

R. Kisch

Flugblatt A/17

Aus den Mitteilungen für die Schweizerische Landwirtschaft Nr. 2/72

Düngungsrichtlinien für den Acker- und Futterbau

Düngungsrichtlinien für den Acker- und Futterbau

*Eidgenössische landwirtschaftliche Forschungsanstalten Liebefeld-Bern,
Zürich-Reckenholz und Lausanne*

Die Düngungsrichtlinien enthalten die wichtigsten Grundlagen zur Lösung praktischer Düngungsfragen. Sie wurden erstmals 1964 von den zuständigen Fachleuten der Forschungsanstalten als SVBL-Dokument herausgegeben. Durch die vorliegende Neufassung wird der Entwicklung auf dem Gebiete der Pflanzenernährung und der Bodenkunde Rechnung getragen.

Grundsätzlich gelten die Düngungsrichtlinien für alle Gebiete der Schweiz. Es bleibt indessen jeder einzelnen Forschungsanstalt überlassen, sowohl die besonderen regionalen und betrieblichen Verhältnisse angemessen zu berücksichtigen, als auch den speziellen Bedürfnissen der Betriebsberatung zu entsprechen¹.

Inhalt	Seite
A. Wichtige Hinweise und Düngungsgrundsätze.....	34
B. Düngungsnormen	36
C. Düngungsvorschläge (zur Anwendung der Düngungsnormen).....	37
D. Grundlagen der Düngeberatung	40
1. Bodenkundliche Grundlagen:	40
- Beurteilung des Nährstoffzustandes auf Grund der P- und K-Analyse des Bodens;	
- Nährstoffzustand des Bodens für P und K sowie Bemessung der Nährstoffgaben;	
- Reaktionsstufen (pH-Wert);	
- Kalkbedürftigkeit;	
- Bedürftigkeit an Magnesium, Bor und Mangan;	
- Grenzwerte der Bodenversalzung;	
- Humusgehalt und Körnung;	
- Bemerkungen zum Verhalten «leichter» und «schwerer» Mineralböden sowie Humusböden.	
2. Pflanzenbauliche Grundlagen:	44
- Mittlere Nährstoffentzüge;	
- Bereich der landesüblichen Erträge;	
- Verhältniszahlen Körner:Stroh.	
3. Düngemittel:	46
- Richtwerte für den Nährstoffgehalt von Hof- und Abfalldüngern;	
- Die Verwendung der wichtigsten Handelsdünger.	
E. Anhang: Anleitung für die Entnahme von Bodenproben zur Ermittlung des Düngebedürfnisses.	47

¹ Die Forschungsanstalt Lausanne beabsichtigt in Zusammenarbeit mit der «Commission romande des fumures» eine Düngungsanleitung zuhanden der Betriebsberatung und der Verbraucher von Düngemitteln auszuarbeiten. Für diese Anleitung werden die vorliegenden Richtlinien maßgebend sein.

A. Wichtige Hinweise und Düngungsgrundsätze

Bei der Erzeugung hoher und qualitativ einwandfreier Erträge im Pflanzenbau kommt der ausreichenden und harmonischen Ernährung der Nutzpflanzen große Bedeutung zu. Es handelt sich dabei darum, der Pflanze durch angepaßte und wirtschaftlich sinnvolle Düngungsmaßnahmen im Boden eine Nährstoffquelle zu öffnen, die ihr eine optimale Bedarfdeckung sowohl an Makro- als auch an Mikronährelementen erlaubt. Höchsterträge lassen sich indessen auch bei besten Düngungsmaßnahmen nur auf Böden mit guter natürlicher Fruchtbarkeit (Tiefgründigkeit, gute Bodenstruktur, geregelter Wasserhaushalt usw.) und unter günstigen Klimaverhältnissen erzielen.

Für die Düngungsrichtlinien gelten die folgenden Hinweise und Düngungsgrundsätze:

- Zur Bemessung der *Phosphat- und Kaligaben* muß der vorhandene Gehalt des Bodens an diesen Nährstoffen mitberücksichtigt werden (periodisch ermittelt durch eine Bodenuntersuchung). Die vorgeschlagenen P- und K-Düngungsnormen gelten für «genügend» versorgte Böden und richten sich weitgehend nach den Nährstoffentzügen der einzelnen Kulturen.
- Hohe Erträge von guter Qualität sind dann zu erwarten, wenn einem «genügend» versorgten Boden Nährstoffgaben in der Höhe der Normdüngung zugeführt werden.
- In «genügend» versorgten Böden ist bei der Normdüngung eine Festlegung von Phosphat und Kali nicht zu befürchten.
- Auf Böden mit einem zu geringen oder überhöhten PK-Niveau sind die Düngungsnormen gemäß *Tabelle 4* zu erhöhen beziehungsweise herabzusetzen, mit dem Ziel, den Nährstoffzustand «genügend» zu erreichen.
- Bei Bedarf hoher P- und K-Mengen sind die benötigten Nährstoffe mindestens teilweise in Form von Hofdüngern zu verabreichen, um die Gefahr von Salzschäden zu verhüten. Es ist empfehlenswert, auf kaliarmen Böden pro Hektare und Jahr nicht mehr als 300 kg K₂O in Form von Handelsdüngern zu verabreichen.
- Als Düngungsnormen für die *Stickstoffgaben* können nur versuchsmäßig ermittelte Schwankungsbereiche angegeben werden. Es ist deshalb unumgänglich, bei der Bemessung der Stickstoffdüngung auf die örtlichen Verhältnisse (Boden, Klima, Entwicklung der Pflanzen usw.) Rücksicht zu nehmen.
- Zur Bewertung der *Hofdünger* (Stallmist, Gülle) wurden mittlere Gehaltszahlen (*Tabelle 14*) herangezogen. Hofdünger sind Volldünger; die darin enthaltene Phosphat- und Kalimenge ist ebenso wirksam wie eine entsprechende PK-Gabe in Form von Handelsdüngern. Die Wirksamkeit des Hofdüngerstickstoffes ist jedoch geringer und in *Tabelle 2* entsprechend berücksichtigt.

