

Informationstag zur Nährstoffanalytik in der FAL Braunschweig

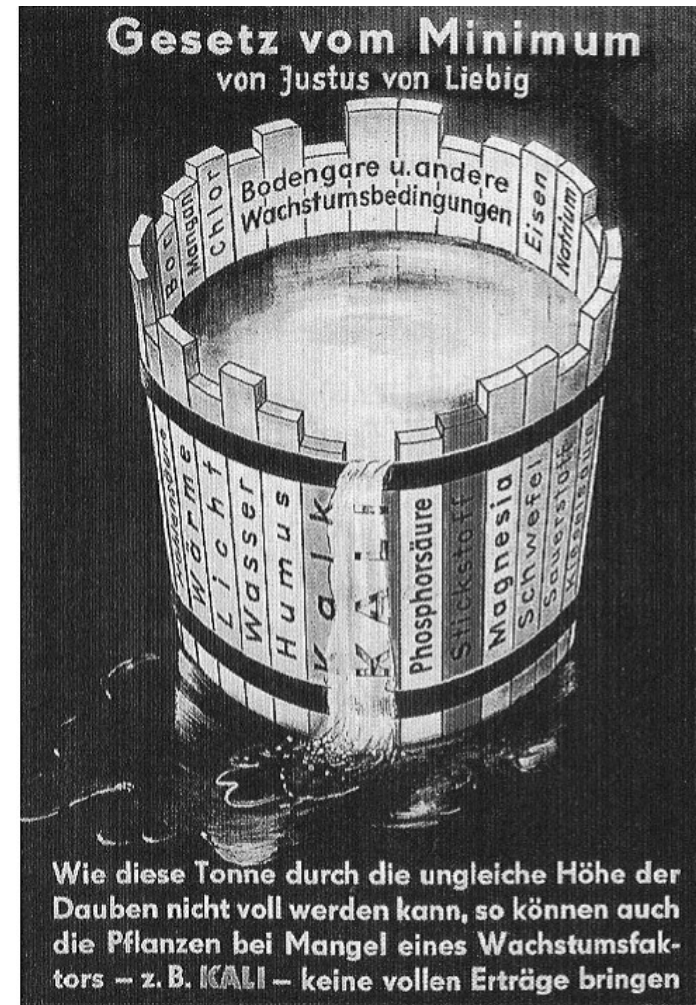
Bodenanalyse und Düngebedarfsermittlung

Dr. Karl Severin

Gliederung

- **Geschichte**
- **Diagnose der Nährstoffversorgung**
- **Methoden**
- **Feldversuche zur Ableitung von Düngeempfehlungen**
- **Düngebedarfsermittlung**
- **Genauigkeit der Bedarfsermittlung**
 - Untersuchungsgenauigkeit
 - Ringuntersuchungen
- **Ausblick und Fazit**

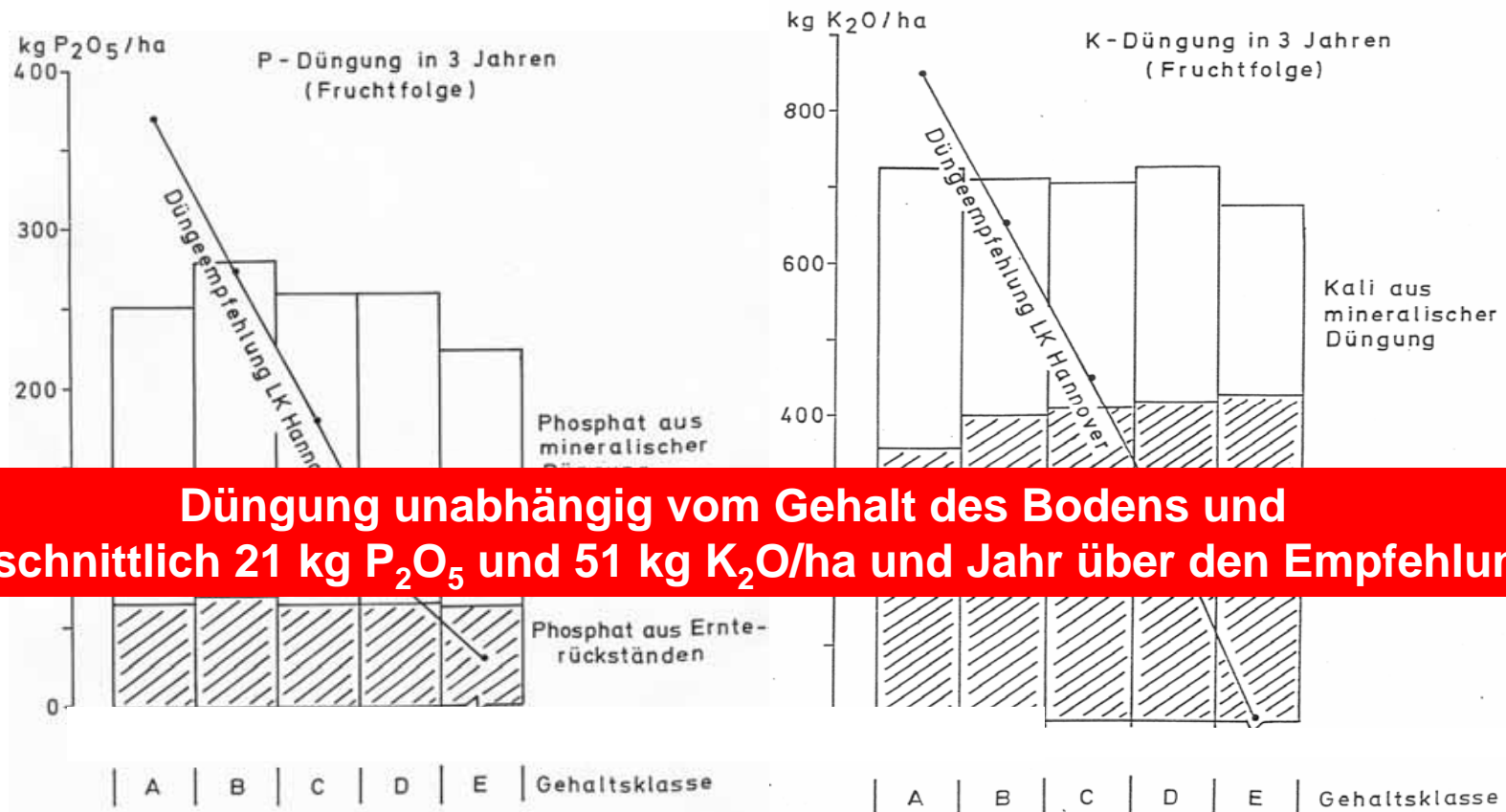
Vor 150 Jahren begann mit SPRENGEL und LIEBIG das Zeitalter der Agrikulturchemie



Diagnose für die Nährstoffversorgung der Böden

- **Symptom-Diagnose an Pflanze**
(Keimpflanzenmethode nach NEUBAUER)
- **Diagnose durch Bodenuntersuchungen**
- **Diagnose durch Pflanzenanalysen**
- **Testparzellen zur Überprüfung der Düngemaßnahmen**
(Düngefenster)

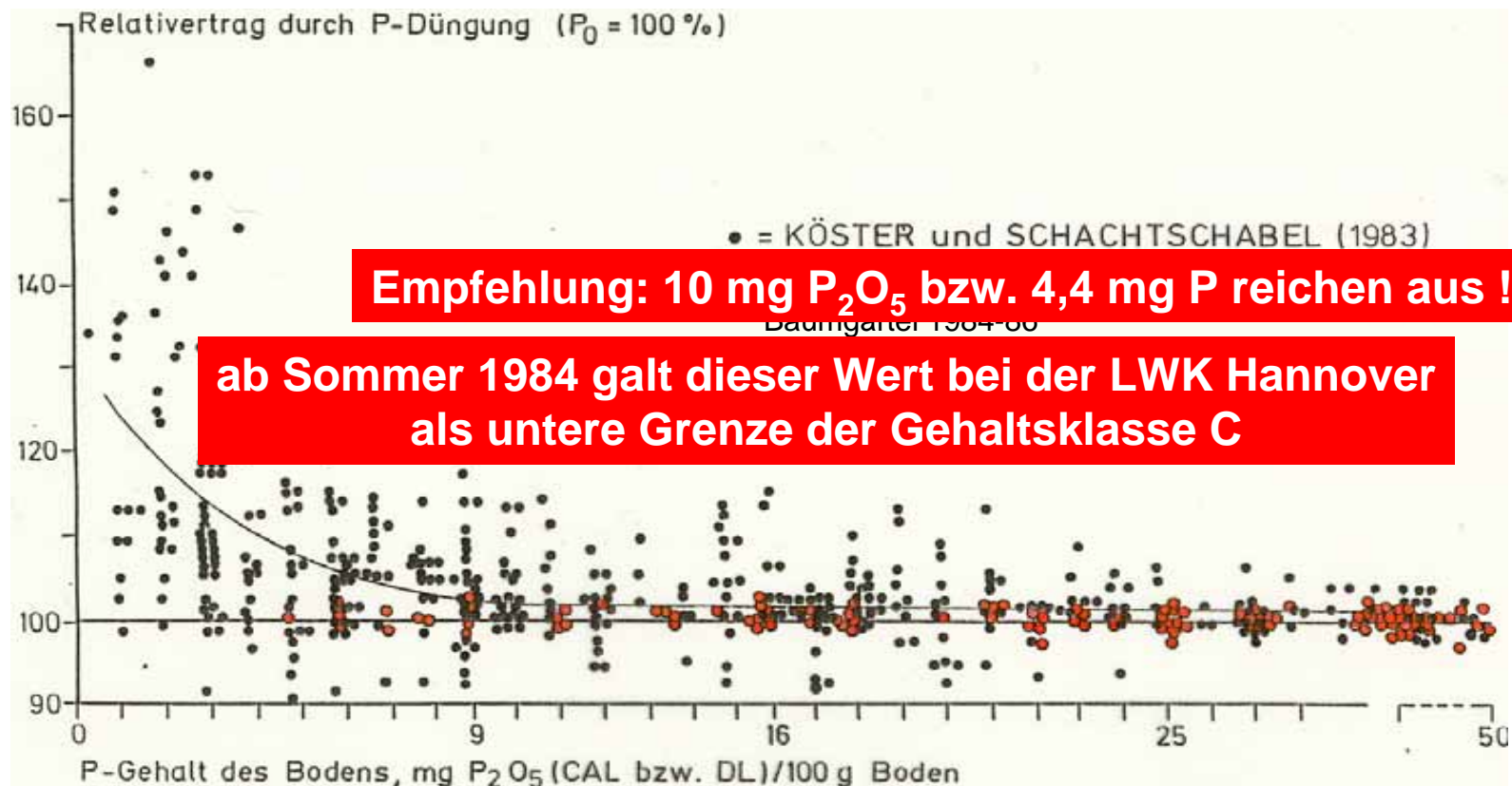
Vergleich der Düngeempfehlung mit der Düngung in der Praxis Ackerbauring Südhannover 1982 bis 1984

