

Präsentation

Phosphor im Boden (K)ein Grund zur Panik?

Univ. Lek. DI Hans Unterfrauner
Februar 2012

www.bodenoekologie.com

Umrechnungsfaktoren

$$\mathbf{P \rightarrow PO_4 = 3,067}$$

$$\mathbf{PO_4 \rightarrow P = 0,326}$$

$$\mathbf{P \rightarrow P_2O_5 = 2,291}$$

$$\mathbf{P_2O_5 \rightarrow P = 0,436}$$

$$\mathbf{PO_4 \rightarrow P_2O_5 = 0,747}$$

$$\mathbf{P_2O_5 \rightarrow PO_4 = 1,334}$$

$$\mathbf{K \rightarrow K_2O = 1,205}$$

$$\mathbf{K_2O \rightarrow K = 0,830}$$

$$\mathbf{Mg \rightarrow MgO = 1,658}$$

$$\mathbf{MgO \rightarrow Mg = 0,603}$$

Inhalt

- **Auswertung von drei P Steigerungsversuchen (40Jahre)**
- **Dynamik im Boden**
- **P Formen**
- **P Analytik**
- **P Mobilisierung**

Ergebnisse von 3 Dauerversuchsflächen



**Phosphorvorräte in Böden, betriebliche Phosphorbilanzen,
und Phosphorversorgung im Biologischen Landbau**

-
Ausgangspunkte für die Bewertung einer großflächigen Umstellung
ausgewählter Bundesländer Österreichs auf Biologischen Landbau
hinsichtlich des P-Haushaltes

Dissertation
Thomas Lindenthal

Erster Betreuer: Univ.-Prof. Dr. B. FREYER
Institut für Ökologischen Landbau
Universität für Bodenkultur, Wien

Zweiter Betreuer: Univ.-Prof. Dr. J. HEE
Fachgebiet Ökologischer Landbau
Universität-Gesamthochschule Kassel, Witzenhausen

Wien, November 2000

Standortsbeschreibung

Bayern

Oberösterreich

Zwettl

Rottenhaus

Fuchsenbigl

	Fuchsenbigl Marchfeld	Rottenhaus Alpenvorland	Zwettl Waldviertel
Seehöhe [m]	150	290	510
Niederschlag [mm]	532	778	663
Jahresmitteltemp. [°C]	9,5	8,4	6,4
Bodentyp	Tschernosem	Braunerde	Braunerde
pH CaCl ₂	7,5	6,6	5,3
C _{org} %	1,1	1,4	1,0

Google earth

Sichthöhe 540.34 km

Versuchsbeschreibung

1956 bis 1975

P Dünger: Hyperphosphat, Superphosphat, Thomasphosphat

Mengen jährlich: 0 kg/ha, 44 kg/ha, 175 kg/ha

Düngung: N und K nach üblicher Praxis

1976 bis 1995

P Dünger: Hyperphosphat, Superphosphat, Thomasphosphat

Mengen jährlich: 0 kg/ha, 44 kg/ha, 175 kg/ha

Düngung: N und K nach üblicher Praxis

Jede Parzelle geteilt, 1 Teil davon blieb ab 1976 ungedüngt

Fruchtfolge

Kulturart	Fuchsenbigl	Rottenhaus	Zwettl
Getreide [Weizen, Gerste, Roggen, Hafer]	47,5%	42,5%	42,5%
Hackfrüchte [ZR, Kartoffel, Mais]	37,5% [ZR 15%]	40% [ZR 22,5]	22,5% [keine ZR]
Leguminosen [Erbse, Ackerbohne, Luzerne, Rotklee, Gemenge]	12,5%	15%	35%
Ölfrüchte [Raps]	2,5%	2,5%	0,0%

Messdaten

Boden jährlich:

- P CAL im Boden 0 bis 20 cm Tiefe (jährlich)
- P pH Werte

Pflanzen:

- Ertrag (Erntegut und Erntereste)
- P Gehalte von Erntegut und Ernteresten



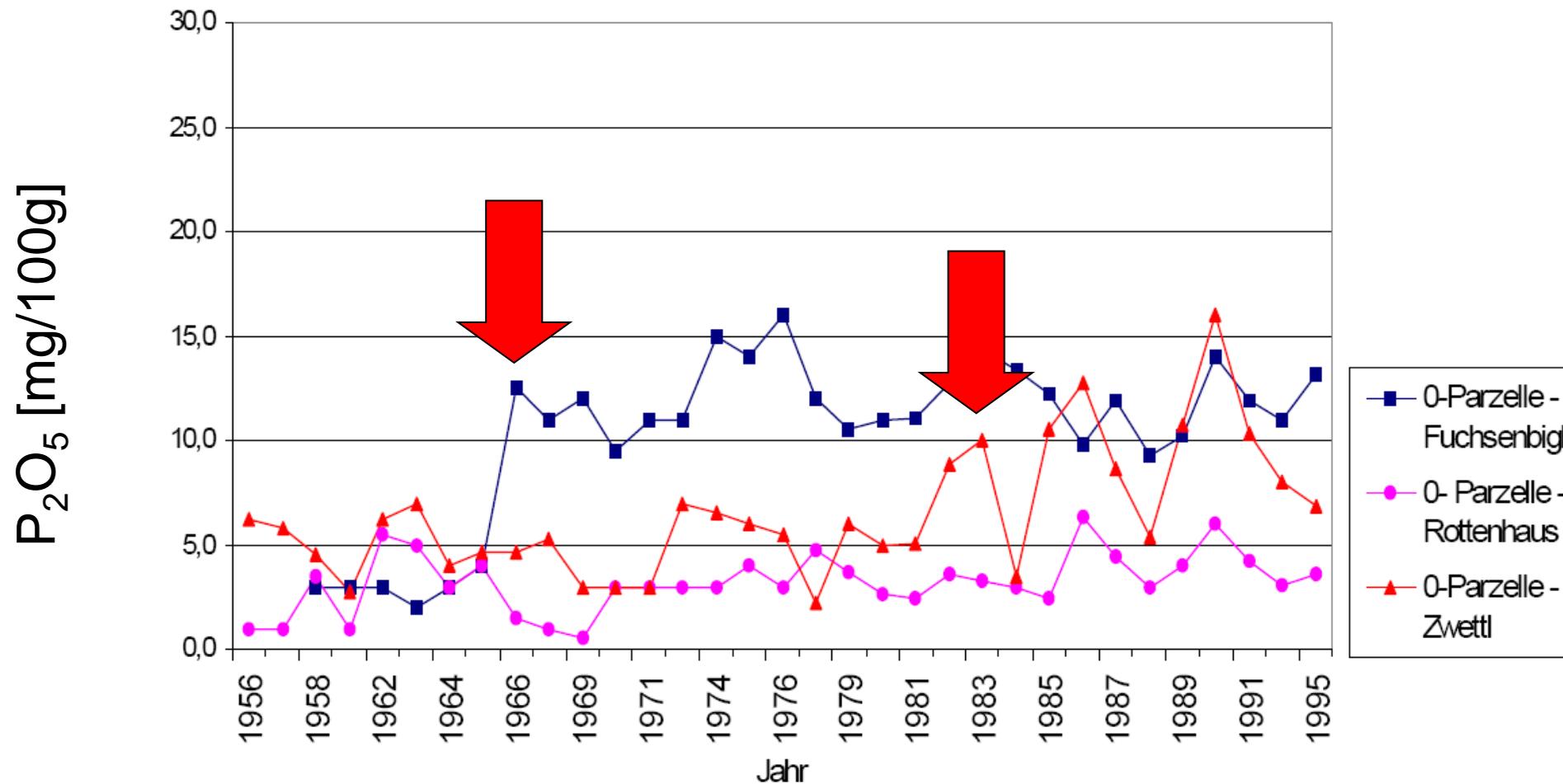
Foto: Unterfrauner



Foto: Unterfrauner

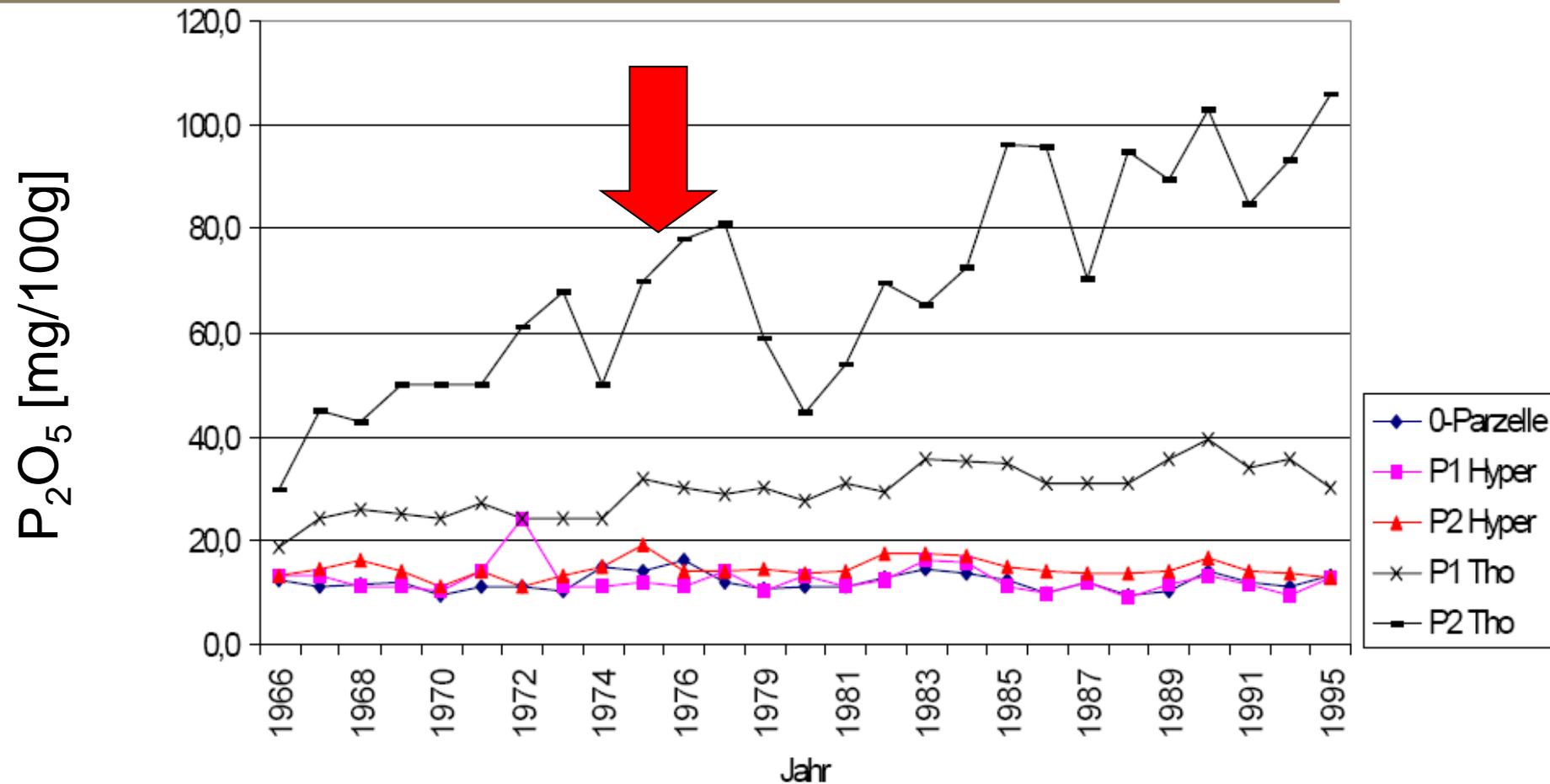
Ergebnisse

Veränderung der CAL Gehalte der Nullparzellen von 1956 bis 1996



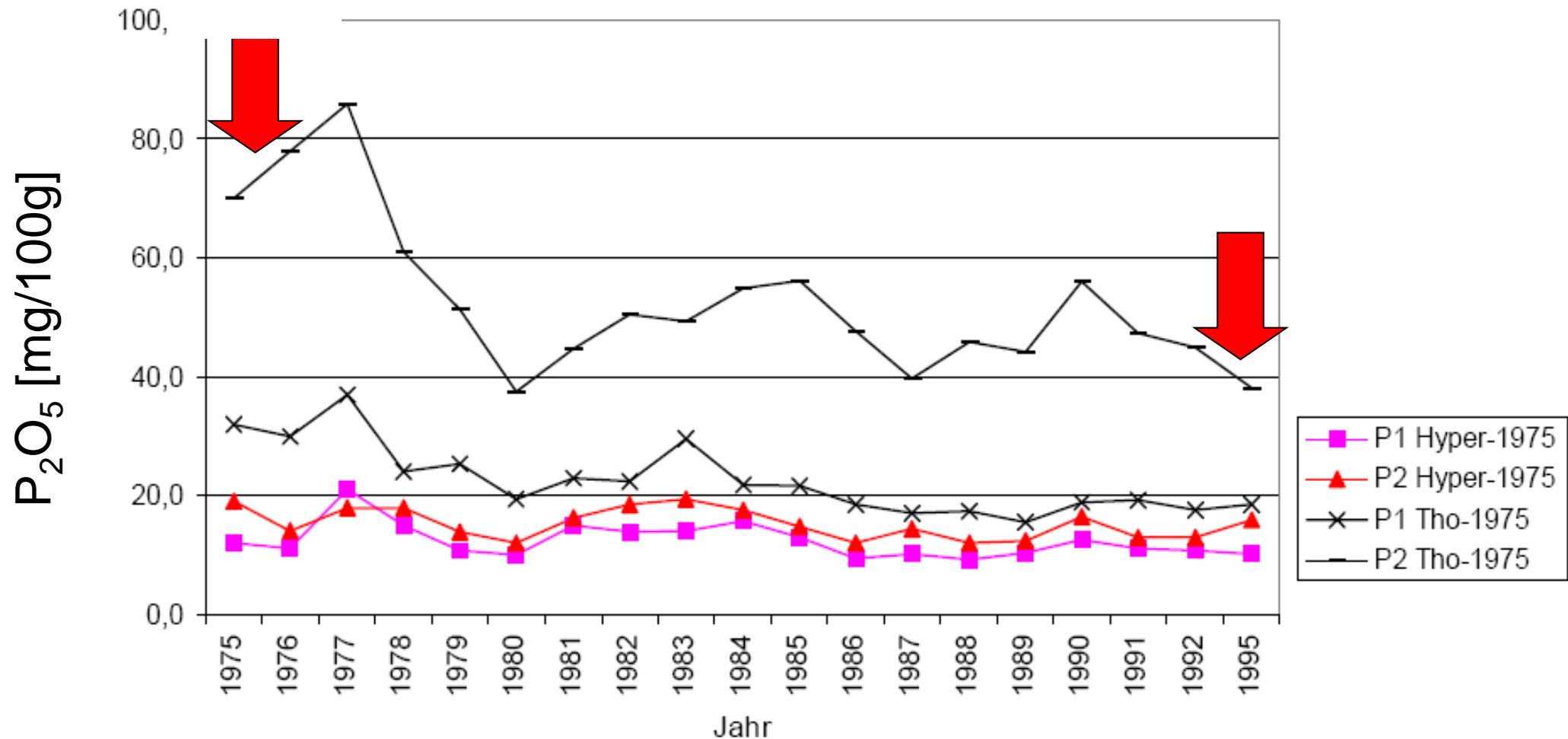
Ergebnisse

Veränderung CAL Gehalte ausgewählter Parzellen in Fuchsenbigl von 1956 bis 1995



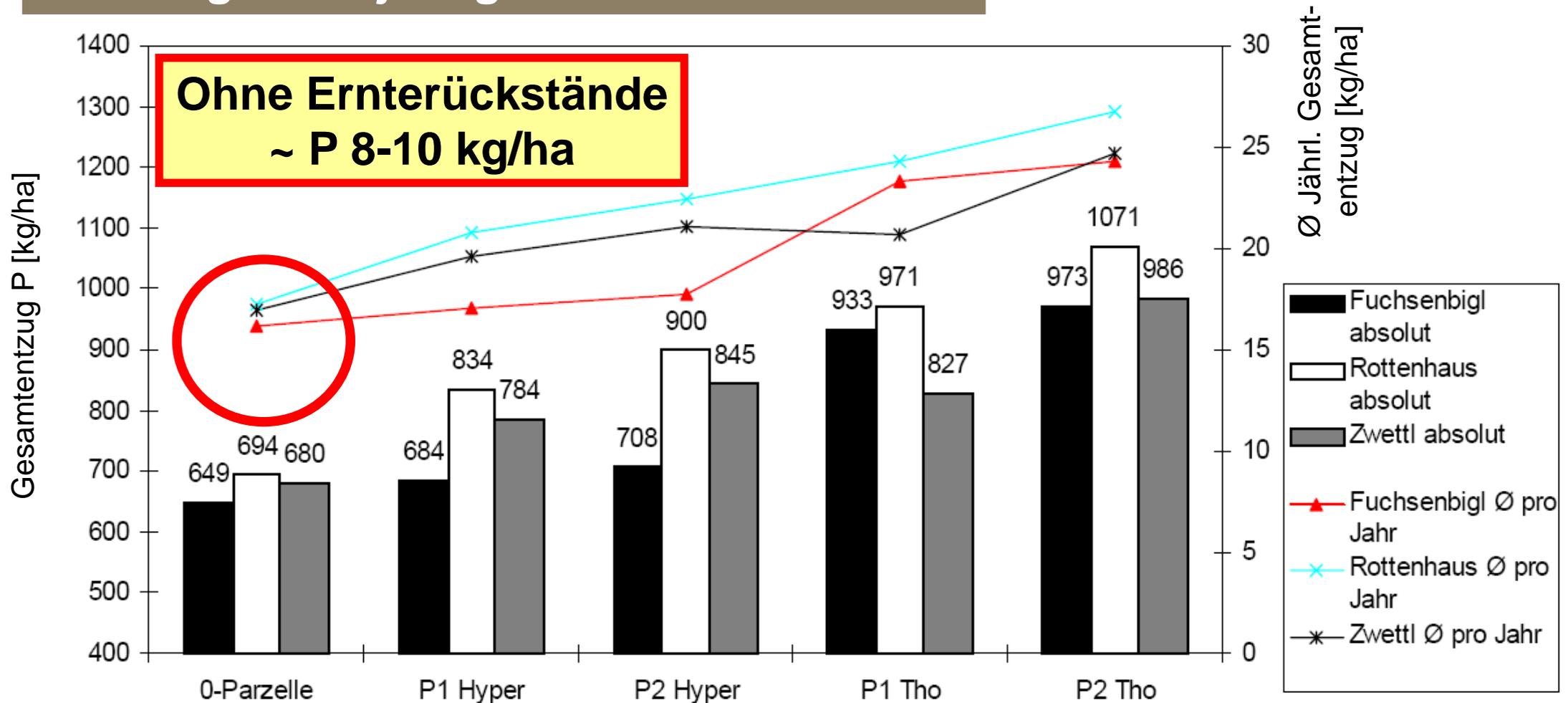
Ergebnisse

„Nachhaltigkeitswirkung“ in Fuchsenbigl von 1975 bis 1995



Ergebnisse

P Entzug im 40 jährigen Versuchszeitraum



Zusammenfassung

- Die **P**-CAL Gehalte der **0 Parzellen** bleiben auf allen 3 Standorten über **40** Jahre **unverändert** bzw. **steigen** leicht an.
- Vermehrte **P Mobilisierung** auf **0 Parzellen**
- **Ertragsrückgänge nicht signifikant** (1-26%)
Ausnahme: Sommergerste und Zuckerrüben (Rückgang 16-35%, signifikant)
- **Zusammenhang P Boden CAL zu P Ertrag sehr niedrig**
($R = 0,023$ bis $0,277$)

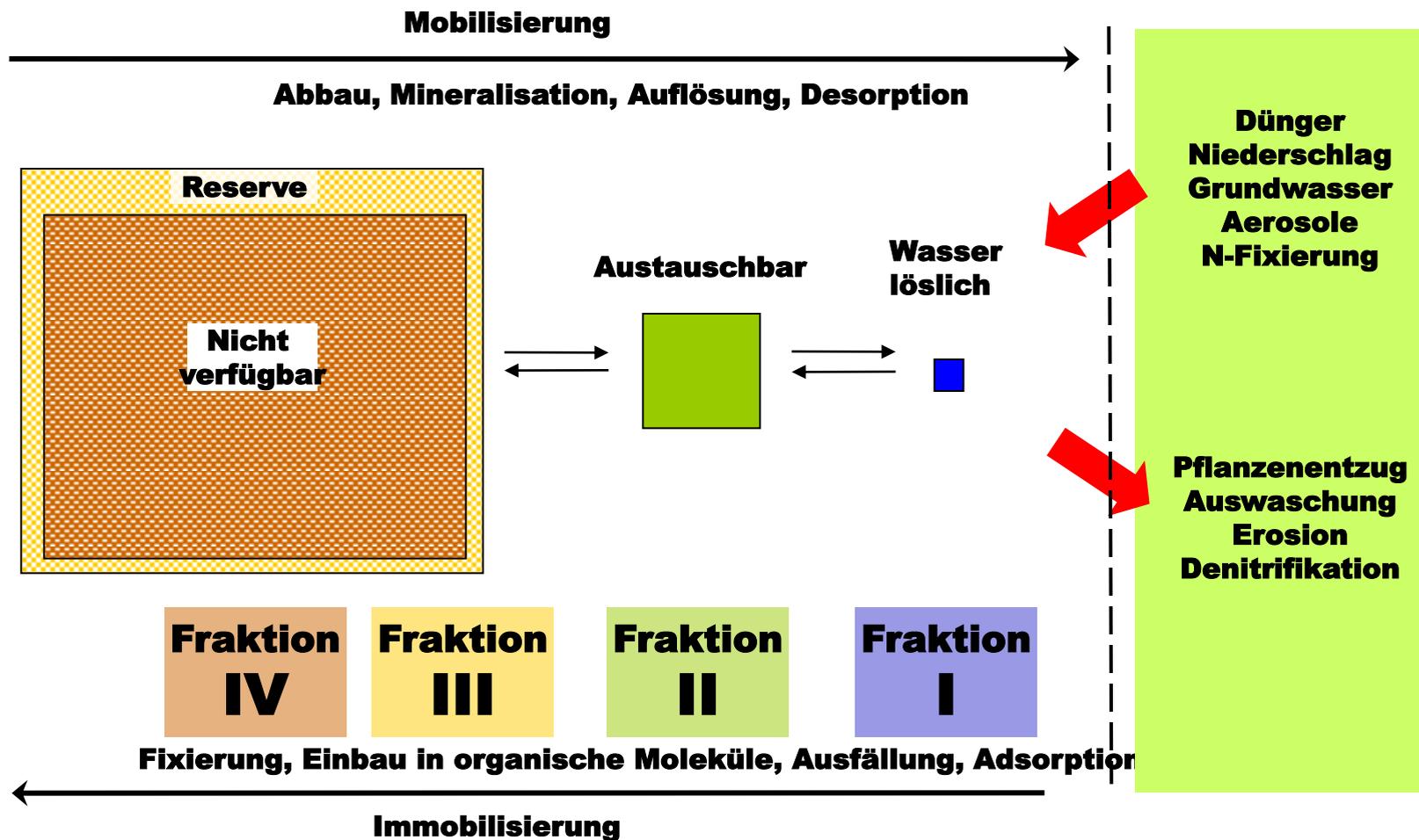
Fragen:

Ist die Aufregung gerechtfertigt?

