



Das Lebensmittelministerium



Hinweise zur Düngung im integrierten Freilandgemüseanbau und bei Erdbeeren

Managementunterlage

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

1 Richtwerte für die Phosphor-, Kalium- und Magnesium-Düngung

1.1 Versorgungsstufen und Feldabfuhr

Die Basis für die Berechnung der P-, K- und Mg-Düngung im Freilandgemüsebau bildet eine Bodenuntersuchung. Entsprechend der Richtlinie 73/2000-C des Programms „Umweltgerechter Gartenbau, Weinbau und Hopfenanbau“ ist die Untersuchung der Böden aller 4 Jahre vorgeschrieben. Auf der Grundlage der Ergebnisse dieser Bodenanalyse erfolgt in Abhängigkeit von der Bodenart und dem untersuchten Nährstoff (P, K oder Mg) die Zuordnung der Böden in unterschiedliche Versorgungsstufen. Die Bodenanalyse kann für Phosphor und Kalium nach 2 verschiedenen Untersuchungsmethoden vorgenommen werden. Bisher war die Doppel-Laktat-Methode (DL-Methode) das verbreitetste Analyseverfahren. Ab dem Jahre 2000 wurde vom VDLUFA vorgeschlagen die DL-Methode durch die CAL-Methode (eine Lösung aus Calciumlactat, Calciumacetat und Essigsäure) schrittweise zu ersetzen. Die CAL-Methode bietet den Vorteil, dass auch bei kalkhaltigen Böden mit einem pH-Wert >7, der besonders im Gemüsebau oft anzutreffen ist, exakte Ergebnisse erzielt werden können.

In Tabelle 1-1 sind für die CAL-Methode die Grenzwerte für die Versorgungsstufen für Makronährwerte des Bodens zusammengestellt. Die Tabelle 1-2 enthält die Grenzwerte nach der bisher üblichen DL-Methode.

Tabelle 1-1: Grenzwerte der Versorgungsstufen für Makronährwerte des Bodens nach der CAL Methode

Bodenart	Versorgungsstufe	[mg/100 g Boden]		
		P ^①	K ^①	Mg ^②
S	A	≤ 2,4	≤ 2,9	≤ 2,0
	B	2,5 - 4,8	3,0 - 6,9	2,1 - 3,5
	C	4,9 - 7,2	7,0 - 10,9	3,6 - 5,0
	D	7,3 - 10,4	11,0 - 15,9	5,1 - 6,5
	E	≥ 10,5	≥ 16,0	≥ 6,6
Sl, IS	A	≤ 2,4	≤ 3,9	≤ 2,5
	B	2,5 - 4,8	4,0 - 7,9	2,6 - 4,5
	C	4,9 - 7,2	8,0 - 11,9	4,6 - 6,0
	D	7,3 - 10,4	12,0 - 18,9	6,1 - 7,5
	E	≥ 10,5	≥ 19,0	≥ 7,6
SL, sL	A	≤ 2,4	≤ 4,9	≤ 3,0
	B	2,5 - 4,8	5,0 - 9,9	3,1 - 5,5
	C	4,9 - 7,2	10,0 - 14,9	5,6 - 7,5
	D	7,3 - 10,4	15,0 - 22,9	7,6 - 10,1
	E	≥ 10,5	≥ 23,0	≥ 10,2
L	A	≤ 2,4	≤ 5,9	≤ 6,0
	B	2,5 - 4,8	6,0 - 10,9	6,1 - 10,0
	C	4,9 - 7,2	11,0 - 16,9	10,1 - 12,0
	D	7,3 - 10,4	17,0 - 25,9	12,1 - 20,0
	E	≥ 10,5	≥ 26,0	≥ 20,1
IT, T	A	≤ 2,4	≤ 7,9	≤ 6,0
	B	2,5 - 4,8	8,0 - 14,9	6,1 - 10,0
	C	4,9 - 7,2	15,0 - 23,9	10,1 - 12,0
	D	7,3 - 10,4	24,0 - 36,9	12,1 - 20,0
	E	≥ 10,5	≥ 37,0	≥ 20,1

①: Untersucht nach der CAL-Methode

②: Untersucht nach der Methode von SCHACHTSCHABEL

Tabelle 1-2: Grenzwerte der Versorgungsstufen für Makronährwerte des Bodens nach der DL-Methode

Bodenart	Versorgungsstufe	[mg/100 g Boden]		
		P ^①	K ^①	Mg ^②
S	(A)	≤ 3,4	≤ 3,9	≤ 2,0
	(B)	3,5 - 5,9	4,0 - 6,9	2,1 - 3,5
	(C)	6,0 - 8,0	7,0 - 10,9	3,6 - 5,0
	(D)	8,1 - 12,0	11,0 - 15,9	5,1 - 6,5
	(E)	≥ 12,1	≥ 16,0	≥ 6,6
Sl, IS	(A)	≤ 3,4	≤ 3,9	≤ 2,5
	(B)	3,5 - 5,9	4,0 - 7,9	2,6 - 4,5
	(C)	6,0 - 8,0	8,0 - 11,9	4,6 - 6,0
	(D)	8,1 - 12,0	12,0 - 19,9	6,1 - 7,5
	(E)	≥ 12,1	≥ 20,0	≥ 7,6
SL, sL	(A)	≤ 3,4	≤ 4,9	≤ 3,0
	(B)	3,5 - 5,9	5,0 - 8,9	3,1 - 5,5
	(C)	6,0 - 8,0	9,0 - 13,9	5,6 - 7,5
	(D)	8,1 - 12,0	14,0 - 22,9	7,6 - 10,1
	(E)	≥ 12,1	≥ 23,0	≥ 10,2
L	(A)	≤ 3,4	≤ 5,9	≤ 6,0
	(B)	3,5 - 5,9	6,0 - 10,9	6,1 - 10,0
	(C)	6,0 - 8,0	11,0 - 15,9	10,1 - 12,0
	(D)	8,1 - 12,0	16,0 - 26,9	12,1 - 20,0
	(E)	≥ 12,1	≥ 27,0	≥ 20,1
IT, T	(A)	≤ 3,4	≤ 9,9	≤ 6,0
	(B)	3,5 - 5,9	10,0 - 15,9	6,1 - 10,0
	(C)	6,0 - 8,0	16,0 - 22,9	10,1 - 12,0
	(D)	8,1 - 12,0	23,0 - 39,9	12,1 - 20,0
	(E)	≥ 12,1	≥ 40,0	≥ 20,1

①: Untersucht nach der Doppel-Laktat-Methode

②: Untersucht nach der Methode von Schachtschabel

Der Anbauer kann dem untersuchenden Labor mitteilen nach welcher Analytik die Bodenuntersuchung vorzunehmen ist. Für die Einteilung der Böden in Versorgungsstufen ist dann entweder Tabelle 1-1 oder Tabelle 1-2 zu verwenden. Wichtig ist der Hinweis, dass die Ergebnisse der DL-Methode nicht in die CAL-Methode oder umgekehrt umgerechnet werden können.

Die Versorgungsstufe 'C' (anzustreben, optimal) ist auch für gemüsebaulich genutzte Böden anzustreben. Entsprechen die Resultate der Bodenuntersuchung dem Nährstoffgehalt der Versorgungsstufe 'C', wird die Phosphor-, Kalium- und Magnesium-Düngung entsprechend der mit der Ernte vom Feld abgefahrenen Nährstoffmenge empfohlen (Tabelle 1-3).

Die in Tabelle 1-3 aufgeführten mittleren Nährstoffabfuhr beziehen sich jeweils auf einen Marktertrag von 100 dt und müssen demzufolge an die im Betrieb geplanten Markterträge angepasst werden. Erzielt man z.B. einen Marktertrag von 400 dt Blumenkohl je Hektar, so wird die in der Tabelle 1-3 angegebene Nährstoffabfuhr für P, K und Mg mit dem Faktor 4 multipliziert und bei einem Ertrag von z.B. 70 dt Gemüseerbsen je Hektar mit dem Faktor 0,7.

