



Effiziente Nutzung von Hofdünger-Stickstoff unter Erhaltung des Stickstoffvorrates im Boden? Ergebnisse aus 35 Jahren DOK-Versuch

Astrid Oberson (ETH Zürich)

Klaus Jarosch, Andreas Hammelehle, Jochen Mayer (Agroscope)

Emmanuel Frossard (ETH Zürich)

Paul Mäder, Andreas Fliessbach (FiBL)

Einleitung

- **Biologische** und **konventionelle** Anbausysteme unterscheiden sich in **Art** und **Menge** der **Stickstoff-(N)-Dünger**.

Hofdünger:

- In beiden Systemen wichtig
 - **Kurzfristig** durch Pflanzen **weniger effizient** genutzt als Mineraldünger-N
 - Mehr verbleibt im Boden
 - Langfristiger Effekt auf **N-Vorrat** im **Boden** und **N-Nutzungseffizienz (NUE)**?
-
- Entwicklung über 35 Jahre im DOK-Versuch:
 - **N-Zufuhr, Entzug** und **Bilanzen**
 - Inkl. Veränderungen **Boden-N-Vorrat**

Foto: © Agroscope, Gabriela Brändle



DOK Feldversuch

- Vergleich bio-Dynamische, -Organische und Konventionelle (integrierte) Anbausysteme¹; seit 1978
- Therwil, 840 mm Niederschlag, mittl. Jahrestemp. 10.5° C, Parabraunerde auf Löss pseudovergleyt, 16% Ton, 70% Schluff

Verfahren	CTRLNON	CTRLMIN	CONFYM1 CONFYM2	BIOORG1 BIOORG2	BIODYN1 BIODYN2	Tief 0.7 GVE/ha Typisch 1.4 GVE/ha
Dünger	Keine	Mineral- dünger NPK	Mineral- dünger NPK, Gülle, Mist	Gülle, Mist	Gülle, Mist- kompost	

- System spezifischer **Pflanzenschutz**; regelmässiges **Pflügen**; gleiche 7-jähr. **Fruchtfolge**, zurzeit: Silomais¹ – Sojabohnen – Winterweizen¹ – Kartoffeln – Winterweizen – Klee grass 2 Jahre; ¹danach Gründüngung
- **Jährlich parzellenscharfe Datenaufzeichnung**: N-Zufuhr Düngung, N- Export Erntegut, Boden-N-Konzentrationen → N-Bilanzen, **1985-2019** (5 Fruchtfolgeperioden)
Symbiotisch fixierter N → mehrere ¹⁵N-Studien^{2,3}

Photo:FiBL/Agroscope

¹Mäder et al., 2002, Science; ²Oberson et al., 2007 & 2013 (PLSO), ³Hammelehle et al., 2018 PLSO

