

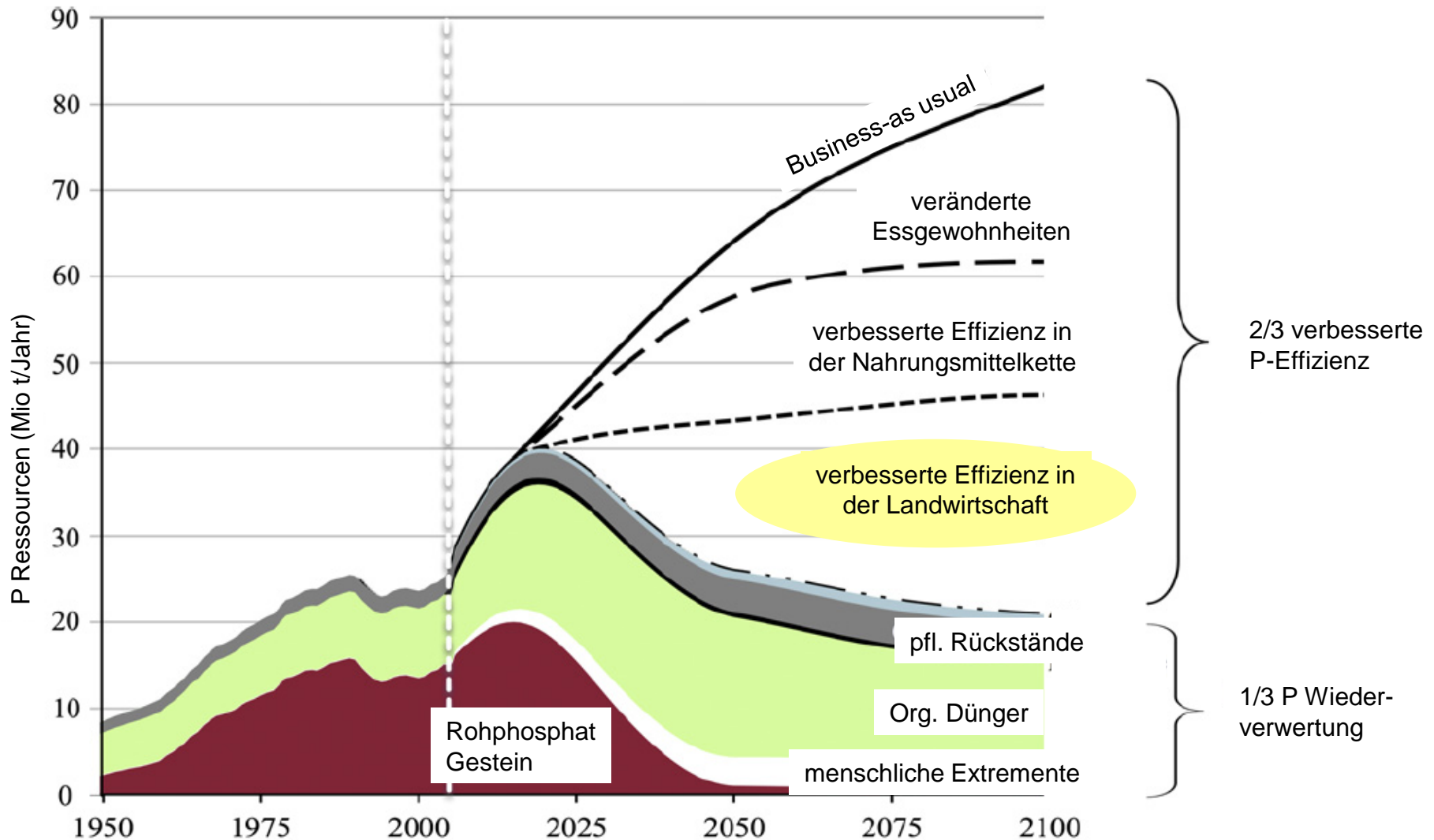


HOCHSCHULE OSNABRÜCK
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung: Modifizierte Richtwerte für die P-Gehaltsklassen im Boden

