

## Der Boden

Der Boden bietet den Obstpflanzen

- **Verankerung**
- **Wasser**
- **Sauerstoff und**
- **Nährstoffe**

Böden sind Systeme aus drei Phasen (Bestandteilen):

- **der Bodenmatrix → Festphase**
- **der Bodenlösung → Flüssigphase**
- **der Bodenluft → Gasphase**

Aus der Vielzahl von Bodeneigenschaften und Funktionen werden hier nur einige wichtige besprochen, welche grundlegenden Einfluss im Obstbau (insbes. auf die Versorgung mit Wasser, Luft, Nährstoffen) besitzen.

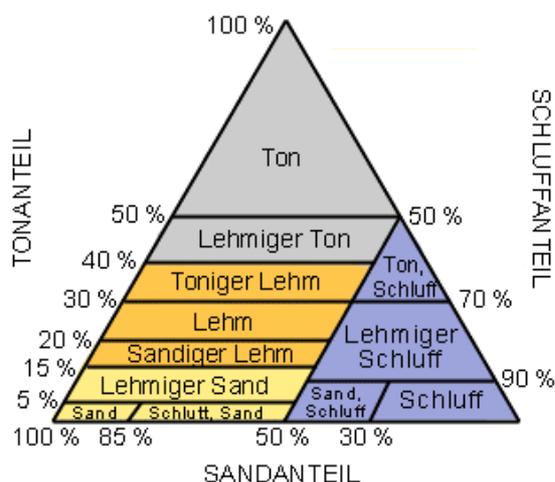
### Korngrößen und Bodenart

Die mineralische Komponente des Bodens bildet sich aus den Verwitterungsprodukten des Ausgangsgesteines. Diese sind naturgemäß unterschiedlich groß und werden als **Bodenfraktionen** bezeichnet, welche unterschiedliche Korngrößen haben. Das Verhältnis der einzelnen Bodenfraktionen des Bodens zueinander kennzeichnet die Zusammensetzung des Bodens, die **Bodenart**.

Besonders wichtig ist dabei das Mengenverhältnis der drei kleinsten Körnungsfractionen

- **Sand**
- **Schluff**
- **Ton** zueinander.

Wichtig ist hier auch die Bezeichnung **Lehm**: Dieser besteht aus den drei Kornfraktion Sand, Schluff und Ton, in unterschiedlicher Zusammensetzung. Die Bodenart kann man auch selbst mit Hilfe der **Schlammprobe** bestimmen. Die unterschiedlichen Bodenarten sind auch anhand ihrer **Bodenprofile** unterscheidbar.



**Diagramm der Bodenarten (Quelle 1)**

**Bodenprofil (Quelle 3)**

## Das Porenvolumen

Als Porenvolumen (PV) wird der Anteil der mit Luft bzw. Gas und/ oder Wasser bzw. Bodenlösung gefüllten Poren (= Bodenhohlräume) am Bodenkörper bezeichnet.

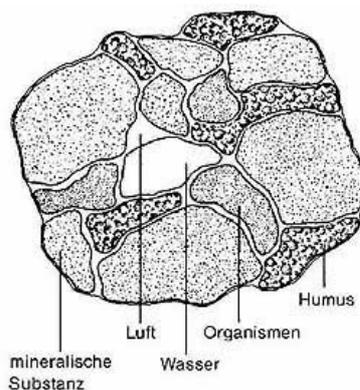
Das Porenvolumen wird durch Poren unterschiedlicher Größe und Gestalt differenziert:

- **Grobporen:** mit einem mittleren Durchmesser von  $> 10\mu\text{m}$ , führen perkolierendes Sickerwasser, nach dem Abzug des Sickerwassers werden sie mit Luft gefüllt. Mind. 10% der Poren sollten Grobporen sein
- **Mittelporen:** mittlerer Durchmesser  $10 - 0,2 \mu\text{m}$ , verfügbares Wasser haltend, bei Austrocknung mit Luft gefüllt.
- **Feinporen:** Durchmesser  $< 0,2 \mu\text{m}$ , nicht verfügbares Haftwasser wird gehalten, nur bei sehr starker Austrocknung mit Luft gefüllt. Der Feinporenanteil sollte 20% des Porenvolumens nicht übersteigen.

