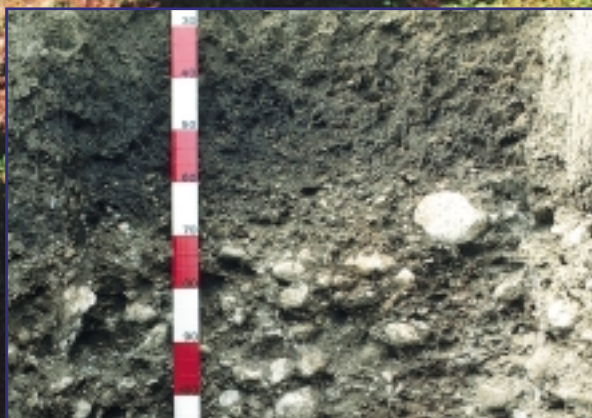
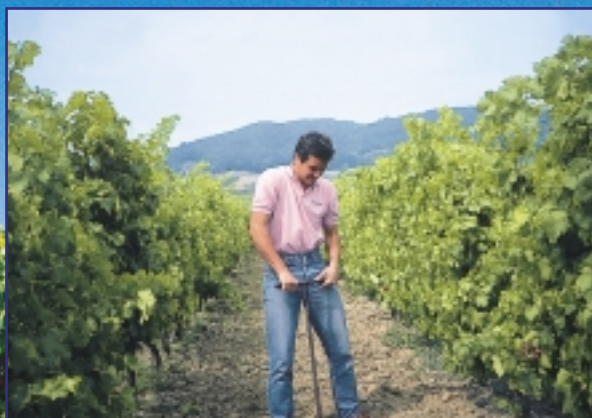


In Zusammenarbeit mit der Commission romande des fumures, sous-commission viticole,
der Ingenieurschule Changins und dem Institut für biologischen Landbau

Grundlagen für die Düngung der Reben

J.-L. SPRING, J.-P. RYSER, J.-J. SCHWARZ, P. BASLER, L. BERTSCHINGER und A. HÄSELI



Inhalt

Tabelle

Seite

1	Ziele und Grundsätze einer angepassten Düngung		3
1.1	Neuerungen der Ausgabe 2003		3
2	Nährstoffbedarf der Rebe	(Tab. 1 und 2)	4
3	Boden und Nährstoffgleichgewicht der Pflanze		5
3.1	Visuelle Beurteilung der Pflanze		5
3.2	Pflanzenanalysen		5
3.2.1	Blattanalyse und deren Interpretation	(Tab. 3)	5
3.2.2	Blattchlorophyll-Index (N-Tester)	(Tab. 4)	6
3.3	Bodenprofil		7
3.4	Bodenuntersuchung		7
3.4.1	Erstuntersuchung	(Tab. 5)	8
3.4.2	Grunduntersuchung	(Tab. 5)	8
3.4.2.1	Körnung	(Tab. 6)	8
3.4.2.2	Organische Substanz («Humus»)	(Tab. 7)	8
3.4.2.3	pH	(Tab. 8)	9
3.4.2.4	Gesamtkalkgehalt	(Tab. 9)	9
3.4.2.5	Aktivkalk		9
3.4.2.6	Kationenumtauschkapazität (KUK) und Basensättigung	(Tab. 10 und 11)	10
3.4.3	Periodische Bodenuntersuchung		10
3.4.4	Besondere Fälle und spezifische Extraktionsmethode		11
3.4.5	Beurteilung der Nährstoffgehalte Phosphor, Kalium und Magnesium	(Tab. 12 und 13)	11
3.4.5.1	Beurteilung der Ergebnisse		11
3.4.5.2	Beziehung Oberboden-Unterboden		11
3.4.5.3	Gewichtung der mit Reserve- und Wasserextrakt ermittelten Korrekturfaktoren		12
3.4.6	Bor	(Tab. 14)	12
4	Düngung		12
4.1	Vorratsdüngung bei Neuanlagen		12
4.2	Aufkalkung	(Tab. 15 und 16)	14
4.3	Jährliche Unterhaltsdüngung		15
4.3.1	Phosphor, Kalium und Magnesium		15
4.3.2	Stickstoff	(Tab. 17 und 18)	15
4.3.2.1	Ausbringungszeitpunkt der Stickstoffdüngung		17
4.4	Bor		17
4.5	Düngung von Jungreben		18
4.6	Wahl der mineralischen Dünger	(Tab. 19 und 20)	18
4.7	Organische Bodenverbesserungsmittel	(Tab. 21)	18
4.7.1	Mist		20
4.7.2	Rebentrester		20
4.7.3	Grünkompost		20
4.7.4	Stroh		20
4.7.5	Klärschlamm		21
5	Nährstoffstörungen und physiologische Störungen	(Tab. 22)	21
6	Besonderheiten der Düngung im biologischen Rebbau		21
6.1	Grundsätze		21
6.2	Besonderheiten der Bodenpflege und der Düngung im biologischen Rebbau		22
6.3	Besondere Düngungsempfehlungen		23
7	Düngung und Umwelt		24
	Literatur		24

Grundlagen für die Düngung der Reben

(Ausgabe 2003)

J.-L. SPRING und J.-P. RYSER¹, Eidg. Forschungsanstalt für Pflanzenbau (RAC) Changins, CH-1260 Nyon

J.-J. SCHWARZ, Ingenieurschule Changins, CH-1260 Nyon

P. BASLER und L. BERTSCHINGER, Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau,
CH-8820 Wädenswil

A. HÄSEL², Institut für biologischen Landbau, CH-5070 Frick

@ E-Mail: jean-laurent.spring@rac.admin.ch
Tel. (+41) 21 72 11 560.

¹In Zusammenarbeit mit der Commission romande des fumures, sous-commission viticole: J.-L. Spring, Präsident. Kommissionsmitglieder: S. Cartillier, G. Collaud, B. Duboux, G. Jelmini, A. de Montmollin, M. Pont, J.-P. Rysler, J.-J. Schwarz.

²In Zusammenarbeit mit A. Schmid.

1 Ziele und Grundsätze einer angepassten Düngung

Das Ziel einer angepassten Düngung im Weinbau ist eine ausgeglichene Ernährung der Reben im Hinblick auf ein zügiges Wachstum und eine gute Qualität der Trauben unter gleichzeitiger Schonung der Umwelt. Die Nährstoffversorgung der Rebe hängt jedoch nicht ausschliesslich von der Düngung ab: Bodeneigenschaften, Klima und Kulturmassnahmen spielen eine ebenso wichtige Rolle. Die Bodeneigenschaften des Standorts (Drainage, Gehalt an organischer Substanz, Strukturzustand usw.) und die Kulturmassnahmen (Bodenpflege, Blatt-Frucht Verhältnis, usw.) müssen möglichst optimal aufeinander abgestimmt werden. Nur so ist es möglich, durch die Düngung den Nährstoffgehalt des Bodens auf lange Sicht im Gleichgewicht zu halten ohne Überdüngung oder Verarmung des Bodens. Wichtigstes Ziel der Düngung ist die Erhaltung dieses Nährstoffgleichgewichtes im Boden. Grundsätzlich werden mit der Düngung der Hauptnährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium die von der Parzelle abgeführten Nährstoffe (gemäss Düngernorm) und die in den verholzenden Teilen der Rebe festgelegten Nährstoffe ersetzt. Mit Hilfe einer regelmässig wiederholten Bodenuntersuchung und einer davon abgeleiteten Korrektur der Düngernorm kann ein über- oder unterversorgter Boden wieder in ein Nährstoffgleichgewicht gebracht werden. Dadurch können in Kombination mit einer optimalen Bodenpflege Mangel-

scheinungen oder Antagonismen sowie die Beeinträchtigung der Umwelt vermieden werden.

Stickstoff ist der wichtigste Nährstoff für das vegetative Wachstum der Rebe; seine Verfügbarkeit hängt vor allem von der Art und Menge der organischen Substanz des Bodens und der Bodenpflege ab. Die Düngungsempfehlung für Stickstoff richtet sich prinzipiell nach dem Wuchs der Rebe in einem Konzept, das alle, die Verfügbarkeit dieses Elementes beeinflussenden, Massnahmen berücksichtigt.

1.1 Neuerungen der Ausgabe 2003

Die letzten Richtlinien für die Düngung der Reben wurden 1993 durch die Commission romande des fumures publiziert (*Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **25** (1), 57-64). Die damaligen Düngungsnormen für Phosphor, Kalium und Magnesium basierten auf dem Nährstoffentzug durch die Pflanze (der Entzug durch Schnittholz wurde nicht berücksichtigt, weil Schnittholz in der Parzelle verbleibt). Diese Düngernormen haben sich bewährt und werden in der vorliegenden Ausgabe übernommen.

Wie bisher wird die Düngungsnorm für die Nährstoffe P, K und Mg aufgrund einer Bodenuntersuchung angepasst. Für die Bodenuntersuchung werden weiterhin zwei sich ergänzende Extraktionsmethoden beibehalten: AAE10 (Ammoniumacetat-EDTA) erfasst die stärker gebundenen, sogenannten Reservenährstoffe während mit der Wasserextraktion (H₂O10) die sofort pflanzenverfügbaren Nährstoffe bestimmt werden.

Tabelle 1. Nährstoffaufnahme durch Riesling nach LÖHNERTZ (1988). Nährstoffentzug der Trauben korrigiert auf einen Ertrag von 1,2 kg/m².

Rebenorgane	Nährstoffe in kg/ha Jahr				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Altholz	27	11	21	23	3
Trauben	23	10	50	10	2
Summe Entzug und Festlegung	50	21	71	33	5
Schnittholz	5	2	12	10	1
Blätter	37	7	21	49	4
Gesamte Nährstoffaufnahme	92	30	104	92	10

Tabelle 2. Jährliche Düngungsnorm für Reben¹.

Nährstoff	Kg/ha
N	50 ²
P ₂ O ₅	20
K ₂ O	75
Mg	25

¹Die Normen gelten für einen Ertrag von 1,2 kg/m² und sind aufgrund des Nährstoffgehalts an P, K, und Mg gemäss Bodenuntersuchung zu korrigieren.

²Die Norm für Stickstoff wird aufgrund der Beobachtung der Rebe angepasst (siehe Tab. 17 und 18).

Für die Erstuntersuchung einer Parzelle werden immer beide Extraktionsmethoden empfohlen. Bei übereinstimmenden Resultaten genügt bei den folgenden Untersuchungen die Bestimmung der Reservenährstoffe im AAE10-Extrakt. Im Gegensatz zu früheren Ausgaben werden für Parzellen mit ausgeglichenen Nährstoffverhältnissen die periodischen Kontrollen in zeitlich längeren Intervallen empfohlen.

Weggelassen wird in der vorliegenden Ausgabe die zusätzliche Korrektur der Düngernorm für P, K und Mg aufgrund des durchwurzelten Bodenvolumens und des Gehaltes an organischer Substanz, weil der Weinbauer nicht über die erforderlichen Informationen verfügt und diese Korrektur auf die Höhe der empfohlenen Düngung nur einen geringen Einfluss hat.

Neu basiert die Bemessung der Vorratsdüngung für Kalium auf der Kationenaustauschkapazität. Damit kann der Kaliumbedarf bei Neuanlagen und Remontierungen in nährstoffarmen Böden besser abgeschätzt werden.

Die wichtigste Neuerung dieser Ausgabe betrifft die Stickstoffdüngung: Anstelle der bisherigen Korrektur in Prozenten der Norm tritt ein zweistufiges System. In einem ersten Schritt wird die Stickstoffversorgung der Rebe aufgrund einer visuellen Beurteilung des Stickstoffernährungszustandes abgeschätzt; diese Beurteilung wird dann allenfalls fakultativ anhand objektiver Messwerte ergänzt (Blattanalyse, Blattchlorophyll-Index, Formol-Index des Mostes). Bei einem Nährstoffungleichgewicht wird in einem zweiten Schritt ein Entscheidungsschema angewendet, das nicht nur die Stickstoffdüngung, sondern auch andere stickstoffrelevante Faktoren wie zum Beispiel die Bodenpflege berücksichtigt.

2 Nährstoffbedarf der Rebe

Der Nährstoffbedarf der Reben (Norm) wird so festgelegt, dass auf einem mit Nährstoffen genügend versorgten Boden ein optimales Wachstum möglich ist. Es müssen nicht alle durch die Pflanze aufgenommenen Nährstoffe vollständig ersetzt werden; für P, K und Mg werden aber der Entzug durch die Trauben und die im Rebholz gebundenen Nährstoffe ersetzt. Blätter und Schnittholz verbleiben in der Parzelle und stehen der Rebe nach dem Abbau durch Mikroorganismen wieder zur Verfügung. Verschiedene Autoren haben den Nährstoffentzug der Reben untersucht; dabei feststellbare Unterschiede sind vor allem auf unterschiedliche Erträge zurück zu führen. Die hier vorliegenden Düngungsempfehlungen basieren auf einer umfassenden Studie von Löhnertz (1988) angepasst für einen mittleren Ertrag von 1,2 kg/m² (Tab. 1). Die für P und K festgelegte Norm (Tab. 2) deckt den Nährstoffentzug durch die Ernte und die Festlegung in den verholzenden Teilen recht genau. Die Norm für Magnesium ist dagegen höher als der Nährstoffentzug, um damit der grossen Mobilität dieses Nährstoffes im Boden Rechnung zu tragen.

