Bundesministerium
für Landwirtschaft, Ernährung
und Heimat

BÖL
BUNDESPROGRAMM
ÖKOLOGISCHER LANDBAU

Schlussbericht zum Thema

„Verwendung Oekologischer Rohstoffe aus Mischkultur in regionalen Wertschöpfungsketten als Reallabor“

FKZ: 2822OE090

Projektnehmer/Projektnehmerin:

Universität Kassel

Gefördert durch das Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat auf Grund eines Beschlusses des deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau.

Das Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL) hat sich zum Ziel gesetzt, die Rahmenbedingungen für die ökologische Landwirtschaft in Deutschland zu verbessern. Es wird vom Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) finanziert und in der BÖL-Geschäftsstelle in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) in die Praxis umgesetzt. Das Programm gliedert sich in zwei ineinandergreifende Aktionsfelder - das Forschungs- und das Informationsmanagement.

Detaillierte Informationen und aktuelle Entwicklungen finden Sie unter:

www.bundesprogramm.de
www.oekolandbau.de/forschung

Wenn Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich bitte an:

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
Bundesprogramm Ökologischer Landbau
Deichmanns Aue 29
53179 Bonn
Tel.: 0228-6845-3280
E-Mail: boel-forschung@ble.de

VORWERTS.
Verwendung Oekologischer Rohstoffe aus Mischkultur in regionalen Wertschöpfungsketten als Reallabor

Gefördert durch:
Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projektträger
Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

Abschlussbericht (01.07.2023 – 31.10.2026)

VORWERTS

Verwendung Oekologischer Rohstoffe aus Mischkultur in regionalen Wertschöpfungsketten als Reallabor

Förderkennzeichen: 2822OE090

Laufzeit: 7/2023 – 10/2026 (40 Monate)

Projektleitung: *Prof. Dr. Detlev Möller* (BWL)
Universität Kassel
FB Ökologische Agrarwissenschaften, FG Betriebswirtschaft
Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen, Tel. 05542 981330
vorwerts@uni-kassel.de

Projektkoordinatorin: *Dr. Odette Weedon* (FÖP)
Universität Kassel
FB Ökologische Agrarwissenschaften, FG Ökologisscher Pflanzenschutz
Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, Tel. 05542 981572
odetteweedon@uni-kassel.de

Projektpartner: *Dr. Benedikt Jahnke* (ALM)
Universität Kassel
FB Ökologische Agrarwissenschaften, FG Agrar- und Lebensmittelmarketing
Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen, Tel. 05542 981331
jahnke@uni-kassel.de

Anke Kähler & Peter Plaumann (AEW) (im Unterauftrag)
Atelier Ernährungswende gUG
Bergstr. 50, 30890 Barsinghausen, Tel. 05105 520220
p.plaumann@atelier-ernaehrungswende.org

Kurzfassung

VORWERTS – Verwendung Oekologischer Rohstoffe aus Mischkultur in regionalen Wertschöpfungsketten als Reallabor

Dr. Odette Weedon (FG Ökologischer Pflanzenschutz), Dr. Benjamin Blumenstein (FG Betriebswirtschaftslehre), Dr. Ronja Hüppe, Dr. Benedikt Jahnke (FG Agrar- und Lebensmittelmarketing), Anke Kähler und Peter Plaumann (Atelier Ernährungswende gUG)

Kontakt: Universität Kassel – FG Betriebswirtschaft, Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen
Email: Dr. Odette Weedon odetteweedon@uni-kassel.de

Das VORWERTS-Projekt untersuchte von 07/2023 bis 10/2026 das agronomische, technische und wirtschaftliche Potenzial von Weizen-Erbsen-Mischkulturen im ökologischen Landbau sowie deren Vermarktung in regionalen Bio-Wertschöpfungsketten. Die Untersuchungen umfassten zwei Anbausaisons mit anschließenden Backkampagnen unter Praxisbedingungen. Landwirtschaftliche Betriebe, Mühlen, Bäckereien und Verbraucher*innen wurden im Rahmen eines partizipativen Reallaboransatzes einbezogen.

Winterweizen-Erbsen-Mischkulturen zeigen ein hohes Potenzial. Gegenüber Reinkulturen wurden Vorteile bei der Landnutzungseffizienz und teilweise höhere Gesamterträge festgestellt. Die Backqualität des Weizens blieb weitgehend erhalten. Auch wirtschaftlich schnitten Wintermischkulturen besser ab als Sommermischkulturen. Eine Herausforderung bleibt die Trennung von Weizen und Erbsenbruchstücken, die angepasste Ernte- und Reinigungsverfahren erfordert.

Die ökonomische Modellierung ergab für Wintermischkulturen im Basisszenario eine höhere Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistung als für den reinen Weizenanbau. Sommermischkulturen waren hingegen weniger wirtschaftlich. Maßgeblich sind Erträge, Produktpreise, Proteingehalte und betriebliche Kostenstrukturen. Einsparpotenziale bestehen unter anderem durch geringeren Dünge- und Beikrautregulierungsaufwand.

Die Konsumentenforschung untersuchte die Akzeptanz und Vermarktung von Mischkultur-Backwaren sowie Erfolgsfaktoren regionaler Bio-Wertschöpfungsketten. Vertrauen, Verbindlichkeit und transparente Kommunikation erleichtern langfristige Kooperationen. Die Befragungen in Bäckereien zeigten eine positive Einstellung gegenüber Mischkulturprodukten. Eine erfolgreiche Vermarktung erfordert eine Produktneueinführung, eine klare Botschaft sowie motiviertes und geschultes Verkaufspersonal sowie die Abstimmung mit den Akteuren entlang der Wertschöpfungskette.

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse das Potenzial insbesondere von Winterweizen-Erbsen-Mischkulturen. Für ihre Etablierung sind optimierte Anbau-, Ernte- und Aufbereitungsverfahren, abgestimmte Kooperationen, verlässliche Absatzstrukturen und transparente Verbraucherkommunikation erforderlich.

Abstract

VORWERTS – Making use of organic raw materials from intercropping in regional value chains – a living lab

Dr. Odette Weedon, Dr. Benjamin Blumenstein, Dr. Ronja Hüppe, Dr. Benedikt Jahnke, Anke Kähler und Peter Plaumann (Atelier Ernährungswende gUG)

Contact: University of Kassel – Faculty of Organic Agricultural Sciences (Section of Business Administration), Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen
Email: Dr. Odette Weedon odetteweedon@uni-kassel.de

The VORWERTS-project investigated the agronomic, technical, economic and marketing potential of wheat-pea intercropping in seven regional value chains throughout Germany. The evaluation of intercropping covered two growing seasons (2023/24 and 2024/25), followed by baking campaigns under real world conditions. Farms, mills, bakeries and consumers were involved through a participatory living-lab approach.

Winter wheat-pea intercrops show considerable potential. Compared with sole crops, they demonstrated advantages in land-use efficiency and, in some cases, higher total yields. The baking quality of the wheat was largely maintained. Winter intercrops also performed better economically than summer intercrops. However, separating wheat from broken pea residues remains a challenge and requires adapted harvesting and grain sorting methods and suggestions on regulatory changes regarding grain impurities are a major leverage to improve adoption of intercropping and improve grain sorting efficiency.

The economic modelling showed that, in the baseline scenario, winter intercrops achieved higher returns after direct costs and labour costs than sole wheat cultivation. Summer intercrops, by contrast, were less profitable. Key factors include yields, product prices, wheat baking quality (protein content) and farm cost structures. Potential cost savings include reduced expenditure on fertilisation and weed control.

Consumer research examined the acceptance and marketing of baked goods made from wheat from intercropping, as well as success factors for regional organic value chains. Trust, reliability and transparent communication facilitate long-term cooperation. Surveys conducted in bakeries indicated a positive attitude towards intercrop products. Successful marketing requires a launch of a new product, a clear message, motivated and trained sales staff, and coordination with stakeholders along the value chain.

Overall, the results highlight the potential of winter wheat-pea intercrops in particular. Their implementation requires optimised cultivation, harvesting and processing methods, coordinated partnerships, reliable sales channels and transparent consumer communication.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung ii
Abstract iii
1. Einführung 1
1.1. Gegenstand des Vorhabens 1
1.2. Ziele und Aufgabenstellungen des Projekts, Bezug des Vorhabens zu den Zielen des BÖL und zu Bekanntmachung Nr. 28/21/31 1
1.3. Planung und Ablauf des Projektes (Meilensteine) 4
2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde 7
3. AP 2 Agronomie, technische Reinigung, Mahl- und Backeigenschaften 10
3.1. Material und Methoden 10
3.1.1. Agronomie und Qualitätsparameter für Backweizen 10
3.1.2. Technische Korntrennung und Reinigung 11
3.1.3. Mahl- und Backeigenschaften 11
3.2. Ausführliche Darstellung und Diskussion der wichtigsten Ergebnisse 12
3.2.1. Agronomie und Qualitätsparameter für Backweizen 12
3.2.2. Technische Korntrennung und Reinigung 17
3.2.3. Mahl- und Backeigenschaften 21
4. AP 3 Systemanalyse, ökonomische Modellierung, Szenarien- und Risikoanalyse 28
4.1. Systemanalyse 28
4.1.1. Literaturanalyse 28
4.1.2. Verfahrensschritte des Mischkulturanbaus 29
4.1.3. Trocknung und Trennung des Ernteguts 30
4.1.4. Umfeldanalyse 32
4.1.5. Preisanalyse 34
4.2. Ökonomische Modellierung 34
4.2.1. Vergleichende Kosten-Leistungs-Rechnung von Rein- und Mischkulturanbau 35
4.2.2. Kostenabschätzung Aufbereitung 36
4.2.3. Innerbetriebliche und nicht-monetäre Leistungen: Fruchtfolge- oder Qualitätseffekte 38
4.3. Risikoanalyse 39
4.3.1. Szenarien- und Sensitivitätsanalyse 39

4.3.2. Stochastische Risikoanalyse 41
5. AP 4 WSK-Analyse, Akteurs- und Konsumentenforschung, Verkaufstests 44
5.1. Methoden 44
5.1.1. Stärken und Schwächen regionaler WSK 44
5.1.2. Verbraucherbefragung am Point of Sale 45
5.2. Ausführliche Darstellung und Diskussion der wichtigsten Ergebnisse 46
5.2.1. Stärken und Schwächen regionaler WSK 46
5.2.2. Partizipative Erarbeitung von Kommunikationsmaterialien 50
5.2.3. Verkaufstests während der Backkampagnen 53
5.2.4. Verbraucherbefragung am Point of Sale 55
6. AP 5 Evaluierung des Reallabors und Entwicklung von Handlungsempfehlungen 63
6.1. Potenziale, Hindernisse und Handlungsempfehlungen für Mischkulturen entlang der Wertschöpfungskette 64
6.1.1. Landwirt*innen 64
6.1.2. Müller*innen 67
6.1.3. Bäcker*innen 69
6.2. Weitere Beiträge zur Evaluierung von Reallaboren 71
7. Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse. 73
8. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen 75
9. Zusammenfassung 83
10. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt 85
10.1. Bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse 85
Literaturverzeichnis 90
Anhang 97

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Nichtgrüne Blattfläche (NGBF in %) für Weizen als Einzelkultur und Weizen in Mischkultur in beiden Versuchsjahren (2024 und 2025). Die Fehlerbalken geben die maximalen und minimalen NGBF-Werte an, die über die 7 Betriebe in den einzelnen Anbausystemen erfasst wurden. 13

Abbildung 2: LER-, NER- und TOI-Werte für die im Herbst (Winterung) und im Frühjahr (Sommerung) ausgesäten Mischkulturen (70 % Aussaatstärke für Weizen und 40 % für Erbsen) in den Versuchsjahren 2024 und 2025. 14

Abbildung 3: Volumenausbeute (cm3/100 g Mehl) sowohl für die RMT- als auch für die praxisorientierten (optimierte Backversuche) Backversuche mit Vollkornbrot (Kasten). 23

Abbildung 4: Volumenausbeute (cm3/100 g Mehl) sowohl für die RMT- als auch für die praxisorientierten (optimierte Backversuche) Backversuche mit Mehl Typ 550 (Kleingebäck). 23

Abbildung 5: Ergebnisse der multivariaten Analysen (Napping-Methode) zur Beschreibung der sensorischen Unterschiede und Eigenschaften von fünf Brotproben mit unterschiedlichen Erbsenmehlanteilen (0, 1, 3, 5 und 7%). 24

Abbildung 6: Anteil der Backverhaltensklassen pro Anbausystem (Mono oder Mischung) in beiden Versuchsjahren (2023/24 und 2024/25) für den Rapid-Mix Backtest (RMT) und den praxisbezogenen Backtest (Praxis) für mit Mehl Typ 550 hergestelltes Kleingebäck. 26

Abbildung 7: Anteil der Backverhaltensklassen pro Anbausystem (Mono oder Mischung) in beiden Versuchsjahren (2023/24 und 2024/25) für den Rapid-Mix Backtest (RMT) und den praxisbezogenen Backtest (Praxis) für mit Vollkornmehl hergestelltes Kastenbrot. 26

Abbildung 8: Systemanalyse der agronomischen Effekte des Mischkulturanbaus unter Einbeziehung von Körnerleguminosen und der daraus abgeleiteten ökonomischen Effekte..... 29

Abbildung 9: Schematischer Ablauf der Aufbereitung von Misch- und Reinkultur 31

Abbildung 10: Verfahrensabläufe bei vollständiger Trennung von Weizen und Erbse (A) im Vergleich zur Toleranz eines Erbsenanteils im Weizen (B)..... 32

Abbildung 11: Basisszenario: Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAKfL, €/ha) von Winter- und Sommerweizen-Reinkultur, Winter- und Sommererbsen-Reinkultur und Winter- und Sommerweizen/-Erbsen-Mischung im Vergleich 36

Abbildung 12: Schematischer Ablauf der Aufbereitung von Misch- und Reinkultur am Fallbeispiel. 37

Abbildung 13: Kosten der Aufbereitung abhängig vom Erbsenanteil am Fallbeispiel. 37

Abbildung 14: Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAKfL, €/ha) im Vergleich von Reinkultur Winterweizen mit vermindertem Proteingehalt/Marktpreis gegenüber der Winter-Mischung Weizen-Erbse. 39

Abbildung 15: Änderungen der Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreien Leistung von Reinkultur- und Mischkulturanbau von Weizen und Erbsen im Vergleich bei sich ändernden Preisen der Erbsenvermarktung. 40

Abbildung 16: Ertragsverteilungen Weizen in Rein- und Mischkultur, A) Winterung und B) Sommerung. ... 41

Abbildung 17: Vergleich des Effekts auf die Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistung verschiedener Variablen des Winterweizen-Reinkulturanbaus (A) und des Winterweizen-Wintererbse-Mischanbaus (B). 43

Abbildung 18: Darstellung der Kommunikationsmaterialien in den Bäckereien, Backkampagne 2026. ©li, mi: Das Backhaus Göttingen; re: A. Holley, ... 45

Abbildung 19: Die theoretischen Dimensionen des Relational View und die Überschneidung mit den inhaltlichen Themen Preis und Qualität in der WSK „Backgetreide“ (eigene Darstellung). 48

Abbildung 20: Arbeit in Kleingruppen während des partizipativen Workshops in Witzenhausen. 50

Abbildung 21: Im Rahmen des Projekts entwickelte Brottüte (li.), Plakate und Regalwobbler (re.) für die Backkampagne 2025. 51

Abbildung 22: Überarbeitete Thekenaufsteller (li.) und Regalwobbler (re.) für die Backkampagne 2026..... 53

Abbildung 23: Beispielverlauf eines Verkaufstests mit Intervention Ende Woche 4. 54

Abbildung 24: Beispiel einer Bäckerei mit Produktneueinführung. Anzahl verkaufter Baguettes pro Woche. Roter Kasten: Zeitraum der Verkostung. 54

Abbildung 25: Die drei wichtigsten Kaufkriterien für herzhafte Backwaren (Mehrfachantworten möglich, N = 1444)..... 57

Abbildung 26: Die vier Käufersegmente auf Basis der drei Faktoren „pro Bio-LM“, „pro handwerklich-regionale LM“ und „umweltfreundliches Einkaufsverhalten“..... 59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Chronologischer Überblick über die Arbeitspakete und Meilensteine im VORWERTS-Projekt. 4

Tabelle 2: Betriebscodierung und Standorte für die Winterung und Sommerung. 10

Tabelle 3: Sechs Mischungsvarianten mit unterschiedlichen Erbsenanteilen zur Analyse des Mineralstoffgehalts und der Wasseraufnahmefähigkeit des Mehls sowie zur Verwendung in den Backversuchen. 11

Tabelle 4: Durchschnittliche saisonale Temperaturen und Gesamtsaisonale Niederschlagsmengen für die Vegetationsperioden (Winterung: September bis August; Sommerung: März bis August). Die Höhe über dem Meeresspiegel ist ebenfalls für jeden Betrieb angegeben. 13

Tabelle 5: Mittlere Kornerträge (t/ha) für Weizen und Erbsen in Reinkultur (100 % Aussaatstärke) und in Mischung (70 % Aussaatstärke für Weizen und 40 % für Erbsen) für Winter- und Sommerkulturen in 2024 und 2025. 14

Tabelle 6: Qualitätsparameter für Backweizen, darunter Proteingehalt (%), Feuchtkleber (%) und Sedimentation (ml), für jeden Betrieb im Rein- und Mischanbausystem in beiden Versuchsjahren. Die fett und grün hervorgehobenen Werte aus dem Mischanbau weisen auf einen höheren Wert für den jeweiligen Parameter bei dem jeweiligen Betrieb hin (MW – Mittelwert). 16

Tabelle 7: Anteile (%) an ganzen Erbsen, Erbsenbruch, Schwarzbesatz und Gesamt Schwarzbesatz (Schwarzbesatz + alle Erbsenfraktionen) sowie Anteile an Fremdkörner (Getreide) und Gesamt Fremdkörner (Fremdgetreide + alle Erbsenfraktionen) aus der Korntrennung im Betrieb in der Saison 2023/24. 18

Tabelle 8: Anteile (%) an ganzen Erbsen, Erbsenbruch, Schwarzbesatz und Gesamt Schwarzbesatz (Schwarzbesatz + alle Erbsenfraktionen) sowie Anteile an Fremdkörner (Getreide) und Gesamt Fremdkörner (Fremdgetreide + alle Erbsenfraktionen) aus der Korntrennung im Betrieb in der Saison 2024/25. 19

Tabelle 9: Links: Der Anteil (%) an ganze Erbsen und Erbsenbruch sowie an Schwarzbesatz im Weizen aus der Mischkultur nach der Korntrennung auf den einzelnen Betrieben für beide Versuchsjahre (2024 und 2025). Rechts: Anteile (%) an Erbsenbruch und Schwarzbesatz sowie am Gesamt-Schwarzbesatz (Brucherbse + Schwarzbesatz) nach der abschließenden Korntrennung in der jeweiligen Mühle für beide Versuchsjahre. 20

Tabelle 10: Mineralstoffgehalt des Mehls und Klassifizierung der Mahlprodukte (Mehltypen) für die verschiedenen Mehlbehandlungen. Die Wasseraufnahmefähigkeit des Mehls (%) ist ebenfalls angegeben. 22

Tabelle 11: Volumenausbeute (cm^3/100g Mehl) für den Rapid-Mix Test (RMT) und praxisorientierten und optimierten Test (Praxis) mit Typenmehl 550 (Kleingebäck) und Vollkornmehl (Kastenbrot) in den Versuchsjahren 2024 und 2025. 25

Tabelle 12: Mittlere Vermarktungspreise für die betrachteten Mischungspartner Weizen und Erbse. 35

Tabelle 13: Einsparpotential bei Weizen-Erbse-Mischkultur abhängig vom Dünge- und Beikrautmanagement. 39

Tabelle 14: Simulationsergebnisse der Monte-Carlo-Simulation der Direkt und Arbeitserledigungs-kostenfreien Leistung (DAKfL; €/ha) von Rein- und Mischkulturanbau im Vergleich (Winterung und Sommerung). 42

Tabelle 15: Anzahl der Teilnehmenden in den acht Bäckereien, absolut und in Prozent. 55

Tabelle 16: Sozio-demographische Merkmale der Stichprobe (N = 516). 56

Tabelle 17: Zusammenfassung der Eigenschaften und Faktorladungen für eine Varimax-rotierte Drei-Faktoren-Lösung nach einer Hauptkomponentenanalyse (N=516). 58

Tabelle 18: Zusammenfassung der Eigenschaften und Faktorladungen für eine Varimax-rotierte Drei-Faktoren-Lösung nach einer Hauptkomponentenanalyse (N = 190). 61

Tabelle 19: Wichtigste Vorhaben, die laut Antrag geplant und (verändert) umgesetzt wurden. 76

1. Einführung

1.1. Gegenstand des Vorhabens

Das Forschungsvorhaben VORWERTS untersucht und bewertet die Adoption agrarökologischer Innovation und transformatives Handeln am Beispiel von Weizen-Körnerleguminosen-Mischkultur im Reallabor. Acht regionale Bio-Wertschöpfungsketten werden dazu partizipativ in den Forschungsprozess eingebunden. Das Gesamtziel des Forschungsvorhabens ist es, die Adoption agrarökologischer Innovation und transformatives Handeln am Beispiel von Weizen-Körnerleguminosen-Gemenge zur menschlichen Ernährung unter Praxisbedingungen zu erforschen und optimieren. VORWERTS liefert dabei Anleitungen für die transdisziplinäre Praxisforschung und erarbeitet konkrete Handlungsempfehlungen zur Anwendung und Verbreitung von Weizen-Körnerleguminosen-Mischkulturen in regionalen Bio-Wertschöpfungsketten. Dieser "use case" soll als „Blaupause“ für zukünftige Reallabore und die strukturierte Begleitung einschlägiger agrarökologischer Transformationsprozesse dienen.

Das Gesamtziel von VORWERTS ist folgendermaßen gegliedert:

- Bewertung und Optimierung agrarökologischer Innovation entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Primärerzeugung bis zu den Konsumentinnen und Konsumenten am Beispiel der Mischkultur von Winterweizen und Körnerleguminosen für die Backwarenherstellung
- Bewertung und Optimierung der Produktions- und Verarbeitungsprozesse von Mischkultur-Backweizen entlang der Wertschöpfungskette (Anbau, Ernte, Aufbereitung, Verarbeitung, Vermarktung)
- Untersuchung und Bewertung der öko-funktionalen Intensivierung durch Speisedruschfruchtgemenge und der Potenziale einer Entkopplung der Landnutzungskonkurrenz (Futterproduktion vs. Menschlicher Ernährung) durch Mischkultur
- Etablierung eines praxisnahen Forschungsansatzes zur Analyse und Umsetzung agrarökologischer Innovation in regionalen Bio-Wertschöpfungsketten als sogenanntem „Reallabor“
- Analyse und Förderung transformativen Handelns durch Ko-Produktion von Wissen unter Einbeziehung aller Akteur*innen von der Erzeugung bis zum Endverbrauch.

1.2. Ziele und Aufgabenstellungen des Projekts, Bezug des Vorhabens zu den Zielen des BÖL und zu Bekanntmachung Nr. 28/21/31

Ziele und Aufgabenstellungen des Projekts

Agrar- und Ernährungssysteme stehen vor großen Herausforderungen. Für Ökosystemschutz, Klimaanpassung und Ernährungssicherung spielt die ökologische Land- und Lebensmittelwirtschaft eine zentrale Rolle, da sie ressourcenschonend wirkt und Umwelt sowie Gesellschaft zugutekommt. Eine Ausweitung auf 30 % Ökofläche erfordert jedoch stärkere regionale Strukturen sowie die Entwicklung und Nutzung agrarökologischer Innovationen. Gleichzeitig braucht es höhere Produktivität, die sich mit verbesserten ökologischen Leistungen durch öko-funktionale Intensivierung erreichen lässt. Innovative Ansätze hierzu existieren in der agronomischen Forschung bereits, werden

aber in der Praxis ökologischer Wertschöpfungsketten häufig nicht umgesetzt. Für eine erfolgreiche Transformation sollten gekoppelte Innovationen unter Einbezug sämtlicher Akteur*innen des Ernährungssystems angestrebt und entwickelt werden um die Akzeptanz auf allen Ebenen zu sichern. Ansätze der Forschung und Analyse im sogenannten Reallabor („living lab“) bieten hier Möglichkeiten für erfolgreiche Praxisforschung und Wissenstransfer, um transformatives Handeln besser zu verstehen, stärker anzuregen und zu unterstützen.

VORWERTS ist konzeptionell auf die Stärkung der gesamten ökologischen Wertschöpfungskette auf regionaler Ebene und die Verbreitung von Innovationen zur öko-funktionalen Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion ausgerichtet. Das Gesamtziel des Forschungsvorhabens VORWERTS ist es, die Adoption agrarökologischer Innovation und transformatives Handeln am Beispiel von Weizen-Körnerleguminosen-Gemenge[1] zur menschlichen Ernährung unter Praxisbedingungen zu erforschen und optimieren. VORWERTS liefert dabei Anleitungen für die Durchführung von transdisziplinärer Praxisforschung und erarbeitet konkrete Handlungsempfehlungen zur Anwendung und Verbreitung von Weizen-Körnerleguminosen-Mischkulturen in regionalen Bio-Wertschöpfungsketten. Dieser use case soll als „Blaupause“ für zukünftige, strukturierte Begleitungen einschlägiger agrarökologischer Transformationsprozesse dienen.

Das Gesamtziel von VORWERTS ist folgendermaßen gegliedert:

- Bewertung und Optimierung agrarökologischer Innovation entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Primärerzeugung bis zu den Konsument*innen am Beispiel der Mischkultur von Winterweizen und Körnerleguminosen für die Backwarenherstellung,
- Bewertung und Optimierung der Produktions- und Verarbeitungsprozesse von Mischkultur-Backweizen entlang der Wertschöpfungskette (Anbau, Ernte, Aufbereitung, Verarbeitung, Vermarktung),
- Untersuchung und Bewertung der öko-funktionalen Intensivierung durch Speisedruschfruchtgemenge und der Potenziale einer Entkopplung der Landnutzungskonkurrenz (Futterproduktion vs. menschlicher Ernährung) durch Mischkultur,
- Etablierung eines praxisnahen Forschungsansatzes zur Analyse und Umsetzung agrarökologischer Innovation in regionalen Bio-Wertschöpfungsketten als sogenanntem „Reallabor“, und
- Untersuchung und Förderung transformativen Handelns durch Ko-Produktion von Wissen unter Einbeziehung aller Akteur*innen von der Erzeugung bis zum Endverbrauch.

Zur Erreichung der Ziele werden Aufgabenstellungen bzw. Arbeitsziele definiert und in sechs Arbeitspaketen (AP 1-6) umgesetzt. Die folgenden Arbeitsziele werden im Arbeitsplan beschrieben und durch eine detaillierte Meilensteinplanung (siehe Kap. 3.3) konkretisiert:

- Etablierung von regionalen Bio-Wertschöpfungsketten für Weizen-Körnerleguminosen-Mischkultur (AP 1, 2, 3, 4, 5)
- Analyse und Optimierung von Anbau, Ernte, Aufbereitung, Verarbeitung und Vermarktung der Gemengerohstoffe (AP 1, 2, 3, 4, 5)

[1] Die Begriffe „Mischkultur“ und „Gemenge“ sind i.d.R. synonym. „Gemenge“ bezeichnet häufig aber nicht ausschließlich das Erntegut aus „Mischkultur“, d.h. aus „Gemengeanbau“.

- Betriebswirtschaftliche Analyse und Bewertung von Weizen-Körnerleguminosen-Mischkultur (AP 2, 3)
- Erhebung und Analyse der Einstellungen aller Akteursgruppen inkl. Konsument*innen zu Anbau, Verarbeitung und Vermarktung von Weizen-Körnerleguminosen-Gemengen (AP 2, 4)
- Ableitung von Erfolgsfaktoren für transformatives Handeln in kleinstrukturierten regionalen Bio-Wertschöpfungsketten (AP 4, 5)
- Umsetzung und Etablierung eines Reallabors zur Transformationsforschung auf regionaler Ebene im Agrar- und Lebensmittelsektor (AP 1, 5)

Bezug zu den förderpolitischen Zielen des BÖL und der Bekanntmachung Nr. 28/21/31

In Bezug auf die „Richtlinie zur Förderung von FuE-Vorhaben sowie Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer im ökologischen Landbau“ des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) vom 4. April 2016 verfolgt und fördert VORWERTS mit seiner agronomischen und sozioökonomischen Betrachtung von agrarökologischer Innovation zur öko-funktionalen Intensivierung am Beispiel von Weizen-Körnerleguminosen-Mischkultur v.a. aber nicht ausschließlich:

- übergreifende Themenfelder, insbesondere „Ressourceneffizienz“ und „Erhaltung der biologischen Vielfalt“ durch Mischkultur sowie „Wissenstransfer“ durch partizipative Forschung,
- Themen der pflanzlichen Erzeugung, insbesondere die „Entwicklung stabiler Agrarökosysteme“ und die Weiterentwicklung von „Anbaukonzepten“, „Mischkultursystemen“, „Artgemengen“ und „Fruchtfolgen“ u.a. mit den Zielen „Bodenschutz“, „Nährstoffkonservierung“, „ökosystemarer Pflanzenschutz“, „Optimierung des Nährstoffeinsatzes“ und „nachhaltige Steigerung und Sicherung des Ertrags“,
- Themen der Erfassung und Verarbeitung, u.a. durch die „Erforschung und Weiterentwicklung handwerklicher Verarbeitungsmethoden“ im Bereich Mühle und Bäckerei,
- Themen der Vermarktung ökologischer Produkte, und
- Wirtschaftliche und soziale Rahmenbedingungen bei der Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung, indem „Optimierungspotenziale entlang der Wertschöpfungskette“ sowie das „Verbraucherverhalten“ analysiert werden.

Das Forschungsvorhaben VORWERTS und seine geplante Umsetzung entlang der gesamten Wertschöpfungskette entspricht der Bekanntmachung Nr. 28/21/31 der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) vom 20. Dezember 2021 („Regionale Bio-Wertschöpfungsketten“), in der explizit zur „Analyse und Bewertung von Wertschöpfungsketten“ über „alle Wertschöpfungsstufen bis zu den Verbraucherinnen“ aufgerufen wird. VORWERTS umfasst sämtliche Themenfelder der Bekanntmachung:

- indem Potenziale der regionalen Produktion, Verarbeitung und Vermarktung von ökologischen Rohstoffen aus Mischkultur untersucht und bewertet werden („a. Analyse, Bewertung und Transparenz von Bio-Wertschöpfungsketten und -netzwerken“);
- indem explizit Erfolgsfaktoren und Hemmnisse für die agrarökologische Transformation innerhalb regionaler Bio-Wertschöpfungsketten identifiziert und analysiert werden („b. Kooperation und Netzwerkbildung“), wobei die Resilienz regionaler Bio-Wertschöpfungsketten das Ziel ist;

- indem angepasste Kommunikationsinhalte und -wege gemeinsam mit Praxispartner*innen und Konsument*innen erarbeitet werden („c. Nachfrage nach regionalen Produkten“); und
- indem mit einem transdisziplinären Ansatz der Ko-Kreation (Reallabor) die Kompetenzen aller Akteur*innen gesteigert werden („d. Wissensvermittlung, Kapazitätsausbau“).

1.3. Planung und Ablauf des Projektes (Meilensteine)

Sieben regionale Bio-Wertschöpfungsketten jeweils bestehend aus mindestens einem landwirtschaftlichen Betrieb, sowie einer Mühle und einer Bäckerei – wurden als Reallabor identifiziert und wurden in das VORWERTS-Projekt eingebunden (AP 1). Innerhalb der Praxis wurde die agronomische Leistung und Backqualität von Getreide-Leguminosen-Mischungen im Vergleich zu Reinkulturen bewertet (AP 2). Neben agronomischen Daten und Backqualitäten wurden die technischen Parameter der Trennung und Reinigung von Gemengepartnern untersucht und Optimierungspotenziale identifiziert. Zum ersten Mal wurden auch mögliche phytosanitäre Aspekte in Gemengedruschfrüchten untersucht (Mykotoxinanalysen). Eine ökonomische Analyse der Systeme Rein- und Mischkultur kann der Praxis nun als Entscheidungsunterstützung dienen (AP 3). Erfolgsfaktoren für die Zusammenarbeit in kleinstrukturierten regionalen Bio-Wertschöpfungsketten wurden durch qualitative Methoden untersucht (AP 4). Der Backweizen aus der Mischkultur wurde in zwei Backkampagnen verarbeitet und vermarktet (AP 1) und es wurden Anpassungsbedarfe und Optimierungspotenziale der Verarbeitungsprozesse identifiziert. Mit Verkaufstests und Befragungen wurde die Akzeptanz von Backwaren aus Mischkultur quantitativ bewertet (AP 4). Alle Praxispartner*innen entlang der Wertschöpfungsketten bis zu den Konsument*innen wurden so im Rahmen des Reallabors partizipativ an der Bewertung und der Optimierung von Korntrennung, Reinigung, Backqualität, Vermahlung, Verarbeitung und Vermarktung beteiligt (AP 5).

Tabelle 1: Chronologischer Überblick über die Arbeitspakete und Meilensteine im VORWERTS-Projekt.

	Aktivitäten	2023		2024				2025				2026	
	Projektjahr	1		1		2		2		3		3	
	Quartal	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
BWL	**AP 1 Projektleitung**												
	AP 1.1 Projektkoordination u. Administration	M0											
	AP 1.2 Koordination Praxispartner*innen			M8								M12	
FÖP	**AP 2 Agronomie, Trennung u. Reinigung, Mahl- u. Backqualitätsanalysen**												
	AP 2.1 Agronomische Leistung, Trennung/Reinigung					M7				M11			
	AP 2.2 Mahl-, Back- u. Qualitätsanalysen												
BWL	**AP 3 Systemanalyse, ökonomische Modellierung, Szenarien- u. Risikoanalyse**												
	AP 3.1 Systemanalyse												
	AP 3.2 Ökonomische Modellierung			M5									
	AP 3.3 Szenarien- u. Risikoanalyse												
ALM	**AP 4 Wertschöpfungskettenanalyse, Akteurs- u. Konsumentenforschung, Marketingforschung**												
	AP 4.1 Stärken u. Schwächen regionaler WSK					M6							
	AP 4.2 Erarbeitung v. Kommunikationsmaterialien												
	AP 4.3 Verkaufstests während der Backkampagnen												
	AP 4.4 Verbraucherbefragung am Point of Sale												
BWL + Alle	**AP 5 Reallabor und partizipative Ko-Kreation von Wissen**												
	AP 5.1 Etablierung d. transdisziplinären Zusammenarbeit	M1	M2										
	AP 5.2 Erfahrungswissen für das Reallabor												
	AP 5.3 Partizipative Ergebnisbewertung					M4				M9 M10			M13/14
	AP 5.4 Evaluation des Reallabors												
Alle	**AP 6 Dissemination**												
	Veröffentlichungen und Wissenstransfer			M3									M15

- M0: Das Forschungsvorhaben begann mit dem Kick-Off Meeting, welches erfolgreich am 10.07.2023 in Witzenhausen durchgeführt wurde (07/2023).
- M1: Meilenstein 1 (M1) ist der erste Projektworkshop mit allen Praxispartner*innen, der online am 27.09. 2023 stattfand (09/2023).
- M2: Alle 26 Praxisbetriebe wurden über den Herbst/Winter 2023/24 persönlich besucht und interviewt (01/2024).
- M3: Die *VORWERTS*-Homepage wurde erfolgreich gelauncht (12/2023-02/2024).
- M4: Der erste partizipative Workshop hat mit allen Praxispartner*innen vom 4.-5. Juni 2024 in Witzenhausen stattgefunden. Gemeinsam wurde das Kommunikationsmaterial für die Backkampagnen erarbeitet. Dazu wurde von den Praxispartner*innen die Zielgruppe, mögliche Kommunikationsbotschaften sowie Kommunikationsmedien und -kanäle identifiziert (06/2024).
- M5: In AP 3 wurde das grundlegende LKR-Modell fertig und konnte anschließend genutzt und optimiert werden (08/2025).
- M6: In AP 4 wurde die Auswertung der Fokusgruppen zu Erfolgsfaktoren in fünf regionalen Wertschöpfungsketten abgeschlossen (08/2024).
- M7: Die erste Anbausaison (AP 2) wurde im September 2024 abgeschlossen, alle landwirtschaftlichen Betriebe wurden zweimal besucht und sämtliche Boniturdaten wurden erfasst und die Ernteproben zur Analyse an IGV versendet (09/2024).
- M8: Die Bäckereien erhielten das Gemengemehl, das Kommunikationsmaterial sowie Personalschulungen. Die erste Backkampagne startete am 3. Februar 2025 und lief bis Ende März 2025 (02/2025).
- M9: Nachdem alle landwirtschaftlichen Betriebe, Mühlen und Bäckereien den ersten Wertschöpfungszyklus abgeschlossen hatten, wurden alle Praxiserfahrungen in Gruppendiskussionen bzw. Online-Reflexionsrunden dokumentiert. Die Reflexionsrunde mit den Landwirten hat im Februar 2025 stattgefunden, mit den Mühlen im April 2025 und mit den Bäckereien im Spätsommer 2025 (02-09/2025).
- M10: Im Juni 2025 sollte ein zweiter partizipativer Workshop stattfinden, um gemeinsam mit allen Praxispartner*innen die Zwischenergebnisse zu diskutieren, Handlungsempfehlungen abzuleiten und das Mischkultur-Handbuch zu entwerfen. Aufgrund der wetterbedingt durchwachsenen ersten Anbausaison, der knappen zeitlichen Ressourcen der Praxispartner*innen sowie unterschiedlicher Arbeitsspitzen der drei Akteursgruppen, wurde ein Workshop pro Akteursgruppe nach Abschluss der zweiten Anbausaison durchgeführt. Für die Landwirte hat dieser Workshop im Dezember 2025 stattgefunden, für die Bäckereien im April online und für die Mühlen im Mai 2026, ebenfalls online. Hiermit wurde sichergestellt, dass zum einen genügend Praxispartner*innen teilnahmen und zum anderen die Erfahrungen aus beiden Anbausaisons in die Entwicklung der Handlungsempfehlungen einfließen konnten (12/2025-05/2026).
- M11: Die zweite Anbausaison wurde im September 2025 abgeschlossen und alle landwirtschaftlichen Betriebe wurden zweimal besucht (09/2025).
- M12: Am 2. Februar 2026 startete die zweite Backkampagne und lief bis Ende März 2026. Begleitend dazu fanden nicht wie geplant wiederholt Verkaufstests, sondern eine weitere Kundenbefragung vor Ort in Würzburg und online via QR-Code statt (02/2026).

- M13: Die Dokumentation und Reflexion der Praxiserfahrungen aller Akteur*innen aus dem zweiten Wertschöpfungszyklus ist abgeschlossen (04-05/2026).
- M14: Im Rahmen der Abschlusskonferenz am 25. Juni 2026 in Eichenberg werden die Ergebnisse den Projektpartner*innen, interessierten Praktiker*innen sowie der interessierten Öffentlichkeit vorgestellt. Alle Partner*innen aus Wissenschaft und Praxis ziehen ein Fazit und leiten gemeinsam aus den Ergebnissen Handlungsempfehlungen ab; der Reallabor-Ansatz wird evaluiert (06-07/2026).
- M15: Das Mischkultur-Handbuch wurde in Deutscher und englischer Sprache veröffentlicht (10/2026).

Zusätzliche Leistungen:

- In der Saison 2023/24 wurden zusätzliche Proben an das IGV zur Analyse des Mineralstoffgehalts sowie zu Backversuchen (sowohl Rapid-Mix-Test (RMT) als auch ein praxisorientierter Backversuch) von Typenmehl 550 und Vollkornmehl geschickt, um den Müllern und Bäckern zusätzliche Informationen über die Auswirkungen unterschiedlicher Erbsenanteile im Mehl und das Backverhalten zu liefern. Für die zusätzlichen Analysen und Backversuche wurden Weizenmehl (Typenmehl 550) und Weizenkörner (für Vollkornmehl) mit unterschiedlichen Erbsenanteilen bereitgestellt.
- Um die sensorischen Eigenschaften von Brot mit unterschiedlichen Erbsenanteilen (1, 3, 5 und 7 %) zu untersuchen und den Bäckern zusätzliche Informationen über Weizen aus Mischkulturen sowie über die möglichen sensorischen Auswirkungen von Erbsenrückständen auf den Geschmack zu liefern, wurde im April 2024 im Rahmen des Bäcker-Workshops eine sensorische Blindverkostung mit 22 Bäckern durchgeführt. Diese sensorische Untersuchung wurde von einer Verkostung verschiedener Brote begleitet, die von den Bäckern unter Zugabe von Erbsenmehl zubereitet wurden, um die maximale Menge an Erbsen zu ermitteln, die im Weizen aus der Mischkultur verbleiben darf, bevor die Backleistung und die sensorischen Eigenschaften durch die Erbsenrückstände negativ beeinflusst werden.
- Im Rahmen einer Bachelorarbeit wurden in 2026 Versuche zur Zugabe von Erbsenmehl in Sauerteig und dessen Auswirkungen auf die Sauerteigaktivität, einschließlich pH-Wert, Säuregrad und Volumen, durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Bachelorarbeit sind im Mischkultur-Handbuch integriert.
- Seit Herbst 2025 erweiterte Zusammenarbeit mit dem Max Rubner-Institut (MRI) in Detmold zu zusätzlichen sensorischen Tests von Brot mit unterschiedlichen Anteilen an Erbsenmehl und der Möglichkeit, den Salzgehalt in Backwaren zu reduzieren. Das MRI prüft zudem die Eignung von Erbsenzusätzen nicht nur zur Verlängerung der Haltbarkeit, sondern auch zur Verbesserung des Nährwerts von Backwaren.
- Die Aktivitäten des VORWERTS-Projekts wurden in eine übergreifende Analyse von 13 Fallstudien zur Co-Innovation integriert, wobei sich jede Fallstudie auf die Bewertung von Mischkulturen innerhalb von Wertschöpfungsketten konzentrierte. Die Fallstudien befassten sich mit einer Vielzahl von Kulturpflanzen, von Zuckerrohr über Ackerbohnen bis hin zu Weizen, und die Ergebnisse der Workshops und Interviews lieferten eine Reihe von Ergebnissen zu Hindernissen sowie zu Hebeln für den Einsatz von Mischkulturen in ganz Europa und Afrika (https://intercropvalues.eu/downloads/, Deliverables 6.1, 6.2 und 6.3).

2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Agronomische und ökologische Potenziale von Mischkultur

Gemengeanbau bzw. Mischkultur (d.h. der Anbau von zwei oder mehr Pflanzenarten) ist eine Polykultur-Praxis, die ökologische Vorteile bietet und gleichzeitig Erträge verbessern und Betriebsmittelaufwand reduzieren kann (Sears & Mínguez, 2021; Timaeus, Ruigrok et al., 2022). Eine räumliche und zeitliche Koexistenz von zwei oder mehr Pflanzenarten ist charakterisiert durch ein unterschiedliches Maß an Nischendifferenzierung und Wettbewerb. Die Praxis der Mischkultur kann sehr vielfältig sein, jedoch haben sich insbesondere Gemenge aus Getreide und Leguminosen als eine Möglichkeit zur öko-funktionalen (nachhaltigen) Intensivierung der Landwirtschaft herauskristallisiert (Martin-Guay, M.O., Paquette, A. et al., 2018). So kann der Gemengeanbau ohne zusätzliche externe Inputs die Pflanzenproduktivität erhöhen und die Ernteerträge stabilisieren (Raseduzzaman & Jensen, 2017) sowie die Landnutzungseffizienz (Land Equivalent Ratio, LER) verbessern (Demie et al., 2022). Mischkulturen können in einigen Fällen die Wasserrückhaltekapazität und -nutzungseffizienz erhöhen (Yin et al., 2020). Werden Leguminosen in Mischkultur angebaut, kann dadurch der Düngemitteleinsatz (Stickstoff) reduziert (Jensen et al. 2015; Rodriguez et al. 2020) und die Erntequalität (Proteingehalt) der Partnerkultur erhöht werden (Timaeus, Weedon & Finckh, 2022).

Der Gemengeanbau ist besonders in ökologischen Anbausystemen von Bedeutung, in denen Stickstoff (N) ein limitierender Faktor für die Produktivität ist. Auch das Beikraut- und Krankheitsmanagement durch Gemengeanbau ist besonders im Ökolandbau relevant, da keine Herbizide und synthetischen Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden (Bedoussac et al., 2015). Der Mischkulturanbau besitzt hier große Potenziale zur öko-funktionalen Intensivierung der Lebensmittelproduktion, d.h. einer Steigerung der Produktivität ökologischer Anbausysteme bei gleichzeitiger Optimierung von Ökosystemdienstleistungen. Insgesamt wird inter-spezifische Diversität (d.h. unterschiedliche Pflanzenarten in Mischkultur) als eine wichtige Anpassungsstrategie des Ackerbaus unter Bedingungen des Klimawandels diskutiert (Finckh et al., 2021).

Aufbereitung und Verarbeitung von Gemengerohstoffen

Im Bereich der Futterproduktion spielt die Aufbereitung eine untergeordnete Rolle, da die Gemenge in der Regel als Mischung verfüttert werden können und auch die Reinigung des Ernteguts weniger kritisch ist (z.B. Fremdbesatz). Die Nutzbarmachung von Gemengerohstoffen für die menschliche Ernährung erfordert jedoch einen starken Fokus auf die Trennung und Reinigung der Mischungspartner (Tippin et al., 2019). Für die Speisenutzung von Gemengen bzw. Gemengekomponenten existieren nur wenige Untersuchungen. Auch fehlen detaillierte Daten zur betriebswirtschaftlichen Bewertung technischer Verfahren zur Trennung und Reinigung von Getreide-Körnerleguminosen-Gemengen, da diese in der Praxis häufig Einzelfall-Charakter aufweisen. In wissenschaftlichen Versuchen wie auch der Praxis findet der Anbau von Speisedruschfrüchten in Mischkultur nur in geringem Umfang statt, so dass bei der Aufbereitung kleiner Mengen hohe Stückkosten entstehen (Kiær et al., 2022; Tippin et al., 2019).

Praxisbackversuche mit unterschiedlichen Anteilen von Erbsen- und Ackerbohnenmehl zeigen bei der Verarbeitung eine gute Backqualität (bei bis zu 40 % Leguminosenmehl) und wertvolle

ernährungsphysiologische Eigenschaften (DemoNetzwerk Erbse/Bohne, 2022). Dabei wurden Weizen und Leguminosen als Reinkulturen angebaut und nach dem Mahlen miteinander vermischt. Die Ergebnisse zeigen, dass Anteile von Leguminosenmehl in Backwaren keine unüberwindbaren Probleme bei der Verarbeitung in der Bäckerei bereiten sollten und eine bisher unerforschte Chance für die Etablierung von Getreide-Leguminosen-Mischkulturen besteht.

Wirtschaftlichkeit von Getreide-Körnerleguminosen-Mischkulturen

Ein von Praktiker*innen häufig genanntes Hemmnis für den Mischkulturanbau generell ist die Wirtschaftlichkeit (Bonke & Musshoff, 2020; Sears & Mínguez, 2021). Diese Wahrnehmung bezieht sich v.a. auf erhöhte Arbeitserledigungskosten von der Aussaat bis zur Ernte sowie den Mehraufwand bei der Nacherntebehandlung (Trocknung, Trennung, Reinigung, Lagerung) (vgl. 2.2). Umfassende betriebswirtschaftliche Kalkulationen fehlen allerdings. Während im Ökolandbau für hochpreisige Gemengepartner wie Linsen (Viguier et al., 2018) oder Sojabohnen (Froschhammer & Siegmeier, 2017) Einzelfallberechnungen vorliegen, fehlen ökonomische Betrachtungen v.a. auch für die Backweizenerzeugung in Mischkultur. Des Weiteren wurden bisher die im Ökolandbau wichtigen innerbetrieblichen und nicht-monetären Leistungen wie positive Fruchtfolgeeffekte (z.B. Stickstofffixierung, Unkrautunterdrückung) und daraus resultierende Kosteneinsparungen sowie Qualitätseffekte beim Weizen in Mischkultur und dadurch mögliche Mehrerlöse nicht systematisch berücksichtigt.

Erfolgsfaktoren und Hindernisse für Mischkultur entlang der Wertschöpfungskette

Neben den technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen können verschiedene andere sozioökonomische Faktoren die Adoption von Mischkulturen behindern. Insbesondere fehlendes Wissen, mangelnde Erfahrung der Produzent*innen sowie Skepsis der abnehmenden und verarbeitenden Betriebe und daraus resultierende unsichere Vermarktungsmöglichkeiten konnten als Hemmnisse identifiziert werden (Bonke & Musshoff, 2020; Lemken et al., 2017; Timaeus, Ruigrok et al., 2022; Timaeus, Weedon & Finckh, 2022). Sowohl für das Gelingen der Zusammenarbeit im Rahmen des VORWERTS-Projekts als auch generell für den Aufbau und die Etablierung von regionalen Wertschöpfungsketten sind Erkenntnisse zu den Erfolgsfaktoren bedeutsam. Es ist bereits betont worden, dass Einflussfaktoren bei agrarökologischen Innovationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette und unter Einbezug der wichtigen Stakeholder zu untersuchen sind (Burwitz et al., 2019; Timaeus & Finckh, 2019). Gemäß des Relational View (Dyer & Singh, 1998) zeichnen sich erfolgreiche Wertschöpfungsketten dabei über Ressourcenverfügbarkeit und Marktbedingungen hinaus v.a. durch beziehungsspezifische Faktoren aus (Vertrauen, Koordination, Kommunikation, Zielkongruenz) (Mesic et al., 2018; Odongo et al., 2016; Zander & Beske, 2014).

Konsumentenforschung

Verbraucherwissen und -präferenzen für agronomische Anbausysteme wie den Mischkulturanbau sind bislang kaum beforscht. Es scheint, als wird angesichts geringer Kenntnisse über die landwirtschaftliche Urproduktion (Sutherland et al., 2020) ein gewisses Desinteresse seitens der Konsument*innen angenommen. Jedoch zeigen erste Studien (Alcon et al., 2020; Pouta et al., 2021), dass Verbraucher*innen zwischen unterschiedlichen anbautechnischen Maßnahmen zur Förderung einer nachhaltigeren Lebensmittelproduktion differenzieren sowie eine starke Präferenz für eine Diversifizierung von Anbausystemen haben. Bei einem Wechsel von Reinkultur- zu Mischkulturanbau wären Verbraucher*innen zu finanziellen Mehrbelastungen bereit (Alcon et al., 2020). Auch die

Verwendung von lokal angepasstem Saatgut zur Steigerung der Vielfalt im Ernährungssystem wird von Verbraucher*innen befürwortet (Meier & Oehen, 2021).

