

Integration von Leguminosen aus Mischkulturanbau in Wertschöpfungsketten der menschlichen Ernährung

11. Oktober 2023

Nossener Fachgespräch Leguminosen

Georg Saathoff, Universität Kassel

1. Hintergrund

Mischkultur fördert:

- Ressourcennutzungseffizienz (Zhang et al., 2021)
- Krankheits- und Schädlingsregulation (Finckh and Wolfe, 2015)
- Verringerte Lagerbildung und Unkrautunterdrückung (Viguier et al., 2018)
- Höhere Gesamterträge (Bedoussac et al., 2015)
- Ertragsstabilität und Flächenproduktivität (Li et al., 2020; Weih et al., 2021)
- höhere Deckungsbeiträge (Bedoussac et al., 2015)
- Getreidequalität (Timaeus et al., 2022b) ;



Foto: G. Dry

1. Hintergrund



Mischkultur fördert:

- Ressourcennutzungseffizienz (Zhang et al., 2021)
- Krankheits- und Schädlingsregulation (Finckh and Wolfe, 2015)
- Verringerte Lagerbildung und Unkrautunterdrückung (Viguière et al., 2018)
- Höhere Gesamterträge (Bedoussac et al., 2015)
- Ertragsstabilität und Flächenproduktivität (Li et al., 2020; Weih et al., 2021)
- höhere Deckungsbeiträge (Bedoussac et al., 2015)
- Getreidequalität (Timaeus et al., 2022b) ;

Aber: Kaum Wertschöpfung als Lebensmittel
(Timaeus et al., 2022a)

Haupthindernisse: Ernte und Trennung
(Bedoussac et al., 2022; Timaeus et al., 2022a)



Foto: G. Dry

2. Zielsetzung

- Analyse der Trennung von Winterweizen/Erbsen-Mischkulturen
 - Bewertung des technischen Aufwands
 - (Betriebswirtschaftliche Bewertung)
 - Vergleich mit Winterweizen in Reinkultur
- Auswirkung der Ernteeinstellungen einer Hafer/Ackerbohnen-Mischkultur
 - auf Verluste
 - auf Qualität
 - (- auf Reinigungsaufwand)

Foto: G.Saathoff



3. Material und Methoden

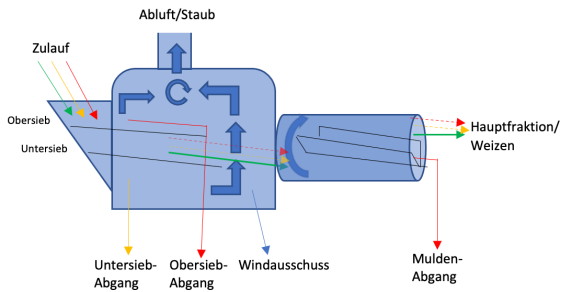
- Material aus *on-farm*-Versuch
- zwei Misch-Varianten, 1 Reinsaat-Variante



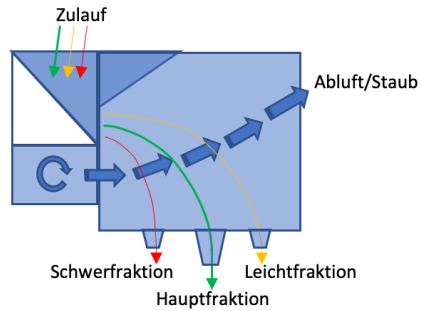
Fotos: G.Saathoff

3. Material und Methoden

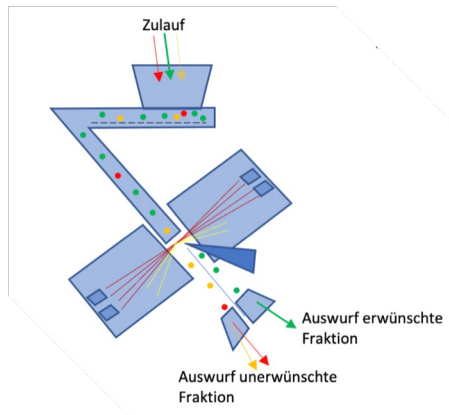
1. Vorreinigung



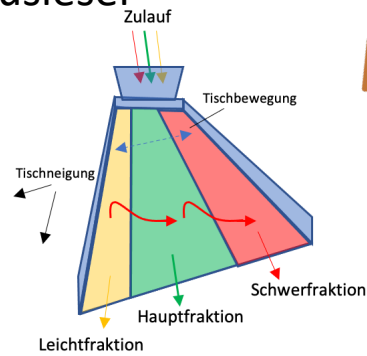
2. Aerodynamisch



4. Farbausleser



3. Tischausleser



Schwarzbesatz →

Erbsenbruch →



Foto/Skizze: G. Saathoff

4. Ergebnisse: Gewichtsanteile im Erntegut

Variante	Anteil Weizen [%]	Anteil Erbse [%]
EFB-Mischung	33,0	66,1
Fresnel-Mischung	86,0	12,4
Weizen-Reinsaat	98,5	0

Bei gleicher Aussaatstärke der Mischvarianten!

