

# Praktischer Theil.

## II. Fachwissenschaften.

### A. Standortslehre.

#### § 82.

##### Einleitung und Definition.

Die Holzpflanzen sind an ihren Standort gebunden und in ihrer ganzen Entwicklung und Fortpflanzung von den durch die drei Faktoren desselben — **Boden, Lage und Klima** — vermittelten Lebensbedingungen abhängig. Ihre Ernährung und Befestigung hängt vom Boden und den denselben bedeckenden Luftschichten, ihr weiteres Gedeihen außerdem noch vom Klima ab. Das Klima ist wiederum durch die Lage beeinflusst. Demnach verstehen wir unter „Standortslehre“ die Lehre von den Bedingungen des Wachsthumes der forstlichen Holzarten, soweit sie von Boden, Lage und Klima bestimmt werden. Da die Bedeutung der Lage des Standorts in seinem Klima liegt, so behandeln wir die Standortslehre nur in zwei Hauptgebieten, nämlich:

1. Der Lehre vom Boden.
2. Der Lehre vom Klima.

#### I. Die Lehre vom Boden.

##### Entstehung und Zusammensetzung des Bodens.

#### § 83.

Wie man mit ziemlicher Sicherheit annehmen kann, ist der erste Zustand unserer Erde ein heiß flüssiger gewesen. Es sprechen dafür ihre kugelige an den Polen abgeplattete Form, die krystallinische Form vieler Gesteinsarten, die sie nur bei langsamem Erstarren aus einem flüssigen Zustande annehmen konnten, ferner die übereinstimmend beobachtete Wärmezunahme nach dem Erdinnern (um 1<sup>o</sup> R. bei 31 m), die heißen Quellen und die Vulkane, welche noch heute heiße flüssige Massen auswerfen.

Da der Weltraum, in welchem sich die Erde um die Sonne bewegt, eine niedrigere Temperatur haben muß als die größte auf der Erde beobachtete Kälte ( $46^{\circ}$  R.), so muß der Erdkörper sich durch Wärmeausstrahlung an seiner Oberfläche abkühlen und erstarren. Die erstarrende Kruste zog sich bei der Abkühlung zusammen, übte dadurch einen enormen Druck auf die noch nicht erstarrten Massen aus, barst zuweilen und drängte durch so entstandene Risse beträchtliche Massen des noch flüssigen Erdinnern hervor, erste Durchbrüche (Eruptionen). Endlich mußte sich der die Erde umgebende Wasserdampf im Verhältniß der fortschreitenden Abkühlung auf der Erdoberfläche tropfbar flüssig niederschlagen, welche Niederschläge zur Bildung von stehenden und fließenden Gewässern Veranlassung gaben.

#### § 84.

Nach den Lagerungs- und Strukturverhältnissen sind es wahrscheinlich:

- 1) Die krystallinischen Schiefergesteine (das Urgebirge):
  - a. älterer Thonschiefer,
  - b. Glimmerschiefer,
  - c. Gneiß,

welche als erstes Erstarrungsprodukt angesehen werden müssen, weil sie immer zu unterst liegen, von allen später abgelagerten (neptunischen) Massen überdeckt und von allen Eruptiv- (d. h. aus dem Erdinnern hervorgebrochenen) Gesteinen durchbrochen sind.

Charakteristik: mehr oder minder schieferige Absonderung und unregelmäßige Schichtung.

#### § 85.

Die Niederschläge aus der Atmosphäre sammelten sich in den Mulden und Vertiefungen der Erdhülle zu Seen und Meeren, welche auf die unter ihnen gelagerten Gesteinsarten zerstörend und auflösend wirkten; es fanden immer neue Durchbrüche statt und bewirkten Fluthungen und Strömungen, welche die mechanisch und chemisch aufgelösten Erdtheilchen durcheinander mengten, vielleicht wegschwemnten, sie jedenfalls nach eingetretener Ruhe in gewisser Gesetzmäßigkeit übereinander ablagerten. So wurden:

2) die sog. Flöz- und aufgeschwemmten (neptunischen) Gebirge gebildet. Hierher gehören:

Grauwacke und jüngerer Thonschiefer, Steinkohle, Rothliegendes, Zechstein, bunter Sandstein, Lias und Jura, Quadersandstein und Kreide, Braunkohle, Diluvium und Alluvium.

Charakteristik: Deutlich geschichtet, Conglomerate, Sandsteine, Thone, Mergel und Kalksteine mit vorweltlichen Pflanzen und Thieren.