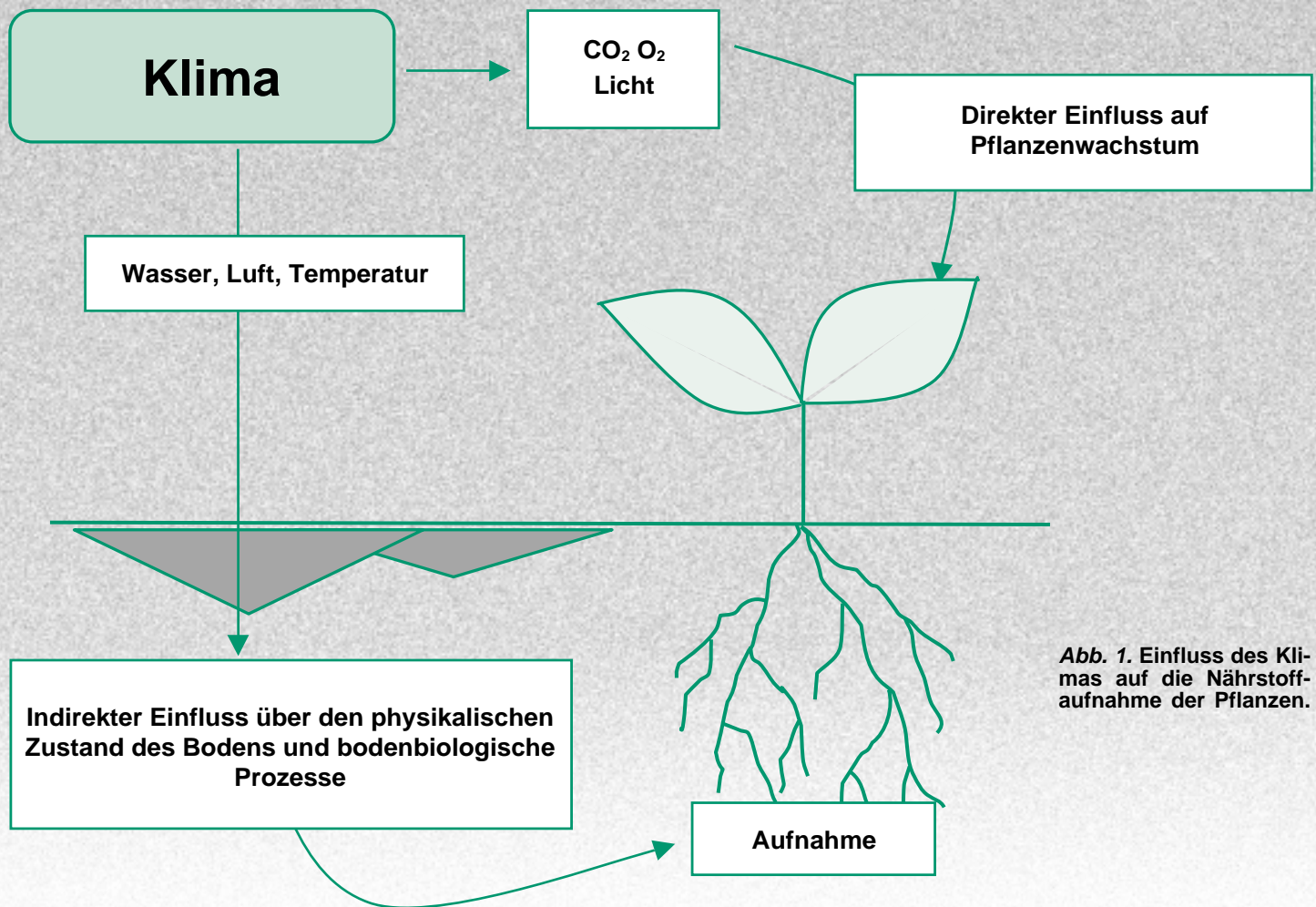


Abb. 1. Einfluss des Klimas auf die Nährstoffaufnahme der Pflanzen.

3 Boden und Nährstoffgleichgewicht der Pflanze

Das Wachstum der Rebe und die Nährstoffdynamik im Boden sind vom Klima des Standortes abhängig; das Klima beeinflusst somit direkt das Nährstoffgleichgewicht der Pflanzen (Abb. 1), das anhand von Blattanalysen beurteilt werden kann. Zwischen dem Nährstoffgehalt im Boden und dem Nährstoffgehalt in der Pflanze besteht nur ein loser Zusammenhang, weil die Verfügbarkeit und Aufnahme der Nährstoffe von den Standortbedingungen und insbesondere dem Klima abhängen. Gute Kenntnisse der Bodeneigenschaften unter verschiedenen Klimabedingungen sind daher für das Verständnis der Pflanzenernährung unabdingbar. Welche Untersuchungsmethoden stehen dafür heute zur Verfügung? Es gibt vier sich ergänzende Möglichkeiten, um die Bodenfruchtbarkeit im weiteren Sinne zu erfassen:

- Visuelle Beurteilung der Pflanze zur Feststellung von Nährstoffungleichgewichten und physiologischen Störungen;
- Pflanzenanalysen im Verlaufe der Vegetationsperiode zur Feststellung visuell nicht erkennbarer Nährstoffstörungen;
- Untersuchungen am Bodenprofil zur Beurteilung der Wurzelentwicklung, der Abfolge der Bodenhorizonte, der Bodenstruktur, der Durchlüftung und der Wasserführung;
- Bodenuntersuchung zur Beurteilung der verfügbaren und/oder gebundenen Nährstoffe im Boden.

3.1. Visuelle Beurteilung der Pflanze

Viele Reaktionen der Pflanze können Veränderungen an den oberirdischen Teilen hervorrufen: Wuchskraft, Entwicklung der Trauben und Blattfarbe können Hinweise geben auf die Funktionsfähigkeit der Wurzeln. Für das Erkennen von Nährstoffungleichgewichten ist die Kenntnis der entsprechenden Symptome sowie deren zeitliche und örtliche Verteilung von Bedeutung. Besondere Witterungsverhältnisse können das Auftreten von Fehl- oder Mangelernährungssymptomen ebenfalls erklären.

3.2. Pflanzenanalysen

Verschiedene analytische Untersuchungsmethoden ergänzen bzw. bestätigen die visuelle Beurteilung der Pflanze.

3.2.1 Blattanalyse und deren Interpretation

Mit Hilfe der Blattanalyse kann die Nährstoffversorgung der Pflanze im Verlaufe der Vegetationsperiode überwacht werden. Die Blattanalyse ist in der Praxis noch wenig verbreitet; sie ergänzt die anderen Untersuchungsmethoden und kann für sich allein nicht für die Erstellung eines Düngerplanes genutzt werden. Meist werden die Nährstoffe N, P, K, Ca und Mg untersucht; Spurenelemente wie Bor, Mangan, Eisen und Zink können zusätzlich analysiert werden.

Tabelle 3. Referenzwerte (in % der Trockenmasse) für die Blattanalyse im Weinbau zu Beginn des Weichwerdens. (Die Angaben stammen aus dem Untersuchungsnetz der französischen Schweiz und dem Tessin während der Jahre 1976 bis 2000.) Für die Beurteilung werden fünf Klassen unterschieden; die Klassen «schwach» und «hoch» sind in der Tabelle nicht aufgeführt und liegen zwischen den angegebenen Klassen).

Sorte	N			P		
	sehr schwach	gut	sehr hoch	sehr schwach	gut	sehr hoch
GUTEDEL	< 1,74	1,93-2,31	> 2,50	< 0,147	0,165-0,203	> 0,221
BLAUBURGUNDER	< 1,93	2,08-2,38	> 2,53	< 0,176	0,195-0,233	> 0,252
GAMAY	< 1,74	1,93-2,31	> 2,50	< 0,178	0,209-0,272	> 0,304
MERLOT	< 1,85	1,98-2,24	> 2,37	< 0,125	0,142-0,176	> 0,193

Im Rebbau erfolgt die Entnahme der Blattproben in der Regel zu Beginn des Farbumschlages der Trauben. Proben können auch ausserhalb dieser Periode untersucht werden; die Interpretation der Ergebnisse ist allerdings schwieriger, wenn keine Referenzwerte für die gleiche Sorte, Unterlage, Entwicklungsstadium und Region zur Verfügung stehen. In der zu untersuchenden Parzelle werden gleichmässig verteilt 25 Blätter (mit den Blattstielen) entnommen. Unabhängig vom Erziehungssystem werden gesunde Blätter ohne jegliche Nekrosen gegenüber der untersten Traube ausgewählt und möglichst bald ins Labor geschickt.

Die Blattanalyse erlaubt es, versteckte Mangelerscheinungen und Nährstoffantagonismen zu erkennen. Je nach Wasserführung des Standortes und Eigenschaften des Bodenprofils kann die Verfügbarkeit der Nährstoffe und deren Aufnahme durch die Wurzel stark variieren.

Die Blattanalyse ergänzt die Beobachtungen am Bodenprofil und die Ergebnisse der Bodenanalyse. Referenzwerte aus der Literatur oder Vergleichsproben aus gesunden Parzellen werden für die Interpretation der Ergebnisse benötigt. Die RAC verfügt seit 1976 über eine Datensammlung für die Sorten Gutedel, Gamay, Blauburgunder und Merlot. Die Referenzwerte finden sich in **Tabelle 3**. Für andere Sorten kann das Labor über allfällig verfügbare Referenzwerte Auskunft geben. Falls dies nicht der Fall ist, kann eine zweite Probe aus einer gesunden Anlage der gleichen Sorte, Unterlage und Region als Referenzwert dienen.

Die Ergebnisse werden als «gut» beurteilt, wenn sie sich im Vergleich zu den Referenzwerten innerhalb der Standardabweichung befinden. Liegen die Ergebnisse um eine oder zwei

Standardabweichungen ausserhalb dieses Bereichs, werden sie als «schwach» oder «sehr schwach», respektive «hoch» oder «sehr hoch» eingestuft.

3.2.2 Blattchlorophyll-Index (N-Tester)

Der Blattchlorophyll-Index wird im Felde mit Hilfe eines tragbaren Geräts gemessen; es wird die Intensität der grünen Blattfarbe bestimmt.

Die Methode erlaubt eine recht zuverlässige Bestimmung der Stickstoffversorgung der Pflanze; dies allerdings nur unter der Voraussetzung, dass die Pflanze keine anderen, verdeckte oder sichtbare Mangelerscheinungen (insbesondere Eisenchlorosen oder Magnesiummangel) aufweist, die die Blattfarbe stark beeinflussen können. Bei kranken, von Schädlingen verfärbten, beschmutzten oder durch Pflanzenbehandlungsmittel verunreinigten, vertrockneten oder durch Sonnenbrand geschädigten Blättern wird die Messung des Blattchlorophyll-Indexes ebenfalls nicht empfohlen.

Die Messung erfolgt am besten zum Zeitpunkt des Farbumschlages an gesunden Blättern in der Traubenzone (mindestens 4 mal 30 Messungen in einer als ausgeglichen beurteilten Parzelle). Die Interpretation für Gutedel, Blauburgunder und Gamay erfolgt nach SPRING und JELMINI (2002) (**Tab. 4**). Von Messungen zu einem früheren Zeitpunkt wird abgeraten.

K			Ca			Mg		
sehr schwach	gut	sehr hoch	sehr schwach	gut	sehr hoch	sehr schwach	gut	sehr hoch
< 1,38	1,56-1,92	> 2,10	< 2,07	2,49-3,33	> 3,75	< 0,154	0,192-0,270	> 0,308
< 1,45	1,59-1,87	> 2,01	< 2,24	2,66-3,51	> 3,94	0,163	0,205-0,287	> 0,329
< 1,05	1,24-1,62	> 1,82	< 3,07	3,42-4,14	> 4,49	< 0,145	0,209-0,337	> 0,401
< 1,95	2,10-2,40	> 2,55	< 1,47	1,64-2,00	> 2,17	< 0,178	0,200-0,244	> 0,266

Tabelle 4. Beurteilung des Chlorophyll-Indexes der Blätter zum Zeitpunkt des Weichwerdens gemessen mit dem N-Tester (voll entwickelte Blätter in der Traubenzone) (SPRING und JELMINI, 2002).

Beurteilung der Stickstoffversorgung	Index N-Tester		
	Gutedel	Blauburgunder	Gamay
Sehr schwach	< 420	< 460	< 380
Schwach	420-460	460-500	380-430
Normal	460-540	500-580	430-530
Hoch	540-570	580-620	530-580
Sehr hoch	> 570	> 620	> 580

3.3 Bodenprofil

Die Verfügbarkeit und Aufnahme der Nährstoffe durch die Pflanze hängen von folgenden Faktoren ab:

- Wasserhaushalt des Bodens
- Durchwurzelungstiefe
- Steinanteil
- Bodenstruktur
- Biologische Bodenaktivität.

Diese Faktoren bestimmen weitgehend die Beziehung Boden – Pflanze. Die Beurteilung des Bodenprofils ist unabdingbar, um Entscheide zu treffen bezüglich:

- Notwendigkeit einer Drainage;
- Bedarf einer Bewässerung;
- Tiefe der Bodenbearbeitung;
- Bodenpflegemassnahmen;
- Wahl der Unterlage;
- Ausbringung der Dünger und Bodenverbesserungsmittel.

Physikalische und chemische Untersuchungen der einzelnen Bodenhorizonte können zudem Aufschluss geben über die Strukturstabilität, die Dynamik der Nährstoffe im Unterboden und deren horizontale und vertikale Verlagerung. Die Beurteilung eines Bodenprofils empfiehlt sich insbesondere bei Wachstumsverzögerungen unbekannter Ursache und bei grösseren Erdbewegungen.

