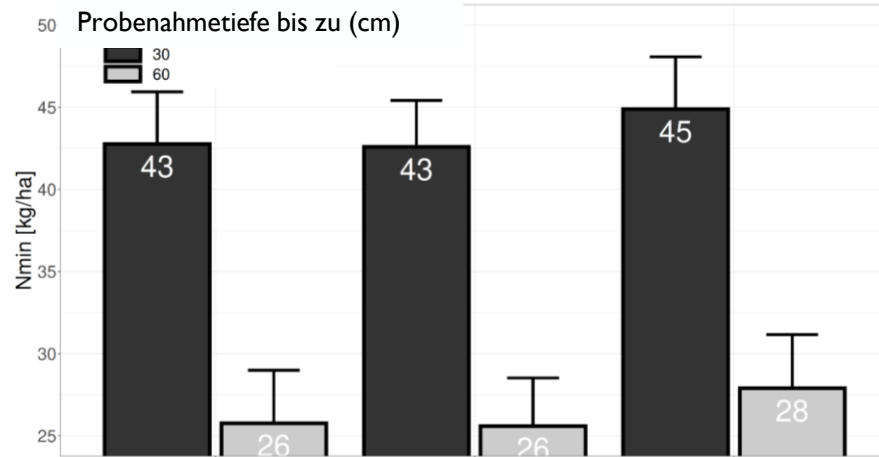
➤ Signifikante Unterschiede der Anfälligkeit der Erbsen

