



Doctoral Thesis

## Phosphatversorgung der Pflanzen und Kennwerte des Bodenphosphats, untersucht an einigen Böden der Schweiz

**Author(s):**

Peyer, Karl

**Publication Date:**

1970

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000085418> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

**Diss. Nr. 4501**

**Phosphatversorgung der Pflanzen und Kennwerte  
des Bodenphosphats, untersucht an einigen  
Böden der Schweiz**

ABHANDLUNG

zur Erlangung  
der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften  
der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZÜRICH

vorgelegt von

**KARL PEYER**

dipl. Ing.-Agr. ETH

geboren am 14. Februar 1934

von Schleithem (Kt. Schaffhausen)

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. R. Koblet, Referent

P.-D. Dr. A. Hasler, Korreferent

Juris Druck + Verlag Zürich  
1970

#### 4. ZUSAMMENFASSUNG

Zur Prüfung der Zusammenhänge der Phosphatversorgung der Pflanzen mit Kennwerten des Bodenphosphates dienten zwölf Versuchsstandorte. Im Mittelpunkt der Untersuchungen standen drei Parabraunerden des nordostschweizerischen Mittellandes. Zum Vergleich wurden folgende Bodenformen (in Klammern Kurzbezeichnung der Lokalform) gewählt: eine Kalkbraunerde, zwei gleyartige basenreiche Braunerden, und ein verbraunter Pseudogley ("Reckenholz" 501, 511, 512 und 513), eine mullreiche Kalkbraunerde auf Bündnerschieferalluvium ("Kästris"), eine regosolische basenreiche Braunerde auf Kolluvium ("Schleuis"), ein erodierter basenreicher Pseudogley auf unterem Keuper ("Hallau"), eine gleyartige, kalktuffhaltige Mergelrendzina auf Lias ("Schleitheim") und eine Kalktuff-Rendzina auf Malmschutt ("Beringen").

Der Beurteilung der Phosphatversorgung der Pflanzen wurden Feld- und Gefässversuche mit P-Steigerungsreihen, Gefässversuche unter Verwendung des radioaktiven Isotopes  $^{32}\text{P}$  sowie Neubauversuche zu Grunde gelegt. Das verfügbare Bodenphosphat wurde mit verschiedenen chemischen Testverfahren, unter Berücksichtigung der Phosphataktivität (energetische Grössen), des umtauschbaren und extrahierbaren Reservephosphates (Mengengrössen) und des P-Nachlieferungsvermögens des Bodens (kinetische Grössen), ermittelt. Eine Beziehung zwischen der P-Versorgung der Pflanzen und dem Gehalt an verfügbarem Bodenphosphat ist bei allen Versuchsböden zu erkennen. Der Zusammenhang ist jedoch unterschiedlich eng; die Korrelationskoeffizienten  $r$  betragen bei den Parabraunerden 0,44 bis 0,97, bei den Vergleichsböden 0,38 bis 0,96. Zudem nehmen die Regressionslinien bei den einzelnen Bodengruppen einen unterschiedlichen Verlauf (s. Fig. 2).

Zur Kennzeichnung des P-Zustandes der untersuchten Parabraunerden sind alle verwendeten Untersuchungsmethoden mehr oder weniger geeignet. Die in der Schweiz gebräuchliche  $\text{CO}_2$ -Methode erwies sich bei der Beurteilung des P-Düngungszustandes der Parabraunerden den anderen geprüften Verfahren als ebenbürtig. Eine Aenderung der Methode erscheint daher nicht angezeigt. Der P-Zustand von "Kästris" und "Schleuis" wird durch die Kennwerte der P-Aktivität und des leicht austauschbaren Bodenphosphates, vor allem auch des  $\text{CO}_2$ -löslichen Phosphates, im Vergleich zu den Parabraunerden überbewertet. Der P-Haushalt der Vergleichsböden "Hallau", "Schleitheim" und "Beringen", die stark phosphatsorbierend wirken, kann durch die Kennwerte des leichtlöslichen Phosphates, so auch durch die P- $\text{CO}_2$ -Werte, nur wenig genau beurteilt werden. Bei beiden erwähnten Vergleichsbodengruppen können einzelne Kennwerte des extrahierbaren Phosphates, z.B. die P-Laktat-, die P-Azetat-Laktat- und die P-Natronlauge-Werte, gewisse Vorzüge aufweisen.

