



Phosphor-Speicherkapazität und Phosphor-Sättigungsgrad in österreichischen Böden des Dauergrünlandes

A. Bohner, C. Weißensteiner und J.K. Friedel

Inhalt

- **Gewässereutrophierung**
- **P-Auswaschung**
- **P-Speicherkapazität und P-Sättigungsgrad**
- **Anionenadsorption, Redoxreaktionen**
- **Fragestellungen**
- **Untersuchungsgebiet**
- **Untersuchungsflächen**
- **Methoden**
- **Ergebnisse**
- **Schlussfolgerungen**



Gewässereutrophierung

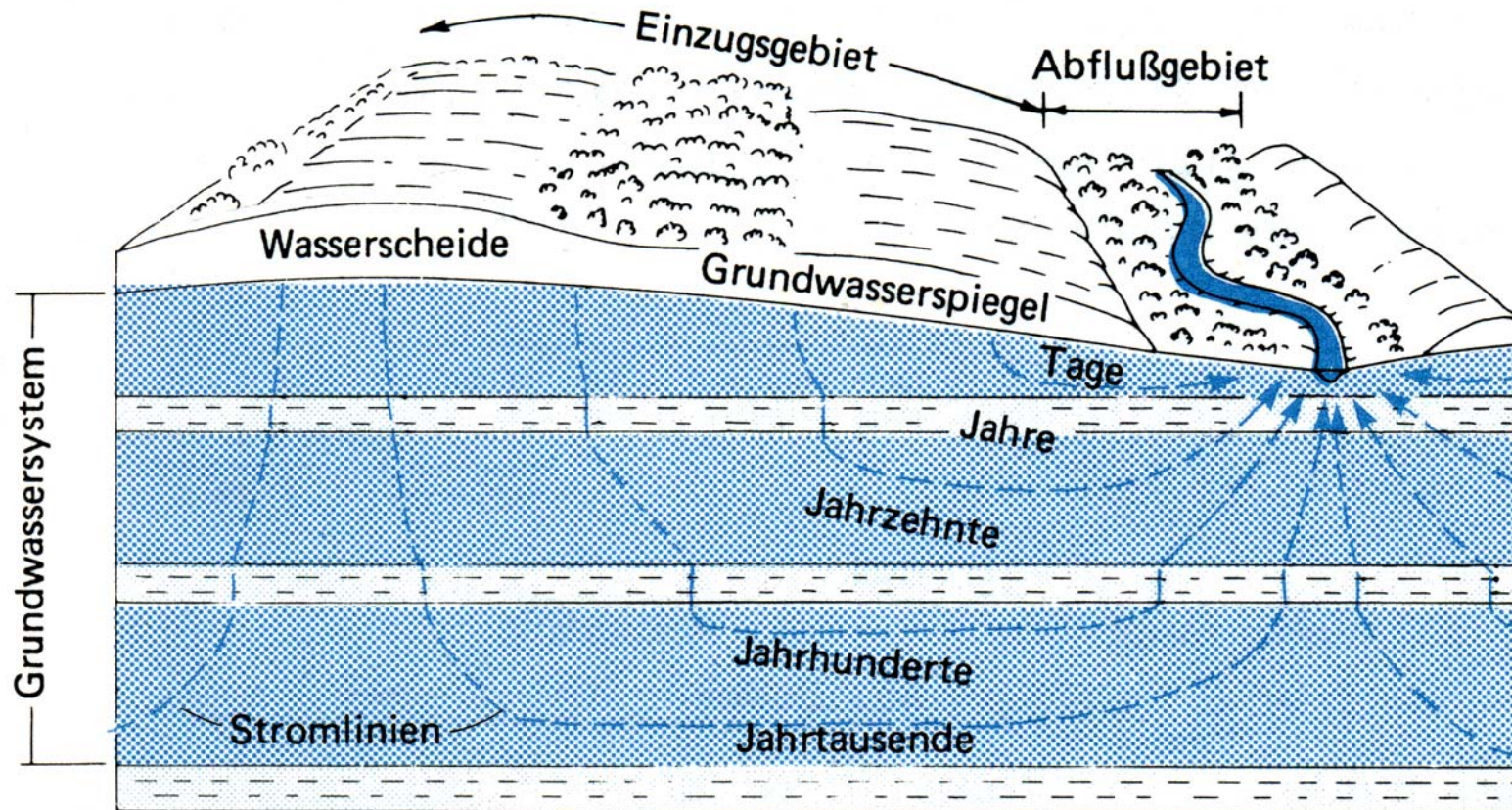
- Für die Eutrophierung der Gewässer ist in erster Linie der Phosphor (P) verantwortlich.
- Die P-Einträge erfolgen aus punktuellen und diffusen Quellen.
- Die wichtigsten diffusen Quellen sind Erosion, Abschwemmung, Auswaschung, Drainagen und atmosphärische Deposition.



