

Bodenuntersuchungen für Biobetriebe

Autoren:

Paul Mäder, Stefan Heller, Martin Koller
Durchsicht (z.T. nur Version 2001/02):
 Fritz Balzer, Alfred Berner, G. Collaud,
 Christian Gysi, René Fliesch,
 Hanspeter Horst, Horst Matzke,
 Barbara Kunz, Astrid Oberson, Andi Schmid,
 Stefan Schönenberger,
 Hans Peter Wegmüller, Franco Weibel,
 Roland Widmer

KURZINFO

Bodenuntersuchungen

- geben Aufschluss über die Bodenfruchtbarkeit.
- dienen als Grundlage für die Düngungsplanung und die Interpretation der Nährstoffhaushaltsrechnung in Spezialkulturen.
- bieten nur aus exakt genommenen Proben ein realitätsnahes Resultat.
- sind Bestandteil des Ökologischen Leistungsnachweises.

Weshalb Bodenuntersuchungen?

Bodenuntersuchungen sind ein wichtiges Mittel zur Bestimmung des Bodenzustandes. Ein gesunder und mit Nährstoffen ausgeglichener versorgter Boden ist Voraussetzung für gesunde Pflanzen und Tiere und damit auch gesunde Nahrungsmittel. Für eine optimale Nährstoffnachlieferung braucht es im Biolandbau einen gut strukturierten Boden mit einer hohen biologischen Aktivität. Deshalb steht im biologischen Landbau die Pflege eines lebendigen Bodens und damit die Erhaltung und Steigerung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit im Zentrum zahlreicher Bewirtschaftungsmassnahmen.

Aufschluss über die Bodenfruchtbarkeit erhält man mittels:

- Bodenprofil, Spatenprobe
- Bodenanalysen
- Pflanzenwachstum, Zeigerpflanzen
- Nährstoffhaushaltsrechnung
- Futteranalysen

Bodenanalysen sind ein wichtiges Mittel, um Hinweise zum Bodenzustand und zur Verfügbarkeit von Nährstoffen zu erhalten.

Das Merkblatt geht nur auf die chemischen Bodenanalysen ein. Bodenmikrobiologische und physikalische Analysen sind sehr teuer, und für die Interpretation fehlen standort- und nutzungsbezogene Richtwerte.

Von Bund und Biolabel-Organisationen verlangt

Für die Erfüllung des Ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) im Rahmen der Direktzahlungsverordnung muss mindestens alle 10 Jahre eine Bodenanalyse der Bewirtschaftungspartellen vorliegen (Programme A in der beiliegenden Liste der empfohlenen Analysenprogramme).

Keine Bodenanalyse muss vorliegen für:

- Flächen mit Düngeverbot (Direktzahlungsverordnung = DZV)
- Wenig intensiv genutzte Wiesen (DZV)
- Dauerweiden (DZV)
- Betriebe, die jährlich weniger als 10 % des TS-Bedarfs der Tiere durch zugeführte Futtermittel decken und zugleich weniger als 10 % des gesamten Nährstoffanfalls in Form von Hofdüngern und keine Handelsdünger zuführen (BIO SUISSE).

Besteht Verdacht auf Überdüngung einzelner Parzellen, kann die Biokontrolle zusätzliche Analysen beantragen.

Gemüsebaubetrieben, welche in der Regel jedes Jahr eine Nährstoffhaushaltsrechnung rechnen müssen, wird empfohlen, analog zur IP alle 4 Jahre Bodenproben zu nehmen.

Die Analysen müssen nach anerkannten Methoden durch ein von den Forschungsanstalten zugelassenes Labor ausgeführt werden.

Zu analysierende Parameter:

Dauerwiesen und Weiden:

- pH-Wert
- Phosphor (P)
- Kalium (K)

Für P- und K-Analysen werden Auszüge mit Ammoniumacetat-EDTA (= Reservenährstoffe, bzw. schwerer lösliche Nährstoffe) verlangt. Bis mindestens 31. Dezember 2003 anerkennt das BLW für den Acker- und Futterbau auch die CO₂-Methode.

Ackerbau:

- pH-Wert
- Phosphor
- Kalium
- Organische Substanz (Humusgehalt)

Für P- und K-Analysen werden für den ÖLN nur Auszüge mit Ammoniumacetat-EDTA anerkannt. Die zusätzliche Extraktion mit CO₂-gesättigtem Wasser (= leicht lösliche Nährstoffe) wird empfohlen.

Die Ermittlung des Humusgehaltes mittels Fühlprobe ist keine offiziell anerkannte Methode für den ÖLN. Für den Vollzug anerkennen aber bisher einige Kantone diese Methode für den Ökologischen Leistungsnachweis. Gemäss Direktzahlungsverordnung ist die analytische Bestimmung des Humusgehaltes für den Ökologischen Leistungsnachweis vorgeschrieben.

Spezialkulturen (Gemüse- und Obstbau):

- pH-Wert
- Phosphor
- Kalium
- Organische Substanz (Humusgehalt; siehe Kommentar unter «Ackerbau»)

Auch für Spezialkulturen werden nur Auszüge mit Ammoniumacetat-EDTA anerkannt. Die zusätzliche Extraktion mit Wasser (H₂O) wird empfohlen.

Bei überhöhten Gehalten an Phosphor-Reservenährstoffen im Boden muss in Spezialkulturen der Düngeraufwand gemäss LBL-Nährstoffhaushaltsrechnung reduziert werden.

Das FiBL empfiehlt für Minimalanalysen (ÖLN):

(Programme A in der Liste empfohlener Analyseprogramme)

- pH-Wert
- Für die P- und K-Analyse: Für alle Kulturen Analyse der Reservenährstoffe (Extraktion mit Ammoniumacetat-EDTA).
- Für Acker- und Spezialkulturen zusätzlich analytische Bestimmung des Humusgehaltes statt Fühlprobe.

