

Düngebedarfsermittlung für Grundnährstoffe (P, K, Mg)

Basis:

- Nährstoffgehalte im Boden
- Nährstoffabfuhr mit Erntegut

Dr. Friedhelm Fritsch, DLR R-N-H, Bad Kreuznach

1

Prinzip der Bodenuntersuchung zur Ermittlung des Düngebedarfs:

- **Nährstoffmangel** frühzeitig **erkennen** (auch mit Pflanzenanalyse)
- "Nährstoffverfügbarkeit" erfassen -> Basis zur **Ermittlung des Düngebedarfs**

In der Regel Einsatz von **Routineanalytik**: relativ geringer Aufwand

Mit **Bodenuntersuchungen** werden entweder Konzentrationen (**Intensitäten**) oder Vorräte (**Quantitäten**) von Nährstoffen im Boden gemessen, meist aber (je nach Stärke des Extraktionsmittels), ein "Zustand dazwischen".

Daraus folgt: Das Nachlieferungsvermögen des Bodens wird je nach Methode mehr oder weniger berücksichtigt.

Ausnahme: N_{min}-Methode erfasst mineralisierten N (insbes. NO₃⁻), aber keine N-Nachlieferung

2

Probenahme

Beprobungstiefe:

P, K, Mg, pH, Mikronährstoffe:

i.d.R. Pflughorizont (bis 30 cm),

auch bei konservierender Bodenbearbeitung.

Für Stickstoff (N_{\min}) wird bis 30, 60 oder 90 cm beprobt (in 30 cm-Schichten).

Verteilung der Proben:

- möglichst **flächen-repräsentativ**, d.h.

nicht im Vorgewende,

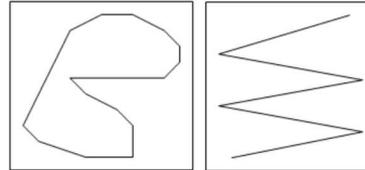
nicht (nur) in den Fahrgassen,

nicht an Randstreifen,

> 12 Einstiche/ha

- homogene **Teilflächen separat** beproben

Bilder: agrarheute.com



geneigtes "B"

Zickzacklinie

Zeitpunkt der Probenahme:

P, K, Mg, pH, Mikronährstoffe meist nach Getreideernte (Stoppeln)

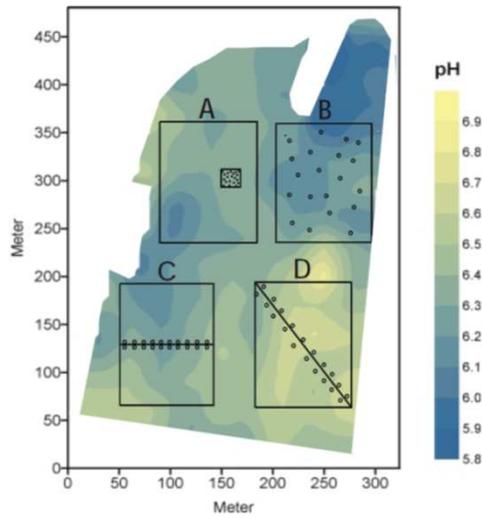
N und S bei meist bei **Vegetationsbeginn** (N_{\min} , S_{\min})

3

Heterogenität innerhalb der Schläge



4



Herkömmliche Beprobungsstrategien
(Finck, A. 1979)



eigenen sich nicht zur Erfassung räumlich variabler Boden- und Pflanzenparameter.

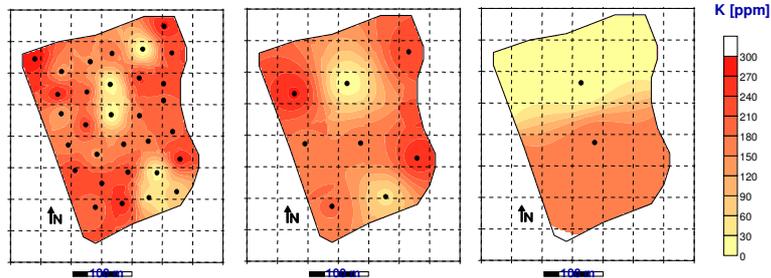
K. Panten, 2002

5

Die Erfassung der Variabilität der Bodennährstoffgehalte erfordert eine aufwendige Bodenbeprobung

Schlag Pelhrimov, Februar 1999

31 Proben / 7 ha, Raster 1 8 Proben / 7 ha, Raster 2 2 Proben / 7 ha, Raster 3



[Click here to type a ref no. - date - page no. - initial](#)

6

Einsatz eines „**Bodenscanners**“: Messung der „scheinbaren elektrischen Leitfähigkeit“

Ziel: Erstellung von Bodenkarten mit
Tongehaltsabstufungen
zur **Ableitung von**
Bodenbeprobungsteilflächen

Achtung!
Das ist keine Bodenanalyse.
Es geht hier nur um die
Zuordnung von Teilflächen
für die Bodenbeprobung
zur späteren
Düngebedarfsermittlung etc.

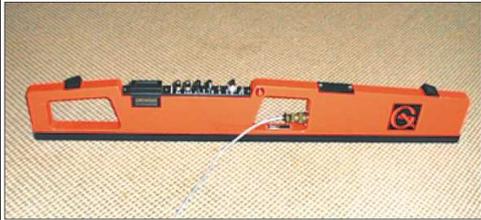


Abbildung 1: EM 38 Messgerät der Firma Geonics in Kanada. Foto: Werkfoto



Abbildung 2: Messschlitten für das EM 38.

Foto: Fa. AgriCon 2004

Prof. Dr. Yves Reckleben
Tel.: 04331-845-118
yves.reckleben@fh-kiel.de

7

Bodenuntersuchung auf „pflanzenverfügbares“ **P**, **K** und **Mg**

Doppellaktatmethode (DL-Methode): **P**, **K** (neue Bundesländer)

Extraktion mit Calciumlaktat + HCl (pH 3,7); löst Ca-Phosphate incl. eines großen
Teils der Apatite (wg. niedrigem pH), auch Desorption von P sowie K

Calcium-Acetat-Laktat (CAL-Methode): **P**, **K** (alte Bundesländer, Österreich)

Extraktion mit Ca-Acetat + Ca-Laktat + Essigsäure (pH 4,1) löst leichter lösliche
Ca-Phosphate, aber nicht Apatit. Erfasst desorbierbares P besser als DL (wg.
höherem pH), Desorption von K

H₂O-Methode: **P** (Niederlande, früher auch in Niedersachsen)

leicht desorbierbares P und frische, „wasserlösliche“ Düngerphosphate

CaCl₂-Methode: **Mg**

relativ leicht lösliche Mg-Verbindungen, desorbierbares Mg

EUF-Methode: **N**, **P**, **K**, **Mg** u. a.

Extraktion mit Wasser, elektr. Spannung, Unterdruck, Temperatur
erfasst leicht lösliches und desorbierbares K, Mg sowie P, ähnlich CAL-Methode

Olsen-Methode: NaHCO₃ (pH 8,5), erfasst adsorbiertes P, kein Apatit

8

Vorgehensweise bei der CAL-Bodenuntersuchung

- Bodenprobe: **luftgetrocknet**, gemischt, < 2mm gesiebt
- **Extraktion:** 5 g Boden mit 100 ml Extraktionslösung (Ca-Lactat, Ca-Acetat, Essigsäure, pH 4,1)
- 90 min Ausschütteln bei Zimmertemperatur
- **Filtrieren**
- Versetzen eines Filtratanteils mit Anfärbelösung zur colorimetrischen Phosphatbestimmung
- Bestimmung von Kalium mit Flammenphotometrie
- Umrechnung in mg K_2O und P_2O_5 pro 100 g Boden
- Zuordnung zu P- und K-Gehaltsklassen bzw. -Versorgungsstufen

