



Der DOK-Versuch

42 Jahre biologischer und konventioneller Anbau im Vergleich

Andreas Fliessbach, Astrid Oberson, Klaus Jarosch, Jochen Mayer, Hans-Martin Krause, Paul Mäder

Geschichte und Hintergrund

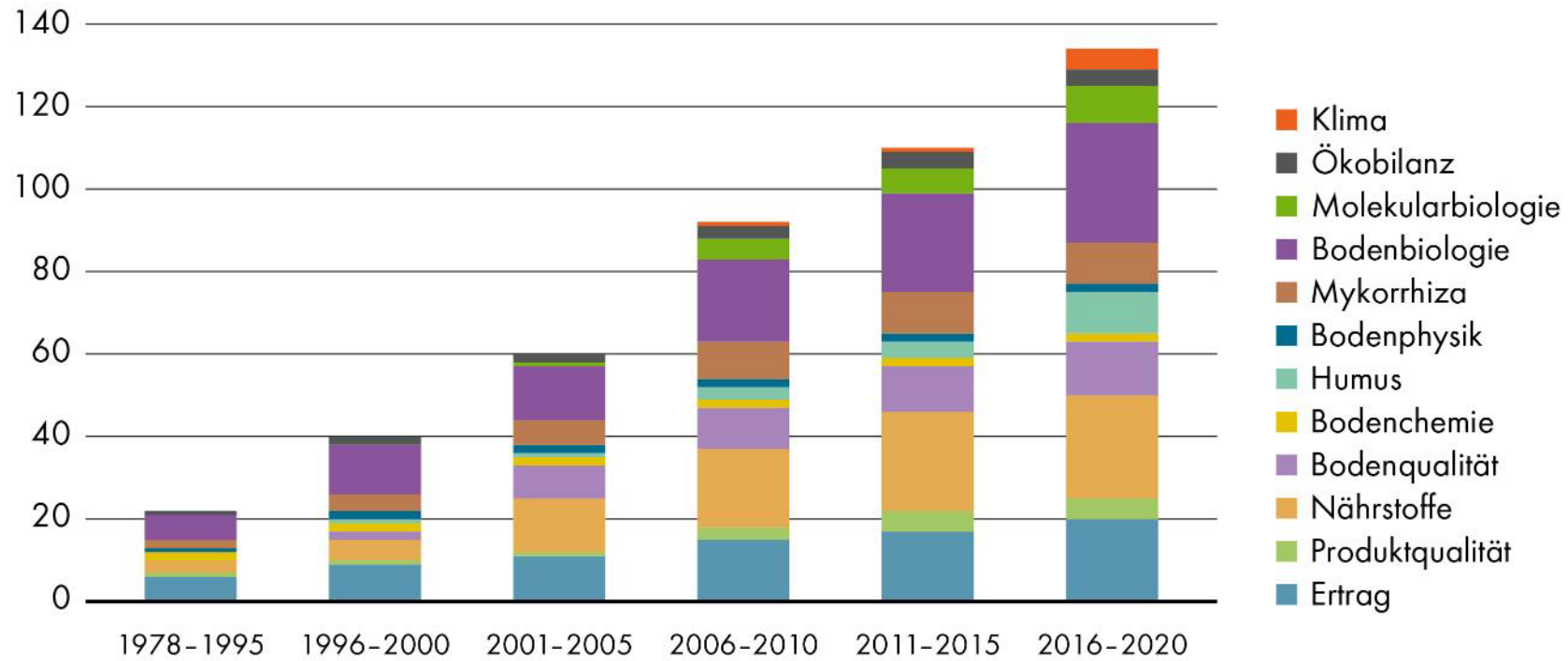
- Seit 1978
- **Ansatz:** Systemvergleich
- Begleitet durch Landwirtschaftliche Expertengruppe
- **Ursprüngliches Ziel:** Prüfung der Machbarkeit des biologischen Landbaus
- **Heute:** Forschungsplattform für die Funktionsweise landwirtschaftlicher Systeme

FiBL



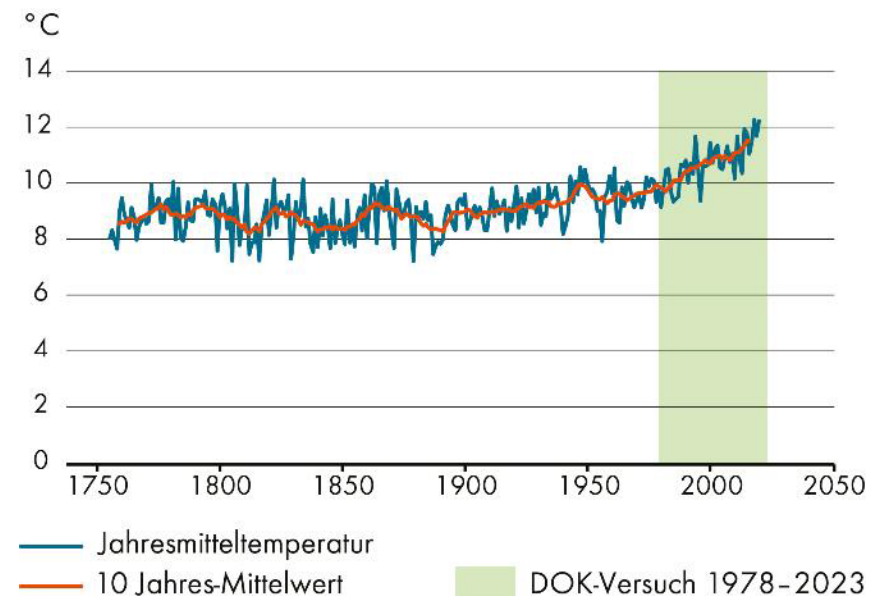
Publikationen

Kumulierte Anzahl Publikationen



Standort und Klima

- Südlich von Basel zwischen Therwil und Biel Benken gelegen
- Mittlerer Jahresniederschlag von 872 mm
- Steigende Temperaturen im Laufe des Versuchs
- Mittlere Jahrestemperatur: (10-Jahres-Durchschnitt)
1978: **9,9 °C**
2016: **11,5 °C**



Versuchsaufbau

- Bodentyp: pseudovergleyte Parabraunerde
- Bodenart:
 - Sand 12 %
 - Schluff 72 %
 - Ton 16 %
- Gleiche Fruchtfolge und Bodenbearbeitung in allen Systemen
- Nachahmung zertifizierter Anbausysteme



Anbausysteme

BIODYN (D)

biodynamisch (Demeter)

BIOORG (O)

biologisch organisch
(Bio Suisse)

CONFYM (K)

konventionell (IP Suisse)

CONMIN (M)

konventionell,
rein mineralisch gedüngt

Anbausystem	NOFERT	BIODYN		BIOORG		CONFYM		CONMIN
Dünger-Grossvieh-einheiten pro Hektar	-	0,7	1,4	0,7	1,4	0,7	1,4	-
Düngung								
Hofdünger	-	Mistkompost und Gülle		Rottemist und Gülle		Stapelmist und Gülle		-
Mineraldünger	-	Gesteinsmehl		Gesteinsmehl Kalimagnesia		Harnstoff, Ammonium-Nitrat, Calcium-Ammonium-Nitrat, Triple-Superphosphat, Kaliumchlorid		
Pflanzenschutz								
Unkrautkontrolle	Mechanisch durch Striegel und Hacken				Mechanisch und Herbizide			
Pflanzenkrankheiten	-	Indirekte Massnahmen		Indirekte Massnahmen, Kupferpräparate zu Kartoffel		Fungizide		
Schädlinge	Biocontrol (<i>Bacillus thuringiensis</i>), Pflanzenextrakte, vorbeugende Massnahmen				Insektizide, Biocontrol, Schneckenkörner und vorbeugende Massnahmen			
Besonderheiten	Biodynamische Präparate			-		Wachstumsregulatoren		

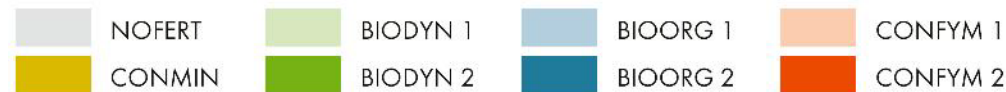
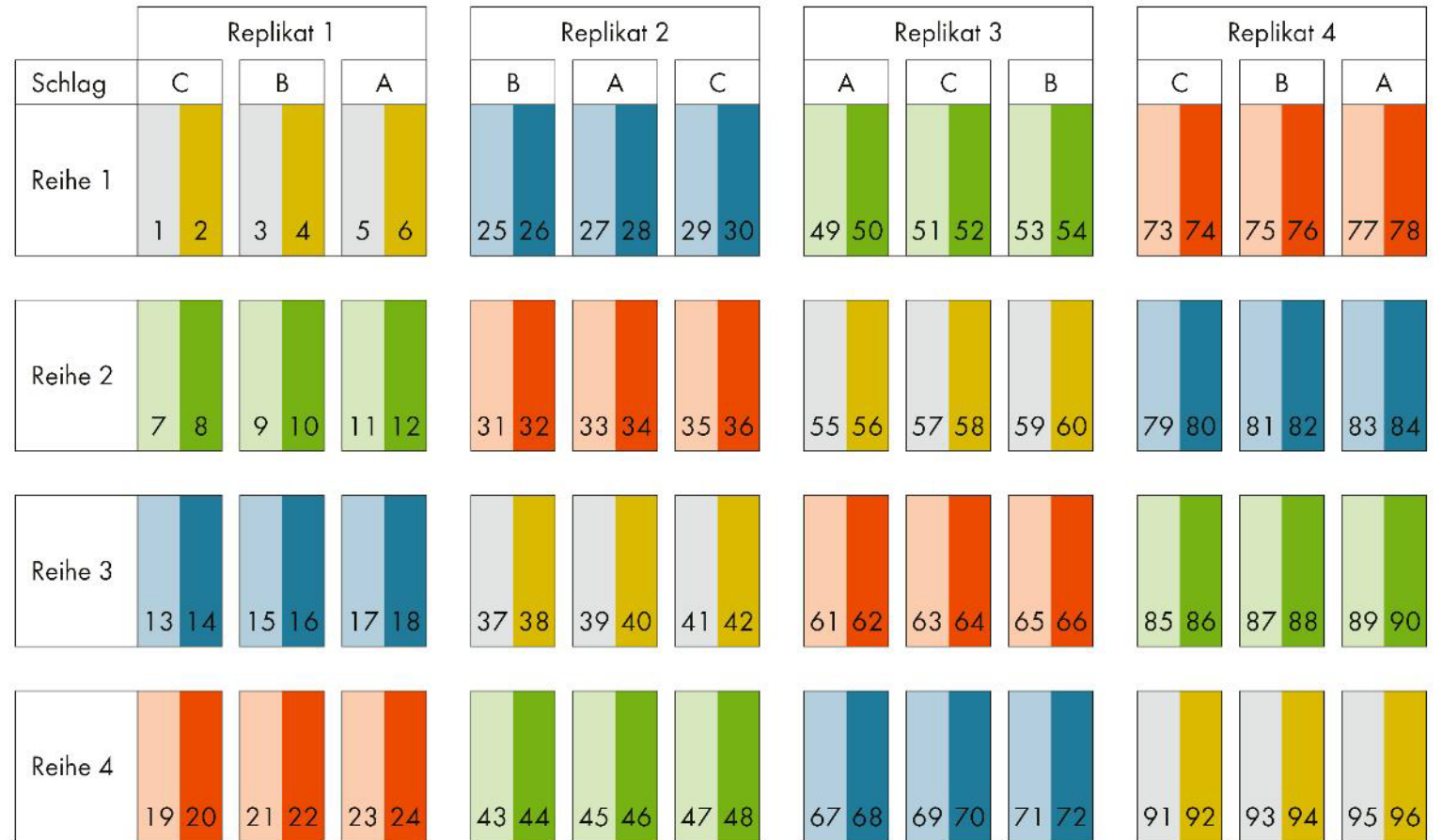
Mäder et al. (2002): Science

Parzellenplan

- 8 Verfahren auf 3 Schlägen (A, B, C)
- Untergliedert in 4 Reihen und 4 Replikate
- 96 Einzelparzellen (5x20m)
- Düngintensität

0,7 DGVE, 1,4 DGVE
(1 = halb, 2 = praxisüblich)

