



Abb. 6 Garer Boden klappt nicht auseinander, die Bodenschichten werden „eingebunden“.

oder einem Holzspieß, ob der Kuchen fertig ist oder nicht. Werden die beiden Verdichtungshorizonte/Schichten der Bodenbearbeitung deutlicher spürbar, ist der Gareeffekt nicht eingetreten. Ist Ihr Boden garer geworden, werden diese Schichten hingegen weicher. Auch schmiert es weniger, wenn Sie die Sonde herausziehen. Dieser Effekt ist bereits wenige Wochen nach einer Schälung (siehe Kapitel 4) oder Unterkrumenlockerung (siehe Kapitel 2) zu bemerken.

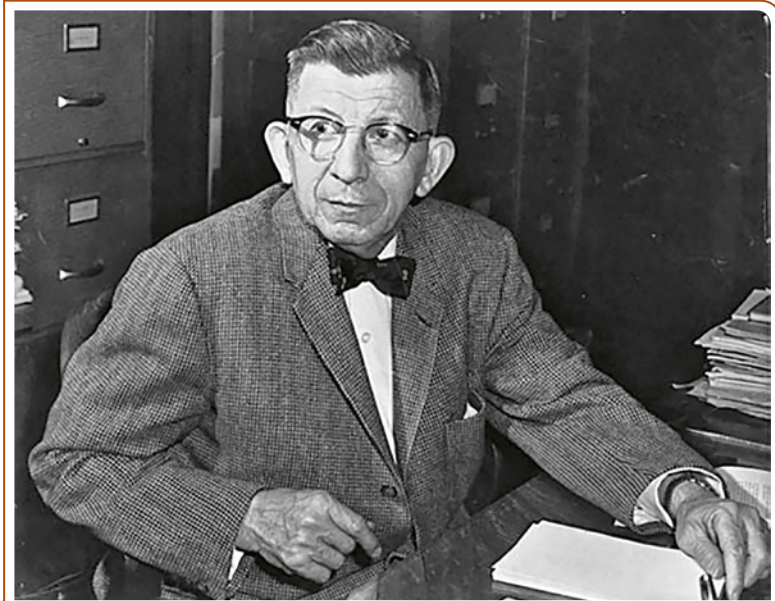
Kurzfassung für Ihre tägliche Praxis

- Das Bodenleben ist überwiegend mikrobiell und dessen Aktivität ist für die Nährstoffaufnahme und Gesundheit Ihrer Kulturen von entscheidender Bedeutung. Sie erkennen die mikrobielle Tätigkeit und eventuelle Fehler bei der Umstellung auf Regenerative Landwirtschaft am Zustand der Bodengare.
- Kontrollieren Sie die Bodengare zu Vegetationsende und nach Vegetationsbeginn und dokumentieren Sie Bodenfarbe, Krümelform, Bodengeruch, Verdichtungen, Wurzelverlauf und Wurzelgesundheit.
- Sie können auch nach der Bestellung, Vitalisierung (siehe Kapitel 6), Pflege und nach der Ernte die Gareentwicklung beobachten. Nutzen Sie den Versickerungstest, um die Auswirkung Ihrer Bearbeitungsmaßnahmen auf die Wassergängigkeit des Bodens zu kontrollieren.

1.2 Die Bodenuntersuchung

Die Bodenuntersuchung soll Aufschluss geben über die Verfügbarkeit der Nährstoffe für Ihre Pflanzen. Pflanzen benötigen mindestens 16 Nährstoffe, Sie sollten daher eine Bodenuntersuchungsmethode auswählen, die mehr als 3–5 Nährstoffe abbildet. Da die Nährstoffverfügbarkeit aus dem Boden deutlich stärker von den Nährstoffverhältnissen beeinflusst wird als von den Nährstoffgehalten, sollten Sie weiterhin eine Methode nutzen, die die Nährstoffverhältnisse mit einbezieht. Nicht zuletzt ist für die Bemessung der Düngermenge das Nährstoffhaltevermögen des Bodens für positiv geladene Ionen wie z. B. Kalzium (Ca^{2+}), Magnesium (Mg^{2+}), Kalium (K^+) oder Wasserstoff-Ionen (H^+), die Kationenaustauschkapazität, wichtig. Eine Untersuchungsmethode, die alle diese Parameter abbilden kann, ist die Bodenuntersuchung nach Prof. William Albrecht.

Abb. 7 William A. Albrecht.



William A. Albrecht (1888–1974) war Professor für Bodenbiologie und Leiter des Instituts für Bodenkunde an der Universität Missouri, USA.

Er erforschte den Zusammenhang zwischen Bodenfruchtbarkeit und Pflanzengesundheit sowie der biologischen Wertigkeit der Lebensmittel. Außerdem war er einer der Ersten, der seine Forschungsergebnisse mit der Pflanzenzucht, Tierheilkunde, Medizin und Ernährungswissenschaft verknüpft hat.

Seine Arbeiten zu den Nährstoffverhältnissen basieren auch auf Erkenntnissen aus der deutschen Agrarforschung: dem Kalzium-Magnesium-Faktor von Oskar Loew (1909) und dem Kalk-Kali-Gesetz nach Paul Ehrenberg (1919).

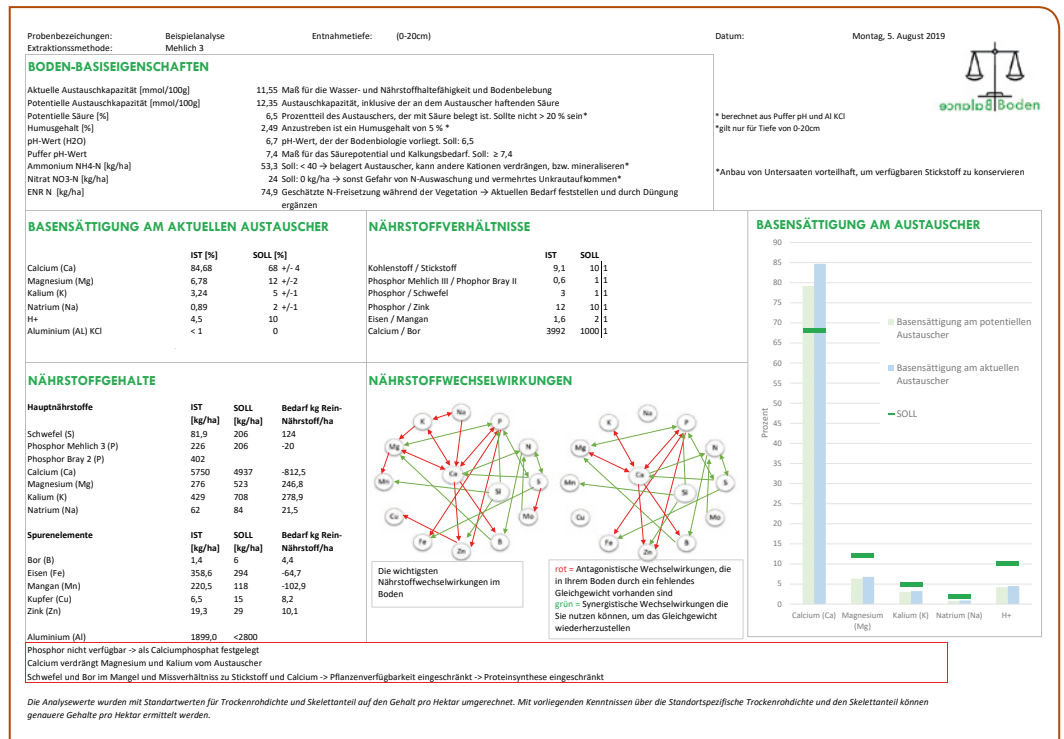
Bei der Entwicklung der Böden spielt die Art der Bewirtschaftung eine größere Rolle als das vorhandene Ausgangsgestein. Die Bodenuntersuchung spiegelt beides wider: den Erfolg der Bewirtschaftung und die mineralischen Bodeneigenschaften. Zunehmende Bodenunterschiede innerhalb der Felder lassen also auch auf ungenügende Bodenbelebung schließen, nicht allein auf geologische Unterschiede.

Die Bodenuntersuchung zeigt die mineralischen und biologischen Parameter des Bodens auf. Die Bodenuntersuchungsergebnisse lassen sich besser bewerten, wenn Sie die Pflanzenanalyse (siehe Kapitel 7.4), die Gareansprache mit Sonde und Spaten sowie die Beobachtung der Kulturen mit heranziehen.

Die Beprobung

Im Ackerbau reicht es meistens, wenn Sie Referenzflächen regelmäßig beproben. Diese sollten die Fruchtfolgeglieder, die Standorte und das Düngeregime, vor allem der organischen Düngung, repräsentieren. Den Zeitpunkt der Probenahme sollten Sie beibehalten, denn die gefundenen Werte schwanken zwischen Sommer- und Winterhalbjahr. Zur Schwefeldüngung sollte ein halbes Jahr Abstand eingehalten werden, zu anderen Düngemaßnahmen reicht ein Monat.

Abb. 8 Ein Ergebnisreport zur Bodenuntersuchung nach Methode William Albrecht.



Probenbezeichnungen:	Beispielanalyse	Entnahmetiefe:	(0-20cm)
Extraktionsmethode:	Mehlich 3		
BODEN-BASISEIGENSCHAFTEN			
Aktuelle Austauschkapazität [mmol/100g]	11,55	Maß für die Wasser- und Nährstoffhaltefähigkeit und Bodenbelebung	
Potentielle Austauschkapazität [mmol/100g]	12,35	Austauschkapazität, inklusive der an dem Austauscher haftenden Säure	
Potentielle Säure [%]	6,5	Prozentteil des Austauschers, der mit Säure belegt ist. Sollte nicht > 20 % sein*	
Humusgehalt [%]	2,49	Anzustreben ist ein Humusgehalt von 5 % *	
pH-Wert (H ₂ O)	6,7	pH-Wert, der der Bodenbiologie vorliegt. Soll: 6,5	
Puffer pH-Wert	7,4	Maß für das Säurepotential und Kalkungsbedarf. Soll: ≥ 7,4	
Ammonium NH ₄ -N [kg/ha]	53,3	Soll: < 40 → belagert Austauscher, kann andere Kationen verdrängen, bzw. mineralisieren*	
Nitrat NO ₃ -N [kg/ha]	24	Soll: 0 kg/ha → sonst Gefahr von N-Auswaschung und vermehrtes Unkrautauflkommen*	
ENR N [kg/ha]	74,9	Geschätzte N-Freisetzung während der Vegetation → Aktuellen Bedarf feststellen und durch Düngung ergänzen	
BASENSÄTTIGUNG AM AKTUELLEN AUSTAUSCHER		NÄHRSTOFFVERHÄLTNISSE	
	IST [%]	SOLL [%]	
Calcium (Ca)	84,68	68 +/- 4	Kohlenstoff / Stickstoff
Magnesium (Mg)	6,78	12 +/- 2	Phosphor Mehlich III / Phosphor Bray II
Kalium (K)	3,24	5 +/- 1	Phosphor / Schwefel
Natrium (Na)	0,89	2 +/- 1	Phosphor / Zink
H+	4,5	10	Eisen / Mangan
Aluminium (AL) KCl	< 1	0	Calcium / Bor
			IST
			SOLL
			9,1
			10
			0,6
			1
			3
			1
			12
			10
			1,6
			2
			1
			3992
			1000
			1

Abb. 9 Beispiel von Boden-Basiseigenschaften nach Methode William Albrecht.

Aus den Ergebnissen der Bodenuntersuchung erstellt man eine Düngplanung, die die Fruchtfolge, die organische Düngung und die verfügbaren Feldarbeitszeiträume berücksichtigt. Die Ergebnisse der Bodenuntersuchung sind dazu eine gute Grundlage.

Wie liest man die Albrecht-Bodenuntersuchung und Düngungsempfehlung? Dazu wird ein Beispiel eines Ergebnisreports von Boden Balance, Kohls GbR, D-34630 Gilserberg näher erörtert.

Zuerst liest man die Basis-Bodeneigenschaften und die Basensättigung des aktuellen Kationen-Austauschkomplexes. Dann wirft man einen Blick auf die wichtigsten Nährstoffverhältnisse.

Sie können aus den Basis-Bodeneigenschaften Rückschlüsse auf die Bodenstruktur, die Nährstoffverfügbarkeit, Bearbeitbarkeit, das Nährstoffhaltevermögen und das Auftreten von Unkräutern ziehen.

Da die Nährstoffverfügbarkeit ein biochemischer Prozess ist, geben diese Rückschlüsse auch einen Überblick über die biologischen Leistungen des Bodenlebens.

Die Beurteilung der Werte in diesem Beispiel

- Die aktuelle Austauschkapazität liegt bei ca. 93 % der potenziellen Austauschkapazität. Die Nährstoffe bindenden mikrobiellen Prozesse sind vorhanden, aber nicht stabil. Lösung: Die mikrobielle Aktivität (siehe Kapitel 6: Vitalisierung) und Vielfalt (siehe Kapitel 3: Gründüngung) steigern, die Nährstoffaufnahme der Kultur überprüfen und bei Bedarf nachdüngen.
- Der Wasser-pH-Wert ist leicht erhöht. Die Nährstoffverfügbarkeit ist begrenzt. Der Puffer-pH ist stabil, die Nährstoffbindung ist gut. Lösung: ebenfalls Vitalisierung und Gründüngung.

Tabelle 2: Was kann aus Basis-Bodeneigenschaften gelesen werden?

Parameter	Was zeigt der Parameter an:	guter Wert	schlechter Wert
Potenzielle und Aktuelle Austauschkapazität	Die mikrobielle Besiedelung der Tonminerale	Nahe beieinander, ca. 80–100 %. Die mikrobielle Vielfalt ist für eine normale Nährstoffnachlieferung ausreichend	Aktuelle Austauschkapazität < 80 % von der Potenziellen A. Je größer der Abstand, umso schlechter hält der Boden Nährstoffe gebunden. Die Düngeeffizienz nimmt ab, Aluminiumtoxizität kann auftreten
pH-Wert (H ₂ O) und Puffer-pH-Wert	Der Wasser-pH-Wert zeigt eine normale Nährstoffverfügbarkeit. Der Puffer-pH-Wert zeigt an, ob und wie gut der Ton-Humus-Komplex Nährstoffe halten kann.	Wasser-pH-Wert: 6,5 Puffer pH-Wert: 7,4. Er sinkt in einem balancierten und belebten Boden nicht ab.	Wasser-pH-Wert: deutlich von 6,5 abweichend, sowohl darüber als auch niedriger. Puffer-pH-Wert: absinkend
Humusgehalt	Menge an organisch gebundenem Kohlenstoff (Bodenorganismen, Nährhumus, Dauerhumus)	> 5 %, wenn die Austauschkapazitäten und pH-Werte ebenfalls im guten Bereich liegen	< 3 % verliert der Boden die Nährstoffbindung. Deshalb keimt u. a. viel Unkraut und Pflanzenkrankheiten nehmen zu
Basensättigung Kalzium (Ca) und Magnesium (Mg)	Sättigungsgrad und Verhältnis der beiden „größten“ basischen Nährstoffe. Rückschluss auf Bodenporenbildung und N-Effizienz möglich	Ca-Basensättigung 65–70 % (Sandböden weniger), Mg-Basensättigung überwiegend 12 % (auf Sandböden höher), Bei Summe Ca+Mg = 80 % ist die Verfügbarkeit aller Nährstoffe, auch Ca+Mg, am höchsten	Ca- und Mg-Basensättigung außerhalb dieser Bereiche, vor allem wenn die Summe ebenfalls außerhalb 80 % liegt. Dann bilden Böden zu wenig Mittelporen; diese sind wichtiges Habitat von Feinwurzeln und Bodenorganismen. Die N-Effizienz nimmt ab
Basensättigung Kalium (K)	Austauschbares Kalium; ein überhöhter Wert fördert Unkraut	3–5 % K-Basensättigung bei 80 % Summe Ca+Mg-Basensättigung	Darüber und darunter liegende K-Basensättigung zeigen Humusmangel oder Düngefehler an
Kalium- + Natrium-Basensättigung	Beide Basen-Nährstoffe wirken stärker auf den pH-Wert als Kalzium (Ca)	Summe der K-Na-Basensättigung 6– max. 8 %	> 8 % K+Na-Basensättigung verursacht hohe Wasser-pH-Werte und verdrängt dadurch Mikronährstoffe, verstärkt die Erosionsneigung, verschlechtert die Winterfestigkeit; Kümmerkornbildung
Wasserstoff (H ⁺)-Basensättigung	Zeigt die normale Grundazidität des Bodens an und ist ein Abbild der mikrobiellen Bodenatmung	10–15 % H ⁺ -Basensättigung ist für eine hohe Nährstoffverfügbarkeit notwendig	Darunter liegende H ⁺ -Basensättigung zeigt eine schlechte Nährstoffverfügbarkeit an. Darüber liegender Wert kann Mangel an Ca und Mg anzeigen