Hans-Werner Olf

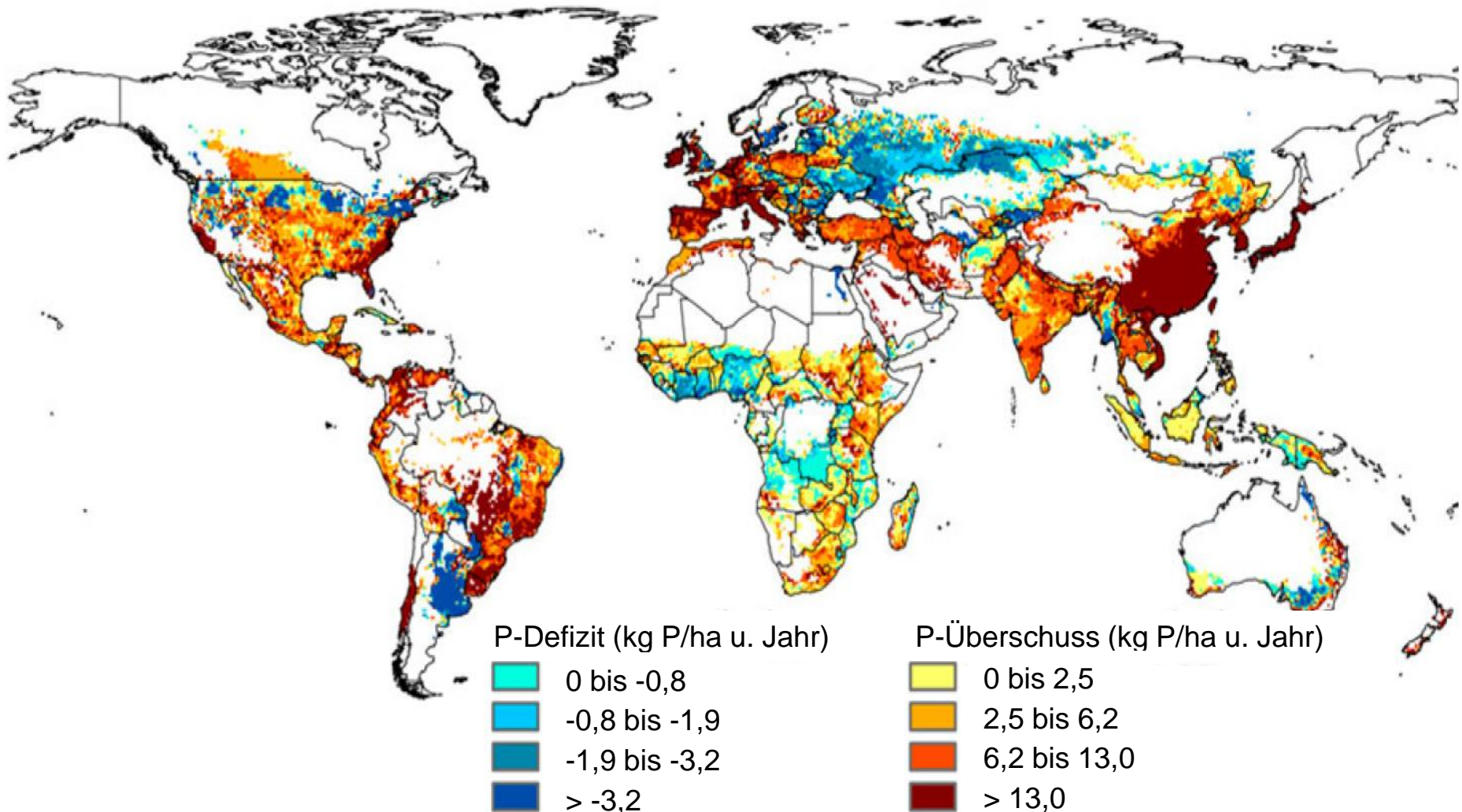
Szenarien für den P-Ressourceneinsatz



Cordell et al. (2009): The story of phosphorus

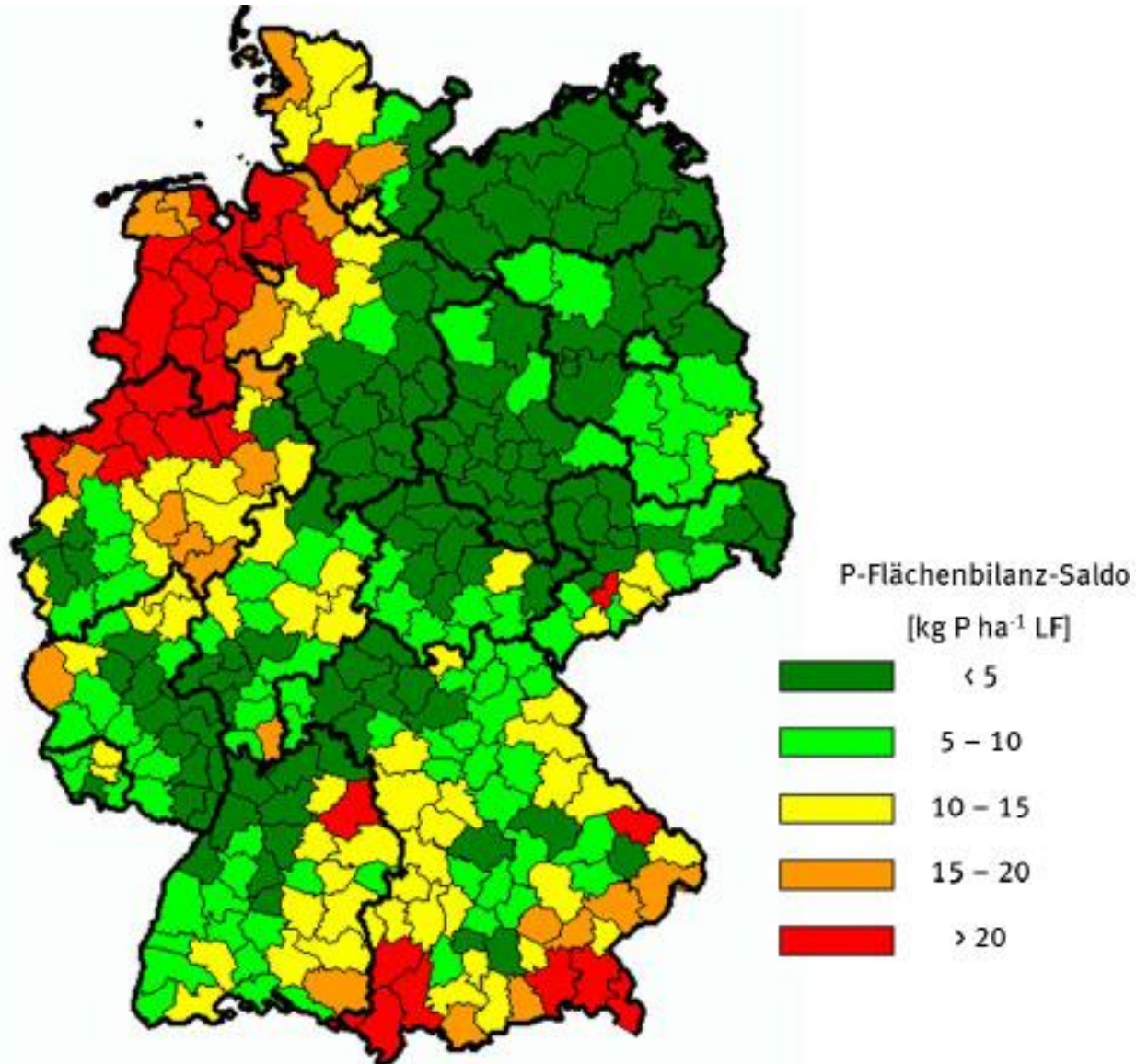
- P-Flächenbilanz: Indikator für....?
- Vorgehensweise bei der P-Düngebedarfsermittlung
- P-Bodenuntersuchung: Gibt es „ein“ Problem?
- P-Gehaltsklassen-Konzept und Ableitung der „Klassengrenzen“
- Perspektiven
 - „verbesserte“ Bodenuntersuchungsverfahren
 - Produktionstechnik
- Fazit

P-Flächenbilanzen (global)



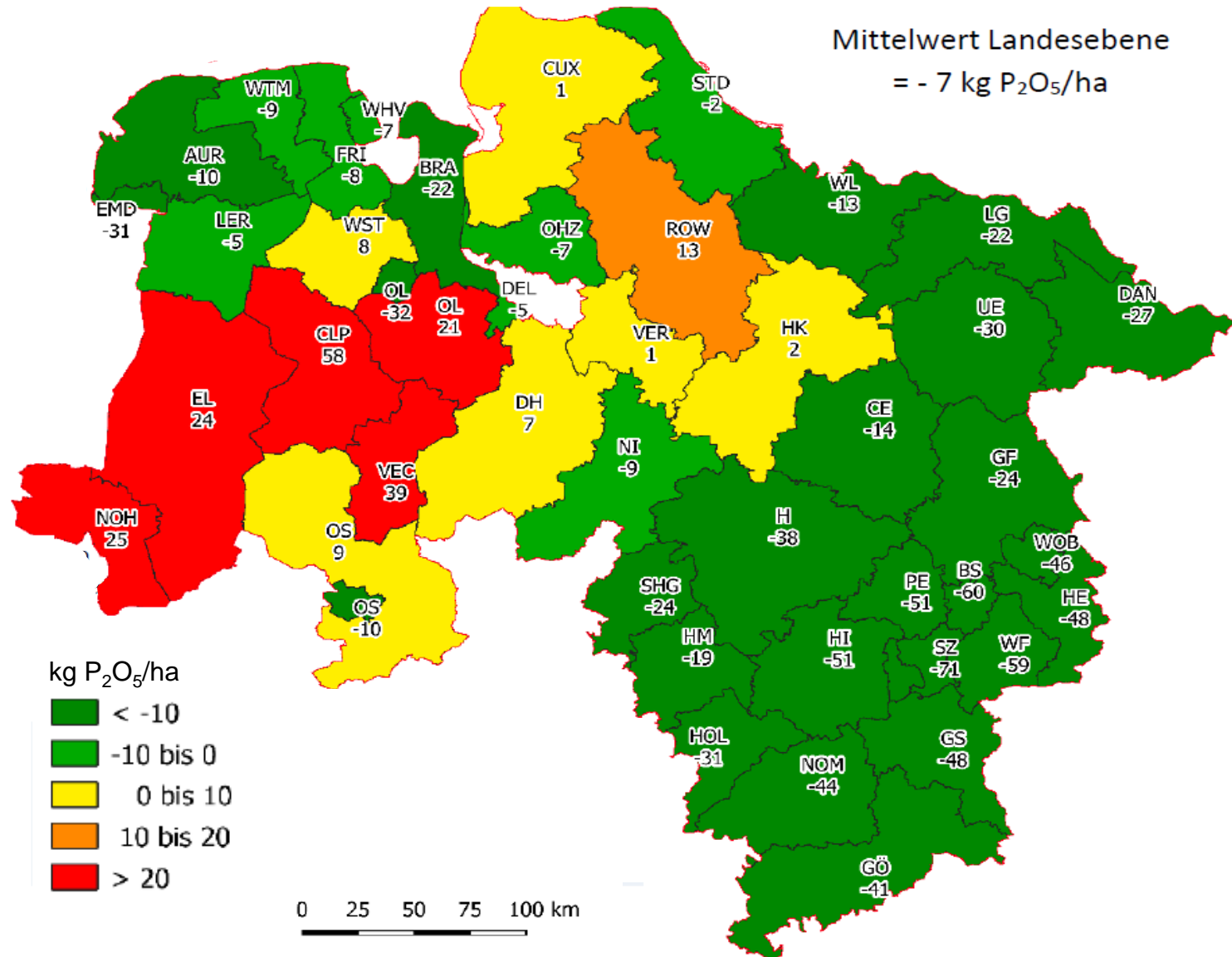
MacDonald et al. (2011): Agronomic phosphorus imbalances across the world's croplands