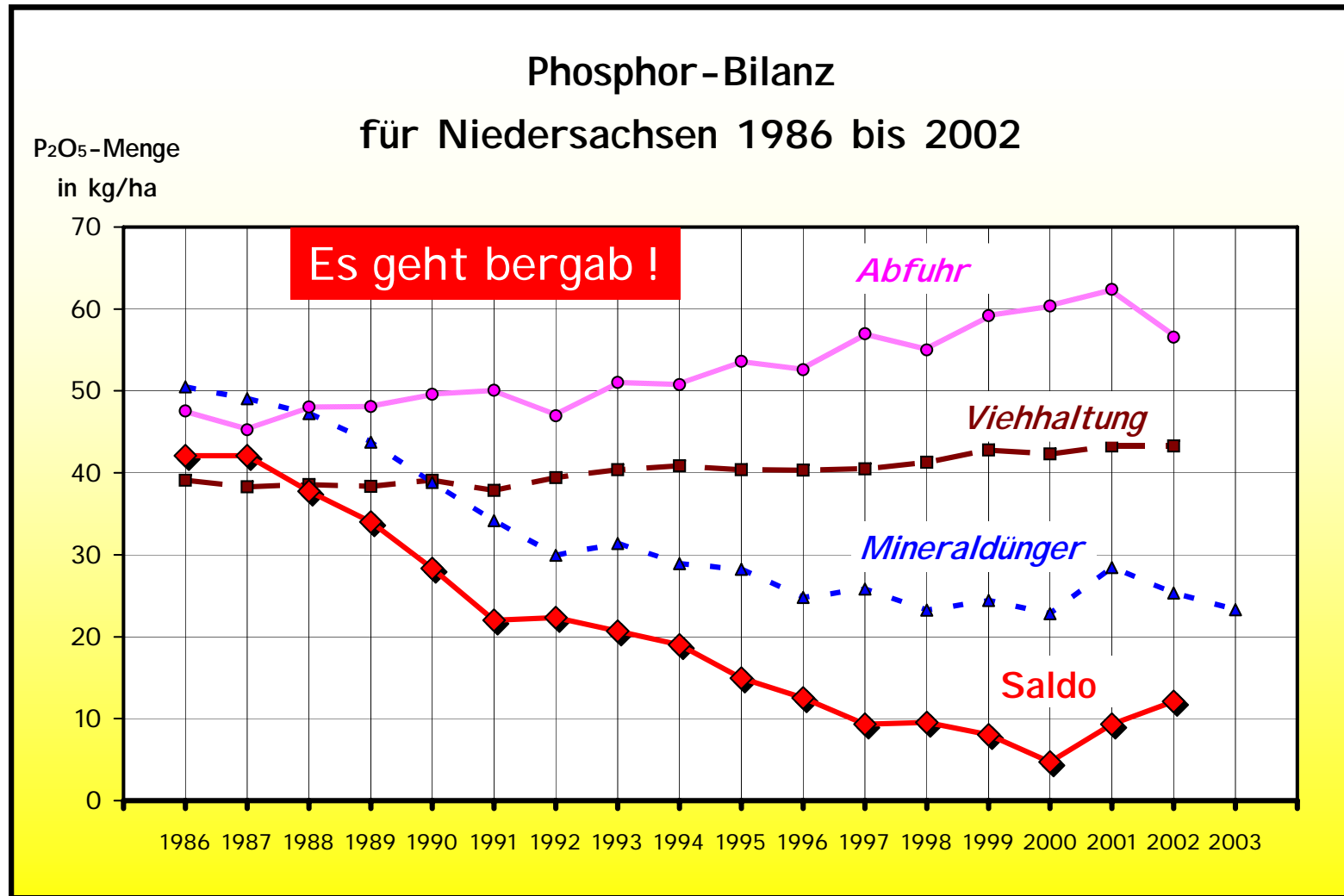


Düngung unabhängig vom Gehalt des Bodens und durchschnittlich 21 kg P₂O₅ und 51 kg K₂O/ha und Jahr über den Empfehlungen

Baumgärtel u.a., 1986

Botschaft der 80er Jahre





Große Fortschritte und Sicherheit durch VDLUFA-Standpunkte

Einheitliches Vorgehen im Bundesgebiet durch

- einheitliche Untersuchungsmethoden (hohe Präzision)
- Einheitliche Düngeempfehlungen
(Auswertung aller Düngungsversuche in Deutschland)

Düngebedarfsermittlung besteht aus

- **Bodenuntersuchung**
- **Ableitung der Nährstoffmenge**
- **Bestimmung des Düngemitteltyps und der Düngermenge**

Bodenuntersuchungsmethoden bestehen aus

- **Probenahme**
- **Analytik**
 - **Probenvorbereitung:**
Trocknung (Lufttrocknung, 105°C-Trocknung),
Vermahlung (< 2 mm, Abreibung)
 - Tongehaltsbestimmung, Humusgehaltsbestimmung
 - **Extraktion:** Gesamtgehalte (Flusssäure), annähernde Gesamtgehalte (Königswasser), leichtlösliche Gehalte (CAL, Wasser ...)
 - **Endbestimmung der Nährstoffe:**
 - Gravimetrisch (= „richtiger“ Wert)
 - Photometrisch (z. B. N, P, B)
 - Flammenphotometrisch (K, Na)
 - Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (z. B. Ca, Mg, K, Mn, Zn, Cu)
 - Atomemissionsspektrometer mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES), alle Haupt, Sekundär- und Spurenelemente mit Ausnahme von N

Untersuchungsmethoden des VDLUFA

Methodentyp	Anlass der Entwicklung Grund der Anwendung
Hausmethode	Spezielles wissenschaftliches Problem (z. B. aufgrund regionaler Besonderheiten); Buch- oder Verbandsmethode nicht vorhanden bzw. nicht anwendbar (z. B. wegen Laborausstattung)
Buchmethode	Methode von überregionaler Bedeutung; eine Hervorhebung als „empfohlene Methode“ ist möglich
Verbandsmethode	Untersuchungen, für die ein hohes Maß an Vergleichbarkeit zu gewährleisten ist.
Amtliche Methode	Für die Umsetzung von gesetzlichen oder untergesetzlichen Regelungen ist vorgeschriebene Methode anzuwenden

VDLUFA-Verbandsmethode

- **Durch Ringanalysen geprüft**
(Wiederholbarkeit, Vergleichbarkeit,
mindestens acht teilnehmende Laboratorien)
- **Ableitung von Düngeempfehlungen durch mehrjährige
Felddüngungsversuche unter Einbindung der Methode**

Grundsätze der Untersuchung (Probenahme und Analyse)

- **Voraussetzung für eine Untersuchung, die verlässliche Ergebnisse erbringt, ist eine sachgemäße und sorgfältige Durchführung der Probenahme.
Für das Untersuchungsergebnis ist die Probenahme entscheidender als die Analyse.**
- **Probenahmefehler lassen sich durch beste Analytik nicht korrigieren.**
- **Bei den Untersuchungsergebnissen ist der Probenehmer für die Zahlen vor dem Komma, der Analytiker für die Nachkommastellen verantwortlich.**

Bodenuntersuchungsmethoden für Haupt- und Spurennährstoffe

Stickstoff: N_{\min} -Methode

Prinzip

- System aus Untersuchung und N-Düngungsstrategie: „Sollwertdüngung“
- NO_3^- , $\text{NH}_4\text{-N}$ -Extraktion (N_{\min}) mit 0,0125 CaCl_2 -Lösung und Berechnung der N_{\min} -Mengen 0-30, 30-60, 60-90 cm (\cong Durchwurzelungstiefe)
- N_{\min} wird Mineraldünger-N gleichgesetzt
- Untersuchung liegt immer vor dem ersten Düngungstermin
- Pflanzenanalyse kann zusätzlich angewendet werden

Empfehlungen für Getreide und Raps

Pflanzenart	Probenahmetiefe cm	Sollwert (inkl. Spätgabe) kg/ha	Verteilung ¹⁾		
			Vegetationsbeginn	Schossen EC 30-32	Spätgabe ²⁾ EC 49
Herbstaussaat					
Raps	0 - 90	200	130 - N _{min}	70	-
Gerste	0 - 90	190 ³⁾	50	90 - N _{min}	50
Roggen	0 - 90	150	60	90 - N _{min}	- ⁴⁾
Triticale	0 - 90	190	50	80 N _{min}	60
Futterweizen	9 - 90	210	50	100 N _{min}	60
Backweizen	0 - 90	230	50	100 - N _{min}	80
Frühjahrsaussaat					
Weizen	0 - 90	200	50	100 - N _{min}	50
Braugerste	0 - 60	120	120 - N _{min}	- ⁵⁾	0
Futtergerste	0 - 60	140	140 - N _{min}	- ⁵⁾	0
Hafer	0 - 60	100	100 - N _{min}	- ⁵⁾	0

Bemerkungen:

- 1) Schwache Wintergetreide- und Winterrapsbestände stärker (+ 20 N), starke Bestände schwächer (- 20 N) andüngen
- 2) Spätgaben in Abhängigkeit vom Standort platzieren. z.B.:
bei sommertrockenen Standorten vorziehen (EC 37/39),
bei niedrigem Ertragsniveau und zu erwartenden Trockenschäden unterlassen
- 3) Bei Wintergerste auf Sandböden 20 N weniger
- 4) Bei Winterroggen nur bei höheren Endproduktpreisen (z. B. Vermehrung) max. 40 N
- 5) Ggf. erforderliche Sollwertkorrektur (+ 20 N) sollte in der Schossphase erfolgen

Bei witterungsbedingten Wachstumsstockungen kann ein Teil der Schossgabe oder Spätdüngung vorgezogen werden. Die Gesamtgabe bleibt jedoch die gleiche.

Zur Terminierung der Anschlussdüngung kann die Nitrachek-Methode angewendet werden.

Wird mit Gülle zu Wintergetreide 50 bis 70 % des gesamten N-Düngebedarfs abgedeckt, so sollte dies zu Vegetationsbeginn (u. a. geringere Ammoniakverluste!) erfolgen. Die weiteren Gaben sind entsprechend zu reduzieren.

