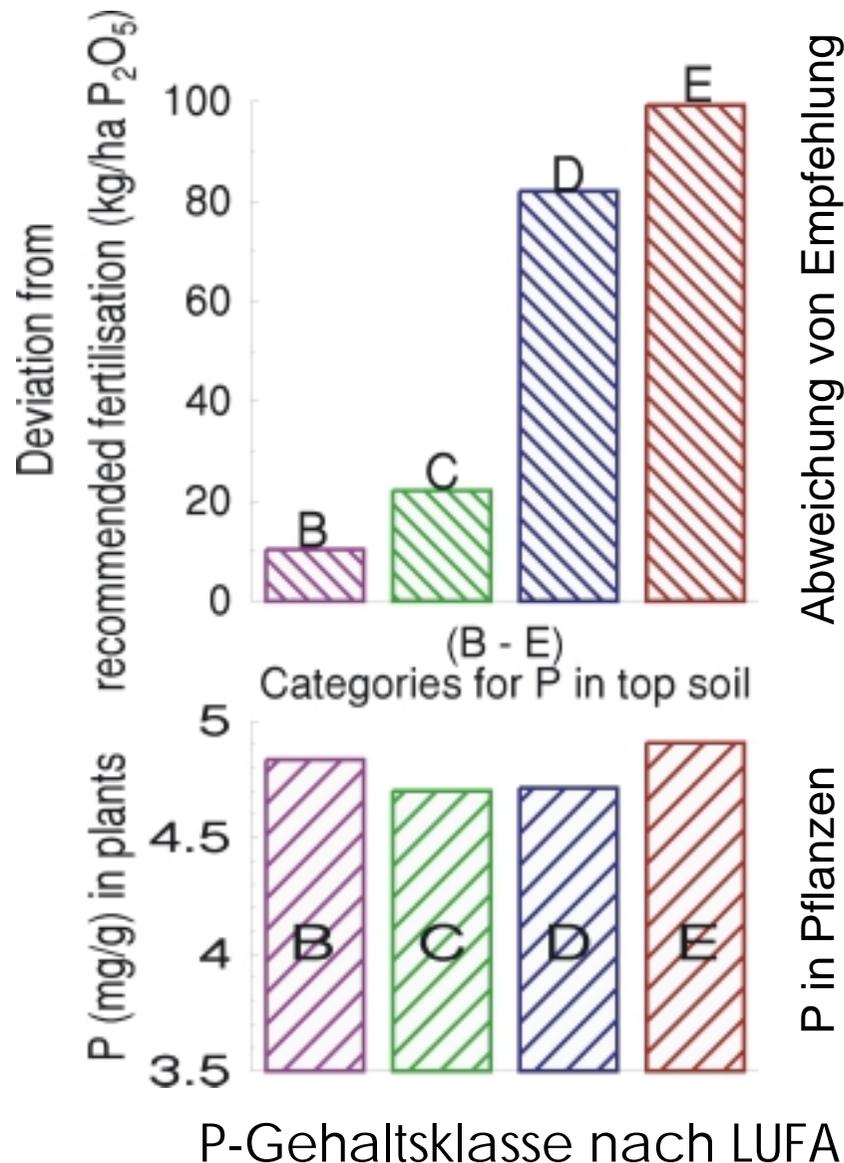


P-Düngung auf Entzug

von

Ewald Schnug und Bettina Eichler

P-Düngung auf Entzug



Die tatsächlich gedüngte P-Menge (min. + org.) nimmt mit steigenden Bodengehalten zu.