- Die Nährstoffausnützung ist bei Stallmistgaben von ca. 200 bis 300 q/ha besser als bei hohen Mengen. Bei starken Hofdüngergaben kann jedoch auf eine zusätzliche Verwendung von Handelsdüngern weitgehend verzichtet werden.
 - Bei Berücksichtigung der Betriebsverhältnisse können fehlende Nährstoffe auch durch angemessene Mengen von *Abfalldüngern* (Klärschlamm, Müllkompost) ersetzt werden. Wegen der besonderen Nährstoffverhältnisse dieser Dünger (*Tabelle 14*) ist eine kombinierte Verwendung mit Hof- und/oder Handelsdüngern besonders empfehlenswert.
 - Unter gewissen Voraussetzungen (guter und ausgeglichener Nährstoffzustand des Bodens, genau festgelegte Fruchtfolge, sorgfältig ausgearbeiteter Düngungsplan usw.) besteht die Möglichkeit, die Phosphat- und Kaligaben den einzelnen Kulturen nach dem vereinfachenden Prinzip der «Fruchtfolgedüngung» zuzuteilen. Auf Grund eines Düngungsplanes wird der PK-Bedarf sämtlicher Kulturen der Fruchtfolge zusammengezählt und durch die Zahl der Jahre dividiert. Daraus ergibt sich die mittlere Phosphat- und Kalimenge, die unabhängig von der Kultur alljährlich zu verabreichen ist.
 - Sofern im Getreide- und Hackfruchtbau das Stroh oder Kraut auf dem Acker zurückbleibt und untergepflügt wird, kann die darin enthaltene P- und K-Menge (gemäß *Tabelle 11*) von der Düngung der nachfolgenden Kultur in Abzug gebracht werden. Dabei wird jedoch eine genügende Verrottung des Materials vorausgesetzt. Der Strohabbau kann sowohl mit Hilfe von Gründüngungspflanzen als auch durch eine zusätzliche Stickstoffgabe gefördert werden.
 - Der genügenden Versorgung des Bodens mit *Kalk* ist Beachtung zu schenken (siehe *Tabelle 6*).
 - Im allgemeinen enthalten unsere Böden ausreichende Mengen an *Magnesium* und *Mikronährelementen*. Ein Mangel ist am ehesten bei extremen Bodenverhältnissen (wie stark saure oder alkalische Reaktion) zu erwarten. Durch regelmäßige Verwendung von Hofdüngern oder auch bei zweckmäßiger Anwendung von Abfalldüngern wird eine erhebliche Zufuhr von Magnesium und Mikronährelementen gewährleistet. Eine besondere Düngung mit Magnesium oder Mikronährelementen ist nur in Ausnahmefällen notwendig (siehe *Tabelle 7*).
- Zur Umrechnung der in *Tabelle 2* angegebenen Reinnährstoffmengen N (Stickstoff), P₂O₅ (Phosphat) und K₂O (Kali) in die entsprechende Menge eines bestimmten Handelsdüngers dient folgende Formel:

$$\frac{\text{kg Nährstoff pro Hektare}}{\% \text{ Nährstoff im Dünger}} = \text{q Dünger pro Hektare}$$

Über den Anwendungsbereich der wichtigsten Handelsdüngersorten gibt *Tabelle 15* Auskunft.

B. Düngungsnormen

Tabelle 1 Düngungsnormen für einzelne Kulturen und deren Nährstoffentzüge (nach Tabelle 11) bei guten Durchschnittserträgen (nach Tabelle 12)