Tabelle 1-3: Phosphor-, Kalium- und Magnesiumgehalte in der Feldabfuhr

Gemüseart	Marktertrag [dt/ha]	Mittlere Feldabfuhr [kg 100 dt ⁻¹ Marktertrag]					
		P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO
Blumenkohl	300-350-450	4,5	10,5	30,0	36,0	1,2	2,0
Brokkoli	120-150-200	6,5	15,0	38,0	45,5	2,0	3,5
Buschbohnen	80-120-150	4,0	9,0	25,0	30,0	2,5	4,0
Chicorée	300-450-550	5,3	12,0	45,0	54,0	4,0	6,5
Chinakohl	500-700-800	4,0	9,0	25,0	30,0	1,0	1,5
Dill	200-300-350	4,0	9,0	50,0	60,0	2,5	4,0
Endivien	400-600-700	2,6	6,0	46,0	55,5	1,8	3,0
Erdbeeren	120-140-160	2,2	5,0	23,2	28,0	1,5	2,5
Feldsalat	50-80-120	4,3	10,0	54,0	65,0	4,3	7,0
Grünkohl	300-400-500	8,0	18,5	45,0	54,0	2,5	4,0
Gurke, Einlege-	450-700-1.000	3,0	7,0	20,0	24,0	1,2	2,0
Knollenfenchel	200-400-500	3,0	7,0	40,0	48,0	2,0	3,5
Kohlrabi	300-450-600	4,5	10,5	35,0	42,0	1,5	2,5
Kürbis	300-400-500	9,0	20,5	46,0	55,5	4,8	8,0
Markerbse	40-60-80	10,0	23,0	30,0	36,0	3,5	6,0
Möhren, Bund-	400-550-700	3,6	8,0	44,0	53,0	2,7	4,5
Möhren, Wasch-	500-700-1.000	3,5	8,0	35,0	42,0	1,5	2,5
Petersilie, Blatt-	300-400-500	5,0	11,5	55,0	66,0	2,2	3,5
Porree	300-500-650	3,5	8,0	30,0	36,0	2,0	3,5
Radies	200-300-350	3,0	7,0	28,0	33,5	2,0	3,5
Rettich	400-500-800	3,3	7,5	30,0	36,0	1,2	1,5
Rosenkohl	150-250-300	8,5	19,5	55,0	66,0	2,5	4,0
Rote Rüben	400-600-800	5,0	11,5	40,0	48,0	3,0	5,0
Rotkohl	300-550-750	3,5	8,0	30,0	36,0	1,5	2,5
Salat, Blatt-, grün	200-350-450	3,0	7,0	37,0	44,5	1,2	1,5
Salat, Blatt-, rot	200-300-400	3,0	7,0	37,0	44,5	1,2	1,5
Salat, Eis-	400-600-800	2,5	5,5	25,0	30,0	1,0	1,5
Salat, Kopf-	300-550-700	3,0	7,0	30,0	36,0	1,5	2,5
Salat, Radicchio-	150-280-400	4,0	9,0	40,0	48,0	2,0	3,5
Salat, Romana-	400-450-600	4,0	9,0	33,0	40,0	1,3	2,0
Schnittlauch	200-300-350	6,0	14,0	45,0	54,0	3,5	6,0
Schwarzwurzel	150-200-300	7,0	16,0	32,0	38,5	2,5	4,0
Sellerie, Bund	500-600-650	5,5	12,5	47,0	56,5	2,0	3,5
Sellerie, Knollen-	350-500-800	6,5	15,0	45,0	54,0	1,5	2,5
Sellerie, Stangen-	400-500-600	5,0	11,5	45,0	54,0	2,0	3,5
Spargel	40-50-70	7,0	16,0	58,0	69,5	8,5	14,0
Spinat, Industrie-	200-300-400	5,0	11,5	55,0	66,0	5,0	8,5
Stangenbohne	200-250-300	4,0	9,0	25,0	30,0	2,5	4,0
Weißkohl	400-800-1.400	3,2	7,5	26,0	31,0	1,5	2,5
Wirsing	250-350-500	5,0	11,5	32,0	38,5	1,5	2,5
Zucchini	300-500-700	2,6	6,0	17,0	20,5	1,6	2,5
Zwiebeln, Bund-	450-680-800	2,6	7,5	20,0	24,0	1,8	3,0
Zwiebeln, Trocken-	450-600-900	3,5	8,0	20,0	24,0	1,5	2,5

Nach FINK (2001), verändert

Entsprechen die Resultate der Bodenuntersuchung nicht der Versorgungsstufe 'C', so sind die zu verabreichenden Düngermengen an diese Versorgungsstufe anzupassen. Die Anpassung erfolgt mittels der in Tabelle 1-4 zusammengestellten Korrekturfaktoren. Liegt die Nährstoffversorgung unter der Versorgungsstufe 'C', ist von einer Unterversorgung des Bodens mit dem jeweiligen Nährstoff auszugehen und die Düngermengen werden erhöht. Für die Stufen „sehr niedrig“ ('A') oder „niedrig“ ('B') wird dementsprechend die für die Versorgungsstufe 'C' geltende Feldabfuhr mit dem Faktor 2,0 bzw. 1,5 multipliziert. Wird ein Nährstoffgehalt des Bodens über dem Gehalt der Stufe 'C' ermittelt, so unterbleibt bei „sehr hoher“ Versorgung ('E') die Düngung gänzlich (Faktor 0) oder sie wird bei „hoher“ Versorgung ('D') um die Hälfte reduziert (Faktor 0,5).

Stehen im Rahmen der Fruchtfolge in einem Jahr zwei oder mehrere Gemüsearten hintereinander auf demselben Schlag, so sind die Nährstoffabfuhr der einzelnen Gemüsearten zu summieren und die Düngung ist für gesamte Anbaufolge zu berechnen (siehe 1.4.1).

Tabelle 1-4: Korrekturfaktoren für die Anpassung der Phosphor-, Kalium- und Magnesium-Düngung an die Versorgungsstufen des Bodens

Versorgungsstufe	Nährstoffversorgung	Düngerbedarf
A	sehr niedrig	2,0 * Feldabfuhr
B	niedrig	1,5 * Feldabfuhr
C	anzustreben, optimal	1,0 * Feldabfuhr
D	hoch	0,5 * Feldabfuhr
E	sehr hoch	0 * Feldabfuhr

1.2 Berechnung der Düngermenge

Die Berechnung der benötigten Menge mineralischer Grunddünger für die einzelnen Nährstoffe erfolgt nach folgender Formel:

Düngerbedarf (kg) =	$\frac{\text{benötigte Düngermenge} \times 100 \times \text{Schlaggröße [ha]}}{\text{Nährstoffgehalt des Düngers[\%]}}$
----------------------------	---

Werden neben mineralischen Grunddüngern auch organische Düngestoffe ausgebracht, so sind die in ihnen enthaltenen Nährstoffe (Tabelle 1-5) bei der Berechnung der mineralischen Grunddüngung anzurechnen, d.h. vom berechneten Düngerbedarf (kg) ist die in den organischen Düngestoffen enthaltene Nährstoffmenge abzuziehen (siehe 1.4.2).

Tabelle 1-5: Nährstoffgehalte von Gülle und Stallmist

		TS %	Nährstoffgehalt [kg/m ³ bzw. kg/dt]			
			P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K
Gülle, dünn [m ³]	Rind	4	1,19	0,52	2,99	2,49
	Schwein	4	2,89	1,26	1,79	1,49
	Geflügel	4	4,99	2,18	2,99	2,49
Gülle, normal [m ³]	Rind	8	1,49	0,65	5,98	4,98
	Schwein	8	3,50	1,53	2,99	2,49
	Geflügel	8	9,48	4,14	4,78	3,98
Gülle, dick [m ³]	Rind	12	3,69	1,61	8,87	7,39
	Schwein	12	8,68	3,79	5,47	4,56
	Geflügel	12	12,57	5,49	6,47	5,39
Stallmist [dt]	Rind	25	0,46	0,20	1,14	0,95
	Schwein	25	0,69	0,30	0,42	0,35
	Pferd	25	0,41	0,18	0,48	0,40
	Schaf	40	0,69	0,30	1,92	1,60
	Geflügel	45	1,72	0,75	1,32	1,10

1.3 Umrechnungsfaktoren für Grundnährstoffe

Häufig erweist es sich als notwendig von der Elementform (P, K, Mg) Umrechnungen in die Oxidform (P₂O₅, K₂O, MgO) vorzunehmen. Die Analyseangaben der Untersuchungslabore erfolgen meist in Elementform, während die Nährstoffgehalte der Düngemittel in der Oxidform angegeben werden. Folgende Zusammenstellung (Tabelle 1-6) gibt einen Überblick über die Umrechnungsfaktoren:

Tabelle 1-6: Umrechnungsfaktoren für die Grundnährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium

Gegeben	Gesucht	Umrechnungsfaktor
P	P ₂ O ₅	2,291
K	K ₂ O	1,204
Mg	MgO	1,658
P ₂ O ₅	P	0,436
K ₂ O	K	0,830
MgO	Mg	0,603

1.4 Beispielsrechnung

1.4.1 Mineralische Grunddüngung (*ohne organische Düngung*) zur Anbaufolge Kopfsalat, früh; Blumenkohl, Sommer

Gegeben:

Anbaufläche:	2,5 ha
Geplanter Marktertrag:	Kopfsalat: 550 dt/ha Blumenkohl: 350 dt/ha
Bodenart:	sL
Organische Düngung:	nein
Analysewerte: (CAL-Methode)	P: 5,5 mg/100 g Boden (C) K: 8,5 mg/100 g Boden (B) Mg: 11,0 mg/100 g Boden (E)
Dünger:	Superphosphat, Kaliumsulfat, Bittersalz

Lösungsansatz:

1. Versorgungsstufen (Tabelle 1-1, Tabelle 1-4):

Phosphor: (C); Faktor: 1,0

Kalium: (B); Faktor: 1,5

Magnesium: (E); Faktor: 0

2. Mittlere Feldabfuhr (Tabelle 1-3):

Kopfsalat: $P_2O_5: 7,0 \text{ kg/dt} * 550 \text{ dt/100 dt} = 38,5 \text{ kg}$
 $K_2O: 36,0 \text{ kg/dt} * 550 \text{ dt/100 dt} = 198,0 \text{ kg}$
 $MgO: 2,5 \text{ kg/dt} * 550 \text{ dt/100 dt} = 13,8 \text{ kg}$