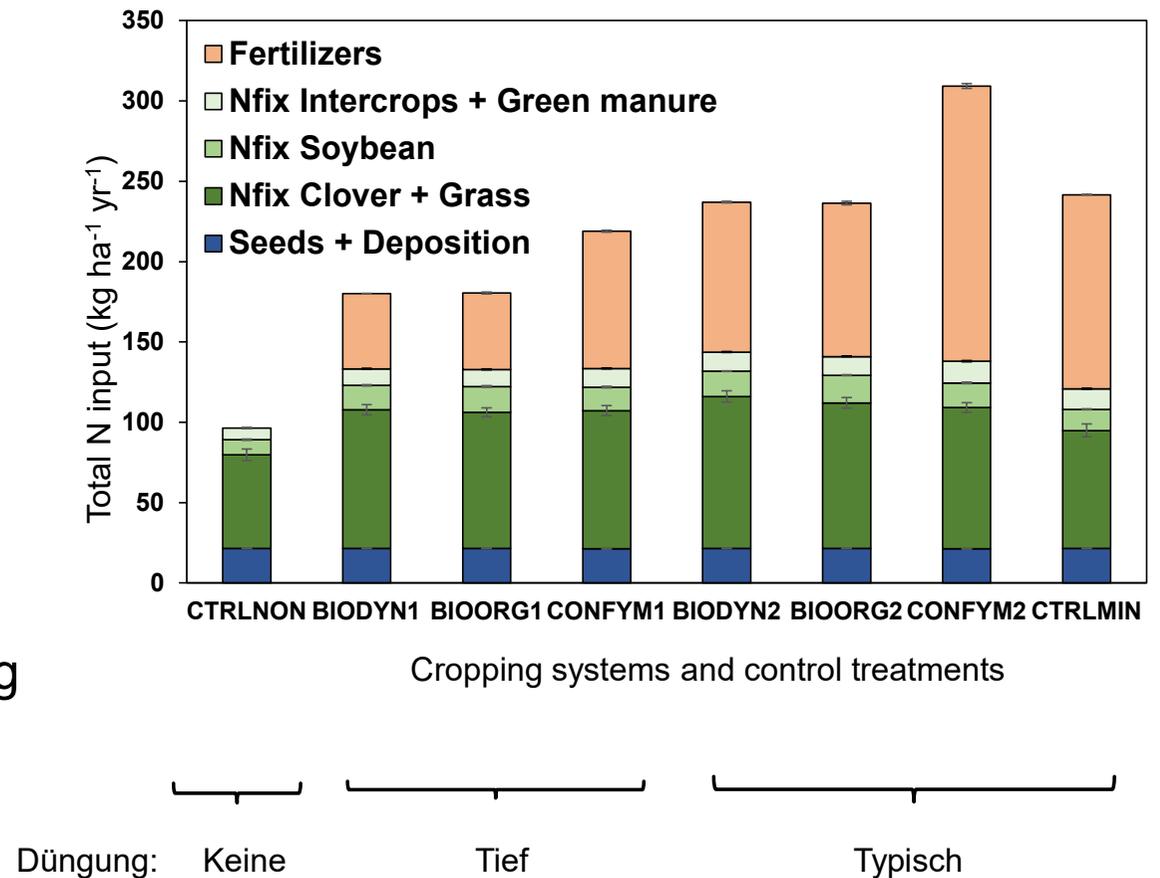
Stickstoffzufuhr

Dünger

- Haupt-N-Zufuhr in **konventionellen** Verfahren

Symbiotische N₂-Fixierung

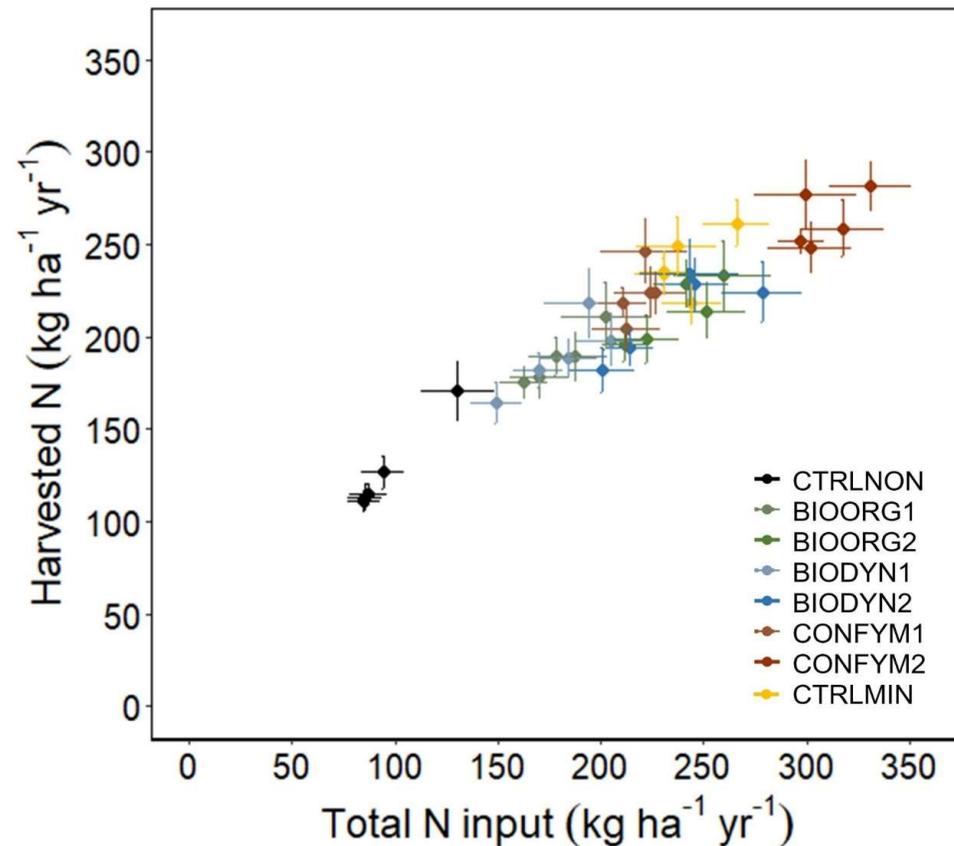
- 75 bis 120 kg N ha⁻¹ yr⁻¹ → **Wichtig** in **allen Verfahren**
- Meister fixierter N in **Klee-Graswiesen**
- Inkl. **fixierter N** in **Boden** und **Transfer** zum **Gras**
- **Geringe Reduktion** unter tiefer Düngung
- **Reduziert** unter rein **mineralischer** Düngung



