

Sachgerechte Düngung

Die Düngung landwirtschaftlicher Böden orientiert sich an:

- Versorgungszustand des Bodens (A),
- Eigenschaften des Standortes (A),
- Natürliche Mineralisierungsvorgänge im Boden (A),
- Ertragsfähigkeit (B) sowie
- Wirtschaftsdüngerform + Zeitpunkt (C),
- Nährstoffbedarf der einzelnen Kulturpflanzen (D)

Bodenuntersuchung

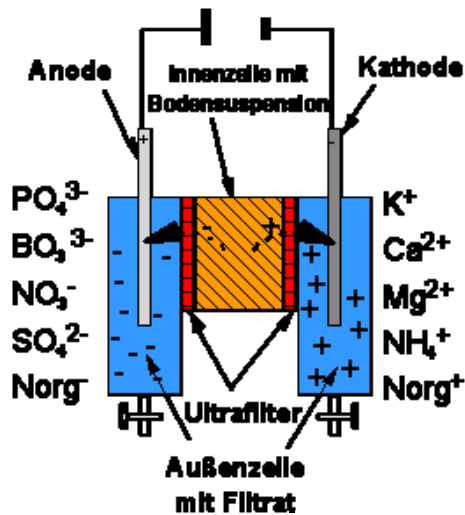
A) Ermittlung der Gehaltsstufen im Boden

Extraktion durch Ausschütteln

- **Verschiedene Methoden zur Ermittlung der Gehaltsstufen im Boden**
- DL (Doppellactat Extraktion)
- CAL (Ca-Acetat-Lactat Extraktion)
- Formiat (Ameisensäure)
- Chelate:
 - EDTA: EthylenDiaminTetraAacetat
 - DTPA: DiethylenTriaminPentaAacetat



EUF: Charakterisierung der Nährstoff-Verfügbarkeit



Erfassung von 2 getrennten Nährstoff-Fractionen:

- 1. Fraktion
Dauer : 30 min
Temp.: 20° C
max. 200 V
max. 15 mA
- 2. Fraktion:
5 Minuten
80° C
400 V
max. 150 mA

Wasser als Extraktionsmittel
Andere Methoden: i.d.R. Salzlösungen
oder Säuren.

- EUF: Alle Nährstoffe werden gleichzeitig extrahiert = *in vivo*

I. Die Wasserleitfähigkeit

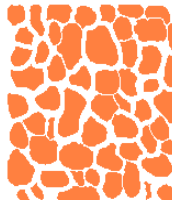
ist abhängig von der Größe der Bodenporen:

Je größer die Poren, desto schneller fließt Wasser durch den Boden:

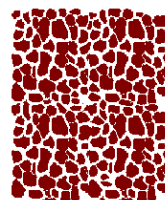
Sand



Schluff



Ton



Körnung = Zusammensetzung verschiedener Korngrößen in Böden.

Sand
>63µm

Schluff
63-2µm

Ton
<2µm

Ist keine der Fraktionen dominierend → Lehm

A. 1. Bodenschwere

= Verhältnis von Sand : Schluff : Ton

- Einstufung der Bodenschwere in 3 Klassen
- Bodenschwere korreliert mit Tongehalt:
- **Der anzustrebende Humusgehalt ist abhängig von**
 - Bodenschwere und
 - mittlerem Tongehalt

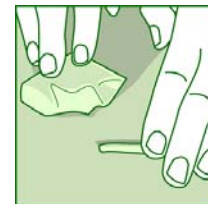
- Einstufung von Bodenschwere u. anzustrebendem Mindesthumusgehalt:

Bodenart (beispielhaft)	Sand	lehmiger Sand	sandiger Lehm	Lehm	Ton
Bodenschwere	sehr leicht	leicht	mittel	schwer	sehr schwer

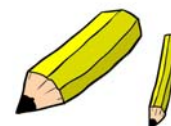
Ton (%)	unter 15	15 - 25	über 25
Mindesthumusgehalt (%)	1,5	2	2,5

•→ Zu / Abschlüge N-Düngung

Einfacher Test der Bodenschwere

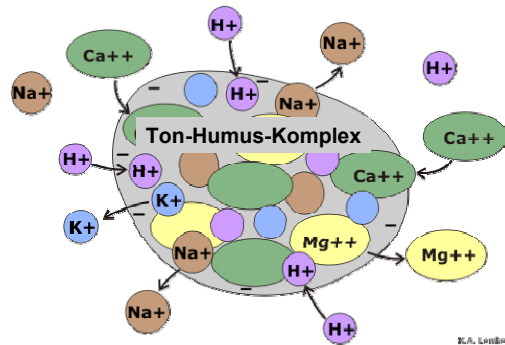


- | Ausrollbarkeit | Formbarkeit | Bodenschwere |
|---|----------------------|--------------|
| ▪ nicht oder höchstens auf Bleistiftstärke (> 7mm Durchmesser) ausrollbar | schlecht bis mäßig → | leicht |
| ▪ auf halbe Bleistiftstärke ausrollbar (7 - 2 mm Durchmesser) | mäßig bis gut → | mittel |
| ▪ sehr dünn ausrollbar (< 2mm Durchmesser) | sehr gut → | schwer |



Faustformel für die Berechnung der CEC

- CEC
= Cation exchange capacity
= Kationenaustauschkapazität
- CEC liegt normalerweise:
zw. 10- 40 cmol IÄ /kg



Berechnung nach Formel:

- $2 \times \text{Humusgehalt (\%)} + \text{halber Tongehalt (\%)} =$
- = Summe der Kationen in cmol IÄ / 1000 g Boden
- IÄ = Ionenäquivalent

Beispiel:

- Humusgehalt = 2,5%
- Tongehalt = 20%
- =
- = $2 \times 2,5 + 20/2 =$
- = 15 cmol IÄ/ kg Boden

Tab. Anzustrebende pH-Werte in Abhängigkeit von Bodenschwere und Nutzungsart

Anzustrebender pH-Wert (CaCl₂):