P-Gehalte in Pflanzen stehen in keiner Beziehung zu Gehaltsklassen oder Bilanzüberschüssen.

$$\text{Düngebedarf} = \frac{\text{Entzug} - (\text{verfügbare Vorräte im Boden})}{\text{Ausnutzungsgrad}} * 100$$

$$D = \frac{E - \left(\frac{B \times b}{100} + \frac{C \times c}{100} \right)}{d} \times 100$$

Erläuterungen:

D = Düngermenge in kg ha⁻¹ Nährstoff

B = Gehalt des Pflughorizontes an Nährstoffen aus früheren Düngungen in kg ha⁻¹

C = Gehalt des Pflughorizontes an nativen Bodennährstoffen in kg ha⁻¹

E = Nährstoffentzug der Ernte in kg ha⁻¹

b = Ausnutzungsgrad der angereicherten Düngernährstoffe in %

c = Ausnutzungsgrad der nativen Bodennährstoffe in %

d = Ausnutzungsgrad der Düngernährstoffe im Anwendungsjahr in %

Die Ausnutzung von Dünger P durch Pflanzen

Ausnutzungsgrad im Anwendungsjahr (nach Differenz und Isotopenmethode)	15%
Langfristige Ausnutzung (nach Differenzmethode)	75%
„scheinbare“ oder „effektive“ Ausnutzung (intrinsische Hypothese)	100%

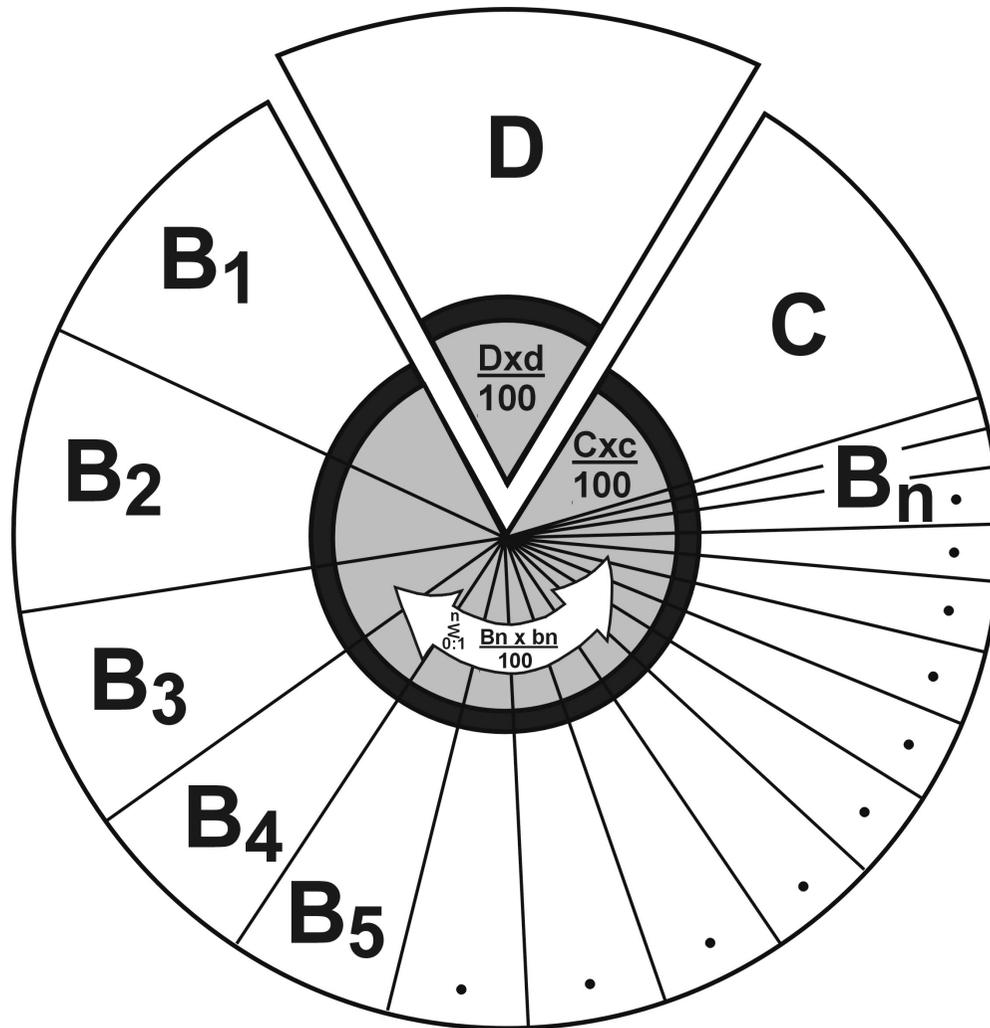
**Bei wenig mobilen Nährstoffen hat vor allem die langfristige
($t = \infty$) Ausnutzung Relevanz für die Düngungsplanung**