Blumenkohl: $P_2O_5: 10,5 \text{ kg} * 350 \text{ dt/100 dt} = 36,8 \text{ kg}$
 $K_2O: 36,0 \text{ kg} * 350 \text{ dt/100 dt} = 126,0 \text{ kg}$
 $MgO: 2,0 \text{ kg} * 350 \text{ dt/100 dt} = 7,0 \text{ kg}$

Anbaufolge: $P_2O_5: 38,5 \text{ kg} + 36,8 \text{ kg} = 75,3 \text{ kg}$
 $K_2O: 198,0 \text{ kg} + 126,0 \text{ kg} = 324,0 \text{ kg}$
 $MgO: 13,8 \text{ kg} + 7,0 \text{ kg} = 20,8 \text{ kg}$

3. Nährstoffbedarf:

benötigte Nährstoffmenge:

$P_2O_5: 75,3 \text{ kg} * 1,0 = 75,3 \text{ kg}$

$K_2O: 324,0 \text{ kg} * 1,5 = 486,0 \text{ kg}$

$MgO: 20,8 \text{ kg} * 0 = 0 \text{ kg}$

4. Bedarf Düngemittel:

Superphosphat: $\frac{75,3 \text{ kg} * 100 * 2,5 \text{ ha}}{18} = 1.045,8 \text{ kg}$

Kaliumsulfat: $\frac{486,0 \text{ kg} * 100 * 2,5 \text{ ha}}{50} = 2.430,0 \text{ kg}$

Bittersalz: kein Bedarf

1.4.2 Mineralische Grunddüngung (mit organischer Düngung) zur Anbaufolge Kopfsalat, früh; Blumenkohl, Sommer

Gegeben:

siehe oben

organische Düngung: 300 dt/ha Rindermist

Lösungsansatz: Punkt 1. bis 2. siehe oben

3. Nährstoffbedarf:

benötigte Nährstoffmenge (Tabelle 1-5):

$P_2O_5: 75,3 \text{ kg} * 1,0 = 75,3 \text{ kg} - (300 * 0,46 \text{ kg}) = - 62,7 \text{ kg}$

$K_2O: 324,0 \text{ kg} * 1,5 = 486,0 \text{ kg} - (300 * 1,14 \text{ kg}) = 144,0 \text{ kg}$

$MgO: 20,8 \text{ kg} * 0 = 0 \text{ kg}$

4. Bedarf Düngemittel:

Superphosphat: kein Bedarf

Kaliumsulfat: $\frac{144,0 \text{ kg} * 100 * 2,5 \text{ ha}}{50} = 720,0 \text{ kg}$

Bittersalz: kein Bedarf

2 Richtwerte zur Stickstoffdüngung

2.1 Durchführung von N_{\min} -Untersuchungen

2.1.1 Probenehmer

Die Proben entnimmt der Bewirtschafter oder ein durch ihn Beauftragter.

2.1.2 Probenahmezeit

Der N_{\min} -Gehalt des Bodens ist entsprechend Richtlinie 73/2000-C des Programms „Umweltgerechter Gartenbau, Weinbau und Hopfenanbau“ zu Beginn jeder Kultur zu bestimmen.

Eine weitere Probenentnahme zum Zeitpunkt einer eventuellen N-Kopfdüngung ist nicht vorgeschrieben, allerdings bei Kulturen mit einer langen Kulturdauer zu empfehlen. Mehrjährige Kulturen (Spargel, Rhabarber, Erdbeeren) sind zu bestimmen, sich jährlich wiederholenden Terminen zu kontrollieren.

2.1.3 Probenahmeraster

Die Probennahmefläche soll 10 Hektar nicht überschreiten. Bei einheitlich bewirtschafteten Schlägen über 10 Hektar ist die Entnahmefläche zu unterteilen. Bei Beprobung unterschiedlich bewirtschafteter Schläge sind außerdem die Bewirtschaftungsunterschiede zu berücksichtigen.

2.1.4 Entnahme von Einzelproben

Die Beprobung der Fläche ist im Zickzackgang, z.B. in Form eines "N" vorzunehmen. Es sind 15 bis 20 über die zu untersuchende Fläche verteilte, bei vorangegangener organischer Düngung 35 bis 40 Einstiche mit dem Rillenbohrer vorzunehmen. Der Probennahmeabstand ist gleich zu halten. Auf dem Vorgewende und innerhalb eines 10 m breiten Randstreifens bis zur Schlaggrenze sowie an untypischen Schlagstellen sind keine Proben zu entnehmen.

Der Bohrstock ist bis zur vorgesehenen Entnahmetiefe senkrecht einzustechen, zu drehen, vorsichtig herauszuziehen und nach jedem Einstich vollständig zu entleeren. Die Entleerung der Bohrstocknut hat nach den Entnahmetiefen (0-15 cm, 0-30 cm; 30-60 cm; 60-90 cm) getrennt zu erfolgen. Die nach dem Raster entnommenen Einzelproben werden getrennt nach Bodenschicht in Gefäßen zu einer Sammelprobe vereinigt. Die Durchschnittsprobe sollte etwa 300 g umfassen.

2.1.5 Entnahmetiefe

Die Entnahmetiefe ist abhängig von der durchwurzelten Bodentiefe. Sie variiert in Abhängigkeit von der Gemüseart und Anbauzeitraum von 15 bis 90 cm (Tabelle 2-1).

Die Anzahl der Bodenproben je Einstich hängt von der zu untersuchenden Bodenschicht ab:

- Bodenschicht 0-15 cm: **1** Bodenprobe (0-15 cm)
- Bodenschicht 0-30 cm: **1** Bodenprobe (0-30 cm)
- Bodenschicht 0-60 cm: **2** Bodenproben (0-30 cm und 30-60 cm)
- Bodenschicht 0-90 cm: **3** Bodenproben (0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm)

2.1.6 Verpackung und Transport der Proben

Die Sammelproben sind in luftdicht verschließbaren Folienbeuteln, die eine Verunreinigung ausschließen, zu verpacken. Die Verpackungen sind sicher zu verschließen, eindeutig und dauerhaft mit der Probennummer bzw. der Probenbezeichnung und der Entnahmetiefe zu versehen.

Bei Erwärmung der Proben kommt es zu Umsetzungsprozessen, die den ursprünglichen Stickstoffgehalt der Probe schnell verändern können. Deshalb müssen die Proben unmittelbar nach der Entnahme bei Temperaturen $\leq 5^\circ \text{C}$ kühl gelagert werden. Der Transport zu den Untersuchungsstellen erfolgt in einer geschlossenen Kühlkette.

Tabelle 2-1: Probenahmetiefe verschiedener Gemüsearten

Probenahmetiefe			
15 cm	30 cm	60 cm	90 cm
Feldsalat Radies	Blumenkohl, früh Brokkoli, früh Dill Einlegegurken Erdbeeren, Pflanzjahr Kohlrabi Radicchio Rettich, Bund- Rucola Salate (Kopf-, Blatt-) Sellerie (Bund-, Stan- gen-) Spinat Zwiebeln, Bund-	Blumenkohl Brokkoli Buschbohnen Chinakohl Endivien, Zuckerhut Erdbeeren, Ertragsjahr Grünkohl Knollenfenchel Kürbis Markerbsen Möhren Petersilie Porree Rettich, deutsch Romanasalat Rote Rüben Rotkohl, früh Schnittlauch Sellerie, Knollen- Spargel Stangenbohne Weißkohl, früh Wirsing, früh Zucchini Zwiebeln, Trocken-	Chicorée Möhren, Industrie Rhabarber Rosenkohl Rotkohl, spät Schwarzwurzel Tomaten Weißkohl, spät Wirsing, spät Zuckermais

Nach FINK (2001), verändert

2.1.7 Untersuchung der Proben

Die Untersuchung der N_{\min} -Proben hat in einem von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) anerkannten Untersuchungslabor (Tabelle 2-2) oder in der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen, Gustav-Kühn-Str. 8, 04159 Leipzig zu erfolgen. Die N_{\min} -Proben sind zusammen mit Datenerfassungsbelegen einzureichen. Datenerfassungsbelege sind bei den Untersuchungsstellen sowie den Staatlichen Ämtern für Landwirtschaft erhältlich. Das Ergebnis der Untersuchungen ist in die Schlagkarte Gemüsebau für UL einzutragen.

2.1.8 Berechnung des N_{\min} -Vorrates im Boden

Die Angaben der chemischen Analyse erfolgen in mg $\text{NO}_3\text{-N}$ bzw. $\text{NH}_4\text{-N}$ / 100 g (oder je kg) trockenen Boden. Der N_{\min} -Vorrat der untersuchten Bodenschicht (Schichtdicke: 30 cm) wird nach folgender Formel berechnet. Dabei wird eine mittlere Rohdichte des Bodens von 1,4 kg/l zugrunde gelegt.

$$N_{\min} \text{ (kg/ha)} = [\text{NO}_3\text{-N (mg/100 g)} + \text{NH}_4\text{-N (mg/100 g)}] * 42$$

Der N_{\min} -Vorrat wird für jede Bodenschicht (0-30 cm; 30-60 cm; 60-90 cm) gesondert ermittelt. Die erzielten Einzelergebnisse werden zum Gesamtergebnis summiert. Der N_{\min} -Vorrat der Bodenschicht 0-90 cm ist also die Summe der N_{\min} -Vorräte der Bodenschichten 0-30 cm, 30-60 cm sowie 60-90 cm.