Auf Grund des Wirkungsgesetzes der Wachstumsfaktoren, modifiziert nach Bray, konnten für jede Bodengruppe die individuellen Beziehungen zwischen vier gebräuchlichen Kennwerten des Bodenphosphates, der P-Düngung und dem Ertrag hergeleitet werden. Diese Beziehungen leisten gute Dienste bei der Festsetzung von Grenzwerten des P-Düngungszustandes des Bodens. Als optimale P-Kennwerte der untersuchten Parabraunerden konnten P-CO<sub>2</sub>-Werte von 1,5 bis 2,0 mg P/1000 g (Testzahl 10 bis 13) sowie P-Laktat-Werte von mindestens 50 mg P/1000 g (12 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g) gefunden werden.

Der günstige Bereich der P-CO<sub>2</sub>-Kennwerte der Vergleichsböden weicht z.T. deutlich von jenen der Parabraunerden ab. Die optimalen P-CO<sub>2</sub>-Werte der Braunerden "Kästris" und "Schleuis" liegen um 2,5 bis 3,0 mg P/1000 g Boden (Testzahl 16 bis 20). Bei den Mergelrendzinen "Schleithem" und "Beringen" sowie beim mergeligen Pseudogleyboden "Hallau", die einen grossen Gehalt an stark phosphatfixierendem Ton aufweisen, ergibt sich ein optimaler P-CO<sub>2</sub>-Wert von rund 0,9 mg P/1000 g (Testzahl 6). Diese Abweichungen sind bei der Interpretation der Kennwerte für die Düngeberatung zu berücksichtigen.

## Résumé

Approvisionnement des plantes en phosphore et données analytiques des phosphates de quelques sols suisses

Cette étude porte sur les diverses données analytiques des phosphates du sol et sur les rapports qui les lient à l'alimentation phosphatée des plantes. Douze emplacements d'essai ont été choisis à cet effet sur diverses formes de sol. Parmi ces sols, trois ont été considérés comme standard et les autres comme sols comparatifs. Les premiers sont les sols bruns lessivés du NE du plateau suisse; quant aux autres, il s'agit des formes de sol suivantes (entre parenthèses les surnoms des formes locales): un sol brun calcaire, deux sols bruns eutrophes gleyifiés, un pseudogley brunifié ("Reckenholz" 501, 511, 512 et 513), un sol brun calcaire riche en mull sur alluvions de "Bündnerschiefer" ("Kästris"), un sol brun eutrophe régosolique sur colluvions ("Schleuis"), un pseudogley eutrophe érodé sur Keuper inférieur ("Hallau"), une marnorendzine sur Lias, tuffacée et gleyifiée ("Schleithelm"), enfin une rendzine à tuff calcaire sur ébouli de Malm ("Beringen").

L'alimentation phosphatée des plantes a été jugée sur la base d'essais en plein champ et en vases de végétation avec des doses croissantes de P; on a aussi fait appel à l'emploi des isotopes radioactifs ( $^{32}\text{P}$ ) ainsi qu'aux essais de Neubauer. Le phosphate assimilable du sol a été déterminé à l'aide de divers procédés chimiques; on en a considéré l'activité (valeurs énergétiques), la réserve échangeable et extractible (valeurs quantitatives) et la vitesse de renouvellement par le sol (valeur cinétique). On a pu mettre en évidence dans tous les sols ayant servi aux essais une relation entre leur teneur en phosphore disponible et l'alimentation en P des plantes. Cette relation n'a cependant pas eu partout la même valeur: c'est ainsi que les coefficients de corrélation  $r$  vont de 0.44 à 0.97 dans les sols bruns lessivés et de 0.38 à 0.96 dans les sols comparatifs. En outre, les coefficients de régression diffèrent selon chaque groupe de sols (voir fig. 2).

Dans la caractérisation de l'état phosphorique des sols bruns lessivés, toutes les méthodes d'investigation connues ont plus ou moins convenu. Lors de la détermination de cet état dans les sols en question, la méthode au  $\text{CO}_2$  utilisée en Suisse s'est montrée équivalente aux autres techniques testées et il n'est donc pas apparu nécessaire de la remplacer. Les mesures du phosphate actif, du phosphate facilement échangeable et surtout du phosphate soluble dans  $\text{CO}_2$  ont fait surestimer l'état phosphorique des sols "Kästris" et "Schleuis" par rapport à celui des sols bruns lessivés. Le phosphate facilement soluble,

notamment celui déterminé par la méthode au  $\text{CO}_2$  n'a qu'imparfaitement indiqué l'état phosphorique des sols "Hallau", "Schleitheim" et "Beringen", sols qui absorbent fortement les phosphates. Dans les deux groupes de sols mentionnés, certaines données du phosphate extractible, notamment celles obtenues par le lactate, par l'acétate-lactate ou par l'hydroxyde de soude ont été plus satisfaisantes.