Bodenschwere	Ackerland, Wein- und Obstgärten	Grünland
leicht	um 5,5	um 5,0
mittel	um 6,5	um 5,5
schwer	um 7,0	um 6,0

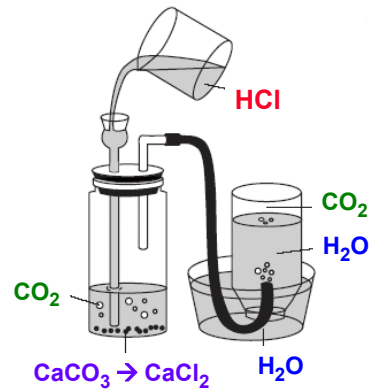
Einstufung der Bodenreaktion

- Bei Unterschreitung dieser pH-Werte: → Kalkdüngung (Kalkbedarfsermittlung)
- pH-Wert Bodenreaktion
- unter 4,6 „stark sauer“
- 4,6 - 5,5 „sauer“
- 5,6 - 6,5 „schwach sauer“
- 6,6 - 7,2 „neutral“
- 7,3 - 8,0 „alkalisch“
- über 8,0 „stark alkalisch“

Karbonattest → Kalkgehalt

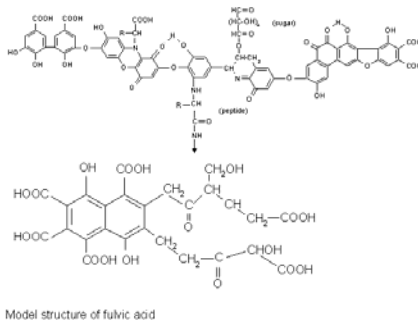
Nach SCHEIBLER:

- Prinzip: Carbonate + HCl !
- z.B. $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- Das hierbei entstehende CO_2 wird gasvolumetrisch bestimmt.



Testzahl	Kalkgehalt in %	Kalkgehalt
1	0	kein
2	0 - 0,5	niedrig
3	0,6 - 1,5	mittel
4	1,6 - 5,0	hoch
5	über 5,0	sehr hoch

Humusgehalt - Ermittlung



- Oberer schwarzer BodenHorizont = Humusschicht.
- Huminsäuren und Fulvosäuren (Abbildung Links)
 - Flockung durch Ca^{++}
- Ermittlung des Gehalts im Labor:
- Trocknung → Verbrennung organischer Masse
- Gewichtsbestimmung vor und nach dem Verbrennen
- → Organische Masse korreliert mit dem Humusgehalt
 - Humusgehalt (%) = $(C_{\text{org}} \times 1,72)$

N-Mineralisierungspotential

Tab. 1 Einstufung durch "Anaerobe Mineralisierung"

Bebrütungsmethode oder Abschätzung durch den **Humusgehalt**

→ N Nachlieferungsvermögen

Gehaltsstufe	Bebrütungswert = Anaerobe N- Mineralisation in <u>mg¹⁾ N</u> /1000 g Feinboden ²⁾ pro Woche)	Humusgehalt in %
Niedrig	unter 35	unter 1,5
Mittel	35 - 70	1,5 - 4,0
Hoch	über 70	über 4,0

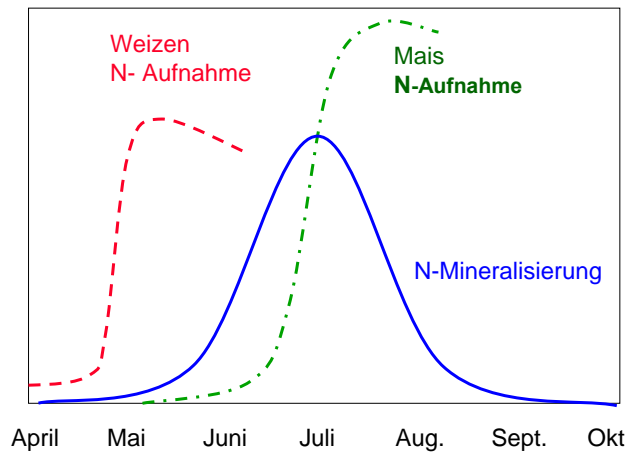
1) mg = Milligramm

2) Feinboden =
alle Bodenteilchen < 2mm

→ Zu / Abschlüge N-Düngung

Mineralisierung

N Aufnahme
bzw.
Mineralisierung
in [kg/ha]



→ Bei starkem Mineralisierungspotential gilt bei
Mais, Kartoffel, Sonnenblume: -25 % N-Düngung
bei Zuckerrübe und Futterrübe - 30 % N-Düngung

Tab 2. Einstufung d. P Gehalte

nach der CAL- oder DL-Methode³⁾

Gehaltsstufe	mg P ₂ O ₅ je 100 g Feinboden ²⁾		mg P je 1000 g Feinboden ²⁾	
	Ackerland, Wein- und Obstgärten, Feldgemüse	Grünland	Ackerland, Wein- und Obstgärten, Feldgemüse	Grünland
A sehr niedrig	unter 6	unter 6	unter 26	unter 26
B niedrig	6 – 10	6 – 10	26 – 46	26 – 46
C ausreichend	11 – 25	11 – 15	47 – 111	47 – 68
D hoch Detaillierter..	26 – 40	16 – 40	112 – 174	69 – 174
E sehr hoch	über 40	über 40	über 174	über 174

2)
Als Feinboden werden
alle Bodenteilchen
< 2mm bezeichnet.