Foto: G.Saathoff



4. Ergebnisse: Besatzfraktionen nach der Trennung

Variante	Trennschritt	Fraktion [%]						
		Bruch- korn	Korn- besatz	Schwarz- besatz	Spelz	Erbsen- bruch	Erbsen	Weizen
EFB- Mischung	Trieur	0,17	0,48	0,06	0,33	2,78	0,16	94,87
	Aerodynamik	0,23	0,62	0,04	0,34	2,76	0,12	95,17
	Farbausleser	0,24	0,68	0,01	0,06	0,11	0	97,50
Fresnel- Mischung	Trieur	1,04	0,52	0,06	1,26	2,98	0,06	92,79
	Aerodynamik	1,09	0,85	0,05	1,33	2,12	0	93,68
	Tischausleser	1,21	0,39	0,04	0,89	2,04	0	93,48
	Farbausleser	0,36	0,17	0,04	0,04	0,05	0	98,44
Weizen- Reinsaat	Trieur	0,98	0,48	0,07	1,31	0,06	0	95,68
	Aerodynamik	0,86	0,66	0,05	1,14	0,07	0	96,37
	Tischausleser	0,60	0,30	0,03	0,20	0,09	0	97,83
	Farbausleser	0,51	0,21	0,02	0,07	0,02	0	97,86

Grenzwerte für Schwarzbesatz:

❖ Codex Alimentarius: **1,5 %**
(FAO, 2007)

❖ EU VO Nr. 824/2000: **3 %**
(EU Kommission, 2000)

Deckungsbeiträge:

