



Pedoklimatische Einflüsse auf kritische Phosphorgehalte im Boden – von Klassifikationen hin zu numerischen Modellen für standortangepasste Düngung

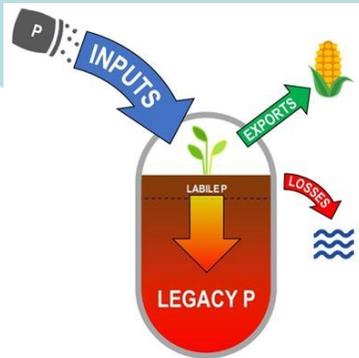
Juliane Hirte

Agroscope, Agrarökologie und Umwelt, Gewässerschutz und Stoffflüsse

Überblick

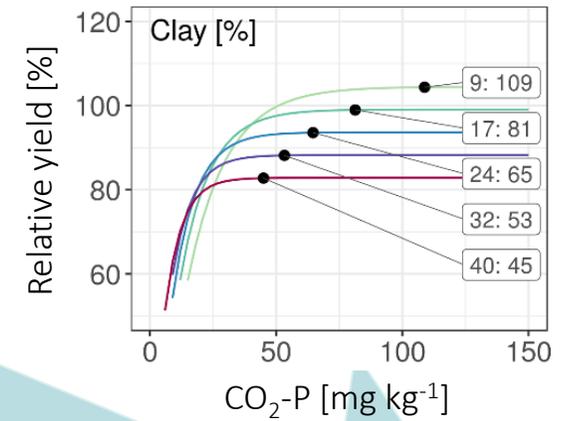
Phosphor +
Dünge-
empfehlungen

Was
fehlt?



frontiersin.org

Langzeit-
Feldversuche



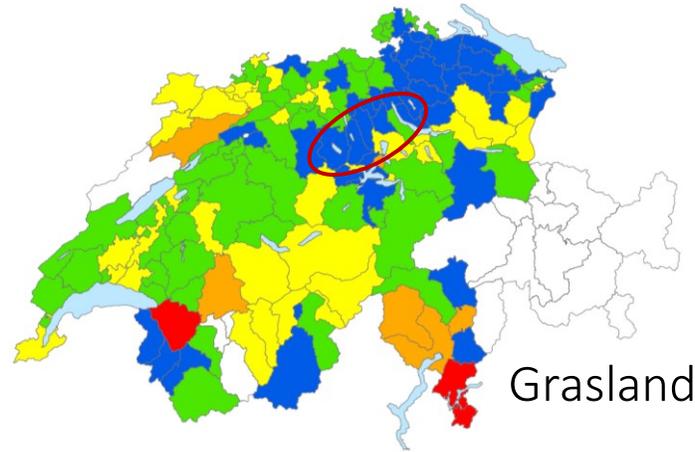
Numerische
Modelle



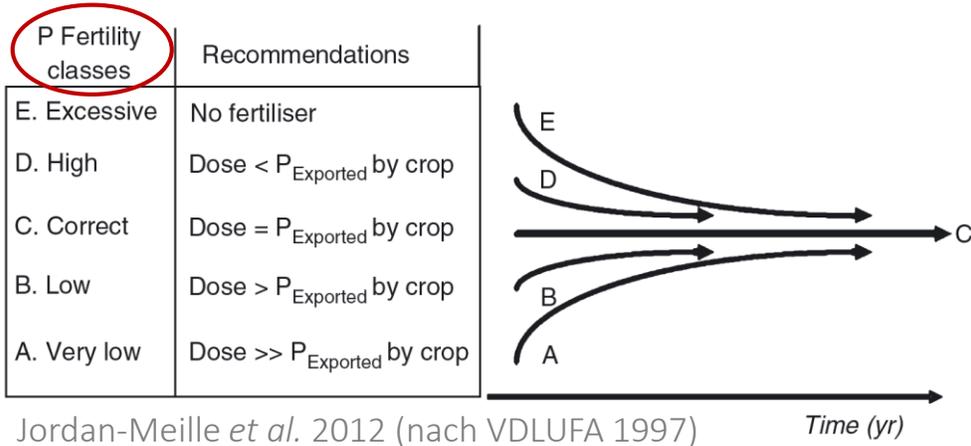
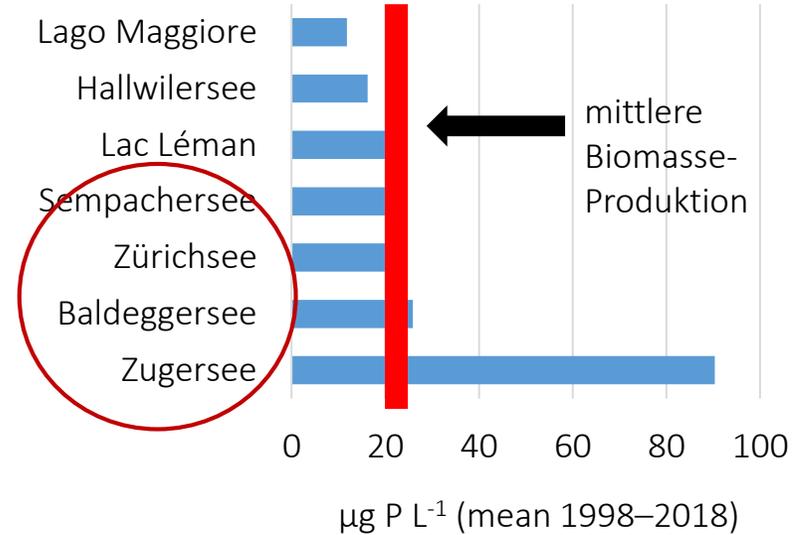
Phosphor

