

Düngung im Gemüsebau | März 2011



# Düngungsrichtlinien für den Gemüsebau

**Autor**

Reto Neuweiler

Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW





Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches  
Volkswirtschaftsdepartement EVD  
**Forschungsanstalt**  
**Agroscope Changins-Wädenswil ACW**

## Impressum

Herausgeberin	Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW Schloss, Postfach, 8820 Wädenswil, Schweiz Telefon 044 783 61 11, Fax 044 780 63 41 <a href="http://www.agroscope.ch">www.agroscope.ch</a>
Text	Reto Neuweiler
Redaktion	Reto Neuweiler, Brigitte Baur
Layout	Brigitte Baur
Fotos	Hans-Peter Buser, Jürgen Krauss, Fritz Keller, Jacob Rüegg, ACW
Mitarbeit von	Pascal Sigg, ACW; Martin Freund, Martin Keller und René Steiner, INFORAMA Ins; Walter Koch, Fachstelle Gemüse Strickhof; Andreas Wigger, Centre horticole de Lullier; Martin Koller, FiBL; Isabelle Dorand, VSGP; René Flisch, ART; Arbeitsgruppe 3 der Koordinationsgruppe Boden und Düngung (KBD); Schweizerische Arbeitsgruppe für ÖLN im Gemüsebau (SAGÖL);
Copyright	Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Weiterpublikation auch auszugsweise nur mit vollständiger Quellenangabe gestattet.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Grundprinzipien und Ziele der Düngung</b> .....	<b>4</b>
1.1. Nährstoffvorräte des Bodens .....	4
1.2. Düngung als Ergänzungsmassnahme.....	4
<b>2. Nährstoffbedarf der einzelnen Gemüsearten</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Düngung mit Phosphor, Kalium und Magnesium: Ermittlung der zu düngenden Nährstoffmenge</b> .....	<b>9</b>
3.1. Auswahl der Bodenanalysemethode .....	9
3.2. Häufigkeit der Beprobung, Bodenprobeentnahme .....	9
3.3. Berechnung des Düngerbedarfes aufgrund der Bodenanalyse .....	9
3.4. P-, K- und Mg-Düngung in der Praxis.....	10
<b>4. Stickstoffdüngung: Ermittlung der zu düngenden N-Menge</b> .....	<b>11</b>
4.1. Bemessung der N-Düngung nach der $N_{min}$ -Methode.....	11
4.2. N-Düngung unter Berücksichtigung der Pflanzensaftanalyse .....	15
4.3. Optimierung der N-Düngung.....	17
<b>5. Nährstoffbilanzierung gemäss Suisse-Bilanz</b> .....	<b>18</b>
<b>6. Kalkdüngung</b> .....	<b>19</b>
6.1. Erhaltungskalkung .....	19
6.2. Meliorationskalkung: .....	19
<b>7. Blattdüngung</b> .....	<b>20</b>
7.1. Hauptnährstoffe .....	20
7.2. Spurenelemente .....	20
<b>8. Die wichtigsten Düngemittel im Überblick</b> .....	<b>23</b>
8.1. Hof- und Recyclingdünger .....	23
8.2. Handelsdünger .....	25
<b>9. Literaturnachweis</b> .....	<b>26</b>

## Anhang:

VSGP Verband Schweizer Gemüseproduzenten:

Mindestanforderungen im Bereich Düngung für die Produktion gemäss ÖLN, SUISSE GARANTIE, Bio- und SwissGAP-Richtlinien

# 1. Grundprinzipien und Ziele der Düngung

Die erfolgreiche Produktion von Qualitätsgemüse basiert auf einer Nährstoffversorgung, die den Bedarf der Kulturen deckt. Dabei erfüllt der Boden eine wichtige Aufgabe als Nährstoffspeicher. In den meisten Fällen ist dennoch eine ergänzende Zufuhr von Nährstoffen über die Düngung unerlässlich. Ziel einer bedarfsgerechten Düngung ist es, neben der Erzeugung von qualitativ hochstehenden Produkten, ökonomische und ökologische Aspekte optimal in Einklang zu bringen.

## 1.1. Nährstoffvorräte des Bodens

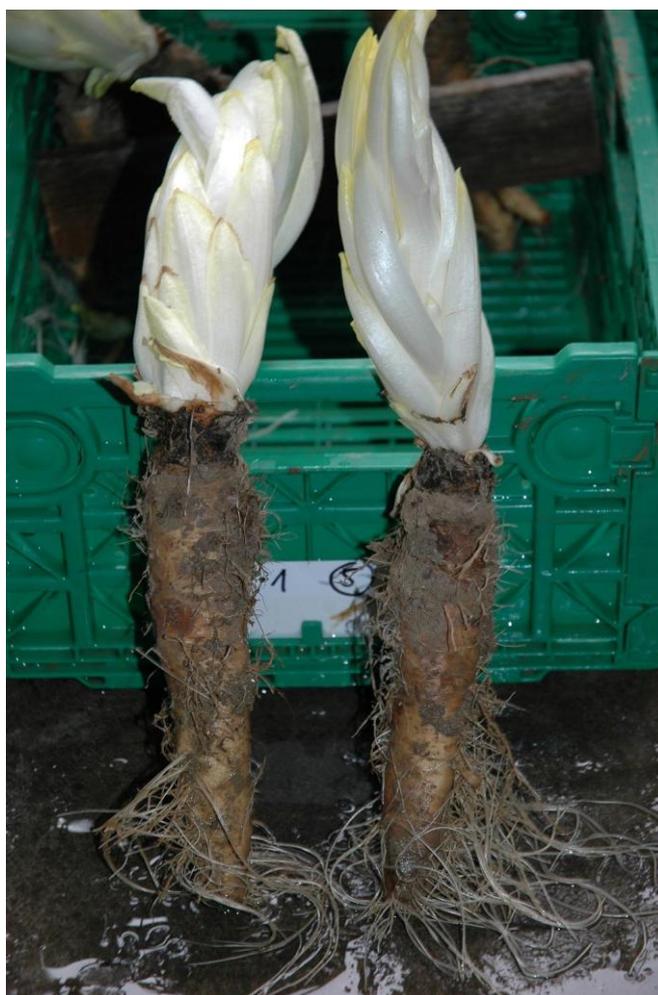
Die Nährstoffvorräte des Bodens können einen Teil des Bedarfes von Gemüsekulturen decken. Das Potenzial der Nährstoffnachlieferung eines Bodens hängt im Wesentlichen von der Bodenart, dem Versorgungszustand mit Nährstoffen und dem Humusgehalt ab. Die Pflanzennährstoffe Phosphor (P), Kalium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg) sowie die meisten Spurenelemente sind zu einem grossen Teil an Tonmineralien, Eisenoxide und Humuspartikel angelagert. Dadurch ist die Gefahr ausgewaschen zu werden deutlich geringer als bei mineralischem Stickstoff (N) und Schwefel (S), die sich im Boden vorwiegend in Form von Nitrat bzw. Sulfat frei in Lösung befinden. Stickstoff und Schwefel werden im Zuge der Mineralisierung der organischen Bodensubstanz laufend freigesetzt. Dasselbe gilt, je nach Bodenart, in unterschiedlicher Masse auch für Phosphor.

## 1.2. Düngung als Ergänzungsmassnahme

Hauptziel der Düngung ist die Sicherstellung einer ausgewogenen Nährstoffversorgung. Dies ist die Grundvoraussetzung für die Erzielung von optimalen Erträgen an qualitativ hochwertigen Ernteprodukten. Die Düngung ist so festzulegen, dass die Kulturpflanze optimal mit Nährstoffen versorgt ist, ohne dass die Nährstoffgehalte des Bodens übermässig erhöht werden oder der Boden an Nährstoffen verarmt. Nur durch eine gezielte Düngung kann ein ausgeglichener Nährstoffhaushalt im Boden aufrecht erhalten werden. Bodenanalysen lassen Rückschlüsse zu auf die im Boden bereits vorhandenen pflanzenverfügbaren Nährstoffe und sind daher ein wichtiges Instrument bei der Düngungsplanung. Sie tragen dazu bei, Nährstoffverluste durch Auswaschung, Erosion oder Abschwemmung in die Gewässer möglichst zu vermeiden.



*In humusreichen Böden werden durch Mineralisierung beachtliche Mengen an Stickstoff frei.*



*Auf Flächen, die während Jahren ungenügend mit Kalium gedüngt wurden, kann bei anspruchsvollen Kulturen K-Mangel auftreten. Bei Chicorée entwickeln sich aus Wurzeln, die in schwach mit K versorgten Böden angezogen wurden, in der Treiberei sehr lockerere, kaum marktfähige Sprossen.*

## 2. Nährstoffbedarf der einzelnen Gemüsearten

Die in Tabelle 1 zusammengestellten Düngungsnormen für Stickstoff (N), Phosphor (als  $P_2O_5$ ), Kalium (als  $K_2O$ ) und Magnesium (Mg) entsprechen dem Nährstoffbedarf der Kulturen, der gedeckt werden muss, um optimale Erträge an Qualitätsgemüse zu erzielen. Diese Bedarfszahlen beziehen sich auf Böden mit einem ausreichenden Nährstoffgehalt (Einstufung gemäss Bodenanalyse C = genügend, siehe Tabelle 2, Seite 9). Liegen die Gehalte der einzelnen Nährstoffe auf einem tieferen oder höheren Niveau, so ist die Düngung aufgrund der Bodenanalyseergebnisse entsprechend nach oben oder unten zu korrigieren (siehe Kapitel 3). Bei der Festlegung der N-Düngung ist ausserdem der im Boden vorhandene pflanzenverfügbare Stickstoff zu berücksichtigen.  $N_{min}$ -Bodenanalysen liefern wertvolle Hinweise zur momentanen Verfügbarkeit von Stickstoff im Wurzelraum (siehe Kapitel 4).



*Die verschiedenen Gemüsearten unterscheiden sich zum Teil deutlich in ihren Nährstoffansprüchen.*

### Begriffserklärung zu den Tabellen 1a und 1b

**Nährstoffbedarf (brutto):** Von der Kultur bis zur Ernte gesamthaft aufgenommene Nährstoffmenge.

**Nährstoffgehalt der Ernterückstände:** Beim Rüsten und Aufbereiten der einzelnen Gemüsearten bis zum marktfähigen Ernteprodukt fallen unterschiedliche Mengen an Ernterückständen an. Diese verbleiben bei Freilandkulturen in der Regel auf dem Feld. Die in den Ernterückständen enthaltenen Nährstoffe P, K und Mg können für Folgekulturen vollumfänglich angerechnet werden. Der in den Ernterückständen enthaltene Stickstoff steht je nach Gemüseart Folgekulturen an und für sich zu rund 80% zur Verfügung (=  $N_{verfügbar}^*$ ). Da insbesondere während der Vegetationsruhe N-Verluste eintreten, können Folgekulturen diesen pflanzenverfügbaren Stickstoff erwartungsgemäss nur zu rund 20% (=  $N_{anrechenbar}^{**}$ ) ausnutzen.

**Nettonährstoffbedarf** (in der Tabelle gelb hinterlegt): Errechnet sich aus dem Nährstoffbedarf (brutto) minus dem Nährstoffgehalt der Ernterückstände. Dies entspricht im Falle von P, K und Mg annähernd den mit dem Erntegut vom Feld abgeführten Nährstoffen. Bei der Berechnung des Nettobedarfes an Stickstoff werden, wie oben dargelegt, nur 20% des gesamthaft in den Ernterückständen enthaltenen pflanzenverfügbaren N abgezählt.