Kultur	Ertrag (g/ha)	Entzug (kg/ha)			Düngungsnorm (kg/ha)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Wiesen des Mittellandes zur Heu- und Emdnutzung	100 TS (Trockensubstanz)	200	80	260	bis 120	80	260
2. Wiesen und Weiden höherer Lagen	70 TS	140	55	180	bis 80	60	180
3. Wiesen zur intensiven Nutzung (4-6 Schnitte)	30 TS	60	25	80	bis 30	30	80
4. Intensivweiden (5 oder 6 Umtriebe)	125 TS	290	110	350	150-220	100	300
5. Mattenklée, Luzerne und deren Mischungen:	125 TS	290	110	350	150-220	60	150
a) bei hohem Leguminosenanteil	125 TS	440	110	350	-	100	300
b) bei geringem Leguminosenanteil	125 TS	275	100	350	150-220	100	300
6. Gräser und grasreiche Weißkleemischungen (4 bis 6 Schnitte)	125 TS	275	100	350	150-220	100	300
7. Weizen	50 Körner + 65 Stroh	140	65	95	60-100	70	120
8. Roggen	45 Körner + 70 Stroh	110	60	100	40-80	70	120
9. Gerste	40 Körner + 40 Stroh	100	50	100	40-80	60	120
10. Hafer	40 Körner + 55 Stroh	110	55	140	40-80	60	160
11. Raps	30 Körner + 65 Stroh	145	85	130	80-140	90	150
12. a) Speise- und Futterkartoffeln	400 Knollen + 100 Kraut	240	90	300	100-140	100	300
b) Saatkartoffeln, Kartoffeln für die technische Verarbeitung	400 Knollen + 100 Kraut	240	90	300	80-120	100	300
13. a) Futterzuckerrüben	800 Rüben + 400 Kraut	260	100	460	100-140	110	300
b) Massenzuckerrüben	1200 Rüben + 400 Kraut	260	100	480	100-140	110	300
14. Zuckerrüben	500 Rüben + 400 Kraut	210	80	360	100-140	90	300
15. Körnermais	70 Körner + 70 Stroh	180	80	160	100-140	100	180
16. Silomais	600 Frischsubstanz	230	85	240	100-150	100	240
17. Grünmais	400 Frischsubstanz	110	45	160	80-100	60	180
18. Erbsen	50 Körner (Gesamtentzug)	200	55	110	-	60	120
19. Ackerbohnen	30 Körner + 40 Stroh	240	50	120	-	60	120
20. Wickenhafer sowie andere Zwischenfutter- und Gründüngungskulturen	35 TS	105	35	105	bis 60	40	110
21. Tabak	35 Blätter + Stengel	160	65	230	80-100	70	250

C. Düngungsvorschläge (zur Anwendung der Düngungsnormen)

Tabelle 2 Düngungsvorschläge für die einzelnen Kulturen

Bodennutzung	Einige Düngungsvarianten mit Hofdüngern (A) oder Handelsdüngern (B)	Mit der Düngung zugeführte wirksame Nährstoffmenge (kg/ha)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Wiesen des Mittellandes zur Heu- und Emdnutzung	A Vollgülle (1:1) 80 m ³ , aufgeteilt in 2 Gaben	140	80	280
	AB Gülle ¹ (1:2) 100 m ³ , aufgeteilt in 2-3 Gaben Handelsdünger als Ergänzung	160	40	300
	B Grunddüngung	-	80	260
	bei Vegetationsbeginn	bis 50	-	-
	nach dem ersten und zweiten Schnitt	bis 30	-	-
2. Wiesen und Weiden höherer Lagen (oberhalb 900 bis 1000 m) a) 70 q TS	A Vollgülle (1:1) 50 m ³ , aufgeteilt in 2 Gaben Handelsdünger als Ergänzung: jedes 2. Jahr	90	50	175
	AB Stallmist 200 q	40	60	120
	Handelsdünger als Ergänzung	-	-	60
	nach der ersten Nutzung	bis 30	-	-
	B Grunddüngung	-	60	180
	bei Vegetationsbeginn	bis 50	-	-
	nach der ersten Nutzung	bis 30	-	-
b) 30 q TS	B Grunddüngung (jedes dritte oder vierte Jahr) nach der ersten Nutzung	-	100	250
		bis 30	-	-
3. Wiesen zur intensiven Nutzung (4 bis 6 Schnitte)	AB Vollgülle (1:1) 80 m ³ , aufgeteilt in 2 Gaben Handelsdünger als Ergänzg.: Grunddüngung zu den Schnitten, die keine Gülle erhalten	140	80	280
		-	20	-
	zu den Schnitten, die keine Gülle erhalten	bis 30	-	-
	AB Gülle ¹ (1:2) 100 m ³ , aufgeteilt in 2-3 Gaben Handelsdünger als Ergänzg.: Grunddüngung zu den Schnitten, die keine Gülle erhalten	160	40	300
		-	60	-
	zu den Schnitten, die keine Gülle erhalten	bis 30	-	-
4. Intensivweiden (5 oder 6 Umtriebe)	AB Vollgülle (1:1) 50 m ³ , aufgeteilt in 2 Gaben Handelsdünger als Ergänzg.: Grunddüngung jedes zweite Jahr	90	50	170
	zu den Nutzungen, die keine Gülle erhalten	bis 30	-	-
5. Mattenklée, Luzerne und deren Mischungen	B a) Bei hohem Leguminosenanteil Grunddüngung	-	100	180
	nach dem ersten oder zweiten Schnitt	-	-	120
	b) Bei geringem Leguminosenanteil siehe grasreiche Weißkleemischungen			

¹ Gülle mit mäßigem Kotgehalt (Tabelle 14).

