

Bodenuntersuchungen für Biobetriebe

mit aktualisierter Laborliste 2007/2008

**Autoren**

Paul Mäder

Martin Koller

STECKBRIEF

Bodenuntersuchungen geben Aufschluss über die Bodenfruchtbarkeit. Sie dienen als Grundlage für die Düngungsplanung und die Berechnung der Suisse-Bilanz in Spezialkulturen. Bodenanalysen sind zudem Bestandteil des ökologischen Leistungsnachweises.

Das Merkblatt zeigt, auf was geachtet werden muss, damit das in Bodenanalysen investierte Geld gut angelegt ist.

Weshalb Bodenuntersuchungen

Bodenuntersuchungen sind ein wichtiges Mittel zur Beurteilung des Nährstoffzustandes im Boden. Ein gesunder und mit Nährstoffen ausgeglichener versorgter Boden ist Voraussetzung für gesunde Pflanzen und Tiere und damit auch für gesunde Nahrungsmittel. Für eine optimale Nährstoffnachlieferung braucht es insbesondere 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
- Suisse-Bilanz
- 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 weitgehend.

Von Bund und Labelgebern verlangt

Für die Erfüllung des Ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) im Rahmen der Direktzahlungsverordnung muss mindestens alle 10 Jahre eine Bodenanalyse der Bewirtschaftungsparzellen vorliegen (Programme A in der Laborliste Seiten 9 und 10). Auf Biogemüsebetrieben, die gleichzeitig die Anforderungen von Suisse Garantie erfüllen, müssen mindestens alle 5 Jahre Bodenproben untersucht werden, bei gedeckten Kulturen sogar alle 2 Jahre.

Gemäss Direktzahlungsverordnung muss keine Bodenanalyse vorliegen:

- für Flächen mit Düngeverbot
- für wenig intensiv genutzte Wiesen
- für Dauerweiden
- bei Betrieben, welche keine N- oder P-haltigen Dünger zuführen, wenn ihr Viehbesatz pro Hektare düngbare Fläche folgende Werte nicht überschreitet: 1,7 Düngergross-

vieheinheiten (DGVE)/ha in der Ackerbauzone und in den Übergangszonen; 1,4 DGVE/ha in der Hügelzone; 1,2 DGVE/ha in der Bergzone I; 1,0 DGVE/ha in der Bergzone II; 0,8 DGVE/ha in den Bergzonen III und IV und wenn sich aufgrund der durchgeführten Bodenuntersuchungen seit dem 1. Januar 1999 keine Parzelle in den Versorgungsklassen «Vorrat» (D) oder «angereichert» (E) befindet.

- **Zusätzliche Bestimmung der Bio Suisse:**
Oben genannten Betriebe sind nur ausgenommen, wenn sie 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.

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

Gemüsebaubetrieben, welche in der Regel jedes Jahr eine Suisse-Bilanz rechnen müssen, wird empfohlen, analog zum ÖLN 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 (schwerer lösliche Nährstoffe)* verlangt.

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 Schätzung 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.

**Landläufig wird von Reservenährstoffen gesprochen. Wissenschaftlich ist nicht zweifelhaft, dass diese Fraktion tatsächlich pflanzenverfügbar wird.*

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 (Ammoniumacetat-EDTA Extrakt) im Boden muss in Spezialkulturen der Düngeraufwand gemäss Suisse-Bilanz reduziert werden.

Das BLW schreibt für ÖLN das folgende Minimalanalyseprogramm vor:

(Programme A der Laborliste Seiten 9 und 10)

- 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

Es gilt, die Überversorgung und das Auslaugen der Böden zu verhindern.

Die zur Analyse von Bodenproben zur Düngungsberatung empfohlenen Programme sind in der Laborliste auf den Seiten 9 und 10 als Variante B aufgeführt.

Ein wesentliches Element für die Verwendung der Resultate sind die dazugehörigen Interpretationsschemata. Sie stehen wie folgt zur Verfügung: Acker und Futterbau: Grundlagen der Düngung im Acker- und Futterbau (GRUDAF 01, nächste Revision 2007/08). Obstbau: Grundlagen für die Düngung der Obstkulturen, (Flugschrift Nr. 15, 2003). Rebbau: Grundlagen für die Düngung der Reben (AMTRA 2003). Gemüsebau: Handbuch Gemüse 2005.

Überversorgung

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

Unterversorgung

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 Suisse-Bilanz mit zugeführten Nährstoffen vollständig auszugleichen. Die Bodenversorgungs-kategorie «mässig» bzw. «B» genügt meist bei Kulturen mit geringem und mittlerem Nährstoffanspruch für einen optimalen Pflanzenertrag von hoher Qualität, ohne den Boden auszulaugen.

Stickstoff (N):

Stickstoff muss speziell mit Nmin-Proben untersucht werden. Die Düngung nach Nmin-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 teilweise vorgebeugt werden.

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

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 bei von Natur aus nährstoffreichen Böden ein Nährstoffdefizit durch Verwitterung und Freisetzung von schwer verfügbaren Bodenreserven kompensiert wird. Bei von Natur aus nährstoffarmen (vor allem leichten) Böden kann ein Nährstoffdefizit bei Kali in wenigen Jahren zu einer kritischen Situation führen.

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 Tierarten 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 Bewirtschaftungsparzellen sehr unterschiedlich sein.

Spurenelemente:

Spurenelemente sind zentral für das Wachstum und die Fruchtbildung von Kulturpflanzen. Mangelerscheinungen treten im Biolandbau selten auf, weil die üblicherweise verwendeten 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.

Nur eine regelmässig durchgeführte chemische Bodenanalyse gibt Aufschluss über die Entwicklung der Nährstoffgehalte im Boden. Besonders bei kalibedürftigen Kulturen wie Kartoffeln, Lagergemüse und Kohlrarten können nach mehreren Jahren biologischer Bewirtschaftung Kalimangelsymptome auftreten, weshalb dieses Element besondere Beachtung verdient.

Phosphor- und Kaliverfügbarkeit 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 Aktivität der Bodenmikroorganismen in biologisch bewirtschafteten Böden für den Kulturerfolg zentral.

Bei Bodenuntersuchungen auf Biobetrieben werden dementsprechend bei Phosphor nicht primär die leichtlöslichen, direkt pflanzenverfügbaren Nährstoffe, sondern die Reservennährstoffe analysiert, welche durch chemische und biologische Prozesse pflanzenverfügbar werden.

Nährstoffungleichgewichte erkennen

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

Phosphor-Kali:

Häufig können auf hofnahen Parzellen wegen der Gülle- und Mistdüngung 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, weil hohe Kali-Gehalte die Magnesium-Aufnahme hemmen.

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 Laborliste Seiten 9 und 10)

- Für Acker- und Spezialkulturen Bestimmung sowohl der leicht löslichen als auch der Reservennährstoffe (Ammoniumacetat-EDTA Extrakt oder Doppellactat Extrakt).
- 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 Mangelerscheinungen, Nährstoffbelastung oder Bodenverdichtungen sollte jedoch auch die Verfügbarkeit der Spurenelemente untersucht werden.

Wie vorgehen bei der Probenahme?

Entnahmezeitpunkt

- In Acker-, Gemüse- und Grünlandparzellen: Im Herbst nach der Ernte vor der Düngung der nachfolgenden Kultur oder im zeitigen Frühjahr. Zur besseren Vergleichbarkeit über die Jahre muss die Probenahme immer zum selben Zeitpunkt erfolgen.
- 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 Mischprobe.
- Die Probenahmeflächen werden mit den dazugehörigen Flurnamen und Parzellennummern auf einem Plan notiert und wieder auffindbar abgelegt.
- Dieses Vorgehen garantiert eine exakte Wiederbeprobung nach einigen Jahren. Nur so lässt sich die Nährstoffentwicklung über die Jahre verfolgen.

Nur eine korrekt genommene Bodenprobe erlaubt eine realitätsnahe Aussage über die 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 Baumresp. Strauchstreifen (Kronentraufe).

Probenahmetiefen

- 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.

Kulturen und Entnahmetiefen

<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 wird mit Datum, Name des Betriebs und Nummer oder Name der Parzelle versehen.

- 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 demselben Extraktionsmittel gelöst werden.

Eine Übersicht der gemäss Kriterien des FiBL geeigneten Analyseprogramme der anerkannten Labors gibt die Laborliste auf den Seiten 9 und 10. 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 sollte mit der Beratung oder dem Labor Kontakt aufgenommen werden.

Die Labors stellen Vorschriften für die Probenahme, Begleitformulare und Probensätze zur Verfügung.

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 Suisse-Bilanz gerechnet werden.

	Ergebnis	Massnahme	Bedeutung und Bemerkungen
Humus- gehalt	tief / gering	<ul style="list-style-type: none"> Langjährige Kunstwiese anlegen. Gründüngungen in Fruchtfolge einbauen. Jährlich gut verrotteten Mist oder Kompost ausbringen (sofern die Suisse-Bilanz dies erlaubt). 	<p>Ein angemessener Humusgehalt im Boden fördert die biologische Aktivität, die Krümelbildung des Bodens und damit die Bodenstrukturbildung.</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>
	hoch / erhöht	<ul style="list-style-type: none"> Keine möglich, primär standortabhängig. 	<p>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.</p>
pH-Wert	zu tief	<ul style="list-style-type: none"> 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>
	zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> Keine kalkhaltige Düngemittel verwenden. 	<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>
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. Grüngutkompost einsetzen. 	<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>
	zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> Mit Einsatz von Mist, Schweinegülle, Kompost und Volldüngern (bzw. P-haltigen Mehrnährstoffdüngern) zurückhalten. 	<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 haben eine schlechte P-Ausnutzung zur Folge. Äusserste Zurückhaltung mit der Phosphordüngung ist bei extensiven Wiesen und Weiden geboten.</p>

	Ergebnis	Massnahme	Bedeutung und Bemerkungen
Kalium (K)	zu tief	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mehr Rindergülle ausbringen <i>oder</i> ▪ Kali-Ergänzungsdünger (Kalisulfat, Kalimagnesia, 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>Kali-Ergänzungsdünger nur einsetzen, wenn eine Bodenanalyse einen K-Mangel anzeigt. Mineralische K-Dünger sind nach Bio Suisse nur bei Versorgungsstufe C und tiefer erlaubt.</p>
	zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weniger Rindergülle ausbringen. 	
Kalzium (Ca)	zu tief	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kalkdünger (z.B. gemahlener Kalk, im Obstbau speziell Meeralgenkalk) ausbringen. 	<p>Kalzium ist wichtig für die biologische Aktivität und die Bodenstruktur.</p> <p>Keine kalkhaltigen Dünger vor Kartoffeln ausbringen wegen Kartoffelschorf.</p> <p>Tiefe Kalziumgehalte bedeuten Stippegefahr bei Obst (in Kombination mit hoher K- und N-Düngung) und Phosphat-Festlegung an Aluminium und Eisen.</p> <p>Bei hohen Kalziumgehalten ist Phosphat stark an das Kalzium gebunden und schwer verfügbar; Festlegung von Spurenelementen.</p>
	zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine kalkhaltigen Düngemittel einsetzen. 	
Magnesium (Mg)	zu tief	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kalimagnesia (Patentkali): nur bei gleichzeitigem K-Mangel einsetzen. ▪ Dolomit: nur bei tiefem pH-Wert einsetzen. ▪ Bittersalz (meldepflichtig *). 	<p>Wichtig unter anderem für Blattgrün- und Eiweissbildung.</p> <p>In Sand- und Moorböden vielfach zu tief.</p> <p>Magnesiumarmes Futter kann zu Fruchtbarkeitsstörungen beim Rindvieh führen.</p> <p>Mangelsymptome: Gelbverfärbung der Blätter. Die Blattrippen bleiben grün.</p> <p>Bei Mg-Ergänzungsdüngung Verdrängung von K und Ca beachten.</p>
	zu hoch		Häufig hoch in Ton- und Dolomitkalkböden.
Kupfer (Cu)	zu tief	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spurenelementdünger einsetzen (meldepflichtig *). 	Überhöhte pH-Werte können zu Cu-Mangel führen. Kupfermangel häufig in Moorböden.
	zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Organische Substanz zuführen, da das Kupfer an den Humus gebunden wird. 	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 (vor allem Obst- und Gemüsebau).
Eisen (Fe)	zu tief	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spurenelementdünger einsetzen. 	Bei schlechter Eisen-Verfügbarkeit besteht Chlorosegefahr (häufig bei Kalküberschuss und hohen pH-Werten).
	zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entwässern, Drainage, Tiefenlockerung. ▪ Tiefwurzler anbauen. 	Eine zu hohe Verfügbarkeit an Eisen und Mangan bei normalen pH-Werten weist auf Luftknappheit im Boden hin (mittels Spatenprobe Bodenstruktur untersuchen).
Mangan (Mn)	zu tief	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spurenelementdünger einsetzen (meldepflichtig *). 	Bei hohem Kalkgehalt und pH-Wert ist die Manganverfügbarkeit häufig schlecht (kalkhaltige Niedermoore, Moorböden auf Seekreide).
	zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tiefenlockerung, Gründüngung mit Tiefwurzlern zur Bodenbelüftung. 	Hohe Werte sind vielfach die Folge von Bodenverdichtung. Dadurch entwickeln sich die Wurzeln der Pflanzen schlecht.

* Bemerkungen zu den Spurenelementen siehe nächste Seite

Ergebnis	Massnahme	Bedeutung und Bemerkungen
Zink (Zn) zu tief	▪ Spurenelementdünger einsetzen (meldepflichtig *).	Zu tiefe Werte an löslichem Zink sind häufig in leichten, kalkhaltigen Böden.
zu hoch	▪ Keine belasteten Hofdünger einsetzen.	Zu hohe Werte können die Folge sein von starker Klärschlammanwendung (im Biolandbau verboten) oder Belastungen durch Futtermittelzusätze vor allem in Schweinegülle.
Bor (B) zu tief	▪ Spurenelementdünger einsetzen (meldepflichtig *).	Bormangel tritt auf leichten, alkalischen oder aufgekalkten Böden häufig auf bei Zuckerrüben, Randen und Mangold und führt zu Herz- und Trockenfäule.

* **Bemerkungen zu den Spurenelementen**

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

Der Einsatz von Spurenelementdüngern (und rasch wirksamen Kalzium- und Magnesium-Blattdüngern) 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.

Impressum

Herausgeber und Vertrieb

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)
Ackerstrasse, Postfach, 5070 Frick
Tel. 062 865 72 72, Fax 062 865 72 73
info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

Titelbild

Franco Weibel

Autoren

Paul Mäder und
Martin Koller (FiBL)

Durchsicht

Alfred Berner (FiBL), René Flisch (Agroscope ART)

Redaktion, Gestaltung

Res Schmutz

Preis

Fr. 4.50; Euro 3.00 €

Laborliste 2007/2008

mit Bodenuntersuchungsprogrammen für Biobetriebe*

	Agrolab Swiss GmbH Oberfeld 3 6037 Root/Lu Tel.: 041 450 26 57 Fax: 041 450 26 66 mj@agrolab.ch www.agrolab.ch		Agrofor Consulting (vormals Labor Dr. Balzer) Oberer Ellenberg 5 D - 35083 Wetter-Amönau Tel.: 0049 64 23 74 83 Fax: 0049 64 23 31 97 info@agrofor.de www.agrofor.de		Bodenlabor Arenenberg 8268 Salenstein Tel.: 071 663 32 15 Fax: 071 663 32 39 gregor.affolter@tg.ch www.arenenberg.ch		Bodenlabor JardinSuisse Oeschberg, Postfach 168 3425 Koppigen Tel.: 034 413 80 20 Fax: 034 413 70 75 labor@oega.ch www.jardinsuisse.ch		Hauert HBG Dünger AG Labor Wilerstrasse 2 3262 Suberg Tel.: 032 389 17 94 Fax: 032 389 10 12 info@hauert.com www.hauert.com	
A: für die ÖLN-Anerkennung ** B: für die Düngungsberatung (FiBL-Empfehlung)	73	A + B Ackerbau, Spezialkulturen	A	A + B	A + B Acker- und Futterbau	A + B Obstbau, Beerenbau, Rebbau, Gemüsebau,	A + B Obstbau		A + B Spezialkulturen	
Bezeichnung der angebotenen Programme	Programm 2	Programm 2 und Programm 3	Reduziertes Programm	Standardanalyse (14 Bestimmungen) + ÖLN-Ergänzung	Feldbau ÖLN-Standard	Spezialkulturen ÖLN-Standard	1007		Standard + Zusatz	
Bodenart (Fühlprobe für Humus + Körnung)	ja	ja	nein	ja	ja	ja	auf Wunsch ja (inkl.)		ja	
Analytische Humusbestimmung	nein	nein	ja	ja	auf Wunsch	ja	ja		nein	
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)	
Kalkzustand (Salzsäureprobe)	ja	ja	nein	nein	ja	ja	ja (Artikel 1035)		nein	
Lösliche Nährstoffe	nein	nein	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		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 , Ca ⁴ , Mg ⁴	
Spurenelemente	nein	nein	nein	Cu ⁵ , Fe ⁵ , Mn ⁵ , Zn ⁵	nein	nein	auf Wunsch ja (Artikel 1008)		Fe ⁴ , Mn ⁴ , Cu ⁴ , Zn ⁴	
Zusätzliche Parameter	nein	nein	nein	P-Verhältniszahl	nein	nein	Leitfähigkeit		Nitrat-N, Leitfähigkeit	
Preis in Fr.	49.00 (exkl. MwSt.)	115.00 (exkl. MwSt.)	35.00 (inkl. MwSt.)	75.00 (inkl. MwSt.)	31.00 (exkl. MwSt.)	97.00 (exkl. MwSt.)	97.00 (exkl. MwSt.)		120.00 (exkl. MwSt.)	
Darstellung der Resultate	mit Interpretationsdiagramm		ohne Interpretationsdiagramm		mit Interpretationsdiagramm		mit Interpretationsdiagramm		mit Interpretationsdiagramm	
Düngungsempfehlung	ja ¹⁾		ja		ja		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 oder die zuständigen Fachstellen Gemüse- und Beerenbau bzw. Obst- und Rebbau		ausführliche telefonische Beratung im Preis inbegriffen	
Bemerkungen	mit Humusbestimmung: Programm 4 (Fr. 65.00) ¹⁾ bei Angabe der Kultur in Reinnährstoffen; auf Wunsch Empfehlung in Hof- und Handelsdüngermengen		Auswertung auf Wunsch auf E, SP, F Zusatzanalysen und deren Preise auf Anfrage: Kalkgehalt, Bor, Gesamt-N, Nmin, Salzgehalt, Schwermetalle, u.a.; Proben werden für mind. 1 Jahr archiviert		Feldbau wahlweise: + Mg (Fr. 4.00) + analyt. Humusbest. (Fr. 20.00) + Carbonatbestimmung (Fr. 20.00)		Gesamtkalkgehalt: Artikel 1035 (Fr. 45.00) Spurenelemente (Fe, Mn, Cu, Zn): Artikel 1008 (Fr. 40.00)		Fühlprobe für Körnung auf Verlangen.	

* Empfehlungen des FiBL gemäss Auswahlkriterien im Merkblatt Bodenuntersuchungen.

Für die Programme des ÖLN (Programme A) müssen die Labors jährlich offiziell anerkannt werden. Die Liste wird jeweils ca. im August von Agroscope ART publiziert.

** Anerkannte Methoden für den Ökologischen Leistungsnachweis: pH (H₂O), C_{org.} (Humus), P und K im Ammoniumacetat+EDTA-Extrakt.

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)



Laborliste 2007/2008 (Fortsetzung)
mit Bodenuntersuchungsprogrammen für Biobetriebe*

	Labor Ins AG Herrenhalde 80 3232 Ins Tel.: 032 312 91 41 Fax: 032 312 91 21 info@laborins.ch www.laborins.ch			Ibu Labor für Boden- und Umweltanalytik Postfach 150, 3602 Thun Tel.: 033 227 57 31 Fax: 033 227 57 39 info@ibu.ch www.ibu.ch			Thurlab AG Wilerstrasse 18a, 8370 Sirnach Tel.: 071 966 34 26 Fax: 071 966 34 36 info@thurlab.ch www.thurlab.ch		
<i>A: für die ÖLN-Anerkennung ** B: für die Düngungsberatung (FiBL-Empfehlung)</i>	Ackerbau und Futterbau	A + B Ackerbau und Futterbau	A + B Spezialkulturen	A + B Ackerbau und Futterbau	A + B Ackerbau und Futterbau	A + B Spezialkulturen	A Alle Kulturen	A + B Obst und Beeren	A + B Obstbau, Beerenbau, Rebbau, Gemüsebau, Gartenbau
Bezeichnung der angebotenen Programme	IP-Standard	Kombi-Standard	Totalanalyse Gemüse-, Obst- Weinbau	00-P	01-P	33 Garten- und Gemüsebau 220 Obst- und Weinbau	ÖLN-Standard	IP Suisse Garantie	Spezialkulturen
Bodenart (Fühlprobe für Humus + Körnung)	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja, Humus analytisch
Analytische Humusbestimmung	nein	nein	nein	nein	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)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)	ja (H ₂ O)
Kalkzustand (Salzsäureprobe)	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja
Lösliche Nährstoffe	nein	P ⁶ , K ⁶ , Mg ⁷	P ⁸ , K ⁸ , Ca ⁸ , Mg ⁸	P ⁶ , K ⁶	P ⁶ , K ⁶ , Mg ⁷	P ⁸ , K ⁸ , Ca ⁸ , Mg ⁸		P ⁸ , K ⁸ , Ca ⁸ , Mg ⁸	P ⁸ , K ⁸ , Ca ⁸ , Mg ⁸ , Na 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	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	P ⁴ , K ⁴ , Ca ⁴ , Mg ⁴
Spurenelemente	Mn ⁴	Mn ⁴	Mn ⁴	nein	nein	nein	nein	nein	Mn ⁴
Zusätzliche Parameter	nein	nein	ja (Tunnel: Salzgehalt)	nein	nein	im Gartenbau Salzgehalt und Nitrat-N		Salzgehalt	NO ₃ -N, NH ₄ -N, Salzgehalt
Preis in Fr.	38.00 (exkl. MwSt.)	65.00 (exkl. MwSt.)	80.00 (exkl. MwSt.)	34.00 (exkl. MwSt.)	38.00 (exkl. MwSt.)	80.00 (exkl. MwSt.)	35.00 (inkl. MwSt.)	85.00 (exkl. MwSt.)	113.00 (exkl. MwSt.)
Darstellung der Resultate	mit Interpretationsdiagramm und Text			mit Interpretationsdiagramm			mit Interpretationsdiagramm		
Düngungsempfehlung	ja	ja	ja	ja	ja	ja	auf Wunsch	ja	ja
Interpretation	ja kultur- und parzellen-bezogen	ja kultur- und parzellen-bezogen	ja kultur- und parzellen-bezogen	auf Wunsch	auf Wunsch	ja	auf Wunsch	ja (auch für Biobetriebe)	ja (auch für Biobetriebe)
Bemerkungen	Zusatzanalysen (Preis auf Anfrage): - Humus analytisch - Kombi-Analyse AA-EDTA / CO ₂ - Nmin - Gesamtkalk - Rückstandsanalysen und Schwermetalle			Humusbestimmung analytisch Fr. 20.00 Grundpakete stets erweiterbar auf Spurenelemente, Körnungsanalyse, Schadstoffe etc. (auch nachträglich möglich, da getrocknete Proben 4 Monate archiviert werden).			Zusatzanalysen: - Humus analytisch Fr. 15.00 - Bor + Eisen Fr. 30.00 - Mangan Fr. 10.00 - Salzgehalt Fr. 10.00 - Körnung Fr. 40.- - Schwermetalle/Schadstoffe auf Anfrage		

Ferner sind für den ökologischen Leistungsnachweis folgende Labors zugelassen:

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

Landw. Labor Dr. Janssen GmbH
Rotwiese 3, D-37191 Gillersheim

Sol Conseil
Case postale 188, 1260 Nyon

Agrilogie
Grange-Verney
Analyses de terre
1510 Moudon

* Empfehlungen des FiBL gemäss Auswahlkriterien im Merkblatt Bodenuntersuchungen.

Für die Programme des ÖLN (Programme A) müssen die Labors jährlich offiziell anerkannt werden. Die Liste wird jeweils ca. im August von Agroscope ART publiziert.

** Anerkannte Methoden für den Ökologischen Leistungsnachweis: pH (H₂O), C_{org.} (Humus), P und K im Ammoniumacetat+EDTA-Extrakt.

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)

⁸ Extraktionsmittel: Wasser (H₂O)



Liste der für den Ökologischen Leistungsnachweis zugelassenen und für Bodenuntersuchungen zur Düngeberatung empfohlenen Labors für die Anbauperiode 2014/15

Labor	ÖLN-Analysen ¹⁾			Bodenuntersuchung zur Düngeberatung ³⁾		
	AAE10-Methode ²⁾	CO ₂ -Methode	H ₂ O ₁₀ -Methode	Acker- u. Futterbau	Spezialkulturen	Standortbeurteilung
Ibu – Labor für Boden- und Umweltanalytik Postfach 150, 3602 Thun	+	+	+	+	+	+
Sol Conseil Case postale 1381, 1260 Nyon	+	+	+	+	+	+
Labor Ins AG Kerzers Industriestrasse 13, 3210 Kerzers	+	+	+	+	+	+
Agroscope, INH, Zürich-Reckenholz (bietet keine Dienstleistung für Privatpersonen an)	+	+	+	+	+	+
LBBZ Arenenberg Bodenlabor, 8268 Salenstein	+	+	+	+	+	
hepia Genève Laboratoire des sols, 1254 Jussy	+	+	+	+	+	
Agrilogie Grange-Verney, 1510 Moudon	+	+	+			
Hauert HBG Dünger AG Wilerstrasse 2, 3262 Suberg	+					
JardinSuisse Beratungsdienst, 3425 Oeschberg-Koppigen	+					
AgroLab Swiss GmbH Oberfeld 3, 6037 Root	+					+
Amt für Landschaft und Natur Walcheplatz 2, Postfach, 8090 Zürich						+

¹⁾ pH-Wert, C_{org.} (Humus) und mindestens eine der drei Methoden für die P/K-Bestimmung

²⁾ Nicht anwendbar für kalkhaltige Böden mit einem pH-Wert > 6.8

³⁾ Empfohlene Analysen für die Düngeberatung und die Standortcharakterisierung

Acker- und Futterbau: pH-Wert, C_{org.} (Humus), P-, K- und Mg-Gehalt im Ammoniumacetat+EDTA-Extrakt sowie P-, K-Gehalt im CO₂-gesättigten Wasserextrakt und Mg-Gehalt im CaCl₂-Extrakt, Kalkgehalt

Spezialkulturen: pH-Wert, C_{org.} (Humus), P-, K-, Mg-, Ca-Gehalt im Ammoniumacetat+EDTA-Extrakt sowie P-, K-, Mg-Gehalt im Wasserextrakt (1:10), Kalkgehalt

Standortbeurteilung: pH-Wert, C_{org.} (Humus), Körnung (Ton, Schluff, Sand) zur Charakterisierung des Bodens