➤ Leicht geringere Anfälligkeit in Mischung

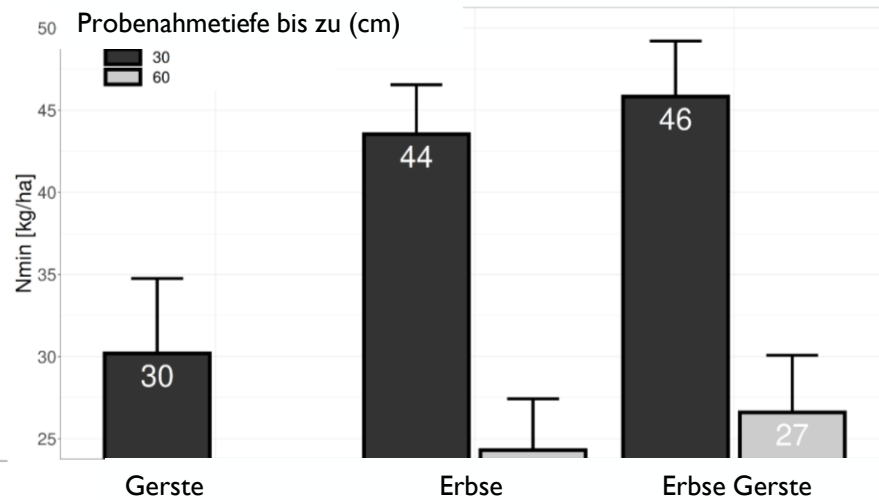


# Boden N Verfügbarkeit und Nachlieferung

## B - Zur Ernte



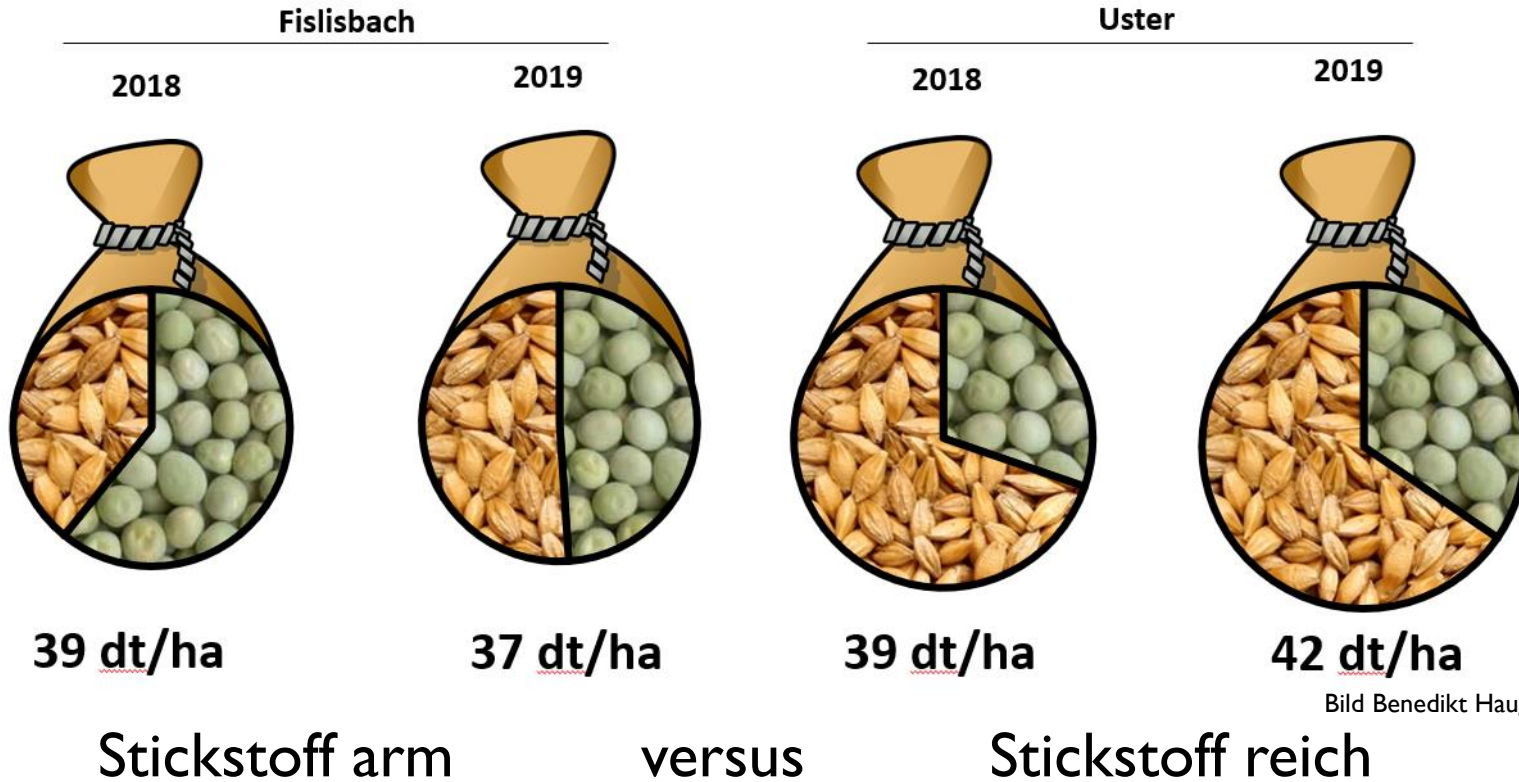
## C - Folgekultur



- Zur Ernte keine grösseren Unterschiede der Stickstoffgehalte
- Zur Folgekultur ist Boden mit der Vorfrucht Gerste weitgehend aufgezehrt → keine oder geringere Mineralisierung von N nach der Ernte.



# Ernteverhältnis von Erbsen-Gersten Mischungen



# Zusammenfassung Erbse-Gerste

Der **Mischanbau** von Erbse mit Gerste ist **dem Reinanbau** auf folgenden Gründen **vorzuziehen**:

- Bessere Ernte durch geringere Lageranfälligkeit
- Stabilere Korn- und Proteinerträge
- Proteingehalt der Gerste erhöht in Mischung
- Bessere Nährstoffnachlieferung
- Leicht geringere Wurzelfäule Anfälligkeit
- (Höhere Deckungsbeitragsstabilität über Jahre hinweg: nur für in der Schweiz berechnet)

**Was gilt es zu beachten?**

- Auswahl der passenden Erbsensorte wichtig
- Auswahl Standort: Stickstoffarm
- Vorzeitige Abklärung: Trocknung und Trennungseinrichtungen für das Erntegut vorhanden