3.4 Bodenuntersuchung

Die Bodenuntersuchung ist Voraussetzung für die Erstellung eines Düngungsplanes und die Schonung der Umwelt; sie wird im Rebbaubereich routinemässig angewendet. Sie besteht aus einer ersten, umfassenden und einmaligen Grunduntersuchung der allgemeinen Bodeneigenschaften und einer periodisch wiederholten Bestimmung der Nährstoffgehalte.

Für ausdauernde Kulturen ist es wichtig, das durchwurzelte Bodenvolumen zu kennen; die Bodenuntersuchung wird daher sowohl im Oberboden wie auch im Unterboden durchgeführt. Die Bodenproben werden in einem in Bezug auf die Bodeneigenschaften und das Wachstum der Reben als homogen beurteilten Bereich der Parzelle entnommen. Für eine repräsentative Bodenprobe werden 12 Einstiche entnommen, die unabhängig von der Parzellengrösse gleichmässig auf die Parzelle zu verteilen sind. Zur Beurteilung der Veränderung des Nährstoffgehalts im Verlaufe der Zeit wird empfohlen, die Einstiche immer am gleichen Ort zu machen. Damit kann vermieden werden, dass die Variabilität der Bodenprobenentnahme die zeitliche Veränderung der Nährstoffgehalte überdeckt. Sind im Rebberg alle Fahrgassen begrünt, werden die Einstiche im Übergang von der Begrünung zur offen gehaltenen Rebreihe entnommen. Ist nur jede zweite Fahrgasse begrünt, wird die Hälfte der Einstiche in der begrünteren Fahrgasse, die andere Hälfte in der offenen Fahrgasse entnommen. Der Oberboden wird in 2 bis 25 cm (die oberste Schicht von 0 bis 2 cm wird entfernt), der Unterboden in 25 bis 50 cm entnommen.

Tabelle 5. Empfohlene Bodenuntersuchungen¹.

	Tiefe der Probenentnahme	Grunduntersuchung						Nährstoffgehalte		
		Organische Substanz	Körnung	KUK	pH	Gesamtkalk	Aktivkalk	«Reserve»-Nährstoffe im AAE10 Extrakt P, K und Mg	Sofort pflanzenverfügbare Nährstoffe im Wasserextrakt P, K und Mg	Heisswasserextrakt Bor
Untersuchungen vor einer Neuanlage oder Remontierung	Oberboden (2-25 cm)	★			★	★		★	★	★
	Unterboden (25-50 cm)	★	★	(★)	★	★	(★)	★	★	(★)
Periodische Kontrolle des Nährstoffgehalts	Oberboden (2-25 cm)	(★)			★			★	(★)	★

¹Die detaillierte Beschreibung der Methoden findet sich in: Referenzmethoden der Eidg. Landwirtschaftlichen Forschungsanstalten (FAL, FAW, RAC) Vol. 1 «Bodenuntersuchungen für die Düngungsberatung», 1996.

Tabelle 6. Beziehung zwischen Bodenart und Körnung.

Bodenart	Tongehalt (Körnung)	Schwellenwerte für die Interpretation der Bodenanalyse
Leicht	< 10%	< 10% (leichte Böden)
Leicht bis mittel	10-15%	10-30% (mittlere Böden)
Mittel	15-25%	
Mittel bis schwer	25-30%	
Schwer	> 30%	> 30% (schwere Böden)

3.4.1 Erstuntersuchung (Tab. 5)

Die erstmalige Bodenuntersuchung wird vor einer Neuanlage, einer Remontierung oder auch als erste Bodenuntersuchung in einer bereits bestehenden Anlage durchgeführt. Die Bodenprobenentnahme erfolgt vor der Bodenbearbeitung, ausser wenn grössere Bodenverschiebungen vorgesehen sind. Es wird eine getrennte Untersuchung des Ober- und Unterbodens mit den beiden Extraktionsmethoden empfohlen.

Die Bestimmung der Kationenumtauschkapazität (KUK) wird insbesondere für saure Böden (pH < 6,5) bei einer allfälligen Aufkalkung sowie für K-arme Böden zur Berechnung einer K-Vorratsdüngung empfohlen.

Die Bestimmung des Aktivkalkes dient der Wahl der Unterlage bei Böden mit einem Gesamtkalkgehalt von über 10%.

3.4.2 Grunduntersuchung (Tab. 5)

Die Grunduntersuchungen werden vor der Neuanlage eines Rebberges durchgeführt; sie sind zu wiederholen nach grösseren Bodenverschiebungen oder bei Wachstumsstörungen unbekannter Ursache.

3.4.2.1 Körnung (Tab. 6)

Die Körnung (Bodentextur: Anteil an Ton, Schluff und Sand) bestimmt die Bodenart; sie beeinflusst:

- Das potentielle Nährstoffangebot;
- Die Dynamik der Nährstoffe im Boden;

- Die Verdichtungsanfälligkeit;
- Die Strukturstabilität;
- Die Wasserführung.

Die Körnung beeinflusst die Interpretation zahlreicher Untersuchungswerte und ist wichtig für das Verständnis vieler Funktionen des Bodens. Die Körnung ändert sich praktisch nicht im Laufe der Zeit; eine einmalige Bestimmung pro Parzelle genügt daher. Die Messung der Körnung kann durch eine Fühlprobe ersetzt werden, auch wenn deren Genauigkeit nicht immer der Messung entspricht. Die Zuordnung von Bodenart und Körnung ist in **Tabelle 6** dargestellt.

3.4.2.2 Organische Substanz («Humus») (Tab. 7)

Die Menge und Beschaffenheit der organischen Substanz haben einen entscheidenden Einfluss auf sehr viele Prozesse im Boden; die Kenntnis über den Gesamtgehalt an organischer Substanz (in Gewichts-Prozenten) ist daher von grosser Bedeutung. Bei korrekter Probenentnahme, das heisst unter Ausschluss frischer, unverrotteter organischer Substanz, entspricht das Ergebnis dem sogenannten «Humusgehalt». Im Rebbau wird der Anteil an organischer Substanz am Oberboden beurteilt je nach Bodenart und pH Wert.

Der Anteil an organischer Substanz verändert sich nur sehr langsam und muss daher nicht zu oft gemessen werden. Die Beurteilung trägt den Besonderheiten des Rebbaus Rechnung und findet sich in **Tabelle 7**.

Tabelle 7. Interpretation des Gehalts an organischer Substanz¹ für Rebbergböden nach Bodenart.

Tongehalt in %	Ungenügend	Mittel	Genügend	Hoch	Erhöht
< 10 (leicht)	< 0,8	0,8-1,1	1,2-1,5	1,6-2,0	> 2,0
10-30 (mittel)	< 1,2	1,2-1,7	1,8-2,3	2,4-3,0	> 3,0
> 30 (schwer)	< 2,0	2,0-2,4	2,5-3,0	3,1-3,5	> 3,5

¹Der Gehalt an organischer Substanz wird aus dem Gehalt an Kohlenstoff (C) berechnet: Org. Substanz = C × 1,725.

Tabelle 8. Interpretation des pH-Wertes (in H₂O).

pH (H ₂ O)	Agronomische Beurteilung
< 5,3	Stark sauer
5,3-5,8	Sauer
5,9-6,7	Schwach sauer
6,8-7,2	Neutral
7,3-7,6	Schwach alkalisch
> 7,6	Alkalisch

Tabelle 9. Interpretation des Gesamtkalkgehaltes.

Gesamtkalkgehalt (% CaCO ₃)	Beurteilung
0	Kalkfrei
1-2	Kalkarm
3-10	Geringer Kalkgehalt
11-25	Mittlerer Kalkgehalt
26-40	Kalkhaltig
> 40	Hoher Kalkgehalt

Die Werte in **Tabelle 7** beziehen sich auf Böden mit einem pH Wert zwischen 5,8 und 8,2. In Böden mit tieferem oder höherem pH ist die biologische Aktivität des Bodens vermindert und dadurch der Abbau der organischen Substanz verzögert, was unter diesen Umständen zu höheren Gehalten an organischer Substanz führen kann.

3.4.2.3 pH (Tab. 8)

Der pH Wert ist ein Mass für den Säure – respektive Basengehalt eines Bodens; er wird im wässrigen Extrakt als Gehalt an Wasserstoffionen in der Bodenlösung gemessen. Im Boden beeinflusst der pH Wert die biologische Aktivität und die Verfügbarkeit der Nährstoffe.

Der pH Wert variiert kaum in kurzer Zeit; seine Messung wird in regelmässigen Abständen empfohlen vor allem für neutrale und saure Böden. Im Düngungsplan ist der pH Wert wichtig für die Wahl der Dünger (insbesondere kalkhaltige Dünger) und der Bodenverbesserungsmittel.

3.4.2.4 Gesamtkalkgehalt (Tab. 9)

Der Gesamtkalkgehalt entspricht den Kalkreserven (CaCO₃). Kalzium (Ca) selbst ist ein essentieller Pflanzennährstoff und spielt bei physikalischen, chemischen und biologischen Bodenprozessen eine wichtige Rolle, insbesondere:

- Ausflockung und Anlagerung von Kolloiden an Ton und organische Substanz;

- Verminderung des Säuregrades des Bodens; wichtig zur Förderung der biologischen Aktivität;
- Bindung der Anionen, insbesondere Phosphat.

Der Boden enthält Kalzium in verschiedenen Formen und Mengen. Ein kalkarmer Boden kann oft den Kalziumbedarf der Kulturen decken. Erst bei sehr kalkarmen Böden kann sich eine Aufkalkung oder eine Verbesserung mit kalkhaltigen Düngern als notwendig erweisen. In diesen Fällen genügt eine Bestimmung des Gesamtkalkgehaltes oft nicht zur Bemessung der Aufkalkung; die Bestimmung der Kationenumtauschkapazität und der Basensättigung wird in diesem Falle empfohlen. Die Interpretation des Gesamtkalkgehaltes erfolgt nach **Tabelle 9**. Im Rebbau kann die Wahl der Unterlage vom Gesamtkalkgehalt abhängen.

3.4.2.5 Aktivkalk

Aktivkalk entspricht dem Gesamtkalkgehalt (CaCO₃) der Bodenfraktionen Schluff und Ton. Die Bezeichnung «Aktivkalk» bezieht sich auf die grössere Reaktionsfähigkeit der feinen Bodenfraktionen im Vergleich zu den grösseren Bodenbestandteilen (gemessen als Gewichtsprozent). Aktivkalk wird im Ammoniumoxalat-Extrakt bestimmt und als Ca²⁺-Ion angegeben, obwohl eigentlich Kalziumoxalat extrahiert wird. In der internationalen Literatur basiert die Wahl der Unterlage teilweise auf dem Gehalt an Aktivkalk. Die Bestimmung des Aktivkalkes wird nur empfohlen für Böden mit einem Gesamtkalkgehalt von über 10%.

Tabelle 10. Interpretation der KUK und der potentiellen Nährstoffreserven.

KUK (mäq pro 100 g Boden)	Beurteilung	Potentielle nährstoffreserven
< 12	Tief	Gering
12-20	Mittel	Mittel
> 20	Hoch	Hoch

Tabelle 11. Interpretation der Basensättigung mit Kalzium und Bezeichnung des Kalkzustandes.

Basensättigung mit Ca (in % der KUK)	Beurteilung	Bezeichnung des Kalkzustandes
< 40	Ungesättigt	Sehr arm
40-49	Wenig gesättigt	Arm
50-59	Mittelmässig gesättigt	Mässig
60-80	Weitgehend gesättigt	Genügend
> 80	Gesättigt	Vorrat

¹Dieses Interpretationsschema steht aktuell in Revision. Da die neue Interpretation noch nicht zur Verfügung steht, raten wir diese Interpretationsschema zu benutzen.

²Diese Tabelle gilt für Böden mit bis zu 5% organischer Substanz. Höhere Gehalte kommen im Rebbau selten vor und sind aufgrund der geringeren scheinbaren Dichte wie folgt zu korrigieren: Böden zwischen 5 bis 8% organischer Substanz: Ergebnisse mit 0,95 multiplizieren; Böden mit mehr als 8% organischer Substanz: Ergebnisse mit 0,9 multiplizieren.

Werte die sich zwischen zwei Kolonnen befinden werden mit dem höheren Korrekturfaktor interpretiert. Beispiel für einen mittleren Boden: 37 mg P/kg = Korrekturfaktor 1,3.

3.4.2.6 Kationenumtauschkapazität (KUK) und Basensättigung (Tab. 10 und 11)

Tonkolloide und die organische Substanz adsorbieren an ihrer negativ geladenen Oberfläche Kationen aus der Bodenlösung. Sinkt die Konzentration der Kationen in der Bodenlösung ab, tauschen die Ton-Humus-Komplexe die Nährstoffe wieder mit der Bodenlösung; die Nährstoffe können dann von den Wurzeln aufgenommen werden. Die an den Ton-Humus-Komplexen adsorbierten Kationen Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ und H^+ werden bei der Bodenuntersuchung durch das Extraktionsmittel (zum Beispiel Barium enthaltend) ausgetauscht, filtriert und analysiert. Die Summe der ausgetauschten Kationen ist ein Mass für das Adsorptionsvermögen eines Bodens an Nährstoffen und wird als Milliäquivalent (KUK in mäq) pro 100 g Boden angegeben.

Die Summe der austauschbaren Kationen ohne das Wasserstoffion H^+ entspricht der Basensättigung (BS). Je geringer die Basensättigung desto grösser ist die Wasserstoffionkonzentration respektive der Säuregrad des Bodens, was bei der Bestimmung des Kalkbedarfes zu berücksichtigen ist. Die Beurteilung der KUK und BS ist in den **Tabellen 10 und 11** (COLLAUD *et al.*, 1990 und RYSER *et al.*, 2001) dargestellt. Die Bestimmung der KUK wird zudem empfohlen für die Bemessung der K-Vorratsdüngung bei kaliarmen Böden.

