

Fruchtfolgen Altes Konzept, mit immer neuen Chancen und Herausforderungen

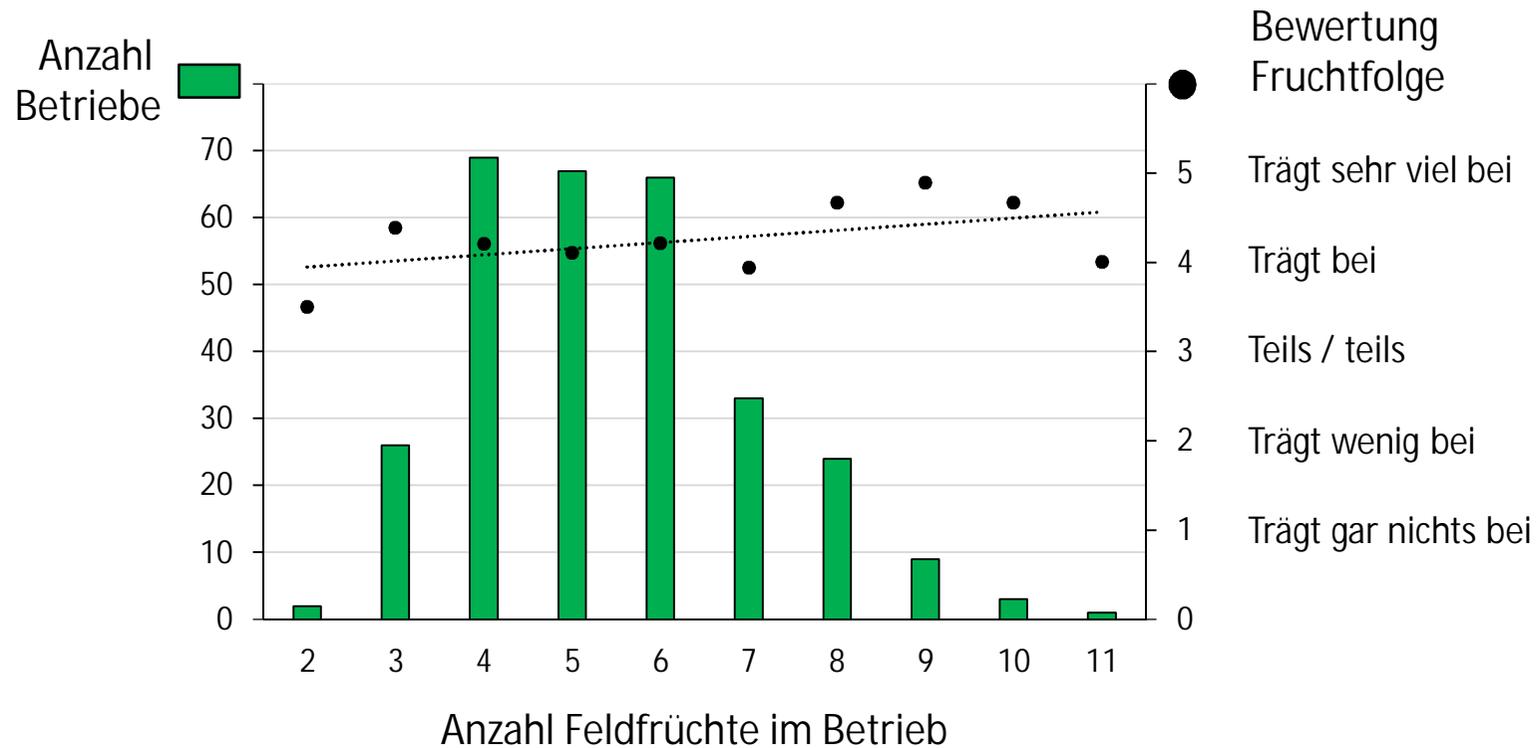
Horst-Henning Steinmann

Zentrum für Biodiversität und nachhaltige Landnutzung, Uni Göttingen



Einschätzung: Beitrag der Fruchtfolge zur Reduktion des PS-Aufwandes

Befragung von 300 konventionellen Anbauern von Raps und Weizen, deutschlandweit, 2020. (Eigene Daten, unveröff.)



Fruchtfolge: Ein altes Konzept

Dieses Heft für etwaige Reparaturen gut aufheben.

Jelkornweg - Kreuz							Kampy								
Frucht	Frucht	Frucht	Frucht	Frucht	Frucht	Frucht	Frucht	Frucht	Frucht	Frucht	Frucht	Frucht	Frucht	Frucht	Frucht
1917	Rüben														
1920	Kartoffeln														
1921	Roggen														
1922	Roggen														
1923	Grün														
1924	Rüben														
1925	Kartoffeln														
1926	Roggen														
1927	Rüben														
1928	Roggen														
1929	Rüben														
1930	Kartoffeln														
1931	Roggen														
1932	Kartoffeln														
1933	Roggen														

Bild: H. H. Steinmann

Fruchtfolge oder Rotationsschema?

1919	Rüben	Blattfrucht	Rüben
1920	Kafer	Halmfrucht	Kafer
1921	Kartoffeln	Blattfrucht	Zoban etc.
1922	Roggen	Halmfrucht	H. Gerste
1923	Gerste	Halmfrucht	Roggen

Steinmann, Fruchtfolgen, Burg Warberg, Feb. 2024, 4

Bild: H.H. Steinmann

4
Kronkamp - Jelpkerweg

Jahr	Fruchtart	Ertrag auf 1 A	Mist	Stroh	Superphosph	Kali	Kalk	sonstige Frucht
1919	Rüben							
1920	Kafer							
1921	Kartoffeln		Mist					
1922	Roggen		1 1/2 A Kalkphosph 20%			1 1/2 A 40%		
1923	Gerste	2.4 90 Pf 23.9.33			9x9 1.50 A			
1924	Rüben	3.3 14 Pf 6.5.24	Mist		1.60 A Kalkphosph	2.50 A 18%	0.80 A 40%	
1925	Kafer	2.5 0.65 A 6.4.25			-90 A Kalkphosph			
1926	Zoban etc.	2.5 -90 A				Thomas- mehl	in Kali	
1927	H. Gerste	2.2 -60 A 24.9.26			9x9 1.10 A			
1928	Roggen	1.5 -65 A 4.10.28			1.10 A Kalkphosph			
1929	Rüben		Mist		16.5 A Superphosph II. 1.60 A	16.5 A 20%	Kalk- sengel	
1930	Kafer	2.6 -70 A 21.3.30			Superphosph I 1.05 A			
1931	Roggen	1.6 -65 A 3.10.30			Superphosph I. 2.2 1.15 A			
1932	Kartoffeln		Mist					
1933	Weizen	2.2 1. A 8.4.32				Superphosph II. 2.2 1.50 A		
1934	Rüben		Mist					
1935	J. Gerste	2.9 0.75 A			Superphosph II. 2.2 1. A			

Fruchtfolge oder Rotationsschema?