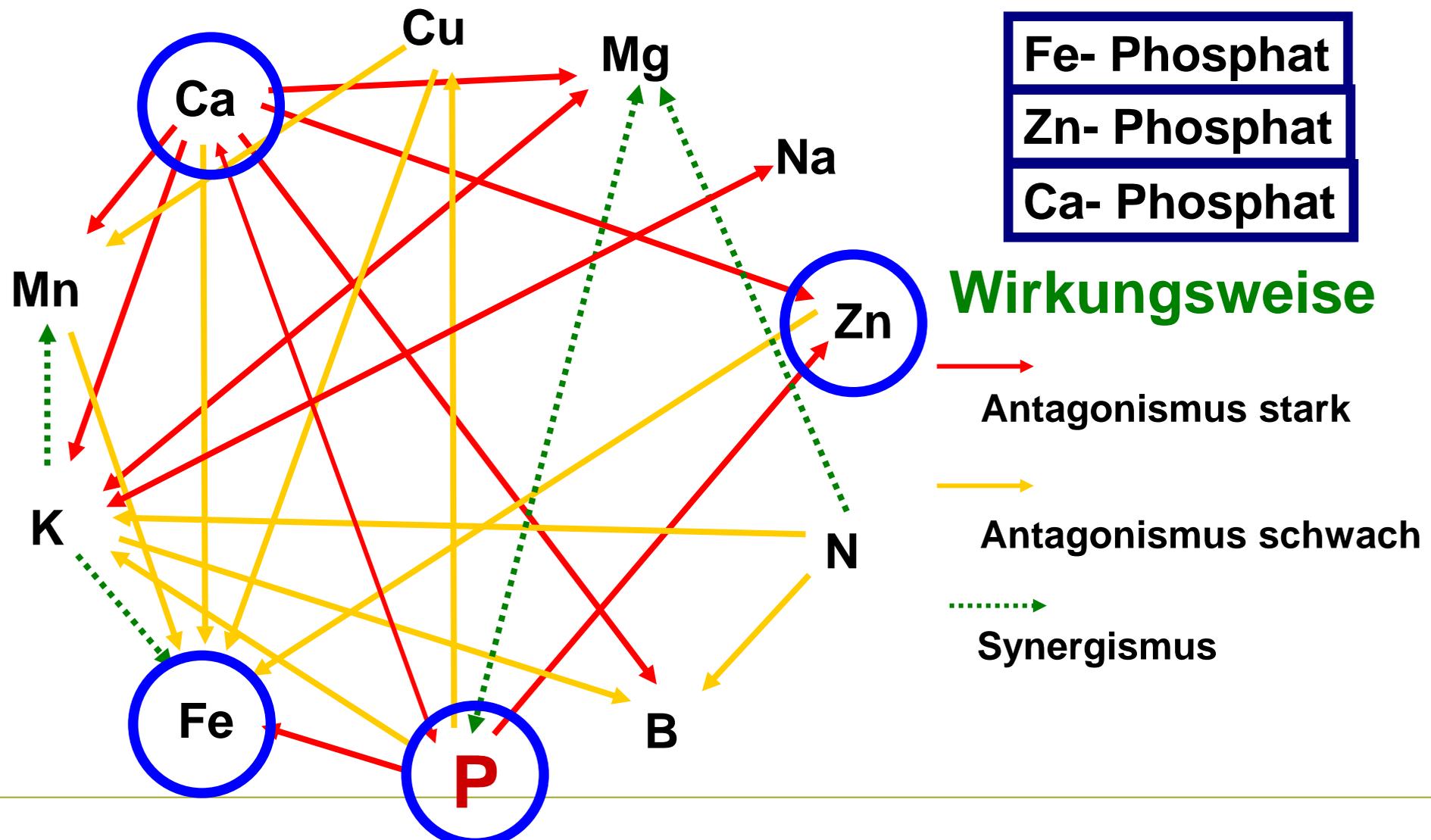


Fotos: Unterfrauner

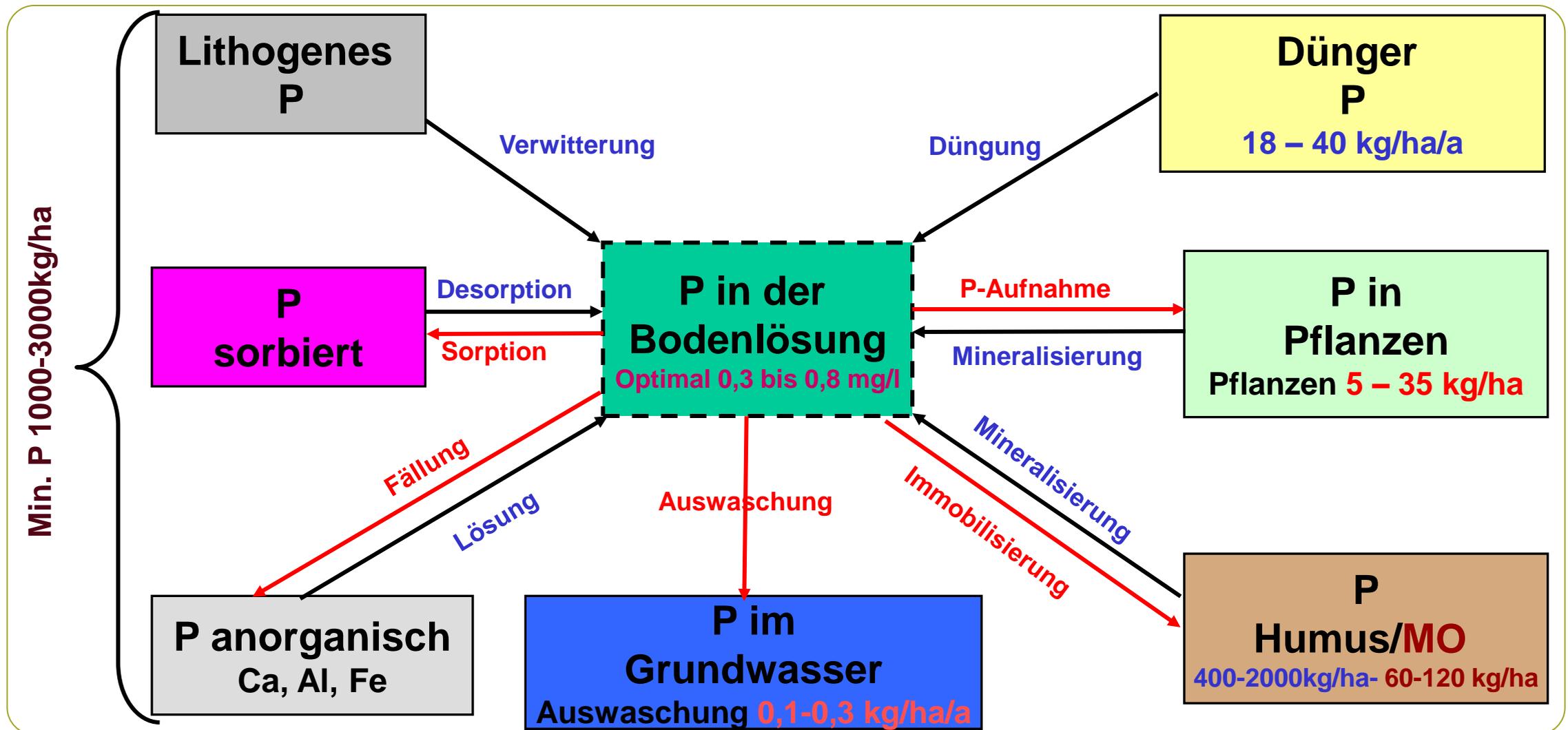
Dynamik im Boden



Wirkungsgefüge



Phosphor im Boden



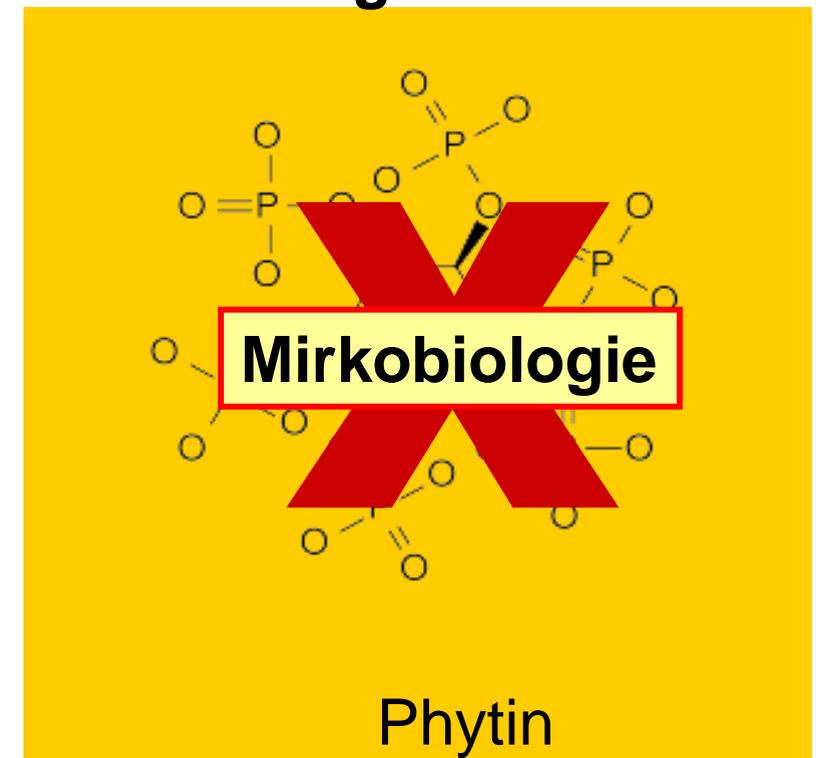
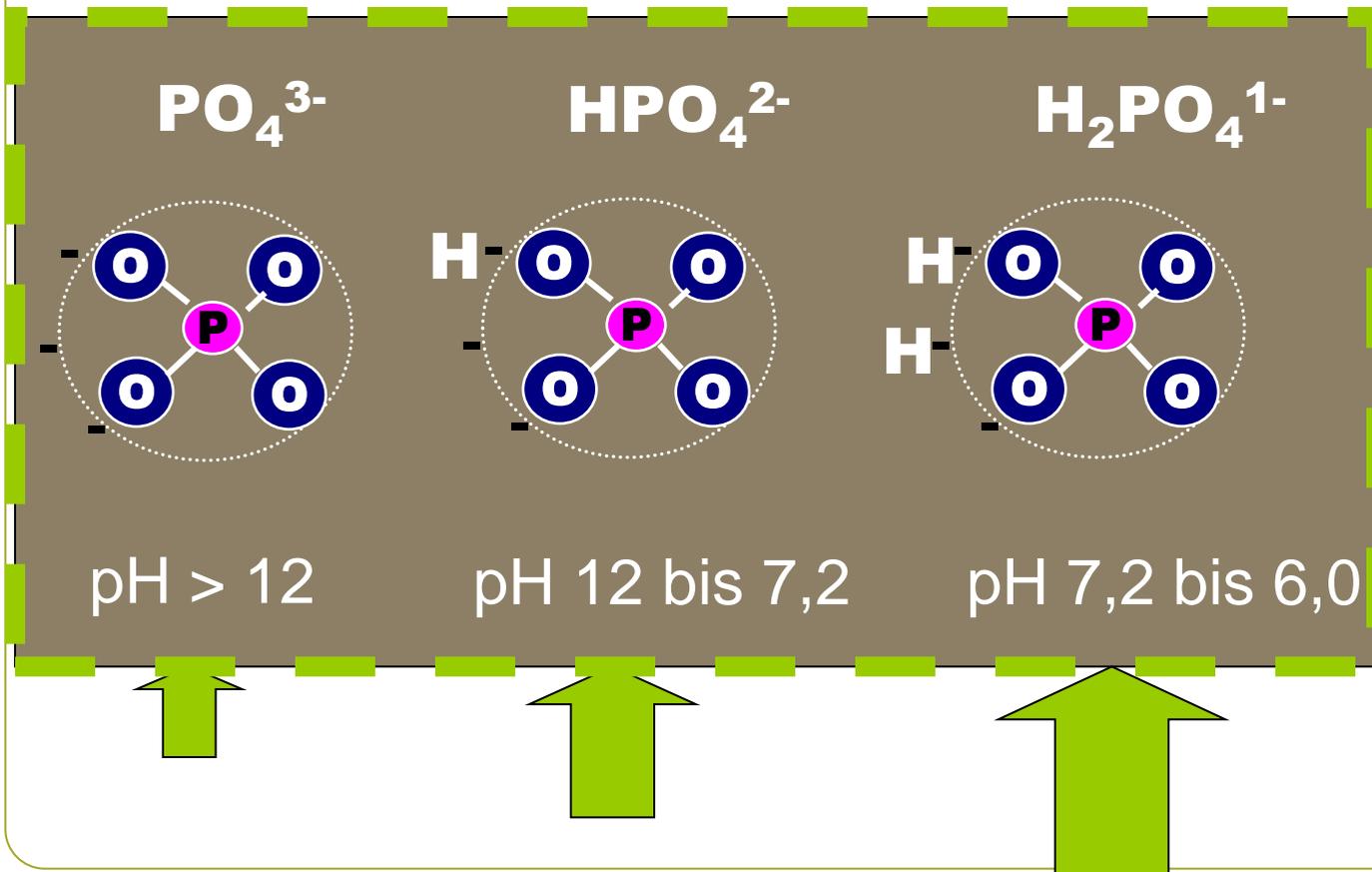
P in der Bodenlösung