Die Vorteilhaftigkeit solcher alternativer Anbaumethoden, z.B. zur Förderung der biologischen Vielfalt, an Verbraucher*innen zu kommunizieren, ist eine besondere Herausforderung (Hamm et al., 2016). Während der Verzicht von Gentechnik in der Landwirtschaft oder Tierwohlstandards bereits zur Produktdifferenzierung genutzt werden, ist dies in Bezug auf anbautechnische Verfahren bislang wenig etabliert. Die Möglichkeiten, insbesondere auch in regionalen Wertschöpfungsketten, sich durch eine nachhaltigere Produktionsweise von Einheitsprodukten abzugrenzen und diesen gesellschaftlichen Mehrwert auch als einen individuellen Nutzen für Verbraucher*innen zu kommunizieren, gilt es durch gezielte Verbraucherforschung zu identifizieren.

Transformation in Wertschöpfungsketten

Die agrarökologische Transformation landwirtschaftlicher Produktionssysteme ist eine große Herausforderung für die Nachhaltigkeit unseres Ernährungssystems (Bui et al., 2016). Ein Wandel lässt sich nur schwer herbeiführen, da das Ernährungssystem allgemein von starken sozio-technischen lock-in Effekten geprägt ist –auch im konkreten Fall des Gemengeanbaus (Bonke & Musshoff, 2020; Magrini et al., 2018). Die Problematik mangelnden bzw. sehr langsamen Transfers agrarökologischer Innovation in die Praxis wird häufig dem Phänomen „entkoppelter Innovation“ zugeschrieben, d.h. Innovation auf singulärer Ebene ohne Einbezug der vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsstufen (Meynard et al., 2017). Möglichkeiten dem erfolgreich zu begegnen, liefern verschiedene Ansätze der Ko-Produktion von Wissen und transdisziplinärer Partizipation, die im sogenannten Reallabor (living labs) vereint werden (McPhee et al., 2021). Reallabore für Agrarökosysteme wurden eingeführt, um eine schnellere Entwicklung und Adoption von Innovationen zu fördern, die auf Nachhaltigkeit und Resilienz von Agrar- und Ernährungssystemen abzielen. Als Reaktion auf die ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Herausforderungen und den steigenden „Transformationsdruck“ nimmt das Interesse an Reallaboren für Innovation im Agrarsektor zwar zu, aber es existieren kaum dokumentierte Forschungsvorhaben (McPhee et al., 2021).

3. AP 2 Agronomie, technische Reinigung, Mahl- und Backeigenschaften

AP 2 untersucht die gesamte Wertschöpfung der Weizen-Leguminosen-Gemenge von der agronomischen Leistung über die Trennung und Reinigung der Ernteprodukte bis hin zu Mahl-, Back- und Qualitätsanalysen. Ziel ist es, die agronomische Leistung, Produktqualität sowie die Eignung der Gemenge für Verarbeitung und Vermarktung zu bewerten.

3.1. Material und Methoden

3.1.1. Agronomie und Qualitätsparameter für Backweizen

Im Rahmen des Projekts bauten neun teilnehmende Landwirte zwei Mal (2023/24 und 2024/25) Futtererbsen (*Pisum sativum*) und Weizen (*Triticum aestivum*) in Misch- und Reinkulturen an. Da nur Vollständige Daten analysiert werden können, werden hier nur die Ergebnisse von sieben On-Farm-Versuchen aus den beiden Versuchsjahren vorgestellt (Tabelle 2). Insgesamt wurden vier Winterkulturen (Winterweizensorte ‚Wiwa' und Wintererbsensorte ‚Fresnel') und drei Sommerkulturen (Sommerweizensorte ‚KWS Carusum' und Sommererbsensorte ‚Protecta') in beiden Anbauperioden angebaut.

Tabelle 2: Betriebscodierung und Standorte für die Winterung und Sommerung.

Betrieb	Standort	Kulturform
A	Landkreis Würzburg	Winterung
B	Landkreis Nordsachsen	
C	Landkreis Hannover	
D	Werra-Meißner-Kreis	
E	Landkreis Göttingen	Sommerung
F	Landkreis Ravensburg	
G	Landkreis Osnabrück	

Die Mischung wurde mit einer Aussaatdichte von 70 % Weizen und 40 % Erbse im Vergleich zur Reinkultur-Aussaatdichte ausgesät und wie die Reinkulturen (Weizen und Erbsen) auf demselben Feld gemäß den Managementpraktiken der Landwirte ausgesät und geführt. Mindestens 0,5 ha pro Mischung wurden angebaut, um genügend Getreide für die Backkampagnen in 2025 und 2026 sicherzustellen.

Jeder Betrieb wurde während der Getreideblüte (BBCH 60-65) besucht, um den Blattkrankheitsdruck (nicht-grüne Blattfläche %) sowohl bei der Reinkultur als auch bei der Mischkultur zu beurteilen. Insgesamt 4 m² pro Anbausystem wurden kurz vor dem Drusch (BBCH 85) von Hand geerntet, um der Kornertrag zu bestimmen. Aus der Maschinenernte, die Backqualitätsparameter Proteingehalt und Feuchtklebergehalt sowie der Sedimentationswert (Zeleny) des Rein- und des Mischanbau-Weizens wurden ebenfalls chemisch analysiert (ICC-Normen: ICC 105/2: 1994, ICC 155: 1994 bzw. ICC 116/1: 1994).

Zusätzlich zum Kornertrag wurden auch Kennzahlen für Mischungen berechnet, darunter LER (Land Equivalent Ratio), NER (Net Effect Ratio) und TOI (Transgressive Overyielding Index). Kennzahlen wie LER, NER und TOI liefern zusätzliche Informationen über die Mischungsleistung im Vergleich zu

Reinkulturen, die über einen direkten Ertragsvergleich zwischen der Mischung und den Reinkulturen hinausgehen (Zustovi et al., 2024). Die „Land Equivalent Ratio“ beschreibt die Fläche, die für Reinkulturen erforderlich wäre, um den gleichen Ertrag wie bei Mischkulturen zu erzielen. LER-Werte > 1 zeigen an, dass eine größere Landfläche für die Reinkulturen erforderlich ist, um den gleichen Ertrag wie bei Mischkulturen zu erzielen (Rao & Willey, 1980). Der „Transgressive Overyielding Index“ (TOI) gibt das Verhältnis zwischen dem Gesamtertrag der Mischung und dem Ertrag der ertragreichsten Reinkultur an (Li et al., 2023). Die „Net Effect Ratio“ zeigt, um wie viel höher oder niedriger der tatsächliche Mischungsertrag im Vergleich zum erwarteten Mischungsertrag (basierend auf der Aussaatdichte in der Mischung) ist, und ob die Mischung im Vergleich zu den Reinkulturen einen Mehrertrag erbracht hat (van der Werf et al., 2021).

3.1.2. Technische Korntrennung und Reinigung

Die teilnehmenden Landwirte und Mühlen erhielten sowohl ein Protokoll als auch einen Fragebogen, um den Getreidereinigungs- und -trennungsprozess genau beschreiben zu können und um diese Informationen in die ökonomischen Analysen zu den Kosten der Korntrennung zu integrieren. Zusätzlich zu den Protokollen und Fragebögen zur Getreidereinigung entnahmen Landwirte und Mühlen sowohl vor als auch nach der Korntrennung Proben des Rein- und Mischkultur Weizens, um die Effizienz der Korntrennung sowohl auf dem Betrieb als auch in der Mühle zu bewerten. Diese Proben wurden gemäß DIN EN ISO 15587 (siehe auch EU-Verordnung 2016/1238) in Besatzklassen eingeteilt und die Anteile gewogen, um Rückschlüsse auf die Effizienz der jeweiligen Reinigungsprozesse ziehen zu können. Da Erbsen und Erbsenbruch in der EU-Verordnung unter der Besatzfraktionen „Kornbesatz – (b) Fremdgetreide“ nicht ausdrücklich aufgeführt sind, wurden sowohl Erbsen als auch Erbsenbruch separat erfasst.

3.1.3. Mahl- und Backeigenschaften

Mehlklassifizierung, Wasseraufnahme und Backvolumen (Vorversuch)

Um die Auswirkungen von Weizen-Erbsen-Mischkulturen auf verschiedene Backprozesse zu verstehen, insbesondere im Hinblick auf Erbsenrückstände im Weizen nach der Korntrennung, wurden sechs Mischungen mit unterschiedlichen Erbsenanteilen nicht nur hinsichtlich des Mineralstoffgehalts des Mehls und der Wasseraufnahmefähigkeit (%) analysiert, sondern auch hinsichtlich des Backvolumens (mittels des Rapid-Mix-Tests (RMT) und eines praxisorientierten, optimierten Backversuchs) sowohl für Typ-550-Mehl (Kleingebäck) als auch für Vollkornmehl (Kasten) (Tabelle 3). Zur Vorbereitung wurden Weizen- und Erbsenkörner (ohne Schale) entsprechend den jeweiligen Mischungsverhältnissen gemischt und gemeinsam gemahlen.

Tabelle 3: Sechs Mischungsvarianten mit unterschiedlichen Erbsenanteilen zur Analyse des Mineralstoffgehalts und der Wasseraufnahmefähigkeit des Mehls sowie zur Verwendung in den Backversuchen.

Erbsenanteil (%)	Weizen:Erbsen Verhältnis
0	Kontrolle
1	99:1
3	97:3
5	95:5
7	93:7
10	90:10

Sensorische Untersuchung

Zusätzlich zu den Backversuchen wurde mit 22 deutschen Bäcker*Innen ein sensorischer Blindtest (Teil-Napping-Test) von Broten mit unterschiedlichen Erbsenanteilen (0%, 1%, 3%, 5% und 7%) durchgeführt, um zu untersuchen, ob i) sensorische Unterschiede im Geschmack feststellbar waren und ii) welche sensorischen Eigenschaften mit den verschiedenen Broten assoziiert wurden. Die für den Versuch hergestellten Brotlaibe wurden aus Mehl Typ 550 gebacken, wobei das Weizenmehl teilweise durch fein gemahlenes Erbsenmehl (gemahlen mit einer Trefflermühle, 400-µm-Sieb) ersetzt wurde. Die Brotrezeptur und die Backverfahren blieben für alle Versuchsbedingungen gleich (einschließlich der Wasser- und Salzzugaben). Die Napping-Methode beschreibt den sensorischen Abstand zwischen Produkten, indem das Produkt auf einem leeren Blatt (40 × 60 cm) positioniert wird, um die Unterschiede zwischen horizontaler und vertikaler Varianz anhand der Koordinaten auf einer x- und y-Achse zu charakterisieren (Rashed et al., 2024). Als ähnlich eingestufte Produkte werden nahe beieinander platziert und mit einem sensorischen Deskriptor gekennzeichnet.

Backtests mit Weizen aus Mischkulturen (Rapid-Mix Test und praxisorientierten und optimierten Test)

Nach der Ernte und der Korntrennung schickte jeder Landwirt pro Versuchssaison jeweils 10 kg Getreide (Weizen) aus dem Reinkultur- und aus dem Mischkulturanbau an das IGV (Institut für Getreide Verarbeitung GmbH) für Backversuche (sowohl Standard- als auch praxisorientierten und optimierten Versuche). Die Standard-Backversuche wurden unter Verwendung eines standardisierten Rezepts durchgeführt, das auch die genaue Wassermenge und Verarbeitungszeit für jede Probe vorgab, während beim praxisbezogenen Test zwar das Rezept für jede Probe standardisiert ist, die Wassermenge und die Verarbeitungszeit aber je nach den Bedürfnissen des Mehls angepasst werden können, um ein optimales Produktergebnis zu erzielen (vergleichbar mit einem optimierten Backtest). Die Backversuche wurden sowohl mit Vollkornmehl (Kastenbrot) als auch mit Typenmehl (Typ 550) (Kleingebäck) durchgeführt. Neben dem Backvolumen der Kastenbrote und des Kleingebäcks wurden eine Reihe weiterer Parameter zur Bewertung der Backverhalten ermittelt und bewertet. Im Gegensatz zu den Backversuchen mit unterschiedlichen Anteilen von Erbsen im Weizen und deren Auswirkungen auf das Backverhalten konzentrierten sich diese Backversuche auf den Unterschied in der Weizenqualität zwischen Reinkultur und Mischkultur sowie deren Auswirkungen auf die Backverhalten.

3.2. Ausführliche Darstellung und Diskussion der wichtigsten Ergebnisse

3.2.1. Agronomie und Qualitätsparameter für Backweizen

Die Niederschlagsmenge in der Saison 2023/24 war deutlich höher, insbesondere im Vergleich zur zweiten Versuchsperiode 2024/25. Dies gilt vor allem für Hof C, wo die Niederschlagsmenge in der Saison 2023/24 mehr als doppelt so hoch war wie in der darauffolgenden Saison (Tabelle 4). Deshalb war die Anbausaison 2024 von schwierigen Wetterbedingungen geprägt (Vogt-Kaute et al., 2024), was zu schlechten Erträgen bei Erbsen führte, insbesondere bei der Wintererbsensorte ‚Fresnel'. Auf einigen Betrieben waren die Erträge von ‚Fresnel' ein Totalausfall. Im Vergleich dazu lagen die Erträge der Sommererbsensorte ‚Protecta' in der Versuchssaison 2024 über denen der Sorte Fresnel (Tabelle 5).

Tabelle 4: Durchschnittliche saisonale Temperaturen und Gesamtsaisonale Niederschlagsmengen für die Vegetationsperioden (Winterung: September bis August; Sommerung: März bis August). Die Höhe über dem Meeresspiegel ist ebenfalls für jeden Betrieb angegeben.

Betrieb*	Kulturform	Höhe (m ü. NN)	Niederschlag (mm)		Temp. (°C)	
			2023/24	2024/25	2023/24	2024/25
A	Winterung	255	825	598	11,6	11,0
B		130	705	531	12,1	10,8
C		52	1200	561	12,1	11,1
D		152	807	646	11,6	10,4
E	Sommerung	245	452	359	14,5	13,5
F		715	782	429	14,7	14,7
G		90	510	242	14,8	14,3

*Die Wetterdaten stammen von der nächstgelegenen Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes.

Blattkrankheiten

In beiden Versuchsjahren war der Blattkrankheitsdruck bei Weizen tendenziell gering. Die Auswertung der nichtgrünen Blattfläche (NGBF %) zur Blüte des Weizens (BBCH 65) im Jahr 2024 ergab Durchschnittswerte zwischen 13,5 % beim Weizen in Reinkultur und 12,7 % beim Weizen in Mischkultur (Abbildung 1).

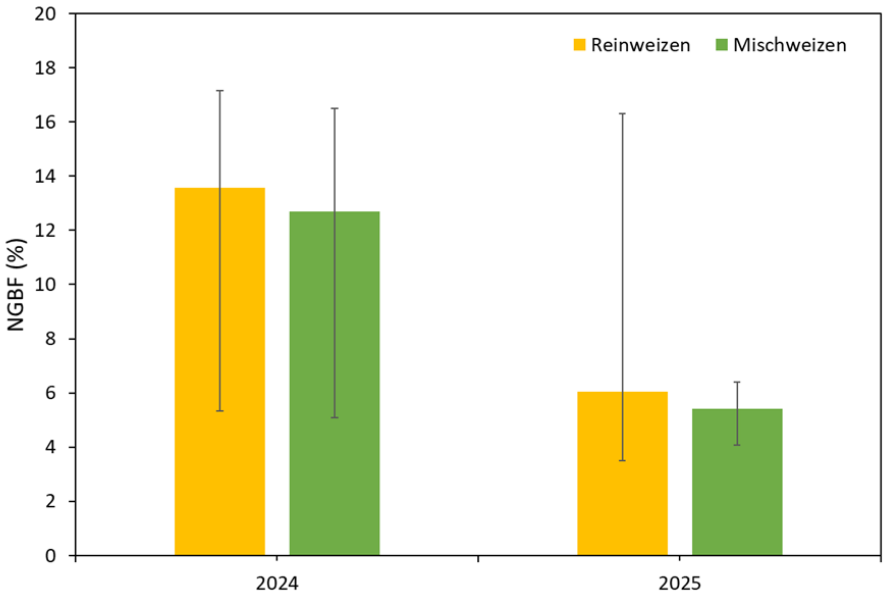


Abbildung 1: Nichtgrüne Blattfläche (NGBF in %) für Weizen als Einzelkultur und Weizen in Mischkultur in beiden Versuchsjahren (2024 und 2025). Die Fehlerbalken geben die maximalen und minimalen NGBF-Werte an, die über die 7 Betriebe in den einzelnen Anbausystemen erfasst wurden.

In der Versuchsperiode 2025 war der Krankheitsdruck deutlich geringer, mit einem Durchschnittswert von 6 % beim Weizen in Reinkultur und 5,4 % beim Weizen in Mischkultur. Die Forschung zeigt, dass Mischkulturen den Krankheitsdruck je nach Pflanzenkombination deutlich verringern können (Li et al., 2026), wobei die Reduzierung von Blattkrankheiten bei Weizen in Kombination mit Erbsen größer ist als in Kombination mit Ackerbohnen (Levionnois et al., 2026). Angesichts des insgesamt geringen

Blattkrankheitsdrucks in den beiden Versuchsjahren konnten jedoch keine relevanten Unterschiede zwischen den beiden Anbausystemen festgestellt werden.

Kornertrag und Produktivitätskennzahlen

In 2024 waren die mittleren Erträge von Weizen und Erbsen in Reinkulturen etwas höher als in Mischkulturen (sowohl für Sommer- als auch für Winterkulturen) (Tabelle 5).

Tabelle 5: Mittlere Kornerträge (t/ha) für Weizen und Erbsen in Reinkultur (100 % Aussaatstärke) und in Mischung (70 % Aussaatstärke für Weizen und 40 % für Erbsen) für Winter- und Sommerkulturen in 2024 und 2025.

Ertrag (t/ha)	2024		2025	
	Winterung	Sommerung	Winterung	Sommerung
Reinkultur Weizen	3,0	2,3	3,2	5,3
Mischkultur Weizen	3,0	1,5	3,1	4,2
Reinkultur Erbse	0,2	1,4	2,7	2,2
Mischkultur Erbse	0,3	0,7	0,6	0,4
Mischkultur (Gesamt)	3,3	2,2	3,8	4,6

Mischkulturen mit Wintergetreide erzielten Erträge, die im Durchschnitt 49 % höher waren als aufgrund der Aussaatdichte zu erwarten war (NER 1,49), während der TOI zeigte, dass die Gesamterträge der Mischkulturen im Vergleich zur Reinkultur Weizen 10 % höher waren (1,10) (Abbildung 2). Die Betriebe A, B und C wiesen sowohl für NER als auch für TOI hohe Werte auf, wobei der Gesamtertrag der Mischkulturen deutlich über den Erträgen der beiden Reinkulturen lag (Daten nicht dargestellt). Darüber hinaus war bei drei der Betriebe (A, C, D) die Reinkultur Erbsen aufgrund der klimatischen Bedingungen in 2024 nicht erntbar.

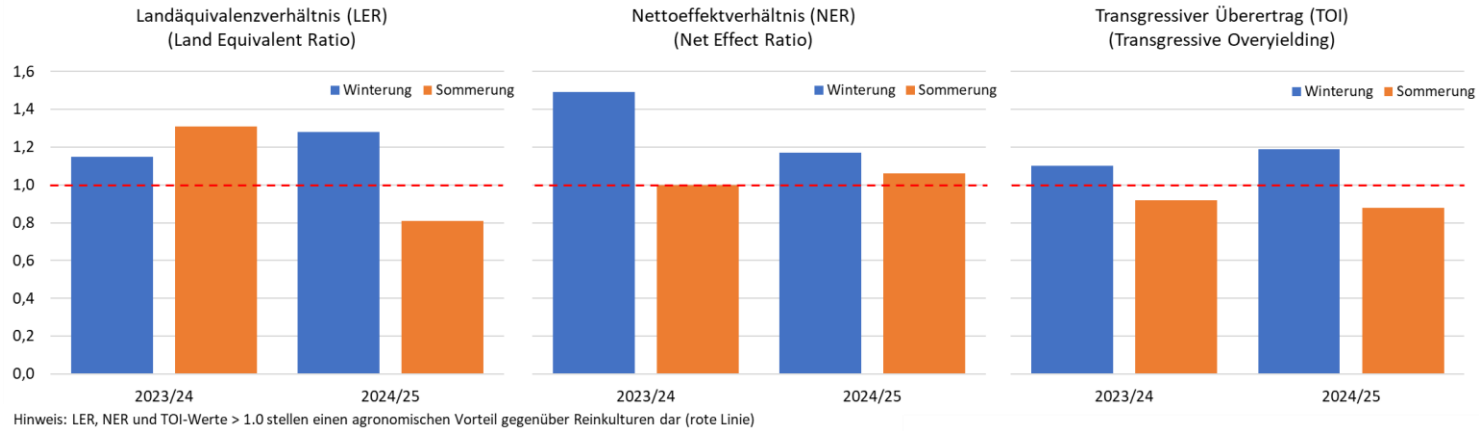


Abbildung 2: LER-, NER- und TOI-Werte für die im Herbst (Winterung) und im Frühjahr (Sommerung) ausgesäten Mischkulturen (70 % Aussaatstärke für Weizen und 40 % für Erbsen) in den Versuchsjahren 2024 und 2025.

Bei den Sommerkulturen in 2023/24 zeigte der LER, dass 31 % mehr Land benötigt worden wäre, um mit Reinkulturen die gleichen Erträge zu erzielen (LER 1,31). Der Betrieb G trug mit einem hohen LER (1,88) erheblich zu diesem Wert bei, da die Erträge von Weizen und Erbsen im Reinanbau im Vergleich zum Mischanbau relativ gering waren (Daten nicht dargestellt). Die durchschnittlichen NER- und TOI-Werte zeigten, dass Sommermischkulturen nicht mehr als erwartet erbrachten und dass der

Gesamtertrag von Mischkulturen tendenziell niedriger war als der Ertrag der ertragreichsten Kultur, in diesem Fall Weizen (TOI 0,86 – 0,99; MW 0,92) (Siehe auch Tabelle 5).

Im zweiten Versuchsjahr (2024/25) waren die Winterweizenerträge in Mischkulturen trotz niedrigerer Aussaatstärke mit denen von Reinkulturen vergleichbar (3,2 und 3,1 t/ha), während die Sommerweizenerträge in Reinkulturen im Durchschnitt höher waren als in Mischkulturen (5,3 und 4,2 t/ha) (Tabelle 5). Die Erträge bei Erbsen (sowohl Winter- als auch Sommererbsen) waren in Reinkulturen höher als in Mischkulturen.

Beim Vergleich der Leistungsindikatoren LER, NER und TOI hatten die Wintermischkulturen einen LER von 1,28, was auf eine um 28 % höhere Landnutzungseffizienz gegenüber Reinkulturen hindeutet (Abbildung 2). Zudem lagen sowohl NER als auch TOI über 1, was auf einen um 17 % höheren Gesamtertrag der Mischkulturen hindeutet, als aufgrund der Aussaatdichten zu erwarten war (NER 1,17), sowie auf einen um 19 % höheren Gesamtertrag der Mischkulturen im Vergleich zur ertragreichsten Reinkultur (TOI 1,19). Bei den Sommermischkulturen konnte dieses Produktivitätsniveau nicht erreicht werden, was im Vergleich zu den Reinkulturen sowohl zu einer geringeren Landnutzungseffizienz (LER 0,81) als auch zu einem niedrigeren TOI (0,88) führte. Die Sommermischkulturen wiesen jedoch einen um 6 % höheren Gesamtertrag auf.

Qualitätsparameter für Backweizen

Ein wesentlicher Bestandteil des Projekts bestand darin, zu untersuchen, ob sich der Mischanbau auf die Backqualität von Brotweizen auswirkt. Insgesamt war die Backqualität hinsichtlich des Proteingehalts und des Feuchtklebergehalts sowie des Sedimentationswerts bei beiden Anbausystemen vergleichbar, wobei Unterschiede zwischen den Betrieben und saisonale Schwankungen eine wesentliche Rolle spielten (Tabelle 6). Für Hof B wurden keine Qualitäten bestimmt.

Der Proteingehalt von Weizen aus Mischkulturen war vergleichbar mit dem von Reinkulturen oder lag in einigen Fällen sogar darüber (Tabelle 6). Die Unterschiede im Proteingehalt zwischen den Anbausystemen waren in der Saison 2024/25 deutlich ausgeprägter: Der Gesamtmittelwert des Proteingehalts lag bei 11,4 % für Weizen in Reinkultur und bei 12 % für Weizen in Mischkultur (+0,6 Prozentpunkte Verbesserung). In dieser Saison wurden bei fünf der sechs analysierten Betriebe höhere Proteingehalte bei Weizen in Mischkultur im Vergleich zu Weizen als Reinkultur festgestellt (Proben von Betrieb B standen für die Analyse nicht zur Verfügung). Ein ähnlicher Trend zeigte sich auch beim Feuchtklebergehalt und Sedimentationswert.

Im Allgemeinen lagen die Backqualitätsparameter bei beiden Anbausystemen im Bereich von gut bis akzeptabel, insbesondere für Backweizen aus ökologischem Anbau. Es ist jedoch wichtig, die Unterschiede je nach Kulturform zu betrachten. Trotz der schwachen Leistung der Wintererbsensorte ‚Fresnel' in der Saison 2023/24 waren die Backqualitäten zwischen den beiden Anbausystemen vergleichbar, ebenso wie die erzielten Weizenerträge (Tabelle 5, 6).

Tabelle 6: Qualitätsparameter für Backweizen, darunter Proteingehalt (%), Feuchtkleber (%) und Sedimentation (ml), für jeden Betrieb im Rein- und Mischanbausystem in beiden Versuchsjahren. Die fett und grün hervorgehobenen Werte aus dem Mischanbau weisen auf einen höheren Wert für den jeweiligen Parameter bei dem jeweiligen Betrieb hin (MW – Mittelwert).

Betrieb	Anbausystem	Protein (%)		Feuchtkleber (%)		Sedimentation (ml)	
		2024	2025	2024	2025	2024	2025
Hof A	Reinweizen	12,5	11,9	27,4	25,9	53	42
	Mischweizen	12,3	**12,4**	27,0	**27,2**	51	**49**
Hof C	Reinweizen	11,5	10,0	26,3	19,8	43	35
	Mischweizen	**11,9**	**11,9**	25,8	**24,5**	40	**40**
Hof D	Reinweizen	11,7	14,1	26,3	31,3	44	55
	Mischweizen	11,5	**15,2**	**26,5**	**33,9**	**46**	**60**
Hof E	Reinweizen	9,6	10,4	20,4	21,0	35	38
	Mischweizen	**11,0**	9,7	**23,7**	19,3	**41**	34
Hof F	Reinweizen	11,6	9,7	26,1	19,7	47	40
	Mischweizen	11,4	**10,3**	25,4	**21,0**	**49**	**47**
Hof G	Reinweizen	10,8	12,1	21,8	27,0	36	47
	Mischweizen	**11,4**	**12,5**	19,3	26,3	27	46
Gesamt MW	**Reinweizen**	**11,3**	**11,4**	**24,7**	**24,1**	**43**	**43**
	Mischweizen	**11,6**	**12,0**	**24,6**	**25,4**	**42**	**46**
MW Winterung	**Reinweizen**	**11,9**	**12,0**	**26,7**	**25,7**	**47**	**44**
	Mischweizen	**11,9**	**13,2**	**26,4**	**28,5**	**46**	**50**
MW Sommerung	**Reinweizen**	**10,7**	**10,7**	**22,8**	**22,6**	**39**	**42**
	Mischweizen	**11,3**	**10,8**	**22,8**	**22,2**	**39**	**42**

Schlussfolgerungen

Trotz geringer Erbsenerträge zeigten Wintermischkulturen im Vergleich zu Sommerkulturen in der ersten Anbausaison eine höhere agronomische Leistung und Ertragspotenzial. Diese Ergebnisse weisen auf das Potenzial von Mischkulturen hin, durch Kompensation zur Produktionsstabilität beizutragen und sicherzustellen, dass trotz unsicherer klimatischer Bedingungen vergleichbare Ertragsniveaus und Backqualitäten erreicht und aufrechterhalten werden können (Bedoussac et al., 2015; Timaeus et al., 2022). Zudem blieben die Weizenerträge bei den Winterkulturen zwischen Rein- und Mischkulturen vergleichbar, was die Einführung von Pflanzenvielfalt ermöglicht, ohne die primäre Getreideproduktion zu beeinträchtigen. In beiden Versuchsjahren wiesen Weizen aus Mischkulturen im Vergleich zu Weizen aus Reinkulturen mindestens gleichwertige Protein- und Feuchtkleberwerte auf. In mehreren Fällen, insbesondere bei den Winterkulturen, führte der Mischanbau zu einem erheblichen Anstieg sowohl des Protein- als auch des Feuchtklebergehalts.

Trotz der Herausforderungen und des nur unzureichenden Wissens über die Wechselwirkungen zwischen G*G*U*M bei Mischkulturen bieten Mischkulturen ein großes Potenzial, unter sich ändernden klimatischen Bedingungen und bei Bewirtschaftungsbeschränkungen – insbesondere im Zusammenhang mit der Stickstoffverfügbarkeit – nicht nur Produktivität, sondern auch bei der Backqualität zu erzielen.

3.2.2. Technische Korntrennung und Reinigung

Während der Drusch darüber entscheidet, wie viele Kornverluste und Bruch entstehen, zeigt sich in der anschließenden Trennung, ob Mischkulturen tatsächlich für die Lebensmittelverarbeitung nutzbar sind. Fremdbesatz, Bruchanteile und Kornfeuchte bestimmen maßgeblich den technischen Aufwand und die Wirtschaftlichkeit der Aufbereitung. Die von den Landwirten eingesandten Proben – sowohl aus der Mischkultur vor der Korntrennung (VR) als auch aus dem Weizen nach der Korntrennung (NR) – wurden gemäß DIN EN ISO 15587 analysiert (siehe auch EU-Verordnung 2016/1238). Da Erbsen in dieser Verordnung nicht ausdrücklich erwähnt werden, wurden sowohl ganze Erbsen als auch Erbsenbruch i) als Schwarzbesatz klassifiziert sowie ii) in die Besatzklasse als Fremdgetreide aufgenommen. Gemäß der EU-Verordnung 2016/1238 sind Schwarzbesatz bis zu einem Grenzwert von 3 % und Fremdgetreide (Hafer, Roggen, Gerste, Dinkel usw.) bis zu 7 % zulässig.

Die Herausforderung bei der Korntrennung sind Bruchstücke von Erbsen, die während der Ernte entstehen und in Größe und Farbe dem Weizen ähneln, wodurch ihre Aussortierung während der Korntrennung erschwert wird. Ziel der Analysen der Proben der Landwirte war es, festzustellen, ob die im Weizen aus der Mischkultur verbleibenden Erbsenrückstände unter diesem Grenzwert von 3 % für Schwarzbesatz bleiben konnten und, falls dies nicht der Fall war, zumindest bei 7 % für Fremdgetreide. Zudem sollte sichergestellt werden, dass die Trennung von Weizen-Erbsen-Mischkulturen weder hinsichtlich des Arbeitsaufwands noch der Trennkosten wesentlich teurer war, während gleichzeitig gewährleistet wurde, dass die Grenzwerte für Schwarzbesatz bzw. Fremdgetreide eingehalten wurden.

In der ersten Saison 2024 zeigen die Ergebnisse zur Korntrennung auf den Betrieben, dass auf allen Betrieben mit Ausnahme der Betriebe C und G der Erbsenanteil erfolgreich in den Schwarzbesatz integriert werden konnte, ohne den Grenzwert von 3 % zu überschreiten (Tabelle 7). Wie aus den Ergebnissen ersichtlich ist, stellt die Trennung der ganzen Erbsen vom Weizen aufgrund der unterschiedlichen Korngröße von Weizen und Erbsen kein Problem dar.

Dies lässt sich anhand aller Proben der Mischkultur deutlich erkennen, wenn man den Anteil an ganzen Erbsen vor der Korntrennung (VR) und nach der Trennung (NR) vergleicht. Selbst auf dem Betrieb G, der einen Anteil an ganzen Erbsen von 29 % in der Mischkultur aufwies, konnten alle ganzen Erbsen durch Korntrennung auf Betriebsebene entfernt werden (mithilfe von Sieben, um die Körner aufgrund von Größen- und Formunterschieden zu trennen). Der Anteil an Erbsenbruch bleibt jedoch eine gewisse Herausforderung. Würden diese verbleibenden Erbsenbruch jedoch in die Kategorie der Fremdgetreide mit einem Grenzwert von 7 % gemäß der EU-Verordnung einbezogen, würde Betrieb C die Bestimmungen dieser Verordnung in Bezug auf Fremdgetreide entsprechend einhalten (Tabelle 7). Generell ist zu berücksichtigen, dass die Erträge bei Erbsen in der ersten Versuchsperiode (2023/24) aufgrund der hohen Niederschlagsmengen im Winter und Frühjahr dieser Saison tendenziell recht niedrig ausfielen, was insbesondere bei den wintergesäten Kulturen zu einem insgesamt geringen Erbsenanteil beitrug.

Nur Betrieb G mit einem Anteil an gebrochenen Erbsen von 15,1 % überschreitet den Grenzwert sowohl für Schwarzbesatz als auch für Fremdgetreide. Der Grund für diesen hohen Anteil an gebrochenen Erbsen liegt nicht nur im allgemein hohen Erbsenanteil in der Mischkultur (z. B. 29 % ganze Erbsen), sondern auch darin, dass dies der einzige Betrieb ist, der die Ernte nicht selbst gedroschen hat, sondern einen Lohnunternehmer beauftragt hat.

Tabelle 7: Anteile (%) an ganzen Erbsen, Erbsenbruch, Schwarzbesatz und Gesamt Schwarzbesatz (Schwarzbesatz + alle Erbsenfraktionen) sowie Anteile an Fremdkörner (Getreide) und Gesamt Fremdkörner (Fremdgetreide + alle Erbsenfraktionen) aus der Korntrennung im Betrieb in der Saison 2023/24.[2]

Kultur	Betrieb	Anbausystem	Reinigung	Ganze Erbse (%)	Brucherbse (%)	Schwarzbesatz (%)	Gesamt Schwarzbesatz (%)	Fremdkörner (%)	Gesamt Fremdkörner (%)
Winterung	Hof A	Mono	VR	0,0	0,0	4,0	4,0	2,0	2,0
			NR	**0,0**	**0,0**	**0,4**	**0,4**	**0,0**	**0,0**
		Misch	VR	0,0	0,0	1,6	1,6	0,9	0,9
			NR	**0,0**	**0,0**	**0,3**	**0,3**	**0,1**	**0,1**
	Hof B	Mono	VR	0,0	0,0	2,1	2,1	0,4	0,4
			NR	**0,0**	**0,0**	**0,5**	**0,5**	**0,0**	**0,0**
		Misch	VR	2,0	0,0	3,1	5,1	1,4	3,4
			NR	**0,0**	**0,1**	**1,2**	**1,3**	**0,0**	**0,1**
	Hof C	Mono	VR	0,0	0,0	0,7	0,7	0,1	0,1
			NR	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
		Misch	VR	9,8	1,8	0,4	12,0	0,0	11,6
			NR	**0,0**	**2,9**	**1,2**	**4,1**	**0,0**	**2,9**
	Hof D	Mono	VR	-	-	-	-	-	-
			NR	**0,0**	**0,0**	**0,4**	**0,4**	**0,0**	**0,0**
		Misch	VR	-	-	-	-	-	-
			NR	**0,0**	**0,0**	**0,2**	**0,2**	**0,0**	**0,0**
Sommerung	Hof E	Mono	VR	0,0	0,0	0,3	0,3	0,1	0,1
			NR	**0,0**	**0,0**	**0,6**	**0,6**	**0,3**	**0,3**
		Misch	VR	11,8	1,7	3,2	16,7	0,5	14,0
			NR	**0,0**	**1,1**	**0,7**	**1,8**	**0,1**	**1,2**
	Hof F	Mono	VR	0,1	0,0	7,5	7,6	6,3	6,4
			NR	**0,0**	**0,0**	**0,2**	**0,2**	**0,1**	**0,1**
		Misch	VR	7,8	1,2	3,2	12,2	2,2	11,2
			NR	**0,1**	**0,2**	**0,1**	**0,4**	**0,0**	**0,3**
	Hof G	Mono	VR	-	-	-	-		-
			NR	**0,0**	**0,0**	**1,4**	**1,0**	**0,0**	**0,0**
		Misch	VR	28,5	9,3	4,2	42,0	2,9	40,7
			NR	**0,0**	**15,1**	**1,4**	**16,5**	**0,0**	**15,1**

Dies unterstreicht die Bedeutung der richtigen Drescheinstellungen bei Mischkulturen, um Schäden an den Erbsen zu reduzieren und einen Kompromiss bei den Einstellungen zwischen den beiden Kulturpflanzen zu finden. In allen Fällen spielen jedoch die Druscheinstellungen eine wichtige Rolle, nicht nur bei der Minimierung von Erbsenbruch, sondern auch bei der Verringerung von Ertragsverlusten (Looh et al. 2025). Die Bruchneigung von Körnern nimmt mit steigender Kornfeuchte ab, während Körner mit niedrigerem Feuchtigkeitsgehalt anfälliger für Brüche sind, da sich ihre mechanischen Eigenschaften ändern – sie werden spröder, weniger elastisch und ihre Bruchenergie sinkt (Łysiak, 2007; Looh et al. 2020; Chen et al., 2020; Looh et al., 2025). Wie jedoch von Looh et al. (2020) berichtet, kann die Bruchneigung ab einem bestimmten Feuchtigkeitsgehalt auch wieder zunehmen.

Die Ergebnisse der zweiten Versuchsperiode (2024/25) zeigen, dass der Anteil an Erbsen in der Mischkultur (Winterung) auf den Betrieben im Vergleich zur ersten Versuchsperiode deutlich höher war (Tabelle 8). Dies spiegelt sich auch in den höheren Wintererbsenerträgen wider, wie aus Tabelle 5

[2] VR (vor der Korntrennung) und NR (nach der Korntrennung). Die hellgrüne Markierung kennzeichnet die Weizenproben nach der Korntrennung. Die dunkelgrün hervorgehobenen Zahlen weisen auf einen Gesamtanteil an Schwarzbesatz von unter 3 % oder einen Gesamtanteil an Fremdgetreide von unter 7 % hin (gemäß EU-Verordnung 2016/1238). Die rot hervorgehobenen Zahlen entsprechen nicht den in der EU-Verordnung festgelegten Grenzwerten (>3 %).

hervorgeht. Wie bereits in der ersten Versuchsperiode verlief die Trennung der ganzen Erbsen vom Weizen problemlos, und nur auf den Betrieben C und F lagen die verbleibenden Anteile an Gesamt Erbsen (ganze + Brucherbsen) im Weizen über den Grenzwert für Schwarzbesatz (3 %). Lediglich Betrieb C überschritt den Schwellenwert für Fremdgetreide mit 8,2 % (Tabelle 8). Auch Betrieb C wies vor der Trennung des Getreides den höchsten Erbsenanteil in der Mischkultur auf (30,5 %), was darauf hindeutet, dass es höchstwahrscheinlich einen maximalen Erbsenanteil in einer Mischkultur geben kann, der akzeptabel ist, um sicherzustellen, dass der Gesamterbsenanteil unter einem Grenzwert von 7 % bleibt. In den von Betrieb G bereitgestellten Proben war der hohe Anteil an Erbsenbruch nicht mehr vorhanden, da dem Lohnunternehmer zusätzliche Informationen zu den Drescheinstellungen zur Verfügung gestellt worden waren, um sicherzustellen, dass der Anteil an Erbsenbruch auf ein Minimum beschränkt blieb.

Tabelle 8: Anteile (%) an ganzen Erbsen, Erbsenbruch, Schwarzbesatz und Gesamt Schwarzbesatz (Schwarzbesatz + alle Erbsenfraktionen) sowie Anteile an Fremdkörner (Getreide) und Gesamt Fremdkörner (Fremdgetreide + alle Erbsenfraktionen) aus der Korntrennung im Betrieb in der Saison 2024/25.[3]

Kultur	Betrieb	Anbausystem	Reinigung	Ganze Erbse (%)	Brucherbse (%)	Schwarzbesatz (%)	Gesamt Schwarzbesatz (%)	Fremdkörner (%)	Gesamt Fremdkörner (%)
Winterung	Hof A	Mono	VR	0,0	0,0	1,7	1,7	0,1	0,1
			NR	**0,0**	**0,0**	**0,7**	**0,7**	**0,0**	**0,0**
		Misch	VR	0,0	0,1	0,8	0,9	0,2	0,3
			NR	**0,0**	**0,0**	**1,9**	**1,9**	**0,3**	**0,3**
	Hof C	Mono	VR	0,0	0,2	1,3	1,5	0,0	0,2
			NR	**0,0**	**0,0**	**0,4**	**0,4**	**0,0**	**0,0**
		Misch	VR	30,5	2,7	1,3	34,5	0,2	33,4
			NR	**3,6**	**4,6**	**0,3**	**8,5**	**0,0**	**8,2**
	Hof D	Mono	VR	0,0	0,0	1,8	1,8	0,0	0,0
			NR	**0,0**	**0,0**	**1,3**	**1,3**	**0,3**	**0,3**
		Misch	VR	10,8	2,7	1,7	15,2	0,0	13,5
			NR	**0,3**	**0,0**	**1,7**	**2,0**	**0,0**	**0,3**
Sommerung	Hof E	Mono	VR	0,4	0,0	1,0	1,4	0,4	0,8
			NR	**0,0**	**0,0**	**3,3**	**3,3**	**0,6**	**0,6**
		Misch	VR	0,8	0,2	1,5	2,5	0,2	1,2
			NR	**0,3**	**0,0**	**1,7**	**2,0**	**0,3**	**0,6**
	Hof F	Mono	VR	0,4	0,0	1,0	1,4	0,9	1,3
			NR	**0,0**	**0,0**	**1,7**	**1,7**	**1,2**	**1,2**
		Misch	VR	0,7	2,6	1,9	5,2	0,3	3,6
			NR	**2,9**	**1,3**	**2,2**	**6,4**	**0,0**	**4,2**
	Hof G	Mono	VR	0,0	0,0	2,8	2,8	1,6	1,6
			NR	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**
		Misch	VR	5,8	0,7	0,9	7,4	0,7	7,2
			NR	**0,0**	**0,3**	**0,0**	**0,3**	**0,0**	**0,3**

Mühlenreinigung

Der Weizen aus der Mischkultur wurde anschließend zur jeweiligen Mühle transportiert, wo vor dem Mahlen die endgültige Korntrennung erfolgte (Tabelle 9). Bei dem Weizen vom Betrieb A fand in der Mühle keine abschließende Korntrennung statt, da dieser direkt von der Bäckerei gemahlen wurde und nach der Trennung keine Erbsen mehr im Weizen verblieben waren (Tabelle 9). Um

[3] VR (vor der Korntrennung) und NR (nach der Korntrennung). Die hellgrüne Markierung kennzeichnet die Weizenproben nach der Korntrennung. Die dunkelgrün hervorgehobenen Zahlen weisen auf einen Gesamtanteil an Schwarzbesatz von unter 3 % oder einen Gesamtanteil an Fremdgetreide von unter 7 % hin (gemäß EU-Verordnung 2016/1238). Die rot hervorgehobenen Zahlen entsprechen nicht den in der EU-Verordnung festgelegten Grenzwerten (>3 %).

sicherzustellen, dass der Anteil an Erbsen im Weizen aus der Mischkultur unter 3 % lag, wurden die Weizenpartien der Betriebe C und G aus dem Erntejahr 2024 in der Mühle zusammengeführt und vermischt; nach der abschließenden Korntrennung wiesen sie einen Anteil an Brucherbsen von nur 2,8% auf, wodurch sichergestellt wurde, dass der Gesamtanteil an Schwarzbesatz (einschließlich Brucherbsen) gemäß der EU-Verordnung bei 3 % lag. In der zweiten Versuchsperiode wurden die Weizen aus der Mischkultur der Betriebe C und G erneut zusammengefasst und vermischt, um sicherzustellen, dass der Grenzwert von 3 % eingehalten wurde (Daten nicht dargestellt). Durch die abschließende Korntrennung in der Mühle verringerte sich der Anteil an Erbsenbruch im Weizen aus Betrieb C um weitere 2,6 %, sodass der endgültige Schwarzbesatzanteil (einschließlich Erbsen) bei 6 % lag.

Tabelle 9: Links: Der Anteil (%) an ganze Erbsen und Erbsenbruch sowie an Schwarzbesatz im Weizen aus der Mischkultur nach der Korntrennung auf den einzelnen Betrieben für beide Versuchsjahre (2024 und 2025). Rechts: Anteile (%) an Erbsenbruch und Schwarzbesatz sowie am Gesamt-Schwarzbesatz (Brucherbse + Schwarzbesatz) nach der abschließenden Korntrennung in der jeweiligen Mühle für beide Versuchsjahre.[4]

		Reinigung am Hof				Reinigung in der Mühle		
Jahr	**Betrieb**	**Ganze Erbse (%)**	**Brucherbse (%)**	**Schwarzbesatz (%)**	**Gesamt Schwarzbesatz (%)**	**Brucherbse (%)**	**Schwarzbesatz (%)**	**Gesamt Schwarzbesatz (%)**
2024	Hof A	0,0	0,0	0,3	0,3	**In der Bäckerei vermahlen**		
	Hof B	0,0	0,1	1,2	1,3	0,1	1,2	1,3
	Hof C	0,0	2,9	1,2	4,1	2,8	0,2	3
	Hof G	0,0	15,1	1,4	16,5			
	Hof D	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2
	Hof E	0,0	1,1	0,7	1,8	1,1	0,0	1,1
	Hof F	0,1	0,2	0,1	0,4	**Ernte Ausfall- Futtergetreide**		
2025	Hof A	0,0	0,0	1,9	1,9	**In der Bäckerei vermahlen**		
	Hof C	3,6	4,6	0,3	8,5	5,9	0,1	6,0
	Hof G	0,0	0,3	0,0	0,3	0,2	0,0	0,2
	Hof D	0,3	0,0	1,7	2,0	0,6	0,1	0,7
	Hof E	0,3	0,0	1,7	2,0	0,1	0,1	0,2
	Hof F	2,9	1,3	2,2	6,4	**Keine Vermahlung- Futtergetreide**		

Aufgrund des Ernteausfalls in der Saison 2024 (starke Regenfälle zur Erntezeit) und der schlechten Weizenqualität bei der Ernte in der Saison 2025 sowohl beim Reinkultur- als auch beim Mischkulturweizen (9,7 % bzw. 10,3 %) wurde kein Weizen aus der Mischkultur des Betriebs F gemahlen.

Schlussfolgerung

Eine vollständige Trennung ist technisch möglich – der Aufwand hängt jedoch stark von den zugrunde gelegten Qualitätsstandards ab (z. B. EU-Verordnung 2016/1238). Die größte Herausforderung bei der Korntrennung stellte der Anteil an Erbsenbruch dar, der nach der Vorreinigung am Hof in den meisten Fällen unter 3 % ausmachte – ein Anteil, der ohne negative Auswirkungen auf Backverhalten und Qualität in Backwaren verarbeitet werden kann. Der Anteil an Erbsenbruch lässt sich sowohl auf die Druscheinstellungen als auch auf sortenspezifische Eigenschaften zurückführen. Hohe

[4] Die dunkelgrün hervorgehobenen Zahlen weisen auf einen Gesamtanteil an Schwarzbesatz von unter 3 % hin (gemäß EU-Verordnung 2016/1238). Die rot hervorgehobenen Zahlen entsprechen nicht den in der EU-Verordnung festgelegten Grenzwerten (>3 %).

Erbsenbruchanteile erschweren die Trennung erheblich, da gebrochene Erbsen dem Weizenkorn in Größe und Gewicht ähneln. Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor ist die Frage, wie Erbsen in der Qualitätsbewertung eingestuft werden. Werden Erbsen als Schwarzbesatz bewertet, reicht bei den meisten Betrieben bereits eine Vorreinigung aus, um den in der EU-Verordnung 2016/1238 festgelegten Grenzwert für Schwarzbesatz bei Weizen in Lebensmittelqualität (max. 3 %) einzuhalten. Für andere Getreidearten wie Gerste, Hafer oder Roggen sind in der Verordnung Besatzgrenzwerte von bis zu 7 % festgelegt. Eine Erweiterung der Klassifizierung um weitere Kulturpflanzen wie Hülsenfrüchte könnte daher dazu beitragen, den technischen Trennaufwand und die damit verbundenen Kosten von Mischkulturen deutlich zu reduzieren. Da in der Verordnung derzeit nur Fremdgetreide als Besatzfraktion beschrieben wird, werden Erbsen in der Praxis höchstwahrscheinlich als Schwarzbesatz eingestuft. Dies kann weitere Trennschritte erforderlich machen. Gleichzeitig ist zu beachten, dass die gesetzlichen Grenzwerte für Besatz nicht zwangsläufig den tatsächlichen Anforderungen der Verarbeitung entsprechen. Je nach Verarbeitungstechnologie und Marktanforderungen können einzelne Akteure eigene, häufig strengere Qualitätsstandards festlegen. Damit wird deutlich: Nicht allein die technische Trennbarkeit bestimmt den Aufwand, sondern auch die Frage, welche Restanteile entlang der Wertschöpfungskette akzeptiert werden. Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen Landwirtschaft, Reinigung, Mühle und weiteren Verarbeitungsstufen sind daher entscheidend, um landwirtschaftliche Innovationen wie Mischkulturen erfolgreich in bestehende Wertschöpfungsketten zu integrieren.

Je nachdem, ob die Erbsenfraktion als Futtermittel, für die industrielle Verarbeitung oder für den menschlichen Verzehr vermarktet wird, können zusätzliche Trennungsschritte erforderlich sein, um sicherzustellen, dass die Marktstandards für die Erbsenfraktion erfüllt werden. Soll die Erbsenfraktion auch für den menschlichen Verzehr vermarktet werden, wird die Bruchfestigkeit der Erbsen zu einem wichtigen Auswahlkriterium, das unter anderem durch eine möglichst gute Synchronisierung der Reifezeiten von Weizen- und Erbsensorten unterstützt werden kann. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Empfehlungen für Sorten zur Weizen-Erbsen-Mischkultur nicht nur von ihrer agronomischen Leistung, sondern auch von ihrer Eignung für die Weiterverarbeitung nach der Ernte abhängen. Nicht nur die Synchronisation der Reife ist ein wichtiger zu berücksichtigender Faktor, sondern auch die Zielsetzung der Mischkultur und die Klarheit darüber, welche Kulturart die wichtigste Komponente darstellt. Damit verbunden ist die Optimierung der Druscheinstellungen sowie der Technik und Einstellungen des Trennungsprozesses, die nicht unterschätzt werden darf. Dazu gehören auch gesetzliche Vorschriften und Regelungen bezüglich des zulässigen Besatzes, abhängig von der Kulturart und dem Endmarkt.