Tabelle 2-2: Liste der von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft für Bodenuntersuchungen im Rahmen des Agrarumweltprogramms „UL“ und des §3 Abs. 6 DüngeVO zugelassenen bzw. anerkannten Untersuchungseinrichtungen

Firma	Anschrift	Telefon / Fax	Ansprechpartner
AWV GmbH	08525 Plauen, Jößnitzer Str.113 01844 Hohwald, O.T. Langburkersdorf, Sebnitzer Str. 1	(03741)523517 Fax 523550 (03596)506207 Fax 506208	Herr Spranger Herr Dr. Voigt Herr Hänsel
AGROLAB Oberdorla	99986 Oberdorla, Burgstr. 57	(03601) 75170 Fax 751717	Herr Schönfeld
AUA GmbH	07749 Jena, Löbstedter Str. 78	(03641) 464945 Fax 464919	Herr Dr. Leinhos Herr Schnabelrauch
Berghof Analytik GmbH	09117 Chemnitz, Otto-Schmerbach-Str.19	(0371) 8663198 Fax 8663198	Herr Dr. Jakobi
BioChem agrar GmbH	04827 Gerichshain, Kupferstr. 6	(034292) 86319 Fax 86322	Herr Lemnitzer Frau Laue
DBI-AUAGmbH Analytik-Ökotoxikologie	09599 Freiberg, Halsbrücker Str. 34	(03731) 365269 Fax 365402	Herr Ulbricht Herr Lange
GFI-GmbH	09435 Scharfenstein, August-Bebel-Str. 24	(03725) 77188 Fax 780835	Herr Dr. Tischer
Ing.-büro und analyt. Labor Maria Uphoff	83229 Aschau, Kampenwandstr. 100	(08052) 90390 Fax 903999	Frau Uphoff
Institut für Agrar-und Umweltanalytik	06632 Freyburg, Querfurter Str. 10	(034464) 26582 Fax 28130	Herr Bannach Frau Jaworski
Institut für Umweltanalytik und Technologie GmbH	02730 Ebersbach, Hofeweg 12	(03586) 30240 Fax 302419	Herr Sbieschni
ITEC-GmbH	02627 Kubschütz, Pappelweg 3	(03591) 210779 Fax 210779	Herr Dr. Kühle
Umwelt-Consult e.V.	04356 Leipzig, Seehausener Allee 62	(0341) 5267840 Fax 5267843	Herr Haupt
LUP GmbH Pirna	01796 Pirna, Liebstädter Str.45	(03501) 446897 Fax 446898	Herr Völkel Frau Dr. Schumann
Pflanzenschutzlabor Bockelwitz	04703 Bockelwitz, Dorfstr.43	(034321) 12084 Fax. 12191	Herr Smierek
Privates Umweltinstitut Chemnitz	09120 Chemnitz, Annaberger Str. 231	(0371) 517381 Fax 517382	Frau Friedrich
Privates Umweltinstitut Leipzig	04177 Leipzig, Georg-Schwarz-Str.36	(0341) 4419160 Fax 4419163	Herr Dr. Jakob
Umweltanalytik Dr. Rietzler & Kunze GbR	09599 Freiberg, Darmstädter Str.2	(03731) 39810 Fax 398130	Frau Kunze
Umweltlabor Schwarzenberg	08340 Schwarzenberg, Robert-Koch-Str. 16a	(03774) 25803 Fax 25803	Herr Gränitz

2.2 Berechnung der Stickstoffdüngung im kontrollierten, integrierten Gemüsebau

Die Ermittlung der N-Düngermenge im Rahmen des Programms „Umweltgerechter Gartenbau, Weinbau und Hopfenanbau“ erfolgt auf der Grundlage der N_{\min} -Methode basierend auf N-Sollwerten unter Einbeziehung der Ergebnisse der N_{\min} -Untersuchung zu Beginn jeder Kultur.

Von FINK (2001) wurde in der Broschüre „*Düngung im Freilandgemüsebau*“ ein sehr umfangreiches Fachbuch zu dieser Thematik veröffentlicht.

Bei der Berechnung des N-Düngungsbedarfs nach der N_{\min} -Methode berücksichtigt man zuerst die Gesamtmenge an verfügbarem mineralischem Stickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}$ [kg/ha] + $\text{NH}_4\text{-N}$ [kg/ha] = N_{\min} -Vorrat [kg N/ha]) in der von den Wurzeln nutzbaren Bodenschicht (Tabelle 2-1). Der N_{\min} -Vorrat kann von den Pflanzen wie Mineralstickstoff genutzt werden und ist dementsprechend vollständig in die Berechnung der zu düngenden N-Menge einzubeziehen.

Weiterhin werden für die Berechnung des N-Düngungsbedarfs N_{\min} -Sollwerte für jede Gemüseart benötigt. Die N_{\min} -Sollwerte (Tabelle 2-3) zu Kulturbeginn widerspiegeln die N-Aufnahme der Kultur, den N_{\min} -Mindestvorrat am Kulturende sowie die erwartete Netto-N-Mineralisierung. In die in Tabelle 2-3 aufgeführten N_{\min} -Sollwerte (mM) wurde die Netto-N-Mineralisierung aus der organischen Masse des Bodens bereits eingerechnet. Das bedeutet, dass sie im Gegensatz zu den bisher üblichen Kalkulationsverfahren nun nicht mehr gesondert bei der Düngungsberechnung berücksichtigt werden muss. Die N_{\min} -Sollwerte (mM) werden nach folgender Vorschrift kalkuliert:

N im Aufwuchs	kg N/ha
+ N_{\min} -Mindestvorrat	kg N/ha
- Netto-N-Mineralisierung	kg N/ha
= N_{\min} -Sollwert (mM)	kg N/ha

Neben dem N_{\min} -Vorrat des Bodens und dem N_{\min} -Sollwert der jeweiligen Gemüseart ist bei der Kalkulation des N-Düngungsbedarfs unbedingt die N-Mineralisierung (N-Freisetzung) aus den Ernterückständen der Vorkultur, der organischen Düngung bzw. Gründüngung zu berücksichtigen.

Voraussetzung für die Anrechnung von Stickstoff aus den Ernterückständen und der organischen bzw. Gründüngung ist, dass sie mehr oder weniger gleichmäßig auf dem Feld verteilt sind. Des Weiteren muss Art und Weise ihrer Einarbeitung berücksichtigt werden, denn der in ihnen enthaltene Stickstoff wird nur teilweise für die Nachkultur wirksam (eingefräst 70%, eingepflügt 50%, gemulcht 40%). Unter ungünstigen Bedingungen (verdichteter oder vernässter Boden) kann sich der für die Nachkultur anrechenbare Stickstoff weiter reduzieren.

Die in Tabelle 2-4 aufgeführten Ernterückstände und die anrechenbaren N-Mengen gelten für Kulturen die eingefräst wurden und für den Zeitraum von Mai bis September. Die angesetzten Ernterückstände sind Richtwerte von gut entwickelten Beständen. Für die N-Freisetzung aus der organischen und Gründüngung wurden Mittelwerte herangezogen. Wird Gülle verwendet, so ist davon auszugehen, dass der in ihr enthaltene Stickstoff unmittelbar für die Pflanzen anrechenbar ist.

Die in Tabelle 2-4 aufgeführten Spalten Mineralisierungsdauer und N-Freisetzung je Woche haben dann Bedeutung, wenn in einem Jahr auf der gleichen Fläche mindestens 2 Gemüsearten aufeinander folgen. Folgt zum Beispiel eine Kultur mit einer kurzen Anbaudauer (z.B. 4 Wochen) auf eine Gemüseart, deren anrechenbarer Stickstoff erst nach mehr als 4 Wochen vollständig wirksam wird, so darf der anrechenbare Stickstoff der Vorkultur nur anteilmäßig in die Bilanzierung einbezogen werden.

Der N-Düngungsbedarf nach der N_{\min} -Methode berechnet sich demnach wie folgt:

N_{\min} -Sollwert (mM)	kg N/ha
- N_{\min} -Vorrat	kg N/ha
- N-Freisetzung	kg N/ha
= N- Düngebedarf	kg N/ha

2.2.1 Nährstoffbilanzen

Die Düngeverordnung schreibt im § 5 für Betriebe mit mehr als 1 ha Anbaufläche vor, für Stickstoff, Phosphor und Kalium Nährstoffbilanzen zu erstellen. Es gilt, die Zufuhr dieser Nährstoffe aus Handels- und Wirtschaftsdüngern mit ihrer Abfuhr durch das Erntegut zu vergleichen. Für Stickstoff sind die Bilanzierungen jährlich vorzunehmen. Während die Entzugswerte für Phosphor und Kalium der Tabelle 1-3: Phosphor-, Kalium- und Magnesiumumgehalte in der Feldabfuhr zu entnehmen sind, können die Stickstoffgehalte in der Feldabfuhr aus Tabelle 2-5 "Tabelle 2-5: Stickstoffgehalte in der Feldabfuhr" abgelesen werden.