EFB-Mischung: 978 €/ha

Weizen-Reinsaat: 918 €/ha

Fresnel: 599 €/ha

Exkurs: Auswirkung von Ernteeinstellungen auf Verluste und Qualität

25. Juli 2023



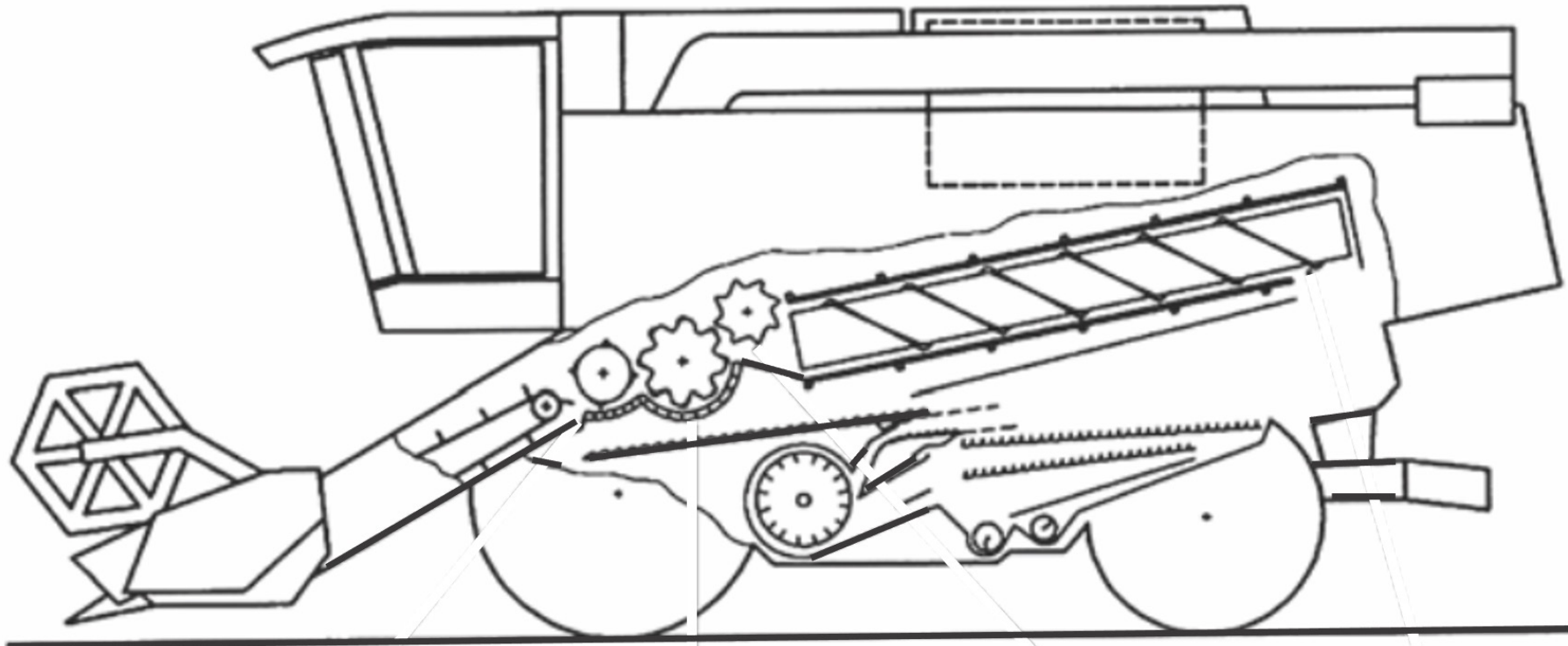
22. August 2023



Im Korntank

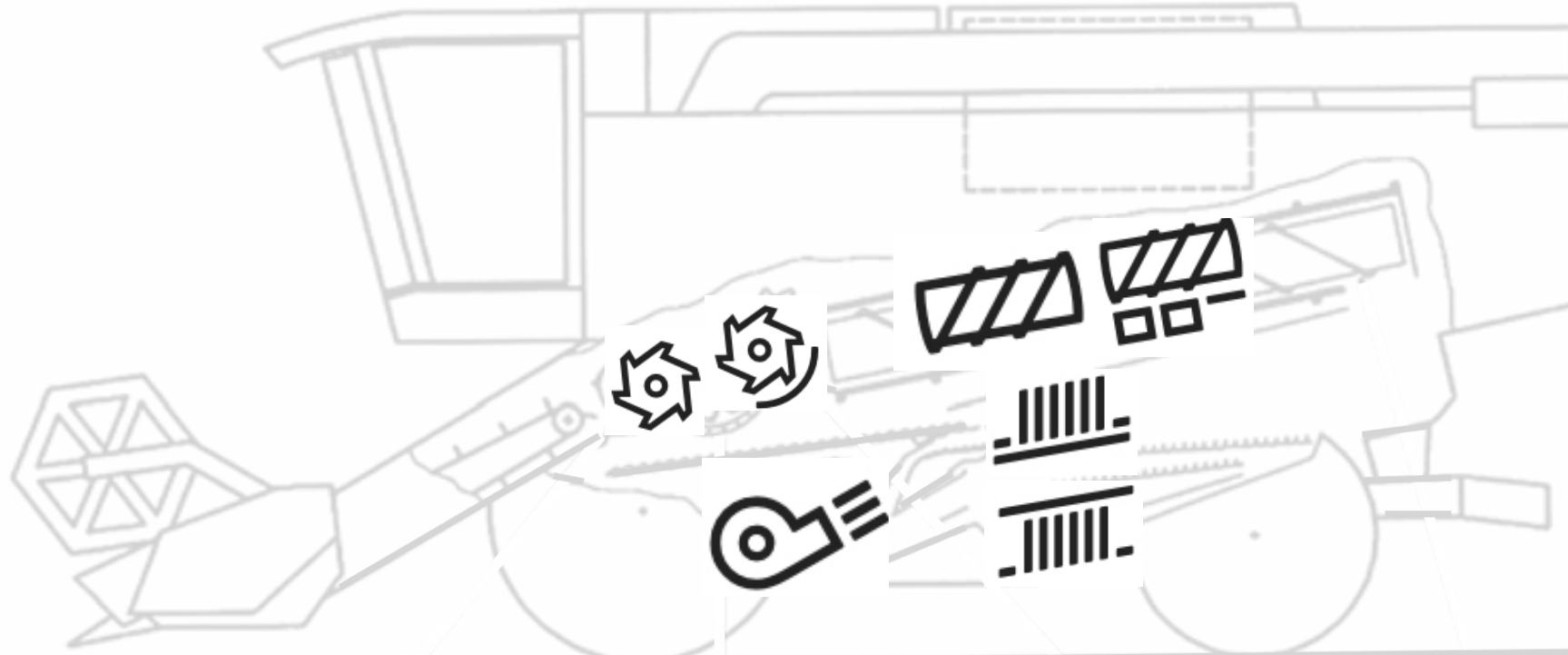


Exkurs: Auswirkung von Ernteeinstellungen auf Verluste und Qualität










Grafiken: CLAAS; 2013; Abb.: Krutzbach, 1997

Exkurs: Auswirkung von Ernteeinstellungen auf Verluste und Qualität



	Trommeldrehzahl
	Korbposition
	Rotordrehzahl
	Rotorklappen
	Obersieb
	Untersieb
	Gebäsedrehzahl