Beziehung geernteter Stickstoff und totale N-Zufuhr

- **Geernteter N** unter typischer Düngungsstufe 2 im biologischen Anbau **~19%** weniger als im konventionellen

→ Widerspiegelt **Ertragsdifferenzen**¹



¹Knapp et al., 2023, Field Crops Res.

Bodenoberflächenbilanz und N-Nutzungseffizienz (NUE)

Bodenoberflächen-Bilanz¹ (kg N ha⁻¹ yr⁻¹)

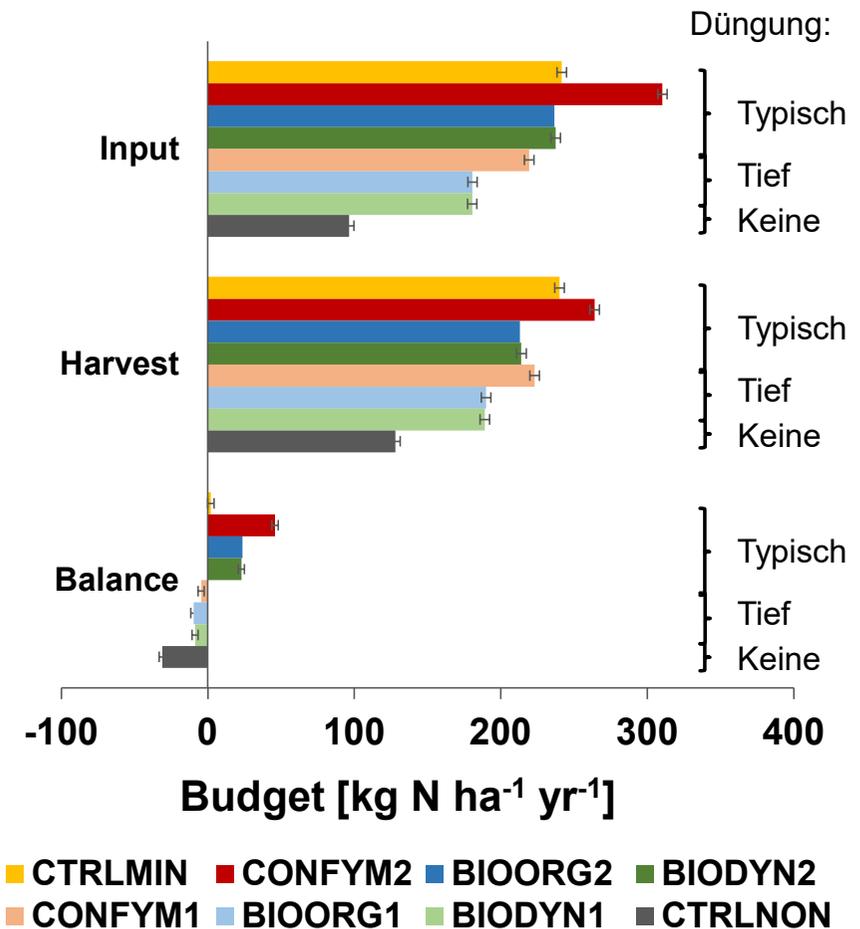
= Düngung + Fixierung + Deposition + Saatgut – Ernte