2.3 Beispielsrechnung

2.3.1 Stickstoffdüngung Kopfsalat (ohne organische Düngung)

Gegeben:

Anbaufläche:	2,5 ha
Pflanztermin:	1. Mai
Vorkultur:	keine
Organische Düngung:	nein
Analysewerte: 0-30 cm	NO ₃ -N: 1,5 mg/100 g Boden NH ₄ -N: 0,1 mg/100 g Boden
Dünger:	Kalkammonsalpeter

Lösungsansatz:

1. N-Sollwert (mM) (Tabelle 2-3

Kopfsalat: 150 kg N/ha

2. N_{\min} -Gehalt:

$$N_{\min (0-30 \text{ cm})} = (1,5 \text{ mg/100 g Boden} + 0,1 \text{ mg/100 g Boden}) * 42 = 67,2 \text{ kg N/ha}$$

3. N-Düngebedarf:

N_{\min} -Sollwert (mM):	150 kg N/ha
- N_{\min} -Vorrat:	67 kg N/ha
- N-Freisetzung:	0 kg N/ha
N- Düngebedarf:	83 kg N/ha

4. Bedarf Düngemittel:

$$\text{Kalkammonsalpeter: } \frac{83 \text{ kg} * 100 * 2,5 \text{ ha}}{27,5} = 762,9 \text{ kg}$$

2.3.2 Stickstoffdüngung Blumenkohl (mit organischer Düngung)

Gegeben:

Anbaufläche:	2,5 ha
Pflanztermin:	1. Juli
Vorkultur:	Kopfsalat
Organische Düngung:	300 dt Stallmist

Analysewerte: 0-30 cm	NO ₃ -N:	0,9 mg/100 g Boden
	NH ₄ -N:	0,05 mg/100 g Boden
30-60 cm	NO ₃ -N:	1,5 mg/100 g Boden
	NH ₄ -N:	0,2 mg/100 g Boden
Dünger:	Kalkammonsalpeter	

Lösungsansatz:

1. N-Sollwert (mM) (Tabelle 2-3)

Blumenkohl: 300 kg N/ha

2. N_{min}-Gehalt:

$$N_{\min (0-30 \text{ cm})} = (0,9 \text{ mg/100 g Boden} + 0,05 \text{ mg/100 g Boden}) * 42 = 39,9 \text{ kg N/ha}$$

$$N_{\min (30-60 \text{ cm})} = (1,5 \text{ mg/100 g Boden} + 0,2 \text{ mg/100 g Boden}) * 42 = 71,4 \text{ kg N/ha}$$

$$N_{\min} = 39,9 \text{ kg N/ha} + 71,4 \text{ kg N/ha} = 111,3 \text{ kg N/ha}$$

3. N-Düngebedarf:

N _{min} -Sollwert (mM):	300 kg N/ha (Tabelle 2-3)
- N _{min} -Vorrat:	111 kg N/ha
- N-Freisetzung (Stallmist):	24 kg N/ha (Tabelle 2-4)
- N-Freisetzung (Kopfsalat):	13 kg N/ha (Tabelle 2-4)
N- Düngebedarf:	152 kg N/ha

4. Bedarf Düngemittel:

$$\text{Kalkammonsalpeter: } \frac{152 \text{ kg} * 100 * 2,5 \text{ ha}}{27,5} = 1382 \text{ kg}$$

Düngermenge aufteilen auf Grund- und Kopfdüngung. Kopfdüngung in der 4. Kulturwoche.

Tabelle 2-3: N_{min}-Sollwerte für eine Bodenanalyse zu Beginn der Kultur

Gemüseart	Durchwurzelungstiefe [cm]	N Im Aufwuchs [kg N/ha]	N- Mindestvorrat [kg N/ha]	N _{min} - Sollwert (mM) [kg N/ha]	Kopfdüngung (Kulturwoche)	
					1. KD	2. KD
Blumenkohl	60	251	40	295	4	-
Blumenkohl, früh	30	251	40	290	5	-
Blumenkohl, starker Aufwuchs	60	292	40	345	4	-
Brokkoli	60	260	40	305	4	-
Brokkoli, früh	30	260	40	285	5	-
Brokkoli, starker Aufwuchs	60	300	40	355	4	-
Buschbohnen, Handernte	60	121	20	110	-	-
Buschbohnen, Industrie	60	108	20	100	-	-
Mittelspäte bis späte Sorten	90	188	0	90	-	-
sehr frühe bis mittelfrühe Sorten	90	163	0	75	-	-
Chinakohl, gepflanzt, früh	60	195	40	230	3	-
Chinakohl, gepflanzt, Sommer	60	195	20	210	-	-
Chinakohl, gepflanzt, Herbst	60	195	20	195	-	-
Chinakohl, gesät	60	195	20	200	5	-
Dill	30	96	40	120	-	-
Endivien, glattblättrig	60	160	40	190	4	-
Endivien, Frisée	60	113	40	145	4	-
Erdbeeren, Pflanzjahr	30	-	-	60	-	-
Erdbeeren, Ertragsjahr	60	-	-	80	-	-
Feldsalat, Herbst	15	45	40	75	-	-
Grünkohl, Handernte	60	208	20	160	5	-
Grünkohl, maschinelle Ernte	60	231	20	200	5	-
Gurke, Einleger, gepflanzt	30	205	40	195	5	9
Gurke, Einleger, gesät	30	205	40	185	5	9
Knollenfenchel, gepflanzt	60	170	40	200	4	-
Kohlrabi	30	179	40	230	3	-
Kohlrabi, früh	30	179	40	210	4	-
Kohlrabi, Herbst	30	179	40	220	3	-
Kürbis	60	200	0	120	5	-
Markerbse, früh-mittelfrüh	60	188	0	100	-	-
Markerbse, mittelspät-spät	60	188	0	85	-	-
Möhren, Bund-, früh	60	102	20	70	6	-
Möhren, Bund-Sommer	60	119	20	90	5	-
Möhren, Bund-, Herbst	60	119	20	90	5	-
Möhren, Wasch-früh	60	138	0	70	6	-
Möhren, Wasch-Sommer	60	151	0	100	5	-
Möhren, Wasch-Herbst	60	151	0	95	5	-
Möhren, Industrie	90	207	0	80	5	-
Petersilie, Blatt-, bis 1. Schnitt	60	132	60	190	-	-
Petersilie, Blatt-, nach Schnitt	60	88	40	120	-	-

Gemüseart	Durchwurzelungstiefe [cm]	N im Aufwuchs [kg N/ha]	N-Mindestvorrat [kg N/ha]	N _{min} -Sollwert (mM) [kg N/ha]	Kopfdüngung (Kulturwoche)	
					1. KD	2. KD
Porree, gepflanzt, früh, Sommer	60	200	40	210	6	-
Porree, gepflanzt, Herbst	60	225	40	235	7	-
Porree, gepflanzt, Winter	60	225	40	225	7	-
Porree, gesät	60	200	40	140	8	-
Radies, früh	15	70	50	100	-	-
Radies, Sommer	15	70	40	110	-	-
Radies, Herbst	15	70	40	100	-	-
Rettich, Bund-	30	102	40	135	3	-
Rettich, Bund-, früh; Herbst	30	102	40	125	3	-
Rettich, deutsch-	60	137	40	175	3	-
Rettich, deutsch-, früh; Herbst	60	137	40	160	3	-
Rettich, japanisch-	60	184	40	225	4	-
Rhabarber, Pflanzjahr	60	175	30	40	März	-
				100	Juni	-
Rhabarber, Ertragsanlage	90	200	30	60	März	-
				130	Juni	-
Rosenkohl, frühe Sorten	90	423	20	310	6	13
Rosenkohl, mittelfrühe Sorten	90	423	20	300	6	13
Rosenkohl, späte Sorten	90	423	20	260	6	13
Rote Rüben	60	268	20	225	6	-
Rote Rüben, Bund-	60	162	20	140	4	-
Rote Rüben, Baby Beet	60	162	20	150	4	-
Rotkohl, frühe Sorten	30	193	40	215	6	-
Rotkohl, mittelfrühe Sorten	60	230	20	215	6	-
Rotkohl, mittelspäte, späte Sorten	60	282	20	255	6	10
Rucola, 1. Schnitt	30	108	40	150	-	-
Salate, baby leaf lettuce, früh	30	76	40	100	-	-
Salate, baby leaf lettuce, Sommer	30	76	40	110	-	-
Salate, baby leaf lettuce, Herbst	30	76	40	100	-	-
Salate, Blatt-, grün, früh	30	86	40	115	4	-
Salate, Blatt-, grün, Sommer	30	86	40	125	3	-
Salate, Blatt-, grün, Herbst	30	86	40	115	3	-
Salate, Blatt-, rot, früh	30	76	40	100	4	-
Salate, Blatt-, rot, Sommer	30	76	40	110	3	-
Salate, Blatt-, rot, Herbst	30	76	40	100	3	-
Salate, Eissalat, früh	30	78	40	90	4	-
Salate, Eissalat	30	104	40	135	3	-
Salate, Eissalat, Herbst	30	104	40	125	3	-
Salate, Kopfsalat, früh	30	108	40	130	4	-
Salate, Kopfsalat, Sommer	30	108	40	150	3	-
Salate, Kopfsalat, Herbst	30	108	40	135	3	-
Salate, Radicchio	30	125	40	145	4	-
Salate, Romana, früh	30	110	40	130	5	-
Salate, Romana, Sommer	60	110	40	150	4	-
Salate, Romana, Herbst	60	110	40	140	4	-