Bodennutzung	Einige Düngungsvarianten mit Hofdüngern (A) oder Handelsdüngern (B)	Mit der Düngung zugeführte wirksame Nährstoffmenge (kg/ha)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
6. Gräser und grasreiche Weißklee- mischungen (5 oder 6 Schnitte)	AB Gülle ¹ (1:2) 100 m ³ , aufgeteilt in 2–3 Gaben	160	40	300
	Handelsdünger als Ergänzg.: Grunddüngung	–	60	–
	zu den Nutzungen, die keine Gülle erhalten . bis	30	–	–
	B Grunddüngung	–	100	180
7. Weizen	bei Vegetationsbeginn	bis 50	–	–
	zu den späteren Schnitten	bis 30	–	–
	nach dem ersten oder zweiten Schnitt ...	–	–	120
	AB Grunddüngung	–	40	60
8. Roggen	Vollgülle (1:1) 30 m ³ , in 1 Gabe im Frühjahr	55	30	105
	Kopfdüngung	bis 60	–	–
	B Grunddüngung	–	70	120
	im Frühjahr	30–80	–	–
9. Gerste	Kopfdüngung	bis 40	–	–
	AB Grunddüngung	–	40	60
	Vollgülle (1:1) 30 m ³ , in 1 Gabe im Frühjahr	55	30	105
	Kopfdüngung	bis 30	–	–
10. Hafer	B Grunddüngung	–	70	120
	im Frühjahr	30–50	–	–
	Kopfdüngung	bis 30	–	–
	Düngung wie bei Roggen			
11. Raps	AB Stallmist 200 q	40	60	120
	Handelsdünger als Ergänzg.: Grunddüngung ²	–	30	60
	Kopfdüngung	60–100	–	–
	AB Grunddüngung ²	bis 30	60	60
12. a) Speise- und Futter- kartoffeln	Vollgülle (1:1) 30 m ³ , im Frühjahr in 1 Gabe	55	30	105
	Kopfdüngung	bis 60	–	–
	B Grunddüngung ²	bis 30	90	150
	Kopfdüngung	90–120	–	–

¹ Gülle mit mäßigem Kotgehalt (Tabelle 14).

² Insbesondere auf alkalischen Böden zusätzlich 1,7 bis 2,3 kg/ha Bor (B), entsprechend 15 bis 20 kg Borax.

Bodennutzung	Einige Düngungsvarianten mit Hofdüngern (A) oder Handelsdüngern (B)	Mit der Düngung zugeführte wirksame Nährstoffmenge (kg/ha)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
12. a) Speise- und Futter- kartoffeln	AB Stallmist 200 q	40	60	120
	Handelsdünger als Ergänzung	60–100	40	180
	B Grunddüngung	60–80	100	300 ¹
	Kopfdüngung	bis 60	–	–
b) Saatkartoffeln, Kartoffeln für die technische Verarbeitung	AB Stallmist 200 q	40	60	120
	Handelsdünger als Ergänzung	40–80	40	180
	B Grunddüngung	60–90	100	300 ¹
	Frühzeitige Kopfdüngung	bis 30	–	–
13. a) Futter- zuckerrüben	AB Stallmist 200 q	40	60	120
	Handelsdünger als Ergänzung ²	60–100	50	180
	B Grunddüngung ²	60–80	110	300 ¹
	Kopfdüngung	bis 60	–	–
b) Massentrüben		Gleiche Düngung wie für Futterrüben		
14. Zuckerrüben	AB Stallmist 200 q	40	60	120
	Handelsdünger als Ergänzung ²	60–100	30	180
	B Grunddüngung ²	60–80	90	300 ¹
	Kopfdüngung	bis 60	–	–
15. Körnermais	AB Vollgülle (1:1) 50 m ³ , in 1 Gabe	90	50	175
	Handelsdünger als Ergänzg.: Grunddüngung	–	50	–
	Kopfdüngung	bis 50	–	–
	AB Stallmist 200 q	40	60	120
16. Silomais	Handelsdünger als Ergänzg.: Grunddüngung	40–60	40	60
	Kopfdüngung	bis 40	–	–
	B Grunddüngung	60–80	100	180
	Kopfdüngung	bis 60	–	–
16. Silomais	AB Vollgülle (1:1) 50 m ³ , in 1 Gabe	90	50	175
	Handelsdünger als Ergänzg.: Grunddüngung	–	50	60
	Kopfdüngung	bis 60	–	–
	AB Stallmist 200 q	40	60	120
16. Silomais	Handelsdünger als Ergänzg.: Grunddüngung	40–60	40	120
	Kopfdüngung	bis 50	–	–
	B Grunddüngung	80–100	100	240
	Kopfdüngung	bis 50	–	–

¹ Siehe: A) Wichtige Hinweise und Düngungsgrundsätze; Seite 34.

² Insbesondere auf alkalischen Böden zusätzlich 1,7 bis 2,3 kg/ha Bor (B) entsprechend 15 bis 20 kg Borax.

Bodennutzung	Einige Düngungsvarianten mit Hofdüngern (A) oder Handelsdüngern (B)	Mit der Düngung zugeführte wirksame Nährstoffmenge (kg/ha)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
17. Grünmais	A Vollgülle (1:1) 50 m ³ , in 1 Gabe	90	50	175
	B Grunddüngung	80-100	60	180
18. Erbsen	B Grunddüngung (in der Regel ist eine Stickstoffdüngung nicht angezeigt)	-	60	120
19. Ackerbohnen	B Grunddüngung (in der Regel ist eine Stickstoffdüngung nicht angezeigt)	-	60	120
20. Wickhafer sowie andere Zwischenfutter- und Gründün- gungskulturen	A Vollgülle (1:1) 30 m ³ , in 1 Gabe	55	30	105
	B Grunddüngung	bis 60	40	110
21. Tabak	AB Stallmist 200 q im Herbst Handelsdünger als Ergänzung (chlorfrei, Stickstoff in Form von Salpeter)	40 40-60	60 20	120 150
	B Grunddüngung (chlorfrei, Stickstoff in Form von Salpeter)	80-100	70	250

D. Grundlagen der Düngeberatung

1. Bodenkundliche Grundlagen

Tabelle 3 Beurteilung des Nährstoffzustandes auf Grund der P- und K-Analyse des Bodens

Extraktionsmittel: CO₂-gesättigtes Wasser; Verhältnis Boden:Wasser = 1:2,5

P-Test: 0,0356 mg P₂O₅/100 g; K-Test: 1 mg K₂O/100 g.