Optimal: 0,3 bis 0,8 mg/l

„direkt verfügbares P“

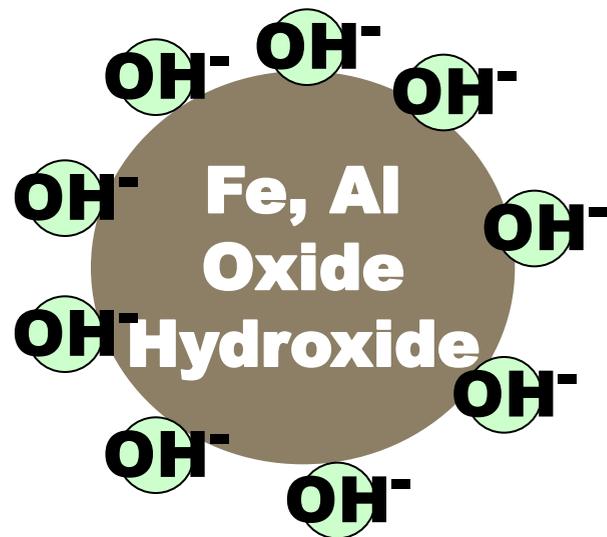
mineralisch

organisch



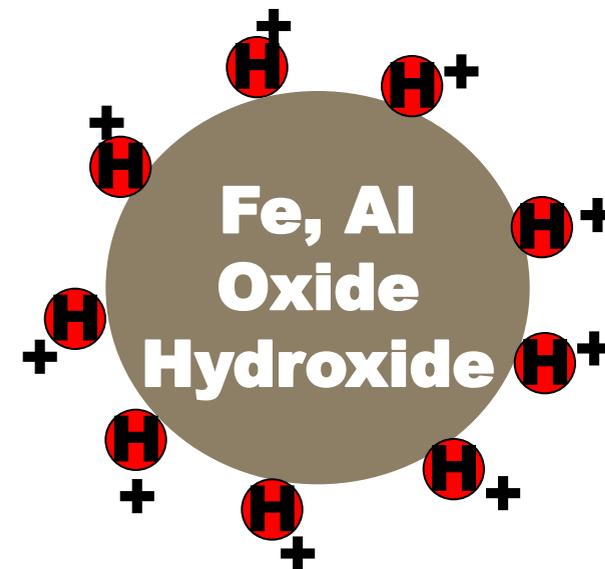
P sorbiert

Negative Überschussladung



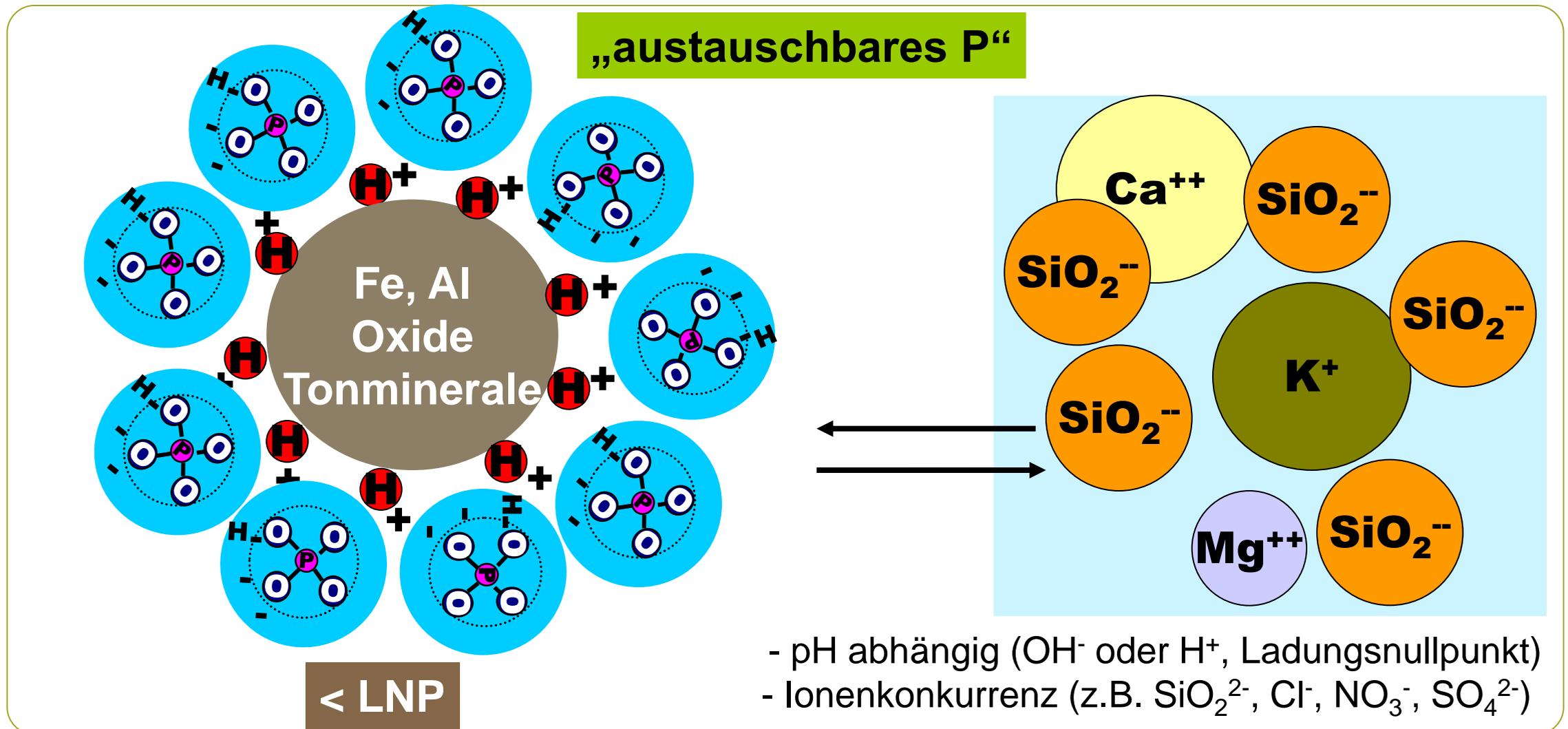
> LNP

Positive Überschussladung



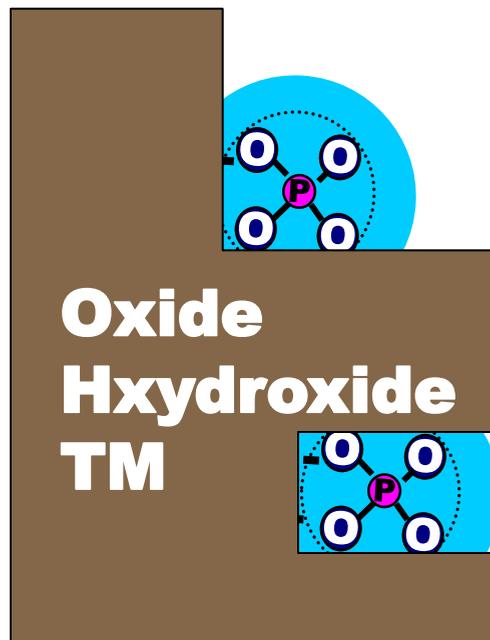
< LNP

P sorbiert



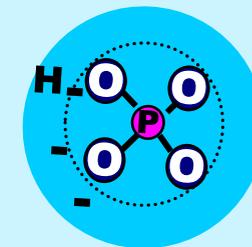
P absorbiert, okkludiert

„stark gebundenes P durch Säure teilweise mobilisierbar“



Absorbiertes P

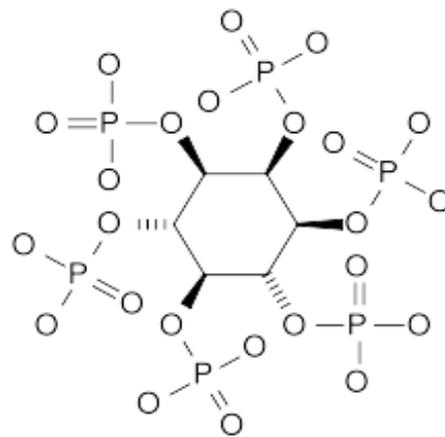
Okkludiertes P



P organisch

„durch Mikrobiologische Prozesse mobilisierbares P“

Phytin

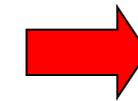


+

Ca

Fe

Al

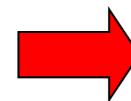
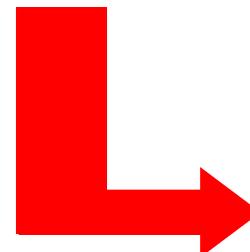
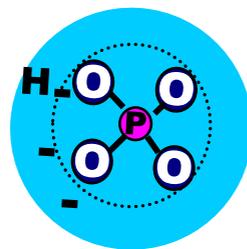


„unlösliche“
Phytate

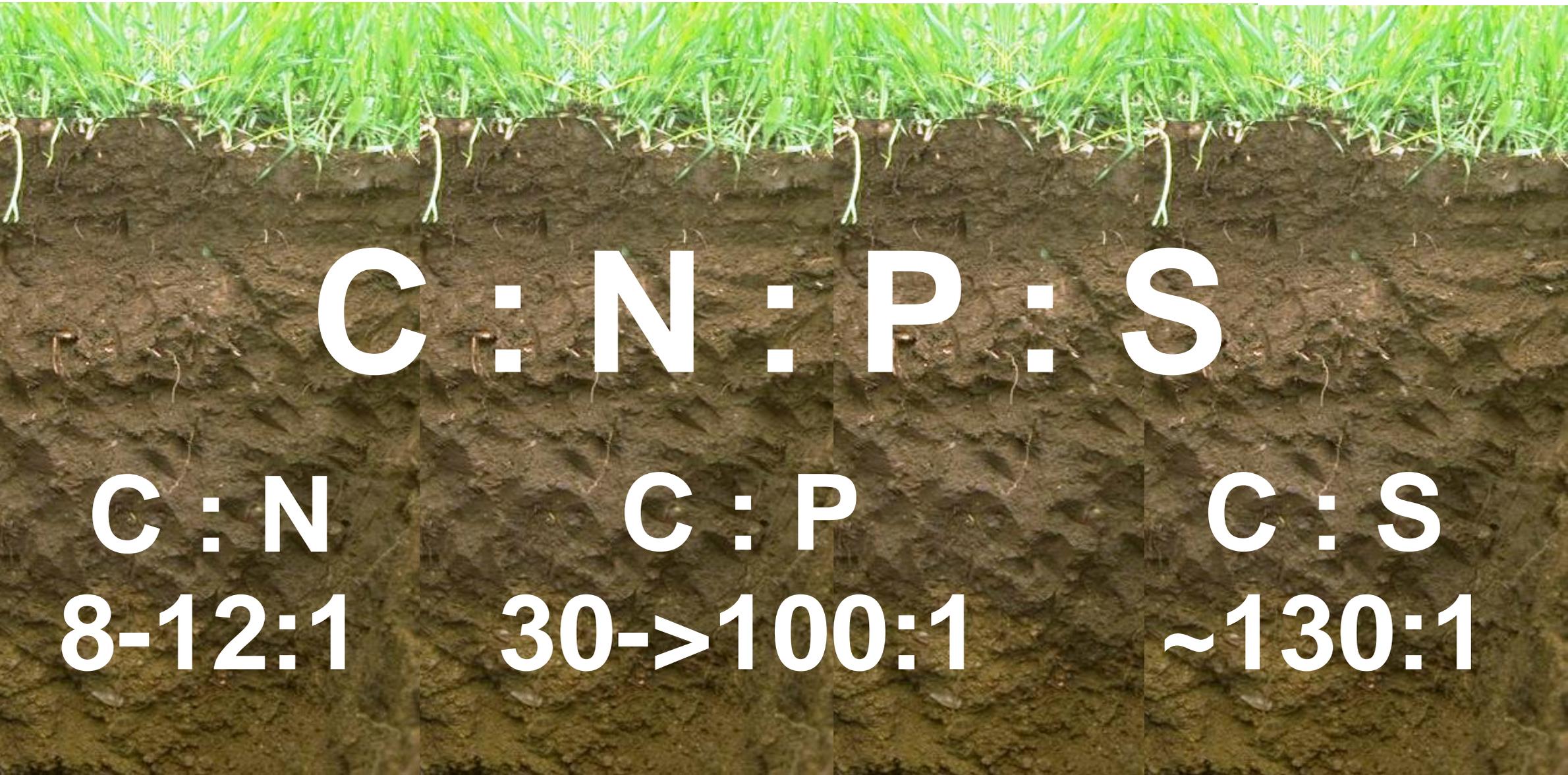


Einbau
im Humus/Mo

Gelöste P_{min}



P organisch



C : N : P : S

C : N

8-12:1

C : P

30->100:1

C : S

~130:1

Übersicht P Fraktionen

Pflanzen
verfügbarkeit

sofort leicht gering sehr gering

P Zustand

Bi

ad
sorbiert

ab
sorbiert

Okludiert
Mineralisch

Organisch

Löslichkeit

Wasser
Mikrobio

Konk.
Ionen

Säure
Base

Säure

Mikrobiologie

Säure



P- Analytik, ein Dilemma

**Wie können die P Formen
analysiert und bewertet werden?**



P- Projekt

Topfversuch



- 50 verschiedene Böden aus Deutschland und Österreich
- 10 verschiedene Extraktionsverfahren (P pflanzenverfügbar)
- 2 verschiedene Messmethoden (ICP, Photometer)

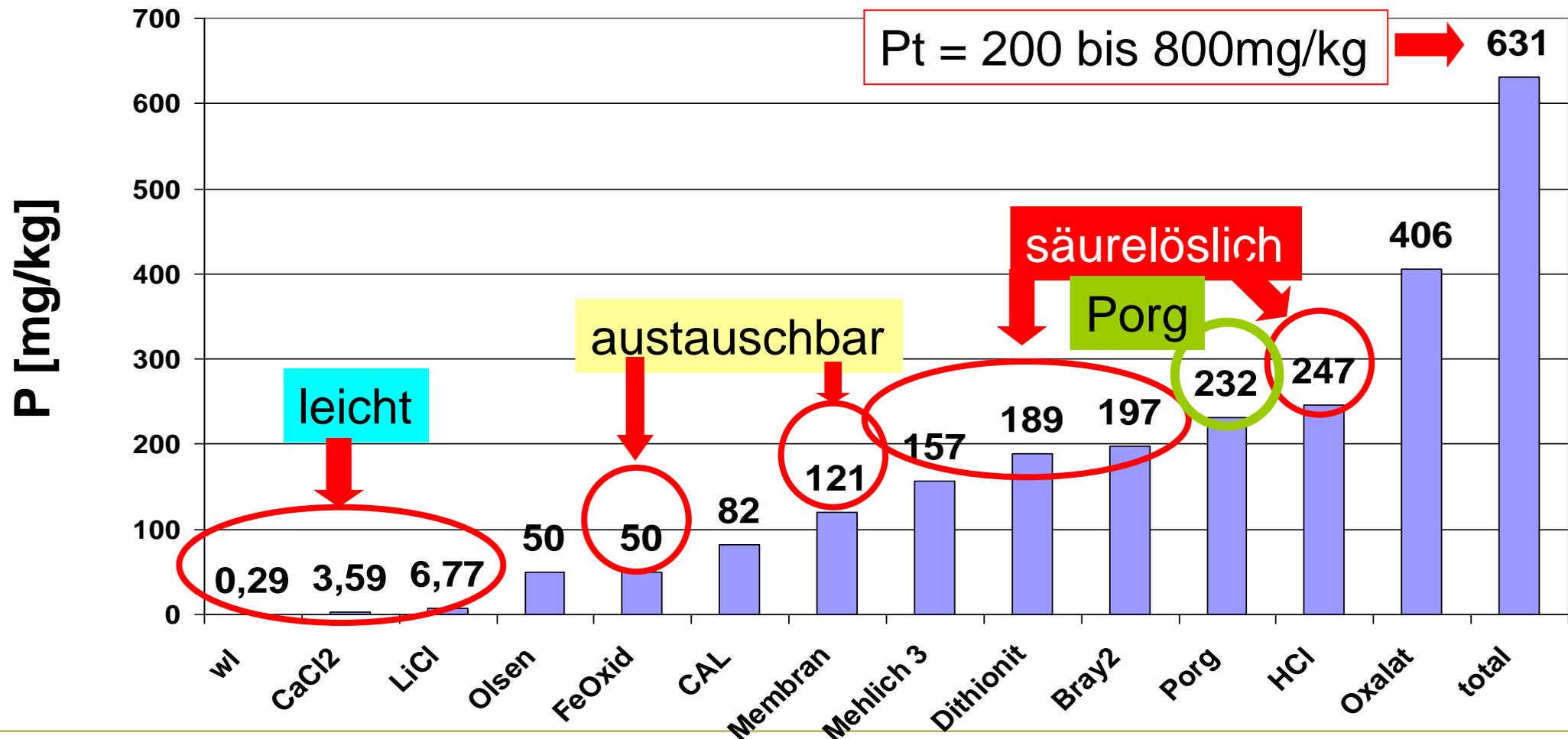


- Sommerweizen
- Wasserversorgung optimal
- Nährstoffversorgung „üblich“ (P nicht manipuliert)

