

Neues aus den Praxisforschungsprojekten



Bodenuntersuchungen – was ist wirklich drin?

Bodenuntersuchungen liefern Aussagen über die Nährstoffversorgung und die Bodenfruchtbarkeit. Für eine optimale Nährstoffversorgung von Pflanzen braucht der Boden einen ausreichenden Humusgehalt und eine hohe biologische Aktivität. Bodenuntersuchungen dienen somit als Mittel, um die Nährstoffsituation zu erfassen und bilden die Grundlage für die Düngungsplanung und Überprüfung der eigenen Düngungsstrategie.

Ein Blick zurück

Noch bis Ende der Achtzigerjahre war es im ökologischen Landbau üblich, eine umfangreiche Bodenanalyse durchzuführen. Besonders differenziert wurden dabei die Faktoren betrachtet, die im ökologischen Landbau eine größere Wichtigkeit haben als im konventionellen Bereich, so zum Beispiel die Fraktion der nachlieferbaren Nährstoffe.

Durch die Auflagen der Düngeverordnung sind regelmäßige Standarduntersuchungen heute für alle Betriebe obligatorisch. Jedoch beschränken sich die meisten Landwirte auf diese Standarduntersuchungen und vernachlässigen so die Betrachtung von im ökologischen Landbau wichtigen Faktoren wie die nachlieferbaren Nährstoffe, die Nährstoffbalance und die Humusfraktion.

In der jüngeren Vergangenheit ist jedoch wieder ein verstärktes Interesse an umfassenderen, für den Ökolandbau relevanten Bodenuntersuchungen zu verzeichnen. Die Hauptgründe dafür sind, dass langjährig ökologisch wirtschaftende Betriebe häufig die Entwicklung ihrer Erträge kaum in Einklang mit den Ergebnissen der Standard-Bodenuntersuchungen bringen konnten. Außerdem kamen auch im Leguminosenanbau neue Fragen hinzu, da diese Kulturen sehr empfindlich sowohl auf eine schlechte Nährstoffversorgung, aber auch auf Nährstoffübersversorgung reagieren und häufig eine sogenannte Bodenmüdigkeit auftritt.



Leguminosenmüdigkeit bei Ackerbohnen- und Erbsenbestand

(Foto: Irene Jacob, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft / Irene Jacob, Naturland)

Gute Gründe für detaillierte Bodenuntersuchungen

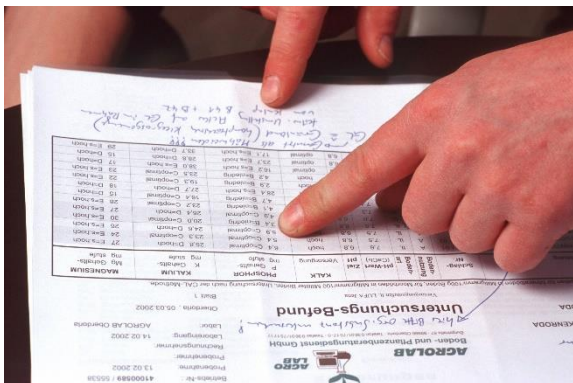
Eine wichtige Rolle für die Nährstoffversorgung im Ökolandbau spielt die intensive Durchwurzelung des Bodens durch Hauptfruchtleguminosen, Untersaaten und Zwischenfrüchte. Dadurch werden Nährstoffe aus tieferen Bodenschichten für die Folge- oder Deckfrucht verfügbar gemacht. Die Berücksichtigung dieser Prozesse ist nach wie vor von großer Bedeutung und auch wissenschaftlich belegt, z.B. die

