




Neue Methoden zur Ermittlung der Phosphorversorgung des Bodens

Dr. W. Zorn, H. Schröter, G. Kießling
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena


25. Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung Erfurt 24.11.2016

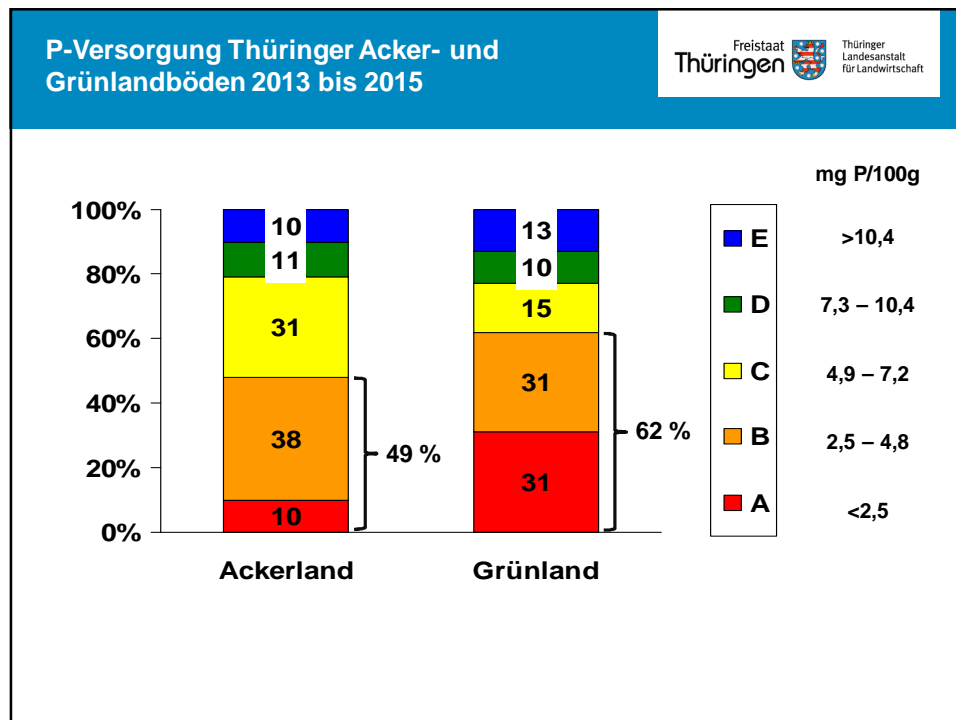
www.thueringen.de/de/tll 



Problemstellung

- Diskussion über begrenzte globale Rohphosphatreserven (je nach Quelle: 150 – 400 Jahre);
- Langjährig negative P-Bilanzen und dramatisch gesunkene P-Versorgung in Thüringen und anderen Ackerbauregionen;
- Regional sehr hohe Boden-P-Gehalte (Veredlungsregionen!)
- Regional hohe P-Gehalte in den Oberflächengewässern
- Die bedarfsgerechte P-Düngung erfordert experimentell belegte Richtwerte für die Düngebedarfsermittlung sowie eine Optimierung der Düngemittelapplikation.

www.thueringen.de/de/tll 




Inflation von Bodenuntersuchungsmethoden?

Freistaat Thüringen
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

- **CAL-Methode (Calcium-Acetat-Lactat) ist das Standardverfahren:**
 - adäquater pH-Wert der Extraktionslösung: 4,1 (Rhizosphären-pH)
 - Pufferlösung gegen pH-Verschiebungen und Verfälschung der P-Löslichkeit
 - angepasster Ca-Gehalt
 - veröffentlicht von SCHÜLLER in Z. Pflanzenernährung Bodenkunde 1969
 - durch VDLUFA geprüft (Ergebnis: Verbandsmethode des VDLUFA)
 - modifiziert durch ZORN u. KRAUSE (Z. Pflanzenernährung Bodenkunde 1999)
- **geprüft in Gefäß- und Feldversuchen (auch in Thüringen)**
- **wissenschaftlich geprüft**
 - im Rahmen von Dissertationen
 - Gutachter internationaler wissenschaftlicher Zeitschriften (z. B. Journal Plant Nutrition Soil Science),
 - Methodenprüfung im VDLUFA, ...