Grafiken: CLAAS; 2013; Abb.: Krutzbach, 1997

		Herstellerangaben für Hafer			1. Einstellung	2. Einstellung	3. Einstellung
	Trommeldrehzahl (U/min)	800	900	850	800		
	Korbposition (mm)	16	30	25	20		
	Rotordrehzahl (U/min)	800	800	800	800		
	Rotorklappen	alle auf	1. auf, 2. zu	1. auf, 2. zu	1. auf, 2. zu		
	Obersieb (mm)	15	14	12	11		
	Untersieb (mm)	11	10	9	8		
	Gebläsedrehzahl (U/min)	800	1400	1050	900		

Verluste und Qualität (Vorläufige Zahlen)

	1. Einstellung	2. Einstellung	3. Einstellung	Durchschnitt	BM-Schnitt Juli	Ø Ertrag (AMI, 2022)
Ertrag (kg/ha)	570,4	1.826	1.456,8	1.284,4	4.008	4.710
Verluste (%)	23,8	7	3	11,29		Soll: ~1



Verluste und Qualität (Vorläufige Zahlen)

	1. Einstellung	2. Einstellung	3. Einstellung	Mittelwert
Anteil Hafer (%)	95,18	95,48	93,21	94,63
Anteil Ackerbohne (%)	2,87	1,71	2,03	2,21
Anteil AB Bruch (%)	0,31	0,21	0,24	0,25
Anteil Besatz (%)	1,64	2,59	4,52	2,92



5. Diskussion

- Versuche mit Einzelfallcharakter

Trennversuch:

- Je nach Szenario nur Vorreinigung nötig
- Sortenwahl der Erbse entscheidend
- Erbsenbruch vermeiden

Ernteversuch:

- Vermarktbar Ware trotz Zustand vom Bestand
- Auswirkung auf Reinigungsaufwand?
- Technische Lösung Mähdrescher?

Foto: G.Saathoff

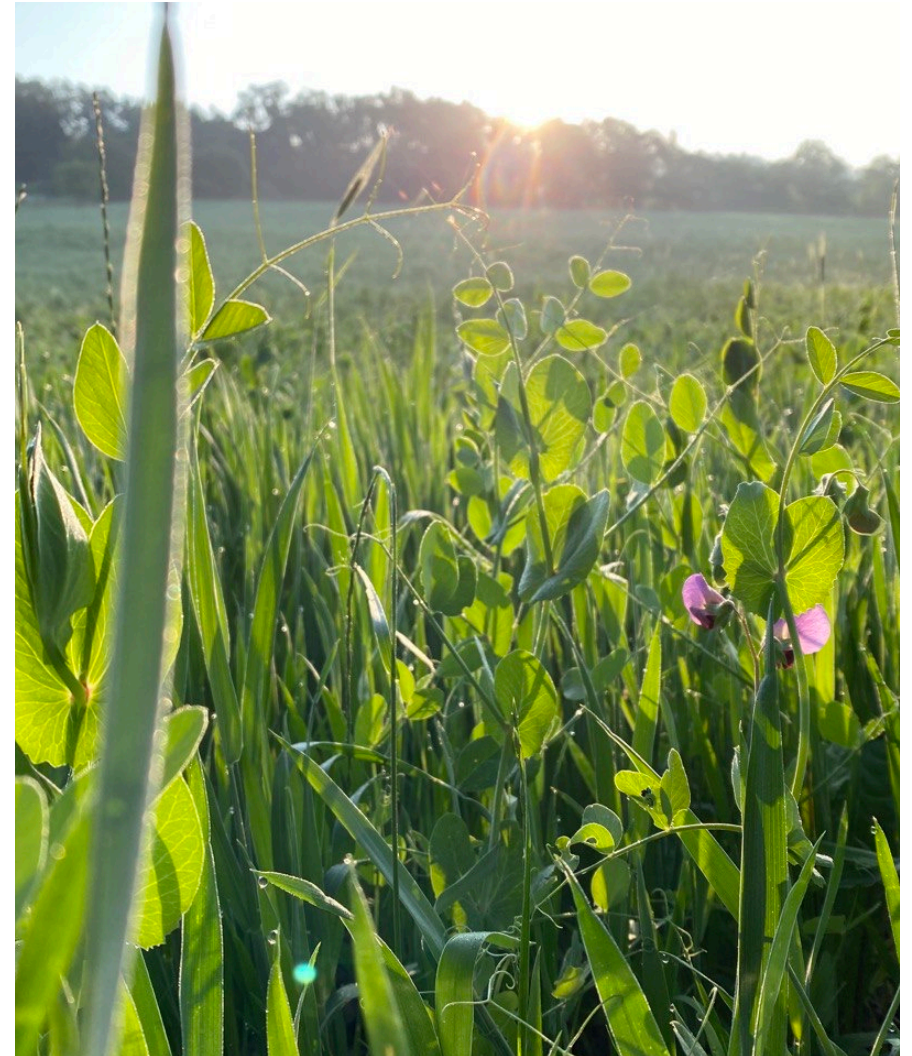


6. Fazit

- Trennaufwand nicht überbewerten
- Zusätzlicher Absatz der Erbse
- Einzelfallcharakter aber viele positive Effekte unberücksichtigt