3)
DL = Doppel-Lactat-Methode,
CAL = Calcium-Acetat-Lactat-
Methode

Mindestgehalte an wasserlöslichem Phosphat

Tab.3

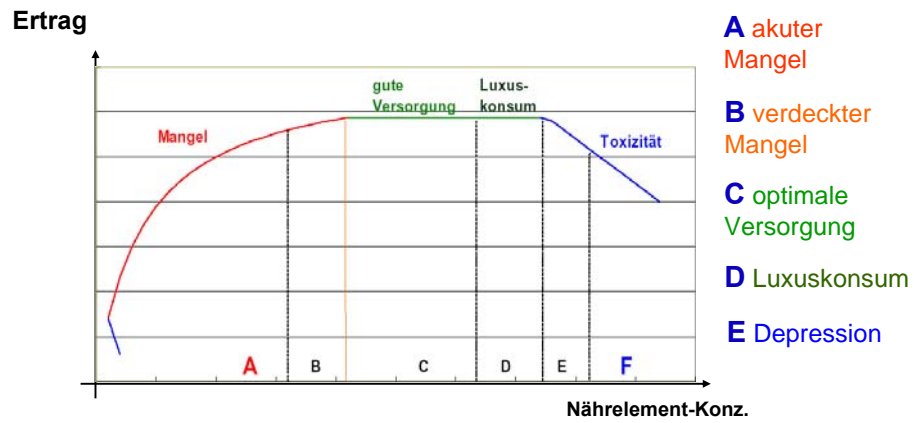
- (P₂O₅ bzw. P) in der Gehaltsstufe D (=26-40 mg) nach CAL oder DL im Detail:

mg P ₂ O ₅ (CAL, DL) je 100 g Feinboden	mg P ₂ O ₅ (H ₂ O) je 100 g Feinboden wasserlöslich	mg P je 1000 g (CAL,DL) Feinboden	mg P (H ₂ O) je 1000 g Feinboden
26 - 29 30 - 36 37 - 40	2,0 1,5 1,0	112 – 129 130 – 159 160 – 174	8,7 6,5 4,4

- Wenn der P Gehalt nach CAL- o. DL-Methode die Gehaltsstufe D ergibt: → Luxus → so ist eine:
- Phosphatdüngung in halber Höhe der für die Gehaltsstufe C empfohlenen P-Gaben sinnvoll, ..
- aber nur, WENN die Wasserlöslichkeit der Phosphat-Reserven im Boden geringer ist, als die Werte in der Tabelle (2.Spalte).

Außerdem: Bei genauer Betrachtung der Einzelwerte fällt auf, daß bei 26 mg P₂O₅ mehr wasserlösliches P₂O₅ erlaubt ist, als bei 40 mg P₂O₅. Dies dient dem relativen Mengen-Ausgleich.

Gehaltsklassen A, B, C, D, E

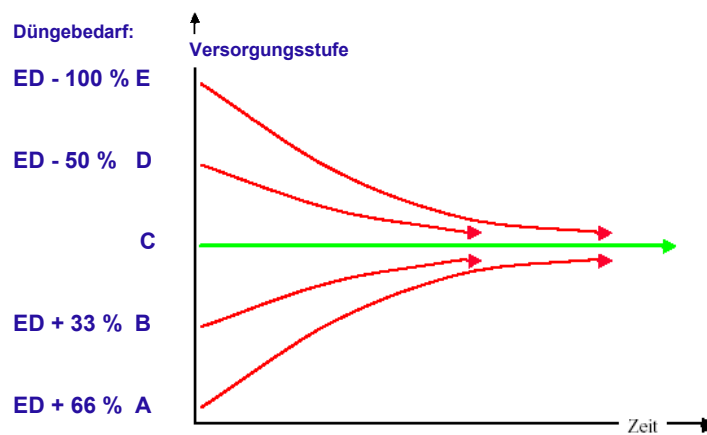


Beziehungen zwischen Mineralstoff-Gehalt zu Ertrag bei steigendem Angebot des betreffenden Nährelements (Prevot und Ollagnier 1957)

Einstufungsbereiche a, b, c, d, e → Gehaltsklassen A, B, C, D, E

Entwicklung der Bodennährstoffgehalte bei bedarfsgerechter Düngung

Erhaltungsdüngung (ED)



Erhaltungsdüngung

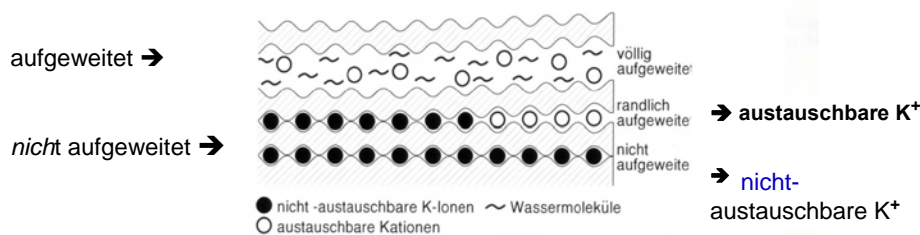
Kaliumfixierung

Bei Mehrschicht-Tonmineralen:

Zwischenschichtraum mit hydratisierten zweiwertigen Kationen: Ca^{2+} , Mg^{2+}

bei K^+ - Zufuhr \rightarrow Kontraktion auf 10 Å \rightarrow **K - Fixierung**

- typisch für Böden mit hohen Anteilen illitischer Verwitterungsprodukte
- **ebenso Fixierung von NH_4^+**
- \emptyset K Gehalt im Boden: 0,2 bis 0,3 % (G/G)
- **K** sehr fest gebunden:
 - Kalifeldspäten
 - Glimmern
 - Tonmineralien
- Analyse der K-Fix.: z.B.: per EUF
- zum großen Teil: *kaum pflanzenverfügbar*



Berechnung der Ausgleichsdüngung bei Kalifixierung

Tab 17b

V.a. in tonreichen Böden

Aus dem analytisch ermittelten Wert der Kalifixierung wird die zum Ausgleich zulässige Menge an Kaliumdüngung ermittelt.