Warum bringt die TLL 2016 neue Methoden?


P-Methodenprüfung im Gefäßversuch
(standardisierte Bedingungen: Umweltbedingungen, Bodenmächtigkeit, ...)

Freistaat Thüringen  Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft


Beispiel: Mais, 20 Thüringer Böden: 9 Böden: < 5 % CaCO₃
2 Böden 5...10 % CaCO₃
9 Böden > 10 % CaCO₃.

Methode	Regression B	multiple Regression			
		Regression B	B	partielle Korrelationskoeffizienten r	
				P	pH bzw. CaCO ₃
CAL	0,18	0,88***	0,90*	0,90*	CAL-pH
CAL _{modifiziert} ¹⁾	0,90***	$CAL-P_{korrigiert} = CAL-P_{gemessen} * (1 + 0,83 * (CAL-pH - 4,1))$			
NaHCO ₃ ²⁾	0,54***	0,81***	0,85*	0,81*	(CaCO ₃)
H ₂ O	0,38*	0,59***	0,56*	0,65*	(H ₂ O-pH)
CaCl ₂	0,22*	0,66***	0,70*	0,75*	(CaCl ₂ -pH)

1) Zorn u. Krause, Z. Pflanzenern. Bodenk. , 1999
2) Bestandteil des Bodenuntersuchungssystems „Kinsey“


www.thueringen.de/de/tll 

Inflation von Bodenuntersuchungsmethoden?

Freistaat Thüringen  Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

„alternative“ bzw. neue Bodenuntersuchungsmethoden

- **Fragen:**
 1. Liegt belastbarer experimenteller Nachweis der Eignung der Methoden unter deutschen Bedingungen (Gefäß- und Feldversuch) vor?
 2. Sind die Richtwerte für die Ableitung von P-Düngungsempfehlungen auf Grundlage von Feldversuchen erarbeitet worden?
 3. Liegen Belege für eine wissenschaftliche Prüfung (Dissertationen, Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Zeitschriften, Methodengremien, ...) vor?
 4. Wer übernimmt die Verantwortung für die Qualität der P-Düngebedarfsermittlung mit nicht wissenschaftlich geprüften Methoden?

www.thueringen.de/de/tll 



Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten

Positionspapier

des Verbands Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten

Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung - Anpassung der Richtwerte für die Gehaltsklassen ist geboten und notwendig

Veranlassung

Das vom Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) etablierte System der Gehaltsklassen für die Bewertung der Nährstoffverfügbarkeit im Boden wurde in regelmäßigen Abständen überprüft und insbesondere im Hinblick auf die Festlegung der Richtwerte für die fünf Gehaltsklassen A bis E mehrfach modifiziert. So wurden die Richtwerte für Phosphor zunächst erhöht und ab den 1980er Jahren wieder abgesenkt. Ursache bzw. Hintergrund für die jeweiligen Anpassungen der Werte waren Änderungen der ackerbaulichen Praxis wie z. B. der Bodenbearbeitung sowie die Berücksichtigung aktualisierter wissenschaftlicher Auswertungen langjähriger Versuchsreihen bzw. zusätzlicher Versuchs-



Tabelle 2: Bisherige und vorgeschlagene neue Richtwerte für die Gehaltsklassen A bis E für Acker- und Grünlandstandorte (mg CAL-P/100 g Boden)

Gehaltsklasse	bisherige Richtwerte	neue Richtwerte
A	<2,0	<1,5
B	2,0 – 4,5	1,5 – 3,0
C	4,5 – 9,0	3,0 – 6,0*
D	9,0 – 15,0	6,0 – 12,0
E	>15,0	>12,0

* Der obere Wert für die Gehaltsklasse C von 6 mg CAL-P gilt für alle Standorte mit Niederschlagsmengen > ~550 mm/Jahr. In Trockengebieten (< ~550 mm) erhöht sich der obere Wert auf 7,5 mg CAL-P

P-Düngung noch in der Diskussion!