DGVE= Düngegrossvieheinheit



Fruchtfolge

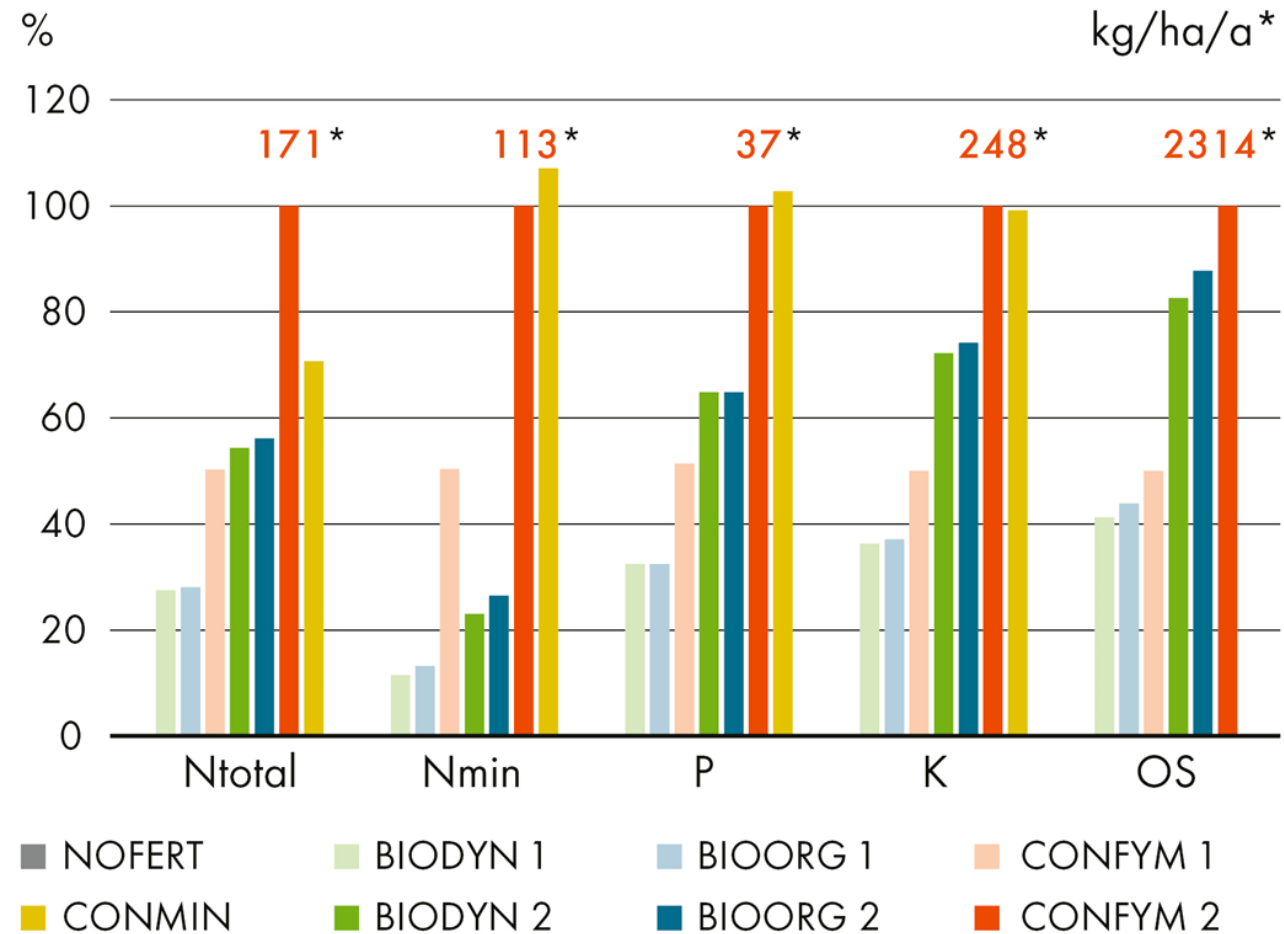
- Gleiche Fruchtfolge in allen Systemen
- Angepasst nach jeder Fruchtfolgeperiode (FFP)
- 7. FFP (2020-2026) ähnlich der 6. FFP

Jahr	1. FFP 1978–1984	2. FFP 1985–1991	3. FFP 1992–1998	4. FFP 1999–2005	5. FFP 2006–2012	6. FFP 2013–2019
1	Kartoffel	Kartoffel	Kartoffel	Kartoffel	Silomais	Silomais
	Gründüngung	Gründüngung	Gründüngung			Gründüngung
2	Winterweizen 1	Winterweizen 1	Winterweizen 1	Winterweizen 1	Winterweizen 2	Soja
	Zwischenfutter	Zwischenfutter	Zwischenfutter	Gründüngung	Gründüngung	
3	Weisskohl	Randen	Randen	Soja	Soja	Winterweizen 1
				Gründüngung	Gründüngung	Gründüngung
4	Winterweizen 2	Winterweizen 2	Winterweizen 2	Silomais	Kartoffel	Kartoffel
5	Gerste	Gerste	Kleegras 1	Winterweizen 2	Winterweizen 2	Winterweizen 2
6	Kleegras 1	Kleegras 1	Kleegras 2	Kleegras 1	Kleegras 1	Kleegras 1
7	Kleegras 2	Kleegras 2	Kleegras 3	Kleegras 2	Kleegras 2	Kleegras 2

Düngung

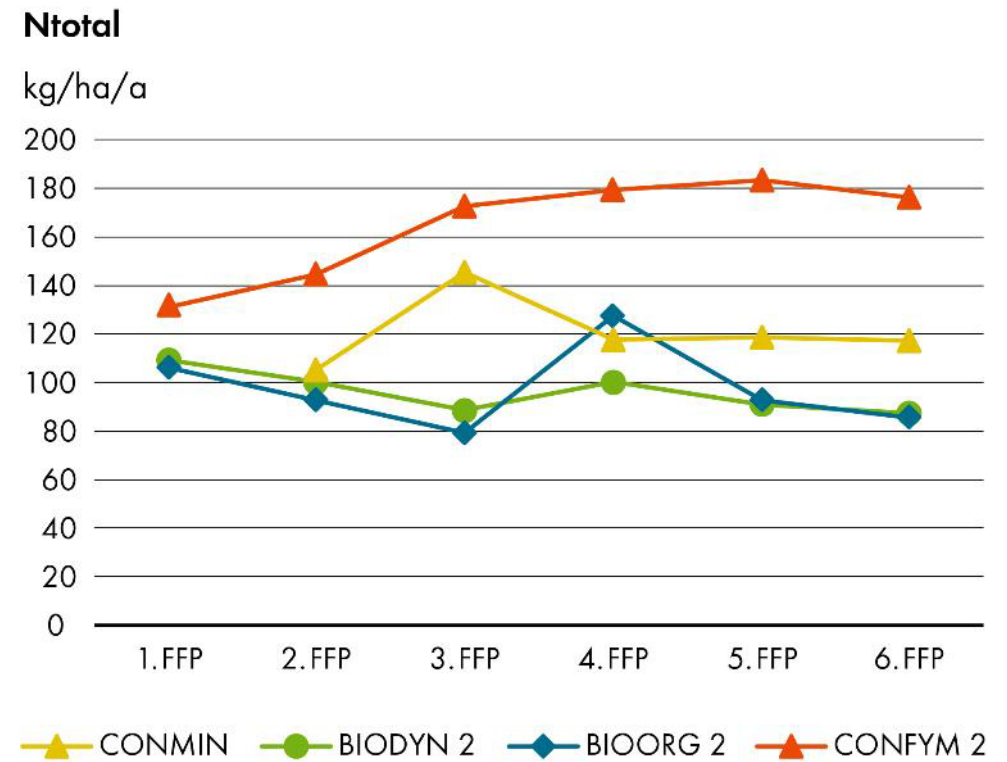
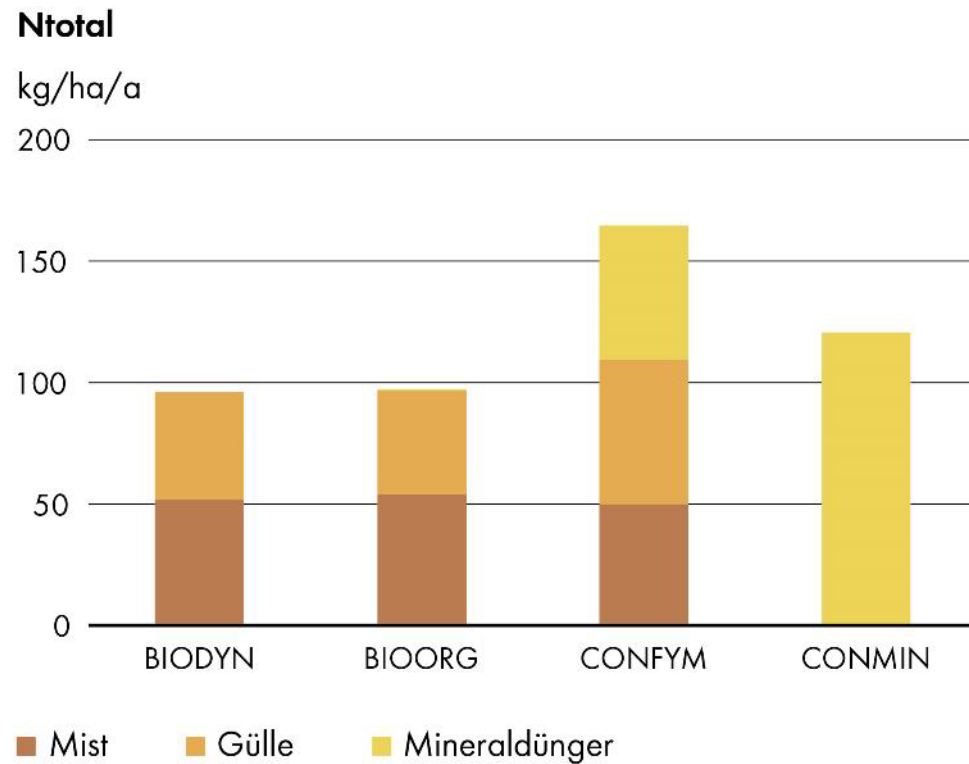
- Dünger unterscheiden sich behandlungsspezifisch in Kompostierungsdauer und Belüftung
- Organisch gedüngte Systeme mit 0,7 DGVE erhalten die Hälfte des Nährstoffeintrags

Mittlere jährliche Nährstoffeinträge (FFP 2-6)



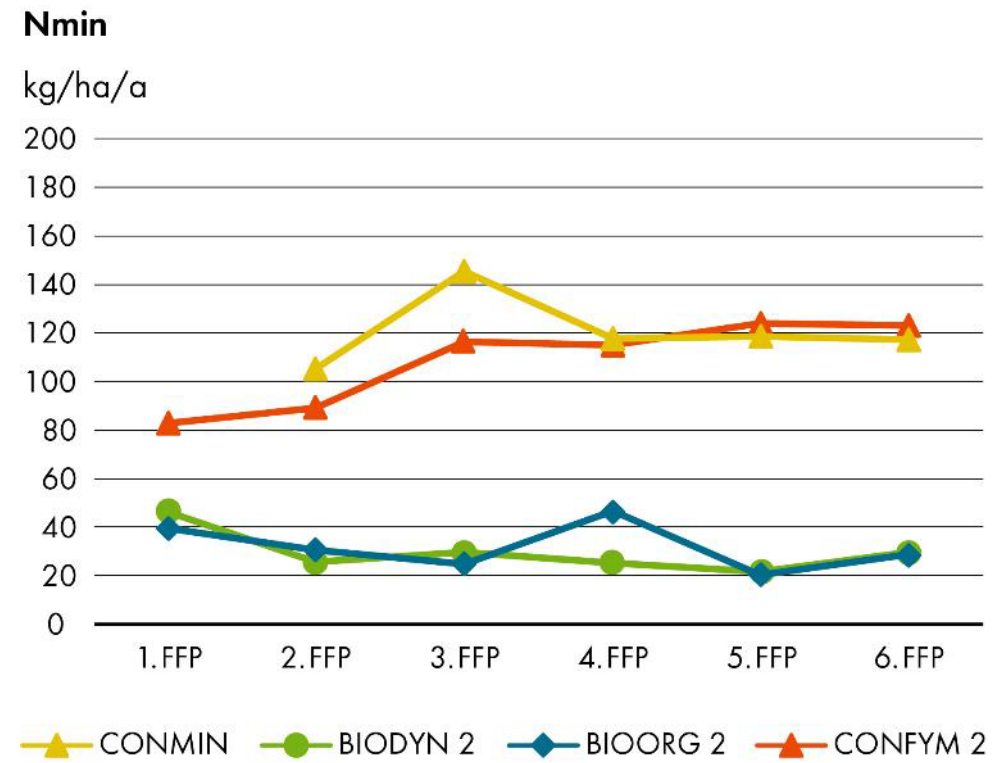
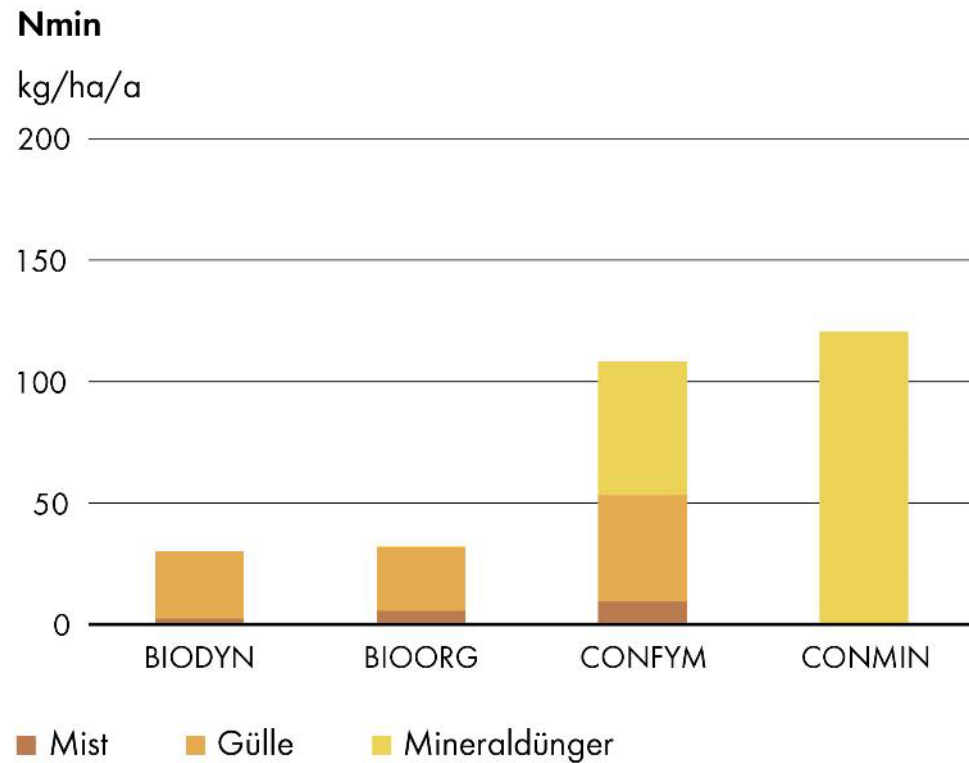
Stickstoffdüngung