Vergleich P Extrakte Boden zu P Entzug Pflanze

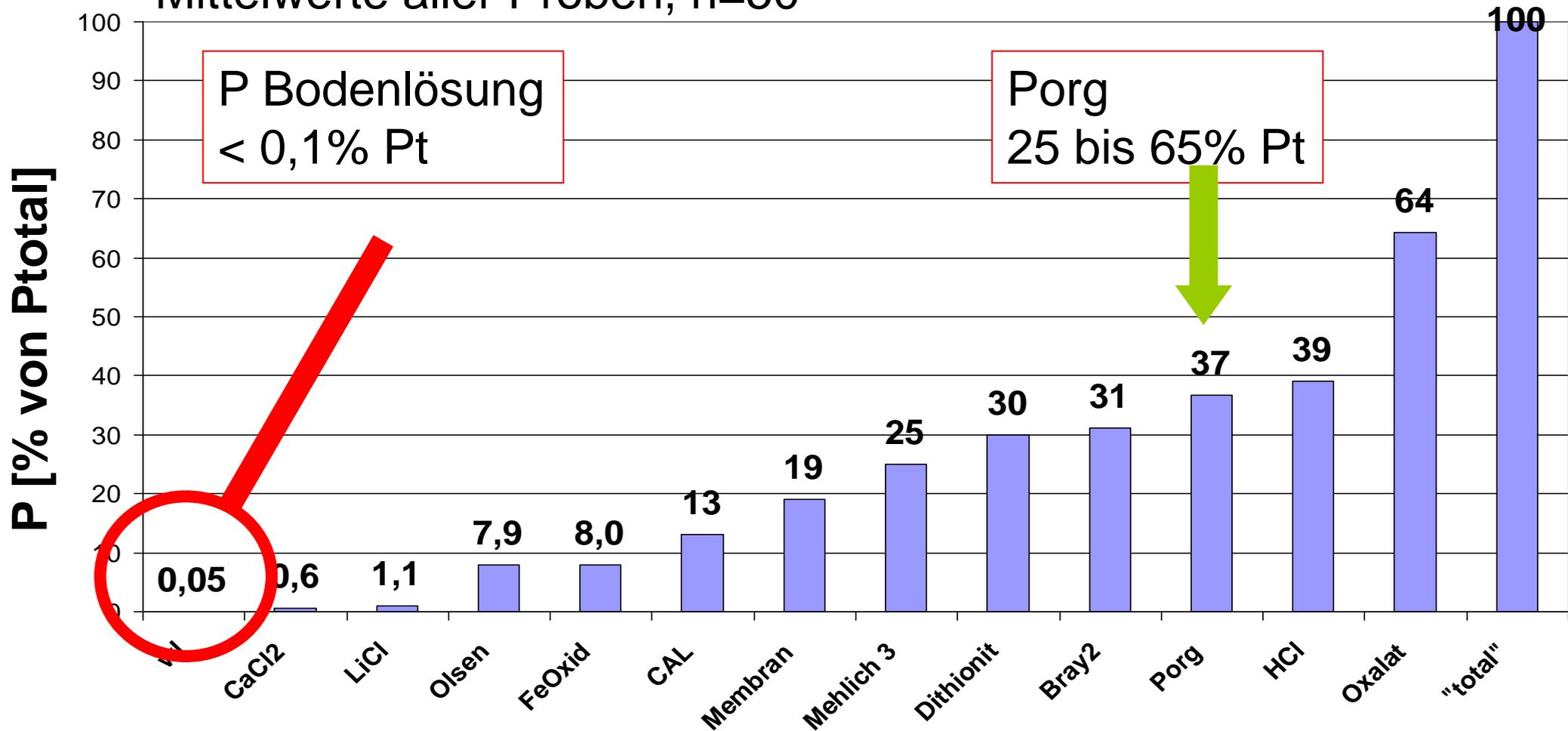
P Fraktionen im Boden mg/kg

Mittelwerte aller Proben, n=50

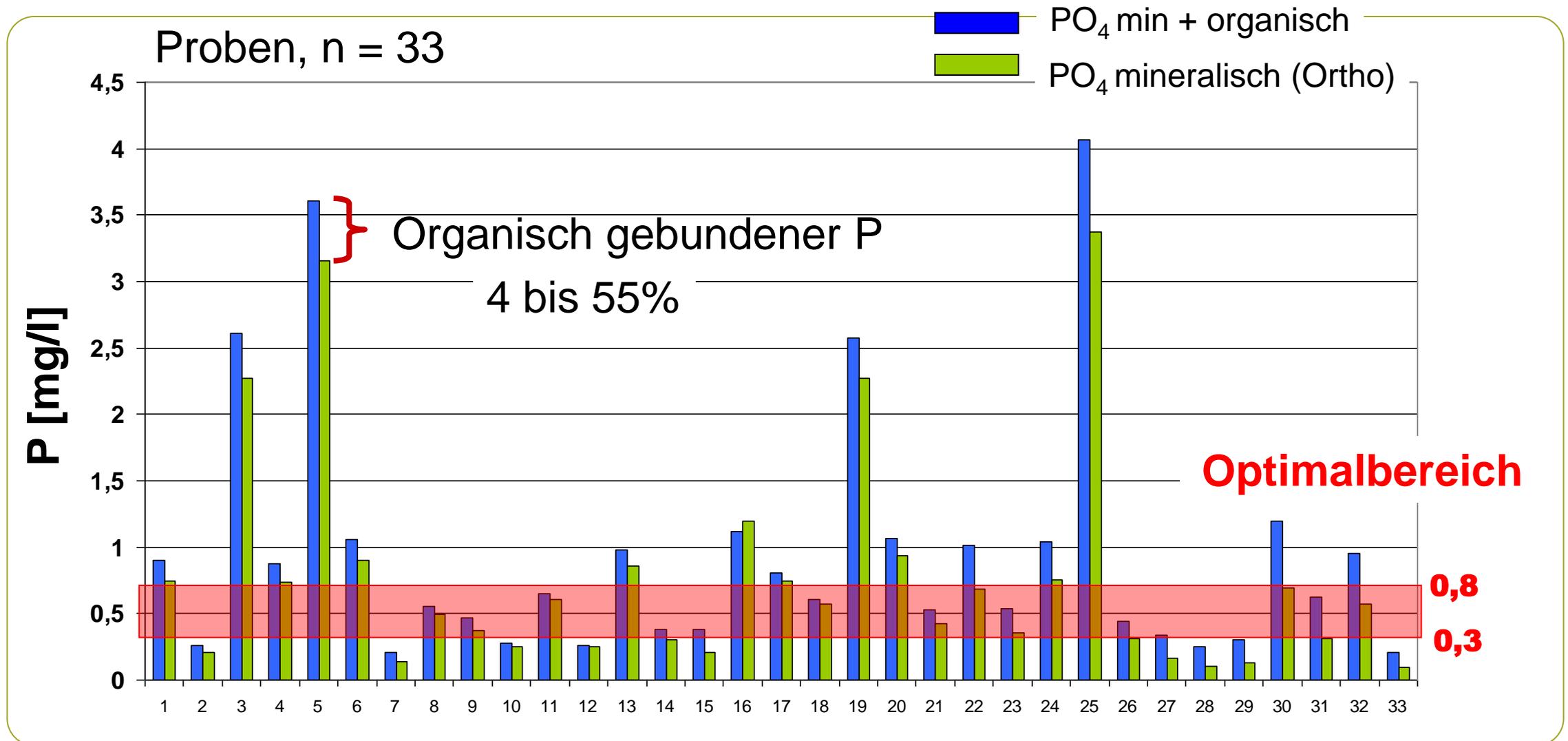


P Fraktionen im Boden in % von Pt

Mittelwerte aller Proben, n=50



Phosphor in der Bodenlösung



P Boden zu P Entzug

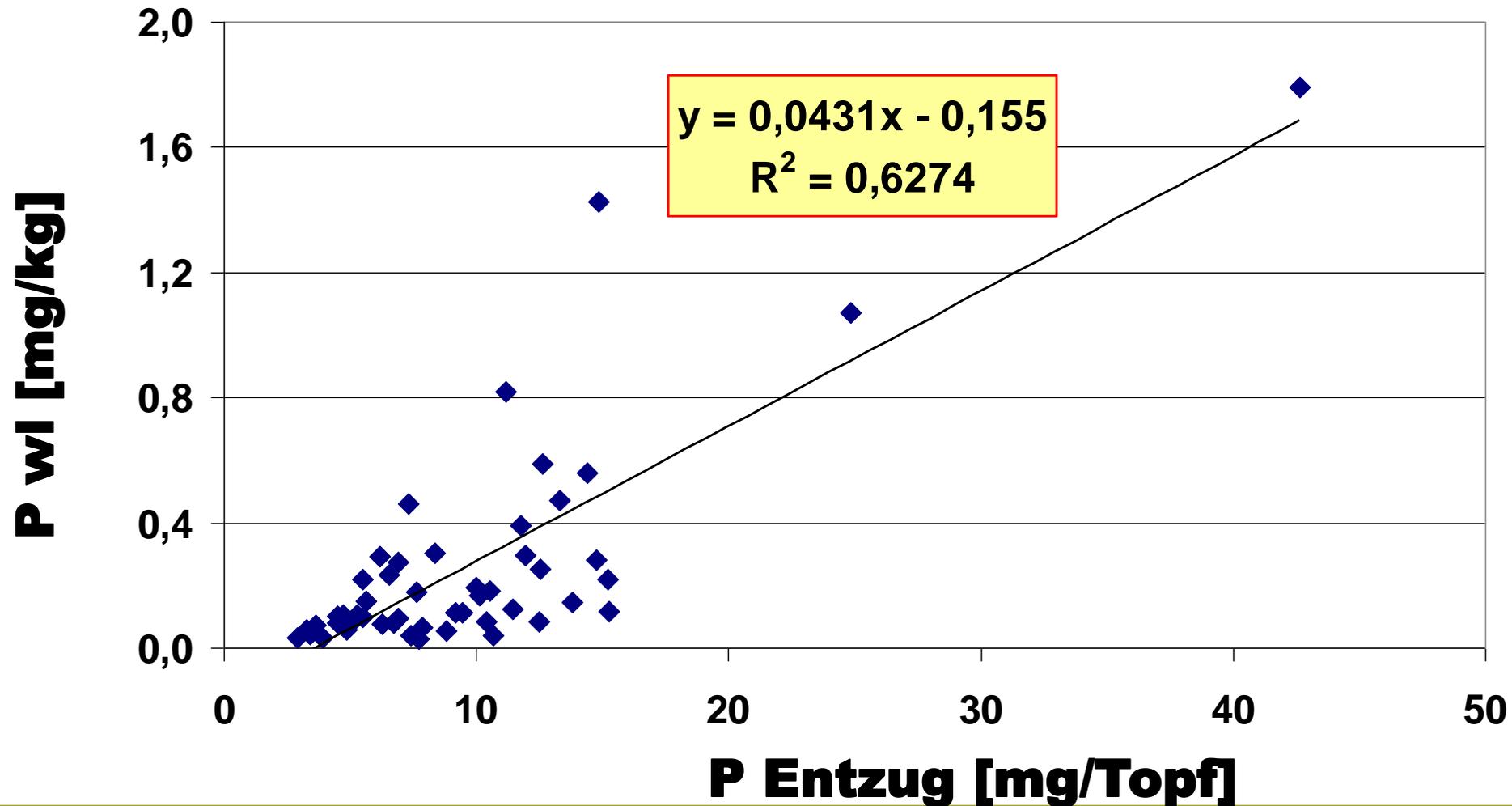
Proben, n=50

P _{Extrakt} zu P _{Entzug}	Best.Maß R ²
Frakt. Analyse wl	0,627
CaCl ₂	0,546
Frakt. Analyse LiCl	0,380
Olsen	0,114
FeOxid	0,277
Aust. Membran	0,265
wl/HCl	0,754

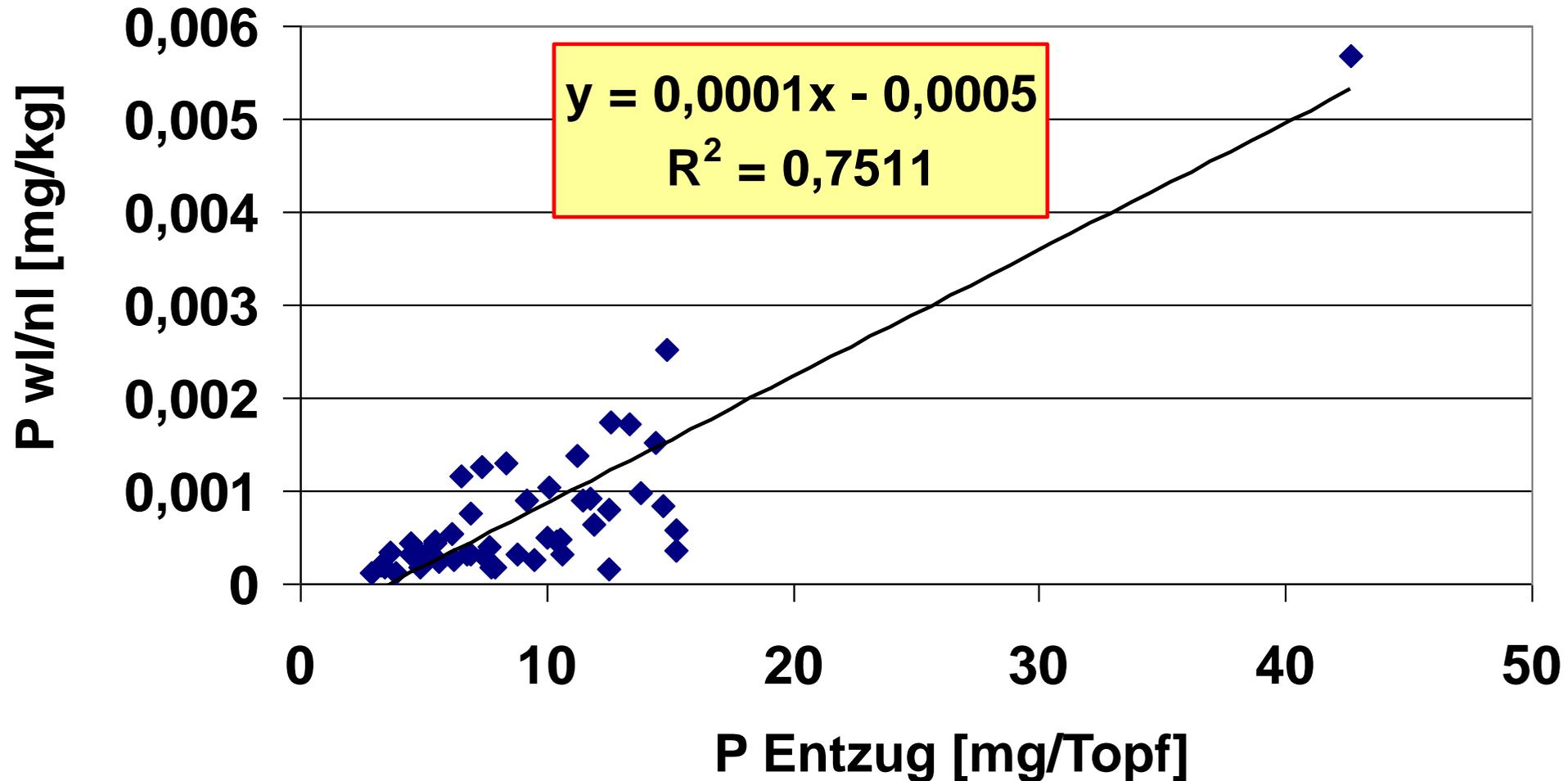
P _{Extrakt} zu P _{Entzug}	Best.Maß R ²
CAL	0,077
Mehlich	0,099
Dithionit	0,009
Bray2	0,089
Frakt. Analyse HCl	0,001
Oxalat	0,007