Schwerpunkte für weitere Bewertungen

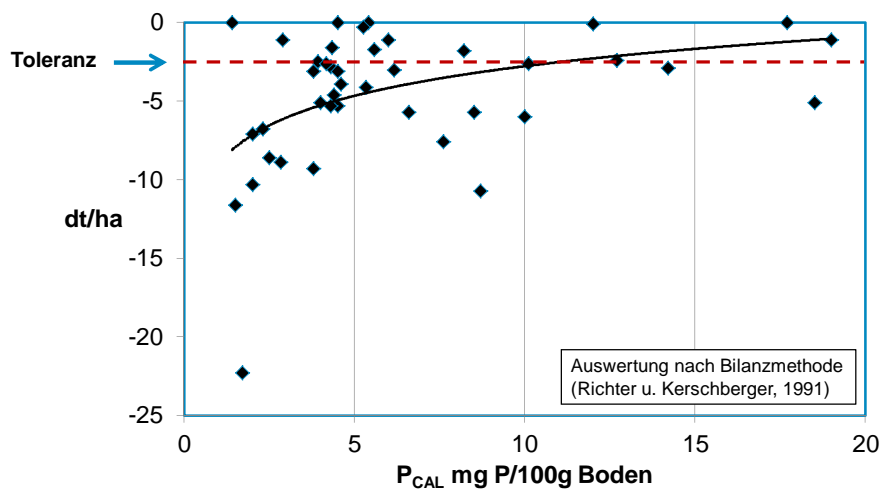
TrockenheitFreistaat
Thüringen Thüringer
Landesanstalt
für Landwirtschaft

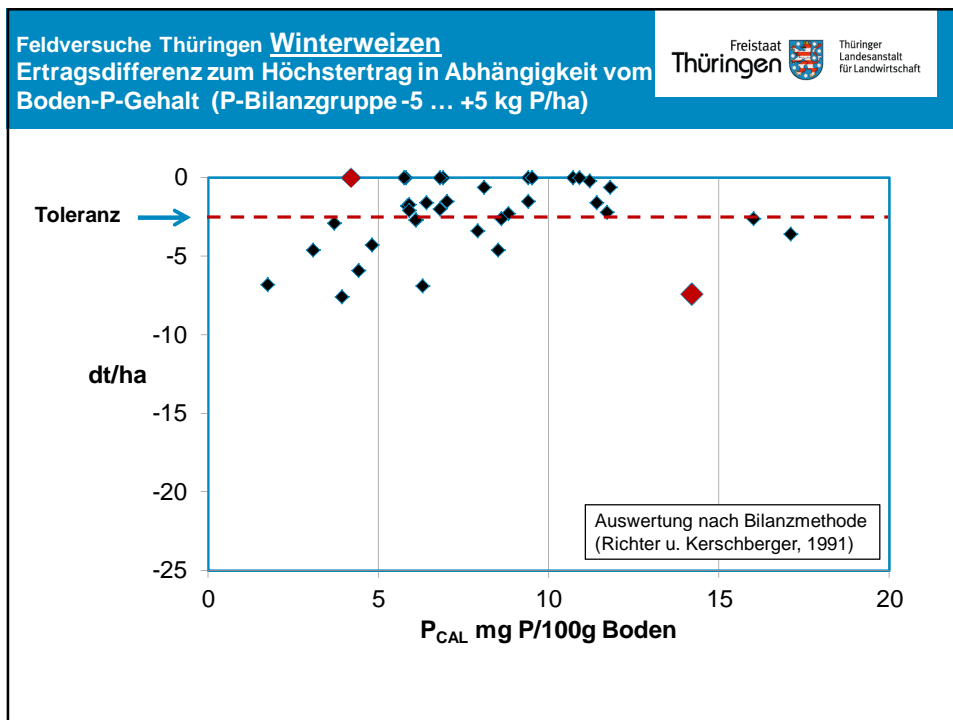
**Wie weit können wir die Boden-P-Gehalte unter den Bedingungen
des Klimawandels mit zunehmender Trockenheit absenken?
Trockenheit hemmt P-Aufnahme!**