1929.	Rüben	Blattfrucht
1930	Kafer	Halmfrucht
1931.	Roggen	Halmfrucht
1932	Kartoffeln	Blattfrucht
1933	Wassermelonen Weizen	Halmfrucht

4
Kronkamp - Jelpkerweg

Jahr	Fruchtart	Ertrag auf 1 A	Mist	Stickstoff	Superphosph	Kali	Kalk	sonstige Futterm.
1919	Rüben							
1920	Kafer							
1921	Kartoffeln		Mist					
1922	Roggen		1 1/2 A Kalksp. 20%			1 1/2 A 40%		
1923	Gerste	2.4 90 Pf 23.9.33			9x9 1.50 A			
1924	Rüben	3.3 14 Pf 6.5.24	Mist		1.60 A Kalksp. 10%	2.50 A 18%	0.80 A 40%	
1925	Kafer	2.5 0.65 A 6.4.25			-90 A Kalksp. 10%			
1926	Getreide	2.5 -90 A				Thomas- mehl	in Kali	
1927	W. Gerste	2.2 -60 A 24.9.26			9x9 1.10 A			
1928	Roggen	1.5 -65 A 4.10.28			1.10 A Kalksp. 10%			
1929	Rüben		Mist		16.5 A 1.60 A	16.5 A 20%	20% Kalk- mehl	
1930	Kafer	2.6 -70 A 21.8.30			16.5 A 1.05 A	16.5 A 20%		
1931	Roggen	1.6 -65 A 3.10.30			16.5 A 1.15 A	16.5 A 20%		
1932	Kartoffeln		Mist					
1933	Wassermelonen Weizen	2.2 1. A 8.4.32				16.5 A 20%	16.5 A 20%	
1934	Rüben		Mist					
1935	W. Gerste	2.9 0.75 A			16.5 A 1. A	16.5 A 20%		

Bild: H.H. Steinmann

Strukturelle und funktionale Merkmale (7-jährige Muster)

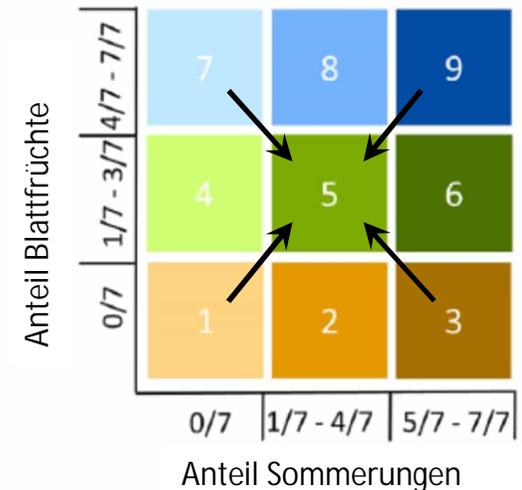
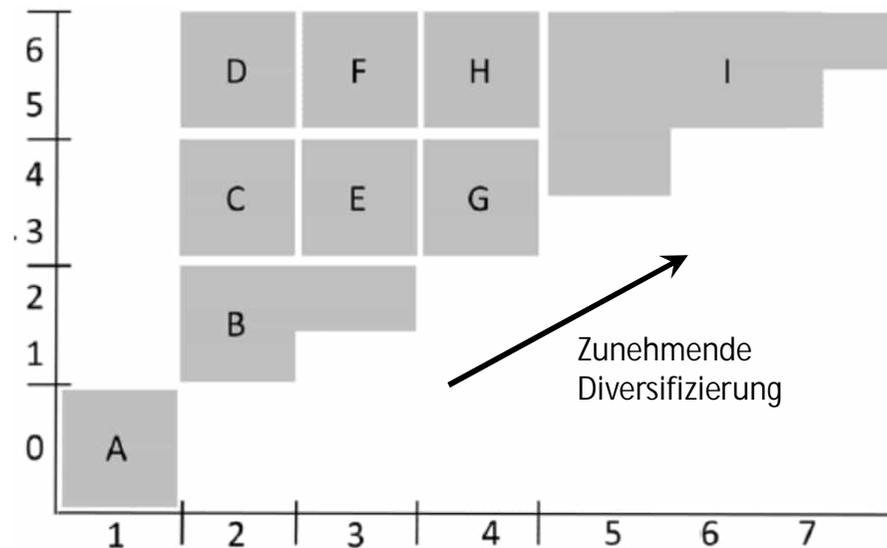
(Stein & Steinmann, 2018)

FLIKC.16	JAHR.N.4	KC.N.9.0	SHAPE_Lang.N.19.11	SHAPE_Area.N.19.11
DENILJ0404650032	2012	411	439.20475897300	11860.84494300000
DENILJ1040280112	2012	591	899.72930650500	24819.87746760000
DENILJ0414780098	2012	452	578.46701356300	15703.42739540000
DENILJ1022670011	2012	910	122.05799663600	245.19706353600
DENILJ0402630014	2012	115	440.05786823000	10663.83128320000
DENILJ09192750076	2012	131	282.77889437500	3678.626252117000
DENILJ0829740002	2012	452	227.85069259100	2412.42126223000
DENILJ0421810188	2012	452	276.39767876900	3043.12898177000
DENILJ1009330016	2012	452	287.93191521900	5259.06863074000
DENILJ0727630007	2012	452	665.00728797100	23717.803309540000
DENILJ0921190029	2012	411	1082.995094549000	21294.48949320000
DENILJ0324780147	2012	452	1930.53120183000	75694.27429510000
DENILJ0411220402	2012	452	568.170421154400	16151.93504830000
DENILJ0504080041	2012	452	1044.17620449000	18819.45576980000
DENILJ0525110003	2012	116	912.30966260900	49825.12941500000
DENILJ01061920023	2012	132	852.59287411700	26287.02259090000
DENILJ018410746	2012	131	832.21414580000	29765.26858580000
DENILJ0409020121	2012	452	632.21163845800	19345.46457900000
DENILJ0411190038	2012	411	490.44209870800	8023.95577091000
DENILJ034170183	2012	411	787.75896274200	24229.12029140000
DENILJ0338201002	2012	121	926.4612121400	28471.73936600000
DENILJ0810790009	2012	894	109.09102649100	171.12922719400
DENILJ0719150004	2012	452	429.74039021000	7181.98854424000
DENILJ0568450007	2012	311	665.77408273400	20195.39315088000
DENILJ0414150186	2012	452	742.79402702300	21195.39925444000
DENILJ0219270684	2012	411	417.96080981100	10899.3092640000
DENILJ0410020095	2012	411	248.3203202800	7222.1171648000
DENILJ02148540034	2012	424	575.50102042000	14075.12577800000
DENILJ01012320010	2012	941	282.85210424800	6999.20077796000
DENILJ0945180028	2012	411	600.93468873200	17579.28384420000
DENILJ0420292006	2012	451	270.2769527300	1094.53606676000
DENILJ0128100044	2012	115	829.8448176100	3260.75478010000
DENILJ0324660070	2012	411	457.43274098400	16480.80811590000
DENILJ0403040101	2012	452	456.66956298000	6182.94473262000
DENILJ0324160952	2012	424	597.06609481900	16387.45019990000
DENILJ0837750015	2012	195	1247.41594544000	83858.85937530000
DENILJ0521020138	2012	618	926.41622289000	30808.28419780000
DENILJ0119150099	2012	452	295.2471596300	6216.8223422000
DENILJ0509390432	2012	452	287.21258828900	8620.50783479000
DENILJ0518270001	2012	132	1145.75100149000	30079.95284490000
DENILJ0522630030	2012	452	184.64082600000	1813.67356214000
DENILJ0949620008	2012	311	1002.9969921000	80144.10869950000
DENILJ1144280003	2012	115	598.8328984500	20424.79424800000
DENILJ0727480002	2012	131	386.21989537800	5572.17285994000
DENILJ0528130040	2012	411	1548.63442398000	77252.96141180000
DENILJ0409081387	2012	411	405.11828915100	8882.03915915000
DENILJ0409230402	2012	452	881.23626976800	20896.91731190000
DENILJ0735190002	2012	452	450.21781128700	8799.01289639000
DENILJ0422700113	2012	131	636.8923782500	24928.89951610000
DENILJ076810004	2012	111	764.40021210500	22671.29789960000
DENILJ0461250099	2012	111	705.27340995000	21709.83320860000
DENILJ05611850023	2012	121	422.60927221500	8141.65011447000
DENILJ1161950020	2012	211	418.54834095500	11041.58122280000
DENILJ1141380054	2012	452	1015.4954872000	49310.34932030000
DENILJ05052500001	2012	452	631.99254747700	10489.91306020000
DENILJ0509410038	2012	452	421.23402181900	8514.95096744000
DENILJ0420040533	2012	452	1052.51860769000	40227.86994280000