Tabelle 1a: Nährstoffbedarf, Ernterückstände und Nettonährstoffbedarf von Gemüsekulturen im Freilandanbau

Kultur Freilandgemüse	Ertrag kg/a	Nährstoffbedarf brutto (kg/ha)				Nährstoffgehalt der Ernterückstände (kg/ha)					Nettonährstoffbedarf (kg/ha)			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	N verf.*	N anr.**	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg
<b>Kreuzblütler</b>														
Blumenkohl	350	300	100	420	30	200	40	60	300	20	260	40	120	10
Bodenkohlrabi	400	160	50	220	40	60	10	20	100	20	150	30	120	20
Broccoli	180	250	50	170	20	150	30	20	80	10	220	30	90	10
Chinakohl	600	180	90	300	30	80	20	30	100	20	160	60	200	10
Kabis, Frühanbau, Vlies	300	160	80	260	20	100	20	40	110	10	140	40	150	10
Kabis, Lager-	500	220	100	330	30	150	30	50	130	10	190	50	200	20
Kabis, Einschneide-	800	300	120	400	40	200	40	60	150	20	260	60	250	20
Kohlrabi	300	140	60	180	30	40	10	20	60	10	130	40	120	20
Kohlrabi, Verarbeitung	450	180	80	230	40	50	10	30	80	10	170	50	150	30
Radies, 10 Bund/m <sup>2</sup>	300	50	20	80	10	0	0	0	0	0	50	20	80	10
Rettich, 8-9 Stück/m <sup>2</sup>	400	120	50	220	20	40	10	10	70	10	110	40	150	10
Rosenkohl	250	300	110	370	20	200	40	60	200	15	260	50	170	5
Rüben, Herbst-, Mai-	400	150	50	250	30	60	10	20	100	10	140	30	150	20
Wirz, leicht	300	140	40	240	20	100	20	10	100	10	120	30	140	10
Wirz, schwer	400	170	60	280	20	150	30	20	120	10	140	40	160	10
Cima di rapa	400	170	60	280	20	150	30	20	120	10	140	40	160	10
Rucola, ein Schnitt	200	150	30	150	10	0	0	0	0	0	150	30	150	10
Rucola, zwei Schnitte	300	210	40	180	20	0	0	0	0	0	210	40	180	20
<b>Korbblütler</b>														
Chicorée, Wurzelanbau	400	80	60	250	50	50	10	10	100	20	70	50	150	30
Cicorino rosso, Radicchio	160	120	40	140	20	40	10	20	50	10	110	20	90	10
Endivie	350	140	40	200	30	60	10	10	40	10	130	30	160	20
Endivie	600	180	50	250	30	100	20	10	50	10	160	40	200	20
Salate, diverse	350	100	40	120	20	40	10	20	50	10	90	20	70	10
Salate, diverse	600	120	50	180	20	50	10	10	60	10	110	40	120	10
Schnittsalat	150	60	30	100	20	20	0	10	40	0	60	20	60	20
Schwarzwurzel	250	130	40	150	20	60	10	10	50	10	120	30	100	10
Zuckerhut	350	140	50	180	30	60	10	30	90	20	130	20	90	10
<b>Doldenblütler</b>														
Fenchel, Knollen-	400	180	50	280	30	100	20	20	100	10	160	30	180	20
Karotten, Pariser	250	60	40	160	20	40	10	10	60	10	50	30	100	10
Karotten, Bund-, Früh-	350	100	50	180	30	20	0	10	40	10	100	40	140	20
Karotten, Lager-, Verarbeitung	600	120	60	380	30	70	10	20	130	10	110	40	250	20
Karotten, Lager-, Verarbeitung	900	150	70	455	30	100	20	20	155	10	130	50	300	20
Petersilie	250	100	40	160	20	20	0	10	40	0	100	30	120	20
Sellerie, Knollen-	600	210	90	500	40	100	20	20	200	20	190	70	300	20
Sellerie, Stangen-	600	200	80	400	30	80	20	10	100	10	180	70	300	20
<b>Gänsefußgewächse</b>														
Krautstiel	1000	160	80	300	50	40	10	20	80	20	150	60	220	30
Randen	600	150	50	220	40	60	10	10	60	20	140	40	160	20
Spinat, nicht überwinternd, Aussaat vor Mitte April, ein Schnitt	120	170	25	200	20	40	10	5	50	5	160	20	150	15
Spinat, nicht überwinternd, Aussaat nach Mitte April, ein Schnitt	120	140	25	200	20	40	10	5	50	5	130	20	150	15
Winterspinat, ein Schnitt	120	190	25	200	20	40	10	5	50	5	180	20	150	15
Spinat, zwei Schnitte	200	160	60	240	30	60	10	20	60	10	150	40	180	20

Kultur Freilandgemüse	Ertrag kg/a	Nährstoffbedarf brutto (kg/ha)				Nährstoffgehalt der Ernte- rückstände (kg/ha)					Nettonährstoffbedarf (kg/ha)			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	N <sup>verf.*</sup>	N <sup>anr.**</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg
		<b>Hülsenfrüchte</b>												
Bohnen, Busch-, Handpflück-	150	30	60	200	10	150	30	40	130	5	0 ①	20	70	5
Bohnen, Verarbeitung	90	20	40	150	10	140	20	30	120	5	0 ①	10	30	5
Erbsen, Verarbeitung	70	20	55	210	20	120	20	35	150	15	0 ①	20	60	5
Erbsen, Kefen	100	0	50	210	20	40	0	20	100	10	0 ①	30	110	10
Gründüngung Leguminosen	300	0	0	0	0	50	0	20	50	10	0	0	0	0
<b>Kürbisgewächse</b>														
Gurken, Essig-	300	150	50	250	30	60	10	20	80	10	140	30	170	20
Melone	400	150	50	250	60	60	10	20	80	20	140	30	170	40
Zucchini, Kürbis, Patisson	500	150	30	150	10	100	20	10	50	0	130	20	100	10
<b>Nachtschattengewächse</b>														
Aubergine	400	190	50	200	30	80	20	30	70	20	170	20	130	10
Tomate ②	800	130	50	260	30	0	0	0	0	0	130	50	260	30
<b>Liliengewächse</b>														
Lauch	500	220	70	280	30	100	20	30	100	10	200	40	180	20
Schnittlauch	300	180	40	180	30	60	10	10	60	10	170	30	120	20
Spargel, Bleich- ②	50	140	30	130	20	0	0	0	0	0	140	30	130	20
Spargel, Grün- ②	25	150	30	110	20	0	0	0	0	0	150	30	110	20
Zwiebeln	600	130	60	160	20	0	0	0	0	0	130	60	160	20
<b>Verschiedene</b>														
Gründüngung Nichtleguminosen	400	30	0	0	0	20	0	20	50	10	30	0	0	0
Kräuter, Gewürze, klein	50	40	15	60	10	0	0	0	0	0	40	15	60	10
Kräuter, Gewürze, mittel	150	70	40	190	25	0	0	10	30	10	70	30	160	15
Kräuter, Gewürze, mittel bis gross	300	120	55	245	35	0	0	15	45	15	120	40	200	20
Kräuter, Gewürze, gross	500	170	70	310	45	40	10	20	60	20	160	50	250	25
Nüsslisalat, Feldsalat	100	50	20	60	10	0	0	0	0	0	50	20	60	10
Rhabarber	450	140	50	220	30	60	10	20	100	20	130	30	120	10
Zuckermais	180	150	80	260	30	0	0	30	160	10	150	50	100	20
<b>Mittelwert Freilandgemüse</b>		<b>130</b>	<b>45</b>	<b>185</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>65</b>	<b>10</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>120</b>	<b>15</b>

**Legende zu den Fussnoten:**

- ① Start-Düngung mit N von 30 kg N/ha nur für sehr frühe Kulturen oder nach starken Niederschlägen. Falls bei diesen Kulturen 30 kg N/ha gedüngt wurden, kann diese Menge bei der Berechnung des Nährstoffhaushaltes (Nettonährstoffbedarf) angerechnet werden.
- ② Ernterückstände werden in der Regel abgeführt.

Tabelle 1b: Nährstoffbedarf, Ernterückstände und Nettonährstoffbedarf im Gewächshaus und unter Hochtunnel

Kultur Gewächshaus- gemüse und Hochtunnel	Ertrag kg/a	Nährstoffbedarf brutto (kg/ha)				Nährstoffgehalt der Ernte- rückstände (kg/ha)					Nettonährstoffbedarf (kg/ha)			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	N verf.*	N anr.**	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg
Aubergine, Bodenkulturen	900	200	100	350	50	0	0	0	0	0	200	100	350	50
Bohnen, Stangen- ③	500	0-40	80	180	30	40	0	0	0	0	40	80	180	30
Endivie, Herbst-	450	140	50	180	30	0	0	0	0	0	140	50	180	30
Gurken, Boden- kulturen, 30 Stück/m <sup>2</sup>	1500	200	100	300	60	0	0	0	0	0	200	100	300	60
Gurken, Bodenkul- turen, 50 Stück/m <sup>2</sup> ④	2500	300	150	400	80	0	0	0	0	0	300	150	400	80
Kohlrabi	450	140	60	200	30	0	0	0	0	0	140	60	200	30
Krautstiel	900	200	100	400	50	0	0	0	0	0	200	100	400	50
Kresse ③	130	20	10	30	10	0	0	0	0	0	20	10	30	10
Lauch	500	160	60	220	30	0	0	0	0	0	160	60	220	30
Nüsslisalat, Feldsa- lat ③	120	50	10	60	10	0	0	0	0	0	50	10	60	10
Paprika Bodenkultur	600	160	50	250	30	0	0	0	0	0	160	50	250	30
Petersilie	300	100	50	180	20	0	0	0	0	0	100	50	180	20
Portulak	150	70	20	90	20	0	0	0	0	0	70	20	90	20
Radies, 20 Bund/m <sup>2</sup> ③	400	60	30	100	20	0	0	0	0	0	60	30	100	20
Rettich 18 Stück/m <sup>2</sup>	600	90	50	200	30	0	0	0	0	0	90	50	200	30
Rucola, ein Schnitt	200	150	30	150	10	0	0	0	0	0	150	30	150	10
Rucola, zwei Schnitte	300	210	40	180	20	0	0	0	0	0	210	40	180	20
Kopfsalat, Eisberg, Lollo	400	80	30	140	20	0	0	0	0	0	80	30	140	20
Schnittlauch, eine Kultur ⑤	300	100	40	180	30	0	0	0	0	0	100	40	180	30
Schnittsalat	150	50	10	50	10	0	0	0	0	0	50	10	50	10
Sellerie, Suppen-, 40 Stück/m <sup>2</sup>	600	120	70	220	30	0	0	0	0	0	120	70	220	30
Spinat	120	100	30	140	20	0	0	0	0	0	100	30	140	20
Tomaten, Bodenkultur	1200	170	80	340	60	0	0	0	0	0	170	80	340	60
Tomaten, Bodenkultur	1800	250	100	500	80	0	0	0	0	0	250	100	500	80
Tomaten, Bodenkultur	2400	330	160	680	120	0	0	0	0	0	330	160	680	120
Tomaten, Bodenkultur	3000	400	200	850	150	0	0	0	0	0	400	200	850	150
Zucchini, Patisson	600	160	30	150	10	0	0	0	0	0	160	30	150	10
<b>Mittelwert Gewächshaus</b>		<b>130</b>	<b>60</b>	<b>220</b>	<b>35</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>130</b>	<b>60</b>	<b>220</b>	<b>35</b>

## Legende zu den Fussnoten:

- ③ Auf eine Stickstoffdüngung kann nach Vorkulturen mit hoher N-Nachlieferung ganz verzichtet werden.
- ④ Bei höheren Erträgen proportional höhere Düngung.
- ⑤ Schnittlauch-Treiberei ohne zusätzliche Nährstoffe

## 3. Düngung mit Phosphor, Kalium und Magnesium: Ermittlung der zu düngenden Nährstoffmenge

Auf Böden mit ausreichender Versorgung der einzelnen Nährstoffe (Stufe C = genügend) ist die Düngung mit P, K und Mg darauf ausgerichtet, diejenigen Nährstoffmengen zu ersetzen, welche mit den Ernteprodukten von den einzelnen Parzellen abgeführt werden. Liegt die Versorgung des Bodens mit einzelnen Nährstoffen auf einem tieferen oder höheren Niveau, so wird die Düngung entsprechend der von den Bodenanalyseresultaten abgeleiteten Korrekturfaktoren angepasst.

### 3.1. Auswahl der Bodenanalysemethode

Im Gemüsebau werden die pflanzenverfügbaren Nährstoffe mit der Ammoniumacetatmethode (AAE10) und der Wasserextraktionsmethode (H<sub>2</sub>O10) bestimmt. Bei der Auswahl der Bodenuntersuchungsmethode sind die Bodeneigenschaften zu berücksichtigen. Auf kalkhaltigen Böden (pH > 6.8) können die Analyseergebnisse der Ammoniumacetatmethode im Hinblick auf die Planung der Düngung mit P und Mg nicht zuverlässig interpretiert werden. Deshalb muss in solchen Fällen die Beurteilung der Nährstoffversorgung des Bodens allein auf der Grundlage der Wasserextraktionsmethode erfolgen.