Löß-Braunschwarzerde Friemar (Thüringen) April 2011 Ackerzahl: 96

Feldversuche Thüringen Winterweizen
Ertragsdifferenz zum Höchstertag in Abhängigkeit vom
Boden-P-Gehalt (P-Bilanzgruppe -25 ... -15 kg P/ha)

Freistaat
Thüringen Thüringer
Landesanstalt
für Landwirtschaft



Präzisierung des P-Düngebedarfs durch zusätzliche Bodenuntersuchungen

Freistaat Thüringen
 Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

- Die bedarfsgerechte P-Düngung erfordert experimentell belegte Richtwerte für die P-Düngebedarfsermittlung;
- Präzisierungen nur auf Grundlage seriöser Versuche und Methoden;
- Ziel: Verbesserte Bewertung der P-Versorgung der Böden durch zusätzliche Bodenuntersuchungen (CAL-Methode bleibt Standardmethode)

www.thueringen.de/de/tll

P-Freisetzungsrates (P_{fr})

nach Floßmann u. Richter (1982)

Prinzip der Methode

1. Wasserextraktion 1:20; 60 min; P-Bestimmung = P_{H_2O}
2. Wasserextraktion 1:20; 10 min, P-Bestimmung = P_{10}

Berechnungen

$$P_A = P_{CAL} - P_{H_2O}$$

$$k_{10} = 0,1 * \ln \left(\frac{P_A}{(P_A - P_{10})} \right) \text{ Angabe in } \text{min}^{-1} \text{ (Kinetikfaktor)}$$

$$P_{fr} = k_{10} * P_{CAL} \text{ Angabe in } \mu\text{g P}/100\text{g} * 10 \text{ min (P-Freisetzungsrates)}$$

aus dem Labor erhalten Sie den Wert: P_{fr}



Prinzip der P-Freisetzungsrates v_{10} (P_{fr})

nach Floßmann und Richter (1982)

1. Schritt der Untersuchung (1. H₂O-Extraktion; 1:20; 60 min)

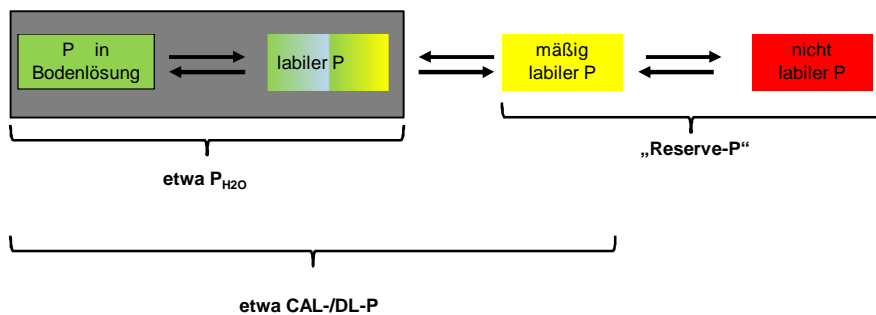


Abbildung nicht maßstabgetreu!



Prinzip der P-Freisetzungsrates v_{10} (P_{fr}) nach Floßmann und Richter (1982)

2. Schritt der Untersuchung (2. H₂O-Extraktion; 1:20; 10 min)

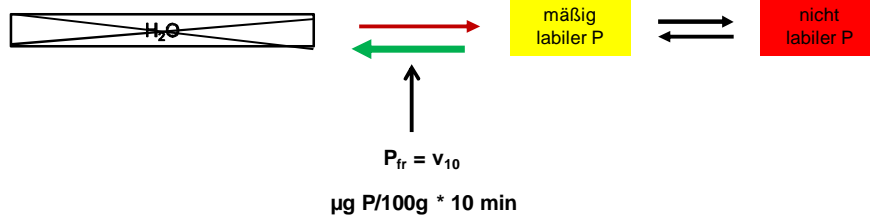


Abbildung nicht maßstabgetreu!