Ableitung der
intrinsischen Hypothese
einer langfristig
vollständigen Ausnutzung
($t = \infty$) von Dünger-P

Verhalten von Dünger P nach Einbringung in den Boden:

- keine Interaktionen mit der Atmosphäre
- sehr geringe Mobilität (ARRHENIUS, 1931; BARBER, 1980; CATT, 1997; SHARPLEY u. a., 2000)
d.H. keine substantiellen Verluste aus dem Boden!
- nach Auflösung Umwandlung in standortspezifische P-Formen bei abnehmender Löslichkeit durch Alterung

P-Düngung auf Entzug



Erläuterungen

- Entzug für Zielertrag
- D - Dünger
- B – Nährstoffe aus früheren Düngungen
- C – native Bodennährstoffe
- b – Ausnutzungsgrad der angereicherten Düngernährstoffe
- c – Ausnutzungsgrad der nativen Bodennährstoffe
- d - Ausnutzungsgrad der Düngernährstoffe im Anwendungsjahr

Herkunft der Nährstoffe im Erntegut landwirtschaftlicher Kulturpflanzen

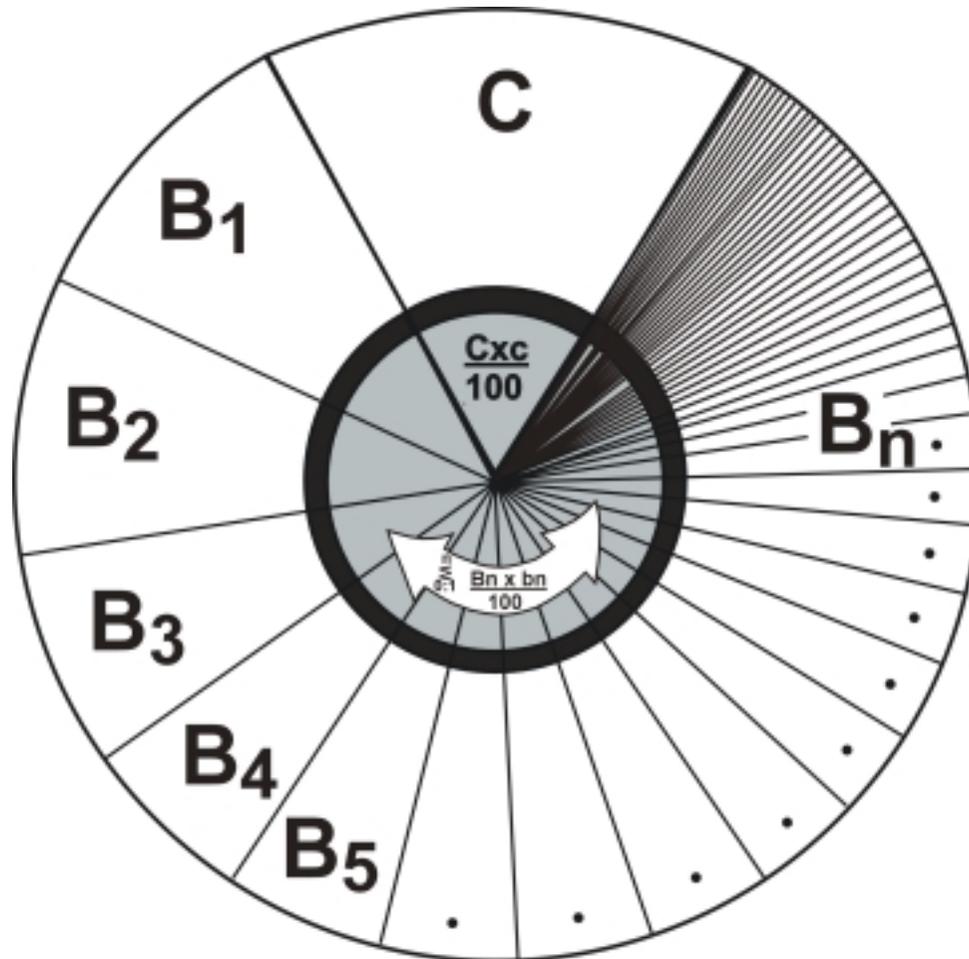
Im Anwendungsjahr nicht aufgenommenener Dünger P reichert sich im Boden an, wobei seine Ausnutzbarkeit tendenziell abnimmt (Alterung):