### 3.2. Häufigkeit der Beprobung, Bodenprobenentnahme

Es ist empfehlenswert, Freilandparzellen mindestens alle fünf Jahre, Gewächshausflächen mindestens jedes zweite Jahr zu untersuchen. Insbesondere Böden, die mit einzelnen Nährstoffen unter- oder überversorgt sind, sollten häufiger untersucht werden. Im ÖLN sind sämtliche Parzellen mindestens alle 10 Jahre zu beproben.

Bodenuntersuchungen zur Bestimmung der Nährstoffversorgung und anderer Bodenparameter sollten immer zur selben Jahreszeit erfolgen. Ideal dafür ist die vegetationslose Zeit, im Freiland zwischen November und März oder kurz vor der Hauptkultur. Die Probenahme muss vor der Düngung erfolgen, da Düngergaben die Analyseresultate stark verfälschen können.

**Empfohlenes Vorgehen:** Mindestens 1 Mischprobe pro 2 – 3 ha entnehmen, wobei die beprobte Fläche möglichst homogen sein soll. Die Bodenprobeentnahme erfolgt in den Diagonalen der Parzelle und umfasst mindestens 12 bis 20 Einstiche. Bodenproben für die Untersuchung auf P, K, Mg und Ca werden in der oberen Bodenschicht zwischen 0 und 25 cm entnommen (siehe Referenzmethoden der Forschungsanstalten Agroscope).

In Parzellen, die hinsichtlich der Bodeneigenschaften inhomogen sind, erfolgt die Probenahme im grössten einheitlichen Bereich der vorherrschenden Bodenart. Bei sehr uneinheitlichen Bodenverhältnissen oder bei offensichtlichen Unterschieden im Wachstum des Pflanzenbestandes sind oftmals mehrere getrennt entnommene Proben notwendig. Das Bodenmaterial der einzelnen Einstiche wird zu einer Mischprobe vereinigt, kühl gelagert und möglichst rasch zur Analyse an ein anerkanntes Bodenlabor eingesandt.

### 3.3. Berechnung des Düngerbedarfes aufgrund der Bodenanalyse

Anerkannte und für die Düngeberatung in Spezialkulturen empfohlene Labors ermitteln anhand der durchgeführten Laboranalysen die Versorgung des Bodens mit den einzelnen Nährstoffen sowie die Korrekturfaktoren für die Düngung. Sie stützen sich dabei auf hinsichtlich Ton- und Humusgehalt differenzierte Interpretationsschemata ab. Die Korrekturfaktoren dienen als Grundlage für die Berechnung der zu verabreichenden Mengen an P, K und Mg. Ein praxisnahes Rechenbeispiel ist dargestellt in Kapitel 5 (Tabelle 5, Seite 18).

Liegen für Parzellen Untersuchungsergebnisse von beiden im Gemüsebau gebräuchlichen Analysemethoden vor, so werden für die Nährstoffe P, K und Mg Gesamtkorrekturfaktoren berechnet. Dabei werden die Resultate der Ammoniumacetatmethode (AAE10) einfach, diejenigen der Wasserextraktionsmethode (H<sub>2</sub>O10) doppelt gewichtet.

$$\text{Gesamtkorrekturfaktor} = (1 \times \text{Faktor AAE10} + 2 \times \text{Faktor H}_2\text{O10}) : 3$$

**Tabelle 2: Grobbeurteilung des Nährstoffzustandes des Bodens aufgrund der ermittelten Korrekturfaktoren (aus GRUDAF 2009)**

Korrekturfaktor	Beurteilung	Versorgungsklasse
>1.4	arm	A
1.2-1.4	mässig	B
0.9-1.1	genügend	C
0.2-0.8	Vorrat	D
<0.2	angereichert	E

### 3.4. P-, K- und Mg-Düngung in der Praxis

Die Grunddüngung mit P, K und Mg erfolgt im Gemüsebau mit Vorteil zu jeder Kultur separat kurz vor der Saat bzw. vor der Pflanzung. Falls die Bodenanalysen in einer Parzelle auf eine gute Nährstoffversorgung hindeuten (Versorgungsklasse C bis E), kann auch eine vereinfachte Fruchtfolgedüngung erfolgen. Dabei werden die benötigten Mengen an P, K und Mg von allen im Jahresverlauf aufeinander folgenden Gemüsekulturen in einer einzigen Gabe zur ersten Kultur im Frühjahr verabreicht. Auf Böden der Versorgungsklasse A und B ist von einer Zusammenlegung der Grunddüngung abzusehen.

#### Phosphor

Da Phosphor im Boden begrenzt löslich und wenig mobil ist, werden Phosphordünger bei Kulturen mit mittlerer bis tiefer Durchwurzelung vor der Grundbodenbearbeitung, bei flach wurzelnden Arten vor der Saat- oder Pflanzbettbereitung ausgebracht.

Das Aneignungsvermögen der Pflanzenwurzeln für Phosphat ist im Frühjahr unter nasskalten Bodenbedingungen beschränkt. Deshalb kommt der P-Düngung bei flach wurzelnden Kulturarten im Frühanbau und auf Böden mit einer mäßigen bis armen P-Versorgung eine erhöhte Bedeutung zu.

P-Verluste können in niederschlagsreichen Perioden durch den oberflächlichen Abfluss von nicht eingearbeiteten, auf nassen Boden ausgebrachten Hof- und Handelsdüngern entstehen. Ebenfalls nicht unterschätzt werden darf der P-Austrag durch die Oberflächenerosion von Bodenpartikeln, an welche Phosphat gebunden ist. Erosionsmindernde Massnahmen tragen somit auch zu einer Reduktion von P-Verlusten bei.

#### Kalium

Obwohl Kalium, von sandigen Böden abgesehen, wenig auswaschungsgefährdet ist, erfolgt die K-Düngung mit Vorteil kurz vor Kulturbeginn. Dabei ist zu beachten, dass hohe Düngergaben zu einem Anstieg des Salzgehaltes im Wurzelraum führen. Die einzelnen Gemüsearten weisen eine unterschiedliche Empfindlichkeit gegenüber einem erhöhten Salzgehalt auf. Bei vielen Säukulturen führt Salzstress zu einem unausgeglichener, lückenhaften Auflaufen. Beträgt die zu düngende K-Menge mehr als 200 kg  $K_2O/ha$ , so ist sie bei salzempfindlichen Gemüsearten wie Karotten, Zwiebeln oder Chicorée (Wurzelnbau) zu unterteilen in eine Gabe vor Kulturbeginn ( $2/3$ ) sowie eine Kopfgabe ( $1/3$ ).

Bei der Auswahl der Düngerform ist die unterschiedliche Chlorid-Empfindlichkeit der einzelnen Gemüsearten zu beachten. Neben chloridhaltigen K-Düngern gewinnen sulfathaltige Düngemittel im Hinblick auf eine Sicherstellung der Schwefelversorgung stark an Bedeutung.

#### Magnesium

Im Boden ist Magnesium mobiler als Phosphor und Kalium und unterliegt vor allem in leichten Böden der Auswaschung. Mg-Dünger werden daher insbesondere auf sandigen Böden möglichst zu Beginn und während des Hauptwachstums der Kultur ausgebracht. Im Gemüsebau wird Magnesium fast ausschliesslich in der Sulfatform gedüngt, da dabei gleichzeitig ein Teil des Schwefelbedarfes gedeckt wird. Auf sauren Böden kann die Verfügbarkeit von bodenbürtigem Magnesium durch Kalkung verbessert werden.



Frühkulturen stellen erhöhte Anforderungen an die P-Düngung.



Bei schwefelbedürftigen Gemüsearten hat der Einsatz von sulfathaltigen Hauptnährstoffdüngern eine grosse Bedeutung. Im mittleren Bereich des abgebildeten Kohlrabi-Bestandes, der nicht mit Schwefel gedüngt wurde, sind deutliche Symptome von S-Mangel in Form von Blattchlorosen sichtbar.

## 4. Stickstoffdüngung: Ermittlung der zu düngenden N-Menge

### 4.1. Bemessung der N-Düngung nach der $N_{\min}$ -Methode

Die N-Bedarfszahlen der verschiedenen Gemüsekulturen sind in Tabelle 1 (Kapitel 2) zusammengestellt. Gemüseproduzenten, die bei der N-Düngung die im Boden bereits vorhandene Menge an verfügbarem Stickstoff berücksichtigen, stützen sich auf  $N_{\min}$ -Analysen als wertvolles Hilfsmittel ab.

Dabei wird der zu einem bestimmten Zeitpunkt vorliegende pflanzenverfügbare Stickstoff erfasst. Die Entnahmetiefe der Proben richtet sich nach der Wurzeltiefe der jeweiligen Kultur. Bei Gemüsearten mit einer räumlich begrenzten, flachen Durchwurzelung wird nur die obere Bodenschicht zwischen 0 und 30 cm berücksichtigt, bei solchen mit einem ausgedehnten, bis in tiefere Bodenschichten vordringenden Wurzelwerk werden in den Bodenschichten 0 - 30 cm und 30 - 60 cm Proben entnommen. Für eine repräsentative Mischprobe werden mindestens 12 Einstiche aus den Diagonalen der Parzelle benötigt. Die  $N_{\min}$ -Methode ist nur ausreichend aussagekräftig, wenn das Intervall zwischen der Probenahme und der letzten N-Gabe mindestens 4 Wochen beträgt.

Eine Erwärmung der entnommenen  $N_{\min}$ -Proben muss bereits im Feld verhindert werden, indem die befüllten Probebeutel in einer Kühlbox zwischengelagert werden. Können die gestochenen Bodenproben nicht direkt dem Analyzelabor überbracht werden, so sind sie tiefzufrieren, um die Fortsetzung der Mineralisierung im Plastikbeutel zu unterbinden.

Anhand des Analyseresultates wird die im Wurzelraum vorliegende Menge an pflanzenverfügbarem Stickstoff ermittelt (in kg N/ha). Dieser  $N_{\min}$ -Wert wird einem Sollwert für das aktuelle Entwicklungsstadium gegenübergestellt (siehe Tabelle 3, Seite 12), um die noch zu düngende N-Menge zu ermitteln. Die  $N_{\min}$ -Analyse ist eine Momentaufnahme und lässt keine sichere Aussage betreffend der im weiteren Kulturverlauf zu erwartenden N-Mineralisierung zu.

$$\text{N-Gabe (in kg N/ha)} = \text{N}_{\min}\text{-Sollwert} - \text{N}_{\min}\text{-Gehalt des Bodens}$$

Die aufgrund von  $N_{\min}$ -Proben bemessene N-Gabe ist in die Suisse-Bilanz bzw. den Düngungsplan einzutragen.