# Herausforderungen im Linsenbau

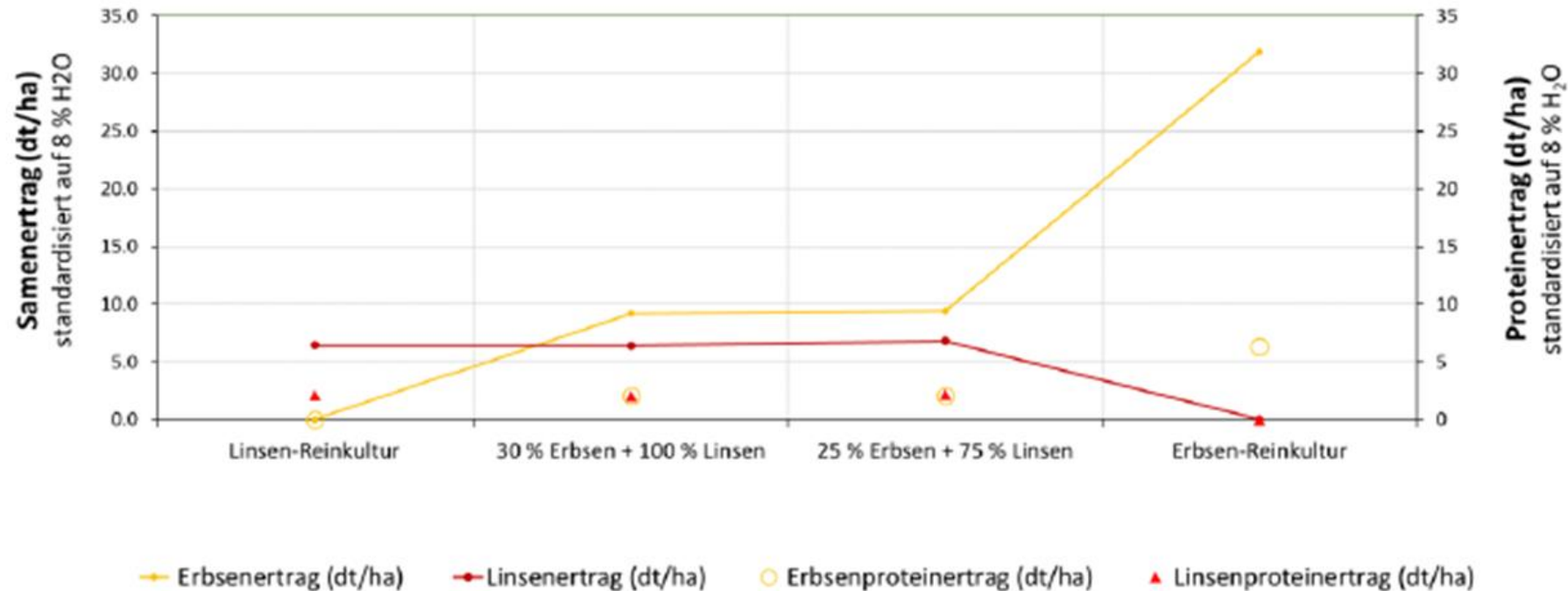
- Langsame Jugendentwicklung → Unkrautmanagement wichtig
- Schlechte Standfestigkeit → erschwerte Ernte
- Grosse Ertragsschwankungen
- Inhomogene Abreife → Festlegung Erntetermin schwierig
- Aufarbeitung des Erntematerials aufwändig, da Erdklumpen/Steine bei Reinsaat beziehungsweise Trennungsaufwand bei Mischkultur

## In Mischung mit der Erbse

Zwei Leguminosen zeitgleich im Feld → bessere Voraussetzung für glutenfreie Linsen & Vorteile in der Bewirtschaftung

# Optimales Mischungsverhältnis – Linse mit Erbse

Fislibach Zusatzversuch (2021)



- Optimales Mischungs-verhältnis: 180 Linsen + 20 Erbsen pro m<sup>2</sup>  
75 % Linsen + 25 % Erbsen (vom jeweiligen Reinanbau)



# Übersicht: Mittelwert Linsenertrag & Gesamt-Proteinertrag

Fislisbach	2020		2021		2022	
	Mischung	Reinsaat	Mischung	Reinsaat	Mischung	Reinsaat
Linsenertrag in dt/ha	7.9	8.5	5.8	5.6	15.8	18.2
Gesamtprotein- ertrag in dt/ha	3.4 (davon 2.4 Linsen)	2.5	3.5 (davon 1.8 Linsen)	1.8	8.0 (davon 4.4 Linsen)	5.1