### § 86.

Neben den Niederschlägen aus dem Wasser fanden, wie schon erwähnt, noch fortwährende Eruptionen (Durchbrüche) statt. Die aus dem Erdinnern drückenden Massen hoben die Gesteine, welche sie durchbrachen, verrückten ihre ursprünglich horizontalen Lagen in mehr oder weniger geneigte und verstrüzte Stellungen und gaben so die wesentlichste Veranlassung zum Aufbau unserer heutigen Gebirge und Berge. Sie bildeten:

3) die sog. Eruptiv- oder Durchbruchsgesteine, welche sich folgendermaßen ordnen:

a. Granitische Eruptionen, deren Hauptgestein der Granit, ein krystallinisch körniges Gemenge von Feldspath, Quarz und Glimmer\*) ist und der viel weniger vorkommende Syenit (Hornblende und Orthoklas) bildet.

b. Die Grünstein-Eruptionen, mit den Hauptgebirgsarten Diabas und Diorit, von vorherrschend unrein grüner oder graugrüner Farbe; beide kommen körnig, dicht und schiefrig vor.

c. Die Porphyr-Eruptionen, sehr verbreitet, eine gelblich weiße oder graue thonige Grundmasse mit eingesprengten Körnern von Quarz und Orthoklas (Feldspath mit vorherrschendem Kaligehalt).

d. Die basaltischen Eruptionen, eine bläulich schwarze dichte Masse, sehr fest, mit auffallenden gelbgrünlichen Krystallen (Olivin). Unterabtheilungen sind: Phonolith und Trachyt.

e. Die vulkanischen Eruptionen der noch thätigen oder noch nicht lange erloschenen Vulkane; dazu gehören Lava, basaltische und trachytische Massen, Bimssteine, Luffe &c.

Nachdem endlich die Erde ihre heutige Oberfläche erhalten und das Wasser sich in gewisse Grenzen (Meere, Seen, Flüsse) zurückgezogen,

\*) Der Feldspath ist perlmutter- und porzellanglänzend, fleischfarbig, grünlich oder weißlich. Der Quarz ist glasähnlich, meist ungefärbt, giebt mit dem Stahle Funken. Der Glimmer ist blättrig, weich, metallisch silber- und goldglänzend.

die Wirkungen des unterirdischen Feuers sich auf wenige Punkte (Vulkane) beschränkt hatten, finden doch auch noch heute Veränderungen statt, z. B. durch Verwitterung der Gesteine, durch Ueberschwemmungen, durch die Hand des Menschen (Erdbauten) 2c.

Auf dieser festen, von oben genannten Gebirgsarten gebildeten Erdhülle liegt nun das, was wir im eigentlichen Sinne „Boden“ nennen, nämlich die obere lockere Erdschicht, welche dem Waldwuchse vorzugsweise zur Anwurzelung und Ernährung dient. Sie besteht in der Regel aus Erden und Steinen, die sämtlich Verwitterungsprodukte der oben aufgeführten Gesteinsarten untermischt mit verwesten organischen Substanzen sind. — Die hauptsächlichsten Erdarten sind folgende:

### § 87.

#### Der Sand.

Der Sand besteht aus kleinen Quarzkörnern, die ein Verwitterungsprodukt der besonders quarzführenden Gebirgsarten (Granit, Gneis, Glimmerschiefer, gewisser Porphyre 2c.) sind. Gesellt sich zum Quarz ein Bindemittel, so entsteht der Sandstein und je nach Art desselben unterscheidet man: Kalk-Thon-Kieselsandstein 2c., welche felsbildend auftreten. Untergeordnet eingewachsen kommt der Quarz vor als „Horn- und Feuerstein, Kieselschiefer 2c.“; er kommt dicht und in sechsseitigen Krystallen vor. Chemisch besteht der Quarz aus Kieselsäure, welche zahlreiche Verbindungen (sog. Silikate) mit anderen Stoffen bildet.

Der Sandboden besteht in den seltensten Fällen aus reinen Quarzkörnern, wo er als lockere Masse zuweilen den sog. „Flugsand“ bildet, meist kommt er mit Beimengungen von Erdarten (Lehm, Thon, Kalk, Humus 2c.) vor und heißt dann lehmiger, thoniger 2c. Sand; je mehr er davon enthält, um so fruchtbarer wird er. Sandboden nimmt und verliert sehr schnell die Feuchtigkeit, er erwärmt sich schnell, verliert aber die Wärme bald wieder. Er ist Hauptträger der Lockerheit im Boden und wird hierdurch in den Bodenmengungen sehr bedeutungsvoll. Reiner Sandboden ist unfruchtbar. Man erkennt die Sandbeimengung im Boden theils schon durch das Auge, theils fühlt man die scharfen Quarzkörner beim Zerreiben zwischen den Fingern deutlich heraus; Sand fühlt sich immer rauh an.