Tabelle 12. Interpretation der Bodenuntersuchung nach der AAE10 Methode für die «Reservenährstoffe» P, K und Mg für mineralische Böden¹ (< 5% org. Substanz²). Werte in mg pro kg trockenem Boden.

	Korrekturfaktoren der Düngungsnorm						
	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9
	Nährstoffgehalte des Bodens						
	Arm A	Mittel B	Genügend C				
Element	Leichte Böden: weniger als 10% Ton						
P	< 40	40	60	80	85	90	100
K	< 30	30	45	60	70	80	100
Mg	< 50	50	75	100	120	140	160
Element	Mittlere Böden: 10 bis 30% Ton						
P	< 20	20	30	40	45	50	60
K	< 60	60	90	120	130	140	160
Mg	< 75	75	110	150	175	200	225
Element	Schwere Böden: mehr als 30% Ton						
P	< 10	10	15	20	23	25	30
K	< 90	90	135	180	200	220	260
Mg	< 100	100	150	200	230	260	300

3.4.3 Periodische Bodenuntersuchung (Tab. 5)

Für die periodische Bodenuntersuchung werden zwei Extraktionsmethoden verwendet:

- Extraktion mit Ammoniumacetat-EDTA (AAE10) zur Bestimmung der stärker gebundenen Nährstoffe (Reservenährstoffe);
- Wasserextraktion ($\text{H}_2\text{O}10$) zur Bestimmung der aktuell pflanzenverfügbaren Nährstoffe.

Die beiden Methoden ergänzen sich: ein minimales Programm mit der AAE10 Extraktion ist notwendig für die Berechnung des Düngungsplanes; in zahlreichen Fällen wird zusätzlich die Bestimmung der Nährstoffe in der Wasserextraktion empfohlen. Bei einer «genügenden» Nährstoffversorgung ist die periodische Bodenuntersuchung alle zehn Jahre ausreichend. Bei Ungleichgewichten in der Nährstoffversorgung («arm» und «Reserve») wird eine Bodenuntersuchung alle 5 bis 6 Jahre empfohlen. Die Untersuchung des Unterbodens ist bei der Wiederholung der periodischen Bodenuntersuchung nicht erforderlich falls frühere Resultate für die Interpretation zur Verfügung stehen. Stimmen die Resultate der beiden Extraktionsmethoden überein (das heisst: nicht mehr als eine Versorgungsstufe Unterschied), kann bei der folgenden Untersuchung auf die Wasserextraktion verzichtet werden.

Die Messung des Borgehalts im Unterboden wird nach grösseren Bodenverschiebungen empfohlen.

Tabelle 13. Interpretation der Bodenuntersuchung nach der Wasserextraktion für die pflanzenverfügbaren Nährstoffe P, K und Mg für mineralische Böden¹ (< 5% org. Substanz). Werte in mg pro kg trockenem Boden.

0,8	0,0	0,0
Reserve D		Sehr reich E
110	120	≥ 240
110	120	≥ 240
180	200	≥ 400
70	80	≥ 160
180	200	≥ 400
250	300	≥ 600
35	40	≥ 80
280	300	≥ 600
350	400	≥ 800

Element	Korrekturfaktoren der Düngungsnorm									
	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,0	0,0
	Nährstoffgehalte des Bodens									
	Arm A	Mittel B	Genügend C					Reserve D	Sehr reich E	
Element	Leichte Böden, weniger als 10% Ton									
P	< 4	4	6	8	9	10	11	12	13,5	≥ 24
K	< 10	10	15	20	25	30	35	40	45	≥ 80
Mg	< 4	4	6	8	9	11	13	15	16	≥ 30
Element	Mittlere Böden: 10 bis 30% Ton									
P	< 2	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 16
K	< 10	10	15	20	25	30	35	40	45	≥ 80
Mg	< 5	5	7	10	14	18	22	25	28	≥ 50
Element	Schwere Böden: mehr als 30% Ton									
P	< 1	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	≥ 8
K	< 5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	≥ 40
Mg	< 8	8	11,5	15	18	22	26	30	33	≥ 60

¹Diese Tabelle gilt für Böden mit bis zu 5% organischer Substanz. Höhere Gehalte kommen im Rebbaubereich selten vor und sind aufgrund der geringeren scheinbaren Dichte wie folgt zu korrigieren: Böden zwischen 5 bis 8% organischer Substanz: Ergebnisse mit 0,95 multiplizieren; Böden mit mehr als 8% organischer Substanz: Ergebnisse mit 0,9 multiplizieren. Werte die sich zwischen zwei Kolonnen befinden werden mit dem höheren Korrekturfaktor interpretiert. Beispiel für einen mittleren Boden: 3,7 mg P/kg = Korrekturfaktor 1,3.

3.4.4 Besondere Fälle und spezifische Extraktionsmethode

Der Phosphorwert der AAE10 Extraktion ist bei Böden mit einem pH Wert unter 5,0 oder über 7,6 schwierig zu beurteilen. In diesen Fällen soll ausschliesslich die P-Beurteilung des Wasserextraktes herangezogen werden.

Der Magnesiumgehalt in der AAE10 Extraktion steht für Böden mit einem pH Wert bis zu 7,5 in einem guten Verhältnis zum Magnesiumgehalt in der Pflanze. Bei höheren pH Werten löst der AAE10 Extrakt wegen der Auflösung von Karbonaten zu hohe Mg Mengen. In diesem Fall, und besonders wenn die Rebe Mg-Mangelerscheinungen zeigt, ist es angezeigt, die Beurteilung des Mg-Wasserextraktes zu verwenden.

3.4.5 Beurteilung der Nährstoffgehalte Phosphor, Kalium und Magnesium

Die Nährstoffe P, K und Mg werden für jede Bodenart in 5 Nährstoffversorgungsstufen eingeteilt (**Tab. 12 und 13**).

3.4.5.1 Beurteilung der Ergebnisse

Jeder Wert wird zuerst individuell gemäss **Tabellen 12 und 13** beurteilt; daraus wird für beide Extraktionsmethoden ein entsprechender Korrekturfaktor abgeleitet. Die **Tabellen 12 und 13** sind gültig für Böden mit einem Gehalt an organischer Substanz bis zu 5%. Böden mit einem höheren Gehalt

an organischer Substanz haben eine geringere Dichte (Gewicht pro Bodenvolumen); eine Korrektur ist daher notwendig (siehe Fussnote der **Tabellen 12 und 13**).

3.4.5.2 Beziehung Oberboden-Unterboden

In den ausdauernden Kulturen ist die Durchwurzelung auch tieferer Bodenschichten der Grund dafür, dass auch der Unterboden in die Bodenuntersuchung mit einbezogen wird. Für die Berechnung der Düngung wird der Durchschnitt der beiden Korrekturfaktoren verwendet. Bei einer Wiederholung der periodischen Untersuchung kann auf die Untersuchung des Unterbodens verzichtet werden, wobei dann der Wert des Unterbodens der vorhergehenden Untersuchung verwendet wird.

Berechnungsbeispiel für Kalium (Boden mit 14% Ton)

1. Berechnung des Mittelwertes des Korrekturfaktors aus dem Oberboden und dem Unterboden (K in mg/kg Boden Trockensubstanz)

	K Reserve (AAE10)	K verfügbar (H ₂ O10)
Ergebnis Oberboden	218	23
Ergebnis Unterboden	91	6,5
Korrekturfaktor Oberboden	0	1,2
Korrekturfaktor Unterboden	1,3	1,5
Korrekturfaktor Mittelwert	0,65	1,35

Tabelle 14. Interpretation des Borgehalts des Bodens.

ppm B	Beurteilung
< 0,6	Arm
0,6-1,5	Mässig
1,6-2,0	Genügend
> 2,0	Vorrat (Toxizität)

3.4.5.3 Gewichtung der mit Reserve- und Wasserextrakt ermittelten Korrekturfaktoren

Für die ausdauernden Kulturen wird der Korrekturfaktor AAE10 gegenüber dem Korrekturfaktor des Wasserextraktes doppelt gewichtet gemäss der Formel:

$$\text{Kombinierter Faktor} = \frac{(2 \times \text{Faktor Reserve} + 1 \times \text{Faktor verfügbar})}{3}$$

2. Berechnungsbeispiel nach Kapitel 3.4.5.2:

$$\frac{(2 \times 0,65) + (1 \times 1,35)}{3} = 0,88$$

Die K-Düngung errechnet sich wie folgt:
75 kg K₂O/ha (Norm) × 0,88 = 66 kg K₂O/ha.

3.4.6 Bor (Tab. 14)

Anhand einer Bodenanalyse kann der Borgehalt gemessen und so einem Mangel oder Überschuss begegnet werden. Bewässerte, sandige oder sehr saure, respektive sehr alkalische Böden neigen wegen Auswaschung, respektive Festlegung zu Bormangel. Viele der im Rebbau verwendeten Mehrnährstoffdünger enthalten Bor; beim Verzicht auf die

Düngung mit borhaltigen Düngern erhöht sich die Gefahr von Bor-Mangelscheinungen. Eine periodische Bodenuntersuchung ist daher gerechtfertigt, insbesondere bei Neuanlagen auf Parzellen, die vorher als Weide benutzt wurden.

4 Düngung

4.1 Vorratsdüngung bei Neuanlagen

Weil die meisten Böden im Rebbau genügend Nährstoffe aufweisen, stellt die Vorratsdüngung eine Ausnahme dar und wird nur bei Böden mit der Nährstoffversorgungsstufe «arm» (im AAE10 und Wasserextrakt) empfohlen. Die dabei verwendeten Düngermengen, die breitflächig ausgestreut und danach in den Boden eingearbeitet werden, sind bedeutend. Eine derartige, vor einer Neuanlage durchgeführte Vorratsdüngung belastet die Umwelt weniger als eine sehr hohe, auf die bepflanzte Bodenoberfläche ausgebrachte Düngung, die bei Mangelscheinungen notwendig werden kann. Das Vorgehen ist je nach Nährstoff unterschiedlich:

Phosphor

Bei Böden im Bereich «arm» wird 200 kg P₂O₅/ha für leichte Böden (< 10% Ton) und 300 kg P₂O₅/ha für schwere Böden (> 30% Ton) empfohlen.

Kalium

Die K-Vorratsdüngung hängt von der Umtauschkapazität (KUK) des Bodens ab. Die K-Reserven werden dabei bis zu einem Referenzwert aufgefüllt, der bei einem genügend versorgten Boden 2 bis 4% der KUK beträgt. Diese Berechnungsart hat den Vorteil, dass die K-Düngung an die Adsorptionskapazität des Bodens angepasst wird.

Die Berechnung folgt der Formel:

$$X = \text{KUK} \cdot (t - y) \cdot p \cdot d \cdot a$$

wobei:

X = Düngung in kg/ha

KUK = Austauschkapazität in mÄq pro 100 g Boden

t = Referenzwert in % in Bezug auf die KUK des Kations; für K: t = 3

y = Anteil des Kations in % in Bezug auf die KUK

p = Einarbeitungstiefe der Düngung in m; im allgemeinen: 0,5 m

d = Scheinbare Dichte des Bodens; im allgemeinen: 1,3

a = Äquivalenzgewicht; für K₂O: a = [(39 × 2) + 16] / 2 = 47

Berechnungsbeispiel für einen Boden mit einer KUK von 12,9 und 0,5% K⁺:

$$X = 12,9 \cdot (3 - 0,5) \cdot 0,5 \cdot 1,3 \cdot 47 = 985 \text{ kg de K}_2\text{O/ha.}$$

Wie bereits oben erwähnt, ist es zwingend, den Dünger breitflächig zu streuen und in 40 bis 60 cm Tiefe gleichmässig einzuarbeiten. Bei einer geringeren Einarbeitungstiefe wird der p-Wert und damit die Ausbringungsmenge entsprechend korrigiert. Um Verbrennungen vorzubeugen, wird die Verwendung von Kaliumsulfat empfohlen.

Magnesium, Stickstoff

Diese beiden Nährstoffe sind im Boden leicht auswaschbar und werden daher nicht in die Vorratsdüngung einbezogen.

Bor

Falls die vorhergehende Kultur einen Bormangel aufwies oder die Bodenanalyse Bormangel nachweist, wird 2 bis 3 kg B /ha auf die Bodenoberfläche (ohne Einarbeitung) gestreut.

Organische Substanz

Grosse Mengen an wenig verrottetem und schlecht belüftetem organischen Material können beim Einarbeiten in den Boden verfaulen statt verrotten und schädliche Auswirkungen auf die Wurzeln haben. Wenn eine Erhöhung des Gehaltes an organischem Material unerlässlich erscheint, wird Mist oder Kompost ein oder zwei Jahre vor der Neuanlage oder aber erst im zweiten Jahr ausgebracht.

Tabelle 15. Menge (dt/ha) und Art der Kalkdüngung im Rebbau.

Basensättigung (%)	Kationenumtauschkapazität KUK (mäq/100 g Boden)		
	< 12	12-20	> 20
> 60	0 ¹	0 ¹	0 ¹
50-60	15	20	30
40-49	20	30	35
< 40	30	35	40
Art des Kalkdüngers	Dolomitkalk grob 30% CaO und 21% MgO	Dolomitkalk fein (gleiche Zusammensetzung) oder grober Düngkalk 45% CaO	Feiner Düngkalk: 45% CaO oder Löschkalk 50-70% CaO

¹In diesen Fällen ist keine Aufkalkung notwendig; Unterhaltsdüngung mit Kalk aber empfohlen.