= Input – Ernte

- Positive **N-Bilanz** unter **Stufe 2**, negativ für andere Verfahren²

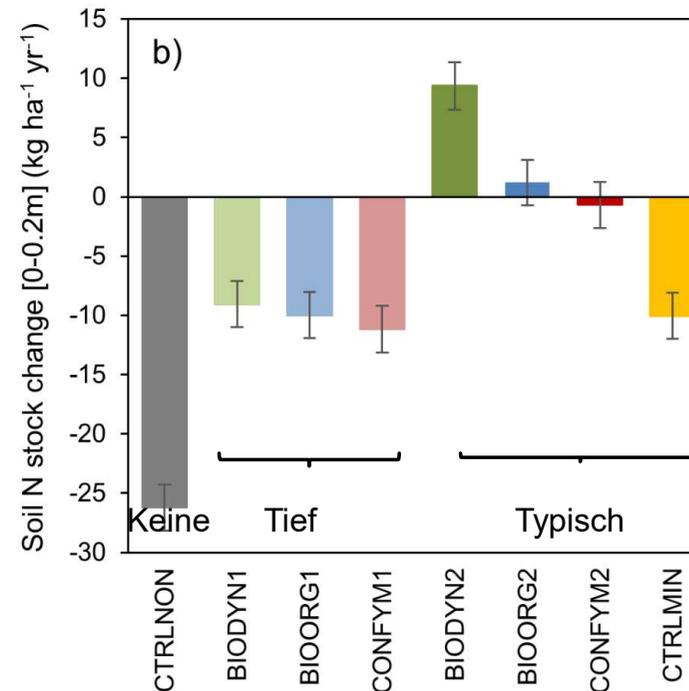
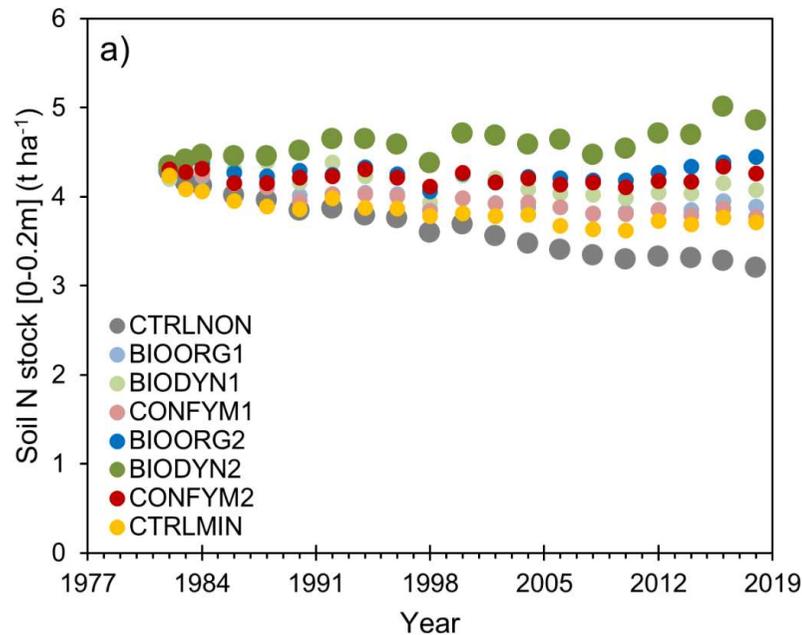
Bodenoberflächen-Bilanz NUE (Ernte/Input), %