Anzahl Fruchtwechsel

Strukturtypen

Funktionale Typen

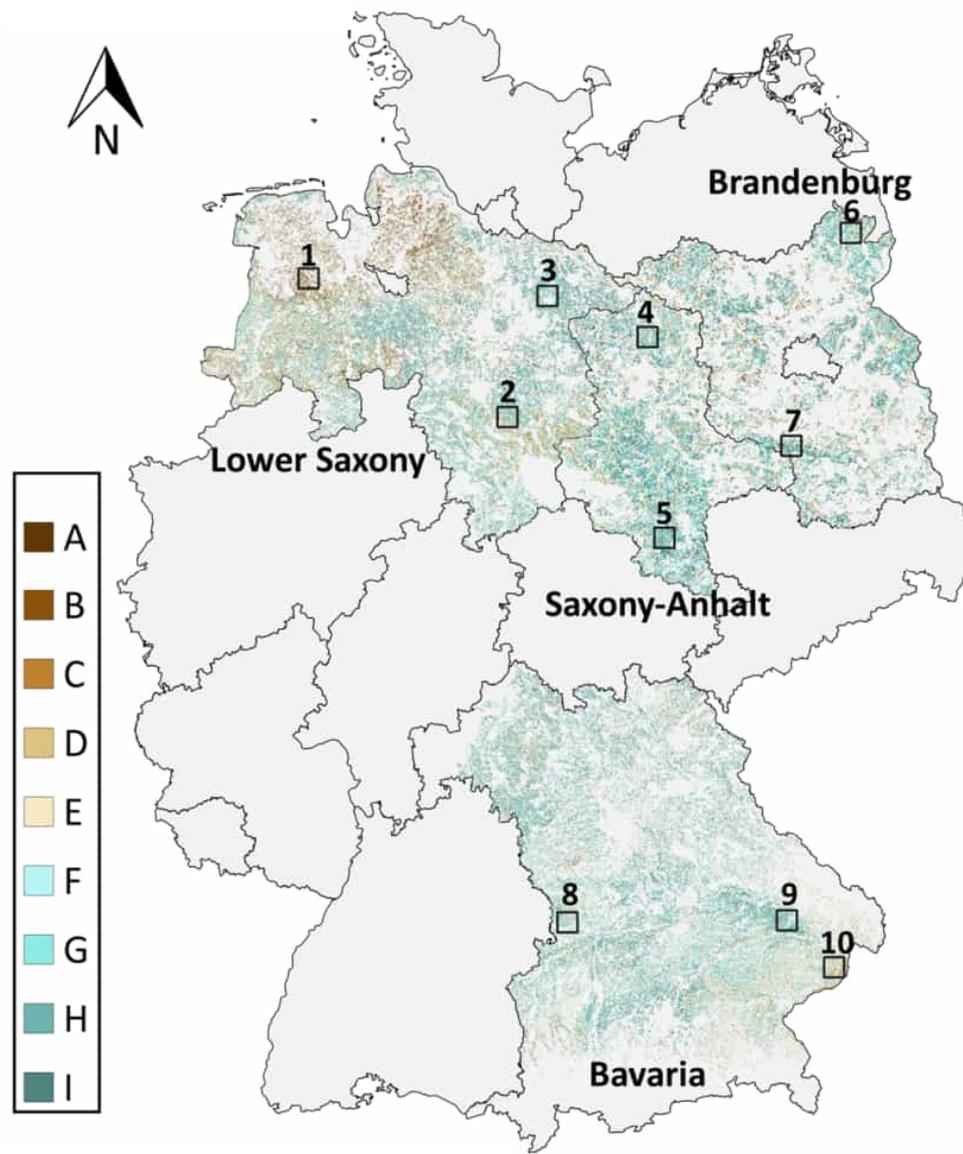
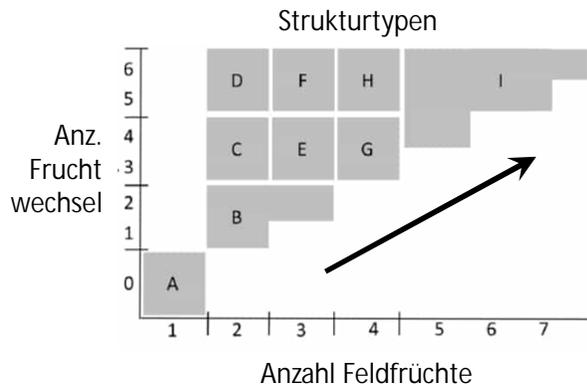


Auswertungen von InVeKoS-
Flächendaten (2005-2011; 2012-2018)
Niedersachsen: ca. 900.000 „Felder“
(Bayern: ca. 2.000.000)
12, bzw. 15 Fruchtartengruppen

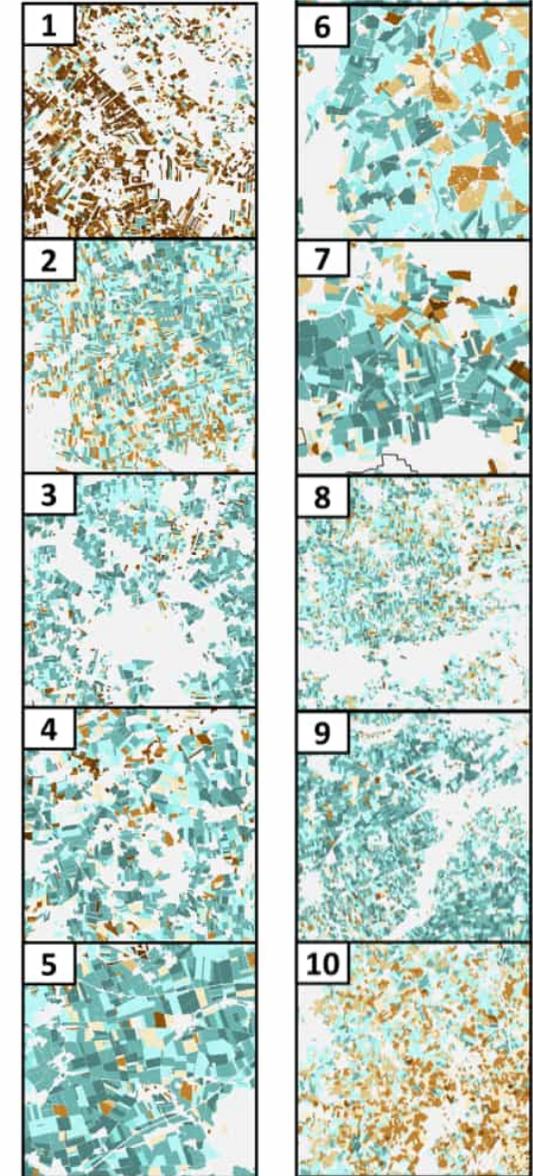
Anzahl Feldfrüchte

Fruchtfolgetypen

Strukturelle Vielfalt
(2012-2018)
(Jänicke et al. 2022)