Allgemein nehmen das Porenvolumen und der Anteil der wasserführenden Feinporen mit abnehmender Korngröße der festen Bodensubstanz zu.

Die **Bodenluft** ist die gasförmige Komponente des Bodens und als solche Gegenspieler zum **Bodenwasser**, da sie denselben Raum, nämlich die Poren zwischen den festen Bestandteilen des Bodens beansprucht.

Die Bodenluft enthält insgesamt höhere Kohlendioxid-Anteile als die atmosphärische Luft; darüber hinaus können z.B. auch Ammoniak, Schwefelwasserstoff oder Methan enthalten sein.



Ein Bodenteilchen (Quelle 2)



Einzelkorngefüge (Quelle 3)

## Das Bodengefüge – Bodenstruktur

Die räumliche Anordnung der mineralischen und organischen Bodenbestandteile wird als **Bodengefüge oder –struktur** bezeichnet. Das Bodengefüge wirkt sich stark auf seine Eigenschaften aus.



Durch natürliche Vorgänge (Witterung, Tätigkeit der Bodenorganismen) und die Tätigkeit des Menschen (Befahren, Bodendeckung durch Grasnarbe - offener Boden, etc.) ändert sich das Bodengefüge und damit die Qualität des Bodens ständig.

Auch für den Obstbauern ist es wichtig den Boden in einem optimalen Gefügezustand zu halten (oder zu bringen). Nur so kann der langfristige wirtschaftliche Erfolg der Kulturen gesichert werden.

In Abhängigkeit von Bodenart, Art und Menge der organischen Substanz, der Tätigkeit der Bodenorganismen entstehen unterschiedliche Gefügeformen:

- **Einzelkorngefüge:** Mineral- und organische Partikel liegen isoliert voneinander vor, z.B. Sand (enthält relativ viel Luft, kaum Wasserhaltevermögen - eher ungünstig).
- **Kohärentgefüge:** Bodenteile bilden ein Gefüge dichtester Packung z.B. größere Mineralkörner mit Umhüllungen wie Calciumcarbonat oder Tonsubstanz. (enthält relativ wenig Luft; daher oft auch geringe Umsetzungen organischer Substanz, Wasserhaltevermögen insbes. bei Ton hoch; ungünstig bei viel Niederschlag)
- **Aggregatgefüge:** Bodenteile mineralischer und organischer Herkunft bilden durch Aneinanderlagerung und Bindesubstanzen Aggregate unterschiedlicher Größe und Form, wie Krümel (1-10 mm) oder Bröckel (> 10 mm) (günstiges Gefüge)
- **Segregatgefüge:** feinkörnige mineralische Partikel bilden Absonderungsformen unterschiedlicher Größe, v.a. aufgrund von Austrocknungs-, Quellungs- und Schrumpfungsprozessen, Form: Polyeder, Prismen, Säulen, Platten. (ungünstig)

Auskunft über die Bodenstruktur gibt die Spatenprobe → *Video*  
Weiterführende Informationen zur Bodenstruktur sind dem *PDF* auf der entsprechenden Bildschirmseite zu entnehmen.