Quellen und Entwicklung des totalen Stickstoffeintrags in Mist, Gülle und Mineraldünger



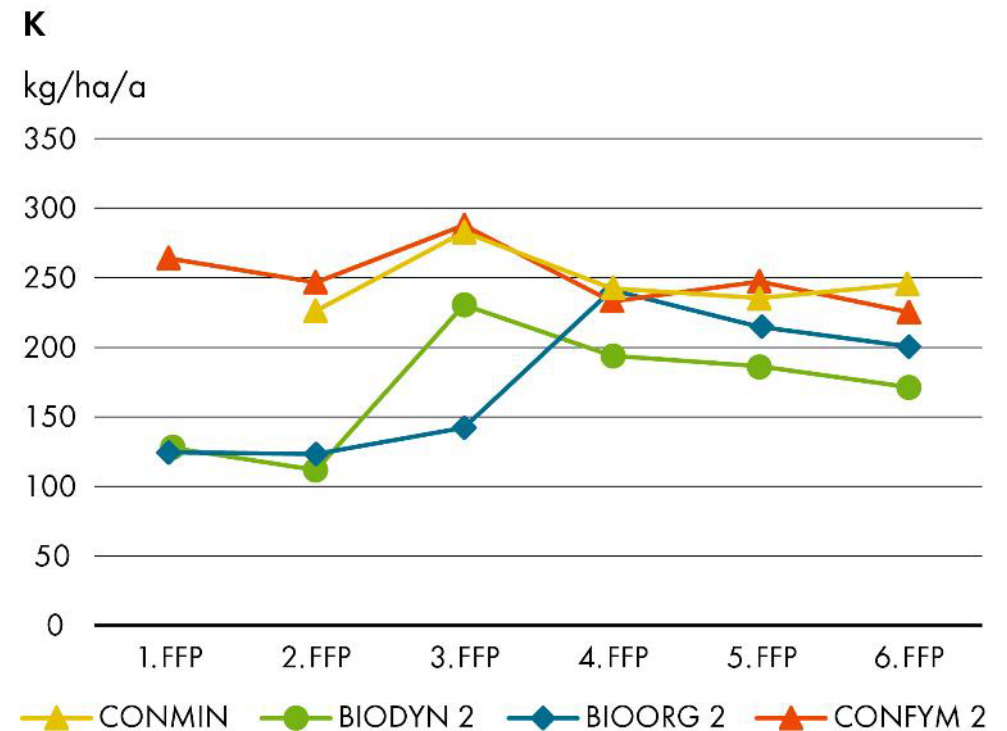
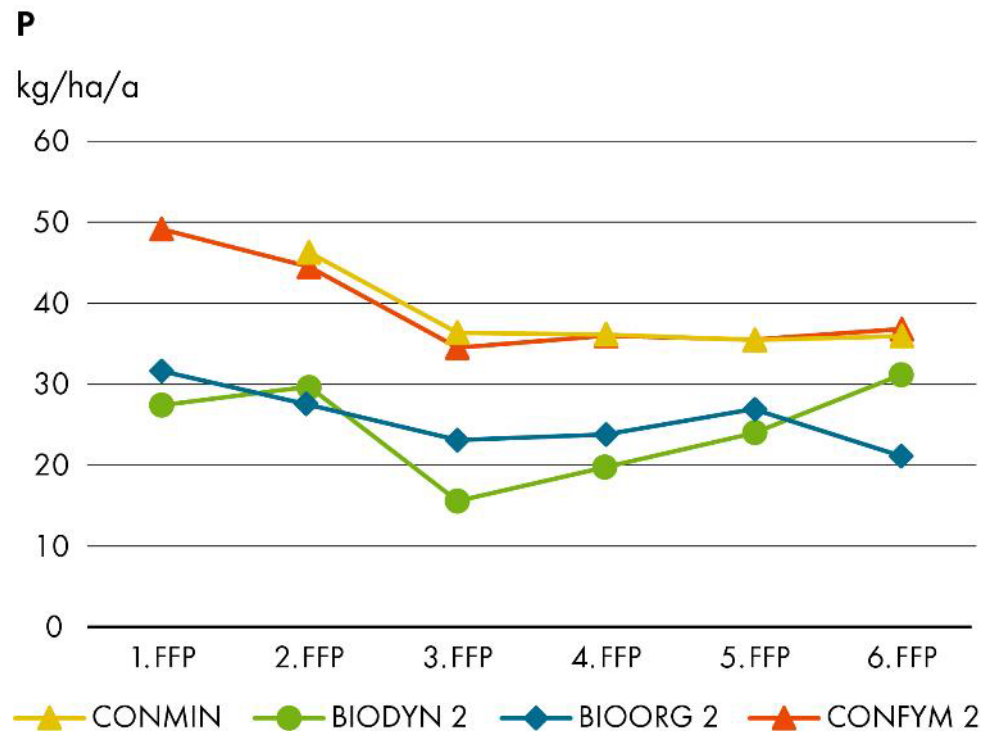
Stickstoffdüngung

Quellen und Entwicklung des mineralischen Stickstoffeintrags in Mist, Gülle und Mineraldünger

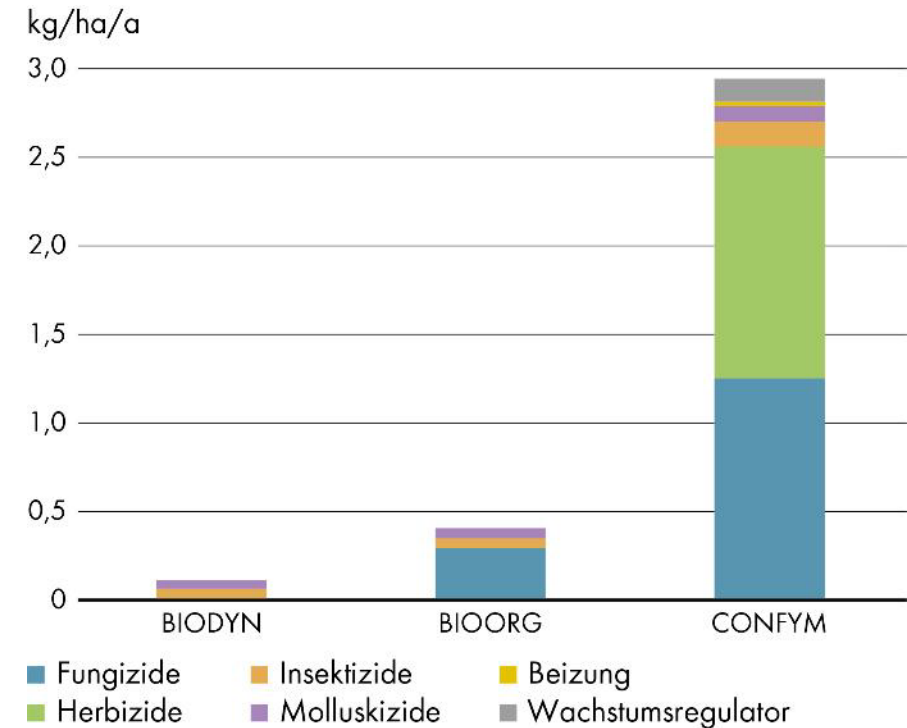
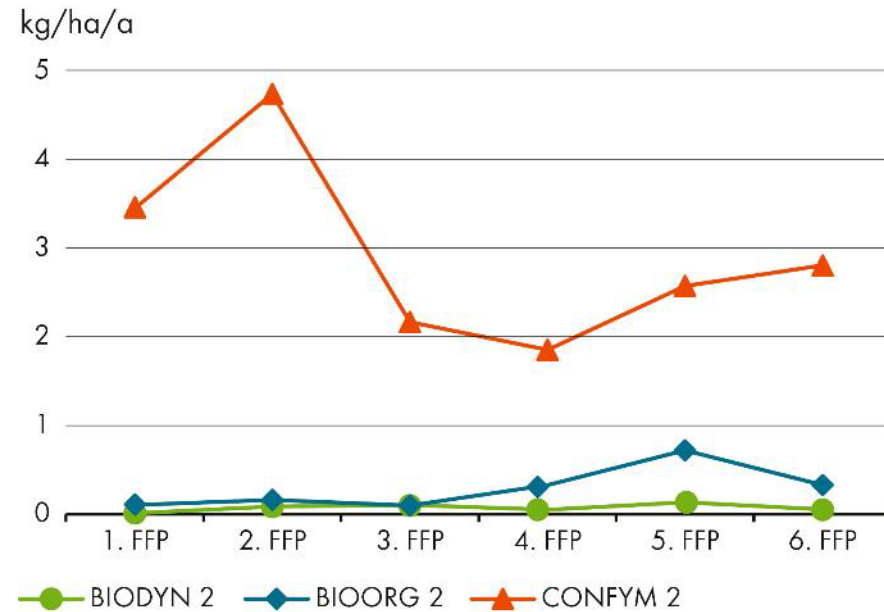


Düngung mit Phosphor und Kali

Entwicklung des Phosphor- und Kaliumeintrags



Pflanzenschutz

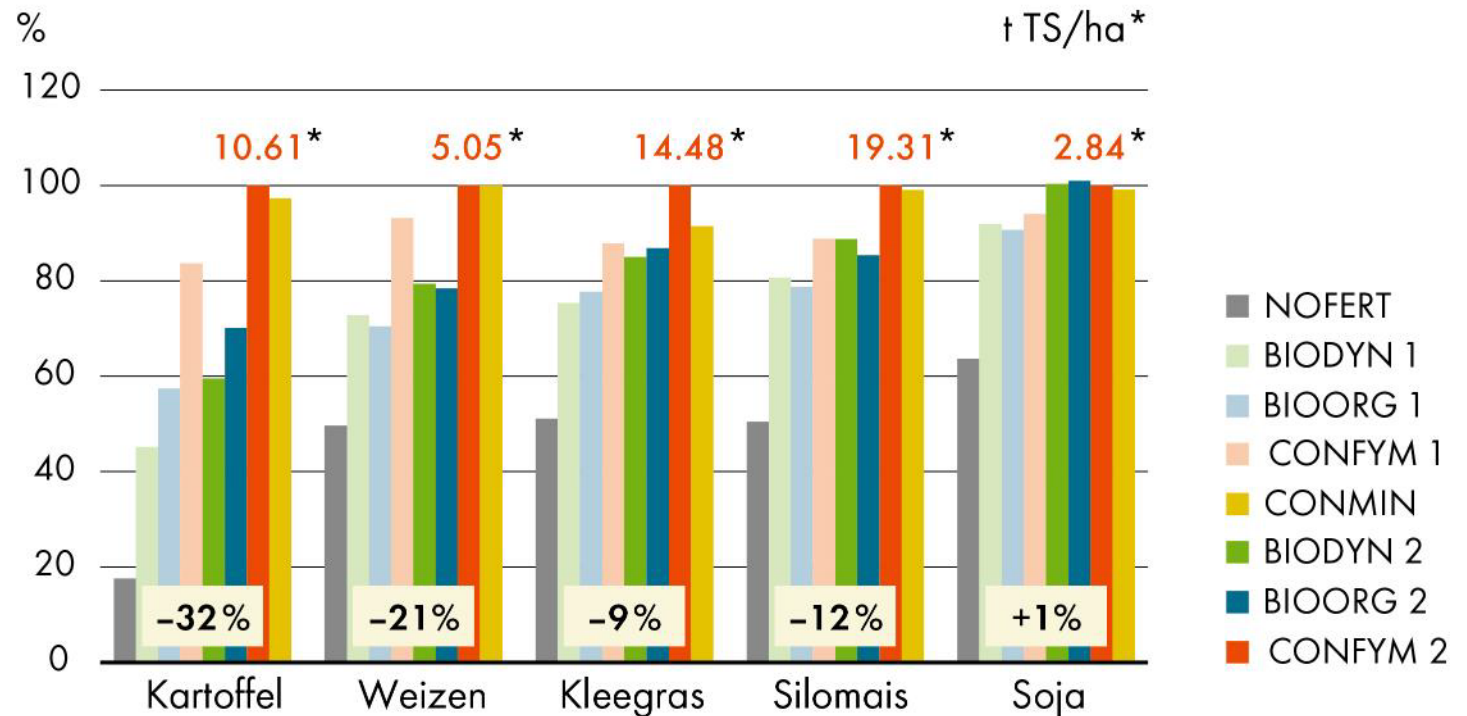


- In kg Aktivsubstanz je Hektare
- Geringerer Pestizideinsatz in CONFYM/CONMIN ab der 3. FFP, aber steigende Anzahl von Anwendungen
- 92 % weniger Pestizide in BIODYN/BIOORG im Vergleich zu CONFYM/CONMIN