P-Auswaschung

- **Vorrat an leicht und schnell mobilisierbarem P im Boden**
- **jährliche Sickerwassermenge**
- **Bodeneigenschaften (insb. Transformations-, Speicherungs- und Mobilisierungsvermögen)**
- **Art der Bewirtschaftung (Wiese, Mähweide, Weide)**
- **Intensität der Nutzung (Anzahl der Schnitte und/oder Weidegänge pro Jahr)**
- **Bewirtschaftungsmaßnahmen (insb. Art, Menge, Häufigkeit und Zeitpunkt der Düngung)**

Zusammenhänge in Grundwassersystemen



Quelle: Heath 1988

P-Speicherkapazität und P-Sättigungsgrad

- **bewirtschaftungsunabhängige P-Speicherkapazität**
- **bewirtschaftungsabhängige P-Sättigungsgrad**

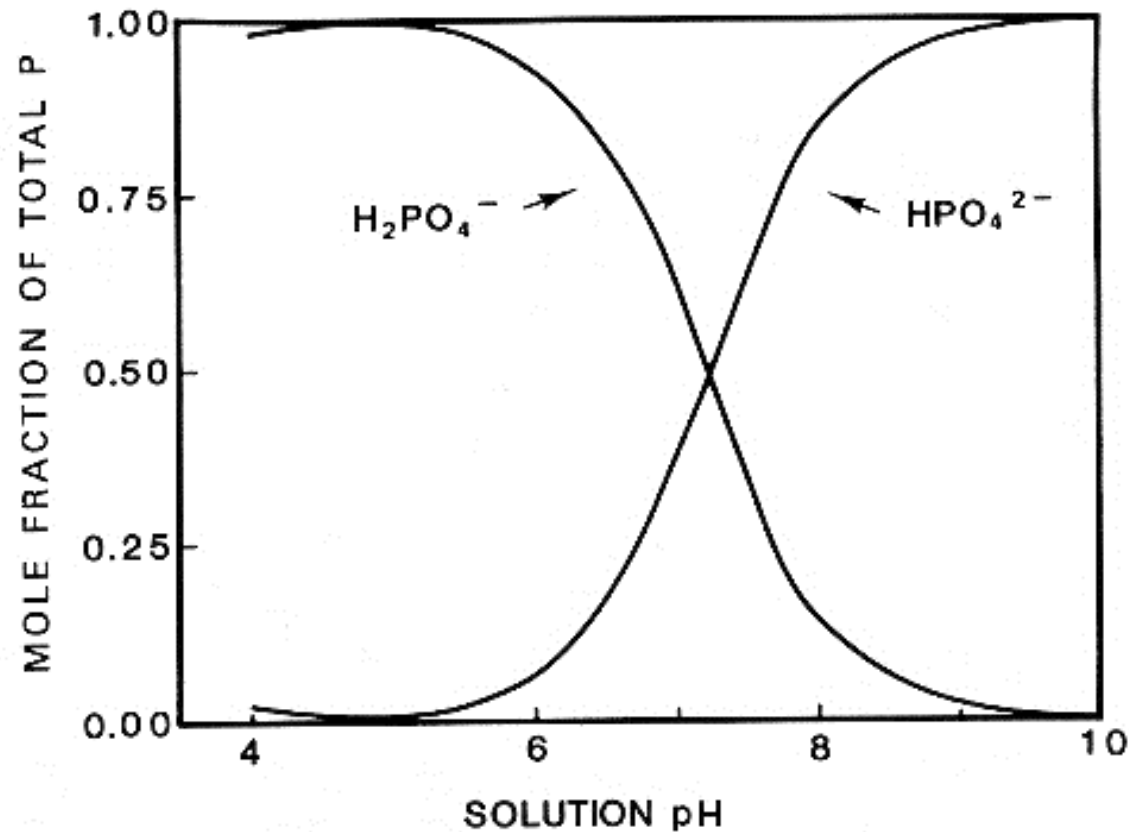


**geeignete Indikatoren für die Abschätzung von P-
Auswaschungsverlusten aus landwirtschaftlich
genutzten Böden**

P-Speicherkapazität und P-Sättigungsgrad

- Für die P-Speicherkapazität (PSC) der Böden sind die Gehalte an amorphen Al-, Fe- und Mn-Oxiden (inkl. Hydroxide und Oxihydroxide) hauptverantwortlich.
- Das P-Auswaschungspotenzial einer Fläche hängt sehr wesentlich vom bereits erreichten P-Sättigungsgrad (DPS) der Sorbenten ab.
- Der Boden ist dann mit P gesättigt, wenn der P-Sättigungsgrad den Wert von 30 % erreicht.
- Böden mit niedriger P-Speicherkapazität und hohem P-Sättigungsgrad weisen ein hohes P-Auswaschungspotenzial auf.

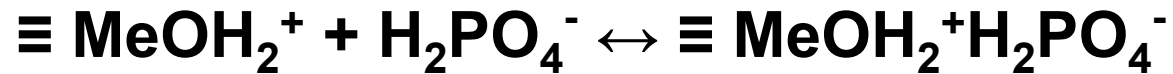
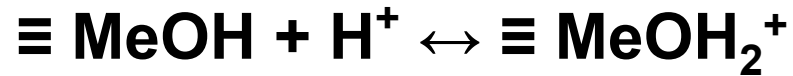
Einfluss des pH-Wertes in der Bodenlösung auf die Ionenformen der gelösten Phosphate