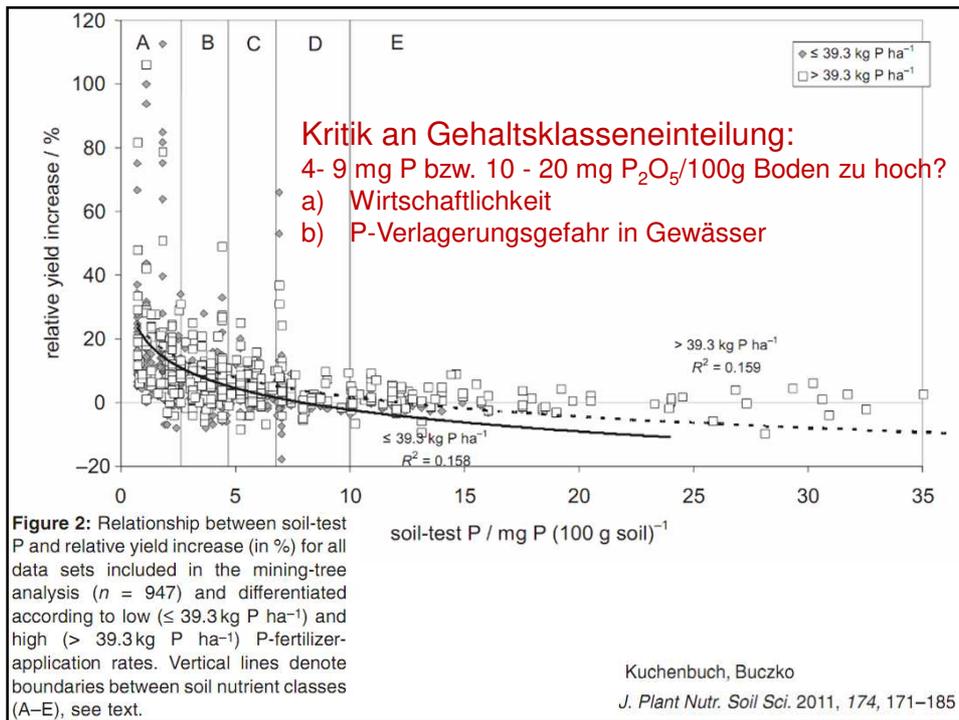
9

Ermittlung des Düngedarfs

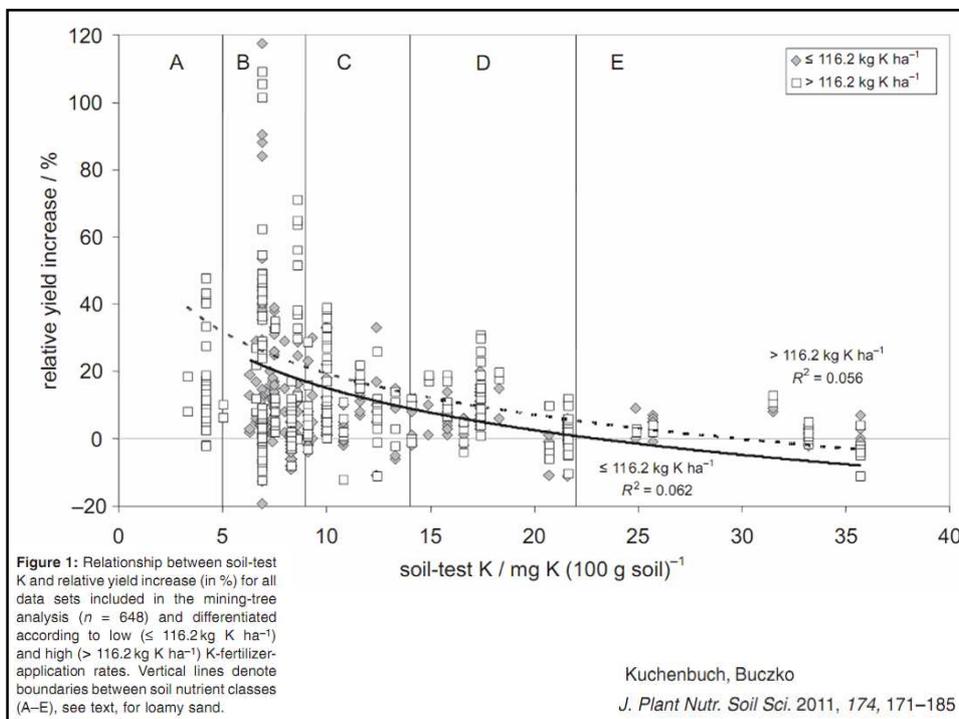
Um vom **Nährstoffgehalt** aus der Bodenuntersuchung zum **Düngedarf** zu kommen, sind die einzelnen Untersuchungsmethoden in **Düngungsversuchen** auf Versuchsfeldern zu "eichen" bzw. zu kalibrieren, d.h. es muss eine **Beziehung zwischen Nährstoffgehalt und Düngedarf** erstellt werden.

Dieses "**Kalibrieren**" der Bodenuntersuchungen ist schwierig, weil die Nährstoffverfügbarkeit und der Nährstoffbedarf von vielen Faktoren abhängen.

10



11



12

**Auswertung des Fachinformationssystems Boden des LGB:
Phosphor und Phosphatgehalte in
Oberböden von Rheinland-Pfalz**

**Tabelle 2: Statistische Kennzahlen der Phosphorgehalte in Oberböden (Königswasser-
aufschluss, Angaben in mg/kg)**

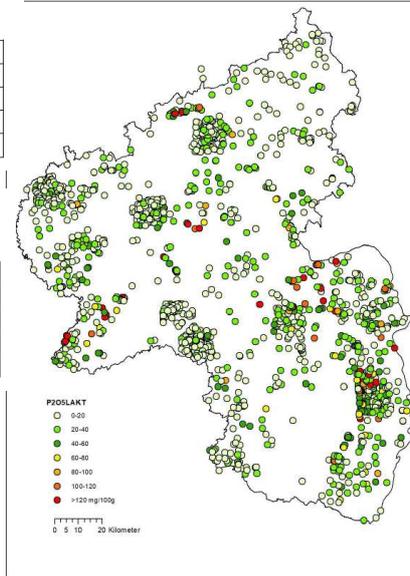
	Mittelwert	Median	Quantil 25	Quantil 75	Min	Max
Acker	835	789	633	972	170	2618
Grünland	909	821	638	1088	131	3866
Sonderkultur	1101	985	713	1261	164	6312
Forst	439	379	260	536	24	8158

**Tabelle 3: Statistische Kennzahlen der Phosphatgehalte in Oberböden (Doppel-
lactatmethode, Angaben in mg/100g)**

	Mittelwert	Median	Quantil 25	Quantil 75	Min	Max
Acker	24	21	12	31	1	137
Grünland	15	9	4	18	1	217
Sonderkultur	53	37	23	66	0	506
Forst	5	4	2	6	0	42

Stand: April 2020

Ref. 2.3 Boden
Landesamt für Geologie und Bergbau
Emy-Roeder-Str. 5
55129 Mainz
Email: ulrich.dehner@lgb-rlp.de
Tel.: 06131-9254-274

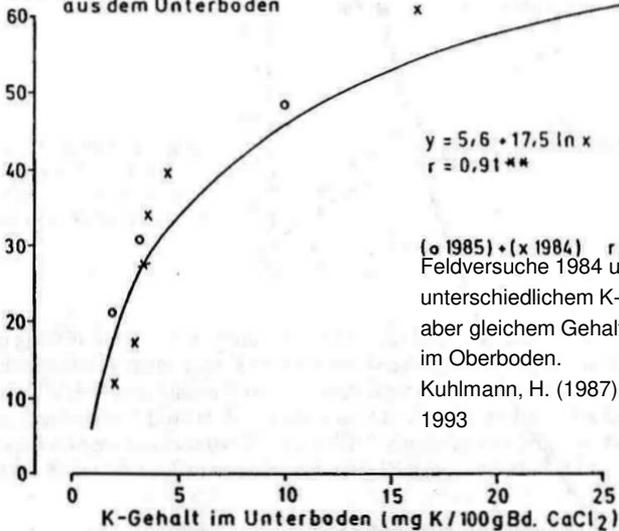


**Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Phosphatgehalte (Doppel-lactatmethode) in
Oberböden für die Nutzungen Acker, Grünland, Sonderkultur**

15

Beitrag des Unterbodens zur K-Ernährung von Sommerweizen

% Kalium - Aufnahme
aus dem Unterboden



$$y = 5,6 + 17,5 \ln x \quad (x \text{ 1984})$$

$$r = 0,91^{**}$$

(o 1985) + (x 1984) $r = 0,92^{***}$
Feldversuche 1984 und 1985: Lößböden mit
unterschiedlichem K-Gehalt im Unterboden,
aber gleichem Gehalt (9 mg K (CaCl₂)/100 g)
im Oberboden.

Kuhlmann, H. (1987) zitiert in Renger et al.
1993

16

K-Düngebedarfsermittlung unter Beachtung der geologischen Herkunft des Bodens

Langjährige K-Bilanzsalden können ...

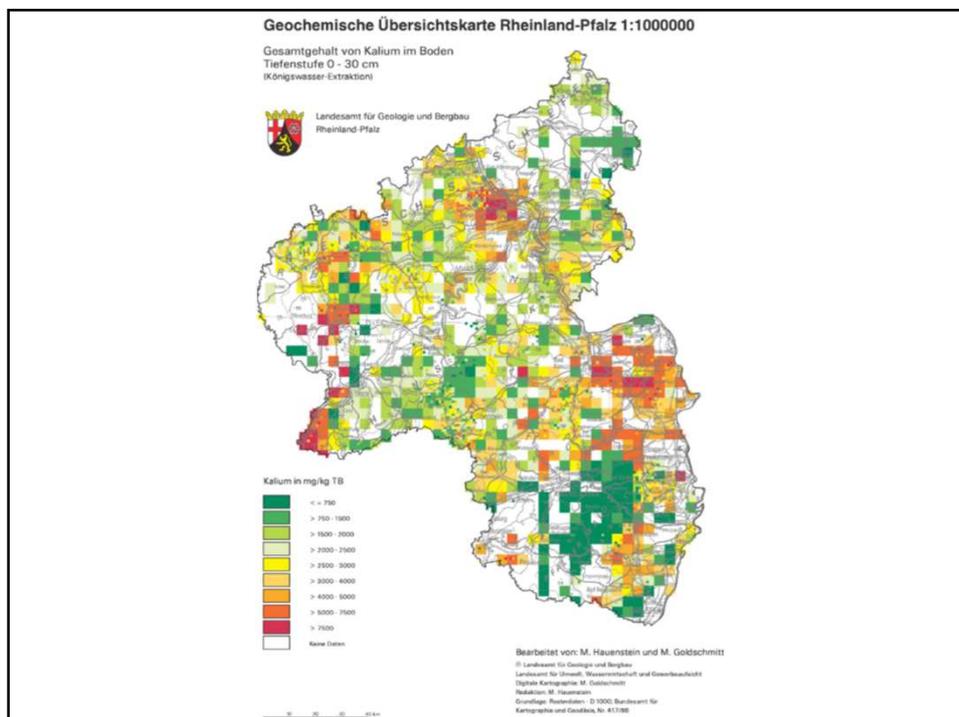
- auf K-nachliefernden Böden (geologische Herkunft: Löß, Gneis, Diabas, Röt, oberer Bundsandstein) **negativ** und
- auf leichten, diluvialen Böden mit K-Auswaschung leicht **positiv** sein.

Grundsatz: Bodenuntersuchungen in kurzen Intervallen erlauben Rückschlüsse zur K-Dynamik des Standortes und zum erforderlichen Düngeraufwand