Erträge

- Ertragsunterschied nimmt in Abhängigkeit von der Kultur ab:
Kartoffel > Weizen > Mais > Klee gras > Sojabohne
- 15 % Ertragsunterschied für BIO im Vergleich zu CON bei 1,4 DGVE über alle Kulturen (FFP 1-6)

Ernteertrag (relativ zu CONFYM 2)

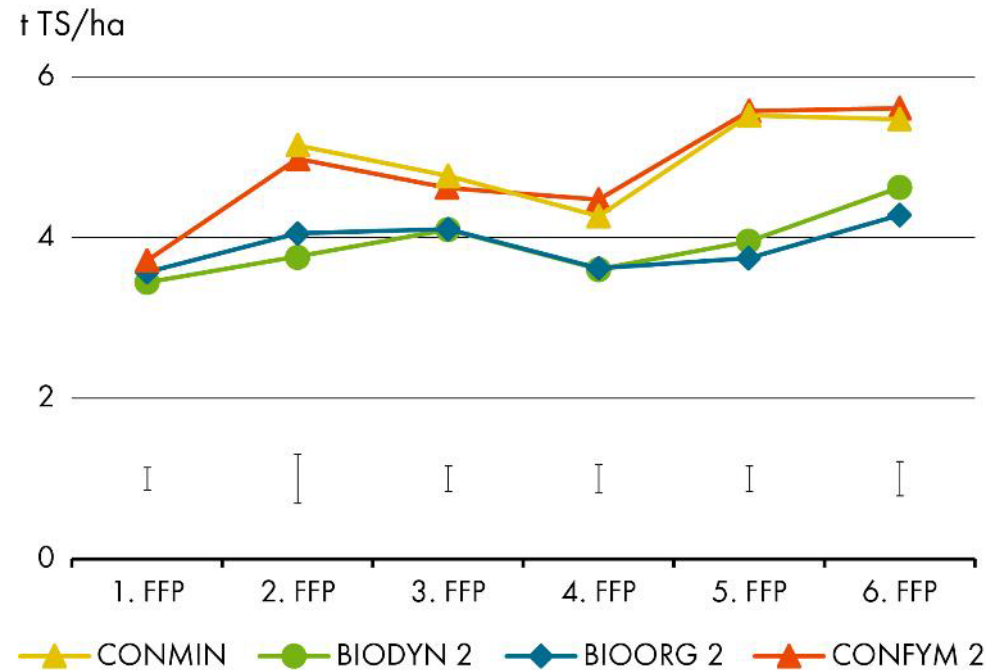


[Knapp et al. \(2023\): Field Crops Research](#)

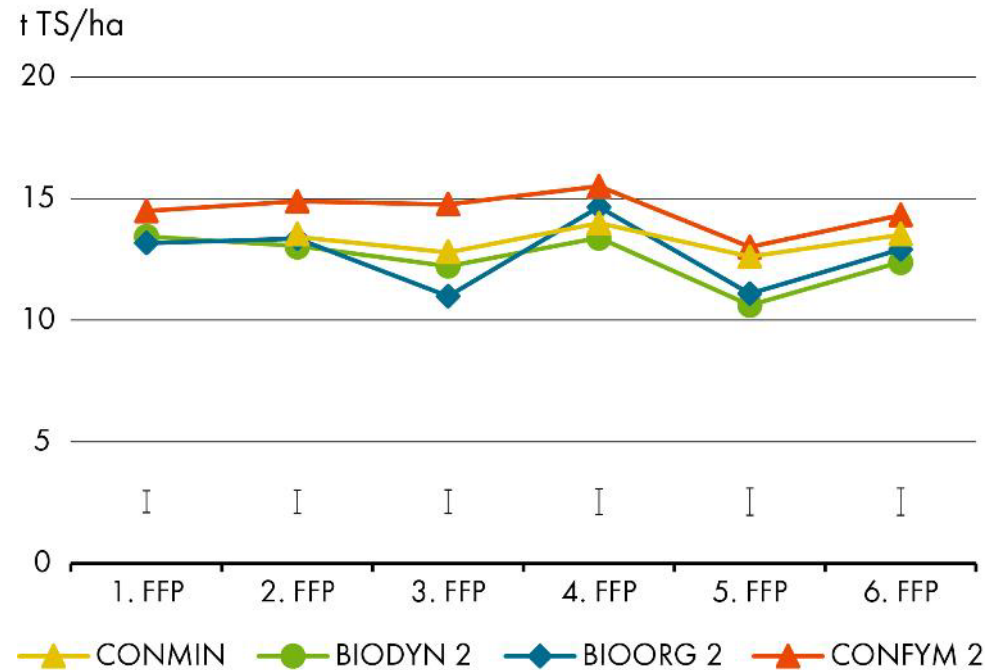
Erträge

Mittlere Weizen- und Kleeerträge pro Fruchtfolgeperiode (FFP)

Ertrag Winterweizen



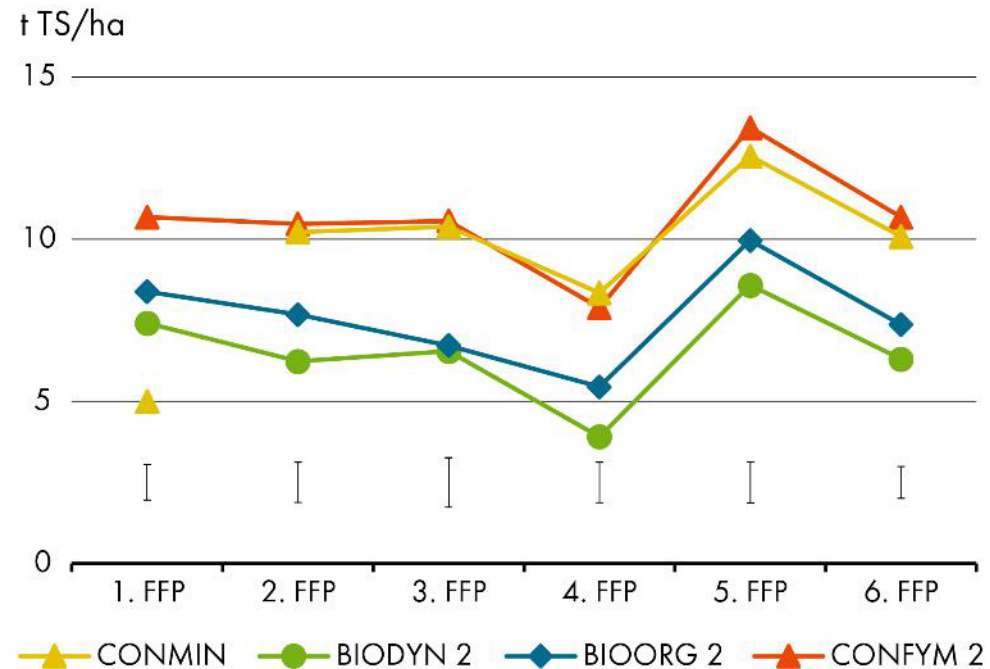
Ertrag Kleeertrag



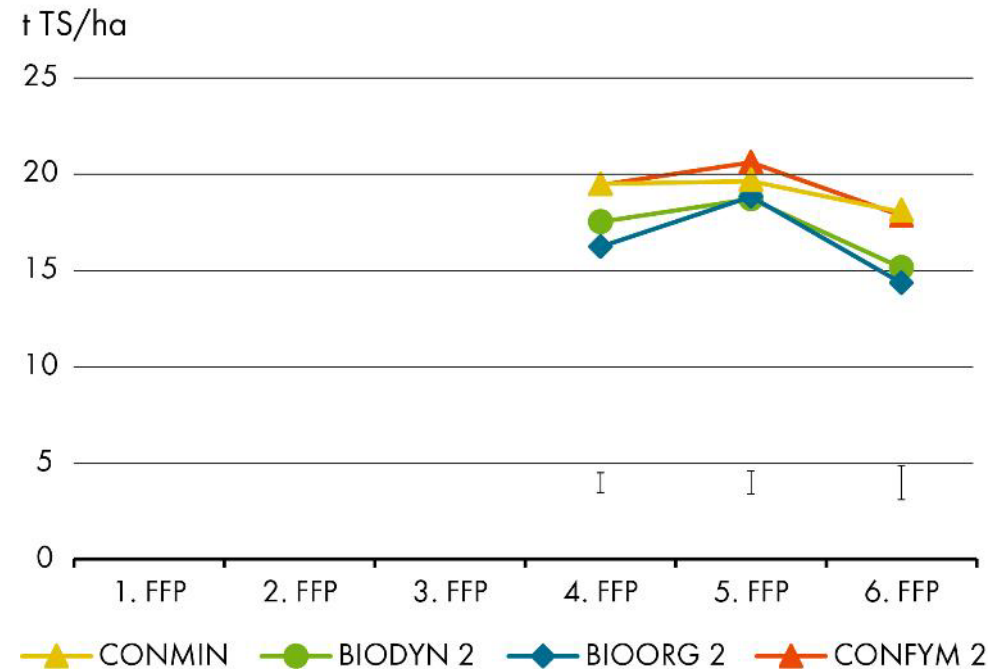
Erträge

Mittlere Kartoffel- und Maiserträge pro Fruchtfolgeperiode (FFP)