P-Flächenbilanzen (Deutschland)



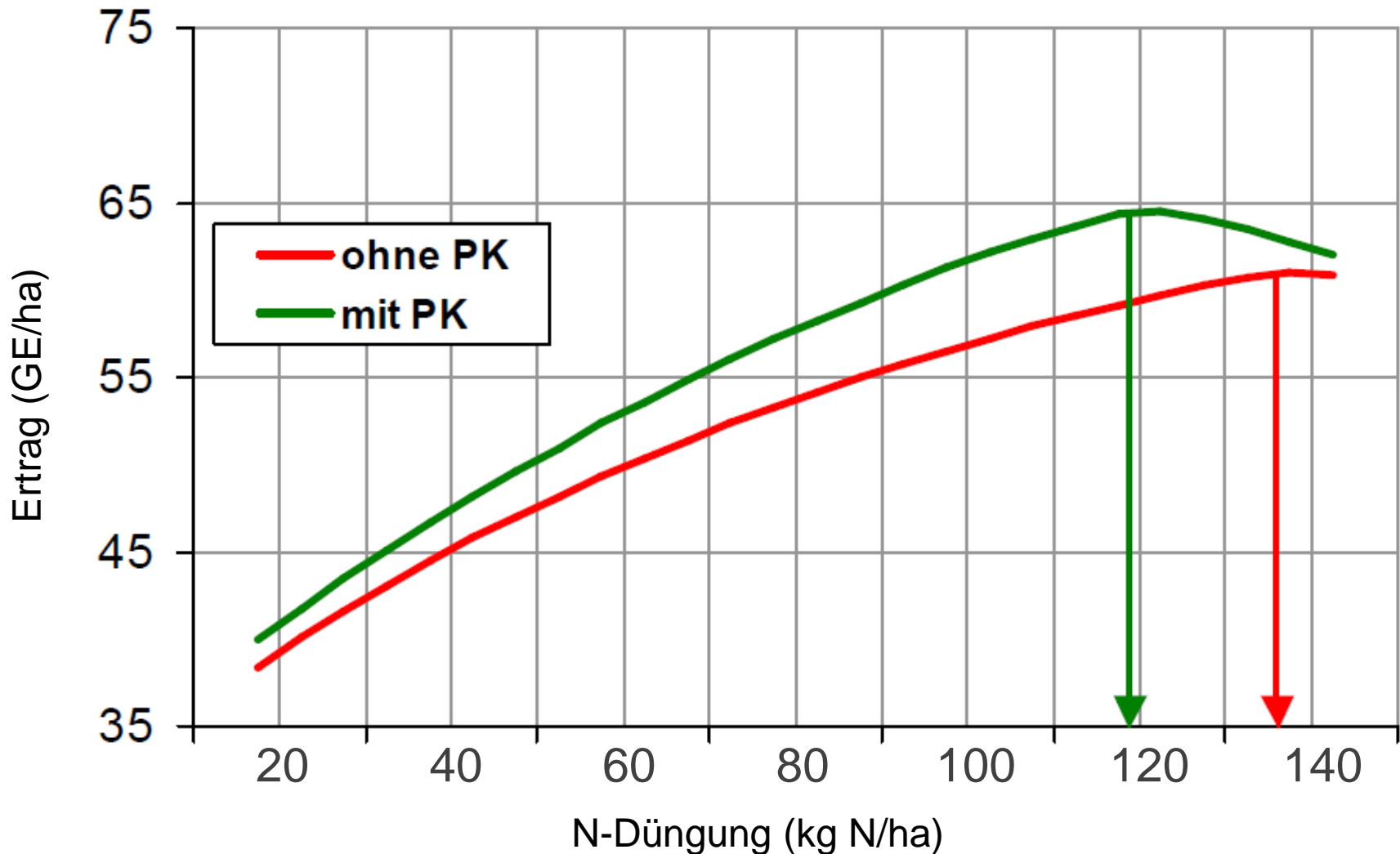
Montag et al. (2015) nach Werner (2006)

P-Flächenbilanzen (Niedersachsen)



- Auswirkungen positiver P-Bilanzen:
 - erhöhter Austrag von P in nicht-agrarische Ökosysteme
 - Verschwendung begrenzter Ressourcen
 -
 -
 - verbesserte P-Versorgung von Organismen
 -
- Auswirkungen negativer P-Bilanzen:
 - verringerte P-Belastung angrenzender Ökosysteme
 -
 -
 - Ertragspotential wird nicht ausgeschöpft
 - verminderte Effizienz für andere Nährstoffe (insb. N)
 -
 -

N-Ertragswirkung bei +/- PK-Düngung (6. -10. Versuchsjahr)



Versuchsbeginn DL-P: 14 mg/100 g
nach 10 jähriger Versuchsdauer ohne P-Düngung: 3 – 6 mg DL-P/100 g

Lorenz (2004)

- ✓ optimale P-Ernährung von Nutzpflanzen sicherstellen
- ✓ Bodenfruchtbarkeit erhalten (oder nachhaltig verbessern)
- ✓ P-Verluste in die Umwelt vermeiden
- ✓ nachhaltigen und ressourceneffizienten Umgang mit P gewährleisten

- P-Flächenbilanz: Indikator für....?
- Vorgehensweise bei der P-Düngebedarfsermittlung
- P-Bodenuntersuchung: Gibt es „ein“ Problem?
- P-Gehaltsklassen-Konzept und Ableitung der „Klassengrenzen“
- Perspektiven
 - „verbesserte“ Bodenuntersuchungsverfahren
 - Produktionstechnik
- Fazit