verbesserte Phosphor-Verfügbarkeit nach Lupinen oder tiefwurzelnden Zwischenfruchtmischungen mit Rotklee, Senf oder Ölrettich. Allerdings wird dabei häufig vergessen, dass auch eine verbesserte Nährstoffverfügbarkeit eine negative Bilanz nicht ins Positive drehen kann. Langfristig müssen ausgeprägt negative Bilanzen ihre Spuren hinterlassen. Die Nachlieferung aus schwerer löslichen Fraktionen des Bodens kann dies ggf. etwas abmildern, jedoch nicht komplett kompensieren. Eine standortangepasste Zufuhr und Ergänzung über richtliniengemäße Dünger ist deshalb auf Dauer unerlässlich. Von negativen Nährstoffbilanzen, z.B. beim Phosphor, können nicht nur viehlose Betriebe betroffen sein. Daher ist es wichtig, seine Nährstoffbilanzen im Auge zu haben und die im Boden vorhandenen Reserven zu kennen. Genau hier können Bodenanalysen wertvolle Hinweise geben.

Besonderes Interesse an aussagekräftigen und möglichst detaillierten Bodenuntersuchungen haben Betriebe mit Gemüse oder Sonderkulturen, da hier auch Spurenelemente eine wichtige Rolle spielen können. Auch das mangelnde Wachstum von Leguminosen wird gelegentlich mit schlechter Nährstoffversorgung, z.B. von Schwefel, in Verbindung gebracht. Für die Beantwortung der Fragen im Zusammenhang mit dem Anbau von Leguminosen fehlt aber vielfach noch belastbares Wissen und es ist notwendig, dass Landwirte auf ihren Standorten selbst Versuche durchführen, in dem sie z.B. Düngefenster lassen.

Klassische Bodenuntersuchungen

Die klassische (Standard-)Untersuchung erfasst die Gehalte von Phosphor, Kalium, Magnesium mittels Calcium-Acetat-Lactat- Auszug (CAL-Methode) und den pH-Wert in Calciumchlorid-Lösung (CaCl₂). Dabei



Für den ökologischen Leistungsnachweis zugelassene Labore liefern die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen

©BLE, Bonn/Foto: Thomas Stephan

werden nur die leicht pflanzenverfügbaren Nährstoffe erfasst. Im Rahmen der üblichen Untersuchung sind auch relativ kostengünstig zusätzliche Analysen auf organische Substanz, Mangan, Bor, Zink und Kupfer verfügbar. Neben dem Gehalt an organischer Substanz ist allerdings auch das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff (C/N-Verhältnis) von Bedeutung, da ein hohes C/N-Verhältnis auf eine schnelle Umsetzung der organischen Substanz hinweisen kann. Es kann bei zusätzlichem Analyseumfang leicht miterfasst werden. Mit Hilfe der Elektro- Ultrafiltrationsmethode (EUF) werden neben den direkt verfügbaren wasserlöslichen Nährstoffen die nachlieferbaren Nährstoffe und der Kalkgehalt bestimmt. Diese Methode ist im Zuckerrübenanbau üblich,

kann aber auch für andere Kulturen angewendet werden. Ein weiterer Vorteil dieser Methode ist neben dem breiten Analysespektrum auch, dass auf das Kühlen der Proben verzichtet werden kann.

Ganzheitliche Bodenuntersuchungen

Ein wichtiges Kriterium ist auch das Verhältnis der Nährstoffe zueinander, da verschiedene Nährstoffe bei der Aufnahme durch die Pflanze in negativer Wechselwirkung zueinanderstehen. So kann ein überhöhter Gehalt eines Nährstoffes auch zu Mindererträgen führen, da seine Antagonisten nicht – oder zumindest nicht optimal – aufgenommen werden können. Um auch die Nährstoffverhältnisse abschätzen zu können, eignen sich umfassendere Methoden wie die Analysen nach Balzer, Kinsey oder Husz, die eine ganzheitliche Abschätzung des Bodenzustands bieten. Neben der Untersuchung des Bodens ist es im Problemfall auch sinnvoll, Pflanzenproben untersuchen zu lassen.

Tabelle: Ganzheitliche Methoden zur Bestimmung der Nährstoffverhältnisse

Analysemethode	Kurzbeschreibung
Nach Balzer	Ermittlung von 14 Kenngrößen, Beurteilung nach bodenphysikalischen, bodenchemischen, bodenbiologischen und Umweltgesichtspunkten, berücksichtigt Verfügbarkeit von Phosphor sowie Phosphor- und Humusdynamik
Nach Kinsey	Ermittlung von üblichen Kenngrößen, Spurenelementen, Sorptionskomplexen, individuelle Empfehlungen werden gegeben (in Deutschland gibt es kaum Labore, die nach dieser Methode arbeiten)
Nach Husz	Untersucht Sorptionskomplexe, Nährstoffverhältnisse, Basisparameter, Darstellung der Wirkungsgefüge der bodendynamischen Prozesse

Diese ganzheitlichen Methoden können für Betriebe mit Sonderkulturen und beim Auftreten von spezifischen Wachstumsproblemen sinnvoll sein. Sie sind aber besonders für langfristige Betrachtungen von Bedeutung, da sie insbesondere Verschiebungen bzw. Veränderungen der unterschiedlichen Löslichkeitsfraktionen aufzeigen.

Planung der Bodenprobenahme

Es ist in der Regel nicht notwendig, alle Böden umfassend zu untersuchen, wenn eine gewisse Homogenität des Standorts und der Bewirtschaftung gegeben ist. Je unterschiedlicher die Böden eines Betriebs sind, desto differenzierter sollten auch die unterschiedlichen Bereiche erfasst und analysiert werden. Unter anderem sollten Schläge mit verschiedenen Kulturen auch separat beprobt werden. Die Probenahme hat einen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis der Bodenuntersuchung. Böden können im gleichen Schlag sehr unterschiedlich sein. Werden dann – um der Minimalverpflichtung Genüge zu tun – Mischproben vom ganzen Schlag genommen, kann dabei ein Durchschnittsergebnis herauskommen, das eventuell vorhandene Unterschiede völlig verwischt. Es bleibt so möglicherweise im Dunkeln, wenn ein Teil des Schlages mit Nährstoffen unterversorgt ist. Deswegen ist es unverzichtbar, die Bestände auf dem ganzen Schlag zu beobachten und bei Auffälligkeiten auch eine einfache Spatenprobe durchzuführen.

Ebenso ist zu beachten, dass die Mischung bei der Wiederholung nach einigen Jahren wieder ähnlich sein sollte. Dazu kann es hilfreich sein, einen Feldplan anzulegen, in dem das Verteilungsmuster der Probenahme dokumentiert wird.



Auch die Jahreszeit hat einen großen Einfluss auf die Ergebnisse – um Werte wirklich vergleichen und damit Entwicklungen in der Nährstoffversorgung beurteilen zu können, sollten die Proben also unbedingt zu einem ähnlichen Zeitpunkt des Jahres, z. B. im zeitigen Frühjahr gezogen werden. Düngempfehlungen sollten immer mit dem Gesamteindruck des Standortes gekoppelt werden, da sie nur im Zusammenwirken mit allen standortangepassten Maßnahmen wie Fruchtfolge und Bodenbearbeitung zum Erfolg führen können.

Spatenprobenahme

©BLE, Bonn/Foto: Thomas Stephan

Checkliste zum Ermitteln der Bodenfruchtbarkeit

Parameter	Methode	Umsetzung
Dokumentation	Schlagkartei und Stallbuch führen	Zu jeder angebauten Fruchtart und Tierart, jährlich Bereitstellung von Informations- und Dokumentationsunterlagen zu Anbau, Düngung, Bodenuntersuchung usw.
Boden, Standort	Bodenart bestimmen Texturanalyse (Sand, Schluff, Ton) Besonderheiten des Profils (Tiefgründigkeit, Grundwasserstand, usw.) ermitteln Klima- und Wetterdaten festhalten	Einmalige Erfassung Standortinformationen bereitstellen
Humus	Humusbilanzierung und Düngedarfsermittlung für organische Substanz Bodenuntersuchung der Ackerkrume auf: C _{org} , N _t , C/N-Verhältnis	1x je 1 bis 2 Fruchtfolgerotationen bzw. entsprechend Cross Compliance Ziel: Versorgungsgruppen* C bis D 1x je Fruchtfolge (4 bis 8 Jahre)
Kalk	Bodenuntersuchung der Ackerkrume: pH-Wert (CaCl ₂ -Methode) Düngedarfsermittlung	Alle 3 bis 5 Jahre (1x je Fruchtfolgerotation) Ziel: Gehaltsklasse* C Alle 3 bis 5 Jahre (1x je Fruchtfolgerotation) Ziel: Zielgehaltsklassen des Bodens erreichen und sichern
Grundnährstoffe: Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg)	Bodenuntersuchung der Ackerkrume auf pflanzenverfügbare Nährstoffe: P (DL-, CAL-Methode), K (DL-, CAL-Methode), Mg (CaCl ₂ -Methode) Düngedarfsermittlung Nährstoffbilanzierung (Methoden: Schlag-, Hoftor-, Stallbilanz, Nährstoffvergleich)	Alle 3 bis 5 Jahre bzw. 1x je Fruchtfolge Ziel: Gehaltsklasse* B bis C Alle 3 bis 5 Jahre bzw. zu jeder Fruchtart (unter Einbeziehung der Ergebnisse der Bodenuntersuchung) Ziel: Zielgehaltsklassen des Bodens erreichen und sichern 1x je 1 bis 2 Fruchtfolgerotationen bzw. entsprechend der Düngeverordnung
Spurenelemente	Bodenuntersuchung der Ackerkrume auf pflanzenverfügbaren Nährstoffen: Bor (B), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Zink (Zn), Eisen (Fe)	1x Erhebungsuntersuchung Bei Bedarf 1x je 2 Fruchtfolgerotationen

**VDLUFVA-Versorgungsklassen: A = sehr niedrig, B = niedrig, C = optimal, D = hoch, E = sehr hoch
Quelle: Dr. Hartmut Kolbe, top agrar 2/2010, Seite 53*

Tabelle: Auswahl an Bodenlaboren in Deutschland

Labor	Postadresse	Telefonnummer	E-Mail / Homepage
Landwirtschaftliches Bodenlabor, Dr. Eugen Lehle	Heerstr. 37/1, 89150 Laichingen-Machtolsheim	Tel. 07333 / 947212	www.bodenlabor.de
Analytik Institut Rietzler GmbH	Schnorrstr. 5a, 90471 Nürnberg	Tel. 0911 / 868820	www.rietzler-analytik.com
Institut Dr. Nuss GmbH & Co.KG	Schönbornstraße 34, 97688 Bad Kissingen	Tel. 0971 / 78560	www.institut-nuss.de
Wein- und Bodenlabor, Dr. K.-H. Nilles	Josef-Wächter-Straße 13, 97332 Volkach	Tel. 09381 / 3031	
BGD-Bodengesundheitsdienst GmbH	Marktbreiter Str. 74, 97199 Ochsenfurt	Tel. 09331 / 91481	www.bodengesundheitsdienst.de
Ingenieurbüro für Materialreports und Umweltanalytik - IfMU GmbH	Bgm.-Finsterwalder Ring 10, 82515 Wolferratshausen	Tel. 08171 / 380100	www.gartenpass.de
Hettinger-Hielscher Elke Bodenuntersuchungen	Burgfarrnbacher Str. 98, 90513 Zirndorf	Tel. 0911 / 6002207	
CLG Chemisches Labor Dr. Graser KG	Goldellern 5, 97453 Schonungen	Tel. 09721 / 75760	www.labor-graser.de
Institut Koldingen GmbH	Breslauer Str. 60, 31157 Sarstedt	Tel. 05066 / 901930	www.agrolab.de
Agrofor Consulting & Products	Wiesenstr. 36, 35435 Wetztenberg	Tel. 06423 / 7483	www.agrofor.de
Landwirtschaftliches Labor Dr. Janssen GmbH	Rotwiese 3, 37191 Gillersheim	Tel. 05556 / 4981	www.laborjanssen.de
Oestreich GmbH	Frankenweg 52, 77767 Appenweiler	Tel. 07805 / 96840	www.oestreich-gmbh.de
Agrolab GmbH - Bruckberg	Dr.-Pauling-Str. 1, 84079 Bruckberg	Tel.: 08765 / 939960	www.agrolab.de

Quellen und vertiefende Literatur

- Bodenbeurteilung und Bodenfruchtbarkeit im Ökologischen Landbau: <https://www.oekolandbau.de/erzeuger/pflanzenbau/allgemeiner-pflanzenbau/boden/>
- Leguminosenmüdigkeit (DemoNet Erbse & Bohne): <http://www.demoneterbo.agrarpraxisforschung.de/index.php?id=165>
- Merkblatt Bodenuntersuchungen im Biobetrieb, FiBL 2008: <https://shop.fibl.org/CHde/1311-bodenuntersuchungen.html?ref=1Impressum>

- Merkblatt Bodenuntersuchungen im Biobetrieb, FiBL 2006: <https://shop.fibl.org/chde/1158-bodenuntersuchung.html>
- Bodenfruchtbarkeit im Öko-Betrieb, KTBL 2011: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11877>

Autoren

Werner Vogt-Kaute, Klaus-Peter Wilbois, Ann-Kathrin Spiegel, Marion Morgner (und Freya Schäfer)

Auswahl laufender Projekte

- (2011 - 2018) TILMAN_ORG -Teilprojekt: Einfluss von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Struktur und Funktion der Bodenmikroflora
- (2016 -2019) Verbundprojekt: Mobiles Bodenproben-Labor und Datenfusion für den ressourceneffizienten Pflanzenbau - Teilprojekt 1

Auswahl abgeschlossener Projekte

- (2012 - 2014) Innovative Kulturmaßnahmen zur Förderung der Bodengesundheit im ökologischen Obstbau
- (2013 - 2016) Strategien der Optimierung des Anbaus von Erbse und Schmalblättriger Lupine bei reduzierter Bodenbearbeitung im Ökologischen Landbau
- (2008 - 2011) Leistungen legumer Untersaaten in Körnererbse: Unkrautunterdrückung, symbiotische N₂-Fixierung und N-Vorfruchtwirkung in Systemen differenzierter Grundbodenbearbeitung
- (2008 - 2011) Nichtlegumer Zwischenfruchtbau und reduzierte Bodenbearbeitung zur Steigerung der symbiotischen N₂-Fixierleistung von Ackerbohnen -N Flüsse, Unkrautregulierung und Energieeffizienz
- (2008 - 2011) Entwicklung neuer Strategien zur Mehrung und optimierten Nutzung der Bodenfruchtbarkeit
- (2008 - 2011) Entwicklung neuer Strategien zur Mehrung und optimierten Nutzung der Bodenfruchtbarkeit: Anbauverfahren von Körnerleguminosen mit Direktsaat und konservierender Bodenbearbeitung
- (2007 - 2010) Transfervorbereitende Evaluation und Kombination von Praxiserfahrungen und Forschungsergebnissen zu Konzepten reduzierter Bodenbearbeitung im ökologischen Landbau
- (2007 - 2009) Anpassung bestehender Methoden zur Abschätzung der Bodenerosion an die Bedingungen des ökologischen Landbaus
- (2008 - 2011) Steigerung der Wertschöpfung ökologisch angebauter Marktfrüchte durch Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

Dieses Merkblatt wurde gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) im Rahmen des Projektes "Auf Augenhöhe: Wissenstransfer zwischen Forschung und Praxis der ökologischen und nachhaltigen Land- und Lebensmittelwirtschaft".