Ertrag Kartoffel

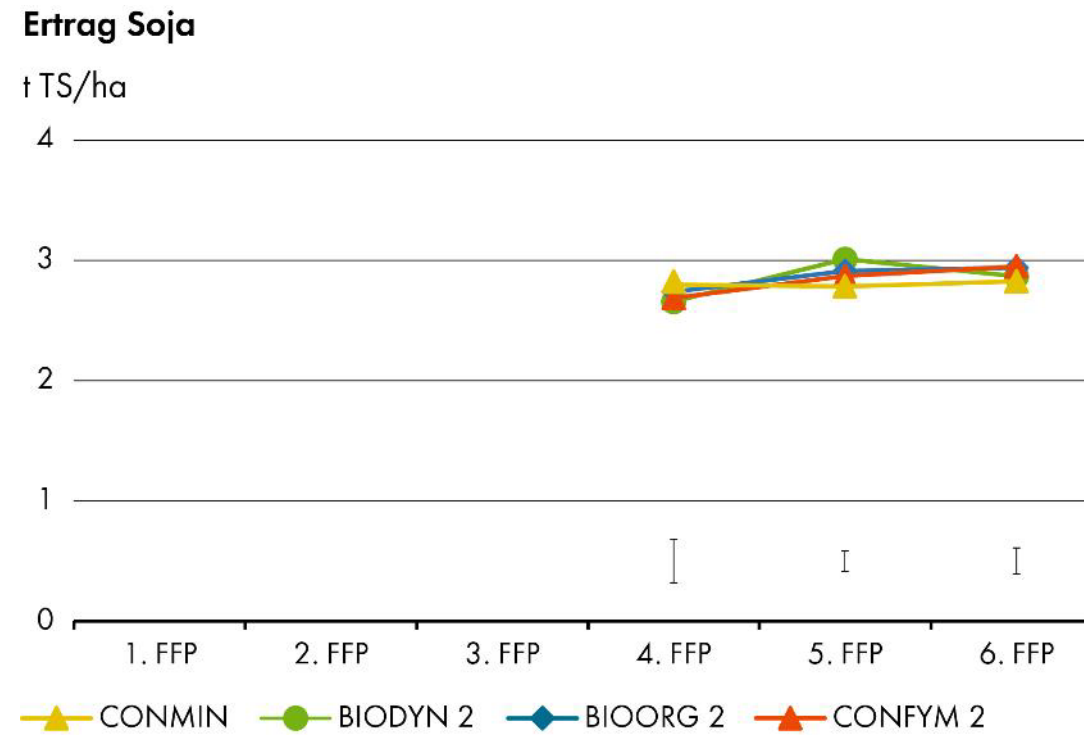


Ertrag Silomais

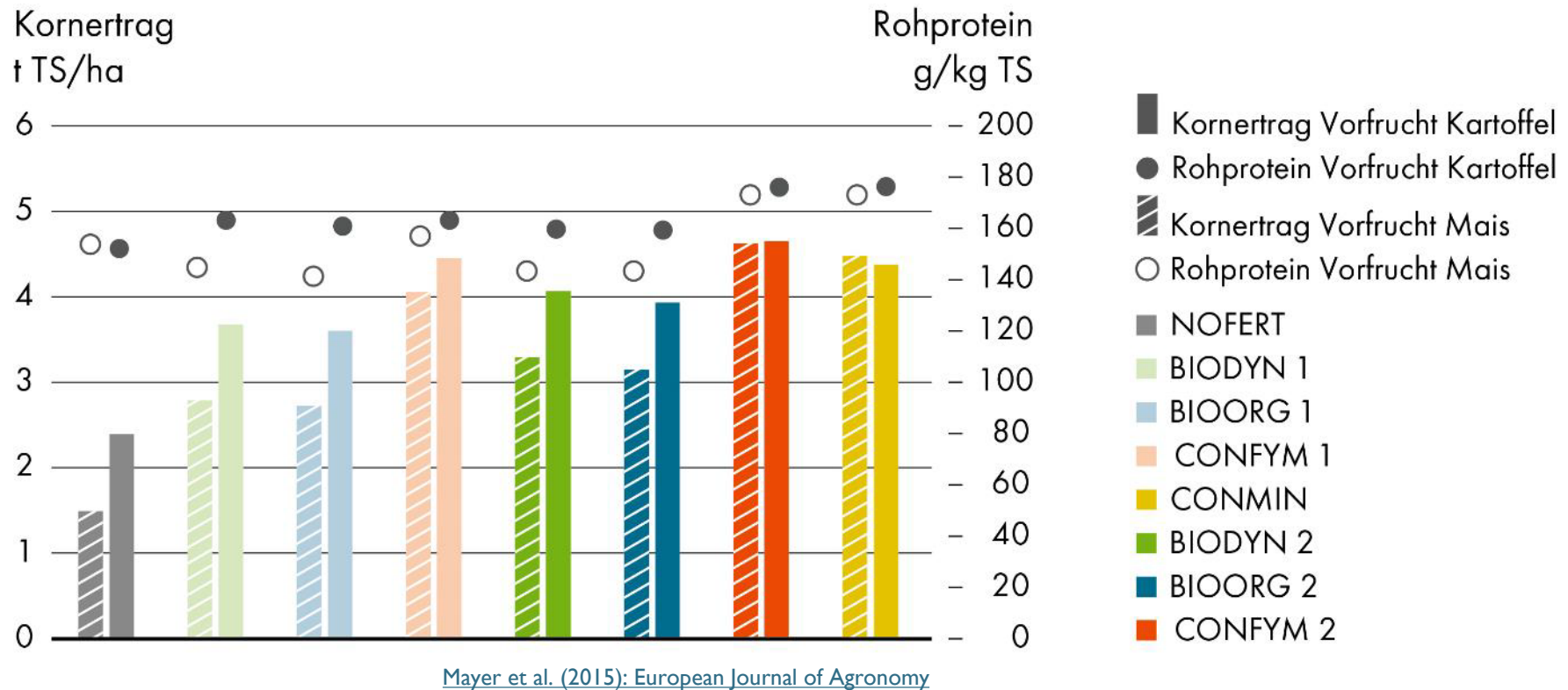


Erträge

Mittlere Sojaerträge pro Fruchtfolgeperiode (FFP)



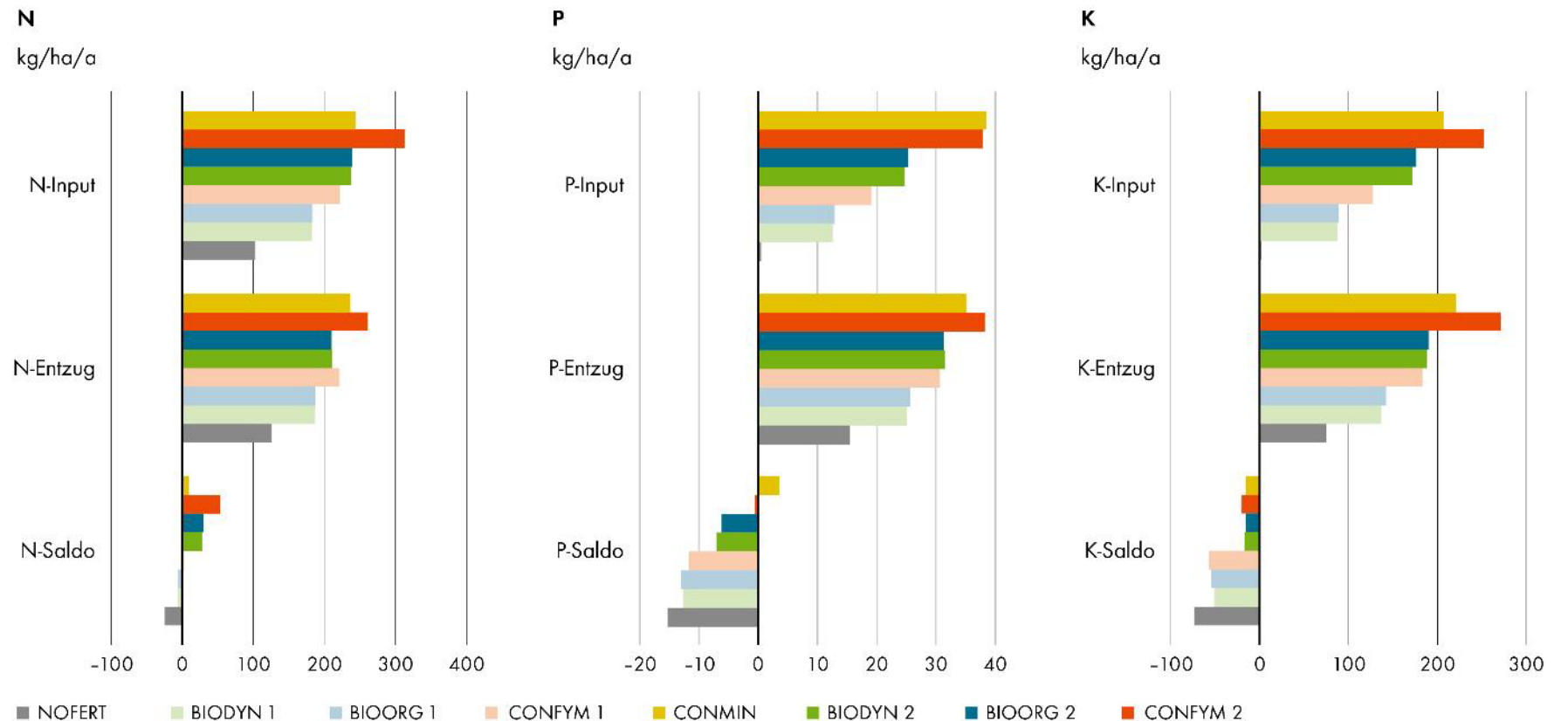
Winterweizenerträge und Rohproteingehalt



- Geringerer Proteingehalt in Biowinterweizen, insbesondere nach der Vorfrucht Mais

Nährstoffbilanzen

- Entzug durch Ernte, Zufuhr durch Düngung, symbiotische Stickstofffixierung und Deposition
- Positive N-Salden in allen organisch gedüngten Systemen bei 1,4 DGVE
- Negative P- und K-Salden in fast allen Systemen



Oberson et al. (2024): Agriculture, Ecosystems and Environment

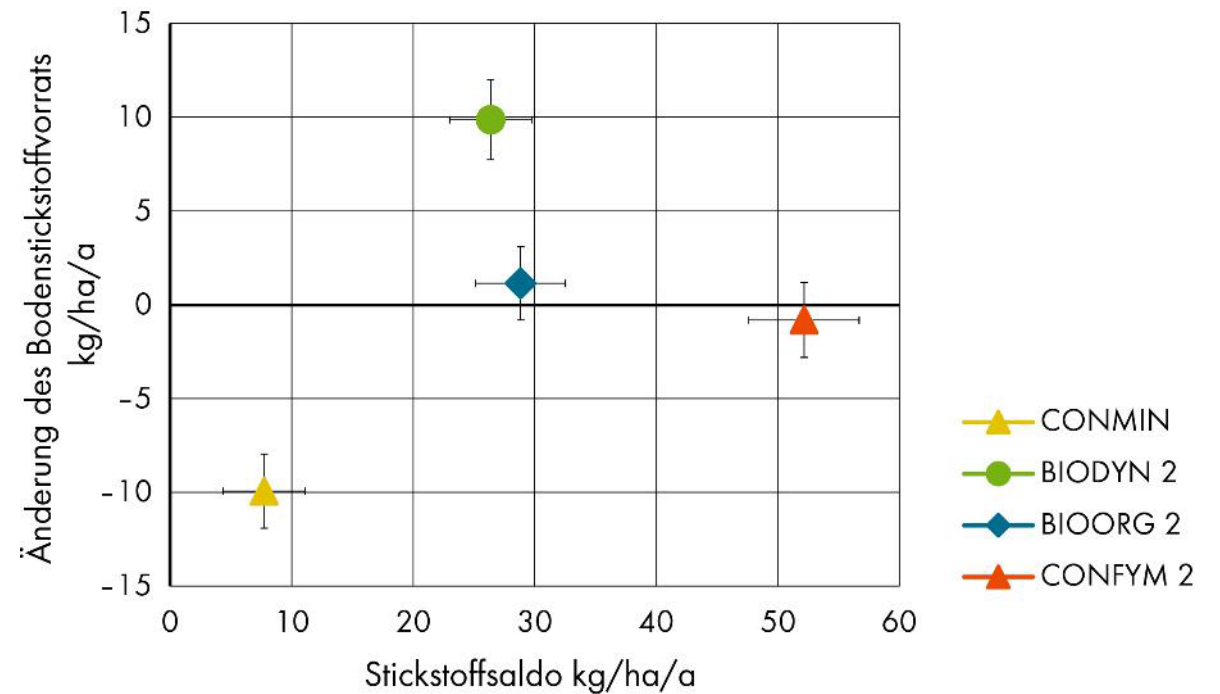
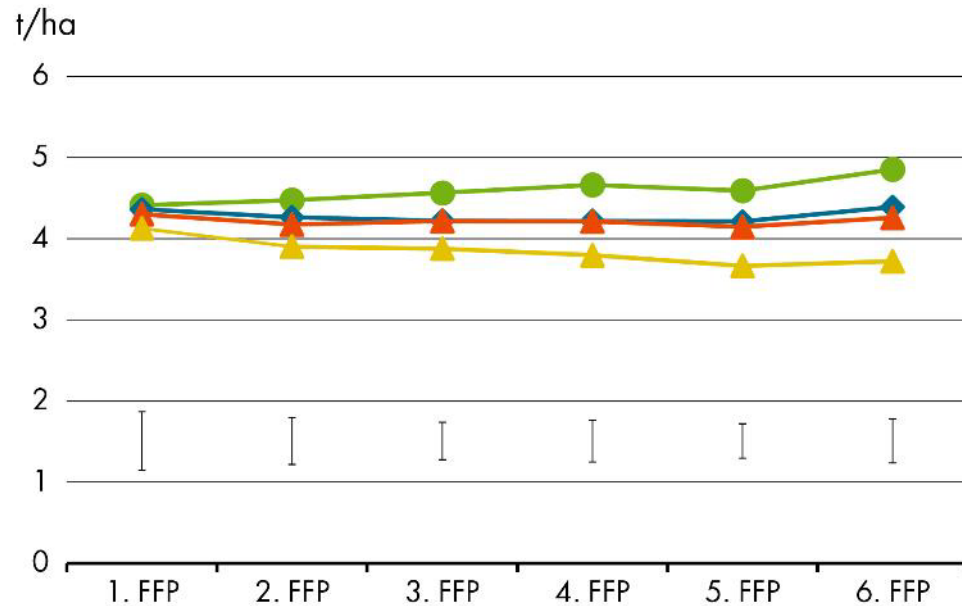
Nährstoffbilanzen

Angaben in kg/ha/a	Dünger	Symbiotische Fixierung	Deposition und Saatgut	Entzug	Saldo	Boden-Vorratsänderung	Nutzungseffizienz
NOFERT	0	75	21	128	-31,1	-26,2	133 %
BIODYN 1	47	112	21	189	-8,7	-9,1	105 %
BIOORG 1	48	111	21	190	-9,6	-10,0	106 %
CONFYM 1	85	112	21	223	-4,5	-11,2	102 %
BIODYN 2	93	122	21	214	22,9	9,3	91 %
BIOORG 2	96	119	21	213	23,7	1,2	90 %
CONFYM 2	171	117	21	264	45,9	-0,7	85 %
CONMIN	121	99	21	240	2,1	-10,0	99 %

[Oberson et al. \(2024\): Agriculture, Ecosystems and Environment](#)

- Hohe Stickstoffnutzungseffizienz in allen Systemen
- Risiko der P-Verarmung in allen Systemen