Tabelle 16. Empfehlung der Kalkdüngung aufgrund des pH-Wertes und dem Tongehalt.

pH (H ₂ O) des Bodens	Empfohlene Kalkgabe (CaO in dt/ha)		
	Weniger als 10% Ton	10 bis 30% Ton	Mehr als 30% Ton
< 5	20	30	35
5,0-5,5	15	25	30
5,6-6,2	10	20	25
> 6,2	0	0	0

4.2 Aufkalkung (Tab. 15 und 16)

Die Auswaschung von Kalk ist ein natürlicher und dauernder Vorgang. In Böden mit einem hohen Kalkgehalt ist dieser Prozess im Verlaufe von Jahrzehnten kaum merklich; in kalkarmen oder kalkfreien Böden muss der Verminderung des Kalkgehalts jedoch Aufmerksamkeit geschenkt werden. Bei pH Werten unter 5,9 wird eine Aufkalkung empfohlen; liegt der pH Wert zwischen 5,9 und 6,5, kann eine Aufkalkung in Frage kommen, meist genügt aber die Verwendung eines Kalkdüngers im Rahmen der jährlichen Düngung. Die Verwendung kalkhaltiger Dünger wird empfohlen bei pH Werten zwischen 6,5 und 7,0. Ein pH Wert von mindestens 7,0 ist in Rebbauböden auch nicht anzustreben; viele gute Rebbauböden erreichen diesen pH Wert nicht.

Ist eine Aufkalkung angezeigt, wird neben dem pH Wert auch die Kationenumtauschkapazität (KUK) und die Basensättigung (BS) bestimmt. Die Messungen erlauben eine genaue Dosierung der notwendigen Aufkalkung (ausgedrückt als CaO) gemäss **Tabelle 15**. Ausserdem sind die folgenden Faktoren zu berücksichtigen:

Körnung des Bodens

In leichten, gut drainierenden Böden wird grob gemahlener Kalk oder Dolomit empfohlen. Fein gemahlener, gebrannter und gelöschter Kalk kann in schweren Böden angewendet werden, wobei der Verbrennungsgefahr unbedingt Rechnung getragen werden muss.

Niederschlagsverteilung

Niederschlagswasser, das aus dem Bodenprofil ausgewaschen wird, verursacht auch die Auswaschung des Kalkes. In Reblagen mit Jahresniederschlägen über 1000 mm werden grob gemahlene Kalkdünger bevorzugt, weil diese der Auswaschung weniger unterliegen als feine.

Organische Substanz

Auf Böden mit hohem Gehalt an organischer Substanz können gebrannte Kalkdünger eingesetzt werden, was bei Böden mit wenig organischer Substanz zu vermeiden ist, weil gebrannte Kalkdünger die Mineralisierung der organischen Substanz fördern.

Remontierungen

Bei einer Remontierung ist die Aufkalkung auch in tieferen Bodenschichten möglich. Hohe Kalkmengen können dabei notwendig werden, wobei grobe Ausmahlungsformen auch hier bevorzugt werden. Eine Einarbeitung in mindestens 30 bis 40 cm Tiefe ist zu beachten.

Aufkalkung bei bestehenden Kulturen

Wenn immer möglich sollte die Aufkalkung während der Remontierung vorgenommen werden, um Nährstoffungleichgewichte bei bestehenden Kulturen in den obersten Zentimetern

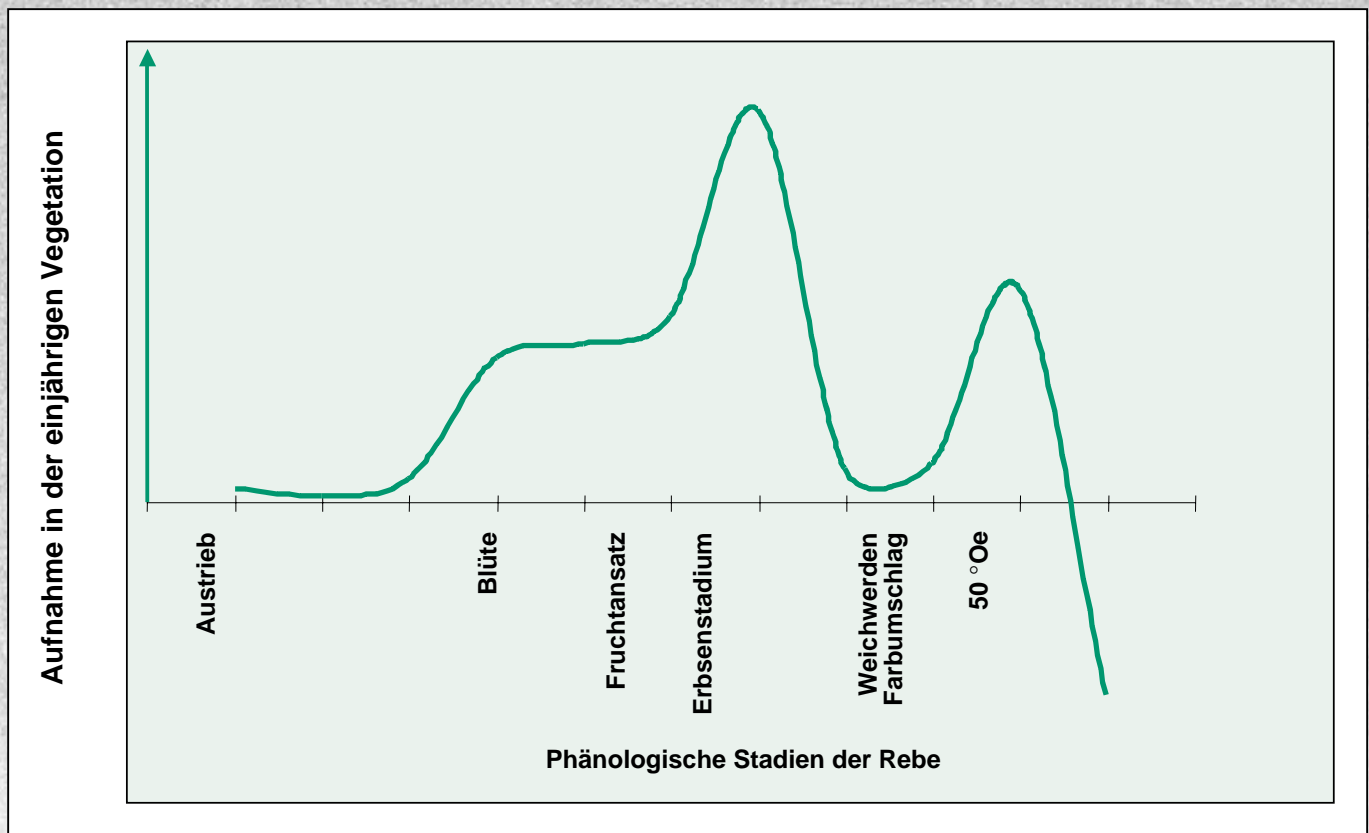


Abb. 2. Intensität der Stickstoffaufnahme der Rebe im Verlaufe der Vegetationsperiode. Nach LÖHNERTZ (1988).

des Bodens zu vermeiden. Wenn dennoch eine höhere Kalkgabe unverzichtbar ist, soll sich diese auf höchstens 20 dt CaO/ha mit grober Ausmahlung beschränken, auf zwei bis vier Jahre verteilen und in den Boden eingearbeitet werden.

Aufkalkung nach pH Wert

Die Aufkalkung kann auch nur unter Berücksichtigung des pH Wertes erfolgen, obwohl dieses Vorgehen weniger genau, dafür aber einfacher ist (Tab. 16). Die Wahl der Düngerform ist die gleiche wie oben beschrieben.

4.3 Jährliche Unterhaltsdüngung

4.3.1 Phosphor, Kalium und Magnesium

Die Düngungsnorm für jeden Nährstoff entspricht der jährlich zu verabreichenden Düngermenge auf Böden mit einem «genügenden» Nährstoffgehalt. Diese Norm (Tab. 2) beruht auf dem Nährstoffentzug der Rebe unter der Annahme, dass das Schnittholz in der Anlage verbleibt. Die Norm kann aufgrund der Bodenuntersuchung (Tab. 12 und 13) zwischen minus 100% und plus 50% korrigiert werden. Ziel auf lange Frist ist die Erreichung einer «genügenden» Nährstoffversorgung (siehe Kapitel 3.4.5).

Wenn die zu verabreichenden Mengen klein sind oder in organischer Form verabreicht werden, ist es möglich, Phosphor in einer einmaligen Gabe für 4 bis 6 Jahre auszustreuen. Um oberflächlichen Austrag zu vermindern, sollten grössere Düngermengen in mineralischer Form oberflächlich eingearbeitet werden.

Bei Böden mit K-Gehalten in der Versorgungsklasse «sehr reich» und «Reserve» wird auf eine K-Düngung verzichtet. Dagegen soll auf eine Mg-Düngung unterhalb der Norm wegen der Gefahr von Mangelercheinungen und K/Mg Antagonismus nicht verzichtet werden, selbst wenn der Boden gemäss Bodenanalyse mit Mg angereichert ist.

4.3.2 Stickstoff

Stickstoff beeinflusst das Triebwachstum und die Blattfarbe stark. Stickstoffüberschuss führt zu einem übermässigen Wuchs, höherer Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Stielähme und kann die Qualität der Trauben mindern. Stickstoffmangel reduziert die Wuchskraft, den Ertrag und die Anfälligkeit gegenüber Krankheiten; die Qualität kann ebenfalls beeinträchtigt werden (MAIGRE *et al.*, 1995).

Der Stickstoffbedarf der Rebe ist verhältnismässig gering und beschränkt sich auf eine kurze Zeit der Vegetationsperiode, wie aus **Abbildung 2** für die Sorte Riesling (LÖHNERTZ, 1988) ersichtlich ist. Vom Austrieb bis zum 5. bis 6. Blattstadium wird Stickstoff hauptsächlich aus den Reservieren im alten Holz und den Wurzeln in die neu sich bildenden Organe verlagert. Die hauptsächliche Aufnahmeperiode für Stickstoff aus dem Boden dauert nur etwa zwei Monate beginnend

Tabelle 17. Beurteilung der Stickstoffernährung im Jahresverlauf.

	KRITERIEN		BEURTEILUNG		
			Überschuss	Gleichgewicht	Mangel
BASISKRITERIEN BEOBACHTUNG DER PFLANZE	Wuchs	– Grösse der Schosse und Blätter – Länge der Internodien	Gross	Mittel	Klein
	Blattfarbe	Blattfarbe ¹ (beim Weichwerden) Chlorophyll-Index ² der Blätter (N-Tester) für Gutedel, Blauburgunder und Gamay beim Weichwerden	Dunkelgrün Gutedel Index N-tester > 540 Blauburgunder Index N-tester > 580 Gamay Index N-tester > 530	Grün «normal» Gutedel Index N-tester 460-540 Blauburgunder Index N-tester 500-580 Gamay Index N-tester 430-530	Hellgrün Gutedel Index N-tester < 460 Blauburgunder Index N-tester < 500 Gamay Index N-tester < 430
	Anfälligkeit gegenüber	– Fäulnis – Verrieseln (wegen zu starkem Wuchs) – Stiellähme	Erhöht	Gering	Sehr gering
ERGÄNZENDE KRITERIEN ANALYTISCHE WERTE	Stickstoffgehalt (Blattanalyse) beim Weichwerden		Erhöht Stark erhöht	Normal	Schwach Sehr schwach
	Formol-Index des Mostes ³ (nur für Gutedel)		Kein Wert definiert	≥ 14	< 10 starker Mangel > 10 < 14 mässiger Mangel

Die Beurteilung stützt sich auf drei Beobachtungen, die bei Bedarf durch analytische Werte ergänzt werden können.

¹Siehe Stickstoff-Mangel und -Überschuss – Symptome in Kapitel 5 «Nährstoffstörungen und physiologische Störungen».

²Der Blattchlorophyll-Index misst die Intensität des Blattgrüns; siehe Kapitel 3.2.2.

³Der Formol-Index ist ein Mass für den, den Hefen verfügbaren Stickstoffgehalt des Mostes (AERNY, 1996; LORENZINI, 1996).

mit der Blüte, einem Maximum um den Fruchtsatz und endet mit dem Stadium der Erbsengrösse der Beeren. Ein zweites Absorptionsmaximum wird nach Beginn des Farbumschlages bis Anfang der Reifephase erreicht. Vor dem Blattfall am Ende der Vegetationsperiode verlagert sich ein Teil des aufgenommenen Stickstoffs dann wieder zurück in die verholzenden Speicherorgane.

Die Stickstoffversorgung der Rebe ist eine kompliziertes Beziehungsgefüge zwischen Boden, Klima, Pflanze und Kulturmassnahmen (Bodenpflege, Bewässerung, Düngung). Jede Veränderung der Stickstoffdüngung oder der Bodenpflege muss die Auswirkungen auf die Stickstoffversorgung der Rebe berücksichtigen. Die Beurteilung der Stickstoffversorgung (Tab. 17) beruht auf der Beobachtung der Rebe, allenfalls ergänzt durch zusätzliche Untersuchungen wie die Blattanalyse oder den Formol-Index.

Wenn die Beurteilung eine «normale» Situation ergibt, soll die Düngung und Bodenpflege der Vorjahre fortgesetzt werden.

Wegen des starken Einflusses des Klimas auf die Stickstoffversorgung der Rebe, ist es angezeigt, die Beurteilung von zwei oder drei Jahren zu berücksichtigen. Das folgende Beispiel zeigt die Beurteilung der Stickstoffversorgung für eine Parzelle mit Gutedel.