$$\frac{B * b}{100} = \frac{B_1 * b_1}{100} + \dots + \frac{B_n * b_n}{100}$$

B, B_1, \dots, B_n = Nicht ausgenutzter Nährstoff aus der Düngung von vor 1, 2, 3, 4, 5 n Jahren

b_1, b_2, \dots, b_n = Ausnutzungsgrad des nicht aufgenommenen Nährstoffs aus der Düngung von 1, 2, 3, 4, 5 n Jahren

P-Düngung auf Entzug



Erläuterungen

- B – Nährstoffe aus früheren Düngungen
- C – native Bodennährstoffe
- b – Ausnutzungsgrad der angereicherten Düngernährstoffe
- c – Ausnutzungsgrad der nativen Bodennährstoffe

● $\hat{=}$ Entzug für Zielertrag

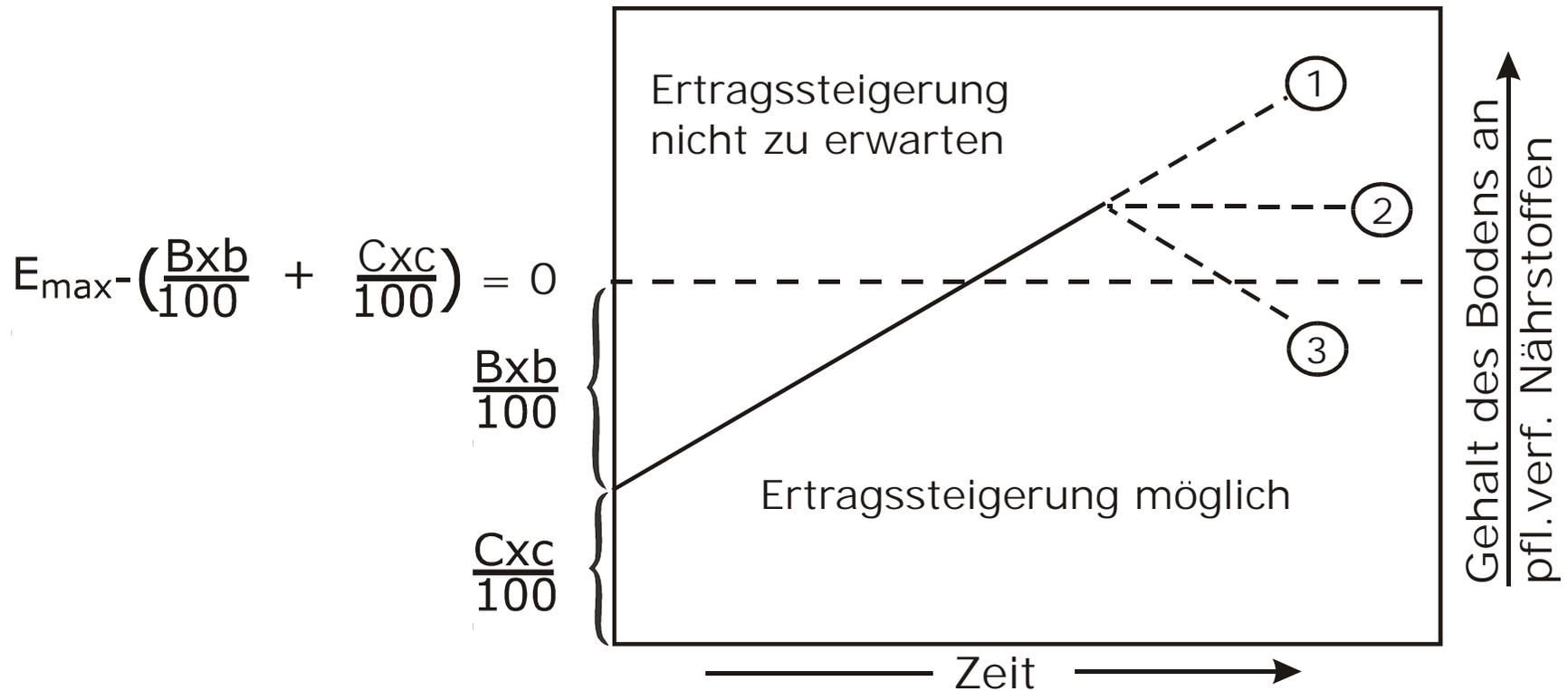
Herkunft der Nährstoffe im Erntegut landwirtschaftlicher Kulturpflanzen