Korrekturen des Sollwertes für

- Standorteigenschaften
- Bewirtschaftungsverhältnisse
- Vorfrüchte / Ernterückstände
- Fruchtarten

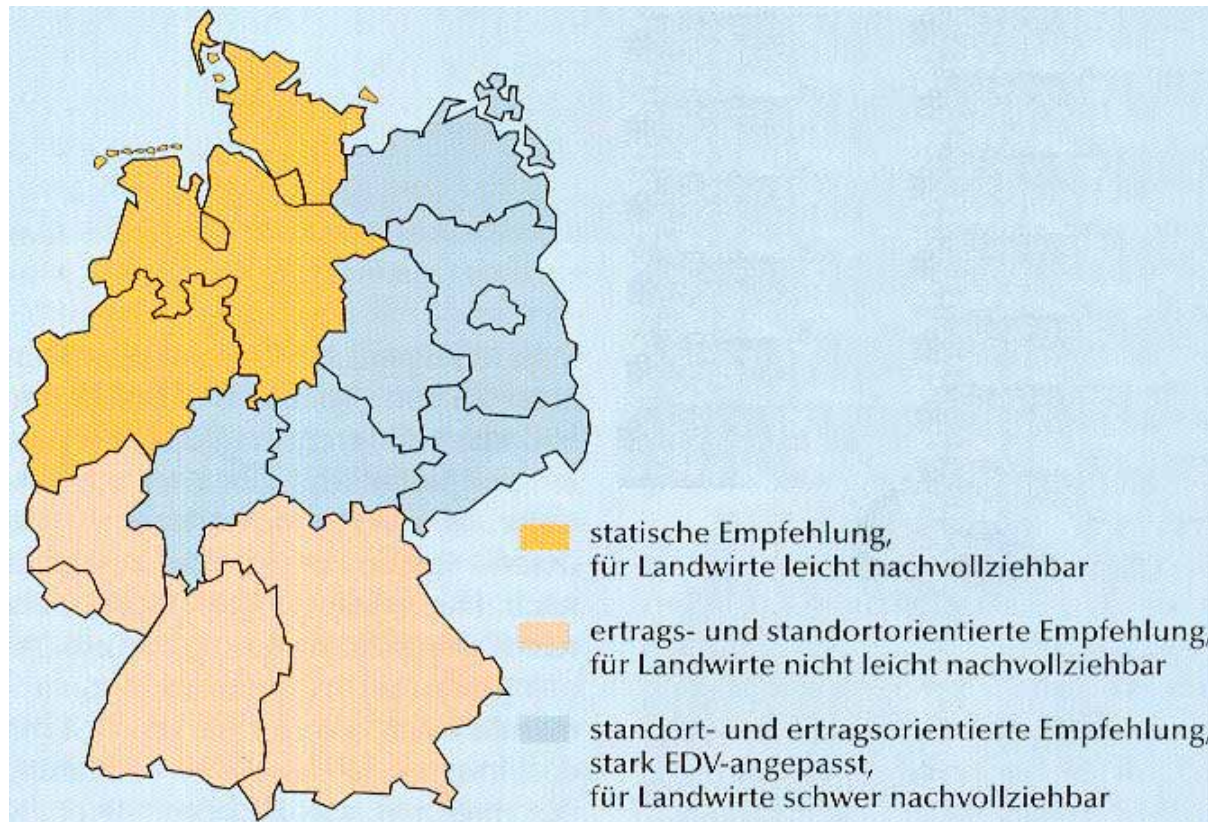
Pflanzenart	Sollwert kg N / ha	Korrekturen (Beispiele)
Winterweizen	230	+ 20 bei später Saat - 20 bei Rübenblatt
Zuckerrübe	160	- 20 bis - 40 bei langjähriger Anwendung von Mist / Gülle

Nährstoffvorräte niedersächsischer Ackerböden

N_{min}-Gehalte Frühjahr 2006

Boden	Landkreis	Region	Schicht cm	Winterweizen kg N _{min} /ha	Zuckerrüben kg N _{min} /ha
nördliches Niedersachsen					
Marsch	AUR, CUX, FRI, LER, NI, STD, VER, WTM	Marschen	0-30	18	26
			30-60	18	31
			60-90	20	25
			Summe	56	82
Sandböden	CE, DAN, GF, HE, LG, UE, WOB	östliche Geest	0-30	13	23
			30-60	36	27
			60-90	33	11
			Summe	81	61
südliches Niedersachsen					
Lößböden	BS, GS, H, HE, HI, PE, WF	Süd- hannover	0-30	21	27
			30-60	29	29
			60-90	24	21
			Summe	74	77

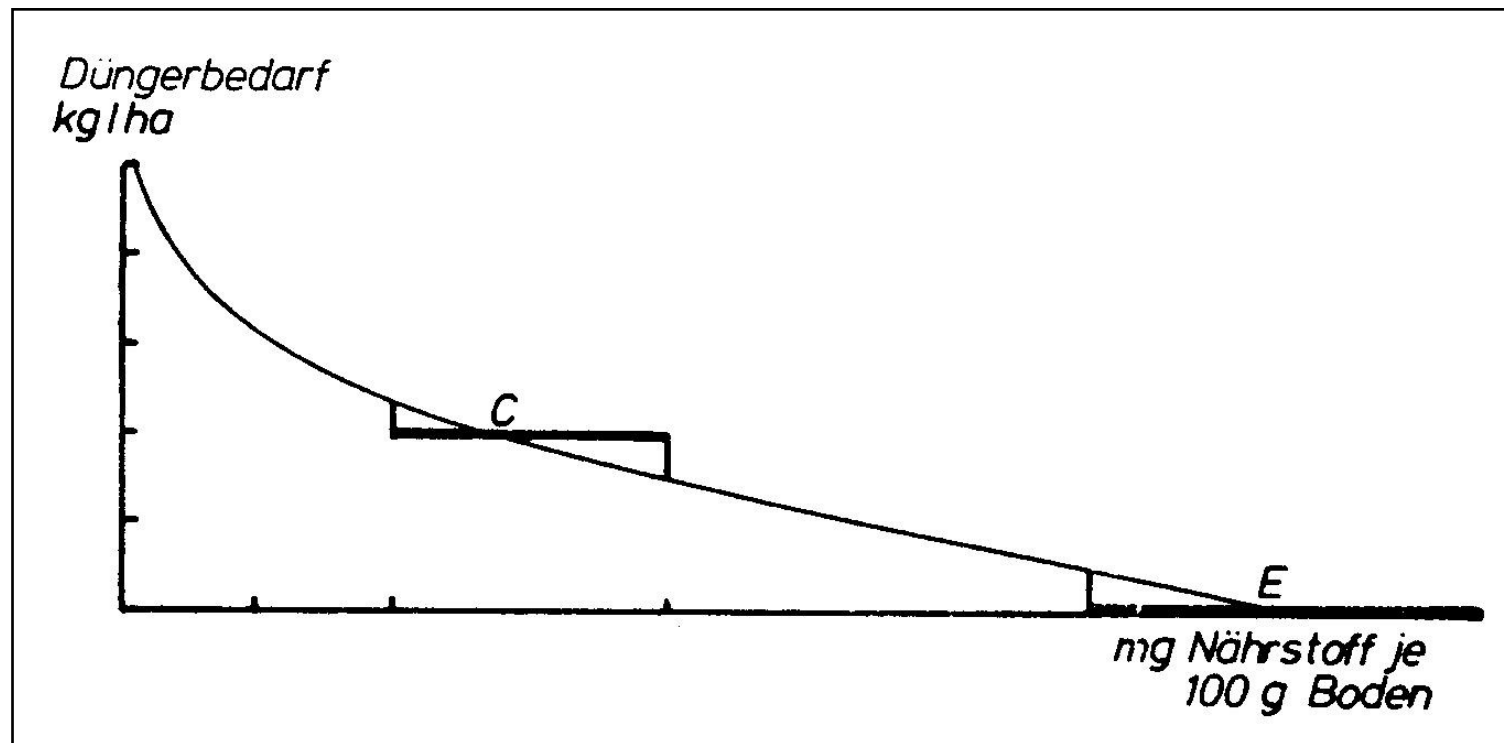
N-Düngebedarfsermittlung So beraten die Länder



F. FRITSCH,
DLG-Mitteilungen 11/2006

Kalk, Phosphor, Kalium, Magnesium, Spurennährstoffe

Schematische Beziehung zwischen Nährstoffgehalt im Boden und Düngerbedarf

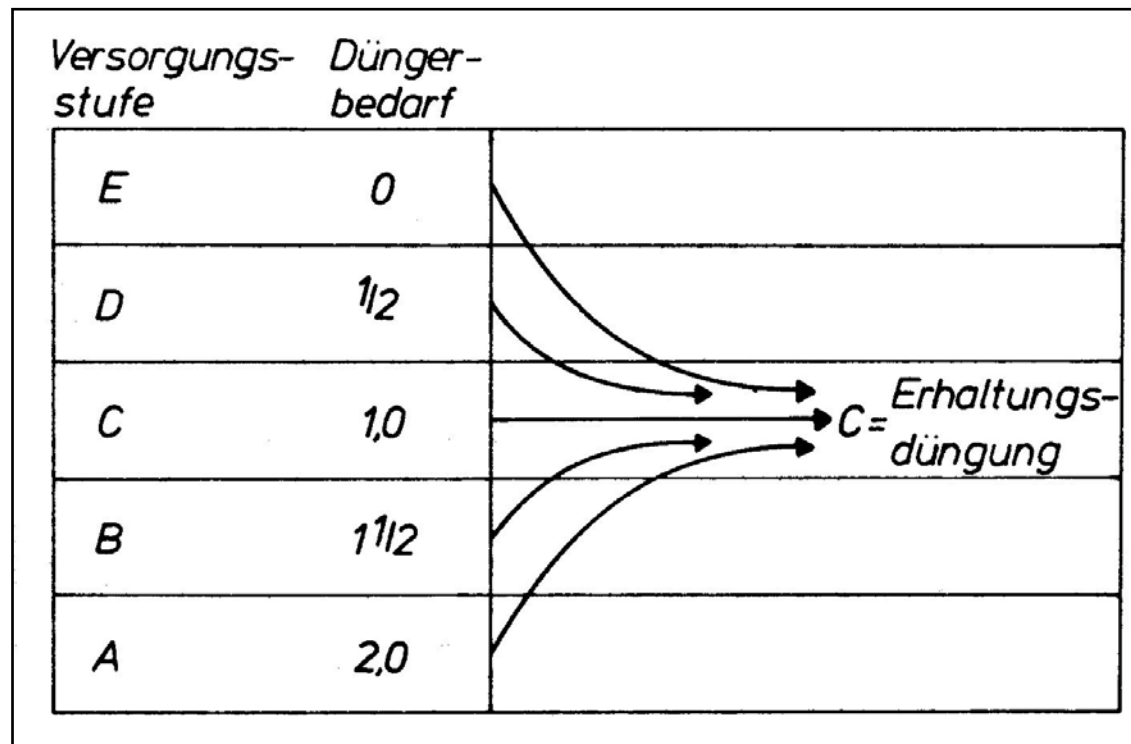


Definition der Gehaltsklassen für leichtlösliche (pflanzenverfügbaren) Nährstoffe im Boden und Düngempfehlungen *

Gehalts- klasse (GK)	Kurzdefinition
A	<p><u>Sehr niedriger Gehalt</u></p> <p>Düngempfehlung: stark erhöhte Düngung gegenüber der Empfehlung in GK C</p> <p>Düngewirkung auf Ertrag: hoher Mehrertrag</p> <p> auf Boden: Gehalt im Boden steigt deutlich an</p>
B	<p><u>Niedriger Gehalt</u></p> <p>Düngempfehlung: erhöhte Düngung gegenüber der Empfehlung in GK C</p> <p>Düngewirkung auf Ertrag: mittlerer Mehrertrag</p> <p> auf Boden: Gehalt im Boden steigt an</p>
C	<p><u>Anzustrebender Gehalt</u></p> <p>Düngempfehlung: Erhaltungsdüngung in der Regel nach P-Abfuhr</p> <p>Düngewirkung auf Ertrag: geringer Mehrertrag</p> <p> auf Boden: Gehalt im Boden bleibt erhalten</p>
D	<p><u>Hoher Gehalt</u></p> <p>Düngempfehlung: verminderte Düngung gegenüber der Empfehlung in GK C</p> <p>Düngewirkung auf Ertrag: Mehrertrag meist nur bei Blattfrüchten</p> <p> auf Boden: Gehalt im Boden nimmt langsam ab</p>
E	<p><u>Sehr hoher Gehalt</u></p> <p>Düngempfehlung: keine Düngung</p> <p>Düngewirkung auf Ertrag: keine</p> <p> auf Boden: Gehalt im Boden nimmt ab</p>

* Rahmenschema des VDLUFA, das von den Fachgruppen I, II und X im März 1997 in Karlsruhe beschlossen wurde.