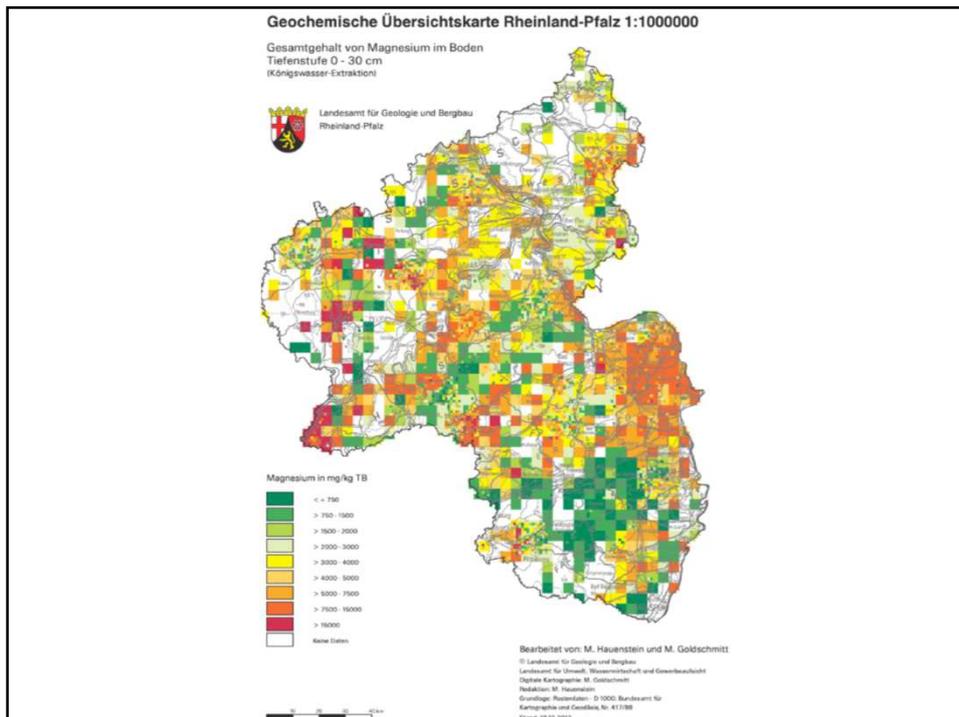
Autor: E. Albert, Referat Pflanzenbau

Freistaat  Sachsen
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

17



18



19

Phosphor im Boden und P-Düngeempfehlungen.*

Gehalts- klasse (GK)	Kurzdefinition	mg P ₂ O ₅ pro 100 g Boden	für CAL- und DL- Methode
A	<u>Sehr niedriger Gehalt</u> Düngeempfehlung: stark erhöhte Düngung gegenüber der Empfehlung in GK C Düngewirkung auf Ertrag: hoher Mehrertrag auf Boden: Gehalt im Boden steigt deutlich an	0 – 5	
B	<u>Niedriger Gehalt</u> Düngeempfehlung: erhöhte Düngung gegenüber der Empfehlung in GK C Düngewirkung auf Ertrag: mittlerer Mehrertrag auf Boden: Gehalt im Boden steigt an	6 – 9	
C	<u>Anzustrebender Gehalt</u> <u>Düngeempfehlung: Erhaltungsdüngung in der Regel nach P-Abfuhr</u> Düngewirkung auf Ertrag: geringer Mehrertrag auf Boden: Gehalt im Boden bleibt erhalten	10 – 20	
D	<u>Hoher Gehalt</u> Düngeempfehlung: verminderte Düngung gegenüber der Empfehlung in GK C Düngewirkung auf Ertrag: Mehrertrag meist nur bei Blattfrüchten auf Boden: Gehalt im Boden nimmt langsam ab	21 – 34	
E	<u>Sehr hoher Gehalt</u> Düngeempfehlung: keine Düngung Düngewirkung auf Ertrag: keine auf Boden: Gehalt im Boden nimmt ab	ab 35	

Quelle: VDLUFA-Standpunkt zur Phosphor-Düngung nach Bodenuntersuchung, 1997

20

P-Düngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf		VDLUFA-Standpunkt	
Tabelle 1: Gehaltsklassen (GK) für pflanzenverfügbaren Phosphor im Boden, P-Düngeempfehlung in den Gehaltsklassen sowie zu erwartende Wirkung einer P-Düngung auf den Pflanzenertrag und die Entwicklung der P-Gehalte im Boden.			
GK	Definition	Acker- und Grünland mg CAL-P pro 100 g Boden	... Trocken- gebiete mg CAL-P pro 100 g Boden
A	P-Gehalt im Boden: sehr niedrig P-Düngeempfehlung: stark erhöht im Vergleich zu GK C Düngewirkung auf Ertrag: Erreichen des Optimalertrags Düngewirkung auf P-Gehalt im Boden: steigt deutlich an	0 < 1,5	0 < 2,5
B	P-Gehalt im Boden: niedrig P-Düngeempfehlung: erhöht im Vergleich zu GK C Düngewirkung auf Ertrag: Erreichen des Optimalertrags Düngewirkung auf P-Gehalt im Boden: steigt an	1,5 - 3	2,5 - 5
C	P-Gehalt im Boden: optimal P-Düngeempfehlung: nach Abfuhr Düngewirkung auf Ertrag: Erreichen des Optimalertrags* Düngewirkung auf P-Gehalt im Boden: bleibt erhalten	3,1 - 6,0	5,1 - 7,5
D	P-Gehalt im Boden: hoch P-Düngeempfehlung: vermindert im Vergleich zu GK C Düngewirkung auf Ertrag: Sicherung des Optimalertrags Düngewirkung auf P-Gehalt im Boden: nimmt langsam ab	6,1 - 12,0	7,6 - 12,0
E	P-Gehalt im Boden: sehr hoch P-Düngeempfehlung: keine Düngewirkung auf Ertrag: keine Düngewirkung auf P-Gehalt im Boden: nimmt ab	> 12,0	> 12,0
* Die Wirkung der P-Düngung auf den Ertrag stellt eine Modifikation im Vergleich zur bisherigen Definition der Gehaltsklasse C dar, nach der in der Gehaltsklasse C ein „geringer Mehrertrag“ durch Düngung erzielt werden sollte.			

Quelle: VDLUFA-Standpunkt zur Phosphor-Düngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf, 2018

21

Die neuen Richtwerte für die P-Gehaltsklassen

[VDLUFA-Standpunkt, 2018]

Gehalts- klasse	Alte Richtwerte		Neue Richtwerte	
	mg P /100 g	mg P ₂ O ₅ / 100 g	mg P /100 g	mg P ₂ O ₅ / 100 g
A	< 2	< 5	< 1,5	< 3,4
B	2,1 – 4,4	6 – 9	1,5 – 3,0	3,4 – 6,9
C	4,5 – 9,0	10 – 20	3,1 – 6,0	7,0 – 13,8
D	9,1 – 15,0	21 – 34	6,1 – 12,0	13,9 – 27,5
E	> 15,1	> 35	> 12,0	> 27,5

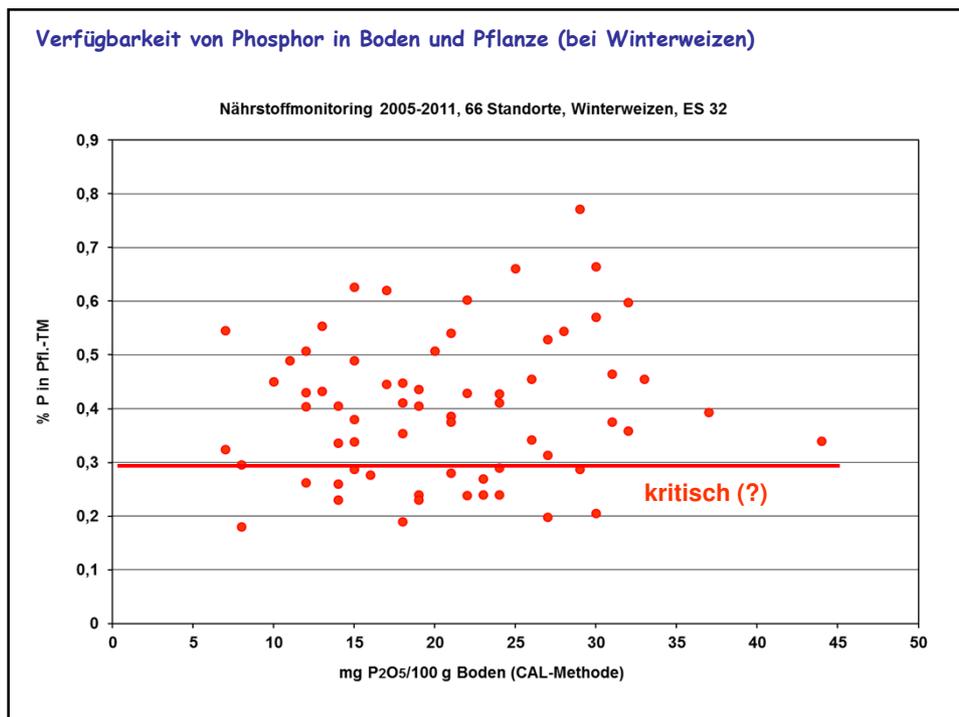
* Die Richtwerte gelten für alle Standorte mit einer Niederschlagsmenge von > ~550 mm/Jahr. In Trockengebieten (< ~550 mm) betragen die Richtwerte in GK A < 2,5, in GK B 2,5 – 5,0 und in Gehaltsklasse C 5,1 – 7,5, in GK D 7,6 – 12,0 und in GK E > 12 mg CAL-P (100 g)⁻¹ Boden.

Einführung ist bald vorgesehen



F. Wiesler, LUFA Speyer

22



23

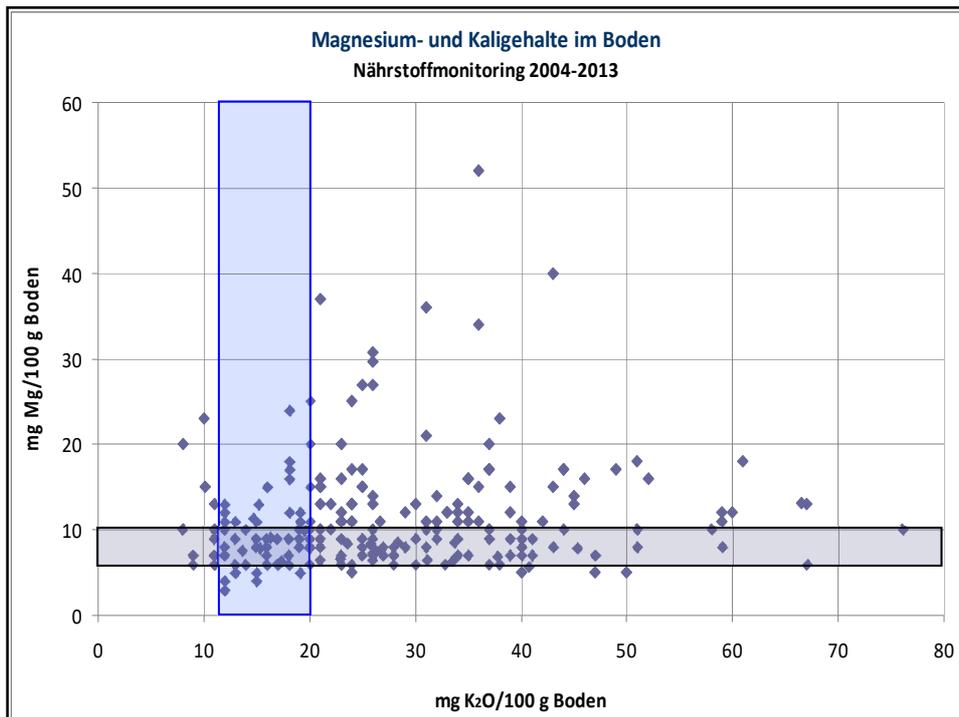
Tab. 2: Richtwerte für die K-Gehaltsklasse C