Bezeichnung der Nährstoffversorgung des Bodens	P	Testzahl K für Äcker	K für Wiesen
arm	0-3,5	0-0,9	0-0,9
mäßig	4-7,5	1-1,9	1-1,5
genügend	8-16	2-4	1,6-2
Vorrat	>16	>4	>2

Diese Auslegung der Testzahlen gilt für die meisten Böden des schweizerischen Mittel- und Hügellandes bis etwa 1000 m ü.M., besonders für:

Braunerde, Kalkbraunerde, saure Braunerde, mineralische Naßböden, Anmoore.

Einzelne Böden benötigen eine abweichende Auslegung der Testzahlen; dies gilt besonders für

Bezeichnung der Nährstoffversorgung des Bodens	Testzahl		Testzahl	
	P	K	P	K
arm	0-2,5	0-0,5	0-7,5	0-0,9
mäßig	3-5,5	0,6-1,2	8-15,5	1-1,9
genügend	6-9	1,3-2	16-24	2-4
Vorrat	>9	>2	>24	>4

Tabelle 4 Nährstoffzustand des Bodens für P und K sowie Bemessung der Nährstoffgaben

Nährstoffzustand für P und K	Bemessung der Nährstoffgaben
arm	das 1½-fache der Normdüngung
mäßig	das 1 bis 1½-fache der Normdüngung
genügend	Normdüngung (gemäß Tabellen 1 und 2)
Vorrat	bis ½ der Normdüngung

Zu Böden, deren Testzahlen etwa die doppelte Zahl der oberen Grenzwerte in Tabelle 3 überschreiten, soll die Düngung bis zur Erreichung normaler («genügend») Testzahlen unterbleiben.

Tabelle 5 Reaktionsstufen (pH-Wert)

pH-Wert (Reaktion)	Bezeichnung
5,2 und weniger	stark sauer
5,3 bis 5,8	sauer
5,9 bis 6,7	schwach sauer
6,8 bis 7,2	neutral
7,3 bis 7,6	schwach alkalisch
7,7 und mehr	alkalisch

Tabelle 6 Kalkbedürftigkeit

Salzsäureprobe	pH, Austauschazidität (Aa)	Kalkzustand des Bodens	Kalkdüngung
+	→	Vorrat an Kalk	Kalkdüngung nicht angezeigt.
—	bei pH 5,9 und höher	genügend	Kalkung nicht nötig, jedoch Verwendung kalkreicher Dünger empfehlenswert.
—	bei pH unter 5,9 und Aa unter 0,2	mäßig	Regelmäßige Verwendung kalkreicher Dünger erforderlich.
—	bei pH unter 5,9 und Aa 0,2 und mehr	arm	Kalkung je nach Kultur notwendig (zum Beispiel 10 bis 20 q/ha kohlensaurer Düngkalk. Diese Gabe ist bei stark kalkbedürftigen Böden nach einigen Jahren zu wiederholen.)

Tabelle 7 Bedürftigkeit an Magnesium (Mg), Bor (B), Mangan (Mn)

Nährelement	Kritischer Gehalt des Bodens (unter sonst günstigen Aufnahmebedingungen)	Die Aufnahme für die Pflanzen ist erschwert:	Düngungsvorschläge für speziellen Mg-, B- und Mn-Bedarf ¹
Magnesium (Extraktion mit 0,025n CaCl ₂)	unter 60 ppm ²	in stark saurem Boden, sowie bei Kaliüberdüngung	Bodendüngung: Magnesiumhaltige Handelsdünger Blattdüngung: 10–20 kg/ha Magnesiumsulfat
Bor (heiwasserlöslich)	unter 0,50 ppm ²	in alkalischen und frisch gekalkten Böden	Bodendüngung: Borhaltige Handelsdünger Blattdüngung: 3–5 kg/ha Borsäure Achtung: Zu starke Bordüngung kann Vergiftungserscheinungen bewirken.
Mangan (aktives Mangan)	unter 30 ppm ²	in alkalischen Böden (besonders alkalischen Moorböden)	Blattdüngung: 10–20 kg/ha Mangansulfat

¹ Spezieller Bedarf: Empfindliche Kulturen, Auftreten akuter Mangelsymptome, geringer Gehalt des Bodens, ungünstige Aufnahmebedingungen.

² ppm = mg je kg.
Blattdüngung: Die empfohlenen Mengen sind in 1000 l Wasser zu lösen.

Tabelle 8 Grenzwerte der Bodenversalzung

Elektrolytgehalt Millimho ¹	Bezeichnung
0 bis 1	gering
1 bis 2	normal
2 bis 4	schwach erhöht (Schäden bei empfindlichen Pflanzen möglich)
über 4	erhöht (Schäden bei vielen Pflanzen möglich)

$$^1 \text{ Millimho} = \frac{1}{1000 \times \text{Ohm}}$$

Tabelle 9 Humusgehalt und Körnung

Humusgehalt	Körnung
ha = humusarm (bis 1,9 % Humus)	S = Sandboden
sh = schwach humos (2–4,9 % Humus)	IS = lehmiger Sand
h = humos (5–9,9 % Humus)	sL = sandiger Lehm
hr = humusreich (10–20 % Humus)	ssL = schwach sandiger Lehm
H = Humusboden (über 20 % Humus)	stL = schwach toniger Lehm
	Sch = Schluffboden
	SchL = Schlufflehm
	tSchL = toniger Schlufflehm
	tL = toniger Lehm
	T = Tonboden