3.2.3. Mahl- und Backeigenschaften

Mehlklassifizierung und Wasseraufnahme

In Deutschland wird seit 1992 die Norm DIN 10355 zur Klassifizierung von Mühlenprodukten angewendet. Diese Spezifikation ermöglicht die Einstufung von Mehltypen anhand des Mineralstoffgehalts (in der Trockenmasse) und legt einen zulässigen Bereich (Mindest- und Höchstwerte) für den Mineralstoffgehalt in g pro 100 g Mehl fest. Aufgrund dieser Klassifizierung liegt der Mineralstoffgehalt des Mehls bereits bei einem Erbsenanteil von 3% über dem zulässigen Wertebereich für Mehl der Typenbezeichnung T550; folglich muss Mehl, das aus Weizen mit einem Restanteil oder einer Zugabe von 3% Erbsen oder mehr hergestellt wird, auf der Grundlage des Mineralstoffgehalts des Mehls als Typ T812 klassifiziert werden (Tabelle 10).

Die Mehlklassifizierung anhand der Typennummer gibt Aufschluss über den Nährstoffgehalt des Mehls, und da Leguminosen wie Erbsen von Natur aus einen deutlich höheren Mineralstoffgehalt aufweisen als Weizen, führen höhere Erbsenanteile im Weizen zu einem höheren Mineralstoffgehalt des Mehls. Dies ist an sich für Backprozesse unproblematisch, sollte jedoch von Bäcker*Innen berücksichtigt werden, denn ein Typenmehl T550 aus Mischkulturweizen, in dem Erbsenanteile von 3% oder mehr verbleiben kann es somit nicht geben. Aufgrund des höheren Mineralstoffgehalts des Mehls mit Erbsenanteil könnten Bäcker*Innen, das Mehl aus Mischkultursystemen mit einem Erbsenanteil von 3% oder mehr verwenden möchten, in einem solchen Fall nur Mehl der Typenbezeichnung T812 beziehen; diese Information kann jedoch von den Mühlen kommuniziert werden und stellt somit kein größeres Problem dar.

Tabelle 10: Mineralstoffgehalt des Mehls und Klassifizierung der Mahlprodukte (Mehltypen) für die verschiedenen Mehlbehandlungen. Die Wasseraufnahmefähigkeit des Mehls (%) ist ebenfalls angegeben.

Behandlung	Mineralstoffgehalt (g/100g)	Mehltype	Wasseraufnahme (%)
Kontrolle	0,57	T550	57,9
99:1	0,62	T550	58,0
97:3	0,66	T812	59,0
95:5	0,71	T812	59,4
93:7	0,80	T812	59,8
90:10	0,84	T812	59,7

Die Wasseraufnahmefähigkeit des Mehls steigt mit zunehmendem Erbsenanteil im Weizen (Tabelle 10) und da Erbsenprotein als stabilisierender Emulgator bekannt ist (Burger & Zhang, 2019; Olsmats & Rennie, 2024), können dem Teig während der Teigverarbeitung größere Mengen Wasser zugesetzt werden, was für Bäcker*Innen möglicherweise zu einer Erhöhung der Teigausbeute (TA) führt.

Backvolumen

Die Ergebnisse sowohl des Rapid-Mix-Tests (RMT) als auch der praxisorientierten, optimierten Backversuche für Vollkornmehl (Kasten) und Mehl Typ 550 (Kleingebäck) zeigten keine signifikanten Unterschiede im Backvolumen zwischen den Behandlungsvarianten, was darauf hindeutet, dass die Zugabe (oder Einarbeitung) von bis zu 10 % Erbsen das Backvolumen nicht nachteilig beeinflusst (Abbildungen 3 und 4). Die Ergebnisse deutet, dass der Anteil von bis zu 5% Erbsen in Backwaren keine nennenswerten Verarbeitungsprobleme oder Anpassungen mit sich bringt und somit eine bisher unerforschte Möglichkeit darstellt, Märkte für Getreide und Leguminosen aus Mischkulturen in Bäckereien zu etablieren.

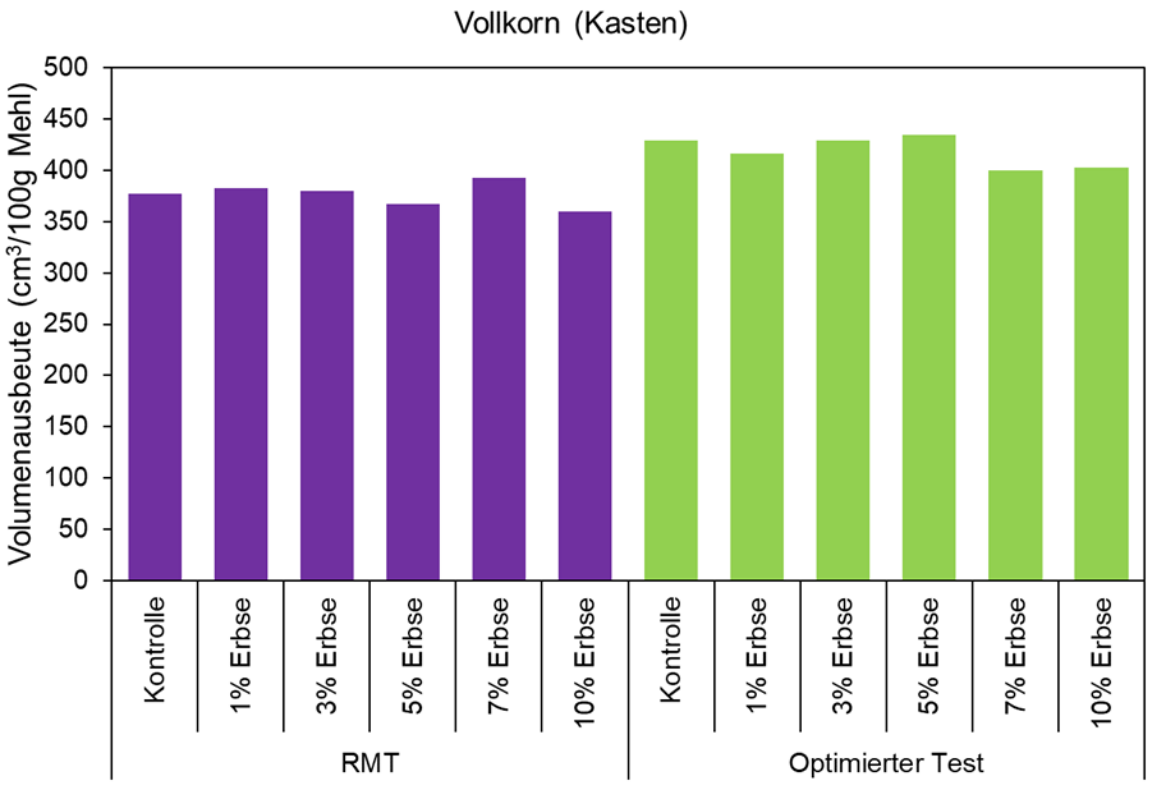


Abbildung 3: Volumenausbeute (cm3/100 g Mehl) sowohl für die RMT- als auch für die praxisorientierten (optimierte Backversuche) Backversuche mit Vollkornbrot (Kasten).

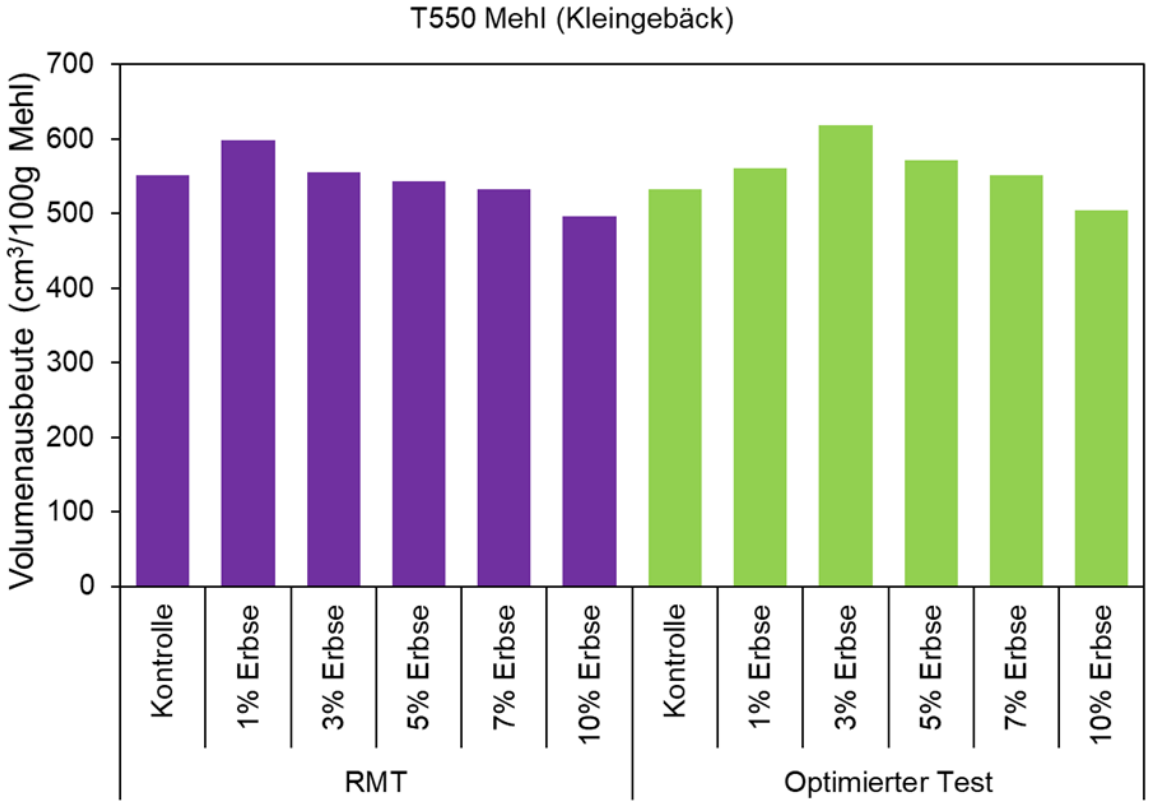


Abbildung 4: Volumenausbeute (cm3/100 g Mehl) sowohl für die RMT- als auch für die praxisorientierten (optimierte Backversuche) Backversuche mit Mehl Typ 550 (Kleingebäck).

Sensorische Untersuchung

Die Ergebnisse der multivariaten Datenanalyse zeigten, dass die Bäcker*Innen nur sehr geringe sensorische Unterschiede zwischen den Brotproben mit 0, 1, 3 und 5% Erbsenmehl feststellen konnten (wobei die Achsen etwa 78% der Varianz erklärten) (Abbildung 5). Der geringe Abstand zwischen den Brotproben mit 0 und 3% Erbsenanteil (sowohl auf der x- als auch auf der y-Achse) sowie der geringe Abstand zwischen den Brotproben mit 1 und 5% Erbsenanteil deuten darauf hin, dass die Bäcker*Innen keine sensorischen Unterschiede zwischen diesen Proben feststellen konnten.

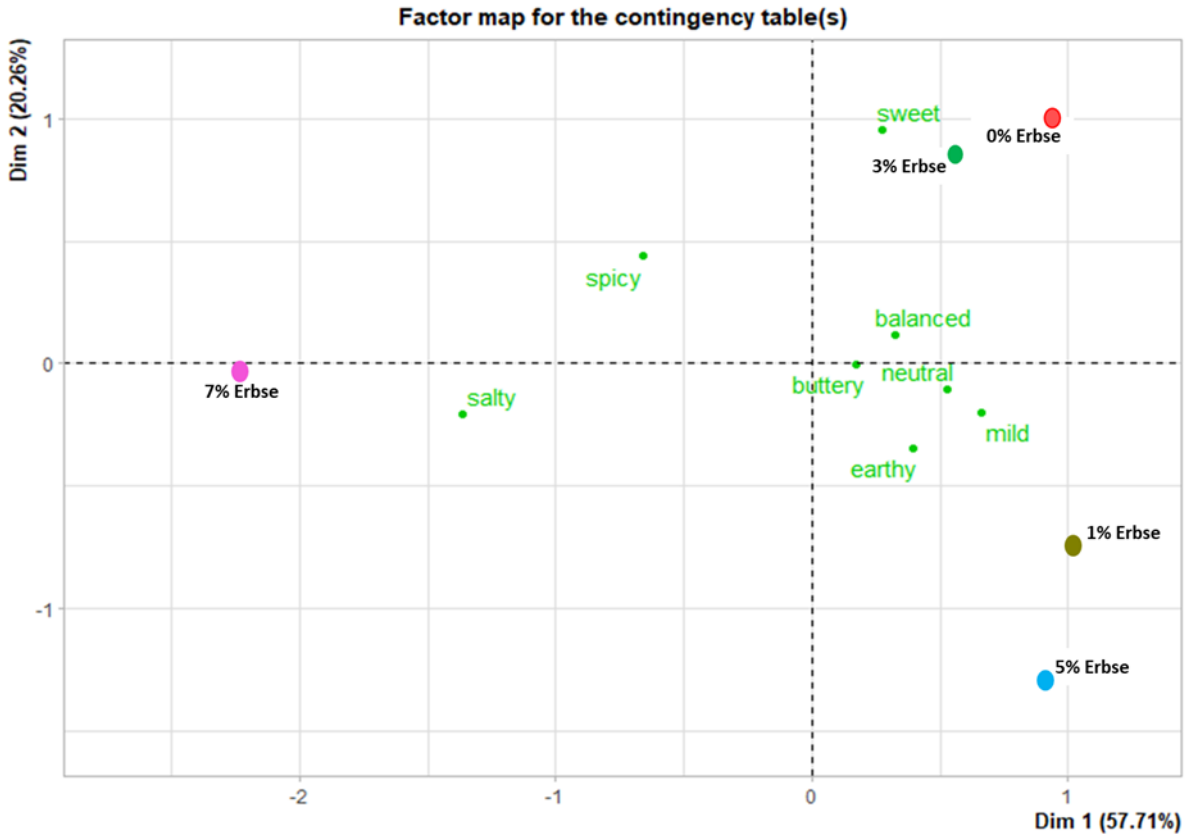


Abbildung 5: Ergebnisse der multivariaten Analysen (Napping-Methode) zur Beschreibung der sensorischen Unterschiede und Eigenschaften von fünf Brotproben mit unterschiedlichen Erbsenmehlanteilen (0, 1, 3, 5 und 7%).

Darüber hinaus wurden alle diese Brotproben aufgrund ihrer Positionierung in Bezug auf diese Geschmackseigenschaften mit den Geschmackseigenschaften „ausgewogen - balanced“, „neutral“ und „buttrig - buttery“ assoziiert. Die Proben mit 1% und 5% Erbsen wurden zudem stärker mit den sensorischen Eigenschaften „mild“ und „erdig - earthy“ assoziiert, während Proben mit 0% und 3% Erbsen zusätzlich als „süß - sweet“ beschrieben wurden (Abbildung 5). Nur die Probe mit 7% Erbsen stach hinsichtlich ihres Abstands zu den anderen Proben auf der x-Achse als Ausreißer hervor, was darauf hindeutet, dass diese Brotprobe von dem teilnehmenden Bäcker*Innen als eine Probe mit einem anderen sensorischen Profil als die anderen Brotproben identifiziert wurde. Im Vergleich zu den anderen Brotproben wurde die Brotprobe mit 7% Erbsen zudem stärker mit den sensorischen Attributen „salzig - salty“ und „würzig – spicy/savoury“ assoziiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass hinsichtlich des Backverhaltens und der sensorischen Eigenschaften ein Resterbsenanteil von bis zu 5% keine Probleme bereitet und dass Weizen-Erbsen-Mischkulturen daher

problemlos angebaut und verarbeitet werden können, vorausgesetzt, der Erbsenanteil lässt sich durch Korntrennung und -reinigung auf 5% und darunter reduzieren. Zudem wurde das Brot mit 7% Erbsenanteil als salzig beschrieben, obwohl der Salzgehalt in allen Brotrezepten gleich war. Somit könnte die Zugabe von Erbsenmehl ein Potenzial zur Salzreduktion in Backwaren bieten, bei gleichzeitiger Beibehaltung eines kräftigen und ansprechenden Geschmacksprofils.

Backtests mit Weizen aus Mischkulturen (Rapid-Mix Test und praxisorientierten und optimierten Test)

Wie erwartet war das Backvolumen bei den Standard-Backversuchen (Rapid Mix Test) sowohl für Vollkornmehl als auch für Mehl der Type 550 geringer als bei den praxisbezogenen Backversuchen (Tabelle 11). Wie von Linnemann (2010, 2011) erläutert, ermöglichen optimierte Backtests die Herstellung guter Backprodukte trotz geringerer Backqualität und die Ergebnisse sind mit denen von Praktikern vergleichbar.

Tabelle 11: Volumenausbeute (cm³/100g Mehl) für den Rapid-Mix Test (RMT) und praxisorientierten und optimierten Test (Praxis) mit Typenmehl 550 (Kleingebäck) und Vollkornmehl (Kastenbrot) in den Versuchsjahren 2024 und 2025.

Jahr	System	RMT T550	Praxis T550	RMT Vollkorn	Praxis Vollkorn
2024	Mono	572	565	383	448
	Misch	563	585	363	445
2025	Mono	562	626	365	408
	Misch	580	621	366	424

Im Allgemeinen gab es hinsichtlich des Backvolumens keine großen Unterschiede zwischen den verschiedenen Backwaren aus dem Reinkulturweizen und denen aus dem Weizen aus Mischkultur. Diese Ergebnisse spiegeln die Ergebnisse der Backqualitätsparameter wider, insofern, als die Backqualität des Weizens aus beiden Anbausystemen über alle Betriebe hinweg recht ähnlich war und die Mischkultur hinsichtlich des Backvolumens eine vergleichbare Backleistung wie der Reinkulturweizen ermöglicht (Tabelle 11).

Ein vom IGV (Institut für Getreideverarbeitung GmbH) verwendeter Index zur Bewertung der Backverhalten kombiniert die Rangfolge der folgenden Backeigenschaften Backvolumen und Prozentsatz der ausgebundenen Kleingebäcke für Mehl Type 550 und Backvolumen und Krumenelastizität für Vollkornkastenbrote, um das Backverhalten in die folgenden Klassen einzuteilen: "mangelhaft", "nicht befriedigend", "befriedigend", "gut" und "sehr gut".

Wie bei den Ergebnissen für das Backvolumen zeigte sich auch bei den Backergebnissen für die Rapid-Mix Tests (standardisierte Backtests) ein deutlich höherer Prozentsatz an Proben, die entweder mit "mangelhaft", "nicht befriedigend" oder "befriedigend" bewertet wurden (Abbildung 6 und 7). Hinsichtlich des Backverhaltens gab es tendenziell kaum Unterschiede zwischen dem Reinkulturweizen und dem Weizen aus der Mischkultur. Diese Ergebnisse zeigen, dass Weizen aus der Mischkultur hinsichtlich Backleistung und Backverhalten keine Herausforderungen bei der Verarbeitung darstellt und dass die Diversifizierung des Weizenanbaus durch Mischkulturen erfolgreich kombiniert werden kann, ohne dass dabei Nachteile hinsichtlich der Backqualität und der Backleistung entstehen.

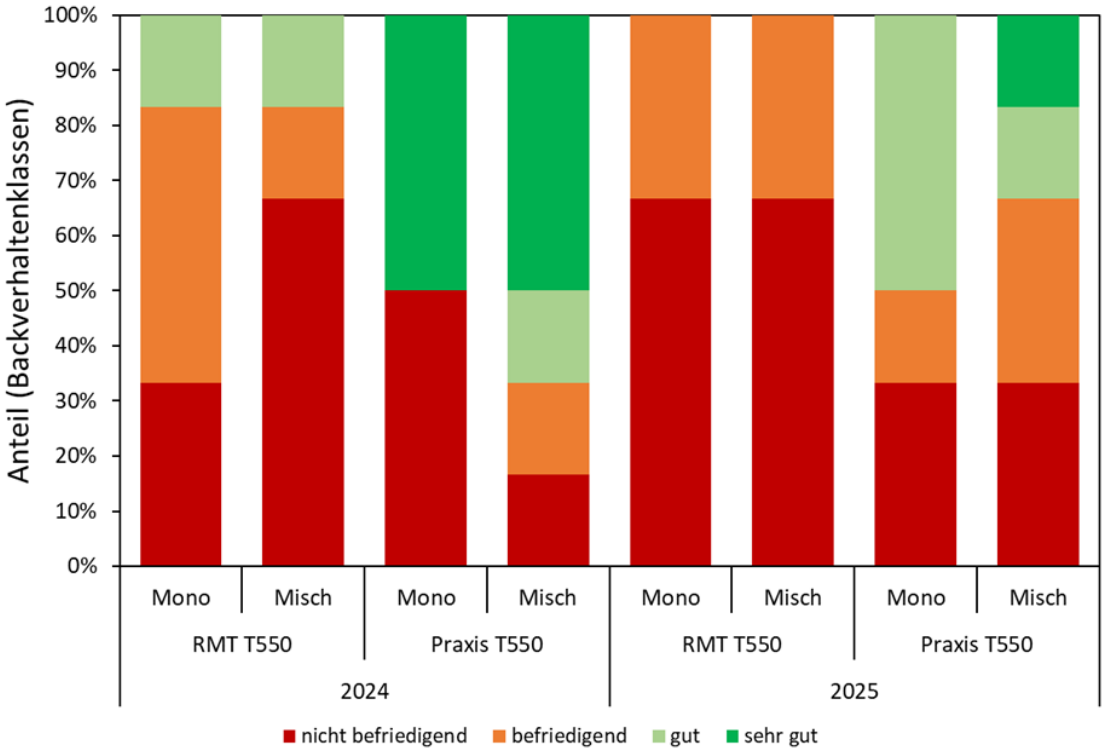


Abbildung 6: Anteil der Backverhaltensklassen pro Anbausystem (Mono oder Mischung) in beiden Versuchsjahren (2023/24 und 2024/25) für den Rapid-Mix Backtest (RMT) und den praxisbezogenen Backtest (Praxis) für mit Mehl Typ 550 hergestelltes Kleingebäck.

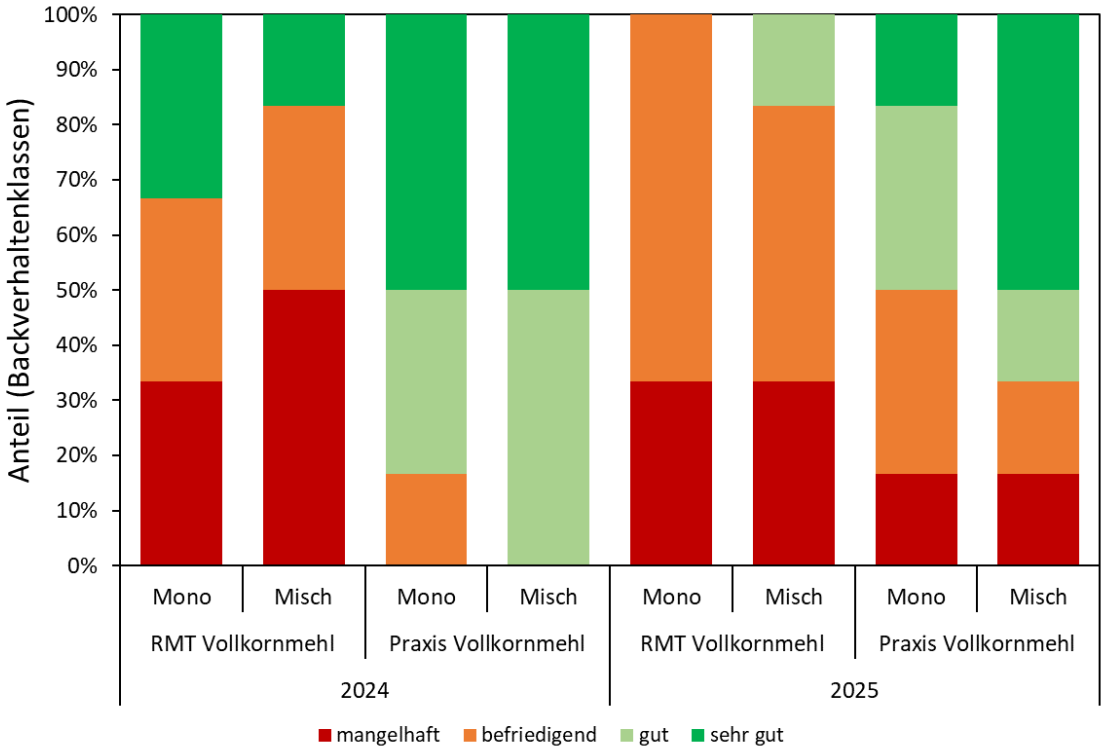


Abbildung 7: Anteil der Backverhaltensklassen pro Anbausystem (Mono oder Mischung) in beiden Versuchsjahren (2023/24 und 2024/25) für den Rapid-Mix Backtest (RMT) und den praxisbezogenen Backtest (Praxis) für mit Vollkornmehl hergestelltes Kastenbrot.

Schlussfolgerung

Obwohl die Backversuche mit einem Erbsenanteil von bis zu 10 % keinen Unterschied im Backvolumen im Vergleich zu Brot ohne Erbsenzusatz zeigten, ergab die sensorische Analyse, dass Brot mit einem Erbsenanteil von bis zu 7 % die sensorischen Eigenschaften verändern kann, darunter einen erhöhten salzigen und einen würzigeren Geschmack. In Gesprächen und Rezepturtests mit Bäckern (April 2024) wurde der Grenzwert auf 5 % festgelegt, um sicherzustellen, dass keine größeren Anpassungen bei der Verarbeitung sowie keine Veränderungen hinsichtlich des Backverhaltens oder der sensorischen Eigenschaften erforderlich sind. Durch eine erste Korntrennung auf dem Betrieb sowie eine abschließende Korntrennung in der Mühle lässt sich dieser Grenzwert einhalten, und die Einbeziehung von Erbsenrückständen, die bei der Korntrennung nicht entfernt wurden, kann ohne größere Probleme in die Wertschöpfungskette integriert werden. Sollte der Grenzwert von 5 % überschritten werden, könnten Müller Weizenpartien mischen, um sicherzustellen, dass der Grenzwert eingehalten wird, wie dies bei den Betrieben C und G während der beiden Backkampagnen der Fall war.

Die Veränderungen des Mineralstoffgehalts des Mehls durch die Mitverarbeitung von Erbsenrückständen und die daraus resultierende Änderung der Mehlklassifizierung (Mehltypen) können den Bäckern mitgeteilt werden und werden daher weder von den Mühlenbetreibern noch von den Bäckern als großes Problem angesehen.

Um die Kosten für die Korntrennung bei Mischkulturen zu senken, sollte die Akzeptanz geringer Mengen von Erbsen im Weizen unterstützt werden, einschließlich Änderungen an Rechtsvorschriften wie der EU-Verordnung 2016/1238, um sicherzustellen, dass andere Kulturpflanzenarten wie Erbsen in die Besatzklasse „Fremdgetreide“ integriert werden können. Dies würde sicherstellen, dass Mehlprodukte und Backwaren aus Weizen aus Mischkulturen preislich mit Weizen aus Reinkultur vergleichbar bleiben und dass Weizen aus Mischkulturen auf dem Markt keinen Preisnachteil hat. Trotz dieser Ergebnisse gibt es weitere Hindernisse für die Integration von Produkten aus Mischkulturen in die gesamte Wertschöpfungskette, die in AP5 näher diskutiert werden.

4. AP 3 Systemanalyse, ökonomische Modellierung, Szenarien- und Risikoanalyse

4.1. Systemanalyse

Ziel der strukturierten Systemanalyse ist es, Unterschiede der Backweizenerzeugung in Rein- und Mischkultur zu identifizieren, um über eine Monetarisierung von Stoffströmen und Verfahrensschritten eine Datenbasis für die ökonomische Modellierung zu schaffen. Grundlage der Systemanalyse sind einerseits eine strukturierte Literaturanalyse und andererseits Einschätzungen von Betriebsleitenden der VORWERTS-Partnerbetriebe hinsichtlich Verfahrensschritten und -technik. Dazu gehören mögliche Unterschiede in der Bewirtschaftung (etwa Kosteneinsparung durch verringerten Pflegeaufwand), aber auch der Aufbereitung (Reinigungs- und Trennungsaufwand).

4.1.1. Literaturanalyse

Im Zentrum agronomischer Effekte des Mischkulturanbaus steht die gemeinsame Ressourcennutzung von Luft, Wasser und Pedosphäre (Boden, Nährstoffe), die gerade im Mischanbau mit Leguminosen synergistisch wirken kann, insbesondere bei Mischungen wenig eng verwandter Arten (Aufhammer, 1999), (vgl. Abbildung 8). Dabei können positive Effekte auf Rhizodeposition, Rhizobienwachstum oder auch eine verbesserte Licht-Nutzung auftreten (Bedoussac and Justes, 2010; Zhang et al., 2021). Darüber hinaus kann sich die Stickstoff-Effizienz im Mischkulturanbau gegenüber Reinsaaten erhöhen. So konnte beispielsweise beim Mischkulturanbau von Hartweizen und Wintererbsen eine dynamisch komplementäre Stickstoffaufnahme mit einem verbesserten Stickstoff-Status des Weizens beobachtet werden (Bedoussac and Justes, 2010). Auch beim Mischkulturanbau von Gerste und Erbsen war die Stickstoffverwertung im Vergleich zur Reinkultur erhöht, was auch auf eine verstärke Aufnahme der Gerste von N_{min} und eine damit einhergehende verstärken N_2-Fixierung der Leguminose zurückgeführt wurde (Hauggaard-Nielsen et al., 2009).

Phytomedizinische Effekte umfassen dabei unter anderem Mechanismen zur Verringerung der Krankheitsanfälligkeit etwa über Barriere-Effekte, größere Abstände, Förderung von Gegenspielern oder mikrobiellen Wechselwirkungen (Finckh and Wolfe, 2015). Dabei wurde etwa eine Verringerung des Krankheitsbefalls um 20-40 % in der Mischkultur beobachtet (Hauggaard-Nielsen et al., 2008).

Die beschriebenen agronomischen Wirkungen können verschiedene ökonomische Effekte nach sich ziehen. Hierzu zählen etwa Potenziale zur Kostenreduktion anhand der Einsparung von Stickstoff-Düngemitteln durch eine verbesserte Nutzung von mineralisiertem Boden-N und einer erhöhten N-Fixierung sowie dem N-Transfer zwischen den Mischungspartnern (Bedoussac et al., 2015). Darüber hinaus können Pflanzenschutzmittel und -anwendungskosten basierend auf positiven phytomedizinischen Mechanismen und dem verringerten Krankheitsdruck eingespart werden (Finckh et al., 2000). Geringerer Beikrautdruck (Bedoussac et al., 2015; Hauggaard-Nielsen et al., 2009) kann dabei helfen, Kosten für mechanische oder chemische Beikrautbekämpfung zu senken. Eine Reduzierung des Beikrautdrucks kann dabei auch geringere Erträge der Mischkultur im Vergleich zur Reinsaat ausgleichen (Dierauer et al., 2017). Darüber hinaus sind auch Mehrerlöse durch höhere Gesamterträge (Weizen + Erbse) (Bedoussac et al., 2015; Dierauer et al., 2017; Li et al., 2020), eine ausgleichende Ertragsstabilität der zwei Mischungspartner oder verbesserte Proteingehalte im Weizen (Timaeus et al., 2022; Weih et al., 2021) möglich. Nicht zuletzt werden positive Vorfruchteffekte genannt, wie eine erhöhte monetäre Leistung aufgrund des insgesamten Mehrertrags einer

Mischkultur, Einsparungen durch verringerte Bodenbearbeitung sowie N-Einsparung beim Mischkulturanbau genannt (Zerhusen-Blecher, 2022), wobei mögliche bodenfruchtbarkeitsfördernde (Fruchtfolge-)Effekte und deren Monetarisierung grundsätzlich mit großen Unsicherheiten behaftet ist.

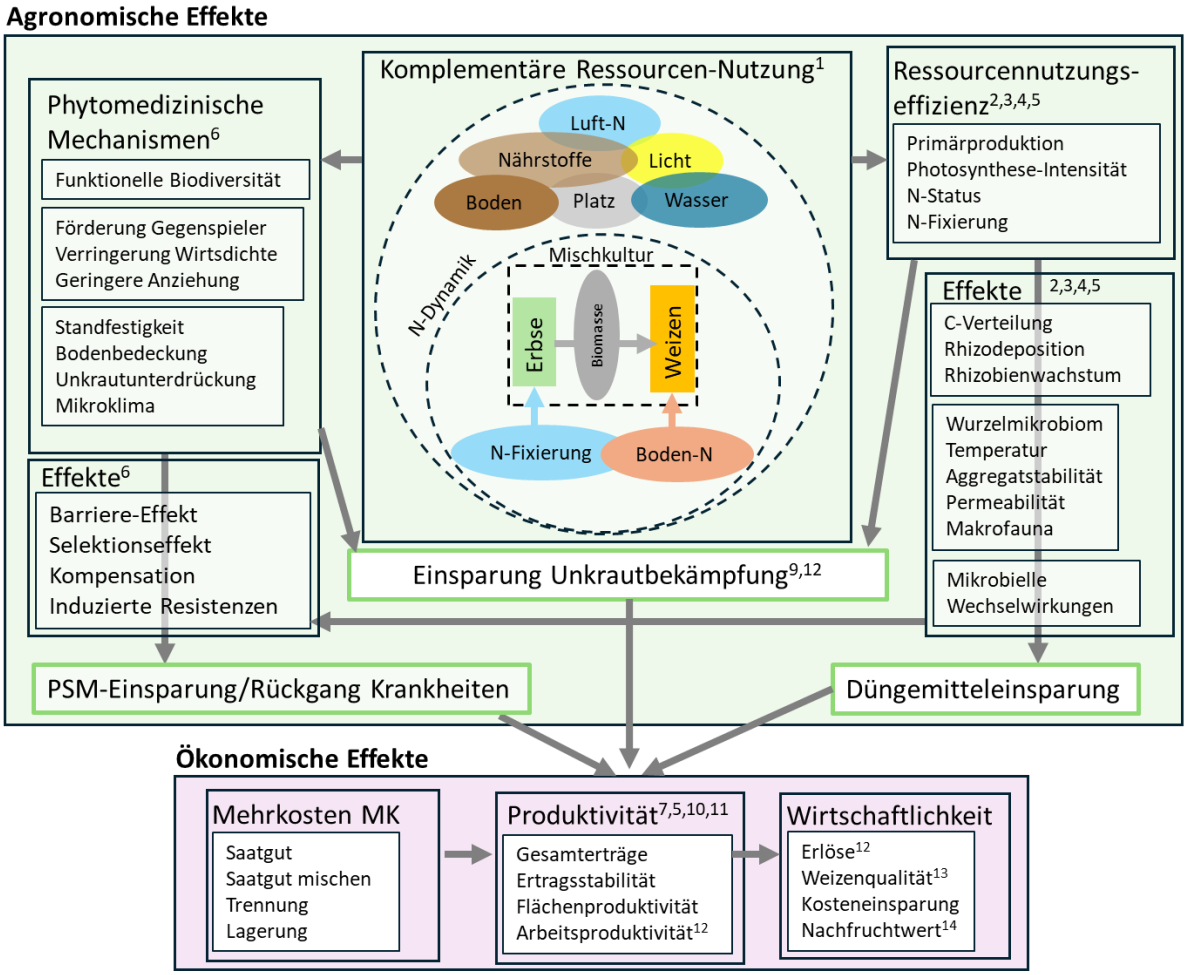


Abbildung 8: Systemanalyse der agronomischen Effekte des Mischkulturanbaus unter Einbeziehung von Körnerleguminosen und der daraus abgeleiteten ökonomischen Effekte[5]

4.1.2. Verfahrensschritte des Mischkulturanbaus

Die Wirtschaftlichkeit von Rein- und Mischkultursystemen kann nicht zuletzt auf veränderte Produktions- und Verfahrenstechniken bzw. der unterschiedlichen Anwendung von Arbeitsverfahren beruhen, wenn sich beispielsweise Bedarfe für Nährstoffzufuhr oder Beikrautregulierung ändern oder bestimmte Arbeitsschritte zusätzlich erforderlich werden oder wegfallen. Um mögliche systematische Unterschiede der Anbaupraktiken beider Systeme zu erfassen, wurden daher die produktionstechnischen Verfahrensschritte bei Betriebsbesuchen sowie im Nachgang weiterführenden Gesprächen auf den am VORWERT-Projekt beteiligten Partnerbetriebe erhoben (wo

[5] Referenzen: [1]Aufhammer, 1999; [2]Zhang et al., 2021; [3]Bedoussac und Justes, 2010; [4]Hauggaard-Nielsen et al., 2009; [5]Bedoussac et al., 2015; [6]Finckh and Wolfe, 2015; [7]Aufhammer et al., 2004; [8]Finckh et al., 2000; [9]Hauggaard-Nielsen et al., 2008; [10]Li et al., 2020; [11]Weih et al., 2021; [12]Dierauer et al., 2017; [13]Timaeus et al., 2022; [14]Zerhusen-Blecher et al., 2022

möglich für beide Anbausaisons 2023/24 du 2024/25). Alle Betriebe wirtschaften nach den Standards des ökologischen Landbaus, was insbesondere Auswirkungen auf die Arbeitsverfahren von Beikrautregulierung und Düngung hat.

Es hat sich gezeigt, dass sich abhängig von Standort, Betriebsgegebenheiten (Technik, Fruchtfolge, individuelle Ackerbaupraktiken) und Anbauzeitraum (Sommerung/Winterung) die Herangehensweisen betriebsübergreifend unterscheiden können. Unterschiede bestehen etwa im Einsatz von der eingesetzten Technik, wie beispielsweise der Einsatz des Pflugs bei herkömmlicher bzw. wendender Bodenbearbeitung oder von Grubber bzw. Scheibenegge bei reduzierter Bodenbearbeitung oder bei der Aussaat der Einsatz von Bestellkombinationen im Unterschied zu Mulchsaatgeräten. Für einen systematischen Vergleich der Anbausysteme von Reinkultur- und Mischkulturanbau sind allerdings Unterschiede von Art und Anzahl bestimmter angewandter Arbeitsverfahren besonders relevant. Hier zeigen sich insbesondere Unterschiede bei den standortangepassten Aussaatmengen, bei der mechanischen Pflege der Kulturen (Hacken, Striegeln) sowie dem Einsatz und der Menge von Düngemitteln. Mögliche Unterschiede beim Drusch (Technik, Einstellungen) konnten bei den vorliegenden Erhebungen nicht im Detail erfasst werden.

Trotz der betriebsindividuellen Unterschiede lassen sich die Anbaupraktiken so weit standardisieren, dass diese für die folgende Modellierung typischer Anbausysteme des Rein- und Mischkulturanbaus herangezogen werden können und somit auch eine realistische, praxisbasierte Grundlage für die Kalkulation von standardisierten Verfahrenskosten darstellen können.

Hauptsächliche Unterschiede von Rein- und Mischkulturanbau bestehen auf Grundlage der Befragung der VORWERTS-Partnerbetriebe in den Bereichen Aussaat, Pflege und Düngung. Ein zusätzlicher Arbeitsschritt ist das Mischen des Saatguts beim Mischanbau, dagegen fällt gegenüber der Pflege der Reinkultur Weizen ein Hack- sowie ein Striegel-Arbeitsgang weg, da die Erbse erstens eine Beikraut unterdrückende Wirkung entfalten kann und zweitens nur zu Wachstumsbeginn eine mechanische Pflege verträgt. Weizen ohne Mischungspartner wird in der Regel organisch gedüngt, sowohl Düngereinsatz als auch die damit einhergehenden Arbeitsschritte fallen beim Mischkulturanbau mit einem Leguminosenpartner weg (der gelegentlich in der Praxis vorkommende Einsatz von Schwefeldüngung wird hier nicht berücksichtigt).

4.1.3. Trocknung und Trennung des Ernteguts

Die Aufbereitung und Trennung der Mischungspartner stellt eine der größten Herausforderungen für den Einsatz von Mischkulturen im Lebensmittelbereich dar. Im Gegensatz zur klassischen Reinigung muss bei Mischkulturen zusätzlich eine Trennung von zwei Hauptprodukten erfolgen, was den Prozess deutlich anspruchsvoller macht. Die Effizienz der Trennung hängt dabei wesentlich vom sogenannten Trennschnitt ab, der beispielsweise durch Siebgröße oder Luftstrom bestimmt wird, wobei eine vollständige Trennung unter Praxisbedingungen kaum erreichbar ist. Zur Reinigung und Trennung werden unterschiedliche Korneigenschaften wie Größe, Gewicht, Form oder Schwebeverhalten genutzt. Bereits einfache Vorreinigungsverfahren mit Wind- und Siebtechnik ermöglichen einen Großteil der notwendigen Trennprozesse, während ergänzend Trieure oder Farbsortierer eingesetzt werden können (Saathoff, 2024). Mischkulturen können allerdings teilweise schon mit vergleichsweise einfacher Technik erfolgreich getrennt werden (Bedoussac et al., 2021; Saathoff et al., 2022), wobei tolerierte Leguminosen-Rückstände Potenziale zur Senkung von Reinigungskosten bieten (Saathoff et al., 2022).

Die Trocknung von Mischkulturen stellt aufgrund unterschiedlicher Abreifeverläufe der Mischungspartner eine zusätzliche Herausforderung dar und kann eine Nachtrocknung erforderlich machen. Unterschiedliche Korn- und Schütteigenschaften beeinflussen das Trocknungsverhalten sowie den Strömungswiderstand und erhöhen damit die Komplexität gegenüber Reinsaaten. Zudem kann eine erhöhte Schüttdichte den Raumbedarf für Lagerung und Trocknung steigern. Ziel der Trocknung ist eine möglichst schonende Reduktion des Wassergehalts bei geringem Energieeinsatz, wobei Annahmestellen häufig Höchstwerte für die Kornfeuchte vorgeben oder Abschläge bzw. Trocknungskosten berechnen (Saathoff, 2024).

Ein beispielhafter schematischer Ablauf der Aufbereitungsschritte von Rein- und Mischkultur ist in Abbildung 9 dargestellt. Sowohl Trocknung als auch Reinigung können sowohl inner- als auch überbetrieblich erfolgen, je nach Ausstattung des erzeugenden Betriebs. Vor dem ersten Reinigungs-Vorgang (z.B. Windreinigung) erfolgt jeweils die Trocknung des Ernteguts. Nach der Vorreinigung kann insbesondere bei der Mischkultur aufgrund der beschriebenen möglichen unterschiedlichen Zeitpunkte bei der Abreife ein weiterer Trocknungsvorgang erforderlich werden. Bei der Mischkultur werden nach der Vorreinigung beide Mischungspartner weitgehend voneinander getrennt. Liegt der Schwarzbesatz im tolerablen Bereich und wird ein gewisser Prozentsatz Erbsen im Weizen toleriert (z.B. 2-3 %), kann die Feinreinigung (z.B. Steinausleser, Tischausleser, Farbausleser, Aspiration) entfallen. Ist der Schwarzbesatz zu hoch und sollen die Erbsen komplett vom Weizen getrennt werden, wird eine Feinreinigung erforderlich. Ist eine getrennte Lagerung der Mischungspartner erforderlich, kann sich der Lagerungsaufwand erhöhen. Ein finaler Reinigungsschritt (z.B. Siebreinigung) erfolgt dann oft vor der Verarbeitung bei der Mühle.

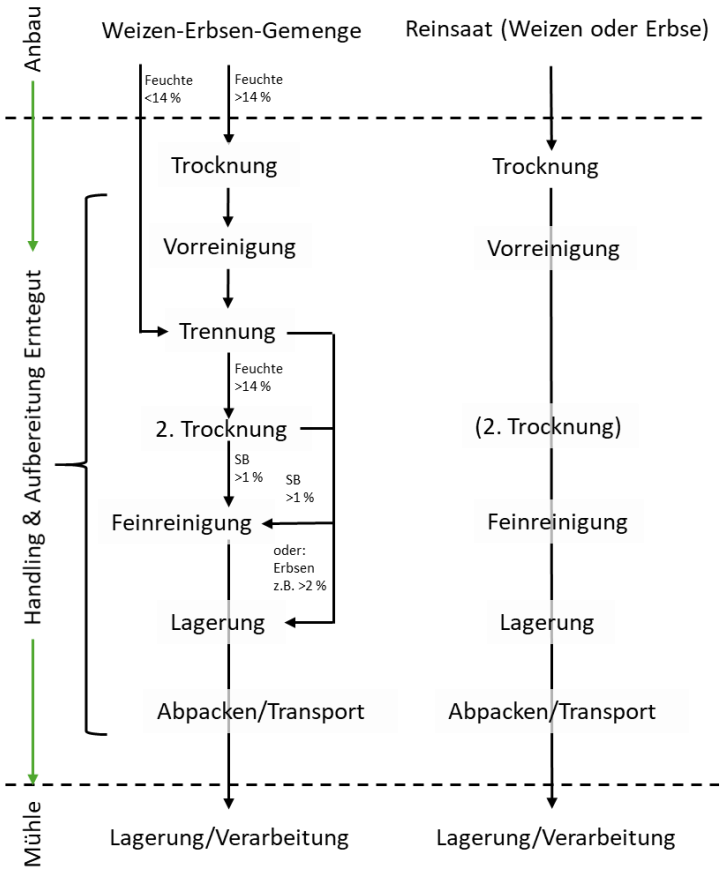


Abbildung 9: Schematischer Ablauf der Aufbereitung von Misch- und Reinkultur

Abbildung 10 soll die Verfahrensprozesse verdeutlichen für die vollständige Trennung von Weizen und Erbse (A) sowie die Tolerierung eines gewisser Erbsenanteils im Weizen mit verkürzter Aufbereitung (ohne Feinreinigung) (B).

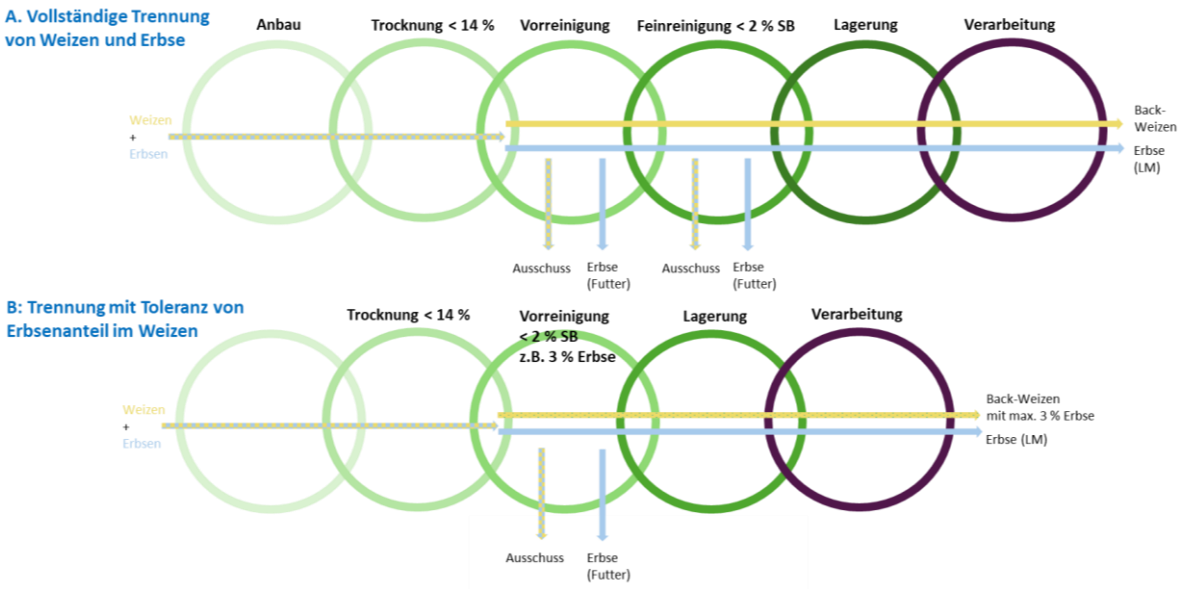


Abbildung 10: Verfahrensabläufe bei vollständiger Trennung von Weizen und Erbse (A) im Vergleich zur Toleranz eines Erbsenanteils im Weizen (B)

4.1.4. Umfeldanalyse

Die Umfeldanalyse untersucht, inwieweit die bestehenden rechtlichen und förderpolitischen Rahmenbedingungen in Deutschland die Integration von Getreide-Körnerleguminosen-Gemengen in diversifizierte landwirtschaftliche Systeme unterstützen bzw. welche Hemmnisse bestehen. Im Mittelpunkt stehen dabei insbesondere die Regelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP), die Vorgaben des ökologischen Landbaus, das Saatgutrecht sowie übergeordnete Förderstrategien für den Leguminosenanbau.

Ein grundsätzlich günstiger Rahmen ergibt sich aus der aktuellen GAP-Förderperiode 2023–2027. Die Öko-Regelung 2 „Vielfältige Kulturen im Ackerbau“ sieht neben dem Anbau von mindestens fünf Hauptfruchtarten einen Mindestanteil von 10 % Leguminosen einschließlich bestimmter Leguminosengemenge vor. Getreide-Leguminosen-Gemenge werden dabei ausdrücklich berücksichtigt. Allerdings werden Mischkulturen förderrechtlich grundsätzlich als eine Hauptfruchtart eingestuft. So zählen Gemenge aus großkörnigen Leguminosen und anderen Pflanzen, sofern die Leguminose überwiegt, als „großkörnige Leguminosenmischkultur“; andere Gemenge werden als Winter- bzw. Sommermischkultur zusammengefasst (GAPDZV, 2025). Damit wird zwar der Anbau von Leguminosen und vielfältige Fruchtfolgen unterstützt, die zusätzliche Diversität, die durch die Kombination zweier Kulturen auf derselben Fläche entsteht, jedoch nicht vollständig abgebildet.