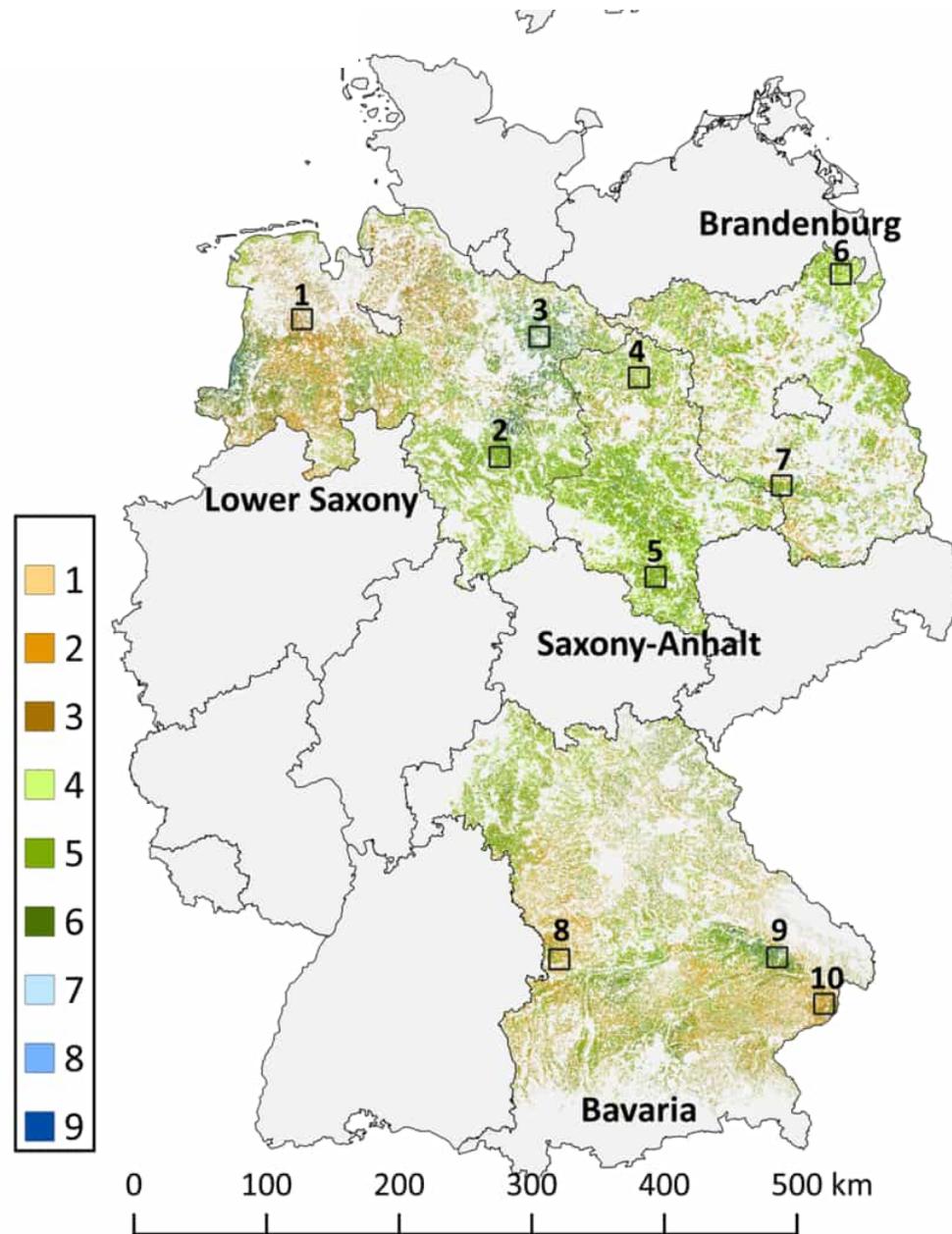
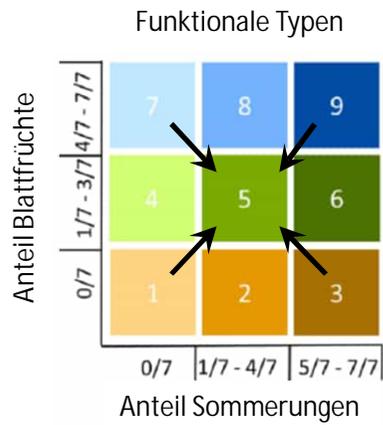


Struct. div.

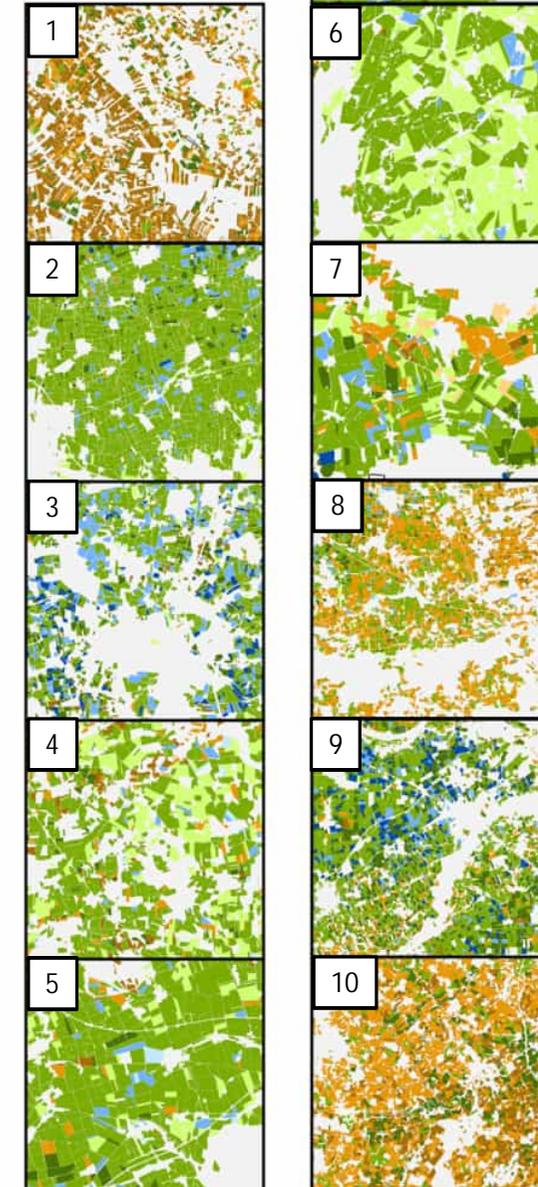


Fruchtfolgetypen

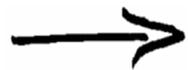
Funktionale Vielfalt
(2012-2018)
(Jänicke et al. 2022)



Funct. div.



Literaturübersichten zu Unkraut und Fruchtfolgen



Studie zu Samenvorrat nach 35 Jahren (USA, Cardina et al. 2002):

Einfluss Fruchtfolge größer als Bodenbearbeitung, aber Interaktionen

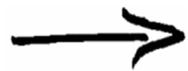
„Filtereffekt“



Studie zu Vegetation / Unkrautdichten nach 30 Jahren (SWE, Andersson & Milberg 1998):

Einfluss der Frucht größer als der Fruchtfolge

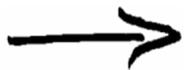
Zunahme von „Generalisten“



Studie zur Predation (Fraß durch Tiere) von Unkrautsamen (USA, Westerman et al. 2005):

Bessere Ökosystemleistungen in weiteren Fruchtfolgen

„Many little Hammers“



Metastudie zum Vergleich Rotation / Monokultur (Weltweit, Liebmann & Dyk, 1993):

Unkrautdichte: ↓ 21 Studien; = 5 Studien; ↑ 1 Studie

Samenvorrat: ↓ 9 Studien; = 3 Studien; ↑ 0 Studien

Schaffen von „diversen Mustern!“

Literaturübersichten zu Unkraut und Fruchtfolgen



Metastudie zum Vergleich simpler / diverser Rotationen in 54 Studien (Welt, Weisberger et al. 2019):

- *Diverse Fruchtfolgen haben niedrigere Unkrautdichten als simple Fruchtfolgen*
- *Unkrautunterdrückung diverser Fruchtfolgen ist wirksamer bei No-Till als bei regulärer Bodenbearbeitung*
- *Variation der Aussattermine ist wirksamer als Diversifizierung der Fruchtarten allein*

„Viele Wechselwirkungen“



Übersichtskapitel zu „Cover Crops in Anbausystemen“ (Welt, Teasdale et al. 2007):