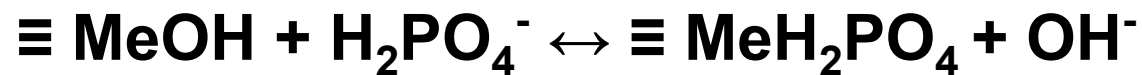
Quelle: Barber, 1995

Anionenadsorption

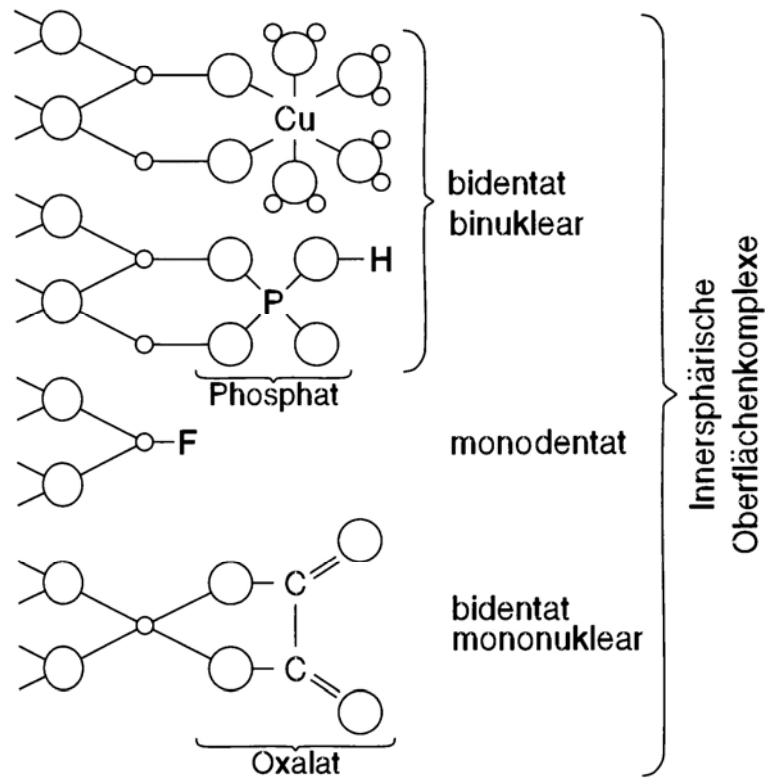
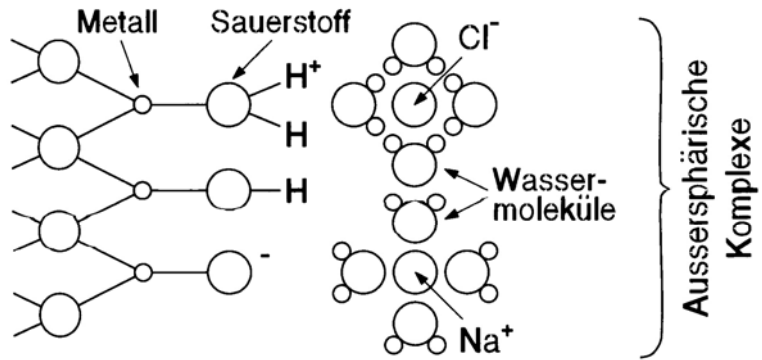
Unspezifische Adsorption