Kirchlindach	2020		2021		2022	
	Mischung	Reinsaat	Mischung	Reinsaat	Mischung	Reinsaat
Linsenertrag in dt/ha	-	-	5.8	4.6	11.1	14.5
Gesamtprotein- ertrag in dt/ha	-	-	2.0 (davon 1.7 Linsen)	1.4	5.1 (davon 2.9 Linsen)	3.8



# Verbesserte Standfestigkeit von Linsen durch Erbsen



Die Standfestigkeit von Linsen wurde durch die Erbsen bereits im frühen Stadium positiv beeinflusst (rechts) im Vergleich zur Linsenreinkultur (links)



Stark lagernde Linsen-Reinkultur (links) und standfeste Erbsen-Linsen-Mischung (rechts) kurz vor der Ernte



# Bodenmüdigkeit – Wurzelbonitur Linse



Erbse Respect

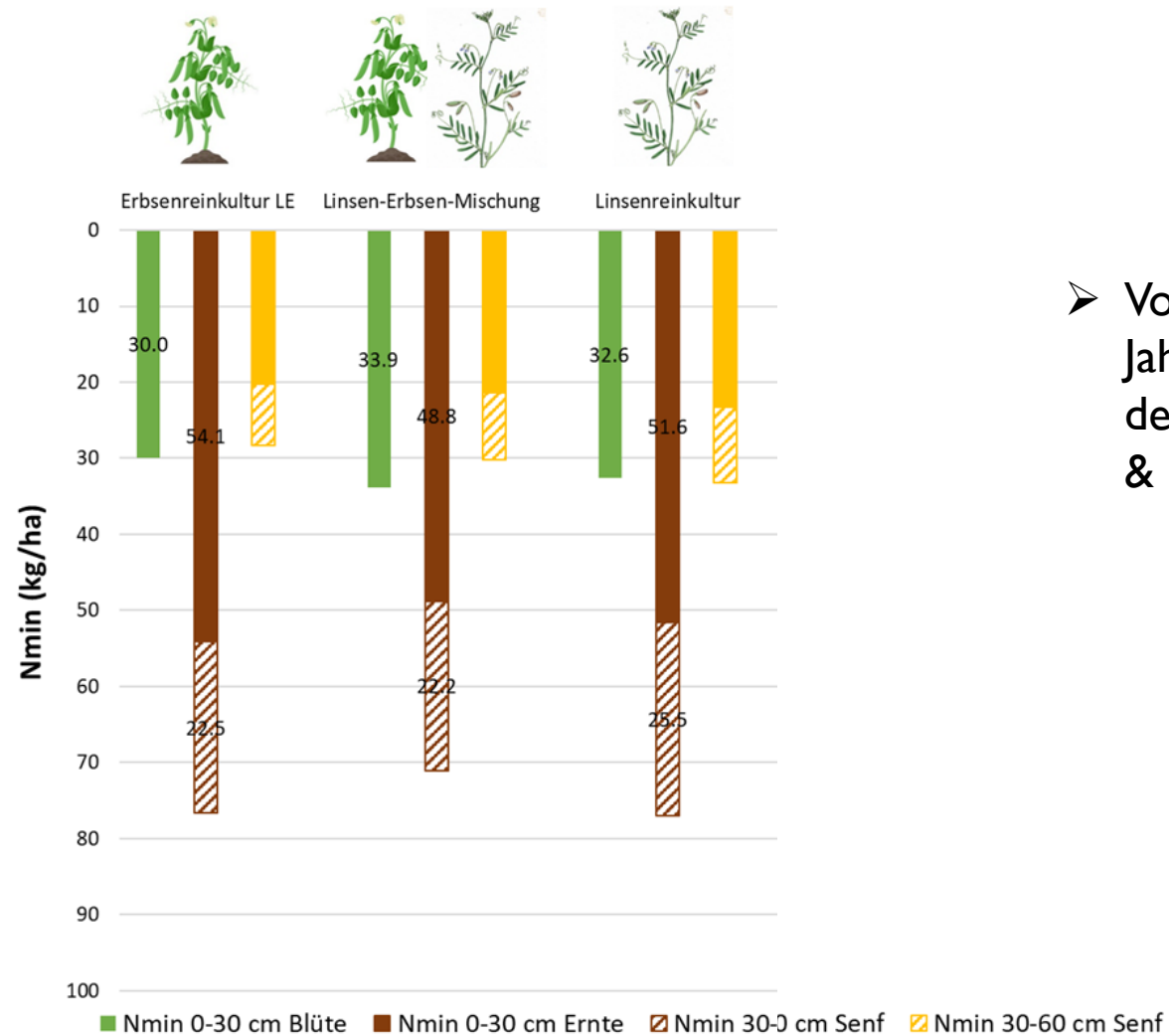
Erbse Protecta

Linse Anicia

- Linsen wiesen auf dem mit Pathogenen belastetem Boden weniger Wurzelfäulesymptome auf als Erbsen

Sorte	Kulturart	Wurzelbonitur [Note] Mischung	Wurzelbonitur [Note] Reinkultur
Bluetooth	Eiweisserbse ( <i>Pisum sativum</i> )	4.8 ab	5.0 a
Impuls	Eiweisserbse ( <i>Pisum sativum</i> )	4.7 ab	4.7 a
Milwa	Eiweisserbse ( <i>Pisum sativum</i> )	4.7 ab	5.7 a
Mythic	Eiweisserbse ( <i>Pisum sativum</i> )	5.0 ab	4.7 a
Protecta	Eiweisserbse ( <i>Pisum sativum</i> )	4.3 a	4.7 a
Respect	Eiweisserbse ( <i>Pisum sativum</i> )	5.5 b	5.3 a
Anicia	Linse ( <i>Lens culinaris</i> )	1.9 A	1.3 A
Dimitra	Linse ( <i>Lens culinaris</i> )	2.1 A	2.3 A

# Boden N Verfügbarkeit und Nachlieferung



➤ Vorfruchtwirkung: je nach Jahr/Sorte 58-83 kg N/ha nach der Ernte im Boden (Reinkultur & Mischung mit Erbse)