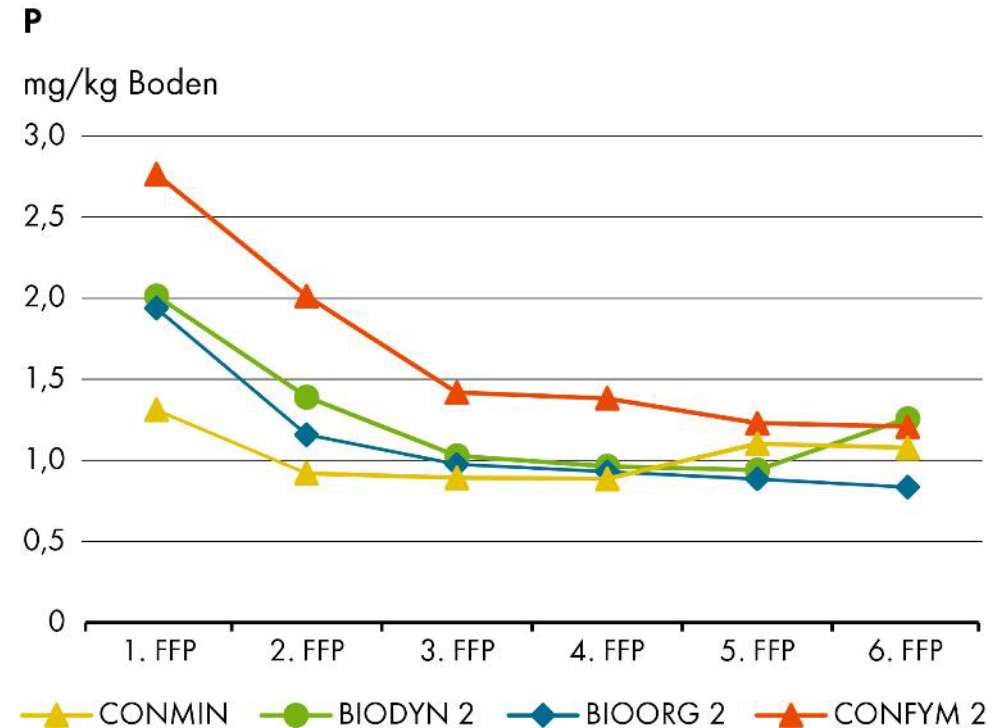
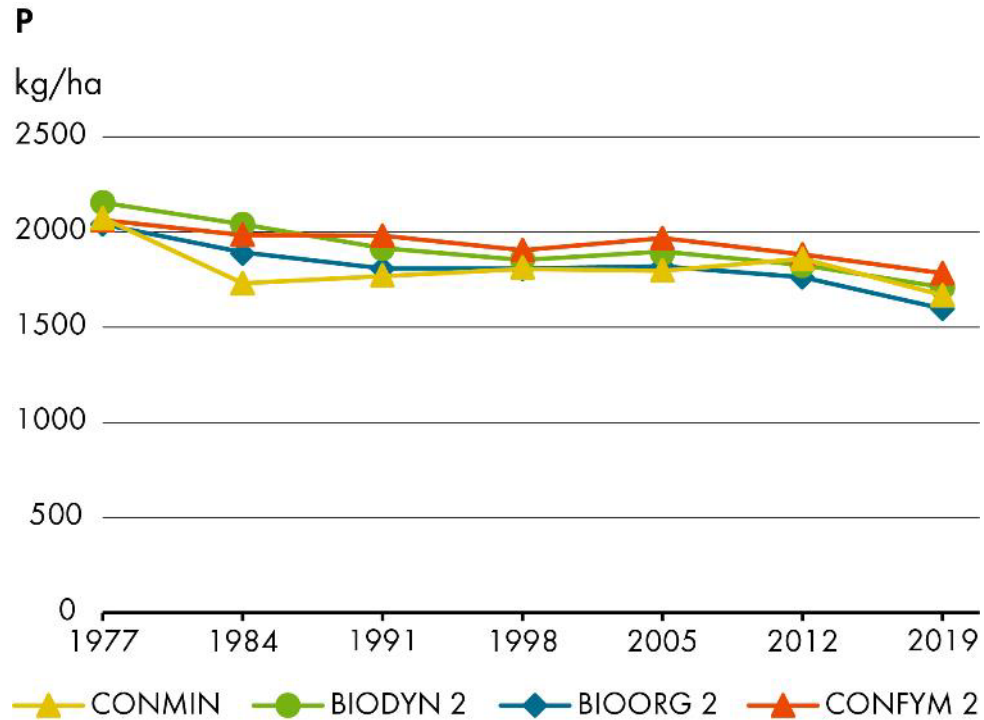
Stickstoffvorräte im Boden und Stickstoffbilanz



- Die N-Bilanz für FFP 2-6 umfasst den Eintrag über Düngung, Deposition, Saatgut und Stickstofffixierung sowie die Austräge über die Ernte
- CONFYM benötigt 50 kg/ha/a zu viel Stickstoff, um den N-Vorrat im Boden zu erhalten
- CONMIN verliert Boden-N trotz positiver N-Bilanz, BIODYN gewinnt Boden-N

[Oberson et al. \(2024\): Agriculture, Ecosystems and Environment](#)

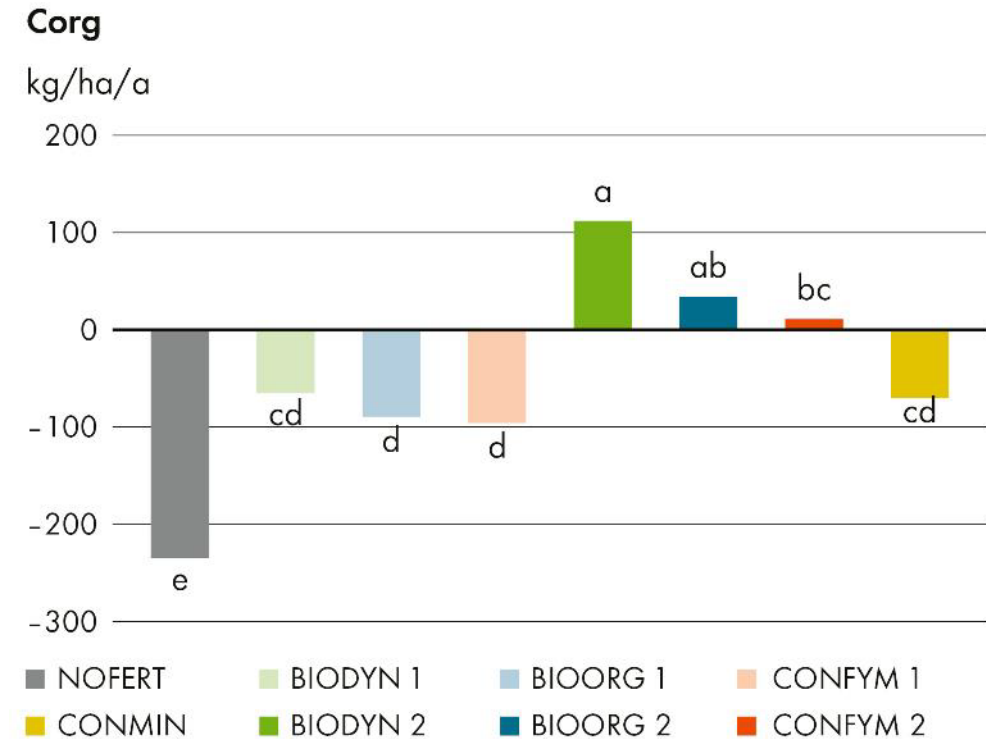
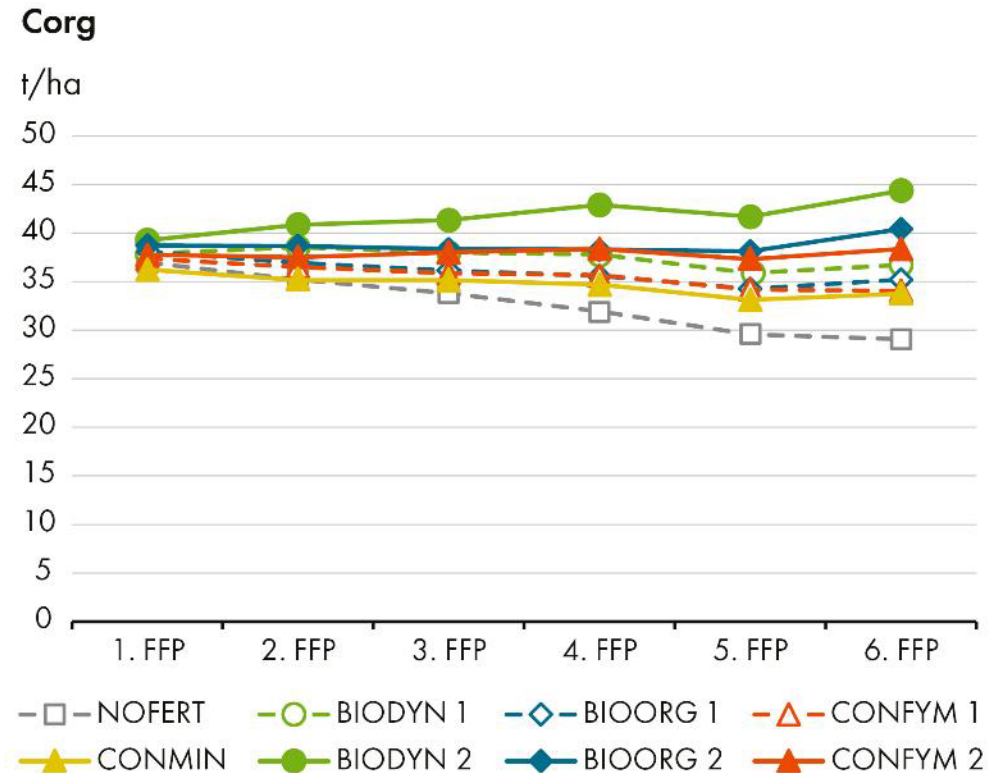
Phosphor im Boden



- P-Vorräte im Boden (n=4) und verfügbare P-Konzentrationen im Boden (n=32) in FFP 1-6
- CONMIN wurde in FFPI nicht gedüngt und beginnt in FFP2 mit geringem verfügbarem P
- P-Verarmung in allen Systemen, aber langsamere Abnahme in CONFYM

[Krause et al. \(2024\): Scientific Reports](#)

Organischer Bodenkohlenstoff

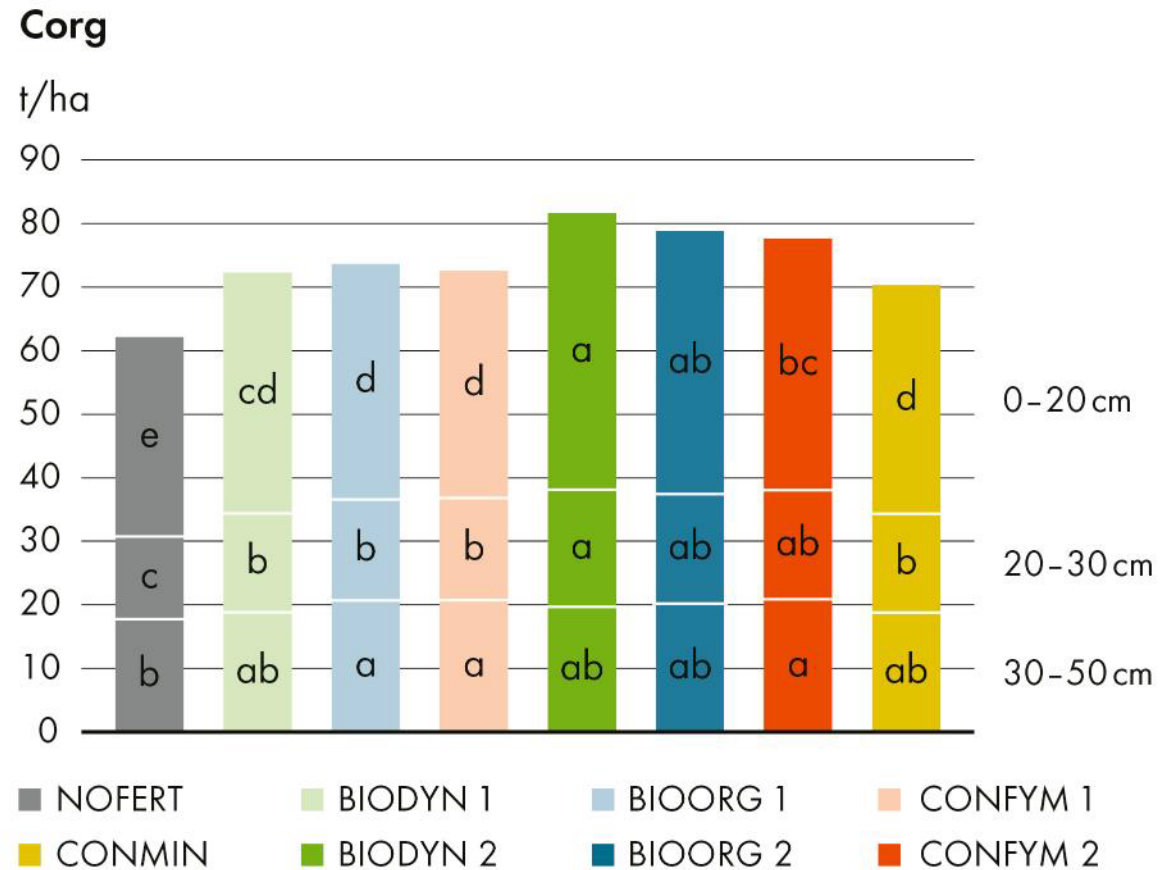


- Alle Systeme mit 0,7 DGVE, CONMIN und NOFERT verlieren Bodenkohlenstoff
- Mischkulturen mit 1,4 DGVE können den Bodenkohlenstoffgehalt halten
- Erhöhte Bodenkohlenstoffgehalte in BIODYN vermutlich durch Mistkompostierung