Eine ähnliche Systematik findet sich bei der GAP-Konditionalität. Die Vorgaben zum Fruchtwechsel verlangen innerhalb eines Dreijahreszeitraums mindestens zwei unterschiedliche Hauptkulturen bzw.

auf mindestens 33 % des Ackerlandes einen jährlichen Wechsel der Hauptkultur oder alternativ eine Zwischenfrucht. Für die Einstufung der Hauptkulturen wird wiederum die Systematik der GAP-Direktzahlungen-Verordnung herangezogen (GAPKondV, 2025). Ein Getreide-Leguminosen-Gemenge führt somit nicht automatisch dazu, dass die beteiligten Kulturen als zwei Hauptkulturen angerechnet werden. Die Regelungen stellen damit keine unmittelbare rechtliche Hürde für den Gemengeanbau dar, bilden dessen Diversifizierungsleistung gegenüber einem Anbau der Kulturen in Reinsaat jedoch nur eingeschränkt ab.

Für den ökologischen Landbau besteht ebenfalls ein grundsätzlich günstiges regulatorisches Umfeld. Die EU-Öko-Verordnung schreibt für den Pflanzenbau mehrjährige Fruchtfolgen mit verpflichtendem Einsatz von Leguminosen als Haupt- oder Zwischenfrucht vor. Darüber hinaus werden Fruchtfolgen ausdrücklich als Maßnahme zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und zur Vorbeugung von Krankheiten und Schädlingen genannt (Verordnung (EU) 2018/848, Anhang II, Teil I, 2018). Der Rechtsrahmen unterstützt damit zentrale agronomische Prinzipien diversifizierter Anbausysteme. Eine spezifische rechtliche oder finanzielle Privilegierung von Getreide-Körnerleguminosen-Gemengen gegenüber entsprechenden Reinkulturen ergibt sich daraus allerdings.

Eine weitere relevante Schnittstelle besteht im Saatgutrecht. Das Saatgutverkehrsrecht ermöglicht grundsätzlich das gewerbliche Inverkehrbringen von Saatgutmischungen für die Körnererzeugung, sofern diese Mischungen Saatgut von Getreide oder Leguminosen enthalten und die weiteren Anforderungen der Saatgutverordnung erfüllt sind. Für entsprechende Mischungen sind insbesondere Anforderungen an die Zusammensetzung, Kennzeichnung und das Inverkehrbringen zu beachten; bei im Inland hergestellten Mischungen ist zudem eine Mischungsnummer vorgesehen (SaatV, §§ 26-27, 2025). Damit ist der Einsatz von beispielsweise Weizen-Erbsen-Saatgutmischungen grundsätzlich rechtlich vorgesehen, gleichzeitig entstehen bei der gewerblichen Herstellung und Vermarktung standardisierter Mischungen zusätzliche Anforderungen. Das Mischen des Saatguts auf dem Betrieb ist aufgrund des geringen Zusatzaufwands daher zunächst die unkomplizierte Lösung.

Auf agrarpolitischer Ebene verfolgt die Eiweißpflanzenstrategie des Bundes unter anderem das Ziel, den Anbau von Leguminosen auszuweiten, Ökosystemleistungen und Ressourcenschutz zu verbessern sowie regionale Wertschöpfungsketten zu stärken. Damit bestehen deutliche politische Anknüpfungspunkte für Getreide-Körnerleguminosen-Gemenge und deren regionale Verarbeitung. Die Strategie adressiert jedoch primär den Leguminosenanbau und die Stärkung heimischer Eiweißpflanzen; eine spezifische Förderung der Kombination von Getreide und Körnerleguminosen im Gemenge ist daraus nicht abzuleiten (BMLEH, 2026).

Insgesamt zeigt die Umfeldanalyse somit keine grundlegende rechtliche Behinderung des Gemengeanbaus. Vielmehr bestehen mehrere fördernde Rahmenbedingungen für Leguminosen sowie eine Fruchtfolgediversifizierung. Gleichzeitig werden die besonderen Eigenschaften von Gemengen in den bestehenden Regelungen nur teilweise abgebildet. Insbesondere die Einstufung eines Gemenges als eine Hauptfrucht sowie die überwiegend flächenbezogene Förderlogik berücksichtigen die zusätzliche Diversifizierungsleistung und die spezifischen ökonomischen Anforderungen des Gemengeanbaus nur begrenzt. Daraus ergibt sich die Frage, inwieweit Förderinstrumente nicht nur den Anbau von Leguminosen, sondern auch die zusätzlichen Aufbereitungs-, Trennungs- und Vermarktungsaufwendungen entlang einer regionalen Gemenge-Wertschöpfungskette angemessen berücksichtigen können. Diese Schnittstelle zwischen landwirtschaftlicher Förderung und den

nachgelagerten Stufen der Wertschöpfungskette stellt einen wesentlichen Ansatzpunkt für die weitere Entwicklung diversifizierter Anbausysteme dar.

4.1.5. Preisanalyse

Für die spätere ökonomische Bewertung des Rein- und Mischkulturanbaus sind neben den Produktions- und Aufbereitungskosten Erzeuger- bzw. Vermarktungspreise der Früchte entscheidend. Einer guten Verfügbarkeit von Preisen für Futter- und Backweizen sowie für Futtererbsen stehen bisher spärlich öffentlich verfügbare Marktinformationen insbesondere für Bio-Erbsen zur menschlichen Ernährung gegenüber. Preisangaben für Erbsen zur Humanernährung oder als Rohstoff für die industrielle Verarbeitung beziehen sich dabei häufig auf Großhandels- oder Einzelhandelspreise und enthalten nicht direkt nachvollziehbare Verarbeitungskosten.

Preisspannen für ökologisch erzeugten Back- und Futterweizen sowie Futtererbsen zwischen November 2022 und November 2025 basierend auf Daten der Agrarmarkt Informationsgesellschaft (AMI, 2025) weisen Werte für Brotweizen zwischen 383 und 543 €/t, für Futterweizen zwischen 269 und 476 €/t und für Futtererbsen zwischen 475 und 656 €/t auf. Für die folgenden Modellkalkulationen werden hier durchschnittliche Werte angesetzt, die auch Angaben von Kalkulationsdaten des KTBL und der LfL berücksichtigen (KTBL, 2026; LfL, 2026a). Veröffentlichungen zu Preisen von Körnerleguminosen deuten darauf hin, dass Körnererbsen in der Humanernährung ein deutlich höheres Preisniveau erzielen können als in der tierischen Verwertung. Allerdings fehlen aufgrund des derzeit geringen Anteils von Körnerleguminosen in der menschlichen Ernährungskette handfeste Faustzahlen zur Festlegung von Vermarktungspreisen (Kezeya et al., 2023; Köpp et al., 2024). Daher werden im weiteren Verlauf Schätzwerte und Experteneinschätzungen für die Modellkalkulationen herangezogen.

4.2. Ökonomische Modellierung

Für den Vergleich von Rein- und Mischkultursystemen wurde ein Leistungs-Kosten-Rechnungsmodell entwickelt, das die mit der vorgestellten Systemanalyse ermittelten Wirkbeziehungen integriert. Die Modellkalkulationen basieren auf den Praxisdatenerhebungen von Ertrags- und Weizenqualitätsparametern, Arbeitsverfahren und Düngung der im VORWERTS-Projektverbund beteiligten Bio-Betriebe (etwa gleiche Anteile an viehlosen und viehhaltenden Betriebstypen) sowie von Prozessabläufen, Maschinen-, Energieverbrauchs- und arbeitswirtschaftlichen Parametern auf einem Getreideaufbereitungsbetrieb. Hierbei wurden insbesondere die bei den Betriebsbesuchen erhobenen Produktions- und Preisdaten implementiert und laufend anhand aktueller Rückmeldungen der teilnehmenden Betriebe aus den Anbauversuchen kalibriert.

Die Leistungsseite wurde über die Integration der Anbau- und Ertragsdaten zweier Versuchsjahre (On-farm-Versuche) sowie über die Einbindung von Zeitreihen der Marktpreise der produzierten Früchte (AMI) abgebildet werden. Darüber hinaus wurde eine stufenlose mengen- und ertragsabhängige Kalkulation der Produktionskosten mittels Regression in die Modellstruktur integriert, um die Unterschiede der Produktionskosten über die einzelnen Arbeitsverfahren wie Ernte-, Aussaat- und Düngekosten sowie der Aufbereitung passgenauer darstellen zu können. Zudem erfolgte die Kalkulation sowie anschließende Integration der Aufbereitungskosten der Gemengeerträge in die Produktions-Kostenkalkulation u.a. auf der Grundlage von Praxiserhebungen in einer Aufbereitungsanlage.

4.2.1. Vergleichende Kosten-Leistungs-Rechnung von Rein- und Mischkulturanbau

Der Kosten- und Leistungsvergleich zwischen Rein- und Mischkulturanbau berücksichtigt die Verfahrensabläufe wie in Tabelle 12 dargestellt.

Mittlere Vermarktungspreise wurden basierend auf den im Kapitel 4.1.5 (Preisanalyse) dargestellten Recherchen festgelegt (Tabelle 12), mittlere Erträge basierend auf Ergebnissen des VORWERTS-Projekts.

Tabelle 12: Mittlere Vermarktungspreise für die betrachteten Mischungspartner Weizen und Erbse.

Kultur	Vermarktungspreis
Winterweizen, >11,5 % Protein	**449,65 €/t**
Winterweizen, <11,5 % Protein	**373,27 €/t**
Winter-/Sommererbse, Futter	**537,80 €/t**
Sommerweizen	**449,65 €/t**
Winter-/Sommererbse, alternative Verwertung (Humanernährung), niedrig, mittel, hoch	**700/900/1100 €/t**

Vergleichende Kennzahl ist die Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAKfL, €/ha) (KTBL, 2026). Unterstellt wird eine praxisnahe Mechanisierung nach KTBL-Standard (5 ha Schlaggröße, 3 km Feldentfernung, 120 kW Mechanisierung) sowie ein Lohnansatz von 24 €/h. Berücksichtigt werden Direkt- und Arbeitserledigungskosten (€/ha) inklusive der Kulturführung, Trocknung und Reinigung. Sensitivitäts- und Szenariorechnungen berücksichtigen variierende Proteingehalte beim Weizen sowie Vermarktungspreise der Erbse neben der Futternutzung auch in der Humanernährung und deren Einflüsse auf die Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistung.

Basisszenario

Im Vergleich der Weizen-Erbsen-Mischungen mit Weizen-Reinkulturanbau zeigt sich für die Mischkultursysteme im Winteranbau (WW-Reinkultur/WW-Mischung) eine erhöhte Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistung und bei der Sommerung (SW-Reinkultur/SW-Mischung) eine erniedrigte DAKfL (Abbildung 11). Unterschiede bei den Leistungen sind insbesondere auf die unterschiedlichen Gesamterträge zurückzuführen. Während der Weizen-Reinkulturertrag gegenüber dem Weizenertrag in der Mischung leicht erhöht ist, übertrifft der Gesamtertrag aus Weizen und Erbse bei der Winterung die Erträge des Reinkultur-Weizens. Auch die Marktleistung der Mischung erhöht sich demnach gegenüber der Reinkultur Weizen um rund 17 %. Bei der Sommerung erreicht der kombinierte Weizen- und Erbsenertrag nicht das Niveau der Weizen-Reinkultur, hier erzielt daher die Reinkultur eine höhere Marktleistung als die Mischung (-6 % ggü. Reinkultur). Das Ertragsniveau des Reinkultur-Erbsenanbaus (Winterung und Sommerung) bewegt sich im Durchschnitt der beiden Erfassungsjahre insbesondere aufgrund der schlechten Wachstumsbedingungen im ersten Versuchsjahr auf sehr niedrigem Niveau, sodass die Arbeitserledigungskosten die Marktleistung lediglich nivellieren (Winterung, DAKfL: 26 €/ha)) oder gar übersteigen (Sommerung, DAKfL: -100 €/ha).

Die Mischungen weisen sowohl für Winterung als auch Sommerung höhere Direktkosten (zwischen + 35 und +42 %) aufgrund der höheren Saatgutkosten (Menge und höhere Kosten für Erbsensaatgut) auf. Die Arbeitserledigungskosten bewegen sich über beide Systeme hinweg ungefähr auf gleichem Niveau, wobei die geringeren Anbaukosten der Mischung (weniger Pflegedurchgänge, keine Düngung)

durch höhere Kosten der Aufbereitung (vgl. Kapitel 4.2.2) gegenüber den Reinkulturen ausgeglichen wird.

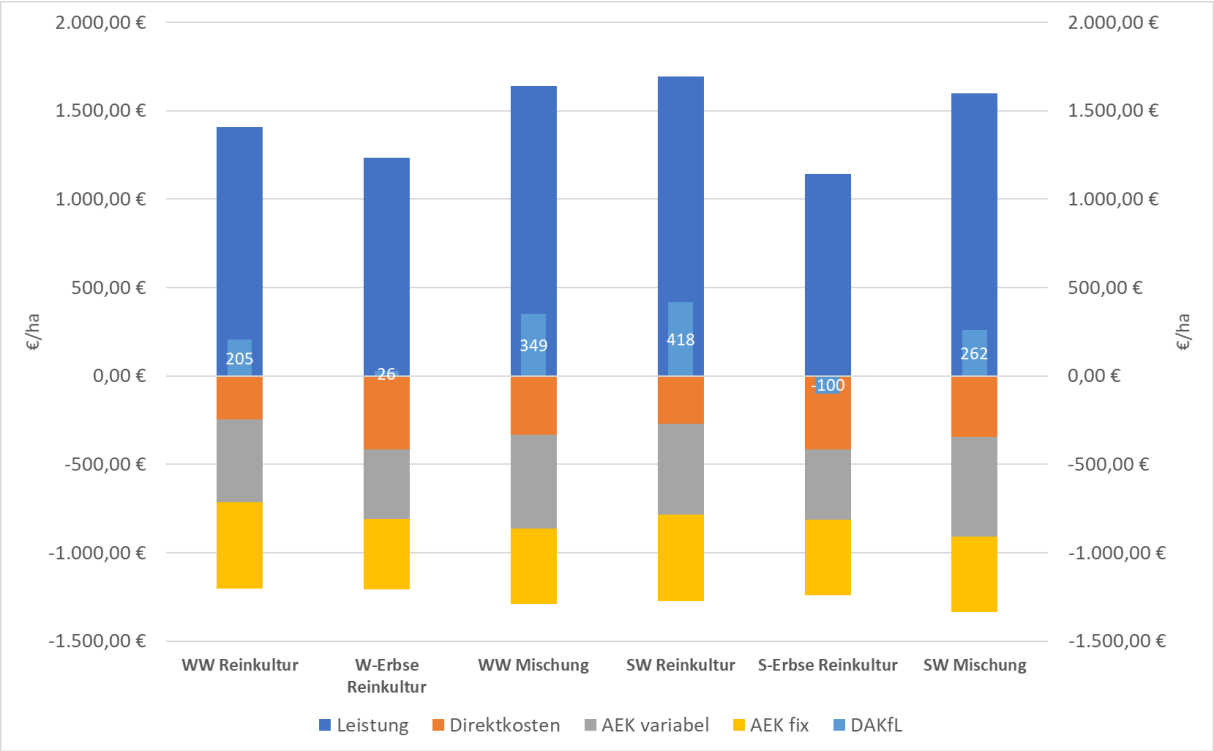


Abbildung 11: Basisszenario: Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAKfL, €/ha) von Winter- und Sommerweizen-Reinkultur, Winter- und Sommererbsen-Reinkultur und Winter- und Sommerweizen/-Erbsen-Mischung im Vergleich

4.2.2. Kostenabschätzung Aufbereitung

Eine Kostenabschätzung der Aufbereitung von Weizen-Reinsaat und Weizen-Erbsen-Gemenge im Vergleich soll im Folgenden anhand eines Fallbeispiels dargestellt werden.

Basis der Kostenabschätzung der Aufbereitung stellen Erhebungen auf einem Aufbereitungsbetrieb dar. Erfasst wurden Zeitbedarfe, Energieverbrauch, Investitionskosten, angesetzte Restwerte und die betriebsindividuelle Auslastung der eingesetzten Technik für die jeweils zu reinigenden Chargen, zur Kalkulation der Arbeitserledigungskosten (Arbeitszeitaufwand, fixe und variable Maschinenkosten). Abbildung 12 zeigt den schematischen Ablauf der Erntegutaufbereitung des Aufbereitungsbetriebs. Diese umfasst eine Vorreinigung (Wind/Sieb), eine Siebreinigung des Gemenges zur initialen Trennung von Weizen und Erbse. Die Erbse wird daraufhin zur weiteren Verwendung als Tierfutter gelagert, der Weizen zunächst im Bunker zur späteren Feinreinigung zwischengelagert. Die Feinreinigung besteht aus Steinauslese, Metalldetektoren, JetPearler, Hauptaspiration und Tischausleser. In einem finalen Reinigungsschritt erfolgt eine weitere Siebreinigung mit einem Obersieb von 3,75 mm und einem Untersieb von 2,4 mm und einem Trieur.

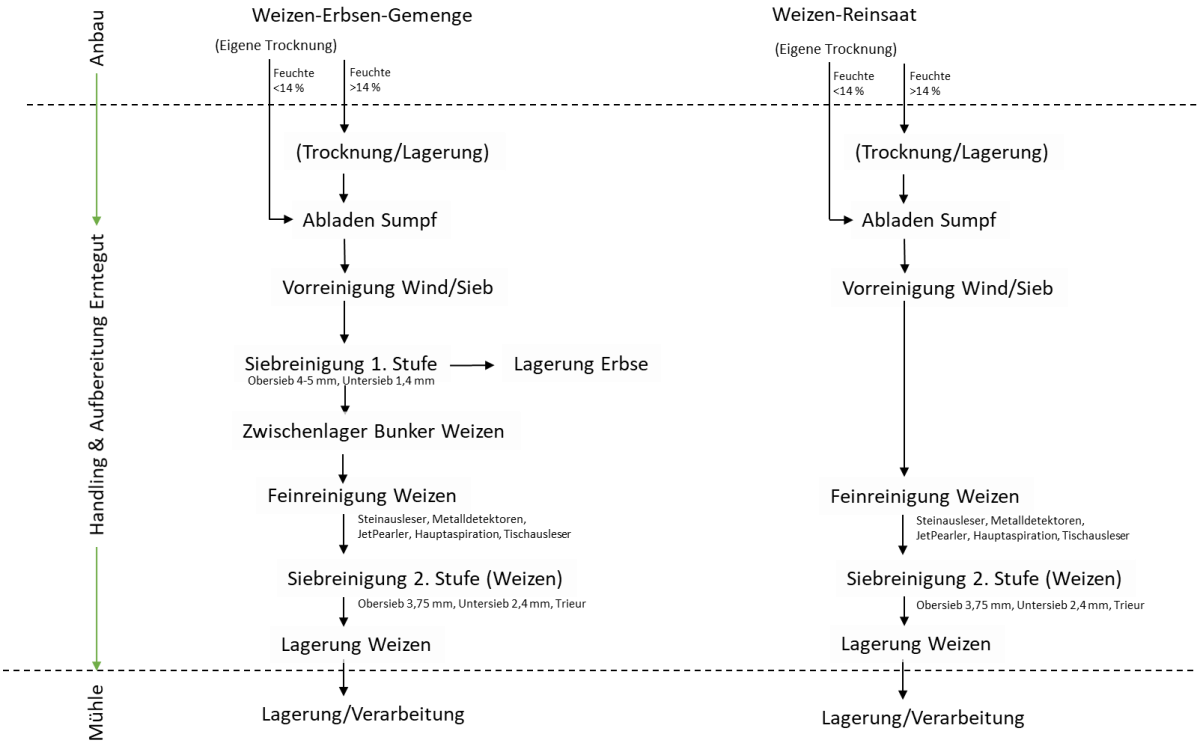


Abbildung 12: Schematischer Ablauf der Aufbereitung von Misch- und Reinkultur am Fallbeispiel.

Die späteren Analysen ergeben Erbsenanteile der Mischungen vom 0 %, 3 %, 8 % und 35 %, wobei die Charge mit totalem Erbsenausfall als Referenzcharge (Weizen-Reinkultur) herangezogen werden konnte. Abbildung 13 zeigt die Arbeitserledigungskosten der unterschiedlichen Chargen abhängig vom Erbsenanteil des Ernteguts in €/t Rohertrag auf.

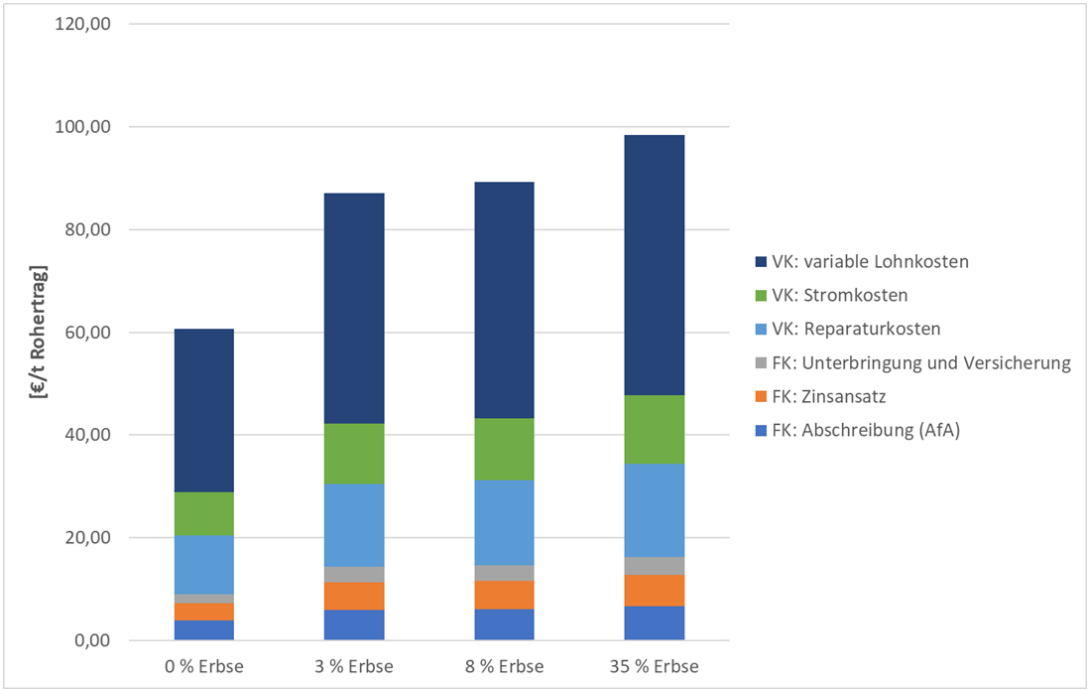


Abbildung 13: Kosten der Aufbereitung abhängig vom Erbsenanteil am Fallbeispiel.

Für die Aufbereitung einer erbsenlosen Weizencharge wurden Aufbereitungskosten von rund 61 €/t errechnet. Bei einem Erbsenanteil von 3 % erhöhen sich die Arbeitserledigungskosten auf rund 87 €/t,

bei einem Erbsenanteil von 8 % steigen die Kosten weiter leicht auf etwa 89 €/t. Eine deutliche Zunahme des Erbsenanteils auf 35 % führt zu Kosten der Arbeitserledigung von rund 98 €/t. Die dargestellten Kosten lassen sich nicht ohne weiteres auf eine andere Mechanisierung (z.B. größere oder alternative Technik, wie z.B. Farbsortierung) übertragen.

Ein Vergleich mit den tatsächlich angesetzten Aufbereitungskosten des Aufbereitungsbetriebs von 59 €/t Rohertrag, der Zuschläge für die betrieblichen Gemeinkosten berücksichtigt, zeigt hiermit für die erbsenlose Charge eine recht gute Übereinstimmung mit den errechneten Werten. Da noch keine Erfahrungen im Umgang mit der Trennung und Aufbereitung von Mischungen im größeren Maßstab bestehen, kann der Betrieb für die veranschlagten Kosten zunächst lediglich eine gröbere Schätzung abgeben, die etwa eine Verdopplung der Aufbereitungskosten bedeuten würde (ca. 130 €/t Rohertrag der Mischkultur).

Kostensenkend würden sich nach Angaben des Aufbereitungsbetriebs ein großer Vorreinigungstrieur auswirken, der die Aufbereitung beschleunigt, ebenso wie der Einsatz eines 50/50 Ober-/Untersiebs zur Erhöhung des Durchsatzes. Nachteilig wären hier der leicht erhöhte Aufwand für Siebwechsel und die Investitionskosten für die zusätzlichen Siebe.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Maschinenkosten im Vergleich der Chargen mit unterschiedlichem Erbsenbesatz nicht maßgeblich für die Kostenunterschiede verantwortlich sind, sondern insbesondere die variablen Kosten der Arbeit aufgrund des erhöhten Zeitbedarfs der Mischungsvarianten.

4.2.3. Innerbetriebliche und nicht-monetäre Leistungen: Fruchtfolge- oder Qualitätseffekte

Insbesondere die Integration eines legumen Mischungspartners könnte aufgrund der N-Fixierung Fruchtfolgeeffekte wie Nachfruchteffekte oder Qualitätseffekte des Mischungspartner oder der Folgekultur(en) erwarten lassen (vgl. Kapitel 4.1.1).

Die in den beiden VORWERTS-Versuchsjahren erhobenen Daten lassen hierzu allerdings keine eindeutigen Tendenzen erkennen. Die Proteingehalte des Mischungspartners Weizens sind im Vergleich zur Reinkultur Weizen tendenziell nicht erhöht. Auch der nach der Ernte gemessene N_{min}-Gehalt ist nach der Mischung im Vergleich zur Reinkultur nicht signifikant erhöht, sodass basierend auf den vorliegenden agronomischen Erhebungen keine zusätzlichen monetären Leistungen für Steigerung von Ertrag oder Qualität angenommen werden können.

Monetär lassen sich daher vor allem aufgrund der ausbleibenden Gülledüngung die Einsparung von Nährstoffen sowie verringerte Arbeitserledigungskosten ansetzen, die der Mischkultur positiv angerechnet werden können. Unter der Annahme von im Ökolandbau anzusetzenden Nährstoffpreisen und eingesparter Arbeitserledigungskosten für reduzierte Düngung und Nährstoffmanagement können sich auch ohne Ertrags- und Qualitätseffekte je nach Anbaumanagement Einsparungen für die Weizen-Erbse-Mischkultur von mehr als 500 €/ha/Jahr ergeben (Tabelle 13).

Tabelle 13: Einsparpotential bei Weizen-Erbse-Mischkultur abhängig vom Dünge- und Beikrautmanagement.

Variable	Weizen-Erbse-Mischkultur (€/ha)
Verringerte Düngung (15 m³ Gülle), NPK (Annahmen: 3,7 kg N/m³ Gülle*; Preisansatz: 6,42 €/kg N (LWK Niedersachsen, 2026); 1,5 kg P_2O_5/m³ Gülle*; Preisansatz: 1,43 €/kg P_2O_5 (LfL, 2026))	388
Einsparung Arbeitserledigungskosten Gülleausbringung, 15 m³/ha	65
Einsparung Arbeitserledigungskosten verringertes Beikrautmanagement (1x Striegeln, 1x Hacken)	70
Summe (€/ha)	**523**

4.3. Risikoanalyse

4.3.1. Szenarien- und Sensitivitätsanalyse

Verminderter Proteingehalt Winterweizen Reinkultur

Wird die Annahme zugrunde gelegt, dass der Winterweizen in Reinkultur weniger gut mit Stickstoff versorgt ist als der Weizen in Mischung mit der N-fixierenden Erbse und dass diese geringere Versorgung nicht mit zusätzlicher N-Düngung von 15 m³ Gülle (vgl. Basisszenario) ausgeglichen wird, muss von einem verringerten Proteingehalt und damit einer geringeren Marktleistung ausgegangen werden. Trotz der Einsparung der Arbeitserledigungskosten der Gülledüngung (rund 65 €/ha) sinkt die Marktleistung bei einem Proteingehalt < 11,5 % auf 37,3 €/dt, die DAKfL damit auf 33 €/ha und die Vorzüglichkeit gegenüber der Mischung weiter (Abbildung 14).



Abbildung 14: Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAKfL, €/ha) im Vergleich von Reinkultur Winterweizen mit vermindertem Proteingehalt/Marktpreis gegenüber der Winter-Mischung Weizen-Erbse.

Alternative Verwertung der Erbse in der Humanernährung

Eine alternative Nutzung der Erbse über die Tierfütterung hinaus ist beispielsweise in der Humanernährung oder industriellen Prozessen denkbar. Belastbare Marktpreise hierfür sind derzeit schwierig zu ermitteln (vgl. Kapitel 4.1.5), im Folgenden werden daher die aus Recherche und Expertenbefragung abgeleiteten Preise für Erbse auf 70 bzw. 90 €/dt angesetzt, um die Effekte auf die Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistung abzubilden. Eine Vermarktung abseits der Tierfütterung erfordert in der Regel weitere Aufbereitungs- und Reinigungsschritte, diese sind mit einem Kostenansatz von 70 €/dt berücksichtigt worden.

Bei einem Vermarktungspreis für Erbsen von 70 €/dt steigt die Vorzüglichkeit der Mischung gegenüber der Weizen-Reinkultur in der Winterung weiter an. Der reine Erbsenanbau erzielt dabei bereits die gleiche DAKfL wie die Mischung und übertrifft sie bei einem Erbsenpreis von 90 €/dt deutlich (Abbildung 15). Im Sommeranbau erreicht die Mischung bei einem Erbsenpreis von 82,80 €/dt die gleiche DAKfL wie die Reinsaat Sommerweizen. Die Erbsen-Reinkultur erzielt ab einem Erbsenpreis von 76,50 €/dt das gleiche Ergebnis wie die Mischung und ab 78,60 €/dt das gleiche Ergebnis wie der Sommerweizen.

Zusammengefasst ist – basierend auf den vorliegenden Ertragsdaten - aus rein wirtschaftlicher Sicht der Anbau einer Erbsen-Reinsaat dem Mischanbau bei der Winterung ab einem Erbsenpreis von 70 €/dt und bei der Sommerung ab einem Erbsenpreis von 76,50 €/dt vorzuziehen (Break-Even-Punkte).

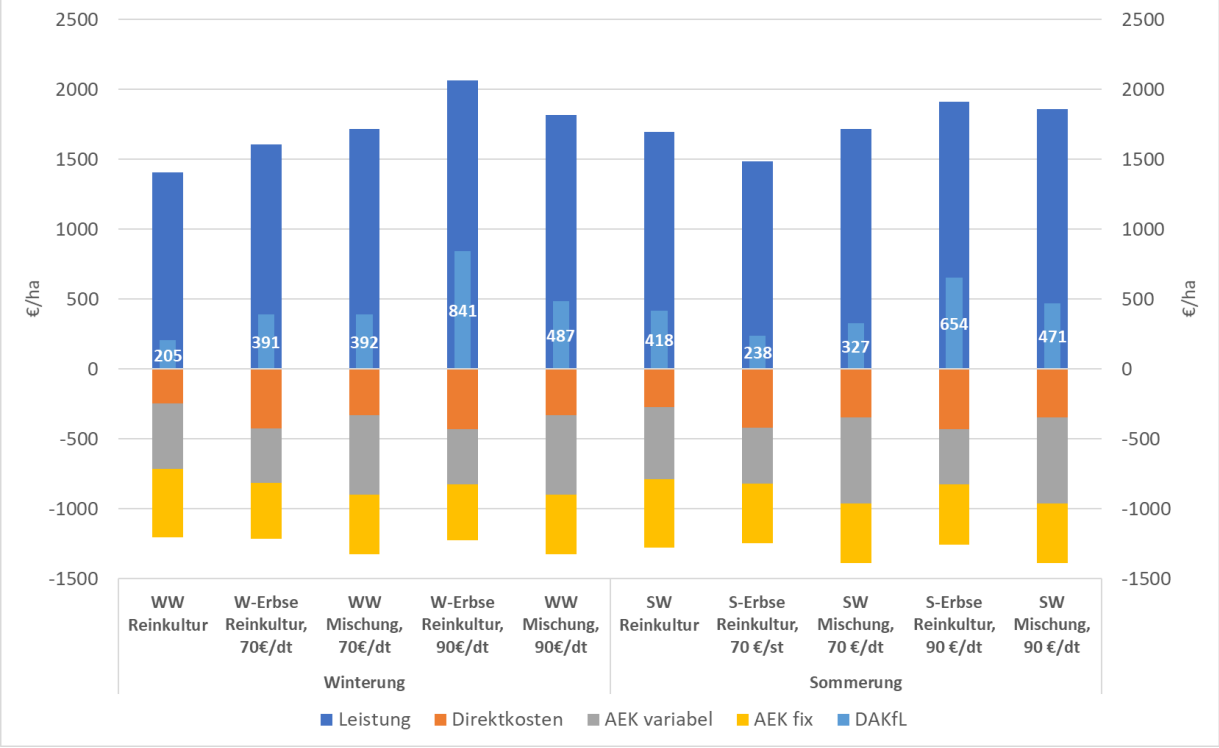


Abbildung 15: Änderungen der Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreien Leistung von Reinkultur- und Mischkulturanbau von Weizen und Erbsen im Vergleich bei sich ändernden Preisen der Erbsenvermarktung.

4.3.2. Stochastische Risikoanalyse

Die in Kapitel 4.2 dargestellten Wirtschaftlichkeitsberechnungen sind selbstverständlich nicht als statische Ergebnisse zu sehen, sondern können einer gewissen Variabilität unterliegen. Liegen historische Datensätze, Erfahrungswerte oder auch Experteneinschätzungen für Spannbreiten einzelner in der Kostenrechnung oder dem Kosten-Leistungsmodell integrierten Variablen vor, können die Effekte dieser Variabilität mittels Simulation als Verteilung möglicher Ergebnisse etwa der Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreien Leistung sichtbar gemacht werden.

Variablen, die aufgrund der vorangegangenen Kalkulationen eine gewisse Variabilität erwarten lassen und daher in der Simulation berücksichtigt wurden, sind die im Projekt erhobenen Ertragswerte (vgl. Kap. 4.2.1) und Preisdaten (vgl. Kap. 4.1.5), die Anzahl der variierenden und modellierten Pflegemaßnahmen sowie der Lohnansatz. Mit Hilfe des Excel-Addins @risk (Lumivero, 2026) wurden Ertrags- und Preisverteilungen geschätzt (Chi²-Statistik).

Die geschätzten Ertragsverteilungen wurden auf Basis der im Projekt ermittelten Ertragsgrenzen beschnitten, d.h. keine Werte unterhalb oder oberhalb der in den agronomischen Erhebungen gemessenen Ertragswerte fließen in die Simulation ein. Die Ertragsverteilungen geben bereits Aufschluss über das Streuungspotential der Erträge, d.h. die Ertragsstabilität (Abbildung 16). Neben einem höheren absoluten mittleren Ertrag weist der Winterungs-Mischweizen auch eine höhere Ertragsstabilität als die Weizen-Reinkultur auf (Standardabweichung Mischweizen: 0,66; Reinkultur: 0,78). Bei der Sommerung stellen sich die Werte gegensätzlich dar, hier weist die Weizen-Reinsaat sowohl einen höheren mittleren Ertrag als auch eine höhere Ertragsstabilität auf (Standardabweichung Mischweizen: 1,22; Reinkultur: 1,11).

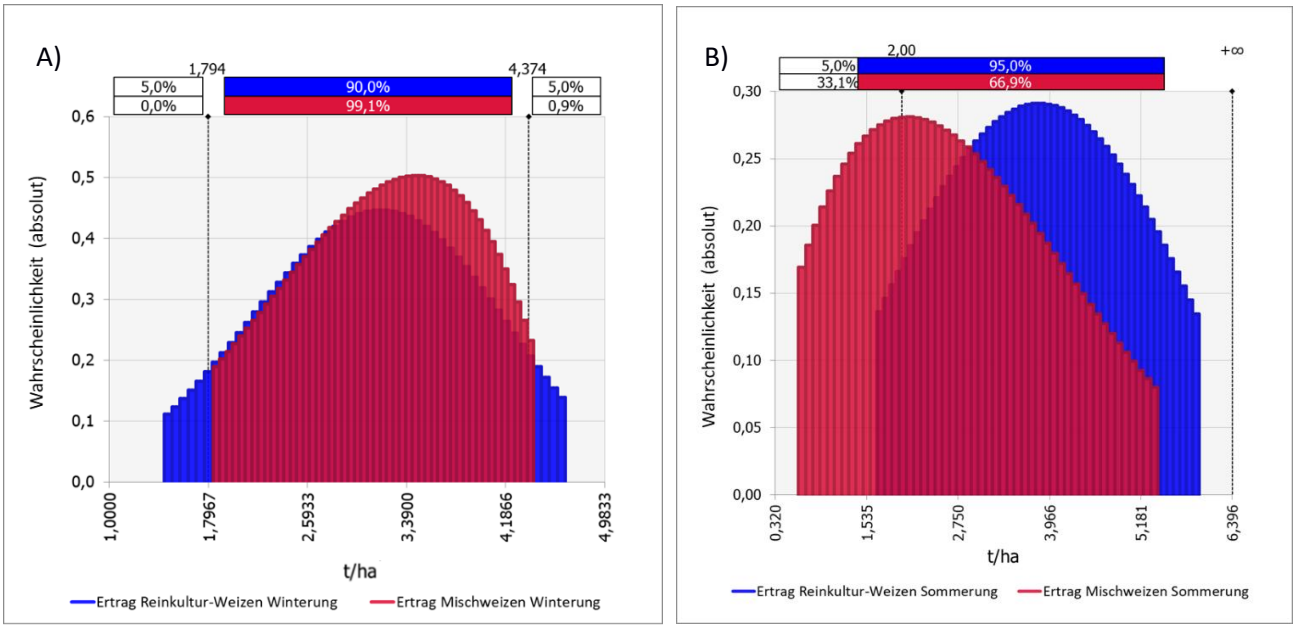


Abbildung 16: Ertragsverteilungen Weizen in Rein- und Mischkultur, A) Winterung und B) Sommerung.

Unter Einbeziehung aller Modellvariablen der Kosten-Leistungsrechnung und der Simulations-Inputvariablen Ertrag, Marktpreis, Pflegeintensität (Häufigkeit der Pflegemaßnahmen) und Lohnansatz erzeugt die Risikosimulation vergleichende Verteilungen der Wahrscheinlichkeiten einzelner Ergebnisse der Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAKfL €/ha) der beiden Anbausysteme (Tabelle 14).

Tabelle 14: Simulationsergebnisse der Monte-Carlo-Simulation der Direkt und Arbeitserledigungs-kostenfreien Leistung (DAKfL; €/ha) von Rein- und Mischkulturanbau im Vergleich (Winterung und Sommerung).

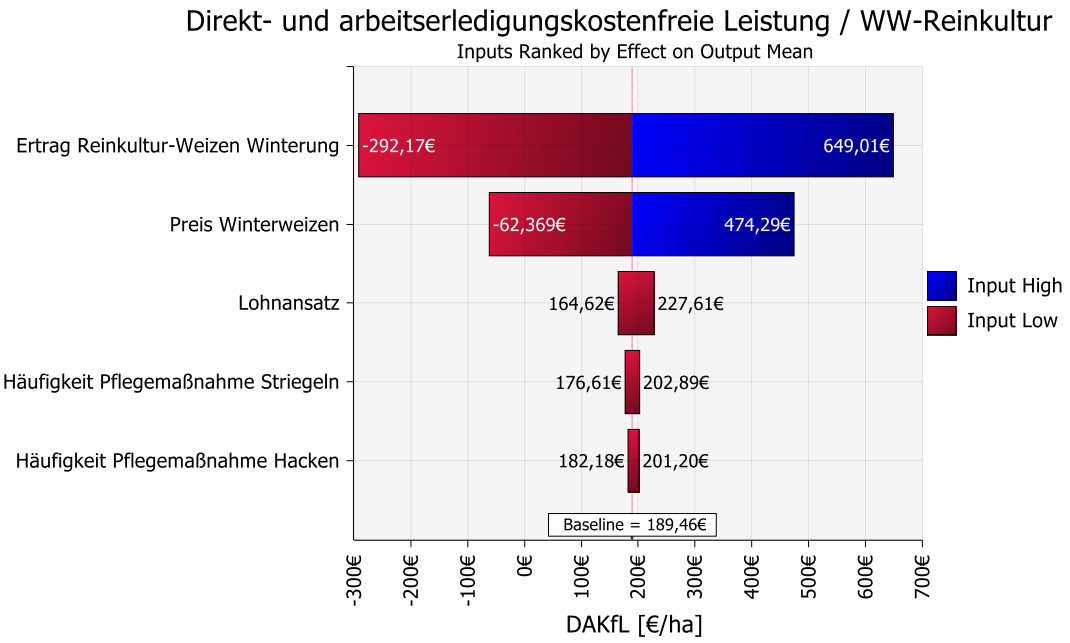
	Winterung		**Sommerung**	
	Reinkultur Weizen	Mischkultur Weizen-Erbse	Reinkultur Weizen	Mischkultur Weizen-Erbse
Minimum	-562	-401	-551	-697
Mittelwert	189	400	436	156
Maximum	1430	3259	2792	2583
Streuung (Stdabw.)	323	358	454	448

In der Winterung weist die Mischkultur zwar eine geringfügig höhere Streuung der simulierten Ergebnisse auf als die Reinkultur (Standardabweichung: 358 gegenüber 323 €/ha), ist ihr aber dennoch durchgängig überlegen. Sie erreicht sowohl den höheren Mittelwert als auch das höhere Maximum und das höhere Minimum, sodass eine absolute stochastische Dominanz vorliegt.

In der Sommerung ergibt sich ein gegenteiliges Bild. Die Mischkultur weist hier zwar eine geringfügig niedrigere Streuung auf (Standardabweichung: 448 gegenüber 454 €/ha), erzielt aber in allen betrachteten Kennwerten (Mittelwert, Minimum und Maximum) niedrigere Werte als die Weizen-Reinkultur.

Im Vergleich von Rein- und Mischkultur beim Winterweizen schwanken vor allem Ertrag und Marktpreis am stärksten und bergen damit das höchste Risikopotenzial (Abbildung 17). Der Weizenpreis unterliegt dabei größeren Schwankungen als der Erbsenpreis, da der Preis für Futtererbsen in den letzten betrachteten Jahren weniger stark gestreut hat. Lohnansatz und Häufigkeit der Pflegemaßnahmen haben dagegen einen eher untergeordneten Einfluss auf die Schwankungen der Wirtschaftlichkeit beider Systeme.

A)



B)

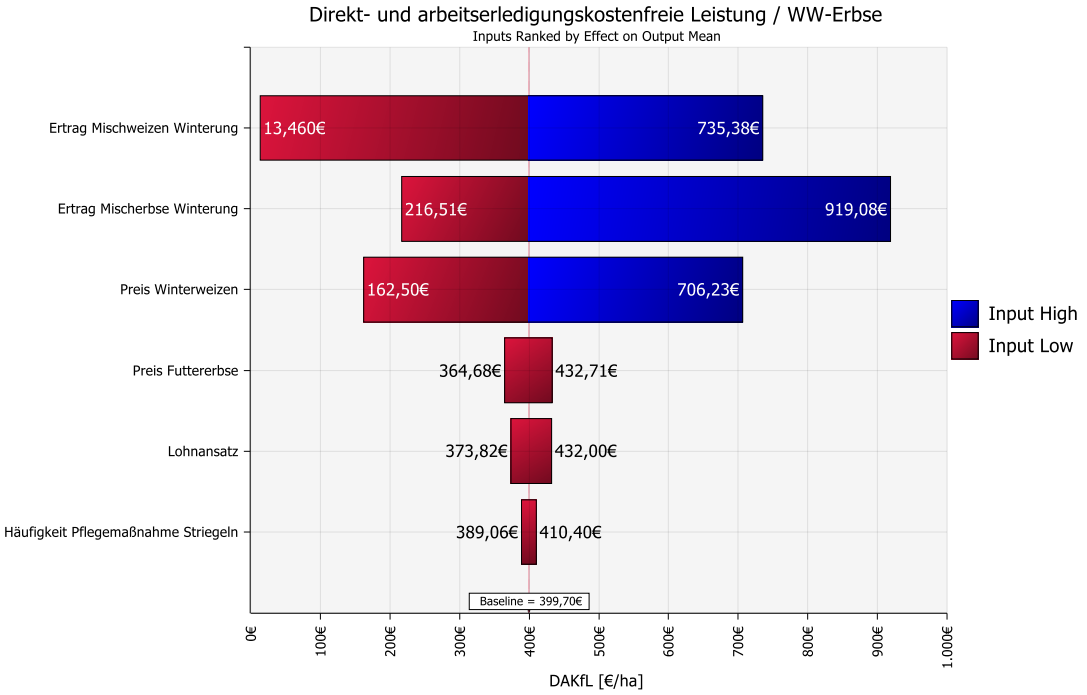


Abbildung 17: Vergleich des Effekts auf die Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistung verschiedener Variablen des Winterweizen-Reinkulturanbaus (A) und des Winterweizen-Wintererbse-Mischanbaus (B).

5. AP 4 WSK-Analyse, Akteurs- und Konsumentenforschung, Verkaufstests

AP 4 untersucht die Stärken und Schwächen regionaler Wertschöpfungsketten für Gemengerohstoffe und entwickelt gemeinsam mit Praxispartner*innen geeignete Kommunikationsmaterialien. Zudem werden Verkaufstests und Verbraucherbefragungen am Point of Sale durchgeführt, um die Marktakzeptanz und Vermarktungspotenziale von Gemengeprodukten zu bewerten.

5.1. Methoden

5.1.1. Stärken und Schwächen regionaler WSK

Im Rahmen von AP 4.1 wurden Fokusgruppen mit Vertreter*innen von Landwirtschaft, Mühlen und Bäckereien die Erfolgsfaktoren für die Etablierung und das Management von regionalen Wertschöpfungsketten (WSK) in den Blick genommen. In Anlehnung an die Theorie des „Relational View“ wurden beziehungsspezifische Ressourcen innerhalb der WSK diskutiert.

Fünf leitfadengestützten Fokusgruppen (FG) mit je 3-6 Teilnehmenden wurden im Zeitraum März 2024 bis Mai 2024 durchgeführt. Jede FG repräsentierte mindestens eine regionale Wertschöpfungskette im Westen, Süden und Osten Deutschlands und bestand aus mindestens einem Landwirt, einem Müller und einem Bäcker, die Teil einer der acht WSK waren. Nach einer kurzen Vorstellungsrunde ging es zunächst um die Erfassung von Vertrauen, Engagement/Verpflichtung, Macht und Zielübereinstimmung mit den zwei Hauptfragen „Was macht eure regionalen Handels-Beziehungen aus?“ und „Was braucht es für eine gute Handelsbeziehung mit regionalen Partnern?“. Im zweiten Teil ging es um konkrete Geschäftsbeziehungen mit Fragen wie „Wie kommen bei euch Absprachen (zu Preis, Qualität & Menge) zustande?“ oder „Wie geht ihr mit Konflikten um, wenn sie aufkommen?“. Abschließend ging es um die „Zufriedenheit“ bzw. um eine Gesamt-Bewertung der Handelsbeziehungen.

Für die Analyse wurde das Datenmaterial transkribiert und wertschöpfungsketten-übergreifend inhaltsanalytisch mit „MaxQDA“ (VERBI Software 2018) ausgewertet. Nachdem in einem ersten Schritt grob die vier Hauptkategorien „Vertrauen“, „Verpflichtung“, „Zielübereinstimmung“ und „Macht“ codiert wurden, zeigte sich, dass einige der in der Dimension „Vertrauen“ genannten Aspekte eine gewisse Überschneidung mit der Dimension „Verpflichtung“ aufwiesen. In beiden Dimensionen spielten beispielsweise Verlässlichkeit, persönliche Beziehung und Kommunikation eine wichtige Rolle. Um eine gewisse Trennschärfe gegenüber der Dimension „Vertrauen“ herzustellen, wurde in den vorliegenden FG die Dimension „Verpflichtung“ als Investition in Form von Wissen oder finanziellen oder zeitlichen Ressourcen charakterisiert. In einem zweiten Schritt wurde eine kategorienbasierte Analyse durchgeführt: in den vier Hauptkategorien bzw. Dimensionen wurden Unterkategorien gebildet und diese dann inhaltlich zusammengefasst (Kuckartz und Rädiker 2022). Anschließend wurden die Ergebnisse innerhalb des Projektteams kommunikativ evaluiert.

Ebenfalls in Anlehnung an den „Relational View“ wurde die Beziehungsqualität in regionalen Brotgetreide-Wertschöpfungsketten aus der Perspektive der Verkäufer*innen und Verbraucher*innen analysiert. Dazu wurden zwei Online-Fokusgruppendiskussionen mit je acht Teilnehmenden im April 2024 durchgeführt und mittels qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet. Die Durchführung und Analyse orientierte sich an den bereits realisieren FG mit Landwirtschaft, Mühlen und Bäckereien. Die Beziehungsqualität der untersuchten Verkäufer- und Verbraucher-Beziehungen wurde anhand der

fünf Dimensionen Zielübereinstimmung, Vertrauen, Verpflichtung, Macht und Zufriedenheit untersucht.

5.1.2. Verbraucherbefragung am Point of Sale

Im Rahmen einer 8-wöchigen Backkampagne im Februar und März 2025 wurde von acht handwerklichen und meist ökologisch wirtschaftenden Bäckereien das Mischkultur-Weizenvollkornmehl zu Brot, Brötchen oder Baguette verbacken. An jeweils zwei Tagen wurde in diesen Bäckereien an unterschiedlichen Bäckereistandorten (Filialen, Markthalle, Einkaufscenter, Vorkassenbereich eines Discounters) eine Kundenbefragung als computergestützte Selbstinterviews durchgeführt (Abbildung 18). Eine Verkostung der Backwaren aus Mischkultur unterstützte die Teilnehmerrekrutierung. Der verwendete Fragebogen umfasste folgende Themengebiete: allgemeines Kaufverhalten in der Bäckerei, Kaufmotive bei Backwaren, Einstellungsvariablen zu ökologischen, regionalen und handwerklichen Lebensmitteln (LM) sowie zu umweltfreundlichem Einkaufsverhalten. Weiterhin wurde die Bekanntheit von Mischkulturanbau nach einer Kurzinfo zu dessen Vorteilen sowie die Mehrzahlungsbereitschaft für ein Brot aus Mischkulturweizen aus Mischkultur hergestellte Backwaren mittels kontingenter Bewertung (Brot á 500g für 5,00 € als Referenzprodukt) erhoben. Hierzu wurden in Verbindung mit einer Verkostung der Backwaren aus Mischkulturanbau insgesamt 588 computergestützte Selbstinterviews durchgeführt. Von den 588 Befragten blieb nach Datenbereinigung eine Stichprobe von 516 Personen.