P-Status landwirtschaftlicher Böden (CO₂-P)

- sehr häufig unterversorgt
- häufig unterversorgt
- ausgeglichen
- häufig überversorgt
- sehr häufig überversorgt
- überversorgt



P-Konzentration der Seen



Jordan-Meille *et al.* 2012 (nach VDLUFA 1997)

BAFU 2018

Erhaltungsdüngung:

Bereitstellung des benötigten Phosphors, welcher langfristig nicht dem Boden entzogen werden kann



Düngeempfehlungen

1. Bodenextraktion



2. Kalibration

(Ertrag ~ Nährstoffverfügbarkeit)

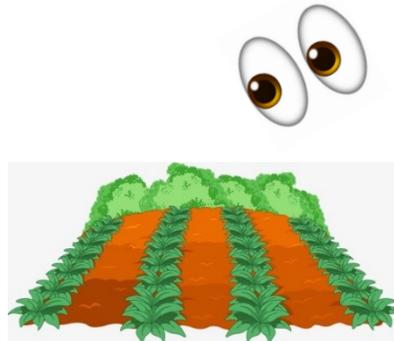


3. Klassifikation

extrahierter Phosphor

- Oxalat
- AL
- Mehlich 3
- Bray, **AAE10**, DL, CAL
- Olsen
- Paper strip, AAAC, Morgan
- H₂O, **H₂O-CO₂**, CaCl₂

Neyroud & Lischer 2003



Beurteilung	Versorgungsklasse
arm	A
mässig	B
genügend	C
Vorrat	D
angereichert	E

GRUD 2017



Düngeempfehlungen

Düngungsnorm x Korrekturfaktor

Kultur	Nährstoff			
	N	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)	Mg
	kg/ha			
Winterweizen (Brot- und Biskuitweizen)				
	140	27 (63)	67 (81)	15
Futterweizen				
	140	33 (76)	74 (90)	15
Sommerweizen				
	120	23 (52)	71 (86)	10

Boden-P	Tongehalt des Bodens				
	< 10	10–19,9	20–29,9	30–39,9	≥ 40
0,000–0,309	1,5	1,5	1,5	1,4	1,2
0,310–0,619	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1
0,620–0,930	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
0,931–1,241	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8
1,242–1,551	1,0	1,0	1,0	0,8	0,6
1,552–1,862	1,0	1,0	0,8	0,6	0,0
1,863–2,172	1,0	0,8	0,6	0,0	0,0
2,173–2,482	0,8	0,8	0,4	0,0	0,0
2,483–2,793	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0
2,794–3,103	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0
3,104–3,414	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0
3,415–3,724	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
3,725–4,035	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
4,036–4,345	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
4,346–4,655	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
≥ 4,656	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Kultur	
Wintergetreide	1,0
Mais	1,2
Kartoffeln	1,2

27 x 0.8 x 1 kg ha⁻¹ P

GRUD 2017



Was fehlt?