Bei fortschreitender Anreicherung wird "irgendwann" der Bedarf einer weiteren Ernte allein aus "Resten" aus früheren Düngungen gedeckt werden:

$$E - \left(\frac{B * b}{100} + \frac{C * c}{100} \right) = 0$$

- B** = im Boden angereicherte Nährstoffe aus früheren Düngungen (kg ha⁻¹)
- C** = native Nährstoffe im Boden (kg ha⁻¹)
- E** = Nährstoffentzug (kg ha⁻¹)
- b** = Ausnutzungsgrad der angereicherten Nährstoffe (%)
- c** = Ausnutzungsgrad der nativen Nährstoffe (%)

P-Düngung auf Entzug



Änderungen des Nährstoffgehaltes im Boden bei Düngung nach dem Ausnutzungsgrad im Anwendungsjahr (1), bzw. nach dem scheinbaren Ausnutzungsgrad (2), keine Düngung (3), nach Erreichen des optimalen Versorgungsgrades nach Engelstad und Parks (1976)

Das Konzept der "scheinbaren" Ausnutzung (s) von Dünger P für $t = \infty$ (Kaila, 1965):

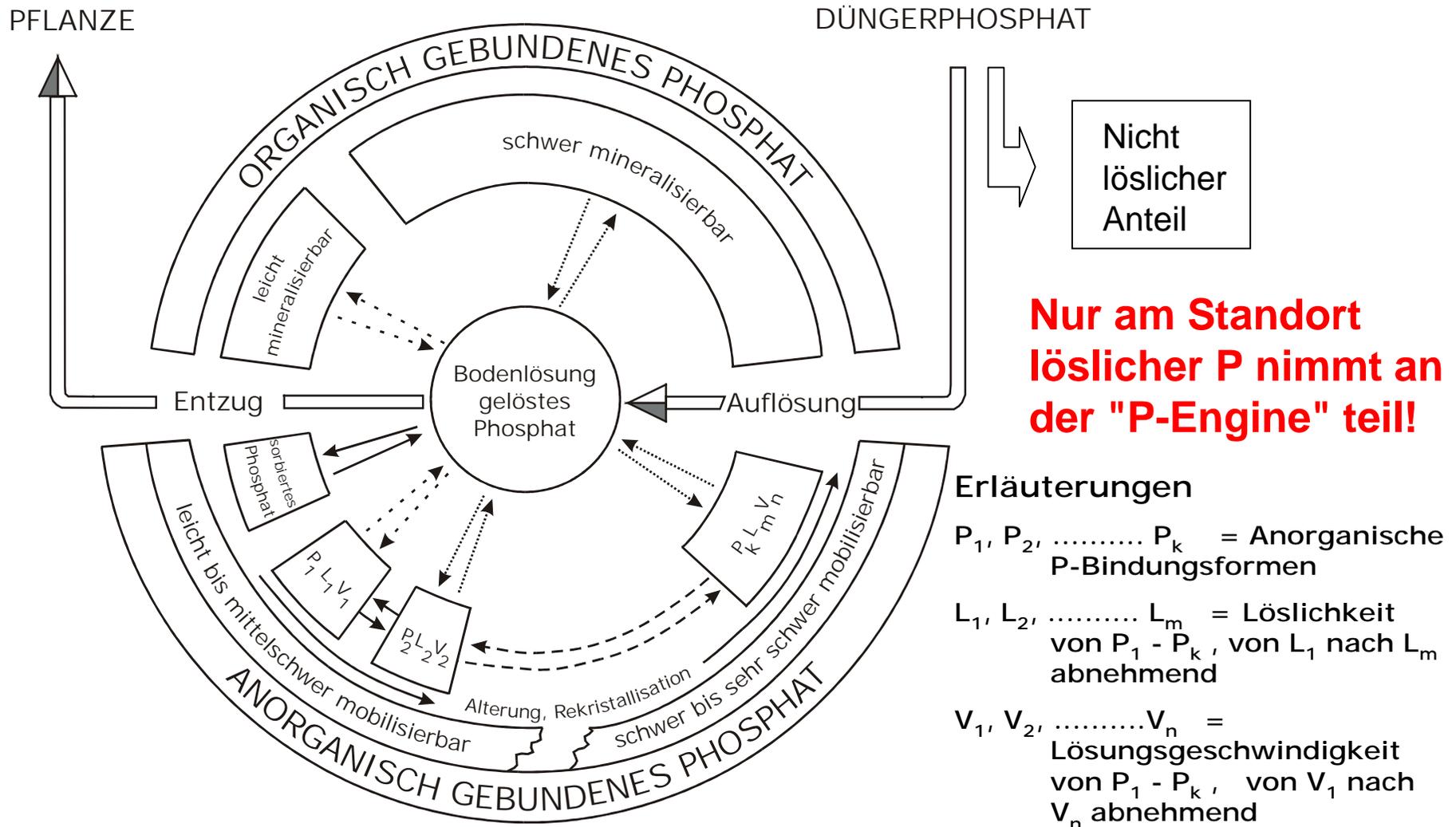
$$\frac{D * s}{100} = \frac{D * d}{100} + \frac{B * b}{100}$$