Spezifische Adsorption



Me = Al, Fe oder Mn

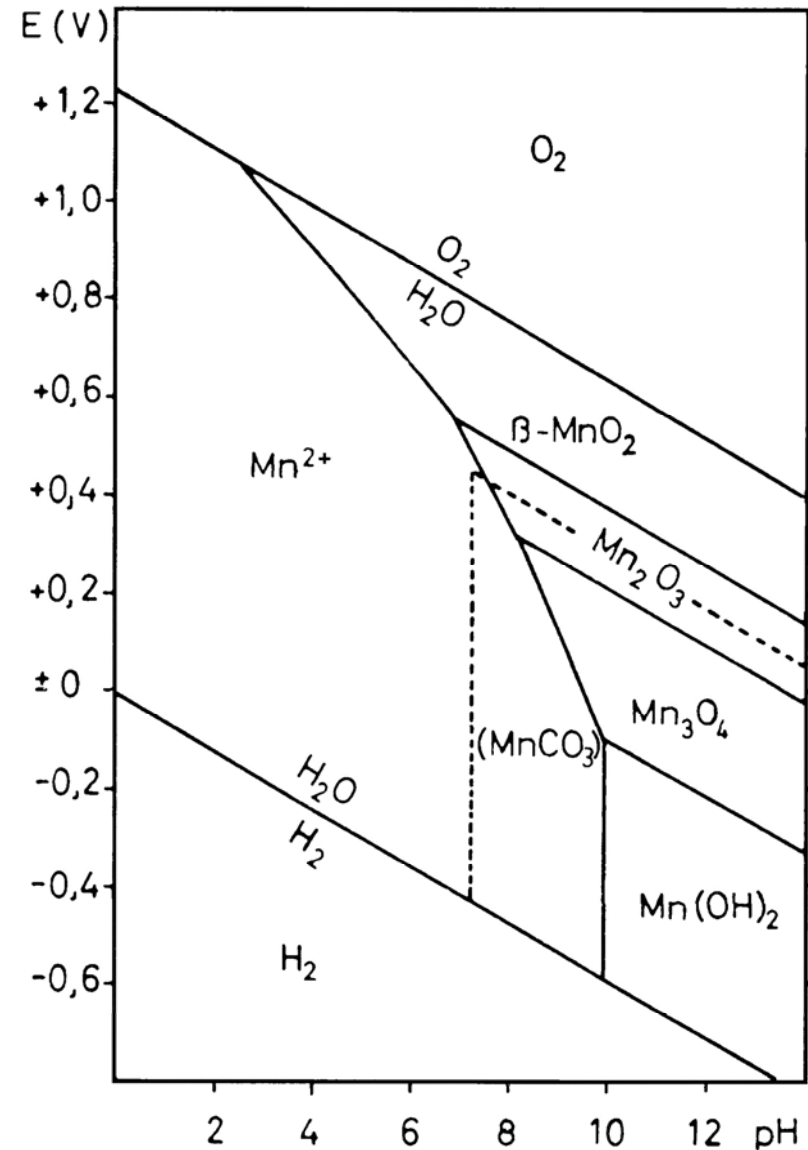
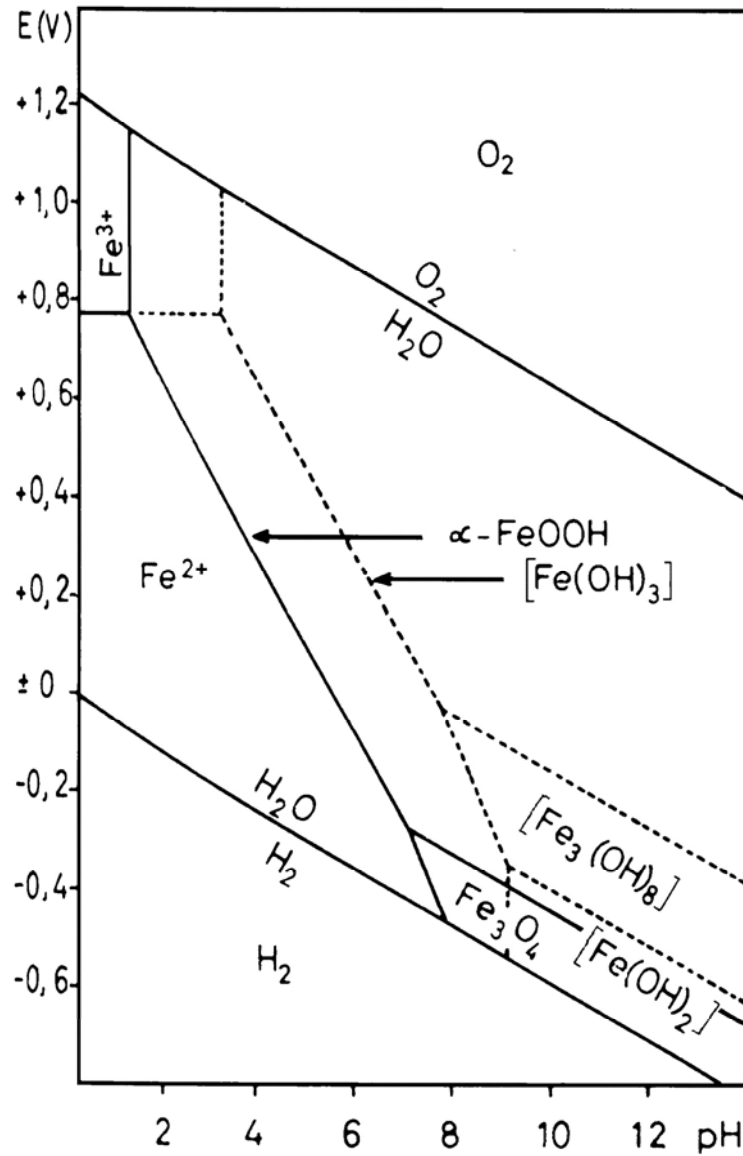


Redoxreaktionen



Je höher der pH-Wert ist, umso niedriger muss das Redoxpotenzial (Sauerstoffgehalt) sein, um eine bestimmte Mn^{2+} - oder Fe^{2+} -Löslichkeit zu ergeben.