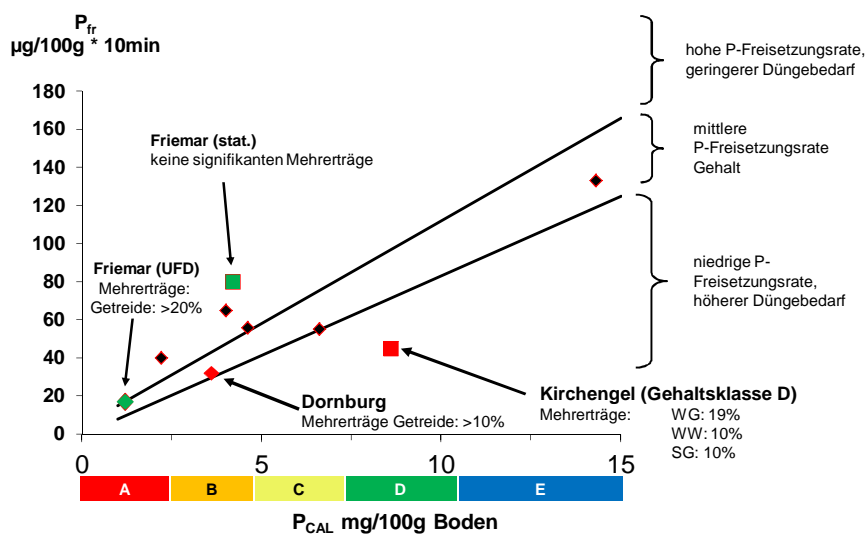
Quelle: Richter u. Floßmann, 1987

www.thueringen.de/de/tll



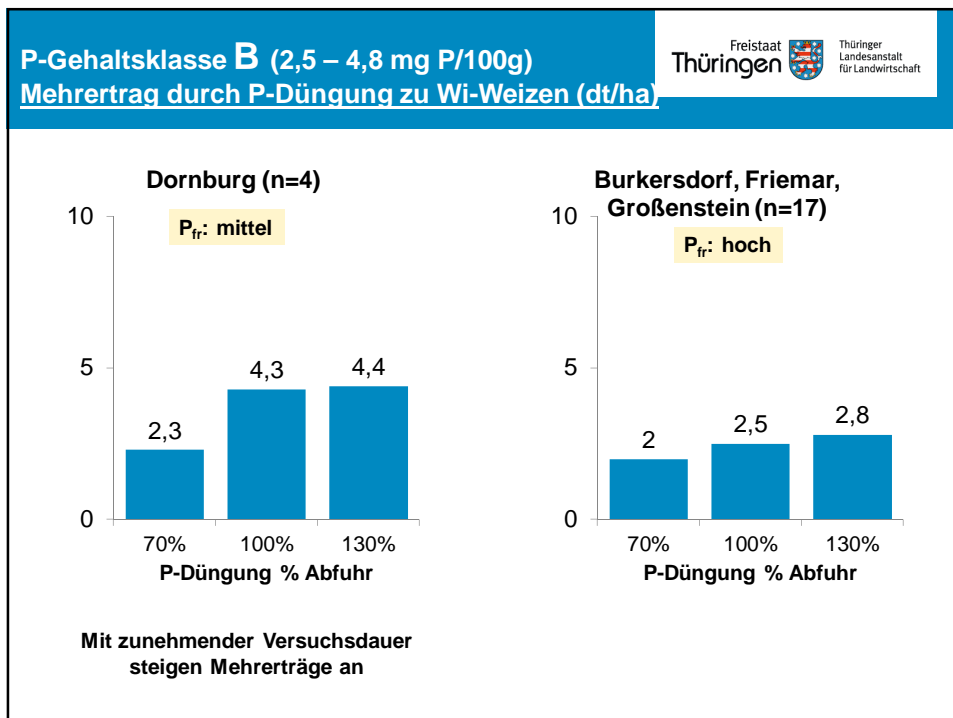
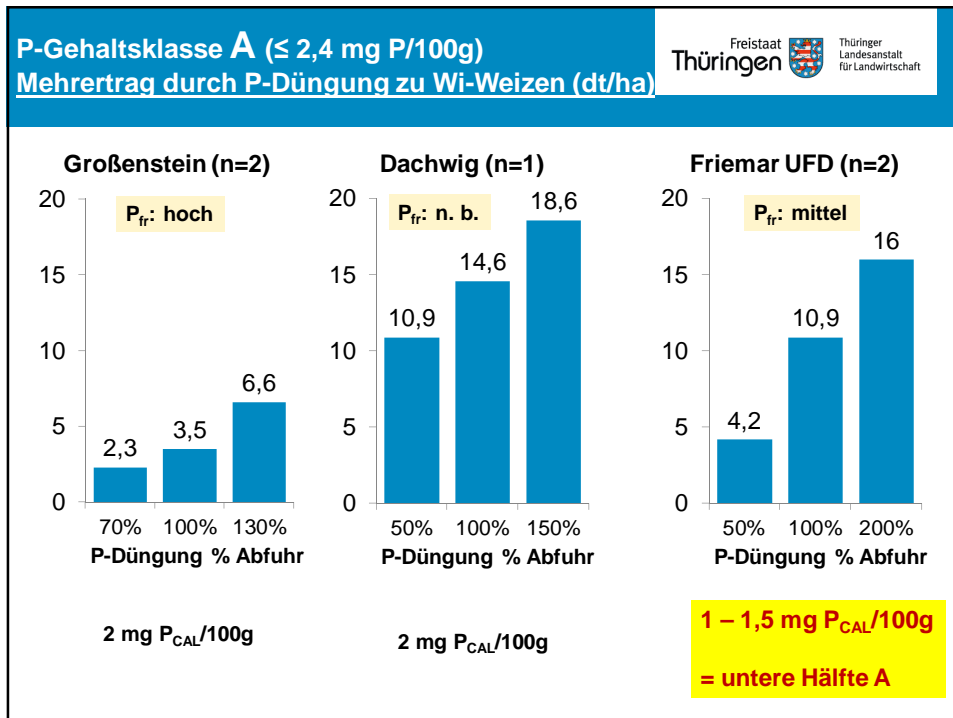