$$s = \frac{\frac{D * d}{100} + \frac{B * b}{100}}{D} * 100$$

Wenn die Nachlieferung aus nativen Quellen ~ 0 und Verluste aus dem Boden ~ 0 sind, ergibt sich die „scheinbare“ Ausnutzung (s) für Dünger P:

$$s = \frac{E}{D} * 100$$

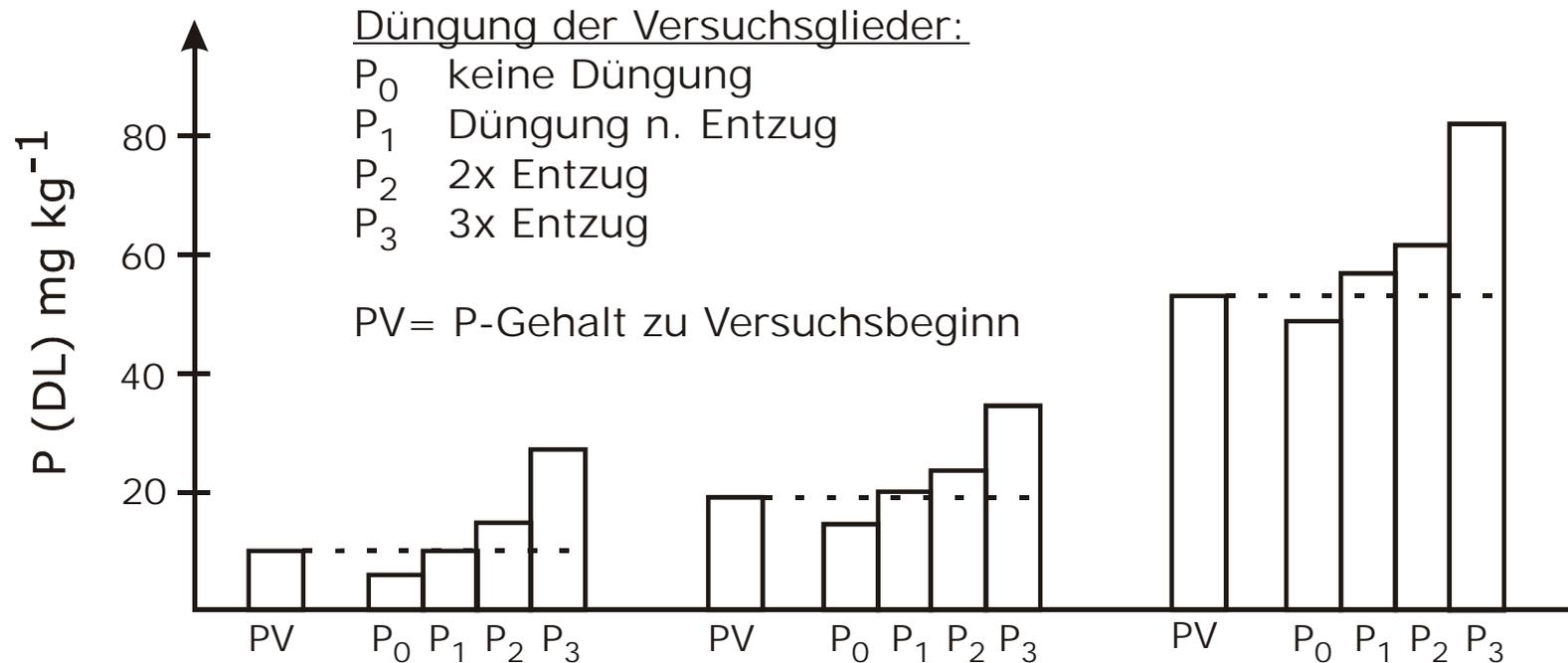
P-Düngung auf Entzug



Schematische Darstellung der Umsetzung von Dünger-P im Boden

P-Düngung auf Entzug

Bei P-Düngung auf Entzug bleibt verfügbares P im Boden konstant!



Standort: Lauchstädt

Sergen

Groß-Lüsewitz

Bodenart/pH: Ls3 / 6.0

Sl3 / 5.3

Sl3 / 6.1

Veränderung des Gehaltes an DL-löslichem Phosphat-P in der Krume 9-jähriger Versuche mit gesteigerter P-Düngung als Superphosphat (nach Bergmann und Witter, 1965)

**P-Düngung auf Entzug ist ein
Konzept zur ökonomischen
und ökologischen
Optimierung der P-Düngung!**

FAQs:

F: Warum keine P-Düngung nach Bodenanalyse?

A: Methoden nur zur groben Einteilung geeignet (bekannt seit 1944!)

A: Räumliche Variabilität der P-Verteilung wird nicht berücksichtigt.

F: Warum keine P-Düngung nach Pflanzenanalyse?

A: Aufwand und Nutzen stehen in keinem gerechtfertigten Verhältnis.

P-Düngung auf Entzug

... (Verbandsmethode ab 1. 4. 1944)