- repräsentative Probenahme im Feld
- Trocknung und Siebung (< 2 mm)
- Bodenuntersuchung nach anerkannten (und validierten) Methoden

- Verfahren unterschiedlicher Stärke:
 - ✓ Extraktionsmittel
 - ✓ Extraktionsverhältnis Boden/Extraktionsmittel
 - ✓ Extraktionszeit/-temperatur
- länderspezifische Unterschiede
- in Deutschland:
 - ✓ CAL
 - ✓ DL
 - ✓ EUF

- Bewertung erfolgt auf Basis von Ertragsdaten aus Feldversuchen

Übersicht P-Extraktionsverfahren in Europa

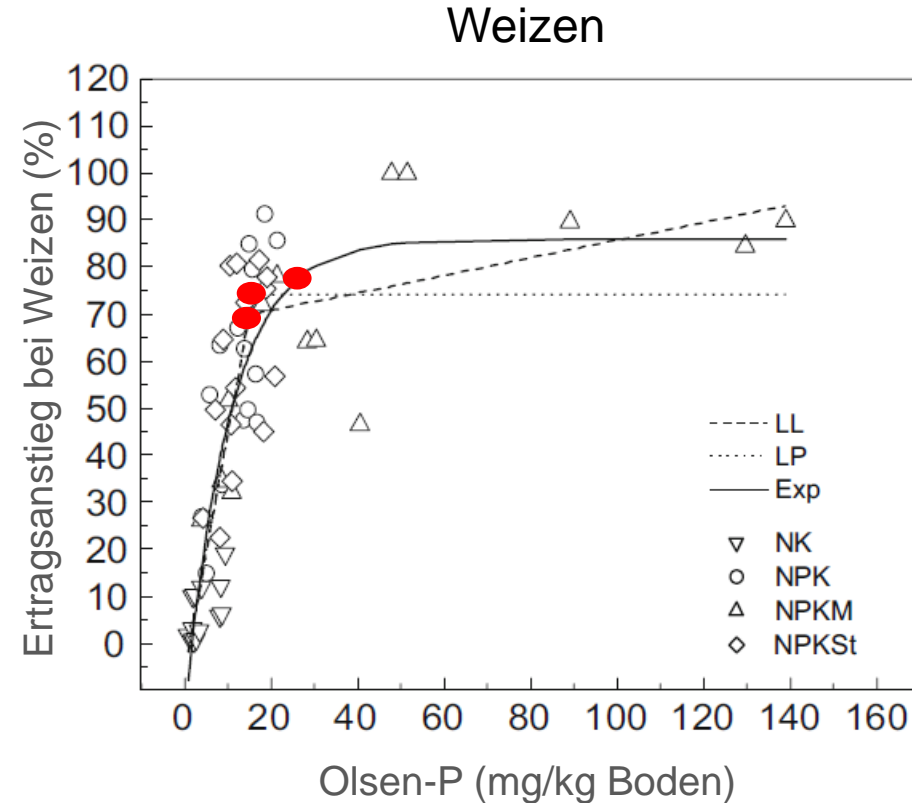
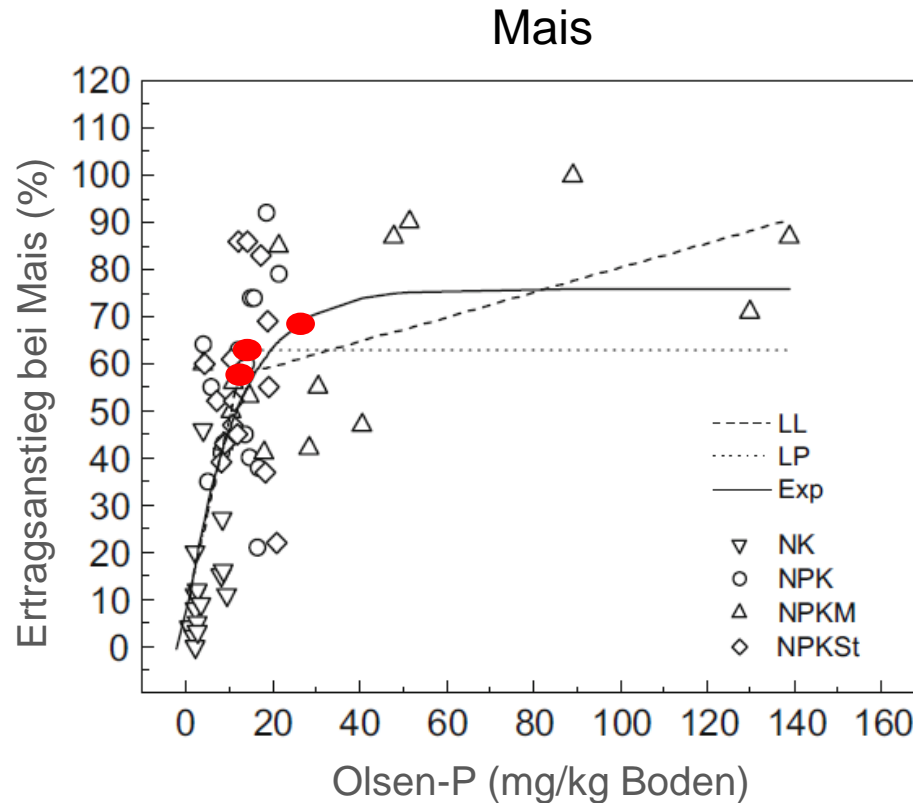


Country	Method	Chemical extractants	Main Mechanism	References	Soil types
Belgium (Flanders) Hungary Lithuania Norway	AL	1:20, 0.1 M ammonium lactate + 0.4 N acetic acid, pH 3.75, 2 h shaking	Anion exchange, acid dissolution	Egner <i>et al.</i> , (1960)	All soils
Latvia Poland	Egnerand Riehm (DL)	1:50, 0.02 M calcium lactate + 0.02 M hydrochloric acid, pH 3.7, 1.5 h shaking	Acid dissolution anion exchange	LV ST ZM 82-97, (1997)	All soils
Austria Germany	CAL	1:20, 0.05 M calcium acetate + calcium lactate + 0.05 M + 0.3 M acetic acid, pH 4.1, 2 h shaking	Anion exchange, acid dissolution	Schüller, (1969)	All soils
The Netherlands Switzerland	H ₂ O	Remoisture of soil (1–2 mL soil + 2 mL water), 22 h incubation, 1:60 (v/v), water 20 °C, 1 h shaking 1:2.5, water saturated in CO ₂ , 1 h shaking	Desorption enhancement	Sissingh, (1971) Dirks & Scheffer, (1930)	All soils
Italy	Bray D1	1:10, 0.03 M ammonium fluoride + 0.025 M hydrochloric acid, 5 min shaking	Cation complexation	Bray & Kurtz, (1945)	pH < 6.8

Jordan-Meille et al. (2012) [Auszug]