Bodenanalysen zur Düngungsberatung: Überversorgung und Auslaugen der Böden verhindern

Die zur Analyse von Bodenproben zur Düngungsberatung empfohlenen Programme sind in der beiliegenden Liste der Analysenprogramme als Variante B aufgeführt.

Nährstoffüberversorgung

Zu hohe Boden-Nährstoffgehalte auf Biobetrieben rühren häufig von der Zeit vor der Umstellung her. Teilweise werden aber, hauptsächlich in Spezialkulturen, zu hohe Mengen an Kompost ausgebracht. Mit Hilfe einer Düngungsplanung lässt sich das Nährstoffangebot optimieren. Bei einer ausgeglichenen Nährstoffhaushaltsrechnung sollten die Nährstoffgehalte im Boden bei einer der Nutzung angepassten Verteilung auf allen düngbaren Flächen nicht zunehmen.

Nährstoffunterversorgung

Ein negativer Nährstoffsaldo kann langfristig zu einer Erschöpfung der löslichen Nährstoffe im Boden führen.

Die langjährige Praxis des biologischen Landbaus zeigt aber, dass es oft nicht nötig ist, eine negative Nährstoffhaushaltsrechnung mit zugeführten Nährstoffen vollständig auszugleichen. Die Boden-Versorgungsklasse «mässig» genügt meist für einen optimalen Pflanzenertrag von hoher Qualität, ohne den Boden auszulaugen.

Stickstoff (N):

Stickstoff muss speziell mit N_{min}-Proben untersucht werden. Die Düngung nach N_{min}-Analyse ist im Biolandbau nicht üblich, da die Analyse nur die Verfügbarkeit von Stickstoff zum Zeitpunkt der Probenahme wiedergibt und keine Aussage über die Stickstoff-Mineralisierung (Nachlieferung) während der Vegetationsperiode erlaubt.

Stickstoff wirkt vor allem ertragsbeschränkend. Auf Biobetrieben besteht häufig ein N-Defizit. Durch den Anbau von genügend Leguminosen kann der Gefahr einer Erschöpfung der Stickstoffreserven des Bodens vorgebeugt werden.

Auf Stickstoff-Analysen wird in diesem Merkblatt nicht weiter eingegangen. Spezielle Hinweise zur Stickstoffdüngung finden sich in den Kulturblättern des FiBL und den Datenblättern Ackerbau der LBL.

Phosphor und Kalium:

Nährstoffdefizite von 5 kg P₂O₅ pro Hektar und bis zu 30 kg K₂O pro Hektar werden im Biolandbau nicht durch zugeführte Düngemittel

ersetzt. Es kann angenommen werden, dass ein Nährstoffdefizit durch Verwitterung und Freisetzung von schwerverfügbaren Bodenreserven kompensiert wird.

Untersuchungen im Schweizerischen Mittelland zufolge ändern sich die Hauptnährstoffe Phosphor, Kalzium und Magnesium sowie die Spurenelemente Kupfer, Eisen, Mangan und Zink sowie der Gehalt an Humus mit der Dauer der biologischen Bewirtschaftung wenig. Einzig der lösliche Kaligehalt im Boden hat in dieser Untersuchung langfristig abgenommen.

Aufgrund von Muttergestein, Bodentyp, Klima und Fruchtfolge, Art und Menge des Futterzukaufs sowie der gehaltenen Tierart kann sich das Nährstoffangebot im Boden aber individuell entwickeln. Auch der Nährstoffgehalt der Böden vor der Umstellung auf Biolandbau spielt eine wichtige Rolle. Zudem können die Nährstoffgehalte der einzelnen Bewirtschaftungspartellen sehr unterschiedlich sein.

Nur eine regelmässig durchgeführte chemische Bodenanalyse gibt Aufschluss über die Entwicklung der Nährstoffgehalte im Boden.

Besonders bei kalibedürftigen Kulturen wie Kartoffeln, Lagergemüse und Kohlartern können nach mehreren Jahren biologischer Bewirtschaftung Kalimangelsymptome auftreten, weshalb dieses Element besondere Beachtung verdient.

Spurenelemente:

Spurenelemente sind zentral für das Wachstum und die Fruchtbildung von Kulturpflanzen. Mangelerscheinungen treten im Biolandbau selten auf, weil keine hochprozentigen Einzelnährstoffdünger verwendet werden und Hofdünger und Grünabfallkompost meist reich an Spurenelementen sind.

Bei Verdacht auf überhöhte Schwermetallgehalte im Boden müssen gemäss Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) die löslichen Gehalte und die Totalgehalte bestimmt werden.

Nährstoffverfügbarkeit bei Phosphor und Kali ermitteln

Mit der organischen Düngung gelangen viele für die Pflanzen nicht sofort verfügbare Nährstoffe in den Boden. Diese Nährstoffe müssen durch Mikroorganismen aufgeschlossen und für die Pflanzen verfügbar gemacht werden. Deshalb ist eine hohe Bodenmikroorganismen-Aktivität in biologisch bewirtschafteten Böden zentral für den Kulturserfolg.

Für Bodenuntersuchungen auf Biobetrieben werden dementsprechend nicht primär die leichtlöslichen, direkt pflanzenverfügbaren Nährstoffe, sondern die Reservenährstoffe analysiert, welche durch chemische und biologische Prozesse pflanzenverfügbar werden.

Ungleichgewichte der Nährelemente erkennen

Eine chemische Bodenanalyse hilft auch, Ungleichgewichte zwischen den einzelnen Elementen zu erkennen.