*Eine übermäßige Versorgung mit Stickstoff in frühen Kulturstadien kann bei Rosenkohl zu überlangen Pflanzen mit einer ungenügenden Standfestigkeit führen.*



*Eine zu hohe N-Versorgung im Anbau von Chicoréewurzeln ist in der anschließenden Treiberei mit einem erhöhten Anteil an zu wenig kompakten Sprossen verbunden.*

Tabelle 3a: Stickstoffdüngung nach N<sub>min</sub>-Analysen im Freilandanbau

Kultur Freilandgemüse	Ertrag kg/a	N-Bedarf gesamt kg N/ha	Tiefe der Probenahme <sup>③</sup> cm	N <sub>min</sub> -Sollwert in den entsprechenden Kulturwochen (kg N/ha) <sup>⑤</sup>  zu beachten: N <sub>min</sub> -Analysen frühestens 4 Wochen nach der letzten N-Düngung						
				0 <sup>④</sup>	2	4	6	8	10	12
<b>Kreuzblütler</b>										
Blumenkohl	350	300	60	140	330	270	180	140	100	70
Bodenkohlrabi	400	160	60	-	190	170	120	80	50	30
Broccoli	180	250	60	140	280	220	160	110	60	-
Chinakohl, gesät	600	180	60	-	230	190	120	80	50	-
Chinakohl, gesetzt	600	180	60	110	200	150	80	50	-	-
Kabis, Frühanbau, Vlies	300	160	60	120	190	150	100	60	50	50
Kabis, Lager-	500	220	60	140	240	190	130	60	50	50
Kabis, Einschneide-	800	300	60	150	320	260	160	100	50	50
Kohlrabi	300	140	30	80	170	120	60	40	40	-
Kohlrabi, Verarbeitung	450	180	30	90	200	150	80	50	40	-
Radies, 10 Bund/m <sup>2</sup>	300	50	30	90	90	40	40	-	-	-
Rettich, 8-9 Stück/m <sup>2</sup>	400	120	30	-	150	120	80	40	-	-
Rosenkohl	250	300	60	140	320	250	180	100	50	50
Rüben, Herbst-, Mai-	400	150	60	90	180	130	70	40	40	-
Wirz, leicht	300	140	60	160	140	130	110	80	50	-
Wirz, schwer	400	170	60	180	160	140	120	100	80	60
Cima di rapa	400	170	60	180	160	140	120	100	80	60
Rucola, ein Schnitt	200	150	30	100	160	150	120	90	70	50
Rucola, zwei Schnitte	300	210	30	100	160	150	120	120	80	50
<b>Korbblütler</b>										
Chicorée, Wurzelanbau	400	80	60	-	-	80	80	50	50	-
Cicorino rosso, Radicchio, gesät	160	120	60	-	160	130	100	80	60	40
Cicorino rosso, Radicchio, gesetzt	160	120	30	80	140	110	80	40	-	-
Endivie, gesät	350	140	60	-	180	160	130	100	70	40
Endivie, gesät	600	180	60	-	220	200	160	120	80	50
Endivie, gesetzt	350	140	30	80	170	140	110	80	40	-
Endivie, gesetzt	600	180	30	100	190	160	130	100	50	-
Salate, diverse	350	100	30	100	130	70	40	40	-	-
Salate, diverse	600	120	30	100	130	70	40	40	-	-
Schnittsalat	150	60	30	50	80	70	50	30	-	-
Schwarzwurzel	250	130	60	-	170	170	160	160	150	140
Zuckerhut, gesät	350	140	60	-	180	160	130	100	70	40
Zuckerhut, gesetzt	350	140	30	80	170	150	120	90	60	40
<b>Doldenblütler</b>										
Fenchel, Knollen-, gesät	400	180	60	-	200	190	160	130	90	40
Fenchel, Knollen-, gesetzt	400	160	30	80	180	150	120	80	40	-
Karotten, Pariser	250	60	60	-	90	90	70	50	30	30
Karotten, Bund, Früh-	350	100	60	-	-	130	120	80	40	30
Karotten, Lager-, Verarbeitung	600	120	60	-	150	150	100	50	30	30
Karotten, Lager-, Verarbeitung	900	150	60	-	180	170	120	70	30	30
Petersilie, gesät	250	100	60	-	-	-	150	140	130	120
Petersilie, gesetzt	250	100	30	60	150	140	130	120	110	100
Petersilie, Winter-	150	100	30	60	120	110	100	90	<b>F</b>	100
Sellerie, Knollen-	600	200	60	100	190	180	170	120	100	80
Sellerie, Stangen-	600	210	60	100	230	200	160	130	100	40

Kultur Freilandgemüse	Ertrag kg/a	N-Bedarf gesamt kg N/ha	Tiefe der Probenahme <sup>③</sup> cm	N <sub>min</sub> -Sollwert in den entsprechenden Kulturwochen (kg N/ha) <sup>⑤</sup>  Zu beachten: N <sub>min</sub> -Analysen frühestens 4 Wochen nach der letzten N-Düngung						
				0 <sup>④</sup>	2	4	6	8	10	12
<b>Gänsefussgewächse</b>										
Krautstiel, gesät	1000	160	60	-	200	190	170	140	120	100
Krautstiel, gesetzt	1000	160	60	70	180	170	150	130	110	100
Randen	600	150	60	-	-	180	160	140	120	100
Spinat, nicht überwinternd, Aussaat vor Mitte April, ein Schnitt	120	170	30	-	160	150	110	50	-	-
Spinat, nicht überwinternd, Aussaat nach Mitte April, ein Schnitt	120	140	30	-	160	150	110	50	-	-
Winterspinat, ein Schnitt	120	190	30	-	160 <sup>②</sup>	150	110	50	-	-
Spinat, zwei Schnitte	200	160	30	-	160	150	110	110	110	50
<b>Hülsenfrüchte</b>										
Bohnen, Busch-, Handpflück- <sup>①</sup>	150	0	30	30	30	30	30	30	-	-
Bohnen, Verarbeitung <sup>①</sup>	90	0	30	30	30	30	30	30	-	-
Erbsen, Verarbeitung <sup>①</sup>	70	0	60	-	30	30	30	30	30	30
Erbsen, Kefen <sup>①</sup>	100	0	60	-	30	30	30	30	30	-
<b>Kürbisgewächse</b>										
Gurken, Essig-	300	150	30	100	180	160	130	100	70	50
Melone	400	150	30	100	180	160	130	100	70	50
Zucchetti, Kürbis, Patisson	500	150	60	100	180	140	120	100	80	50
<b>Nachtschattengewächse</b>										
Aubergine	400	190	60	100	230	200	160	100	70	50
Tomate	800	130	60	100	140	120	100	80	80	50
<b>Liliengewächse</b>										
Lauch, gesät	500	220	60	-	-	-	260	220	180	150
Lauch, gesetzt	500	220	60	130	250	210	170	140	120	100
Lauch, Winter-	200	170	60	100	170	160	150	120	<b>F</b>	120
Schnittlauch, gesät	300	180	60	-	240	240	220	200	180	150
Schnittlauch, gesetzt	300	180	60	90	220	200	180	160	140	120
Spargel, Bleich-	50	140	60	<b>E</b>	170	170	170	170	170	170
Spargel, Grün-	25	150	60	<b>E</b>	180	180	180	180	130	100
Zwiebeln, gesät	600	130	60	-	-	180	150	120	100	100
Zwiebeln, gesteckt	600	130	60	-	170	140	110	70	50	-
Zwiebeln, Winter-	300	120	60	-	80	70	60	50	<b>F</b>	100
<b>Verschiedene</b>										
Kräuter, Gewürze, klein	50	40	30	80	80	70	60	50	40	30
Kräuter, Gewürze, mittel	150	70	30	90	120	110	90	70	50	30
Kräuter, Gewürze, mittel bis gross	300	120	30	100	200	180	160	110	70	30
Kräuter, Gewürze, gross	500	170	60	120	200	180	160	110	70	30
Nüsslisalat, Feldsalat	100	50	30	-	-	80	70	50	30	30
Rhabarber	450	140	60	-	<b>E</b>	170	-	-	-	-
Zuckermais	180	150	60	100	190	180	150	110	80	50

Tabelle 3b: Stickstoffdüngung nach  $N_{\min}$ -Analysen im Gewächshausanbau und unter Hochtunnel

Kultur Gewächshausgemüse und Hoch- tunnel	Ertrag	N-Bedarf gesamt	Tiefe der Probenahme <sup>③</sup>	$N_{\min}$ -Sollwert in den entsprechenden Kulturwochen (kg N/ha) <sup>⑤</sup>						
				Zu beachten: $N_{\min}$ -Analysen frühestens 4 Wochen nach der letzten N-Düngung						
	kg/a	kg N/ha	cm	0 <sup>④</sup>	2	4	6	8	10	12
Aubergine	900	200	60	180	170	160	150	140	130	120
Bohnen, Stangen-	500	40	30	50	50	50	50	50	50	50
Endivie, Herbst-	450	140	30	90	180	150	120	80	50	-
Gurken, 30 Stück/m <sup>2</sup>	1500	200	60	180	170	160	150	140	120	50
Gurken, 50 Stück/m <sup>2</sup>	2500	300	60	180	170	160	150	140	120	120
Kohlrabi	450	140	30	170	190	140	90	50	-	-
Krautstiel	900	200	60	160	240	220	200	170	140	100
Kresse	130	20	30	30	30	-	-	-	-	-
Lauch	500	160	30	100	210	230	200	160	100	50
Nüsslisalat, Feldsalat, gesät	140	50	30	30	30	30	30	30	30	-
Nüsslisalat, Feldsalat, gesetzt	120	50	30	30	30	30	30	-	-	-
Paprika	600	160	60	110	210	200	190	180	160	140
Petersilie	300	100	30	70	150	140	130	120	110	90
Radies, 20 Bund/m <sup>2</sup>	400	60	30	100	80	60	40	-	-	-
Rettich, 18 Stück/m <sup>2</sup>	600	90	30	130	120	100	80	60	40	-
Rucola, Portulak, ein Schnitt	200	150	30	100	160	150	120	90	70	50
Rucola, Portulak, zwei Schnitte	300	210	30	100	160	150	120	120	80	50
Kopfsalat, Eisberg, Lollo	400	80	30	100	100	100	80	40	-	-
Schnittlauch (Kultur)	300	100	30	90	130	120	110	100	90	80
Schnittsalat	150	50	30	70	70	30	30	-	-	-
Sellerie, Suppen-, 40 Stück/m <sup>2</sup>	600	120	30	100	170	170	150	100	70	50
Spinat	120	100	30	100	140	130	120	100	80	50
Tomaten	1200	170	60	160	150	140	130	120	110	50
Tomaten	1800	250	60	160	150	140	130	120	110	100
Tomaten	2400	330	60	160	150	140	130	120	110	100
Tomaten	3000	400	60	160	150	140	130	120	110	100
Zucchetti, Patisson	600	160	60	100	180	140	120	100	80	50

**Legende zu den Fussnoten**

- ① Startdüngung mit N von 30 kg N/ha nur für sehr frühe Kulturen oder nach starken Niederschlägen.
- ② Wochen nach Wachstumsbeginn im Frühjahr
- ③ Liegt bei einer vorgegebenen  $N_{\min}$ -Untersuchungstiefe von 0-60 cm nur eine Bodenprobe in 0-30 cm vor, so wird der Wert von 0-30 cm doppelt gezählt. Die Bodenschicht 0-60 cm kann auch in einer Probe untersucht werden.
- ④  $N_{\min}$ -Bodenanalyse bei Kulturbeginn immer nur in der Tiefe 0-30 cm.
- ⑤ Die empfohlenen  $N_{\min}$ -Analysezeitpunkte sind grau hinterlegt. Das Zeichen „-“ bedeutet: keine  $N_{\min}$ -Analyse und keine Düngung zu diesem Zeitpunkt. Das Zeichen „F“ bedeutet: Wert im Frühjahr, bei Vegetationsbeginn. Das Zeichen „E“ bedeutet:  $N_{\min}$ -Wert nach der Ernte; Düngung aufteilen in 2 Gaben. Keine N-Düngung nach Ende Juli. Bei Rhabarber und Grünspargel zusätzlich eine Teilgabe vor Erntebeginn.

Zur Erinnerung: Im Gemüsebau keine Einzelgabe von Stickstoff über 60 kg N je ha in Form von Nitrat.

## 4.2. N-Düngung unter Berücksichtigung der Pflanzensaftanalyse

Der Nitratgehalt im Pflanzensaft (Pflanzensaftanalyse) kann hilfreich sein, um den aktuellen Versorgungszustand einer Kultur mit Stickstoff zu beurteilen. Dabei wird der Nitratgehalt einer repräsentativen Mischprobe von Blattstielen oder Blattrippen gemessen.

Zu diesem Zwecke werden von 20 gleichmässig über das Feld verteilten Einzelpflanzen Stängel oder Rippen von Blättern mittleren Alters gesammelt und zu einer Mischprobe vereinigt. Nur Proben aus optimal mit Wasser versorgten Gemüsebeständen ergeben ein repräsentatives Resultat bezüglich des N-Versorgungszustandes der betreffenden Kultur. Die Probenahme erfolgt jeweils am Vormittag. Da sich die Nitratgehalte auch im gesammelten Blattmaterial noch verändern können, sind die Proben möglichst rasch zu kühlen bzw. einzufrieren. Die Analyse auf Nitrat wird sinnvollerweise einem professionellen Labor übertragen.

### Interpretation:

Die im Pflanzengewebe ermittelten Nitratgehalte in ppm (= mg Nitrat pro kg Frischmasse) werden verglichen mit einem für die betreffende Kultur im entsprechenden Entwicklungsstadium vorgegebenen Sollwert (Tabelle 4, Seite 16 und 17). Liegt der gemessene Wert zwischen 500 und 1000 ppm unter dem betreffenden Sollwert, so wird eine Kopfdüngung in der Höhe von 30 kg N/ha verabreicht. Wird der Sollwert um mehr als 1000 ppm unterschritten, so werden 60 kg N/ha gedüngt.