- P-Flächenbilanz: Indikator für....?
- Vorgehensweise bei der P-Düngebedarfsermittlung
- P-Bodenuntersuchung: Gibt es „ein“ Problem?
- **P-Gehaltsklassen-Konzept und Ableitung der „Klassengrenzen“**
- Perspektiven
 - „verbesserte“ Bodenuntersuchungsverfahren
 - Produktionstechnik
- Fazit

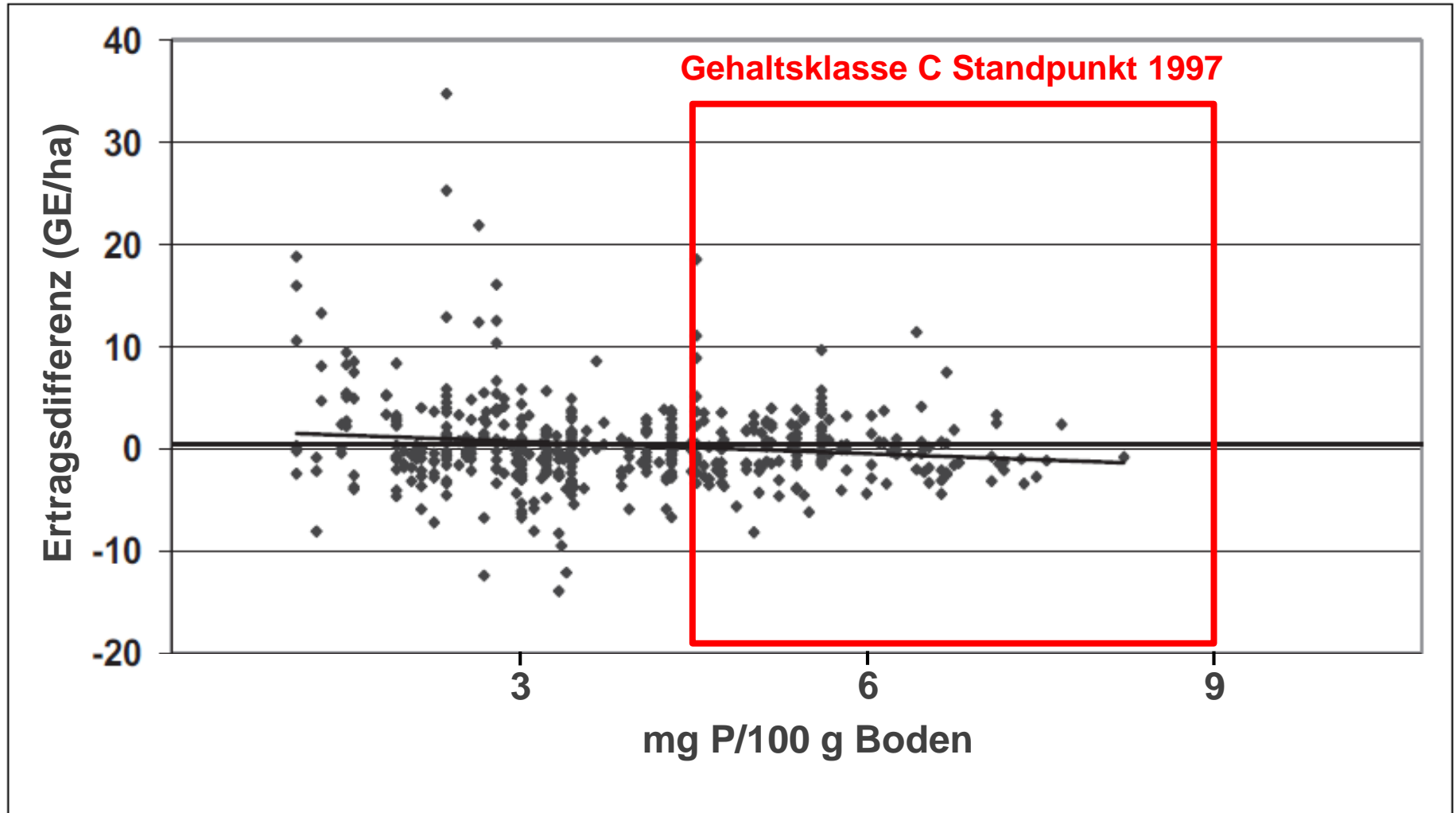
Ertrag in Abhängigkeit vom „pflanzenverfügbarem P-Gehalt“



● „Critical value“ = „Grenzwert“

Tang et al. (2009) [Auszug]

Ertragsdifferenz bei P-Entzugsdüngung in Abhängigkeit von den Boden-P-Gehalten



P-Gehaltsklassen und P-Düngeempfehlung (Standpunkt 1997)



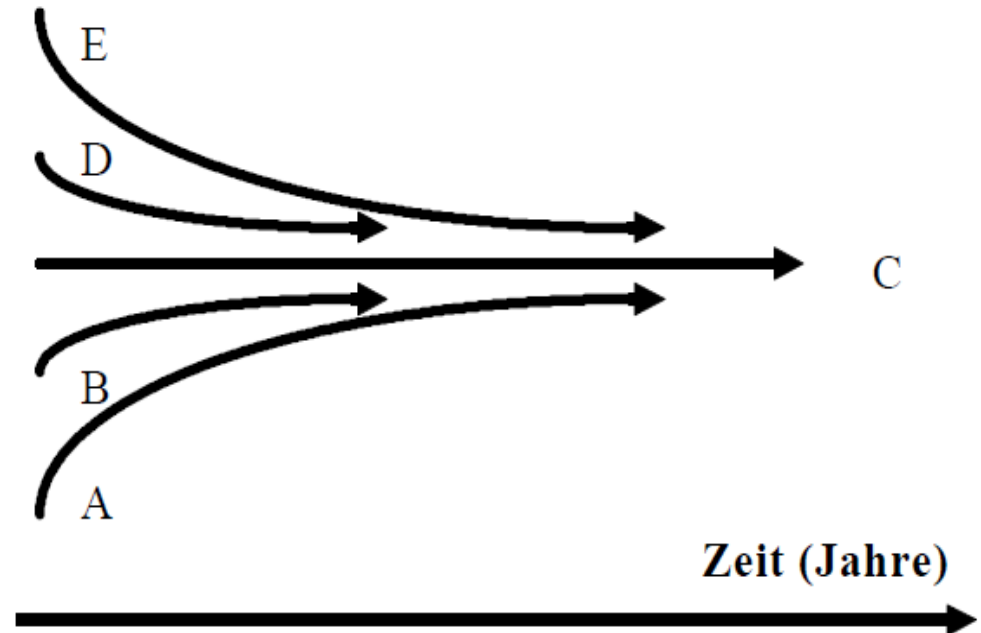
Gehalts- klasse	Richtwerte 1997 mg P/100 g	Dünge- empfehlung	Düngewirkung auf Ertrag
A	< 2	stark erhöht	hoch
B	2,1 - 4,4	erhöht	mittel
C	4,5 - 9,0	Abfuhr	gering
D	9,1 - 15,0	vermindert	Blattfrüchte
E	> 15,1	keine	keine

Kerschberger et al. (1997)