Phosphor-Kali:

Häufig können auf hofnahen Parzellen wegen der Gülledüngung hohe Kalium-Gehalte festgestellt werden. Umgekehrt verfügen hofferne Parzellen wegen der Mistgaben im Verhältnis zum Kalium oft über hohe Phosphor-Gehalte im Boden. Viele Böden sind durch zugekauftes Futter für Schweine und Hühner mit Phosphor belastet. Im Gemüsebau führt oft auch ein ungünstiges N-P-K-Mg-Verhältnis zu einer P-Anreicherung der Böden, da dort der P-Bedarf relativ gering ist.

Durch eine Umverteilung von Mist und Gülle kann mit der Zeit

wieder ein Gleichgewicht geschaffen werden.

Kali-Magnesium:

Zu einer harmonischen Ernährung der Pflanze ist auch ein optimales Kalium-Magnesium-Verhältnis entscheidend, denn hohe Kali-Gehalte hemmen die Magnesium-Aufnahme.

Kalzium-Kalium:

Im Obstbau beugt ein günstiges Kalzium-Kalium-Verhältnis Stippigkeit der Früchte vor.

Das FiBL empfiehlt für Analysen zur Düngungsberatung (Programme B in der Liste empfohlener Analysenprogramme):

- Für Acker- und Spezialkulturen Bestimmung sowohl der leicht löslichen als auch der Reservenährstoffe.
- Analytische Bestimmung des Humusgehaltes.
- Im Dauergrünland kann auf die Bestimmung der löslichen Nährstoffe verzichtet werden, sofern keine speziellen Probleme mit zu tiefen Mineralstoffgehalten in den Futterpflanzen auftauchen, da auf solchen Betrieben der Nährstoffkreislauf besser geschlossen ist als auf Betrieben mit vielen Marktfrüchten.
- Auf die Analyse der Spurenelemente wird in der Regel verzichtet. Bei Nährstoffmangelerscheinungen, Nährstoffbelastung oder Bodenverdichtungen sollte jedoch auch die Verfügbarkeit der Spurenelemente untersucht werden.

Wie vorgehen für die Probenahme?

Entnahmezeitpunkt

- *In Acker-, Gemüse- und Grünlandparzellen:*
Im Herbst nach der Ernte vor der Düngung der nachfolgenden Kultur oder im zeitigen Frühjahr.
- *In den Obstkulturen und Reben:*
Im Herbst.

Probenahmefläche

- Für Bewirtschaftungsparzellen von gleichmässiger Beschaffenheit und mit seit Jahren gleicher Bewirtschaftung genügt die Entnahme und Einsendung einer gemeinsamen Mischprobe.
- Lässt die Bewirtschaftung oder der Pflanzenbestand auf grosse Unterschiede im Boden schliessen, oder unterscheiden sich einzelne Proben durch ihre Farbe oder andere Merkmale, so muss aus jeder in sich einheitlichen Fläche eine eigene Mischprobe eingesandt werden.
- Ist der grösste Teil einer Parzelle einheitlich, nimmt man von dieser Teilparzelle eine Bodenprobe.
- Die Probenahmeflächen sollten mit den dazugehörigen Flurnamen und Parzellennummern auf einem Plan notiert und dieser jederzeit wieder auffindbar aufbewahrt werden.
- Dieses Vorgehen garantiert eine exakte Wiederbeprobung nach einigen Jahren. Nur so lässt sich die Nährstoffentwicklung über die Jahre verfolgen.

Nur eine exakt genommene Probe erlaubt eine realitätsnahe Aussage über die im Boden vorhandenen Nährstoffe.

Entnahmemuster

- Pro Parzelle werden an mehreren, gleichmässig verteilten Stellen mindestens 20 senkrechte Einstiche vorgenommen.
- Die beprobte Parzelle muss mehr oder weniger homogen sein. Von extremen Bodenstandorten wie Mulden und Kuppen werden keine Proben genommen. Ebenso werden Geil- und Kahlstellen

sowie Radspuren ausgeklammert.

- Probeneinstiche werden zwischen den Pflanzen genommen.
- In Obst- und Beerenkulturen erfolgt die Probenahme im Baum- resp. Strauchstreifen (Kronentraufe).

Entnahmetiefen

- Das Einhalten der Entnahmetiefe ist sehr wichtig: In Naturwiesen nehmen die Nährstoffgehalte bereits in den obersten 10 cm kontinuierlich ab, in Ackerböden unterhalb der Pflugschicht.

Probenahmetiefen

<i>Wiesen und Weiden: mit Grasnarbe</i>	<i>0–10 cm</i>
<i>Acker und Kunstwiesen: Pflugschicht</i>	<i>0–20 cm</i>
<i>Gemüsebau</i>	<i>0–30 cm</i>
<i>Obst- und Weinbau:</i>	
– <i>Oberboden (ohne Grasnarbe)</i>	<i>0–25 cm</i>
– <i>Unterboden</i>	<i>25–50 cm</i>
<i>Beerenanbau: ohne Grasnarbe</i>	<i>0–30 cm</i>

Aufbereitung der Proben

- Die Ausstiche werden in einem sauberen Gefäss oder auf einer sauberen Unterlage miteinander gemischt und eine Probe von 1 kg wird in einen Plastiksack gefüllt.
- Weder Bodenprobe noch Plastiksack dürfen mit Düngemitteln in Berührung kommen.
- Datum, Name des Betriebs und Nummer oder Name der Parzelle mit einem wasserfesten Filzstift oder einem Kugelschreiber auf den Plastiksack schreiben und auf einem mit Bleistift beschriebenen Papierzettel notieren. Papierzettel in den Sack legen.

Jede einzelne Probe sollte mit Datum, Name des Betriebs und Nummer oder Name der Parzelle versehen sein.

- Für eine Interpretation der Ergebnisse sind Angaben zur Bewirtschaftung der Parzelle, die von einigen Labors mittels Formular erhoben werden, sehr nützlich.

Material

- Probestecher können bei der Landi oder am regionalen landwirtschaftlichen Bildungszentrum ausgeliehen werden. Je nach Bodentyp und landwirtschaftlicher Nutzung kommen verschiedene Probestecher zum Einsatz (Ganz-Sonde, Holländer-Bohrer, Hohlmeissel-Bohrer).
- Als Säcke eignen sich gewöhnliche Plastiksäcke, wie sie für das Einfrieren von Lebensmitteln verwendet werden. Plastiksäcke können aber auch bei den Bodenlabors bestellt werden.

Was wo analysieren lassen?

Um Bodenanalysen über einen längeren Zeitraum vergleichen zu können, müssen die Nährstoffe jeweils mit dem selben Extraktionsmittel gelöst werden.

Eine Übersicht der gemäss Kriterien des FiBL geeigneten Analyseprogramme der anerkannten Labors gibt das Beiblatt. Es wurde je ein Minimalprogramm (A) und ein Programm zur Düngungsberatung (B) ausgewählt.

Bei Preisvergleichen müssen der Analyseumfang und die Qualität der Interpretation mitberücksichtigt werden.

Bei Analysen zu Spezialkulturen und bei Problemen im Zweifelsfall mit der Beratung oder dem Labor Kontakt aufnehmen.

Interpretation der Ergebnisse

- Die einzelnen Labors geben unterschiedlich detaillierte Düngungsempfehlungen ab.
- Für eine optimale Interpretation sind detaillierte Kenntnisse über den Standort und die Betriebsstruktur nötig.
- Informationen über die zugelassenen Ergänzungsdünger sind in der aktuellen Hilfsstoffliste des FiBL zu finden.
- Bevor Ergänzungsdünger eingesetzt werden, sollte eine Nährstoffhaushaltsrechnung gerechnet werden.

	Ergebnis	Massnahme	Bedeutung und Bemerkungen
Humusgehalt	Zu tief	<ul style="list-style-type: none"> – Langjährige Kunstwiese anlegen. – Gründüngungen in Fruchtfolge einbauen. – Jährlich gut verrotteten Mist oder Kompost ausbringen (sofern die Nährstoffhaushaltsrechnung dies erlaubt). 	<p>Ein angemessener Humusgehalt im Boden fördert die biologische Aktivität, die Krümelbildung des Bodens und damit die Bodenstruktur.</p> <p>Humus ist auch eine wichtige Nährstoffquelle und -senke. Man geht davon aus, dass jährlich 1–3 % der organischen Substanz mineralisiert werden und daraus 10–300 kg N pro ha freigesetzt werden, wovon 3–100 kg pflanzennutzbar sind. Die Umsatzzeit des Humus im Boden ist sehr lange, weshalb sich der Gesamthumusgehalt bei einer Bewirtschaftungsänderung in der Regel nur langsam, häufig über Jahrzehnte, verändert.</p>
	Zu hoch	– Keine möglich, primär standortabhängig.	Ein zu hoher Humusgehalt kann zu einer unkontrollierten Stickstoffmineralisierung führen. Am schnellsten ändert sich der Humusgehalt in Sandböden, wogegen in tonreichen Böden Gehaltsänderungen langfristig erfolgen. Der Humusgehalt ist in erster Linie standort- und nutzungsabhängig.
pH	Zu tief	– Kalkdüngung	<p>Der Bodensäuregrad spielt eine Rolle für die Nährstoffverfügbarkeit, die Bodenstruktur, die Ansprüche der Kulturpflanzen an die Bodenreaktion und das Bodenleben.</p> <p>Kalk beeinflusst den pH-Wert des Bodens massgeblich. In unserem Klima werden beachtliche Mengen an Kalzium ausgewaschen, weshalb eine periodische Kontrolle des pH-Wertes nötig ist.</p> <p>Die Art der Mineraldünger und die Aufbereitung der Hofdünger ist für den pH-Wert des Bodens ebenfalls bestimmend. Kompost kann zu einem pH-Anstieg führen.</p> <p>Nur gemahlten Kalk (CaCO_3), Ricokalk oder Algenkalk, jedoch keinen gebrannten (CaO) oder gelöschten Kalk (Ca(OH)_2) verwenden. Gebrannter und gelöschter Kalk sind im Biolandbau nicht zugelassen.</p>
	Zu hoch	– Keine kalkhaltigen Düngemittel verwenden.	
Phosphor (P)	Zu tief	<ul style="list-style-type: none"> – Mehr Mist statt Gülle einsetzen. Evtl. Schweinegülle oder Hühnermist verwenden. – Zugelassene Handelsdünger aus der Hilfsstoffliste des FiBL wählen. 	<p>Phosphor ist wichtig für das Wachstum, insbesondere der Wurzeln, die Fruchtbildung und Reifeprozesse.</p> <p>Bestimmung verschiedener Phosphat-Löslichkeitsstufen mittels unterschiedlich starker Extraktionsmittel ist empfehlenswert, um das P-Nachlieferungsvermögen zu ermitteln.</p> <p>P-haltige Düngemittel (z.B. Rohphosphat in sauren Böden) nur einsetzen, wenn bei Pflanzen Mangelsymptome auftreten (rotviolette Verfärbung von Stängel und Blättern, vielfach reversible physiologische Störung, z.B. bei Mais), die Erträge unbefriedigend sind (z.B. Körnerertrag Mais) und Mineralstoffanalysen des Futters zu tiefe Werte anzeigen. P-Mangel kann auch zu Ernteverzögerungen z.B. beim Mais führen.</p> <p>Hohe P-Vorratswerte blockieren die Fe-, Cu- und Zink-Aufnahme und führen zu einer schlechten P-Ausnutzung. Äusserste Zurückhaltung mit der Phosphordüngung ist bei artenreichen, extensiven Wiesen und Weiden geboten.</p>
	Zu hoch	– Mit Einsatz von Mist, Schweinegülle, Kompost und Volldüngern (bzw. P-haltigen Mehrnährstoffdüngern) zurückhalten.	
Kalium (K)	Zu tief	<ul style="list-style-type: none"> – Mehr Rindergülle ausbringen. oder – Kali-Ergänzungsdünger (Kaliumsulfat, Kaliummagnesia, organische NK-Dünger) einsetzen. 	<p>Kalium ist wichtig für Wachstum, Standfestigkeit, Krankheitsresistenz, Qualität und Lagerverhalten der Pflanzen.</p> <p>K-Mangelsymptome: schlechtes Wachstum, seitlich eingerollte, braune Blattränder.</p> <p>Kaliumergänzungsdünger nur einsetzen, wenn eine Bodenanalyse einen K-Mangel anzeigt. Mineralische K-Dünger nur bei Versorgungsstufe C und tiefer verwenden.</p>
	Zu hoch	– Weniger Rindergülle ausbringen.	

Kalzium (Ca)	Zu tief	– Kalkdünger (z.B. gemahlene Kalk, im Obstbau speziell Meeralkalk) ausbringen.	Kalzium ist wichtig für die biologische Aktivität und die Bodenstruktur. Keine kalkhaltigen Dünger vor Kartoffeln ausbringen wegen Kartoffelschorf. Bei tiefen Kalziumgehalten Stippegefahr bei Obst (in Kombination mit hoher K- und N-Düngung) und Phosphat-Festlegung an Aluminium und Eisen. Bei hohen Kalziumgehalten ist Phosphat stark an das Kalzium gebunden und schwer verfügbar; Festlegung von Spurenelementen.
	Zu hoch	– Keine kalkhaltigen Düngemittel einsetzen.	
Magnesium (Mg)	Zu tief	– Kalimagnesia (Patentkali): nur bei gleichzeitigem K-Mangel einsetzen. – Dolomit: nur bei tiefem pH einsetzen. – Bittersalz (meldepflichtig *).	Wichtig u.a. für Blattgrün- und Eiweissbildung. In Sand- und Moorböden vielfach zu tief. Magnesiumarmes Futter kann zu Fruchtbarkeitsstörungen beim Rindvieh führen. Mangelsymptome: Gelbverfärbung der Blätter. Die Blattrippen bleiben grün. Bei Mg-Ergänzungsdüngung Verdrängung von K und Ca beachten. Häufig hoch in Ton- und Dolomitskalkböden.
	Zu hoch	– Keine kalkhaltigen Düngemittel einsetzen.	
Kupfer (Cu)	Zu tief	– Spurenelementdünger einsetzen (meldepflichtig *).	Überhöhte pH-Werte können zu Cu-Mangel führen. Kupfermangel häufig in Moorböden. Hohe Kupferwerte können Hinweis auf Belastungen durch Futter- und Pflanzenschutzmittel (häufig in Rebbergen) sein und vermindern die biologische Aktivität im Boden. Hohe Werte an austauschbarem Cu können zu Eisen- und Bor-Blockierung führen (v.a. Obst- und Gemüsebau).
	Zu hoch	– Organische Substanz zuführen, da das Kupfer an den Humus gebunden wird.	
Eisen (Fe)	Zu tief	– Spurenelementdünger einsetzen (meldepflichtig *).	Bei schlechter Eisen-Verfügbarkeit besteht Chlorosegefahr (häufig bei Kalküberschuss und hohen pH-Werten). Eine zu hohe Verfügbarkeit an Eisen und Mangan bei normalen pH-Werten weist auf Luftknappheit im Boden hin (mittels Spatenprobe Bodenstruktur untersuchen).
	Zu hoch	– Entwässern, Drainage, Tiefenlockerung. – Tiefwurzler anbauen.	
Mangan (Mn)	Zu tief	– Spurenelementdünger einsetzen (meldepflichtig *).	Bei hohem Kalkgehalt und pH-Wert ist die Mangan-Verfügbarkeit häufig schlecht (kalkhaltige Niedermoore, Moorböden auf Seekreide). Hohe Werte sind vielfach die Folge von Bodenverdichtung. Dadurch entwickeln sich die Wurzeln der Pflanzen schlecht.
	Zu hoch	– Tiefenlockerung, Gründüngung mit Tiefwurzlern zur Bodenbelüftung	
Zink (Zn)	Zu tief	– Spurenelementdünger einsetzen (meldepflichtig *).	Zu tiefe Werte an löslichem Zink sind häufig in leichten, kalkhaltigen Böden. Zu hohe Werte können die Folge von starker Klärschlammanwendung (im Biolandbau verboten) oder Belastungen durch Futtermittel sein.
	Zu hoch	– Futtermittelrückstände	
Bor (B)	Zu tief	– Spurenelementdünger einsetzen (meldepflichtig *).	Bormangel tritt auf leichten, alkalischen oder aufgekalkten Böden häufig auf bei Zuckerrüben, Rando und Mangold und führt zu Herz- und Trockenfäule.

* Bei der Verwendung von Hofdüngern tritt im Feldbau üblicherweise kein Spurenelementmangel auf.

Der Einsatz von Spurenelementdüngern und rasch wirksamen Kalzium- und Magnesiumdüngern ist nach **BIO SUISSE**-Richtlinien meldepflichtig und an folgende Bedingungen geknüpft: Sichtbare Mangelsymptome, Bodenanalyse der Parzelle (höchstens 4 Jahre alt) oder Pflanzenanalyse, unbehandelte Kontrollfläche, Dokumentation der Wirkung des Düngers. Das ausgefüllte Meldeformular muss vor dem Einsatz von Spurenelementdüngern der bio.inspecta AG in Frick zugeschickt werden. Meldeformulare können bei der Kontrollfirma bezogen werden.

Demeter-Betriebe benötigen für den Einsatz von Spurenelementdüngern eine Ausnahmegewilligung der Kommission für Richtlinienfragen.

Gemäss **Bio-Verordnung** ist der Einsatz von Spurenelementdüngern bei nachgewiesenem Bedarf zugelassen.

Bei Spurenelementmangel in Spezialkulturen wird empfohlen, die Beratung zu kontaktieren.

Bodenuntersuchungsprogramme 2002/2003 für Biobetriebe *

	Agrolab AG Oberfeld 3, 6037 Root/Lu Tel.: 041 450 26 57 Fax: 041 450 26 66 mj@agrolab.ch www.agrolab.ch		Labor Balzer Oberer Ellenberg 5 D-35083 Wetter-Amönau Tel.: 0049 64 23 74 83 Fax: 0049 64 23 31 97 dr.balzer@labor-balzer.de www.labor-balzer.de		Bodenlabor Arenenberg 8268 Salenstein Tel.: 071 663 32 15 Fax: 071 663 32 39 gregor.affolter@kttg.ch www.arenenberg.ch		Bodenlabor Verband Schweizer Gärtnermeister Oeschberg, Postfach, 3425 Koppigen Tel.: 034 413 18 53 Fax: 034 413 70 75 info@oega.ch www.gplus.ch		Bodenlabor Strickhof 8315 Lindau Tel.: 052 354 98 77 Fax: 052 354 98 90 bodenlabor@strickhof.ch www.strickhof.ch		
A: für die ÖLN-Anerkennung ** B: für die Düngungsberatung	A	A + B Ackerbau	A	A + B	A + B Acker- und Futterbau	A + B Obstbau, Beerenbau, Rebbau, Gemüsebau, Gartenbau	A + B Obstbau	A	A + B Ackerbau	A + B Spezialkulturen	
Bezeichnung der angebotenen Programme	Programm 2	Kombination Programm 1 + Programm 4	Reduziertes Programm	Standardanalyse + ÖLN-Ergänzung	Feldbau ÖLN-Standard	Spezialkulturen ÖLN-Standard	1007	2000 oder 2001 (mit analyt. Humusbest.)	2031	4401	
Bodenart (Fühlprobe für Humus + Körnung)	ja	ja	nein	ja	ja	ja	auf Wunsch ja (inkl.)	ja	ja	ja	
Analytische Humusbestimmung	nein	ja	ja	ja	nein	ja	ja	1)	ja	ja	
pH-Wert	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O, KCl)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	
Kalkzustand (Salzsäureprobe)	ja	ja	nein	nein	ja	ja	ja (Artikel 1035)	ja	ja	nein	
Lösliche Nährstoffe	nein	P ⁶ , K ⁶ , Mg ⁷	nein	P ¹ , K ¹	(auf Wunsch P ⁶ , K ⁶)	P ⁸ , K ⁸ , Ca ⁸ , Mg ⁸	P ⁸ , K ⁸ , Ca ⁸ , Mg ⁸	nein	P ⁶ , K ⁶ , Mg ⁷	P ⁸ , K ⁸ , Ca ⁸ , Mg ⁸	
Reservenährstoffe	P ⁴ , K ⁴ , Mg ⁴	P ⁴ , K ⁴	P ⁴ , K ⁴	P ^{2,3,4} , K ^{2,4} , Ca ⁵ , Mg ²	P ⁴ , K ⁴	P ⁴ , K ⁴ , Ca ⁴ , Mg ⁴	P ⁴ , K ⁴ , Ca ⁴ , Mg ⁴	P ⁴ , K ⁴	P ⁴ , K ⁴	P ⁴ , K ⁴ , Ca ⁴ , Mg ⁴	
Spurenelemente	nein	nein	nein	Cu ⁵ , Fe ⁵ , Mn ⁵ , Zn ⁵	nein	nein	auf Wunsch ja (Artikel 1008)	nein	nein	nein	
Zusätzliche Parameter	nein	nein	nein	P-Verhältniszahl	nein	nein	Leitfähigkeit	nein	nein	nein	
Preis in Fr.	49.00 (exkl. MwSt.)	115.00 (exkl. MwSt.)	35.00 (inkl. MwSt.)	75.00 (inkl. MwSt.)	30.00 (inkl. MwSt.)	97.00 (inkl. MwSt.)	95.00 (exkl. MwSt.)	33.00 (inkl. MwSt.)	89.00 (inkl. MwSt.)	105.00 (inkl. MwSt.)	
Darstellung der Resultate	mit Interpretationsdiagramm		ohne Interpretationsdiagramm		mit Interpretationsdiagramm		ohne Interpretationsdiagramm	bei allen Paketen mit Interpretationsdiagramm, soweit gemäss Beratungsgrundlagen möglich			
Düngungsempfehlung	ja ¹⁾		ja	ja	ja	ja	ja	2)	ja	ja	
Interpretation	durch Schneiter Agro AG (Obst, Reben) Tel. 062 893 28 83; Widmer Consulting (Acker, Gemüse, Beeren) Tel. 062 892 37 70		nein	ausführlich; speziell für bio, nicht spezifisch für den Obstbau	auf Wunsch durch Bioberatung Jakob Rohrer, Tel. 071 663 32 14		ausführliche telefonische Beratung im Preis inbegriffen	nein	nein	nein	
Bemerkungen	mit Humusbestimmung: Programm 4 (Fr. 65.00) 1) bei Angabe der Kultur in Reinnährstoffen; auf Wunsch Empfehlung in Hof- und Handelsdüngermengen			16 Bestimmungen; Auswertung auf Wunsch auf F, I, E, SP	wahlweise: + Mg, Fr. 10.00 + analyt. Humusbest. Fr. 15.00		Gesamtkalkgehalt: Artikel 1035 (Fr. 35.00) Spurenelemente (Fe, Mn, Cu, Zn): Artikel 1008 (Fr. 35.00)	1) nur bei Paket 2001 mit Aufpreis Fr. 20.00; 2) nur für Ackerlandböden mit pH bis 7.2 und/oder Tongehalt bis 30 %			

* Empfehlungen des FiBL gemäss Auswahlkriterien im Merkblatt Bodenuntersuchungen. Nur Labors mit Anerkennung für ÖLN 2002/2003 sind aufgeführt.

** Anerkannte Methoden für den Ökologischen Leistungsnachweis: pH (H₂O), analytische Humusbestimmung im Ackerbau und in den Spezialkulturen, P (NH₄EDTA), K (NH₄EDTA). Bis 31.12.2003 wird für den Acker- und Futterbau P (CO₂) und K (CO₂) wieder zugelassen.

¹ Extraktionsmittel: Na-Acetat

³ Extraktionsmittel: Citrat (Zitronensäure)

⁵ Extraktionsmittel: HCl/H₂SO₄

⁷ Extraktionsmittel: Kalziumchlorid (CaCl₂)

² Extraktionsmittel: Doppellaktat (DL)

⁴ Extraktionsmittel: Ammoniumacetat-EDTA (NH₄EDTA)

⁶ Extraktionsmittel: CO₂-gesättigtes Wasser

⁸ Extraktionsmittel: Wasser (H₂O)

	Hauert & Co. Labor Wilerstrasse 2 3262 Suberg Tel.: 032 389 17 94 Fax: 032 389 10 12 www.hauert.com	Inforama Seeland Bodenlabor 3232 Ins Tel.: 032 312 91 41 Fax: 032 312 91 03 info.bodenlabor@vol.be.ch www.vol.be.ch	Laboratoire, sol et fumure Ecole cantonale d'agriculture de Grange-Vervey 1510 Moudon Tel.: 021 995 34 55 Fax: 021 995 34 30 bertrand.linder@ecagv.vd.ch	Sol Conseil Case Postale 188 1260 Nyon 1 Tel.: 022 363 43 04 Fax: 022 363 45 17 sol.conseil@rac.admin.ch			
A: für die ÖLN-Anerkennung ** B: für die Düngungsberatung	A + B Spezialkulturen	A A + B Spezialkulturen	A A + B Spezialkulturen	A A + B Spezialkulturen	A A + B Spezialkulturen	A A + B Spezialkulturen	
Bezeichnung der angebotenen Programme	Standard + Zusatz	IP-Standard	Totalanalyse Spezialkulturen + Humusbest.	Standard 103	Standard 323 + 201	Komb. der Programme 1.1 + 1.20	Komb. der Programme 1.1 + 1.70
Bodenart (Fühlprobe für Humus + Körnung)	ja	ja	ja	nein	nein	ja	ja
Analytische Humusbestimmung	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja
pH-Wert	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)
Kalkzustand (Salzsäureprobe)	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja
Lösliche Nährstoffe	P ⁸ , K ⁸ , Ca ⁸ , Mg ⁸	nein	P ⁸ , K ⁸ , Ca ⁸ , Mg ⁸	nein	P ⁸ , K ⁸ , Ca ⁸ , Mg ⁸	nein	P ⁸ , K ⁸ , Ca ⁸ , Mg ⁸
Reservenährstoffe	P ⁴ , K ⁴ , Ca ⁴ , Mg ⁴	P ⁴ , K ⁴ , Ca ⁴ , Mg ⁴	P ⁴ , K ⁴ , Ca ⁴ , Mg ⁴	P ⁴ , K ⁴ , Mg ⁴	P ⁴ , K ⁴ , Ca ⁴ , Mg ⁴	P ⁴ , K ⁴ , Mg ⁴	P ⁴ , K ⁴ , Ca ⁴ , Mg ⁴
Spurenelemente	Fe ⁴ , Fe ⁴ , Cu ⁴ , Zn ⁴	Mn ⁴	Mn ⁴	nein	nein	nein	nein
Zusätzliche Parameter	Nitrat-N, Leitfähigkeit	nein	ja (Tunnel: Salzgehalt)	nein	nein	nein	nein
Preis in Fr.	120.00 (exkl. MwSt.)	33.00 (exkl. MwSt.)	80.00 (exkl. MwSt.)	40.00 (exkl. MwSt.)	82.00 (exkl. MwSt.)	63.00 (exkl. MwSt.)	111.00 (exkl. MwSt.)
Darstellung der Resultate	mit Interpretationsdiagramm	mit Interpretationsdiagramm		nein	nein	mit Interpretationsdiagramm	
Düngungsempfehlung	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Interpretation	kurz; auf Wunsch auch Düngungsempfehlungen für bio erhaltlich	auf Wunsch auch Düngungsempfehlungen für Bio: FiBL-Beratungsbüro Ins, Martin Lichtenhahn Tel.: 032 313 44 60		ja	ja	nein	nein
Bemerkungen	Humusbestimmung muss separat verlangt werden.	zusätzliche Humusbestimmung Fr. 20.00	Kombination von CO ₂ - und EDTA-Extraktion nicht angeboten	mit Körnungsbestimmung (Pipettmethode): zusätzlich Fr. 33.00 (exkl. MwSt.) ohne lösliche Nährstoffe: Programm Standard 323 (Fr. 48.00, exkl. MwSt.)		mit Humusbestimmung: Fr. 63.00 Fr. 92.00 Analysenbericht auf Wunsch auch auf deutsch; für eine Wiederbeprobung ist Programm 1.0 nicht nötig (minus Fr. 12.00)	

* Empfehlungen des FiBL gemäss Auswahlkriterien im Merkblatt Bodenuntersuchungen. Nur Labors mit Anerkennung für ÖLN 2002/2003 sind aufgeführt.

** Anerkannte Methoden für den Ökologischen Leistungsnachweis: pH (H₂O), analytische Humusbestimmung im Ackerbau und in den Spezialkulturen, P (NH₄EDTA), K (NH₄EDTA). Bis 31.12.2003 wird für den Acker- und Futterbau P (CO₂) und K (CO₂) wieder zugelassen.

¹ Extraktionsmittel: Na-Acetat

³ Extraktionsmittel: Citrat (Zitronensäure)

⁵ Extraktionsmittel: HCl/H₂SO₄

⁷ Extraktionsmittel: Kalziumchlorid (CaCl₂)

² Extraktionsmittel: Doppellaktat (DL)

⁴ Extraktionsmittel: Ammoniumacetat-EDTA (NH₄EDTA)

⁶ Extraktionsmittel: CO₂-gesättigtes Wasser

⁸ Extraktionsmittel: Wasser (H₂O)

	Eric Schweizer Samen AG Labor für Bodenanalytik und Umwelttechnik Postfach 150, 3602 Thun Tel.: 033 227 57 31 Fax: 033 227 57 39 info@schweizerseeds.ch www.schweizerseeds.ch			Thurlab AG Wilerstrasse 18a, 8370 Sirnach Tel.: 071 966 34 26 Fax: 071 966 34 36 info@thurlab.ch www.thurlab.ch	
A: für die ÖLN-Anerkennung ** B: für die Düngungsberatung	A + B Ackerbau und Futterbau	A + B Ackerbau und Futterbau	A + B Spezialkulturen	A + B Acker- und Futterbau	A + B Obstbau, Beerenbau, Rebbau, Gemüsebau, Gartenbau
Bezeichnung der angebotenen Programme	00-P	01-P	33 Garten- und Gemüsebau 220 Obst- und Weinbau	Feldbau ÖLN-Standard	Spezialkulturen ÖLN- Standard
Bodenart (Fühlprobe für Humus + Körnung)	ja	ja	ja	ja	ja
Analytische Humusbestimmung	nein	nein	nein	nein	ja
pH-Wert	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)
Kalkzustand (Salzsäureprobe)	ja	ja	nein	ja	ja
Lösliche Nährstoffe	P ⁶ , K ⁶	P ⁶ , K ⁶ , Mg ⁷	P ⁸ , K ⁸ , Ca ⁸ , Mg ⁸	(auf Wunsch P ⁶ , K ⁶)	P ⁸ , K ⁸ , Ca ⁸ , Mg ⁸
Reservenährstoffe	P ⁴ , K ⁴	P ⁴ , K ⁴ , Mg ⁴	P ⁴ , K ⁴ , Ca ⁴ , Mg ⁴	P ⁴ , K ⁴	P ⁴ , K ⁴ , Ca ⁴ , Mg ⁴
Spurenelemente	nein	nein	nein	nein	nein
Zusätzliche Parameter	nein	nein	im Gartenbau Salzgehalt und Nitrat-N	nein	nein
Preis in Fr.	32.00 (exkl. MwSt.)	36.00 (exkl. MwSt.)	80.00 (exkl. MwSt.)	30.00 (inkl. MwSt.)	97.00 (inkl. MwSt.)
Darstellung der Resultate	mit Interpretationsdiagramm			mit Interpretationsdiagramm	
Düngungsempfehlung	ja	ja	ja	ja	ja
Interpretation	auf Wunsch	auf Wunsch	ja	auf Wunsch	
Bemerkungen	Humusbestimmung analytisch Fr. 20.00 Grundpakete stets erweiterbar auf Spurenelemente, Körnungsanalyse, Schadstoffe etc. (auch nachträglich möglich, da getrocknete Proben 4 Monate archiviert werden).			Zusatzanalysen: Analyt. Humusbestimmung Fr. 15.00 Bor + Eisen Fr. 30.00 Mangan Fr. 10.00 Salzgehalt Fr. 10.00	

* Empfehlungen des FiBL gemäss Auswahlkriterien im Merkblatt Bodenuntersuchungen. Nur Labors mit Anerkennung für ÖLN 2002/2003 sind aufgeführt.

** Anerkannte Methoden für den Ökologischen Leistungsnachweis: pH (H₂O), analytische Humusbestimmung im Ackerbau und in den Spezialkulturen, P (NH₄EDTA), K (NH₄EDTA). Bis 31.12.2003 wird für den Acker- und Futterbau P (CO₂) und K (CO₂) wieder zugelassen.

¹ Extraktionsmittel: Na-Acetat

³ Extraktionsmittel: Citrat (Zitronensäure)

⁵ Extraktionsmittel: HCl/H₂SO₄

⁷ Extraktionsmittel: Kalziumchlorid (CaCl₂)

² Extraktionsmittel: Doppellaktat (DL)

⁴ Extraktionsmittel: Ammoniumacetat-EDTA (NH₄EDTA)

⁶ Extraktionsmittel: CO₂-gesättigtes Wasser

⁸ Extraktionsmittel: Wasser (H₂O)

Ferner sind für den ökologischen
Leistungsnachweis folgende Labors
zugelassen:

**Laboratoire des Sols
Ecole d'ingénieurs de Lullier**
Lullier, 1254 Jussy

Schweiz. Hochschule für Landwirtschaft
Länggasse 85, 3052 Zollikofen

Oestreich GmbH
Frankenweg 52, D-77767 Appenweier