Bei Kulturen, die eine zeitliche Aufteilung der N-Düngung erfordern, liefert die Pflanzensaftanalyse wertvolle Hinweise zur Entscheidung, ob und in welcher Grössenordnung eine Nachdüngung erfolgen soll. Da es sich dabei um keine „Exaktmethode“ im engeren Sinn handelt, ist sie im Rahmen des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) im Gegensatz zur  $N_{\min}$ -Methode nicht anerkannt, um einen Mehrbedarf an Stickstoff über die offizielle Norm hinaus zu rechtfertigen.



*Eine grosszügige N-Düngung fördert bei Salaten das Auftreten von Innenbrand.*



*Bei Gemüsearten mit langer Kulturdauer liefert die Pflanzensaftanalyse wertvolle Hinweise zum aktuellen Versorgungszustand der Kultur mit Stickstoff.*

Tabelle 4a: Nitrat-Sollwerte bei der Pflanzensaftanalyse im Freilandanbau bezogen auf das Kulturstadium

Kultur Freilandgemüse	Provisorische Sollwerte (mg Nitrat pro kg Frischgewicht (ppm NO <sub>3</sub> ))						
	Wochen nach der Pflanzung bzw. nach dem Auflaufen (⓪)						
	2	3	4	5	6	7	8
<b>Kreuzblütler</b>							
<b>Blumenkohl</b>							
Frühjahr unter Vlies			9000	8000	7000	6000	
Hochsommer	9000	9000	8000	7000	6000	4000	3000
Herbst		10000	9000	8000	7000	6000	
<b>Broccoli</b>							
Frühjahr unter Vlies	10000	10000	10000	9000	8000	7000	6000
Vorsommer		10000	10000	9000	8000	6000	
Hochsommer		10000	10000	8000	6000	4000	
Spätsommer	10000	10000	10000	8000	7000	5000	4000
Herbst	10000	10000	10000	8000	7000	5000	4000
<b>Chinakohl</b>							
Frühjahr unter Vlies	6000	6000	5000	4000	3000	2000	1500
Frühsommer	6000	6000	5000	3000	3000	2500	2000
Hochsommer	6000	6000	4000	3000	2000	1500	1000
Spätsommer	6000	5000	4000	3000	2000	1500	1000
Herbst für Lager	8000	6000	5000	4000	3000	3000	3000
<b>Kabis rot</b>							
Frühjahr unter Vlies			10000	10000	8000		
Spätsommer			10000	8000	7000	6000	5000
<b>Kabis weiss</b>							
Frühjahr unter Vlies			8000	7000	6000	5000	4000
<b>Korbblütler</b>							
<b>Batavia und Eisberg</b>							
Frühjahr unter Vlies			3000	3000	3000	2500	
Frühsommer	3000	2500	2500				
Hochsommer	3000	2500	2500				
<b>Lollo rosso</b>							
Frühsommer	2500	2000					
Hochsommer	2000	2000					
<b>Kopfsalat</b>							
Frühjahr unter Vlies			3000	3000	2500		
Frühsommer	3000	2500	2000				
Hochsommer	3000	2500	2000				
Spätsommer	3000	2500	2000				
Herbst	3500	3000	2500				
<b>Doldenblütler</b>							
<b>Fenchel</b>							
Frühjahr unter Vlies			8000	8000	8000	7000	6000
Hochsommer		8000	8000	7000	6000	6000	
Spätsommer		8000	7000	6500	6000	5000	
Herbst		9000	8500	8000	7000	6000	
<b>Karotten, früh</b> ①			8000	7000	6000	5000	3000
<b>Karotten, Lager-</b> ①			10000	9000	8000	7000	6000
<b>Sellerie, Knollen-</b>							
Frühjahr unter Vlies			9000	9000	8000	7000	6000
Lagerware			6000	6000	5000	5000	4000
Industrie				7000	7000	7000	6000
<b>Sellerie, Stangen-</b>							
Frühjahr unter Vlies			8000	8000	7000	7000	6000
<b>Liliengewächse</b>							
<b>Lauch, Herbst-</b> (Blatt)			3000	3000	3000	3000	3000
<b>Lauch, Herbst-</b> (Schaft)			3500	3500	3500	3500	3500

Tabelle 4b: Nitrat-Sollwerte bei der Pflanzensaftanalyse im Freilandanbau bezogen auf die Jahreszeit

Kultur Freilandgemüse	Provisorische Sollwerte (mg Nitrat pro kg Frischgewicht (ppm NO <sub>3</sub> ))						
	Jahreszeit						
	Anf. Mai	Ende Mai	Mitte Juni	Anf. Juli	Ende Juli	Mitte Aug.	Anf. Sept.
Kabis, Einschneide-	12000	11000	10000	8000	6000	5000	2000
Kabis, Lager-			8000	7000	5000	4000	3000
Karotten, Früh-	6000	3000					
Karotten, Lager-				12000	10000	8000	4000
Lauch, Herbst- (Blatt)				4000	3000	3000	2000
Lauch, Herbst- (Schaft)				4500	3500	3500	2500
Randen (Stiel)	6000	5000	4000	3000	2000		
Randen (Knolle)			2500	2000	1500		
Rosenkohl			12000	12000	10000	8000	3000
Sellerie, Industrie-			6000	5000	4000	3000	2000
Sellerie, Lager-			6000	5000	4000	3000	2000
Zwiebel, Lager- (Blatt)		2000	1500	1000	500		

Tabelle 4c: Nitrat-Sollwerte bei der Pflanzensaftanalyse im Gewächshaus und unter Hochtunnel

Gewächshausgemüse		Provisorische Sollwerte im Pflanzensaft der Blattstiele (mg Nitrat pro kg Frischgewicht (ppm NO <sub>3</sub> ))		
		Wochen nach der Pflanzung		
Kultur	Anbauweise	1.-4. Woche	5.-8. Woche	9.-12. Woche
Bohnen, Stangen-	Hors-Sol	2500 - 3000	2000 - 3000	1500 - 2000
	Erdkultur	2500 - 3000	2000 - 3000	1000 - 2000
Gurken	Hors-Sol	8000 - 10000	7000 - 9000	5000 - 8000
	Erdkultur	6000 - 8000	6000 - 8000	4000 - 6000
Tomaten	Hors-Sol	8000 - 10000	9000 - 11000	7000 - 9000
	Erdkultur	7000 - 9000	7000 - 9000	6000 - 8000
Peperoni	Hors-Sol	10000-12000	8000 - 10000	7000 - 9000
	Erdkultur	9000 - 11000	7000 - 9000	6000 - 8000

### 4.3. Optimierung der N-Düngung

Gedüngter Stickstoff unterliegt der Auswaschung. Im Falle von Hofdüngern und ammonium- bzw. harnstoffhaltigen Mineraldüngern findet auch eine Verflüchtigung von Ammoniak statt. Bei Stickstoff haben daher die Wahl des Düngungszeitpunktes und die Aufteilung der Düngung in mehrere Einzelgaben im Kulturverlauf einen weit höheren Stellenwert als bei P, K und Mg. Bei der Festlegung der Einzelgaben wird der N-Bedarf im jeweiligen Entwicklungsstadium der Kultur berücksichtigt. Gemäss den Vorgaben des ökologischen Leistungsnachweises dürfen bei der Anwendung von erhöht auswaschungsgefährdeten nitrathaltigen Düngern pro Einzelgabe nicht mehr als 60 kg N je ha in Form von Nitrat verabreicht werden. Ammonium- und harnstoffhaltige Dünger sind nach der Ausbringung einzuarbeiten oder einzuregnen, um Ammoniakverluste möglichst zu verhindern. Insbesondere im Früh-anbau unter Vlies und Lochfolie kann der frei werdende Ammoniak an den Gemüsekulturen sonst Blattverbrennungen verursachen.

Langzeitdünger, bei denen der Stickstoff über eine gewisse Dauer in kleinen Mengen frei wird, bringen grundsätzlich eine Vereinfachung der N-Düngung. Dabei besteht dennoch eine gewisse Unsicherheit, ob der freigesetzte Stickstoff den zeitlichen und mengenmässigen Bedarf der Kultur in jedem Fall optimal deckt.

## 5. Nährstoffbilanzierung gemäss Suisse-Bilanz

In der gesamtbetrieblichen Nährstoffbilanz werden die flächenbezogenen Nettonährstoffbedarfswerte sämtlicher angebauten Kulturen aufsummiert und der Gesamtmenge der in den eingesetzten Düngemitteln enthaltenen Nährstoffe gegenübergestellt. Bei den Düngemitteln wird unterschieden zwischen betriebsintern anfallenden Hof- und Recyclingdüngern und von aussen bezogenen Düngern.

Die Nährstoffmengen, die von aussen zugeführt werden dürfen, errechnen sich aus der Differenz zwischen dem gesamten Nettonährstoffbedarf der angebauten Kulturen und den in Form von Hof- und Recyclingdüngern im Betrieb anfallenden Nährstoffen:

$$\text{Nährstoffzufuhr}_{\text{extern}} = \text{Nettonährstoffbedarf}_{\text{gesamt}} \text{ minus } \text{Nährstoffanfall}_{\text{intern}}$$

Es wird grundsätzlich bei allen Nährstoffen ein ausgeglichener Nährstoffhaushalt angestrebt.

Für ÖLN-Betriebe sind bei der Düngung die Vorgaben von Suisse-Bilanz verbindlich. Den Nicht-ÖLN-Betrieben wird empfohlen, ebenfalls die Suisse-Bilanz zu verwenden. Die kantonale Vollzugsbehörde kann jedoch auch eine andere, vergleichbare Methode zur Bilanzierung von Phosphor und Stickstoff akzeptieren.

Die Nährstoffbilanz gilt im ÖLN als ausgeglichen, sofern die mit betriebseigenen und von aussen zugeführten Düngemitteln eingesetzten Mengen an P und N den Nettobedarf der Kulturen nicht übersteigen bzw. sich im maximal zulässigen Fehlerbereich von +10% bewegen. Gemäss den Vorgaben des ÖLN ist der Einbezug der Ergebnisse von Bodenanalysen im Gemüsebau bei der Berechnung der Nährstoffbilanz grundsätzlich freiwillig, sofern die Stickstoff- und Phosphorbilanz ausgeglichen ist.

Im ÖLN ist die Berücksichtigung der Bodenanalysen und die Erstellung eines parzellenscharfen Düngungsplans für sämtliche angebauten Kulturen obligatorisch, wenn aufgrund einer unterdurchschnittlichen Nährstoffversorgung der Böden mehr P eingesetzt wird als dem Netto-P-Bedarf aller Kulturen entspricht (Tabelle 5). Anpassungen in der N-Düngung können vorgenommen werden, basierend auf  $N_{\text{min}}$ -Analysen in Ergänzung zum oben erwähnten parzellen- und kulturbezogenen Düngungsplan für die übrigen Nährstoffe.

Gemüsekulturen reagieren auf eine unausgewogene Nährstoffversorgung im Boden rasch mit Qualitäts- und Ertragseinbussen. In jedem Fall empfiehlt sich daher die Berücksichtigung der Bodenanalysen bei der Bemessung der Düngergaben.