Für die Analyse wurde das Datenmaterial uni- und multivariat ausgewertet. Die Einstellungsvariablen zu ökologischen, regionalen und handwerklichen LM sowie zu umweltfreundlichen Einkaufsverhalten

ließen sich mittels einer explorativer Faktoranalyse zu drei Faktoren zusammenfassen: „pro Bio-LM“ [α=0,839], „pro handwerklich-regionale LM“ [α=0,688] und „umweltfreundliches Einkaufverhalten“ [α=0,539]. Diese drei Faktoren wurden nachfolgend als Ausgangsvariablen zur Bildung von Käufersegmenten in einer Clusteranalyse verwendet. Dazu wurden mit der Ward-Methode die Anzahl der Cluster bestimmt, mit der K-Means-Methode die Teilnehmenden anschließend den vier Segmenten zugeordnet.



Abbildung 18: Darstellung der Kommunikationsmaterialien in den Bäckereien, Backkampagne 2026. ©li, mi: Das Backhaus Göttingen; re: A. Holley,

5.2. Ausführliche Darstellung und Diskussion der wichtigsten Ergebnisse

5.2.1. Stärken und Schwächen regionaler WSK

Im Rahmen von AP 4.1 wurden Fokusgruppen mit Vertreter*innen von Landwirtschaft, Mühlen und Bäckereien die Erfolgsfaktoren für die Etablierung und das Management von regionalen Wertschöpfungsketten (WSK) in den Blick genommen. In Anlehnung an die Theorie des „Relational View“ wurden beziehungsspezifische Ressourcen innerhalb der WSK diskutiert.

Fünf leitfadengestützten Fokusgruppen (FG) wurden im Zeitraum März 2024 bis Mai 2024 von einer Mitarbeiterin des Fachgebiets ALM moderiert und als Audio-Datei aufgezeichnet. Die FG hatten eine Länge von circa 90 Minuten und waren in zwei Teile geteilt, wobei sich der erste Teil mit ca. 75 Minuten auf den Relational View bezog und der zweite Teil mit 15 Minuten auf praktische Fragen rund um den Mischkulturanbau und die Motivation am Vorwerts-Projekt teilzunehmen. Daher wurde im Folgenden nur der erste Teil der FG ausgewertet. Der Leitfaden zum Relational View war in drei Teile gegliedert. Nach einer kurzen Vorstellungsrunde ging es in einem ersten Block zunächst um die Erfassung von Vertrauen, Engagement/Verpflichtung, Macht und Zielübereinstimmung mit den zwei Hauptfragen „Was macht eure regionalen Handels-Beziehungen aus?“ und „Was braucht es für eine gute Handelsbeziehung mit regionalen Partnern?“. In einem zweiten Teil ging es um konkrete Geschäftsbeziehungen mit Fragen wie „Wie kommen bei euch Absprachen (zu Preis, Qualität & Menge) zustande?“ oder „Wie geht ihr mit Konflikten um, wenn sie aufkommen?“. Im dritten Block ging es um Zufriedenheit bzw. um eine abschließende Bewertung der Handelsbeziehungen.

Für die Analyse wurde das Datenmaterial transkribiert und wertschöpfungskettenübergreifend von einer weiteren Mitarbeiterin des Fachgebiets inhaltsanalytisch ausgewertet. Die Hauptkategorien orientierten sich hier an den Dimensionen des „Relational View“. Der Relational View betrachtet beziehungsspezifische Ressourcen innerhalb der WSK in unterschiedlichen Dimensionen. Die Anzahl der Dimensionen variiert (Hermann 2024), viele Autoren nutzen aber die drei Dimensionen „Vertrauen“, „Verpflichtung“ und „Zufriedenheit“ (siehe auch Kaufman et al. 2006; Lees et al. 2020; Zander und Beske 2014). Andere Autoren erweitern diese Kerndimensionen um weitere zwei bis vier Dimensionen, um die Beziehungsqualität zu analysieren (Odongo et al. 2016; Mesic et al. 2018; Palmatier 2008).

In dieser Studie wurden die drei Kerndimensionen „Vertrauen“, „Verpflichtung“ und „Zufriedenheit“ um die Dimensionen „Zielübereinstimmung“ und „Macht“ ergänzt. Da nicht immer alle Akteure einer WSK Teil der Fokusgruppen (FG) waren, gab es in der praktischen Analyse der FG einige Abweichungen von der Theorie. Anders als in der Theorie vorgesehen, wurde die Dimension „Zufriedenheit“ als übergeordnetes Konstrukt behandelt, das sich aus den anderen Dimensionen ergeben kann. Weiterhin wurde eine Kategorie „Entstehung der Beziehung“ gebildet, um in der späteren Analyse das Bild zu vervollständigen und die Dimension „Zielübereinstimmung“ zu ergänzen. Die Dimension der „Zielübereinstimmung“ bezieht sich auf die Kompatibilität von Zielen einzelner Akteure innerhalb einer WSK und nicht zwingend auf gemeinsame Wertvorstellungen. Für die Analyse braucht es daher die Teilnahme aller Akteure einer WSK. Da lediglich in zwei FG alle Akteure einer WSK präsent waren, wurde die Dimension „Zielübereinstimmung“ nur beispielhaft betrachtet.

Zusammenfassung und Erfolgsfaktoren

Theoretische Einordnung

Fast man nun die Ergebnisse aus den analysierten Dimensionen zusammen, so ergibt sich folgendes Bild (Abbildung 19). In einer WSK bestehen enge Verflechtungen zwischen den Dimensionen. So ist „Entstehung der Beziehung/Zielübereinstimmung“ eng mit den Dimensionen „Vertrauen“ und „Verpflichtung“ verflochten, sowie „Vertrauen“ und „Verpflichtung“ einerseits mit „Macht“ andererseits. „Zufriedenheit“ stellt gewissermaßen das Produkt der vier Dimensionen dar. Dies ist am Beispiel der WSK Backgetreide verdeutlicht.

Wie in Abbildung 19 zu sehen, entstehen Beziehungen aufgrund persönlicher Kontakte, durch örtliche Nähe oder Probleme in einer bestehenden WSK. Außerdem können gemeinsame Wertvorstellungen ein Grund für das Eingehen einer Handelsbeziehung sein. Insbesondere die Wertvorstellungen sind der Dimension „Zielübereinstimmung“ sehr ähnlich, wobei es in den vorliegenden FG häufig um Werte wie regionale und/oder ökologische Produktion und Verarbeitung ging. Zielübereinstimmung bedeutet jedoch nicht nur ähnliche Wertvorstellungen. Auch eine Zielkompatibilität, wie die Übereinstimmung von Anbausorte und -menge mit den Bedürfnissen eines spezifischen Abnehmers kann eine Zielübereinstimmung sein.

Des Weiteren scheinen persönliche Beziehungen nicht nur für das Entstehen von Beziehungen relevant zu sein, sondern bilden auch die Basis für das Fortbestehen von Beziehungen. Für das Fortbestehen sind insbesondere die Dimensionen „Vertrauen“ und „Verpflichtung“ wichtig, wobei auch diese einige Überschneidungen aufweisen. So entsteht aus Vertrauen in Form von persönlicher Beziehung, Verlässlichkeit, pro-aktiver Kommunikation und Transparenz fast automatisch eine Verpflichtung in Form von Investitionen. Das heißt, Geld, Zeit oder Wissen werden investiert und Absprachen eingehalten, um eine langfristige Beziehung und eine möglichst hohe Produktqualität zu erzielen. Darüber hinaus sind die regionale und ökologischen Produktion und Verarbeitung für einige Teilnehmende auch ein Dienst an der Gesellschaft bzw. eine Form der gesellschaftlichen Verpflichtung.

Die Dimensionen „Vertrauen“ und „Verpflichtung“ überschneiden sich weiterhin mit der Dimension „Macht“ (Abbildung 19). Macht kann innerhalb einer WSK auftreten oder durch externe Faktoren bedingt sein. In den vorliegenden FG wurde „Macht“ vor allem in Form von Abhängigkeiten und Marktmacht deutlich. Abhängigkeiten können beispielsweise dadurch entstehen, dass Weiterverarbeiter an LEH oder Großhandel verkaufen, die dann die Preise vorgeben oder der Großhandelspreis häufig auch als eine Art Richtpreis dient, um nicht völlig losgelöst vom Markt zu agieren. Des Weiteren entsteht Macht durch ungleiche Verteilungen von Angebot und Nachfrage am Markt.

Zusammenfassend wird deutlich, dass die Dimensionen ineinandergreifen und sich teilweise gegenseitig bedingen. Das Erfüllen einer Dimension bedeutet oft auch das Erfüllen einer anderen Dimension. Weiterhin scheint es in der WSK „Backgetreide“ über alle FG hinweg eine recht große Zufriedenheit der WSK Mitglieder hinsichtlich der Qualität ihrer regionalen Handelsbeziehungen zu geben. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn „Vertrauen“ und „Verpflichtung“ vorhanden und Machtgefälle gering oder gar nicht vorhanden sind. Vertrauen und Verpflichtung stellen damit wesentliche Erfolgsfaktoren für langfristige Handelsbeziehungen dar und tragen zum Erhalt und Ausbau regionaler WSK bei.

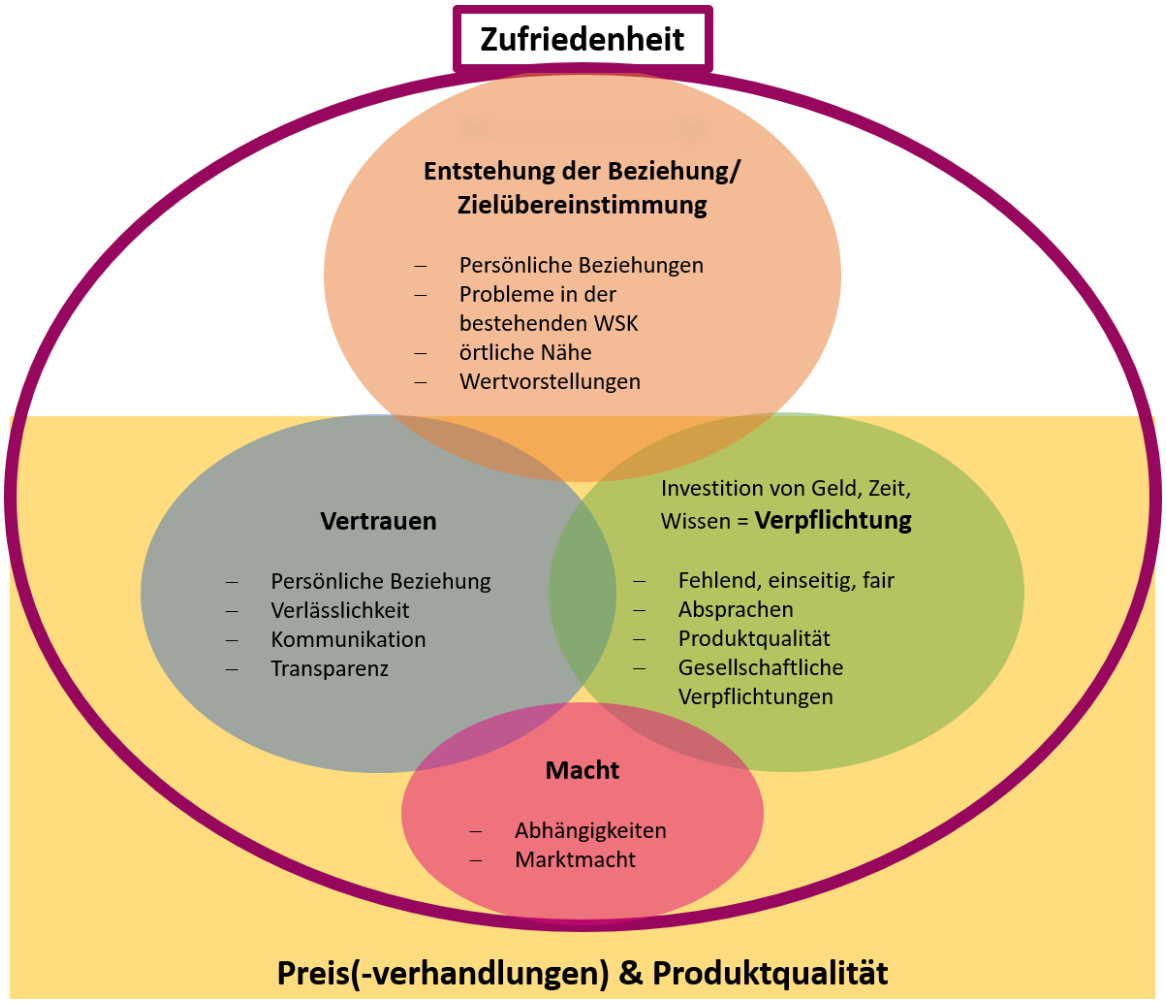


Abbildung 19: Die theoretischen Dimensionen des Relational View und die Überschneidung mit den inhaltlichen Themen Preis und Qualität in der WSK „Backgetreide“ (eigene Darstellung).

Themenbezogene Einordnung

Neben der Einordnung der Ergebnisse in diesen theoretischen Rahmen hat sich weiterhin gezeigt, dass Preis(-verhandlungen) und Produktqualität Kernthemen in der WSK „Backgetreide“ sind, die in allen theoretischen Dimensionen auftauchen, insbesondere aber in Bezug zu „Vertrauen“, „Verpflichtung“ und „Macht“ (Abbildung 19). Im Bezug zur Produktqualität scheint es in den untersuchten Wertschöpfungsketten „Backgetreide“ die gemeinsame Wertvorstellung zu geben, ein hochwertiges Produkt aus regionalem und/oder ökologischen Anbau zu erzeugen. Für die Qualitätssicherung am Beginn der WSK spielt insbesondere Verpflichtung in Form von Investitionen eine wichtige Rolle. Hier geht es beispielsweise um die Investitionen von Geld, Wissen und Engagement bei Anbau und Ernte des Getreides, um gute Qualitäten trotz potenzieller Wetterkalamitäten zu sichern. Für die Qualität bei der Weiterverarbeitung ist Vertrauen in Form von Verlässlichkeit und Kommunikation wichtig. Mühlen und Bäckereien sind beispielsweise aufgrund logistischer Komplexität auf verlässliche und pünktliche Belieferungen angewiesen. Bei Qualitätsschwankungen steht Vertrauen in Form von transparenter Kommunikation im Mittelpunkt: handwerkliche Bäckereien mit viel Know-how können mit schwankenden Qualitäten umgehen, sofern sie darüber frühzeitig und umfassend informiert wurden. Produktqualität kann aber auch Bestandteil der Dimension „Macht“ sein. So können Qualitätsparameter dazu genutzt werden, die Annahme von Getreide oder Mehl zu verweigern und damit eine gewisse Macht gegenüber den Zulieferern auszuüben. Vertrauen und Verpflichtung können

wiederum dazu führen, auf diese Formen der Machtausübung zu verzichten und alternative Vermarktungswege oder Verarbeitungsarten zu finden.

Wie die Produktqualität sind auch Preise inhaltlicher Gegenstand aller vier theoretischen Dimensionen, insbesondere aber von „Vertrauen“, „Verpflichtung“ und „Macht“. Preisverhandlungen im Kontext der Dimension „Verpflichtung“ können zu einer finanziellen Investition führen oder auch Anbauentscheidungen beeinflussen, die weitere Investitionen mit sich bringen. Am Beispiel Preisverhandlungen wird weiterhin deutlich, wie wichtig Verpflichtung in Form von Fairness und Augenhöhe ist. Preisverhandlungen sollten fair und auf Augenhöhe stattfinden und der Preis dann auch über die vereinbarte Zeit gehalten werden. In diesem Kontext geht es somit auch um Verlässlichkeit, die als ein wesentlicher Aspekt der Dimension „Vertrauen“ genannt wurde. Ein weiterer relevanter Aspekt für Preisverhandlungen in der Dimension „Vertrauen“ ist Transparenz. Hier liegt der Fokus darauf, dass die Mitglieder einer WSK offen und ehrlich darlegen, was für einen Preis sie benötigen, um ihr Unternehmen erfolgreich zu führen ohne sich zu profilieren oder deutlich mehr zu profitieren als andere WSK Mitglieder. Gelingt dies, wird eine langfristige Zusammenarbeit begünstigt. Schließlich sind Preise aber auch Teil der Dimension „Macht“. In der WSK „Backgetreide“ scheint beispielsweise der LEH und der Großhandel trotz der Regionalität oder der ökologischen Produktion relativ viel Macht zu haben, in dem er die Preise bestimmt, wenn er Teil der WSK ist. Weiterhin dienen Großhandelspreise in regionalen WSK als Richtwert für Preisverhandlungen, auch wenn der Großhandel oder LEH keine direkten Mitglieder der WSK sind. Damit üben diese Unternehmen Macht aus und unterbinden eine Preisverhandlung auf Augenhöhe und unter Umständen auch eine faire und auskömmliche Entlohnung der anderen WSK Mitglieder.

Zusammenfassend lässt sich aus Marketingsicht sagen, dass eine gute Beziehungsqualität zwei wesentliche Vorteile bietet. Erstens erleichtert sie das Erreichen beispielsweise fairer Preise oder langfristiger Verträge für alle Akteure der WSK und verbessert damit potenziell die ökonomische Nachhaltigkeit. Zweitens kann eine gute Beziehungsqualität als zusätzlicher Wert gegenüber (ethisch orientierten) Verbraucher*innen kommuniziert werden – ähnlich dem Konzept von „Fair Bio“ oder „Fair Trade“ (FairBio 2020; Fairtrade 2025). Daher scheint es ratsam, die soziale Nachhaltigkeit nicht zu vernachlässigen, da sie lokale Lebensmittelversorgungsketten erhalten und stärken kann, während diese wiederum die Nachhaltigkeit in der Region erhöhen können.

Fokusgruppen mit Verbraucher*innen und Verkaufspersonal

Ebenfalls in Anlehnung an den „Relational View“ wurde die Beziehungsqualität in regionalen Brotgetreide-Wertschöpfungsketten aus der Perspektive der Verkäufer*innen und Verbraucher*innen analysiert. Dazu wurden zwei Online-Fokusgruppendiskussionen mit je acht Teilnehmenden im April 2024 durchgeführt und mittels qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet. Die Durchführung und Analyse orientierte sich an den bereits realisieren FG mit Landwirtschaft, Mühlen und Bäckereien. Die Beziehungsqualität der untersuchten Verkäufer- und Verbraucher-Beziehungen wurde anhand der fünf Dimensionen Zielübereinstimmung, Vertrauen, Verpflichtung, Macht und Zufriedenheit untersucht.

Die Beziehung zu den Bäckereien ist aus Sicht der Verbraucher*innen durch ein bestehendes Vertrauen geprägt, wobei für das Entstehen verschiedene Faktoren, wie z.B. Transparenz, eine persönliche Kommunikation auf Augenhöhe, handwerkliche Produkte und eine hohe Produktqualität, eine Rolle spielen. Auch Verpflichtung ist insbesondere innerhalb der Beziehung zwischen Bäckereien und Verbraucher*innen von Bedeutung, diese drückt sich in verschiedenen Aktionen aus, u.a. die Förderung von Austausch und Möglichkeit zum Feedback über unterschiedliche Medien, Führungen,

Kurse oder Events zum Mitbacken, aber auch das Eingehen auf und pro-aktive Ansprechen einzelner Kund*innen beispielsweise bei Unverträglichkeiten. Sowohl von Seiten der Verkäufer*innen als auch der Verbraucher*innen wurde eine Zielübereinstimmung mit den Bäckereien, etwa in Bezug auf die regionale und ökologische Wirtschaftsweise beschrieben. Macht drückt sich in Abhängigkeiten zwischen Verkäufer*innen und Bäckereien aus. Weiterhin können aber auch Verkäufer*innen auf Kaufentscheidungen der Verbraucher*innen Einfluss nehmen. Sowohl Verkäufer*innen als auch Verbraucher*innen sind im Großen und Ganzen zufrieden mit der Beziehung. Einzelne Aspekte, die die Anwesenheit der Dimensionen Vertrauen, Verpflichtung, Zielübereinstimmung und Macht ausdrücken, wurden in einen Zusammenhang mit der Anwesenheit von Zufriedenheit gebracht.

5.2.2. Partizipative Erarbeitung von Kommunikationsmaterialien

Startschuss für die Erarbeitung von Kommunikationsmaterialien, die während der Backkampagne im Frühjahr 2025 eingesetzt werden sollen, war ein partizipativer Workshop mit allen Projektbeteiligten, der am 04. und 05. Juni 2024 in Witzhausen stattgefunden hat. Im Rahmen des Workshops wurde mit den beteiligten Praxispartnern in Kleingruppen (siehe Abbildung 20) die folgenden drei Leitfragen bearbeitet:

1. Wen wollen wir ansprechen? (Definition Zielpersonen)
2. Was wollen wir kommunizieren? (Kommunikationsbotschaften)
3. Wie wollen wir kommunizieren? (Kommunikationsmedien/-kanäle)

Die Ergebnisse der Kleingruppenarbeiten wurden auf Stellwänden dokumentiert und im Plenum diskutiert. Die vertiefte Auseinandersetzung mit den Workshopergebnissen erfolgte innerhalb des Projektteams sowie in enger Zusammenarbeit mit der beauftragten Designerin Lalanda Hruschka. So wurden zunächst verschiedene Zielpersonas entwickelt, die mit den Kommunikationsmaterialien speziell erreicht werden sollen. Außerdem wurde sich basierend auf den Ideen des Workshops für Brottüten, Poster bzw. Aufsteller und Regalwobbler als Kommunikationsmedien festgelegt.



Abbildung 20: Arbeit in Kleingruppen während des partizipativen Workshops in Witzenhausen.

Anschließend wurden in einem iterativen Prozess zwischen Projektteam und Designerin die Kommunikationsmaterialien grafisch entwickelt. Dazu gehörte die Auswahl eines Grunddesigns aus verschiedenen Skizzen sowie die grafische, farbliche und textliche Gestaltung und Optimierung der Entwürfe. Im Oktober 2024 wurden im Rahmen eines Onlineworkshops Zwischenergebnisse der Kommunikationsmaterialien den Praxispartnern vorgestellt und Feedback zu den Entwürfen eingeholt. Danach folgte die Finalisierung der Materialien durch die Designerin, die Vergabe von Druckaufträgen sowie die Vorbereitung der Auslieferung der Materialien an die Bäckereien. Abbildung 21 zeigt die finalen Kommunikationsmaterialien für die Backkampagne 2025.



Abbildung 21: Im Rahmen des Projekts entwickelte Brottüte (li.), Plakate und Regalwobbler (re.) für die Backkampagne 2025.

Nachdem im Juni 2024 ein partizipativer Workshop für die Erarbeitung von Kommunikationsmaterialien für die Backkampagne 2025 mit allen Projektbeteiligten stattgefunden hatte, wurden die Materialien (Regalwobbler, Plakate, Brottüten) im Januar 2025 an die Bäckereien verteilt. Des Weiteren gab es ein Handout mit FAQs und ein Video mit Informationen zum Mischkulturanbau für das Verkaufspersonal. Damit ist der Meilenstein Nr. 8 fristgerecht erreicht worden. Nach Durchführung der Backkampagne (s. AP 4.3 und AP 4.4) gab es im Spätsommer 2025 einen Online-Workshop mit den Bäckereien, der aufgrund knapper zeitlicher Ressourcen der Bäckereien gleichzeitig als Gruppendiskussion (Meilenstein Nr. 9) fungierte. Verkaufspersonal und Verbraucher*innen konnten für diesen Workshop leider nicht gewonnen werden. An dem Workshop nahmen vier Bäckereien teil, die verbleibenden Bäckereien wurden mittels Telefoninterviews um Feedback gebeten. Obwohl die Bäckereien intensiv in die Entwicklung der Kommunikationsmaterialien für die Kampagne 2025 einbezogen wurden (Workshop Juni 2024 und weiterer Treffen im Nachgang), wurde zu den entwickelten Materialien nach der Kampagne im Februar und März 2025 Kritik geäußert.

Brottüten (Abbildung 21)

- Die Brottüten haben Aufmerksamkeit erregt, wären aber nicht so passend für ein landwirtschaftliches Thema gewesen. Hier wären Tüten mit ungebleichtem oder braunem Papier besser gewesen.
- Die Erbsen-Weizen Illustration auf grünem Grund wurde als zu klein wahrgenommen oder wurde als solche von den Kund*innen nicht erkannt.
- Der Dialog auf Rückseite wurde grundsätzlich als „gewagt“, teils als (zu) anzüglich/schlüpfrig wahrgenommen, außerdem war er vielen Menschen zu lang und mit zu wenig Fakten. Das letzte Drittel des Dialogs hätte ausgereicht.
- Eine klare Message oder ein Eye-Catcher hat gefehlt
- Die verwendeten Figuren wurden teilweise als zu kindlich oder verspielt wahrgenommen und als unpassend, um damit Nachhaltigkeits- oder ökologische Themen zu vermitteln.

Regalwobbler

- Die Regalwobbler kamen grundsätzlich gut (bei Kindern) an, haben aber nicht unbedingt dazu geführt, dass Fragen gestellt wurden. Sie werden trotzdem als wichtig erachtet, da sie das Bindeglied zwischen Kampagne und Produkt herstellen.

Plakate

- Die Plakate fielen wenig ins Auge.
- In kleinen Filialen ist für Plakate zu wenig Platz vorhanden, daher in Zukunft lieber Thekenaufsteller verwenden.

Kommunikation Verkaufspersonal

- Das Schulungsvideo und das Handout für das Verkaufspersonal kamen grundsätzlich gut an und wurden unterschiedlich genutzt. Für einige passte das Video besser, für andere das schriftliche Handout (5 FAQs).
- Grundsätzlich ist die Kommunikation des Themas „Mischkultur“ an die Kund*innen sehr komplex und steht und fällt mit der Motivation und dem persönlichen Interesse des Verkaufspersonals.
- Außerdem arbeiten in vielen Bäckereien viele ungelernte Teilzeitkräfte, die mit dem Alltagsgeschäft schon ausgelastet sind und keine Kapazitäten mehr für die Vermittlung komplexer Themen wie der Mischkultur haben.
- Teilweise wurde das Kommunikationsmaterial zusätzlich mit persönlichen Nachrichten versehen und auch über den internen Newsletter verschickt. Trotzdem bleiben die Motivation und Einbindung des Verkaufspersonals eine wesentliche Herausforderung.

Social Media

- Das Material, was eigens zur Nutzung auf Social Media bereitgestellt wurde, wurde eher wenig genutzt, da es nicht zur Corporate Identity der einzelnen Bäckereien passte.
- Der Pressemitteilungsservice und die Materialbereitstellung wurden sehr positiv wahrgenommen, aber am Ende wenig genutzt.

Zusammenfassend ist aus Sicht der Bäckereien festzuhalten, dass das Thema Gemenge- oder Mischkulturanbau und Vielfalt auf dem Acker für viele Kund*innen sehr komplex ist. Häufig sind Kund*innen bereits mit Informationen überladen und haben daher begrenzte Kapazitäten zusätzliche Infos aufzunehmen. Neugierde und Interesse für das Thema Mischkultur bei den Kund*innen zu wecken, bleibt daher eine wesentliche Herausforderung. Ein weiterer wesentlicher Punkt war die mangelnde Kombinierbarkeit der entwickelten Materialien mit der Corporate Identity der einzelnen Bäckereien, so dass die Marketingmaterialien daher weniger genutzt wurden.

Die Mitarbeitenden des Fachgebiets ALM haben diese Kritikpunkte aufgenommen und das Material hinsichtlich

- der Sicht- und Erkennbarkeit der Weizen-Körnererbsen Illustration,
- einer gemeinsamen Message und mehr faktischer Information
- und der Individualisierbarkeit für die Nutzung im Einklang mit der Corporate Identity der einzelnen Bäckereien

überarbeitet. Für die Backkampagne im Februar und März 2026 wurden daher neue A4 Plakate entwickelt, die auch als Thekenaufsteller genutzt werden können. Außerdem wurden neue Regalwobbler und zusätzlich Buttons, die an der Schürze des Verkaufspersonals angebracht werden können, hergestellt. Im Rahmen der Überarbeitung wurde die Weizen-Körnererbsen Illustration vereinfacht und prominenter auf den Materialien platziert, eine gemeinsame Message formuliert – „Mehr Natur im Brot“ – und diese um faktische Informationen – „Unser Weizen wächst in Mischkultur mit Erbse auf dem Feld. Das schützt den Boden, fördert die Artenvielfalt, spart Dünger und Wasser,

verbessert die Weizenqualität“ – ergänzt (Abbildung 22). Zur besseren Individualisierbarkeit wird den Bäckereien die Illustration Weizen-Körnererbse gesondert zur Verfügung gestellt, so dass diese zusammen mit der Message und der faktischen Information auch in das Corporate Design der Bäckereien aufgenommen werden kann. Die Brottüten aus der Backkampagne 2025 werden nochmals verwendet, da noch genügend Vorrat vorhanden ist. Die neuen Materialien stellen durch das Design des Bodens eine Verbindung zu den Brottüten her.



Abbildung 22: Überarbeitete Thekenaufsteller (li.) und Regalwobbler (re.) für die Backkampagne 2026.

5.2.3. Verkaufstests während der Backkampagnen

Im Rahmen der Backkampagne 2025 wurden die tagesaktuellen Abverkaufszahlen des Aktionsprodukts aus Mischkulturweizen sowie möglicher Konkurrenzprodukte für den Zeitraum Februar und März 2025 erfasst. In Verbindung mit einer Befragung der Verbraucher*innen vor Ort in den Bäckereien wurden in der letzten Februar- bzw. ersten Märzwoche Verkostungen des Aktionsproduktes als verkaufsfördernde Maßnahme durchgeführt. Beispielhaft ist in Abbildung 23 ein möglicher bzw. erwarteter Verlauf der Verkaufszahlen skizziert. Um den Bäckereien die Teilnahme an der Backkampagne zu erleichtern und sicherzustellen, dass diese sich gut in die individuellen Betriebsabläufe integrieren ließ, lag die Entscheidung über die Art des Aktionsprodukts bei den Bäckereien selbst. Einige experimentierten mit Produktneueinführungen, größtenteils wurde jedoch das Weizenmehl in einem den Kund*innen wohlbekannten Standardprodukt (Brot oder Brötchen) ersetzt.

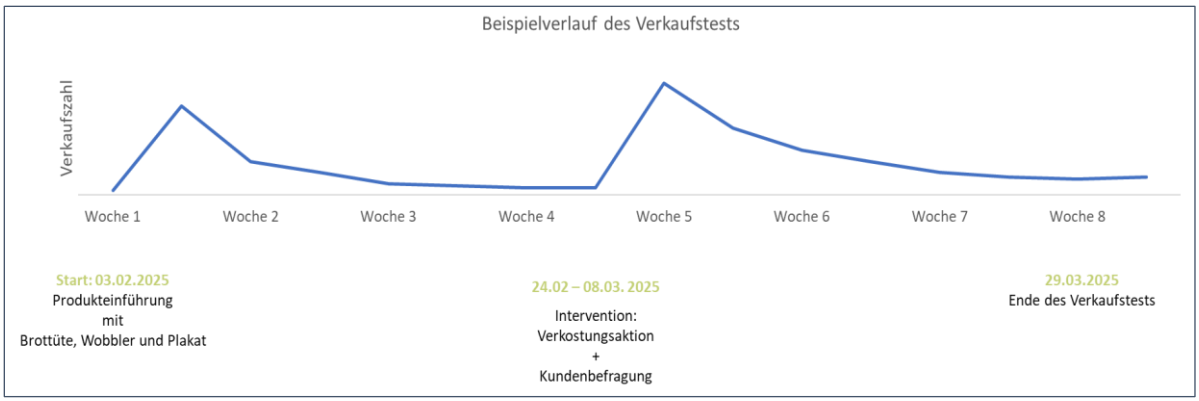


Abbildung 23: Beispielverlauf eines Verkaufstests mit Intervention Ende Woche 4.

Im Anschluss an die Backkampagne wurden die Abverkaufszahlen ausgewertet. Leider war der Rücklauf der Daten aus den Bäckereien sehr schleppend, es haperte an optimaler Kasseninfrastruktur oder wurde in einigen Fällen gar nicht ermöglicht. Ein weiterer Faktor, der die Aussagekraft der Daten mindert, ist die Art des Aktionsprodukts. Wurde lediglich das Weizenmehl in einem wohl bekannten Standardprodukt ersetzt, ist auch die erwartete Wirkung der Verkostung geringer. Die Auswertung ist daher auf einzelne Bäckereien begrenzt; eine generelle Aussage zur Wirkung der Marketingmaterialien aus AP 4.2 und der verkaufsfördernden Maßnahme „Verkostung“ kann auf Basis der Verkaufszahlen daher nicht vorgenommen werden. In Abbildung 24 ist ein positives Beispiel zu sehen. Hier hat die Bäckerei ein neues Produkt eingeführt und selbst engagiert die Kampagne beworben. Deutlich wird, dass das neu eingeführte Weizenvollkorn Baguette (durchgezogene Linie) zwar unter dem Niveau des Konkurrenzprodukts (gestrichelte Linie) bleibt, nach der verkaufsfördernden Maßnahme jedoch ein deutlicher Zuwachs, teils sogar bis zu dem Niveau des Konkurrenzprodukts zu erkennen ist, sowie eine Stabilisierung auf einem höheren Niveau. Dies weist daraufhin, dass die Marketingmaterialien und die Verkostung bei einer Produktneueinführung in einer engagierten Bäckerei durchaus eine verkaufsfördernde Wirkung entfalten können. Die Daten der anderen ausgewerteten Bäckereien lassen diesen Effekt nicht erkennen und werden daher nicht weiter berichtet.

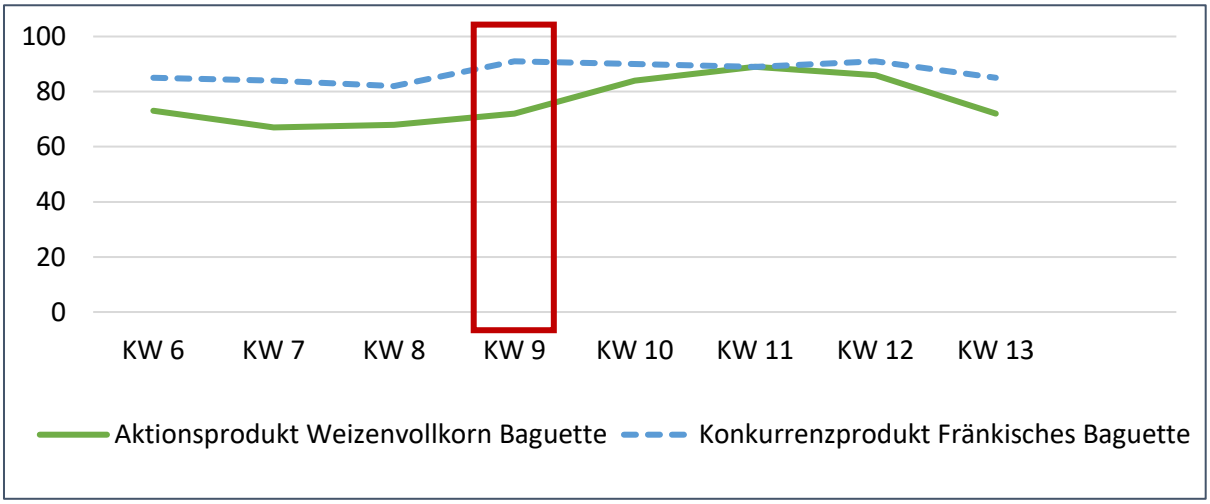


Abbildung 24: Beispiel einer Bäckerei mit Produktneueinführung. Anzahl verkaufter Baguettes pro Woche. Roter Kasten: Zeitraum der Verkostung.

Aufgrund dieser Erfahrungen werden während der Backkampagne im Februar und März 2026 nicht wie geplant weitere Verkaufstests, sondern eine weitere Befragung der Kund*innen im Rahmen einer Masterarbeit durchgeführt.

5.2.4. Verbraucherbefragung am Point of Sale

5.2.4.1. Ergebnisse der Backkampagne 2025

Wie in AP 4.3 erwähnt, wurde während der Backkampagne in der letzten Februar- bzw. ersten Märzwoche 2025 eine Befragung der Kund*innen in acht Bäckereien durch studentische Hilfskräfte durchgeführt. Hierbei handelte es sich um eine computergestützte standardisierte Befragung, die die Teilnehmenden eigenständig am Tablet ausfüllen oder via QR-Code darauf zugreifen konnten. Ziel dieser quantitativen Befragung war es, das allgemeine Kaufverhalten in der Bäckerei, Kaufmotive bei Backwaren, Wahrnehmung des Marketingmaterials und Einstellungsvariablen zu ökologischen, regionalen und handwerklichen Lebensmitteln sowie zu umweltfreundlichem Einkaufsverhalten mit jeweils 3 Statements zu erheben (siehe Tabelle 17). Weiterhin wurde die Bekanntheit von Mischkulturanbau nach einer Kurzinfo zu dessen Vorteilen sowie die Mehrzahlungsbereitschaft für ein Brot aus Mischkulturweizen mittels kontingenter Bewertung (Brot á 500g für 5,00 € als Referenzprodukt) erhoben.

Zielgröße waren 50 Teilnehmende pro Bäckerei und 400 Teilnehmende insgesamt. Die Auswertung erfolgte mittels „SPSS 26“ (IBM Corp. 2019) und anhand uni-, bi- und multivariater Statistik. Auf Basis der Einstellungsvariablen wurden anschließend Kund*innen-Segmente gebildet.

Insgesamt waren 869 Personen bereit, an der Befragung teilzunehmen. Aufgrund von Nichterfüllung bestimmter Teilnahmekriterien – Volljährigkeit, regelmäßiger Einkauf in den Bäckereien und Zustimmung zur Datenverarbeitung – oder unvollständig ausgefüllten Fragebögen wurden 281 Personen ausgescreent. Qualitätschecks schlossen weitere 72 Personen aus, so dass eine Stichprobe von 516 Personen verblieb, die die angestrebte Zielgröße – 50 Teilnehmende pro Bäckerei – deutlich übertrifft; nur in der Bäckerei und Konditorei Schöler wurde die Zielgröße nicht erreicht (Tabelle 15).

Tabelle 15: Anzahl der Teilnehmenden in den acht Bäckereien, absolut und in Prozent.

Bäckereistandort	Anzahl	Anteil (%)
Backwerk Bio-Handwerksbäckerei	78	15,1
BeckaBeck	84	16,3
Brotklappe	60	11,6
Das Backhaus	64	12,4
Knuf Bäcker	59	11,4
Vollkornbäckerei Köhler	66	12,8
Bio Bäckerei Meffert	80	15,5
Bäckerei und Konditorei Schöler	25	4,8
Gesamt	**516**	**100**

Die Kauffrequenz ist annähernd normalverteilt (Std.-Abweichung: 0,95), der Großteil der Befragten sucht die jeweilige Bäckerei wöchentlich auf (41 %), gefolgt von Einkäufen ein bis zwei Mal im Monat (26 %) und mehrmals die Woche (21 %). Nur zwei Prozent kaufen täglich. Tabelle 16 zeigt einen Überblick über alle erhobenen soziodemographischen Merkmale sowie deren Ausprägung in absoluten wie prozentualen Anteilen. Hervorzuheben ist die Altersverteilung, die deutlich linksschief

ist. Auch wenn das Altersspektrum in der Stichprobe insgesamt von 19 bis 93 Jahren reicht, liegt das arithmetische Durchschnittsalter der Befragten mit 56 Jahren deutlicher über den durchschnittlichen 44,2 Jahren für die deutsche Gesamtbevölkerung (Statista 2025). Schaut man auf die Altersverteilung, sind Personen unter 40 Jahren unterrepräsentiert (davon besonders die 18-29-Jährigen), während Personen über 60 Jahre stark überrepräsentiert sind (Destatis 2023).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Stichprobe mit Blick auf die durchschnittliche Bevölkerung häufiger allein lebt, etwas wohlhabender ist, einen deutlich längeren Bildungsweg durchlaufen hat und vor allem deutlich älter ist. Letzteres wurde mit den Bäckereien diskutiert und entspricht nicht der realen Käuferschaft. Ein Grund für den hohen Altersdurchschnitt ist daher in den Zeitpunkten der Erhebung zu sehen, die vor allem tagsüber bis ca. 18:00 stattfand. Berufstätige Menschen kaufen tagsüber seltener ein und Familien mit Kindern gaben oft an, keine Zeit zu haben. Die anderen sozio-demographischen Merkmale der Stichprobe sind für Untersuchungen zu ökologischen Lebensmitteln und Nischenmärkten nicht unüblich.

Tabelle 16: Sozio-demographische Merkmale der Stichprobe (N = 516).

	Sozio-demographische Merkmale	N	N (%)	Deutschland (%)
Geschlecht	Weiblich	294	57	51
	Männlich	215	42	49
	Divers	7	1	0
Alter	18–29	32	6	16
	30–39	61	12	16
	40–49	69	13	15
	50–59	94	18	18
	60–75	224	43	24
	>75	36	7	12
Personen pro Haushalt	1	117	23	4
	2	242	47	33
	3	75	14	12
	4<	82	16	13
Einkommen	< 1300 €	35	7	13
	1300 € - <2600 €	135	27	30
	2600 € - <3600 €	128	26	18
	3600 € - 5000 oder mehr €	193	39	39
	Fehlende Werte	25		
Höchster Schulabschluss	Kein Schulabschluss	0	0	5
	Noch in schulischer Ausbildung	2	0,4	4
	Hauptschulabschluss (Volksschule)	24	5	25
	Realschulabschluss (Mittlere Reife, auch polytechnische Oberschule der DDR)	102	20	29
	Fachhochschulreife, allgemeine Hochschulreife (auch EOS in der DDR)	386	75	38
	Andere	2	0,4	-

Wie in anderen Studien (e.g. Hempel et al. 2025) steht beim Kauf von Backwaren (Abbildung 25) vor allem der Geschmack (23 %) als egoistisches Motiv im Vordergrund, gefolgt von ökologischer Produktion (18 %), gesundheitlichem Nutzen (16 %) sowie regionale (16 %) und handwerkliche Produktion (13 %). Die Aspekte Verdaulichkeit, Aussehen, Preis und Haltbarkeit spielen eine untergeordnete Rolle.

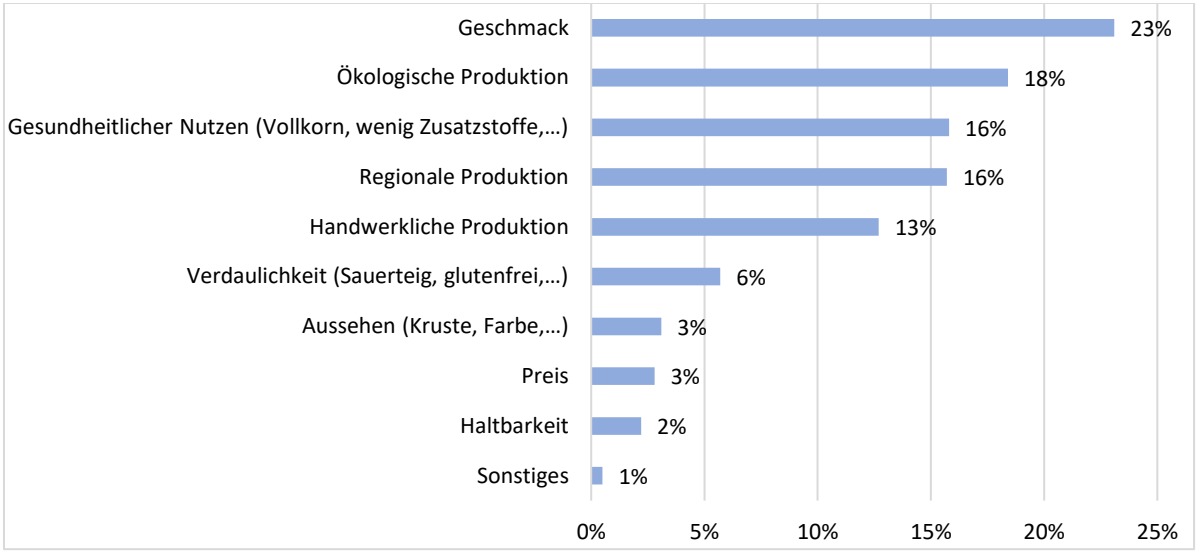


Abbildung 25: Die drei wichtigsten Kaufkriterien für herzhafte Backwaren (Mehrfachantworten möglich, N = 1444).

Die deskriptiven Ergebnisse zeigen, dass der Mischkulturanbau und seine Vorteile wenig bekannt sind. 42 % der Befragten gaben an, dass ihnen die Vorteile eher oder vollkommen unbekannt seien. Unsicher bzw. nur teilweise bekannt waren die Vorteile für 31 % der Befragten. Gut ein Viertel (27 %) gaben an, dass ihnen die Vorteile eher bis vollkommen bekannt seien. Unabhängig von der Bekanntheit haben von allen Befragten nur 17 % das Aktionsbrot zur Mischkultur bewusst gekauft und nur ein Viertel davon gibt an, dass die Aufsteller, Regalwobbler, Social Media oder Gespräche mit dem Verkaufspersonal einen Einfluss auf die Kaufentscheidung hatte. Neben evtl. mangelndem Interesse für das Thema kann ein weiterer Grund das Engagement der Bäckereien gewesen sein, die die Backkampagne sehr unterschiedlich unterstützt haben. Dennoch wären 84 % der Befragten bereit, einen Aufpreis zur Unterstützung des Mischkulturanbaus zu zahlen. Bei einem Brotpreis von 5 € pro 500g zeigen die Daten im Mittel eine zusätzliche Zahlungsbereitschaft von etwa 1,14 €. Vor dem Hintergrund des hypothetischen Charakters der Zahlungsbereitschaft und der geringen Bekanntheit des Mischkulturanbaus sollten diese Zahlen jedoch eher als positive Einstellung der Kund*innen gegenüber dem Mischkulturanbau interpretiert werden und nicht als realistische Mehrzahlungsbereitschaft in der Bäckerei.

Bezüglich der Einstellungsvariablen zu ökologischen, regionalen und handwerklichen Lebensmitteln (LM) sowie zu umweltfreundlichem Einkaufsverhalten, die auf einer Skala von „1-stimme überhaupt nicht zu“ bis „7-stimme voll und ganz zu“ erhoben wurden, zeigt sich insgesamt eine hohe Zustimmung mit Mittelwerten von > 5 für alle Statements.

Tabelle 17: Zusammenfassung der Eigenschaften und Faktorladungen für eine Varimax-rotierte Drei-Faktoren-Lösung nach einer Hauptkomponentenanalyse (N=516).

	MW (StdA)	Faktor 1 Pro Bio-LM	Faktor 2 Pro handwerkl.-regional	Faktor 3 Umweltfreundliches Einkaufsverhalten	Kommunalitäten
- Bio-Lebensmittel haben eine höhere Qualität.	6,01 (1,325)	0,861			0,804
- Bio-Lebensmittel sind gesünder.	5,91 (1,375)	0,819			0,734
- Bio-Lebensmittel unterstützen eine nachhaltige Landwirtschaft.	6,30 (1,130)	0,819			0,721
- Regionale Lebensmittel sind nahrhafter/gesünder.	5,09 (1,777)		0,780		0,623
- Handwerklich hergestellte Lebensmittel sind Unikate von höherer Qualität.	6,10 (1,146)		0,774		0,634
- Handwerklich hergestellte Lebensmittel sind natürlicher	5,78 (1,421)		0,739		0,622
- Ich bin NICHT bereit, Unannehmlichkeiten in Kauf zu nehmen, um mich umweltfreundlicher zu verhalten. (Reversed)	1,50 (1,739)			0,750	0,574
- Meine Sorge um unsere Umwelt beeinflusst mein Einkaufsverhalten.	5,75 (1,505)			0,707	0,635
- Es ist wichtig, dass die Produkte, die ich nutze, nicht der Umwelt schaden.	6,23 (1,115)			0,642	0,539
Cronbachs Alpha		0,839	0,688	0,539	
Gesamtvarianz (%)		39 %	14 %	12 %	

Zur Dimensionsreduktion der Daten wurden diese Einstellungsvariablen einer Faktorenanalyse unterzogen (Tabelle 17). Von den ursprünglich 15 Statements eigneten sich neun für die Faktorenanalyse. Orientiert an den inhaltlichen Aussagen der Statements, wurden die drei Faktoren benannt: „pro Bio-LM“, „pro handwerklich-regionale LM“ und „umweltfreundliches Einkaufsverhalten“. Diese drei Faktoren wurden anschließend als Ausgangsvariablen zur Bildung von Käufersegmenten in einer Clusteranalyse verwendet. Mit der Ward-Methode wurde zunächst die Anzahl der Cluster bestimmt, mit der K-Means-Methode wurden die Teilnehmenden anschließend den vier Segmenten zugeordnet (Abbildung 26).

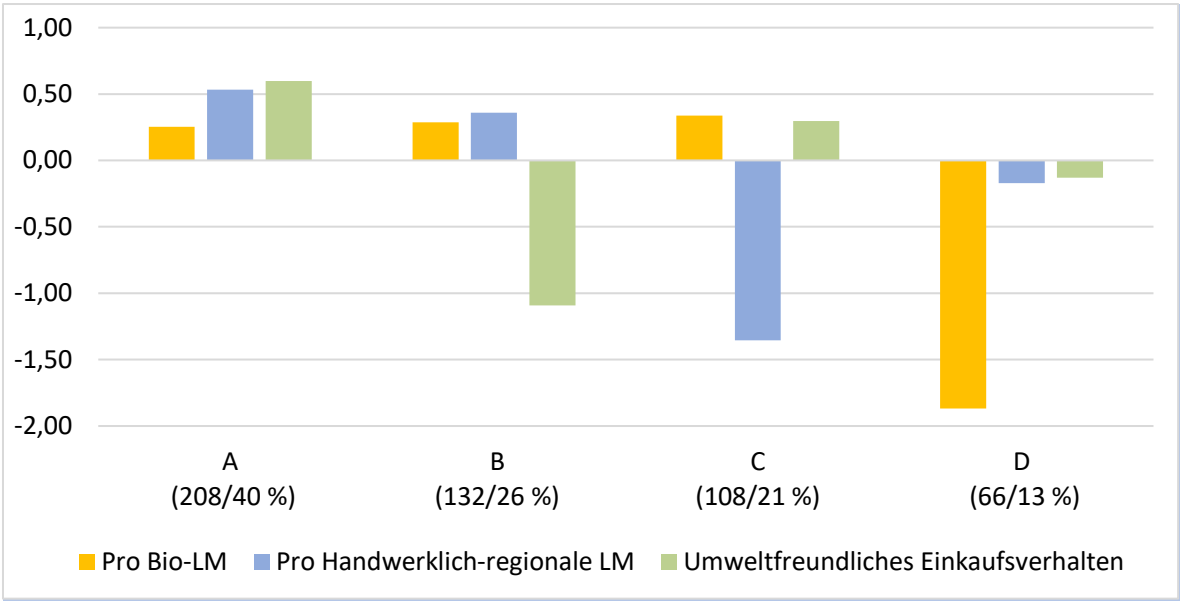


Abbildung 26: Die vier Käufersegmente auf Basis der drei Faktoren „pro Bio-LM", „pro handwerklich-regionale LM" und „umweltfreundliches Einkaufsverhalten".