Richtige Höhe der Düngung führt langfristig zu Versorgungsstufe C und zur Empfehlung „Erhaltungsdüngung“



Kalkbedarf

- **pH-Wert CaCl_2**

0,01 m/l CaCl_2

- **Ca-Acetat-Methode**

Ausgangs-pH-Wert CaCl_2

End-pH-Wert Ca-Acetat, 1,5 m/l Ca-Acetat, pH 7,2 – 7,6

Ablezen des Kalkbedarfes aus empirischen Tabellen

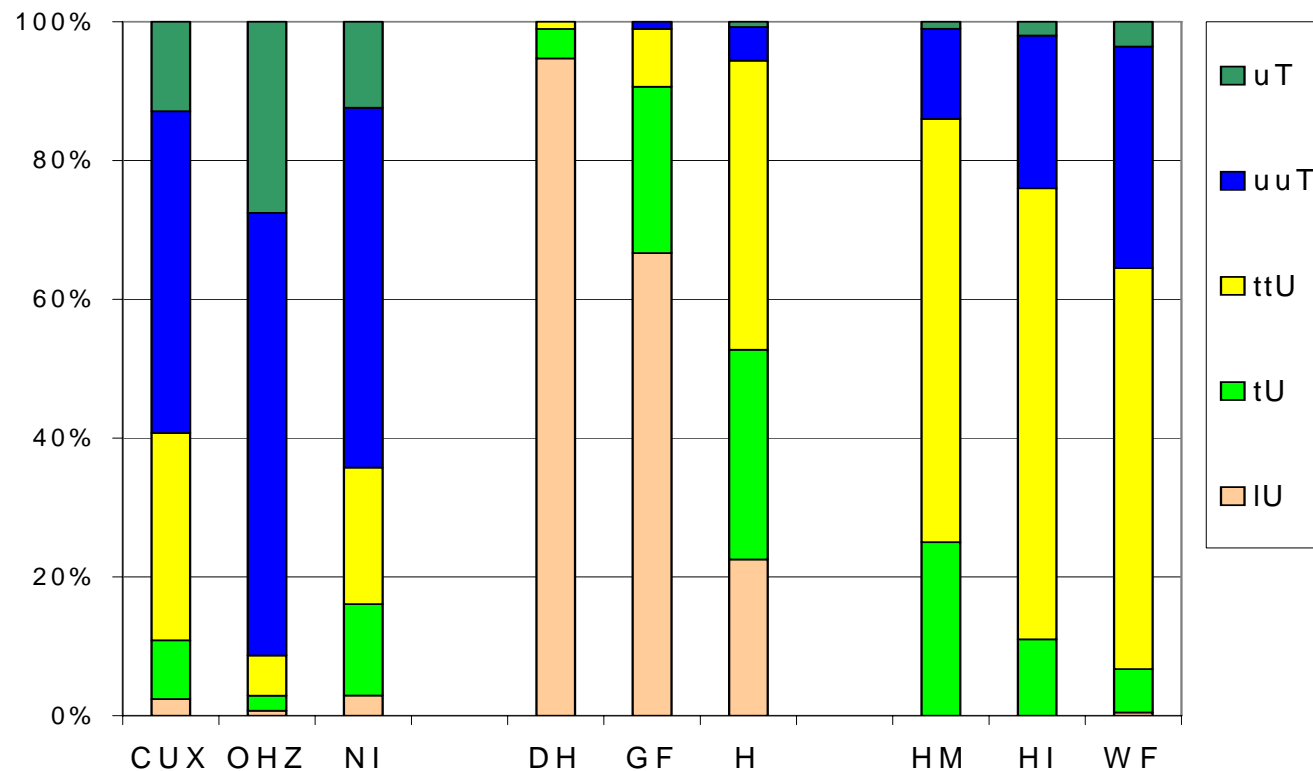
Anzustrebende pH-Wert-Bereiche (Versorgungsstufe C)

Bodenart	Humusgehalt des Bodens (%)		
	0 - 4	4,1 - 8	8,1 - 15
S	5,0 - 5,6	5,0 - 5,4	4,7 - 5,1
l'S, U	5,4 - 5,8	5,0 - 5,6	4,7 - 5,1
IU	5,8 - 6,3	5,4 - 5,9	5,0 - 5,5
IIS, tU	6,1 - 6,7	5,6 - 6,2	5,2 - 5,8
sL, ttU	6,3 - 7,0	5,8 - 6,5	5,4 - 6,1
t'L, tL, uuT, uT, T	6,4 - 7,2	5,9 - 6,7	5,5 - 6,3

Kalkempfehlungen für Ackerland, 0 – 4 % Humus (dt CaO/ha)

Bodenart	pH-Klasse				
	A	B	C	D	E
S	25 - 40	9 - 21	5 - 7	0	0
I'S, U	31 - 55	12 - 27	7 - 10	0	0
IU	46 - 62	15 - 42	7 - 10	0	0
IIS, tU	63 - 87	17 - 58	10 - 14	0	0
sL, ttU	76 - 117	23 - 70	12 - 17	0	0
t'L, tL, uuT, uT, T	98 - 160	25 - 90	12 - 20	0	0

%-Anteile unterschiedlicher schlufffreier Böden in einzelnen niedersächsischen Landkreisen



MERKEL, 2006

Bodenuntersuchungsmethoden (Extraktion)

Phosphor

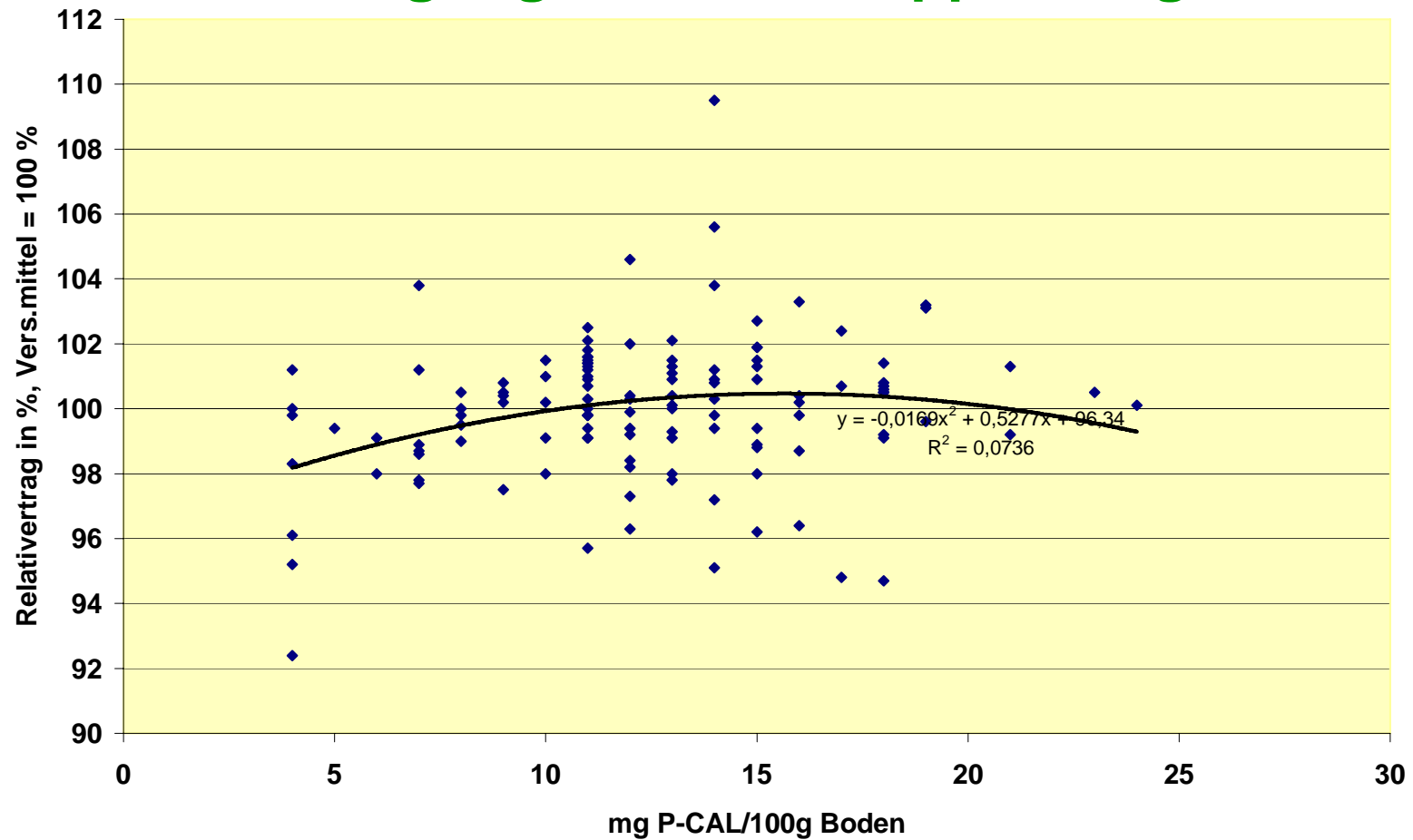
- Ammoniumlactat AL
NH₄-Lactat, Essigsäure
pH 3, Boden / Lösung = 1 : 60
Ungeeignet bei rohphosphatgedüngten Böden
- Doppellactat (DL) (EGNER RIEHM)
Calciumacetat und Salzsäure
pH 3,7, Boden / Lösung = 1: 50
P-Unterbewertung bei rohphosphatgedüngten Böden
- Calcium-Acetat-Lactat (CAL) (SCHÜLLER)
Calciumlactat und Essigsäure
pH 4,1, Boden / Lösung = 1 : 20
Ab 10 % CaCO₃ Korrektur der P-Gehalte

Bodenuntersuchungsmethoden (Extraktion)

Fortsetzung Phosphor

- Wasser-Methode (VAN DER PAAUW)
Extraktion mit Wasser
Boden / Wasser = 1 : 60
Sehr gute Beziehung zwischen P-Wasserwerten und Pflanzengehalten
- EUF-Methode (NEMETH)
Fraktion I: 50 V, 200 V; 20 °C, 30 min
Fraktion II: 400 V; 80 °C, 30-35 min
- Bicarbonat-Methode (OHLSEN)
NaHCO₃
Geeignet für CaCO₃-haltige Böden