**Tabelle 5: Berechnungsbeispiel für den Nährstoffhaushalt nach Suisse-Bilanz für den Betriebszweig Gemüsebau (Lagerkabis, Kopfsalat) eines landwirtschaftlichen Betriebes**

Kultur	Fläche ha	Nettonährstoffbedarf (kg/ha)				Berechnung des Düngerbedarfs (korrigierter Nettonährstoffbedarf) aufgrund der Bodenanalysen								Nettonährstoffbedarf pro Fläche und Jahr (kg)			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	Düngung nach N <sub>min</sub>	P-Fakt.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K-Fakt.	K <sub>2</sub> O kg/ha	Mg-Fakt.	Mg kg/ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	
Kabis, Lager-	1.5	190	50	200	20	220	1.2	60	1.1	220	1.2	24	330	90	330	36	
Kopfsalat	2.0	90	20	70	10	Normdüngung	0.8	16	0.7	49	1.0	10	180	32	98	20	
<b>Totaler korrigierter Nettonährstoffbedarf für den Betriebszweig Gemüsebau</b>												<b>510</b>	<b>122</b>	<b>428</b>	<b>56</b>		

Berücksichtigung der N <sub>min</sub> -Bodenanalyse bei der Kultur Kabis, Lager:		N-Gaben
<b>Grunddüngung</b>		<b>80 kg N/ha</b>
<b>Kopfdüngung</b>		
Sollwert in der 4. Kulturwoche (0-60 cm)	190 kg N/ha	
Gemessen in der 4. Kulturwoche (0-60 cm)	-50 kg N/ha	
Differenz = noch zu verabreichen (1 Gabe oder Aufteilung in 2 Gaben)	140 kg N/ha	<b>140 kg N/ha</b>
<b>N-Düngung total (Grund- + Kopfdüngung)</b>		<b>220 kg N/ha</b>
Bemerkung: Es werden 30 kg N/ha mehr als der Nettonährstoffbedarf gedüngt. Diese können beim Nährstoffhaushalt zusätzlich angerechnet werden.		

## 6. Kalkdüngung

In Kalkdüngern enthaltenes Calcium und Magnesium wirken im Boden als Kittsubstanz zwischen Ton- und Humuspartikeln. Sie tragen auf diese Weise zu einer Erhöhung der Krümelstabilität und einer Verbesserung der Bodenstruktur bei. Der Versorgungszustand des Bodens mit Kalk steht in engem Zusammenhang mit dem Säuregrad (pH-Wert). Mit steigendem Kalkgehalt nimmt der pH-Wert in der Bodenlösung zu, das heißt die Bodenreaktion liegt mehr im basischen Bereich.

Der pH-Wert hat einen Einfluss auf die Verfügbarkeit der meisten Pflanzennährstoffe, insbesondere von Phosphor, Magnesium und diversen Spurenelementen. Phosphor ist bei pH-Werten im leicht sauren bis neutralen Bereich am besten pflanzenverfügbar. In basischen Böden liegt ein erhöhter Anteil des Phosphors in Form von schwer löslichen Calcium-Phosphaten vor. Mit steigendem pH-Wert nimmt die Verfügbarkeit der Spurenelemente Eisen, Mangan, Bor, Zink und Kupfer ab, diejenige von Molybdän zu. Eine Bodenversauerung ist mit einem deutlichen Anstieg der Löslichkeit von Mangan und Aluminium verbunden. Dies kann in vernässten Böden bei empfindlichen Gemüsearten, so zum Beispiel bei Salaten, Symptome von Toxizität auslösen.

### 6.1. Erhaltungskalkung

Der Kalkgehalt im Oberboden nimmt natürlicherweise ab, wenn nicht laufend Kalk zugeführt wird. In neutralen bis leicht sauren Böden trägt der Einsatz von basisch wirkenden bzw. kalkhaltigen Mineral- sowie Hof- und Recyclingdüngern wesentlich zur Stabilisierung des pH-Wertes im optimalen Bereich bei. In Ergänzung werden bei Bedarf sporadisch kleine Kalkgaben verabreicht (=Erhaltungskalkung).

### 6.2. Meliorationskalkung:

Böden, deren pH-Wert im stark sauren Bereich, unter dem für die entsprechende Bodenart als optimal zu betrachtenden Wert liegt, erfordern eine gezielte Aufkalkung (=Meliorationskalkung). Dabei ist zu beachten, dass überhöhte Kalkgaben, wie eingangs beschrieben, zu einer Beeinträchtigung der Pflanzenverfügbarkeit von Phosphor, Eisen, Mangan, Bor, Zink und Kupfer führen können. Eine Abschätzung des Kalkbedarfes ist anhand des pH-Wertes und des Tongehaltes des Bodens möglich (Tabelle 6). Die Bestimmung der Basensättigung erlaubt eine exaktere Bemessung der Kalkgaben.



Die Anwendung von Branntkalk kurz vor Kulturbeginn vermindert bei Kohlarten den Befallsdruck der Kohlhernie.

**Tabelle 6: Grobe Bemessung von Kalkgaben zur Meliorationskalkung im Feldgemüsebau aufgrund des Tongehaltes und des pH-Wertes des Bodens (aus GRUDAF 2009)**

Ton-, Humusgehalt	pH-Wert des Bodens	Kalkgabe (dt CaO/ha)
<10% Ton	< 5.3	20
	5.3-5.8	15
	5.9-6.2	10
	> 6.2	0
10-30% Ton	< 5.3	30
	5.3-5.8	25
	5.9-6.2	20
	> 6.2	0
>30% Ton	< 5.3	35
	5.3-5.8	30
	5.9-6.7	25
	> 6.7	0
>10% Humus		0

## 7. Blattdüngung

Blätter können die in einem oberflächlichen Wasserfilm gelösten Nährstoffe teilweise über Kleinporen aufnehmen. Bei der Blattdüngung wird auf der Pflanzenoberfläche im Vergleich zur Bodendüngung ein mengenmässig bescheidenes Nährstoffdepot angelegt.

Die Verträglichkeit von Blattdüngungsmassnahmen hängt in hohem Masse von der Anwendungskonzentration und den Witterungsbedingungen kurz vor und nach der Behandlung ab. Im Anschluss an feuchte Perioden reagieren die meisten Gemüsekulturen bei aufkommender trocken-warmer Witterung besonders empfindlich auf die Blattapplikation von Düngern. In solchen Situationen ist die Blattdüngung zu unterlassen bzw. die Anwendungskonzentration zu reduzieren. Die Behandlungen sind möglichst während der kühleren Abendstunden durchzuführen.

Falls Blattdünger der Pflanzenschutzmittelbrühe beigemischt werden sollen, ist vorgängig die Mischbarkeit des Blattdüngers mit den eingesetzten Pflanzenschutzmitteln abzuklären. Ist sie nicht gewährleistet, kommt es in der Spritzbrühe rasch zur Ausflockung. Die Ausbringung von Blattdüngern kombiniert mit Pflanzenschutzbehandlungen ist allgemein mit einem erhöhten Risiko von Kulturschäden durch Phytotoxizität verbunden. Auf jeden Fall sind die Anwendungshinweise der Herstellerfirmen zu beachten.

### 7.1. Hauptnährstoffe

Im Falle von Hauptnährstoffen ist die je Spritzbehandlung ausgebrachte Nährstoffmenge im Verhältnis zum Kulturbedarf gering. Bei den Elementen N, P, K, Ca und Mg kann die Blattdüngung lediglich einen kleinen Teil des Nährstoffbedarfes von Gemüsekulturen decken. Sie eignet sich daher in kritischen Situationen zur kurzfristigen Verhinderung von Nährstoffmangel. In Perioden, in denen die Wurzelaufnahme von Nährstoffen witterungsbedingt vermindert ist, stellt die Blattdüngung eine mögliche „Überbrückungsmassnahme“ dar. Auf nur begrenzt bewässerungsfähigen Flächen kann der Einsatz von gelöstem Harnstoff dazu beitragen, während Trockenperioden N-Mangel zu verhindern. Um Blattverbrennungen zu vermeiden, darf die Harnstoffkonzentration in der Spritzbrühe 0.4% nicht überschreiten. Bezüglich der Kulturverträglichkeit von Harnstoff bestehen zwischen den einzelnen Gemüsearten deutliche Unterschiede. Die kombinierte Anwendung von Harnstoff mit Pflanzenschutzmitteln ist besonders riskant.

Bei Gemüsearten, die anfällig für Ca-Mangel sind (Tomaten, Paprika, diverse Salatarten, Chinakohl), ist die Anwendung von Calcium (Calciumchlorid, Calciumnitrat) auf die oberirdischen Pflanzenteile eine häufig praktizierte Massnahme, um bei wüchsiger Witterung Qualitäts- und Ertragsverluste in Grenzen zu halten. Bei Calcium findet keine Querverschiebung von älteren zu den Calcium-bedürftigen, jungen Pflanzenteilen statt. Es ist daher entscheidend, dass die jungen Blattpartien und die sich entwickelnden Früchte optimal benetzt werden.

Auf leichten Böden mit einer schwachen Mg-Versorgung bei gleichzeitig hoher K-Verfügbarkeit kann bei Bohnen, Tomaten, Gurken sowie Kohlrarten Magnesiummangel in Erscheinung treten. Zur kurzfristigen Schadensbegrenzung eignen sich Blattbehandlungen mit Magnesiumsulfat (Bittersalz).

### 7.2. Spurenelemente

Auf Böden mit ungünstigen pH-Bedingungen steht bei Spurenelementen die Blattdüngung aufgrund ihrer „bodenunabhängigen“, verhältnismässig schnellen Wirkung im Vordergrund (Tabelle 7, Seite 21). Die Blattdüngung kann Ernährungsstörungen kurzfristig am wirksamsten mildern. Sie ist jedoch auf längere Sicht nur auf Böden sinnvoll, deren pH-Wert sich nicht durch eine angepasste Düngungsstrategie nachhaltig in den optimalen Bereich verschieben lässt.



*Neben einer ausgewogenen Bewässerung und Düngung haben Behandlungen mit Ca-haltigen Blattdüngern eine vorbeugende Wirkung gegen das Auftreten der Blütenendfäule an Tomatenfrüchten.*



*Blattbehandlungen mit Ca-haltigen Blattdüngern können nur dann eine Wirkung gegen Innenbrand entfalten, wenn bei der Spritzung auch die empfindlichen jüngeren Blätter ausreichend benetzt werden.*

Tabelle 7: Übersicht zur Bedeutung und zum Einsatz von Spurenelementen im Gemüsebau

Element	Mangel vor allem bei folgenden Gemüsekulturen und Bedingungen:	Häufige Anwendungsformen	Anwendungshinweise <i>Bei der Bemessung von Spurenelementdüngern zu den einzelnen Kulturen sind die Anwendungshinweise der Herstellerfirmen zu beachten.</i>
<b>Eisen (Fe)</b>	Diverse Frühlkulturen auf schweren, zeitweilig zur Vernässung neigenden basischen und kalkhaltigen Böden.	Eisensulfat, Eisenchelat	Bei pH-Werten im basischen Bereich ist die Wirkung von Eisensulfat über den Boden stark eingeschränkt.
<b>Mangan (Mn)</b>	Zwiebeln, Kartoffeln, Bohnen, Gurken, Spinat und Salate, auf humusreichen und basischen Böden.	Mangansulfat, Manganchelat	Bei pH-Werten im neutralen bis basischen Bereich zeigt die Bodendüngung mit Mangansulfat wenig Wirkung. Unter solchen Bedingungen steht die Blattdüngung im Vordergrund.  Bei pH-Werten im sauren Bereich ist die Verfügbarkeit von Mangan dagegen deutlich erhöht, so dass in schweren Böden mit hohen Manganreserven Mangantoxizität auftreten kann. Auch Stau-nässe kann zu einer übermässigen Löslichkeit von Mangan führen.
<b>Bor (B)</b>	Randen, Knollensellerie, Spinat, Mangold, Blumenkohl, Broccoli und Kohlrabi, auf basischen Böden bei Trockenheit.	Borax oder Borsäure	Bei hohem pH-Wert im Boden und anhaltender Trockenheit: Anwendung über das Blatt.
<b>Zink (Zn)</b>	Am empfindlichsten auf Zinkmangel reagieren, Bohnen, Zwiebeln und Spinat.	Zinksulfat, Zinkchelate	Symptome von Zinkmangel treten bei Gemüsekulturen sehr selten, allenfalls auf Böden mit einem erhöhten pH-Wert in Erscheinung. Spezielle Düngungsmassnahmen mit Zink sind daher kaum erforderlich.
<b>Kupfer (Cu)</b>	Symptome von Kupfermangel sind im Gemüsebau bei Zwiebeln, Karotten, Salaten, Randen und Spinat bekannt.	Kupfersulfat, Kupferoxychlorid, Kupferchelate	Kupfermangel tritt bislang im Gemüsebau selten in Erscheinung. Am ehesten ist ein Mangel zu erwarten auf Sandböden oder basischen Böden mit einem erhöhten Gehalt an organischer Substanz. Auf Flächen, wo wiederholt kupferhaltige Fungizide eingesetzt wurden, liegen im Boden hohe Cu-Gehalte vor.
<b>Molybdän (Mo)</b>	Eine typische Zeigerkultur für Mo-Mangel ist Blumenkohl. Mangel kann vereinzelt auch bei anderen Kohlarten wie Kohlrabi auftreten. Mo-Mangel tritt hauptsächlich unter sauren Bodenbedingungen auf.	Natrium- und Ammoniummolybdat	Auf sauren Böden bei Blumenkohl: Blattdüngung zur Behebung von akutem Mo-Mangel.