Quelle: Inst. Agrarökologie Weihenstephan; LFL Bayern

### **Wasserhaltekapazität (Feldkapazität)**

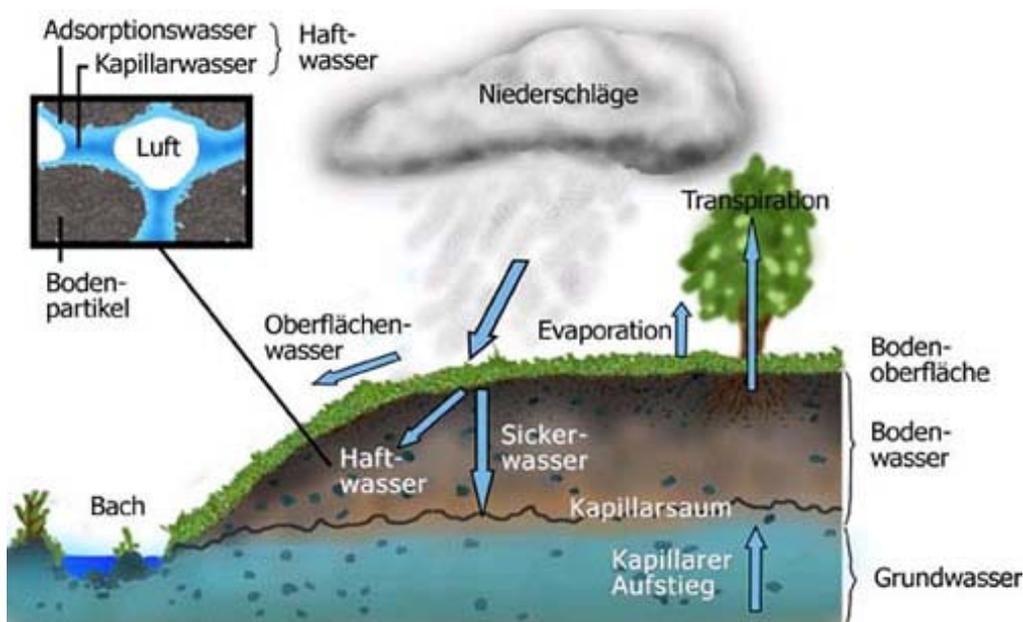
Eine Kennzahl von großer Bedeutung stellt die Wasserhaltekapazität dar.

Sie beschreibt die Wassermenge, die eine Volumseinheit Boden entgegen der Schwerkraft zu halten vermag.

In diesem Bodenwasser sind jene Stoffe gelöst, die von der Pflanze als Nährstoffe aufgenommen werden können. Die Feldkapazität wird auch als ein Maß für die Fähigkeit des Bodens verstanden, welches die Verlagerung von Stoffen in den Unterboden verhindert (Bsp.  $\text{NO}_3$ -Auswaschung).

Schwere (tonige) Böden binden einige Teile des Bodenwassers so stark (**Haftwasser**), dass es für Pflanzen nicht oder nur mehr wenig verfügbar ist. Dadurch ist die Menge des **pflanzenverfügbaren Wassers** (= Wassermenge zwischen Wassersättigung und Welkepunkt) geringer als die Feldkapazität.

Der Anteil an pflanzenverfügbarem Wasser an der Feldkapazität wird als **nutzbare Feldkapazität** bezeichnet.



Zusammenhang Wasserhaushalt –Boden (Quelle 4)

## Organische Bodenkomponenten

Das **Edaphon** (org. Bodenbestandteile) lässt sich in

- **Bodenflora** und
- **Bodenfauna** untergliedern.

Nicht zum Edaphon werden die unterirdischen Organe der Pflanzen gezählt. Das Edaphon macht nur 10% des gesamten Bodenvolumens aus. Dennoch ist es für die Selbstregulierungskräfte im Boden und die Nährstoffkreisläufe zwischen Boden und Pflanze von essentieller Bedeutung. Während die tote Biomasse ca. 85% der organischen Substanz ausmacht, sind lediglich 5-7% Bodenorganismen vorzufinden.

Die **Bodenflora** besteht aus pflanzlichen Organismen wie z.B. Bakterien, Strahlenpilze, Pilze, Algen und Flechten. Sie sind verantwortlich für eine Vielzahl von Zersetzungs- und Mineralisationsprozesse. Sie stellen je nach Bodenart 60-90 %.

Die **Bodenfauna** besteht aus tierischen Organismen, welche entsprechend ihrer Größe unterschieden werden:

- **Mikrofauna:** < 0,2 mm; z.B. Wimperntiere, Geißeltiere, Amöben, kleine Fadenwürmer)
- **Mesofauna:** < 2 mm; z.B. Springschwänze, Rädertiere, Milben)
- **Makrofauna:** > 2 mm; z.B. Borstenwürmer, Asseln, Insekten)
- **Megafauna:** > 20 mm; z.B. Wirbeltiere wie Wühlmäuse, Spitzmäuse, Maulwurf).

## Das Bodenleben

beeinflusst die Bodenfruchtbarkeit nachhaltig. Ohne die vielfältigen Aktivitäten der Bodenorganismen ist eine nachhaltige Kulturführung nicht möglich. Ein kurzer Überblick über die Funktionen der Bodenorganismen soll dies verdeutlichen:

- **Verfügbarmachen der Nährstoffe** organischer Substanz (Mineralisierung)
- **Umwandlung von organischer Substanz** in Huminstoffe (Humifizierung)
- Zum Bodenleben gehören auch die **Wurzelsymbiosepilze** (Mykorrhizza) siehe dazu Kapitel Wurzel
- **Fixierung von Luftstickstoff** durch Knöllchenbakterien welche ebenfalls mit den Wurzeln in Symbiose leben
- Aufbau eines "**antiphytopathogenen Potentials**" im Boden. Durch den Konkurrenzdruck der Bodenorganismen können sich bodenbürtige Krankheitserreger ("Bodenpathogene") nicht stark ausbreiten.
- **indirekter Pflanzenschutz**, durch den vollständigen Abbau von pathogenbefallenen Pflanzenteilen im Boden (Beispiel Schorf: durch den Abbau der von Schorf befallenen Blätter, sinkt der Befallsdruck in der folgenden Vegetationsperiode)
- **Stabilisierung des Bodengefüges** durch Ausscheidungen der Bodenorganismen (Bakterienschleim, Regenwurmkot...)



Ohrwurm (Makrofauna)



Wimperntierchen (Mikrofauna)



Mykorrhizza

### Der Boden als Quelle der Pflanzennährstoffe

Für die Pflanzen wichtige Nährstoffe (Nährelemente) werden in der Regel in Form von **Ionen** ( $H^+$ ,  $H^-$  und  $HCO_3^-$ ) aufgenommen, indem die Pflanzen sie gegen andere Ionen (aus der Zellatmung), die abgegeben werden, austauschen. Die Nährstoffe entstammen aus der Verwitterung von Mineralen im Boden oder aber auch aus der Zersetzung der organischen Substanz.

Eine wichtige Rolle bei der Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen spielt auch der **pH-Wert des Bodens**, die sogenannte *Bodenreaktion*. Naturgemäß beeinträchtigen zu hohe und zu niedere pH-Werte im Boden den Austausch der geladenen Nährstoffionen.

Für unsere Obstbäume ist ein leicht saurer Boden mit pH-Werten zwischen 5,5 und 7 am idealsten.

Genauerer zu den Nährstoffen ist dem Kapitel "Düngung" zu entnehmen

### Bindung von Nährstoffen im Boden

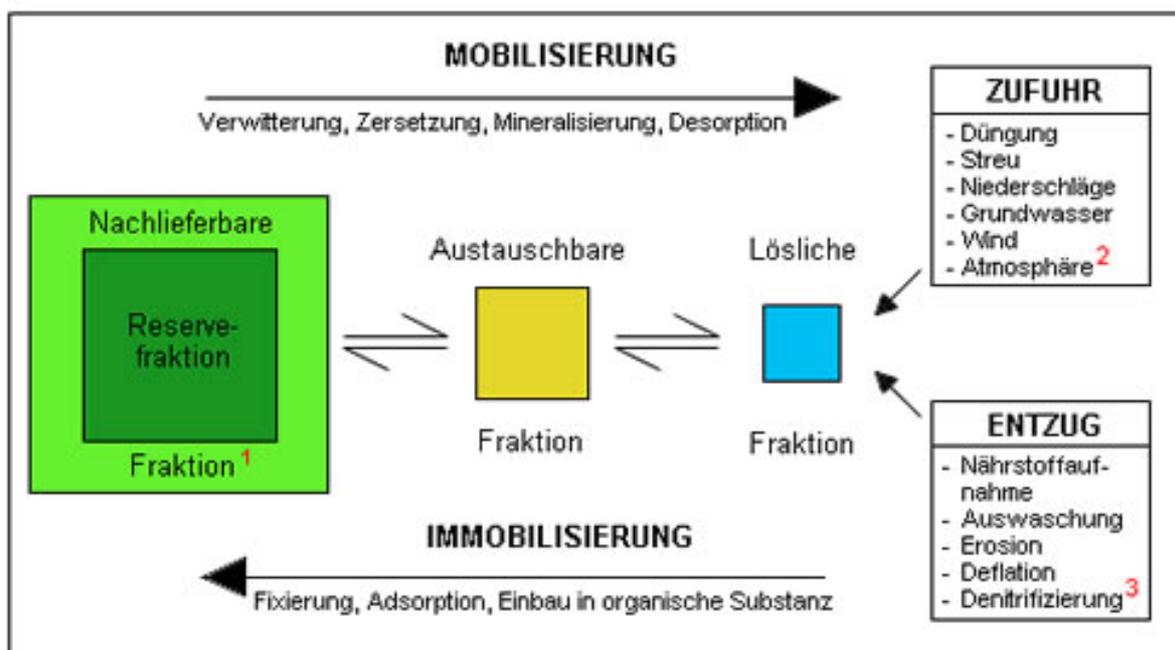
Die Nährelemente liegen im Boden in verschiedenen Bindungs- und Zustandsformen vor.

Eine wichtige Rolle dabei spielt dabei auch der pH-Wert des Bodens.

- **mineralische Bindung:** Die Nährstoffe sind in Kristallgittern von Mineralen oder in Molekülen gebunden und werden durch Verwitterungsprozesse freigesetzt. (Bsp. Fe aus Eisenoxid)
- **organische Bindung:** Die Nährstoffe sind in organischen Verbindungen gebunden und werden bei der Zersetzung der organischen Substanz freigesetzt (z.B. aus Nukleinsäuren: N und P oder N und S aus Proteinen).
- **sorptive Bindung:** Nährstoffe werden als austauschbare Anionen und Kationen an mineralischen oder organischen Bodenpartikeln (Austauscher) adsorbiert
- **nicht gebunden:** Die Nährstoffe liegen als freie Ionen in der Bodenlösung vor. Sie können durch die Pflanzenwurzel direkt aufgenommen werden.

Im Allgemeinen sind > 98% der Nährstoffe mineralisch oder organisch gebunden. Nur etwa 2% sind sorbiert bzw. liegen ungebunden in der Bodenlösung vor.

Die Nährstoffe Stickstoff, Schwefel und Phosphor sind primär organisch gebunden.



- <sup>1</sup> organisch oder mineralisch gebunden
- <sup>2</sup> z.B. mikrobielle Stickstofffixierung
- <sup>3</sup> z.B. mikrobieller Nitrat- und Nitratabbau

Nährstoffbewegungen im Boden (Quelle 4)

### Die Bodenfruchtbarkeit (Produktivität) des Bodens

= die Fähigkeit eines Bodens die Pflanzen am Standort nachhaltig zu versorgen und ihnen ausreichend Raum für Wurzeln und symbiotische Organismen zu geben. Nur in "fruchtbaren" Böden ist eine regelmäßige Ernte mit hoher innerer und äußerer Fruchtqualität zu erwarten. **Die Bodenfruchtbarkeit spiegelt die Gesamtheit der physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften des Bodens wieder.**



Gerade in intensiven Kulturen wie dem Obstbau ist auf die Erhaltung und Förderung der Bodenfruchtbarkeit besonderes Augenmerk zu legen. Sie ist, neben Fachwissen und den passenden klimatischen Gegebenheiten, die Basis des wirtschaftlichen Erfolges. Mit Hilfe von gezielter Bewirtschaftung kann die Bodenfruchtbarkeit erhalten oder verbessert werden

### **Die Bodenprobe**

Vor der Neuanlage einer Obstanlage sollte dem Zustand des Bodens besonderes Augenmerk gewidmet werden. Dies geschieht auf zwei Weisen.

- **Bodenuntersuchung im Gelände**
- **Bodenuntersuchung im Labor**

### **Bodenuntersuchung im Gelände**

Diese erfolgt durch die genaue Untersuchung des vorliegenden Bodenprofils (= Bodenansprache).

Um den Boden "anzusprechen" wird ein senkrechter "Schnitt" durch die einzelnen Schichten des Bodens bis zum **C-Horizont des Bodens** gegraben und beurteilt.

Folgende Parameter lassen sich dabei beurteilen

- **Gründigkeit des Bodens**
- **Bodenart**
- **Gefüge**

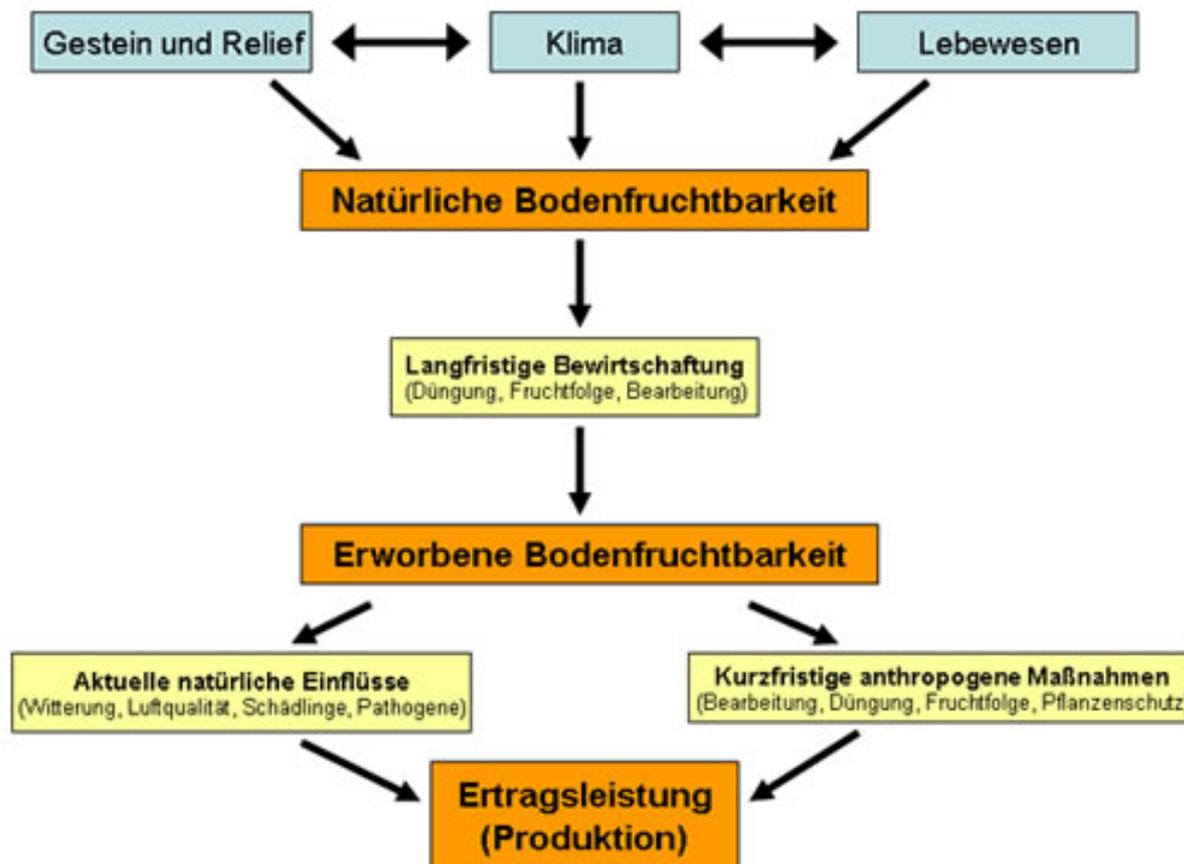
Aus diesen drei Informationen lassen sich relativ genaue Rückschlüsse auf die Bearbeitbarkeit, den Wasserhaushalt und das Speichervermögen des vorliegenden Bodens ziehen.

Neben der Untersuchung des Bodenprofils kann die **Spatenprobe** und der **Kennel – Test** zur Prüfung der Regenwurmaktivität helfen, den Bodenzustand zu beurteilen.

### **Ziehen einer Bodenprobe (Bodenuntersuchung im Labor)**

Im Labor können neben der Nährstoffanalyse auch die chemischen und physikalischen Eigenschaften untersucht werden. Für die Laboruntersuchung muss eine repräsentative Bodenprobe gezogen und diese dann an das Analyselabor geschickt werden. Die Untersuchungsergebnisse werden schriftlich mitgeteilt. Eine Bodenuntersuchung kostet zw. 20 und 40 € je nach gewünschter Untersuchung. Bodenuntersuchungen werden von etlichen Bodenlabors angeboten. Günstigere Tarife werden im Rahmen der Bodenuntersuchungsaktionen der Landwirtschaftskammern ermöglicht.

Wie schon mehrere Male erwähnt ist der Boden ein dynamisches System, das sehr sensibel auf Einwirkungen von außen reagiert. Es ist daher empfehlenswert die Bodenuntersuchungen alle drei - fünf Jahre zu wiederholen.



Wechselwirkung zwischen natürlichen Standortfaktoren, menschlichem Einfluss und der Bodenfruchtbarkeit (Quelle 5)

### Obstbau-Böden

**Leicht kalkhaltige, tiefgründige Böden leichter bis mittelschwerer Textur, guter Krümelstabilität und guter Drainage-Eigenschaft sind für Obstbau ideal.**

Solche Böden sind im Allgemeinen gut versorgt mit Nährstoffen, gewährleisten ausreichende Sauerstoffzufuhr an der Wurzel und guten Abzug des Wassers. Der pH-Wert eines solchen Bodens bewegt sich meist im optimalen neutralen bzw. schwach alkalischen Bereich.

Verdichtungs- bzw. Stauhorizonte sind unerwünscht, sowohl wegen des erwünschten Wasserabzuges, als auch für die Wurzel. Immerhin muss ein Wurzelraum von mindestens 0,8 m Tiefe ungehindert besiedelt werden können.

Es ist daher unerlässlich, vor der Anlage einer neuen Obstanlage den Boden mit Hilfe einer Bodenprobe von Experten begutachten zu lassen.

Der in Mitteleuropa meist verbreitete und für die obstbauliche Nutzung gut geeignete Bodentyp ist die Braunerde. Sie entstand im Allgemeinen aus relativ kalkarmen, durchlässigem und verwitterbarem Gesteinsmaterial oder aus Löss. Braunerden sind durch ein günstiges Krümel- und Schwammgefüge gekennzeichnet, das meist von einer feinkörnigen Bodenart gestützt wird. Sie verfügen meist über eine ausreichende Gründigkeit. Dies ist eine entscheidende Voraussetzung für ergiebigen Wurzelraum und hohes Wasserspeichungsvermögen.



**Unerwünschte Eigenschaften bei obstbaulich genutzten Böden:**

- *zu schwerer Boden - späte Holzreife:*

Eine späte Holzreife tritt auf schweren Böden auf, da diese Böden oft über eine hohe Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit verfügen. Bei zu später Holzreife kann es zu Frostschäden an der Pflanze kommen, weil die Verholzung an den einjährigen trieben zu spät einsetzt. Auf leichten Böden schließt die Holzreife früher ab.

- *zu leichter Boden - Kahlrostgefahr:*

Auf leichten Böden leiden die Obstbestände unter Kahlrostgefahr, da das Bodenwasser nicht in Eis verwandelt wird und die entstehende Erstarrungswärme an die Umgebung abgegeben werden kann. Diese Erstarrungswärme vermindert die Geschwindigkeit, mit der die Kälte in den Boden eindringt. Je leichter ein Boden ist, umso rascher dringt die Kälte bei Kahlrost in den Boden ein und es kann zu Schädigungen an den Wurzeln kommen.