P-Düngungsversuch Poppenburg



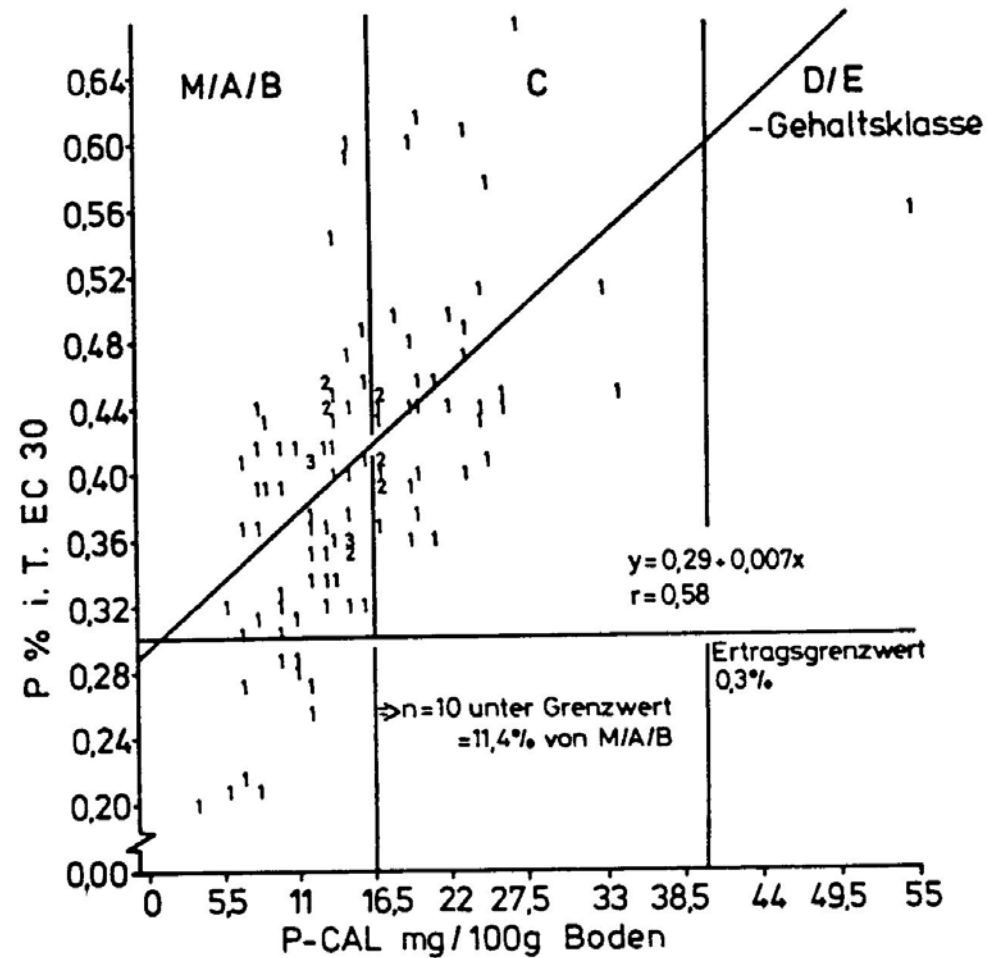
Ermittlung des Düngedarfs

Gehaltsklassen für Phosphor (mg P/100 g Boden) CAL-Methode

Humus (%)	Bodenart	A	B	C	D	E
0 - 8	S	1 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 17	18 - 35
	I'S - T	1 - 2	3 - 4	5 - 9	10 - 15	16 - 33
8,1 - 15	S - T	1 - 2	3 - 6	7 - 12	13 - 19	20 - 39

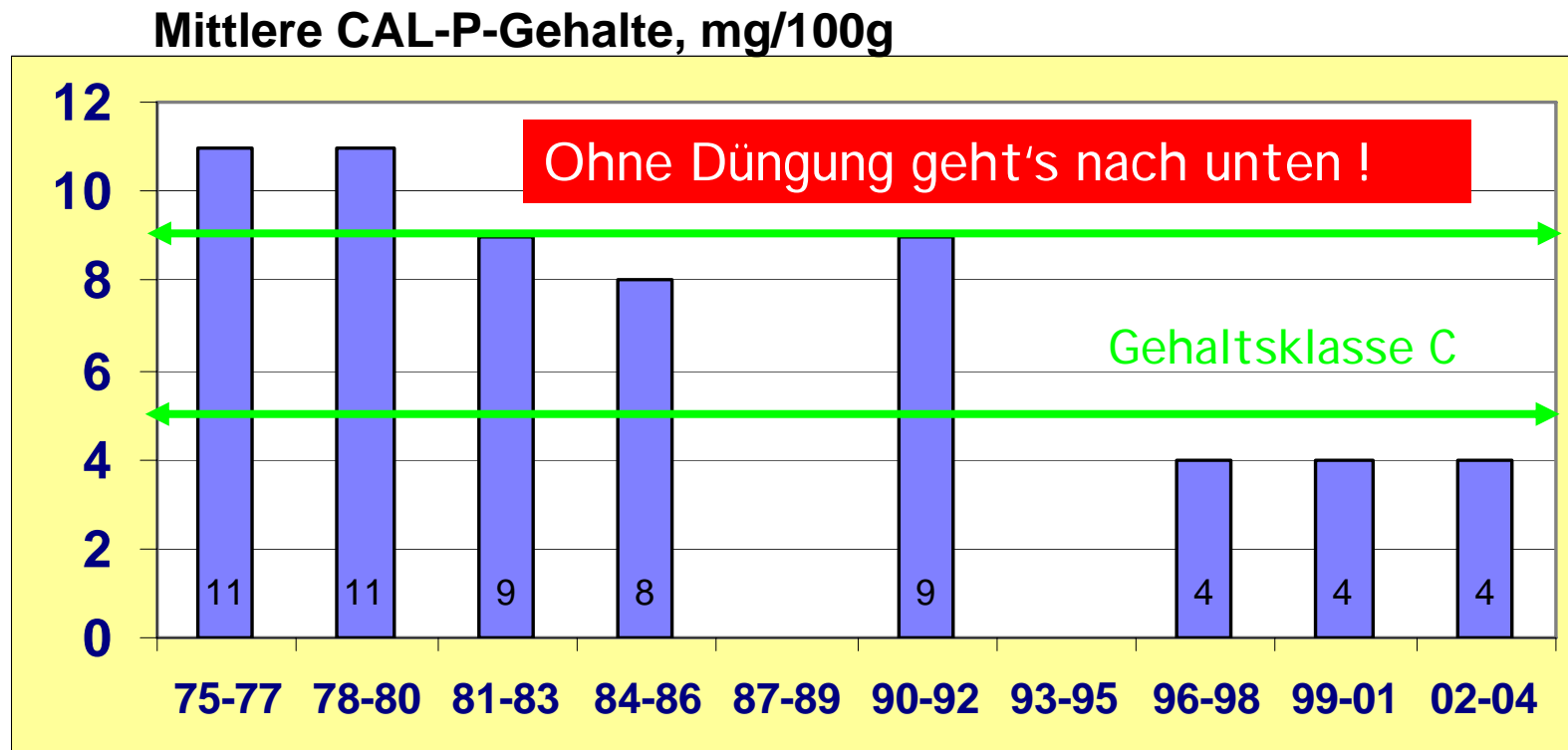
Regression zwischen dem P-Gehalt der Pflanzen zum Schossbeginn und dem des Bodens nach der P-CAL-Methode.

Einteilung in Gehaltsklassen der LUFA Oldenburg (Richtlinien ab 7/87)



FRICKE, 1988

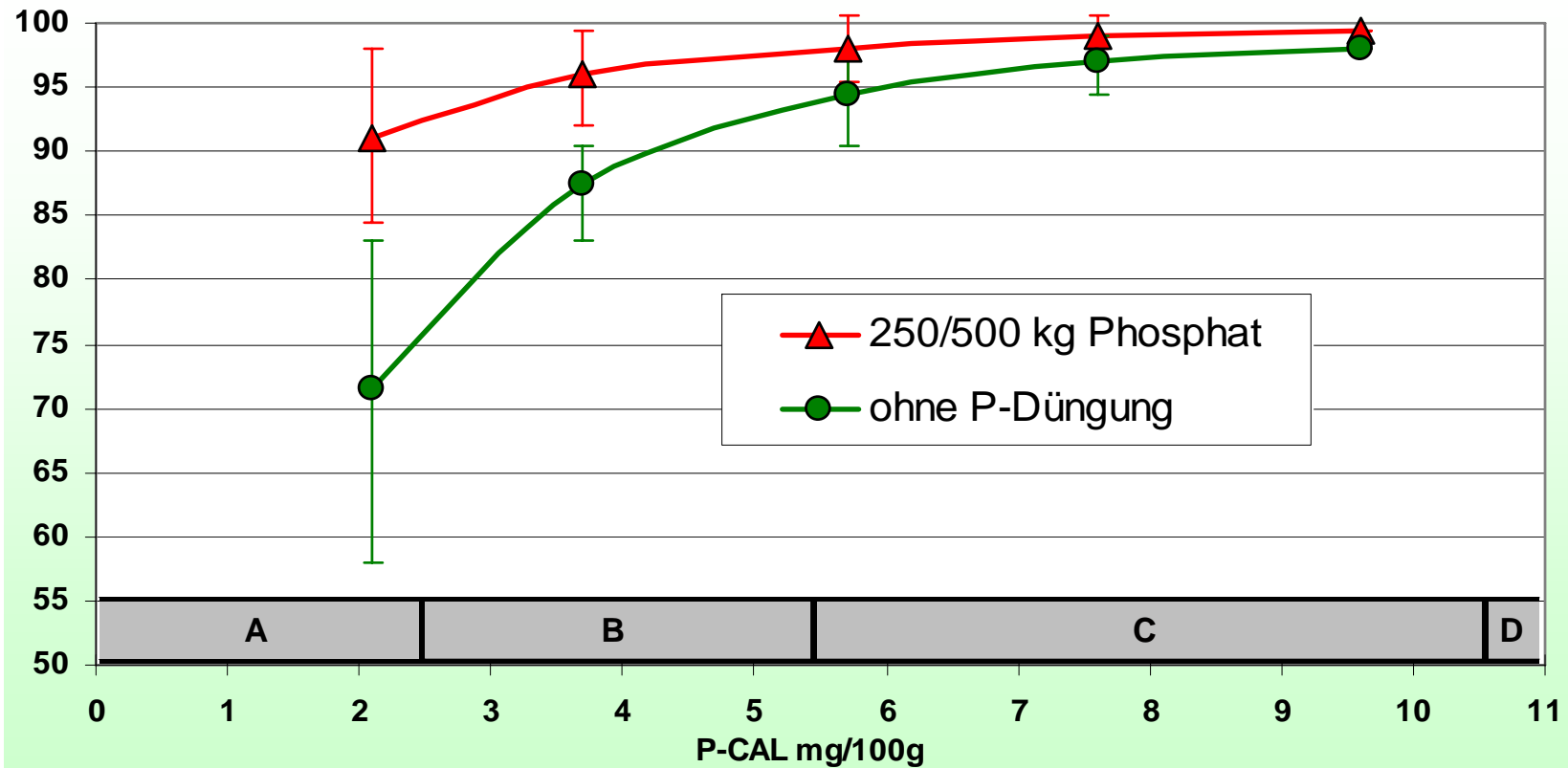
Veränderung der P-Gehalte in der Nullparzelle in Poppenburg