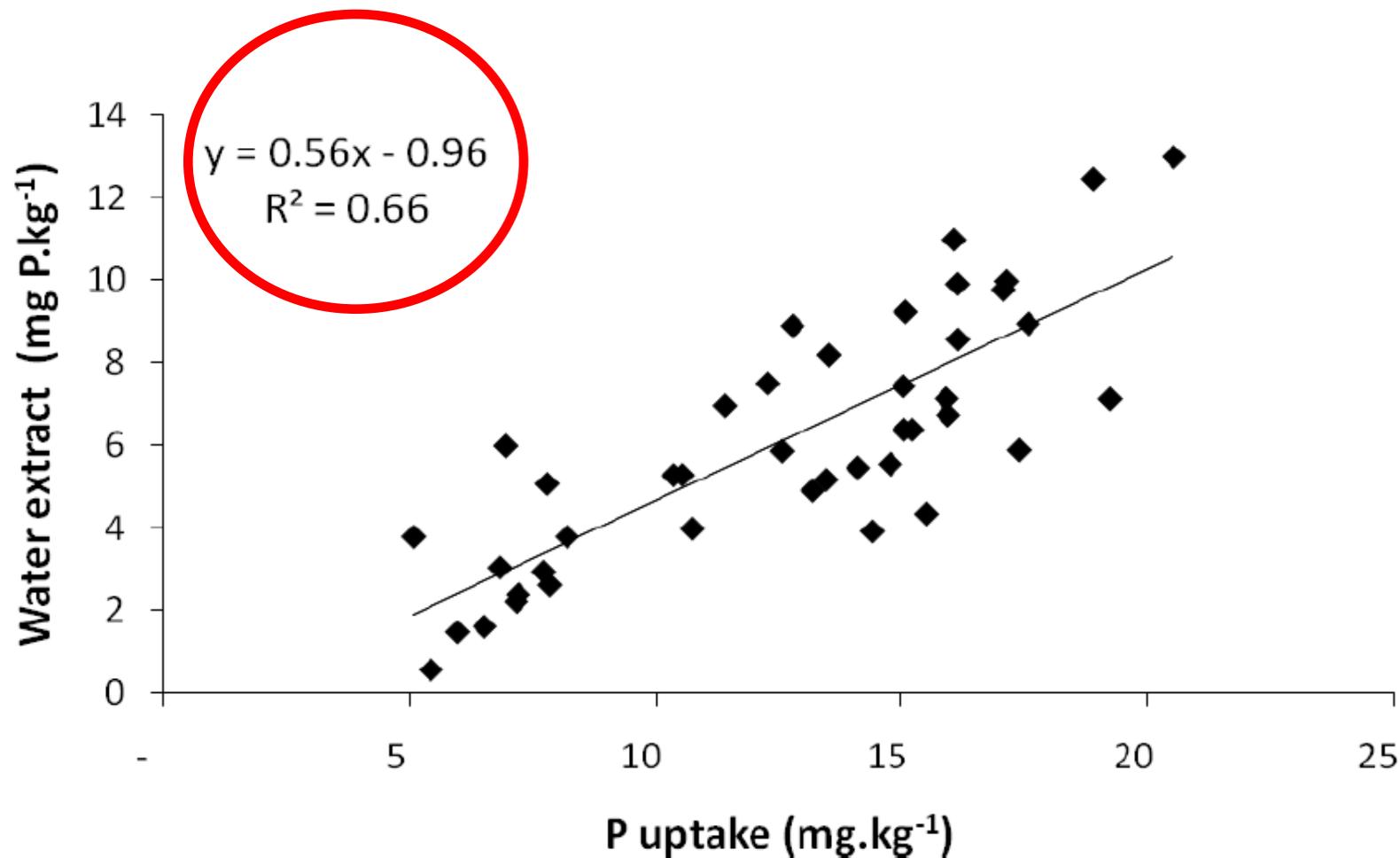
P wl zu P Entzug



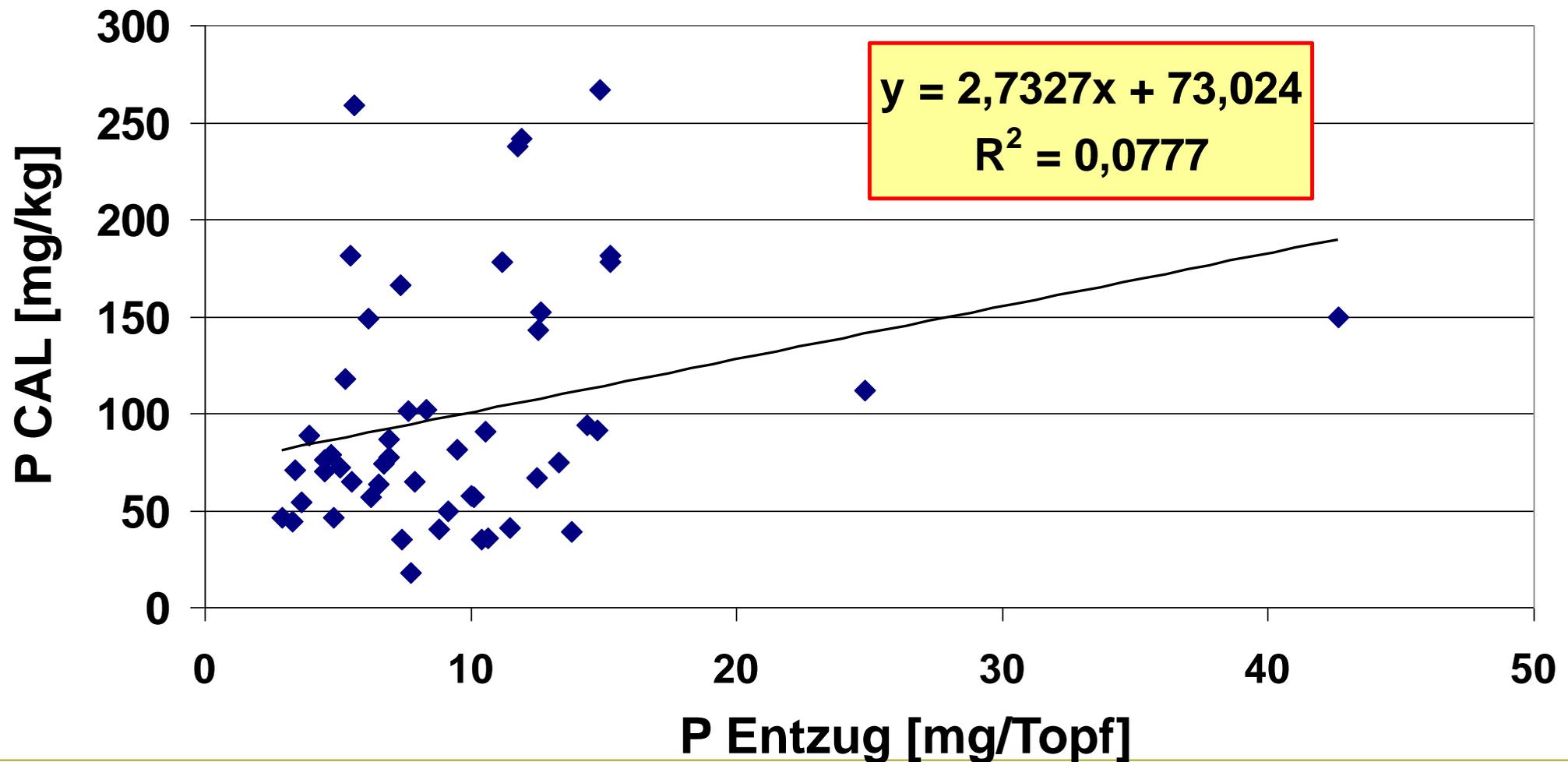
P wI/nI zu P Entzug



P_{wl} zu P Entzug (Kulhanek, 2009)

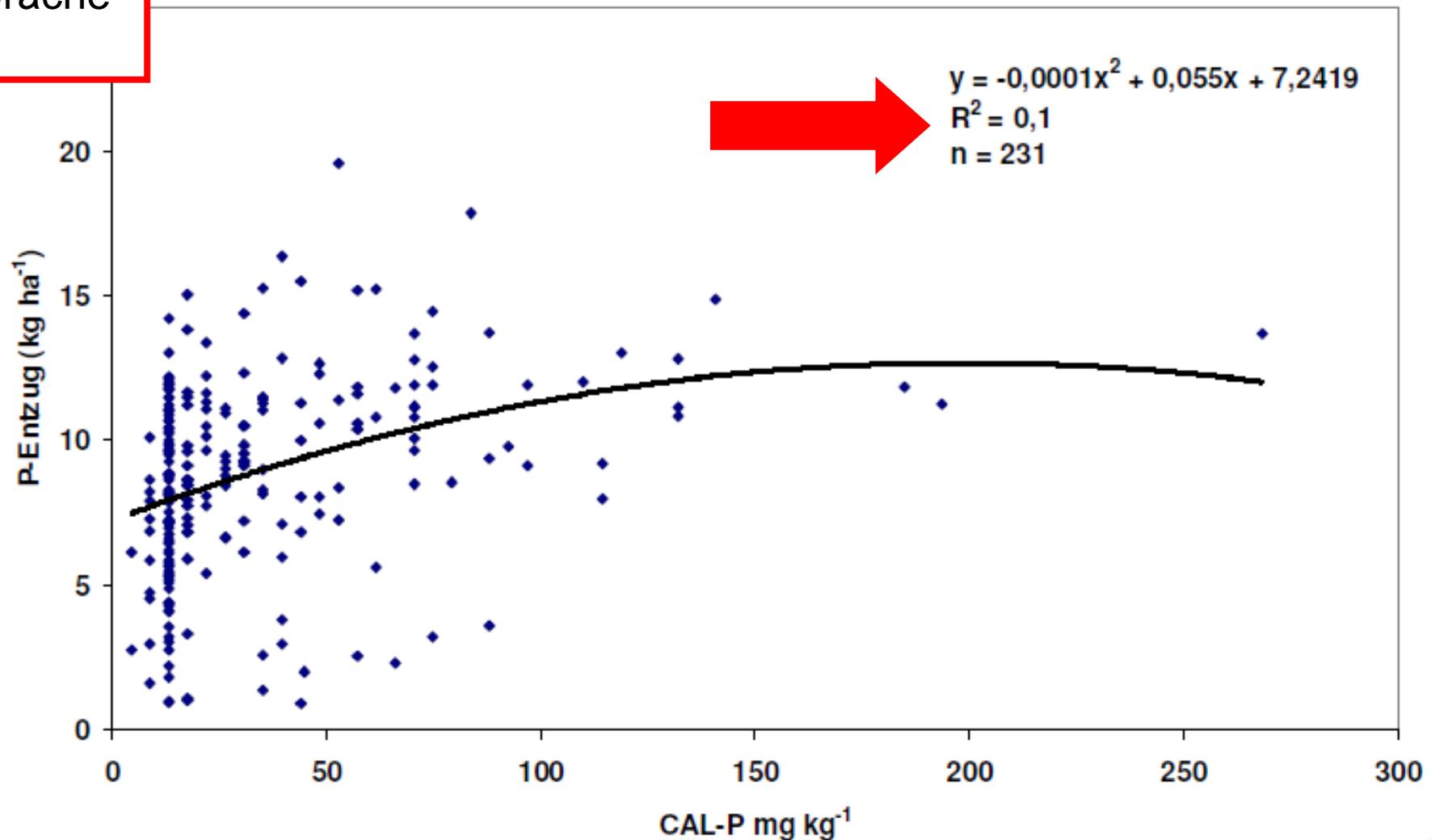


P CAL zu P Entzug



Beziehung P-Entzug (1. Aufwuchs) und CAL-löslicher P-Gehalt im Boden (0-10 cm Bodentiefe) von Grünlandflächen im Mittleren Steirischen Ennstal und Steirischen Salzkammergut

Aus: Heffterhofer
Umweltgespräche
25.02.2010



Berechnung von P Fraktionen

Konkretes Beispiel aus dem Projekt

Dichte: 1,5 g/cm ³	Humus: 2,5%	Pwl = 0,56 mg/kg	KH = 75
Tiefe: 0,30 cm	C/P = 40:1	PHCl = 420 mg/kg	CAL = 37 mg/kg (B)

<u>Bodenvolumen [m³/ha]:</u>	3.000 m ³ /ha
<u>Bodengewicht [t/ha]:</u>	4.500 t/ha
<u>Humusgehalt [t/ha]:</u>	112,5 t/ha
<u>Corg [t/ha]:</u> Corg = H / 2 =	56,25 t/ha

Porg [kg/ha] = 56,25 t/ha/40 =	1.400
PHCl [kg/ha]: = 420 * 4,5 =	1.890
	
Pt =	3.290 kg/ha

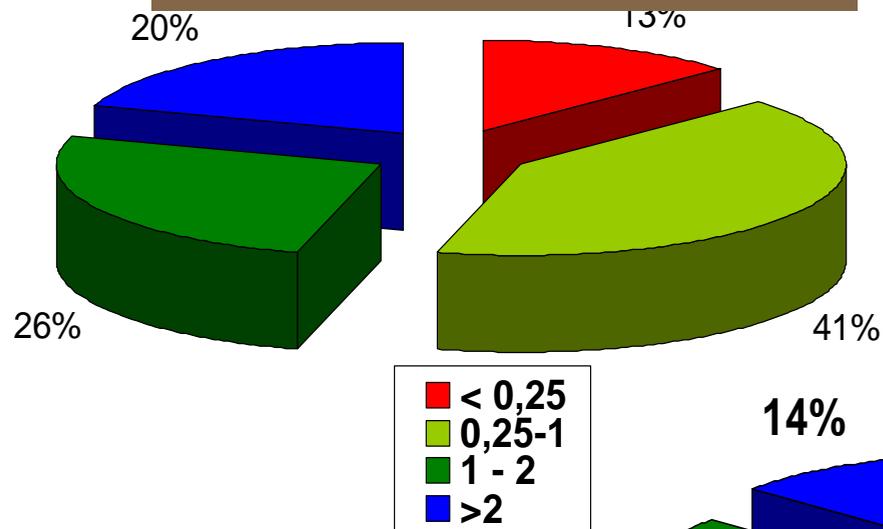
Entzüge: P 5 bis 35 kg/ha

2,5 kg/ha = Pwl = 0,74 mg/l

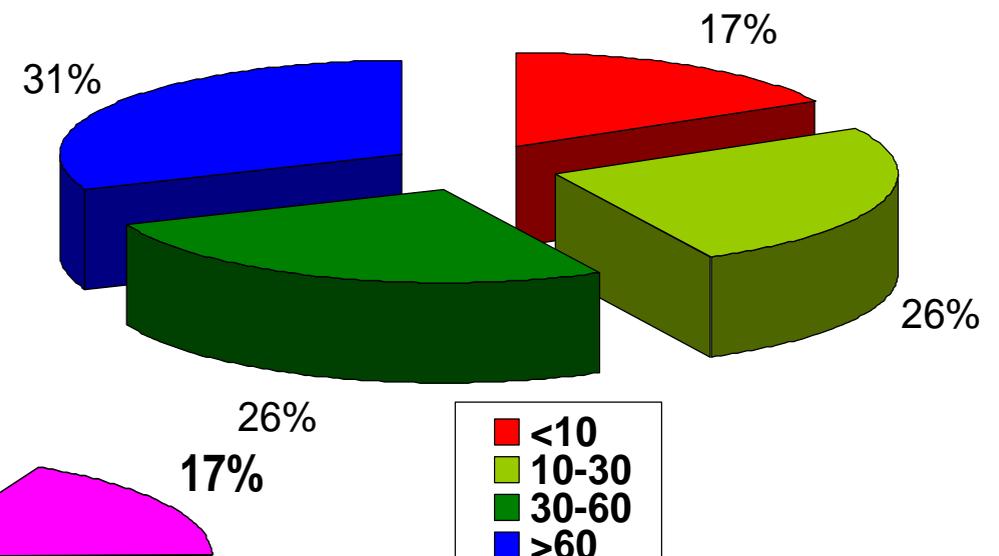
Auswertung Bodenproben Frakt. A.