K (mg/100g Boden)	K ₂ O (mg/100g Boden)
Sehr leichte Böden (0 bis 5 % Ton):	
5 – 8	6 – 10
Leichte Böden (6 bis 12 % Ton):	
8 – 12	10 – 15
Mittlere Böden (13 bis 25 % Ton):	
8 – 17	<u>10 – 20</u>
Schwere und sehr schwere Böden (> 25 % Ton):	
11 – 22	13 – 26
Moorböden ^{*)}	
7 – 12	8 – 15

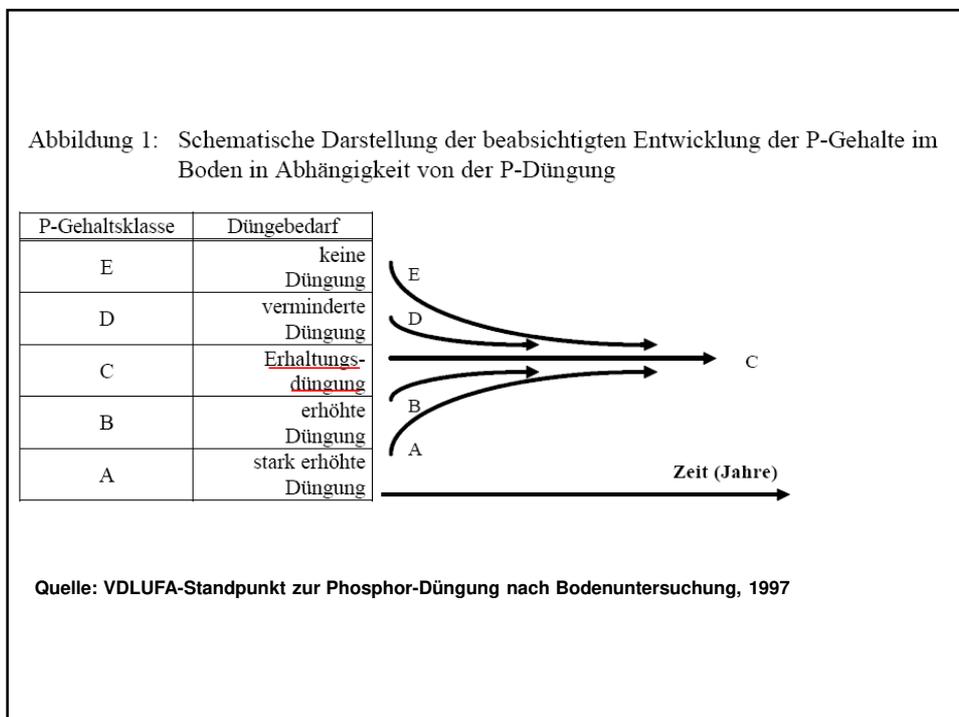
^{*)} Werte in mg/100 ml Boden

Quelle: VDLUFA-Standpunkt zur Kalium-Düngung nach Bodenuntersuchung, 1999

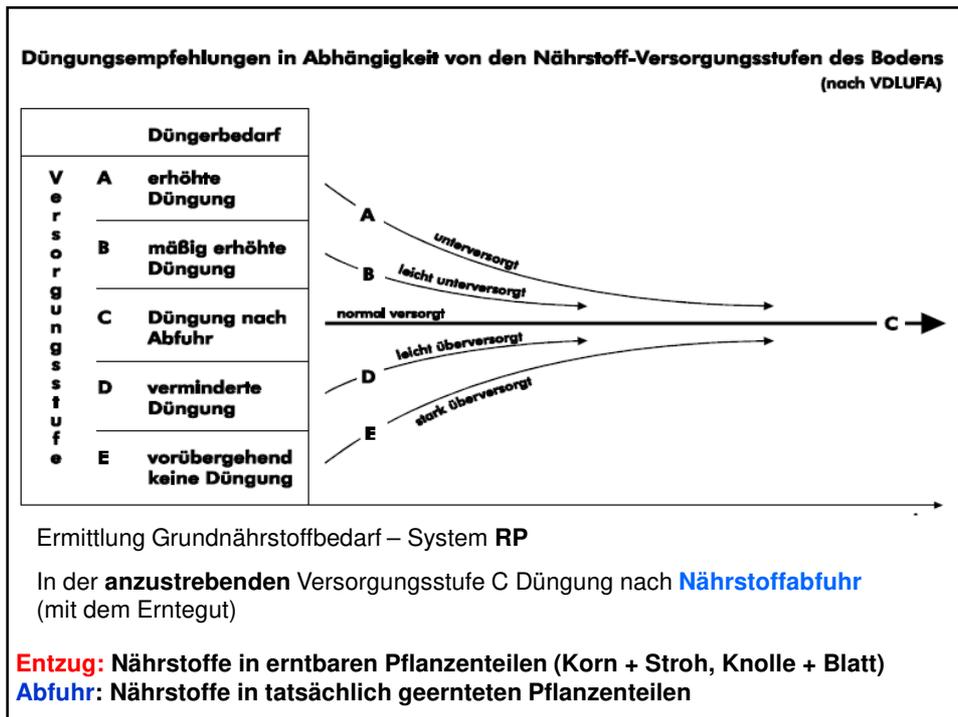
24



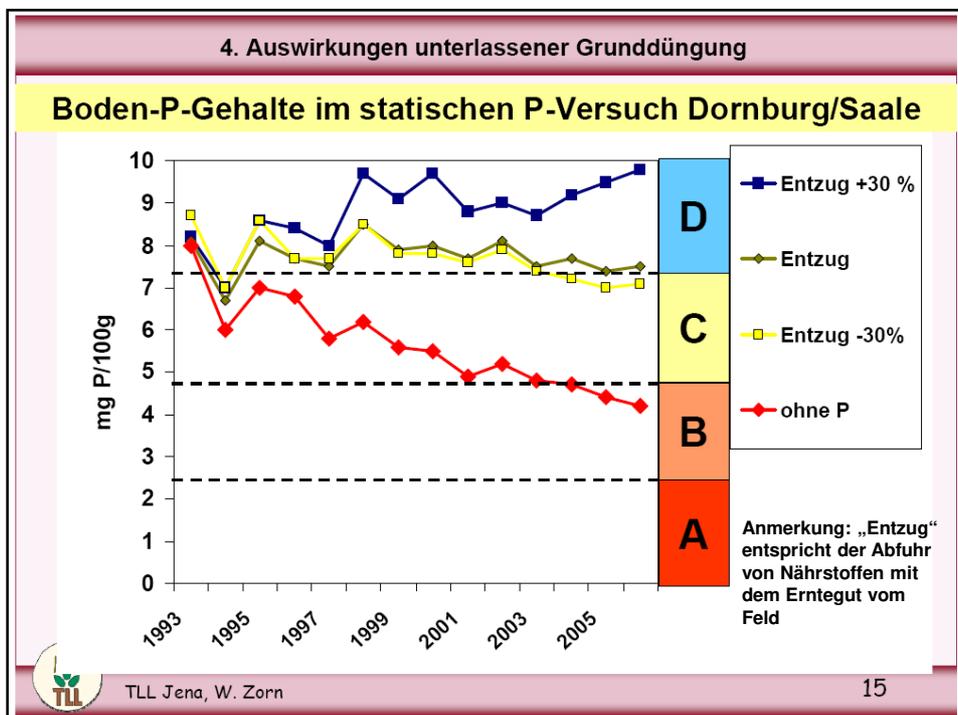
25



26



27

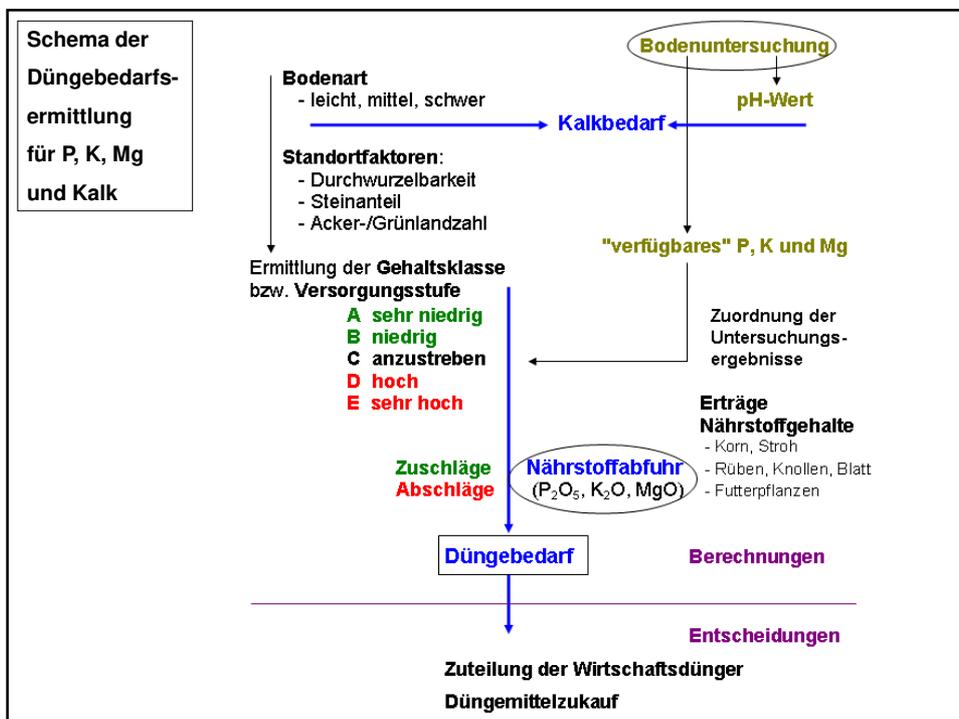


28

Entwicklung der Nährstoffgehalte im Zeitverlauf (Bsp. Queckbrunnerhof)