Beurteilung

Zwei Kriterien (Wuchs und Blattfarbe) deuten auf eine übermässige Stickstoffversorgung hin. Der Formol-Index liegt über dem kritischen Wert von 14 und bestätigt damit eine übermässige Versorgung mit Stickstoff.

Kriterium	Beobachtung
Wuchs	Stark
Blattfarbe	Dunkelgrün (N-Tester Index: 580)
Anfälligkeit für Fäulnis und Stiellähme	Schwach
Blattanalyse	Nicht durchgeführt
Formol-Index des Mostes	18

Tabelle 18. Beurteilung der Stickstoffernährung und Massnahmen im Folgejahr.

KRITERIEN	Ursache und Massnahmen	
	ÜBERSCHUSS	MANGEL
Stickstoffdüngung (N)	<i>Übermässige Stickstoffdüngung:</i> – Stickstoffdüngung vermindern	<i>Ungenügende Stickstoffdüngung:</i> – Stickstoffdüngung erhöhen – bei begrüntem Rebberg: Stickstoffdüngung auf den nicht begrüntem Unterstockbereich konzentrieren
Bodenpflege	– Rebberg ganz oder teilweise einsäen, sofern es der Boden, das Klima und die Erziehungsform zulassen	– Konkurrenz durch die Begrünung überprüfen (Anteil der eingesäten Fläche, Art der Begrünung...)¹
Organische Substanz	<i>Bei zu hohem Gehalt:</i> – Keine Zufuhr organischer Substanz; Bodenpflege überprüfen	<i>Bei ungenügendem Gehalt:</i> – Zufuhr organischer Substanz
Wasserhaushalt	<i>Zuviel Wasser:</i> – Bewässerung überprüfen	<i>Wassermangel:</i> – Bewässerung und Bodenpflege überprüfen
Wahl der Unterlage	– Bei der Remontierung eine schwächere Unterlage wählen	– Bei der Remontierung eine stärkere Unterlage wählen
Blatt/Frucht Verhältnis	<i>Blatt/Frucht Verhältnis hoch:</i> – Das Verhältnis ins Gleichgewicht bringen	<i>Blatt/Frucht Verhältnis tief:</i> – Das Verhältnis ins Gleichgewicht bringen
Bodenstrukturprobleme		– Bodenstruktur verbessern durch Drainage und Verhinderung der Bodenverdichtung, um eine tiefere Durchwurzelung des Bodens zu gewährleisten

¹PERRET *et al.*, 1989; SPRING, 1999; SPRING, 2001; SPRING, 2002.

Bei einer ausgeglichener Stickstoffversorgung: keine Änderungen gegenüber den Vorjahren

Im Falle eines Nährstoffgleichgewichts (Mangel oder Überschuss) kann anhand der **Tabelle 18** den Ursachen nachgegangen und Abhilfemassnahmen gefunden werden.

Die jährlich empfohlene Stickstoffdüngung liegt zwischen 0 und 50 kg N/ha, die nur in ganz aussergewöhnlichen Fällen überschritten werden sollte. Wenn die Rebe auf eine Änderung der Stickstoffdüngung in diesem empfohlenen Bereich nicht angemessen reagiert, sollten andere Kulturmassnahmen oder bei einer Neuanlage die Unterlage und Sorte überprüft werden.

4.3.2.1 Ausbringungszeitpunkt der Stickstoffdüngung

Wegen der Gefahr der Auswaschung, ist es nicht sinnvoll, Stickstoff zu früh auszubringen. Zu späte Stickstoffgaben sollen andererseits ebenfalls vermieden werden, weil dadurch die Holzreife verzögert, die Anfälligkeit gegenüber Krankheiten (Botrytis) und physiologischen Störungen (Stiellähme) erhöht werden.

Unter normalen Umständen soll die Stickstoffdüngung in Form von Ammonsalpeter im 3 bis 5 Blattstadium kurz vor dem grössten Bedarf (**Abb. 2**) ausgebracht werden.

Der Ausbringungszeitpunkt kann leicht verändert werden aufgrund der folgenden Faktoren:

- Die Stickstoffdüngung soll verzögert werden in späten Lagen, kalten und nassen Jahren, auf sehr durchlässigem Boden und bei der Düngung in Form von Nitraten (zum Beispiel Kalziumnitrat).

- Frühe Stickstoffdüngung wird empfohlen in frühen Lagen, bei trockener Witterung, in wenig durchlässigem Boden und bei der ausschliesslichen Düngung von Ammonium (zum Beispiel Ammoniumsulfat) oder Harnstoff.

Eine Aufteilung der Stickstoffdüngung in mehrere Einzelgaben kann die Wirkung erhöhen und die Belastung der Umwelt mindern. In begrüntem Rebberg konnte die Beschränkung der Stickstoffdüngung auf die Rebreihe die Effizienz der Stickstoffdüngung steigern (SPRING, 2003); dadurch konnte die Gesamtmenge an ausgebrachtem Stickstoff ohne Einbusse vermindert werden. Organische Stickstoffdünger können bereits im Herbst ausgebracht werden.

4.4 Bor

Bor ist für die Rebenentwicklung und insbesondere für die Befruchtung von Bedeutung. Mangel wie Überschuss können das Wachstum beeinträchtigen. Durch die Verwendung von Bordüngern oder von borhaltigen Mehrnährstoffdüngern kann einem Mangel leicht begegnet werden.

Bordüngung

Arme Böden: Korrekturdüngung von je 2 kg B/ha in den ersten beiden Jahren, danach für drei Jahre je 1 kg B/ha; neue Bodenuntersuchung nach 5 Jahren.

Genügend versorgte Böden: Unterhaltsdüngung von 1 kg B/ha und Jahr.

Angereicherte Böden: keine Bordüngung bis zur nächsten Bodenuntersuchung ausser in leichtem, kalkhaltigem oder

Tabelle 19. Eigenschaften verschiedener Nährstoffformen und Dünger.

Element	FORM	EIGENSCHAFTEN
STICKSTOFF	Nitrat	schnelle Wirkung Auswaschungsgefahr erhöht
	Ammonium	Wirkung verzögert und anhaltend Verflüchtigungsgefahr erhöht
	Ammonsalpeter	Teils schnelle, teils verzögerte Wirkung
	Harnstoff	Wirkung verzögert und anhaltend Verflüchtigungsgefahr erhöht
	Organischer Stickstoff	Langsame bis sehr langsame und unsichere Wirkung; unkontrollierte Mineralisierung durch Mikroorganismen; Gefahr der Mineralisierung zu Unzeiten mit nachfolgender Nitratauswaschung
PHOSPHAT	Wasserlöslich (z.B. Superphosphat)	Rasche Wirkung in allen Böden Schwach bodenversauernd
	Ammoncitratlöslich (z.B. Renania-Phosphat)	Teils rasche, teils langsame Wirkung
	Zitronensäurelöslich (z.B. Thomasmehl, Thomaskalk, Knochenmehl)	Langsame Wirkung Leichte Kalkwirkung Wirkt pH-erhaltend in schwach sauren Böden
	Rohphosphat (z.B. Hyperphosphat)	Sehr langsam wirkend
KALI	Kaliumchlorid (z.B. Kalisalze)	Wasserlöslich, schnelle Wirkung Auswaschungsgefahr in sandigen Böden Enthält 40-50% Chlor
	Kaliumsulfat (z.B. Kalisulfat, Kalimagnesia, Patentkali)	Wasserlöslich, schnelle Wirkung Schwach bodenversauernd Enthält 10-20% Schwefel
	Kaliumnitrat	Wasserlöslich, schnelle Wirkung
MAGNESIUM	Magnesiumsulfat (z.B. Kieserit, Bittersalz)	Wasserlöslich, schnelle Wirkung Auswaschungsgefahr in leichten Böden
	Magnesiumkarbonat	Schwach löslich, langsame und anhaltende Wirkung Geringe Auswaschungsgefahr
	Magnesiumoxid	Verzögerte und anhaltende Wirkung

bewässertem Boden, wobei in diesen Fällen in den ersten beiden Jahren auf eine Bordüngung zu verzichten ist. In den folgenden Jahren wird eine Unterhaltsdüngung von 1 kg B/ha und Jahr empfohlen und nach 5 Jahren sollte eine neue Bodenuntersuchung vorgenommen werden.

Um Bortüberdosierungen zu vermeiden ist auf eine gleichmässige Verteilung auf der ganzen Fläche und die strikte Einhaltung der Mengen zu achten. In Böden mit Borüberschüssen kann Bor dem Boden durch den Anbau von borbedürftigen Pflanzen, insbesondere Kreuziferen, entzogen werden.

4.5 Düngung von Jungreben

Bei einer «genügenden» Nährstoffversorgung kann in den ersten beiden Jahren auf die Düngung von P, K und Mg ganz verzichtet werden; die jährliche Erhaltungsdüngung erfolgt ab dem dritten Laub. Die Stickstoffdüngung ist der Entwicklung der Rebe anzupassen.

4.6 Wahl der mineralischen Dünger

Für die richtige Wahl der Dünger (Tab. 19 und 20) muss den besonderen Ansprüchen der Pflanze Rechnung getragen werden. Bei den Stickstoffdüngern ist die Verfügbarkeit, bei den Phosphatdüngern der pH Wert des Bodens, bei den Kaliumdüngern die Begleitung (Phytotoxizität von Chlor) zu berücksichtigen.

4.7 Organische Bodenverbesserungsmittel (Tab. 21)

Viele physikalische, chemische und biologische Bodeneigenschaften werden direkt von der organischen Substanz des Bodens beeinflusst. Je nach klimatischen Verhältnissen und Bodentyp wird pro Jahr 1 bis 2% der organischen Substanz mineralisiert, was etwa 1000 bis 1500 kg organischer Substanz pro ha entspricht, die jährlich ersetzt werden müssen (HÉNIN *et al.*, 1969). Das Schnittholz, das im Rebberg verbleibt, ersetzt je nach Pflanzdichte und Erziehungssystem etwa 300 bis 600 kg organische Substanz – und genügt somit nicht vollständig zur Kompensation der Mineralisierungsverluste. Die Einsaat der Fahrgassen ergibt je nach Breite, Zusammensetzung und Pflege der Einsaat zwischen 300 und 800 kg organische Substanz pro ha (HÉBERT *in*: SOLTNER, 1974). Fehlt die Einsaat oder das Schnittholz in einer Anlage, muss mit einer langsamen aber stetigen Verminderung des Gehaltes an organischer Substanz gerechnet werden. Die im Rebbau üblichen organischen Bodenverbesserungsmittel haben eine unterschiedliche humuserhaltende Wirkung; je nach Zusammensetzung und dem Zersetzungsgrad des Bodenverbesserungsmittels ist der Beitrag zur Humusbildung und -erhaltung (Humuskoeffizient) sehr verschieden.

Im allgemeinen enthalten die organischen Bodenverbesserungsmittel im Vergleich zum geringen Bedarf der Rebe zu viele Nährstoffe. Diesem Umstand muss bei der Wahl der Bodenverbesserungsmittel Rechnung getragen werden, indem relativ nährstoffarme Materialien bevorzugt werden. Die Anrechnung der Nährstoffe in den Bodenverbesserungs-

EMPFEHLUNGEN
Menge und Zeitpunkt der Düngung dem Bedarf anpassen
Bei längeren regenfreien Perioden oberflächlich einarbeiten
Bei längeren regenfreien Perioden oberflächlich einarbeiten
In neutralen und alkalischen Böden oberflächlich einarbeiten
Verzicht auf höhere einmalige Gaben Regelmässige reduzierte Gaben
Regelmässiger Einsatz in neutralen und alkalischen Böden Gelegentlicher Einsatz in sauren Böden
Einsatz bei schlechter P-Versorgung des Bodens bis pH-Wert 6,6; in gut versorgten Böden bis pH-Wert 7,5
Einsatz bei schlechter P-Versorgung des Bodens bis pH-Wert 6,2; in gut versorgten Böden bis pH-Wert 7,5
Einsatz bei schlechter P-Versorgung des Bodens bis pH-Wert 5,9; in gut versorgten Böden bis pH-Wert 6,5
Einzelgabe auf 300 kg K ₂ O/ha beschränken In sehr sandigen Böden im Frühjahr ausbringen
Für die Vorrats- und Grunddüngung im Frühjahr, insbesondere bei hohen Gaben und während der Vegetationsperiode
Geeignet für die Blattdüngung
Einsatz bei akutem Magnesiumbedarf (Blattdüngung mit Bittersalz, Bodendüngung mit Magnesiumsulfat) Auf leichteren Böden im Frühjahr ausbringen
Einsatz zur Behebung von leichterem Mangel in sauren Böden Erhaltungsdüngung in neutralen, schwach sauren und sauren Böden
Einsatz zur Erhaltungsdüngung in allen Bodenarten

Tabelle 20. Einfluss der Dünger auf pH-Wert des Bodens.

pH-senkend, versauernde Wirkung	pH-erhaltend oder erhöhend, alkalische Wirkung
Sulfatdünger	Kalkstickstoff
Ammoniumdünger	Hyperphosphat
Harnstoff	Kalkdünger
Superphosphat, Triplesuperphosphat	

Tabelle 21. Zusammensetzung der wichtigsten organischen Materialien für den Rebbau.