Sur la base de la loi d'action des facteurs de croissance, modifiée selon Bray, on a pu mettre en évidence pour chaque groupe de sols les relations individuelles existant entre les valeurs déterminées selon quatre méthodes, la fumure et les rendements. Ces relations se sont révélées fructueuses pour déterminer les valeurs-limites de l'état phosphaté du sol. Dans les sols bruns lessivés, les données analytiques optimales trouvées ont été 1.5 à 2.0 mg P / 1000 g pour les analyses au  $\text{CO}_2$  (indice 10 à 13) et 50 mg P / 1000 g (12 mg  $\text{P}_2\text{O}_5$  / 100 g) pour les traitements au lactate. L'état phosphaté optimal jugé sur la base des valeurs obtenues par l'analyse au  $\text{CO}_2$  diffère par place dans une large mesure entre les sols comparatifs et les sols bruns lessivés. Les valeurs optimales des sols bruns "Kästris" et "Schleuis" se situent autour 2.5 à 3.0 mg P / 1000 g (indice 6) pour les sols riches en argile fixant le phosphore, telles les marno-rendzines "Schleitheim" et "Beringen" et le pseudogley marneux "Hallau". Ces écarts doivent être pris en considération lors de l'interprétation des données analytiques en vue des conseils en fumure.

## Summary

### Phosphate supply studies of plants and soil test values of some Swiss soils

Capacity of supplying phosphorus to plants and soil test values have been investigated on a number of soil individuals. Beside the Gray-Brown podsollic soils of the north-eastern Swiss Plateau, which are the typically developed soils of this area, the following soil individuals have been used for investigation: A calcareous Brown Earth, two Brown Earths with gley mottling rich in basic cations and a Brown Pseudogley ("Reckenholz" 501, 511, 512 and 513), a calcareous Brown Earth rich in organic matter on Bündnerschiefer ("Kästris"), a Brown Earth rich in basic cations on Bündnerschiefer ("Schleuis"), an eroded Pseudogley rich in basic cations on Keuper ("Hallau"), a Rendsina with gley mottling on Lias ("Schleitheim") and a Rendsina on Malm ("Beringen").

The phosphorus supply studies were based on field and greenhouse trials, on L- and A- values (tracer methods) and Neubauer tests. Available soil phosphate was determined by different common soil test methods, considering Intensity-, Capacity- and Kinetic factors. With all the soil individuals a relationship of the phosphate supply and the soil test values was found. Correlation- and regression coefficients differed markedly between the Gray-Brown podsollic soils and the other soil individuals (Fig. 2).

All the proposed soil test methods are more or less useful to determine the soil phosphate status. The  $\text{CO}_2$  method commonly used in Switzerland was found equal to other methods to describe the soil phosphate status of the Gray-Brown podsollic soils. Therefore there is no intention to replace the swiss  $\text{CO}_2$  method. The soil phosphate status of the Brown Earth individuals "Kästris" and "Schleuis", compared with the Gray-Brown podsollic soils, was found to be overestimated by the Intensity values as well as by the  $\text{CO}_2$  values. The soil phosphate status of the Pseudogley "Hallau" and the Rendsines "Schleitheim" and "Beringen", with a high content of strongly P-fixing clay, can be estimated only unprecisely by the Intensity values as well as the  $\text{CO}_2$  values. For both groups of soil individuals some extraction methods might be preferred such as the determination of Lactate values (Egner-Riehm), the Acetate-lactate values (Schüller) and the Sodiumhydroxid values (Al Abbas).

Bray's modification of the Mitscherlich equation has been used to determine the different relationships between four common soil test values, the phosphate fertilisation and the percentage yield of various crops. These relationships allowed it to propose an optimal level of the soil phosphate status. As optimal

P-CO<sub>2</sub> and P-Lactate values of the Gray-Brown podsollic soils 1.5 - 2.0 ppm P (P-Test values 10 - 13) and 50 ppm P (12 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g) respectively were found. The optimal level of the P-CO<sub>2</sub> values of the Gray-Brown podsollic soils and the other soil individuals differed markedly. As optimal P-CO<sub>2</sub> values of the Brown Earth individuals "Kästris" and "Schleuis" we found 2.5 - 3.0 ppm P (P-Test values 16 - 20). For the Pseudogley "Hallau" and the Rendsines "Schleithelm" and "Beringen", soils with a high content of P-fixing clay, the optimal P-CO<sub>2</sub> value reached 0.9 ppm P only (P-Test value 6). These differentiation should be taken into account when chemical soil test values are used to judge soil fertility with a view to advisory work.