N = 1600

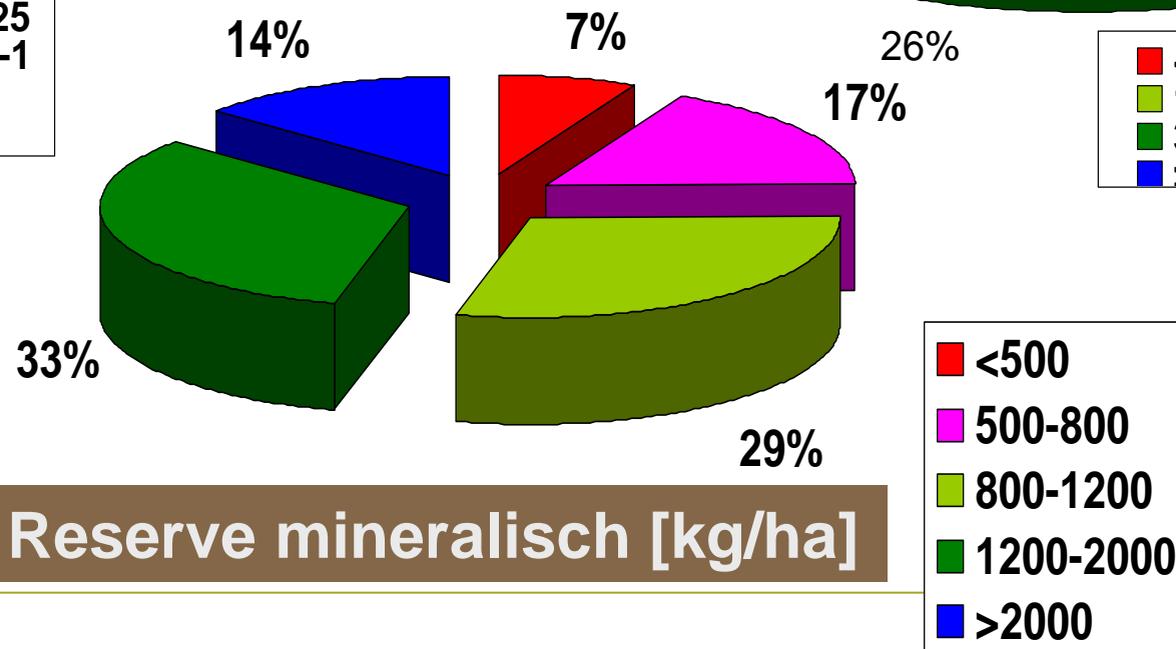
P Bodenlösung [mg/l]



P Pflanzenverfügbar [kg/ha]



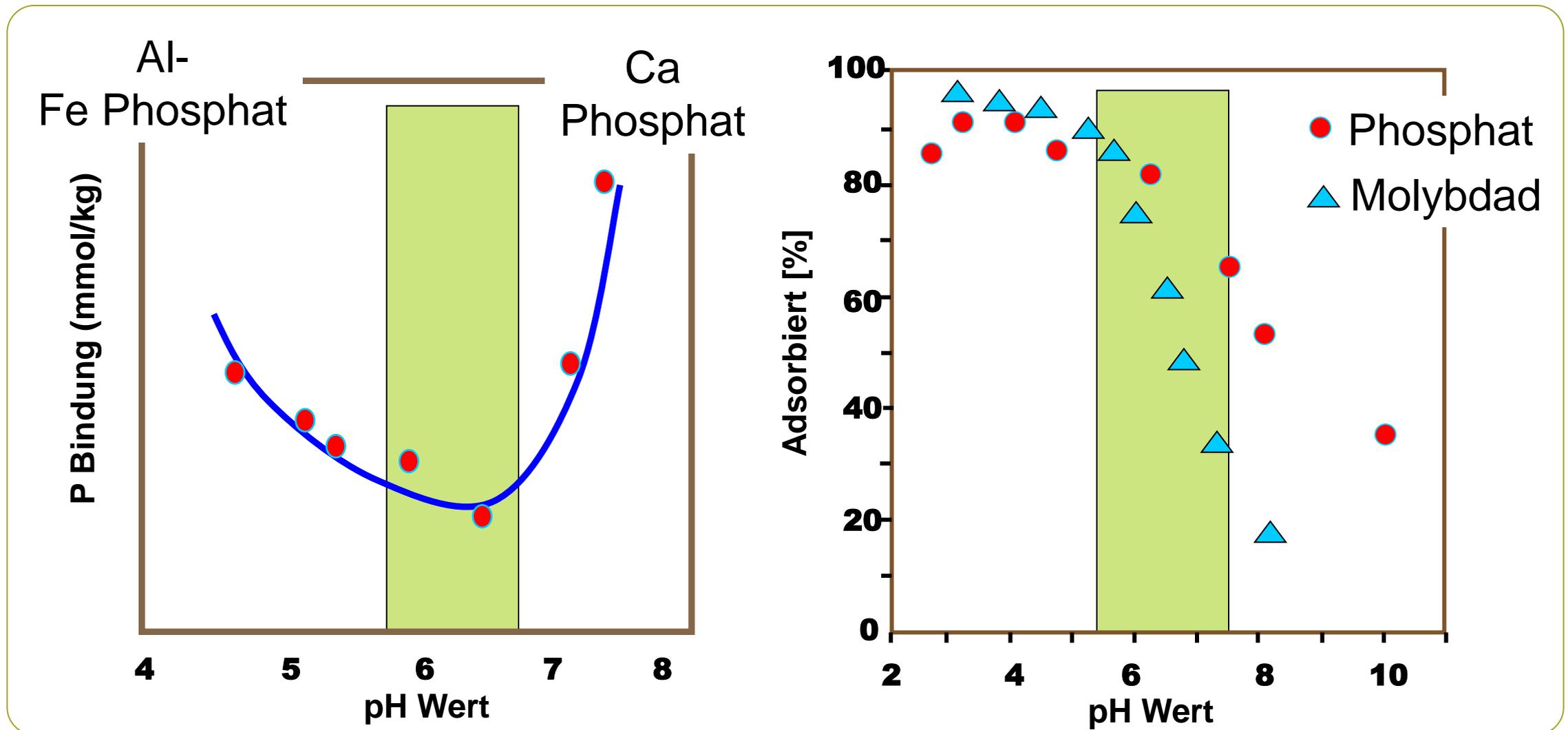
P Reserve mineralisch [kg/ha]



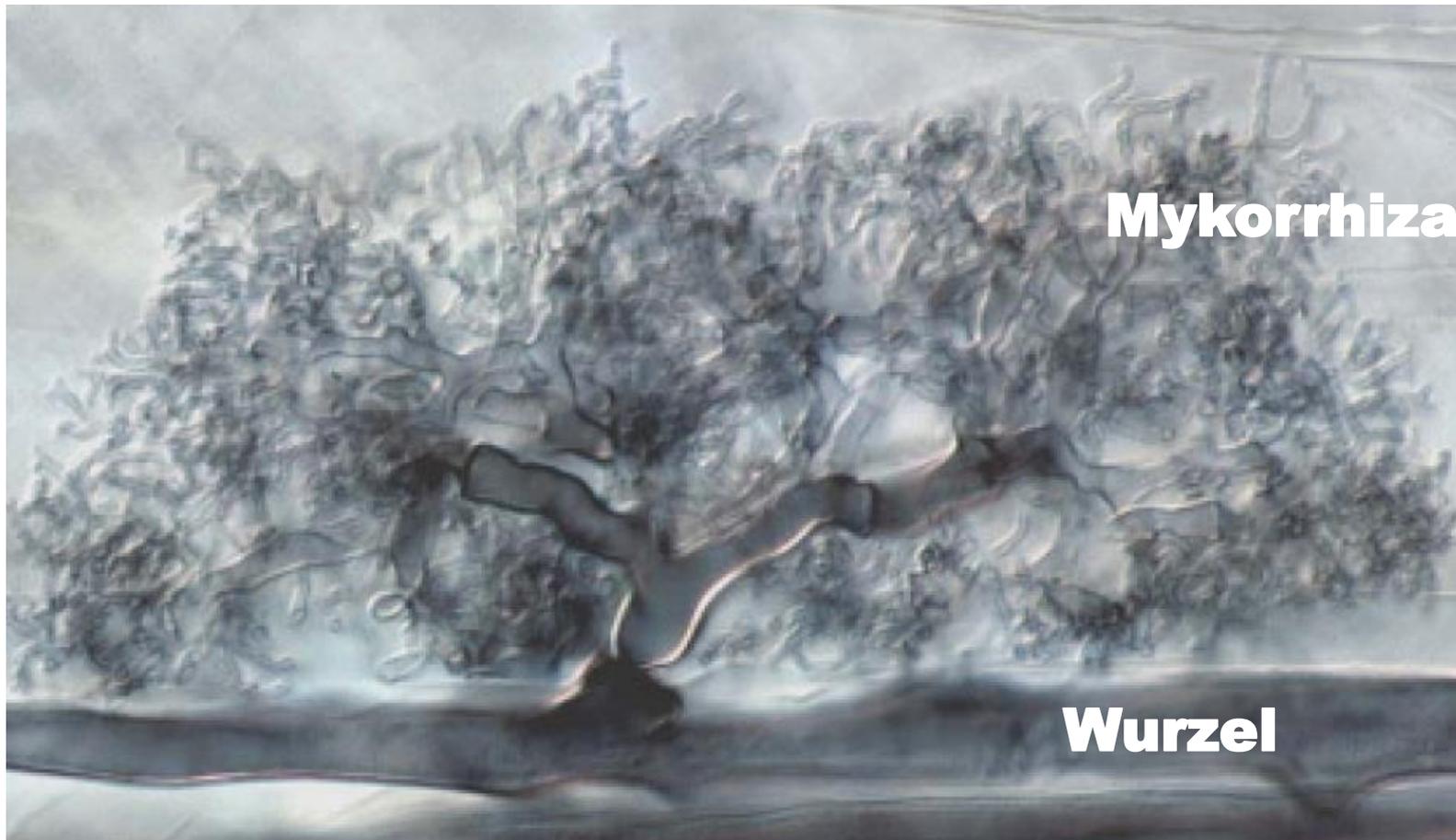
P Mobilisierung

- **pH Wert**
- **Erhöhung der biologischen Aktivität**
 - **Förderung der mikrobiologischen Aktivität**
 - **Wurzelsymbiosen (Mykorrhiza Pilz)**
 - **Förderung des Regenwurms**
 - **Vermeiden von Verdichtungen, Erhöhen des durchwurzelbaren Volumens**
 - **P Aufschließende Pflanzen als Zwischenfrüchte/Gründüngungen**
- **Ionenkonkurrenz**

pH Abhängigkeit P Verfügbarkeit



Mykorrhiza



Boden „versus“ Regenwurm Kot

Bodeneigenschaften, Tiefe 0 - 20 cm		Regenwurm Kot					
Parameter	Wert	sehr niedrig	niedrig	günstig	hoch	sehr hoch	Bemerkung
Basisparameter	Bodenschwere (KH)						
	pH Wert KCl [-log H+]						
	pH Wert H2O [-log H+]						
	Kalkgehalt CaCO3 [%]						
	gelöste Stoffe [eL, mS/cm]						
	Humusgehalt [%]						
	Humusqualität [C/N]						
Sorptionskomplex	T-Wert = CEC pot [mmolc/kg]						
	CECakt [mmolc/kg]						
	Basensättigung [% CEC]						
	Ca am Magnet [Ca%CECp]						
	Mg am Magnet [Mg%CECp]						
	K am Magnet [K%CECp]						
	Na am Magnet [Na %CECp]						
	Al am Magnet [Al %CECp]						
	NH4N am Magnet [NH4N %CECp]						
	Fe am Magnet [Fe %CECp]						
	Mn am Magnet [Mn %CECp]						
	H am Magnet [H %CECp]						
	Säure am Magnet [pS%CECp]						