Leicht abbaubare organische Substanzen fördern die Reduktion (Auflösung) der Mn- und Fe-Oxide.



Fragestellungen

- **Wie hoch sind die Werte für die P-Speicherkapazität und den P-Sättigungsgrad in verschiedenen Böden des Dauergrünlandes?**
- **In welchem Ausmaß wird der P-Sättigungsgrad durch die Grünlandbewirtschaftung beeinflusst?**
- **Gibt es Bodentypen, die eine besonders hohe oder niedrige P-Speicherkapazität aufweisen?**
- **Bestehen Zusammenhänge zwischen der P-Speicherkapazität bzw. dem P-Sättigungsgrad und den P-Fraktionen, die in der offiziellen Düngerberatung für die Erstellung einer P-Düngeempfehlung verwendet werden?**

Untersuchungsgebiet

- **Steirisches Ennstal und Steirisches Salzkammergut**



**repräsentativ für das Grünland im österreichischen
Berggebiet**

- **Oberkärnten (Villacher Alpe, Nockberge)**

Untersuchungsflächen

- auf landwirtschaftlichen Betrieben
- beweidete Almflächen und Gebirgsflächen
- Seehöhe: 600 – 1920 m
- Bodentypen: Rendzinen, Kalklehm-Rendzinen, Pararendzinen, Braunerden, Kalkbraunlehme, Auböden, Augleye, Gleye, carbonathaltige Niedermoore

Methoden

- **239 Bodenproben**
- **0 – 10 cm Bodentiefe**
- **H₂O-P, CAL-P → ÖNORM**
- **P_{ox}, Al_{ox}, Fe_{ox}, Mn_{ox} → SCHWERTMANN (1964)**
- **Al_t, Fe_t, Mn_t → Mikrowellenaufschluss, Königswasser**
- **PSC (in mmol kg⁻¹) = 0,5 x (Al_{ox} + Fe_{ox} + Mn_{ox})**
- **DPS (in %) = 100 x P_{ox} x PSC⁻¹**

Ergebnisse

	terrestrische Talböden (n = 106)					hydromorphe Talböden (n = 106)				
	H ₂ O-P mg kg ⁻¹	CAL-P mg kg ⁻¹	P _{ox} mg kg ⁻¹	PSC mmol kg ⁻¹	DPS %	H ₂ O-P mg kg ⁻¹	CAL-P mg kg ⁻¹	P _{ox} mg kg ⁻¹	PSC mmol kg ⁻¹	DPS %
Median	7	21	540	102	20	9	21	279	101	10
MW	9	27	599	97	21	24	28	331	111	11
V (%)	71	90	54	34	50	128	84	66	63	53
Min	1	1	67	24	3	1	1	54	19	1
Max	36	204	1881	164	52	132	111	1051	347	28

Ergebnisse

Alm- und Gebirgsböden (n = 27)

	H ₂ O-P	CAL-P	P _{ox}	PSC	DPS
	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mmol kg ⁻¹	%
Median	14	28	865	178	17
MW	18	34	942	175	18
V (%)	97	55	36	30	41
Min	3	6	399	76	9
Max	82	82	1583	248	42

Ergebnisse

	terrestrische Talböden (n = 106)			hydromorphe Talböden (n = 106)			Alm- und Gebirgsböden (n = 27)		
	Al _{ox}	Fe _{ox}	Mn _{ox}	Al _{ox}	Fe _{ox}	Mn _{ox}	Al _{ox}	Fe _{ox}	Mn _{ox}
	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
Median	2103	5885	590	1465	6641	304	4002	10434	206
MW	2113	5821	676	1625	8656	370	4206	10357	447
V (%)	41	38	68	71	81	80	42	35	130
Min	530	1071	118	189	1403	22	1135	3501	9
Max	4285	12085	2633	6257	37075	1677	8153	18030	2582