Das mit 40 % größte Segment (A) zeigt sich überdurchschnittlich positiv gegenüber Bio- und handwerklich-regionalen LM und hat außerdem ein umweltfreundliches Einkaufsverhalten. Die Segmente B und C sind mit 26 % bzw. 21 % ähnlich groß. Auffällig ist das stark geringe unterdurchschnittliche umweltfreundliche Einkaufsverhalten (Segment B) bzw. die stark negative Einstellung gegenüber handwerklich-regionalen LM (Segment C). Das kleinste Segment D (13 %) ist charakterisiert durch eine deutlich negative Einstellung gegenüber Bio-LM sowie einer moderat negativen Einstellung zu handwerklich-regionalen LM und geringerem umweltfreundlichen Einkaufsverhalten (Abbildung 26).

Zur genaueren Beschreibung der Segmente wurden Alter, Geschlecht, Einkommen, Zahlungsbereitschaft für ein Brot aus Mischkulturanbau und die Wichtigkeit von Kaufkriterien betrachtet. Statistisch signifikante Unterschiede sind nur für das Geschlecht vorhanden. Im Segment D liegt der Anteil an Männern bei 62 %, verglichen mit 38 % bis 42 % in den anderen Segmenten ($p = .007$). Des Weiteren sind Unterschiede in der Relevanz von Kaufkriterien zwischen den Segmenten zu beobachten. Befragte in Segment D legen größeren Wert auf den Geschmack, das Aussehen, die Haltbarkeit und den Preis der Backwaren. Für Segment A sind ökologische, regionale und handwerkliche Produktion von übergeordneter Wichtigkeit, wohingegen im Segment B der gesundheitliche Nutzen und die Verdaulichkeit im Vordergrund stehen, was ein Erklärungsansatz für das geringe umweltfreundliche Einkaufsverhalten sein kann. Für Segment C hat nur die ökologische Produktion eine gleich hohe Wichtigkeit wie für das Segment A (Abbildung 26).

In Verbindung mit der Vor-Ort-Befragung in den Bäckereien, gilt es die ausgeprägten negativen Einstellungen einzelner Segmente gegenüber ökologischen und handwerklich-regionalen LM kritisch zu reflektieren. Hier ist es erstaunlich, dass nur 40 % der Befragten sowohl bio- als auch handwerklich-regionalen LM positiv gegenüberstehen und ein umweltfreundliches Einkaufsverhalten aufweisen, obwohl alle beteiligten Bäckereien für bio- und/oder handwerklich-regionale Produktion stehen. D.h., dass 60 % der Befragten zumindest teilweise aus anderen Gründen in den Bäckereien einkaufen. Hier kann beispielsweise die Produktqualität eine Rolle spielen, aber auch die (geographische) Lage, Erreichbarkeit und Versorgungsfunktion der einzelnen Bäckereien. Deutlich wird dies insbesondere im

Segment D, mit einem hohen Anteil Kund*innen aus Bäckereien, die im Vorkassenbereich von einem Discounter, in einer Markthalle oder in einem Einkaufscenterkomplex mit Cafébetrieb verortet sind und u.U. mehr aus Convenience-Gründen aufgesucht werden als aus positiven Einstellungen gegenüber ökologischer oder handwerklich-regionaler Produktion.

Die Ergebnisse zeigen, dass es auch innerhalb einer Nische, wie handwerklichen und ökologisch wirtschaftenden Bäckereien, unterschiedliche Käufersegmente und Kaufmotive gibt, die es durch geeignete Kommunikation zu adressieren gilt. So sollten neben den ökologischen Rohstoffen und handwerklicher Herstellung auch gesundheitliche Aspekte und Geschmack hervorgehoben und kommuniziert werden. Unter Berücksichtigung der im Hinblick auf die soziodemografischen Merkmale nicht repräsentativen Stichprobe und der bäckereispezifischen Einflüsse ist deutlich geworden, dass trotz geringer Bekanntheit und dominierender egoistischer Kaufmotive eine Mehrzahlungsbereitschaft für Backwaren aus Mischkulturanbau vorliegt und damit eine Inwertsetzung alternativer Anbausysteme möglich erscheint. Für regionale Wertschöpfungsketten kann dies eine Chance darstellen, sich durch eine nachhaltigere Produktionsweise von Einheitsprodukten abzugrenzen und diesen gesellschaftlichen Mehrwert auch als einen individuellen Nutzen für Verbraucher*innen zu kommunizieren.

5.2.4.2. Ergebnisse der Backkampagne 2026

Während der Backkampagne im Februar und März 2026, wurde vom 23.03.2026 bis 28.03.2026 eine Befragung der Kund*innen in der Vollkornbäckerei Köhlers durchgeführt Gleichzeitig stand die Befragung für die anderen Bäckereien online zur Verfügung. Wie in 2025 handelte es sich um eine computergestützte standardisierte Befragung, die die Teilnehmenden eigenständig am Tablet ausfüllten oder via QR-Code darauf zugreifen konnten. Da die Teilnehmenden der Befragung in 2025 ein hohes Durchschnittsalter aufwiesen und die Gruppe über 60-jähriger stark überrepräsentiert war, wurde sich bemüht, in 2026 die Randöffnungszeiten besser abzudecken, um mehr Berufstätige und Familien zu erreichen.

An der Befragung nahmen insgesamt 190 Personen teil. Davon waren 51 % Frauen. Das Durchschnittsalter lag bei 49 Jahren (vgl. 56 Jahre in 2025); die größte Altersgruppe bildeten trotzdem die 60- bis 69-Jährigen (25 %). Auch hier verfügte 70 % der Stichprobe über ein eher hohes Bildungsniveau und Einkommen. Knapp 60 % kauften mindestens einmal pro Woche in der Bäckerei ein.

Schaut man auf die Präferenzen beim Kauf herzhafter Backwaren, waren für 57 % der Befragten der gesundheitliche Nutzen und für 53 % der Geschmack unter den drei wichtigsten Kriterien. Es folgten ökologische Produktion (44 %), nachhaltiger Getreideanbau (36 %), regionale Produktion (31 %) und handwerkliche Herstellung (30 %). Preis (12 %), Aussehen (8 %) und Haltbarkeit (4 %) wurden deutlich seltener als wichtige Kriterien genannt.

Aus 11 Statements zu ökologischen, regionalen und handwerklich hergestellten Backwaren wurden mittels auf einer siebenstufigen Skala die Einstellungen ermittelt. Bei Betrachtung der einzelnen Statements zeigten sich positive Einstellungen gegenüber ökologischen Backwaren (MW = 6,2), handwerklichen Backwaren (MW = 5,8) und regionalen Backwaren (MW = 5,5). Das Vertrauen in Hersteller von Bio-Backwaren lag bei durchschnittlich 6,23. Fast 90 % der Befragten stimmten der Aussage zu, dass handwerklich hergestellte Backwaren eine höhere Qualität besitzen. Der persönliche Kontakt zu Erzeugern oder Herstellern erreichte einen Mittelwert von 4,74. Eine Faktoranalyse

reduzierte die 11 Statements auf drei Faktoren. Insgesamt bestätigte die Analyse die drei Einstellungsdimensionen ökologisch, regional und handwerklich (Tabelle 18). Die durchschnittlichen Einstellungen waren gegenüber ökologischen Backwaren am positivsten, während regionale Backwaren den niedrigsten Mittelwert aufwiesen.

Tabelle 18: Zusammenfassung der Eigenschaften und Faktorladungen für eine Varimax-rotierte Drei-Faktoren-Lösung nach einer Hauptkomponentenanalyse (N = 190).

Item	Faktorladungen			Kommunalitäten
	Handwerkliche Backwaren	Ökologische Backwaren	Regionale Backwaren	
Ich gebe etwas mehr Geld für Backwaren aus, von denen ich sicher weiß, dass sie aus meiner Region stammen (Regio1).	*,336*		**,748**	0,691
Ich halte es für sehr wichtig, Backwaren aus meiner Region zu kaufen, um die Wirtschaft in meiner Region zu stärken (Regio2).			**,813**	0,710
Der persönliche Kontakt zum Erzeuger oder Hersteller (z.B. Landwirt/Bäckerin) ist mir wichtig (Regio3).			**,705**	0,548
Bei handwerklichen Backwaren weiß ich, wer sie hergestellt hat (Handw1).	**,682**			0,555
Handwerklich hergestellte Backwaren haben eine höhere Qualität (Handw2).	**,815**			0,726
Handwerklich hergestellte Backwaren sind natürlicher (Handw3).	**,795**			0,677
Handwerklich hergestellte Backwaren schmecken besser (Handw4).	**,798**			0,696
Wenn ich Backwaren kaufe, bevorzuge ich Bio-Backwaren (Öko1).		**,876**		0,805
Bio-Backwaren sind gesünder als konventionelle Backwaren (Öko2).	*,410*	**,691**		0,647
Ich vertraue Herstellern von Bio-Backwaren mehr als Herstellern von nicht-biologischen Backwaren (Öko3).		**,747**		0,615
Ich kaufe Bio-Backwaren, weil mir das nicht zu teuer ist (Öko4- *Inverse*).		**,531**	*,453*	**0,497**
Eigenwerte				
Item-Schwierigkeit	,867	,800	,750	
Gesamtvarianz in %				
Cronbach Alpha	**,750**	**,823**	**,750**	

KMO = 0,821; x^2: 793,278; p = <0,001; Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse; Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung. Eigene Darstellung

Die Ergebnisse zur Wahrnehmung der Backkampagne 2025 und 2026 zeigten, dass 36 % der Befragten bereits von einer Kampagne zum Mischkulturanbau in ihrer Bäckerei gehört hatten. 14 % erinnerten sich an eine Kampagne aus dem Jahr 2025, 6 % an die Kampagne 2026 und 10 % an eine Kampagne aus dem letzten Halbjahr, wo jedoch keine Kampagne stattgefunden hat; 7 % konnten den Zeitpunkt nicht näher bestimmen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt war die Ermittlung der Selbstwirksamkeit (Perceived consumer effectiveness) im Zusammenhang mit dem Kauf eines Brotes aus Mischkultur. Auf einer 7er-Skala konnten die Teilnehmenden ihre wahrgenommene Wirksamkeit beim Kauf eines Brotes aus Mischkultur darstellen von „1 – nicht wichtig, denn mein Einkauf hat keinen Einfluss auf den Weizenanbau in Mischkultur“ bis „7 – wichtig, denn mit meinem Einkauf unterstütze ich den Weizenanbau in Mischkultur“. Hier wurde die Selbstwirksamkeit überwiegend hoch eingeschätzt: 73 % empfanden, dass sie mit ihrem Einkauf den Weizenanbau in Mischkultur unterstützten (Skalenwerte 5-7). 18 % konnten den Einfluss ihres Einkaufs nicht einschätzen.

Die eher positive empfundene Selbstwirksamkeit beim Kauf eines Brotes aus Mischkultur spiegelte sich auch bei den Zahlungsbereitschaften wider. Insgesamt erklärten sich 81 % zunächst bereit, für ein Weizenbrot aus Mischkulturanbau mehr zu bezahlen. Bei einem Referenzpreis von 5 Euro für ein 500g Brot lagen die häufigsten genannten Preise bei 5,50 Euro (30 %) und 6 Euro (33 %). Der durchschnittlich angegebene Preis betrug 5,80 Euro (SD = 0,56); dies entspricht einem durchschnittlichen Aufpreis von 16 % beziehungsweise 0,80 Euro. Nach der konkreten Preisabfrage waren 75 % bereit, mehr als 5 Euro zu zahlen. Diese Ergebnisse ähneln den Ergebnissen aus der Backkampagne 2025. Trotzdem sollten die Eurobeträge aufgrund der hypothetischen Ermittlungsmethode jedoch eher als positive Einstellung der Kund*innen gegenüber dem Mischkulturanbau interpretiert werden und nicht als realistische Mehrzahlungsbereitschaft in der Bäckerei.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse positive Einstellungen gegenüber Backwaren aus Mischkultur. Gesundheit und Geschmack stehen bei der Produktwahl im Vordergrund; zugleich sind nachhaltiger Getreideanbau, regionale Herkunft und handwerkliche Herstellung für einen relevanten Teil der Befragten wichtig. Die Faktorenanalyse stützt die Unterscheidung dieser drei Einstellungsdimensionen. Zudem zeigen sich eine überwiegend hohe Einschätzung des eigenen Konsumeinflusses und eine ausgeprägte grundsätzliche Zahlungsbereitschaft für Brot aus Mischkulturanbau.

6. AP 5 Evaluierung des Reallabors und Entwicklung von Handlungsempfehlungen

In der Reallabor-Forschung liegt der Fokus bisher vor allem auf der räumlichen Nähe von Nachhaltigkeitsinnovationen. Weniger betrachtet wird, wie neue Ansätze mit den bereits bestehenden Strukturen vor Ort zusammenwirken (von Wirth & Levin-Keitel, 2020). Die Raumdimensionen nach von Wirth und Levin-Keitel (2020) helfen hier bei der räumlichen Kontextualisierung. Im Folgenden werden die vier Raumdimensionen kurz beschrieben und die Übertragung auf den Kontext des Reallabors VORWERTS aufgezeigt.

Materiell-physische Ebene

Im Konzept der Raumdimensionen nach von Wirth und Levin-Keitel (2020) wird der materiell-physische Raum an das Konzept des Containerraums angelehnt (Ebner von Eschenbach & Ludwig, 2015). Hierunter wird ein klar definierter, greifbarer, abgegrenzter Raum verstanden. Er umfasst alle sichtbaren und materiellen Elemente eines Ortes, sowohl natürliche Gegebenheiten als auch die vom Menschen geschaffenen Strukturen (Krapf, 2026). Hierzu zählen beispielsweise eine geographische Eingrenzung, ein Gebäude, Nutzungsgegenstände oder auch der Mensch in seiner physischen Anwesenheit (von Wirth & Levin-Keitel, 2020). Übertragen auf das agrarökologische Reallabor VORWERTS, geht es um die Veränderungen des ruralen oder urbanen Raums, der Hofstellen, Mühlen oder Bäckereien mit ihren Gebäuden, ihrer Technik, ihrer Logistik, ihrer digitalen Infrastruktur und letztlich auch mit ihren Rohstoffen und Produkten.

Handlungsbezogen-prozedural

Die handlungsbezogene-prozedurale Raumdimension befasst sich mit der Produktion und der Aneignung des materiell-physischen Raums durch die Menschen als soziale Akteure. Sie belebt gewissermaßen den materiell-physischen Raum (von Wirth & Levin-Keitel, 2020). Übertragen auf den Kontext des Mischkulturanbaus und der weiteren Verarbeitung und Vermarktung seiner Produkte, geht es hier um bestehende und neue Nutzungsmöglichkeiten, um Veränderungen in Abläufen und der Zusammenarbeit (von Wirth & Levin-Keitel, 2020), oder in technische Einstellungen und bei der Durchführung landwirtschaftliche Prozesse oder von Prozessen in der Mühle oder Bäckerei.

Regulativ-institutionalisiert

Die dritte Raumdimension bezieht sich auf Machtbeziehungen, Institutionen, Regulierungen oder Normen und strukturiert, regelt und bestimmt damit den Umgang zwischen dem materiell-physischen Raum und dem handlungsbezogen-prozeduralen Raum (von Wirth & Levin-Keitel, 2020). Sie umfasst gesellschaftliche Regel- und Ordnungssysteme wie Eigentumsverhältnisse, rechtliche Vorgaben, sowie auch soziale und ästhetische Normen (Krapf, 2026). Diese Strukturen legen fest, wie räumliche Strukturen genutzt werden dürfen und manifestieren damit auch gewisse Machtstrukturen. Im Kontext des Mischkulturanbaus und der Verarbeitung und Vermarktung seiner Produkte, geht es hier um Elemente wie die EU-Öko-Verordnung, den Codex Alimentarius, mögliche Veränderungen in der Definition von Besatzklassen, Typisierung des Mehltyps oder auch um Veränderungen in der Regelung der Zusammenarbeit anhand von Normen oder Institutionen.

Kulturell-symbolisch

Die vierte Raumdimension befasst sich mit den sozio-kulturellen Aspekten von Räumen bzw. den symbolischen Aspekten der Infrastruktur. Hier können beispielsweise Regierungsgebäude als Machtsymbole verstanden werden (von Wirth & Levin-Keitel, 2020). Auf das agrarökologische Reallabor übertragen könnte man hier den Stellenwert ökologischer Landwirtschaft im ländlichen Raum oder die Bedeutung des Pioniergeistes von Landwirtschaft, Mühlen oder Bäckereien im gesellschaftlichen Kontext betrachten. Dies übersteigt jedoch den Umfang der Evaluation bzw. bräuchte eine andere Datengrundlage.

Für das Reallabor VORWERTS strukturierten die aufgeführten Raumdimensionen die Identifikation von Potenzialen und Hindernissen und die Ableitung von Handlungsempfehlungen. Hierzu wurden die Erfahrungen des Mischkulturanbaus, sowie Erfahrungen aus der weiteren Verarbeitung und Vermarktung der Produkte von allen Praxispartnern des Projekts im Rahmen von Workshops erfasst und den Raumdimensionen materiell-physisch, handlungsbezogen-prozedural und regulativ-institutionalisiert zugeordnet. Für jede Akteursgruppe wurden die Potenziale und Hindernisse erfasst und entsprechende Handlungsempfehlungen entwickelt, so dass ein Überblick über die gesamte Wertschöpfungskette möglich ist.

6.1. Potenziale, Hindernisse und Handlungsempfehlungen für Mischkulturen entlang der Wertschöpfungskette

Um die Potenziale und Hindernisse für den Mischanbau sowie Ansatzpunkte, wie dieser gefördert werden kann auf jeder Ebene der Wertschöpfungskette zu verstehen, wurden drei Workshops mit den jeweiligen Akteursgruppen (Landwirt*innen, Müller*innen und Bäcker*innen) durchgeführt. Es sollten Anpassungen und Veränderungen diskutiert werden, die sich bei der Umsetzung des Weizen-Erbsen-Mischanbaus in den einzelnen Verarbeitungsstufen ergeben haben. Anhand dieser Diskussionen konnten spezifische Hindernisse sowie entsprechende Ansätze zur Überwindung dieser Hindernisse weiter ausgearbeitet werden, um konkrete politische Empfehlungen zu formulieren, die die Einführung und Weiterentwicklung der Mischkultur für zukünftige Agrarsysteme unterstützen sollen.

Der Umstieg auf Mischkulturen ist der Grundpfeiler für ein widerstandsfähiges, autonomes und umweltverträgliches europäisches Ernährungssystem. Indem die EU über die auf landwirtschaftliche Betriebe ausgerichteten Subventionen hinausgeht und die Kausalketten der Spezialisierung durch die Synchronisierung der Wertschöpfungsketten angeht, kann sie ihre strategische Selbstversorgung mit Proteinen sichern und gleichzeitig ihre Agrarlandschaften wiederherstellen. Eine systemische öffentliche Politik, gestützt auf wirksame regulatorische Ansätze und koordinierte Aktionspläne der Beteiligten, ist der einzig gangbare Weg in die Zukunft.

6.1.1. Landwirt*innen

Die Landwirt*innen standen der langfristigen Anwendung von Mischkulturen auf ihren Betrieben im Allgemeinen sehr positiv gegenüber; derzeit gibt es jedoch vor allem marktbedingte Hindernisse für eine breite Umsetzung. Es herrschte weitgehend Einigkeit darüber, dass Landwirte mit Tierhaltung Mischkulturen relativ problemlos für die Futtermittelproduktion einsetzen könnten, ohne dabei die kostspieligere Korntrennung in Kauf nehmen zu müssen, die bei Mischkulturen für den menschlichen Verzehr erforderlich wäre. In Bezug auf Anbau und Management bringen Mischkulturen einige Veränderungen und Herausforderungen mit sich, die hauptsächlich mit verfahrenstechnischen

Aspekten hinsichtlich des Zeitpunkts und der Kapazitäten der Betriebsführung zusammenhängen. Durch Fortschritte in der Züchtung für Mischkulturen und damit bessere Kompatibilität der Sorten können diese Hindernisse jedoch weitgehend überwunden werden. Der Mischanbau bietet eine Reihe von Ökosystemleistungen, die gesellschaftliche Relevanz haben und auch Landwirten bei der Reduzierung externer Betriebsmittel helfen können. Die Bereitstellung von gesellschaftlich gewünschten Ökosystemleistungen sollte jedoch durch Subventionen und finanzielle Förderung, die Landwirt*innen bei der Umsetzung des Mischanbaus unterstützen, angemessen vergütet und gewürdigt werden. Die Korntrennung sowie die strengen Vorschriften zu Kornverunreinigungen (Besatzklassen) und Allergenen (insbesondere Gluten) bleiben Hindernisse für den Mischanbau. Dies gilt insbesondere für Landwirt*innen, die keinen Zugang zu Trocknungs- und Vorsortieranlagen haben. Die Gespräche mit den Landwirt*innen zeigen jedoch ihr Interesse an Investitionen zur Überwindung solcher Hindernisse sowie den Bedarf an verbesserten regionalen Strukturen, um die Zusammenarbeit beim Wissensaustausch, bei Maschinen, Lagerung und der Steigerung der Produktionsmengen zu ermöglichen und so den Marktzugang und die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.

Potenziale

- Sicherung stabiler Ernteerträge und Minimierung von Produktionsrisiken angesichts des Klimawandels
- Verbesserte Getreidequalität und damit verbundene ernährungsphysiologische Vorteile
- Reduzierung externer Betriebsmittel bei gleichbleibender Produktion, insbesondere bei Getreidekulturen
- Verbesserte Bodenfruchtbarkeit und erhöhte landwirtschaftliche und landschaftliche Vielfalt
- Verbesserung von Ertrag und Qualität von Getreide und Leguminosen durch eine bessere Sortenauswahl, ermöglicht durch Züchtungsprogramme für den Mischanbau
- Mögliche Zusammenarbeit mit Getreidehändler*innen und Saatgutbetrieben zur Bereitstellung von vorgemischtem Saatgut für den Mischanbau
- Höherer Grad an Selbstversorgung hinsichtlich Betriebsmittel und der Produktion von Kulturpflanzenarten durch Diversifizierung, einschließlich einer verstärkten Zusammenarbeit innerhalb der Wertschöpfungskette zur Schaffung von Mehrwert.
- Verbesserter Ertrag und bessere Qualität von Leguminosen durch den unterstützenden Getreideanbau und die Verwendung von Getreidestroh als Matte beim Dreschen, um den Bruch der Erbsen zu verringern
- Getreidesortieranlagen reichen aus, um eine gute Trennung zu gewährleisten – Potenzial zur Erweiterung des Angebots durch Verleih und zusätzliche Sortierdienstleistungen – potenzielle neue Marktchancen für Spezialisierung
- Erweitertes Produktangebot durch die Integration neuer Kulturpflanzenarten
- Verbesserte Futtermittelproduktion und -effizienz (ohne Trennung)
- Infragestellung des Status quo und Integration der Mischkultur als neue Normalität

Hindernisse

- Zunehmender Einsatz von Leguminosen in Mischkulturen und mögliche Vermehrung von Krankheitserregern, die zur „Leguminosenmüdigkeit“ beitragen – wie sind Anbaupausen zu gestalten und wie lassen sich Getreide-Leguminosen-Mischkulturen in die Fruchtfolge integrieren, insbesondere im Hinblick auf das Stickstoffmanagement?

- Strenge Vorschriften von Getreidehändler*innen und Mühlen hinsichtlich Getreideverunreinigungen und damit verbundene Kostenaufschläge für die Getreidetrennung
- Allgemein engeres Zeitfenster für Anbaumaßnahmen, um sicherzustellen, dass die Phänologie beider Kulturpflanzen berücksichtigt wird – meist ein Kompromiss zwischen beiden Kulturpflanzen z.B. Leguminosen (insbesondere Erbsen) sind oft nicht winterhart, was bedeutet, dass eine frühe Aussaat zur Verbesserung der Winterhärte den Unkrautdruck erhöhen kann
- Allergene – Gluten in Erbsen – Erhöhte Haftung und Versicherungskosten aufgrund von Risiken im Zusammenhang mit solchen Chargen
- Erhöhte Lager- und Trocknungskosten aufgrund unterschiedlicher phänologischer Abläufe in Bezug auf Reife/Ernte
- Logistische Komplexität bei der gleichzeitigen Handhabung zweier Kulturen, einschließlich getrennter Lagerung
- Zusätzliche Getreidesortierschritte zur Sicherstellung der Reinheit beider Kulturarten, je nach Marktspezifikationen
- Redundanz und Verschwinden kleiner regionaler Strukturen – Skaleneffekte machen kleine Chargen wirtschaftlich unattraktiv

Handlungsempfehlungen

- Erhöhung der finanziellen Mittel für die Forschung zur Leguminosenmüdigkeit und zu den langfristigen Auswirkungen von Mischkulturen im Rahmen von Fruchtfolgen auf Ökosystemleistungen (einschließlich Stickstoffversorgung, -management und Pflanzenpathologie)
- Anpassung und Einführung von Fördermitteln für Mischkulturen – Vereinheitlichung der derzeitigen EU-Fördermittel in allen Mitgliedstaaten und Einführung von Fördermitteln, die unterschiedliche Mischkulturkombinationen und Aussaatdichten sowie die Bereitstellung von Ökosystemleistungen und die nationale/regionale Proteinproduktion berücksichtigen
- Erhöhung der finanziellen Mittel für die Forschung zur Züchtung von Sorten für den Mischanbau sowie Unterstützung von Züchtungsinitiativen und ökologischen Züchtungsunternehmen, die sich auf den Mischanbau konzentrieren
- Erhöhung der finanziellen Mittel für die Forschung im Zusammenhang mit der Berechnung der Kostenwahrheit für Ökosystemleistungen und den Vorteilen des Mischanbaus – solche Forschungsarbeiten sollten Ökobilanzen (Lifecycle Assessments) landwirtschaftlicher Betriebe berücksichtigen, die in Bilanzen eingebettet sind, welche das gesamte System berücksichtigen
- Finanzielle Zuschüsse für Genossenschaften oder regionale Landwirtschaftskooperativen, um sicherzustellen, dass landwirtschaftliche Maschinen, Trennungstechnik und Lagerkapazitäten ausgebaut und die Vermarktung zentralisiert werden können – was eine Hochskalierung trotz geringerer Produktionsmengen ermöglicht
- Zuschüsse für mobile und gebrauchte Maschinen sowie für neue Technologien, einschließlich Farbsortierer
- Stärkung der Zusammenarbeit innerhalb der Wertschöpfungskette, um die Akzeptanz von Mischkulturen auf allen Verarbeitungsstufen sicherzustellen, einschließlich der Bereitstellung finanzieller Unterstützung für regionale Strukturen und Dienstleistungen

- Verbesserte Aufklärungskampagnen für Verbraucher durch Schulen, Kantinen und Lehrmaterialien zur Diversifizierung der Landwirtschaft und deren Vorteile, mit einem starken Fokus auf Mischkulturen
- Einführung von Mischkulturversuchen im Rahmen den Landessorten Versuchen (LSV), um Landwirte und Berater über die Mischungseignung und Leistungsfähigkeit von Sorten zu informieren

6.1.2. Müller*innen

Die Müller*innen sehen das größte Potenzial von Weizen-Erbsen-Mischkulturen in der Verbesserung der Backweizenqualität. Derzeit sind Mühlen jedoch nicht darauf ausgelegt, zwei Kulturarten gleichzeitig zu trennen und zu lagern. Die vom Weizen getrennten Erbsen gelten mangels eines tatsächlichen Absatzmarktes derzeit als Abfallprodukt, dessen Entsorgung zusätzliche Kosten verursacht. Letztendlich hat die Leguminose in der Mischkultur ohne einen zusätzlichen Absatzmarkt in Form von ganzem Korn oder Mehl oder in Zusammenarbeit mit einer Futtermühle keinen Mehrwert und verursacht zusätzliche Kosten in Bezug auf Lagerung, Arbeitsaufwand und Entsorgung. Im Rahmen des Projekts erfolgte die erste Vortrennung (Aspirations- und Siebtrennung) auf dem Betrieb oder bei einem Getreidehändler, sodass das Getreide mit einem geringen Erbsenanteil im Weizen (<10 %) in der Mühle ankam. In diesen Fällen stellten die Müller*innen keine Herausforderungen bei der Getreidetrennung fest und waren sich einig, dass geringe Anteile an Erbsen im Weizen hinsichtlich der Vermahlung unproblematisch und leicht zu handhaben sind. Eine solche Vortrennung vor der Anlieferung an die Mühle müsste daher über Landwirtschaftliche Genossenschaften, Dienstleister oder andere regionale Strukturen (z. B. mobile Getreidesortieranlagen) organisiert werden (wenn Landwirt*innen nicht selber sortieren können). Doch die Frage nach einem Markt für die Leguminose bleibt weiterhin offen. Hinsichtlich Insekten, Mikroklima oder Lagerstabilität bestehen derzeit keine gravierenden Bedenken bei den Mischkulturen. Ein höherer Mineralstoffgehalt im Mehl und eine veränderte Charakterisierung der Mahlprodukte (Mehltype) sind unproblematisch, da solche Mehle aus Weizen aus Mischkulturen unter einer anderen Bezeichnung, z. B. Brötchenmehl, verkauft und somit den Bäckern problemlos kommuniziert werden können.

Sollten Mühlen Chargen aus dem Mischanbau von Weizen und Erbsen erhalten, wären eine getrennte Lagerung sowie eine getrennte Verarbeitung erforderlich. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind aufgrund des begrenzten Marktes Reinheitsstandards und Spezifikationen für Leguminosen nicht allgemein bekannt, und Fragen zur enzymatischen Aktivität und Haltbarkeit von Leguminosenmehl sind noch nicht standardisiert. Zudem müsste aufgrund des Mischanbaus mit Weizen die Frage nach Gluten als Allergen in Erbsenprodukten geklärt werden. Da es zudem viele verschiedene Erbsensorten gibt, von denen jede potenziell ihr eigenes Geschmacksprofil aufweist, müssten die verschiedenen Erbsensorten möglicherweise separat gelagert und verarbeitet werden. Daher sollte zunächst eine Empfehlung für eine begrenzte Auswahl an Erbsensorten ausgesprochen werden, um die Komplexität hinsichtlich Lagerung und Verarbeitung in der Mühle zu verringern, bis mehr über die Verarbeitung von Erbsen und deren Einbindung in Backwaren bekannt ist.

Potenziale

- Verbesserte Rohstoffqualität durch Mischkulturen
- Geringe Anteile von Erbsen im Getreide sind für die Verarbeitung unproblematisch, was bedeutet, dass keine größeren Investitionen oder Anpassungen in der Verarbeitung erforderlich sind, um sie in die Produktion zu integrieren
- Potenzial für neue Vermarktungskanäle, insbesondere wenn ein Markt für Leguminosen entwickelt werden kann
- Standardisierung des Erbsenanteils im Mehl sowie Typenmehle mit höherem Mineralstoffgehalt als potenzielle neue Produkte für Bäckereien
- Bäckereien haben eine allgemeine Bereitschaft signalisiert, größere Anteile von Erbsen in ihre Produkte zu integrieren
- Andere Hülsenfrüchte (z. B. Ackerbohnen) könnten hinsichtlich ihrer sensorischen Eigenschaften und ihrer Marktfähigkeit ebenfalls oder sogar besser geeignet sein
- Leguminosenmehle und Proteinkonzentrate als alternativer Markt für Proteinalternativen (vegane und vegetarische Lebensmittelprodukte)

Hindernisse

- Derzeit unklare Qualitätsanforderungen für Erbsen, je nach Marktsegment. Die Qualitäts- und Reinheitsanforderungen für Hülsenfrüchte zur Herstellung alternativer Proteinprodukte sind oft strenger als für Mehlprodukte.
- Allergenbedenken bei Erbsenprodukten aufgrund des Kontakts mit Gluten durch Mischkulturen mit Weizen und die Verarbeitung in einer Mühle (Verarbeitung von Getreide).
- Es fehlen empirische Daten zur Haltbarkeit von Weizen-Leguminose- und Leguminosenmehl sowie dazu, ob eine höhere enzymatische Aktivität durch einen höheren Leguminosenanteil im Mehl zu Veränderungen der Haltbarkeit führen kann. Derzeit gibt es diesbezüglich keine standardisierten Vorschriften.
- Obwohl derzeit keine ernsthaften Bedenken hinsichtlich Insekten, Mikroklima oder Lagerstabilität bestehen, könnten Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum*) bei der Lagerung von Erbsen und Weizen-Erbsen-Mischkulturen zu einem Problem werden.
- Da verschiedene Erbsensorten unterschiedliche sensorische Eigenschaften aufweisen, müssen Sortenchargen möglicherweise getrennt gelagert und verarbeitet werden, was zu zusätzlichem Lagerbedarf sowie zu höheren Verarbeitungs- und Arbeitskosten führt.
- Es ist zusätzlicher Aufwand erforderlich, um Kunden/Bäckereien über neue Produkte zu informieren und diese zu vermarkten.
- Ohne einen Markt für die aus dem Weizen entfernten Erbsen entstehen zusätzliche Kosten für Lagerung und Entsorgung. Die Mehrheit der Mühlen sind nicht dafür ausgerüstet, die gleichzeitige Sortierung, Lagerung und Verarbeitung von zwei Kulturpflanzenarten zu bewerkstelligen.
- Herausforderungen bei der Sicherstellung eines gleichbleibenden Erbsenanteils in den Mahlprodukten (z. B. 5 %) aufgrund des zusätzlichen Aufwands, der Lagerung und des Personalbedarfs, der vor allem durch die Getreidetrennung, die Bestimmung der Zusammensetzung, das Mischen und das anschließende Mahlen entsteht. Zusätzlicher technologischer Aufwand entstände durch das getrennte Mahlen und das anschließende Mischen, der nur durch höhere Mehlpreise ausgeglichen werden kann.

Handlungsempfehlungen

- Verbesserte Aufklärungskampagnen für Verbraucher über Schulen, Kantinen und Lehrmaterialien zur Diversifizierung der Landwirtschaft und deren Vorteile, mit einem starken Fokus auf Mischkulturen

- Entwicklung von Rezepten für Mehl aus Mischkulturen, um eine bessere Akzeptanz bei Kunden und Verbrauchern zu gewährleisten. Dies ist besonders relevant für Mühlen, die Fertigmehlmischungen herstellen und vermarkten, die standardisierte Rezepte für bestimmte Backwaren enthalten
- Klare Produktspezifikationen und Angaben zu Qualität, Reinheitsstandards, Haltbarkeit, Nährwertangaben und Mineralstoffgehalt für die verschiedenen Produkte aus Getreide-Leguminosen-Mischkulturen. Diese Spezifikationen müssen auf der Grundlage empirischer Daten erarbeitet werden, die durch finanzielle Mittel und die Förderung der Forschung zu diesen Themen gewonnen werden
- Unterstützung der Marktentwicklung für Eiweißpflanzen durch Fördermittel und Verbraucheraufklärung
- Erweiterung der in der EU-Verordnung Besatzfraktionen „Kornbesatz – (b) Fremdgetreide“ aufgeführten Kulturpflanzenarten: Derzeit ist in der EU-Verordnung 2016/1238 nur für sonstige Getreidekörner (z. B. Gerste, Hafer, Roggen) ein Besatzgrenzwert von bis zu 7 % festgelegt. Diese Kategorie muss auf andere Kulturpflanzen wie Hülsenfrüchte ausgeweitet werden, um die Schritte bei der Getreidesortierung und die damit verbundenen Kosten für Mischkulturen zu reduzieren:
- Finanzielle Zuschüsse für Genossenschaften oder regionale Landwirtschaftskooperativen, um sicherzustellen, dass Trennungsanlagen und Lagerkapazitäten ausgebaut und die Vermarktung zentralisiert werden können. Zuschüsse für mobile und gebrauchte Geräte sowie für neue Technologien, einschließlich Farbsortierer, können dafür sorgen, dass die Vortrennung von Mischkulturen direkt im landwirtschaftlichen Betrieb erfolgen kann, wodurch die Notwendigkeit der gleichzeitigen Verarbeitung zweier Kulturarten in der Mühle verringert wird
- Finanzielle Zuschüsse und verbesserte Rückzahlungsbedingungen für Kredite zur Anschaffung angepasster Sortieranlagen, Verarbeitungstechnologie und zusätzlicher Lagerkapazitäten für die Verarbeitung von Mischkulturen
- Vorabfestlegung geeigneter Erbsensorten für die Integration in gemahlene Produkte durch die Einführung von Mischkulturversuchen im Rahmen den Landessorten Versuchen (LSV) sowie durch zusätzliche Forschung zu den sensorischen und verarbeitungstechnischen Eigenschaften verschiedener Erbsensorten

6.1.3. Bäcker*innen

Grundsätzlich besteht eine hohe Offenheit gegenüber Mischkultur-Mehl: Alle Bäckereien können sich den Einsatz vorstellen, teils sogar eine vollständige Umstellung. Dabei sind eine langfristige Qualität und Stabilität entscheidend. Eine vollständige Umstellung hängt vor allem davon ab, ob Langzeittests konstante Qualität und Verarbeitungssicherheit ergeben. Weiterhin ist Regionalität ein Schlüsselfaktor. Das Potenzial von Mehl aus Mischkulturen steigt, wenn Rohstoffe und Lieferketten regional organisiert sind und Regionalität mitbeworben werden kann. Außerdem ist eine Einbindung der Landwirtschaft notwendig: Mehrere Bäckereitriebe heben hervor, dass eine Umstellung nur funktioniert, wenn regionale Landwirt*innen mit von der Partie sind und damit vom agronomischen und ökonomischen Wert der Mischkulturen profitieren können. Abschließend wird aus Vermarktungssicht die Differenzierung als zentraler Vorteil gesehen. Ein „anders sein“ durch die Verwendung von Gemengeweizen und die klare Abhebung von der Konkurrenz ist ein starkes Verkaufsargument. Trotzdem bleibt die Herausforderung, das Thema Mischkultur an die Kundschaft zu kommunizieren, da die Vorteile der Mischkultur aus Sicht der Verbraucherinnen und Verbraucher vor allem im Anbau liegen und auf den ersten Blick wenig persönlichen Mehrwert bringen. Dem könnte zukünftig begegnet werden, in dem ein deutlich höherer Erbsenanteil in den Backwaren ein Potenzial für eine neue Produktkategorie schaffen und damit eine andere Bewerbung ermöglichen würde.

Potenziale

- Verbesserte und gleichmäßigere Backqualität und -leistung
- Möglichkeiten für Mehlmischungen:
    - Bei der Verwendung von Mehlen mit höherem Mineralstoffgehalt durch Zugabe von Erbsen. Die Mehltypklassifizierung kann durch eine neue Bezeichnung geregelt werden (z. B. „Brötchenmehl“ anstelle von „Typ 812“)
    - Durch gezielte Mischung, um einen gleichbleibenden Erbsenanteil im Mehl zu gewährleisten (z. B. 5 %). Eine gleichbleibende Mehlqualität und ein gleichbleibender Erbsenanteil sind wünschenswert, um die Standardisierung von Rezepten und Produkten sicherzustellen und eine klare Kommunikation gegenüber den Kunden zu gewährleisten
- Potenzial für die Entwicklung neuer Produkte, wenn erhebliche Anteile an Erbsenmehl in Backwaren verwendet werden. Dies würde den Landwirten zudem einen Absatzmarkt für Erbsen sichern, sofern diese nicht als Futtermittel verwendet werden
- Mögliche ernährungsphysiologische Vorteile eines erhöhten Anteils an Hülsenfrüchten in Backwaren
- Alleinstellungsmerkmal im Hinblick auf die Produktdifferenzierung. Einführung des Konzepts der Mischkultur und der Anbaudiversifizierung mit entsprechenden Werbematerialien für Verbraucher

Hindernisse

- Mögliche Erhöhung des Mehlankaufspreises aufgrund zusätzlicher Kosten in der Mühle im Zusammenhang mit der Sortierung, Mischung und Lagerung von Mischkulturen:
    - Mehl aus Mischkulturen mit einem Erbsenanteil von < 0,5 %, das zu einem Preis verkauft wird, der mit den aktuellen Mehlpreisen vergleichbar ist. Dies könnte es Bäcker*innen ermöglichen, Erbsenmehl separat zu kaufen und selbst über den Erbsenanteil in den Rezepturen zu entscheiden, wodurch die Kosten für die Mühlen gesenkt würden (Preis Empfehlung)
    - Mehlmischung mit einem höheren, gleichbleibenden Erbsenanteil. Dies würde höhere Kosten in der Mühle mit sich bringen, was zu höheren Mehlpreisen führen würde
- Abstimmung der Lieferform (Sack, Bigbag, Silo) und Lagerung des Mehls aus Mischkulturen in der Bäckerei. Möglicherweise ist zusätzlicher Lagerraum sowohl für normales Mehl als auch für Mehl aus Mischkulturen erforderlich
- Es liegen keine verlässlichen Informationen zur Haltbarkeit des Mehls aus Mischkulturen vor, wenn höhere Anteile an Hülsenfrüchten enthalten sind. Eine höhere enzymatische Aktivität aufgrund der Zugabe von Hülsenfrüchten und deren Auswirkungen auf Lagerungs- und Backprozesse sind bislang unbekannt

Handlungsempfehlungen

- Der größte Handlungsbedarf besteht in der Anpassung und dem Ausbau der Lager- und Logistikstrukturen, um einen zusätzlichen Rohstoff (Mischmehl oder Erbsenmehl) aufnehmen zu können. Finanzielle Zuschüsse und verbesserte Kreditrückzahlungsbedingungen für zusätzliche Lagerkapazitäten zur Integration von Produkten aus Mischkulturen sollten berücksichtigt werden

- Da mit möglichen Preissteigerungen für Rohstoffe zu rechnen ist, die die der Mühle entstandenen Mehrkosten widerspiegeln, sollten geeignete Kommunikations- und Werbematerialien für die Vermarktung von Mischkulturprodukten entwickelt werden, um die Akzeptanz bei den Verbrauchern sicherzustellen. Dazu gehört die langfristige Schulung des Verkaufspersonals, um eine angemessene und sachgerechte Kommunikation über potenziell höhere Preise sowie über die Vorteile der Mischkulturen – einschließlich der ernährungsphysiologischen und ökologischen Auswirkungen – sicherzustellen. Darüber hinaus sind verbesserte Aufklärungskampagnen für Verbraucher über Schulen, Kantinen und Lehrmaterialien zur landwirtschaftlichen Diversifizierung und deren Vorteilen – mit einem starken Fokus auf Mischkulturen – erforderlich, um sicherzustellen, dass höhere Preise verstanden und akzeptiert werden
- Finanzielle Unterstützung für die Forschung zu Leguminosenmehl und Mehlmischungen aus Mischkulturen, einschließlich Studien zur enzymatischen Aktivität, Haltbarkeit und zum Nährwert, zu gesundheitlichen Vorteilen sowie zum Backverhalten und den Verarbeitungsprozessen von Backwaren mit höherem Leguminosenzusatz
- Erbsen sind nicht hypoallergen, daher ist keine ausdrückliche Kennzeichnung erforderlich. Die Einhaltung der Verordnung über gesundheitsbezogene Angaben und der EmpCo-Richtlinie (Empowering Consumers Directive) muss jedoch berücksichtigt und gewährleistet werden, insbesondere durch die Einbeziehung von Forschungsergebnissen.

6.2. Weitere Beiträge zur Evaluierung von Reallaboren

Neben der Evaluierung des Reallabors und der Entwicklung von Handlungsempfehlungen im Rahmen der Projektpartner-Workshops, in denen die Herausforderungen und notwendigen Veränderungen für die Einführung von Mischkulturen unter Einbeziehung verschiedener räumlicher Dimensionen ermittelt wurden, war das VORWERTS-Projekt am EU-finanzierten IntercropVALUES-Projekt beteiligt, das sich mit der Co-Kreation in Reallaboren sowohl in Europa als auch in Afrika befasste.

Die Ergebnisse und die Erfahrungen mit partizipativer Forschung im Rahmen des VORWERTS-Projekts trugen direkt zur Erarbeitung einer Reihe von Erkenntnissen bei, die sich nicht nur auf Hindernisse für den Mischkulturanbau, sondern auch auf Hebel bezogen, sowie zur Erstellung eines Berichts zur Marktentwicklung. Darüber hinaus werden die übergreifenden Analysen zur Bewertung der Co-Creation in Reallaboren unter Einbeziehung aller 13 Fallstudien des IntercropVALUES-Projekts veröffentlicht.

VORWERTS dient aktuell als Blaupause und Beispiel-Projekt transdisziplinärer Systemforschung bei der Konzeption und Implementation des neuen Innovationszentrum für Agrarsystemtransformation (IAT) (Koch et al., 2022). Eine weitere Zusammenarbeit zwischen dem Leibnitz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) und dem VORWERTS-Projekt ist die Teilnahme an einer vom ZALF initiierten Forschungsstudie, die auf der Auswertung von Experteninterviews zum Thema Co-Creation in agrarökologischen Reallaboren basiert. Dabei werden nicht nur die Erfahrungen und die Forschungsmethodik aus dem VORWERTS-Projekt in die wissenschaftlichen Analysen einfließen, sondern es ist auch eine gemeinsame Veröffentlichung vorgesehen. Außerdem ist eine weitere Evaluierungsstudie geplant, die sowohl vom ZALF als auch vom INRAE in Frankreich initiiert wurde und in die die Erfahrungen aus dem VORWERTS-Projekt hinsichtlich der Durchführung und erfolgreichen

Auswertung von Praxisversuchen im Rahmen von Reallaboren einfließen sollen; dies schließt eine gemeinsame Veröffentlichung der geplanten wissenschaftlichen Arbeit ein.

7. Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse.

Im Rahmen von AP2 können eine Reihe von praxisrelevanten Empfehlungen hinsichtlich des Potenzials von Weizen-Erbsen-Mischkulturen abgeleitet werden. Die Ergebnisse zeigen, dass Weizen-Erbsen-Mischkulturen im ökologischen Landbau zur Produktionsstabilität und zur Förderung der Pflanzenvielfalt beitragen können, ohne die Weizenerträge in Wintermischkulturen wesentlich zu beeinträchtigen. Zudem kann der Mischanbau die Backqualität des Weizens verbessern, beispielsweise durch einen höheren Proteingehalt. Für die praktische Umsetzung sind eine geeignete Sortenwahl, die Abstimmung von Aussaat und Ernte sowie eine effiziente Korntrennung entscheidend. Damit sich der Mischanbau langfristig wirtschaftlich etabliert, müssen außerdem geeignete Absatzwege und Marktpotenziale für beide Kulturen erschlossen werden. Diese Aspekte finden sich im Praxismerkblatt wieder.

Aus AP3 lassen sich Produktionsökonomische Handlungsempfehlungen ableiten. Einsparpotentiale bei Düngung und Beikrautmanagement können im Mischkulturanbau gegenüber dem Reinkulturanbau genutzt werden. Zusätzliche positive Effekte durch Stickstofffixierung und Fruchtfolgewirkungen sind möglich. Für die Wirtschaftlichkeit sind insbesondere Ertragshöhe und Weizenpreis entscheidend, weshalb Ertragsschwankungen und Preisrisiken bei der Anbauentscheidung zu berücksichtigen sind. Eine angepasste Aufbereitungstechnik, beispielsweise leistungsfähige Vorreinigung oder Farbsortierung, kann den Arbeitszeitbedarf senken und den Durchsatz erhöhen. Darüber hinaus sollten alternative Vermarktungswege, etwa für die menschliche Ernährung, hinsichtlich erzielbarer Preise, zusätzlicher Aufbereitungskosten und gesicherter Nachfrage geprüft werden, um die wirtschaftliche Verwertbarkeit der Ernte zu verbessern.

Aus AP 4 können praxisrelevante Empfehlungen zur Entwicklung von Marketingmaterialien zur Kommunikation von Backwaren aus Mischkultur abgeleitet werden. Aus einem gemeinsamen Prozess mit den Bäckereien und der Wissenschaft werden im Praxismerkblatt die Entwicklungsschritte hin zu der ersten Version der Marketingmaterialien beschrieben. Weiterhin zeigt das Praxismerkblatt die nach der ersten Backkampagne geäußerten Kritikpunkte und die dahingehende Überarbeitung der Marketingmaterialien auf. Abschließend gibt es konkrete Empfehlungen für die Produkteinführung, die inhaltliche Gestaltung von Marketingmaterial sowie Empfehlungen für die Unterstützung des Verkaufspersonals zur Kommunikation von Backwaren aus Mischkultur.

Da das Thema Mischkultur zunehmend bekannter wird, haben die Ergebnisse eine hohe Verwertbarkeit und Relevanz über den Projektkontext hinaus. Hier ist speziell das im Januar 2025 gestartete LegumeMix-Projekt der BLE zu nennen. Das LegumeMix-Projekt untersucht Körnererbsen-Genotypen hinsichtlich ihrer Qualitäts- und Verarbeitungseigenschaften im Bereich der Nutzung für die Humanernährung und führt Verarbeitungs- und Backversuche mit Körnererbsen-Mehlen durch. Über das Atelier Ernährungswende werden die Ergebnisse des VORWERTS-Projekts mit den Partnern des LegumeMix-Projekts ausgetauscht, um eine enge Zusammenarbeit und einen höheren wissenschaftlichen Nutzen für beide Projekte zu gewährleisten. Darüber hinaus findet ein intensiver Austausch von Ergebnissen zwischen dem VORWERTS-Projekt und dem EU-finanzierten Projekt Intercropvalues (www.intercropvalues.eu) statt. Weiterhin wurden die Ergebnisse sowohl des LegumeMix- als auch des Intercropvalues-Projekts in das Praxis-Handbuch von VORWERTS aufgenommen, welches als praxisnaher Ratgeber helfen soll, Mischkulturen in der Praxis in größerem

Stil zu etablieren, für die Humanernährung weiter zu verarbeiten und die Produkte schließlich an die Endkunden zu vermarkten.

8. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

Die 15 geplanten Meilensteine wurden alle fristgerecht erreicht. Darüber hinaus wurden im VORWERTS-Projekt weitere Unternehmungen und wesentliche Vorhaben durchgeführt, die zur besseren Übersicht in Tabelle 19 – nach Arbeitspaketen sortiert – dargestellt werden. Es wird kurz aufgeführt, was laut Antrag geplant war, was verändert werden musste und was umgesetzt wurde.

Aus den Ergebnissen ergeben sich auch weiterführende Fragestellungen.

Im Bereich der Agronomie sind weitere Forschungsarbeiten erforderlich, um die Wechselwirkungen zwischen Genotypen sowie Genotyp, Umwelt und Management aufzuklären. Im Rahmen des VORWERTS-Projekts wurden lediglich zwei Sorten von Winter- und Sommergetreide getestet, doch gibt es zahlreiche Sorten, die potenziell vergleichbare oder bessere agronomische Ergebnisse liefern könnten. Zudem ist die Bruchfestigkeit bei Erbsen ein wichtiges Merkmal für den Mischanbau und hängt von der Synchronisation der Reifezeiten beider Kulturpflanzenarten ab. In diesem Sinne ist die Identifizierung von Pflanzenmerkmalen beider Kulturpflanzenarten zur Maximierung der agronomischen Leistung beider Arten im Mischanbau wichtig, um die Akzeptanz auf betrieblicher Ebene zu verbessern.

Aus agronomischer und ökonomischer Sicht ist die Erschließung eines Marktes für Misch-Erbsen, insbesondere für den menschlichen Verzehr, entscheidend für die erfolgreiche Verbreitung von Weizen-Erbsen-Mischkulturen. Für landwirtschaftliche Betriebe kann die Vermarktung der Erbsen eine zusätzliche Einkommensquelle darstellen und dazu beitragen, mögliche Mehrkosten für die Trennung, Lagerung und Logistik der Mischkultur auszugleichen. Daher sind weitere Forschungsarbeiten erforderlich, um das Vermarktungspotenzial der Erbse in der Humanernährung und der industriellen Verarbeitung zu erschließen und ihren Einsatz in Lebensmitteln hinsichtlich des Nährwerts, sensorischer Eigenschaften und Verarbeitbarkeit zu untersuchen.

Auch im Bereich Marketing und Verbraucherforschung würde die Untersuchung der Präferenzen der Verbraucher*innen für Backwaren mit einem höheren Anteil Körnererbsen weitere wichtige Erkenntnisse über das Potenzial für eine Vermarktung der Körnererbse liefern. Hier gilt es auch die Präferenzen für potenziell höhere Nährwerte oder längere Haltbarkeit der Backwaren durch den Zusatz von Körnererbsenmehl zu ermitteln.

Tabelle 19: Wichtigste Vorhaben, die laut Antrag geplant und (verändert) umgesetzt wurden.

Arbeitspaket (AP)		**Inhalt laut Antrag**	**Änderungen**	**Umsetzung**
AP 1 BWL	AP 1.1 Projektkoordination und Administration	Arbeitsfähigkeit/ Außendarstellung etablieren.		
		Projekthomepage und Social-Media-Kanäle betreuen.		
		Homepage nach Projektabschluss in Webauftritt von AEW integrieren.		
	AP 1.2 Koordination Praxispartner*innen (FÖP, AEW)	Organisation, Koordination, Vernetzung zwischen Praxispartner*innen		
		FÖP koordiniert Abnahme, Logistik und Verarbeitung der produzierten Weizen-Leguminosen-Gemenge		
		AEW betreut Bäckereien, organisiert Backkampagnen und Personalschulungen		
		M8: Die Bäckereien erhielten das Gemengemehl, das Kommunikationsmaterial sowie Personalschulungen. Die erste Backkampagne startete am 3. Februar 2025 und lief bis Ende März 2025 (02/2025).		
		M12: Am 2. Februar 2026 startete die zweite Backkampagne und lief bis Ende März 2026. Begleitend dazu fanden nicht wie geplant wiederholt Verkaufstests, sondern eine weitere Kundenbefragung vor Ort in Würzburg und online via QR-Code statt (02/2026).		

AP 2 FÖP	AP 2.1 Agronomische Leistung, Trennung und Reinigung	Agronomische on-farm Bewertung mit Hilfe der Landwirt*innen.		✅
		Monitoring Blattkrankheiten und Pflanzenhöhe bei Weizen und Erbse. Durchführung von Biomasseschnitten.		✅
		Erhebung der Trenn- und Reinigungstechnik sowie der Infrastruktur jedes landwirtschaftlichen Betriebes und jeder Mühle.		✅
		M7: Die erste Anbausaison (AP 2) wurde im September 2024 abgeschlossen, alle landwirtschaftlichen Betriebe wurden zweimal besucht und sämtliche Boniturdaten wurden erfasst und die Ernteproben zur Analyse an IGV versendet (09/2024).		✅
		M11: Die zweite Anbausaison wurde im September 2025 abgeschlossen und alle landwirtschaftlichen Betriebe wurden zweimal besucht (09/2025).		✅
	AP 2.2 Mahl-, Back- und Qualitätsanalysen	IGV analysiert Backqualitätsparameter des Weizens und in beiden Versuchsjahren mit Reinkulturweizen verglichen.		✅
		IGV analysiert Weizenproben aus Misch- und Reinkultur auf mögliche Mykotoxinkontamination.		✅
AP 3 BWL	AP 3.1 Systemanalyse	Recherche der technischen und ökonomischen Determinanten der Mischkultur und projektinternes Preismonitoring.		✅
		Systemanalyse Rein-/Mischkultur		✅
		Umfeldanalyse		✅

	AP 3.2 Ökonomische Modellierung	M5: Das grundlegende Leistungs-Kostenrechnung (LKR)-Modell wurde fertig gestellt und konnte anschließend genutzt und optimiert werden (08/2025).		
		Validierung des Modells durch systematisches Praxisfeedback		
	AP 3.3 Szenarien- und Risikoanalyse	Definition und Bewertung 3-4 spezifischer, typischer Fallstudien.	Weder agronomische Erhebungen noch Praxis-Feedback offenbarten signifikante Vor-/bzw. Nachfruchteffekte. Daher wurden Sensitivitäts-analysen anhand eines "Durchschnitts-Szenarios" (basierend auf den Praxisfällen) einer Durchführung typischer Fallstudien vorgezogen, da keine Aussagekraft vorhanden war.	
		Praxisszenarien werden mittels LKR-Modells Sensitivitätsanalysen unterzogen	Sensitivitätsanalysen anhand eines "Durchschnitts-Szenarios"	
		Abschätzung des Risikopotentials verschiedener Faktoren wie Marktpreis, Erntemenge/ -qualität		
AP 4 AML	AP 4.1 Stärken und Schwächen regionaler WSK für Gemengerohstoffe	8 Fokusgruppen innerhalb der regionalen WSK mit Vertreter*innen von Landwirtschaft, Mühlen, Bäckereien, Verkaufspersonal und Verbraucher*innen.	5 statt 8 Fokusgruppen: Aufgrund Terminfindungsschwierig-keiten wurden teilweise WSK zusammengelegt, außerdem kam es zu	

		M6: Die Auswertung der Fokusgruppen zu Erfolgsfaktoren in fünf regionalen Wertschöpfungsketten wurde erfolgreich abgeschlossen (08/2024).	einem kurzfristigen Ausscheiden einer Mitarbeiterin.	
		Standardisierte Befragung aller Beteiligten am Ende der Projektlaufzeit.	Aufgrund der ungünstigen Anbaubedingungen in der ersten Saison war der Erbsenanteil in den Gemengen sehr gering bzw. teilweise nicht vorhanden. Dadurch konnten die Praxispartner*innen im Projektverlauf keine ausreichend vergleichbaren Erfahrungen entlang der Wertschöpfungskette sammeln, sodass eine standardisierte quantitative Befragung keine belastbaren und aussagekräftigen Ergebnisse geliefert hätte.	
	AP 4.2 Partizipative Erarbeitung von Kommunikationsmaterialien	Entwicklung des Kommunikationsmaterials mit Praxispartner*innen für die Backkampagnen (siehe auch M4).		
	AP 4.3 Verkaufstests während der Backkampagnen	Begleitung beider Backkampagnen in Form von Verkaufstests.	Nur in 2025, da wenig Datenrücklauf und fehlende Kasseninfrastruktur.	
	AP 4.4 Verbraucherbefragung am Point of Sale	Computergestützte Verbraucherbefragung in den Bäckereien vor Ort und via QR-Code während der Backkampagne 2025.	Zusätzliche Befragung in Würzburg und via QR-	

			Code während Backkampagne 2026 statt Verkaufstest.	
AP 5 BWL + Alle	AP 5.1 Etablierung der transdisziplinären Zusammenarbeit	Meilenstein 1 (M1): Projektworkshop mit allen Praxispartner*innen, der online am 27.09. 2023 stattfand (09/2023).		
		Betriebsbesuche zur persönlichen Ansprache und Motivation der Praxispartner*innen zur transdisziplinären Zusammenarbeit. M2: Alle 26 Praxisbetriebe wurden über den Herbst/Winter 2023/24 persönlich besucht und interviewt (01/2024).		
		Workshops und Projekttreffen auf Biofach/Öko-Feldtagen		
	AP 5.2 Erfahrungswissen für das Reallabor	Praxis-Workshops zu den Themen „Reinigung und Trennung von Gemengedruschfrüchten“ am 07.11.2023 online und Bäckerei-Workshop vom 6. bis 7. April 2024 in Hannover, sowie Erstellung der Lehrvideos.		
	AP 5.3 Dokumentation von Praxiserfahrungen und partizipative Ergebnisbewertung	M4: Der erste partizipative Workshop hat mit allen Praxispartner*innen vom 4.-5. Juni 2024 in Witzenhausen stattgefunden. Gemeinsam wurde das Kommunikationsmaterial für die Backkampagnen erarbeitet. Dazu wurde von den Praxispartner*innen die Zielgruppe, mögliche Kommunikationsbotschaften sowie Kommunikationsmedien und -kanäle identifiziert (06/2024).		
		M9: Nachdem alle landwirtschaftlichen Betriebe, Mühlen und Bäckereien den ersten Wertschöpfungszyklus abgeschlossen hatten, wurden alle Praxiserfahrungen in Gruppendiskussionen bzw. Online-Reflexionsrunden dokumentiert. Die Reflexionsrunde mit den Landwirten hat im Februar 2025 stattgefunden, mit den		

		Mühlen im April 2025 und mit den Bäckereien im Spätsommer 2025 (02-09/2025).		
		M10: Im Juni 2025 sollte ein zweiter partizipativer Workshop stattfinden, um gemeinsam mit allen Praxispartner*innen die Zwischenergebnisse zu diskutieren, Handlungsempfehlungen abzuleiten und das Mischkultur-Handbuch zu entwerfen. Aufgrund der wetterbedingt durchwachsenen ersten Anbausaison, der knappen zeitlichen Ressourcen der Praxispartner*innen sowie unterschiedlicher Arbeitsspitzen der drei Akteursgruppen, wurde ein Workshop pro Akteursgruppe nach Abschluss der zweiten Anbausaison durchgeführt. Für die Landwirte hat dieser Workshop im Dezember 2025 stattgefunden, für die Bäckereien im April online und für die Mühlen im Mai 2026, ebenfalls online. Hiermit wurde sichergestellt, dass zum einen genügend Praxispartner*innen teilnahmen und zum anderen die Erfahrungen aus beiden Anbausaisons in die Entwicklung der Handlungsempfehlungen einfließen konnten (12/2025-05/2026).		✓
		M13: Die Dokumentation und Reflexion der Praxiserfahrungen aller Akteur*innen aus dem zweiten Wertschöpfungszyklus ist abgeschlossen (04-05/2026).		✓
		M14: Im Rahmen der Abschlusskonferenz am 25. Juni 2026 in Eichenberg werden die Ergebnisse den Projektpartner*innen, interessierten Praktiker*innen sowie der interessierten Öffentlichkeit vorgestellt. Alle Partner*innen aus Wissenschaft und Praxis ziehen ein Fazit und leiten gemeinsam aus den Ergebnissen Handlungsempfehlungen ab; der Reallabor-Ansatz wird evaluiert (06-07/2026).	Von April 2026 auf Juni 2026 verschoben.	✓

	AP 5.4 Evaluation der transdisziplinären Praxisforschung im Reallabor	Beitritt zum Reallabor-Netzwerk und Evaluation des Reallabors im Austausch mit dem ZALF.		
AP 6 Alle	Dissemination und wissenschaftlicher Output	M3: Die VORWERTS-Homepage wurde erfolgreich gelauncht (12/2023-02/2024).		
		4 Lehrvideos: „Gemengedrusch“, „Gemengereinigung/-trennung“, „Reinigung und Vermahlung in der Mühle“ und „Backen mit Gemengeweizen“ https://www.youtube.com/@vorwerts-projekt		
		Social Media (Instagram)		
		Praxis-Tage (Biofach/Öko-Feldtage)		
		Fachmedien der Landwirtschaft, der Mühlen- und Getreideindustrie und der Backbranche		
		Wissenschaftliche Konferenzen & Fachartikel		
		Erstellung von 4 Lehrvideos (Aussaat & Ernte, Trennung & Reinigung, Reinigung und Vermahlung in der Mühle, Backen mit Gemenge)	Ein weiteres Video zum Thema Feinreinigung und Vermahlung	
		M15: Das Mischkultur-Handbuch wurde in Deutscher und englischer Sprache veröffentlicht (07/2026).	Durch Kooperationen mit externen Partnern, verschiebt sich die Veröffentlichung des Handbuchs auf spätestens 31.10.2026.	

9. Zusammenfassung

Das Forschungsvorhaben VORWERTS untersucht das Potenzial von Weizen-Erbsen-Mischkulturen für die ökologische Landwirtschaft und regionale Bio-Wertschöpfungsketten. Ziel ist es, die agronomische Leistung, die technische Verarbeitung, die Wirtschaftlichkeit und die Marktakzeptanz dieser Anbauform zu bewerten und Voraussetzungen für ihre erfolgreiche Umsetzung in der Praxis zu identifizieren. Die Untersuchungen wurden gemeinsam mit landwirtschaftlichen Betrieben, Mühlen und Bäckereien im Rahmen eines partizipativen Reallaboransatzes durchgeführt.

AP2 – Agronomie, technische Reinigung, Mahl- und Backeigenschaften

In AP2 wurden Weizen-Erbsen-Mischkulturen in zwei Anbausaisons (2023/24 und 2024/25) unter Praxisbedingungen mit den entsprechenden Reinkulturen verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass insbesondere Wintermischkulturen ein hohes Potenzial besitzen: Die Weizenerträge waren trotz geringerer Aussaatstärke mit denen der Reinkultur vergleichbar, während die Gesamterträge aus Weizen und Erbsen in der zweiten Versuchssaison höher ausfielen. Die Landnutzungseffizienz lag bei Wintermischkulturen bei einem LER von 1,28, was auf einen Flächenvorteil von 28 % gegenüber dem Reinanbau hinweist. Auch die Backqualität des Weizens blieb weitgehend erhalten; Proteingehalt und Feuchtklebergehalt waren vergleichbar oder teilweise höher als bei Weizen aus Reinkulturen. Eine zentrale Herausforderung ist die Trennung der Erbsen vom Weizen, insbesondere aufgrund von Erbsenbruch, der dem Weizenkorn in Größe und Farbe ähnelt. Die Untersuchungen zu Mahl- und Backeigenschaften zeigten, dass Mischkulturweizen grundsätzlich eine vergleichbare Backleistung ermöglicht. Erbsenrückstände von bis zu 5 % beeinträchtigten das Backverhalten und die sensorischen Eigenschaften nicht wesentlich. Insgesamt belegt AP2 die technische und qualitative Machbarkeit der Lebensmittelproduktion aus Weizen-Erbsen-Mischkulturen. Für eine erfolgreiche Umsetzung sind jedoch eine angepasste Ernteführung sowie optimierte Trenn- und Reinigungsverfahren erforderlich.

AP3 – Systemanalyse, ökonomische Modellierung, Szenarien- und Risikoanalyse

AP3 untersuchte die Wirtschaftlichkeit von Weizen-Erbsen-Mischkulturen im Vergleich zu Reinkulturen und entwickelte ein betriebswirtschaftliches Modell, das Erträge, Produktpreise, Arbeitsverfahren sowie Kosten für Anbau, Trocknung und Reinigung berücksichtigt. Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede zwischen Winter- und Sommermischkulturen. Im Winteranbau erzielte die Weizen-Erbsen-Mischkultur im Basisszenario eine höhere Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistung als der reine Weizenanbau; die Marktleistung lag rund 17 % höher. Im Sommeranbau war dagegen die Wirtschaftlichkeit der Weizen-Reinkultur besser, da die Gesamterträge der Mischkultur niedriger ausfielen. Als wesentliche Einflussfaktoren wurden die Ertragsentwicklung, der Weizenpreis und der Proteingehalt identifiziert. Gleichzeitig können geringerer Dünge- und Beikrautregulierungsaufwand Kostenvorteile ermöglichen. Unter bestimmten Annahmen wurden Einsparungen von bis zu 523 €/ha durch reduzierte Düngung, geringere Kosten der Gülleausbringung und weniger Beikrautregulierung kalkuliert. Diese Einsparungen sind jedoch nicht mit einem pauschalen wirtschaftlichen Vorteil gleichzusetzen, da sie von den betrieblichen Bedingungen und dem Management abhängen. Die Szenarien- und Risikoanalysen verdeutlichen, dass insbesondere Wintermischkulturen wirtschaftliche Potenziale bieten, während die Ergebnisse für Sommermischkulturen weniger günstig ausfallen. Insgesamt liefert AP3 eine Entscheidungsgrundlage

für landwirtschaftliche Betriebe und zeigt, dass die Wirtschaftlichkeit maßgeblich von Anbausystem, Ertrag, Qualität, Kostenstruktur und Vermarktungsmöglichkeiten abhängt.

AP4 – Wertschöpfungskettenanalyse, Akteurs- und Konsumentenforschung

AP4 untersuchte die Erfolgsfaktoren regionaler Bio-Wertschöpfungsketten sowie die Akzeptanz und Vermarktungspotenziale von Backwaren aus Weizen-Erbsen-Mischkulturen in zwei Backkampagnen. In Fokusgruppen mit Vertreter*innen aus Landwirtschaft, Mühlen und Bäckereien erwiesen sich insbesondere Vertrauen, Verbindlichkeit, transparente Kommunikation und abgestimmte Ziele als wichtige Voraussetzungen für erfolgreiche und langfristige Geschäftsbeziehungen. Preisverhandlungen und Produktqualität spielen dabei eine zentrale Rolle. Ergänzend wurden gemeinsam mit den Praxispartner*innen Kommunikationsmaterialien entwickelt und die Backkampagnen in den Jahren 2025 und 2026 begleitet. Hier zeigte sich, dass es für die erfolgreiche Kommunikation von Mischkultur eine Produktneueinführung, eine klare Botschaft und motiviertes und geschultes Verkaufspersonal braucht.

Die Befragungen in den Bäckereien zeigten, dass bei herzhaften Backwaren der gesundheitliche Nutzen (57 %) und der Geschmack (53 %) die wichtigsten Kaufkriterien waren, gefolgt von ökologischer Produktion (44 %), nachhaltigem Getreideanbau (36 %) und regionaler Produktion (31 %). Insgesamt zeigten die Befragten positive Einstellungen gegenüber ökologischen, handwerklich hergestellten und regionalen Backwaren; fast 90 % schrieben handwerklich hergestellten Backwaren eine höhere Qualität zu. Weiterhin zeigen die befragten eine grundsätzlich positive Einstellung gegenüber Backwaren aus Mischkultur. In beiden Befragungen erklärten sich gut 80 % der Befragten bereit, für ein Brot aus Mischkulturanbau mehr zu bezahlen. Bei einem Referenzpreis von 5 Euro für ein 500-g-Brot lag der durchschnittlich angegebene Preis 2026 bei 5,80 Euro, entsprechend einem potenziellen Aufpreis von 16 %. Zudem sahen 73 % der Befragten ihren Einkauf als Möglichkeit, den Anbau von Weizen in Mischkultur zu unterstützen.

Die Ergebnisse weisen damit auf Marktpotenziale hin, sofern der ökologische Mehrwert verständlich kommuniziert und die Produktqualität gesichert wird. Für die Etablierung der Mischkultur sind neben der Verbraucheransprache insbesondere verlässliche Kooperationen, eine frühzeitige Abstimmung entlang der Wertschöpfungskette und transparente Absprachen zu Qualität, Mengen und Preisen entscheidend. AP4 verdeutlicht somit, dass der Erfolg agrarökologischer Innovationen nicht allein von der landwirtschaftlichen Produktion abhängt, sondern ebenso von funktionierenden Partnerschaften und einer überzeugenden Vermarktung.

10. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt

Projektinterne Newsletter

- Es wurden innerhalb der Projektlaufzeit sechs Newsletter versendet. Zwei Beispiele finden sich im Anhang.

10.1. Bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

Pressebeiträge

- Schendzielorz, Laura und Köhler, Ernst (2024): „Die Mischung macht's? – Interessante Gemengelage: das Mischkulturbrot. Bio-Bäckermeister Ernst Köhler über Umwelt und Gesundheit“. Beitrag im Magazin Lebenslinien, Seite 43, Ausgabe 2/2024. https://www.lebenslinie-magazin.de/heftarchiv/

- Tempel, Jana (2025): „Kurzfilme zum Anbau von Gemenge aus Winterweizen und Körnererbse“. Netzwerk Ackerbau Niedersachen e.V.. 07. Januar 2025, online https://netzwerk-ackerbau.de/kurzfilme-zum-anbau-von-gemenge-aus-winterweizen-und-koernererbse/
- Siegmeier, Torsten (2025): „VORWERTS im Video“ bei der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. 29. Januar 2025, online https://www.oekolandbau.nrw.de/vorwerts-im-video
- Die Freien Bäcker e.V. (2025): „Die Mischung macht’s!“. 03. Februar 2025, online https://www.die-freien-baecker.de/blog/detail/die-mischung-macht-s/

- Weedon, Odette und Hüppe, Ronja (2025): „VORWERTS: Weizen-Erbsen-Mischkulturen in regionalen Wertschöpfungsketten“. Interview mit Kerstin Spory vom LeguNet. 11. Juni 2025, https://www.legunet.de/fileadmin/legunet/Dokumente/Interview_VORWERTS_Uni_KS_250611_web.pdf

- „Das VORWERTS-Projekt beim Tag der offenen Tür beim BMLEH“. 23.-24. August 2025, Berlin, https://www.uni-kassel.de/fb11agrar/infothek/aktuelles/detail.html

- Schendzielorz, Laura (2025): “Ein starkes Stück Heimat in jedem Brot“. Beitrag im Magazin BlattGrün, Seite 25, Ausgabe 04/2025, September – Oktober 2015. https://blattgruen-verlag.de/blattgruen-ausgaben-3/

- BeckaBeck (2026): Backstarker Weizen dank Erbsen. Beitrag in back.intern, Seite 12, Ausgabe 04/2026.

- Hüppe, Ronja und Jahnke, Benedikt (2026): „Kunden schätzen Backwaren aus Mischkulturen“ Interview mit Nina Weiler, Newsletter back.mail, 3. Juni 2026. https://www.back-intern.de/2026/06/03/kunden-schaetzen-backwaren-aus-mischkulturen/

- Hüppe, Ronja und Jahnke, Benedikt (2026): „Effektiver als pure Theorie – Marketing für Mischkultur-Produkte“. Interview mit Nina Weiler, Bioland Magazin, Ausgabe 08/2026.

Das Interview wurde in Kombination mit einem Artikel von Nina Weiler in weiteren Magazinen platziert: „Verbraucher schätzen Mischkulturen“ in Getreide, Mehl und Brot: https://www.getreidemehlundbrot.de/article/verbraucher-schaetzen-mischkulturen-299, „Verbraucher schätzen Mischkulturen“ in Mühle + Mischfutter, Heft 15-16 2026

Geplante Pressebeiträge nach Projektende

Weedon, Odette und Kähler, Anke (2027): „Verarbeitung von Weizen-Erbsen-Mischkulturen in der Mühle und Bäckerei – Ergebnisse aus dem Projekt VORWERTS.“ Interview mit Nina Weiler, Bioland Magazin und in weiteren Magazinen.

Weedon, Odette, Blumenstein, Benjamin und Hüppe, Ronja (2027): „Agronomisches und wirtschaftliches Potenzial des Weizen-Erbsen-Mischanbaus in ökologischen Anbausystemen“ in Lumbrico.

Weedon, Odette, Blumenstein, Ben und Hüppe, Ronja (2027): „Das Potenzial von Weizen-Erbsen-Mischkulturen entlang der gesamten Wertschöpfungskette“ in Ökologie und Landbau.

Veranstaltungen

2024

- 24. Januar 2024: Zukunftsforum ländliche Entwicklung, IGW Berlin: Fachforum 4 – Komplexes System: Resiliente Wertschöpfungskette (https://www.zukunftsforum-laendliche-entwicklung.de/rueckblick/2024/fachforen-2024/fachforen-block-a/4-komplexes-system-
- 13.-16. Februar 2024: BIOFACH, Nürnberg: Projektstand beim BMEL, Mischkulturbrotverkostung und VORWERTS-Material am Stand der Universität Kassel, Mahlvorführungen, VORWERTS-Material und Praxisaustausch am Stand der Fa. Treffler, VORWERTS-Material und Praxisaustausch am Stand der Fa. Lerchenbergmühle
- 04. April 2024: Jahreshauptversammlung Die Freien Bäcker e.V. in Hannover: Vortrag und Diskussion zum VORWERTS-Projekt
- 6.-7. Juli 2024: Mühlenfest Bad Wurzach: Mischkulturbrotverkostung und VORWERTS-Material, Infostand und Praxisaustausch
- 21. November 2024: Leguminosentag LWK NRW, Haus Düsse: Backweizenerzeugung in Mischkultur mit Erbsen (https://www.legunet.de/fileadmin/legunet/Dokumente/Leguminosentag_NRW_2024.pdf)
- 18. Juni 2024: Sommer-Leguminosen-Gemenge Exkursion, Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen (KÖN GmbH), Belm: Chancen der Leguminosen aus dem Gemengeanbau für Futterund Speisemarkt (https://www.oeko-komp.de/wp-content/uploads/2024/05/2024.06.18-Programm-Exkursion-Sommerleguminosen-Gemenge)

2025

- 11.-14. Februar 2025 BIOFACH – Infos zu VORWERTS mit Verkostung von Broten aus Gemenge-Weizen von der Bio Bäckerei Köhler auf dem Stand der Firma Treffler Maschinenbau.

- 7.-12. April Info-Getreidetour der Atelier Ernährungswende mit dem VERN e.V. (mit einer mobilen Mühle) von Stralsund bis in die Oberlausitz mit 3 Stopps auf Biohöfen und an 2 öffentlichen Orten, dabei mündliche Berichte über das VORWERTS Projekt.
- 27. April 2025: Vorstellung des VORWERTS-Projekts beim Tag der offenen Tür des Fachbereichs Ökologische Agrarwissenschaften der Universität Kassel-Witzenhausen.
- 26. Mai 2025: Vorstellung des VORWERTS-Projekts und erste Ergebnisse beim Webinar zum Thema Mischkuturen. Österreichisches Kuratorium für Landtechnik u. Landentwicklung (ÖKL).
- 11. Juni 2025: Vorstellung des VORWERTS-Projekts durch Odette Weedon im Rahmen von „BÖL vernetzt – Bio-Wertschöpfungsketten“. Online https://www.bundesprogramm.de/fileadmin/2-Dokumente/Weedon_VORWERTS_BOEL-vernetzt.pdf
- 17.-19. Juni 2025 Infos zu VORWERTS bei der Gründung der Agrarökologischen Praxis Allianz (APA) https://agraroekologie.eu/projekte/ und auf den Ökofeldtagen auf dem Wassergut Canitz.
- 23.-24. August 2025: Teilnahme am Tag der offenen Tür des BMLEH in Berlin.
- 17. September 2025 Vortrag beim „Verbändegespräch Backweizen des BMLEH“ in Berlin im BMLEH.
- Oktober 2025 – Februar 2026: Ausstellung des VORWERTS-Projekts im Rahmen der SDG+Lab Ausstellung „Wertschöpfung und Wertschätzung – Arbeit und Wirtschaft neu verhandeln“ im Uni:Lokal in Kassel.
- 6. November 2026: Projektvorstellung und erste Ergebnisse beim Webinar „Boden um 7“: Hat der Mischanbau eine Zukunft in der Lebensmittelproduktion? (IG gesunder Boden e.V.).
- 12. November 2025: 76. Tagung für Bäckerei-Technologie der Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. in Detmold, Vortrag unter dem Titel: Gemeinsam wachsen: Synergien von Backweizen und Erbse - Ergebnisse aus dem VORWERTS-Projekt.
- 26. November 2025: Tag der Agrarökologie in Berlin – Kurzbericht über VORWERTS im Rahmen eines Beitrags im Workshop 1 – „Agrarökologie im Alltag: Vom Feld bis zum Teller gemeinsam gestalten“ sowie bei der Abschlussdiskussion. *Agrar Koordination, FIAN Deutschland, Initiative Romero (CIR), Agrarökologische Praxisallianz, Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft (AbL)*. https://www.inkota.de/veranstaltungen/tag-der-agraroekologie-20

2026

- 16.-20. Januar 2026: Projektvorstellung mit Schneckentrieur und Programm auf der Bühne am BÖL-Stand auf der Internationalen Grünen Woche.
- 18. März 2026: Projektvorstellung auf dem IAT Workshop zur Reallaboren, Müncheberg (ZALF)
- 29. April -17. Juni 2026: Ausstellung des VORWERTS-Projekts im Rahmen der SDG+Lab Ausstellung „Wertschöpfung und Wertschätzung – Arbeit und Wirtschaft neu verhandeln“ in der Sparkasse Werra-Meißner in Witzenhausen.
- 17. Juni 2026: Ergebnisvorstellung auf dem Öko-Getreidefeldtag zum Thema Sortenwahl, Mischungen und Qualitäten (Fachbereich Ökolandbau der Landwirtschaftskammer Niedersachsen)
- 25. Juni 2026: Abschlussveranstaltung auf dem Feldtag in Neu-Eichenberg. Feldrundgang mit Besichtigung des Gemengeanbaus der Uni Kassel (FÖP), Vorstellung aller VORWERTS-Ergebnisse (FÖP, BWL, ALM), sowie zwei Workshops zum Thema Gemengetrennung und Backwaren mit Erbsenmehl (FÖP, Atelier Ernährungswende e.V.).

- 18. Juli 2026: im Rahmen der Gartenführung „Kleines Korn mit langer Geschichte“ im Tropengewächshaus der Universität Kassel in Witzenhausen wird das VORWERTS-Projekt vorgestellt und Brot mit 5 % Erbsenmehl verkostet.

Geplante Veranstaltungen nach Projektende

- 6. November 2026: Vorstellung und Vortrag zum VORWERTS Praxishandbuch und Ergebnissen bei der Veranstaltung „Vielfalt anbauen, Qualität backen - Agrarökologische Wege von der Züchtung bis zur Ladentheke“ im Rahmen der bundesweiten „Tage der Agrarökologie“. (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freistaat Sachsen).
- 18-19. November 2026: Vorstellung und Vortrag zum VORWERTS Praxishandbuch und Ergebnissen bei der Veranstaltung „11. Getreidetagung in Blankensee bei Trebbin“ zum Thema Erhalt und Entwicklung agrarökologischer Saatgutsysteme Agrarökologie und Biodiversität – Berichte und Austausch zur praktischen Umsetzung im Rahmen der bundesweiten „Tage der Agrarökologie“. (VERN e.V. und Agrarökologische Praxis Allianz).

Artikel

- Siegmeier, T. (2024): Körnerleguminosen in Mischkultur. In: Bauer, D.S. et al. (2024): Von Bohne., Erdnuss und Mimose – Fabelhafte Fabaceae. Verband Botanischer Gärten. 87 S.

- Finckh, Maria R., Brigitte Köhler, Marcus Mergenthaler, Moritz Reckling, Knut Schmidtke, Martin Köchy (2024): Fachforum Leguminosen: Leguminosenanbau mit Mischkulturen erweitern: Forschungsstrategie der Deutschen Agrarforschungsallianz. doi: 10.3220/DAFA1724761353000

Tagungsbeiträge

2024

- Siegmeier, T., Weedon, O.D., Jahnke, B., Kähler, A., Blumenstein, B., Schmidt, L., Hartmann, T., Finckh, M.R., Zander, K., Möller, D. (2024): VORWERTS: Making use of intercrops in regional value chains – a living lab project. 187th EAAE Seminar. FiBL, Frick

- Siegmeier, T., Weedon, O., Jahnke, B., Kähler, A., Blumenstein, B., Schmidt, L., Hartmann, T., Finckh, M.R., Zander, K & Möller, D. (2024): VORWERTS – Verwendung Oekologischer Rohstoffe aus Mischkultur in regionalen Wertschöpfungsketten als Reallabor. In: Buder, Vera; Röder-Dreher, U; Breuer, Lutz; Herzig, Christian und Gattinger, Andreas (Hrsg.) Beiträge zur Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau https://orgprints.org/id/eprint/53471/1/WiTa24_Tagungsband_final.pdf

- Blumenstein, B., Siegmeier, T., Saathoff, G., Weedon, O.D., Jahnke, B., Kähler, A., Möller, D. (2024): Produktionsökonomik von Backweizen in Mischkultur mit Erbse: Ein systemischer Überblick. 2. Nationaler Leguminosen-Kongress, Leipzig, 7.–10. Oktober 2024

- Weedon, O., Siegmeier, T., Jahnke, B., Kähler, A., Möller, D., Finckh, M.R. (2024): Backweizen mit Erbsenbesatz: „Mischkulturbrot“ im Sensoriktest. 2. Nationaler Leguminosen-Kongress, Leipzig, 7.–10. Oktober 2024

- Schmidt, L., Weedon, O., Siegmeier, T., Finckh, M.R. (2024): Backweizenerzeugung in Mischkultur mit Erbsen: Agronomische Ergebnisse aus der Praxis. 2. Nationaler Leguminosen-Kongress, Leipzig, 7.–10. Oktober 2024

- Saathoff, G., Siegmeier, T., Weedon, O., Künne, R., Finckh, M.R., Möller, D. (2024): Druscheffizienz bei Ackerbohne/Hafer-Gemenge: Ergebnisse aus der ökologischen Praxis. 2. Nationaler Leguminosen-Kongress, Leipzig, 7.–10. Oktober 2024

2025

- Hüppe, Ronja und Jahnke, Benedikt (2025): „Social sustainability in local food systems – A "relational view"". Vortrag im Rahmen des International Food Marketing Research Symposiums (IFMRS) 2025. 17.-19. Juni 2025, Athen, Griechenland

2026

- Blumenstein, Benjamin; Siegmeier, Torsten; Weedon, Odette; Schmidt, Luisa; Finckh, Maria Renate und Möller, Detlev (2026): „Backweizen in Mischkultur mit Erbsen: Monetäre Systemeffekte und Produktionsökonomik". Vortrag im Rahmen der 18. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. 3.-6. März 2026, Bonn. https://bonndoc.ulb.uni-bonn.de/xmlui/handle/20.500.11811/13992
- Jahnke, Benedikt und Hüppe, Ronja (2026): „Nachhaltige Anbausysteme kommunizieren – Herausforderungen am Beispiel von Backwaren aus Mischkulturanbau". Vortrag im Rahmen der 18. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. 3.-6. März 2026, Bonn. https://bonndoc.ulb.uni-bonn.de/xmlui/handle/20.500.11811/13992
- Hüppe, Ronja und Jahnke, Benedikt (2026): „Soziale Nachhaltigkeit in regionalen Wertschöpfungsketten – eine beziehungsspezifische Perspektive". Vortrag im Rahmen der 18. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. 3.-6. März 2026, Bonn. https://bonndoc.ulb.uni-bonn.de/xmlui/handle/20.500.11811/13992
- Weedon, Odette; Schmidt, Luisa; Siegmeier, Torsten und Finckh, Maria Renate (2026): „Agronomisches Potenzial von Weizen-Erbsen-Mischkulturen in On-Farm-Versuchen über zwei Jahre – Ergebnisse aus dem VORWERTS-Projekt". Vortrag im Rahmen der 18. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. 3.-6. März 2026, Bonn. https://bonndoc.ulb.uni-bonn.de/xmlui/handle/20.500.11811/13992
- Weedon, Odette; Schmidt, Luisa und Finckh, Maria Renate (2026): "The agronomic potential of wheat and pea intercrops in German on-farm experiments over two experimental seasons (2023-2025)". Poster im Rahmen der Mix4Agroecology Conference – Mixing crops, varieties, disciplines and know-hows for agroecology. 7-9 Oktober 2026, Paris-Saclay. https://mix4agroecology.colloque.inrae.fr/
- Weedon, Odette; Hüppe, Ronja; Kähler, Anke; Plaumann, Peter; Blumenstein, Benjamin; Jahnke, Benedikt; Zander, Katrin; Möller, Detlev und Finckh, Maria Renate (2026): „Learnings from a German co-creation case study in wheat and pea intercropping for human consumption: evaluating cultivation and processing of intercropped wheat through seven regional value chains". Vortrag im Rahmen der Mix4Agroecology Conference – Mixing crops, varieties, disciplines and know-hows for agroecology. 7-9 Oktober 2026, Paris-Saclay. https://mix4agroecology.colloque.inrae.fr/

Literaturverzeichnis

Alcon, F., Marín-Miñano, C., Zabala, J. A., de-Miguel, M.-D. & Martínez-Paz, J. M. (2020). Valuing diversification benefits through intercropping in Mediterranean agroecosystems: A choice experiment approach. *Ecological Economics*, *171*, 106593. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106593

AMI (2025). Märkte: https://www.ami-informiert.de/ami-maerkte (accessed 5.21.26).

Aufhammer, W. (1999). Mischanbau von Getreide- und anderen Körnerfruchtarten: Ein Beitrag zur Nutzung von Biodiversität im Pflanzenbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (Hohenheim).

Bedoussac, L., Elina, D., Lisa, A., Patrick, B., Morrison, A., Justes, E. (2021). Improving the economic value of species mixtures through harvesting and grain separation jointed management.

Bedoussac, L., Journet, E.-P., Hauggaard-Nielsen, H., Naudin, C., Corre-Hellou, G., Jensen, E. S., Prieur, L. & Justes, E. (2015). Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *35*(3), 911–935. https://doi.org/10.1007/s13593-014-0277-7

Bedoussac, L., Justes, E. (2010). Dynamic analysis of competition and complementarity for light and N use to understand the yield and the protein content of a durum wheat–winter pea intercrop. Plant Soil 330, 37–54. https://doi.org/10.1007/s11104-010-0303-8

BMLEH (2026). Eiweißpflanzenstrategie des BMLEH.

Bonke, V. & Musshoff, O. (2020). Understanding German farmer's intention to adopt mixed cropping using the theory of planned behavior. *Agronomy for Sustainable Development*, *40*(6), 48. https://doi.org/10.1007/s13593-020-00653-0

Bui, S., Cardona, A., Lamine, C. & Cerf, M. (2016). Sustainability transitions: Insights on processes of niche-regime interaction and regime reconfiguration in agri-food systems. *Journal of Rural Studies*, *48*, 92–103. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.10.003

Burger, T. & Zhang, Y. (2019). Recent progress in the utilization of pea protein as an emulsifier for food applications. *Trends in Food Science and Technology,* 86: 25-33.

Burwitz, L., Siegmeier, T., Weedon, O. D., Finckh, M. R. & Möller, D. (2019). Winterweizen Composite Cross Populationen im Ökolandbau – Stärken und Schwächen aus Sicht von Supply Chain Akteuren. Innovatives Denken für eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft. In *Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau,* Kassel.

Chen, Z., Wassgren, C., Ambrose, K. (2020). A review of grain kernel damage: mechanisms, modeling, and testing procedures. Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers, 63:455–475.

Demie, D. T., Döring, T. F., Finckh, M. R., van der Werf, W., Enjalbert, J. & Seidel, S. J. (2022). Mixture × Genotype Effects in Cereal/Legume Intercropping. *Frontiers in Plant Science*, *13*, 846720. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.846720

DemoNetzwerk Erbse/Bohne. (2022). *Leitfaden für Bäckereien zum Backen mit heimischen Ackerbohnen und Körnererbsen*.

https://www.legunet.de/fileadmin/legunet/Dokumente/Leitfaden_Baeckereien_DemoNetErBo_brotbuero.pdf

Destatis (2023). Altersstruktur der Bevölkerung in Deutschland zum 31. Dezember 2023. Hg. v. Destatis. Online verfügbar unter https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1351/umfrage/altersstruktur-der-bevoelkerung-deutschlands/, zuletzt geprüft am 22.11.2024.

Dierauer, H., Clerc, M., Böhler, D., Klaiss, M., Hegglin, D. (2017). Erfolgreicher Anbau von Körnerleguminosen in Mischkultur mit Getreide. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), CH-Frick.

Dyer, J. H. & Singh, H. (1998). The Relational View: Cooperative Strategy and Sources of Interorganizational Competitive Advantage. *The Academy of Management Review*, *23*(4), 660. https://doi.org/10.2307/259056

Ebner von Eschenbach, M. & Ludwig, J. (2015). Relationaler Raum und soziale Positionierung. Eine epistemologische Reflexion zu Bildung. In C. Bernhard-Skala, K. Kraus, S. Schreiber-Barsch & R. Stang (Hrsg.), *Erwachsenenbildung und Raum: Theoretische Perspektiven - professionelles Handeln - Rahmungen des Lernens* (1. Aufl.). wbv Media GmbH & Co. KG. https://www.researchgate.net/publication/344784147_Relationaler_Raum_und_soziale_Positionierung_Eine_epistemologische_Reflexion_zu_Bildung/citations

FairBio (2020). FairBio-Kriterienkatalog. Hg. v. FairBio e.V. Lich. Online verfügbar unter https://www.fairbio.bio/wp-content/uploads/2020/08/Kriterienkatalog-2020.pdf, zuletzt geprüft am 27.03.2025.

Fairtrade (2025). Arbeitsschwerpunkte von Fairtrade. Hg. v. Fairtraed Deutschland e.V. Köln. Online verfügbar unter https://www.fairtrade.net/de-de/Was-ist-Fairtrade/Arbeitsschwerpunkte.html, zuletzt geprüft am 27.03.2025.

Finckh, M., Gacek, E., Goyeau, H., Lannou, C., Merz, U., Mundt, C., Munk, L., Nadziak, J., Newton, A., de Vallavieille-Pope, C., Wolfe, M. (2000). Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance. Agronomie 20, 813–837. https://doi.org/10.1051/agro:2000177

Finckh, M., Wolfe, M.S. (2015). Biodiversity enhancement, in: Plant Diseases And Their Management in Organic Agriculture. APS Press, St Paul, MN, pp. 153–174.

Finckh, M. R., Junge, S., Schmidt, J. H., Sisic, A. & Weedon, O. D. (2021). Intra- and interspecific diversity - the cornerstones of agroecological crop health management. In Association of Applied Biologists (Vorsitz), *Intercropping for Sustainability*.

Froschhammer, P. & Siegmeier, T. (2017). Betriebswirtschaftlicher Vergleich des Mischfruchtanbaus von Soja und Leindotter mit dem Reinanbau von Soja. In *Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau,* Freising-Weihenstephan.

GAPDZV (2025). Verordnung zur Durchführung der GAP-Direktzahlungen.

GAPKondV (2025). Verordnung zur Durchführung der im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik geltenden Konditionalität (GAP-Konditionalitäten-Verordnung - GAPKondV). §18.

Hamm, U., Feindt, P., Wätzold, F. & Wolters, V. (2016). *Verbraucher für die Erhaltung der biologischen Vielfalt in der Landwirtschaft aktivieren! Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats für Biodiversität und Genetische Ressourcen beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.*

Hauggaard-Nielsen, H., Gooding, M., Ambus, P., Corre-Hellou, G., Crozat, Y., Dahlmann, C., Dibet, A., von Fragstein, P., Pristeri, A., Monti, M., Jensen, E.S. (2009). Pea–barley intercropping for efficient symbiotic N2-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. Field Crops Res. 113, 64–71. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.04.009

Hauggaard-Nielsen, H., Jørnsgaard, B., Kinane, J., Jensen, E.S. (2008). Grain legume–cereal intercropping: The practical application of diversity, competition and facilitation in arable and organic cropping systems. Renew. Agric. Food Syst. 23, 3–12. https://doi.org/10.1017/S1742170507002025

Hempel, Corinna; Geiβ, René; Roosen, Jutta (2025). Linking means-end chains and latent classes: Results from a Germany-wide online survey on heritage cereals. In: *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, S. 1–25. DOI: 10.1080/08974438.2025.2543264.

Hermann, Lisa (2024). Beziehungsqualität in regionalen Wertschöpfungsketten: Analyse der Verkäufer- und Verbraucherperspektive am Beispiel Brotgetreide. Bachelorarbeit. Universität Kassel, Witzenhausen. Agrar- und Lebensmittelmarketing, zuletzt geprüft am 26.11.2024.

IBM Corp. (2019). SPSS Statistics for Windows. Version 26.0. Armonk, NY.

Kaufman, Peter; Jayachandran, Satish; Rose, Randall L. (2006). The Role of Relational Embeddedness in Retail Buyers' Selection of New Products. In: *Journal of Marketing Research* 43 (4), S. 580–587. DOI: 10.1509/jmkr.43.4.580.

Kezeya, B., Zerhusen-Blecher, P., Köpp, D., Schäfer, T., Mergenthaler, M. (2023). Informationsasymmetrien und Marktmacht reduzieren: Eine qualitative Analyse zur Verbesserung der Markttransparenz und Preisberichterstattung bei Körnerleguminosen.: Eine Ausarbeitung aus dem Arbeitspaket 10 im Projekt LeguNet. Berichte über Landwirtschaft - Z. Für Agrarpolit. Landwirtsch. https://doi.org/10.12767/buel.v101i2.464

Kiær, L. P., Weedon, O. D., Bedoussac, L., Bickler, C., Finckh, M. R., Haug, B., Iannetta, P. P. M., Raaphorst-Travaille, G., Weih, M. & Karley, A. J. (2022). Supply Chain Perspectives on Breeding for Legume-Cereal Intercrops. *Frontiers in Plant Science*, *13*, 844635. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.844635

Koch, L., Weith, T., Ewert, F., Matzdorf, B., Helming, K. & et al. (03/2022). *Reallabore in Agrarlandschaften: Gemeinsam mit Praxis, Wissenschaft und Politik zu Lösungen für die Transformation des Agrarsystems.* (Policy Paper). Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF).

Köpp, D., Kezeya, B., Zerhusen-Blecher, P., Schäfer, T., Mergenthaler, M. (2024). Einfache Schätzmodelle für eine transparentere Preisfindung bei Körnerleguminosen basierend auf Börsennotierungen von Substituten. Berichte über Landwirtschaft - Z. Für Agrarpolit. Landwirtsch. https://doi.org/10.12767/buel.v102i2.519

Krapf, L. C. (2026). *Potentiale und Grenzen des Mischkulturanbaus – Perspektiven aus der Landwirtschaft* [Bachelorarbeit]. Universität Kassel, Witzenhausen.

KTBL, 2026. KTBL: Leist.-Kostenrechn. Pflanzenbau. URL https://www.ktbl.de/webanwendungen/leistungs-kostenrechnung-pflanzenbau

Kuckartz, Udo; Rädiker, Stefan (2022). Qualitative Inhaltsanalyse Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Grundlagentexte Methoden. 5. Auflage. Weinheim: Beltz Juventa (Grundlagentexte Methoden). Online verfügbar unter https://www.beltz.de/fileadmin/beltz/leseproben/978-3-7799-6231-1.pdf.

Lees, Nic; Nuthall, Peter; Wilson, Mark M.J. (2020). Relationship quality and supplier performance in food supply chains. In: *International Food and Agribusiness Management Review* 23 (3), S. 425–446. DOI: 10.22434/IFAMR2019.0178.

Lemken, D., Knigge, M., Meyerding, S. G. & Spiller, A. (2017). The Value of Environmental and Health Claims on New Legume Products: A Non-Hypothetical Online Auction. *Sustainability*, *9*(8), 1340. https://doi.org/10.3390/su9081340

Levionnois, S. et al. (2026). Impact of wheat-legume mix intercrops on wheat epidemics by modelling. Field Crops Research, 336:110212.

LfL (2026). LfL-Umstellungsplaner Kon-2-Öko - Öko-Winterweizen: https://www.stmelf.bayern.de/idb/oekowinterweizen.html

Li, C. et al. (2023). The productive performance of intercropping. PNAS Agricultural Sciences, 120:2.

Li, C., Hoffland, E., Kuyper, T.W., Yu, Y., Zhang, C., Li, H., Zhang, F., van der Werf, W. (2020). Syndromes of production in intercropping impact yield gains. Nat. Plants 6, 653–660. https://doi.org/10.1038/s41477-020-0680-9

Li, W. et al. (2026). Intercropping decreases plant disease incidence: A global meta-analysis. European Journal of Agronomy, 180:128188.

Linnemann, L. (2010). Entwicklung einer prozessnahen Diagnostik der Mehlqualität und Teigbereitung zur optimierten Herstellung von Backwaren aus Öko-Weizensorten. http://orgprints.org/18758/.

Linnemann, L. (2011). Optimierter Backtest für praxisrelevante Mehlbeurteilung–am Beispiel von Ökoweizen. Mühle+ Mischfutter 148(17). 577–580. http://orgprints.org/id/eprint/19420.

Looh, G. et al. (2025). Grain kernel damage during threshing: a comprehensive review of theories and models. Journal of Agricultural Engineering, LVI:1674.

Looh, G.A., Xie, F., Mangeh (III), F.C., Wang, X., Wang, X. (2020). Performance assessment of a self-propelled paddy grain thresher under different threshing functional parameters. Applied Engineering in Agriculture, 36:141–149.

Lumivero, 2026. @risk.

LWK Niedersachsen (2026). Nährstoffgehalte in organischen Wirtschaftsdüngern und mineralischen Düngemitteln [WWW Document]. URL https://www.duengebehoerde-niedersachsen.de/duengebehoerde/news/32460_Naehrstoffgehalte_in_organischen_Wirtschaftsduengern_und_mineralischen_Duengemitteln

Łysiak, G. (2007). Fracture toughness of pea: Weibull analysis. Journal of Food Engineering, 83: 436-443.