§ 88.

Der Thon, Mergel und Lehm.

Der Thon ist eine dichte feinerdige Masse und besteht aus etwa 43<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Thonerde, 43<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Kieselsäure und 14<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Wasser. Rein kommt er selten (als sog. Porzellanerde) vor, meist ist er mit anderen Erdbarten, ferner Eisen zc. gemischt, wodurch er verschieden gefärbt wird. Er ist ein Verwitterungsprodukt der besonders felspathhaltigen Gebirge (Porphyre, Thonschiefer zc.) oder stammt aus dem thonigen Bindemittel vieler Flözgebirge oder findet sich auch in letzteren als besondere Thonlager vor.

Der Thon ist in Wasser unlöslich, auch nicht durch mineralische Säuren zersetzbar, also ebenfalls unfähig, allein Pflanzen zu ernähren. Seine Bedeutung liegt im geraden Gegensatz zum Sande in seiner Bindigkeit. Er saugt große Wassermengen auf, hält sie aber fest; trocknet er dennoch aus, so wird er nicht wieder locker, sondern äußerst fest, ja steinhart, schwindet zusammen und berstet. Ebenso saugt er alle fruchtbringenden chemischen Bestandtheile begierig auf und hält sie zur Ernährung der Pflanzen fest.

Ist der Thon mit etwas Kalk und mit Sand gemengt, so nennt man ihn Mergel; doch unterscheidet man je nach dem Vorherrschenden von Sand, Thon zc. thonigen, sandigen zc. Mergel; derselbe ist besonders fruchtbar und findet sich in den jüngeren Sandstein- und Kalkformationen; die Farbe ist weißlich-grau; er ist nicht zu formen.

Im feuchten Zustande fühlt der Thon sich klebrig, weich und fettig an und hat einen eigenthümlichen Geruch; er läßt sich leicht formen und brennen. (Töpferthon.)

Eine äußerst wichtige Abart des Thons ist der Lehm, unter welchem man eine Mischung von schwach kalkhaltigem Thon mit Sand, beide etwa zur Hälfte gemengt und verschieden gefärbtem Eisenocker versteht. Zum Unterschied von Thon ist er magerer anzufühlen, schwindet beim Austrocknen nicht so stark, läßt sich formen und hat eine charakteristische rothbraune bis gelbe Färbung. Schieferigen Lehm nennt man Lette. Lehm ist fruchtbar.

Thonboden ist naßkalt und dem Pflanzenwuchs erst dann günstig, wenn er mit anderen Erdbarten in richtigem Verhältniß gemengt vorkommt (vergl. die Bestimmungstabelle zu § 101).

## § 89.

## Der Kalk.

Die Bedeutung des Kalkes liegt im Gegensatz zu den bereits genannten Erdarten, die hauptsächlich physikalisch auf die Ernährungsfähigkeit des Bodens wirken, in seiner chemischen Wirkung. Der kohlen saure Kalk (Kalk im gewöhnlichen Sinne) zerfällt und zerlegt die übrigen mineralischen Bodenbestandtheile und Pflanzenabfälle und wandelt sie in Pflanzennahrung um. Er ist daher von den genannten Bodenarten am thätigsten.

In physikalischer Beziehung steht er in der Mitte zwischen Sand und Thon, er nimmt das Wasser ziemlich leicht auf und trocknet mäßig schnell, erhärtet dann aber nicht zum Klumpen, sondern zerbröckelt. Er ist kenntlich am Aufbrausen beim Begießen mit starken Säuren (z. B. Scheidewasser), am Geruch und der weißlich grauen Farbe. Kalkboden ist im Allgemeinen fruchtbar; er kommt ebenfalls fast immer in Untermengung mit anderen Erdarten vor. Der Kalkboden ist ein Verwitterungsprodukt der sehr verbreiteten Kalkgebirge, in welchen der Kalk in den verschiedensten Formen auftritt; den krystallinisch körnigen und politurfähigen Kalk nennt man „Marmor“, den dichten Kalk „Kalkstein“ (sandiger, thoniger, bituminöser Kalkstein), schieferigen Kalk „Kalkschiefer“, porösen Kalk „Kalktuff“, schwefelsauren Kalk „Gips“ zc. In der Geologie treten die Kalke unter den verschiedensten Namen auf: Zechstein-, Sura-, Glas-, Muschel-, Wellen- zc. Kalk, Dolomit zc.