1. Kalibration: Ertragsreaktion auf Boden-P
2. Kovariablen: Pedoklimatische Einflüsse
3. Düngeempfehlung: standortspezifische kritische Phosphorgehalte im Boden



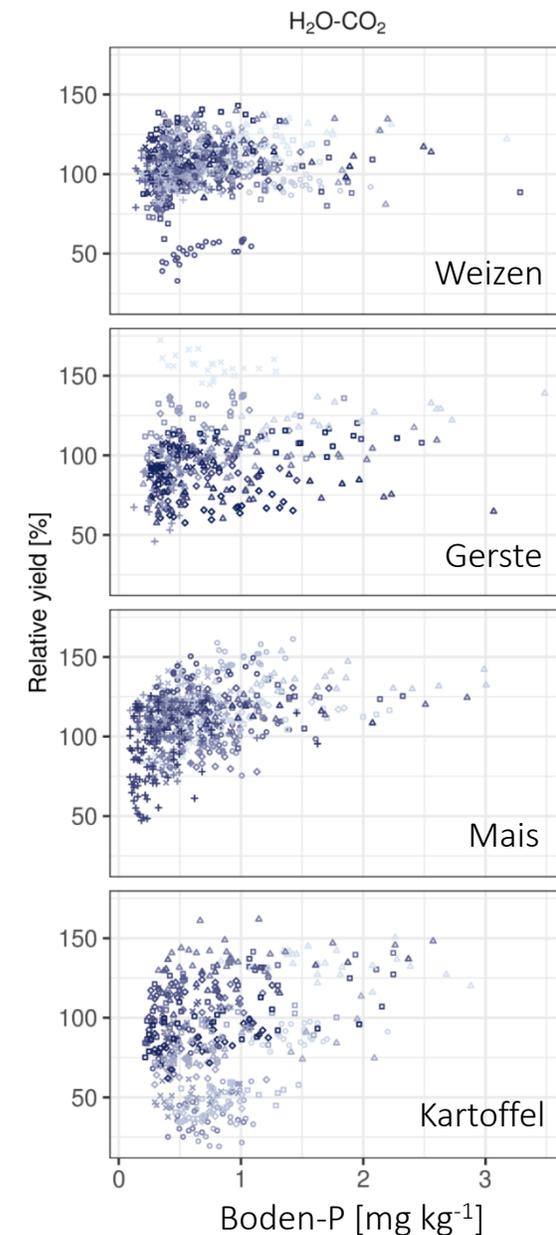
Langzeit-Feldversuche

www.langzeit-feldversuche.ch → STYCS



- 19–27 Jahre
- 91 Standort-Jahr-Kombinationen

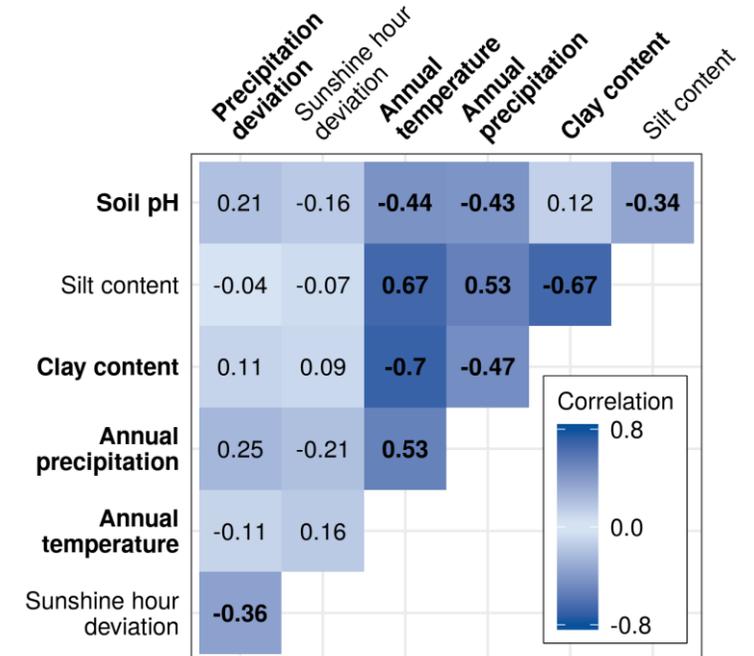
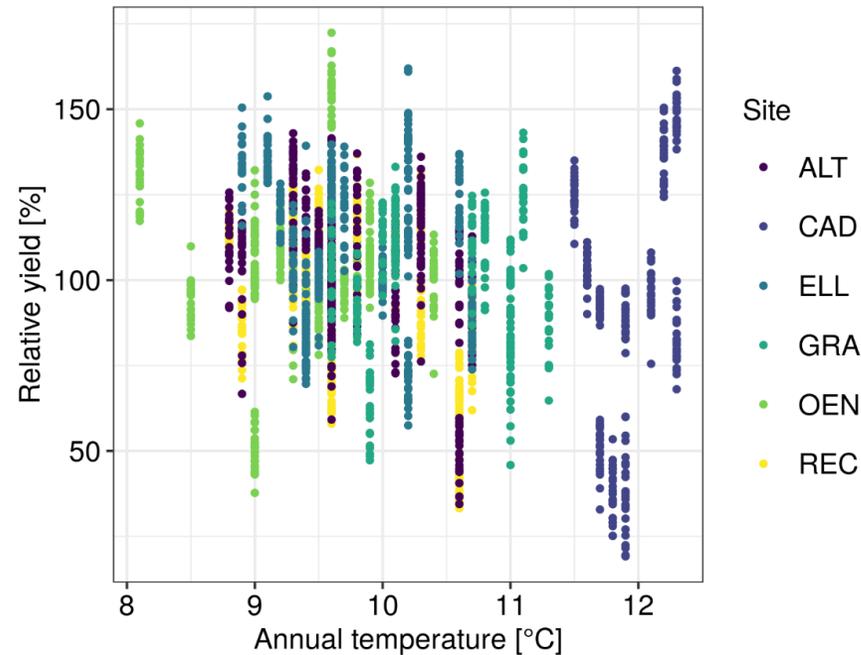
- 6 Standorte
- 6 Düngungsniveaus (0–167%)
- Erträge, verfügbare Nährstoffe
- Boden- und Klimavariablen (pH 5–9, 5–45% Ton, 8–12.5 °C, 800–3000 mm)