Sichtbarer Kalimangel \rightarrow **Starker – sehr starker Mangel**
(Fixierung v. 300–500 mgK/1000 g Boden) \rightarrow (Fixierung über 500 mgK/1000 g Boden)

$$\text{Ausgleichsdüngung (kg K}_2\text{O/ha)} = (\text{Kalifixierung (mg K}_2\text{O/100g)} - 30) \times 7.$$

$$\text{Ausgleichsdüngung (kg K}_2\text{O/ha)} = (\text{Kalifixierung (mg K/1000g)} - 249) \times 0,84.$$

$$\text{Ausgleichsdüngung (kg K/ha)} = (\text{Kalifixierung (mg K/1000g)} - 249) \times 0,7.$$

Beispielsrechnung:

Analytisch wurde eine Kalifixierung von 350 mg K/ 1000g Boden ermittelt.

Ermitteln Sie die zum Ausgleich zulässige Menge der K Düngung:

$$\text{Ausgleichsdüngung (kg K}_2\text{O/ha)} = [\text{Kalifixierung (mg K/1000g)} - 249] \times 0,84.$$

$$\text{Ausgleichsdüngung} = (350 - 249) \times 0,84 = \underline{85 \text{ kg K}_2\text{O/ ha}}$$

K : Mg – Verhältnis: die Magnesiumgehalte

- Sehr hoher **Mg** Gehalt im Boden kann **K** Aufnahme beeinträchtigen.
- Bei sehr hohem **K** Gehalt im Boden: Gefahr von induziertem **Mg** Mangel
 - (→ z.B. Stielähme bei Wein)



Fotos
Uni Hohenheim

- Einstufung der Magnesium-Gehalte (Mg) unter Berücksichtigung der Bodenschwere für Ackerland, Wein- und Obstgärten, Feldgemüse und für Grünland

Gehaltsstufe ¹⁾	mg Mg je 100 g Feinboden			mg Mg je 1000 g Feinboden		
	leichter Boden	mittelschw. Boden	schwerer Boden	leichter Boden	mittelschw. Boden	schwerer Boden
A sehr niedrig	--	unter 3	unter 4	--	unter 30	unter 40
B niedrig	unter 5	3 - 5	4 - 7	unter 50	30 - 55	40 - 75
C ausreichend	5 - 7	6 - 10	8 - 13	50 - 75	56 - 105	76 - 135
D hoch	8 - 15	11 - 19	14 - 22	76 - 150	106 - 190	136 - 220
E sehr hoch	über 15	über 19	über 22	über 150	über 190	über 220

(→ Weidetetanie)

Methode „Schachtschabel“

Bor, Kupfer, Zink, Mangan und Eisen

Spurenelemente:

- „pflanzenverfügbares“ Bor : Acetat-Auszug
- Cu, Zn, Mn, Fe: EDTA-Auszug,
- Se: Königswasserextrakt

Einstufung der Spurenelementgehalte (in mg/1000 g Feinboden)

Gehaltsstufe	B o r		Kupfer	Zink	Mangan	Eisen
	leichter Boden	mittelschw. u. schw. Boden				
A niedrig	unter 0,2	unter 0,3	unter 2	unter 2	unter 20	unter 20
C mittel	um 0,6	um 0,8	um 8	um 8	um 70	um 100
E hoch	über 2,0	über 2,5	über 20	über 20	über 200	über 300

Selen: im Boden (in mg Se/1000g Boden):

Gehaltsstufe A: unter 0,03

Gehaltsstufe C: um 0,2

Gehaltsstufe E: über 1

Gründigkeit des Bodens

Gründigkeit = Bodentiefe (in cm)

unter 25	seichtgründig
25 - 70	mittelgründig
über 70	tiefgründig

Definition:

Mächtigkeit jener Zone, die zwischen Bodenoberfläche und dem festen Gestein oder einem Horizont liegt, der vorwiegend aus Grobanteil besteht oder extrem verhärtet ist.



Rendzina aus Kalkschottern der Münchner Schotterebene
Gründigkeit 40 cm

→ **Zu / Abschlüge N-Düngung**

Grobanteil

Ermittlung der mineralischen Anteile > als 2 mm:

Grus
Steine
Schotter
Kies



Einstufung des Grobanteils > 2 mm (in Vol%)

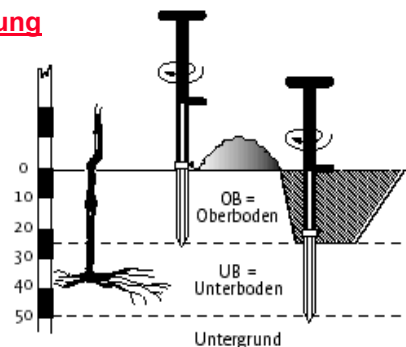
unter 10	10 – 20	20 – 40	40 – 70	über 70
Gering	mäßig	hoch	sehr hoch	extrem hoch

→ **Zu / Abschlüge N-Düngung**

Entnahme von Bodenproben:

Die Feststellung der Nährstoff-Versorgungsstufen muß OB und UB beinhalten!

„OberBoden“ = 0-25 cm
„UnterBoden“ = 25-50 cm
Ggf. Durchmischung nötig!



B) Beurteilung der Ertragsmöglichkeiten

- Tab.5,6 Einschätzung der Hauptkulturen:

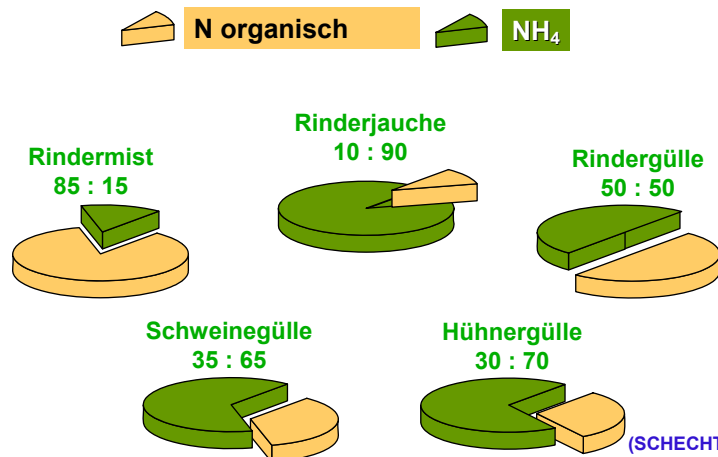
→ Zu / Abschlüsse N-Düngung

Kulturart	Einschätzung der Ertragslage des Standortes (in t/ha)		
	niedrig	mittel	hoch
Weizen	unter 3,5	3,5 - 6,0	Über 6,0
Durum	unter 3,0	3,0 - 4,5	Über 4,5
Roggen	unter 3,5	3,5 - 5,5	über 5,5
Dinkel (entspelzt)	unter 1,5	1,5 - 2,5	Über 2,5
Wintergerste	unter 4,0	4,0 - 6,0	Über 6,0
Triticale	Unter 3,5	3,5- 6,0	über 6,0
Sommergerste (Futter-)	Unter 4,0	4,0 - 5,5	über 5,5
Sommergerste, (Brau-); Hafer	unter 3,5	3,5 - 5,0	Über 5,0
Körnermais	unter 6,0	6,0 - 10,0	Über 10,0
Silomais (Trockenmasse)	Unter 13,0	13,0- 16,0	Über 16,0
Silomais (Frischmasse)	unter 39,0	39,0 - 48,0	Über 48,0

C) DÜNGUNG: Bewertung der Wirtschaftsdünger

- Tab. 7, 8, (vorher 8a)

- NH_4 und Org. N Gehalt in den Wirtschaftsdüngern
- Verhältnis Org.Stickstoff = $\text{OS} : \text{NH}_4$



(SCHECHTNER u. a., 1991)

Tab.8 N -Gehalte in Wirtschaftsdüngern

Art der Tiere und des Wirtschaftsdüngeranfalles	TM-Gehalt in %	Mengenanfall in t/Jahr	N stall-Fallend kg / ton	N ¹⁾ anrechenbar	org. Substanz
Milchkühe (inkl. Nachzucht)	20-25	9,0 /GVE ²⁾	5,0	3,5	175
Stallmist (einstreuarm)	25-40	je nach Umsetzung		4,8	155
Stallmistkompost (abgedeckt)					
Jauche ("unverdünnt")	3	6,0 /GVE	3,5	3,0	13
Gülle	5	30,0 /GVE	2,3	1,7	38
Gülle (unverdünnt)	10	15,0 /GVE	4,5	3,4	75
Mastrinder (Maissilage)	10	12,0 /GVE	6	4,5	75
Gülle (unverdünnt)					
Mastkälber	5	0,5/Kalb u. 75 Tage Mastperiode	7	5,3	35
Gülle (unverdünnt)					
Schafe (inkl. Lämmer)					
Tiefstallmist	25-30	1,0 /GVE u. Monat	8	5,6	200
Pferde Stallmist	25-30	8,0 /GVE	6	4,2	225
Zuchtsauen					
Stallmist	25	3,5 /Sau	6	4,2	200
Jauche	2	2,5 /Sau	4	3,4	8
Gülle	5	8,0 /Sau	3,8	2,8	38
Gülle (unverdünnt)	10	4,0 /Sau	7,6	5,6	75
Mastschweine (Gülle)					
Futtergrundlage MKS-CCM	5	2,0 /Mastplatz	6	4,5	35
Futtergrundlage Getreide	10	1,4 /Mastplatz	8	6,0	75
Tiefstallmist	30	1,4 /Mastplatz	10,5	7,4	
Legehennen Frischkot (= unverd.)	10	13 /100 Hennen	6	4,5	75
Trockenkot	50	3,0 /100 Hennen	22	15,4	360
Masthähnchen (Broiler)Festmist	60	0,6 /100 Mastplätze	24	16,8	500
Puten, Festmist	50	3,0 /100 Mastplätze	20	14,0	380

Differenz durch NH₃-Verluste

Beispielsrechnung:

Tabelle 8: TM-Gehalt (%), Mengenanfall (t/Jahr), Stickstoffgehalte und Gehalte an organische Substanz.

Durchschnittswerte in kg/t,

bei flüssigen Wirtschaftsdüngern: in kg/m³

BEISPIEL

- Annahme: Schweinegülle mit Ø 2,8 kg N anrechenbar (Tab.8); 20 m³ ausgebracht zu Mais (hier als Hackfrucht) vor dem Frühjahrsanbau
- Folgende Bewertungen sind durchzuführen:
 - 1. Gesetzliche Grenzen (Tab.8)
 - 20 m³ x 2,8 kg N = 56 kg N anrechenbar = „Gesamtwirkung“
 - Beurteilung der zulässigen ausgebrachten N-Menge nach Wasserrechtsgesetz (siehe GLP 210/175 kg N) und Wirtschaftsdüngerbegrenzung mit max. 170 kg N (siehe GLP) ab 18.12.2002
 - 2. Düngehöchstmenge ÖPUL
 - 20 m³ x 2,8 kg N x 88 % Direktwirkung (Tab.7 aktualisiert) = ca. 49 kg N
 - Siehe Anmerkung: Schweinegülle hat 10% höhere Direktwirkung als Rindergülle
 - Abhängig von **Mineralisierungsrate**
 - Diese N-Menge ist bei schlagbezogener Dokumentation für die zulässige Düngehöchstmenge zu verwenden (siehe Seiten 38, 39, 40, 41).
 - 3. Gabenteilung ÖPUL
 - 20 m³ x 2,8 kg N x 65 % schnell-wirkender N (Tab.: NH₄-Gehalt) = ca. 36 kg N
 - → Beurteilung der Gabenteilung