	2011	P ₂ O ₅						K ₂ O						Mg								
		1993	1996	1999	2002	2005	2008	2011	1993	1996	1999	2002	2005	2008	2011	1993	1996	1999	2002	2005	2008	2011
Du12	7,7	55	60	48	40	84	81	67	27	29	30	22	17	15	13	11	14	7	9	10	9	9
Du13	7,7	41	0	0	48	90	85	71	20	0	0	32	33	30	21	11	0	0	9	13	11	11
Du14	7,7	66	65	66	59	51	57	52	36	24	23	24	16	17	12	12	16	6	9	10	10	10
Du15	7,8	55	40	41	34	63	44	39	36	18	23	15	17	17	9	12	14	7	9	10	10	10
Du16	7,7	55	60	48	40	38	65	55	27	29	30	22	11	17	14	11	14	7	9	11	10	9
Hau1 et	7,7		54	51		48	58	52		43	28		21	25	21		17	14		14	17	16
Hau1 S4l	7,7				31	48	58	54				20	21	25	20				11	14	17	15
Hau1 S4r	7,8				36	48	49	48				22	21	22	13				11	14	17	16
Hau1 S5	7,7				32	80	82	77				20	36	26	24				16	21	19	14
Hau2	7,7		57	66	75	80	80	71		35	37	43	36	17	25		16	14	15	21	19	16
Hau3	7,7		77	72	76	81	77	70		49	34	23	24	40	27		17	13	14	19	22	15
Hau4	7,7		50	62	80	80	47	53		20	41	75	75	17	20		16	17	19	19	15	16
Hau5	7,7		53	42	57	56	66	64		21	20	46	24	16	20		15	13	15	18	18	16
Hau6	7,7		61	42	66	63	70	71		45	21	63	42	31	18		16	13	18	23	21	19
Hau7	7,8		42	0	61	77	84	82		17	0	58	44	35	35		13	0	13	15	16	16
Ps 1	7,7	42	38	41	47	58	63	56	28	32	40	30	29	29	23	11	14	7	9	10	10	10
Ps 2	7,7	42	38	41	50	63	71	63	28	32	40	27	29	25	23	11	14	7	9	10	9	9
Ps 3	7,8	42	38	41	33	44	40	38	28	32	40	28	28	26	22	11	14	7	8	10	9	9
Ps 4	7,8	42	38	41	35	42	38	35	28	32	40	25	28	21	19	11	14	7	8	9	9	8
Ps 5	7,7	42	35	39	36	40	40	41	38	25	29	23	21	23	22	10	14	7	8	9	9	9
Ps 6	7,7	42	35	39	38	56	46	43	38	25	29	23	22	20	16	10	14	7	8	9	8	9
Ps 7	7,7	46	30	41	37	43	43	38	32	18	29	21	22	21	16	10	14	8	8	9	8	9
Ps 8	7,7	46	30	41	41	51	46	46	32	18	29	22	21	17	19	10	14	8	8	9	9	10
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		8	9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	3	3	3
		16	16	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	4	4	6	6	6	6	6	6
		31	26	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	7	7	11	11	11	11	11	11
		40	39	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	11	11	16	16	16	16	16	16

29



30

Tab. 1: Einteilung der Gehaltsklassen

Gehaltsklasse	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
= Versorgungsstufe für mittlere Verhältnisse	mg/100 g	mg/100 g	mg/100 g
A sehr niedrig	bis 5	bis 5	bis 2
B niedrig	6 - 11	6 - 11	3 - 5
C anzustreben	12 - 20	12 - 20	6 - 10
D hoch	21 - 30	21 - 30	11 - 15
E sehr hoch	ab 31	ab 31	ab 16

... wird demnächst durch neue Abstufung ersetzt !!!

Die standortspezifischen **Versorgungsstufen** werden ausgehend von den Gehaltsklassen (siehe Tab. 1) unter Berücksichtigung der in Tabelle 2 aufgeführten Zu- und Abschläge für Bodenart, Durchwurzelbarkeit, Steinanteil sowie Ackerzahl abgeleitet. Zumindest die Bodenart sollte in jedem Fall berücksichtigt werden (siehe Bsp. in Tab.3).

Tab. 2: Zu- und Abschläge zur Ermittlung der Versorgungsstufe C

	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
leichte Böden	-	- 2 - 5	- 2 - 4
schwere Böden	-	+ 2 + 5	+ 2 + 4
Durchwurzelbarkeit < 60 cm	+ 1	+ 1	+ 1
Steinanteil > 30 %	+ 2	+ 2	+ 1
Ackerzahl < 40 ¹	+ 2	+ 2	+ 1

¹ Nicht bei leichten Böden

Die Zu- und Abschläge gelten nur für Versorgungsstufe C. Erst wenn diese für den Standort ermittelt ist, werden die Grenzen der übrigen Stufen errechnet.

Ermittlung Grundnährstoffbedarf – System RP

31

Ermittlung des Nährstoffbedarfs

Der **Nährstoffbedarf** einer Fruchtfolge wird unter Berücksichtigung der **Nährstoffversorgungsstufen** aus der **Nährstoffabfuhr** ermittelt.

Die Nährstoffabfuhr einer Kultur wird durch Multiplikation des tatsächlich abgefahrenen Erntegutes (in dt) mit den Nährstoffgehalten (in kg/dt;) ermittelt. Eine große Auswahl von Nährstoffgehalten in pflanzlichen Produkten und Düngemitteln enthält die Datei „Nährstoffgehaltstabellen“.

gibt. Die Nährstoffabfuhr der Fruchtfolge ergibt sich aus der Summe der einzelnen Ernten. Erntereste oder Erntenebenprodukte, die auf dem Feld verbleiben (z.B. Stroh, Rübenblatt), gelten nicht als abgefahren und werden daher nicht zum Nährstoffbedarf der Fruchtfolge hinzugerechnet.

In Versorgungsstufe A oder B ist ein jährlicher Zuschlag zur Nährstoffabfuhr vorzunehmen, in C entspricht der Bedarf der Abfuhr, in D genügt eine Düngung in Höhe der halben Nährstoffabfuhr und in E ist keine Düngung erforderlich (siehe Tab. 4).

Tab. 4: Nährstoffbedarf an P₂O₅, K₂O und MgO

Versorgungsstufe	kg/ha und Jahr		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
A	ABFUHR + 60	ABFUHR + 80	ABFUHR + 50
B	ABFUHR + 30	ABFUHR + 40	ABFUHR + 25
C	ABFUHR	ABFUHR	ABFUHR
D	ABFUHR * 0,5	ABFUHR * 0,5	ABFUHR * 0,5
E	0	0	0

... künftig Faktoren, d.h. Abfuhr mal 2 mal 1,5

Abfuhr = Nährstoffabfuhr durch die Ernteprodukte von der Fläche („Nettoentzug“)

Ermittlung Grundnährstoffbedarf – System RP

32

N-Düngeplaner RLP			PKMg-Planer			
Version 1.5, im Februar 2018						
Anbaujahr	5-jährige Fruchtfolge	Kultur	dt/ha	Nährstoffabfuhr kg/ha		
				P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
1	Erbsen-Korn Weizen-Korn Roggen + Anteil. Stroh Gerste-Korn Hafer-Korn	Erbsen-Korn	45	50	63	9
2		Weizen-Korn	80	64	48	16
3		Roggen + Anteil. Stroh	75	80	180	29
4		Gerste-Korn	55	44	33	11
5		Hafer-Korn	50	40	30	10
Summen				278	354	75
Gehaltsklassen				C	B	D
Düngeempfehlung für 5 Jahre			kg/ha	278	531	37

Gehaltsklasse	DgEmpf = Abfuhr x
A	2
B	1,5
C	1
D	0,5
E	0

	Nährstoffgehalte kg/dt		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Weizen-Korn	0,8	0,6	0,2
Weizen + Anteil. Stroh	1,04	1,72	0,36
Roggen-Korn	0,8	0,6	0,2
Roggen + Anteil. Stroh	1,07	2,4	0,38
Triticale-Korn	0,8	0,6	0,2
Triticale + Anteil. Stroh	1,07	2,13	0,38
Gerste-Korn	0,8	0,6	0,2
Gerste + Anteil. Stroh	1,01	1,79	0,34
Hafer-Korn	0,8	0,6	0,2
Hafer + Anteil. Stroh	1,13	2,47	0,42
Dinkel-Korn (ohne	0,8	0,6	0,2
Dinkel + Anteil. Stroh	1,1	2	0,4
Körnermais	0,8	0,5	0,2
Ackerbohnen-Korn	1,2	1,4	0,2
Erbsen-Korn	1,1	1,4	0,2
Erbsen + Anteil. Stroh	1,4	4	0,5
Sojabohnen-Korn	1,5	1,9	0,3
Raps-Korn	1,8	1	0,5
Raps-Korn + Anteil. Stroh	2,5	5,25	0,8
Sonnenblumen-Korn	1,6	2,4	0,6
Öllein-Korn	1,2	1	0,8
Kartoffeln	0,14	0,6	0,04
Zuckerrüben	0,1	0,25	0,08
Zuckerrüben + Anteil. Blatt	0,18	0,67	0,15
Silomais (TM)	0,51	1,61	0,39
GPS-Getreide 55 % TM	0,23	0,48	0,1
Klee/Luzerne-/gras (TM)	0,7	3	0,4
Feldgras (TM)	0,8	3	0,3