## § 90.

## Eisenverbindungen im Boden.

Von großer Wichtigkeit für die Ernährung sind noch die Eisenverbindungen im Boden, sowie die auflösblichen Salze.

Die Eisenverbindungen finden sich in den meisten Bodenarten, besonders im Thonboden (§ 88); sie sind kenntlich an ihrer braunrothen Farbe und am rauhen Bruch. Ihr günstiges oder ungünstiges Verhalten hängt von ihrer Löslichkeit oder Unlöslichkeit ab, welche wieder von der chemischen Verbindung des Eisens mit größeren oder geringeren Quantitäten Sauerstoff und Wasser abhängt. Das unlösliche und fein vertheilte Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat lockert den zu bindigen Thon und macht ihn wärmer, andererseits giebt es zu lockerem Boden größere Bindigkeit und wasserhaltende Kraft. In zu nassem oder in faurem Moor- und Sumpfboden sammeln sich jedoch leicht übermäßige

lösliche Eisenverbindungen an und schaden durch Bildung des bekannten „Wurzelrostes“ oder durch Zuführung von zu viel Eisen. Der Forstkultur sehr hinderlich ist der sog. „Raseneisenstein“, der hauptsächlich aus phosphorsaurem Eisenoxyd resp. Eisenoxydhydrat mit allerlei Beimengungen von Sand, Thonerde, Humus, Mangan zc. besteht: er bildet eine blasige erzartige Masse, die sich nesterweis vermuthlich durch Absetzen der Eisentheile von zusammenfließendem und dann stagnirendem Grundwasser bildet.

Weniger gefährlich ist der sog. „Ortstein“, der aus Sand mit humosen oder eisenschüssigen Bindemitteln und etwas Eisenoxyd besteht. Er kommt in zusammenhängenden Schichten oder Nestern von 15 bis 30 cm Stärke in geringer constanter Tiefe auf armem Sandboden vor und zerbröckelt, an die Oberfläche gebracht, zu fruchtbarer Erde, während der Raseneisenstein erzartig bleibt. Seine Bearbeitung ist viel leichter als die des Raseneisensteins. Offenbar nachtheilig tritt das Eisen im Sandboden auf, wenn es demselben bis zur Stärke von etwa 10% beigemischt ist; es bildet dann den bekannten scharfrothen „Fuchssand“, der sehr unfruchtbar ist.

#### § 91.

##### *Die auflösbaren Salze im Boden.*

Die auflösbaren Salze sind das Produkt der unaufhörlichen chemischen Thätigkeit des Bodens unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft, namentlich ihres Sauerstoffs, der Kohlensäure, des Ammoniak, der Salpetersäure zc., der Bodenfeuchtigkeit und der Verwesung der Pflanzenabfälle. Obschon die Quantität der auflösbaren Salze nur gering ist ( $\frac{1}{2}$ —1%), so sind sie doch für die Ernährung von der allergrößten Wichtigkeit und hängt von ihrem Vorhandensein besonders die Fruchtbarkeit ab. Deshalb sind viele thonige Bodenarten so fruchtbar, weil sie die auflösbaren Salze vorzüglich in sich aufnehmen und festhalten und sie durch ihre Feuchtigkeit den Wurzeln als Nahrung zuführen; deshalb hat der Kalkboden so große Nährkraft, weil er die Bildung der auflösbaren Salze so ungemein befördert, deshalb verhält sich der Sandboden so ungünstig, weil er nur sehr wenig lösliche Verbindungen erzeugen kann und das Wasser, den Hauptvermittler der Zuführung der löslichen Salze an die Wurzeln, zu schnell verdunstet. Hieraus erhärtet ferner die große Wichtigkeit einer Bedeckung des Bodens mit Waldabfällen, weil dieselben die Feuchtigkeit halten und durch ihre

Verwesung eine Bildung und Zuführung der nährenden auflösllichen Salze ermöglichen. Solche Salze sind: kohlen-saures Kali, Natron, Kalk, Eisen-salze, Kalk- und Magnesia-salze zc.

§ 92.