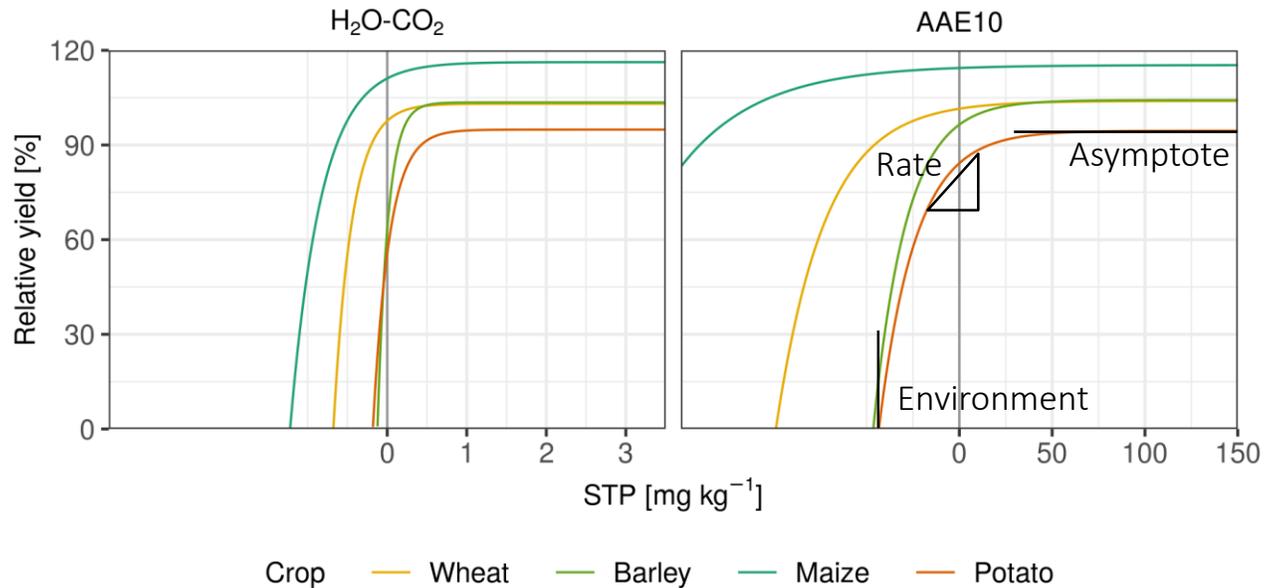
Langzeit-Feldversuche – Standorteigenschaften

- Relevanz für Ertragsreaktion Colwell *et al.* 1988
- Erklärung der zufälligen Varianz Loughin 2006
- minimale Kolinearität Bonate 2017