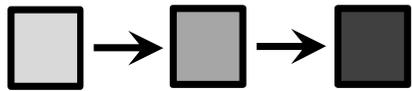
- *Lebende Deckfrüchte sehr effektiv zur Unkrautunterdrückung*
- *Nutzen kann auch in Nachteile umkippen*
- *Hohe Anforderungen an Management*

„Trade-offs“

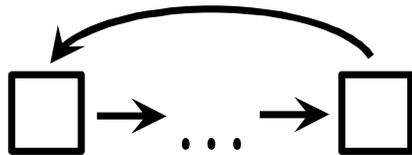
Gestaltungs- bzw. Wirkungsprinzipien von Fruchtfolgen



„Klassisches“ Prinzip (exakte Fruchtwahl)



Vorfruchtprinzip



Abstandsprinzip (Anbaupause)



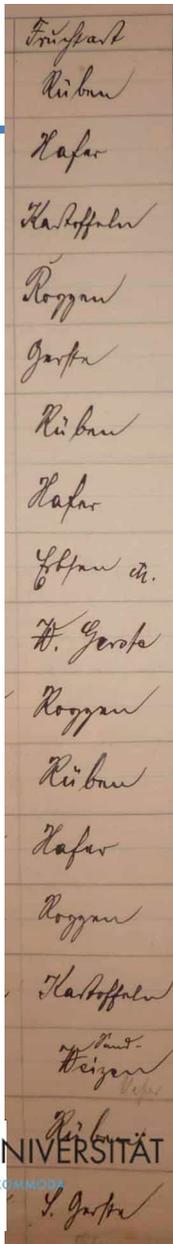
„Break-Crop“ Prinzip



Diversitätsprinzip



Phasenprinzip

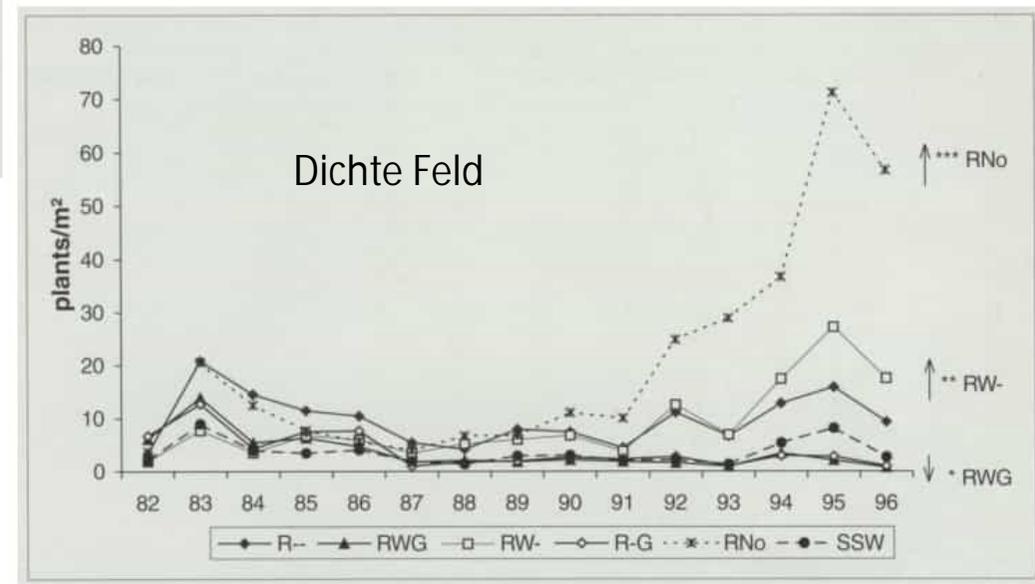
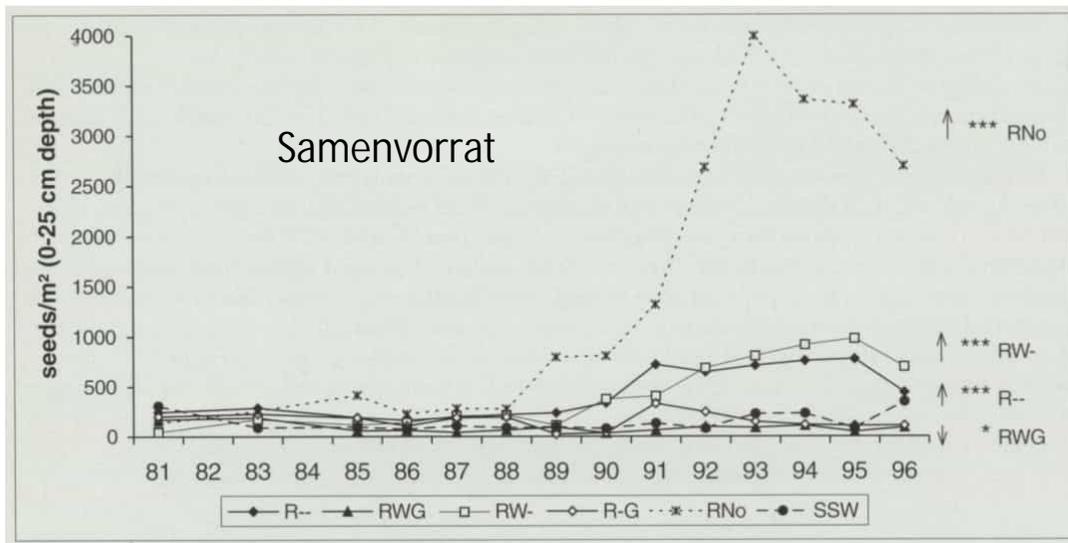


Populationsdynamik im Dauerversuch (Rüben-Weizen-Gerste)

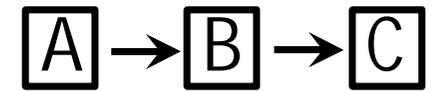


Dichte von Ackerstiefmütterchen im Samenvorrat und im Feldbestand

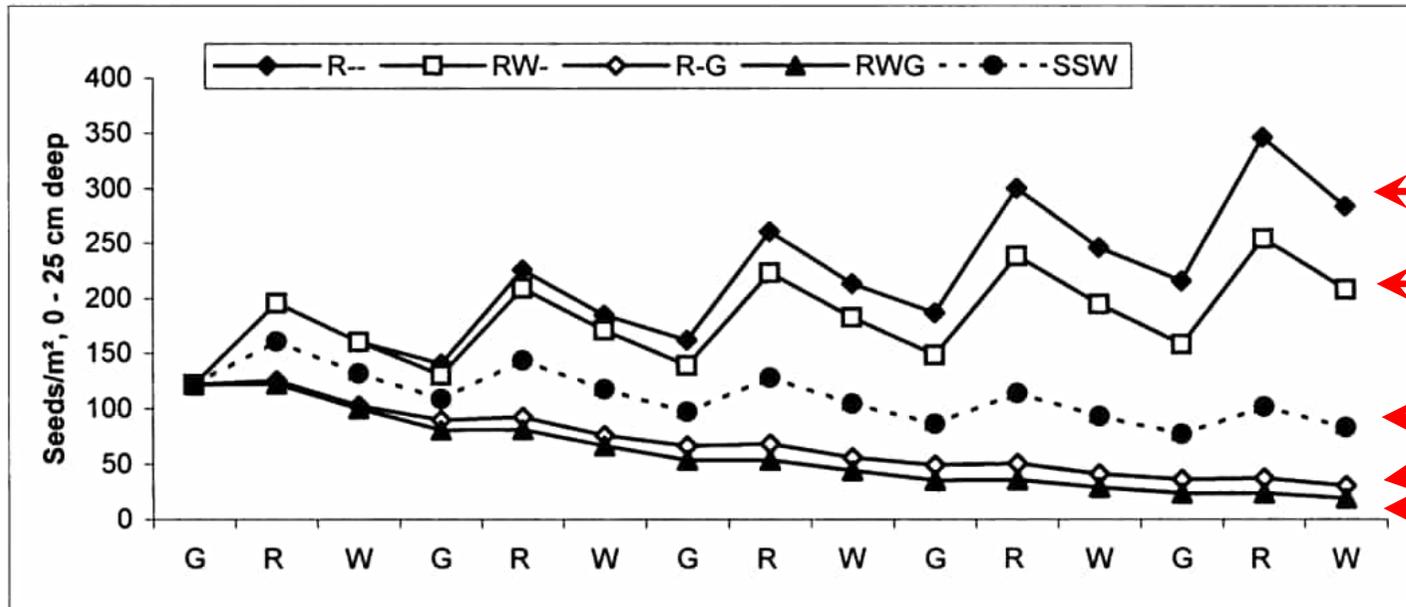
(Gerowitt & Bodendörfer 1998, 2001)