33

Nährstoffgehalte im Erntegut																			
Kultur	Haupt-: Neben-ernte-produkt	Erläuterung Ernte-produkt (% RP in TM)	% TM	kg/dt Haupternteprodukt					kg/dt Haupternteprodukt mit anteiligem Stroh oder Blatt					% TM	kg/dt Stroh oder Blatt				
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
Getreide und Körnermais																			
Weizen	1:0,8	Korn, 12 % RP	86	1,81	0,8	0,6	0,2	0,2	2,21	1,04	1,72	0,36	0,32	86	0,5	0,3	1,4	0,2	0,15
		Korn, 14 % RP	86	2,11	0,8	0,6	0,2	0,2	2,51	1,04	1,72	0,36	0,32	86	0,5	0,3	1,4	0,2	0,15
		Korn, 16 % RP	86	2,41	0,8	0,6	0,2	0,2	2,81	1,04	1,72	0,36	0,32	86	0,5	0,3	1,4	0,2	0,15
Wintergerste	1:0,7	Korn, 12 % RP	86	1,65	0,8	0,6	0,2	0,2	2,0	1,01	1,79	0,34	0,31	86	0,5	0,3	1,7	0,2	0,15
		Korn, 13 % RP	86	1,79	0,8	0,6	0,2	0,2	2,14	1,01	1,79	0,34	0,31	86	0,5	0,3	1,7	0,2	0,15
Roggen	1:0,9	Korn, 11 % RP	86	1,51	0,8	0,6	0,2	0,2	1,96	1,07	2,4	0,38	0,34	86	0,5	0,3	2,0	0,2	0,15
		Korn, 12 % RP	86	1,65	0,8	0,6	0,2	0,2	2,1	1,07	2,4	0,38	0,34	86	0,5	0,3	2,0	0,2	0,15
Triticale	1:0,9	Korn, 12 % RP	86	1,65	0,8	0,6	0,2	0,2	2,1	1,07	2,13	0,38	0,34	86	0,5	0,3	1,7	0,2	0,15
		Korn, 13 % RP	86	1,79	0,8	0,6	0,2	0,2	2,24	1,07	2,13	0,38	0,34	86	0,5	0,3	1,7	0,2	0,15
Sommerfuttergerste	1:0,8	Korn, 12 % RP	86	1,65	0,8	0,6	0,2	0,2	2,05	1,04	1,96	0,36	0,32	86	0,5	0,3	1,7	0,2	0,15
		Korn, 13 % RP	86	1,79	0,8	0,6	0,2	0,2	2,19	1,04	1,96	0,36	0,32	86	0,5	0,3	1,7	0,2	0,15
Braugerste	1:0,7	Korn, 10 % RP	86	1,38	0,8	0,6	0,2	0,2	1,73	1,01	1,79	0,34	0,3	86	0,5	0,3	1,7	0,2	0,15
		Korn, 11 % RP	86	1,51	0,8	0,6	0,2	0,2	1,86	1,01	1,79	0,34	0,3	86	0,5	0,3	1,7	0,2	0,15
Hafer	1:1,1	Korn, 12 % RP	86	1,65	0,8	0,6	0,2	0,2	2,06	1,13	2,47	0,42	0,36	86	0,5	0,3	1,7	0,2	0,15
		Korn, 12 % RP	86	1,65	0,8	0,6	0,2	0,2	2,2	1,13	2,47	0,42	0,36	86	0,5	0,3	1,7	0,2	0,15
Durum	1:0,8	Korn, 15 % RP	86	2,26	0,8	0,6	0,2	0,2	2,66	1,04	1,96	0,36	0,32	86	0,5	0,3	1,7	0,2	0,15
		Korn, 12 % RP	86	1,81	0,8	0,6	0,2	0,2	2,31	1,1	2,0	0,4	0,35	86	0,5	0,3	1,4	0,2	0,15
Dinkel (ohne Spelzen)	1:1,0	Korn, 14 % RP	86	2,11	0,8	0,6	0,2	0,2	2,61	1,1	2,0	0,4	0,35	86	0,5	0,3	1,4	0,2	0,15
		Korn, 10 % RP	86	1,38	0,8	0,5	0,2	0,2	2,28	1,0	2,5	0,6	0,32	86	0,9	0,2	2,0	0,4	0,15
Körnermais	1:1,0	Korn, 10 % RP	86	1,38	0,8	0,5	0,2	0,2	2,28	1,0	2,5	0,6	0,32	86	0,9	0,2	2,0	0,4	0,15
		Korn, 11 % RP	86	1,51	0,8	0,5	0,2	0,2	2,41	1,0	2,5	0,6	0,32	86	0,9	0,2	2,0	0,4	0,15

TM = Trockenmasse RP = Rohprotein

Umrechnungsfaktoren von Rohprotein zu Stickstoff: bei Weizen 5,7, beim übrigen Getreide 6,25.
 Bsp.: 100 dt Weizen mit 14 % Feuchte = 86 dt TM; bei 12 % RP = 10,32 dt RP; geteilt durch 5,7 = 181 kg N
 60 dt Braugerste mit 14 % Feuchte = 51,6 dt TM; bei 10 % RP = 5,16 dt RP; geteilt durch 6,25 = 83 kg N

N- und Rohproteingehalte beziehen sich beim Erntegut immer auf die Trockenmasse (bei Futtermitteln beziehen sie sich auf die Frischmasse).
 Da beim Erfassungshandel die RP-Gehalte meist nur mit einer Schnellmethode ermittelt werden, wird die Bezugsgröße TM oft nicht angegeben.

Bei 14 % Feuchte im Erntegut kann der Rechengang wie folgt vereinfacht werden:
 Weizen: % RP * 0,15 = kg N/dt Korn; anderes Getreide: % RP * 0,14 = kg N/dt Korn

... und weitere Werte im Merkblatt „Nährstoffgehalte ...“

34

www.pflanzenbau.rlp.de / Rubrik Düngung

Differenzierung der P-Düngung in der Fruchtfolge nach Pflanzenarten

Aus den vom Arbeitskreis „Düngeberatung und Nährstoffhaushalt“ ausgewerteten Feldversuchen und der Literatur geht hervor, daß die Getreidearten allgemein geringere P-Gehalte im Boden benötigen als Hackfrüchte. Da sich der P-Gehalt des Bodens aber nicht jährlich an den Bedarf der Pflanze anpassen läßt, verbleibt nur die Möglichkeit, mit der P-Düngung auf die Ansprüche der Pflanzen zu reagieren. Bei Böden der P-Gehaltsklasse C wird daher empfohlen, die für die Fruchtfolge nötige P-Düngung auf die Hackfrüchte/Blattfrüchte zu konzentrieren und das Getreide weitgehend ohne P-Düngung zu belassen. Diese fruchtfolgebetonte Düngung ermöglicht dem Landwirt, selbst bei P-Gehalten des Bodens an der Untergrenze der Gehaltsklasse C, Ertragseinbußen mit hoher Wahrscheinlichkeit zu vermeiden. Ein solches Vorgehen macht die Aufdüngung auf höhere als der Gehaltsklasse C entsprechende P-Gehalte entbehrlich. Es trägt sowohl dem wirtschaftlichen Interesse des Landwirts als auch den Aspekten der Umwelt- und Ressourcenschonung Rechnung.

Quelle: VDLUFA-Standpunkt zur Phosphor-Düngung nach Bodenuntersuchung, 1997

35

Düngung mit Kalium

Die Ableitung der K-Düngeempfehlungen erfolgt in Deutschland entweder stufenweise je Gehaltsklasse bzw. Versorgungsstufe oder gleitend in Abhängigkeit vom ermittelten K-Gehalt des Bodens.

Die optimalen K-Düngegaben sind so bemessen, dass die Versorgung der Klasse C erhalten bleibt; sie liegen meist im Bereich der K-Abfuhr vom Feld. Bei hoher K-Auswaschung (manche Sandböden) bzw. Böden mit K-Fixierung liegen sie höher, bei hoher K-Nachlieferung (manche Löß- und Marschböden) liegen sie niedriger. Aus diesem Grund können hier keine konkreten Angaben zur Höhe der K-Düngung gemacht werden.

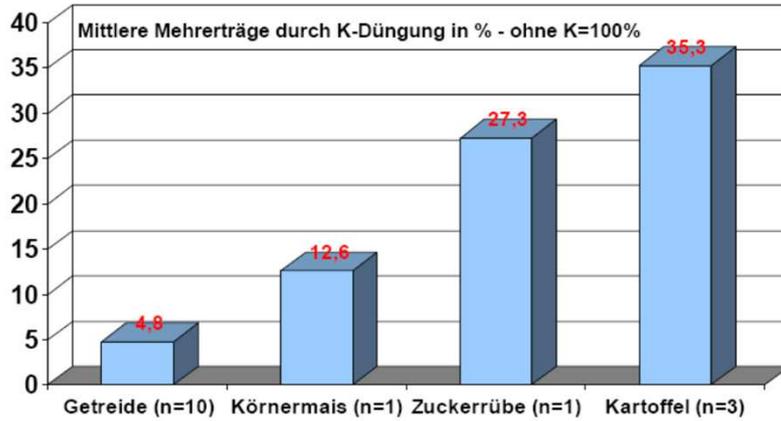
Sollte der Düngebedarf in Gehaltsklasse C nicht exakt eingeschätzt worden sein, so ergibt sich mittelfristig ein Korrektiv dadurch, dass bei einem Absinken des Bodengehaltes nach Klasse B höhere und bei einem Ansteigen nach Klasse D niedrigere Düngegaben empfohlen werden.

Aus den Feldversuchen geht hervor, dass Hackfrüchte im Vergleich zu Getreide im Allgemeinen wesentlich stärker auf die K-Düngung reagieren. Bei Zuckerrüben zeigen sich in seltenen Fällen auch bei K-Gehalten der Klassen D und E ökonomische Mehrerträge. Aus diesem Grund sollte die für die Fruchtfolge notwendige K-Düngermenge als Vorausdüngung zur Hackfrucht gegeben werden, falls die Standortbedingungen dies zulassen.

Quelle: VDLUFA-Standpunkt zur Kalium-Düngung nach Bodenuntersuchung, 1999

36

K-Dauerversuch Celle seit 1986



5. Pflanzenbau-Tagung 2008

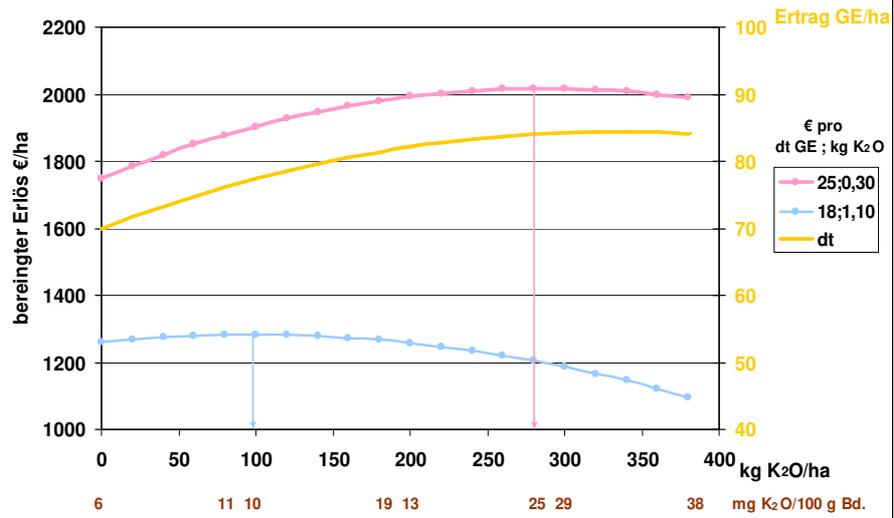
C. Reumertel

Fachbereich Pflanzenbau

37

Wirtschaftlichkeit K-Düngung K-Versuch Niestetal 1978-2001

0 - 100 - 200 - 300 kg K₂O/ha*a +/- Stallmist (80 kg K₂O/ha*a)



Fruchtfolge: Zuckerrüben – WiWeizen - WiGerste
Stroh und Rübenblatt wurden abgefahren

Fritsch, nach Orlovius,
2003, ergänzt

38

Zur Wirtschaftlichkeit der Grunddüngung

Nährstoffabfuhr (Bsp. Getreidekorn) pro ha und Jahr: 65 kg P₂O₅ 50 kg K₂O

kostete um das Jahr 2000 (0,45 €/kg P₂O₅, 0,30 €/kg K₂O): ca. 45 €

kostete 2008/2009 (1,50 €/kg P₂O₅, 1,00 €/kg K₂O): ca. 150 €

kostet aktuell 2017 (0,80 €/kg P₂O₅, 0,50 €/kg K₂O): ca. 80 €

Mehrerträge durch Grunddüngung pro ha und Jahr bei **geringer** Nährstoffversorgung (z.B. 3 - 10 mg P₂O₅/K₂O / 100 g Bd.): 5 -10 dt Getreide/ha

1dt Weizen 17 €

Das bedeutet: bei **früheren Preisrelationen** war die mineralische Grunddüngung entsprechend den Empfehlungen der Officialberatung **rentabel**.