Gemüseart	Durchwurzelungstiefe [cm]	N Im Aufwuchs [kg N/ha]	N-Mindestvorrat [kg N/ha]	N _{min} -Sollwert (mM) [kg N/ha]	Kopfdüngung (Kulturwoche)	
					1. KD	2. KD
Romana-Herzen, früh	30	107	40	130	5	-
Romana-Herzen, Sommer	60	107	40	150	4	-
Romana-Herzen, Herbst	60	107	40	140	4	-
Salat, Zuckerhut	60	160	40	190	5	-
Schnittlauch, gepfl. bis 1. Schnitt	60	180	50	210	-	-
Schnittlauch nach Schnitt	60	120	50	180	-	-
Schnittlauch für Treiberei	60	250	20	170	-	-
Schwarzwurzel	90	96	0	0	-	-
Sellerie, Bund-	30	173	40	200	5	-
Sellerie, Knollen-	60	200	40	175	6	10
Sellerie, Stangen-	30	200	50	230	5	-
Spargel						
Pflanzjahr	60	85	40	125	Mai	-
2. Jahr	60	180	40	145	Juni	-
Ertragsanlagen	60	100	40	100	E. Juni	-
Spinat, Frischmarkt	30	126	40	150	3	-
Spinat, Industrie, früh	30	144	40	155	3	-
Spinat, Industrie, Sommer	30	144	40	180	3	-
Spinat, Industrie, Herbst	30	144	40	170	3	-
Spinat, Überwinterung (Herbst)	30	-	20	0	-	-
Spinat, Überwinterung (März)	30	126	40	130	-	-
Stangenbohne	60	243	0	144	7	11
Weißkohl, Frischmarkt						
Frühe Sorten	60	208	40	245	4	-
Mittelfrühe Sorten	90	270	20	270	6	-
Mittelspäte, späte Sorten	90	290	20	260	6	10
Weißkohl, Industrie						
Frühe Sorten	60	310	20	310	6	-
Mittelfrühe Sorten	90	350	20	340	6	10
Mittelspäte, späte Sorten	90	350	20	315	6	10
Wirsing						
Frühe Sorten	60	263	40	250	4	-
Mittelfrühe Sorten	90	300	20	285	6	-
Mittelspäte, späte Sorten	90	225	20	265	6	10
Zucchini, gepflanzt	60	230	20	205	4	-
Zuckermais						
Mittelschnellwachsend	90	190	20	165	10	-
Schnellwachsend	90	159	40	165	8	-
Langsamwachsend	90	190	20	155	10	-
Zwiebeln, Bund-	30	160	50	190	5	-
Zwiebeln, Bund, früh	30	160	50	170	8	-
Zwiebeln						
Sehr frühe, frühe Sorten	60	168	30	130	6	-
Mittelfrühe Sorten	60	168	30	120	6	-
Mittelspäte, späte Sorten	60	168	30	100	6	-

Nach FINK (2001), verändert

Tabelle 2-4: N-Freisetzung aus Ernterückständen und organischer Düngung

Gemüseart	Ernterückstände [dt/ha]	N-Menge [kg N/ha]	Anrechenbare N-Menge [kg N/ha]	Mineralisierungsdauer (Wochen)	kg N je Woche [kg N/ha]
Blumenkohl	450	153	107	10	11
Blumenkohl, starker Aufwuchs	450	180	126	10	13
Brokkoli	550	193	135	10	13
Brokkoli, starker Aufwuchs	700	210	147	10	15
Buschbohnen	220	88	62	8	8
Chicorée	300	75	53	6	9
Chinakohl	500	90	63	6	10
Dill	20	6	4	4	1
Endivien, glattblättrig	200	40	28	4	7
Endivien, Frisée	100	25	18	4	4
Feldsalat	20	9	6	6	1
Grünkohl, Handernte	250	88	61	12	5
Grünkohl, maschinelle Ernte	100	35	25	12	2
Gurke, Einleger	500	100	70	8	9
Knollenfenchel	300	90	63	4	16
Kohlrabi	150	53	37	8	5
Kürbis	400	100	70	8	9
Markerbse	320	128	90	8	11
Möhren, Bund-	100	17	12	4	3
Möhren, Wasch-	200	60	42	5	8
Möhren, Industrie-	300	90	63	7	9
Petersilie, Blatt-, letzter Schnitt	100	40	28	4	7
Porree	334	100	70	8	9
Radies	50	10	7	6	1
Rettich, Bund-	100	17	12	6	2
Rettich, deutsch-	250	60	42	6	7
Rettich, japanisch-	400	84	59	6	10
Rhabarber	-	-	60	-	-
Rosenkohl	650	260	182	15	12
Rote Rüben	400	100	70	6	12
Rote Rüben, Bund-	100	27	19	6	3
Rote Rüben, Baby Beet	200	50	35	6	6
Rotkohl					
mittelschnellwachsend	400	120	84	12	7
schnellwachsend	350	105	74	12	6
langsamwachsend	500	150	105	12	9
Rucola	125	38	26	4	6,5
Salate, Baby Leaf Lettuce	10	4	2	4	0,5
Salate, Blatt-, grün	100	19	13	4	3
Salate, Blatt-, rot	100	19	13	4	3
Salate, Eissalat	200	26	18	4	4,5
Salate, Kopfsalat	100	18	13	4	3
Salate, Radicchio	220	55	39	4	8

Gemüseart	Ernterückstände [dt/ha]	N-Menge [kg N/ha]	Anrechenbare N-Menge [kg N/ha]	Mineralisierungsdauer (Wochen)	kg N je Woche [kg N/ha]
Salate, Romana	100	20	14	4	3,5
Schnittlauch, letzter Schnitt	100	50	35	6	6
Schnittlauch für Treiberei	220	110	77	6	13
Schwarzwurzel	200	50	35	7	5
Sellerie, Bund-	50	13	9	4	2
Sellerie, Knollen-	250	75	53	6	9
Sellerie, Stangen-	300	75	53	6	9
Spinat	100	36	25	4	6
Stangenbohne	450	180	126	8	16
Weißkohl, Frischmarkt					
mittelschnellwachsend	500	150	105	12	9
schnellwachsend	400	120	84	12	7
langsamwachsend	500	150	105	12	9
Weißkohl, Industrie					
mittelschnellwachsend	500	150	105	12	9
schnellwachsend	500	150	105	12	9
langsamwachsend	500	150	105	12	9
Wirsing					
mittelschnellwachsend	350	140	68	12	5,5
schnellwachsend	300	120	84	12	7
langsamwachsend	400	160	112	12	9
Zucchini, gepflanzt	500	150	105	6	17,5
Zuckermais					
mittelschnellwachsend	400	120	84	14	6
schnellwachsend	330	99	69	14	5
langsamwachsend	400	120	84	14	6
Zwiebeln, Bund-	120	24	17	4	4
Zwiebeln	150	60	42	4	10
Gründüngung	je 100 dt				
<i>Leguminosen</i>	Frisch-				
-Mai-Mitte September	masse	40	28	8	3,5
<i>Nichtleguminosen</i>					
-Mai-Mitte September		30	21	8	2,6
Stallmist	je 100 dt				
-Mai-Mitte September		55	20	20	1,0
Kompost	je 100 dt				
-Mai-Mitte September		40	8	20	0,4
Gülle, normal (8% TS)	m ³	3,5	1,8	-	-

Nach FINK (2001), verändert

Tabelle 2-5: Stickstoffgehalte in der Feldabfuhr

Gemüseart	Marktertrag	Mittlere Feldabfuhr	
		[kg N/100 dt]	[kg N/ha]
Blumenkohl	300- 350 -450	28	98
Brokkoli	120- 150 -200	45	68
Buschbohnen	80- 120 -150	25	20
Chicorée	300- 450 -550	25	113
Chinakohl	500- 700 -800	15	105
Dill	200- 300 -350	30	90
Endivien	400- 600 -700	20	120
Feldsalat	50- 80 -120	45	36
Grünkohl	300- 400 -500	49	196
Gurke, Einlege-	450- 700 -1.000	15	105
Knollenfenchel	200- 400 -500	20	80
Kohlrabi	300- 450 -600	28	126
Kürbis	300- 400 -500	25	100
Markerbse	40- 60 -80	100	60
Möhren, Bund-	400- 550 -700	17	102
Möhren, Wasch-	500- 700 -1.000	13	91
Petersilie, Blatt-	300- 400 -500	45	108
Porree	300- 500 -650	25	125
Radies	200- 300 -350	20	60
Rettich	400- 500 -800	17	85
Rosenkohl	150- 250 -300	65	163
Rote Rüben	400-600-800	28	168
Rotkohl	300- 550 -750	22	132
Salat, Blatt-, grün	200- 350 -450	19	67
Salat, Blatt-, rot	200- 300 -400	189	57
Salat, Eis-	400- 600 -800	13	78
Salat, Kopf-	300- 550 -700	18	90
Salat, Radicchio-	150- 280 -400	25	70
Salat, Romana-	400- 450 -600	20	90
Schnittlauch	200- 300 -350	50	150
Schwarzwurzel	150- 200 -300	23	46
Sellerie, Bund	500- 600 -650	27	160
Sellerie, Knollen-	350- 500 -800	25	125
Sellerie, Stangen-	400- 500 -600	25	125
Spinat, Industrie-	200- 300 -400	36	108
Stangenbohne	200- 250 -300	25	63
Weißkohl	400- 800 -1.400	20	140
Wirsing	250- 350 -500	35	140
Zucchini	300- 500 -700	16	80
Zwiebeln, Bund-	450- 680 -800	20	136
Zwiebeln, Trocken-	450- 600 -900	18	108

Nach Fink (2001), verändert

3 Richtwerte für die Kalkdüngung

Zur Bewertung des Kalkversorgungszustandes des Bodens wurden pH-Klassen von A bis E definiert (Tabelle 3-1). Eine zusammenfassende Darstellung zur Kalkung wurde im VDLUFA Standpunkt (2000) „Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünlandböden“ veröffentlicht.

