

Checkliste: Einfache Einschätzung des Phosphor-Mobilisierung-Potentials

für Ackerland mit **biologischer** oder **konventioneller** Bewirtschaftungsweise

für Schläge im **pannonischen Klimaraum** und in der **mitteleuropäischen Übergangszone**

Einschätzung auf **Schlagebene**

Ersteller:innen Wohlmuth, Marie-Luise; Surböck, Andreas; Gollner, Gabriele; Bajraktarevic, Armin; Böhm, Manuel und Unterfrauner, Hans

Datum:

Schlagname:

Erheber:in:

Faktor 1: "Boden & Klima" (nicht beeinflussbar)

Ausfüllanleitung: Beantworten Sie jede Frage und markieren Sie, die für Sie zutreffende Einstufung. Für jede Frage ist nur eine Antwort möglich.

Boden "Daten aus www.bodenkarte.at

(zu Verdichtung und Erosion siehe die Unterkarten BAW/BFA)"

Die eigene Einschätzung und Ergebnisse von Bodenuntersuchungen sind spezifischer und den Daten aus der Bodenkarte vorzuziehen.

Ausgangsgestein	
Kristallin	+
Silikat	+
Granit	+
Schiefer	+
Glimmerschiefer	+
Gneis	+
Moräne*	+
Schwemmland*	+
alle anderen	0

*wenn der Schlag in der Umgebung eines der o.a. Ausgangsmaterialien liegt, dann sind Moränen und Schwemmland positiv zu bewerten

Humusgehalt	
schwach humos (<1,5 % Humus)	0
stark humos (> 4 % Humus)	+
alle anderen	0

Gründigkeit	
seichtgründig (0 - 30 cm)	0
tiefgründig (> 70 cm)	+
alle anderen	0

Wasserverhältnisse	
trocken	0
mässig trocken	0
gut versorgt	+
nass	0
alle anderen	0

Bodenreaktion (pH-Wert Calciumchlorid)	
alkalisch (7,3 - 8)	0
neutral (6,6 - 7,2)	+
schwach sauer (5,6 - 6,5) - neutral	+
alle anderen	0

Potentielle Verdichtungsgefahr	
sehr gering	+
gering	+
mittel	0
hoch	0
sehr hoch	0

Kalkgehalt	
kalkfrei	+
alle anderen	0

Erosionsgefährdung	
gering	+
alle anderen	0

Bodenreaktion - pH-Wert Wasser (Selbstmessung mit pH-Teststreifen*)	
pH-Wert (Wasser)	
6,0 - 7,5	+
> 7,5	0
< 6,5	0

*Selbstmessung am Standort mit Teststreifen aus der Apotheke, exakter als Bodenkarte

Klimadaten		
Jahresniederschlagssumme		
< 490 mm		0
> oder = 490 mm		+

Anleitung zur **Einstufung**: addieren Sie alle "+" Werte zum Faktor "Boden & Klima" und vergleichen Sie die Anzahl der "+" Werte mit der Tabelle unterhalb.

Anzahl +	7 - 10	4 - 6	0 - 3
Einstufung	hoch	mittel	gering

Faktor 2: "Bewirtschaftung" (beeinflussbar)			
Ausfüllanleitung: Beantworten Sie jede Frage und markieren Sie, die für Sie zutreffende Einstufung. Hier sind auch Mehrfachantworten möglich.			
Fruchtfolge			
Einstufung bezieht sich auf einen Fruchtfolgedurchlauf*			
* gibt es keine fixe Fruchtfolgedauer, dann Einstufungszeitraum konventionell 4 - 6 Jahre und biologisch 6 - 8 Jahre			
Hauptkulturen		Zwischenfrüchte und Untersaaten	
Hauptkulturen-Vielfalt (jeder Gemegepartner zählt als eigene Kultur)		Gemegepartner in Zwischenfrüchte/Untersaaten (Vielfalt)	
1 - 4 Kulturen	-	1 - 3	-
5 - 6 Kulturen	0	4 - 6	0
> 6 Kulturen	+	> 6	+

Anteil Hackkulturen und Feldgemüse in der Fruchtfolge	
> 1/3	-
< 1/3	0

Ausgewählte Hauptkulturen in der Fruchtfolge	
Kleinkörnige Futterleguminosen (z.B. Klee, Luzernegras) gemulcht (> 25 % v. Aufwuchs)	+
In dieser Frage geht es um den wichtigen Gründüngungseffekt.	