Bewertung der P-Freisetzungsrates unter Berücksichtigung des P_{CAL} -Gehaltes

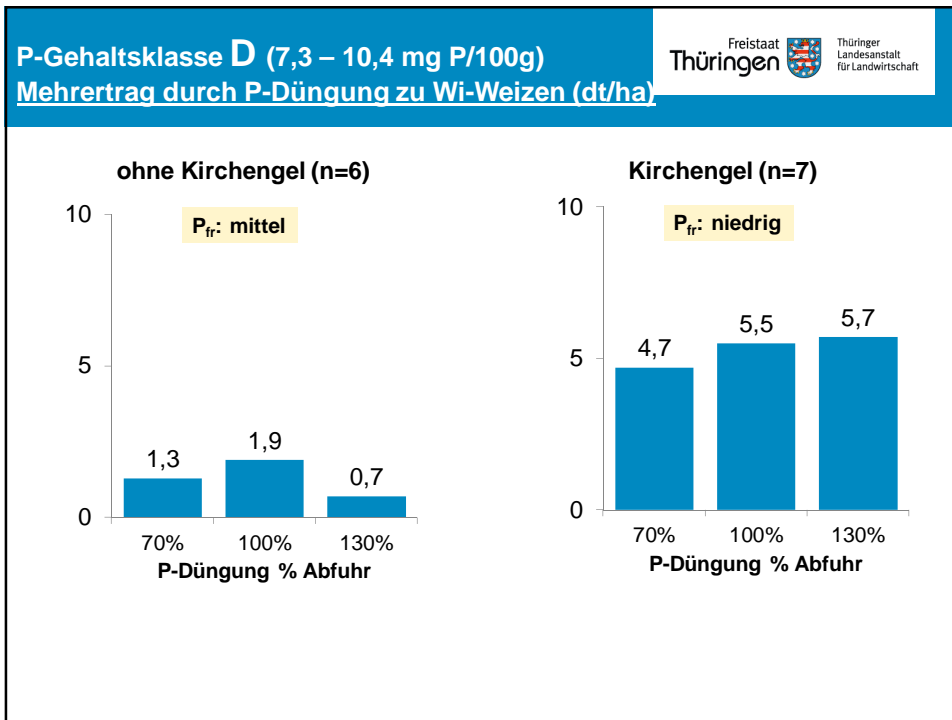
Beispiel: Nullparzellen der P-Düngungsversuche TH 2011