- Typische Stufe **85 bis 99%**² für **kombinierte** N-Inputs
Hoch für beide, **Hofdünger** und **Mineraldünger**
- >100% in anderen Verfahren²
- Veränderung **Boden-N-Vorrat** und **N-Verluste** noch nicht berücksichtigt



¹Oenema et al., 2003 Europ J Agr

Veränderung der Boden-N-Vorräte



- N-Vorräte **Oberboden (0-0.2 m) nimmt ab** ausser in Verfahren mit **Hofdünger Stufe 2**
- **Positive Bodenoberflächenbilanz** erforderlich, um Boden-N stabil zu halten
- **>100% NUE** ohne und mit tiefer Düngung → **Boden-N-Abbau**, auch unter **rein mineralischer Düngung**
- Bedeutung der **Hofdünger**, positiver Effekt der **Kompostierung**^{1,2} für den Erhalt der Boden-N-Vorräte

¹Mayer et al., 2022, Geoderma; ²Krause et al., 2022, Agr Sust Dev

Bodensystembilanz und NUE

Bodensystembilanz (kg N ha⁻¹ yr⁻¹) = Inputs – Ernte – ΔBodenN

Verfahren	CTRLNON	BIODYN1	BIOORG1	CONFYM1	BIODYN2	BIOORG2	CONFYM2	CTRLMIN	LSD
Düngung	Keine	Tief			Typisch				
kg N ha ⁻¹ yr ⁻¹									
B'oberflächenbilanz	-31	-9	-10	-5	23	24	46	2	6
B'Vorrätsänderung (0-0.2 m)	-26	-9	-10	-11	9	1	-1	-10	14
B'systembilanz	-5	0	0	7	14	23	47	12	6
%									
B'oberflächen-NUE	133	105	106	102	91	90	85	99	3
B'system-NUE	104	100	100	97	94	91	85	95	3

- Unter typischer Düngung wird nicht der gesamte B'oberflächen-Bilanzüberschuss in Veränderung des Boden-N-Vorrats im Oberboden reflektiert → Mässige **N-Verluste** 12 bis 47 kg N ha⁻¹ yr⁻¹
- Insgesamt **hohe NUE** der **kombinierten Inputs** bestätigt

Schlussfolgerungen

- Sowohl **Mineraldünger-N** als auch **Hofdünger-N** mit **hoher Effizienz** genutzt, aber rein mineralische Düngung reduziert Boden-N-Vorrat
- **Positive N-Bilanz** und **Hofdünger nötig**, um **Boden-N-Vorrat zu erhalten** oder zu **erhöhen** → Verluste können nicht völlig verhindert werden (Zielkonflikt)
- **Negative Bilanz mit >100% NUE** → Boden-N-Abbau → **tiefe Hofdünger-Stufe** kann organischen Boden-N und C **nicht erhalten** → Bedarf anderer Inputs an **organischer Substanz** und **Nährstoffen**
- **Der einzigartige Wert von Langzeitfeldversuchen!**



Danke!

**Feld- und Laborteams von Agroscope und FiBL für 45 Jahre DOK-Experiment
Viele Forschende und Studierende auf diesem lang anhaltenden Weg**

Ihnen für die Aufmerksamkeit

Mehr Information in: Oberson *et al.* Agriculture, Ecosystems & Environment 362,
108802 [astrid.oberson@usys.ethz.ch]



Foto: FiBL/Agroscope