Schematische Darstellung der P-Düngewirkung auf die P-Bodengehalte

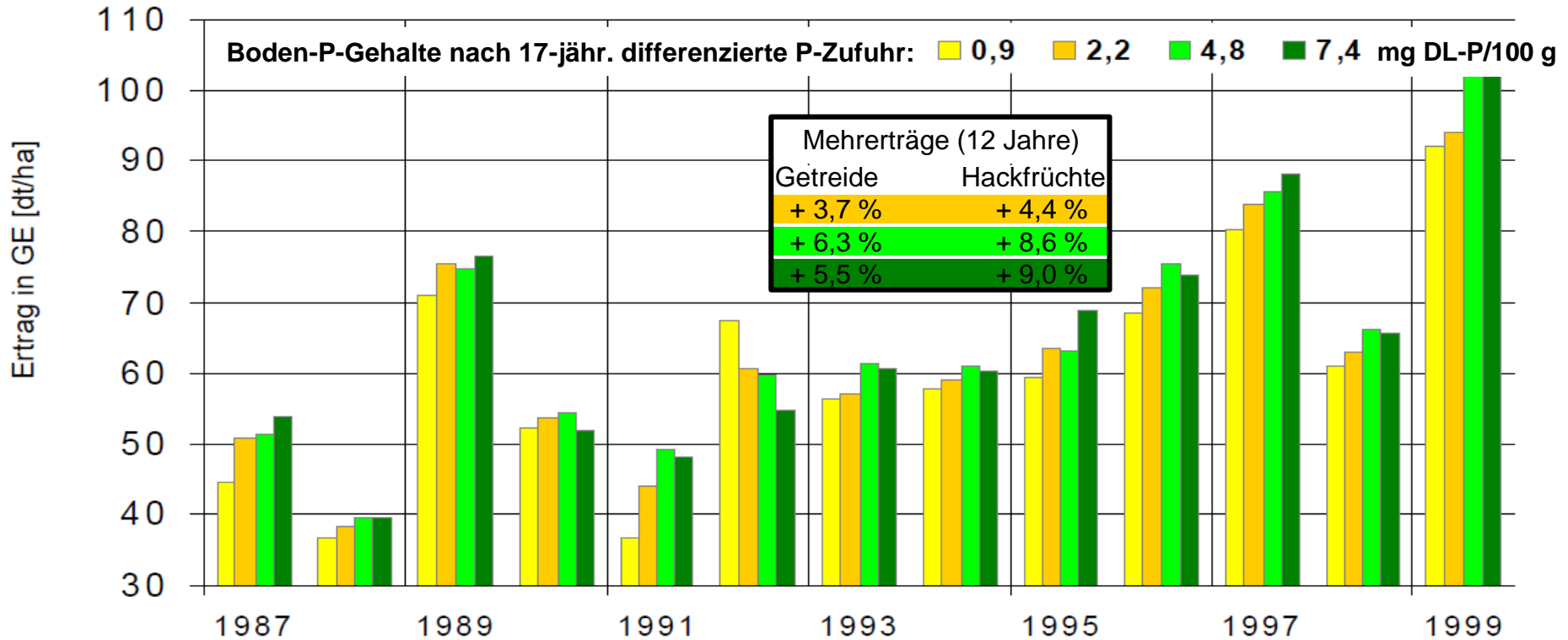


P-Gehaltsklasse	Düngebedarf
E	keine Düngung
D	verminderte Düngung
C	Erhaltungsdüngung
B	erhöhte Düngung
A	stark erhöhte Düngung



Kerschberger et al. (1997)

P-Düngewirkung (40 kg P/ha) bei unterschiedlichen P-Bodengehalten



P-Gehaltsklassen und P-Düngerempfehlung (VDLUFA-Standpunkt 2018)



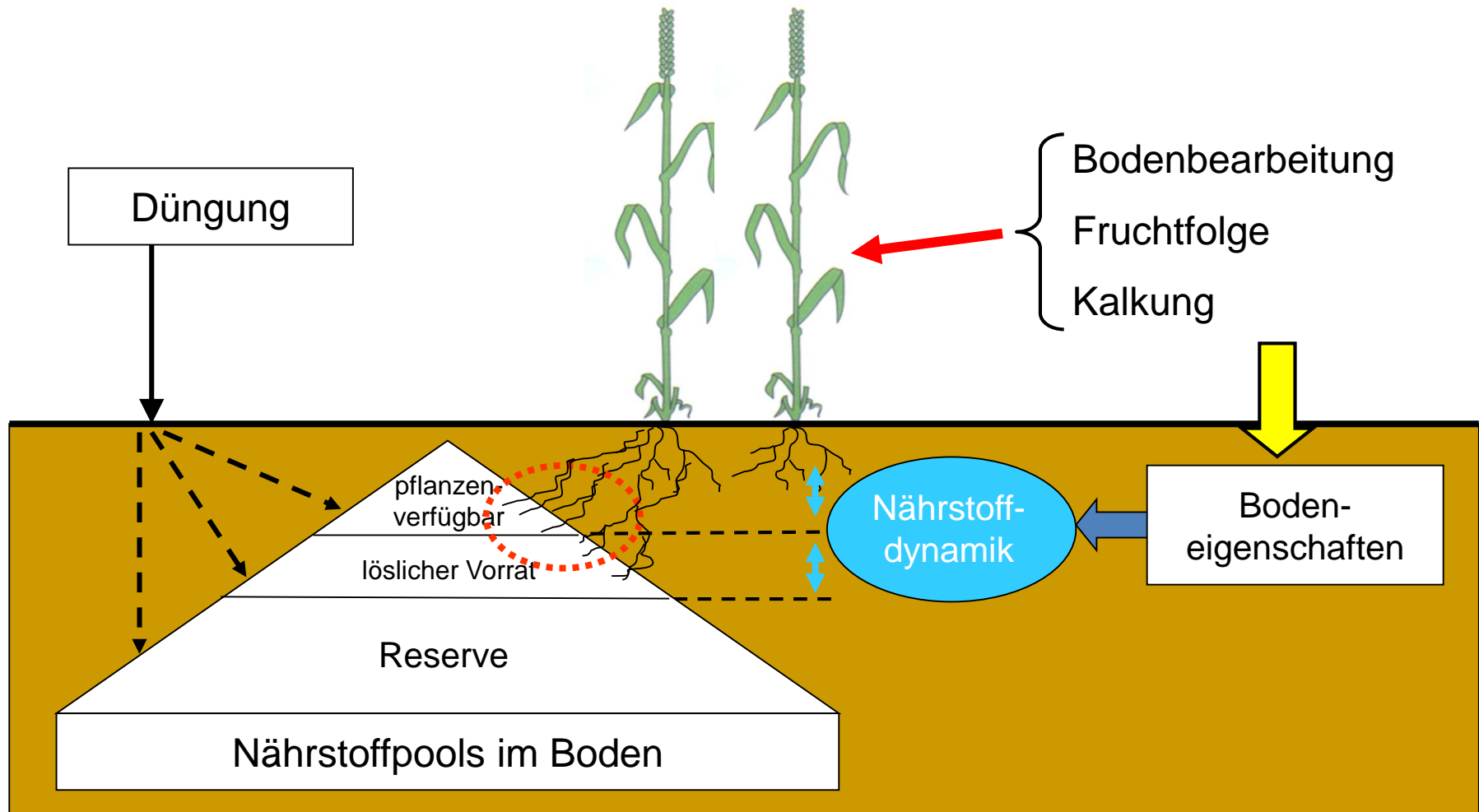
Gehaltsklasse	Richtwerte 1997 mg P/100 g	Richtwerte 2018 mg P/100 g	Düngerempfehlung	Düngewirkung auf Ertrag
A	< 2	< 1,5	stark erhöht	hoch -> Optimalertrag
B	2,1 - 4,4	1,5 - 3,0	erhöht	mittel -> Optimalertrag
C	4,5 - 9,0	3,1 - 6,0*	Abfuhr	Optimalertrag
D	9,1 - 15,0	6,1 - 12,0	vermindert	Optimalertrag gesichert
E	> 15,1	> 12,0	keine	keine -> Optimalertrag