Ergebnisse

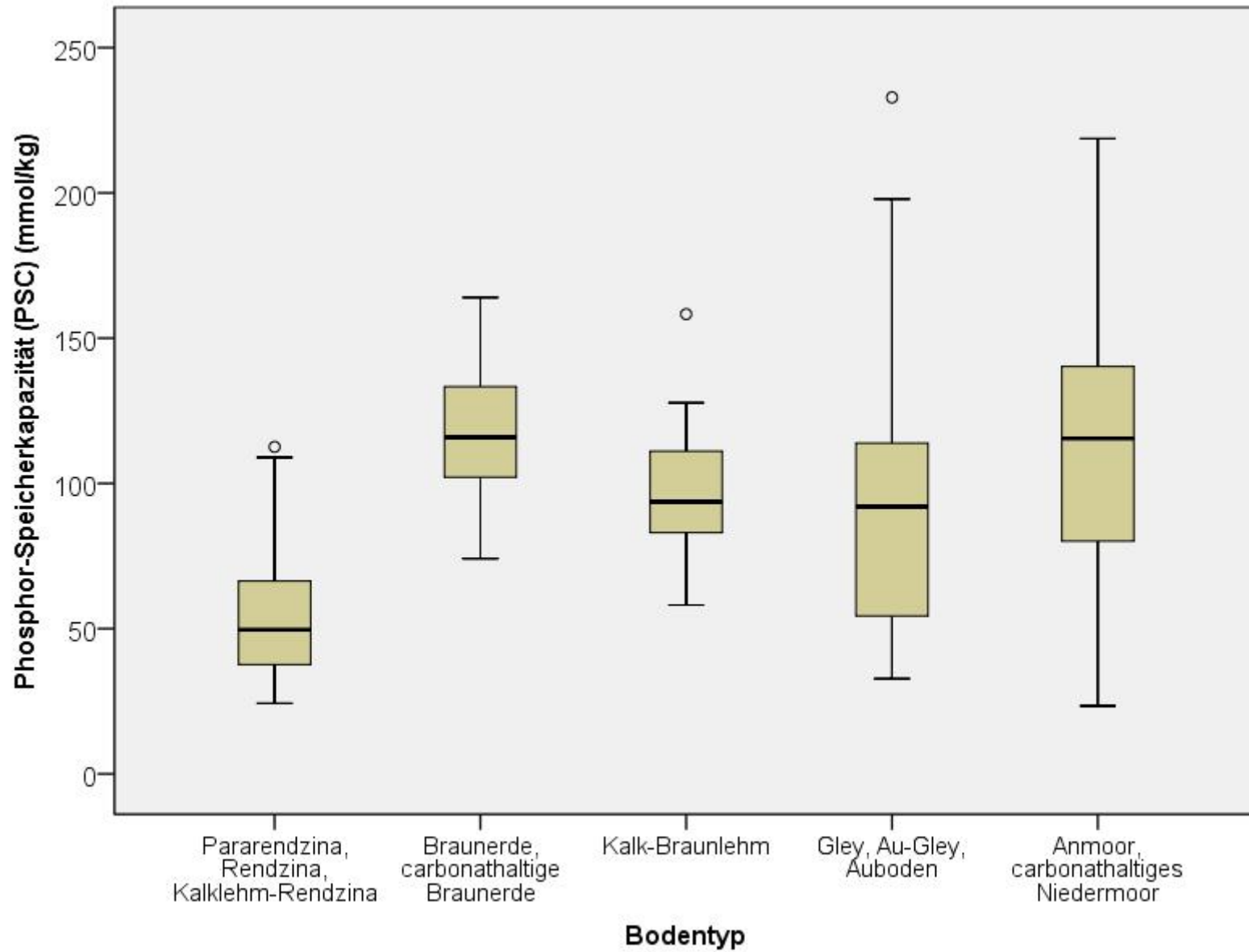
	terrestrische Talböden (n = 106)			hydromorphe Talböden (n = 106)			Alm- und Gebirgsböden (n = 27)		
	Al _t : Al _{ox}	Fe _t : Fe _{ox}	Mn _t : Mn _{ox}	Al _t : Al _{ox}	Fe _t : Fe _{ox}	Mn _t : Mn _{ox}	Al _t : Al _{ox}	Fe _t : Fe _{ox}	Mn _t : Mn _{ox}
Median	8	5	1	6	2	1	4	3	2
MW	9	5	2	8	4	2	5	3	2
V (%)	34	33	64	67	95	52	67	35	54
Min	5	3	1	2	1	1	3	1	1
Max	22	11	8	22	16	5	20	5	6