**Die Bodenmengenungen.**

Die genannten Hauptbestandtheile des Bodens: Sand, Thon und Kalk, finden sich fast nie in ganz reinem Zustande, sondern sie sind immer mehr oder weniger durcheinander gemengt, um ihre Vorzüge mit einander auszutauschen und zu ergänzen. Je nachdem nun die eine oder andere Bodenart vorherrscht, spricht man von sandigem, thonigem und kalkigem Boden: man nennt deshalb einen Thonboden mit etwas Sand gemengt einen sandigen Thonboden, einen Thonboden zur Hälfte mit Sand gemengt Lehmboden, mit noch mehr Sand gemengt thonigen Sandboden; den Lehmboden nennt man mit Sand gemengt sandigen Lehmboden, dagegen Sandboden mit etwas Lehmbeimengung lehmigen Sandboden zc. Ist der Boden im richtigen Verhältniß mit den anderen Bodenarten gemischt, die seine Nachtheile möglichst aufheben, so wirkt ein jeder von ihnen günstig auf das Wachsthum; herrscht jedoch in ihnen zu sehr eine Hauptbodenart vor, so wirkt sie meist nachtheilig, dann wird der sandige Boden zu trocken, der thonige zu naß und kalt und der kalkige zu hitzig, namentlich wenn zu der ungünstigen Bodenmischung noch eine ungünstige Lage kommt; in solchen Fällen erhalten wir einen „schlechten Standort“.

§ 93.

**Humusboden.**

Auf dem bewachsenen Boden sammelt sich, wenn nicht besondere Störungen eintreten, durch Abfall von Stengeln, Blättern, Reifern zc. nach und nach eine mehr oder weniger mächtige Bodendecke an, die in Verwesung übergeht und jene schwarzhliche lockere modrige Masse bildet, welche man Humus nennt.

Diese natürliche Bodendecke besteht gewöhnlich aus drei Schichten. Oben die jüngsten noch unverwesten Abfälle, sog. Rohhumus, darunter in fortgeschrittener Zersetzung lockere, faserige und schimmliche Bildungen und zuletzt in allmählichem Uebergange der eigentliche erdige krümelige Humus, welcher sich dann mit der oben beschriebenen verwitterten

Mineralerde zur sog. Dammerde verbindet. Außer Waldbabfällen bildet den Humus noch die absterbende Bodendecke von Unkräutern, Gras, Flechten, Moosen und verwesenden Thierüberresten.

Der Humus hat eine doppelte Bedeutung: in physikalischer\*) Hinsicht lockert er den Boden, wärmt denselben als schlechter Wärmeleiter und hält ihn frisch und fruchtbar, indem er Feuchtigkeit und nützliche Gase ansammelt; in chemischer Beziehung bildet er die gasförmigen Zersetzungserzeugnisse (Kohlensäure, Ammoniak u.) und schafft dadurch den Pflanzen die wichtigen Nahrungsmittel. Der Humus macht also den Boden locker, warm, frisch und nahrhaft. Er mildert den strengen Boden, bindet den losen Boden, er schützt gleichzeitig gegen Frost und Hitze (vergl. § 95a).

Wird der Humus durch plötzliche Freistellung der Sonne freigegeben, so erhält er zuweilen eine pulverig staubige Beschaffenheit, die sog. Stauberde, welche zwar viele Nährstoffe enthält, aber in ungelöstem, daher nicht verwertbarem Zustande; ebenso ungünstig ist der Taub- oder Hagerhumus, ein trockenes, kraft- und bindungsloses Fasergebilde, besonders von Moos und Ackergras, welches Luft und Feuchtigkeit abhält. Der gewöhnliche Humusboden überlagert den Mineralboden gewöhnlich in einer Mächtigkeit von 3—10 cm, wonach die Bezeichnungen „etwas — ziemlich — sehr — äußerst humusreich“ oder „humusarm“ zu wählen sind. Je humusreicher der Boden im Allgemeinen ist, desto fruchtbarer ist er; ein Uebermaaß macht jedoch den Boden naß, schwammig, kalt und sauer, wie z. B. im Torf- und Moorboden.

### Physikalische Eigenschaften des Bodens.

#### § 94.

Die unendlich verschiedenartige Zusammensetzung des Bodens bringt natürlich sehr verschiedene Bodenwirkungen hervor; außerdem wirken noch auf den Boden seine physikalischen Eigenschaften ein, von denen als die bedeutendsten folgende vier hervorzuheben sind: 1. Boden-

---

\*) Unter physikalischem Verhalten versteht man das Verhalten der Körper in Bezug auf ihre Formveränderung durch physikalische Kräfte, wie Wärme, Feuchtigkeit, Licht, Elektrizität, Festigkeit, Schwere u.; unter chemischem Verhalten ihr Verhältniß zu vollständiger Umwandlung in ganz neue Körper durch chemische Kräfte, z. B. chemische Verwandtschaft, Säuren, Salze u.

mächtigkeit und Gründigkeit, 2. Bodenfeuchtigkeit, 3. Bodenbindigkeit, 4. Bodenneigung.

