

# Gesichtspunkte zur Neubewertung der Gehaltsklassen für Boden-P-Gehalte

**Dr. W. Zorn**

*Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena  
Referat Acker- und Pflanzenbau*

- Diskussion über begrenzte globale Rohphosphatreserven (je nach Quelle: 150 – 400 Jahre);
- Langjährig negative P-Bilanzen und dramatisch gesunkene P-Versorgung in vielen 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 Düngbedarfsermittlung sowie eine Optimierung der Düngemittelapplikation.

# Bodenuntersuchung in den 1950er Jahren (ehemalige DDR)

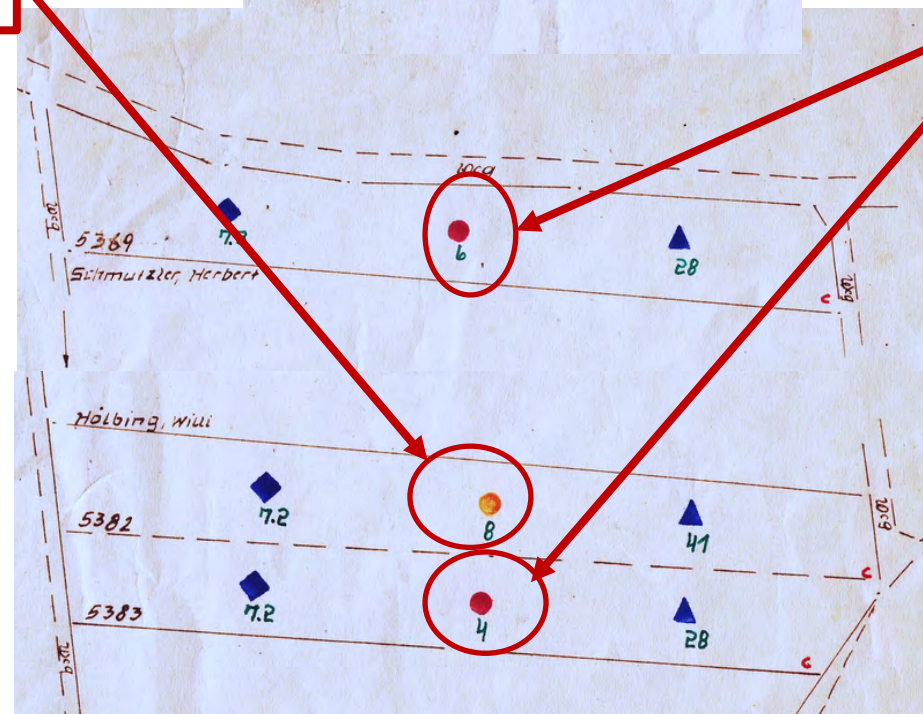
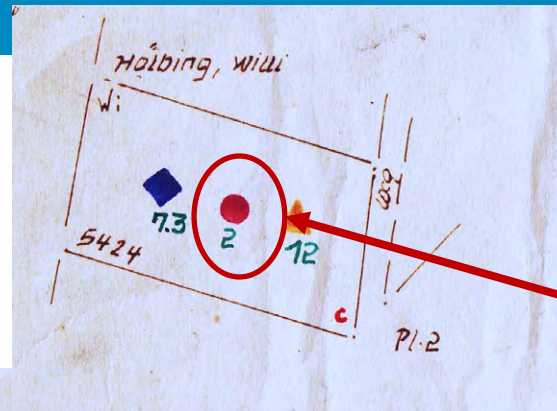
Probenahme aus Krume, max. 20cm

P

mäßig versorgt

P

schlecht versorgt



**Bodenuntersuchung auf Nährstoffgehalt und Kalkzustand**

Besitzer Zorn, Ernst Ha. Erpfröbitz  
Kleinfröbitz Kreis Jena  
 Gemeinde \_\_\_\_\_

Erläuterungen: Säurezustand:   
 Phosphorsäure:   
 Kalk: 

Auswertungshinweise im beigelegten Heft — Richtlinien für die Auswertung der Ergebnisse der systematischen Bodenuntersuchung — der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin.

Registr.-Nr. 19-59-17  
 Probenentnahme: 11. Aug. 1958  
 I. Durchg. 4 Prb.  
 II. Durchg. 1 Prb.  
 Maßstab: 1:2000 Pl.

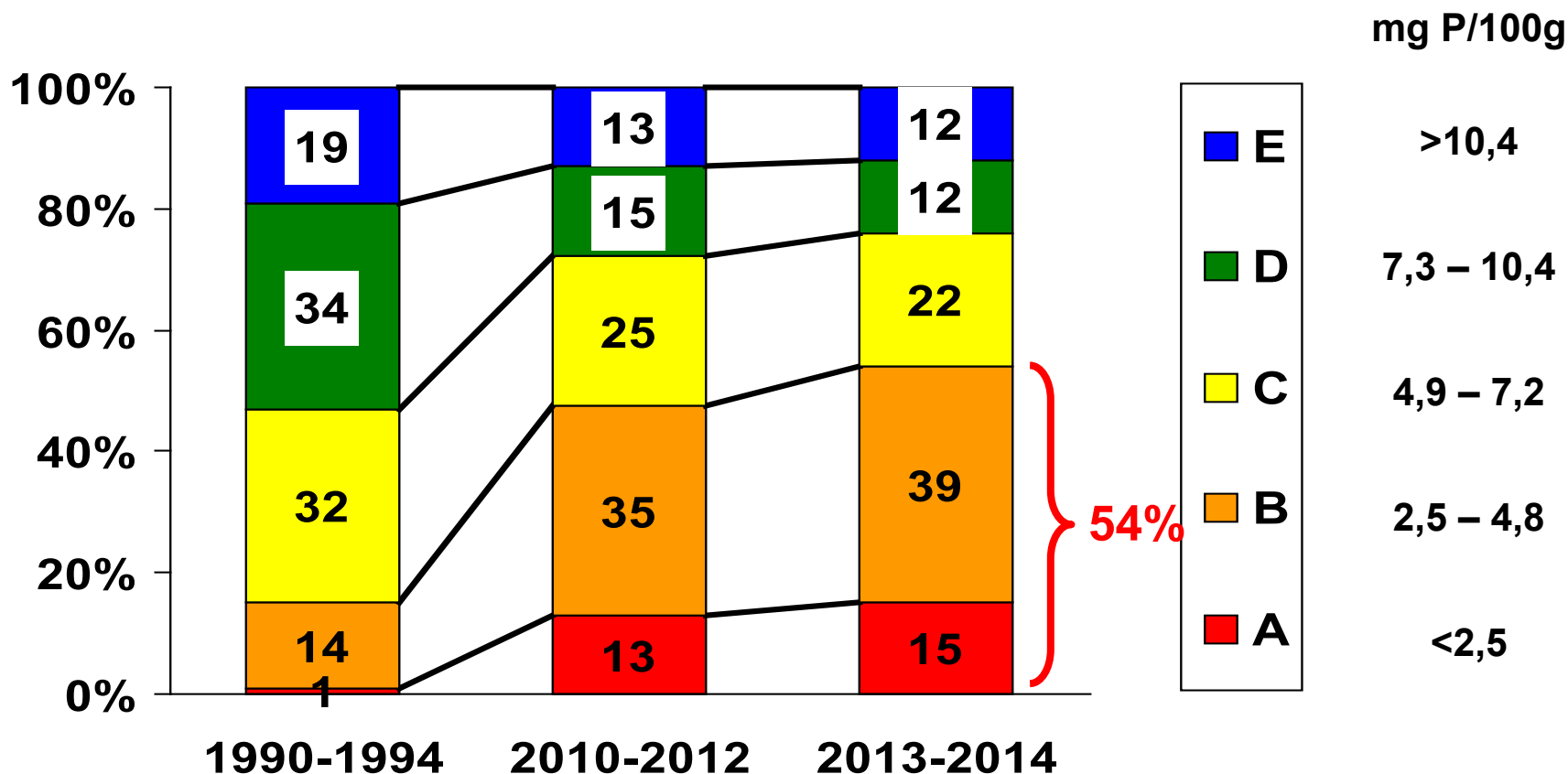
**Zeichenerklärung:**  
 ——— Besitzergrenze  
 - - - - - Schlaggrenze  
 - - - - - Probengrenze  
 n. u. = nicht untersucht  
 Wi = Wiese H = Holz  
 Gepante Ziffer links = Probennummer

Gepante Ziffer rechts = lfd. Nr. im H. Durchgang  
 Rote Ziffer = erforderliche Kalkgabe in dz ha kohlen-saurer Kalk  
 Grüne Ziffer: unter dem Kalkstempel = pH-Wert, unter dem Phosphorsäurestempel = mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in 100 g Böden. Unter dem Kalkstempel = mg K<sub>2</sub>O in 100 g Boden  
 \* = Farbeinträgung unter Berücksichtigung von Flachgründigkeit bzw. Steingehalt

**Bodenarten: (rote Buchstaben)**  
 a = Böden mit schwacher Sorption (vornehmlich Sande)  
 b = Böden mit mittlerer Sorption (vornehmlich l. Sande u. s. Lehme)  
 c = Böden mit starker Sorption (vornehmlich Lehme u. Tone)

Ausführung:  
 Institut für landwirtschaftl. Versuchs- und Untersuchungswesen  
 Jena