Populationsdynamik im Dauerversuch (Rüben-Weizen-Gerste)



(Gerowitt & Bodendörfer 1998, 2001)



Bekämpfung:

Nur in Rüben

Nicht in Gerste

Nach Schadensschwelle

Nicht in Weizen

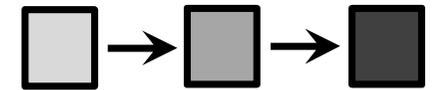
In allen Früchten

Samenvorrat von Ackerstiefmütterchen, modelliert

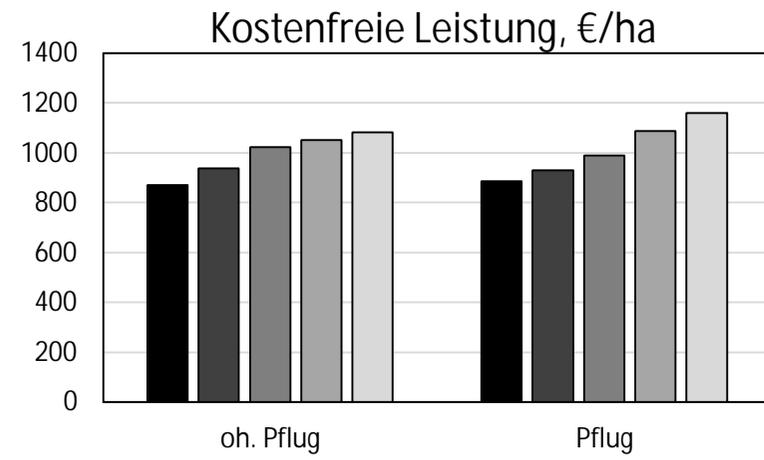
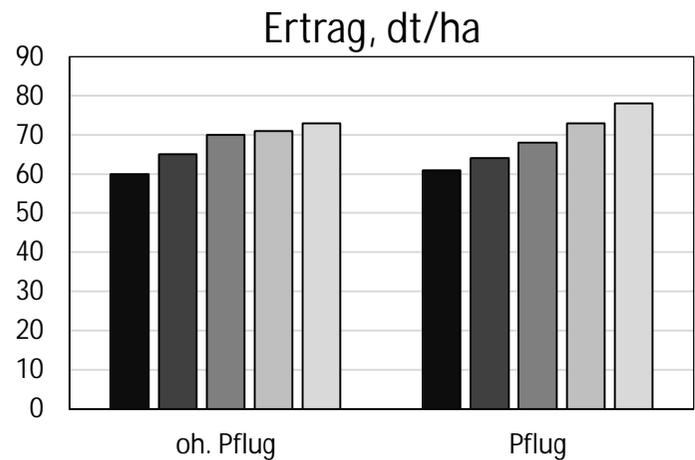
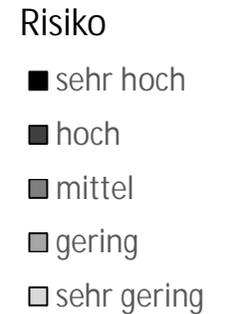
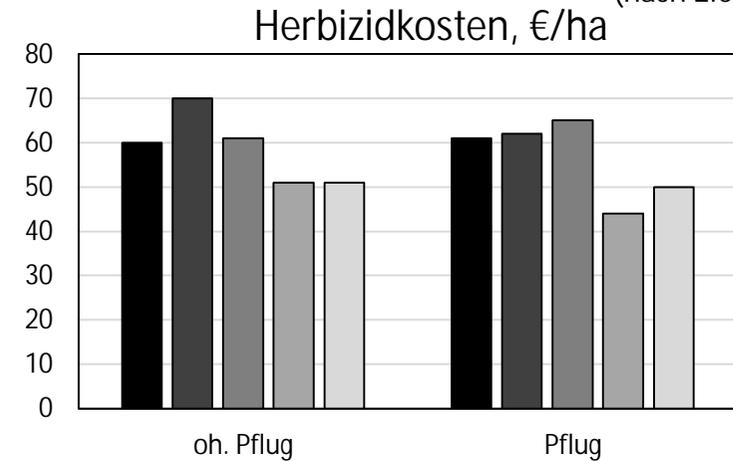
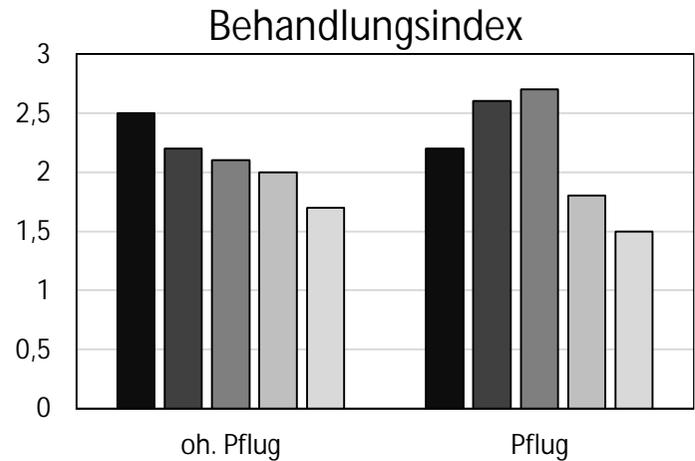
Abb. 4. Simulation der Entwicklung des Samenvorrates von *V. arvensis* im Boden in den Versuchsgliedern des Feldversuchs mit Standardparametern (Start-SB = 122 Samen/m², Wintergerste im Startjahr der Simulation, Simulationszeit = 15 Jahre, Bekämpfungserfolge gemäß Tab. 4 in GEROWITT and BODENDÖRFER 1998, G = Wintergerste, W = Winterweizen, R = Rüben).



Kennziffern von Winterweizen in Fruchtfolge-Risikoklassen



(nach Zieseimer & Andert 2020)