* in Trockengebieten mit weniger als 550 mm Niederschlag erhöht sich der Wert auf 7,5 mg P/100 g

- P-Flächenbilanz: Indikator für....?
- Vorgehensweise bei der P-Düngebedarfsermittlung
- P-Bodenuntersuchung: Gibt es „ein“ Problem?
- P-Gehaltsklassen-Konzept und Ableitung der „Klassengrenzen“
- **Perspektiven**
 - „verbesserte“ Bodenuntersuchungsverfahren
 - Produktionstechnik
- **Fazit**

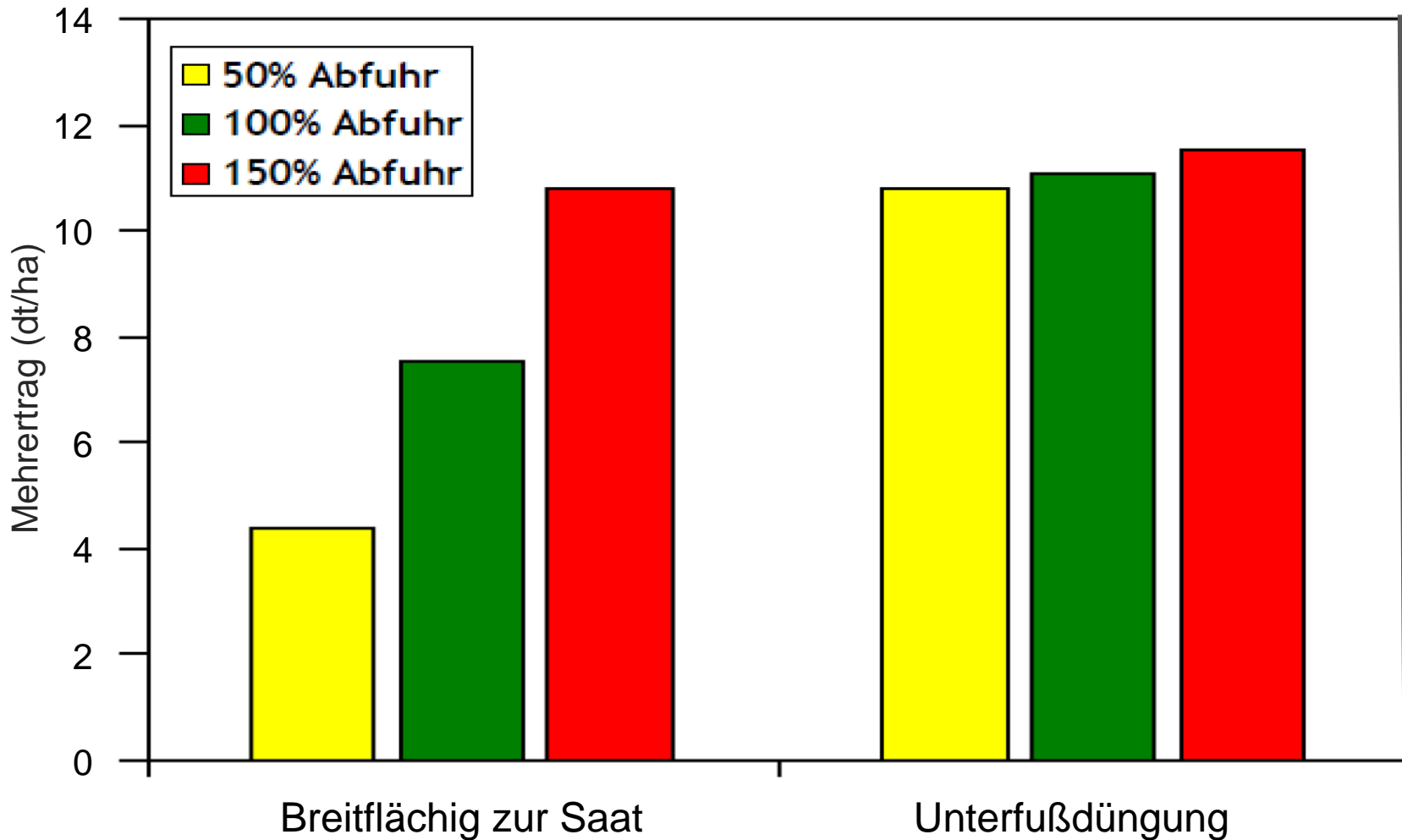
- Erfassung weiterer Boden-P-Fraktionen
 - organisch gebundenes P (P_{org})
 -
- Beprobung tieferer Bodenschichten
- Charakterisierung der P-Freisetzungskinetik
 - P-Freisetzungsrates nach Flossmann & Richter
 - DGT (**D**iffusive **G**radientes in **T**hin **F**ilms)
 -