Tabelle 3-1: Definition pH-Klassen für die Kalkversorgung des Bodens

pH-Klasse	Kalkversorgung	Kalkdüngungsbedarf
A	sehr niedrig	Gesundungskalkung
B	Niedrig	Aufkalkung
C	Anzustreben, optimal	Erhaltungskalkung
D	Hoch	keine Kalkung
E	Sehr hoch	keine Kalkung, keine Anwendung physiologisch bzw. chemisch alkalisch wirkender Düngemittel

Ziel der Kalkung ist es, im Boden eine Kalkversorgung entsprechend der pH-Klasse ‘C‘ einzustellen. Der für die Eingruppierung notwendige pH-Wert ist nach der Bodenart und dem Humusgehalt des jeweiligen Bodens verschieden.

Zur Einstufung der Kalkversorgung der Böden in pH-Klassen wird in Tabelle 3-2 ein Rahmenschema für die einzelnen Bodenarten vorgelegt.

Entsprechend der hier vorgenommenen Einstufung wird dann nach den in Tabelle 3-3 festgeschriebenen Werten der Kalkdüngungsbedarf der Ackerböden festgelegt.

Die als erforderlich geltenden Kalkmengen beziehen sich auf Böden mit einer 20 bis 30 cm mächtigen Ackerkrume. Die Ausbringung des Kalkes erfolgt innerhalb der Fruchtfolge zweckmäßig zu den Kulturen mit den höheren Ansprüchen an den Kalkversorgungszustand (z.B. Kohlgemüse) des Bodens. Das gilt insbesondere im Rahmen der Erhaltungskalkung. Die Gesundungskalkung oder die Aufkalkung kann unabhängig von der Kalkbedürftigkeit der Kulturpflanzen erfolgen.

Werden sehr hohe Kalkgaben empfohlen, so sind diese auf mehrere Gaben aufzuteilen. Dabei sollten die folgenden Mengen an CaO-Äquivalenten je Ausbringungsgang nicht überschritten werden: leichte Böden 30 dt CaO/ha, mittlere Böden 60 dt CaO/ha und schwere Böden 90 dt CaO/ha.

Da der pH-Wert des Bodens, beeinflusst durch Bodenzustand, Witterung und Bewirtschaftung in gewissen Grenzen natürlich schwankt, sollte der Erfolg der Kalkung ggf. durch wiederholte Bodenuntersuchungen in Abständen überprüft werden.

Tabelle 3-2: Rahmenschema für Ackerland zur Einstufung der Kalkversorgung des Bodens in pH-Klassen (pH-Bestimmung nach CaCl₂-Methode)

Bodenart/ Bodenartengruppe (BG)	pH- Klasse	Humusgehalt des Bodens				
		<4	4,1 bis 8,0	8,1 bis 15,0	15,1 bis 30	>30,0
pH-Werte der Klassen A bis E						
Sand, S BG 1 Ton- plus Feinschluffgehalt bis 7 %	A	≤4,5	≤4,2	≤3,9	≤3,6	
	B	4,6 bis 5,3	4,3 bis 4,9	4,0 bis 4,6	3,7 bis 4,2	
	C	5,4 bis 5,8	5,0 bis 5,4	4,7 bis 5,1	4,3 bis 4,7	
	D	5,9 bis 6,2	5,5 bis 5,8	5,2 bis 5,4	4,8 bis 5,1	
	E	≥6,3	≥5,9	≥5,5	≥5,2	
schwach lehmiger Sand, l'S BG 2 Ton- plus Feinschluffgehalt >7 bis 16 %	A	≤4,8	≤4,5	≤4,1	≤3,7	
	B	4,9 bis 5,7	4,6 bis 5,3	4,2 bis 4,9	3,8 bis 4,5	
	C	5,8 bis 6,3	5,4 bis 5,9	5,0 bis 5,5	4,6 bis 5,1	
	D	6,4 bis 6,7	6,0 bis 6,3	5,6 bis 5,9	5,2 bis 5,5	
	E	≥6,8	≥6,4	≥6,0	≥5,6	
stark lehmiger Sand, IS BG 3 Ton- plus Feinschluffgehalt >16 bis 23 %	A	≤5,0	≤4,7	≤4,3	≤3,8	
	B	5,1 bis 6,0	4,8 bis 5,5	4,4 bis 5,1	3,9 bis 4,7	
	C	6,1 bis 6,7	5,6 bis 6,2	5,2 bis 5,8	4,8 bis 5,4	
	D	6,8 bis 7,1	6,3 bis 6,7	5,9 bis 6,2	5,5 bis 5,8	
	E	≥7,2	≥6,8	≥6,3	≥5,9	
sandiger/schluffiger Lehm, sL/uL; BG 4 Ton- plus Feinschluffgehalt >23 bis 35 %	A	≤5,2	≤4,9	≤4,5	≤4,0	
	B	5,3 bis 6,2	5,0 bis 5,7	4,6 bis 5,3	4,1 bis 4,9	
	C	6,3 bis 7,0 ¹⁾	5,8 bis 6,5	5,4 bis 6,1	5,0 bis 5,7	
	D	7,1 bis 7,4	6,6 bis 7,0	6,2 bis 5,6	5,8 bis 6,1	
	E	≥7,5	≥7,1	≥6,6	≥6,2	
schwach toniger Lehm bis Ton t'L, tL, IT, T BG 5; Tongehalt >25 % Ton- plus Feinschluffgehalt >35 %	A	≤5,3	≤4,9	≤4,5	≤4,0	
	B	5,4 bis 6,3	5,0 bis 5,8	4,6 bis 5,4	4,1 bis 5,0	
	C	6,4 bis 7,2 ¹⁾	5,9 bis 6,7	5,5 bis 6,3	5,1 bis 5,9	
	D	7,3 bis 7,7	6,8 bis 7,2	6,4 bis 6,7	6,0 bis 6,3	
	E	≥7,8	≥7,3	≥6,8	≥6,4	

KERSCHBERGER et.al (2000), verändert

Tabelle 3-3: Kalkdüngungsbedarf von Ackerböden: pH-CaCl₂-Werte und jeweils zugehörige Kalkmengen in dt CaO/ha¹⁾ zur Erreichung und Erhaltung des optimalen pH-Bereiches. Die empfohlenen Gaben beinhalten den Kalkbedarf bis zur nächsten Bodenuntersuchung (nach Ablauf einer Fruchtfolge)

pH-Klasse	Humusgehalt							
	≤4,0 %		4,1 bis 8,0 %		8,1 bis 15,0 %		15,1 bis 30 %	
	pH	CaO	PH	CaO	PH	CaO	pH	CaO
Bodenartengruppe 1 : S - Sand								
A	≤4,0	45	≤3,7	50	≤3,4	50	≤3,1	21
	4,1	42	3,8	46	3,5	47	3,2	19
	4,2	39	3,9	43	3,6	43	3,3	18
	4,3	36	4,0	39	3,7	39	3,4	16
	4,4	33	4,1	35	3,8	35	3,5	15
	4,5	30	4,2	32	3,9	31	3,6	13
B	4,6	27	4,3	28	4,0	28	3,7	12
	4,7	24	4,4	24	4,1	24	3,8	10
	4,8	22	4,5	21	4,2	20	3,9	9
	4,9	19	4,6	17	4,3	16	4,0	7
	5,0	16	4,7	13	4,4	13	4,1	6
	5,1	13	4,8	10	4,5	9	4,2	4
	5,2	10	4,9	6	4,6	5		
	5,3	7						
C	5,4 – 5,8	6	5,0 – 5,4	6	4,7 – 5,1	4	4,3 – 4,7	3
D	5,9 – 6,2	-	5,5 – 5,8	-	5,2 – 5,4	-	4,8 – 5,1	-
E	≥6,3	-	≥5,9	-	≥5,5	-	≥5,2	-
Bodenartengruppe 2: l'S –schwach lehmiger Sand								
A	≤4,0	77	≤3,7	82	≤3,3	83	-	-
	4,1	73	3,8	78	3,4	78	≤3,0	31
	4,2	69	3,9	73	3,5	74	3,1	29
	4,3	65	4,0	69	3,6	69	3,2	27
	4,4	61	4,1	64	3,7	64	3,3	26
	4,5	57	4,2	60	3,8	60	3,4	24
	4,6	53	4,3	55	3,9	55	3,5	22
	4,7	49	4,4	51	4,0	51	3,6	20
	4,8	46	4,5	46	4,1	46	3,7	19
B	4,9	42	4,6	42	4,2	41	3,8	17
	5,0	38	4,7	37	4,3	37	3,9	15
	5,1	34	4,8	33	4,4	32	4,0	14
	5,2	30	4,9	28	4,5	27	4,1	12
	5,3	26	5,0	24	4,6	23	4,2	10
	5,4	22	5,1	19	4,7	18	4,3	8
	5,5	19	5,2	15	4,8	13	4,4	7
	5,6	15	5,3	10	4,9	9	4,5	5
	5,7	11						
C	5,8 – 6,3	10	5,4 – 5,9	9	5,0 – 5,5	8	4,6 – 5,1	4
D	6,4 – 6,7	-	6,0 – 6,3	-	5,6 – 5,9	-	5,2 – 5,5	-
E	≥6,8	-	≥6,4	-	≥6,0	-	≥5,6	-