*Eisenmangel an Tomatenpflanzen*



*Manganmangel bei Gurken im Anfangsstadium*



*Herzfäule infolge Bormangel bei Knollensellerie*



*Symptome von Bormangel im Inneren von Sellerieknolle*



*Von Bormangel betroffene Kohlrabiknollen*



*Löffelartig verengte Blattspreiten bei Blumenkohl infolge von Molybdänmangel*

## 8. Die wichtigsten Düngemittel im Überblick

Dieses Kapitel gibt einen groben Überblick zu den Hof- und Recyclingdüngern sowie den wichtigsten mineralischen Hauptnährstoffdüngern. Insbesondere die Liste der Mineraldünger erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

### 8.1. Hof- und Recyclingdünger

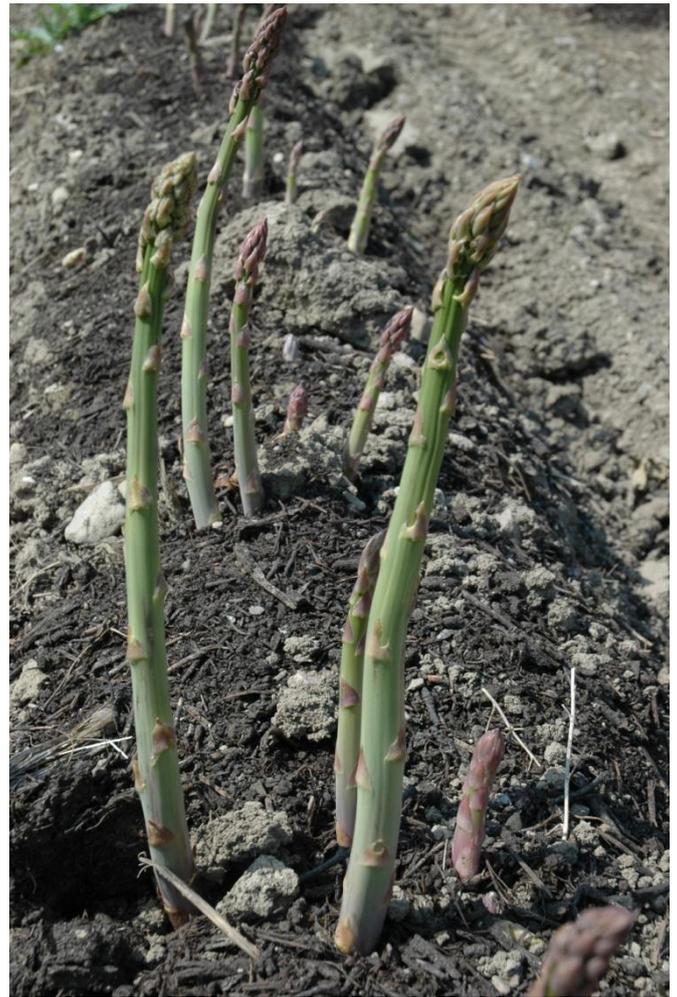
(Quelle: Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau, GRUDAF 2009)

Hof- und Recyclingdünger sind nicht nur aufgrund ihrer Düngewirkung für den Einsatz im Gemüsebau interessant. Sie tragen über die Zufuhr von organischer Substanz auch zu einer Verbesserung der Bodenstruktur bei.

Die durchschnittlichen Nährstoffgehalte der verschiedenen Arten von Hofdüngern sind in Tabelle 8 (Seite 24) zusammengestellt. Die Fütterungsintensität beeinflusst die Nährstoffgehalte der Hofdünger. Die Richtwerte sind jedoch so festgelegt, dass Korrekturen nur bei besonderen Bedingungen nötig sind. Im Falle der Zufuhr von Hofdüngern wird in Suisse-Bilanz immer der Gesamtstickstoff ( $N_{\text{ges}}$ ) eingesetzt. Im weiteren Berechnungsverlauf wird dieser Wert mit dem betriebsspezifischen Ausnutzungsgrad multipliziert.

Auch bei verbrauchten Torfkultursubstraten und Restnährlösungen, wie sie in Betrieben mit Hors-sol-Anbau anfallen, sind im Einzelfall Abweichungen in den Nährstoffgehalten möglich. Im Zweifelsfalle können Laboranalysen Aufschluss geben.

Zu den Recyclingdüngern zählen unter anderem Gärgut und Kompost. Beim Kompost werden pflanzliches Material sowie tierische Ausscheidungen unter Luftzutritt (aerob) verrottet, beim Gärgut unter Luftausschluss (anaerob) vergoren. Je nach Ausgangsmaterial und Verarbeitungstechnik können die Nährstoffgehalte von Recyclingdüngern variieren. Bei der Düngungsplanung sind daher im Falle von Komposten und Gärgut die Nährstoffangaben auf dem Lieferschein zwingend zu berücksichtigen. Für Recyclingdünger wird in Suisse-Bilanz der verfügbare Stickstoff ( $N_{\text{verf}}$ ) eingesetzt.



*Der Einsatz von gut verrottetem Kompost trägt bei mehrjährigen Gemüsearten wie Spargel zur Verbesserung der Bodenstruktur und Erhöhung der Vitalität der Kultur bei.*

**Tabelle 8: Nährstoffgehalte von Hofdüngern, nicht weiter verarbeiteten Abfällen aus der Gemüseproduktion und Recyclingdüngern**

Die folgende Tabelle ist eine Zusammenfassung der Tabellen 39 und 42 der GRUDAF 2009, die im Zweifelsfall verbindlich sind.

		<b>Gehalte an Trockensubstanz (TS), organischer Substanz (OS) und Nährstoffen von verschiedenen Hofdüngern, gemüsebaulichen Abfällen und Recyclingdüngern in kg / Einheit</b>							
	<b>Einheit</b>	<b>TS</b>	<b>OS</b>	<b>N<sub>ges</sub></b>	<b>N<sub>verf</sub></b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca</b>
<b>Milchvieh/Aufzucht</b>									
Vollgülle ①	m <sup>3</sup>	90	70	4.3	2.2-3.0	1.8	8.0	0.5	2.0
Gülle kotarm ①	m <sup>3</sup>	75	40	4.9	3.2-4.2	1.2	11.6	0.5	1.3
Stapelmist ②	t	190	150	4.9	1.0-2.0	3.2	6.6	0.8	3.7
Laufstallmist ②	t	210	175	5.3	1.3-2.5	2.2	10.8	0.7	2.7
<b>Rindviehmast</b>									
Vollgülle ①	m <sup>3</sup>	90	65	4.3	2.2-3.0	1.7	5.2	0.7	1.3
Laufstallmist ②	t	210	155	5.4	1.3-2.5	2.3	8.9	0.9	2.3
<b>Kälber</b>									
Kälbermist ②	t	200	150	5.3	1.3-2.5	2.3	5.5	0.3	1.0
<b>Pferde</b>									
Pferdemist frisch ②	t	350	300	4.4	0.3-0.8	2.5	9.8	0.6	2.5
Pferdemist ②	t	350	240	6.8	0.7-1.8	5.0	19.5	1.3	5.0
<b>Schafe/Ziegen</b>									
Schaf-/Ziegenmist ②	t	270	200	8.0	3.2-4.8	3.3	16.0	1.2	4.7
<b>Schweine</b>									
Schweinegülle Mast	m <sup>3</sup>	50	36	6.0	3.0-4.2	3.8	4.4	0.6	1.3
Schweinegülle Zucht	m <sup>3</sup>	50	33	4.7	2.4-3.3	3.2	3.2	0.5	2.0
Schweinemist ②	t	270	210	7.8	3.1-4.7	7.0	8.3	1.2	4.7
<b>Geflügel</b>									
Hennenkot (Kotband) ②	t	350	250	21	8.4-12.6	17	11	2.4	37
Hennenmist (Kotgrube, Bodenhaltung) ②	t	500	330	27	11-16	30	20	4.3	65
Junghennenmist ②	t	500	430	30	12-18	26	15	3.1	14
Pouletmist ②	t	650	440	34	14-21	20	28	5.6	3.8
Trutenmist ②	t	600	400	28	12-18	23	13	6.0	12
<b>Gemüsebauliche Abfälle</b>									
Rüstabfälle Gemüse zugeführt 1 m <sup>3</sup> = 300-400 kg Frischsubstanz	m <sup>3</sup>	-	-	0.8	0.6	0.3	1.0	0.05	-
Torfkultursubstrate	m <sup>3</sup>	-	-	-	0.4	0.3	0.4	0.1	-
Restnährlösung Hors-Sol-Anbau Tomaten	m <sup>3</sup>	-	-	0.37	0.37	0.12	0.6	0.12	-
<b>Recyclingdünger</b>									
Gärgut fest ③	t	490	235	6		3	5	3	25
Gärgut flüssig ③	t	130	61	4		2	4	1	5
Kompost ④	t	510	214	7	0.35-0.7	3	5	3	25

**Legende zu den Fussnoten**

- ① Die Güllegehalte beziehen sich alle auf unverdünnte Gülle. Die durch die Zufuhr von Abwasser entstehende Verdünnung muss berücksichtigt werden. Da die effektive Verdünnung schwierig zu bestimmen ist, wird empfohlen, ein Gerät zur Schnellbestimmung von N in Gülle zu verwenden. Im Zweifelsfall sind die aus den Tabellen 37 und 38 der GRUDAF 2009 berechneten Gehalte verbindlich.
- ② Wo nichts anderes angegeben ist, beziehen sich die Werte auf einen mittleren Verrottungsgrad.
- ③ Bezieht sich auf Gärgut aus gewerblich-industriellen Vergärungsanlagen. Auf Grund der zurzeit zu kleinen Datenbasis können für festes und flüssiges Gärgut aus landwirtschaftlichen Vergärungsanlagen noch keine Werte angegeben werden.
- ④ Komposte aus organischen Haushalt- und Gartenabfällen. Median aus verschiedenen Aufbereitungen (Frisch-, Reife-, Feldrandkompost usw.). Raumgewicht 500 – 800 kg/m<sup>3</sup>.

## 8.2. Handelsdünger

In der unten stehenden Tabelle 9 sind die wichtigsten Vertreter aus der Gruppe der Einzelnährstoffdünger zusammengestellt. Eine Darstellung sämtlicher, sich im Handel befindender Mehrnährstoffdünger würde den Rahmen des Möglichen

sprengen. Die entsprechenden Gehaltangaben sind den Produktebeschreibungen (Sackaufschrift, Lieferschein) der Düngerefirmen zu entnehmen.