Magrini, M.-B., Anton, M., Chardigny, J.-M., Duc, G., Duru, M., Jeuffroy, M.-H., Meynard, J.-M., Micard, V. & Walrand, S. (2018). Pulses for Sustainability: Breaking Agriculture and Food Sectors Out of Lock-In. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *2*, Artikel 64, 368525. https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00064

Martin-Guay, M.O., Paquette, A., Dupras, J. & Rivest, D. (2018). The new Green Revolution: Sustainable intensification of agriculture by intercropping. *Science of the Total Environment* (615), 767–772.

McPhee, C., Bancerz, M., Mambrini-Doudet, M., Chrétien, F., Huyghe, C. & Gracia-Garza, J. (2021). The Defining Characteristics of Agroecosystem Living Labs. *Sustainability*, *13*(4), 1718. https://doi.org/10.3390/su13041718

Meier, C. & Oehen, B. (2021). Consumer preferences for healthy minor cereals. In AREI (Vorsitz), *EUCARPIA.* Symposium im Rahmen der Tagung von AREI, Institute of Agricultural Resources and Economics, Riga, Latvia. https://orgprints.org/id/eprint/39763/1/EUCARPIA_2021_Abstract_e-Book_LF.pdf

Mesic, Ž., Molnár, A. & Cerjak, M. (2018). Assessment of traditional food supply chain performance using triadic approach: the role of relationships quality. In: *Supply Chain Management: An International Journal*, *23*(5), 396–411. https://doi.org/10.1108/SCM-10-2017-0336

Meynard, J.-M., Jeuffroy, M.-H [Marie-Hélène], Le Bail, M., Lefèvre, A., Magrini, M.-B. & Michon, C. (2017). Designing coupled innovations for the sustainability transition of agrifood systems. *Agricultural Systems*, *157*©, 330–339. https://ideas.repec.org/a/eee/agisys/v157y2017icp330-339.html

Odongo, W., Dora, M., Molnár, A., Ongeng, D. & Gellynck, X. (2016). Performance perceptions among food supply chain members. *British Food Journal*, *118*(7), 1783–1799. https://doi.org/10.1108/BFJ-10-2015-0357

Olsmats, E. & Rennie, A. (2024). Pea protein (*Pisum sativum*) as stabilizer for oil/water emulsions. *Advances in Colloid and Interface Science,* 326: 103123.

Palmatier, Robert W. (2008). Interfirm Relational Drivers of Customer Value. In: *Journal of Marketing* 72 (4), S. 76–89. DOI: 10.1509/jmkg.72.4.076.

Pouta, E., Liski, E., Tienhaara, A., Koikkalainen, K. & Miettinen, A. (2021). Ecosystem-Based Food Production: Consumers' Preferred Practices and Willingness to Buy and Pay. *Sustainability*, *13*(8), 4542. https://doi.org/10.3390/su13084542

Rao, M. & Willey, R. (1980). Preliminary studies of intercropping combinations based on pigeonpea or sorghum. Experimental Agriculture, 16(1):29–39.

Raseduzzaman, M. & Jensen, E. S. (2017). Does intercropping enhance yield stability in arable crop production? A meta-analysis. *European Journal of Agronomy*, *91*, 25–33. https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.09.009

Rashed, M.S. et al. (2024). Textual characterisation of wheat-oat breads using a combination of quantitative descriptive analysis and partial napping profiling techniques. *International Journal of Food Science and Technology*, 59(11): 8501-8511.

Saathoff, G. (2024). Techno-ökonomische Bewertung der Gemengeernte und -aufbereitung von Speisegetreide und Körnerleguminosen – Eine Wertschöpfungsketten-Perspektive. [Masterarbeit] Universität Kassel.

Saathoff, G., Siegmeier, T., Timaeus, J., Finckh, M. (2022). Mischkultur-Weizen in der Lebensmittelverarbeitung. Innov. Food 20–22.

SaatV, §§ 26-27 (2025). Verordnung über den Verkehr mit Saatgut landwirtschaftlicher Arten und von Gemüsearten* (Saatgutverordnung).

Sears, R. & Mínguez, I. (2021). *Report on socio-economic factors affecting farmer adoption of plant teams. Deliverable 1.2 (D2) EU-H2020 project DIVERSify: ('Designing innovative plant teams for ecosystem*

resilience and agricultural sustainability') (Grant Agreement Number 72728). https://plant-teams.org/wp-content/uploads/2021/03/D2-Deliverable-2-1.2-Socioeconomic-factors-affecting-adoption-UPM.pdf

Statista (2025). Durchschnittsalter der Bevölkerung in Deutschland nach Bundesländern im Jahr 2024. Unter Mitarbeit von J. Rudnicka. Hg. v. Statista. Online verfügbar unter https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1093993/umfrage/durchschnittsalter-der-bevoelkerung-in-deutschland-nach-bundeslaendern/.

Sutherland, C., Sim, C., Gleim, S. & Smyth, S. J. (2020). Canadian Consumer Insights on Agriculture: Addressing the Knowledge-Gap. *Journal of Agricultural & Food Information*, *21*(1-2), 50–72. https://doi.org/10.1080/10496505.2020.1724114

Timaeus, J. & Finckh, M. R. (2019). Faktoren für die Integration von Mischkulturen in die landwirtschaftliche Praxis. Innovatives Denken für eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft. In *Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau,* Kassel.

Timaeus, J., Ruigrok, T., Siegmeier, T. & Finckh, M. R. (2022). Adoption of Food Species Mixtures from Farmers' Perspectives in Germany: Managing Complexity and Harnessing Advantages. *Agriculture*, *12*(5), 697. https://doi.org/10.3390/agriculture12050697

Timaeus, J., Weedon, O. D. & Finckh, M. R. (2022). Harnessing the Potential of Wheat-Pea Species Mixtures: Evaluation of Multifunctional Performance and Wheat Diversity. *Frontiers in Plant Science*, *13*, 846237. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.846237

Tippin, L., Banfield-Zanin, J., Midmer, A., Pearce, B., Bickler, C., Manfield, A. & George, D. (2019). *D4.5 (D31) – Report on practical restrictions imposed by plant teams. Developed by the EU-H2020 project DIVERSify.: ('Designing innovative plant teams for ecosystem resilience and agricultural sustainability')* (Grant Agreement Number 72728). https://plant-teams.org/wp-content/uploads/2021/03/D31-Deliverable-4.5-Practical-restrictions-imposed-by-plant-teams-STC.pdf

van der Werf, W. et al. (2021). Comparing performance of crop species mixtures and pure stands. Frontiers of Agricultural Science and Engineering, 8:481–489.

VERBI Software (2018). MAXQDA Standard. Version 18.2. Berlin, Germany: VERBI Software GmbH. Online verfügbar unter maxqda.com.

Verordnung (EU) 2018/848, Anhang II, Teil I, 2018. EU-Ökoverordnung. VERORDNUNG (EU) 2018/848 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates.

Viguier, L., Bedoussac, L., Journet, E.-P. & Justes, E. (2018). Yield gap analysis extended to marketable grain reveals the profitability of organic lentil-spring wheat intercrops. *Agronomy for Sustainable Development*, *38*(4), 39. https://doi.org/10.1007/s13593-018-0515-5

Vogt-Kaute, W., Ohlwärter, A. & Rangs, M. (2024). Wintererbse Anbautelegramm. Online verfügbar unter: https://www.legunet.de/anbau/erbse/typen-und-sorten/wintererbsen (URL aufgerufen 08.09.2026).

von Wirth, T. & Levin-Keitel, M. (2020). Lokale Nachhaltigkeitsexperimente als raumwirksame Interventionen: Theoretische Grundlagen und Handlungskonzepte. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, *29*(2), 98–105. https://doi.org/10.14512/gaia.29.2.7

Weih, M., Karley, A.J., Newton, A.C., Kiær, L.P., Scherber, C., Rubiales, D., Adam, E., Ajal, J., Brandmeier, J., Pappagallo, S., Villegas-Fernández, A., Reckling, M., Tavoletti, S., Weih, M., Karley, A.J., Newton, A.C., Kiær, L.P., Scherber, C., Rubiales, D., Adam, E., Ajal, J., Brandmeier, J., Pappagallo, S., Villegas-Fernández, A., Reckling, M., Tavoletti, S. (2021). Grain Yield Stability of Cereal-Legume Intercrops Is Greater Than Sole Crops in More Productive Conditions. Agriculture 11. https://doi.org/10.3390/agriculture11030255

Yin, W., Chai, Q., Zhao, C., Yu, A., Fan, Z., Hu, F., Fan, H., Guo, Y. & Coulter, J. A. (2020). Water utilization in intercropping: A review. *Agricultural Water Management*, *241*, 106335. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106335

Zander, K. & Beske, P. (2014). Happy Growers! Relationship Quality in the German Organic Apple Chain. *International Food and Agribusiness Management Review*, *17*(3), 205–224. https://doi.org/10.22004/AG.ECON.183498

Zerhusen-Blecher, P. (2022). Wertschöpfung mit großkörnigen Körnerleguminosen.

Zhang, K., Maltais-Landry, G., Liao, H.-L. (2021). How soil biota regulate C cycling and soil C pools in diversified crop rotations. Soil Biol. Biochem. 156, 108219. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2021.108219

Zustovi, R. et al. (2024). Intercropping indices evaluation on grain legume-small grain cereals mixture: a critical meta-analysis review. Agronomy for Sustainable Development, 44:5.

Anhang

VORWERTS. Newsletter

Ausgabe #04
Dezember 2024

Liebe *VORWERTS*-Partner und Partnerinnen,

kurz vor Beginn der Feiertage möchten wir euch allen unsere herzlichen Grüße senden und einen Überblick über alle Aktivitäten des vergangenen Projektjahres geben!

Frohe Weihnachten,

Euer *VORWERTS*-Team

Erste Ergebnisse

Ergebnisse aus der Landwirtschaft

In der Saison 2023/24 hatten 9 Biobetriebe sowohl die Erbsen-Weizen-Mischkultur als auch beide Reinkulturen zum Vergleich ausgesät. Insgesamt hatten wir 5 Frühjahrsaussaaten und 5 Winteraussaaten (ein Betrieb hatte sowohl Winter- als auch Frühjahrsaussaaten).

Die **vergangene Saison war vor allem für den Anbau von Wintererbsen eine Herausforderung**, was Ackerbauern in ganz Deutschland, aber auch in Frankreich zu spüren bekamen. Laut *Fop* (Frankreich) waren „60 % der Wintererbsenflächen zerstört oder nicht erntbar". Weitere Informationen dazu findet ihr hier: https://bauernfarm.com/agrar-news-fra/katastrophenjahr-2024-fuer-wintererbsen/.

Während der Saison besuchten wir alle landwirtschaftlichen Partnerbetriebe zweimal: Das erste Mal im Mai/Juni um Bodenproben zu nehmen und Blattkrankheiten im Weizen zu beurteilen. Kurz vor der Ernte wurden dann Biomasseschnitte gemacht, um die Erträge zu bestimmen.

Der durchschnittliche Winterweizenertrag in Reinsaat betrug 2,8 t/ha und 2,7 t/ha in der Mischung. Da die Wintererbsensorte Fresnel in dieser Saison erheblich litt, lag der durchschnittliche Ertrag als Reinsaat nur bei 0,2 t/ha und in Mischungen bei 0,3 t/ha. Bei den Sommerkulturen lag der durchschnittliche Weizenertrag in Reinsaat bei 2,4 t/ha und in Mischungen bei 1,8 t/ha. Die Erträge bei Sommererbsen waren im Vergleich zur Winterung deutlich höher, mit einem durchschnittlichen Ertrag von 1,2 t/ha als Reinsaat und 0,8 t/ha als Mischkultur (Abbildung 1).

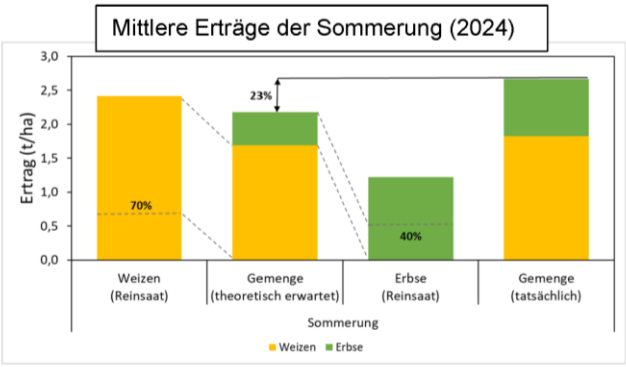


Abbildung 1: Durchschnittserträge (t/ha) der Reinsaaten, erwartete Erträge (basierend auf der Aussaatstärke) und tatsächliche Erträge der Mischungen für die Sommerung (Weizen und Erbsen).

Vergleicht man die erwarteten Erträge der Mischungen bei ihrer Aussaatstärke (70% der Körner im Vergleich zur Reinsaat bei Weizen und 40% der Körner im Vergleich zur Reinsaat bei Erbsen), so sind die tatsächlich erzielten Erträge deutlich höher als die theoretisch zu erwartenden Erträge. Die Differenz zwischen den erwarteten und den tatsächlichen Erträgen Net Effect Ratio (NER) bezeichnet. **Bei den Winterkulturen** (o. Abb.) **erzielte die Mischung 47 % höhere Erträge als erwartet und bei den Sommerkulturen 23 % höhere Erträge als erwartet** (Abbildung 1).

Diese Ergebnisse sind erst der Anfang unserer agronomischen Analysen und wir freuen uns darauf, euch im Laufe der Zeit mehr davon zu berichten! Wir freuen uns auch schon auf die nächste Saison und den Vergleich der Ergebnisse mit dem ersten Jahr.

Ergebnisse und Aktivitäten zur Saatgut-Trennung

Eines der Hauptziele des Projekts ist die Bewertung der Effizienz der Trennungsverfahren für Mischungen. Dies umfasst verschiedene Faktoren wie die Auswahl an Trennmaschinen, Maschineneinstellungen, Arbeits- und Energiekosten sowie die Zusammensetzung der Mischung (z. B. wie viel Erbse in der fertigen Weizen-Erbsen-Mischung enthalten ist und der Anteil an gebrochenen Erbsen). Um all diese Faktoren besser bewerten zu können, haben wir einen Tag auf dem Iburgshof verbracht, wo wir vier

VORWERTS. Newsletter
Ausgabe #04
Dezember 2024

verschiedene Weizen-Erbsen-Mischungen von drei verschiedenen Betrieben gereinigt haben (Foto 1).



Foto 1: Besuch auf dem Iburgshof (©Torsten Siegmeier).

Proben wurden nicht nur vor und nach der Reinigung entnommen, sondern auch bei jedem Schritt des Reinigungsprozesses (Foto 2).



Foto 2: Proben aus verschiedenen Schritten des Saatgut-Trennverfahrens, die für die Besatzanalyse verwendet werden (© Torsten Siegmeier).

Darüber hinaus wurden Energieverbrauch, Zeit, Durchsatz und Maschineneinstellungen erfasst, um die Effizienz der Saatguttrennung zu analysieren und letztendlich realistische Informationen zu Kosten und Aufwand zu liefern. Zusätzlich werden Proben von allen Landwirten und Müllern für weitere Besatzanalysen verwendet, um unser Verständnis des Trennprozesses für Mischungen unter verschiedenen Bedingungen weiter zu verbessern. Die Analysen sind noch nicht abgeschlossen und wir hoffen, unsere Ergebnisse Anfang nächsten Jahres vorstellen und mit Euch diskutieren zu können!

Die Ergebnisse der Arbeit zur Saatgut-Trennung fließen in die größeren wirtschaftlichen Analysen ein, wobei die potenziellen zusätzlichen Kosten, mögliche Kosteneinsparungen, die Produktivität und die daraus resultierende Wirtschaftlichkeit von Mischungen im Vergleich zu Reinkulturen berücksichtigt werden.

Ergebnisse und Aktivitäten in Mühle und Bäckerei

Ein weiteres Hauptziel des Projekts bestand darin vor Beginn der Backkampagne Mühle und Bäckerei über mögliche Veränderungen der Mahl- und Backleistung bei **Vorhandensein verschiedener Erbsenanteile** zu informieren.

Um dies zu testen, haben wir verschiedene Proben mit unterschiedlichen Erbsenanteilen (0 (Kontrolle), 1, 3, 5, 7 und 10 % Erbsen) vorbereitet, um den Mineralstoffgehalt (relevant für Müller) sowie die Backleistung und die sensorischen Eigenschaften (relevant für Bäcker) analysieren zu können (Foto 3).



Foto 3: (A) Erbsen und Weizen wurden in der Treffler-Mühle gemahlen. (B) daraus entstandenes feines Vollkornmehl für die Backtests (© Odette Weedon).

In Deutschland gilt seit 1992 die Norm DIN 10.355 zur Klassifizierung von Mahlerzeugnissen. Diese Norm legt die Mehltype in Abhängigkeit vom Mineralstoffgehalt je 100 g Mehl fest. Die Ergebnisse unserer verschiedenen Proben zeigen, dass bereits

VORWERTS. Newsletter
Ausgabe #04
Dezember 2024

bei einem Erbsenanteil von 3 % im Weizen der Mineralstoffgehalt des Mehls steigt, sodass es als Mehltyp 812 eingestuft werden müsste (Tabelle 1).

Tabelle 1: Mineralstoffgehalt in Gramm pro 100 g Mehl und Mehltyp je nach Erbsenanteil (z. B. 93:7 – 93 % Weizen und 7 % Erbse, Kontrolle ist 100 % Weizen).

Behandlung	Mineralstoffgehalt (g/100g TM)	Type
Kontrolle	0,57	T550
99:1	0,62	T550
97:3	0,66	T812
95:5	0,71	T812
93:7	0,80	T812

Für das Backen sollte dies keinen allzu großen Unterschied machen, aber es ist wichtig zu wissen, dass Bäcker nicht erwarten können, ein 550er-Mehl zu erhalten, wenn mehr als 3 % Erbsen im Weizen enthalten sind, da Erbsen einen höheren Mineralstoffgehalt aufweisen. Vor allem wird dadurch die Notwendigkeit der Kommunikation zwischen Müller und Bäcker deutlich, insbesondere im Hinblick auf mögliche Änderungen bei der Klassifizierung der Mehlsorten in Bezug auf Weizen-Erbsen-Mischungen!

Die Ergebnisse der Backtests (sowohl des Rapid-Mix-Tests als auch des optimierten Backtests) für Vollkorn- und Auszugsmehl (T550) zeigen **keine signifikanten Unterschiede im Backvolumen bei Zugabe von bis zu 10 % Erbsenmehl** (Abbildung 2).

Darüber hinaus äußerten sich viele Bäcker während des Bäckerworkshops, der am Wochenende vom 6. bis 7. April 2024 in der Backwerk-Bäckerei in Hannover stattfand, zu den emulgierenden Eigenschaften der Erbsen und der höheren Wasseraufnahmekapazität. Die **Bäcker waren sich einig, dass Mehl mit einem höheren Anteil an Erbsen mehr Wasser aufnehmen kann und dass ein Erbsenanteil von bis zu 5 % in Weizenmehl in Bezug auf Backprozesse und -leistung absolut unproblematisch ist**.

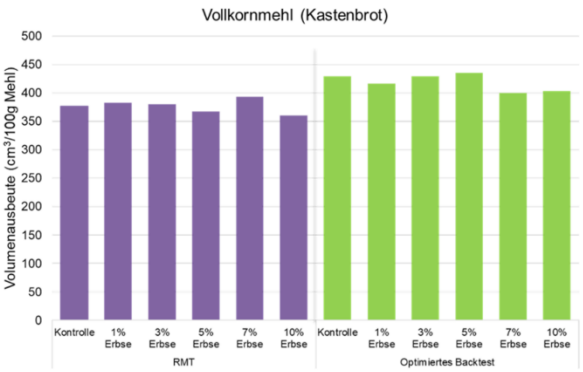


Abbildung 2: Backvolumen (cm3/100g Mehl) für Vollkornbrote mit verschiedenen Erbsenfraktionen. RMT - Rapid MIx Test, Optimierter Backtest - praxisnaher Backtest.

Während des Bäcker-Workshops in Hannover haben die Bäcker auch sensorische Tests nach der Partial-Napping-Methode durchgeführt (insgesamt 22). Bei diesen sensorischen Tests handelte es sich um eine Blindverkostung mit fünf Brotproben, die unterschiedliche Anteile an Erbsen enthielten (0, 1, 3, 5 und 7 %). Die Bäcker erhielten ein Blatt Papier (60 x 40 cm) und wurden gebeten, die Brotproben nach ihrer sensorischen Ähnlichkeit anzuordnen (d. h. Brote, die ähnlich schmeckten, wurden näher beieinander platziert als Brote, die unterschiedlich schmeckten). Nachdem die Brotproben angeordnet waren, wurden die Bäcker außerdem gebeten, den Geschmack der Proben und ihre Gruppierung zu beschreiben (Foto 4).



Foto 4: Brotproben wurden auf dem Blatt Papier nach ihrer Geschmacksähnlichkeit angeordnet, die dann im zweiten Schritt beschrieben wurden (© Odette Weedon).

VORWERTS. Newsletter
Ausgabe #04
Dezember 2024

Die Ergebnisse der sensorischen Prüfung zeigen, dass nicht zwischen den Brotproben mit 0, 1, 3 und 5 % Erbsenanteil unterschieden werden konnte (was sich daran zeigt, dass diese Proben nahe beieinander lagen, d. h. Proben mit 0 und 3 % Erbsen lagen sehr nah beieinander und Proben mit 1 % und 5 % Erbsen lagen nach Ansicht der Bäcker nahe beieinander) (Abbildung 3). Nur die Probe mit 7 % Erbsen hebt sich von den anderen Proben ab und wird mit den Geschmacksrichtungen salzig und würzig in Verbindung gebracht (Geschmackseigenschaften sind grün gekennzeichnet, und je näher die Geschmackseigenschaft an einer Brotprobe liegt, desto größer ist die Assoziation) (Abbildung 3).

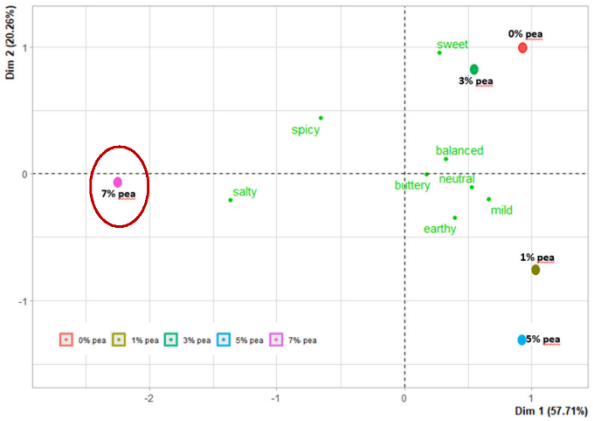


Abbildung 3: Die Ergebnisse der Geschmackstests. Die Erbsenproben sind durch die farbigen Punkte gekennzeichnet (die Brotprobe mit 7 % Erbsen ist rot eingekreist). Geschmack oder Eigenschaften sind grün beschrieben.

Diese **sensorischen Ergebnisse bestätigen** das Feedback der Bäcker, **dass eine Zugabe von 5 % Erbsen zu Weizenmehl in Bezug auf Backleistung und sensorisches Profil für das Backen unproblematisch ist**. Das Ergebnis, dass Brot mit einem Zusatz von 7 % Erbsen ein salziges und würziges sensorisches Profil aufweist, ist jedoch für weitere Untersuchungen besonders interessant, und wir stellen uns die Frage, ob dies auf Folgendes zurückzuführen ist:

1) einen höheren Mineralstoffgehalt aufgrund des höheren Erbsenzusatzes

2) die Tatsache, dass Erbsenprotein ein guter Emulgator ist und als solcher eine höhere Wasseraufnahmekapazität hat. Da das Brotrezept in Bezug auf den Wassergehalt nicht angepasst wurde und jedes Brot nach demselben Rezept hergestellt wurde, würde höchstwahrscheinlich die Zugabe größerer Wassermengen in Abhängigkeit vom Erbsenanteil die Salzigkeit verringern?

3) Unterschiedliche Aminosäuren in Erbsen und ihre Auswirkungen auf die sensorischen Eigenschaften?

Was auch immer der Grund ist, es könnte auch interessant sein, die Zugabe von Erbsenmehl als Option zur Reduzierung des Salzgehalts in Backwaren in Betracht zu ziehen!? 😊

Marketing Workshop und Backkampagne

Während eines zweitägigen Workshops am 4./5. Juni 2024 haben wir mit Euch (und der Grafikdesignerin Lalanda Hruschka) an der Entwicklung von Ideen für Marketingmaterial gearbeitet. Neben einem Besuch der Feldversuche, bei dem wir Mischkulturen in Aktion sehen konnten, wurden die Tage damit verbracht, die kreativen Säfte zum Fließen zu bringen und die Grundlagen für die Backkampagne zu schaffen. **Das Marketingmaterial, das für die Backkampagne zur Verfügung stehen wird, umfasst Poster, Brottüten und Wobbler für die Regale** (Abbildung 4).



Abbildung 4: Beispiel für den Brotregal-„Wobbler" während der Backkampagne

VORWERTS. Newsletter

Ausgabe #04
Dezember 2024

Das Marketingmaterial wird nicht nur Informationen über die Vorteile und Mechanismen von Mischkulturen enthalten, sondern auch die Kooperation und Zusammenarbeit von Wissenschaftlern und Praktikern hervorheben! Wir freuen uns sehr über diesen gemeinsamen Entwurf und danken euch allen für eure Ideen, Unterstützung und euer Feedback bei der Entwicklung.

Die VORWERTS-Backkampagne startet am 3. Februar 2025 mit einer geplanten Laufzeit von 8 Wochen, um genügend Zeit für Verkaufstests und Kundenbefragungen zu haben. Bäcker können entweder ein bestehendes Produkt ersetzen oder ein neues Produkt mit dem Weizenmehl aus Mischkulturen testen. Wir sind sehr gespannt auf das Feedback und die Möglichkeit, die Brote während der Backkampagne zu testen!

Termine

VORWERTS Backkampagne ab 3. Februar 2025

Das Mehl und das Marketingmaterial werden in KW 2 und 3 an die Bäckereien geliefert. Anke Kähler wird gemeinsam mit dem Uni-Team **am 16. Jan. 2025 ein Online-Treffen zur Information für alle Bäckereien** durchführen. U.a. um die Personalschulung für die Backkampagne zu organisieren. Für diese Schulung wird Material zur Verfügung gestellt, um sicherzustellen, dass ihr über alle notwendigen Informationen verfügt. Benedikt Jahnke und Ronja Hüppe aus dem Fachgebiet Agrar- und Lebensmittelmarketing werden ebenfalls teilnehmen, um den Verkaufstest und die Kundenbefragung während der Backkampagne zu besprechen.

BIOFACH in Nürnberg

Während der **BIOFACH vom 11. bis 14. Februar 2025** planen wir eine Podiumsdiskussion mit dem Titel "Gemeinsam für die Zukunft – Backqualitäten ökologisch sichern". Neben der Erweiterung der (zu) engen Bewertungskriterien für Backqualität und der Anpassungsfähigkeit der Verarbeitung an schwankende Qualitäten spielen die ackerbaulichen Verfahren und Anbaukonzepte die größte Rolle bei der Bewältigung der aktuellen und zukünftigen Herausforderungen. Anschließend wollen wir uns zum VORWERTS-Projekt austauschen, „Mischkulturbrot" probieren und evtl. gemeinsam die am Projekt beteiligten Aussteller besuchen (Treffler, Lerchenbergmühle, Die Freien Bäcker). Den genauen Termin teilen wir noch mit, möchten Euch aber jetzt schon herzlich einladen die Biofach Messe zu besuchen. Eintrittskarten werden wir vom Projekt zur Verfügung stellen.

Bitte teilt uns mit, ob ihr an einer Teilnahme interessiert seid. Wir würden uns sehr freuen, euch dort zu sehen!

VORWERTS Workshop

Unser **2. Projektworkshop in Witzenhausen** findet am **3./4. Juni 2025** statt. Hierzu möchten wir Euch alle schon jetzt herzlich einladen. Wir sind gespannt auf Eure Meinung und Erfahrung zum bisherigen Projektverlauf. Gemeinsam werden wir ein Praxishandbuch für Mischkulturnutzung erarbeiten. Das Handbuch wird auf der Grundlage eurer Erfahrungen mit Mischungen während des Projekts entwickelt und dieser Workshop ist die Grundlage für Empfehlungen in Bezug auf Anbau, Saatguttrennung, Vermahlung und Backen.

Bitte haltet euch die Tage frei, da eure Expertise, Erfahrung und Ideen das Herzstück dieses Projekts sind. Wir hoffen auf ähnlich gute Stimmung und fachlich fundierten Austausch, wie in diesem Jahr. Alle Kosten für Reise und Übernachtung werden wieder vom Projekt übernommen.

Öko-Feldtage

Die **Öko-Feldtage finden am 18. und 19. Juni 2025 auf dem Wassergut Canitz in Sachsen statt**. Das Projekt VORWERTS wird auf den Öko-Feldtagen durch Demonstrationsflächen mit Weizen-Erbsen-Mischungen, Projektergebnisse in Form von Postern, Führungen und Präsentationen, aber auch durch unsere Projektpartner Die Freien Bäcker und die Lerchenbergmühle gut vertreten sein. Wir würden uns sehr freuen, euch dort zu sehen. Bitte gebt uns Bescheid, wenn ihr Interesse habt, teilzunehmen! Tickets können über das Projekt organisiert werden.

VORWERTS. Newsletter

Ausgabe #06
Dezember 2025

Liebe *VORWERTS*-Partner und Partnerinnen,

Das zweite Anbaujahr ist rum und die Planungen für die 2. VORWERTS-Backkampagne sind im Gange! Über die Projektaktivitäten, Ergebnisse und anstehende Termine wollen wir Euch hier berichten. Außerdem wünschen wir Euch schöne Weihnachten und ein paar ruhige Tage zwischen den Jahren, so dass ihr frisch ins neue Jahr starten könnt. Wir freuen uns auf das finale Projektjahr mit Euch!

Herzliche Grüße,

Euer *VORWERTS*-Team



Termine

VORWERTS-Workshop mit den Landwirten

Am 2.12.25 haben wir uns mit fünf Landwirten in Witzenhausen getroffen und einen sehr spannenden und ergebnisreichen Tag verbracht. Mit Euren Erfahrungen und Eurer Hilfe haben wir nun viele Erkenntnisse, die wir im Handbuch als Empfehlungen an andere weitergeben können. Vielen Dank nochmal dafür!!!



Abbildung 1: Abschlussrunde eines erfolgreichen Workshops (© Georg Saathoff)

VORWERTS-Workshop mit den Mühlen

Nach dem erfolgreichen Workshop mit den Landwirten freuen wir uns auf den Workshop mit den Mühlen im Januar 2026 in Witzenhausen.

Die Terminfindung läuft 😊

VORWERTS-Workshop mit den Bäckereien

Der Workshop mit den Bäckereien soll im April 2026 kurz nach dem Ostergeschäft stattfinden. Ein konkreter Termin folgt im nächsten Jahr.

Bitte nehmt Euch die Zeit, um zum Workshop zu kommen, da Eure Expertise, Erfahrungen und Ideen das Herzstück dieses Projekts sind. Wir hoffen auf ähnlich gute Stimmung und fachlich fundierten Austausch, wie im letzten Jahr. Alle Kosten für Reise und Übernachtung werden wieder vom Projekt übernommen.

Grüne Woche 2026

Wir präsentieren das VORWERTS-Projekt auf der Grünen Woche! Von Freitag, 16.1., bis Dienstag, 20.1.26, sind wir am BÖL-Stand zu finden. Wir freuen uns, wenn ihr vorbeischaut. **Bitte gebt uns Bescheid, wenn ihr Interesse habt, teilzunehmen! Tickets können über das Projekt organisiert werden.**

Veranstaltungen

Wir waren beim Tag der offenen Tür beim BMLEH!



Abbildung 2: Das Team beim Tag der offenen Tür beim BMLEH (© Ronja Hüppe)

Gut bepackt sind wir am vorletzten Augustwochenende mit sieben Leuten zum Tag der offenen Tür des Bundeministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH)

VORWERTS. Newsletter
Ausgabe #06
Dezember 2025

nach Berlin gefahren. Trotz stürmischem und regnerischem Wetter, haben wir vielen interessierten Bürgerinnen und Bürgern das VORWERTS-Projekt und den Mischkulturanbau nahegebracht. Highlights waren neben der Verkostung des leckeren Weizen-Sauerteigbrotes der Bäckerei KEIT aus Berlin (https://www.keit.berlin/) auch selbst angebautes Weizen-Erbsen Gemenge und der Schneckentrieur. Und auch Landwirtschaftsminister Alois Rainer und Staatssekretär Prof. Dr. Dr. Markus Schick ließen es sich nicht nehmen und schauten an unserem Stand vorbei.

VORWERTS ist Teil der SDG+ Ausstellung in Kassel

Seit Ende Oktober ist das VORWERTS-Projekt bei der Ausstellung des SDG+ Labs im Uni-Lokal vertreten! Am 29.10.25 fand die Ausstellungs-eröffnung des Themenjahres „Transformationen in Arbeit und Wirtschaften“ statt mit vielen spannenden Projekten rund um das Thema nachhaltige Wertschöpfung.



Abbildung 3: VORWERTS auf der Ausstellung SDG+ Lab Kassel (© Ronja Hüppe)

Ergebnisse

Ergebnisse aus der Landwirtschaft

In der Saison 2024/25 haben sieben Biobetriebe sowohl die Weizen-Erbsen-Mischkultur als auch beide Reinkulturen zum Vergleich ausgesät. Insgesamt hatten wir drei Betriebe mit Sommerkulturen und vier Betriebe mit Winterkulturen.

Die Winterkulturen wurden im Oktober und November 2024 ausgesät, die Sommerkulturen im März und April 2025 mit einer Aussaatdichte in Mischungen von 70 % Weizen und 40 % Erbsen (als Prozentsatz der Aussaatdichte in den jeweiligen Reinkulturen). Zu den Wintersorten gehörten Wiwa (Weizen) und Fresnel (Erbsen), während die Sorten KWS Carusum (Weizen) und Protecta (Erbsen) als Sommerung ausgesät wurden. Jeder Landwirt bewirtschaftete die Kulturen, sowohl die Reinkulturen als auch die Mischkulturen, gemäß seinem jeweiligen Bewirtschaftungssystem, einschließlich Unkrautbekämpfung und Düngung (Gülle, Gärrest usw.).

Im Vergleich zu den schlechten Erträgen der Wintererbsen in der Saison 2024 waren die Erträge der Wintererbsen sehr gut, und es konnte eine vollständige Analyse der agronomischen Leistung der sieben Betriebe durchgeführt werden. Neben dem Kornertrag und verschiedenen Ertragsparametern wurden auch Kennzahlen für Mischkulturen berechnet, darunter LER (Land Equivalent Ratio), NER (Net Effect Ratio) und TOI (Transgressive Overyielding Index).

Kennzahlen wie LER, NER und TOI liefern zusätzliche Informationen über die Leistung von Mischkulturen im Vergleich zu Reinkulturen, die über einen direkten Ertragsvergleich zwischen der Mischkultur und den Reinkulturen hinausgehen. Der Landäquivalenz-koeffizient (LER) beschreibt die relative Landfläche, die für Reinkulturen erforderlich ist, um den gleichen Ertrag wie Mischkulturen zu erzielen. LER-Werte über 1 bedeuten, dass für Reinkulturen eine größere Landfläche erforderlich ist, um den gleichen Ertrag wie Mischkulturen zu erzielen (Rao & Wiley, 1980). Der Transgressive Overyielding Index (TOI) gibt das Verhältnis zwischen dem Gesamtertrag der

VORWERTS. Newsletter
Ausgabe #06
Dezember 2025

Mischung und dem Ertrag der ertragreichsten Reinkultur an. Wenn ein Landwirt nur 1 ha Land zur Verfügung hat, kann der TOI einen Hinweis darauf geben, ob es sinnvoller ist, eine Reinkultur oder eine Mischung anzubauen, um den Ertrag zu maximieren (Li et al., 2023). Das Nettoeffektverhältnis (NER) gibt an, um wie viel der tatsächliche Ertrag der Mischkultur über oder unter dem erwarteten Ertrag der Reinkultur (basierend auf der Aussaatdichte in der Mischkultur) liegt, und zeigt an, ob die Mischkultur einen höheren Ertrag als die Reinkulturen erzielt hat (van der Werf et al., 2021). Weitere Einzelheiten zu NER findet ihr im Newsletter Nr. #05 vom Mai 2025.

Die durchschnittlichen Weizenerträge der Reinkultur waren etwas höher als in der Mischkultur (sowohl für Sommer- als auch für Winterkulturen), während die Erbsenerträge in der Mischkultur höher waren als in der Reinkultur (Tabelle 1). Mischkulturen mit Wintergetreide erzielten Erträge, die im Durchschnitt 17 % höher waren als aufgrund der Aussaatdichte zu erwarten (NER 1,17), während der TOI zeigte, dass die Gesamterträge der Mischkulturen 19 % höher waren als die der ertragreichsten Monokultur (Weizen) (1,19).

Tabelle 1: Mittlere Erträge (t/ha), LER, TOI und NER für Winter- und Sommerkulturen in der Saison 2024/25.

	Ertrag (t/ha)	Winterung	Sommerung
2025	Reinkultur Weizen	3,24	5,28
	Gemenge Weizen	3,14	4,17
	Reinkultur Erbse	2,66	2,21
	Gemenge Erbse	0,63	0,39
	Gemenge (Gesamt)	3,78	4,56
	LER	1,28	0,81
	TOI	1,19	0,88
	NER	1,17	1,06

Trotz dieser insgesamt positiven Leistungsindikatoren gab es Unterschiede zwischen den einzelnen Betrieben, insbesondere beim TOI für die Winterkulturen, der zwischen 0,89 (was einen um 11 % geringeren Ertrag in der Mischkultur im Vergleich zur ertragreichsten Einzelkultur (Weizen) bedeutet) und 1,50 lag. Der LER war für die Winterkulturen im Durchschnitt positiv, was darauf hindeutet, dass durchschnittlich 28 % mehr Fläche mit Reinkulturen bepflanzt werden müssten, um die gleichen Erträge wie bei Mischkulturen (1,28) zu erzielen (Tabelle 1).

Bei den Sommerungen lagen die durchschnittlichen Leistungsindikatoren LER und TOI unter 1, was darauf hindeutet, dass die Monokulturen einen Ertragsvorteil gegenüber den Mischkulturen hatten. Nur der durchschnittliche NER-Wert deutete darauf hin, dass die Mischkulturen 6 % mehr Ertrag lieferten als aufgrund der jeweiligen Aussaatdichte zu erwarten war (1,06). Diese Ergebnisse zeigen, dass die Winterkulturen trotz eines im Vergleich zu den Sommerkulturen geringeren Gesamtertrags eine höhere Leistung in Bezug auf die Produktivitätsindikatoren LER, TOI und NER (alle <1) aufwiesen.

Diese Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit agronomischer Versuche mit verschiedenen Sorten in Gemengeanbau, insbesondere bei Sommerungen, um die agronomische Leistung von Mischkulturen zu maximieren. Die agronomischen Analysen sind noch nicht abgeschlossen, und wir freuen uns darauf, Euch im nächsten Jahr weitere Ergebnisse vorstellen zu können.

Ergebnisse Betriebswirtschaft

Die Wirtschaftlichkeit des Gemengeanbaus im Vergleich zum Reinkulturanbau wurde zwischenzeitlich um die betrieblichen Daten aus dem zweiten Anbaujahr (Erträge, Mechanisierung) ergänzt und die vergleichenden Durchschnitts-Szenarien (Abbildung 4) verfeinert, wobei auch eine stufenlose mengen- und ertragsabhängige Kostenermittlung implementiert wurde. Darüber hinaus sind nun die Aufbereitungskosten in der abgebildeten Direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAKfL) berücksichtigt.

VORWERTS. Newsletter
Ausgabe #06
Dezember 2025

Basierend auf höheren Gesamterträgen im Mischanbau ergeben sich eine höhere Marktleistung (dunkelblauer Balken) des Wintergemenges von rund 13 % und des Sommergemenges von rund 3 % gegenüber der jeweiligen Weizen-Reinkultur.

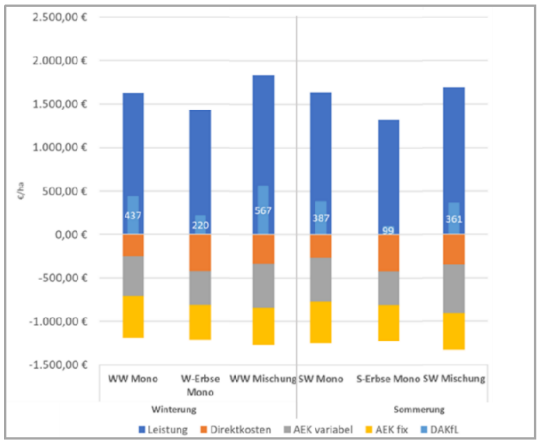


Abbildung 4: Leistungs- und Kostenstruktur sowie Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAKfL; €/ha) im Durchschnittsszenario von Weizen (WW/SW-Mono) und Erbse (WE/SE) in Reinkultur sowie Weizen in Mischkultur (WW/SW-Mischung).

Trotz jeweils höherer Saatgutkosten für das Gemenge liegen die Anbaukosten unter denen der Weizen-Reinkultur aufgrund eingesparter Pflegedurchgänge bzw. fehlender Düngerausbringung. Allerdings sind die Aufbereitungskosten (Trennung und Reinigung) der Mischung gegenüber den Monokulturen erhöht (siehe auch Abbildung 5). Die aktuellen DAKfL-Analysen bestätigen, dass vor allem Ertrags- und Qualitätsaspekte die Wirtschaftlichkeit der Verfahren entscheidend beeinflussen. Dies zeigt sich einerseits am besseren Abschneiden der Winter-Mischung ggü. der Reinkultur, als auch an der leichten Überlegenheit der Sommerweizen-Reinkultur ggü. der Mischung aufgrund der recht guten Sommerweizen-Erträge im Anbaujahr 2025. Ließe sich eine Vermarktung der Erbse in Humanernährung oder Industrie mit teils sehr guten Absatzpreisen realisieren, könnte sich wiederum die Wirtschaftlichkeit der Mono-Erbse auch im Kulturvergleich deutlich verbessern.

Basierend auf den beim Iburgshof erhobenen Daten von Aufbereitungsketten und Zeit- und Energiever-bräuchen wurden Aufbereitungskosten abhängig vom Erbsenanteil kalkuliert. Während die kalkulierten Kosten der Aufbereitung quasi den tatsächlich vom Betrieb erhobenen Kosten entsprechen (rund 60 €/t Rohware), errechnen sich ausgehend vom Zeitbedarf und der Maschinennutzung steigende Kosten bei steigendem Erbsenanteil (Abbildung 5).

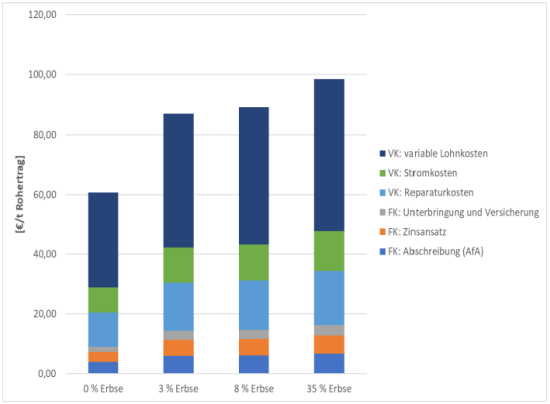


Abbildung 5: Aufbereitungskosten (€/Tonne Rohertrag) abhängig vom Erbsenanteil (Beispiel Iburgshof, eigene Kalkulationen)

Um die Abrechnung zu vereinfachen würde der Aufbereitungs-Betrieb allerdings eine „Gemenge-Pauschale“ erheben, welche die errechneten Kosten unabhängig vom Erbsenanteil zumeist übersteigen würde. Ausschlaggebend für steigende Aufbereitungskosten bei steigendem Erbsenanteil sind letztlich weniger die anfallenden Maschinenkosten als die anzusetzende (längere) Arbeitszeit, die sich in den variablen Lohnkosten niederschlägt.

VORWERTS. Newsletter
Ausgabe #06
Dezember 2025

Ergebnisse aus dem Marketing

Kundenbefragung in den Bäckereien

Während der Backkampagne 2025 haben wir von 516 Menschen aus acht Bäckereien Antworten zum Kauf von Backwaren erhalten. Knapp 60 % davon kauften vor allem Brot und Baguette, knapp 30 % Brötchen. Süßes Gebäck, Kuchen, Torten oder herzhafte Snacks machten die verbleibenden 12 % aus. Betrachtet man die Teilnehmenden näher, fällt auf, dass diese eher einen höheren Bildungsabschluss und über höhere Einkommen verfügen. Weiterhin sind 50 % der Teilnehmenden 60 Jahre oder älter. Nach Rücksprache mit einigen von Euch können wir festhalten, dass dies jedoch nicht die Mehrheit Eurer Kund*innen ausmacht. Durch die Befragungszeiten und den Fakt, dass ältere Menschen oft mehr Zeit haben, Befragungen auszufüllen, ist diese Gruppe unter den Teilnehmenden überrepräsentiert. Geschmack und ökologische Produktion wurden als wichtigste Kaufkriterien angesehen (Abbildung 6), gefolgt von

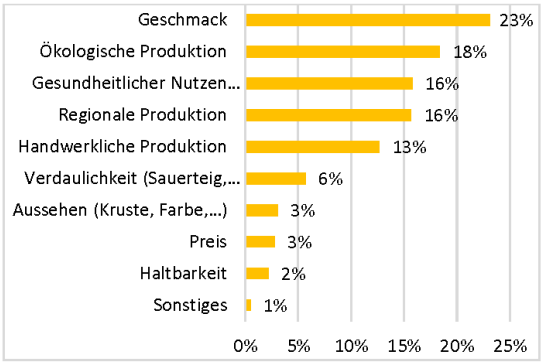


Abbildung 6: Kaufkriterien für herzhafte Backwaren

gesundheitlichem Nutzen und regionaler Produktion. Schaut man darauf, wie sich Kund*innen informieren, ist die persönliche Beratung im Geschäft mit Abstand (33 %) am wichtigsten, Aufsteller oder Poster folgen mit 13 %. Weitere 31 % informieren sich nicht gezielt.

Obwohl nur 27 % der Befragten angeben, dass die Vorteile des Mischkulturanbaus bekannt seien, geben 84 % der Befragten an, dass sie einen Aufpreis für die Unterstützung des Mischkulturanbaus zahlen würden. Dies lässt auf eine grundsätzlich positive Einstellung der Kund*innen gegenüber des Mischkulturanbaus schließen.

Abschließend haben wir vier Kund*innen-Gruppen gebildet (Abbildung 7). Wir sehen, dass Gruppe A eine überdurchschnittlich positive Einstellung zu Bio- und handwerklich-regionalen Lebensmitteln (LM) hat, sowie ein umweltfreundliches Einkaufsverhalten. Bei den anderen drei Gruppen fällt auf, dass eins der drei Merkmale immer deutlich unterdurchschnittlich ausgeprägt ist. Gruppe B ist zwar positive gegenüber Bio- und handwerklich-regionalen LM eingestellt, hat aber kein Bewusstsein für umweltfreundliches Einkaufen. Gruppe C wiederum steht Bio-LM und umweltfreundlichem Einkaufen positiv gegenüber, nicht aber den handwerklich-regionalen LM.

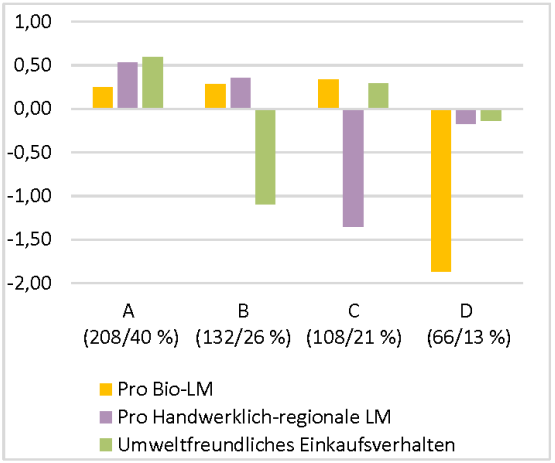


*Abbildung 7: Einstellungsmerkmale der vier Kund*innen-Gruppen (Anzahl/%)*

Und Gruppe D ist deutlich negativ gegenüber den Bio-LM eingestellt, die anderen beiden Merkmale sind ebenfalls leicht unterdurchschnittlich. Eventuell kann es sich in Gruppe D um Kund*innen handeln, die in der Bäckerei einkaufen, weil diese gerade günstig auf ihrem Einkaufsweg liegt und

nicht, weil sie explizit biologischen oder handwerklich-regionale Produkte kaufen möchten.

Insgesamt ist festzuhalten, dass es auch innerhalb einer Nische (wie handwerklich und ökologisch wirtschaftenden Bäckereien) unterschiedliche Käufersegmente und Kaufmotive gibt. Trotz geringer Bekanntheit und dominierender egoistischer Kaufmotive gibt es eine Mehrzahlungsbereitschaft für Backwaren aus Mischkulturanbau. Dies kann eine Chance sein, sich von Einheitsprodukten abzugrenzen und den gesellschaftlichen Mehrwert als einen individuellen Nutzen an Verbraucher*innen zu vermitteln, allerdings bedarf es hier guter Materialien und aktiver Kommunikation.

2. Backkampagne & Marketingmaterialien

Die nächste Backkampagne unter dem Motto „mehr Natur im Brot“ startet am 2. Februar 2026 und läuft wieder 8 Wochen. Wir planen eine weitere Kundenbefragung, diesmal aber per QR-Code, und versorgen Euch Ende Januar mit neuen Thekenaufstellern, Wobblern und Buttons. Wir haben auf Euren Wunsch hin versucht, etwas neutraler zu sein und ein paar mehr Fakten zu liefern. Trotzdem schicken wir Euch auch nochmal die Brottüten, da haben wir noch einige auf Lager 😉. Des Weiteren habt ihr die Möglichkeit, selber Aufsteller zu gestalten. Infos dazu in Kürze per Email.





Abbildung 8: Regalwobbler & Thekenaufsteller für die 2. Backkampagne