Wenn die Zwischenfrucht/Untersaat als Gründüngung verbleibt: Anzahl der ausgewählte Gemegepartner aus der angeführten Kulturauswahl	
3 und mehr der u.a. Kulturen*	+
1 - 2 der u.a. Kulturen *	0
keine der u.a. Kulturen *	-
* Kulturen: Buchweizen, Phacelia, Ramtilkraut, Ölrettich, Öllein, Wicke, Sudangras	

Anteil Untersaaten oder Zwischenfrucht in der Fruchtfolge	
< 15 %	-
15 - 30 %	0
> 30 %	+

Management der Boden-pH-Wertes (Wurde ein pH-Wert außerhalb des Optimalbereiches durch Maßnahmen in folgende Bereiche gebracht?) (Mehrfachantworten möglich)	
pH Neutralsalz (KCl oder CaCl2) 5,9 - 6,9	+
pH Wasser (H2O) 6,5 - 7,5 (beste mikrobiologische Artenvielfalt)	+

Management der Bodenmikrobiologie und/oder der P-Verfügbarkeit (Mehrfachantworten möglich)	
Zufuhr fester organischer Produkte (z.B. Festmist, Kompost)	+
Verbleib von Getreidestroh am Feld (> 50 % der Kulturen)	+
Verbleib von Grünmasse bei Zwischenfrüchten am Feld (> 50%)	+

Anleitung zur Einstufung : summieren aller "+" und "-" Werte der Merkmale zum Faktor "Bewirtschaftung" und vergleichen der Summe mit der Tabelle unten. Der Wert 0 verändert die Summe nicht.			
Anzahl +	6 - 10	0 - 5	< 0
Einstufung	hoch	mittel	gering

Überprüfung von Phosphor-Mobilisierungsstrategien
Ausreichende Spurenelementversorgung (Kobalt, Molybdän, Eisen) für die mikrobiologischen Umsetzungsprozesse: überprüfbar über die Ausbildung von Knöllchen an Leguminosenwurzeln oder Bodenanalysen.
Bodenanalyse (relevante Phosphor Parameter sind in der "Einschätzung Analytik" angeführt)
Ausgewogene Humusbilanz (überprüfbar über die Humusbilanzierung)

Phosphor-Mobilisierungsstrategien
Zufuhr von Konkurrenz-Ionen Kieselsäure oder Schwefel
Erklärung: Phosphor ist im Boden als Phosphat negativ geladen und an positiven Austauschflächen angeheftet. Kieselsäure und Schwefel sind ebenso negativ geladen und können daher Phosphat verdrängen. Durch die Verdrängung wird das Phosphat pflanzenverfügbar.
P-aufschließende Mikroorganismen (<i>Bacillus megaterium phosphaticum</i>).
Erklärung: <i>Bacillus megaterium phosphaticum</i> mobilisiert spezifisch aus der organischen Substanz
Anbau phosphormobilisierender Pflanzen (Buchweizen, Phacelia, Ramtilkraut, Ölrettich, Öllein, Wicke, Sudangras)

Stand: 18.09.2026

Impressum: erstellt von den o.a. Autor:innen im Rahmen des Projektes PHOSVER "Verbesserte Beurteilung der Nährstoffversorgung für biologisch wirtschaftende Betriebe am Beispiel Phosphor".

Herausgeber: Institut für Biologische Landwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Wien.

Alle in diesem Merkblatt enthaltenen Angaben wurden von den Autor:innen nach bestem Wissen erstellt und von ihnen mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Dennoch sind Fehler nicht völlig auszuschließen.

Alle Angaben erfolgen deshalb ohne jeglich Verpflichtung oder Garantie der Autor:innen, die keinerlei Verantwortung und Haftung für vorhandene inhaltliche Unrichtigkeiten übernehmen.