Tabelle 10 Bemerkungen zum Verhalten «leichter» und «schwerer» Mineralböden sowie Humusböden

Besonderes Verhalten	Mineralboden		Humusboden
	«leicht»	«schwer»	
Festhaltevermögen für Nährstoffe	gering	gut	gut
Wasserhaltevermögen (verfügbares Wasser) ..	gering	genügend	mäßig
Reaktion auf die Düngung	schnell	träge	langsam
Nachprüfung des Nährstoffzustandes	etwa alle 2–3 Jahre	etwa alle 5–6 Jahre	etwa alle 3–4 Jahre

2. Pflanzenbauliche Grundlagen

Tabelle 11 Mittlere Nährstoffentzüge (in kg) durch 10 q bzw. 100 q Erntesubstanz
Bei den vorliegenden Entzugszahlen handelt es sich um Mittelwerte
aus zahlreichen Untersuchungen. Im Einzelfall sind Abweichungen möglich.

Kulturart	Ertragseinheit	Trocken- substanz %	N	P ₂ O ₅ (¹)	K ₂ O (²)	Ca	Mg
Wiesen zur Heu- und Emdnutzung in allen Höhenlagen	100 q Grünfutter	15	30	12	39	22	4,5
	10 q Trockensubstanz.	100	20	8	26	15	3
Wiesen und Weiden (Intensivnutzung)	100 q Grünfutter	15	35	14	45	20	3,8
	10 q Trockensubstanz.	100	23	9	28	13	2,5
Mattenklee, Luzerne u. deren Mischungen	10 q Trockensubstanz.	100	35	9	28	20	3,5
Gräser und grasreiche Weißkleemischungen	10 q Trockensubstanz.	100	22	7	28	5	1,8
Weizen	10 q Körner	86	20	10	5,4	0,5	1,2
	10 q Stroh	86	6	2,3	10,5	2,2	0,7
Roggen	10 q Körner	86	17	9	5,4	0,5	1
	10 q Stroh	86	5	3	11	1,6	0,5
Gerste	10 q Körner	86	18	10	6,6	0,4	1,2
	10 q Stroh	86	6	2,3	18	2,5	0,5
Hafer	10 q Körner	86	19	9	5,4	1	1
	10 q Stroh	86	6	3	22	3	0,6
Raps	10 q Körner	86	35	20	11	4	3
	10 q Stroh	86	6	3,4	15	14	1,5
Kartoffeln	100 q Knollen	22	35	15	60	5	3
	100 q Knollen	22	60	23	75	20	5
	25 q Kraut	50					
Futterzuckerrüben	100 q Rüben	17	18	8	36	5	2,5
	100 q Kraut	15	30	9	48	11	5
Massenrüben	100 q Rüben	11	12	5	24	3	1,6
	100 q Kraut	15	30	9	48	11	5
Zuckerrüben	100 q Rüben	22	18	9	36	6	3
	100 q Kraut	15	30	8	44	15	7
Körnermais	10 q Körner	86	16	7,5	4,8	0,5	1,2
	10 q Stroh	86	10	3,4	18	4,5	1,6
	10 q Spindeln	86	1,3	0,3	4	0,8	0,5
Silomais	100 q Frischsubstanz ..	25	38	14	40	10	4,5
Grünmais	100 q Frischsubstanz ..	16	27	11	39	11	4,9

Kulturart	Ertragseinheit	Trocken- substanz %	N	P ₂ O ₅ (¹)	K ₂ O (²)	Ca	Mg
Erbsen	10 q Kerne (Gesamtentzug) .	18	40	11	22	18	4
Ackerbohnen	10 q Samen	86	40	13	13	1,5	2,5
	10 q Stroh	86	30	3,3	20	9	3
Wickhafer sowie andere Zwischenfutter- und Gründungskulturen	100 q Frischsubstanz ..	15	45	13,5	45	18	3,8
	10 q Trockensubstanz.	100	30	9	30	12	2,5
Tabak	10 q Blätter u. Stengel	100	45	18	65	40	5

¹ P = P₂O₅ × 0,436. ² K = K₂O × 0,830.

Tabelle 12 Bereich der landesüblichen Erträge verschiedener Kulturen

Kulturart	Ertrag (q/ha)	Bemerkungen ¹
Wiesen des Mittellandes zur Heu- und Emdnutzung	90–120	Trockensubstanz ²
Wiesen und Weiden oberhalb etwa 900 m	25–80	Trockensubstanz ²
Wiesen zur intensiven Nutzung u. Intensivweiden	100–150	Trockensubstanz ²
Mattenklee, Luzerne und deren Mischungen	100–150	Trockensubstanz ²
Gräser und grasreiche Weißkleemischungen	100–150	Trockensubstanz ²
Winterweizen	40–60	Körner, lufttrocken
Sommerweizen	40–50	Körner, lufttrocken
Roggen	40–50	Körner, lufttrocken
Gerste	35–55	Körner, lufttrocken
Hafer	35–50	Körner, lufttrocken
Raps	25–35	Körner, lufttrocken
Kartoffeln	350–450	Knollen, Frischsubstanz
Futterzuckerrüben	700–1000	Rüben, Frischsubstanz
Massenrüben	900–1400	Rüben, Frischsubstanz
Zuckerrüben	400–700	Rüben, Frischsubstanz
Körnermais	65–80	Körner, lufttrocken
Silomais	500–750	Frischsubstanz
Grünmais	300–500	Frischsubstanz
Erbsen	45–55	Kerne, Frischsubstanz
Ackerbohnen	25–40	Samen, lufttrocken
Wickhafer sowie andere Zwischenfutter- und Gründungskulturen	25–50	Trockensubstanz
Tabakblätter	30–45	Trockensubstanz

¹ Trockensubstanzgehalte siehe Tabelle 11.