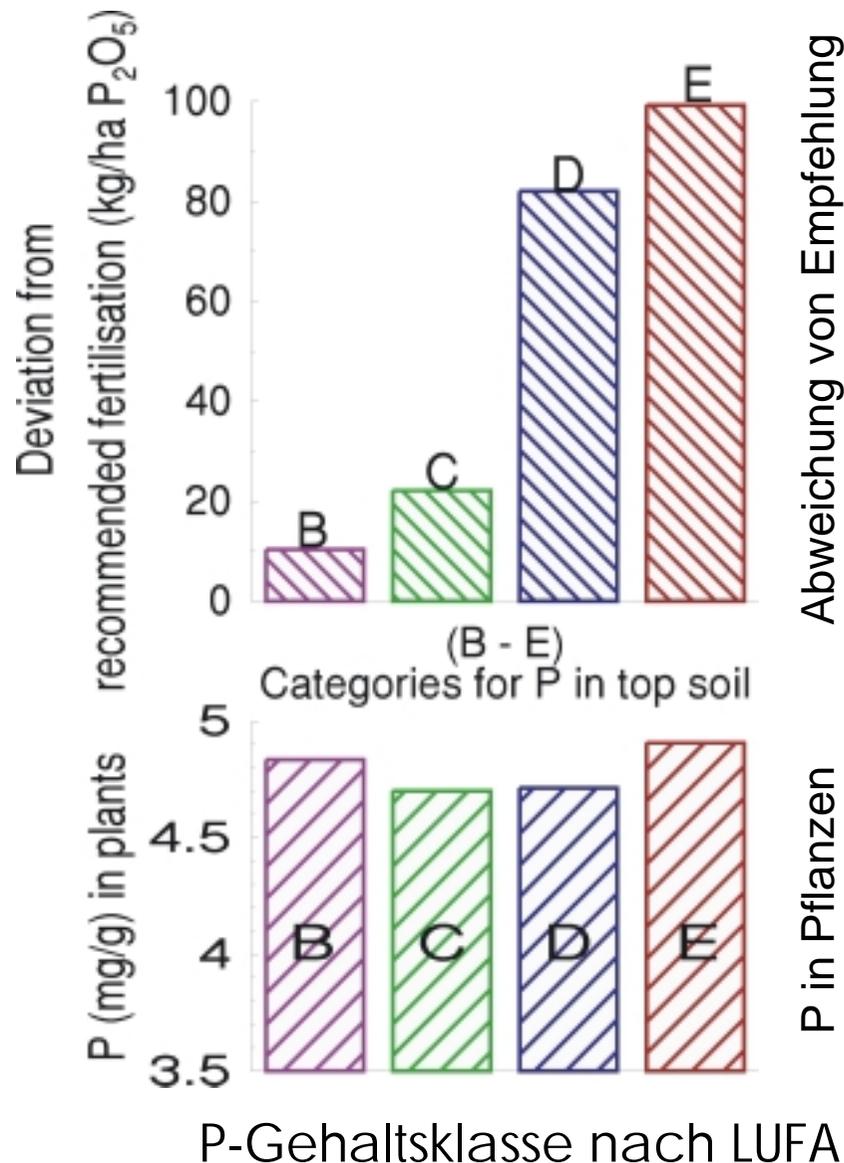
(Verbandsmethode ab 1. 4. 1944)

Mit Hilfe der von Riehm empfohlenen doppelt konzentrierten Lactatlösung ist es möglich, in einem einzigen Arbeitsgang nicht nur den Phosphorsäure-, sondern auch den Kaliumgehalt des Bodens, soweit er in aufnehmbarer Form vorliegt, zu bestimmen. Die Resultate haben außerdem nicht nur für kalkfreie, sondern auch für kalkhaltige Böden Gültigkeit. Erfahrungen mit stärker humushaltigen Böden stehen noch aus. Die Übereinstimmung mit der Keimpflanzenmethode ist ausreichend, wenn der Vergleich auf die 3 Beurteilungsgruppen „reich“ (gut), „schwach bedürftig“ (mäßig), „unbedingt bedürftig“ (schlecht) beschränkt wird.

Die Relevanz und Genauigkeit der Bodenuntersuchung auf "verfügbares" P wird allgemein völlig überschätzt.

Ihre "Väter" sahen in ihr stets nur ein Hilfsmittel zur groben Einteilung der P-Bedürftigkeit von Böden.

P-Düngung auf Entzug



Die tatsächlich gedüngte P-Menge (min. + org.) nimmt mit steigenden Bodengehalten zu.

P-Gehalte in Pflanzen stehen in keiner Beziehung zu Gehaltsklassen oder Bilanzüberschüssen.

Schlussfolgerungen (oder: wie dünge ich P?)

1. Bodenuntersuchung auf P nur noch auf "Monitor-Pedozellen"
2. Versorgung mit anderen Nährstoffen (K, S, Mikronährstoffe), Humusgehalt und biologische Aktivität optimieren.
3. Nur wasser- oder citratlösliches Mineral-P verwenden.
4. Organisches P zu 100% anrechnen.
5. Bei $P_{CAL} < 75 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$: Düngung über Entzug,
6. Bei $P_{CAL} > 75 \text{ mg kg}^{-1} - 100 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$: Düngung auf Entzug,
7. Bei $P_{CAL} > 100 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$: keine P-Düngung bis $100 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$ wieder erreicht sind (im hohen Bereich: Bodengehalte halbieren sich binnen ca. 8-10 Jahren).