- Integration in Wertschöpfungsketten kann nicht an Ernte und Reinigung scheitern
- Faustzahlen nötig
- Wissenslücken schließen

Foto: G.Saathoff



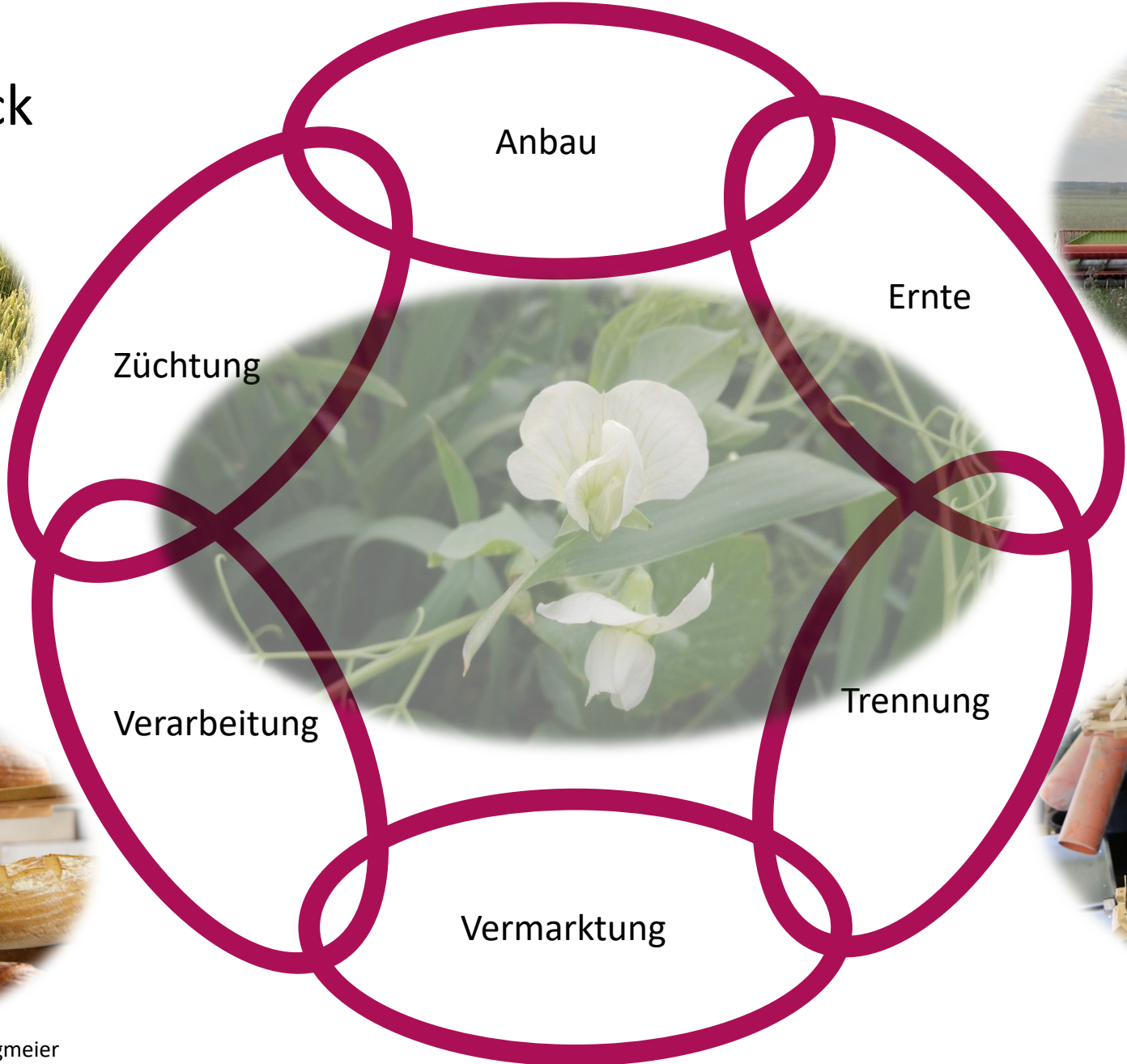
7. Ausblick



G. Saathoff



G. Saathoff



Anbau

Ernte

Trennung

Vermarktung

Verarbeitung

Züchtung



A. Siegmeier



T. Siegmeier

Fachgebiet Betriebswirtschaft

georgsaathoff@posteo.de

siegmeier@uni-kassel.de

Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz

odetteweedon@uni-kassel.de

Link zum hinterlegten Artikel „Trennung von Weizen-Erbсен-
Gemengen zur Erzeugung von ökologischem Backgetreide“:

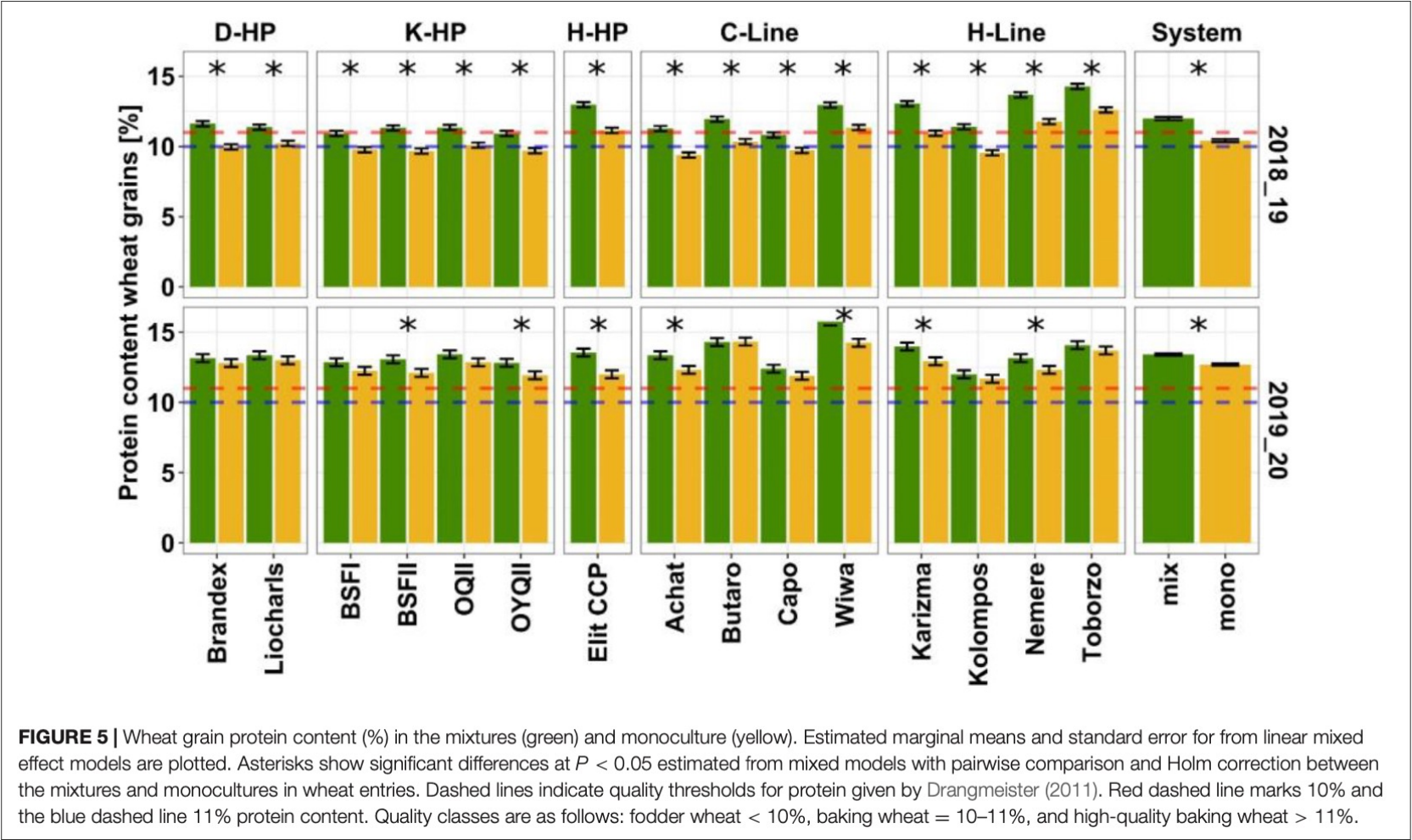
https://www.conftool.com/wita2023/index.php?page=browseSessions&downloads=show&form_session=74&presentations=show

Vielen Dank!