Boden	pH (H ₂ O)
	Tongehalt
	Schluffgehalt
Klima	Temperatur (T)
	Niederschlag (NS)
Wetter	Sonnenstunden (SH)
	T-Abweichung
	NS-Abweichung
	SH-Abweichung



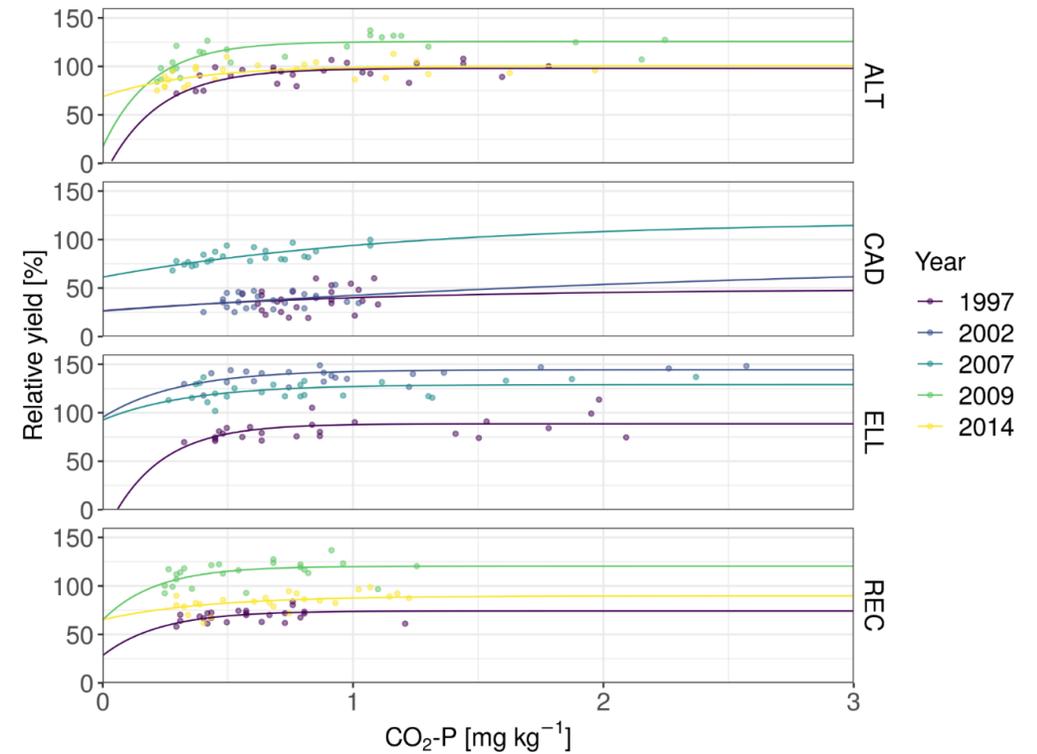
Ertragsreaktion auf Boden-P – Mitscherlich-Modell