Einfluss des P-Bodenvorrats und der P-Düngung auf den Kartoffelertrag

(Holländische Ergebnisse; Sandböden)

% vom Maximalertrag



Bodenuntersuchungsmethoden (Extraktion)

Kalium

- DL-Methode
- CAL-Methode
- CaCl_2 -Methode
0,0125 m CaCl_2 , Boden / Lösung = 1 : 10
- EUF-Methode
- Ammoniumlactat

Magnesium

- CaCl_2 -Methode

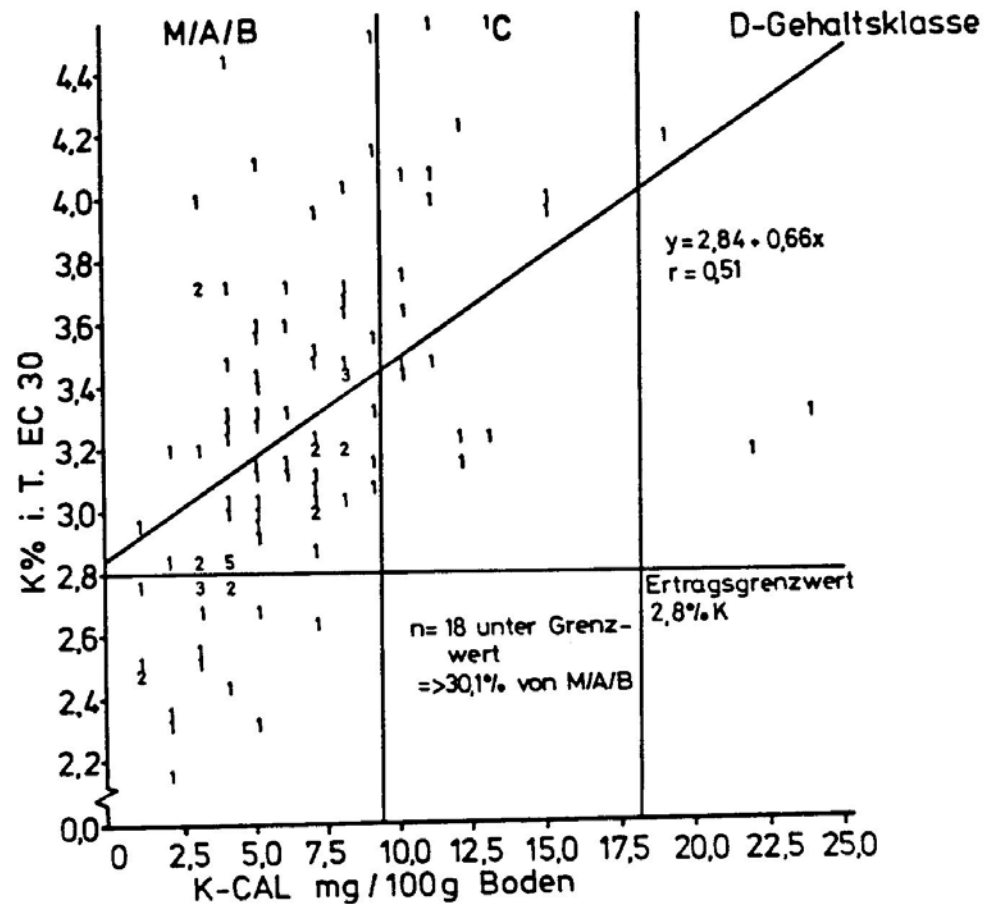
K-Düngungsversuch Höckelheim 1985-1993

Mittelwert aus 1988 und 1991

	Kaliumdüngung als n-facher Entzug			
	0	0,5	1	4
CAL-K-Gehalte Boden, mg/100g	5,4	8,3	11,3	30,7
Rüben, dt/ha	520	569	630	615
Zucker, %	17,9	18,0	18,2	18,5
Ber. Zucker, dt/ha	82,3	91,6	102,1	101,9

Regression zwischen dem
K-Gehalt der Pflanzen zum
Schossbeginn und dem
des Bodens nach der
K-CAL-Methode.

Einteilung in Gehaltsklassen
der LUFA Oldenburg



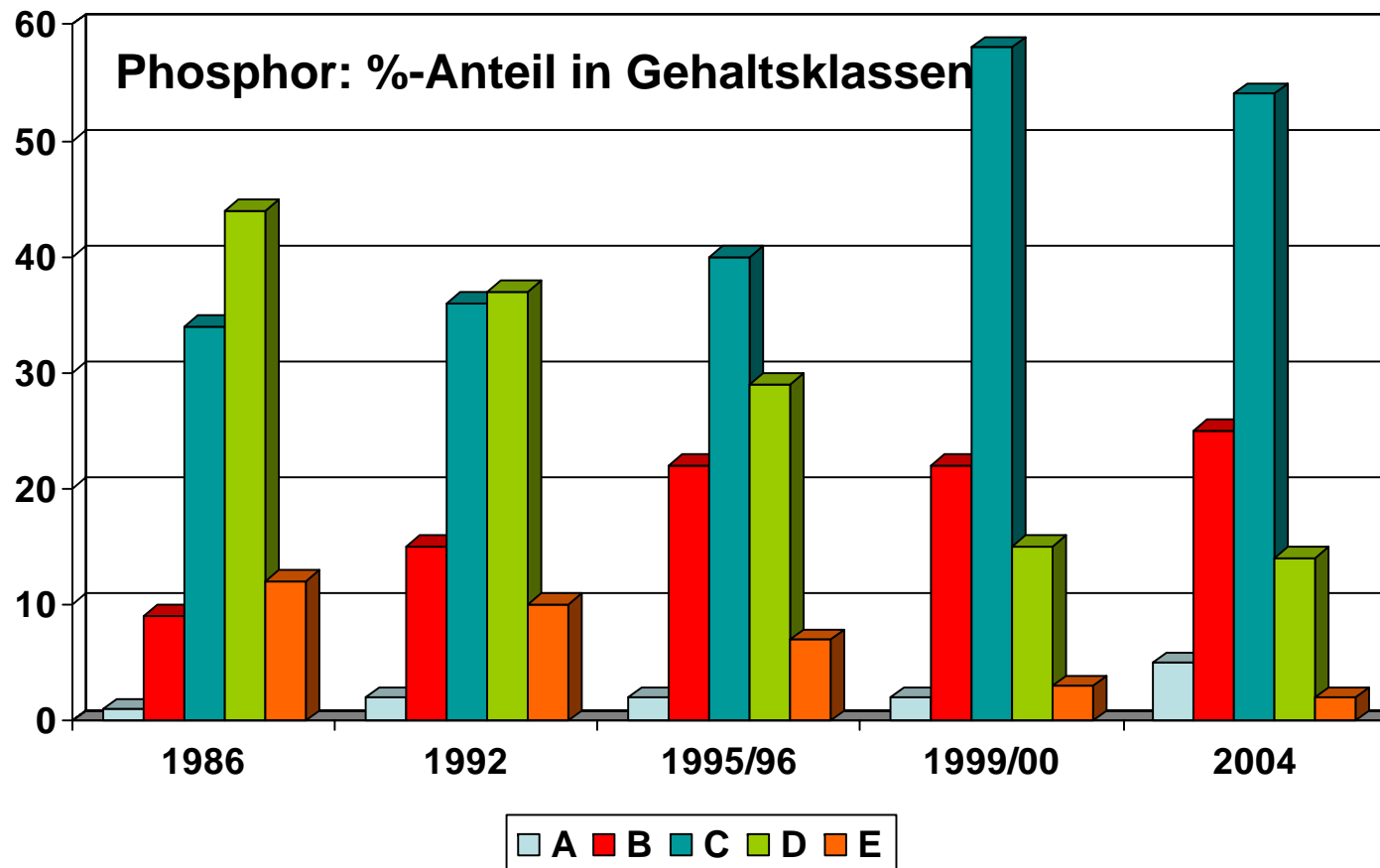
FRICKE, 1988

Düngeempfehlung für eine Rübenfruchtfolge auf Lehm Böden

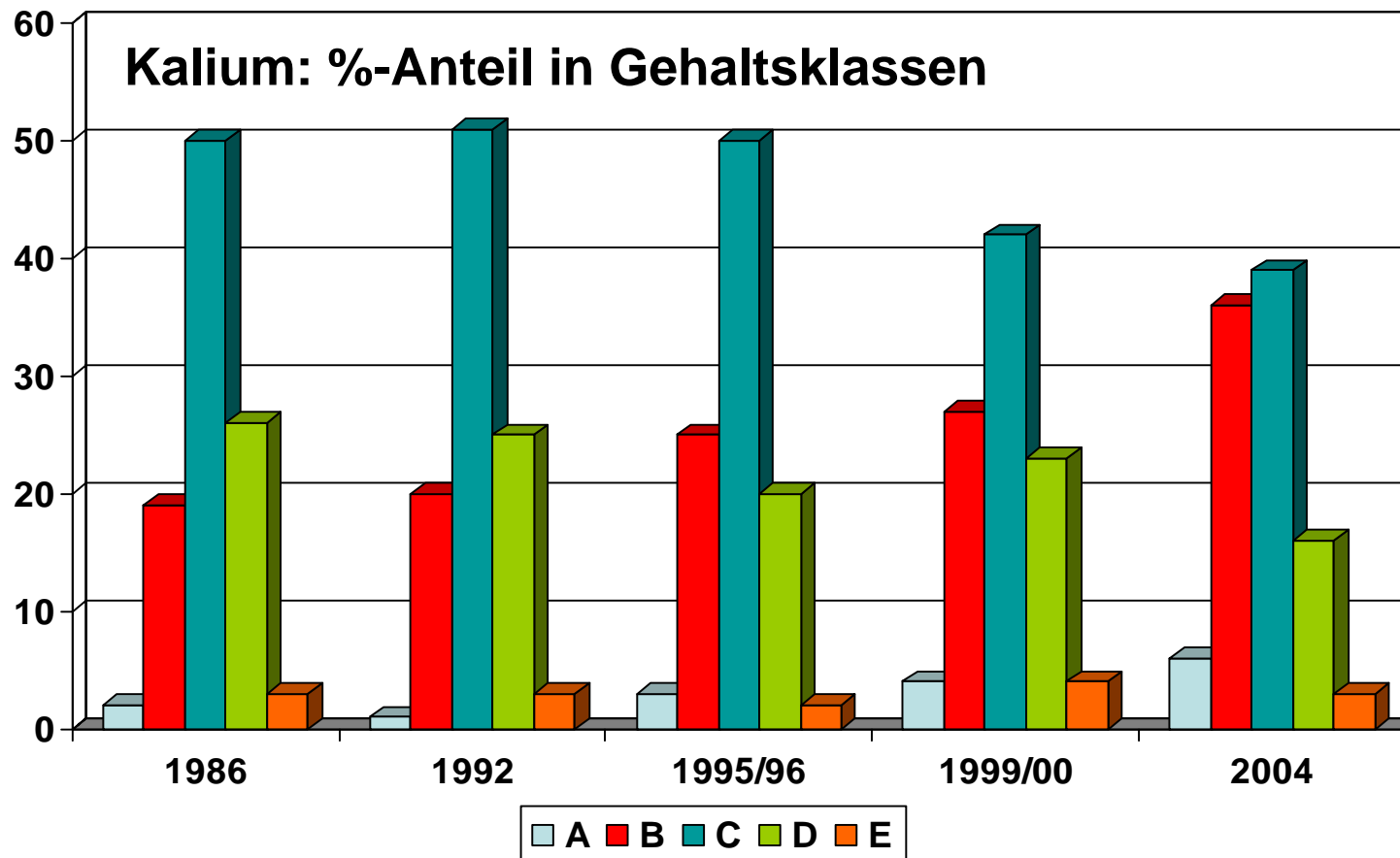
Gehaltsklasse C Mitte

Fruchtfolge	Bedarf	Ernterück- stände	Düngung	Abfuhr	Saldo
Phosphor, kg P₂O₅/ha					
Zuckerrübe (500 dt)	90	15	210	50	160
Winterweizen (90 dt)	100	40	-	72	-72
Wintergerste (80 dt)	90	15	-	64	-64
Summe	280	70	210	186	24
Kalium, kg K₂O/ha					
Zuckerrübe (500 dt)	350	85	245	125	120
Winterweizen (90 dt)	140	210	-	54	-54
Wintergerste (80 dt)	135	85	-	48	-48
Summe	625	380	245	227	18