Material	Empfohlene Menge (t/ha) min.-max.	Werte in kg/t Frischgewicht								
		Trocken-substanz	Orga-nische Substanz	Kohlen-stoff (C)	N total	N verfü-gbar	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Stapelmist Rind ¹	20-40	190	150	75	4,9	1,5	3,2	6,6	3,7	0,8
Laufstallmist Rind ¹	20-40	210	175	90	5,3	1,9	2,2	10,8	2,7	0,7
Stroh Weizen Herbst ²	2-10	860	800	80	5,0	–	2,0	11,0	3,0	0,8
Schilfstroh	10-20	850	800	80	6,0	–	0,7	3,4	3,9	0,6
Tresterkompost ¹	20-50	330	300	120	7,9	2,0	2,6	7,9	2,4	0,5
Trester frisch	20-50	350	270	90	6,8	1,7	2,2	6,6	2,0	0,4
Grünkompost ¹	20-50	450	200	60	7,0	0,1	4,0	5,7	28,0	3,1
Schnittholz	2-4	500	480	150	4,2	–	1,3	4,8	3,1	0,5

mitteln im Düngungsplan wird auf eine Periode von 3 bis 5 Jahre verteilt mit Ausnahme des Gehaltes an pflanzenverfügbarem Stickstoff, der im Düngungsplan vollständig auf das Jahr nach der Ausbringung der Bodenverbesserungsmittel angerechnet wird. Sind grosse Mengen an Bodenverbesserungsmitteln notwendig (Gehalt an organischer Substanz «humusarm»), darf die darin enthaltene Menge an Nährstoffen die Norm überschreiten.

¹Diese Werte unterliegen starken Schwankungen; um den genauen Gehalt zu kennen, ist eine Analyse notwendig.

²Es handelt sich um Winterweizen, die anderen Getreidearten haben ähnliche Werte. Weitere Informationen über Nährstoffgehalte pflanzlicher und tierischer Produkte siehe Tabelle 59 in: Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau 2001, Agrarforschung 8 (6), 2001.

Tabelle 22. Nährstoffstörungen und physiologische Störungen.

SYMPTOME	URSACHE	MÖGLICHE GRÜNDE
<ul style="list-style-type: none"> ● Blätter: hellgrün, später gelb; betroffen sind auch die Blattnerven ● Stiele: können rot werden ● Schosse: Wuchsstärke vermindert ● Trauben: verrieseln ● Ausdehnung: auf die ganze Parzelle verteilt mit einzelnen, stärker betroffenen Stellen ● Auftreten: im allgemeinen kurz vor der Blüte 	STICKSTOFF-MANGEL	<ul style="list-style-type: none"> ● Düngung: ungenügend, zu wenig organische Substanz ● Klima: zuviel Wasser, Kälte, Trockenheit ● Bodenpflege: Konkurrenz durch Einsaat, Verdichtung, Bodenverbesserungsmittel mit weitem C/N Verhältnis
<ul style="list-style-type: none"> ● Blätter: grosse, dunkelgrüne Blätter ● Schosse: starker Wuchs, verspäteter Triebabschluss ● Trauben: kompakt, anfällig auf Botrytis, in Extremfällen Verrieseln ● Ausdehnung: auf die ganze Parzelle verteilt mit einzelnen, stärker betroffenen Stellen 	STICKSTOFF-ÜBERSCHUSS	<ul style="list-style-type: none"> ● Düngung: übermässig ● Klima: begünstigt die Mineralisierung der organischen Substanz ● Boden: zu viel organische Substanz, Bodenbearbeitung, Kalkung auf sauren Böden
<p><i>N.B.: die Überschuss-Symptome sind kaum von den Mangelsymptomen zu unterscheiden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Blätter: deformiert, kleine blasenförmige Auswüchse, mosaikartige Gelbverfärbung ● Schosse: Wuchsstärke vermindert, kurze Internodien, Symptome vorwiegend auf den jungen Haupttrieben ● Trauben: starkes Verrieseln, Missbildungen ● Ausdehnung: auf die ganze Parzelle verteilt mit einzelnen, stärker betroffenen Stellen ● Auftreten: im allgemeinen schon vor der Blüte 	BORMANGEL	<ul style="list-style-type: none"> ● Düngung: übermässig, hohe Kalkgabe ● Klima: Trockenheit ● Boden: leicht, durchlässig (Auswaschung), kalkhaltig (Festlegung). Bei Neuanlagen auf ehemaligen Weiden treten oft Bor- und Kaliummangel gleichzeitig auf

Eigenschaften der im Rebbau häufig angewendeten organischen Bodenverbesserungsmittel finden sich in **Tabelle 21**.

4.7.1 Mist

Mist ist auch heute noch das beste organische Bodenverbesserungsmittel mit einem hohen Humuskoeffizient und unbestreitbar günstigen Eigenschaften. Seine Eigenschaften hängen ab von der Tierart, dem Strohanteil und der Verrottung. Es wird empfohlen, etwa 40 t/ha alle 3 bis 5 Jahre oberflächlich auszubringen und allenfalls leicht einzuarbeiten. Wenig verrotteter Mist oder Mist mit einem hohen Strohanteil soll im Herbst ausgebracht werden. Ausbringung im Frühjahr wird nur ausnahmsweise für sehr reifen Mist empfohlen, damit eine Festlegung von mineralischem Stickstoff zu Ungunsten der Rebe vermieden werden kann. Letztere Anmerkung gilt auch für andere organischen Bodenverbesserungsmittel mit einem weiten C/N Verhältnis (verholzte Materialien, Stroh, Holzabfälle).

4.7.2 Rebentrester

Rebentrester hat einen tiefen pH Wert und eignet sich daher besonders für kalkhaltige Böden. Sein geringer Wassergehalt ermöglicht die Anwendung an schwer zugänglichen Orten. Wegen des weiten C/N Verhältnisses und des tiefen pH Werts, baut sich Rebentrester nur langsam ab.

In geringen Mengen auf die Bodenoberfläche ausgestreut, kann frischer Rebentrester zur Verminderung der Erosion beitragen. Rebentrester kann zusammen mit Mist als Stroherersatz und bei Bedarf mit einer mineralischen Stickstoffgabe

(höchstens 2 kg Kalkstickstoff pro 100 kg Kompost) kompostiert werden; er wird dadurch zu einem sehr wertvollen Bodenverbesserungsmittel, das in den Boden eingearbeitet werden kann. Der tiefe pH Wert kann mit fein gemahlenem Kalk (1 bis 2 kg pro 100 kg Kompost) erhöht werden.

4.7.3 Grünkompost

Viele Gemeinden stellen Grünkompost aus organischen Haushaltsabfällen und Grüngut (Rasenschnitt, Zweige, Blätter usw.) her. Die Zusammensetzung und Verrottung variiert je nach Gemeinde und Jahreszeit. Grünkompost, fein oder grob gesiebt, ist ein interessantes Material zur Erhaltung und Förderung der organischen Substanz im Rebbau. Wegen des hohen Anteils an Schnittholz hat Grünkompost wie Rebentrester, Stroh und Rinden ein weites C/N Verhältnis. Grünkompost wird ähnlich wie Mist verwendet; er ist oft reich an Nährstoffen, die im Düngungsplan zu berücksichtigen sind.

4.7.4 Stroh

Stroh hat ein weites C/N Verhältnis und kann bei der Verrottung vorübergehend mineralischen Stickstoff aus dem Boden binden, selbst dann, wenn Stroh nicht in den Boden eingearbeitet wird. Stroh wird in der Regel zur Abdeckung nicht eingesäter Fahrgassen verwendet; es vermag Feuchtigkeits- und Temperaturunterschiede zu mildern. Dies funktioniert gut, wenn die Strohschicht nicht zu dick ist; andernfalls kann eine zu dicke Schicht durch eine Verminderung der Sonneneinstrahlung zu übermässiger Feuchtigkeit im Oberboden führen. Besonders auf schweren, kalten Böden sollte

ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN	MASSNAHMEN
<ul style="list-style-type: none"> ● Bodenuntersuchung: Körnung, organische Substanz, pH ● Blattanalyse ● Formol-Index des Mostes (Gutedel) ● Chlorophyll-Index der Blätter (N-Tester) ● Bodenprofil: Bodenstruktur, Verrottungsgrad der organischen Substanz, Wasserhaushalt 	<p>kurzfristig:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Blattdüngung: Harnstoff, Kaliumnitrat oder spezielle Handelsprodukte – Bodendüngung: Kalkstickstoff <p>langfristig:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bodenpflege: Konkurrenz der Einsaat vermindern, Stickstoffdüngung auf die Rebenreihe konzentrieren. Düngungsplan mineralische Dünger, organische Dünger, Bodendurchlüftung, Drainage, Bewässerung
<ul style="list-style-type: none"> ● Bodenuntersuchung: Körnung, organische Substanz, pH ● Blattanalyse ● Chlorophyll-Index der Blätter (N-Tester) ● Bodenprofil: Bodenstruktur, Wasserhaushalt 	<p>langfristig:</p> <ul style="list-style-type: none"> – keine mineralischen und organischen Stickstoffdünger, Einsaat...
<ul style="list-style-type: none"> ● Bodenuntersuchung: Bor, Totalkalk, pH ● Blattanalyse 	<p>kurzfristig:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Blattdüngung: spezielle Handelsprodukte – Bodendüngung: (sofern eine Bewässerung während Trockenperioden möglich ist) <p>langfristig:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Blattdüngung: wiederholte Anwendung spezieller Handelsprodukte – Bodendüngung: Düngungsplan mineralische und organische Dünger, Vorsicht bei der Kalkung

dies vermieden werden. Der Beitrag von Stroh zur Erhaltung der organischen Substanz ist bescheiden wegen der geringen empfohlenen Mengen. Weizenstroh enthält mehr Nährstoffe als Schilf, welches die niedrigsten Nährstoffgehalte aller organischen Bodenverbesserungsmittel enthält.

4.7.5 Klärschlamm

Die Verwendung von Klärschlamm ist, auch als Zuschlagstoff zu Komposten, nicht erlaubt.

5 Nährstoffstörungen und physiologische Störungen (Tab. 22)

Verschiedene Nährstoffstörungen, hervorgerufen durch Nährstoffmangel oder -überschuss, ungünstige Eigenschaften des Klimas und des Bodens sowie des Zustands der Rebe äussern sich in besonderen Symptomen. Ergänzende Untersuchungen können notwendig sein, um die Ursache der Störung genau abzuklären und entsprechende Abhilfemassnahmen zu ergreifen.

Ursachen und Massnahmen der wichtigsten Nährstoffstörungen und physiologischen Störungen finden sich in **Tabelle 22**. Die Anwendung von Blattdüngern soll sich beschränken auf klar erkannte Mangelsituationen oder auf Fälle mit offensichtlichem oder wiederkehrendem Risiko für die Entwicklung der Reben.



Besonderheiten der Düngung im biologischen Rebbau

6.1 Grundsätze

Das Grundprinzip besteht darin, den Boden haushälterisch zu nutzen, die Biodiversität und einen lebendigen Boden zu erhalten und zu fördern. Eine wichtige Massnahme ist dabei, einen hohen Gehalt an organischem Material zu erhalten und so eine gute Bodenstruktur und eine hohe biologische Aktivität des Bodens zu gewährleisten. Die Bodenpflege basiert, genügend Niederschläge vorausgesetzt, auf einer ganzflächigen Grünbedeckung mit einer ausdauernden und vielfältigen Vegetation.

Der biologische Landbau beschränkt den Einsatz leicht löslicher Phosphat- und Kaliumdünger und verzichtet auf synthetische Stickstoffdünger. Der Mobilisierung von Nährstoffen durch eine gezielte Bodenbearbeitung zum Zeitpunkt des höchsten Nährstoffbedarfs der Rebe kommt eine besondere Bedeutung zu.

Tabelle 22. Nährstoffstörungen und physiologische Störungen.

SYMPTOME	URSACHE	MÖGLICHE GRÜNDE
<ul style="list-style-type: none"> ● Blätter: hellgrün bis gelb, die Blattnerven sind nicht betroffen, Nekrosen bei starkem Auftreten ● Schosse: Wuchsstärke vermindert, Chlorose tritt vor allem bei jungen Blättern und/oder an der Triebspitze auf ● Trauben: klein, gelblich, verrieseln ● Sorten: Absterben bei sehr starkem Befall ● Ausdehnung: in der Regel lokal auftretend 	EISEN-MANGEL	<ul style="list-style-type: none"> ● Blatt/Fruchtverhältnis: im Vorjahr unausgeglichen, ungeeignete Unterlage ● Klima: Staunässe, Kälte ● Boden: kalkhaltig, verdichtet ● Bodenpflege: Verdichtung, Bodenbearbeitung, Bodenverbesserungsmittel zu wenig abgebaut und eingearbeitet ● N.B.: Eisenmangel ist fast nie auf einen ungenügenden Eisengehalt des Bodens zurück zu führen
<ul style="list-style-type: none"> ● Blätter: zuerst Verfärbung, dann braune Blattränder, zu Beginn glänzende Farbe, Blattrollen, Braunwerden im Herbst, Symptome zuerst auf den jungen Blättern ● Pflanze: anfällig auf Trockenheit, Zuckereinlagerung in die Beeren verzögert ● Ausdehnung: auf die ganze Parzelle verteilt mit einzelnen, stärker betroffenen Stellen ● Auftreten: bei der Blüte 	KALIUM-MANGEL	<ul style="list-style-type: none"> ● Düngung: ungenügend ● Boden: sehr tonhaltig (Verdichtung), leicht (Auswaschung), nach grossen Erdbewegungen, Neuanlage nach Weide
<ul style="list-style-type: none"> ● Blätter: ● <i>weisse Sorten:</i> Interkostalfelder werden gelb ● <i>rote Sorten:</i> Interkostalfelder werden rot; die Verfärbungen treten vorwiegend bei den unteren Blättern auf ● Ausdehnung: auf die ganze Parzelle verteilt, besonders junge Reben betroffen ● Auftreten: im allgemeinen ab Ende Juli, anfangs August, bei starkem Auftreten auch früher 	MAGNESIUM-MANGEL	<ul style="list-style-type: none"> ● Düngung: zu wenig Mg und/oder zu viel K (Antagonismus), Stickstoffdüngung in Ammoniumform ● Klima: nasse Jahre ● Blatt/Fruchtverhältnis: unausgeglichen, Sorte- bzw. Unterlageempfindlichkeit ● Durchwurzelung: Boden und Bodenpflege begünstigen ein oberflächliches Wurzelwerk in den Bodenhorizonten mit hohem K-Gehalt
<ul style="list-style-type: none"> ● Trauben: teilweises oder vollständiges Verdorren des Traubengerüstes, die betroffenen Traubenparien reifen unregelmässig ● Auftreten: kurz nach dem Weichwerden 	STIELLÄHME	<ul style="list-style-type: none"> ● Düngung: übermässige Stickstoff- und/oder K-Düngung, Mg-Mangel ● Klima: nass, starke Witterungsunterschiede ● Pflanze: starker Wuchs, Ungleichgewicht bei der Aufnahme der Kationen (K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺) ● Sorten: starke Sortenabhängigkeit (z.B.: Gutedel sehr anfällig, Blauburgunder weniger anfällig) ● Unterlage: verminderte Mg-Aufnahme, Wuchskraft begünstigt