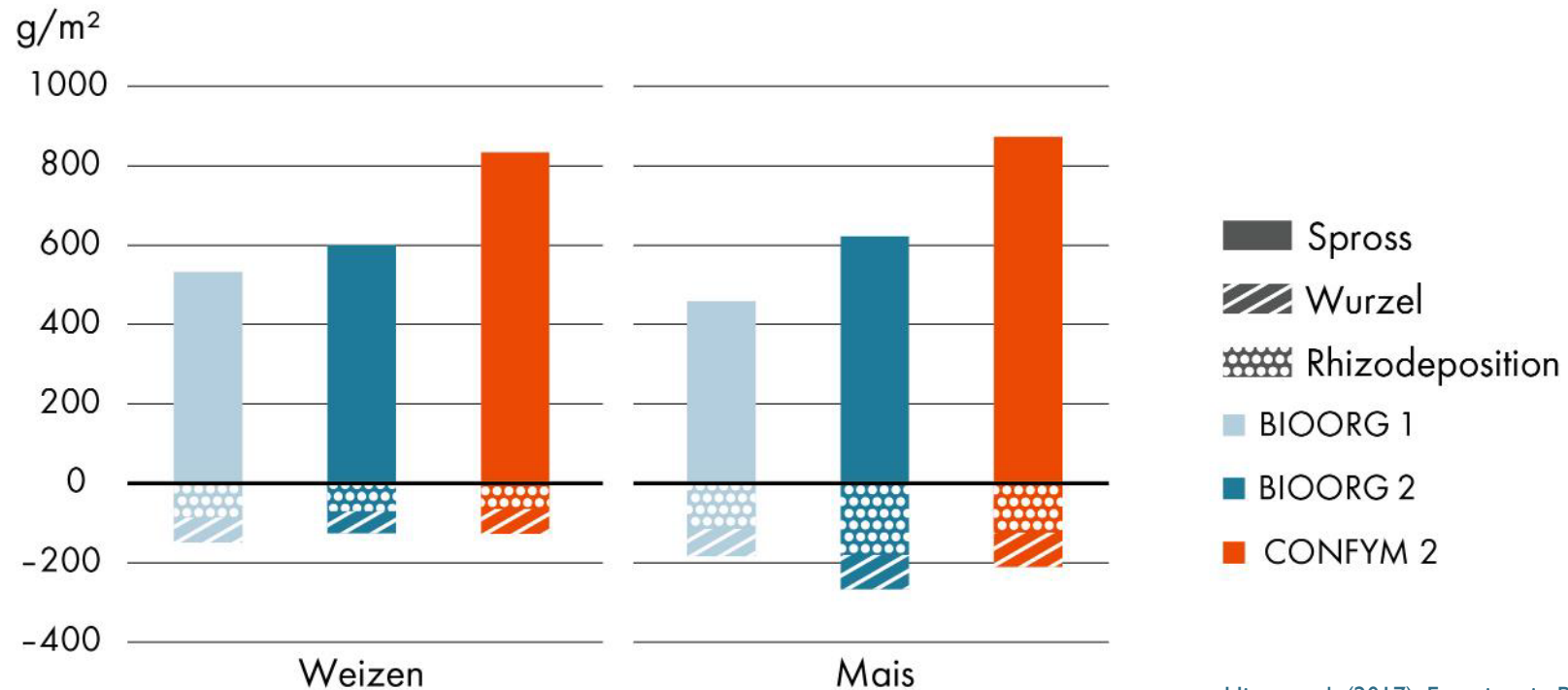
[Krause et al. \(2022\): Agronomy for Sustainable Development](#)

Organischer Bodenkohlenstoff

- Die grössten Unterschiede im Bodenkohlenstoffvorrat treten in der obersten Bodenschicht auf



Organische Bodenkohlenstoffeinträge über die Rhizodeposition

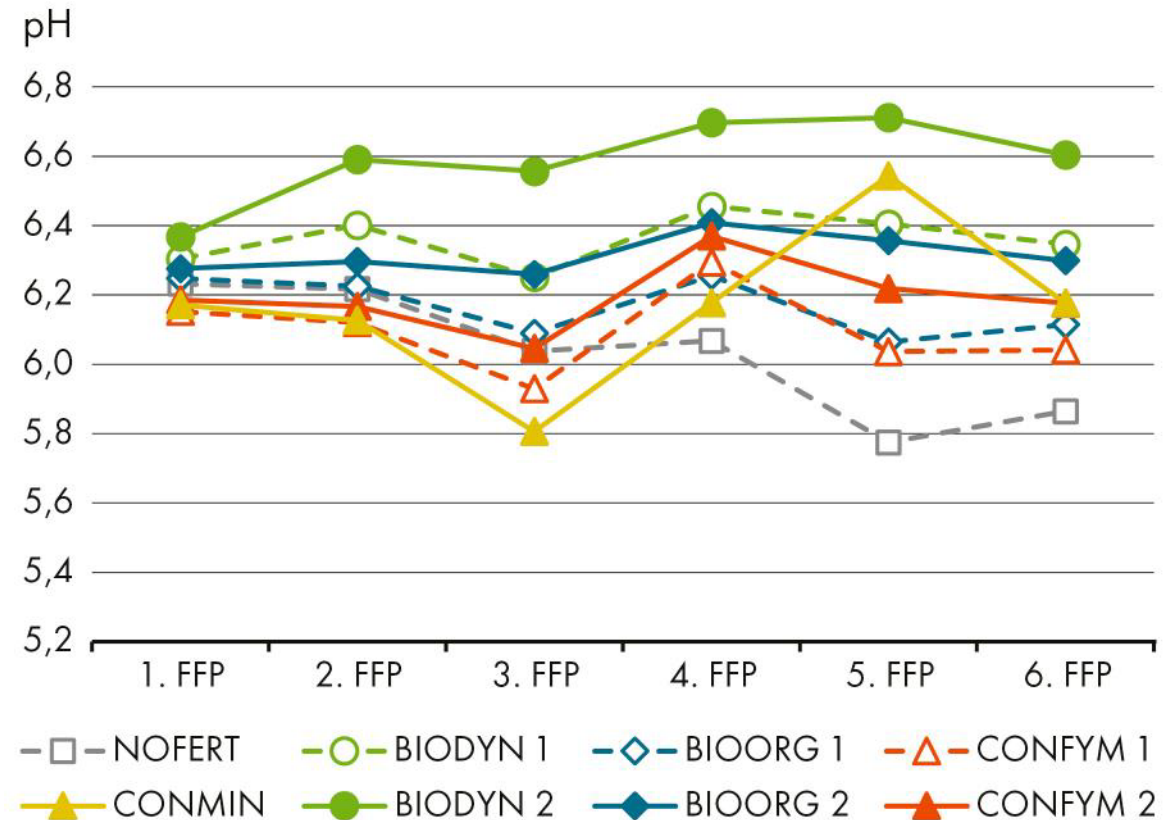


[Hirte et al. \(2017\): Frontiers in Plant Science](#)

- Die oberirdische Biomasse entspricht nicht dem unterirdischen Kohlenstoffeintrag.
- Höherer Eintrag durch Wurzeln und Rhizodeposition in BIOORG nur bei Mais.

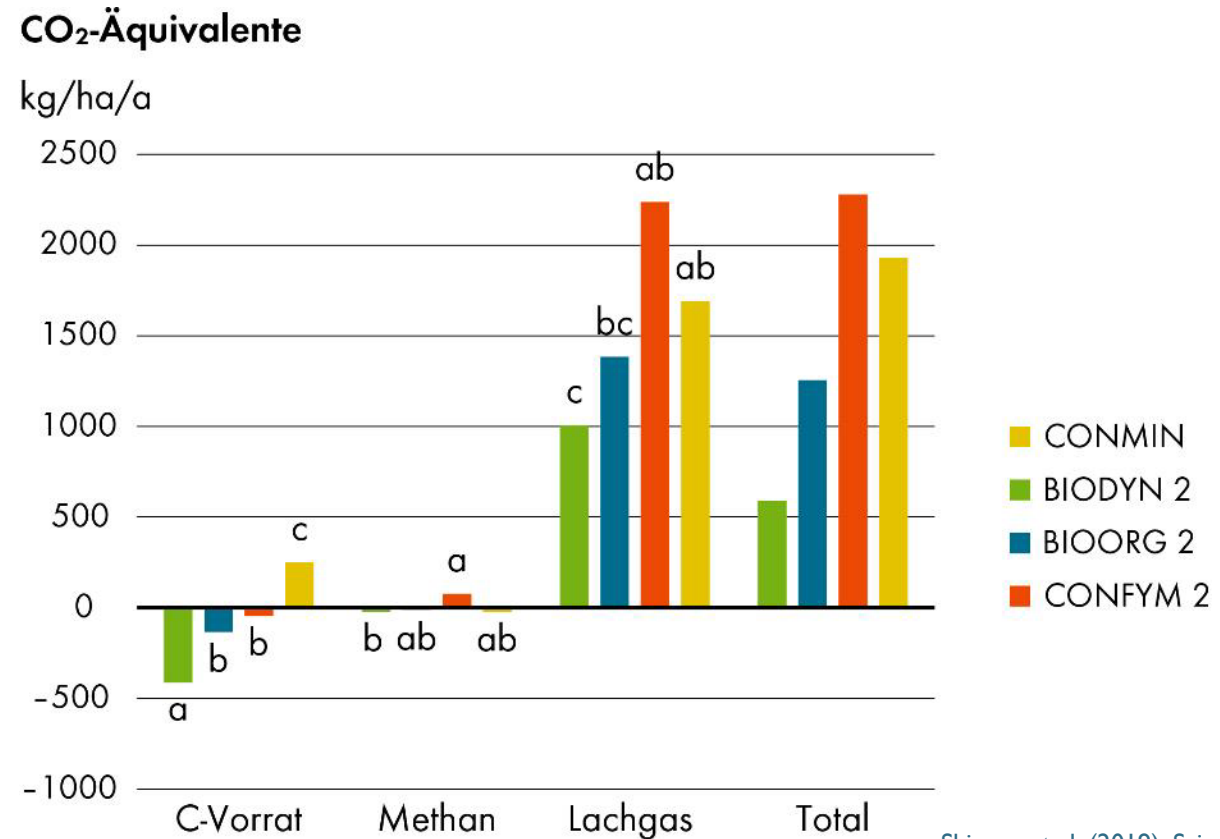
Boden pH (H₂O)

- Höchster Boden-pH-Wert in BIODYN
- Kalkung in CONFYM und CONMIN in 3. FFP



Bodenbürtige Treibhausgasemissionen

- Änderungen des Kohlenstoffbestandes unter der Annahme einer konstanten Lagerungsdichte für jede Parzelle.
- N₂O-Messkampagne über 571 Tage (Klee gras – Mais – Zwischenfrucht).
- Feldstandort als Systemgrenze
- N₂O-Emissionen treiben die Klimaauswirkungen an.
- Bodenkohlenstoff-Erhöhungen, insbesondere in BIODYN, haben die N₂O-Emissionen nicht erhöht.
- 56 % weniger bodenbedingte Treibhausgase in BIODYN/BIOORG gegenüber CONFYM/CONMIN



[Skinner et al. \(2019\): Scientific Report](#)

[Krause et al. \(2022\): Agronomy for Sustainable Development](#)