www.thueringen.de/de/tll







Bewertung der P-Freisetzungsrate unter Berücksichtigung der P-Gehaltsklasse (nach CAL)

Freistaat Thüringen
 Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft


P-Freisetzungsrate	P-Gehaltsklasse	P-Düngeempfehlung analog Gehaltsklasse
hoch	A B C D	B (- A*) C D E
mittel	A B C	ohne Korrektur ohne Korrektur ohne Korrektur
niedrig	A B C D	A A B B

*) = keine Reduzierung der P-Düngeempfehlung, wenn der P_{CAL}-Gehalt in der unteren Hälfte der Gehaltsklasse A liegt

www.thueringen.de/de/tll

Berücksichtigung des P-Gehaltes in 20 - 40 cm (vorläufige Empfehlung)		Freistaat Thüringen	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
P_{CAL} -Gehalt in 20 – 40 cm	P-Gehaltsklasse 0 – 20 cm	P-Düngeempfehlung	
>80% von 0 – 20 cm	A B C	analog Gehaltsklasse A Reduzierung -30% Reduzierung -30%	
<1,5 mg P/100g	A B C	Zuschlag +30% Zuschlag +30% Zuschlag +20%	

Ausführliche Darstellung im Tagungsband

www.thueringen.de/de/tll 

Vorschlag für P-Gehaltsklassen für Ackerböden im Trockengebiet (Probenahmetiefe: 0 – 20 cm)		Freistaat Thüringen	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft	
Nach Korrektur durch P-Freisetzungsrate				
Gehalts- klasse	mg P_{CAL} /100g Boden	P-Düngeempfehlung Kulturen mit		Bemerkungen
		hohem P-Bedarf	mittlerem P-Bedarf	
A	≤ 2,5	>> Abfuhr	> Abfuhr	P-Vorratsdüngung zu Kulturen mit hohem P-Bedarf
B	2,6 - 5,0	> Abfuhr	Abfuhr	
C	5,1 - 7,5	Abfuhr	0,5 * Abfuhr	
D	7,6 - 10,0 (12,0)	max. 0,5 * Abfuhr	0	org. Düngung bis P-Abfuhr
E	≥ 10,0 (12,0)	0	0	keine org. Düngung

Fazit und Schlussfolgerungen

- Vorschlag zur Präzisierung der Bewertung der P-Versorgung der Böden
- **CAL-Methode auch weiterhin Standardmethode**
- Zusätzliche Untersuchung der P-Freisetzungsrates nach FLOSSMANN verbessert die P-Düngebedarfsprognose, gegebenenfalls auch die Analyse der Bodenschicht 20 – 40 cm
- Berücksichtigung des pflanzenartsspezifischen P-Bedarfs bei der P-Düngerbemessung
- Ergänzung auch durch den Einsatz der Pflanzenanalyse
- TLL empfiehlt nur geprüfte Methoden!