= mod. nach BEISPIEL

Tab. 7 N-Direktwirksamkeit

	Stallmist	Stallmist-Kompost	Jauche	Gülle ¹⁾		
				Rind	Schwein	Huhn
ACKERLAND						
Direktwirksamkeit ³⁾						
Hackfrüchte						
vorher im Herbst	50	25 ²⁾	100	100	100	100
vor dem Frühjahrsanbau	50	25	85	80	88	92
Kopfdüngung ohne Einarbeitung	40	20	60	55	61	63
Kopfdüngung mit Einarbeitung	45	25	90	75	83	86
Wintergetreide						
vor dem Anbau	45	25	45	40	44	46
Kopfdüngung im Frühjahr	35	15	75	60	66	69
Winterraps						
vor dem Anbau	45	25	60	55	61	63
Kopfdüngung im Frühjahr	35	15	70	65	72	75
Sommergetreide						
vorher im Herbst	40	15	100	100	100	100
vor dem Anbau im Frühjahr	40	15	80	75	83	86
Kopfdüngung im Frühjahr	35	15	70	80	88	92
Sommerzwischenfrüchte						
vor dem Anbau	35	15	70	65	72	75
Winterzwischenfrüchte						
vor dem Anbau	35	15	60	55	61	63
Kopfdüngung im Frühjahr	35	15	75	65	72	75
Gesamtwirkung⁴⁾	100	100	100	100	100	100
GRÜNLAND						
Direktwirksamkeit ³⁾						
Direktwirkung beim gedüngten Aufwuchs	35	16	95	53	58	61
Jahreswirkung	50	33	100	66	73	76
Gesamtwirkung⁵⁾	100	100	100	100	100	100

Hackfr. sowie Mais

Schweinegülle um 10 % höher als Rinderg.

Tab 8a P und K Gehalte in Wirtschaftsdüngern

Art der Tiere und des Wirtschaftsdüngeranfalles	anrechenbar			
	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K
Milchkühe (inkl. Nachzucht)				
Stallmist (einstreuarm)	3,0	1,31	5,0	4,15
Stallmistkompost (abgedeckt)	5,0	2,18	11,0	9,13
Jauche ("unverdünnt")	0,2	0,09	9,5	7,89
Gülle	1,0	0,44	3,3	2,74
Gülle (unverdünnt)	2,0	0,87	6,5	5,40
Mastrinder (Maissilage)	2,5	1,09	5	4,15
Gülle (unverdünnt)				
Mastkälber	2,5	1,09	4	3,32
Gülle (unverdünnt)				
Schafe (inkl. Lamm) Tiefstallmist	3	1,31	7	5,81
Pferde Stallmist	3	1,31	6	4,98
Zuchtsauen				
Stallmist	6	2,62	4	3,32
Jauche	1	0,44	3	2,49
Gülle	2,2	0,96	2	1,66
Gülle (unverdünnt)	4,4	1,92	4	3,32
Mastschweine (Gülle)				
Futtergrundlage MKS-CCM	3,5	1,53	3,5	2,91
Futtergrundlage Getreide	5	2,18	4	3,32
Tiefstallmist	5	2,18	8	6,64
Legehennen				
Frischkot (= unverd. Gülle)	5	2,18	3	2,49
Trockenkot	24	10,46	14	11,62
Puten, Masthähnchen (Broiler) Festmist	20	8,72	16	13,28

Tabelle Anrechenbare Nährstoffgehalte von Wirtschaftsdüngern aus der Tierhaltung.

Durchschnittswerte in kg/t

(bei flüssigen Wirtschaftsdüngern in kg/m³)

Tab 9: Höchstwerte N Düngung

- **Höchstwerte** in kg N/ha bei mittlerer Ertrags erwartetung als Empfehlungsgrundlage

	Kultur	kg N/ha		Kultur	kg N/ha
Getreide	Weizen	130	Öl- und Eiweiß-Pflanzen	Erbse, Ackerbohne	0
	Wintergerste	120		Sojabohne	0 ¹⁾
	Triticale	110		Körnerraps	140
	Roggen, Sommerfüttergerste	100		Sonnenblume	60
	Dinkel	80	Zwischenfrucht-fütterbau	ohne Leguminosen	80 ²⁾
	Hafer	90		mit Leguminosen	40
	Sommerbraugerste	70	Wein (offener Boden)	70 ³⁾	
	Mais	140	Wein	60	
	Hackfrüchte	Zuckerrübe	90		
Futterrübe		140			
Speise- und Industriekartoffel		130			
Frühkartoffel		110			

Höchstwerte N Düngung pro Jahr im Grünland, Feldfutter, Sämereienvermehrung (Tab. 19)

Ertragslage

Nutzungsformen	niedrig kg N/ha	Mittel kg N/ha	hoch kg N/ha
Dauer- und Wechselwiese			
1 Schnitt	20	30	-
2 Schnitte	50	70	-
3 Schnitte kleereich	80	100	120
3 Schnitte gräserbetont	-	120	150
4 Schnitte kleereich	-	120	150
4 Schnitte gräserbetont	-	160	200
5 Schnitte gräserbetont	-	200	210
6 Schnitte gräserbetont	-	-	210
Mähweide ¹⁾			
1 Schnitt + 1 bis 2 Weidegänge	60	90	-
2 Schnitte + 1 Weidegang	-	110	140
2 Schnitte + 2 oder mehr Weideg.	-	120	170

- ¹⁾ Bei diesen Empfehlungen sind die Ausscheidungen der Weidetiere auf der Weide berücksichtigt.
- ²⁾ Start- oder Herbstdüngung bis zu 40 kg N/ha zulässig.