Bodenstruktur



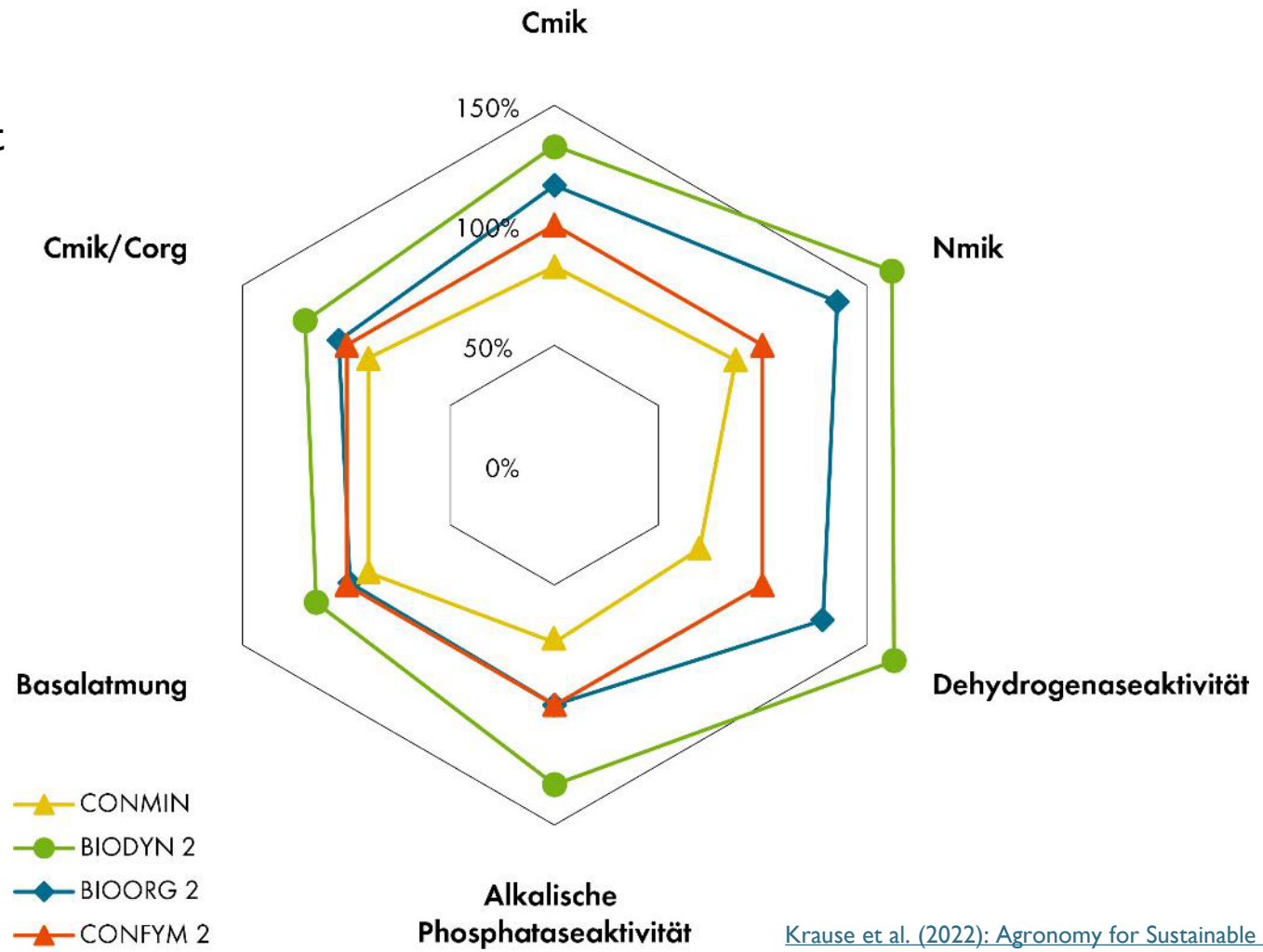
Stabilität der Bodenaggregate

	Anteil stabiler Aggregate	Signifikanz
BIODYN 2	50,1 %	a
BIOORG 2	44,2 %	ab
CONFYM 2	38,4 %	b
CONMIN	38,4 %	b
Gesamtdurchschnitt über alle Verfahren		
März 2000	55,3 %	a
März 2003	48,2 %	b
Juli 2003	24,8 %	c

[Fließbach et al. \(2000\): Konferenzbeitrag](#)

Biologische Bodenqualität

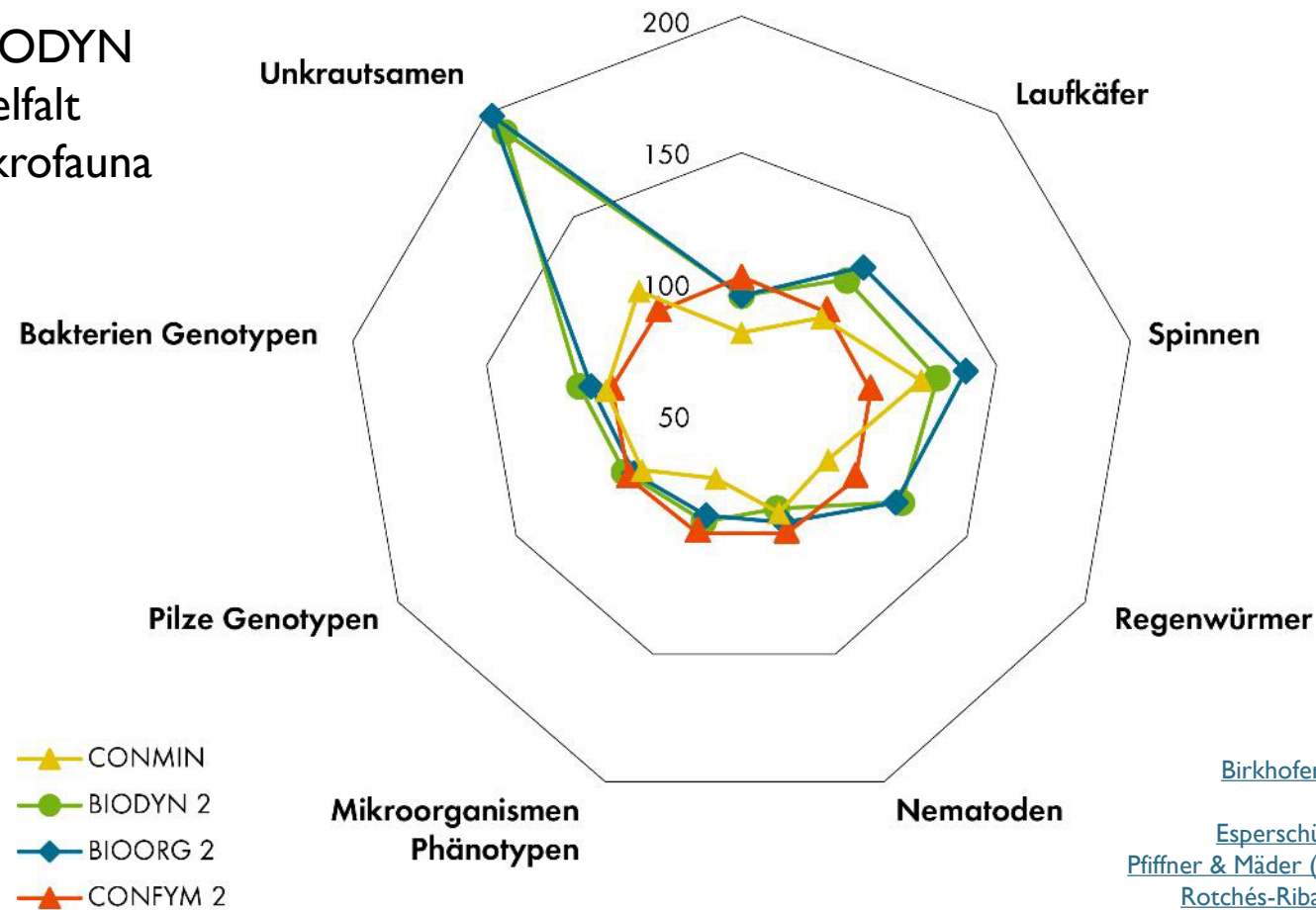
- Höchste biologische Bodenqualität in BIODYN, gefolgt von BIOORG, CONFYM und CONMIN



[Krause et al. \(2022\): Agronomy for Sustainable Development](#)

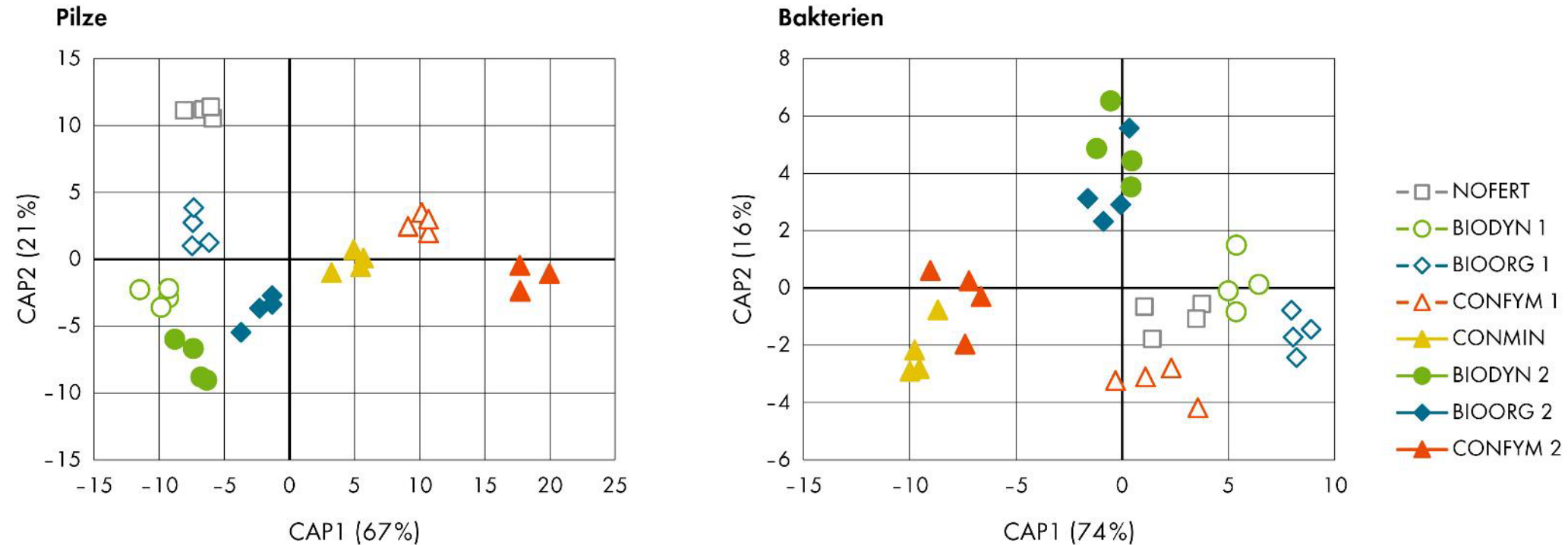
Artenvielfalt

- BIOORG und BIODYN zeigten erhöhte Vielfalt für Mikroflora, Makrofauna und Beikräuter



[Birkhofer et al. \(2008\): Soil Biology and Biochemistry](#)
[Hartmann et al. \(2015\): ISME Journal](#)
[Esperschütz et al. \(2007\): FEMS Microbiology Ecology](#)
[Pfißner & Mäder \(1997\): Biological Agriculture & Horticulture](#)
[Rotchés-Ribalta et al. \(2020\): Applied Vegetation Science](#)

Mikrobielle Vielfalt im Boden



- Amplicon-Ansatz für 16S rRNA- und ITS-Markergene
- Stärkere Einflüsse des Anbausystems auf Pilze
- Stärkere Einflüsse der organischen Düngerintensität auf Bakterien

[Lori et al. \(2023\): FEMS Microbiology Ecology](#)

Energieverbrauch und Treibhauspotenzial im DOK-Versuch (1985–1998) aus einer Ökobilanz

Anbausystem	Energieverbrauch		Treibhauspotential	
	GJ ha ⁻¹ yr ⁻¹	MJ kg ⁻¹ Ertrag TS	kg CO ₂ -eq ha ⁻¹ yr ⁻¹	kg CO ₂ -eq kg ⁻¹ Ertrag TS
BIODYN	13,6 (65 %)	1,6 (80 %)	2804 (63 %)	0,35 (81 %)
BIOORG	14,5 (69 %)	1,8 (90 %)	2920 (65 %)	0,36 (84 %)
CONFYM	21,0 (100 %)	2,0 (100 %)	4474 (100 %)	0,43 (100 %)
CONMIN	26,9 (128 %)	2,8 (140 %)	4121 (92 %)	0,44 (102 %)

[Nemecek et al. \(2011\)](#)

- Energieeinsparung: Beim Biolandbau wird auf chemisch-synthetische Dünger und Pestizide verzichtet. Im Vergleich zum konventionellen Landbau ist deshalb der Energieaufwand um 30 Prozent geringer.
- Pro Ertragseinheit verringert sich dieser Vorteil auf 10-20 %.

Dank

Finanzierung

- Bundesamt für Landwirtschaft BLW
- Bundesamt für Umwelt BAFU
- Schweizerischer Nationalfonds
- Coop Fonds für Nachhaltigkeit
- Europäische Kommission

Verpachtung Untersuchungsflächen Therwil

- Agrico Genossenschaft, Birsmattehof, Therwil
- Familie Stamm, Oberwil

Partnerinstitutionen

Feldequipen

Beratende Landwirte



FiBL online



www.fibl.org



www.bioaktuell.ch



[fiblfilm](https://www.youtube.com/fiblfilm)



[Podcast «FiBL Focus»](#)



[@FiBLaktuell](https://www.facebook.com/FiBLaktuell)



[linkedin.com/company/fibl](https://www.linkedin.com/company/fibl)



[@fiblorg](https://twitter.com/fiblorg)

Kontakt

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

Telefon +41 (0)62 865 72 72

info.suisse@fibl.org
www.fibl.org