2008 war dies plötzlich nicht mehr der Fall. Folge: Rückgang der Grunddüngungs-Intensität

Aktuell ist die Rentabilität einer Düngung nach Abfuhr wieder gegeben.

Strohverkauf (Wintergerste, 5 t/ha):	25 kg N	15 kg P ₂ O ₅	85 kg K ₂ O	
	€/kg	1,00	0,90	0,60
	€/ha	25,00	13,50	51,00

außerdem: Humusbildung, Bodenstruktur, CO₂-Freisetzung für Ertragsbildung

39

Fruchtfolge-Düngung		Schlag oder Bewirtschaftungseinheit:		ha: 2,00		P ₂ O ₅		K ₂ O		Mg		pH									
Planung und Dokumentation		Zum Beispiel		Ackerzahl: 70		16		10		14		6,5									
				Bodenart: sL		C		B		D											
Anbau und Ernte		Nährstoffgehalte kg/dt										Nährstoffabfuhr kg/ha									
Jahr	Kultur	Erntegut	dt/ha	dt/Schlag	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO									
1	07	ZRb	Rüben	550	1100	0,18	0,10	0,25	0,08	99	55	138	44								
2	08	WiWz	K.+Stroh	80	160	2,51	1,04	1,72	0,36	201	83	138	29								
3	09	BrauG	Korn	55	110	1,4	0,8	0,6	0,2	77	44	33	11								
4	10	Erbse	Korn	40	80	3,6	1,1	1,4	0,2	144	44	56	8								
5	11	WiWz	Korn	80	160	2,11	0,8	0,6	0,2	169	64	48	16								
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
Summe Nährstoffabfuhr										690	290	413	108								
Zu- oder Abschläge für Versorgungsstufen										kg/ha über die Fruchtfolge											
kg/ha und Jahr x 5 Jahre										+ 40 * 0,5											
Unvermeidbare N-Verluste										+ 75											
N-Nachlieferung langjährige organische Düngung										- 20											
N-Bindung der Leguminosen										- 176											
<table border="1"> <tr> <th>Art</th> <th>dt/ha</th> <th>% Legum.</th> <th>kg N-Bind./dt</th> </tr> <tr> <td>K-Erbesen</td> <td>40</td> <td>100</td> <td>4,4</td> </tr> </table>										Art	dt/ha	% Legum.	kg N-Bind./dt	K-Erbesen	40	100	4,4	-			
Art	dt/ha	% Legum.	kg N-Bind./dt																		
K-Erbesen	40	100	4,4																		
Summe Düngbedarf										569	290	613	54	1600							

Ermittlung Grundnährstoffbedarf – System RP

40

Bei der Düngeplanung müssen zuerst die vorhandenen Wirtschaftsdünger zugeteilt werden!

Nährstoffgehalte in Wirtschaftsdüngern

		% TM	% bzw. kg/dt FM					
			N	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
Gülle								
Milchvieh	Grünlandbetrieb	7,5	0,4	0,2	0,15	0,6	0,1	0,03
	Ackerfutterbaubetrieb	7,5	0,37	0,19	0,16	0,61	0,1	0,03
Mastbullen (über 6 Monate)		7,5	0,37	0,19	0,17	0,44	0,1	0,03
		10	0,49	0,25	0,23	0,58	0,13	0,04
Mastschweine	Standardfutter	7,5	0,65	0,45	0,33	0,33	0,2	0,05
		10	0,86	0,60	0,44	0,44	0,26	0,06
	N- und P-reduziert	7,5	0,5	0,35	0,26	0,28	0,2	0,04
Zuchtsauen mit Ferkeln bis 25 kg	Standardfutter	7,5	0,65	0,45	0,38	0,32	0,2	0,05
	N- und P-reduziert	7,5	0,52	0,37	0,30	0,30	0,2	0,04
Legehennen	Gülle	10	0,59	0,41	0,28	0,30	0,1	0,04
	N- und P-reduziertes Futter	70	3,8	1,9 ¹⁾	2,0	2,1	0,7	0,27
Festmist								
Milchkühe	- Mittelangstand (4 kg Einstreu/Tag)	25	0,55		0,4	0,65	0,2	0,1
	- Kurzstand (2 kg Einstreu/Tag)	25	0,5		0,5	0,6	0,2	0,1
	- Tiefstall (9 kg Einstreu/Tag)	25	0,65		0,3	1,0	0,2	0,1
Mutterkühe (Tiefstall)		25	0,55		0,2	1,0	0,2	0,1
weibl. Jungvieh	Tiefstall	25	0,55		0,25	1,0	0,2	0,1
	mittlere Einstreumenge	25	0,5		0,4	0,75	0,2	0,1
Fresser, Kälber (über 3 bis 6 Mon., Tiefstall)		25	0,6		0,3	1,0	0,2	0,1
Mastbullen (über 6 Monate, Tiefstall)		25	0,7		0,35	1,0	0,2	0,1
Mastschweine	Standardfutter, geringe Einstreu	30	0,85		0,8	0,65	0,3	0,1
	Standardfutter, Tiefstall	30	0,95		0,8	0,8	0,3	0,1
Zuchtsauen (mit Ferkeln, Std.futter, geringe Einstreu)		28	0,8		1,3	0,4	0,3	0,1
Ferkelaufzucht (Standardfutter, Tiefstall)		30	0,85		0,6	0,75	0,3	0,1
Schafe		30	0,75		0,3	1,35	0,3	0,1
Pferde		30	0,45		0,3	0,8	0,14	0,1
Legehennen (Standardfutter, Bodenhaltung, Tiefstreu)		45	2,0		1,45	1,45	0,5	0,3
Masthähnchen (N- u. P-reduziert, Tiefstreu)		75	2,5		1,6	2,3	0,7	0,4
Puten (mit Einstreu)		60	2,5	0,74	2,1	2,3	0,5	0,4
Jauche								
Milchkühe	Grünlandbetrieb		0,4	0,4	-	0,8	0,02	0,02
	Ackerfutterbau		0,3	0,3	-	0,65	0,02	0,02
weibl. Jungvieh (mittlere Einstreu)			0,55	0,55	-	1,25	0,02	0,02
Zuchtsauen (mit Ferkeln, Standardfutter)			0,45	0,45	-	0,3	0,02	0,03
Mastschweine (Standardfutter)			0,6	0,6	-	0,45	0,02	0,03
Pferde			0,2	0,2	-	0,6	0,02	0,02

¹⁾ Ammonium- und Harnsäure-N

1 m² Gülle, Jauche oder Sickersaft = 10 dt

41

										Summe Düngbedarf									
										569	290	613	54	1600					
Organische Dünger										Nährstoffgehalte kg/dt					Düngung kg/ha				
Monat	Art	dt/ha	dt/Schlag	kg/dt Ges.-füg.	% ver-füg.	Verfüg.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	Verfüg.	Gesamt-						
				N	N	N	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO			
12/06	R-Mist	200	400	0,5	30	0,15	0,5	0,6	0,1			30	100	120	20				
Mineraldünger										Gesamt-					Gesamt-				
Monat	Art	dt/ha	dt/Schlag	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO			
2/07	Kohlens. Kalk	40	70					50								2000			
3/07	KAS	3	5	27				- 15				81				- 45			
3/07	Kornkali	12	24			40	6							480	72				
08	KAS	7	14	27				- 15				189				- 105			
09	KAS	3	6	27				- 15				81				- 45			
10	Superphosphat	10	20		18								180						
11	KAS	7	14	27				- 15				189				- 105			
Summe Düngung										570	280	600	92	1700					

Ermittlung Grundnährstoffbedarf – System RP

42

N-Düngeplaner RLP			PKMg-Planer			
Version 1.5, im Februar 2018						
Anbaujahr	5-jährige Fruchtfolge	Kultur	dt/ha	Nährstoffabfuhr kg/ha		
				P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
1		Erbsen-Korn	45	50	63	9
2		Weizen-Korn	80	64	48	16
3		Roggen + Anteil. Stroh	75	80	180	29
4		Gerste-Korn	55	44	33	11
5		Hafer-Korn	50	40	30	10
			Summen	278	354	75
			Gehaltsklassen	C	B	D
Düngeempfehlung für 5 Jahre			kg/ha	278	531	37

Gehaltsklasse	DgEmpf = Abfuhr x
A	2
B	1,5
C	1
D	0,5
E	0

	Nährstoffgehalte kg/dt		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Weizen-Korn	0,8	0,6	0,2
Weizen + Anteil. Stroh	1,04	1,72	0,36
Roggen-Korn	0,8	0,6	0,2
Roggen + Anteil. Stroh	1,07	2,4	0,38
Triticale-Korn	0,8	0,6	0,2
Triticale + Anteil. Stroh	1,07	2,13	0,38
Gerste-Korn	0,8	0,6	0,2
Gerste + Anteil. Stroh	1,01	1,79	0,34
Hafer-Korn	0,8	0,6	0,2
Hafer + Anteil. Stroh	1,13	2,47	0,42
Dinkel-Korn (ohne	0,8	0,6	0,2
Dinkel + Anteil. Stroh	1,1	2	0,4
Körnermais	0,8	0,5	0,2
Ackerbohnen-Korn	1,2	1,4	0,2
Erbsen-Korn	1,1	1,4	0,2
Erbsen + Anteil. Stroh	1,4	4	0,5
Sojabohnen-Korn	1,5	1,9	0,3
Raps-Korn	1,8	1	0,5
Raps-Korn + Anteil. Stroh	2,5	5,25	0,8
Sonnenblumen-Korn	1,6	2,4	0,6
Öllein-Korn	1,2	1	0,8
Kartoffeln	0,14	0,6	0,04
Zuckerrüben	0,1	0,25	0,08
Zuckerrüben + Anteil. Blatt	0,18	0,67	0,15
Silomais (TM)	0,51	1,61	0,39
GPS-Getreide 55 % TM	0,23	0,48	0,1
Klee/Luzerne/-gras (TM)	0,7	3	0,4
Feldgras (TM)	0,8	3	0,3

43

William A. Albrecht (1888–1974) sah eine direkte Verbindung zwischen Bodenqualität, Lebensmittelqualität und Gesundheit des Menschen. Er zog Direktverbindungen zwischen minderwertigen Futterpflanzen und Gesundheitsschäden bei landwirtschaftlichen Nutztieren und daraus eine Formel für ideale Verhältnisse von Kationen in der Erde (WIKIPEDIA 2013). Darauf aufbauend entwickelte der Pflanzenbauberater Neal Kinsey einen Beratungsansatz, in dem ein Gleichgewicht in der Verteilung der Nährstoffe im Boden angestrebt wird. Die Höhe der erforderlichen Nährstoffmengen hängt von der Kationen-Austausch-Kapazität ab. Unter dem Titel „Beratung-mal-anders.de“ bietet die Bayer Handelsvertretung, York-Th. Bayer, das Beratungssystem Kinsey in Deutschland an, so dass die Empfehlungen auch für Landwirte anwendbar sind.