pH-Klasse	Humusgehalt							
	≤4,0 %		4,1 bis 8,0 %		8,1 bis 15,0 %		15,1 bis 30 %	
	pH	CaO	PH	CaO	PH	CaO	pH	CaO
Bodenartengruppe 3: IS – stark lehmiger Sand								
A	≤4,5	87	≤4,2	89	≤3,8	90	≤3,3	33
	4,6	82	4,3	83	3,9	84	3,4	31
	4,7	77	4,4	77	4,0	78	3,5	29
	4,8	73	4,5	71	4,1	72	3,6	27
	4,9	68	4,6	66	4,2	66	3,7	25
	5,0	63	4,7	60	4,3	60	3,8	23
B	5,1	58	4,8	54	4,4	54	3,9	21
	5,2	53	4,9	48	4,5	48	4,0	19
	5,3	49	5,0	42	4,6	42	4,1	17
	5,4	44	5,1	36	4,7	35	4,2	15
	5,5	39	5,2	31	4,8	29	4,3	14
	5,6	34	5,3	25	4,9	23	4,4	12
	5,7	29	5,4	19	5,0	17	4,5	10
	5,8	25	5,5	13	5,1	11	4,6	8
	5,9	20					4,7	6
	6,0	15						
C	6,1 – 6,7	14	5,6 – 6,2	12	5,2 – 5,8	10	4,8 – 5,4	5
D	6,8 – 7,1		6,3 – 6,7	-	5,9 – 6,2	-	5,5 – 5,8	-
E	≥7,2	-	≥6,8	-	≥6,3	-	≥5,9	-
Bodenartengruppe 4: sL/uL – sandiger bis schluffiger Lehm								
A	≤4,5	117	≤4,2	115	≤3,8	109	≤3,3	39
	4,6	111	4,3	108	3,9	103	3,4	37
	4,7	105	4,4	102	4,0	97	3,5	35
	4,8	100	4,5	95	4,1	90	3,6	33
	4,9	94	4,6	89	4,2	84	3,7	31
	5,0	88	4,7	82	4,3	78	3,8	29
	5,1	82	4,8	75	4,4	71	3,9	27
	5,2	76	4,9	69	4,5	65	4,0	25
B	5,3	70	5,0	62	4,6	59	4,1	23
	5,4	65	5,1	55	4,7	52	4,2	21
	5,5	59	5,2	49	4,8	46	4,3	19
	5,6	53	5,3	42	4,9	40	4,4	17
	5,7	47	5,4	36	5,0	33	4,5	15
	5,8	41	5,5	29	5,1	27	4,6	13
	5,9	36	5,6	22	5,2	21	4,7	11
	6,0	30	5,7	16	5,3	14	4,8	9
	6,1	24					4,9	7
	6,2	18						
C	6,3 – 7,0	17	5,8 – 6,5	15	5,4 – 6,1	13	5,0 – 5,7	6
D	7,1 – 7,4	-	6,6 – 7,0	-	6,2 – 6,5	-	5,8 – 6,1	-
E	≥7,5	-	≥7,1	-	≥6,6	-	≥6,1	-

pH-Klasse	Humusgehalt									
	≤4,0 %		4,1 bis 8,0 %		8,1 bis 15,0 %		15,1 – 30 %		>30	
	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO
Bodenartengruppe 5: t'L/tL/IT/T – schwach toniger Lehm bis Ton										
A	≤4,5	160	≤4,2	137	≤3,8	121	≤3,3	44		
	4,6	152	4,3	130	3,9	115	3,4	41		
	4,7	144	4,4	123	4,0	108	3,5	39		
	4,8	136	4,5	115	4,1	102	3,6	37		
	4,9	128	4,6	108	4,2	95	3,7	35		
	5,0	121	4,7	100	4,3	89	3,8	33		
	5,1	113	4,8	93	4,4	82	3,9	31		
	5,2	105	4,9	86	4,5	76	4,0	29		
	5,3	98								
B	5,4	90	5,0	78	4,6	69	4,1	27		
	5,5	82	5,1	71	4,7	63	4,2	25		
	5,6	75	5,2	69	4,8	56	4,3	23		
	5,7	67	5,3	56	4,9	50	4,4	21		
	5,8	59	5,4	49	5,0	43	4,5	19		
	5,9	52	5,5	41	5,1	37	4,6	17		
	6,0	44	5,6	34	5,2	30	4,7	14		
	6,1	36	5,7	27	5,3	24	4,8	12		
	6,2	29	5,8	19	5,4	17	4,9	10		
6,3	21					5,0	8			
C	6,4-7,2	20	5,9-6,7	18	5,5-6,3	16	5,1-5,9	7		
D	7,3-7,7	-	6,8-7,2	-	6,4-6,7	-	6,0-6,3	-		
E	≥7,8	-	≥7,3	-	≥6,8	-	≥6,4	-		

KERSCHBERGER et.al.(2000), verändert

4 Literaturhinweise

- ALBERT, E., PÖßNECK, J., ERNST, H.,
LIPPOLD, H., WANKA, U.: Ordnungsgemäßer Einsatz von Düngern entsprechend
Düngeverordnung. SML; Dresden, 1997.
- AROLD, G., BAYER, L.A.: Die richtige Düngung - Probleme im Freilandgemüsebau.
Gemüse **21** (1985), 288- 292.
- FINK, M.: Düngung im Freilandgemüsebau. IGZ Großbeeren, Gar-
tenbauliche Berichte, Heft 4, 2001.
- HARTMANN, H. D.: Düngung im Gemüsebau. Compo GmbH.
- KERSCHBERGER, M., DELLER, B.,
HEGE, U., HEYN, J., KAPE, H.-E.,
KRAUSE, O., POLLEHN, J., REX, J.,
SEVERIN, K.: VDLUFA Standpunkt. Bestimmung des Kalkbedarfs von
Acker- und Grünlandböden. VDLUFA, 2000.
- LORENZ, H.-P., SCHLAGHECKEN, J.,
ENGEL, G., MAYNC, A.,
ZIEGLER, J.: Ordnungsgemäße Stickstoffversorgung im Freilandge-
müsebau nach dem "Kulturbegleitenden N_{\min} -Sollwerte-
(KNS) System". Mainz, 1989.
- SCHARPF, H.- CH.: Stickstoffdüngung im Gemüsebau. AID/ 1223, 1991.
- SCHARPF, H.-CH., WEIER, U.: Kalkulatorische Ermittlung des N_{\min} -Sollwertes bei Ge-
müse. Gartenbau- Mag. 4 (1992), 49- 51.
- SUNTHEIM, L.: Amtliche Untersuchungen auf pflanzenverfügbares
Phosphor und Kalium in Böden ab 2001 auch im Frei-
staat Sachsen nach CAL-Methode. Sächs. Landesanst. f.
Landw., Info-Dienst, Heft 11, 2000, 77-80.
- o. V. Empfehlungen zu landwirtschaftlichen Untersuchungen
1993. Anleitung zur Entnahme, zum Transport und zur
Lagerung von N_{\min} -Bodenproben. LfL, 1993.
- o.V.: Muster-Verwaltungsvorschrift für den Vollzug der Ver-
ordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis
beim Düngen vom 26. Januar 1996 (BGBL.I S118).
- o.V.: Umweltgerechte Landwirtschaft im Freistaat Sachsen
(UL). Anleitung zur Nutzung des Förderprogramms.
SMUL, Dresden, 1999.

Impressum

- Herausgeber:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden
Internet: WWW.LANDWIRTSCHAFT.SACHSEN.DE/LFL
- Redaktion:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Fachbereich Gartenbau und Landespflege
Dr. Gerald Lattauschke
Telefon: 0351 / 2612 - 702 Telefax: 0351 / 2612 - 704
e-mail: gerald.lattauschke@pillnitz.lfl.smul.sachsen.de
- Bearbeiter:** Dr. Gerald Lattauschke, Dr. Gabriele Krieghoff (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft)
- Redaktionsschluss:** Dezember 2002
- Auflage:** 2., überarbeitete Auflage
- Bestelladresse:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Fachbereich Gartenbau und Landespflege
Dr. Gerald Lattauschke
Söbrigener Straße 3a
01326 Dresden
- Schutzgebühr:** 2,00 €

Rechtshinweis

Alle Rechte, auch die der Übersetzung sowie des Nachdruckes und jede Art der phonetischen Wiedergabe, auch auszugsweise, bleiben vorbehalten. Rechtsansprüche sind aus vorliegendem Material nicht ableitbar.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.