# Zusammenfassung Linse-Erbse

- Optimales Mischungsverhältnis: 180 Linsen + 20 Erbsen pro m<sup>2</sup> → 75 % Linsen + 25 % Erbsen (vom jeweiligen Reinanbau)
- Mischungen mit Erbsen verbessern die Standfestigkeit der Linsen
- Höherer (Protein-)Ertrag der Linsen pro Fläche bzw. Systemertrag erzielbar als in Reinkultur
- Linsen auf mit Pathogenen belastetem Boden weniger Wurzelfäulesymptome als Erbsen
- Vorfruchtwirkung: je nach Jahr/Sorte 58-83 kg N/ha nach der Ernte im Boden (Reinkultur & Mischung mit Erbse)





# Offene Fragen zum Anbau von Körnerleguminosen im Mischanbau

- Mechanisierung (z.B. spezielle Sämaschinen mit verschiedenen Ablagetiefen und separaten Säkasten, Reinigungs- und Trennungseinrichtungen für das Erntegut)
- Einfluss auf die Fruchtfolgekrankheiten und einzuhaltende Anbaupausen
- Befall durch Schädlinge und Pilze durch den vermehrten Anbau von Leguminosen
- Abstimmung der Abreifetermine durch die Wahl der Sorten
- Züchtung und Sortenprüfung von Körnererbsen, Linsen usw. mit besserer Winterhärte.
- Prüfung weiterer geeigneter Mischungspartner für Lupinen, Soja, Platterbse, Linse..





# Nachhaltige Proteinversorgung mit Mischkulturen – *Fokus Erbse und Linse*



@FiBL

@FiBLBreeding

**Seraina Vonzun (seraina.vonzun@fibl.org)**

## Kontakt

Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL  
Ackerstrasse 113, Postfach 219  
5070 Frick  
Schweiz

Telefon +41 62 865 72 72  
Fax +41 62 865 72 73

[info.suisse@fibl.org](mailto:info.suisse@fibl.org)  
[www.fibl.org](http://www.fibl.org)