6.2 Besonderheiten der Bodenpflege und der Düngung im biologischen Rebbau

Die ganzflächige Einsaat kann die Nährstoffversorgung der Rebe beeinträchtigen; Mängel können vor allem bei der Verfügbarkeit von Wasser und Stickstoff vorkommen. Diese Aspekte wurden obenstehend bereits behandelt (Tab. 17 und 18). Folgende Massnahmen zur Vermeidung der Konkurrenz um Wasser und Stickstoff werden empfohlen:

- Organischer Mulch;
- Zwischeneinsaaten mit wenig konkurrenzkräftigen oder tief wurzelnden Pflanzen, Leguminosen, usw.;
- Punktuelle und zeitlich begrenzte Verminderung der Nährstoff- und Wasserkonkurrenz der permanenten Einsaaten (Jäten, Hacken, mechanisches oder thermisches Freihalten des Unterstockbereiches, Bedecken der Rebreihe mit Rindenschnitzeln oder anderen Materialien);
- Mechanische Verbesserung der Bodenstruktur (Untergrundlockerung).

Alle diese Techniken werden auch in der integrierten Produktion empfohlen und angewendet.

Besondere Beachtung verdient die Erhaltung oder Verbesserung der organischen Substanz. Es wird ein Gehalt in den Stufen «reich» oder «sehr reich» angestrebt (Tab. 7). Die Grunddüngung besteht aus organischen Düngern, die auf die Oberfläche ausgebracht (Mulch) oder leicht eingearbeitet werden. Wie in der integrierten Produktion muss dem Nährstoffgehalt der organischen Bodenverbesserungsmittel Rechnung getragen werden. Die Wahl und der Ausbringungszeitpunkt der organischen Dünger richtet sich nach der Verfügbarkeit des Stickstoffs. Die Verwendung synthetischer Düngemittel ist nicht erlaubt.

ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN	MASSNAHMEN
<ul style="list-style-type: none"> ● Bodenuntersuchung: Körnung, organische Substanz, pH, Totalkalk, Aktivkalk ● Bodenprofil: Bodenstruktur, Verrottungsgrad der organischen Substanz, Wasserhaushalt ● Pflanze: Wuchs und Ertrag der Vorjahre 	<p>kurzfristig:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Blattdüngung: spezielle Handelsprodukte, Wirkung unsicher – Bodendüngung: Eisenchelate (Lanzendüngung vor allem in schweren Böden) – Pflanze: Ausdünnung <p>langfristig:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bodendüngung: Eisenchelate (Lanzendüngung vor allem in schweren Böden) – Bodenpflege: Bodendurchlüftung, Begrünung, Drainage – Pflanze: ausgeglichenes Blatt/Frucht-Verhältnis, Unterlage anpassen
<ul style="list-style-type: none"> ● Bodenuntersuchung: KUK, Körnung, K ● Blattanalyse 	<p>kurzfristig:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Blattdüngung: Kaliumnitrat oder spezielle Handelsprodukte – Bodendüngung: Kaliumnitrat oder andere leicht lösliche Dünger (Lanzendüngung) <p>langfristig:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bodendüngung: Düngungsplan mineralische Dünger
<ul style="list-style-type: none"> ● Bodenuntersuchung: K, Mg ● Blattanalyse ● Bodenprofil: Durchwurzelung 	<p>kurzfristig:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Blattdüngung: Magnesiumsulfat oder spezielle Handelsprodukte, mehrfache Applikation <p>langfristig:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Blattdüngung – Bodendüngung: K₂O und Mg beachten – Pflanze: Ertrag beschränken, Unterlage anpassen
<ul style="list-style-type: none"> ● Bodenuntersuchung: K, Mg ● Blattanalyse 	<p>kurzfristig:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Blattdüngung: zweimalige Applikation von Bittersalz oder spezieller Handelsprodukte beim Weichwerden in einem Intervall von 10 Tagen; Trauben gut benetzen <p>langfristig:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Pflanze: Wuchs kontrollieren, Wahl einer geeigneten Unterlage – Bodendüngung: harmonische N, K und Mg Düngung – Bodenpflege: Begrünung

6.3 Besondere Düngungsempfehlungen

Die besonderen Empfehlungen für die einzelnen Label sind in den entsprechenden Richtlinien enthalten (Bio-Suisse, Bio-Vinatura, Migros-Bio, usw.), die sich auf die Verordnung zum biologischen Landbau des Bundesamts für Landwirtschaft stützen. Einige Prinzipien seien hier erwähnt:

Erlaubte Handelsdünger

Eine Positivliste der im Biolandbau erlaubten Handelsdünger mit Angabe der Nährstoffgehalte wird jährlich vom Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) in Frick im Rahmen der zugelassenen Hilfsstoffliste herausgegeben.

Nährstoffhaushalt

Der gesamtbetriebliche Nährstoffhaushalt nach der LBL/SRVA «Suisse Bilanz» muss berechnet werden, wenn:

- in viehlosen Betrieben stickstoff- oder phosphathaltige Handelsdünger zugekauft werden;
- der Anteil der extensiven oder wenig intensiven Weide mehr als 30% beträgt;
- in viehhaltenden Betrieben der Viehbestand pro düngbare Landfläche einen bestimmten Anteil überschreitet.
- Phosphor in Form von Kompost oder «Ricokalk» kann auf drei Jahre der Düngungsplanung verrechnet werden.

Bodenanalyse

Die Anforderungen entsprechen den Anforderungen für den ökologischen Leistungsnachweis (OeLN).

Maximal zulässige Nährstoffmengen

Die maximal zulässigen Nährstoffmengen entsprechen der Norm mit den in diesen Richtlinien vorgeschlagenen Korrekturen (**Tab. 2, 12 und 13**).

Die Anwendung von Kaliumsulfat, Patentkali und Kieserit muss mit einer Bodenuntersuchung (nicht älter als vier Jahre)

Literatur

- AERNY J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 161-165.
- COLLAUD G., RYSER J.-P., SCHWARZ J.-J., 1990. Capacité d'échange des cations. Fiches de Sol-Conseil. *Revue suisse Agric.* **22** (5), 285-289.
- HÉNIN S., GRAS R., MONNIER G., 1969. Le profil cultural. Masson et Cie éditeurs, 2^e édition. Paris, 332 p.
- LÖHNERTZ O., 1988. Untersuchungen zum zeitlichen Verlauf der Nährstoffaufnahme bei *Vitis vinifera* (cv. Riesling). Dissertation, Universität Giessen, 228 p.
- LORENZINI F., 1996. Teneur en azote et fermentescibilité des moûts. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 169-173.
- MAIGRE D., AERNY J., MURISIER F., 1995. Entretien des sols viticoles et qualité des vins de Chasselas: influence de l'enherbement permanent et de la fumure azotée. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **27** (4), 237-251.
- PERRET P., KOBLET W., HAAB M., 1989. Bodenpflegemassnahmen zur Steuerung des zeitlichen Stickstoffangebot in Rebbaubau. *Schweiz. Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **125**, 616-623.
- RYSER J.-P., GYSI CH., HELLER W., 1995. Analyses de terre et interprétation en cultures spéciales. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **27** (6), 365-372.
- RYSER J.-P., WALTHER U., FLISCH R., 2001. Données de base pour la fumure des grandes cultures et herbages. *Revue suisse Agric.* **33** (3), 80 p.
- SOLTNER D., 1974. Les bases de la production végétale, tome 1: Le sol. Collection Sciences et techniques agricoles, 440 p.
- SPRING J.-L., 1999. Gestion de l'enherbement des vignes. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **31** (1), 18-19.
- SPRING J.-L., 2001. Influence du type d'enherbement sur le comportement et la qualité des vins. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. 1. Résultats agronomiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **33** (5), 253-260.
- SPRING J.-L., 2002. Influence du type d'enherbement sur le comportement de la vigne et la qualité des vins. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. 2. Résultats œnologiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (2), 111-116.
- SPRING J.-L., 2003. Localisation de la fumure azotée sur l'intercep en vignes enherbées. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (2), 113-119.
- SPRING J.-L., JELMINI G., 2002. Nutrition azotée de la vigne: intérêt de la détermination de l'indice chlorophyllien pour les cépages Chasselas, Pinot noir et Gamay. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (1), 27-29.

aus einem anerkannten Labor belegt werden können. Die maximal zulässigen Nährstoffmengen betragen beim Einsatz der oben genannten Dünger höchstens 75%, respektive 50%, respektive 25% der korrigierten Norm bei der Nährstoffversorgungsstufe «arm», respektive «mittelmässig», respektive «genügend».

Herkunft der Hofdünger

Die verwendeten Hofdünger müssen aus Biobetrieben stammen. Ausnahmen sind gestattet bis Ende 2004 (siehe Richtlinien der Bio-Suisse), wenn ein Zukauf aus Biobetrieben nicht möglich oder der Zulieferer zu weit entfernt ist.

Verwendung der Hofdünger

Die maximal zulässige Menge an Hofdüngern hängt von deren Gehalt an Phosphor und Kalium ab. Der hohe Nährstoffgehalt bestimmter Dünger schränkt deren Verwendung ein.

Kompost

Der maximal zulässige Gehalt an Schwermetallen darf die in der Stoffverordnung festgelegten Werte nicht überschreiten. Die Anwendung darf 25 t Trocksubstanz pro ha und drei Jahre nicht überschreiten (**Tab. 21**).

Blattapplikation, Spurenelemente und Magnesium-Blattdünger

Im Biolandbau sollte die Nährstoffversorgung der Pflanzen über eine gute Verfügbarkeit der Nährstoffe im Boden und eine gute Ausbildung der Wurzeln sichergestellt werden. Die Düngung über das Blatt stellt eine Ausnahme dar, wenn dadurch Mangelerscheinungen vermieden werden können. Blattdünger wie Magnesiumsulfat, Chelat- und Sulfatdünger mit Eisen, Bor, Zink, Mangan und Molybdän sowie Kalziumchlorid (siehe Liste der zulässigen Hilfsstoffe) dürfen nur

nach vorheriger Information der offiziellen Kontrollstellen angewendet werden, wenn:

- der Bedarf aufgrund einer Boden- oder Pflanzenanalyse (nicht älter als vier Jahre) eines offiziell anerkannten Labors nachgewiesen ist oder wenn Mangelsymptome oder ein allgemein bekannter Bedarf vorliegen (zum Beispiel Stiellähme bei bestimmten Sorten und Unterlagen);
- eine Kontrollparzelle ohne Blattdüngung muss für die Kontrolle der Wirkung der Blattdüngung ausgeschieden werden.

7 Düngung und Umwelt

Die Erhaltung eines Nährstoffgleichgewichts gewährleistet einen genügenden Nährstoffgehalt im Boden und eine optimale Nutzung der verfügbaren Nährstoffe durch die Pflanze; Nährstoffverluste und damit eine Belastung der Umwelt sollen möglichst gering gehalten werden.

Gute Kenntnisse der Bodeneigenschaften und der Dünger helfen mit, diese in der richtigen Form, in der richtigen Menge und zum richtigen Zeitpunkt anzuwenden. Schnell lösliche Dünger wie Stickstoff in Nitratform und Magnesiumsulfat können leicht ausgewaschen werden und sind daher zum Vegetationsbeginn oder in verschiedenen kleineren Einzelgaben zu verabreichen. Für Nährstoffe, die vom Boden adsorbiert werden, richtet sich die zu wählende Düngerform nach den Bodeneigenschaften wie Ton-Humus-Komplexe, pH-Wert, Gehalt an organischer Substanz, Kalkgehalt, usw. Eine Aufteilung in Einzelgaben empfiehlt sich nur bei Böden mit einem Tongehalt von weniger als 10%. Die Bodenpflege hat einen Einfluss auf die Nährstoffverluste durch Auswaschung oder Erosion. Eine an die Verhältnisse angepasste Bodenpflege kann viel dazu beitragen, Nährstoffverluste zu vermeiden.

IMPRESSUM

Herausgeber:
Eidg. Forschungsanstalten
Changins und Wädenswil

Übersetzung:
Ch. Gysi, Beratung Hortikultur,
8820 Wädenswil

Layout:
E. Rohrer, AMTRA

Druckvorstufe:
inEDIT Publications SA

Druckerei:
Courvoisier-Attinger
Arts graphiques SA

Fotos:
D. Quattrocchi (RAC)
Ph. Vautier (EIC)

Copyright:
AMTRA, 1260 Nyon