Was bedeutet Phosphor-Mobilisierung?

Die Mobilisierung von Phosphor ist die Umwandlung des im Boden gebundenen, für Pflanzen nicht verfügbaren Phosphors in eine pflanzenverfügbare Form.

Welche Merkmale beeinflussen die Phosphor-Mobilisierung?

Faktor	Erklärung
Ausgangsgestein	Kristalline Gesteine sind Gesteine, die aus einer kristallinen (regelmäßigen, mit wiederholenden Mustern) Struktur bestehen. Sie entstehen durch die Erstarrung von Gesteinsschmelzen (Magmatische Gesteine, z. B. Granit) oder durch Umwandlung von bestehenden Gesteinen unter Druck und Hitze (Metamorphe Gesteine, z. B. Gneis, Schiefer). Diese Gesteine enthalten phosphorhaltige Minerale.
Bodenreaktion (pH-Wert Calciumchlorid)	Phosphor ist in sauren und alkalischen Böden stark gebunden. In sauren Böden ist Phosphor an Eisen und Aluminium, in alkalischen Böden an Calcium gebunden. Daher ist der neutrale Bereich für die Mobilisierung am günstigsten.
Potentielle Verdichtungsgefahr	Verdichtete Böden haben weniger Sauerstoff und sind damit mikrobiologisch weniger aktiv. Auch der Wurzelraum ist in verdichteten Böden eingeschränkt.
Humusgehalt	Im Humus ist Phosphor in organischer Bindungsform gespeichert. Durch Mineralisierung durch Mikroorganismen wird dieser pflanzenverfügbar. Je mehr Humus im Boden enthalten ist, umso höher ist der Anteil des organischen Phosphors im Boden. Humus verbessert zudem die Bodenstruktur, die Wasserspeicherung und die Lebensbedingungen für Mikroorganismen, die ebenfalls eine Rolle bei der Nährstoffverfügbarkeit spielen.
Gründigkeit	Gründigkeit ist das potentiell durchwurzelbare Volumen eines Bodens. Je tiefgründiger der Boden, desto mehr Volumen ist vorhanden um gebundenen Phosphor zu mobilisieren. Wurzeln können in tiefere Zonen vordringen und die dort vorhandenen Nährstoffe mobilisieren.
Wasserverhältnisse	Alle Reaktionsprozesse im Boden benötigen einen bestimmten Wassergehalt. Dieser hilft bei der Umsetzung organischer Stoffe und ermöglicht das Lösen gebundenen Phosphors durch Pflanzenwurzeln und Bodenleben.
Kalkgehalt	In kalkreichen Böden (alkalische Verhältnisse) wird Phosphor an Calcium gebunden und bildet unlösliche Calciumphosphate.
Erosionsgefährdung	Erosion bedeutet einen Verlust von Nährstoffen. Die Bodenstruktur ist beeinträchtigt. Es besteht ein schlechterer Luft- und Wasserhaushalt, was wiederum die mikrobielle Aktivität beeinträchtigt.
Niederschlagssumme	Wasser ist für alle Bodenprozesse wichtig. Daher ist eine gewisse Niederschlagssumme und Bodenfeuchtigkeit notwendig, um Bodenprozesse (Umsetzung organischer Substanz, Nährstoffmobilisierung) in Gang zu setzen.
Bodenreaktion (pH-Wert Wasser)	Der pH in Wasser gemessen ist ein Indikator für die biologische Vielfalt. Ist dieser Wert in einem Bereich von 6,5 - 7,5, so sind die Voraussetzungen für die Mikroorganismen sehr günstig.
Hauptkulturen	Je höher die Biodiversität einer Fruchtfolge, desto bessere Voraussetzungen werden für das Bodenleben geschaffen. Durch diverse Wurzelsysteme werden unterschiedliche Wurzelzonen von Bodenlebewesen bevölkert. Mit vielen unterschiedlichen Pflanzen werden unterschiedliche Wurzelexsudate in den Boden gebracht. Je vielfältiger das Futter, desto vielfältiger das Bodenleben.
Zwischenfrüchte, Untersaaten	Eine Bodenbedeckung durch Zwischenfrüchte oder Untersaaten bringt weitere positive Aspekte für den Boden. Die Erosion wird verringert oder verhindert, Nahrung für die Bodentiere und Mikroorganismen wird angeboten.
Hackkulturen	Intensive Bodenbearbeitung bei der Kultivierung von Hackkulturen hat einen negativen Einfluss auf das Bodengefüge und die Bodenlebewesen, da ihr Lebensraum beeinträchtigt oder zerstört wird.
Buchweizen, Phacelia, Ramtillkraut, Ölrettich, Öllein, Sudangras, Wicke	Diese Kulturen haben im Versuch PhosVer hohe Konzentrationen an Phosphor in den oberirdischen Pflanzenteilen gezeigt.