Kovariablen:
Kultur + Düngung + Ton + pH + T + NS + NS-Abweichung

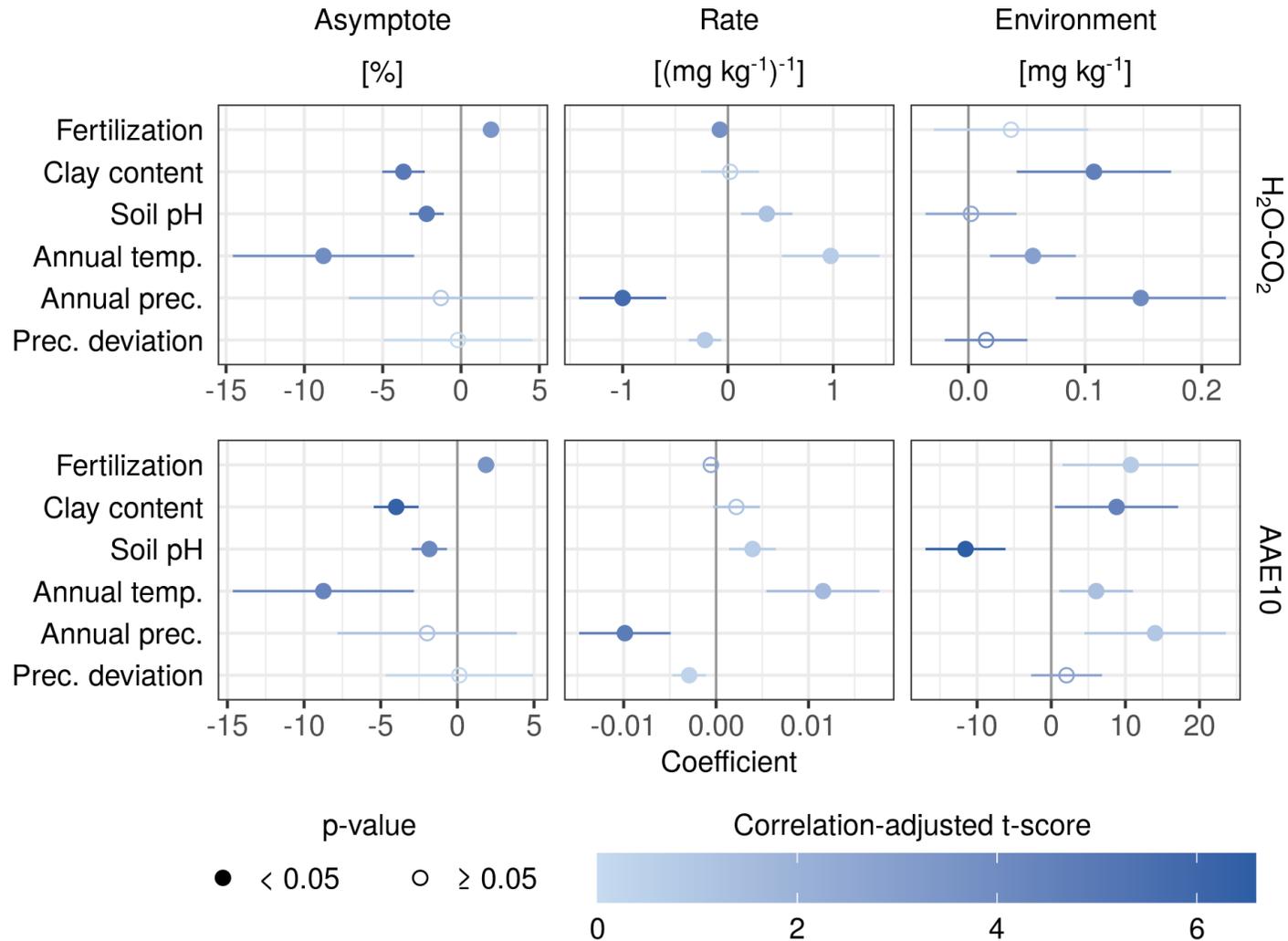
Zufällige Effekte auf Ertragsmaximum:
Jahr / Standort

Kartoffel – ausgewählte Jahre und Standorte





Pedoklimatische Einflüsse – Relevanz der Kovariablen





Kritische Phosphorgehalte im Boden – pedoklimatische Einflüsse

Ertragsreduktion:

- 1.5% biologische Variabilität

→ keine Düngung

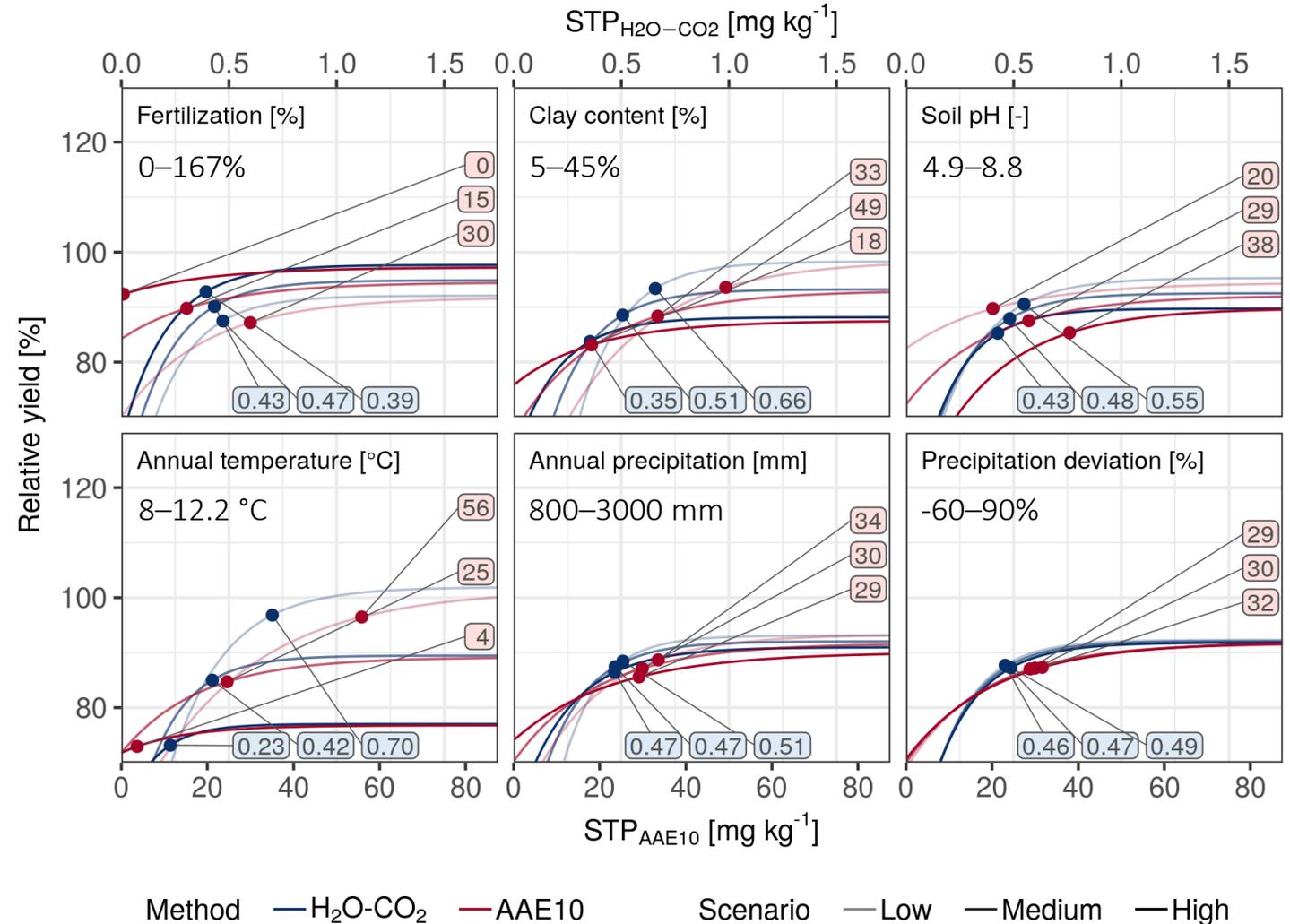
- 5% Signifikanzgrenze

→ Erhaltungsdüngung

- 10% hoch signifikant

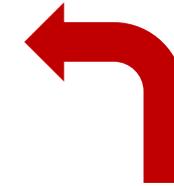
→ Aufdüngung

Morel *et al.* 1992





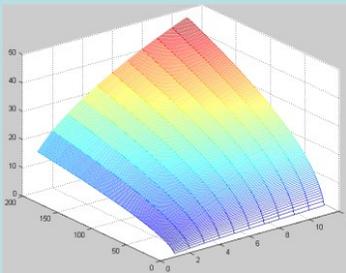
grosse Variation
aufgrund von
Standorteigenschaften



Pedoklimatische Einflüsse auf kritische Phosphorgehalte im Boden

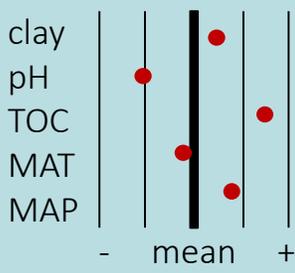
– von Klassifikationen hin zu numerischen Modellen für
standortangepasste Düngung

kontinuierliche
Beurteilung des
Nährstoffzustands
des Bodens



A	deficient
B	moderate
C	sufficient
D	in reserve
E	accumulated

Berücksichtigung
standortspezifischer
Wechselwirkungen
möglich



Danke

Studie: R. Flisch, F. Liebisch, J. Mayer, B. Orth, S.-E. Parent, W. Richner

Feldversuche: P. Bassetti, M. Bertossa, E. Brack, K. Casada, H.-R. Hunziker,
K. Meier-Zimmermann, H.-U. Zbinden

Klimadaten: MeteoSchweiz

Finanzierung: Agroscope



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Juliane Hirte
juliane.hirte@agroscope.admin.ch

Agroscope good food, healthy environment
www.agroscope.admin.ch