Quellen

- AMI, 2023. AMI Markt Bilanz Getreide, Ölsaaten, Futtermittel 2023. Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH, Bonn.
- Bedoussac, L., Journet, E.-P., Hauggaard-Nielsen, H., Naudin, C., Corre-Hellou, G., Jensen, E., 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*. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0277-7>
- Bedoussac, L., Salembier, C., Jeuffroy, M.-H., albouy, lisa, Elina, D., 2022. FROM THEORY TO PRACTICE OF SPECIES MIXTURES : Redesigning European cropping systems based on species MIXtures. <https://doi.org/10.17180/B5F1-W556>
- CLAAS, 2023. CEMOS Advisor App.
- EU Kommission, 2000. EUR-Lex - 32000R0824 - EN - EUR-Lex [WWW Document]. URL <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32000R0824> (accessed 3.17.21).
- FAO, 2007. Codex Alimentarius - Céréales, légumes secs, légumineuses et matières protéiques végétales - Première édition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Finckh, M.R., Wolfe, M.S., 2015. Biodiversity enhancement, in: *Plant Diseases And Their Management in Organic Agriculture*. Eds. M. R. Finckh, A. H. C. van Bruggen and L. Tamm. APS Press, St Paul, MN, pp. 153–174.
- Krutzbach, H.D., 1997. Körnerfruchternte, in: Matthies, H.J., Meier, F. (Eds.), *Jahrbuch Agrartechnik 9*. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, pp. 149–160.
- Li, C., Hoffland, E., Kuyper, T., Yu, Y., Zhang, C., Li, H., Zhang, F., Van der Werf, W., 2020. Syndromes of production in intercropping impact yield gains. *Nature Plants* 6. <https://doi.org/10.1038/s41477-020-0680-9>
- Timaeus, J., Ruigrok, T., Siegmeier, T., Finckh, M.R., 2022a. Adoption of Food Species Mixtures from Farmers’ Perspectives in Germany: Managing Complexity and Harnessing Advantages. *Agriculture* 697. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050697>
- Timaeus, J., Weedon, O.D., Finckh, M.R., 2022b. Harnessing the Potential of Wheat-Pea Species Mixtures: Evaluation of Multifunctional Performance and Wheat Diversity. *Front. Plant Sci.* <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.846237>
- Viguer, L., Bedoussac, L., Journet, E.-P., Justes, E., 2018. Correction to: Yield gap analysis extended to marketable grain reveals the profitability of organic lentil-spring wheat intercrops. *Agron. Sustain. Dev.* 38, 46. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0531-5>
- 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, 255. <https://doi.org/10.3390/agriculture11030255>
- Zhang, K., Maltais-Landry, G., Liao, H.-L., 2021. How soil biota regulate C cycling and soil C pools in diversified crop rotations. *Soil Biology and Biochemistry* 156, 108219. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2021.108219>

Anhang I: Proteingehalte



Timaeus, J., Weedon, O.D., Finckh, M.R., 2022. Harnessing the Potential of Wheat-Pea Species Mixtures: Evaluation of Multifunctional Performance and Wheat Diversity. *Front. Plant Sci.*
<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.846237>

Anhang II: Deckungsbeiträge

	EFB-Variante						Fresnel-Variante						Reinsaat-Variante					
Leistungs-/Kostenart	Menge		Preis		Betrag		Menge		Preis		Betrag		Menge		Preis		Betrag	
Futtererbsen, ökologisch	2,80	t/ha	430,00	€/t	1.204,00	€/ha	0,52	t/ha	462,06	€/t	240,27	€/ha	-	-	-	-	-	-
Backweizen, ökologisch	0,44	t/ha	440,00	€/t	193,60	€/ha	1,68	t/ha	440,00	€/t	739,20	€/ha	2,93	t/ha	440,00	€/t	1.291,22	€/ha
Futterweizen, ökologisch	0,86	t/ha	338,00	€/t	290,68	€/ha	1,00	t/ha	338,00	€/t	338,00	€/ha	0,17	t/ha	338,00	€/t	55,90	€/ha
Summe Leistung					1.688,28	€/ha					1.317,47	€/ha					1.347,13	€/ha
Futtererbsen, Z-Saatgut, ökologisch	40,00	kg/ha	1,08	€/kg	43,20	€/ha	105,80	kg/ha	1,08	€/kg	114,26	€/ha	-	-	-	-	-	-
Winterweizen, Z-Saatgut, lose, ökologisch	120,00	kg/ha	0,90	€/kg	108,00	€/ha	129,60	kg/ha	0,90	€/kg	116,64	€/ha	185,20	kg/ha	0,90	€/kg	166,68	€/ha
Kohlensaurer Kalk	1,00	t/ha	25,00	€/t	25,00	€/ha	1,00	t/ha	25,00	€/t	25,00	€/ha	1,00	t/ha	25,00	€/t	25,00	€/ha
Hagelversicherung	1.110,00	€/ha	18,48	€/1000	20,51	€/ha	1.110,00	€/ha	18,48	€/1000	20,51	€/ha	1.110,00	€/ha	18,48	€/1000	20,51	€/ha
Zinskosten (3 Monate)	57,65	€/ha	0,03	€/€	1,73	€/ha	57,65	€/ha	0,03	€/€	1,73	€/ha	57,65	€/ha	0,03	€/€	1,73	€/ha
Reinigung u. Trennung	4,10	t/ha	80,00	€/t	328,00	€/ha	3,20	t/ha	80,00	€/t	256,00	€/ha	3,10	t/ha	10,00	€/t	31,00	€/ha
Summe Direktkosten					526,44	€/ha					534,14	€/ha					244,92	€/ha
Direktkostenfreie Leistung					1.161,84	€/ha					783,33	€/ha					1.102,21	€/ha
Variable Maschinenkosten					180,40	€/ha					180,40	€/ha					180,40	€/ha
Dienstleistungen					2,00	€/ha					2,00	€/ha					2,00	€/ha
Zinskosten (3 Monate)	45,60	€/ha	0,03	€/€	1,37	€/ha	45,60	€/ha	0,03	€/€	1,37	€/ha	45,60	€/ha	0,03	€/€	1,37	€/ha
Summe variable Kosten					710,21	€/ha					717,91	€/ha					428,69	€/ha
Deckungsbeitrag					978,07	€/ha					599,56	€/ha					918,44	€/ha
Fixe Maschinenkosten					279,12	€/ha					279,12	€/ha					279,12	€/ha
Fixe Lohnkosten	8,20	AKh/ha	21,00	€/Akh	172,20	€/ha	8,20	AKh/ha	21,00	€/Akh	172,20	€/ha	8,20	AKh/ha	21,00	€/Akh	172,20	€/ha
Summe Direkt- und Arbeiterledigungskosten					1.161,53	€/ha					1.169,23	€/ha					880,01	€/ha
Direkt- und arbeiterledigungskostenfreie Leistung					526,75	€/ha					148,24	€/ha					467,12	€/ha