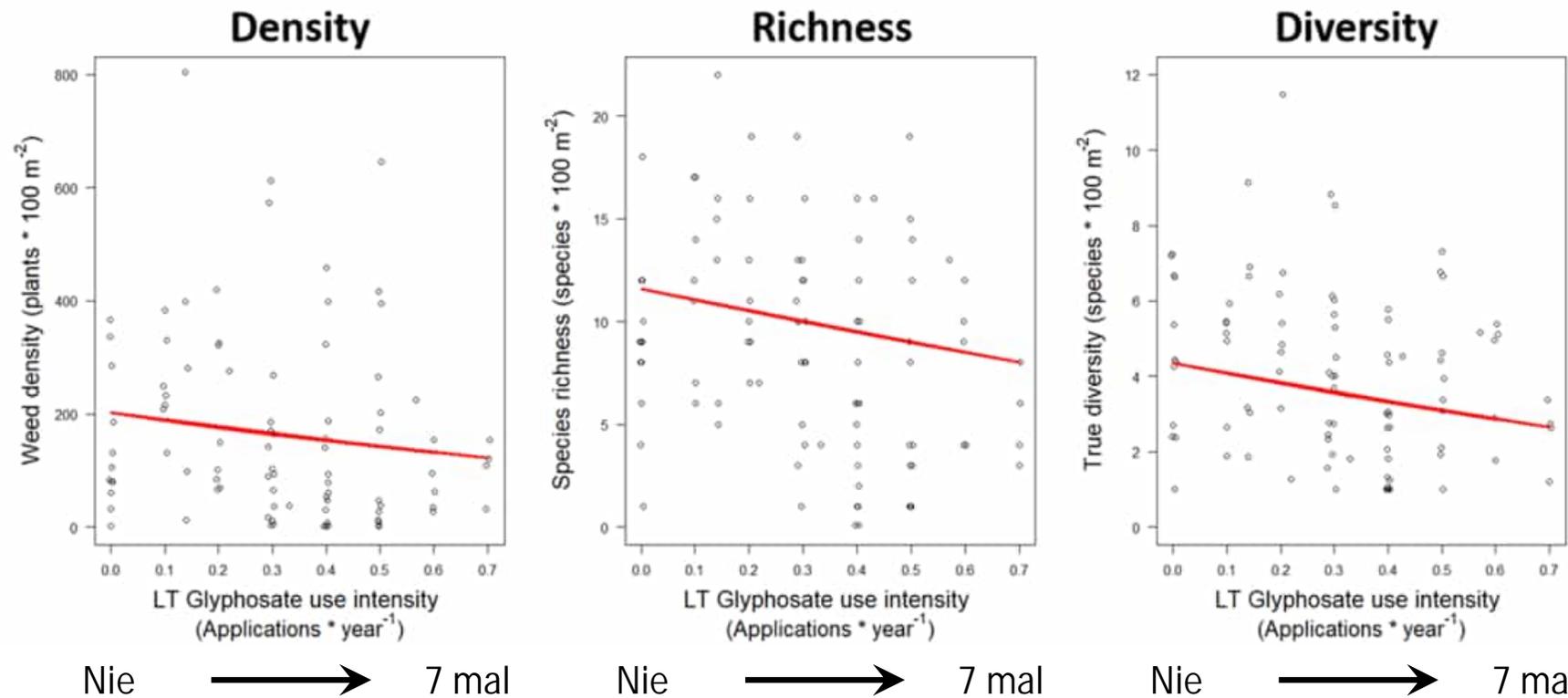
Auswertungen von Schlagkarteiaufzeichnungen aus Mecklenburg-Vorpommern, Referenzbetriebe des LALF, 2010-2018
n = 2258 Sequenzen

Anbauintensität, bzw. -diversität am Bsp. Glyphosat



(Andert et al. 2022)

Auswirkungen der Glyphosatanwendung der letzten 10 Jahre auf Monitoringflächen (Mecklenb.-Vorpommern)

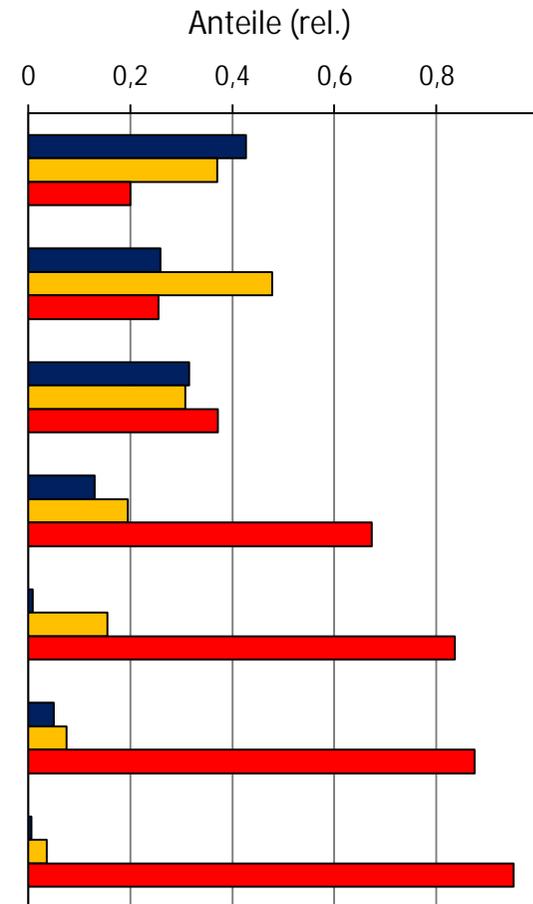


Glyphosat – Anwendercluster (n=1.700, Stand 2014)



(Wiese et al. 2016)

- „Kleine Betriebe“
- „Pfluglastige Betriebe mit diversen Fruchtfolgen“
- „Pfluglastige Betriebe mit einseitigen Fruchtfolgen“
- „Muchsaatbetriebe auf Gunststandorten“
- „Großbetriebe“
- „Betriebe mit sommerungslastigen Fruchtfolgen“
- „Rationalisierte Betriebe“



Anwendertypen

- Nicht (Kein Einsatz in akt. Saison)
- Wenig (Weniger Einsatzfläche als Median)
- Viel (Mehr Einsatzfläche als Median)

Glyphosat – Anwendercluster (n=1.700, Stand 2014)



- Diversität
- Fruchtwechsel

„Kleine Betriebe“

„Pfluglastige Betriebe mit diversen Fruchtfolgen“

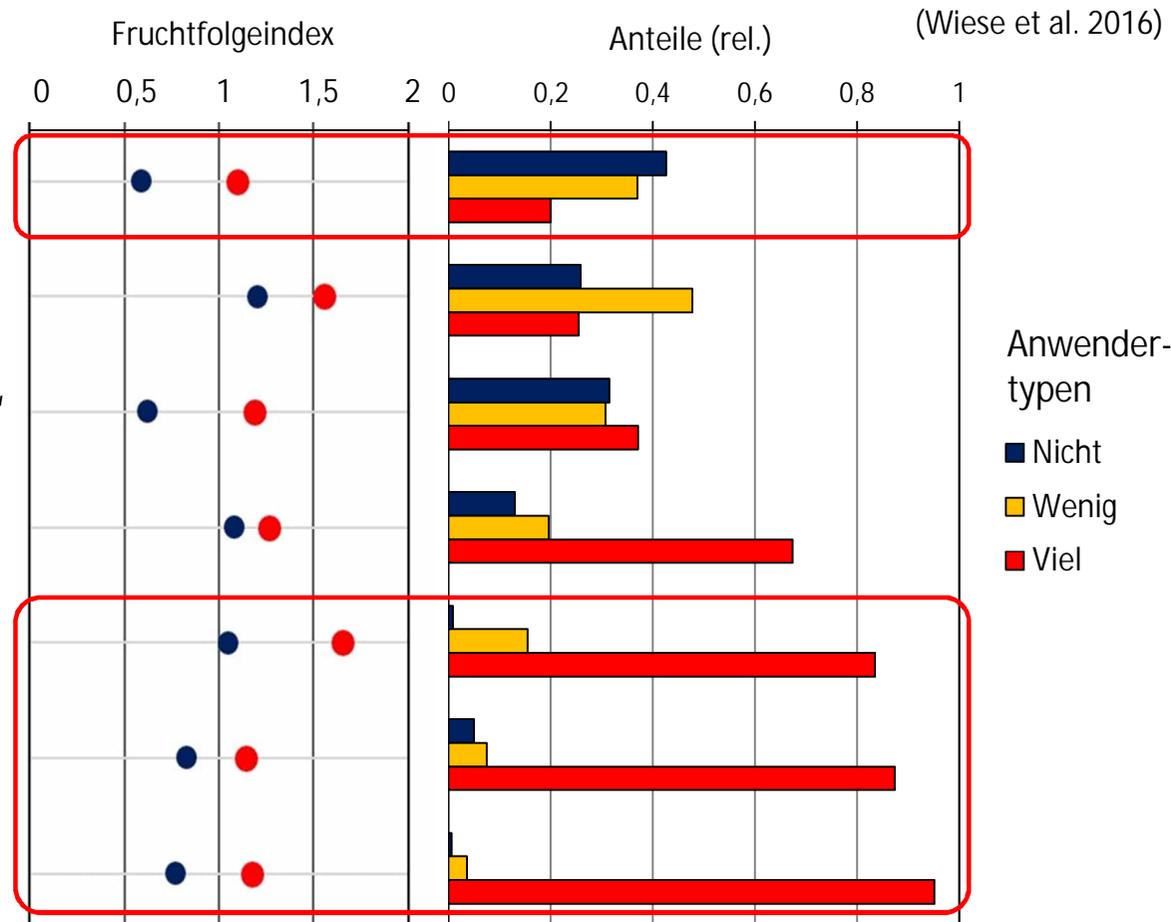
„Pfluglastige Betriebe mit einseitigen Fruchtfolgen“