Bodenuntersuchungsstatistik Kammergebiet Hannover



Bodenuntersuchungsstatistik Kammergebiet Hannover



Bodenuntersuchungsmethoden (Extraktion) Spurenelemente

Mangan

- Aktives Mangan (SCHACHTSCHABEL)
Na-Sulfitlösung
- EDTA
- CaCl_2 / DTPA

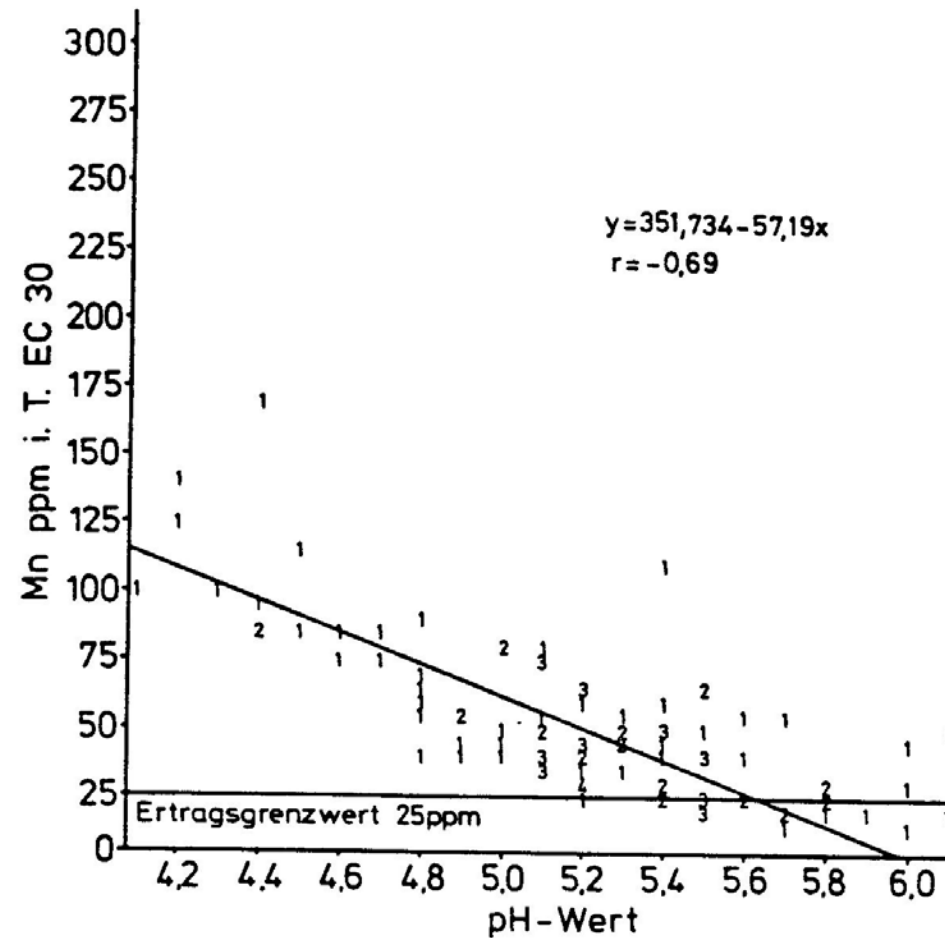
Kupfer, Zink

- HNO_3 (WESTERHOFF)
- EDTA
- CaCl_2 / DTPA

Bor

- Heißwasser-Methode (BERGER-TRUOG)
Extraktion mit heißem Wasser, Boden / Wasser = 1 : 2
- CaCl_2 / DTPA

**Mn-Gehalt der Roggenpflanzen
zum Schossbeginn in
Abhängigkeit des pH-Wertes
des Bodens unter
Berücksichtigung
des Ertragsgrenzwertes
für Mangan**



Simultan-Extraktion mit CAT-Methode (0,01 m CaCl₂ + 0,002 m DTPA)

- Durch simultane Extraktion und Analyse mittels ICP-OES von Spurennährstoffen und Magnesium
 - Zeitersparnis
 - Kostenersparnis
- Vergleichbare Aussagekraft bei Mn, Cu, Zn, B (Pflanzenanalyse)
- Gleiche Aussagekraft bei Mg, K
- Unbefriedigende Aussagekraft bei P

Korrelationskoeffizienten für die Beziehungen zwischen den Bor-Gehalten der Pflanzen und Böden

Pflanzenart		B-CAT	B-hwl
Kartoffel	B-Pfl.	0,30	0,31
Mais	B-Pfl.	0,31	0,31
Raps	B-Pfl.	0,44	0,49
Winterweizen	B-Pfl.	0,40	0,45
Zuckerrüben	B-Pfl.	0,23	0,22
Roggen	B-Pfl.	0,08	0,05

Gehaltsklassen für Natrium, Mangan, Kupfer, Zink und Bor (mg/kg Boden)

Gehaltsklasse:		A	C	E	F
Natrium		0 - 20	21 - 60	> 60	
Mangan	pH bis 5,5	0 - 5	6 - 10	> 10	
	5,6 - 6,0	0 - 20	20 - 40	> 40	
	6,1 - 6,5	0 - 30	30 - 50	> 50	
	> 6,5	0 - 40	40 - 60	> 60	
Kupfer	BA *) S	0 - 1,0	1,1 - 1,5	1,6 - 15	> 15
	I'S, IIS, sL	0 - 1,3	1,4 - 2,0	2,1 - 20	> 20
	T	0 - 1,5	1,6 - 2,5	2,6 - 25	> 25
Zink		0 - 1,0	1,1 - 3,0	3,1 - 70	> 70
Bor	BA *) S	0 - 0,2	0,21 - 0,5	0,51 - 1,0	> 1,0
	I's, IIS, sL	0 - 0,3	0,31 - 1,0	1,01 - 2,0	> 2,0
	T	0 - 0,5	0,51 - 1,5	1,51 - 2,5	> 2,5

*) BA = Bodenart. Die Tabelle enthält die „neuen“ Bezeichnungen gemäß der bodenkundlichen Kartieranleitung:
 S = Sand, I'S = schwach lehmiger Sand, IIS = stark lehmiger Sand, sL sandiger Lehm, T = Ton.
 In den Prüfberichten werden für eine Übergangszeit auch noch die bisherigen Bezeichnungen angegeben.

Düngeempfehlungen für Natrium, Mangan, Kupfer, Zink und Bor (kg/ha)

Gehaltsklasse:	A	C	E und F
Natrium (Na ₂ O) ¹⁾	150	75	0
Mangan ²⁾	100	10	0
Kupfer	5	1	0
Bor	2	0,5	0
Zink	10	1	0

1) Die Düngeempfehlungen für Natrium gelten nur für Zuckerrüben

2) Bei Mn-festlegenden Böden Spritzung mit Mangansulfat oder Mn-Chelaten, 1 - 2 l/ha

Genauigkeit (Fehler) bei der Düngebedarfsermittlung

- **Bodenuntersuchung**

$$\text{Gesamtfehler} = \sqrt{*PF^2 + **AF^2}$$

* PF = Probenahmefehler (Verteilung, Tiefe, Zeitpunkt)

** AF = Analysenfehler (Element, Konzentration, Methode)

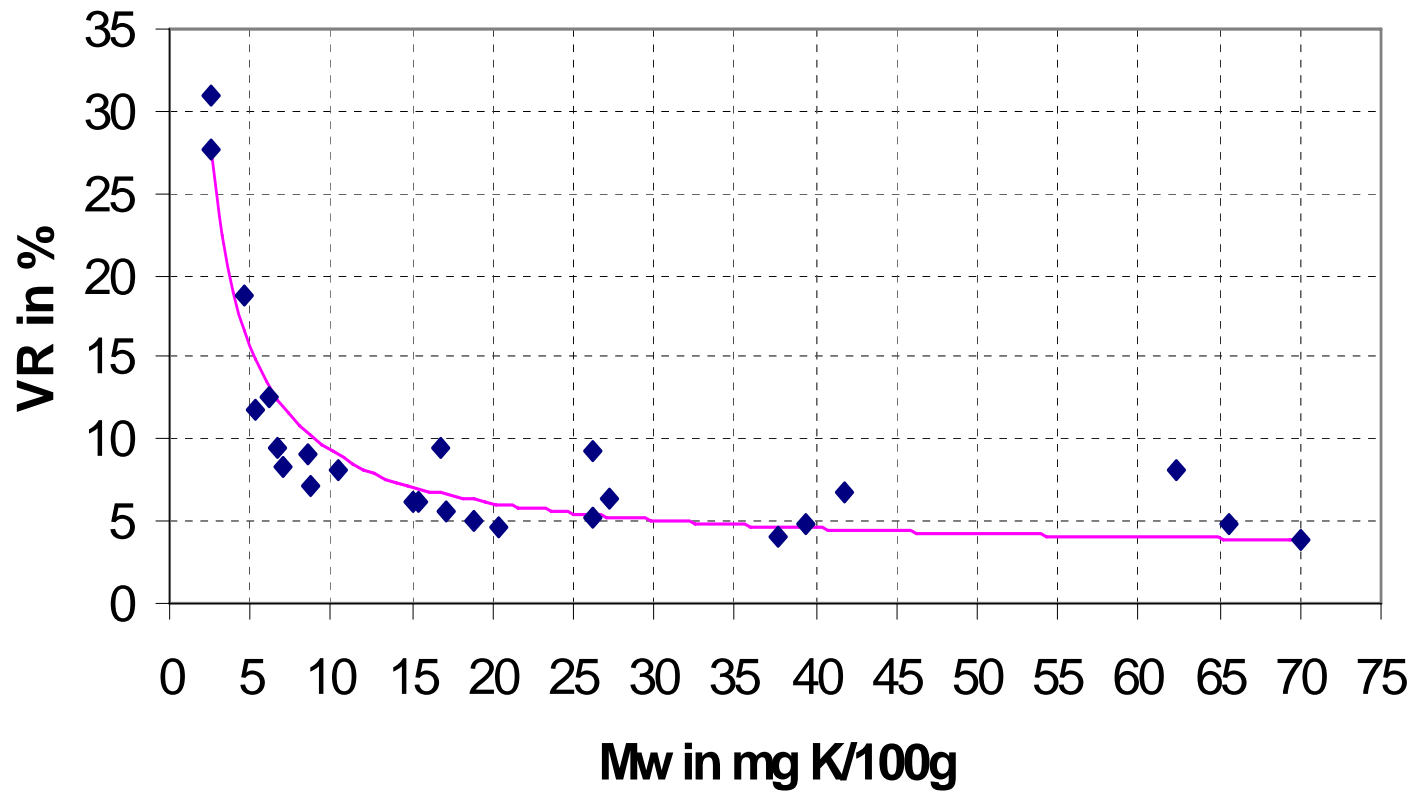
- **Einstufung in Gehaltsklassen**

Bodenart, Humusgehalt (Fingerprobe, Exaktanalyse)