² Ertrag an Dürrfutter mit 86% Trockensubstanz = Trockensubstanzertrag × 1,163.

Tabelle 13 Verhältniszahlen für Körner:Stroh bzw. Rüben oder Knollen:Kraut

Kulturart	Verhältnis- zahlen ¹	Bemerkungen
Winterweizen, ältere Sorten ...	1:2	lufttrockene Substanz
Winterweizen, Intensivsorten .	1:1,3	lufttrockene Substanz
Sommerweizen	1:1,5	lufttrockene Substanz
Roggen	1:1,5	lufttrockene Substanz
Gerste	1:1	lufttrockene Substanz
Hafer	1:1,3	lufttrockene Substanz
Raps	1:2,2	lufttrockene Substanz
Zuckerrüben	1:0,8	Frischsubstanz
Futterzuckerrüben	1:0,5	Frischsubstanz
Massenrüben	1:0,3	Frischsubstanz
Körnermais	1:1	Körner: Stroh und Spindeln, lufttrocken
Tabak	1:0,2	Blätter und Stengel, Frischsubstanz

¹ Im Einzelfall können die Verhältniszahlen von den hier angegebenen Richtwerten je nach Sorte, Düngung usw. abweichen.

3. Düngemittel

Tabelle 14 Richtwerte¹ für den Nährstoffgehalt von Hof- und Abfalldüngern
Die Zahlen bedeuten kg Nährstoff in 10 m³ flüssigen Düngern
beziehungsweise 100 q Stallmist oder Müllkompost

Düngerart	N gesamt	N gut ausnutzbar	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Rindergülle, mäßiger Kotgehalt (1:1) ²	27	23	6	45	10	2
Rindergülle, mäßiger Kotgehalt (1:2) ²	18	16	4	30	7	1
Rinder-Vollgülle (1:1) ²	25	18	10	35	13	3
Schweine-Vollgülle mit Spülwasser (1:1) ²	25	18	16	12	10	3
Klärschlamm bzw. Faulschlamm 90 % Wasser	34	12	24	4	60	8
Klärschlamm bzw. Faulschlamm 95 % Wasser	17	6	12	2	30	4
Stallmist	50	20	30	60	70	12
Müllkompost	50	8	30 ³	40	400	55

¹ Im Einzelfall sind größere Abweichungen möglich.

² Verdünnung (Teile Gülle:Teile Wasser).

³ Ausnutzbarkeit nur gering, stark vom pH-Wert des Bodens abhängig.

Tabelle 15 Verwendung der wichtigsten Handelsdünger

Handelsdünger	Verwendung
Ammonsalpeter (26 % N)	Acker- und Futterbau sowie Garten-, Obst- und Rebbau: Grund- und Kopfdünger.
Ammonsulfat (20,5 % N)	Alkalische und neutrale Böden im Acker- und Futterbau sowie im Garten-, Obst- und Rebbau.
Harnstoff (46 % N)	Ackerbau: Grund- und Kopfdünger, Futterbau.
Kalksalpeter (15,5 % N)	Acker- und Gartenbau: Kopfdünger.
Kalkstickstoff (21 % N)	Wo Stickstoffdüngung mit Unkrautbekämpfung kombiniert werden kann, besonders auf sauren Böden; bei Weizen und Korn zur Verminderung von Fußkrankheit (Halmbrecher): Mitte März auf feuchtem Boden (40-80 kg N).
Thomasmehl (ca. 16-18 % P ₂ O ₅) .	Futterbau, Ackerbau bei frühzeitigem Ausbringen.
Superphosphat (ca. 18 % P ₂ O ₅) ..	Ackerbau, besonders wenn erst vor der Saat gedüngt wird; auf alkalischen Böden im Futterbau sowie im Garten-, Obst- und Rebbau.
Hyperphosphat (29,5 % P ₂ O ₅) } Knochenmehl (ca. 30 % P ₂ O ₅) .. }	Im Futterbau bei pH unter ca. 6,8; im Ackerbau bei pH unter ca. 6,0 und frühzeitiger Anwendung.
Kalisalz (60 % K ₂ O)	Acker- und Futterbau sowie Garten-, Obst und Rebbau; hohe Kaligaben (über 4 kg/a) im Herbst verabreichen; bei Rüben Salzschäden, bei Kartoffeln Schädigung durch Chlorid möglich.
Kalisalz (40 % K ₂ O, ca. 10-12 % Na)	Zu Rüben, im Futterbau (Natrium für Rüben und Wiesen vorteilhaft).
Kalisulfat (48 % K ₂ O)	Tabak, Saatkartoffeln, Spezialkulturen und wo im Frühjahr hohe Kaligaben in Form von Kalisalz Chlorschäden verursachen können.
Patentkali (26 % K ₂ O, 5 % Mg) ..	Auf magnesiumarmen Böden und zu Spezialkulturen.
Mehrnährstoffdünger	Acker- und Futterbau sowie Garten-, Obst- und Rebbau, wenn die Zusammensetzung den Düngungsanforderungen entspricht.