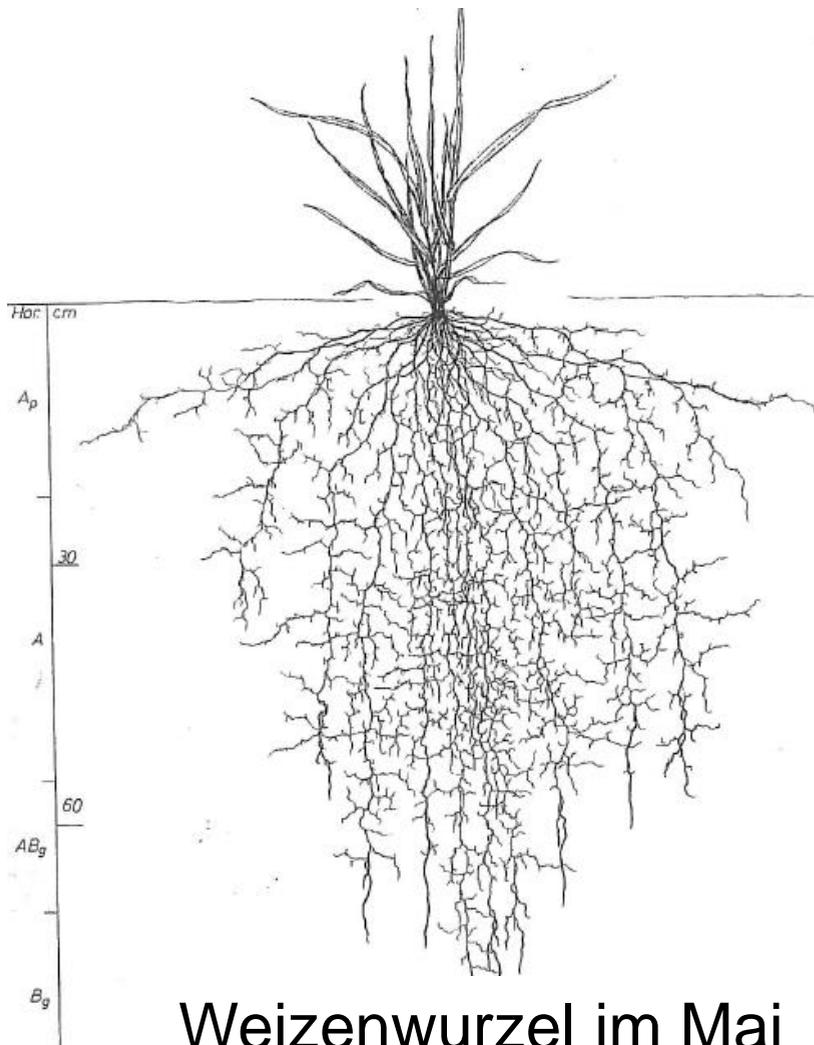
Boden „versus“ Regenwurm Kot

Regenwurm Kot

Stoff pflanzenverfügbar ¹⁾		Wert	sehr niedrig	niedrig	günstig	hoch	sehr hoch	Zufuhr ²⁾ kg/ha	Reserve kg/ha	Bemerkung
Pflanze ernährung	C org in kg/ha									
	N total in kg/ha									
	Ca pflanzenverfüg [kg/ha]									
	Mg pflanzenverfüg [kg/ha]									
	K pflanzenverfüg [kg/ha]									
	PO4 pflanzenverfüg [kg/ha]									
	NH4-N [kg/ha]									
	NO3-N [kg/ha]									
	Nmin [kg/ha]									
	SO4 pflanzenverfüg [kg/ha]							90		
	Fe pflanzenverfüg [kg/ha]									
	Mn pflanzenverfüg [kg/ha]									
	Cu pflanzenverfüg [kg/ha]									
	Zn pflanzenverfüg [kg/ha]							3,00		
	Mo pflanzenverfüg [kg/ha]							0,18		
	B pflanzenverfüg [kg/ha]									
	Al pflanzenverfüg [kg/ha]									
	Cr, Pb, Cd, Ni									
Melioration										
MEL	Kalk (CaCO ₃) kg/ha	40	7710							
	Gips (CaSO ₄ * 2 H ₂ O) kg/ha	0								
	Magnesium (Mg) kg/ha					70	620			
	Kalium (K) kg/ha						90			
	Corg kg/ha									8800



Wurzelraum



Quelle: Wurzelatlas (Kutschera, Lichtenegger, Sobotka)

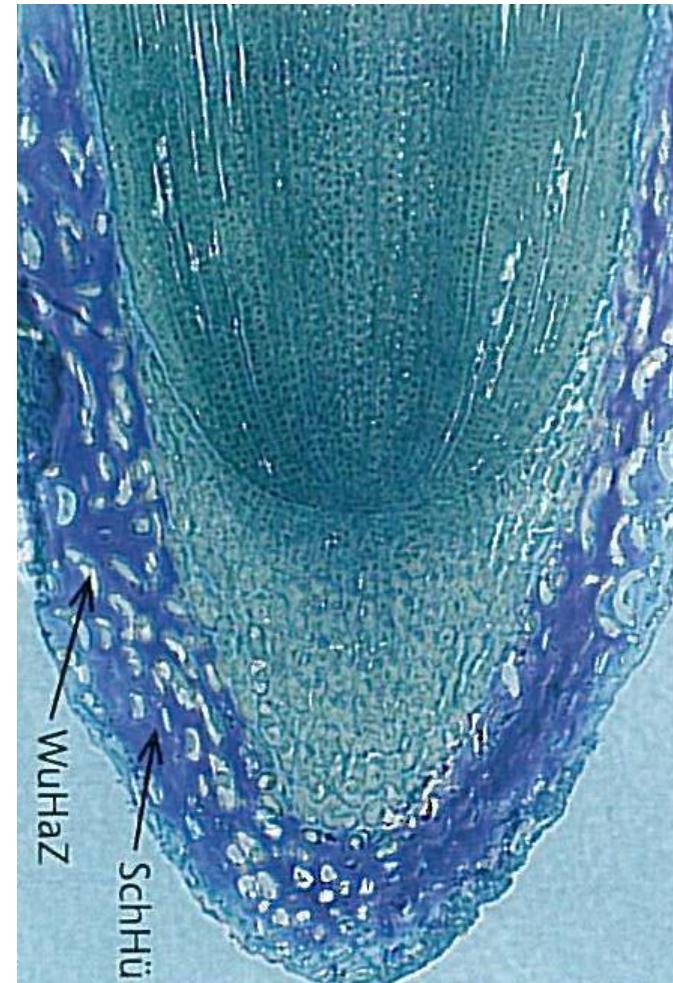
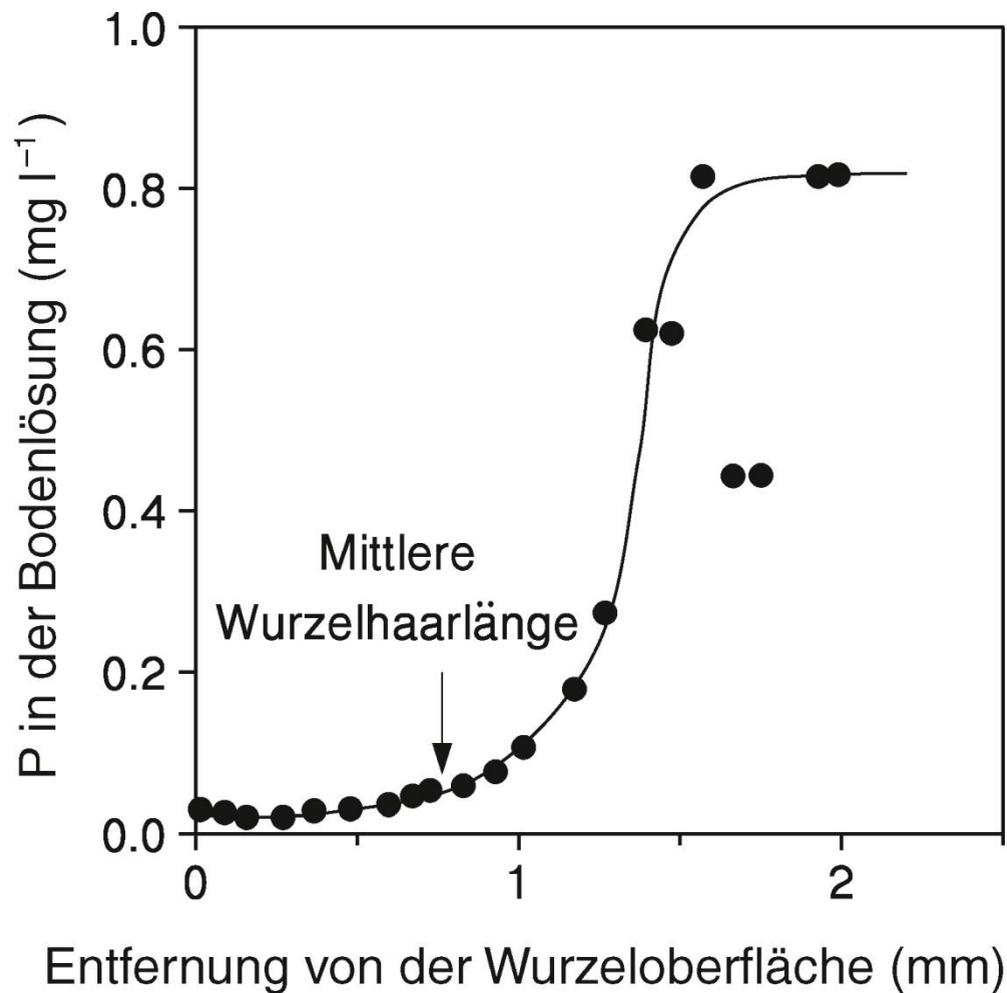


Quelle: Wurzelatlas (Kutschera, Lichtenegger, Sobotka)

Wurzellänge:
bis 80 km

Oberfläche:
bis 300 km²

Wurzelexsudate



Aufwand

**~ 30%
Assimilate**

Menge BBM [kg/ha]:

bis 5.000

Quelle: Wurzelatlas (Kutschera, Lichtenegger, Sobotka)

P aufschließende Pflanzen



Weißer Lupine



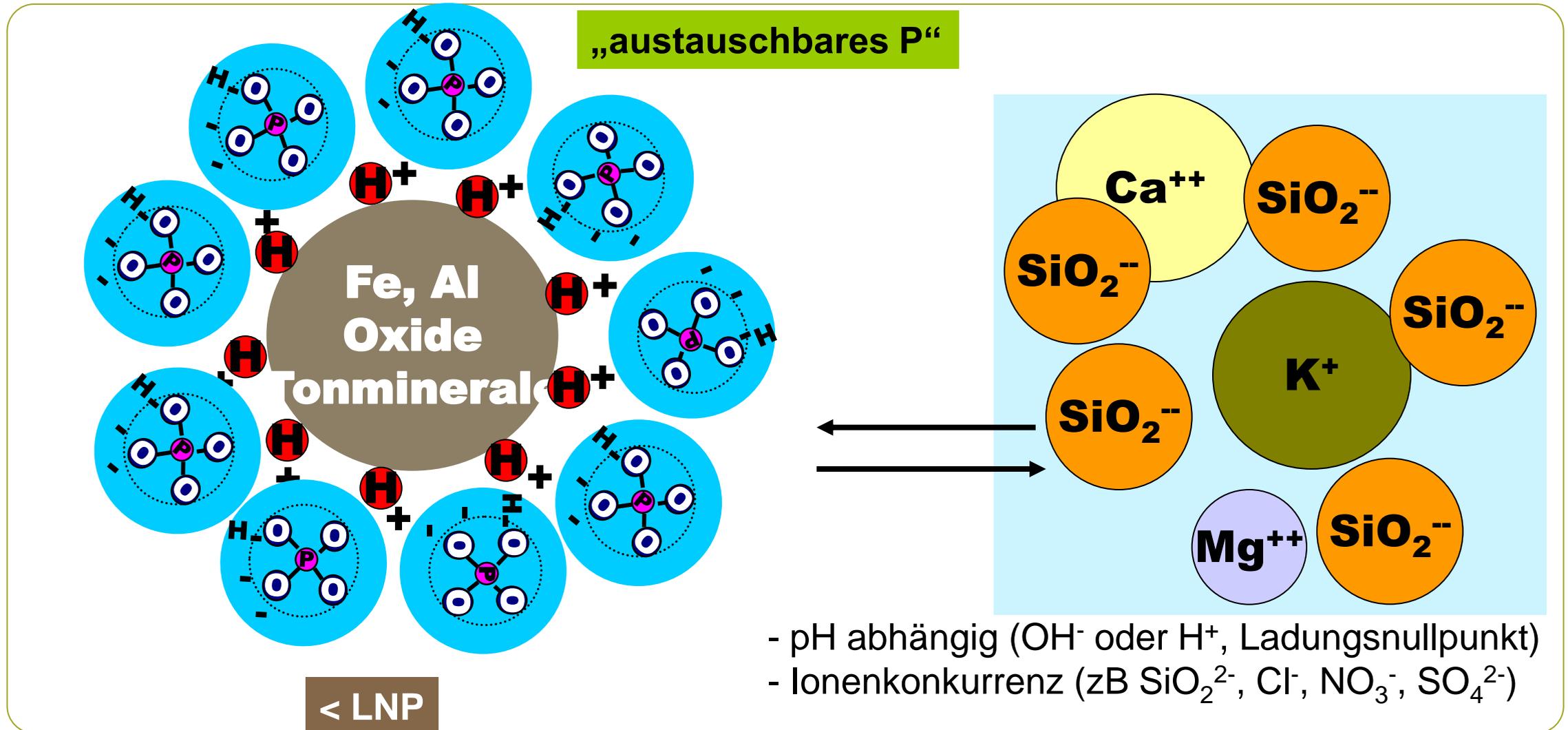
Buchweizen

Silberbaumgewächs/Protea



Proteoidwurzeln

P sorbiert



Zusammenfassung

- Ausreichend P in meisten landwirtschaftlich genutzten Böden
- Verschiedene P Formen, Pflanzenverfügbarkeit unterschiedlich
- CAL Extrakt zur Prognose des P Entzuges beschränkt geeignet
- Dynamische-intelligente Analytik notwendig
 - P_{wl}, P_{at}, P_{min} Reserve und P_{org} (wichtig **C:P**) **TBU**
- Vorräte mobilisieren
- Entzugszahlen kritisch hinterfragen