„Muchsaatbetriebe auf Gunststandorten“

„Großbetriebe“

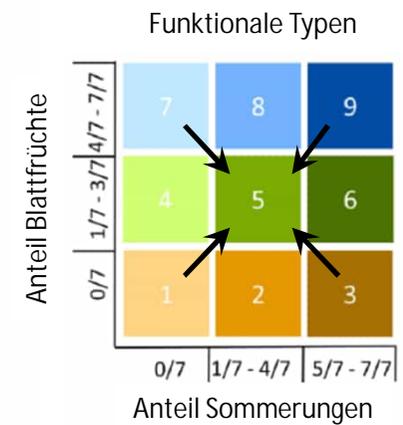
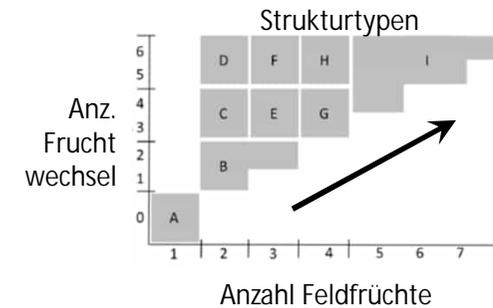
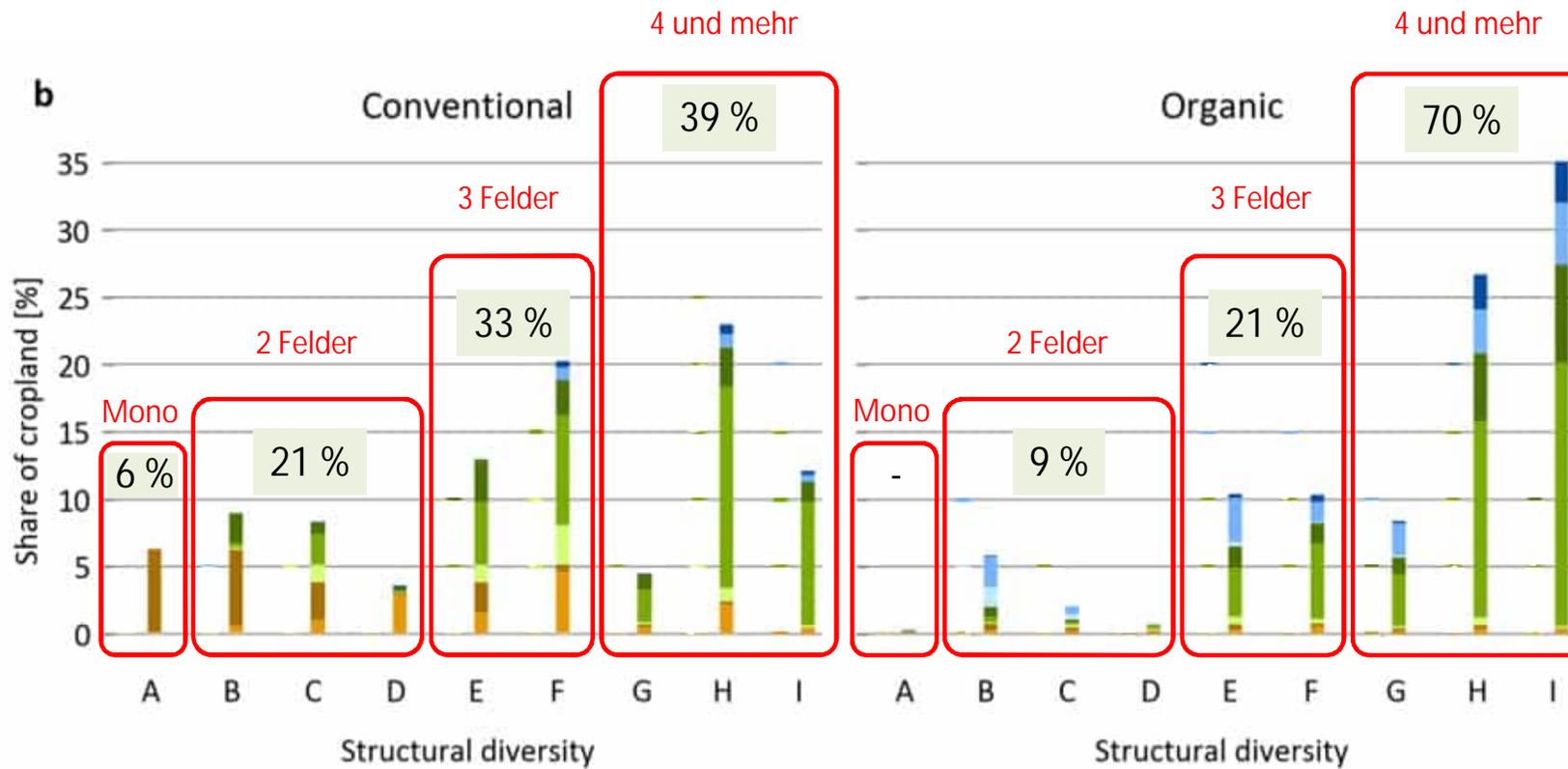
„Betriebe mit sommerungslastigen Fruchtfolgen“

„Rationalisierte Betriebe“



Fruchtfolgen Konventionell und Öko (Niedersachsen 2012-2018)

(Jänicke et al. 2022)



Hinweis: Aus der Originalgrafik wurde zur besseren Lesbarkeit die Säulengruppe „Brandenburg“ entfernt. Summencahlen sind gerundet.

Steinmann, Fruchtfolgen, Burg Warberg, Feb. 2024, 18

Herausforderungen

- Es gibt nicht „die Fruchtfolge“, sondern > 20.000 Kombinationen (in 7 Jahren)
- Wir haben immer noch zu enge Anbaufolgen (Daueranbau, 2-Felderfolgen)
- Viel Aufmerksamkeit für wirksame aber kurzfristige Lösungen (Herbizide)
- Fruchtfolgewirkungen nicht exakt vorhersagbar; Potenziale evtl. nicht genutzt
- Bewirtschaftung, Aussaatfenster und Phänologie ändern sich, dadurch veränderte Effekte
- Wenig Ressourcen für Dauerversuche
- Kreative Ideen sind gefragt (für Fruchtfolgen wie auch für Forschung zu Fruchtfolgen)
- Digitalisierung/Datensammeln auch für strukturierte Erkenntnisse über Fruchtfolgen nutzen

„Many little Hammers“ – Welcher Hammer ist die Fruchtfolge?



Bild: H.H. Steinmann

Steinmann, Fruchtfolgen, Burg Warberg, Feb. 2024, 20

Fruchtfolge ist nicht alles; aber ohne Fruchtfolge ist alles nichts

Dank für Daten:



Niedersachsen



Alle Fotos: H.H. Steinmann

Steinmann, Fruchtfolgen, Burg Warberg, Feb. 2024, 21