Was bedeuten die Einstufungen hoch - mittel - gering?

Die Einstufung des Ergebnisses zeigt das natürliche Potential von Boden und Klimabedingungen am Standort, um den im Boden vorhandenen Phosphor zu mobilisieren (Faktor 1). Des weiteren werden die Auswirkungen von diversen Bewirtschaftungsmethoden, auf das Phosphormobilisierungspotential abgeschätzt (Faktor 2). Die tatsächliche P-Mobilisierung ist individuell und kann mit Bodenuntersuchungen abgeschätzt werden (siehe Tabelle Einschätzung Analytik).

Einstufung "Boden & Klima"	Erklärung
hoch (7-10)	Die Voraussetzungen für die P-Mobilisierung aufgrund der Bodeneigenschaften und Klimabedingungen sind sehr gut, der Boden hat das Potential, Phosphor aus den Bodenreserven zu mobilisieren. Eine nährstoffaktivierende Bewirtschaftung (z.B. diverse Fruchtfolgen, diverse Zwischenfrüchte, Untersaaten, mobilisierende Kulturen) kann die Voraussetzungen unterstützen, das Phosphormobilisierungspotential zu steigern.
mittel (4-6)	Die Voraussetzung für die P-Mobilisierung aufgrund der Bodeneigenschaften und Klimabedingungen am Standort sind durchschnittlich. Auf diesen Böden ist der Faktor Bewirtschaftung ausschlaggebend, um das P-Mobilisierungspotential des Bodens zu erhöhen. Eine nährstoffaktivierende Bewirtschaftung (z.B. diverse Fruchtfolgen, diverse Zwischenfrüchte, Untersaaten, mobilisierende Kulturen) kann die Voraussetzungen unterstützen, das Phosphormobilisierungspotential zu steigern.
gering (0-3)	Die Voraussetzung für die P-Mobilisierung aufgrund der Bodeneigenschaften sind eher ungünstig, der Boden hat ein geringes Potential, Phosphor aus den Bodenreserven zu mobilisieren. In diesem Fall ist eine nährstoffaktivierende Bewirtschaftung (z.B. diverse Fruchtfolgen, diverse Zwischenfrüchte, Untersaaten, mobilisierende Kulturen) der entscheidende Faktor, um die P-Mobilisierung des Bodens zu erhöhen.

Einstufung "Bewirtschaftung"	Erklärung
hoch - mittel- gering	Das Ergebnis zeigt den Einfluß der Bewirtschaftung auf das Phosphormobilisierungspotential. Je nach Ergebnis ist diese selbstkritisch zu hinterfragen, denn nur bei einer nährstoffaktivierenden Wirtschaftsweise (z.B. diverse Fruchtfolgen, diverse Zwischenfrüchte, Untersaaten, mobilisierende Kulturen) kann das Potential der Phosphor-Mobilisierung genutzt werden.

Stand: 18.09.2026

Impressum: erstellt von den o.a. Autor:innen im Rahmen des Projektes PHOSVER "Verbesserte Beurteilung der Nährstoffversorgung für biologisch wirtschaftende Betriebe am Beispiel Phosphor".

Herausgeber: Institut für Biologische Landwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Wien.

Alle in diesem Merkblatt enthaltenen Angaben wurden von den Autor:innen nach bestem Wissen erstellt und von ihnen mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Dennoch sind Fehler nicht völlig auszuschließen.