Tab.11 Zu- u. Abschläge N Düngung % 1)

<u>Ertragserwartung</u>	niedrig	- 20
	mittel	0
	hoch	+ 25
<u>Gründigkeit</u>	seicht	0
	mittel	0
	tief	+ 5
<u>Bodenschwere</u>	sehr leicht, leicht	- 5
	mittelschwer	0
	schwer, sehr schwer	+ 5
Stickstoffnachlieferung aus Boden (<u>Bebrütungswert</u> ² , <u>Humusgehalt</u> ² , u. a.)	niedrig	+10 ³⁾
	mittel	0
	hoch	-15 ⁴⁾
<u>Wasserverhältnisse</u>	sehr trocken	- 5
	trocken bis mäßig feucht	0
	feucht, nass	- 5
<u>Grobanteil</u>	0	0
	gering bis mäßig	0
	hoch bis vorherrschend	- 5

1) Angaben in % jeweils vom Wert für mittlere Ertragserwartung

2) siehe Tabelle 1

3) = bei Zuckerrübe bis zu +50%

4) = Bei dem Bebrütungswert gilt:

- für Mais, Kartoffel, Sonnenblume: - 25 %

- für Zuckerrübe und Futterrübe: - 30%

Tab. Anpassung der Düngung an den Standort

		Tab.11 Stickstoff	Tab.16 Phosphor	Tab.17a Kalium
Ertragserwartung	niedrig	- 20	- 10	- 10
	mittel	0	0	0
	seicht	0	+ 5	+ 5
Gründigkeit	mittel	0	0	0
	tief	+ 5	- 5	- 10
	sehr leicht, leicht	- 5	- 5	
Bodenschwere	mittelschwer	0	0	
	schwer, sehr schwer	+ 5	+ 5	
	niedrig	+ 10	+ 5	
Stickstoffnachlieferung aus dem Boden (Bebrütungswert, Humusgehalt u. a.)	mittel	0	0	
	hoch	- 15	- 5	
	sehr trocken	- 5	+ 5	+ 5
Wasserverhältnisse	trocken bis mäßig feucht	0	0	0
	feucht, nass	- 5	+ 5	+ 5
	kein Grobanteil	0	0	0
Grobanteil	gering bis mäßig	0	0	0
	hoch bis vorherrschend	- 5	+ 5	+ 5
	niedrig (< 5,0)		+ 5	0
Kalkgehalt (pH-Wert)	mittel		0	0
	hoch (> 7,5)		+ 5	+ 5
	über 5:1			- 10
Verhältnis K/Mg (mg/1000g)	unter 5:1			0

bei starker Mineralisierung → auch vermehrte Freisetzung von P

PK-Düngevorschriften Tab20
im Dauergrünland, Feldfutter, Sämereivermehrung

Nutzungsformen		Ertragslage											
		niedrig				mittel				hoch			
		P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K
Dauer- und Wechselwiese													
	1 Schnitt	15	7	45	37	30	13	80	66	-	-	-	-
	2 Schnitte	30	13	80	66	45	20	120	100	-	-	-	-
	3 Schnitte	45	20	130	108	65	28	170	141	80	35	215	178
	4 Schnitte	-	-	-	-	80	35	205	170	90	39	260	216
	5 Schnitte	-	-	-	-	85	37	230	191	105	46	300	249
	6 Schnitte	-	-	-	-	-	-	-	-	120	52	340	282
	2 Schnitte + 1 bis 2 Weidegänge	-	-	-	-	60	26	190	158	80	35	225	187
	2 Schnitte + 2 oder mehr Weideg.	-	-	-	-	80	35	215	178	100	44	290	241

- **Höchstwerte für die PK-Düngung** des Grünlandes bei Gehaltsstufe C

(Angaben in kg P205/P und K20/K/ha und Jahr)

PK-Düngevorschriften, Tab 20
im Dauergrünland, Feldfutter, Sämereienvermehrung

Nutzungsformen		Ertragslage											
		niedrig				mittel				hoch			
		P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K
Dauerweiden ²⁾													
	Kulturweiden												
	Ganztagsweide (über 12 Std.)	10	4	20	17	15	7	30	25	25	11	40	33
	Kurztagsweide (unter 12 Std.)	35	15	90	75	60	26	160	133	70	31	200	166
	Hutweiden	10	4	20	17	20	9	35	29	-	-	-	-
Feldfutter													
	kleebetont (über 40 FI-%)	50	22	155	129	65	28	190	158	95	41	310	257
	gräserbetont	50	22	145	120	70	31	205	170	125	55	365	303
	Gräserreinbestände	-	-	-	-	70	31	225	187	135	59	390	324
Sämereienvermehrung													
	Alpingräser	40	17	70	58	60	26	120	100	-	-	-	-
	Gräser für das Wirtschaftsgrünland	60	26	80	66	80	35	160	133	100	44	220	183
	Rotklee	80	35	160	133	100	44	200	166	120	52	240	199

1. Beispiel für die N Bedarfsermittlung: Weizen

- Kulturart: **Weizen** (→ [Tab. 9](#))
 - N Bedarf: **130 kg N/ha** (110-130 kg/ha) **130 kg N = Aktualisierter Wert 2006**
 - Ertragserwartung: im Durchschnitt ca. 5 t/ha (s. → [Tab. 5,6](#) und → [11](#)) → **mittel**
 - Boden: (→ [Tabelle 1](#) und [11](#))
 - Gründigkeit: **90 cm** → **tiefgründig**
 - Bodenschwere: **28 % Ton** → **schwer**
 - Bebrütungswert: **85 mg N /1000 g Boden/ Woche (Tab 1)** → **hoch**
 - Wasserverhältnisse: **mäßig trocken**
 - Grobanteil: **gering**

Berechnung:

Korrektur-Tabelle (N)	in %
<u>Ertragserwartung</u>	0
<u>Gründigkeit</u>	+ 5
<u>Bodenschwere</u>	+ 5
<u>Boden (Bebrütungswert²)</u>	- 15
<u>Wasserverhältnisse</u>	0
<u>Grobanteil</u>	0

Summe der Korrekturen: **-5 %**

Stickstoffbedarf = 130 kg N/ha - Abzug für Korrekturen 5 % = - 6,5 kg N/ha

→ Standortskorrigierter N Bedarf = 123,5 kg N/ha = ca. 124 kg N/ha

2. Beispiel für die N Bedarfsermittlung: Raps

- Kulturart: **KörnerRaps** (→ [Tab. 9](#))
 - N Bedarf: **140 kg N/ha**
 - Ertragserwartung: im Durchschnitt ≤ ca. 20 dt/ha (s. → [Tab. 5,6](#) und → [11](#))
 - Boden: (→ [Tabelle 1](#) und [11](#))
 - Gründigkeit: **40 cm**
 - Bodenschwere: **14 % Ton**
 - Bebrütungswert: **oder Humusgehalt = 3% (Tab 1)**
 - Wasserverhältnisse: **trocken**
 - Grobanteil: **mäßig**