E. Anhang

Anleitung für die Entnahme von Bodenproben zur Ermittlung des Düngebedürfnisses

Die richtige Entnahme der Bodenproben ist Voraussetzung für die praktische Brauchbarkeit der Untersuchungsergebnisse. Ist das **Grundstück von gleichmäßiger Beschaffenheit**, genügt die Entnahme einer einzigen Mischprobe. Läßt

die Bewirtschaftungsweise oder der Pflanzenbestand auf größere Verschiedenheiten des Bodens schließen oder unterscheiden sich einzelne Probenausstiche durch ihre Farbe und andere Merkmale, so ist es notwendig, aus jeder in sich einheitlichen Fläche eine besondere Mischprobe zu entnehmen.

Entnahme. Die Proben werden aus folgenden Schichten entnommen:

Wiesen und Weiden (mit der Grasnarbe)	0-10 cm
Acker- und Gartenboden (Furchenschicht)	0-20 cm
Reben- und Obstpflanzungen	0-20 cm und
dazu getrennt entnommene Untergrundprobe	30-50 cm

(Probentiefe im Fragebogen stets aufführen)

Für die **Entnahme von Mischproben** genügt es, dem betreffenden Grundstück an gleichmäßig verteilten Stellen mit dem Probenstecher (eventuell Spaten) senkrechte Ausstiche zu entnehmen. Von Grundstücken bis etwa 1 ha sind mindestens 20 Ausstiche nötig, um eine gute Mischprobe zu erhalten. Die Ausstiche werden auf einer sauberen Unterlage gut durchmischt, und davon wird eine Durchschnittsprobe von etwa 1 kg zum Versand eingepackt.

Sammeln, eventuell Vortrocknen. Auf Wunsch werden geeignete Säcke gratis zur Verfügung gestellt. Vor allem ist darauf zu achten, daß weder die Bodenprobe noch das Verpackungsmaterial mit Düngemitteln in Berührung kommt. Falls die Bodenproben bei der Entnahme sehr naß sind, sollten sie vor dem Verpacken an der Luft vorgetrocknet werden.

Bezeichnung. Jeder Probensack ist deutlich mit großer Schrift (am besten mit Filzschreiber) zu bezeichnen. Die entsprechenden Bezeichnungen sind ebenfalls im Fragebogen zu vermerken. Dadurch werden Verwechslungen vermieden.

Verpackung. Beim Verpacken einer größeren Zahl von Proben für den Versand an die Forschungsanstalt sollte darauf geachtet werden, daß nur starke Kartonschachteln oder Holzkisten beziehungsweise -harasse verwendet werden!

Versand. Größere Sendungen sind der zuständigen Forschungsanstalt vorgängig anzumelden. Die Sendung hat franko Domizil der Forschungsanstalt zu erfolgen.

Zuständigkeit. Bodenproben sind einzusenden an:

1. Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau,
8046 Zürich-Reckenholz (Bahnhof Zürich-Affoltern),
aus den Kantonen AI, AR, GL, GR, NW, OW, SG, SZ, SH, TG, TI, UR, ZG, ZH.
2. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrikulturchemie,
3097 Liebefeld-Bern (Bahnhof Köniz GBS),
aus den Kantonen BE, FR, VS (deutschsprachiger Teil), AG, BL, BS, LU, SO
3. Station fédérale de recherches agronomiques,
1005 Lausanne,
aus dem französischen Sprachgebiet der Schweiz.

Proben von «**Kultursubstraten**», worunter Erdmischungen mit Torf, Kompost usw. für Glashaus-, Triebbeetkasten- und Topfkulturen zu verstehen sind, müssen zur Untersuchung an die **Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, 8820 Wädenswil** (für die deutschsprachige Schweiz),

beziehungsweise an die **Station fédérale de recherches agronomiques, 1005 Lausanne** (für die französisch- und italienischsprachige Schweiz), gesandt werden.

Begleitformular. Zu jeder Bodenprobe gehört ein vollständig ausgefüllter Fragebogen, gleichgültig, wer die Düngeberatung ausführt. Der Fragebogen begleitet die Bodenprobe an die Forschungsanstalt und wird nach der Untersuchung, wenn notwendig, dem örtlichen Berater zwecks Düngeberatung zur Verfügung gestellt.

Gebühr. Die Gebühr für die Untersuchung einer Bodenprobe auf Düngebedürftigkeit beträgt 8 Franken. Landwirte und Selbstverbraucher zahlen den ermäßigten Tarif von 4 Franken. Diese Untersuchung umfaßt den pH-Wert, den Phosphat- und Kaligehalt sowie eine Beurteilung der Bodenart und des Kalkgehaltes. Ist eine Bestimmung des Gehaltes an kohlensaurem Kalk notwendig, erhöht sich die Untersuchungsgebühr auf 10 beziehungsweise 5 Franken.

Zusätzliche Untersuchungen. Werden andere Untersuchungen gewünscht, ist dies ausdrücklich im Fragebogen unter «Zusätzliche Untersuchungen» zu vermerken. Spezialuntersuchungen: Humus, Körnung, Stickstoff, Magnesium, Bor, Mangan, Natrium, Versalzungsgrad (Leitfähigkeit) und anderes sind *nur in Ausnahmefällen* angezeigt und relativ teuer (siehe Gebührentarif der Eidgenössischen Landwirtschaftlichen Forschungsanstalten vom 1. Juli 1971).