**Tabelle 9: Nährstoffgehalte von Handelsdüngern**

Dünger	Reinnährstoffe (%)				Bemerkungen
	N total (NO <sub>3</sub> -N)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	
<b>Mineralische N-Dünger</b>					
Kalksalpeter	15.5 (15.5)				Sehr schnell verfügbar, pH- erhöhend
Ammonsalpeter	27.5 (13.75)				Schnell verfügbar, pH-neutral
Kalk-Ammonsalpeter	26 <sup>1)</sup> (13)				Schnell verfügbar, pH-erhöhend <sup>1)</sup> je nach Anteil der Kalkbeimischung
Bor-Ammonsalpeter	27 <sup>1)</sup> (13.5)				Schnell verfügbar, pH-neutral, 0.5% Bor <sup>1)</sup> genaue Nährstoffgehalte abhängig vom Mischverhältnis
Mg-Ammonsalpeter	27 <sup>1)</sup> (13.5)			3 <sup>1)</sup>	Schnell verfügbar, pH-neutral, Mg in der Sulfatform (S-Beidüngung) <sup>1)</sup> genaue Nährstoffgehalte abhängig vom Mischverhältnis
Ammonsulfat	21				Mittlere Wirkungsgeschwindigkeit, sauer wirkend, 24% Schwefel
Harnstoff	46				Eher langsame Pflanzenverfügbarkeit, leicht sauer wirkend
Kalkstickstoff	20				Langsame N-Freisetzung, pH-erhöhend, toxische Wirkung auf auflaufende Samenunkräuter und Gemüsekulturen, die sich im Wachstum befinden. Einsatz zur Verminderung des Befallsdruckes von bodenbürtigen Krankheiten wie der Kohlhernie. Je nach Gemüseart Einhaltung einer bestimmten Wartefrist erforderlich!
ENTEC 26	26				Nachhaltige Wirkung durch den Zusatz eines Nitrifikationshemmers, sauer wirkend, enthält 13% Schwefel
<b>P-Dünger</b>					
Superphosphat		18			Enthält 12% Schwefel
Triplephosphat		46			
<b>K-Dünger</b>					
Kalisalz 60			60		Nicht für chlorid-empfindliche Arten geeignet
Kornkali			40	3.6	Nicht für chlorid-empfindliche Arten geeignet, enthält 4% Schwefel
Kalisulfat			50		Chloridfrei, enthält 18% Schwefel
Patentkali (Kalimagnesium)			30	6	Chloridfrei, enthält 17% Schwefel
<b>Mg-Dünger</b>					
Kiserit				15	Enthält 20% Schwefel
Magnesiumsulfat (Bittersalz)				9.8	Enthält 13% Schwefel

Dünger	Reinnährstoffe (%)				Bemerkungen
	N total (NO <sub>3</sub> -N)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	
<b>Kalkdünger</b>					
Branntkalk					Ätzend, rasche pH-Erhöhung, bodendesinfizierende Wirkung. Einsatz bei kalktoleranten Kohlarten einige Tage vor Kulturbeginn zur Unterdrückung der Kohlhernie.
Dolomitkalk				12.5	pH-erhöhend, langfristige Wirkung
Kohlensaurer Kalk					pH-erhöhend, langfristige Wirkung
Meeresalgenkalk				2.8	pH-erhöhend, langfristige Wirkung
Ricokalk (Aarberg)	0.3	1		0.5	pH-erhöhend, langfristige Wirkung, 10% organische Substanz
<b>B-Dünger</b>					
Borax					14.5 % Bor

## 9. Literaturnachweis

Bergmann W., 1993. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen, Gustav Fischer Verlag Jena – Stuttgart.

Finck A., 1979. Dünger und Düngung – Grundlagen und Anleitung zur Düngung der Kulturpflanzen, Verlag Chemie Weinheim – New York.

Flisch R., Sinaj S., Charles R. & Richner W., 2009. GRUDAF 2009 – Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau, AGRARForschung 16 (2).

Forschungsanstalten Agroscope, 1996. Schweizerische Referenzmethoden der Eidg. landwirtschaftlichen Forschungsanstalten. Band 1, Boden- und Substratuntersuchungen zur Düngeberatung.

Gysi C., Ryser J.-P. & Heller W., 1997. Bodenuntersuchung im Gemüsebau, Flugschrift der Eidg. Forschungsanstalt Wädenswil Nr. 122.

Neuweiler R., Sigg P., Freund M., Wigger A., Koller M. & Moos D., 2008. Düngung, Handbuch Gemüse 85 - 110.

Schachtschabel P., Blume H.-P., Hartge K.-H. & Schwertmann U., 1984. Lehrbuch der Bodenkunde, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.

Trott H., 2007. Mikronährstoffe, Broschüre Bundesarbeitskreis Düngung (BAD), Frankfurt am Main.

Wonneberg C. & Keller F., 2004. Gemüsebau, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.

Vogel G., 1996. Handbuch des speziellen Gemüsebaues, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.



Verband schweiz. Gemüseproduzenten  
Union maraîchère suisse  
Unione svizzera produttori di verdura

## Mindestanforderungen im Bereich Düngung für die Produktion gemäss ÖLN, SUISSE GARANTIE-, Bio- und SwissGAP-Richtlinien

### ÖLN

Bodenuntersuchung:

Alle Parzellen mindestens alle 10 Jahre durch ein für den ökologischen Leistungsnachweis bei Spezialkulturen zugelassenes Bodenlabor (Tabelle 10): Neben der bisher verlangten Ammoniumacetatmethode (AA-EDTA) ist neu auch die Wasserextraktionsmethode (H<sub>2</sub>O) anerkannt. Auf kalkhaltigen Böden mit einem pH > 6.8 können die Analyseergebnisse der Ammoniumacetatmethode im Hinblick auf die Düngungsplanung nicht korrekt beurteilt werden. Daher greift die Düngeberatung in solchen Fällen auf die H<sub>2</sub>O-Methode zurück.

Gesamtbetrieblicher Nährstoffhaushalt:

Berechnung nach Suisse-Bilanz. Ausgeglichener gesamtbetrieblicher Nährstoffhaushalt für N und P mit einer Toleranz einer Abweichung von maximal +10%.

Seit dem 01.10.2010 müssen die Bodenproben in der Bilanz nicht mehr berücksichtigt werden. Für alle Kulturen wird der Nettonährstoffbedarf berücksichtigt. Falls ein Betrieb mehr als 10% Toleranz geltend machen will, muss der Mehrbedarf an Nährstoffen mittels eines parzellen- und kulturbezogenen Düngungsplans belegt werden, der auf Bodenanalyseresultaten eines anerkannten Labors basiert.

Korrektur des P-Bedarfs anhand der Bodenanalysen ergänzt durch den oben genannten parzellen- und kulturbezogenen Düngungsplan.

Korrektur des N-Bedarfs nur aufgrund von N<sub>min</sub>-Analysen (Liste der N<sub>min</sub>-Labors in

Tabelle 11) ergänzt durch den oben genannten parzellen- und kulturbezogenen Düngungsplan für die übrigen Nährstoffe.

Düngungsjournal:

Pro Parzelle mit Ausbringdatum, Düngerart (mineralische und organische Dünger, Hofdünger, Kompost, Blattdünger) und Düngermenge.

Besonderheiten bei der Düngermanwendung: Keine besonderen Vorgaben.

### SUISSE GARANTIE

Bodenuntersuchung:

Es gelten die Bestimmungen des ÖLN. Grundsätzlich ist eine Bodenuntersuchung mindestens alle 10 Jahre vorgeschrieben.

Bemerkung: Bei sensiblen Kulturen wird eine Beprobung alle 5 Jahre empfohlen, da vermehrt Kulturprobleme auftreten können, welche auf eine unausgewogene Nährstoffversorgung zurückzuführen sind.

Gesamtbetrieblicher Nährstoffhaushalt:

Es gelten die Bestimmungen des ÖLN.

Düngungsjournal:

Es gelten die Vorgaben des ÖLN.

Besonderheiten bei der Düngermanwendung:

Keine Einzelgabe von Stickstoff über 60 kg N-NO<sub>3</sub>/ha (Nitratstickstoff). Der Einsatz von Klärschlamm (auf landwirtschaftlichen Nutzflächen) ist verboten.

### Bio (Label BIO SUISSE)

Bodenuntersuchung:

Alle 10 Jahre (analog zum ÖLN). Eine Beprobung alle 4 Jahre wird empfohlen. Mineralische Ergänzungsdüngung mit Kali

nach Bedarfsausweis durch aktuelle Bodenanalysen (nicht älter als 4 Jahre).

**Gesamtbetrieblicher Nährstoffhaushalt:**  
Nach Suisse-Bilanz oder gleichwertige Berechnung. Ausgeglicherer Nährstoffhaushalt für N und P; bei P mit einer Toleranz von 10%. Stickstoff aus organischen Handelsdüngern wird zu 70% in der Nährstoffbilanz als verfügbar angerechnet.

Kompost, Presswasser (bzw. Recyclingdünger fest und flüssig) und Hofdünger unterliegen strengeren Qualitätsanforderungen (z.B. tiefere Schwermetallgehalte als ÖLN) und dürfen je nach Kategorie nur aus einer Distanz von 20 – 80 km Luftlinie zugeführt werden.

**Besonderheiten bei der Düngenanwendung:**

Keine mineralische Stickstoffdünger, wasser-lösliche Phosphate und chlorhaltige Kalidünger. Im Freiland ist die Düngung auf 135 kg N<sub>verf</sub>/ha im Durchschnitt der düngbaren Fläche begrenzt. Die Grundversorgung mit Stickstoff aus Hofdüngern, Grüngutkomposten, Klee-gras- und Gründüngerückständen steht im Vordergrund. Organische N-Handelsdünger werden zur Ergänzung vor allem im Frühling und bei stickstoffbedürftigen Kulturen eingesetzt.

### **SwissGAP**

Empfehlungen über Art und Menge der Düngung:

Die verantwortliche Person verfügt über die entsprechende Fachkompetenz.

**Düngungsjournal:**

Es gelten die Bestimmungen für den ÖLN. Zusätzlich ist zu jeder Anwendung die Ausbringungsmethode (Gerät) und der Anwender (Name oder Kürzel) anzugeben.

**Maschinenunterhalt:**

Alle Maschinen zur Ausbringung von Düngemitteln müssen in gutem Zustand gehalten werden. Reparaturunterlagen müssen verfügbar sein.

**Düngerlagerung:**

Alle Dünger müssen getrennt von Früchten, Gemüse und Pflanzgut gelagert werden. Anorganische Dünger müssen in gut durchlüfteten Räumen vor Witterung, Regenwasser und/oder Kondenswasser geschützt, sauber und abfallfrei und räumlich getrennt von Pflanzenschutzmitteln gelagert werden. Bei der Lagerung von mehr als 1000l Flüssigdünger sind Auffangwannen vorgeschrieben. Ein jährliches Inventar muss geführt werden. Organische Dünger müssen nach den Vorgaben des Gewässerschutzes gelagert werden.

**Besonderheiten bei der Düngenanwendung:**

Der Einsatz von Klärschlamm ist auf landwirtschaftlichen Nutzflächen verboten.

Die Nährstoffzufuhr aller Düngemittel ist zu berücksichtigen. Gehalt der organischen Düngemittel liegt vor (Referenzwerte, Analysen). Gekaufte anorganische Dünger verfügen über einen Nachweis ihrer chemischen Zusammensetzung (Beschriftung, Lieferscheine).

**Tabelle 10: Liste der für den ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) bei Spezialkulturen zugelassen und zur Düngerberatung empfohlen Labors (Anbauperiode 2010/2011).**

Sol Conseil, CP 188, 1260 Nyon <sup>1,2,3</sup>
Labor Ins AG, Industriestrasse 13, 3210 Kerzers <sup>1,2,3</sup>
Ibu – Labor für Boden- und Umweltanalytik, Postfach 150, 3602 Thun <sup>1,2,3</sup>
LBBZ Arenenberg, Bodenlabor, 8268 Salenstein <sup>1,2</sup>
École d'ingénieurs de Lullier, Laboratoire des sols, 1254 Jussy <sup>1,2</sup>
Agrilogie, Grange-Verney, 1510 Moudon <sup>1</sup>
Hauert & HBG Dünger AG, Wilerstrasse 2, 3262 Suberg <sup>1</sup>
Jardin Suisse, Beratungsdienst, 3425 Oeschberg-Koppigen <sup>1</sup>

<sup>1</sup> pH-Wert, Corg (Humus), P-, K-Gehalt im Ammoniumacetat+EDTA-Extrakt (AAE10) sowie P-, K-Gehalt im Wasserextrakt (H2O10)

<sup>2</sup> Düngeberatung in Spezialkulturen

<sup>3</sup> Standortbeurteilung: pH-Wert, Corg (Humus), Körnung (Ton, Schluff, Sand) zur Charakterisierung des Bodens

**Tabelle 11: Liste der Nmin-Labors**

École d'ingénieurs de Lullier, Laboratoire des sols, 1254 Jussy
Sol Conseil, CP 188, 1260 Nyon
Agrilogie, Grange-Verney, 1510 Moudon
Schweiz. Hochschule für Landwirtschaft, Länggasse 85, 3052 Zollikofen
Labor Ins AG, Industriestrasse 13, 3210 Kerzers
Hauert & HBG Dünger AG, Wilerstrasse 2, 3262 Suberg
Ibu – Labor für Boden- und Umweltanalytik, Postfach 150, 3602 Thun
Albert Schmid, Im Junkholz 20, 4303 Kaiseraugst
AgroLab Swiss GmbH (Schneiter Agro), Oberfeld 3, 6037 Root
LBBZ Arenenberg, Bodenlabor, 8268 Salenstein