P-Verfügbarkeit: Wechselwirkungen Boden, Pflanzen und Anbaumaßnahmen

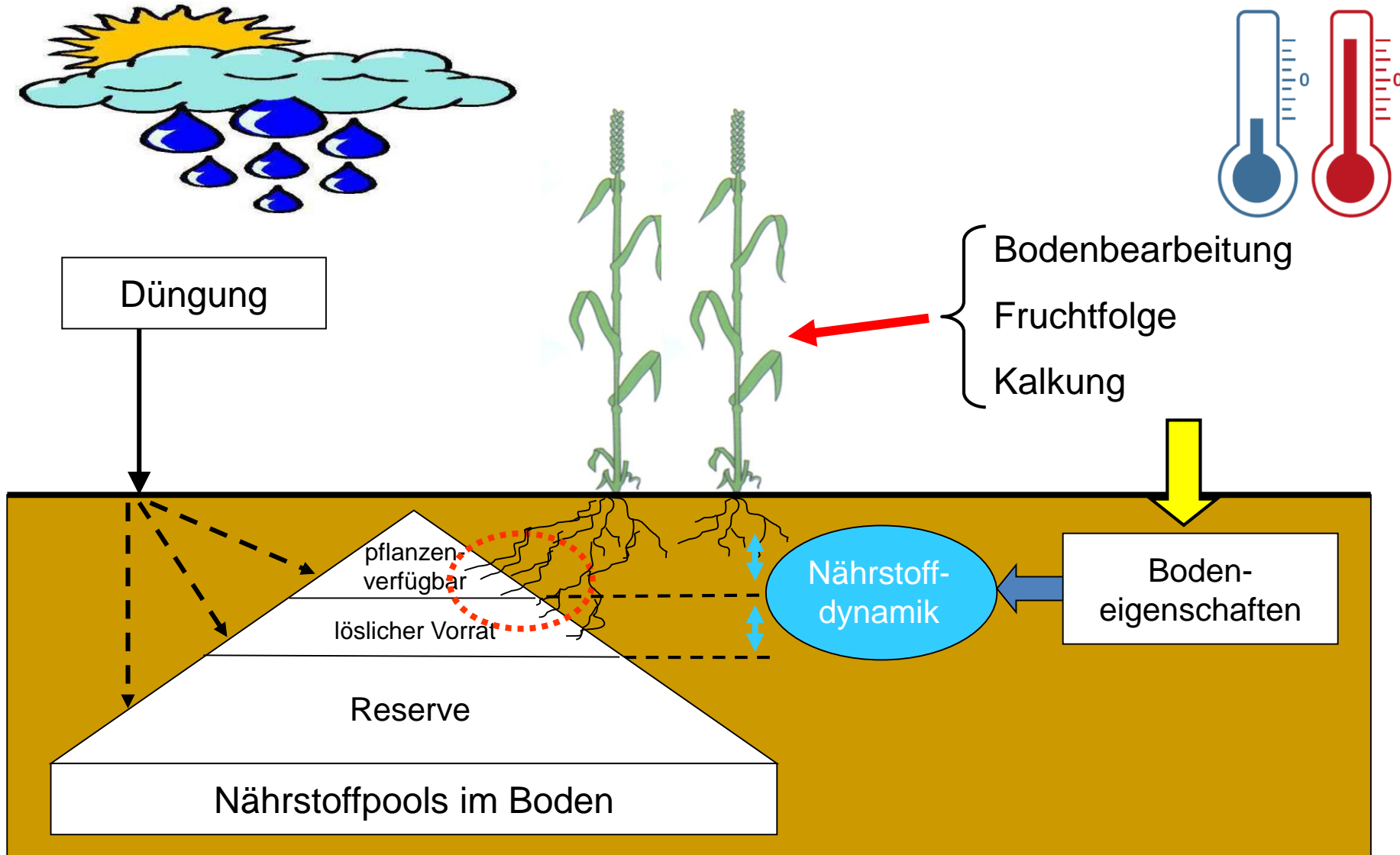


- Einhaltung eines guten Kalkzustandes des Bodens
- Einarbeitung des P-Düngers
- Platzierung des P-Düngers
- Kulturartenauswahl
- P-Düngerform
- Erosionsmindernde Maßnahmen
- Vermeidung bzw. Behebung von Bodenverdichtungen
-

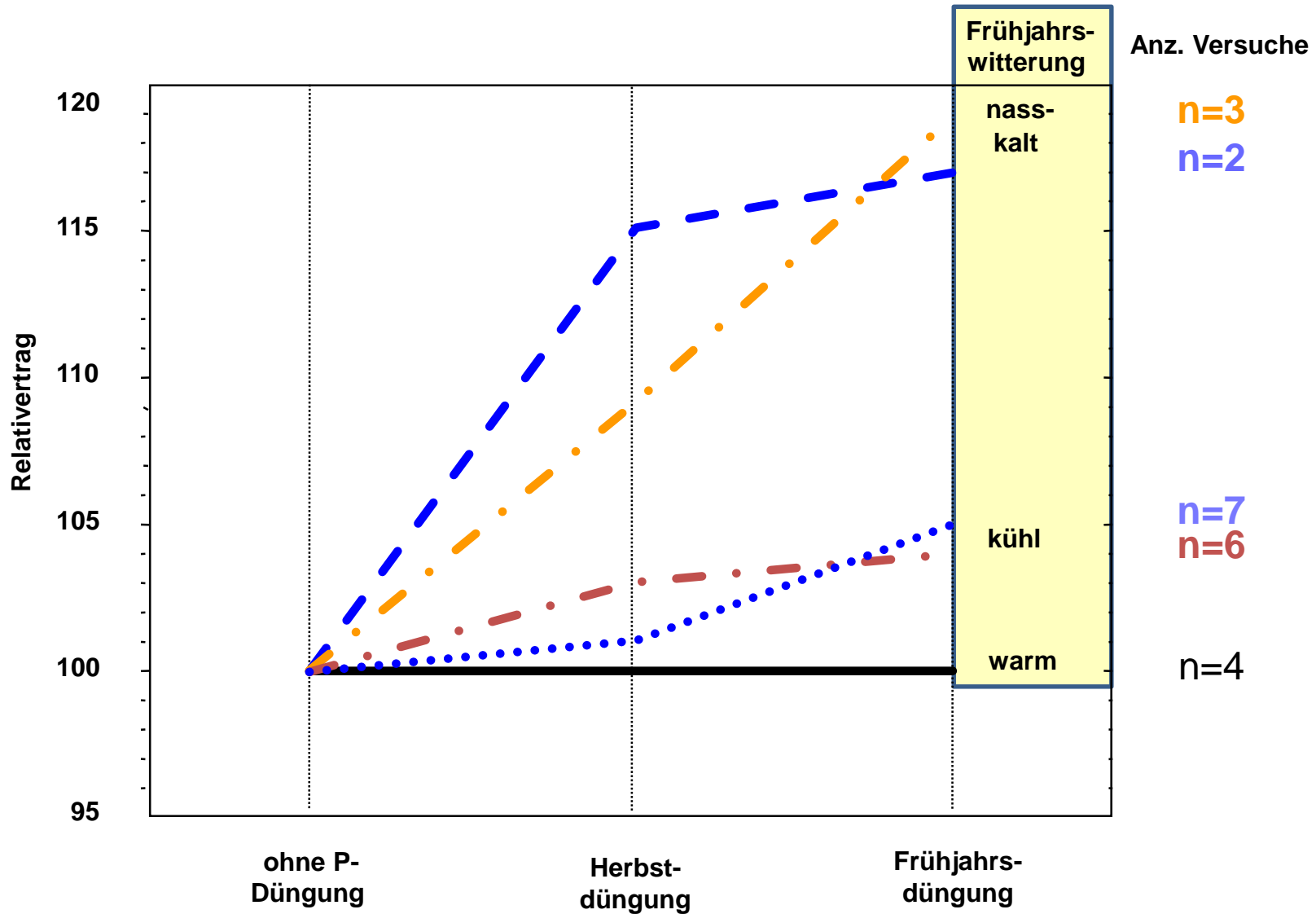
Mehrertrag durch platzierte P-Düngung bei Wintergerste



P-Verfügbarkeit: Wechselwirkungen Anbausystem und Witterung



Einfluss der Frühjahrswitterung



- Effizienzsteigerung beim P-Einsatz in der Landwirtschaft notwendig
- P-Flächenbilanz ist als alleiniger Indikator wenig aussagekräftig
- P-Bodenuntersuchung
 - ist ein gut etabliertes Verfahren für die P-Düngebedarfsprognose
 - ist in Feldversuchen kalibriert
 - wird fortlaufend evaluiert und weiterentwickelt
 - hat aufgrund der unterschiedlichsten Einflussfaktoren aber auch klare Begrenzungen im Einzelfall