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei **Mecklenburg Vorpommern**

Ertrags- und Qualitätswirkung der N-Düngung in Abhängigkeit vom Grunddüngungssystem



Abschlussbericht 2013
Forschungsnummer 10.07

im Forschungsbereich:
Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie

Stand: 25. März 2013

Wissenschaftlicher Bearbeiter:
Dr. Eckhard Lehmann

Beteiligte Einrichtungen:
LMS Agrarberatung – LUF, Rostock und Zuercherge Staats für landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung
Fa. Bayer Handelsvertretung (Kinsey)
Fa. KARNER Düngeproduktion GmbH (AKRA)

Institut für Pflanzenerzeugung und Betriebswirtschaft Dortmunder Institut für Agrarwissenschaften
10775 Göttingen
www.dortmunder.de

44

Die Basis der Bodenanalyse beinhaltet normalerweise:

- Totale Kationen Austausch Kapazität (T.E.C.)
- Boden pH
- Organische Substanz (Humus) in Prozent
- Stickstoff (ENR vom Kolloidialen Humus) – geschätzte N Menge, die in dieser Vegetation aus dem Kolloidial Humus zu Verfügung steht.
- Schwefel (als S) in ppm
- Phosphor (als P2O5)
- Olsen Wert (ohne Berechnung, wenn der pH über 7,5 liegt)
- Prozent Basen Sättigung von:
 - Kalzium (Ca)
 - Kali (K)
 - Magnesium (Mg)
 - Natrium (Na)
 - Andere Basen
 - Austauschbarer Wasserstoff
- Kalzium, Magnesium, Kali und Natrium in kg/ha
- Spurenelemente:
 - Bor in ppm
 - Eisen in ppm
 - Mangan in ppm
 - Kupfer in ppm
 - Zink in ppm

???

Bayer Handelsvertretung

Pichelsdorfer Str. 71 – D-13595 Berlin
 Tel. 030 - 75704620 Fax. 030 - 75704621 e-mail: bp@beratung-mal-anders.de
www.beratung-mal-anders.de

Grundlagen für die Bodenfruchtbarkeitsberatung nach Prof. Albrecht

45

Ch		"Name Landwirt"		Vorherige Ergebnisse & Düngung						
Kultur		WINTER WEIZEN / WINTER WEIZEN								
Pelt / Probennummer / Unsere Referenznummer		XYZ / D-01								
Lab.Nr.		D0018								
Totale Kationen Austauschkapazität (M.E.)		14,55								
Gewünschter Ca - Mg Verhältnis		68 : 12								
pH der Bodenprobe		7,1								
Humusgehalt, Prozent		2,8								
BASENSÄTTIGUNG; PROZENT										
Kalzium (60 to 70%)		81,48								
Magnesium (10 to 20%)		10,02								
Kalium (2 to 5%)		3,02								
Natrium (5 to 3%)		1,18								
Andere Basen (Variable)		4,30								
Austauschbarer Wasserstoff (10 to 15%)		0,00								
EMPFEBLUNG										
		(Düngemittel) kg/ha		Düngem. kg/ha		Düngem. kg/ha		Düngem. kg/ha		
ANIONIEN	Stickstoff	ENR Wert	85	NACH BEDARF						
	SCHWEFEL - S	Gefunden	13	SCHWEFEL 90-92%	17				15	
	PHOSPHOR	Gewünschter Wert Olsen Wert Gefunden Mangel/Überfluss	841 730 -111	DAP 18-46-0	224	PK (B) ROHPHOSPHAT				
KATIONEN	CALZIUM	Gewünschter Wert Gefunden Mangel/Überfluss	4436 5315 +879	NICHTS						
	MAGNESIUM	Gewünschter Wert Gefunden Mangel/Überfluss	470 362 -78	KIESERIT	166				33	
	Kali	Gewünschter Wert Gefunden Mangel/Überfluss	954 354 -570	KALI SULFAT 0-0-50	224				40	
	Natrium	Gewünschter Wert Gefunden Mangel/Überfluss	75 89 +14			P.P.M.	P.P.M.	P.P.M.		
SPURENELEMENTE	Bor	pp.m.	0,96	BORSAURE 17,4% (d)	13					
	Eisen	pp.m.	652							
	Mangan	pp.m.	3,30	KUPFER SULFAT 23%	6				1	
	Kupfer	pp.m.	12,20	ZINK SULFAT 36%	34				6	
BEREICHENUNGEN	(a)									
	(b)									
	(c)									
	(d)	Setze dem A.H.L. 6 kg/ha von Sulfur zusätzlich zu.								
WICHTIGKEIT: Optional, Beispiel von einer anderen Auswertung. PRIORITY: 1) Stickstoff 2) Magnesium 3) Kali 4) Phosphor 5) Kupfer 6) Bor 7) Zink										

ca. 95 kg S/ha

46

Pflanzenanalyse zur Ermittlung des Düngedarfs

Nachteile:

- Ergebnis kommt zu **spät für aktuelle** Düngung
- Aussagekraft über Nährstoffverfügbarkeit in Zukunft
- schwierige Kalibrierung (= Grenzwert für Düngedarf)
- Aussage über Düngermenge ?
- hohe jahres- bzw. witterungsabhängige Variabilität
- richtiges Pflanzenteil zum richtigen Zeitpunkt beproben
(z.B. ganzen Getreideaufwuchs bei Schossbeginn, gerade voll entwickelte Rapsblätter vor der Blüte)

47

Pflanzenanalyse zur Ermittlung des Düngedarfs

Vorteile:

- Pflanze zeigt den aktuellen Ernährungszustand an
(**Mangelsymptome**)
- Precision Farming (teilflächenspezifische Düngung)
= **Sensorsteuerung**, keine eigtl. Analyse
- besonders für tiefwurzelnde **Dauerkulturen** (Wein, Obst)
- Nutzung von **Grundfutteruntersuchungen** (Mais, Grassilage)

Pflanzen- und Bodenuntersuchung können sich ergänzen!

**Pflanzenanalysen sind deutlich teurer als
Standardbodenuntersuchungen**

48

Tabelle 6: Optimaler Zeitpunkt für die Blattapplikation von Mikronährstoffen

Getreide	Schossenstadium, 10 bis 25 cm Wuchshöhe (vorzugsweise BBCH 31... 37)
Mais	nach 4. Blatt, 30 bis 40 cm Wuchshöhe
Rübe	Schließen der Reihen (Juni/Juli)
Kartoffel	Schließen der Reihen (Juni/Juli)
Luzeerne, Rotklee	kurz vor der Blüte
Grünland	10 bis 15 cm Wuchshöhe
Raps, Rübsen	Knospenstadium
Ackerbohne, Erbse	6- bis 8-Blattstadium
Sonnenblume	Ausbildung 6. bis 8. Blatt
Lein	ca. 20 cm Wuchshöhe
Gräser	10 bis 15 cm Wuchshöhe



Pflanzenanalysen bislang von der Praxis selten veranlasst

Problem: optimales Stadium der Probenahme für Pflanzenanalyse liegt nicht (deutlich) vor dem Stadium der Düngung

Lösung für die Praxis: Düngung in den Folgejahren, nachdem einige repräsentative Proben untersucht wurden

49

Art: Grössilage, 1. Schnitt
Schnittdatum: 20.05.2010

Probenahme am: 07.07.2010
Probeneingang am: 15.07.2010

Bemerkungen:

Untersuchungsbericht

Nährstoffe:	g/kgTM
Trockenmasse	386 g/kgFM
Rohprotein	151
Rohfett	37
Rohfaser	233
Rohasche	88
NfE	491
Gasbildung	49,4 ml/200mg
ADF _{OM}	274
NDF _{OM}	463
NFC	261
nXP (nutzb. Protein)	138
RNB (Rum.N.Bilanz)	+2
Sand / Ton	11

kg/dt

N 2,4

P₂O₅ 0,92

K₂O 3,29 sehr hoch

Mg 0,18 sehr niedrig

Mineralstoffe:	g/kgTM
Calcium	7,1
Phosphor	4,0
Magnesium	1,8
Natrium	1,0
Kalium	27,3

Sonstiges:	in Trockenmasse
Strukturwert	2,71
Zucker	75 g/kg

Bezug auf eine bestimmte Fläche möglich ?

Energie: MJ/kgTM

ME 10,47
NEL 6,28

Beispiel Grundfutteruntersuchung = Pflanzenanalyse

50

beispielhafte Fragen zum Teil 7:

- Warum wird bei Phosphat die bisher übliche Einstufung der anzustrebenden Gehaltsklasse C bei der Bodenuntersuchung (10-20 mg CAL-lösl. P_2O_5 /100 g Boden) kritisiert?
- Nennen und erläutern Sie drei Gründe für die mangelnde Aussagekraft einer chemischen Standard-Bodenuntersuchung?
- Erläutern Sie die Problematik der Bodenprobenentnahme bei heterogenen Flächen
- Wählen Sie Größenordnungen für P_2O_5 - und K_2O -Abfuhr mit dem Erntegut oder Düngermengen in Gehaltsklasse C aus vorgegebenen Zahlen (in kg/ha)
- Warum sollte man bei der Düngedbedarfsermittlung zwischen den Begriffen „Nährstoffentzug“ und „Nährstoffabfuhr“ unterscheiden?
- Erläutern Sie Vor- und Nachteile von Pflanzen- und Bodenanalysen bei P, K, Mg