- **Ableitung des Düngebedarfes**

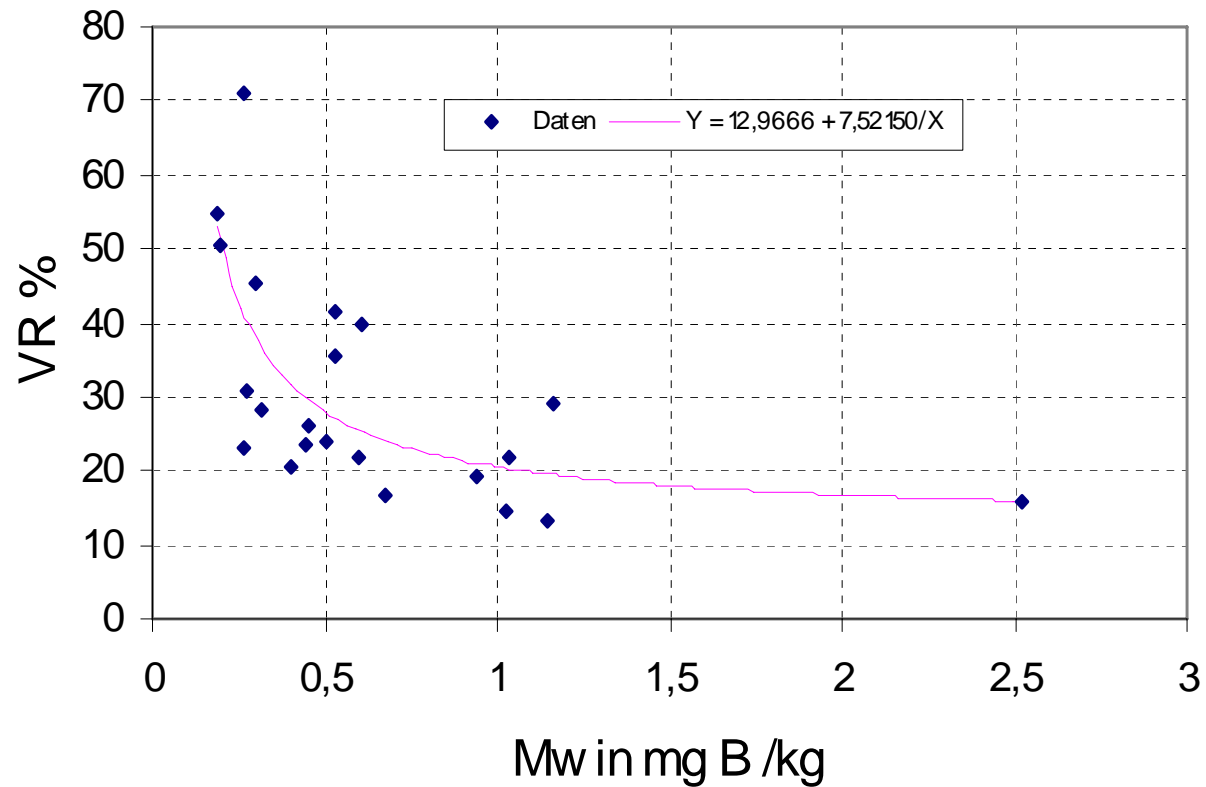
Versuchsfehler, Übertragbarkeit

Kalium (CAL)



VDLUFA NEUBERT, SUNTHEIM, NÄTSCHER, MUNZERT, 2005

Bor CAT



VDLUFA NEUBERT, SUNTHEIM, NÄTSCHER, MUNZERT, 2005

Verdeckte Ringuntersuchung

pH-Wert und Kalkbedarf

Laborbefunde im Überblick		Kontrolle	pH-Wert	Kontrolle	Kalkbedarf dt/ha	Kalkbedarf Kontrolle	P ₂ O ₅ (mg/100g Boden)	Kontrolle	Empfehlung (kg/ha)	K ₂ O (mg/100g Boden)	Kontrolle	Empfehlung (kg/ha)	Mg (mg/100g Boden)	Kontrolle	Empfehlung (kg/ha)
Standort	Bodenart														
Landeslabor Kassel	II	uL	5,9	5,6	28	42	5	5	160	6	7	255	5	4	50
Uni Hohenheim	uL	uL	5,6	5,6	53	42	7,2	5		6,9	7	/	4,9	4	/
Jansen, Gillersheim	sL	uL	5,7	5,6	47	42	8	4	/	7	8	/	4	4	/
Lufa/ITL Kiel	L/uL	uL	5,8	5,5	30	42	6	6	138	7	7	224	6,7	4	101
Koldingen Burgwede	L/uL	uL	5,6	5,6	53	42	6	4	120	7	7	120	5,2	4	0
Lufa Nord/West* I	(h)sL	uL	5,8	5,6	42	42	4,6	5	120	6	7	210	5	4	60
Lufa Nord/West* II	(h)IS	uL	5,8	5,6	25	42	4,6	4	120	7,2	7	200	5	4	60
Lufa Rostock	Ls	uL	5,8	5,6	0	42	18	5		12	8	/	9	4	/
Lufa Speyer	IU	uL	6	5,6	20	42	6	5	65	7	7	50	5	4	40
Lufa NRW-Münster	utL,tL,T	uL	5,9	5,6	40	42	8	4	/	7	7	/	5	4	/
Ziel-Weihestephan	ul	uL	6,2	5,6	0	42	7	4	/	8	7	/	5	4	/

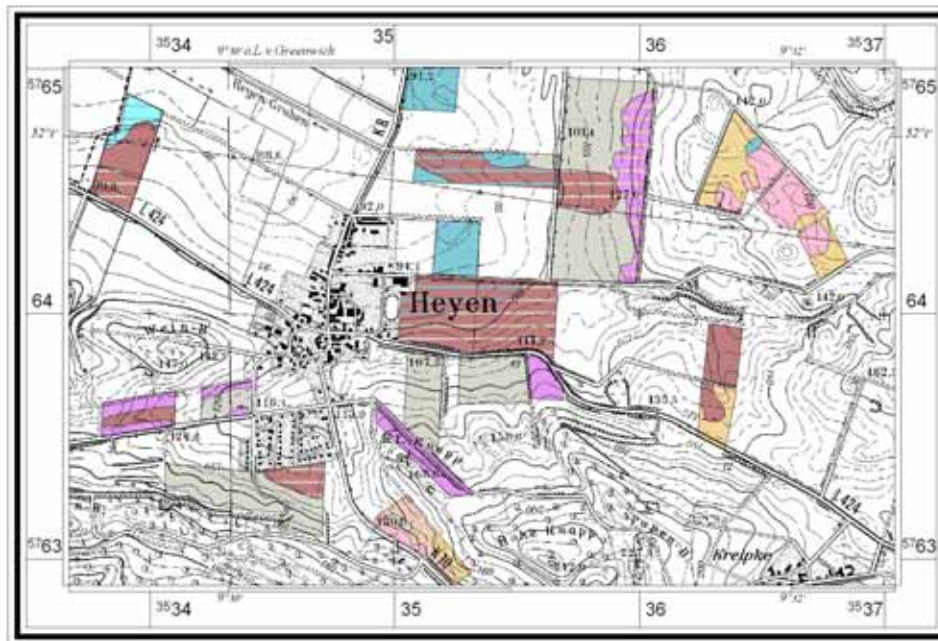
* I = Oldenburg, II = Hameln; Bedarf/ Empfehlung für Winterweizen, z. T. mehrjährig, je nach Fruchtfolge;

Ausblick

- a) Verbesserung der Bodenuntersuchung durch simultane Verfahren –
Eichung an Feldversuchen
- b) Teilpflanzenspezifische Probenahme verbessert Untersuchungsergebnis
Voraussetzung: Hofbodenkarte
- c) Teilflächenspezifische Düngung und Bewirtschaftung verbessert
Düngungs- und Umweltergebnis

Voraussetzung b) und c) ist **Hofbodenkarte**

Hofbodenkarte mit großer Bodenvielfalt



Zeichenerklärung

- Bodenkarte.shp
- Sehr tiefer Auenboden
 - Tiefer Auenboden
 - Brauerden-Pelosol
 - Braunerde-Parabraunerde
 - Braunerde-Pseudogley
 - Braunerde-Pararendzina
 - Braunerde
 - Pelosol-Braunerde
 - Pelosol
 - Gley-Auenboden
 - Gley-Braunerde
 - Gley-Kolluvisol
 - Gley-Parabraunerde
 - Gley
 - Pseudogley überlagert von Kolluvisol
 - Braunerde-Parabraunerde, überl. v. K.
 - Gley-Braunerde, überl. v. K.
 - Kolluvisol
 - Parabraunerde-Braunerde
 - Parabraunerde
 - Regosol
 - Rendzina
 - Pseudogley-Braunerde
 - Pseudogley-Kolluvisol
 - Pseudogley-Parabraunerde
 - Pseudogley
 - Pararendzina

Maßstab 1 : 25000



Stand: 04.10.2006

Fazit

- Die Ermittlung des Düngedarfes mittels Bodenuntersuchung hat ein qualitativ sicheres Niveau erreicht.
- Weitere Untersuchungen (Pflanzenanalyse, Standortanalyse) verbessern die Aussagekraft.
- Die Fehler bei der Analyse sind im Vergleich zur Probenahme sehr niedrig.
- Fehler bei Ton- und Humusgehaltsbestimmung durch Fingerprobe lassen sich durch Exaktbestimmung vermindern.
- Durch teilflächenspezifische Probenahme lassen sich die letzten beiden Fehlergrößen vermindern.
- Simultane Untersuchungsverfahren (z. B. CAT) sollten an Feldversuchen geeicht werden.
- Teilflächenspezifische Untersuchung und Bewirtschaftung kann Düngungs- und Umweltergebnis verbessern.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit