

# Die Bodenuntersuchung

## Leitfaden zur Ergebnisinterpretation von chemischen Bodenuntersuchungen und Handlungsanleitung zur Bodenansprache

Boden.Wasser.Schutz.Beratung, Abteilung Pflanzenbau, LK OÖ

Stand: 2024-12



### Inhalt

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Einleitung                                      | 2  |
| Nährstoffbilanzierung – Betriebsanalyse         | 3  |
| Nährstoffbedarfzahlen – Schlaganalyse           | 3  |
| Physikalische Bodenuntersuchung – Spatenprobe   | 4  |
| Die chemische Bodenuntersuchung                 | 5  |
| Kalkversorgung                                  | 6  |
| Humusgehalt                                     | 7  |
| Stickstoffversorgung (N)                        | 8  |
| Phosphorgehalt (P)                              | 8  |
| Kaliumgehalt (K)                                | 9  |
| Düngeempfehlungen P & K                         | 10 |
| Magnesium (Mg)                                  | 13 |
| Schwefel (S)                                    | 13 |
| Spurenelemente                                  | 14 |
| Gesamtheitliche Betrachtung                     | 15 |
| Untersuchungslabors zur chem. Bodenuntersuchung | 16 |



## Einleitung

Die Bodenuntersuchung hat nur in Verbindung mit einer Fülle anderer Kennzahlen, Werte und Parameter eine unmittelbare Aussagekraft für die Düngung.

Ein Wert als absolute Zahl gesehen, z.B. 14 mg  $P_2O_5$ , hat nur eine sehr beschränkte Bedeutung. Erst in Verbindung mit Bodenart, Bodenzustand (Struktur), Nährstoffbilanz, Vergleich mit früheren Werten, anzubauender Kultur usw. kann die Zahl eingeordnet und interpretiert werden.

Ebenso ist zu unterscheiden zwischen der chemischen Untersuchung, die meist in einem Labor abläuft, und der physikalischen Untersuchung, die am Feld erfolgt und von der Landwirtin/dem Landwirt selbst durchgeführt werden kann. Besonders hervorzuheben ist dabei die Spatenprobe.

Im Vorfeld zur chemischen Bodenuntersuchung sollen daher einige Bereiche stichwortartig aufgezeigt und kurz beschrieben werden.

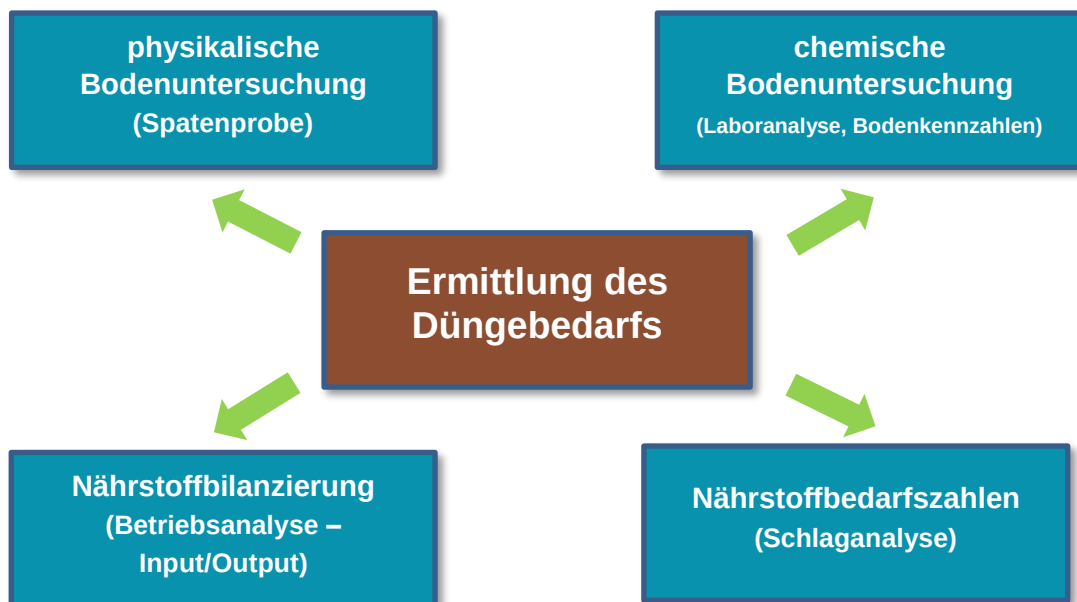


Abbildung 1: Das Verbinden und Verarbeiten der Zahlen zu einer Einheit bringt den gewünschten Erfolg.



Abbildung 2: Bodenuntersuchungen können direkt am Feld oder mittels Laboranalyse durchgeführt werden.

## Nährstoffbilanzierung – Betriebsanalyse

### Betriebliche Zielsetzung:

- Grober Überblick über die allgemeine Nährstoffsituation am Betrieb (Bedarf/Entzug, Rücklieferung über Düngung/Ernterückstände, Saldo)
- Erkennen von Nährstoffmangel
- Erkennen von Nährstoffüberschüssen

### bei Stickstoffüberschüssen:

- Analyse der Ist-Situation
- Kapazitäten prüfen – ist ausreichend Wirtschaftsdüngerlagerraum vorhanden?
- Verbesserungen für das Düngemanagement

## Nährstoffbedarfszahlen – Schlaganalyse

### Untersuchungsparameter und Zielsetzung:

- Ermitteln des durchschnittlich erzielbaren Ertragsniveaus (Ø von fünf Jahren)
- Ermitteln des Nährstoffbedarfes
- Beachten der natürlichen Standortbedingungen (Hang, Staulage usw.)
- Beachten der Bodengegebenheiten (leicht, mittel, schwer)
- Beachten der Bodenstruktur (Gare, Verdichtungen, Pflugsohle, ...)
- Beachtung der Vorfruchtwirkung
- Beachtung der Witterung
- Beachtung der Bestandesentwicklung
- Nützen von aktuellen Nährstoffbedarfsuntersuchungen, z.B.  $N_{min}$ -Werte



Abbildung 3: Eine bedarfsgerechte Düngung nach Bestandesentwicklung und Einbeziehung der Vorfrucht und Bodengegebenheiten spart Geld und beugt Nährstoffeinträgen in Oberflächen- und Grundwasser vor.

## Physikalische Bodenuntersuchung – Spatenprobe

Gerade der Boden selbst liefert eine Vielzahl von Hinweisen, die Rückschlüsse zulassen und damit erst die richtige Interpretation von Werten ermöglichen.

- |                                   |                               |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| ☞ Ausbildung von Bodenkrümel      | ☞ Wasser, Lufthaushalt usw.   |
| ☞ Intensität der Durchwurzelung   | ☞ Nährstoffverfügbarkeit usw. |
| ☞ Ernterückstände (Geruch, Rotte) | ☞ Nährstoffnachlieferung usw. |
| ☞ Regenwürmer, Kleinsttiere       | ☞ Biologische Aktivität usw.  |
| ☞ Bodenhorizonte                  | ☞ Nutzbarer Wurzelraum usw.   |
| ☞ Verdichtungen                   | ☞ Wachstumsumfeld usw.        |
| ☞ Farbe und Geruch                | ☞ Bruchverhalten              |

Der Spaten stellt ein wichtiges Hilfsmittel zur Einstufung des Standortes und der Bestimmung der Nährstoffverfügbarkeit dar. In einem verdichteten Boden reichen auch hohe Nährstoffwerte nicht aus, um die Nährstoffversorgung sicherzustellen, da die Auf-, Um- und Abbauprozesse sowie die Aktivität des Bodenlebens (beispielsweise durch den Sauerstoffmangel) empfindlich gestört werden. Hohe Düngegaben bringen in diesem Fall auch nicht den gewünschten Effekt.

Neben dem Spaten können mit einer Bodensonde etwaige Bodenverdichtungen festgestellt werden. Diese können nach der Ernte bei trockener Witterung mit einem entsprechenden Bodenbearbeitungsschritt aufgelockert werden.



Abbildung 4: Durch die Spatenprobe können Strukturprobleme und Verdichtungen festgestellt werden.

Tabelle 1: Kriterien zur Beurteilung einer Spatenprobe

| Merkmale                       | günstig                                        | ungünstig                                   |
|--------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Größenverteilung der Aggregate | gleichmäßige Aggregate                         | inhomogene grobe Klumpen                    |
| Gefügeform (Struktur)          | locker, krümelig (rund)                        | fest, plattig, scharfkantig                 |
| Geruch                         | erdig                                          | faulig                                      |
| Farbe                          | gleichmäßig braun                              | graue/blaue Flecken                         |
| Ernterückstände                | in Abbau, gleichmäßig verteilt                 | frisch, konserviert, ungleichmäßig verteilt |
| Durchwurzelung                 | gleichmäßig hohe Dichte, gerade Pfahlwurzeln   | wurzelleere Zonen, Ausweichen der Wurzeln   |
| Poren                          | zahlreiche Wurm,- und Wurzelröhren (Grobporen) | wenig porös                                 |
| Regenwürmer                    | > 8                                            | < 4                                         |

Quelle: Richtlinie für sachgerechte Düngung, 8. Auflage

Tabelle 2: Einstufung der Bodenschwere nach dem Tongehalt oder der Bodenart

| Bodenschwere | Tongehalt  | Bodenart         |
|--------------|------------|------------------|
| leicht       | unter 15 % | S, uS, IS, sU    |
| mittel       | 15 - 25 %  | tS, U, IU, sL    |
| schwer       | über 25 %  | L, uL, sT, IT, T |

Quelle: Richtlinie für sachgerechte Düngung, 8. Auflage

Nähere Informationen liefert die Österreichische Bodenkarte: [eBOD2 \(bodenkarte.at\)](http://eBOD2.bodenkarte.at)

Tabelle 3: Kriterien der Fingerprobe

| Ausrollbarkeit                                                           | Formbarkeit        | Bodenschwere |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|
| nicht oder höchstens auf Bleistiftstärke (> 7 mm Durchmesser) ausrollbar | schlecht bis mäßig | leicht       |
| auf halbe Bleistiftstärke ausrollbar (7 bis 2 mm Durchmesser)            | mäßig bis gut      | mittel       |
| sehr dünn ausrollbar (< 2 mm Durchmesser)                                | sehr gut           | schwer       |

Quelle: Richtlinie für sachgerechte Düngung, 8. Auflage



Abbildung 5: Durchführung der Fingerprobe

## Die chemische Bodenuntersuchung

### Richtige Probenziehung

Die chemische Bodenuntersuchung ist in der Regel ein Wert einer Durchschnittsprobe. Die entnommene Probe muss repräsentativ für den Boden der beprobten Fläche sein. Dabei sind folgende Bodeneigenschaften zu berücksichtigen (Bodenform gemäß Bodenkartierung, Lage und Relief, z.B. Ober-, Unterhang, Gründigkeit, Bodenschwere/Tongehalt, Wasserversorgung, Grobanteil). Folgendes sollte beachtet werden, um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erhalten:

- Die Größe der Fläche für eine Durchschnittsprobe im Ackerbau und im Grünland darf 5 ha nicht überschreiten – mindestens 25 Einstiche je Mischprobe.
- Keine Einstiche von nicht typischen Stellen (z.B. frisch planierte Stellen, Randstreifen, Vorgewende, Mietenplätze, Maulwurfshügel usw.).
- Einstiche auf Acker bis auf Bearbeitungstiefe (zumindest bis 20 cm), bei Grünland auf 10 cm Tiefe durchführen.
- Keine Bodenprobe nach kurz vorangegangener Düngung!
  - **mindestens 1 Monat** nach letzter **mineralischer Düngergabe**
  - **mindestens 2 Monate** nach letzter **organischer Düngergabe**
- Die Mindestprobemenge für eine Untersuchung liegt bei 300 g und sollte 1.000 g nicht übersteigen.
- Organische Reste wie Stroh oder Pflanzenteile aus der Probe entfernen, da sonst nicht aussagekräftig.
- Erhebungsbogen mit gewünschten Untersuchungen und Betriebsdaten vollständig ausfüllen!



Abbildung 6: Für eine chemische Nährstoffanalyse ist eine Vielzahl an technischen Gerätschaften erforderlich. (Laborfotos CEWE Nußbach)



## Kalkversorgung

Durch die Bestimmung des **pH-Wertes** wird indirekt auch der Kalkbedarf bestimmt. Nachstehende Werte sollten angestrebt werden:

Tabelle 4: anzustrebende pH-Werte ( $\text{CaCl}_2$ ) je nach Bodenschwere Nutzungsart und Kultur

| Bodenschwere | Ackerland<br>(Hafer, Roggen, Kartoffel) | Ackerland<br>(übrige Kulturen) | Grünland |
|--------------|-----------------------------------------|--------------------------------|----------|
| leicht       | über 5                                  | über 5,5                       | um 5,0   |
| mittel       | über 5,5                                | über 6                         | um 5,5   |
| schwer       | über 6                                  | über 6,5                       | um 6,0   |

Quelle: Richtlinie für sachgerechte Düngung, 8. Auflage

In Oberösterreich sollte im Allgemeinen eine laufende Erhaltungskalkung durchgeführt werden. Der Kalkbedarf (Reinkalk  $\text{CaO}$ ) beträgt ca. 200 bis 400 kg pro Hektar und Jahr.

Je höher die Niederschläge sind und je geringer der Boden bedeckt ist (Schwarzbrache), umso höher ist der Kalkbedarf.

Eine Erhaltungskalkung dient zum Ausgleich der natürlichen Versauerung durch Auswaschung, Entzug, Säureeinträge oder Säurebildung

- 0,5 t (leichte Böden) bis 2 t (schwere Böden)  $\text{CaO}$  alle 4 bis 6 Jahre am Acker
- 0,5 t (leichte Böden) bis 1 t (schwere Böden)  $\text{CaO}$  alle 4 bis 6 Jahre am Grünland

Auf leichten Böden sind Mengen über 1,5 t  $\text{CaO}$  pro Hektar, auf mittelschweren und schweren Böden Mengen über 2 t  $\text{CaO}$  pro Hektar auf mehrere Gaben jeweils im Abstand von zwei Jahren aufzuteilen. Auf schweren, verdichteten Böden haben Branntkalk und Mischkalk eine günstigere und raschere Wirkung als die übrigen Kalkformen. Durch sehr hohe Gehalte an Magnesium kann es zu erhöhten pH-Werten kommen, trotz Mangel an Calcium. Bei derartigen Standorten sollten die austauschbaren Kationen und die Kationen-Austauschkapazität (KAK) untersucht werden. Der Kalkbedarf ist auch immer in Verbindung mit Magnesium (Mg) zu sehen.



Abbildung 7: Kalk bringt's!

Die Aggregatstabilität mittlerer und schwerer Böden wird durch einen höheren Anteil an austauschbarem Ca an den variablen Ladungen gefördert; eine hohe Ca-Sättigung wirkt sich auch durch die Bildung von Ca-Brücken zwischen den Bodenkolloiden günstig auf die physikalischen Eigenschaften (Porenanteil, Wasseraufnahme, geringere Verschlammungs- und Erosionsgefahr) aus.

Um ein ausgeglichenes Nährstoffangebot und eine günstige Bodenstruktur zu gewährleisten, sollte der Sorptionskomplex des Bodens folgendermaßen belegt sein (siehe Abb. 7):

- 75 bis 90 % mit Calcium (Ca)
- 5 bis 15 % mit Magnesium (Mg)
- 2 bis 5 % mit Kalium (K)
- weniger als 1 % mit Natrium (Na)

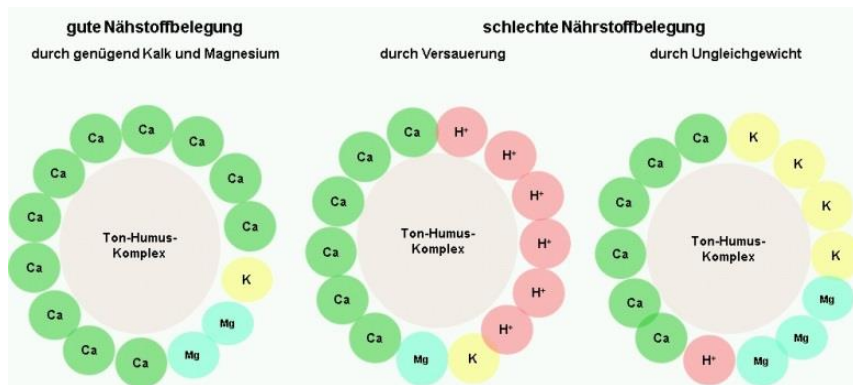


Abbildung 8: Schemata einer möglichen Nährstoffbelegung am Austauschkomplex

Starke Abweichungen von diesen Werten können zu einer Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit führen. Entsprechende Kalkungs- (Verbesserung des Anteils an Ca und eventuell Mg) oder Düngungsmaßnahmen (Düngung mit K und/oder Mg) können dem entgegenwirken.

## Humusgehalt

Der Humusgehalt eines Standortes ergibt sich aus dem Fließgleichgewicht zwischen Abbau (Mineralisierung), Aufbau (Humifizierung) und konservierenden Prozessen von organischer Substanz.

Humus verbessert eine Vielzahl von Bodeneigenschaften wie die Bodenstruktur, die biologische Aktivität, das Speichungsvermögen für Wasser und Nährstoffe sowie die Filter- und Pufferfunktion. Humus ist daher für die Erhaltung der Produktivität und Fruchtbarkeit der Böden von wesentlicher Bedeutung. Im Humus wird Kohlenstoff gespeichert und gewinnt in Hinblick der Einhaltung von Klimazielen (CO<sub>2</sub>-Speicherung) immer mehr an Bedeutung.

Durch kulturtechnische Maßnahmen wie Zufuhr organischer Substanz (Fruchtfolge, Wirtschaftsdünger, organische Handelsdünger, Sekundärrohstoffe), Vermeidung der Abfuhr von Ernterückständen, reduzierte Bodenbearbeitung oder gezielten Zwischenfruchtbau kann die Humusbilanz verbessert und der Humusgehalt erhöht werden. Wobei jedoch angemerkt werden muss, dass je nach Standortbedingungen auch natürliche Obergrenzen für den Humusgehalt bestehen.

Tabelle 5: Humuseinstufungen und anzustrebende Mindestgehalte

|                                                            | Gehaltsklasse A<br>niedrig                          | Gehaltsklasse C<br>mittel | Gehaltsklasse E<br>hoch |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| <b>Ackerland</b>                                           | unter 2 %                                           | 2 – 4,5 %                 | über 4,5 %              |
| <b>Grünland</b>                                            | unter 4,5 %                                         | 4,5 – 9 %                 | über 9 %                |
| <b>Sorptionskraft (Bodenschwere)<br/>(siehe Tabelle 2)</b> | <b>anzustrebender Mindestgehalt<br/>(Ackerland)</b> |                           |                         |
| leicht                                                     | über 2 %                                            |                           |                         |
| mittel                                                     | über 2,5 %                                          |                           |                         |
| schwer                                                     | über 3 %                                            |                           |                         |

Quelle: Richtlinie für sachgerechte Düngung, 8. Auflage



Abbildung 9: Bodenlebewesen, wie der Regenwurm, tragen entscheidend durch ihre Lockerungsaktivitäten und Ausscheidungen zur Humusbildung bei. Sie müssen über Ernterückstände, organische Dünger und Zwischenfrüchte ernährt werden.

## Stickstoffversorgung (N)

Stickstoff befindet sich immer in Umwandlung. Im Gegensatz zu anderen Nährstoffen liegt ein Großteil des pflanzenverfügbaren N in leicht löslicher Form als Nitrat oder Ammonium vor. Dieser Gehalt an „mineralisiertem N“ kann zwar analytisch recht gut bestimmt werden, jedoch unterliegt dieser starken Schwankungen. Mitunter wirken sich Temperatur, Feuchtigkeit und somit auch Probennahmezeitpunkt auf die ermittelten Gehalte aus. Die Untersuchung nach  $N_{\min}$  stellt daher nur eine Momentaufnahme dar und muss zu definierten Zeitpunkten erfolgen. Mit der anaeroben Bebrütungsmethode wird die Menge an nachlieferbarem Stickstoff gemessen. Je nach Nachlieferungsvermögen kann die Stickstoffdüngung innerhalb der gesetzlichen Parameter angepasst werden.

Tabelle 6: Einstufung des anaeroben N-Mineralisierungspotenzials auf Ackerböden

|         | <b>N-Nachlieferung (<math>N_{nl}</math>)<br/>in 7 Tagen (mg N/kg)</b> | <b>Zu-/Abschlag N-Düngung</b><br>(Obergrenzen laut AP Nitrat & GW beachten!) |
|---------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| niedrig | unter 35                                                              | + 10 %                                                                       |
| mittel  | 35 – 75                                                               | +/- 0 %                                                                      |
| hoch    | über 75 mg                                                            | - 15 %                                                                       |

Quelle: Richtlinie für sachgerechte Düngung, 8. Auflage

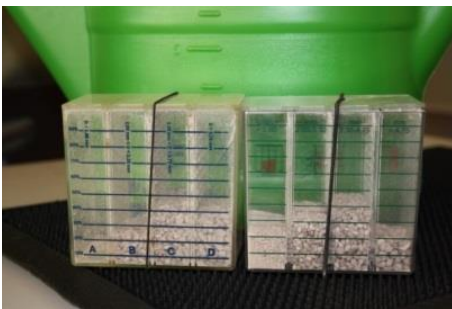


Abbildung 10: Nicht nur die Stickstoffmenge, sondern auch die Querverteilung am Feld ist wichtig, um die Pflanzenversorgung sicherzustellen und eine flächendeckende Ausnutzung des Düngepotenzials zu gewährleisten.

## Phosphorgehalt (P)

Der Phosphatgehalt des Bodens wird in mg P/1.000 g Feinboden angegeben.

Tabelle 7: Einstufung der Phosphorgehalte (mg P/1.000g) nach Bodennutzung

|   | <b>Gehaltsstufe</b> | <b>Acker</b> | <b>Grünland</b> |
|---|---------------------|--------------|-----------------|
| A | sehr niedrig        | unter 26     | unter 26        |
| B | niedrig             | 26 – 46      | 26 – 46         |
| C | ausreichend         | 47 – 111     | 47 – 68         |
| D | hoch                | 112 – 174    | 69 – 174        |
| E | sehr hoch           | über 174     | über 174        |

Quelle: Richtlinie für sachgerechte Düngung, 8. Auflage

Entsprechende Zu- oder Abschläge sind je nach P-Gehaltsstufe vorzunehmen.



Bei der Teilnahme an einer ÖPUL-Maßnahme ist jedenfalls auf die Einhaltung (gesamtbetrieblich) des Phosphormindeststandards (ab 2023 GLÖZ 10) zu achten. Eine Phosphordüngung über den Bedarf ist nicht sinnvoll, schlecht für die Betriebsbilanz und die Ursache für Einträge in Oberflächengewässer – durch Erosion!

Bei Trockenheit – besonders im Frühjahr – kann die P-Verfügbarkeit vermindert sein. Ein optimaler Luft- und Wasserhaushalt (gute Struktur, Durchwurzelung, Krümel) verbessert die Verfügbarkeit des Phosphors. Ebenso begünstigen höhere Bodentemperaturen und pH-Werte im Bereich zwischen 6 und 7 die Verfügbarkeit des Phosphors.



Abbildung 11: Eine bodennahe Ausbringtechnik flüssiger Wirtschaftsdünger reduziert Emissionen und bringt verbesserte Nährstoffeffizienz!

## Kaliumgehalt (K)

Der Kaliumgehalt wird ebenso wie der Phosphorgehalt in mg K / 1.000 g Feinboden angegeben. Die Abstufung in Gehaltsklassen erfolgt in Abhängigkeit von Boden- und Nutzungsart.

Tabelle 8: Einstufung der Kaligehalte nach Bodenschwere und Nutzungsart

| Gehaltsstufe |              | Acker- und Feldgemüse              |                                       |                                    | Grünland  |
|--------------|--------------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-----------|
|              |              | Boden leicht<br>(< 15 % Tongehalt) | Boden mittel<br>(15 – 25 % Tongehalt) | Boden schwer<br>(> 25 % Tongehalt) |           |
| A            | sehr niedrig | unter 50                           | unter 66                              | unter 83                           | unter 50  |
| B            | niedrig      | 50 – 87                            | 66 – 112                              | 83 – 137                           | 50 – 87   |
| C            | ausreichend  | 88 – 178                           | 113 – 212                             | 138 – 245                          | 88 – 170  |
| D            | hoch         | 179 – 291                          | 213 – 332                             | 246 – 374                          | 171 – 332 |
| E            | sehr hoch    | über 291                           | über 332                              | über 374                           | über 332  |

Quelle: Richtlinie für sachgerechte Düngung, 8. Auflage

Die Beurteilung der Gehaltsstufen bei Kalium (Zu-/Abschläge in der Düngung) ist ebenso zu interpretieren wie bei Phosphor. Ausnahme bilden sehr leichte Böden, oder Böden, die zu Kalifixierungen neigen:

- **Sehr leichte (sandige) Böden:**

Aufgrund des fehlenden Tonanteiles ist das Bindevermögen für Kalium sehr gering. Kalium verbleibt oder geht sehr stark in die Bodenlösung und kann dann ausgewaschen werden. Eine bedarfsgerechte Kaliumdüngung ist anzustreben.

- **Fixierende Böden:**

Bestimmte tonhaltige Böden können Kalium in den Zwischenschichten einlagern, somit der Pflanzenwurzel das Kalium versperren. Auf derartigen Böden sollte die Kaliumdüngung in Teilgaben, ähnlich der Stickstoffdüngung, durchgeführt werden, um so immer wieder „frisches“ Kalium zuzuführen.



Abbildung 12: Bodenprofil – ein Blick in den Boden lohnt sich allemal!

## 1. Düngeempfehlung – Acker

### Vorgangsweise für die Ermittlung der Düngeempfehlung:

Die Düngeempfehlungen für die jeweilige Kultur gemäß Tabelle 9:

- korrigiert gemäß Zu- und Abschläge je Gehaltsklasse...
- korrigiert gemäß Standorteigenschaften 9.a)...
- abzüglich den Ernterückständen 9.b) = **kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bzw. K<sub>2</sub>O/ha**.

Tabelle 9: Empfehlung für die Düngung mit Phosphor und Kalium bei Gehaltsstufe C  
(Angaben in kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bzw. K<sub>2</sub>O/ha und Jahr)

| Kultur                                                                                                                          |                                    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| <b>Getreide</b> (Weizen, Durum – Weizen, Roggen, Wintergerste, Dinkel, Triticale, Hafer, Sommergerste (Futter- und Braugerste)) |                                    | 55                            | 80               |
| <b>Hackfrüchte</b>                                                                                                              | Mais (CCM, Körnermais)             | 85                            | 200              |
|                                                                                                                                 | Silomais                           | 90                            | 225              |
|                                                                                                                                 | Zuckerrübe                         | 85                            | 320              |
|                                                                                                                                 | Futterrübe                         | 85                            | 320              |
|                                                                                                                                 | Speise- und Industriekartoffel     | 65                            | 200              |
|                                                                                                                                 | Früh- und Pflanzkartoffel          | 60                            | 180              |
|                                                                                                                                 | Körnerhirse/-sorghum               | 85                            | 210              |
|                                                                                                                                 | Silohirse/-sorghum                 | 95                            | 375              |
|                                                                                                                                 |                                    |                               |                  |
| <b>Öl- und Eiweißpflanzen</b>                                                                                                   | Körnererbse                        | 65                            | 100              |
|                                                                                                                                 | Ackerbohne                         | 65                            | 120              |
|                                                                                                                                 | Sojabohne                          | 65                            | 90               |
|                                                                                                                                 | Körnerraps                         | 75                            | 200              |
|                                                                                                                                 | Sonnenblume                        | 65                            | 200              |
|                                                                                                                                 | Ölkürbis                           | 50                            | 180              |
|                                                                                                                                 |                                    |                               |                  |
| <b>Zwischenfruchtfutterbau,</b>                                                                                                 | mit und ohne Leguminosen           | 25                            | 80               |
| <b>Sonderkulturen</b>                                                                                                           | Mohn                               | 55                            | 100              |
|                                                                                                                                 | Kümmel                             | 60                            | 80               |
| <b>Feldfutter</b><br>als Teil der Fruchtfolge im<br>Ackerbau                                                                    | kleebetont (über 40 Flächen %)     | 65                            | 190              |
|                                                                                                                                 | gräserbetont                       | 70                            | 205              |
|                                                                                                                                 | Gräserreinbestände                 | 70                            | 225              |
| <b>Sämereienvermehrung</b>                                                                                                      | Alpingräser                        | 60                            | 120              |
|                                                                                                                                 | Gräser für das Wirtschaftsgrünland | 80                            | 160              |
|                                                                                                                                 | Rotklee                            | 100                           | 200              |

Quelle: Richtlinie für sachgerechte Düngung, 8. Auflage

### Zu- und Abschläge gemäß der Einstufung in Gehaltsklassen

Gemäß der Einstufung des Gehaltes an pflanzenverfügbarem **Phosphor** und **Kalium** (nach ÖNORM L 1087) sind folgende Zu- oder Abschläge zu den in Tabelle 9 angegebenen Werten zu berücksichtigen. Eine detaillierte Beschreibung finden sie in Tabelle 42 (S.94) in den Richtlinien für sachgerechte Düngung, 8. Auflage)

**Gehaltsklasse A:** 50 % Zuschlag (Korrekturfaktor 1,5) zum Wert gemäß Tabelle 9

**Gehaltsklasse B:** 25 % Zuschlag (KF 1,25) zum Wert gemäß Tabelle 9

**Gehaltsklasse C:** Siehe Tabelle 9

**C2:** bei Nährstoffgehalten zwischen 90 und 111 mg P/1.000 kann ein Abschlag von 50 % vom Wert gemäß Tabelle 9 erfolgen – Kalium ist hier gesondert zu betrachten!

**Gehaltsklasse D:** Grundsätzlich keine mineralische Düngung;  
**D2:** bei Böden über 15 % Tongehalt ist eine Unterfußdüngung mit P bis zu 50 % des Wertes gemäß Tabelle 9 möglich;

**Gehaltsklasse E:** Eine weitere Nährstoffzufuhr ist nicht zu empfehlen;

Für die Gehaltsklassen C, D und E ist eine Nährstoffzufuhr durch hofeigene Wirtschaftsdünger in der Höhe des Pflanzenentzugs tolerierbar.

**Die Empfehlungen sind im Mittel von 5 Jahren einzuhalten!**

Tabelle 9.a): Anpassung der Phosphor- und Kaliumdüngung an die Standorteigenschaften  
(gilt ausschließlich für Böden der Gehaltsklasse C)

|                                      |         | Zu- und Abschläge in % |
|--------------------------------------|---------|------------------------|
| <b>Anpassung der Phosphordüngung</b> |         |                        |
| Ertragserwartung                     | niedrig | -10                    |
|                                      | mittel  | 0                      |
|                                      | hoch    | +15                    |
| <b>Anpassung der Kaliumdüngung</b>   |         |                        |
| Ertragserwartung                     | niedrig | -10                    |
|                                      | mittel  | 0                      |
|                                      | hoch    | +15                    |
| Verhältnis K/Mg                      | über 5  | -10                    |
|                                      | unter 5 | 0                      |

Quelle: Richtlinie für sachgerechte Düngung, 8. Auflage

Zusätzlich sollte auch die Kaliumfixierung berücksichtigt werden.

Tabelle 9.b): Ernterückstände; Bewertung der Ernterückstände – Phosphor & Kalium (kg/ha)

| Rückstände                                             | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |                       |      |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------|------|
|                                                        |                               | niedrig          | Ertragslage<br>mittel | hoch |
| Getreidestroh                                          | 10                            | 40               | 50                    | 60   |
| Kartoffelkraut                                         | 10                            | 40               | 60                    | 70   |
| Maisstroh                                              | 20                            | 90               | 120                   | 150  |
| Körnerhirse/-sorghum                                   | 10                            | 160              | 170                   | 180  |
| Rapsstroh                                              | 20                            | 90               | 120                   | 150  |
| Rübenblatt                                             | 40                            | 120              | 150                   | 180  |
| Sonnenblumenstroh                                      | 20                            | 120              | 150                   | 180  |
| Ölkürbis                                               | 30                            | 155              | 170                   | 190  |
| <b>Körnerleguminosen (Stroh- und Vorfruchtwirkung)</b> |                               |                  |                       |      |
| Ackerbohne                                             | 10                            | 30               | 40                    | 50   |
| Erbse                                                  | 10                            | 30               | 40                    | 50   |
| Sojabohne                                              | 10                            | 30               | 40                    | 50   |

Quelle: Richtlinie für sachgerechte Düngung, 8. Auflage



## 2. Düngeempfehlung – Grünland

Empfehlungen für die Düngung des Grünlandes mit Phosphor und Kalium bei einer Nährstoffversorgung der Gehaltsklasse C (Angaben in kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O/ha und Jahr)

Tabelle 10: Düngeempfehlung laut Ertragslage in kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bzw. K<sub>2</sub>O/ha und Jahr

| Nutzungsformen                      | Ertragslage                   |                  |                               |                  |                               |                  |
|-------------------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|
|                                     | niedrig                       |                  | mittel                        |                  | hoch                          |                  |
|                                     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Dauer- und Wechselwiese             |                               |                  |                               |                  |                               |                  |
| 1 Schnitt                           | 15                            | 45               | 30                            | 80               | -                             | -                |
| 2 Schnitte                          | 30                            | 80               | 45                            | 120              | -                             | -                |
| 3 Schnitte                          | 45                            | 130              | 65                            | 170              | 80                            | 215              |
| 4 Schnitte                          | -                             | -                | 80                            | 205              | 90                            | 260              |
| 5 Schnitte                          | -                             | -                | 85                            | 230              | 105                           | 300              |
| 6 Schnitte                          | -                             | -                | -                             | -                | 120                           | 340              |
| 2 Schnitte + 1 bis 2 Weidegänge     | -                             | -                | 60                            | 190              | 80                            | 225              |
| 2 Schnitte + 2 oder mehr Weidegänge | -                             | -                | 80                            | 215              | 100                           | 290              |
| Dauerweiden                         |                               |                  |                               |                  |                               |                  |
| Kulturweiden                        |                               |                  |                               |                  |                               |                  |
| Ganztagsweide (über 12 Std.)        | 30                            | 80               | 55                            | 145              | 80                            | 215              |
| Kurztagsweide (unter 12 Std.)       | 35                            | 105              | 60                            | 160              | 90                            | 260              |
| Hutweiden                           | 10                            | 20               | 20                            | 40               | -                             | -                |
| Feldfutter                          |                               |                  |                               |                  |                               |                  |
| kleebetont (über 40 % der Fläche)   | 50                            | 155              | 65                            | 190              | 95                            | 310              |
| gräserbetont                        | 50                            | 145              | 70                            | 205              | 125                           | 365              |
| Gräserreinbestände                  | -                             | -                | 70                            | 225              | 135                           | 390              |
| Sämereienvermehrung                 |                               |                  |                               |                  |                               |                  |
| Alpingräser                         | 40                            | 70               | 60                            | 120              | -                             | -                |
| Gräser für das Wirtschaftsgrünland  | 60                            | 80               | 80                            | 160              | 100                           | 220              |
| Rotklee                             | 80                            | 160              | 100                           | 200              | 120                           | 240              |

Quelle: Richtlinie für sachgerechte Düngung, 8. Auflage

Bei einem pH-Wert über 6 kommt weicherdiges Phosphat (z.B. Hyperphosphat) nicht mehr zur Wirkung. Ab diesem pH-Bereich wird der Einsatz von aufgeschlossenen Phosphaten (z.B. Superphosphat) empfohlen. *Achtung:* Auf ÖPUL-Vorgaben achten!

Die Düngung sollte vorwiegend mit Wirtschaftsdüngern sowie in den Gehaltsklassen A und B nach Bedarf auch kombiniert mit einer mineralischen P/K-Ergänzungsdüngung erfolgen.

Zur Vermeidung überhöhter Kaliumgehalte im Futter empfiehlt es sich, maximal 100 kg K<sub>2</sub>O je ha in einer Gabe auszubringen. Darüber hinausgehende Bedarfswerte erfordern eine Teilung der Gaben.

## Magnesium (Mg)

Die Magnesiumgehalte im Boden sind überwiegend geogen bedingt. Die Gehaltsklassen für Magnesium werden ebenso wie bei Kali in Abhängigkeit von der Bodenschwere eingeteilt und in mg Mg/1.000 g Feinboden angegeben.

Tabelle 11: Einstufung der Magnesiumgehalte nach der Bodenart

| Gehaltsstufe |              | Bodenschwere/Tongehalt (%) |                   |                |
|--------------|--------------|----------------------------|-------------------|----------------|
|              |              | leicht<br>< 15             | mittel<br>15 – 25 | schwer<br>> 25 |
| A            | sehr niedrig | -                          | unter 30          | unter 40       |
| B            | niedrig      | unter 50                   | 30 – 55           | 40 – 75        |
| C            | ausreichend  | 50 – 75                    | 56 – 105          | 76 – 135       |
| D            | hoch         | 76 – 150                   | 106 – 190         | 136 – 220      |
| E            | sehr hoch    | über 150                   | über 190          | über 220       |

Quelle: Richtlinie für sachgerechte Düngung, 8. Auflage

Auf kalkarmen Böden können zur Magnesiumversorgung auch Magnesium haltige Düngekalke eingesetzt werden. Auf gut mit Kalk versorgten Böden ist hingegen die Verwendung von Kieserit oder Bittersalz zu empfehlen. Bei gleichzeitigem Kalium- und Magnesiummangel eignet sich der Einsatz von Patentkali. Im Grünland – auch in den meisten Fällen am Ackerland – ist bei Vorliegen der Gehaltsklassen D und E keine mineralische Magnesiumdüngung erforderlich. Für Böden in den Gehaltsklassen A, B und C ist bei sachgerechter Düngung mit Wirtschaftsdüngern eine ausreichende Magnesiumversorgung sichergestellt.

## Schwefel (S)

Schwefel verhält sich im Boden ähnlich dem Stickstoff und muss vor der Aufnahme entweder mineralisiert oder „frisch“ gedüngt werden. Aufgrund der Wechselwirkung mit Stickstoff fließen bei einem Schwefelmangel mehrere Faktoren ein. Sulfate sind wie Nitrate auswaschungsgefährdet – eine Vorratsdüngung ist daher nicht sinnvoll.

Schwefel kann in der Pflanze nicht umgelagert werden. Bei einer ausreichenden Versorgung bzw. Überversorgung in älteren Pflanzenteilen kann es zu Schwefelmangel an jungen Teilen kommen (siehe Abb. 13).



Abbildung 13: Schwefelmangel bei Raps – aufhellen jüngerer Blätter

Tabelle 12: Schwefeldüngung im Ackerbau und Grünland

| Kulturart                | Düngemenge in kg S/ha                  | Düngezeitpunkt                    |
|--------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|
| Winterraps               | 30 – 60                                | Vegetationsbeginn                 |
| Getreide                 | 10 – 30                                | Vegetationsbeginn                 |
| Mais <sup>1)</sup>       | 20 – 50                                | zur Saat – 6-Blatt-Stadium        |
| Kartoffel <sup>1)</sup>  | 10 – 20                                | zur Pflanzung bis zur Dammformung |
| Zuckerrübe <sup>1)</sup> | 10 -20                                 | zur Saat bis 8-Blatt-Stadium      |
| Grünland                 | Meist über Wirtschaftsdünger abgedeckt |                                   |

<sup>1)</sup> bislang keine gezielte S-Düngung angezeigt, weil die S-Mineralisierung auf den meisten Standorten nach wie vor ausreichend ist; bei Raps und Getreide kommt die Mineralisierung im Vegetationsverlauf zu spät.

Quelle: Richtlinie für sachgerechte Düngung, 8. Auflage

## Spurenelemente

Die Gehalte an Spurenelementen im Boden werden als ppm angegeben. Das ist 1 mg (Milligramm oder Tausendstelgramm) je kg (Kilogramm) Feinboden. Wie der Name bereits ausdrückt, handelt es sich nur um Spuren, das heißt äußerst geringe Mengen! Mit Spurenelementen sollte daher entsprechend vorsichtig umgegangen werden.

Akuter Mangel an Spurennährstoffen tritt selten auf. Versorgungsprobleme sind vor allem auf Sand-, Moor- und kalkreichen Böden möglich. Allerdings kann bei den besonders bedürftigen Kulturarten und unter bestimmten Boden- und Witterungsbedingungen ein latenter Mangel auftreten, der auch ertragsbeeinflussend sein kann. Die Düngung mit Spurennährstoffen muss unter Berücksichtigung der verfügbaren Gehalte im Boden oder von Pflanzenanalysen bemessen werden.

Auch bei sehr niederen Gehalten sollte meist **keine Aufdüngung** durchgeführt werden, sondern diese Elemente gezielt zu Kulturen mit einem hohen Bedarf (z.B. Bor zu Rübe) eingesetzt werden. Eine Anhebung der Versorgungsstufe von z.B. A auf C ist anders als bei den Makronährstoffen P & K kaum möglich. Die Gratwanderung zwischen Nährstoffmangel und toxischer Dosis ist gerade bei Bor sehr schmal.

Spurenelementuntersuchungen sind meist nur in Problemfällen notwendig und sinnvoll, um hiermit Erklärungen für bestimmte Wachstumsbeeinflussungen finden zu können.

Tabelle 13: Einstufung der Gehaltsklassen von Spurenelementen (in mg/1.000 g)

| Gehaltsstufe |         | Bor    | Kupfer | Zink | Mangan | Eisen  |
|--------------|---------|--------|--------|------|--------|--------|
| A            | niedrig | < 0,25 | < 2    | < 2  | < 20   | < 20   |
| C            | mittel  | um 0,7 | um 8   | um 8 | um 70  | um 100 |
| E            | hoch    | > 2,5  | > 20   | > 20 | > 200  | > 300  |

Quelle: Richtlinie für sachgerechte Düngung, 8. Auflage

Wie die Abstufung bereits zeigt (keine Stufe B, D), sind die Grenzen zwischen Mangel und Überfluss sehr eng.

**Bor:** Keinesfalls Aufdüngung durchführen! Kulturen mit hohem Bedarf (z.B. Zuckerrübe, Raps) gezielt düngen.

**Kupfer, Zink:** Kommt im Veredlungsbetrieb ausreichend über Wirtschaftsdünger in den Boden. Kann zum Teil sogar zu viel sein.

**Natrium:** Bei Problemen mit der Natriumversorgung im Grünland ist es sinnvoll, das Futter untersuchen zu lassen. Eine ausreichende Natriumversorgung für die Tiere erfolgt am besten über Viehsalz (NaCl = Natriumchlorid).



## Gesamtheitliche Betrachtung

Neben der Interpretation der Einzelwerte ist auch die gesamte Betrachtung der Nährstoffe zum jeweiligen Standort entscheidend. Weiters kann auch die Betrachtung der Verhältnisse der Werte zueinander wichtig sein.

Das optimale Verhältnis von **Kalium: Magnesium** liegt beispielsweise **zwischen 1,7 : 1 und 5 : 1**.

Mg-Mangelsymptome bei Pflanzen sind außerhalb dieses Bereiches möglich. Unterhalb des Bereiches können für empfindliche Kulturen auch Kalimangelsymptome auftreten.

Bodenbürtig (naturgegeben) können sehr hohe Magnesiumwerte auftreten. Diese können aus dem Boden nicht entfernt werden. Bei der Düngung ist daher zu berücksichtigen, dass kein zusätzliches Magnesium zugeführt wird. Ist der Magnesiumgehalt des Bodens wesentlich höher als der Kaliumgehalt (z.B. Stufe D oder E), sollten magnesiumfreie Düngekalke verwendet werden.

Liegen andererseits sehr hohe Phosphorgehalte (z.B. bei Geflügelbetrieben) und geringe Kaliumgehalte vor, sollte auf alle Fälle auf eine zusätzliche Phosphatgabe in mineralischer Form verzichtet werden.

Eine Bodenuntersuchung liefert vielfältige und wertvolle Informationen zum gegenwärtigen Zustand eines Bodens. Auch die Produktivität und die Bodenfruchtbarkeit können durch richtige Interpretation der Ergebnisse abgeleitet werden. Dabei gilt es steht's den Kontext zum jeweiligen Standort herzustellen. Durch Wiederholung der Beprobung alle 4-6 Jahre können Veränderungen im Boden festgestellt werden um letztendlich die richtigen Maßnahmen zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit umzusetzen. Dabei sollte man sich Ziele formulieren und Prioritäten definieren um gezielte Maßnahmen Schritt für Schritt umzusetzen.



Abbildung 14: Für eine optimale Bestandsentwicklung müssen die benötigten Nährstoffe in ausreichender Form verfügbar sein und die Bodenstruktur darf keine Schwächen vorweisen.

## Untersuchungslabors zur chemischen Bodenuntersuchung in Österreich

### **AGES – Österr. Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit Abteilung Bodengesundheit und Pflanzenernährung**

Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien

☎ +43 50555-34125

[bodengesundheit@ages.at](mailto:bodengesundheit@ages.at)

[www.ages.at](http://www.ages.at)

### **CEWE GmbH**

Audorf 17, A-4542 Nußbach

☎ +43 7587 / 6030

[cewe@cewe.at](mailto:cewe@cewe.at)

[www.cewe.at](http://www.cewe.at)

### **Amt der Steiermärkischen Landesregierung Landwirtschaftliches Versuchszentrum,**

Referat Boden- und Pflanzenanalytik

Ragnitzstraße 193, A-8047 Graz

☎ +43 (316) 877-6651

[abteilung10@stmk.gv.at](mailto:abteilung10@stmk.gv.at)

[www.verwaltung.steiermark.at](http://www.verwaltung.steiermark.at)

### **AGROLAB Austria GmbH**

Trappenhof Nord 3, A-4714 Meggenhofen

☎ 07247 / 210000

[meggenhofen@agrolab.at](mailto:meggenhofen@agrolab.at)

[www.agrolab.com](http://www.agrolab.com)

### **TB Unterfrauner GmbH**

Umseerstraße 39, A-3040 Neulengbach

☎ +43 676 364 10 30

[office@bodenoekologie.com](mailto:office@bodenoekologie.com)

[www.bodenoekologie.com](http://www.bodenoekologie.com)

## **Impressum**

### **Eigentümer und Herausgeber:**

Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Auf der Gugl 3, 4021 Linz

### **Für den Inhalt verantwortlich:**

Ing. Patrick Falkensteiner, MSc., MBA

Boden.Wasser.Schutz.Beratung, Abteilung Pflanzenbau, LK OÖ

**Literatur:** Richtlinien für die sachgerechte Düngung 8. Auflage, BML, 2024

**Bildquellen:** sofern nicht anders angegeben, Boden.Wasser.Schutz.Beratung, LK OÖ

**Hergestellt:** Eigenvervielfältigung

Ausgabe: Dezember 2024

Version 2.0 – 2024-12-09