# Entwicklung der P-Versorgung Thüringer Ackerböden 1990 bis 2014

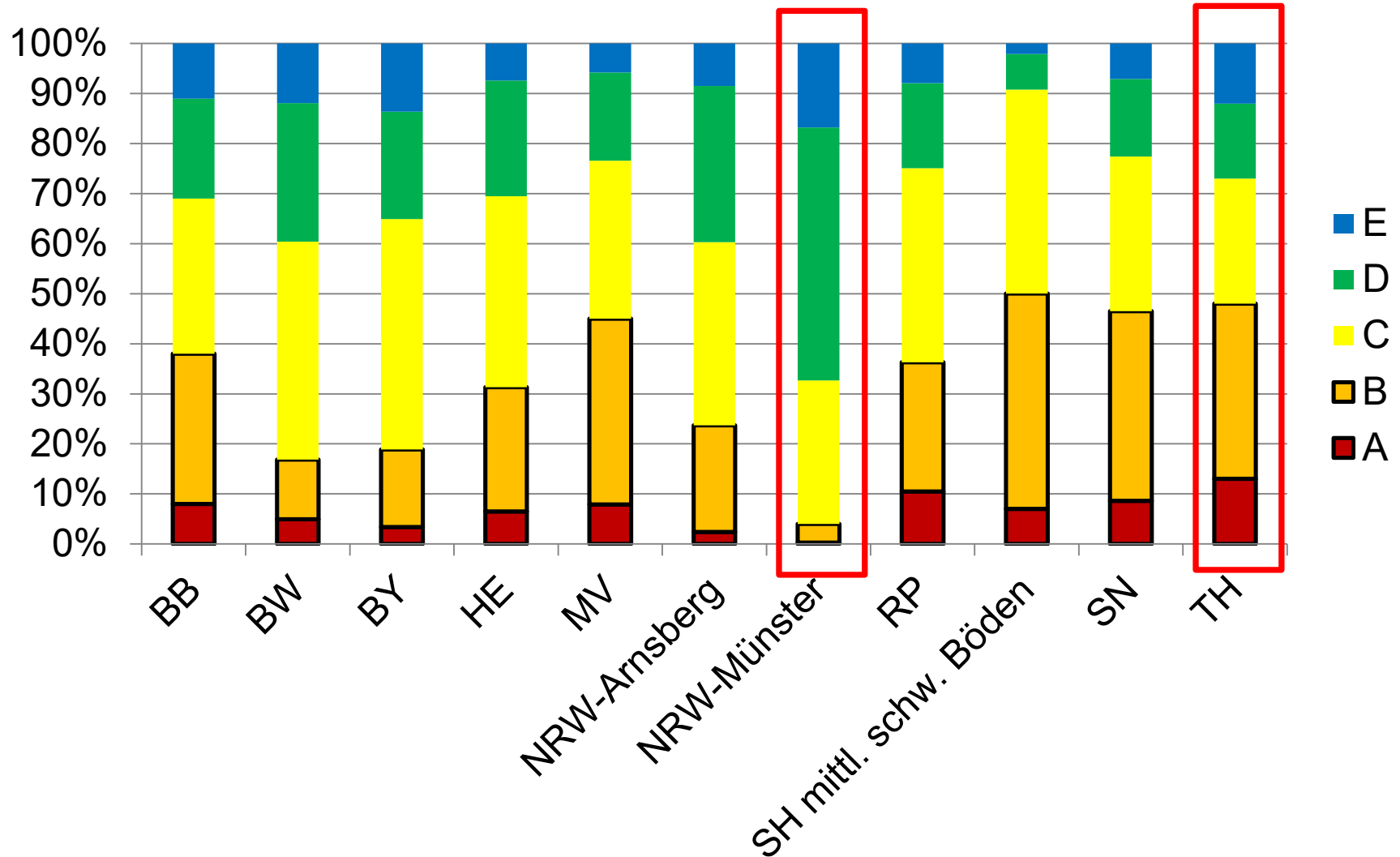


zweimaliger Methodenwechsel verbesserte Einstufung der P-Gehalte kalkreicher Böden

1. DL --- CAL
2. CAL --- CAL<sub>modifiziert</sub>

# P-Versorgung der Böden – Ackerland

## Gehaltsklassen nach VDLUFA



Summe Gehaltsklasse A +B: 5 .... 54%



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-

## **Welche neueren Rahmenbedingungen und Erkenntnisse sind für eine Anpassung der Richtwerte für Phosphor in den Gehaltsklassen zu berücksichtigen?**

Seit der Publikation des VDLUFA-Standpunkts zur Phosphordüngung im Jahr 1997 haben Entwicklungen stattgefunden, die eine Anpassung der Richtwerte in den Gehaltsklassen notwendig erscheinen lassen:

1. Viele Landwirte, insbesondere in den Ackerbauregionen der neuen Bundesländer, haben die Grundnährstoffdüngung über einen Zeitraum von mehr als 20 Jahren erheblich vermindert, was häufig zu negativen P-Salden in diesen Regionen geführt hat. Dieser reduzierte Einsatz von P-Düngern hat zum Beispiel in Sachsen und Thüringen dazu geführt, dass auf Datenbasis des Jahres 2009 45 - 48 % der Ackerflächen in die Gehaltsklassen A oder B eingestuft wurden. Bundesweit wurden 2006 zwar lediglich 21 % der Flächen in die Gehaltsklassen A und B eingeteilt (Werner, 2006), ein Trend abnehmender P-Gehalte im Boden ist aber auch in den westdeutschen Ackerbauregionen festzustellen. Ähnliches gilt auch für

## **Welche neueren Rahmenbedingungen und Erkenntnisse sind für eine Anpassung der Richtwerte für Phosphor in den Gehaltsklassen zu berücksichtigen?**

2. Mit dem Inkrafttreten der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) im Jahre 2000 und der EU-Meeresstrategierichtlinie (MSRL) im Jahre 2008 ist das Ziel des guten chemischen und ökologischen Zustands der Gewässer auch für Phosphor definiert. Da die P-Einträge aus dem nicht-landwirtschaftlichen Bereich (insbesondere der kommunalen Abwässer) in den letzten Jahrzehnten überproportional reduziert werden konnten, hat der Anteil der Landwirtschaft an der Eutrophierung der Gewässer, trotz der Reduzierung der P-Bilanzüberschüsse in den Ackerbauregionen, im Verlauf der zurückliegenden zwei Jahrzehnte relativ an Bedeutung gewonnen. Laut UBA (2014) liegt der Anteil der Landwirtschaft an den Phosphoreinträgen in die Nord- und Ostsee zwischen 50 und 63 % der Gesamteinträge. Die Langfristigkeit der negativen Nachwirkungen langjährig hoher P-Bilanzüberschüsse nicht nur auf den erosionsbedingten P-Austrag, sondern auch auf den P-Austrag mit dem Sickerwasser ist inzwischen wissenschaftlich zuverlässig abgesichert (vgl. Djovic und Mattsson, 2013; Svanbäck et al., 2013; Verloop et al., 2010).



## **Welche neueren Rahmenbedingungen und Erkenntnisse sind für eine Anpassung der Richtwerte für Phosphor in den Gehaltsklassen zu berücksichtigen?**

3. Weiterhin hat sich, auch nach der Entdeckung neuer P-Vorkommen bzw. nach modifizierter Bewertung der vorhanden Daten zu den P-Reserven, prinzipiell an der Endlichkeit der weltweiten Phosphorreserven nichts geändert. Die bekannten Phosphorreserven, die fast ausschließlich in derzeit geopolitisch unsicheren Regionen lokalisiert sind, weisen darüber hinaus häufig erhöhte Schwermetallgehalte auf.

## Zusammenfassende Bewertung neuerer Ergebnisse zur P-Düngung in Deutschland

In einer gemeinsamen Sitzung der Fachgruppe „Pflanzenernährung, Produktqualität und Ressourcenschutz“ (FG I) mit der Fachgruppe „Bodenuntersuchung“ (FG II) des VDLUFA (März 2014), einer weiteren Sitzung der Fachgruppe I (September 2015) sowie mehreren Sitzungen einer eingesetzten Projektgruppe (April 2014, März 2015, November 2015) wurden die aktuell verfügbaren und umfassend ausgewerteten langjährigen P-Düngungsversuche auf Acker- und Grünlandstandorten in Deutschland sowie bereits vorliegende Erkenntnisse aus der Literatur (u. a. Kuchenbuch und Buczko, 2011) vorgestellt und im Hinblick darauf diskutiert, ob die aktuellen Richtwerte für die Gehaltsklasse C noch aufrecht erhalten werden können.

**Tabelle 1:** Derzeitige Richtwerte für Phosphor in der Gehaltsklasse C in mg P/100 g Boden nach Empfehlung des VDLUFA sowie in den deutschen Bundesländern

<b>VDLUFA (Standpunkt 1997)</b>	<b>4,5 – 9,0</b>
Bayern, Baden-Württemberg, Hessen	4,4 – 8,7
Nordrhein-Westfalen	4,4 – 7,9
Sachsen, Thüringen, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern	4,9 – 7,2
Niedersachsen	5,0 – 10,0
Rheinland-Pfalz	5,2 – 8,7
Schleswig-Holstein	7,4 – 14,0

## Vorschlag für eine Anpassung der Richtwerte für Phosphor in den Gehaltsklassen A bis E

Abgeleitet aus den vorliegenden Datenserien kann der untere Richtwert der Gehaltsklasse C für Ackerböden (Krummentiefe ~ 30 cm) und Grünlandböden (Probenahmetiefe 10 cm) von 4,5 auf 3 mg P/100 g Boden, der obere Richtwert von 9 auf 6 mg P/100 g Boden abgesenkt werden. Tabelle 2 zeigt die Vorschläge für die Anpassung in den Gehaltsklassen A bis E im Vergleich zu den bisherigen Richtwerten (VDLUFA, 1997). Lediglich in Regionen mit geringer Niederschlagssumme erscheint ein etwas höherer oberer Richtwert in Gehaltsklasse C gerechtfertigt zu sein.

**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

## Notwendige produktionstechnische Anpassungen an die neuen Richtwerte

Um zu gewährleisten, dass die vorgeschlagenen geänderten Richtwerte auch unter ungünstigsten Umweltbedingungen (z. B. sehr kaltes Frühjahr) eine hohe Ertragsfähigkeit der Kulturen sicherstellen, muss dafür Sorge getragen werden, dass die weiteren Komponenten der guten landwirtschaftlichen Praxis mit Relevanz für die P-Verfügbarkeit unbedingt eingehalten werden. Dazu zählen:

1. Einhaltung eines guten Kalkzustandes der Böden  
Mit sub-optimalem pH-Wert sinkt die Phosphorverfügbarkeit. Dies betrifft sowohl die chemisch bedingte Verfügbarkeit als auch die räumliche Zugänglichkeit aufgrund beeinträchtigter Bodenstruktur.