Ergebnisse

	H ₂ O-P mg kg ⁻¹	CAL-P mg kg ⁻¹	P _{ox} mg kg ⁻¹	PSC mmol kg ⁻¹	DPS %
ungedüngt (n = 66)	5	13	325	90	11
gedüngt (n = 110)	8	22	570	105	19
extensiv (n = 95)	5	14	407	100	15
intensiv (n =74)	8	24	629	105	21

Ergebnisse

	H ₂ O-P	CAL-P	P _{ox}	Al _{ox}	Fe _{ox}	Mn _{ox}
PSC - terrestrische Talböden (n=106)	-0,050	0,315	0,595	0,824	0,872	0,422
<i>Sig (2-seitig)</i>	<i>0,614</i>	<i>0,001</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>
PSC - hydromorphe Talböden (n=106)	-0,248	-0,178	0,535	0,591	0,952	0,352
<i>Sig (2-seitig)</i>	<i>0,010</i>	<i>0,068</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>
PSC - Alm- und Gebirgsböden (n=27)	-0,588	-0,493	0,355	0,800	0,548	0,579
<i>Sig (2-seitig)</i>	<i>0,001</i>	<i>0,009</i>	<i>0,069</i>	<i>0,000</i>	<i>0,003</i>	<i>0,002</i>
DPS - terrestrische Talböden (n=106)	0,351	0,290	0,622	-0,330	-0,074	-0,190
<i>Sig (2-seitig)</i>	<i>0,000</i>	<i>0,003</i>	<i>0,000</i>	<i>0,001</i>	<i>0,453</i>	<i>0,051</i>
DPS - hydromorphe Talböden (n=106)	-0,262	-0,200	0,544	0,197	-0,452	0,187
<i>Sig (2-seitig)</i>	<i>0,007</i>	<i>0,040</i>	<i>0,000</i>	<i>0,043</i>	<i>0,000</i>	<i>0,055</i>
DPS - Alm- und Gebirgsböden (n=27)	0,722	0,733	0,626	-0,500	-0,037	-0,471
<i>Sig (2-seitig)</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,008</i>	<i>0,854</i>	<i>0,013</i>



Schlussfolgerungen

- **Grünlandböden → hohe P-Speicherkapazität und niedrigen P-Sättigungsgrad in den obersten 10 cm**
- **Regelmäßig gedüngte und intensiv genutzte Grünlandböden → höhere P-Gehalte und P-Sättigungsgrade und somit größeres P-Austragspotenzial als langjährig ungedüngte und extensiv genutzte Böden**
- **Humusreiche, saure Alm- und Gebirgsböden → große P-Speicherkapazität**
bei starker Bodenversauerung → hohe P-Sättigungsgrade und hohe Gehalte an wasserlöslichem P

Schlussfolgerungen

- **Braunerde → große P-Speicherkapazität infolge hoher Gehalte an amorphen Sesquioxiden**
- **Hydromorphe Böden weisen in den obersten 10 cm keine geringere P-Speicherkapazität als terrestrische Böden auf. Carbonathaltige Niedermoore → können Phosphate gut speichern.**
- **Vor allem saure, carbonatfreie Nieder- und Hochmoore → höheres P-Austragspotenzial**

Schlussfolgerungen

- **P-Austragspotenzial von Grünlandflächen → kann allein mittels H₂O-P und CAL-P nur grob beurteilt werden → Zusatzinformationen sind notwendig!**