Anhang III: Deckungsbeiträge Ranking

Tabelle 21: Vergleich der Leistungen, der Deckungsbeiträge und der direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung der Varianten aus dem Trennversuch mit Varianten des KTBL (2020a) und von Hof und Schmidkte (2007) unter Angabe der Rangordnung

Variante/Quelle	Leistung [€/ha]	Direkt- und arbeitserledigungskosten- freie Leistung [€/ha]	Deckungsbeitrag [€/ha]	Rangordnung der Deckungsbeiträge
EFB-Mischung	1688,28	526,75	978,07	4
Fresnel-Mischung	1317,47	148,24	599,56	9
Weizen-Reinsaat	1347,13	467,12	918,44	5
Erbsen-Gerste-Mischung (KTBL)	1107,54	240,11	691,43	8
Backweizen (KTBL)	1733,60	855,73	1313,08	1
Futterweizen (KTBL)	1331,72	457,15	914,5	6
Wintererbsen (KTBL)	1594,11	639,34	1074,75	2
Weizen-Ackerbohne-Mischung (Hof&Schmidkte)	1886,51	643,07	983,07	3
Weizen-Reinsaat (Hof&Schmidkte)	1362,58	394,74	734,74	7
Erbse-Reinsaat (Hof&Schmidkte)	700,93	-235,75	104,25	10

Anhang IV: Kosten und Leistungen

Tabelle 22: Berechnung der Wirtschaftlichkeit (nach Gleichung 3) der Varianten mittels der Leistung und der Kosten (Summe Direkt- und Arbeitserledigungskosten) und Vergleich mit Varianten des KTBL (2002a) und von Hof und Schmidkte (2007); Angabe der Rangordnung und Verschiebung dieser im Vergleich zu den Deckungsbeiträgen

Variante	Leistung [€/ha]	Kosten [€/ha]	Wirtschaftlichkeit	Rangordnung (und Verschiebung)
EFB-Mischung	1688,28	1161,53	1,45	7 (-3)
Fresnel-Mischung	1,317,47	1169,23	1,13	10 (-1)
Weizen-Reinsaat	1,347,13	880,01	1,53	5 (=)
Erbsen-Gerste-Mischung (KTBL)	1107,54	904,1	1,23	9 (-1)
Backweizen (KTBL)	1733,60	877,87	1,98	3 (-2)
Futterweizen (KTBL)	1331,72	874,57	1,52	6 (=)
Wintererbsen (KTBL)	1594,11	954,77	1,67	4 (-2)
Weizen-Ackerbohne-Mischung (Hof&Schmidkte)	1886,51	903,45	2,09	1 (+2)
Weizen-Reinsaat (Hof&Schmidkte)	1362,58	627,84	2,17	2 (+5)
Erbse-Reinsaat (Hof&Schmidkte)	700,93	538,57	1,30	8 (+2)