Berechnung:

Korrektur-Tabelle (N)	in %
<u>Ertragserwartung</u>	
<u>Gründigkeit</u>	
<u>Bodenschwere</u>	
<u>Boden (Bebrütungswert²)</u>	
<u>Wasserverhältnisse</u>	
<u>Grobanteil</u>	

Summe der Korrekturen: _____

Stickstoffbedarf = 140 kg N/ha - Ak

→ Standortskorrigierter N Bed

N Vorfruchtwirkung

- 1. N- Mengen aus Ernterückständen von Hauptkulturen kgN/ha

Ackerkulturen	kg/ha		
Maisstroh	10		
Rapsstroh	20		
Sonnenblumenstroh	10		
Kartoffelkraut	10		
Rübenblatt	50		
Ölkürbis	80		
Feldgemüse			
Brokkoli	140	Paprika	80
Buschbohne	40	Paradeiser	120
Stangenbohne	120	Porree	60
Chinakohl	70	Radischen	20
Pflückerbse	40	Rettich	35
Knollenfenchel	25	Rote Rübe	50
Gurke	110	Endiviansalat	30
Karfiol	130	Kopfsalat	25
Marktkarotte	30	Vogelsalat	10
Ind. Karotte	40	Sellerie	90
Kohl	120	Spargel	55
Kohlrabi	45	Speisekürbis	80
Kohlsprossen	80	Spinat	40
Kraut	100	Zucchini	65
Kren	85	Zuckermais	140
Melanzani	80	Zwiebel	25
		Mehrfährige	--
		Wein: Rebschnittholz, Rebblätter	35kgN/ha

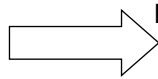
N_{min} Methode - Bsp. Winterraps

- Beprobungszeiträume:

Winterungen + Sommerweizen	15. Febr. - 15. März
Sommerungen:	1. März - 1. April
Mais	10. April - 1. Juni
Mais in WSG: „späte Nmin Methode“	15. Mai - 1. Juni ab 4-Blatt-Stadium

- Beispiel:
 - auf Tonboden ,
 - 1,5 GV/ha
 - 35 dt/ha
- Sollwert: **140 kg/ha N** (Generell sehr hoch angesetzt!!)
- + Zuschlag für Standortfaktoren **+ 20 kg/ha N**
- = korrigierter Sollwert **= 160 kg/ha N**
- N_{min}-Wert **- 35 kg/ha N**
- = N-Düngebedarf **= 125 kg/ha N**
 - davon zu Vegetationsbeginn: **75 kg/ha N**
 - als Anschlussgabe: **50 kg/ha N**
- Teil der Startgabe als Mineraldünger geben:
 - V.a.: Wenn der Boden zu Vegetationsbeginn sehr niedrige N-Gehalte aufweist

1. Beispiel zur Düngplanung



Milchviehbetrieb (Basis: Gülle, unverdünnt)
1,4 GVE/ha,

3-mähdiges (kleereiches) Grünland in
niedriger Ertragslage

2mg P₂O₅/100g Fb, → **Gehaltstufe ? → Tab 2**

18mg K₂O/100g Fb, → **Gehaltstufe ? → Tab 4**

Mg „C“

pH-Wert: 5,0;

Kalkbedarf: 600 kg CaO



**Nährstoffanfall vs.
Nährstoffempfehlung (+ Zuschlag)
Nährstoffdifferenz - Ausgleich?!**

Durchführung

→ **P-Gehaltstufe A**

→ **K-Gehaltstufe C**

	N _{Stallfallend}	N _{anrechenb}	P ₂ O ₅	K ₂ O
Nährstoffanfall				
Gülle (unverd.) von 1,4 GVE	Tab.8	Tab.8	Tab.8a	Tab.8a
= 1,4 x 15m³ = 21 m³/Jahr	94,5	71,4	42,0	136,0
Nährstoffempfehlung inkl.:	-	Tab.19 80,0	Tab.20 63,0	Tab.20 130,0
→ P₂O₅ enthält 40% Zuschlag, da Gehaltstufe A				
Differenzbetrag	-	- 8,6	- 21,0	+ 6,0
Ausgleich mit Hyperkali (0/22/10): 100 kg			+ 22,0	+ 10,0
Nährstoffbilanz	-	- 8,6	+ 1,0	+ 16

Kalkbedarf 600 kg CaO soll mit kohlensaurem Kalk gedeckt werden:

Siehe CaO Gehalte (→ VO Kalk: 100 kg enthalten 53 kg CaO)

= 1100 kg → Ausbringung im Herbst

Weiteres Beispiel zur Düngeplanung

Milchviehbetrieb (Basis: Gülle unverdünnt):
 2,5 GVE/ha,
 5 -mähdiges (gräserbetontes) Grünland in
 hoher Ertragslage
 14mg P₂O₅/100g Fb, (→ Tab.2 → Stufe ?)
 20mg K₂O/100g Fb, (→ Tab.4 → Stufe ?)
 Mg „C“,
 pH-Wert: 6,0



1. Nährstoffanfall versus
2. Nährstoffempfehlung (+ Zuschlag)
3. Nährstoffdifferenz - Ausgleich?!

Durchführung

	N _{stallfallend}	N _{anrechenbar}	P ₂ O ₅	K ₂ O
Nährstoffanfall:				
Gülle von 2,5 GVE	Tab.8	Tab.8	Tab.8a	Tab.8a
		Tab.19	Tab.20	Tab.20
Nährstoffempfehlung				
Differenzbetrag				
Ausgleich mit				
`Vollkorn-plus` (20:8:8)				
+ 40%-iges Kalisalz				
Nährstoffbilanz				

Gabenteilung ?