## Notwendige produktionstechnische Anpassungen an die neuen Richtwerte

### 2. Einarbeitung des Phosphordüngers

Um eine möglichst hohe P-Düngerausnutzung bei abgesenkten Boden-P-Werten sicherzustellen, ist eine Einarbeitung des P-Mineraldüngers auf Ackerland vor der Saat sinnvoll, bei organischen Düngern (Gülle, Gärreste) ist dies schon aus Gründen der Vermeidung von Ammoniakverlusten notwendig und auch entsprechend durch die Düngerverordnung geregelt.

### 3. Platzierung des P-Düngers

Während die Unterfußdüngung bei Mais inzwischen Standard der guten fachlichen Praxis ist, zeigen jüngere Ergebnisse auch für Getreide positive Effekte einer P-Düngerplatzierung. Die entsprechenden Verfahren sind weiterzuentwickeln.

## Notwendige produktionstechnische Anpassungen an die neuen Richtwerte

### 4. Kulturartenspezifität

Die in Feldversuchen identifizierte unterschiedliche Reaktion verschiedener Kulturen auf die P-Düngung erfordert eine pflanzenartsspezifische Anpassung der P-Düngungshöhe. In der Fruchtfolge sollte eine P-Grunddüngung vornehmlich zu den Kulturarten Kartoffel, Mais, Leguminosen, Zuckerrübe und Winterraps erfolgen.

### 5. P-Düngerform

Generell sollten vornehmlich voll aufgeschlossene P-Dünger (wasser- bzw. ammoniumcitratlösliche) eingesetzt werden. Die Verfügbarkeit von Phosphor aus Wirtschaftsdüngern ist wie bei mineralischen Düngern langfristig mit 100 % anzusetzen.

### 6. Erosionsmindernde Maßnahmen

Da der wichtigste Verlustpfad für P aus landwirtschaftlicher Bodennutzung durch Bodenerosion (Wassererosion, Winderosion) erfolgt, ist eine ganzjährige Bodenbedeckung anzustreben. Über Zwischenfruchtanbau kann zusätzlich Phosphor für Folgefrüchte mobilisiert werden.



## **Notwendige Schritte zur Weiterentwicklung von standortangepassten P-Düngebedarfsprognosen**

Die dargestellte Absenkung der Richtwerte für die Gehaltsklasse C erfordert als komplementäre Maßnahme die Überprüfung und gegebenenfalls Anpassung der Düngebedarfsprognose in Abhängigkeit von Bodenart, pH-Wert und Standort sowie die Ableitung präferenzierter P-Düngungsempfehlungen zu bestimmten Fruchtfolgegliedern. Weiterhin sollte geprüft werden, ob die P-Düngerbedarfsprognose durch die Berücksichtigung weiterer Größen bei der P-Extraktion, wie die Bestimmung nachlieferbarer organischer und anorganischer Phosphorverbindungen, verbessert werden kann. Dies betrifft auch die Berücksichtigung verfügbarer Phosphormengen im Unterboden.

- VDLUFA (LUFA´s, Universitäten, Fachhochschulen, Landesanstalten u. –ämter, Landwirtschaftskammern, Industrie, ...)
- Arbeitskreis Düngeberatung und Nährstoffhaushalt beim Verband der Landwirtschaftskammern (Daten der Feldversuche auf Ackerland der Bundesländer)
- Gemeinsame Auswertung der statischen P-Düngungsversuche auf Grünland (neue Bundesländer)
- geplante Arbeitsgruppe im Auftrag des BMEL
- Einbeziehen der Ergebnisse aller „geeigneten“ P-Düngungsversuche und Berücksichtigung aller relevanten Einflussgrößen
- Bewertung von Zusatzmethoden (P-Freisetzungsrates, organischer Phosphor, Unterboden, ...)

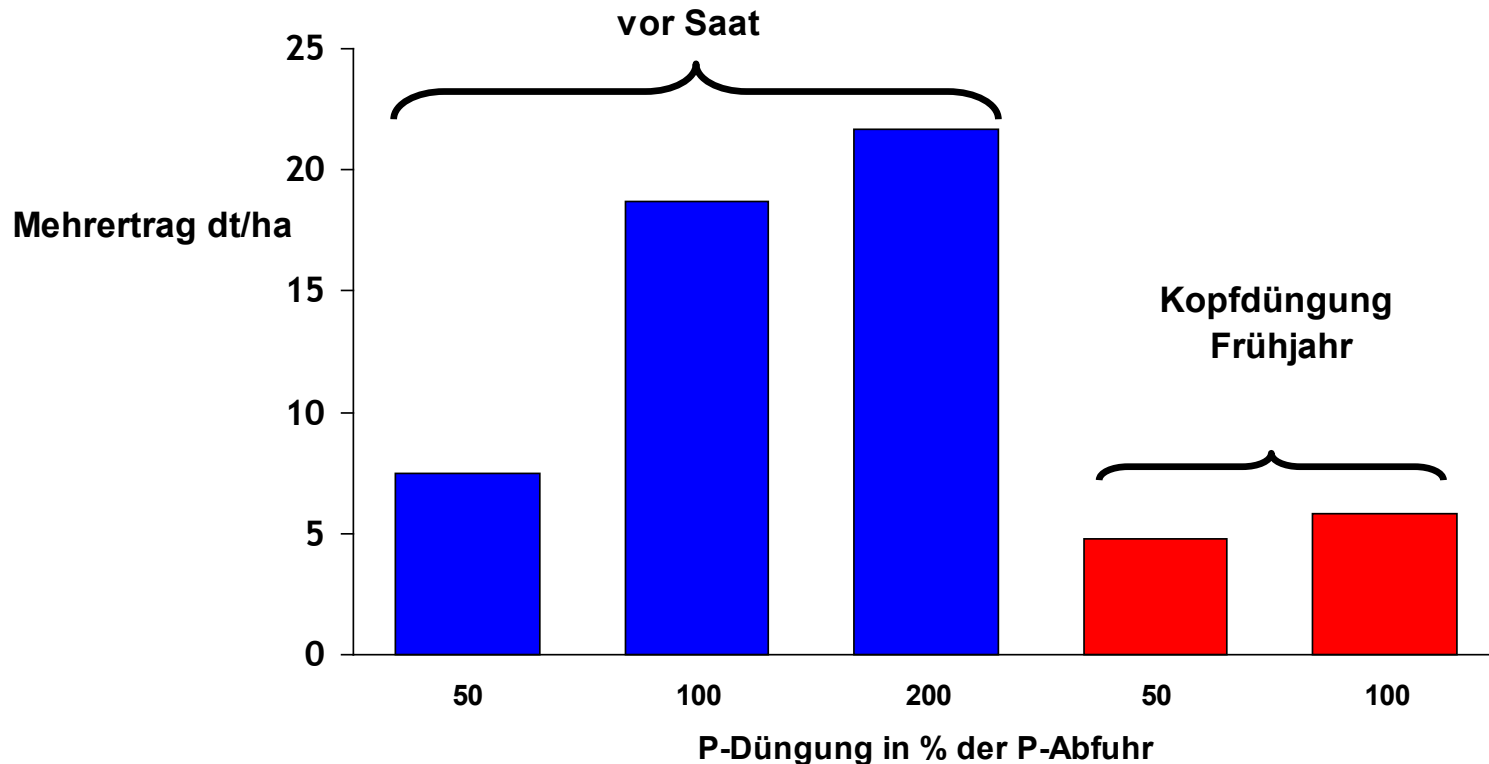
Sachlich – kritische Bewertung der Feldversuchsergebnisse!

- Berücksichtigung nur solcher Feldversuche, bei der die Versuchsdurchführung eine optimale P-Düngewirkung gewährleistet;  
*mittlere und schwere Böden: ausschließlicher Einsatz von wasserlöslichen Phosphatdüngern oder Thomasphosphat) mit Applikation in den Hauptwurzelbereich der Pflanzen;*  
*sandige Böden mit höheren Niederschlägen: Frühjahrskopfdüngung zulässig;*
- Die Höhe der P-Düngung muss standortbezogen angemessen sein!

# P-Düngewirkung von TSP in Abhängigkeit von Düngermenge und Applikationszeitpunkt

## Beispiel P-Unterfußdüngungsversuch „Friemar“

(Löß-Braunschwarzerde, 1,4 mg  $P_{CAL}$ /100g zu Versuchsbeginn,  $\approx$  500 mm mittlerer Niederschlag, 1. Versuchsjahr 2012 mit starker Trockenheit von Februar bis Mitte Mai, Winterweizen)

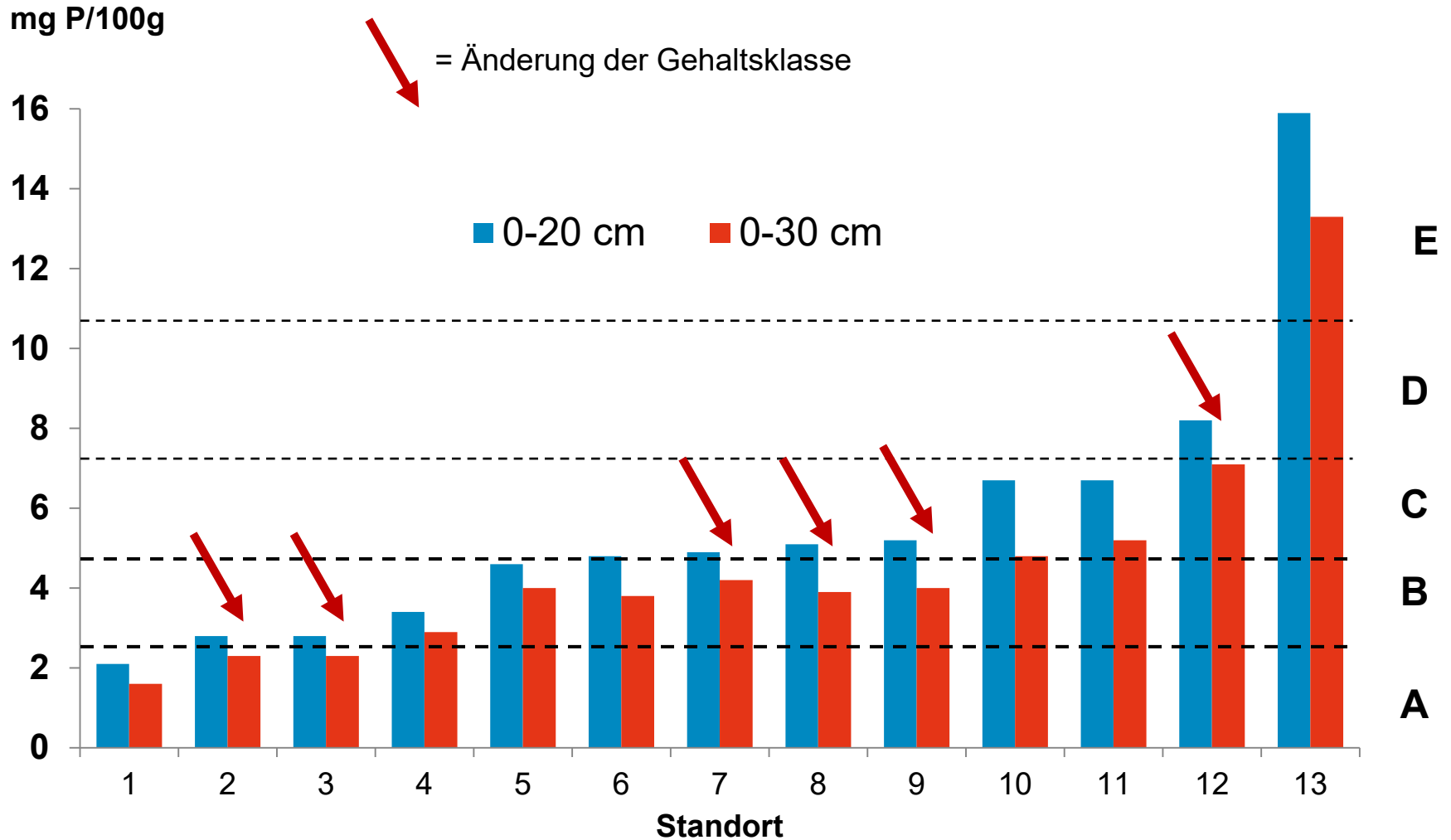


- Keine Übertragung von Feldversuchsergebnissen mit Einsatz **nicht kurzfristig wirksamer Düngemitteltypen** sowie von Ergebnissen aus dem ökologischen Landbau auf den konventionellen Landbau;
- Begründete Ausnahmen von einheitlichen Richtwerten für Gehaltsklassen sind aufgrund der sehr stark differenzierten **Standortverhältnisse (chemische und physikalische Bodeneigenschaften)** in Deutschland immer möglich;
- Einflussgrößen sind unter anderem die **Wasserversorgung** und die **Bodentemperaturen** in wichtigen Phasen der Ontogenese;
- Bei gleicher P-Gehaltsklasse des Bodens kann der P-Düngebedarf der einzelnen **Kulturen** erheblich schwanken. Die Richtwerte für Gehaltsklassen im Ackerbau sollten sich an der Reaktion der wichtigsten Kulturen mit hohem P-Bedarf orientieren.

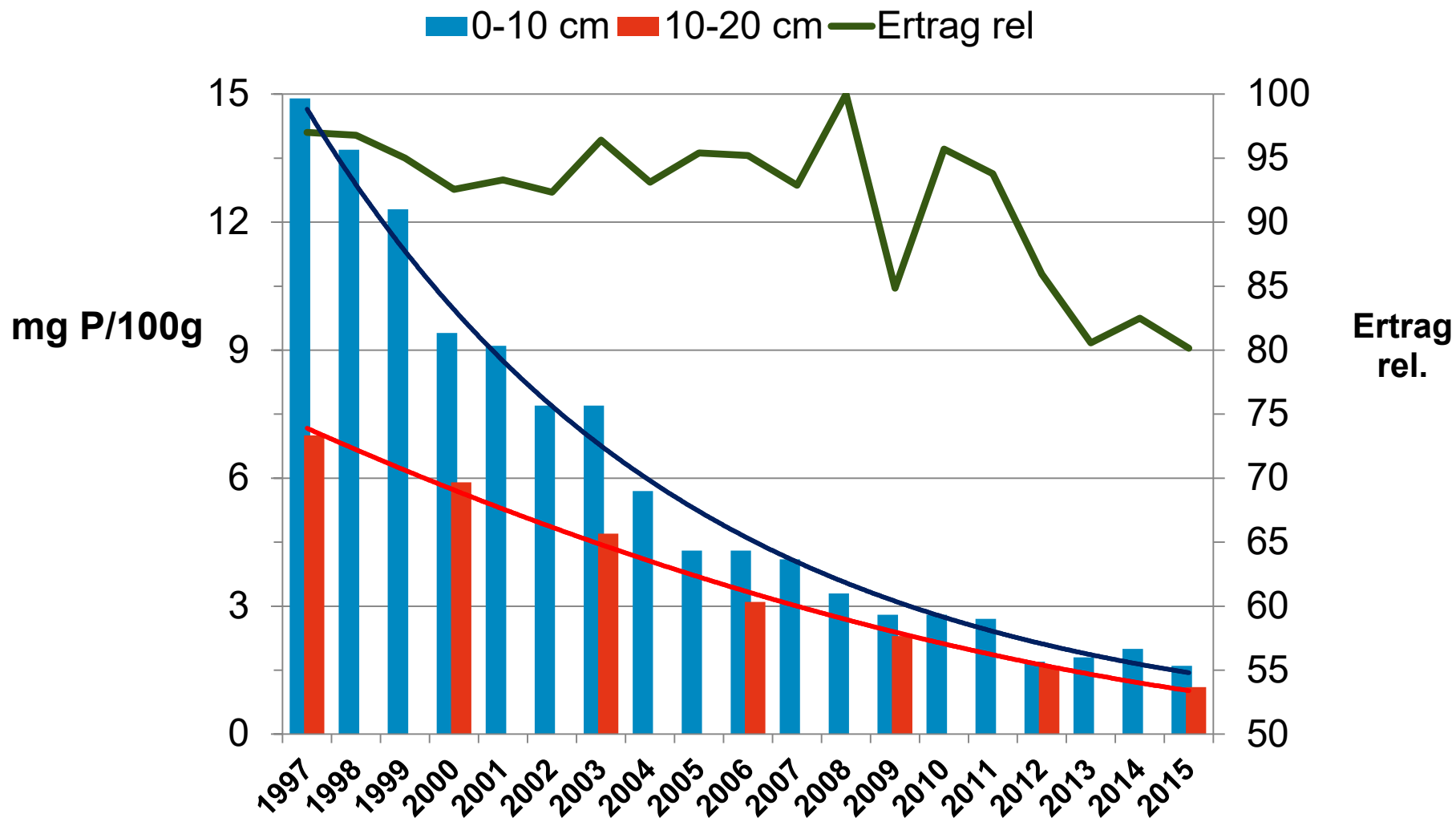
- Mit dem Hintergrund begrenzter globaler Rohphosphatreserven sollte zum langfristigen Erhalt einer „guten“ P-Versorgung der Böden in Gehaltsklassen C und D auch der Einsatz P-haltiger organischer Düngemittel bis zu einer noch zu diskutierenden Grenze möglich sein;
- In statischen P-Düngungsversuchen kann die P-Düngewirkung aufgrund verschiedener Jahresbedingungen schwanken. Dieser Sachverhalt ist zu berücksichtigen;
- Die Richtwerte für Gehaltsklassen beziehen sich auf die untersuchte Bodentiefe in den Feldversuchen;
- Die Richtwerte für Gehaltsklassen müssen die Variabilität von Bodenprobenahme und Laboruntersuchung berücksichtigen!

# Einfluss der Probenahmetiefe auf den Boden-P-Gehalt in 0 – 20 cm und 0 – 30 cm

(13 Ackerstandorte)

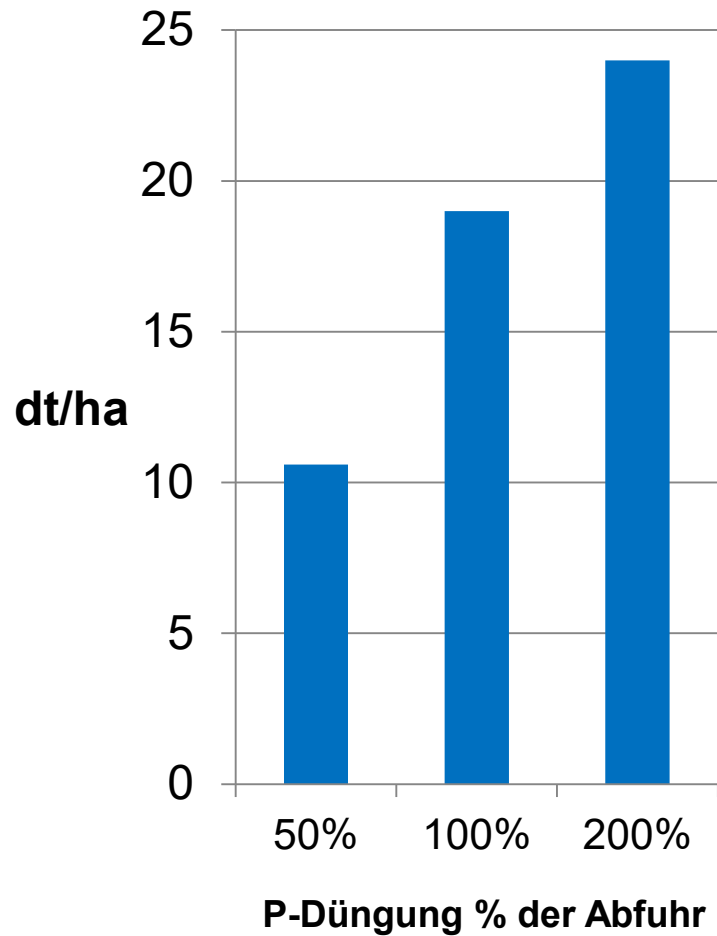


# Relativertrag und Entwicklung der Boden-P-Gehalte im statischen P-Düngungsversuch Wechmar (Th.) Grünland

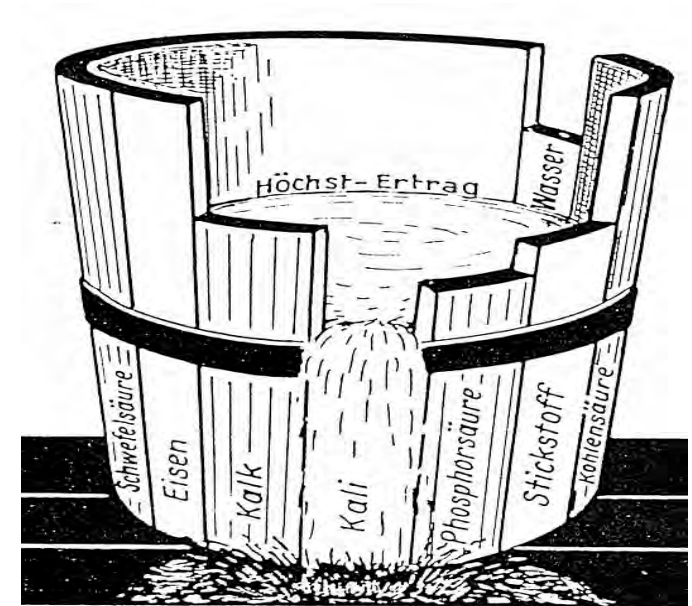
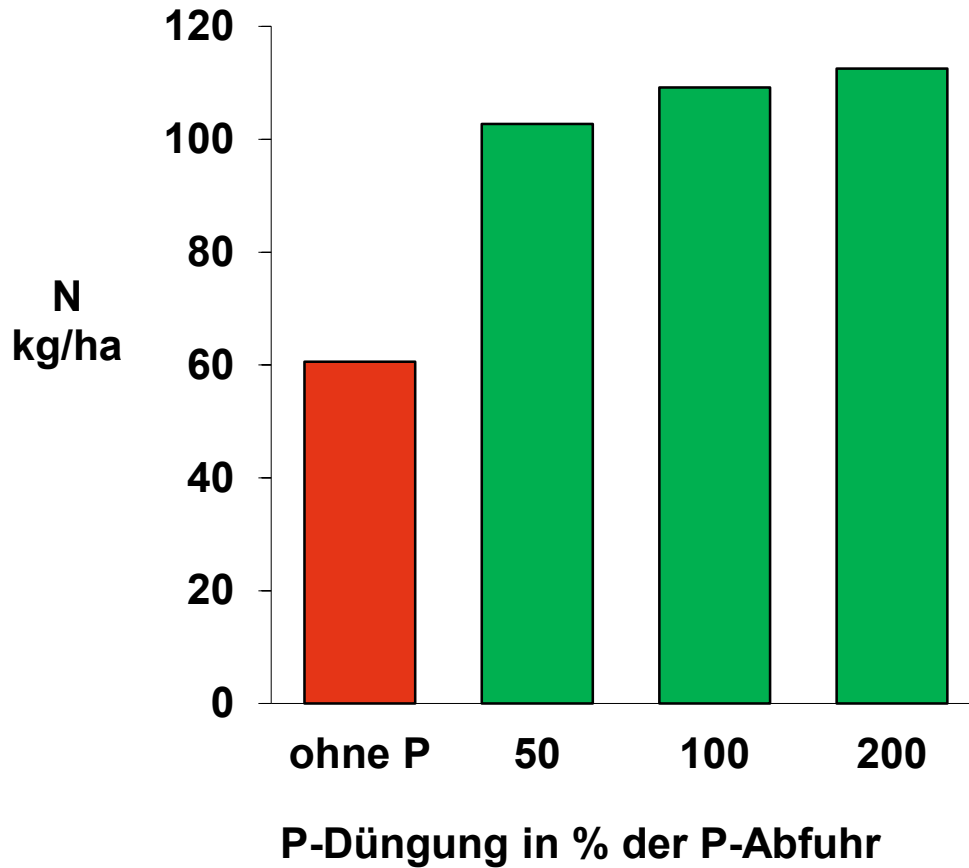




# Mehrertrag durch P-Düngung vor Saat auf den Kornertrag von Wintergerste Friemar 2013 (ohne P: 92,5 dt/ha)

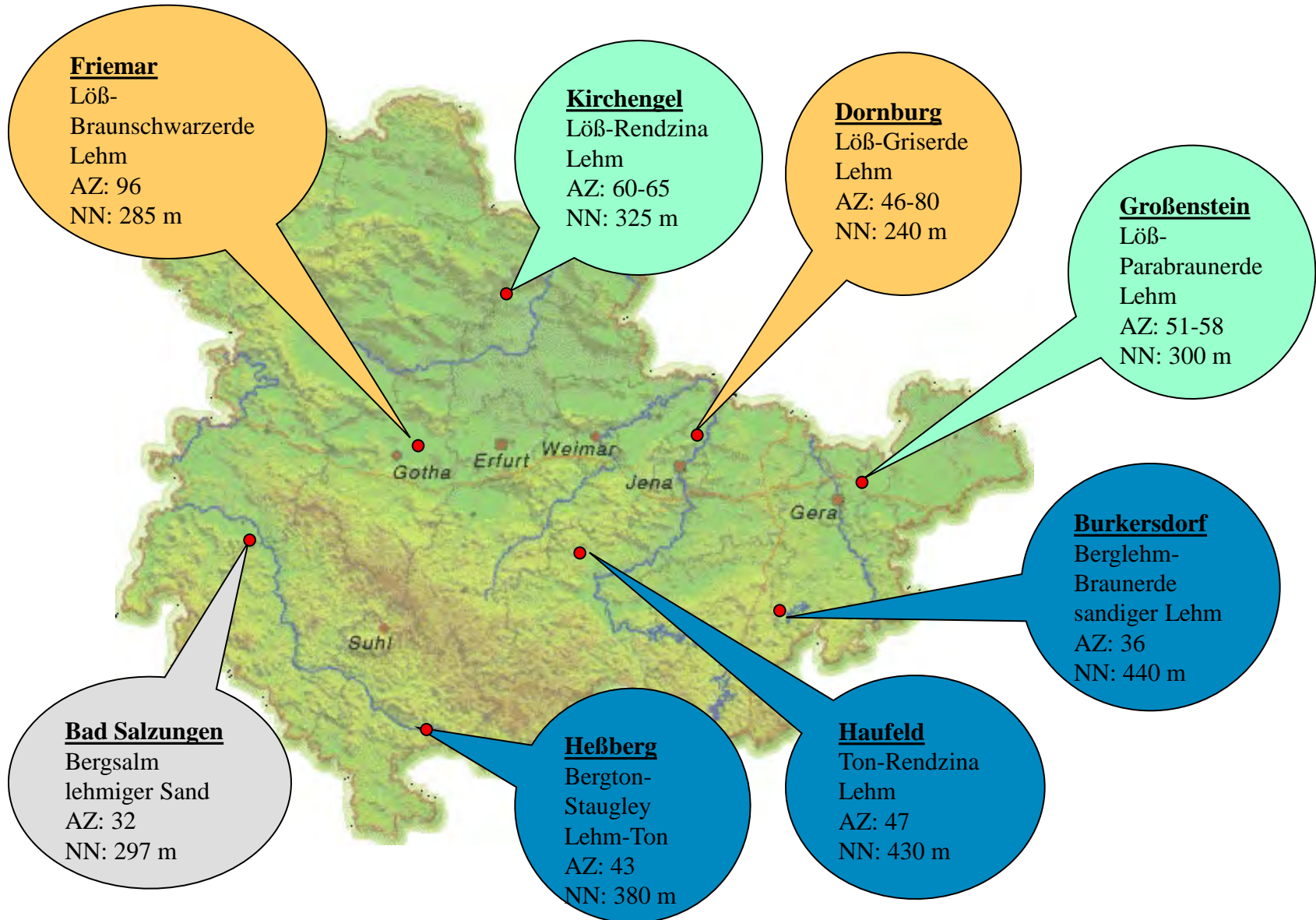


# N-Aufnahme von Winterraps vor Winter nach P-Düngung vor der Saat Friemar 2013



Eine optimale P-Versorgung ist für eine hohe N-Effizienz erforderlich!

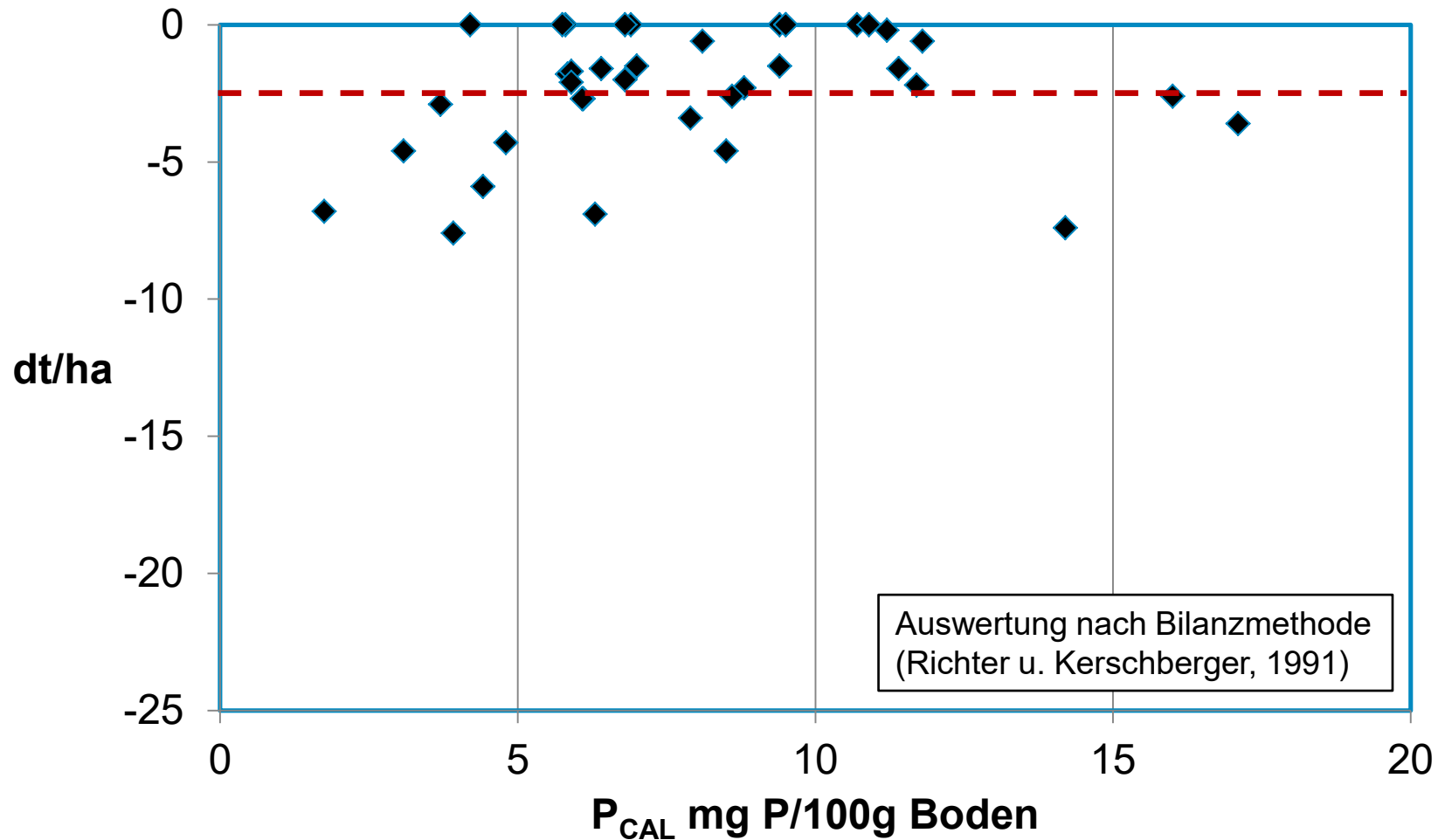
# Thüringer P-Düngungsversuche





# Feldversuche Thüringen Winterweizen

## Ertragsdifferenz zum Höchststertrag in Abhängigkeit vom Boden-P-Gehalt (P-Bilanzgruppe -5 ... +5 kg P/ha)



- **Jahreswitterung (Trockenheit)**
- **P-Dynamik des Standortes**
- **P-Versorgung des Unterbodens**
- **P-Anspruch der angebauten Kultur**
- **Ertragsniveau**
- **...**

# Präzisierung des P-Düngebedarfs durch zusätzliche Bodenuntersuchungen

- **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)**

# Kenndaten zur P-Dynamik ausgewählter Standorte nach 18 Jahren Versuchsdauer

Versuchsbeginn: 1993, Untersuchung: nach Ernte 2010

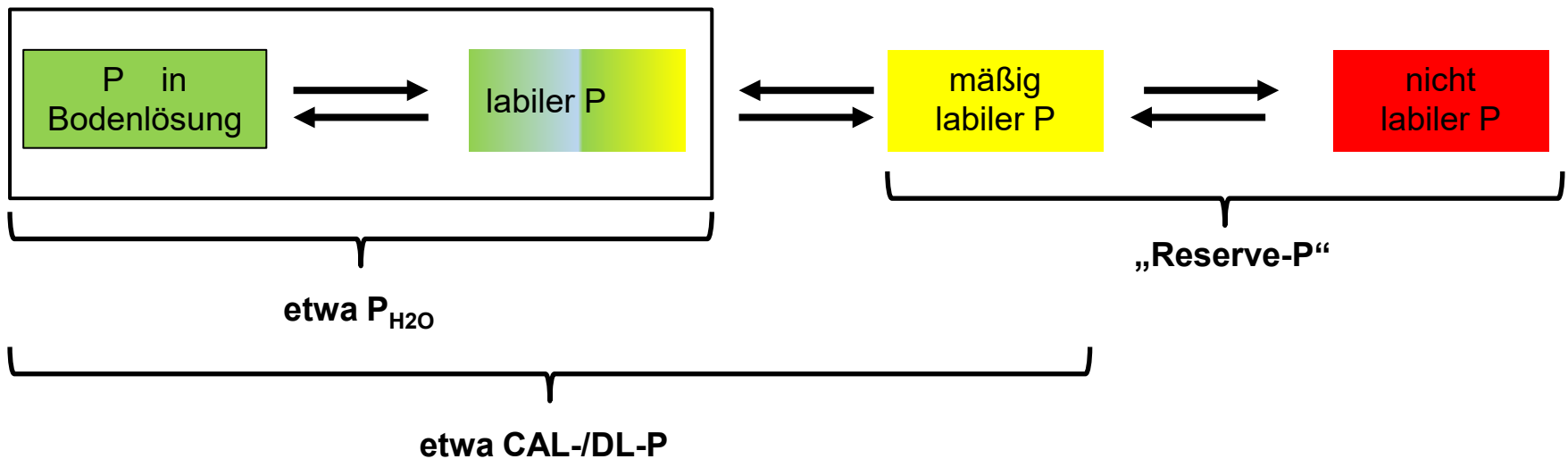
Standort Versuchs- laufzeit	Prüfglied ohne P-Düngung					P-Dünge- wirkung
	CAL-P	Abnahme CAL-P <sup>1)</sup>	$\Delta$ kg P/ ha je	DPS	$P_{fr}$	
	mg P /100g Boden		$\Delta$ mg P/100g	%	$\mu\text{g P}/100\text{g}^*$ 10min	
<u>Dornburg</u> Lößpara- braunerde	<b>3,6</b> (GK B)	<b>- 2,9</b>	<b>75</b>	<b>23</b>	<b>32</b>	mittel/hoch signifikant
<u>Friemar</u> Lößschwarz- erde	<b>4,2</b> (GK B)	<b>- 1,6</b>	<b>154</b>	<b>30</b>	<b>80</b>	gering/ohne n. s.

1) = in 18 Jahren, aus Regression abgeleitet

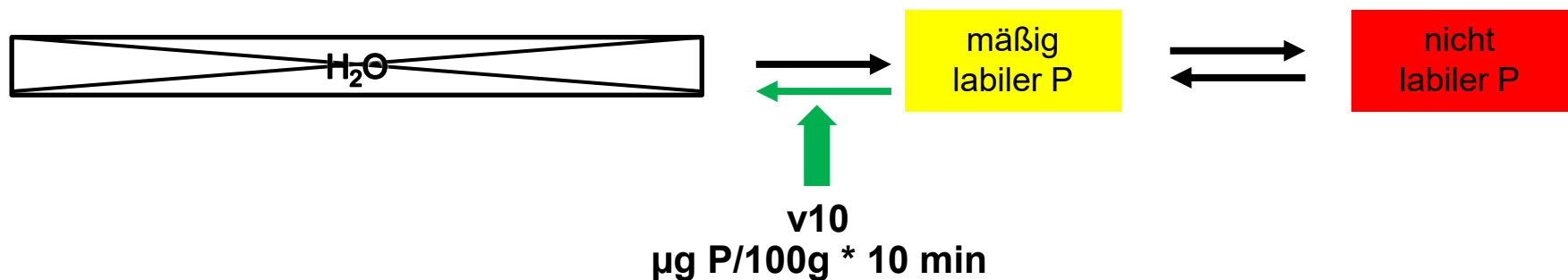


# Prinzip der P-Freisetzungsrates $v_{10}$ ( $P_{fr}$ ) nach Floßmann und Richter (1982)

## 1. Schritt der Untersuchung (1. $H_2O$ -Extraktion; 1:20; 60 min)

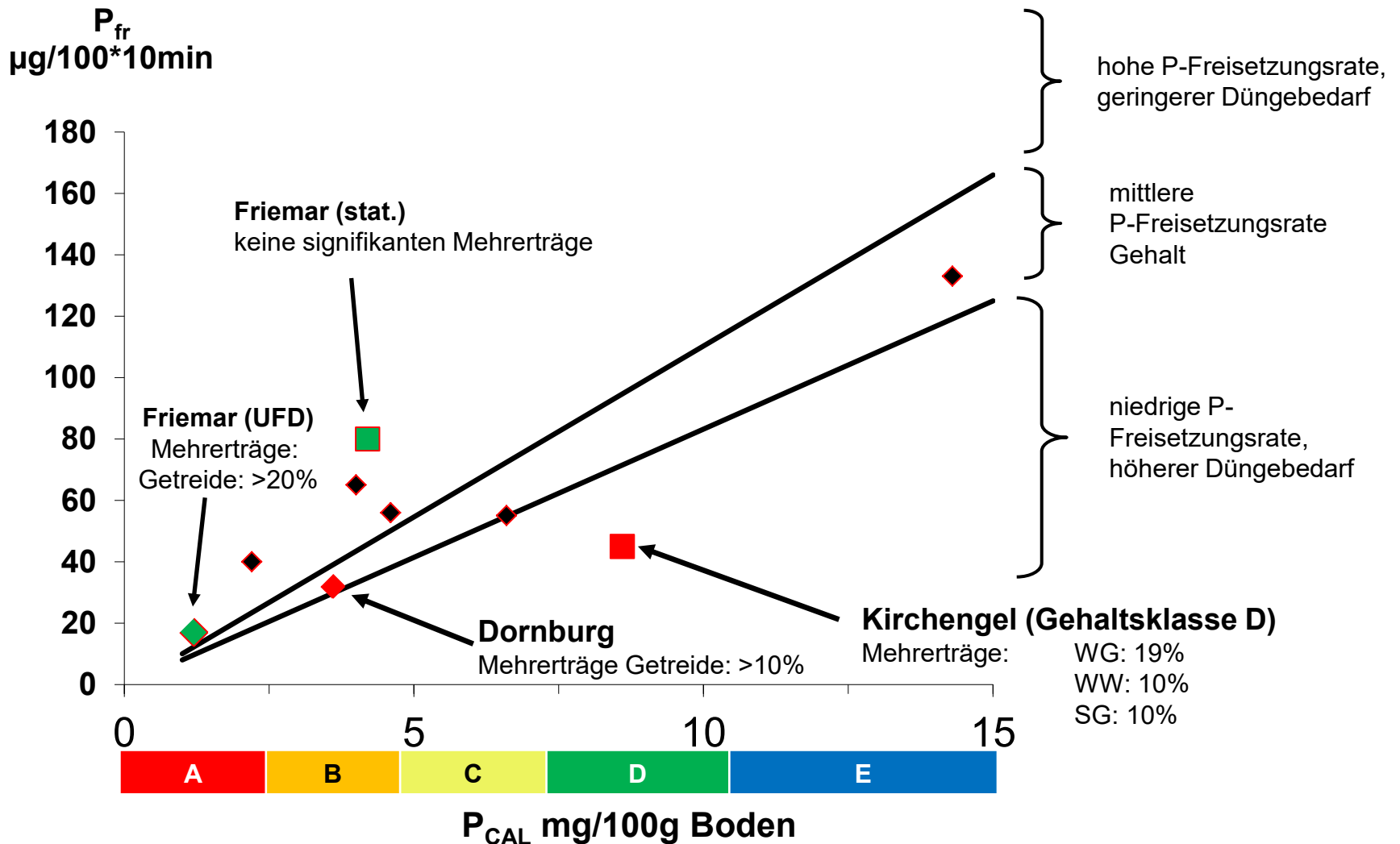


## 2. Schritt der Untersuchung (2. $H_2O$ -Extraktion; 1:20; 10 min)



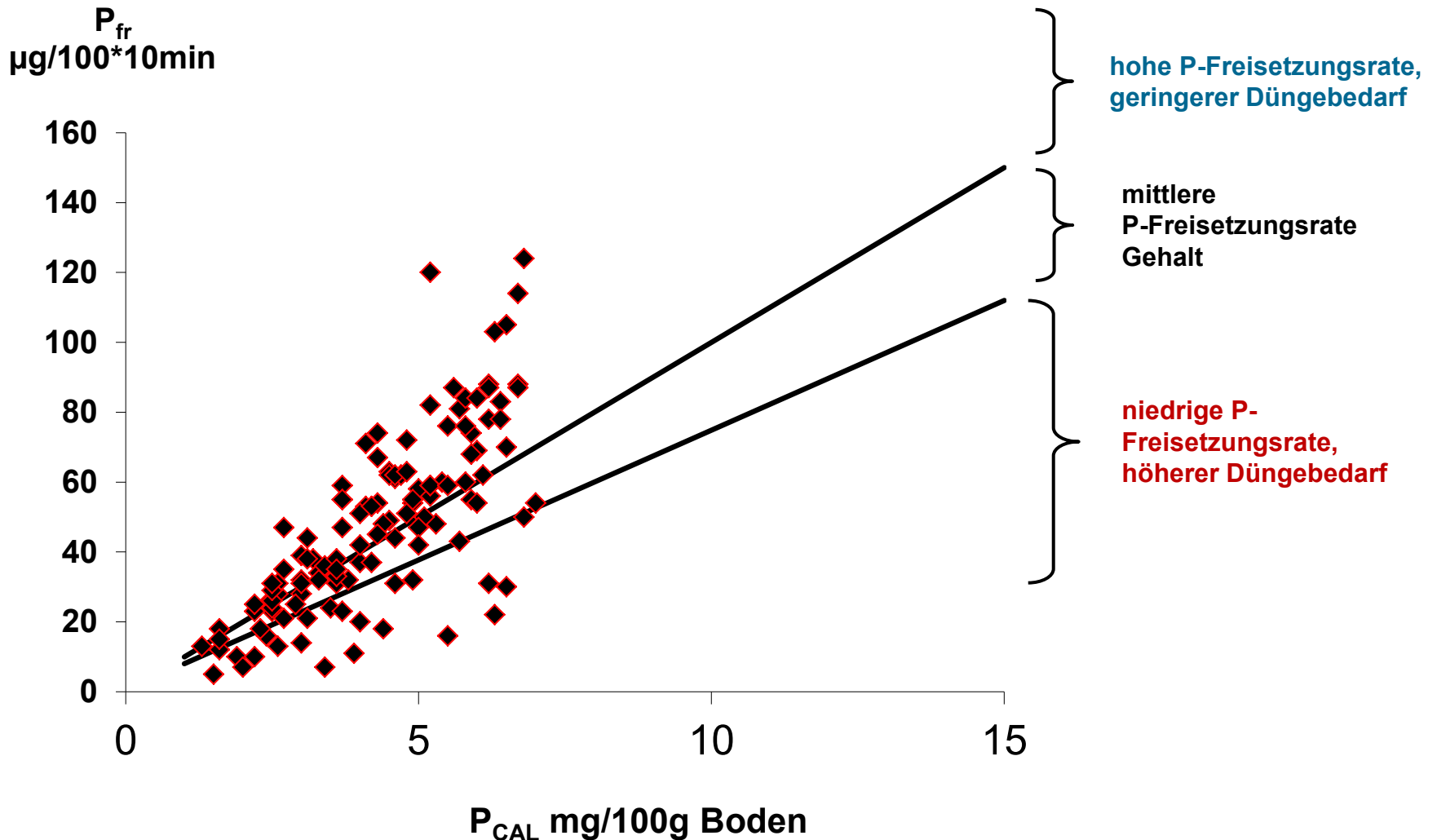
# Bewertung der P-Freisetzungsrate (nach Floßmann u. Richter)

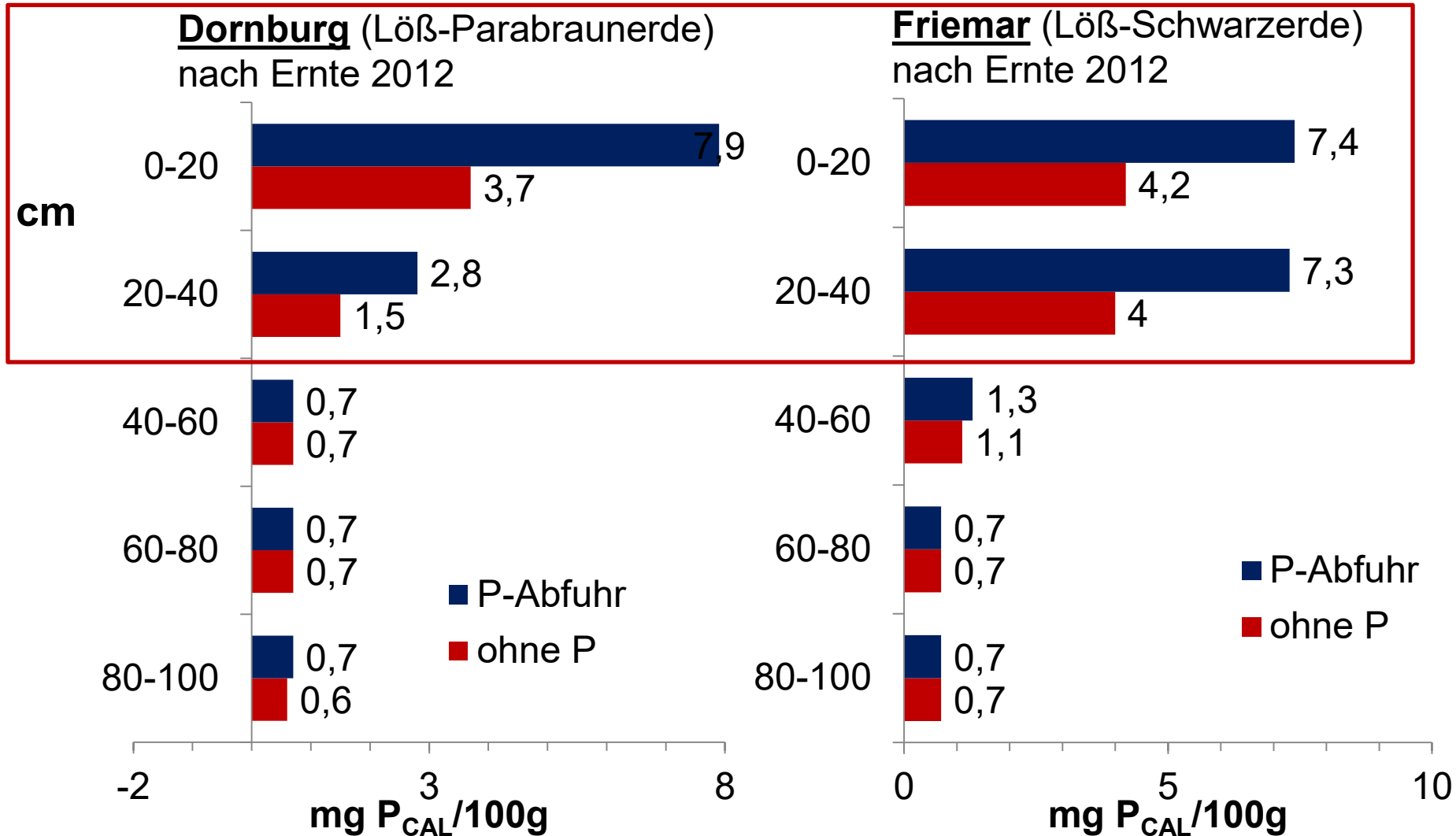
Beispiel: Nullparzellen der P-Düngungsversuche TH



# Bewertung der P-Freisetzungsrate (nach Floßmann u. Richter)

Beispiel: Praxisflächen TH (max. 7 mg  $P_{CAL}$ /100g)





# Schwerpunkte für weitere Bewertungen

## Begrenzung der P-Einträge in Gewässer

### Spannungsfeld

### P-Düngung vs. Reduzierung der P-Einträge in Gewässer



Allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG)  
Langjähriger, mittlerer Bodenabtrag (Wasser)

$$A \text{ [t/ha*a]} = R * K * L * S * C * P$$



R = Regen- und Oberflächenabflussfaktor

K = Bodenerodierbarkeitsfaktor

L = Hanglängenfaktor

S = Hangneigungsfaktor

C = Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor

P = Erosionsschutzfaktor (Konturpflügen)



## Faktoren-Herleitung

Fokus: jährliche Antragstellung

Natürliche Faktoren (konstant)  
**Vorgabe**

Bewirtschaftungsfaktor (rel. Konstant; ▷ Flächengröße)  
**Vorgabe**

Bewirtschaftungsfaktor (dynamisch)  
**Planung**

## Betriebsplanung

Kultur ←

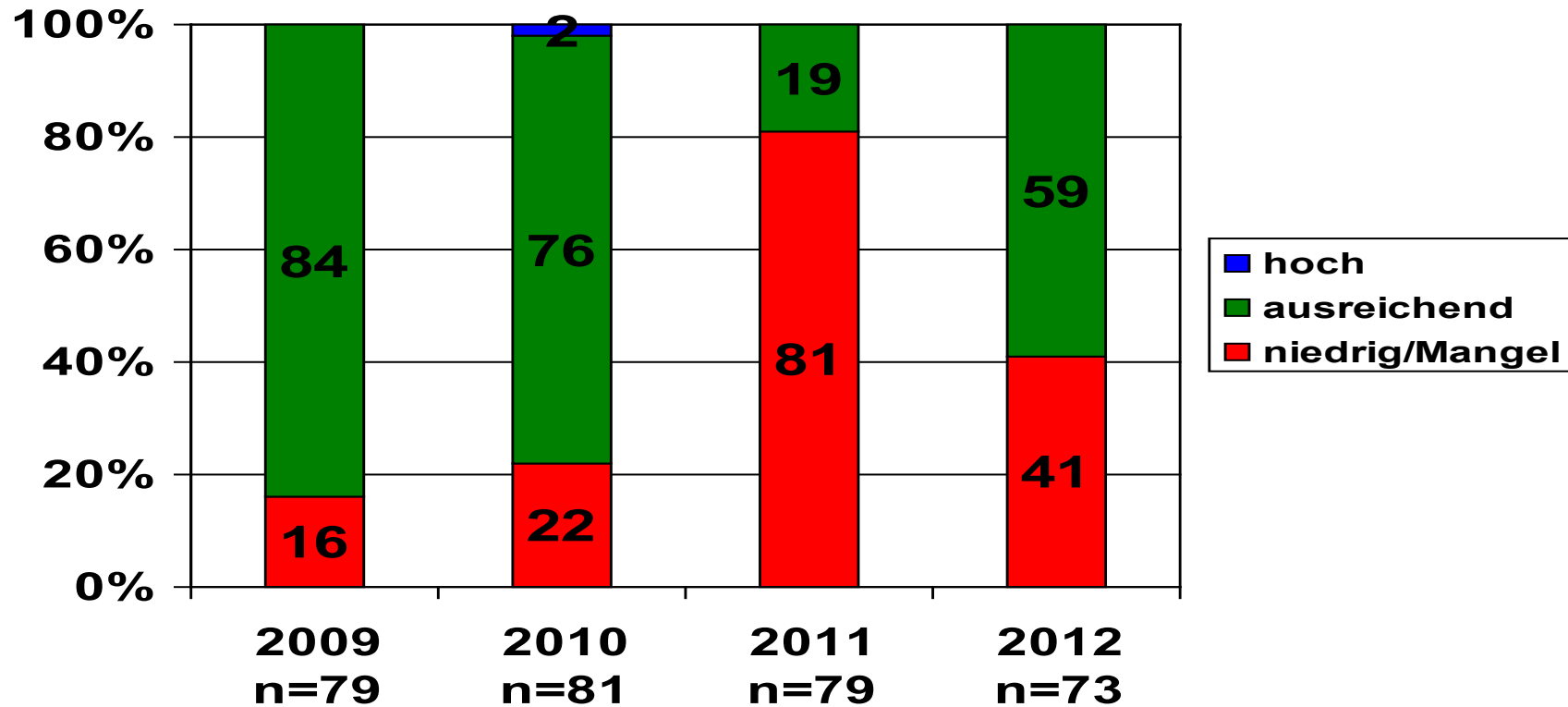
Bodenbearbeitung ←

Zeitraum der Bodenbedeckung (Pflanzen/Mulch) ←

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

Löß-Braunschwarzerde Friemar (Thüringen) Ackerzahl: 96

**P-Ernährungszustand von Winterweizen (BBCH 33-36) in Thüringen 2009 – 2012**



**Niederschlag in Dornburg (mm)**

Februar - April	147	76	46	30
Mai	71	101	30	48

**Trockenheit hemmt die P-Aufnahme!**

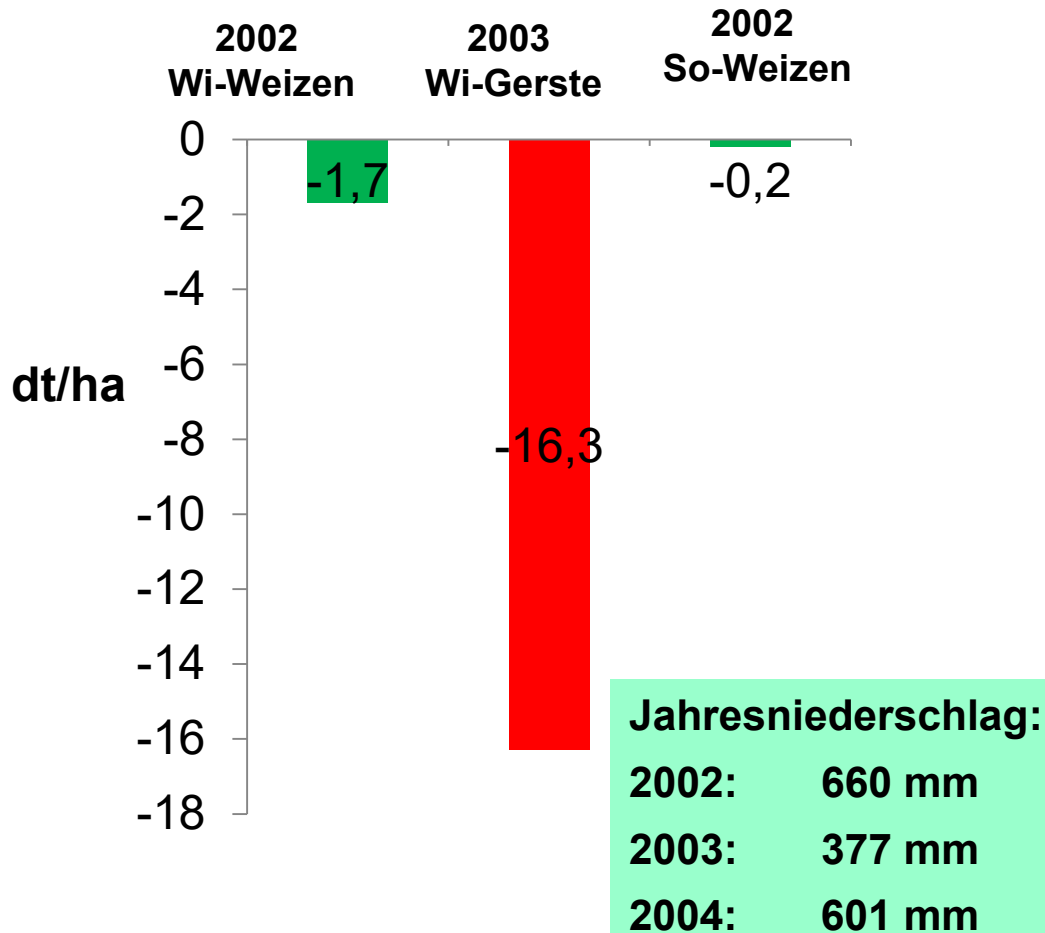


# Ertragsminderung durch unterlassene P-Düngung (P-Versuch Haufeld, 2002 – 2004)

**P0:** 7 mg P/100g GK C (D)  
**P<sub>Abfuhr</sub>:** 9 mg P/100g GK D

**Pseudogley-Braunerde aus Löß  
über Muschelkalkverwitterung**

**Lö3a; L4V 65**





Kalkmergel- Rendzina aus  
Muschel-kalk-Verwitterung V3c1;  
L6Vg 38

	nFK
Ap	28
Ah	13
cC	10

Pseudogley-Braunerde aus Löß  
über Muschelkalkverwitterung

	nFK
Ap	40
Bv+Sw	34
cC	7

Statischer P-Versuch

- Die bedarfsgerechte P-Düngung erfordert experimentell belegte Richtwerte für die Düngebedarfsermittlung sowie eine Optimierung der Düngemittelapplikation
- Optimale P-Versorgung erforderlich (Wirtschaftlichkeit, Qualität, N-Effizienz, ...)
- Aktivitäten zur Neubewertung der Gehaltsklassen (VDLUFA, VLK AK Düngeberatung, AG im Auftrag des BMEL)
- Anforderungen an Feldversuche zur Kalibrierung der BU
- Berücksichtigung von besonderen Situationen (Trockenheit, Nässe, Kälte)
- Ergebnisse Thüringer Feldversuche als Teil des Datenpools im VLK
- Weiterentwicklung der BU und standortabhängige Düngeempfehlung
- Bewertung der P-Düngung in Veredlungsregionen
- Vorsorge gegen P-Einträge in Gewässer
- Frage: Abmagerung der Boden-P-Gehalte oder langfristige Risikovorsorge unter dem Blickwinkel des Klimawandels?



*Vielen Dank  
für die Aufmerksamkeit*

Kontakt: [wilfried.zorn@tll.thueringen.de](mailto:wilfried.zorn@tll.thueringen.de)