Alle Angaben erfolgen deshalb ohne jeglich Verpflichtung oder Garantie der Autor:innen, die keinerlei Verantwortung und Haftung für vorhandene inhaltliche Unrichtigkeiten übernehmen.



Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union

 Bundesministerium
Land- und Forstwirtschaft,
Klima- und Umweltschutz,
Regionen und Wasserwirtschaft

 **LE 14-20**
Entwicklung für den Ländlichen Raum

Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des
ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.



Tabelle als Übersicht zur Information über die in Österreich am häufigsten verwendeten Analyseparameter für Phosphor und deren Optimalbereiche

Einschätzung der Phosphorversorgung anhand von Analysedaten		
für Ackerland mit biologischer oder konventioneller Bewirtschaftungsweise		
Ersteller:innen Wohlmuth, Marie-Luise; Surböck, Andreas; Gollner, Gabriele; Bajraktarevic, Armin; Böhm, Manuel und Unterfrauer, Hans		
Einstufung: + = optimaler Bereich 0 = Bereich nicht optimal, aber kein Handlungsbedarf - = Handlungsbedarf gegeben		

Beprobungstiefe 0 - 30 cm		Beprobungstiefe 0 - mind. 20 empfohlen		Beprobungstiefe 0 - 20 cm		
Analytik						
Phosphorparameter Unterfrauner		Phosphorparameter AGES		Phosphorparameter Kinsey		
P Bodenlösung (mg/l) = P wl (wasserlöslich)		Pflanzenverfügbares P nach P - CAL (mg/kg)		P leicht verfügbar (kg/ha)		
< 0,2	-	< 26	-		pH(KCl) 5,8 - 6,7	pH(KCl) < 5,8 bzw. > 6,7
0,2 - 0,8	+	26 - 46	0	< 25	-	-
> 0,8	-	> 46	+	25 - 40	+	0
P austauschbar (kg/ha) = P at		P-Freisetzungsrate (µg P/kg Boden x min)		> 40	0	0
< 8	-	Pfr > Wert (Pcal*10) +50	+	P Vorrat (kg/ha)		
8 - 20	+	Pfr < Wert (Pcal*8)	-		pH(KCl) 5,8 - 6,7	pH(KCl) < 5,8 bzw. > 6,7
> 20	-	P Vorrat (g/kg Boden)		< 250	-	-
P organisch (kg/ha) = P org		>= 0,5	+	250 - 550	0	0
> 700	+	< 0,5	-	550 - 850	+	0
< 700	-			> 850	0	0
P anorganisch (kg/ha) = P nl (Nachlieferung)						
> 800	+					
< 800	-					
P gesamt (kg/ha) = P total						
> 2000	+					
< 2000	-					

Analytik Unterfrauer		Analytik AGES		Analytik Kinsey	
P Bodenlösung (Pwl, wasserlöslich)	Phosphor, der in der Bodenlösung in gelöster Form für die Pflanzenaufnahme vorliegt; Parameter ist eine Momentaufnahme, speist sich aus dem mineralischen und organischen P Pools --> direkt pflanzenverfügbar	P - CAL	Phosphor, der in der Bodenlösung in gelöster Form vorliegt; dieser Anteil ist direkt pflanzenverfügbar; Der Parameter ist eine Momentaufnahme. Er speist sich aus den mineralischen und organischen P-Pools.	P leicht verfügbar	P wird mittels schwacher Essigsäure bestimmt. Diese Analyse bildet die leichtverfügbare Fraktion ab bzw. liefert Ergebnisse ähnlich der CAL-Methode.
P austauschbar (Pat)	Das Anion Phosphat (PO ₄) kann sich im Boden austauschbar an Eisen- und Aluminium-Oxide und Hydroxide anlagern. Das angelagerte Phosphat kann durch Konkurrent-Ionen z.B. SiO ₂ -, SO ₄ ²⁻ verdrängt werden --> mobilisierbar durch Ionenkonkurrenz	P Freisetzungsrate	Die Phosphatfreisetzungsrate beschreibt die P-Nachlieferungsgeschwindigkeit aus der festen Phase des Bodens in die Bodenlösung (= P-Kinetik), nach dem die Pflanzenwurzeln der Bodenlösung das Phosphat entzogen haben. Im Labor wird das wasserlösliche Phosphat (P-Gehalt in der Bodenlösung + leicht lösliches P) entfernt und danach der Boden 10 min mit Wasser geschüttelt und anschließend ein zweites Mal der P-Gehalt der Extraktionslösung gemessen. Die innerhalb von 10 min gelöste P-Menge entspricht dabei der P-Nachlieferung aus der festen Phase des Bodens und beschreibt die Geschwindigkeit der P-Lieferung, die für Pflanzen in Phasen mit hohem P-Bedarf eine große Bedeutung für P-Ernährung und Ertragsbildung besitzt.	P Vorrat	Der P-Vorrat wird anhand der Bray-2- (Bray-II)-Analyse festgestellt. Auf Grund des Lösungsmittels kann davon ausgegangen werden, dass nur ein Teil des Vorrats (mineralisch) abgebildet ist. Um auf den Gesamtvorrat zu schließen, kann ca. der Faktor 3 angesetzt werden. Anzumerken ist noch, dass auf alkalischen, carbonatischen Böden das Calcium-gebundene P nur unzureichend abgebildet wird. Dazu wird von Kinsey der P-Olsen Wert zusätzlich ermittelt. Um hohe Vorräte verfügbar zu machen, empfehlen Albrecht und Kinsey bei hohen pH-Werten die Schwefelwerte zu erhöhen, bei niedrigen pH-Werten die Kalkzufuhr zu steigern. Bei hohen Vorratswerten empfehlen sie weiters, die Zink- und Kupfergehalte aufzudüngen, da diese Nährstoffe dadurch blockiert werden.
P organisch (Porg)	20 bis 75% des Pgesamt liegen in organischer Bindungsform vor, ein Teil davon kann durch mikrobiologische Prozesse in eine pflanzenverfügbare Form überführt werden. P organisch kann nicht durch Säuren mobilisiert werden --> mobilisierbar durch Mikroorganismen	P Vorrat	Bestimmung des Gesamtanteils (organisch + anorganisch) von Phosphor im Boden mittel Königswasseraufschluss. Dieser Anteil stellt die Reserve im Boden dar und nur ein geringer Anteil ist sofort pflanzenverfügbar. Wird ein Wert von <0.5 g/kg unterschritten, so sollte Maßnahmen wie Mobilisierung (Siliziumdüngung über den Boden), organischer Dünger (Wirtschaftsdünger oder organischer Handelsdünger) bzw. Rohphosphat (in Kombination mit Elementar-Schwefel und Siliziumdünger) durchgeführt werden.		
P anorganisch (Pnl, Nachlieferung)	Die große P-Senke im Boden; P aus verschiedenen Quellen (z.B. Dünger) wird je nach pH-Wert zu stabilen Ca-, Fe-, und Al-Phosphaten umgewandelt ("Alterung der Phosphate") --> mobilisierbar durch Wurzelausscheidungen				
P gesamt (Ptotal)	Gesamtmenge an Phosphor im Boden; liegt im Ackerbau sehr häufig bei > 2000 kg / ha und 30 cm Tiefe. Nicht vollständig mobilisierbar, okkludierte Phosphate sind aus dem ökologischen Kreislauf ausgeschlossen.				

Stand:18.09.2026

Impressum: erstellt von den o.a. Autor:innen im Rahmen des Projektes PHOSVER "Verbesserte Beurteilung der Nährstoffversorgung für biologisch wirtschaftende Betriebe am Beispiel Phosphor".
Herausgeber: Institut für Biologische Landwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Wien.

Alle in diesem Merkblatt enthaltenen Angaben wurden von den Autor:innen nach bestem Wissen erstellt und von ihnen mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Dennoch sind Fehler nicht völlig auszuschließen.
Alle Angaben erfolgen deshalb ohne jeglich Verpflichtung oder Garantie der Autor:innen, die keinerlei Verantwortung und Haftung für vorhandene inhaltliche Unrichtigkeiten übernehmen.



Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union