### § 95.

#### 1. Bodenmächtigkeit.

Unter Bodenmächtigkeit oder Gründigkeit versteht man die Eigenschaft des Bodens, mittelst welcher sie die Gewächse nährt und festigt.

Man unterscheidet bei dem naturgemäß geschichteten Waldboden, wie er sich unter dauerndem Schlusse gebildet hat, zwei Schichten:

- a. die Nahrungsschicht, d. h. den eigentlichen Heerd der Ernährung,
- b. darunter liegend den Untergrund.

#### a. Die Nahrungsschicht.

Bei dieser kann man im normalen Zustande wieder drei Schichten deutlich unterscheiden: oben den Rohhumus, der allmählich zartfasrig wird und in den älteren schon erdigen Verwesungshumus übergeht, in der Mitte liegt das eigentliche Keimbett, ein feines, mit Humuslösung geschwängertes graues oder schwarzes Erdgemenge, endlich zu unterst der eigentliche Wurzelbehälter, in welchem die noch in Verwesung begriffenen Humustheile mehr fehlen, fast reine Erde (Feinerde), die sog. „Dammerde“. Diese 3 Schichten sind die hauptsächlichsten Ernährer des Pflanzenlebens: ihre Tiefe oder Mächtigkeit hängt ab von der Lage, vom Muttergestein und der Bewaldung.

#### b. Untergrund.

Der Untergrund besteht aus festem Fels, zertrümmertem Gestein oder in der Ebene aus bindenden Thonschichten, aus Sand, Kies, Lehm, Kalk, Ortstein zc.

Von der tieferen oder flacheren Lage des Untergrundes hängt die sogenannte Gründigkeit des Bodens ab, welche man nach der Tiefe, in welche die Baumwurzeln einzudringen vermögen, etwa als:

sehr flachgründig	unter und bis	15	cm
flachgründig	„	30	„
mitteltiefgründig	„	60	„
tiefgründig	„	100	„

sehr tiefgründig über 1 Meter tief anzusprechen pflegt.

Die meisten Waldbäume begnügen sich mit einer Wurzeltiefe von 30—60 cm, während als äußerstes Maaß wirksamer Bodentiefe

1,50 m anzunehmen ist. Im Allgemeinen ist jeder tiefgründige Boden dem Wachstum günstig.

§ 96.

2. Bodenfeuchtigkeit und Bodenwärme.

Sie sind von der allergrößten Wichtigkeit für den Pflanzenwuchs, da ohne sie keine Pflanze keimen, wachsen und gedeihen kann. Die Feuchtigkeit ist nicht nur selbst Nahrungsstoff, sondern dient auch zum Ersatz der großen Wassermengen, welche die Pflanzen ununterbrochen verdunsten (durch die Blätter), löst die Nährstoffe auf und führt sie den Wurzeln zu, sie regulirt die Bodentemperatur wie die Zusammensetzung desselben, indem sie strengen Boden mildert, zu losen Boden bindet.

Nach der Feuchtigkeit unterscheidet man:

- a. dürrer Boden (er zerstäubt beim Zerreiben),
- b. trocknen Boden (zeigt noch geringe Bindigkeit beim Zerreiben),
- c. frischen Boden (hinterläßt Feuchtigkeit in der Hand),
- d. feuchten Boden (tropft von selbst aus der Hand).
- e. nassen Boden (tropft beim Zerdrücken).

So vortheilhaft das richtige Maaß von Feuchtigkeit ist, so schädlich wirkt ein Uebermaaß; es führt zur Versumpfung, verursacht Wurzel- und Stammfäule, versauert und erkaltet den Boden, befördert das Aufrieren und erschwert das Keimen und Anwurzeln.

Stagnirende Masse ist fast allen Waldgewächsen nachtheilig, oft tödtlich. Sie wird herbeigeführt durch undurchlässigen Untergrund, der hauptsächlich durch hochanstehenden Gebirgsboden, feste Thonschichten, verkittete Kieslager, Ortstein, Raseneisenstein zc. bei mangelhaftem Abfluß gebildet wird. Quellen der Bodenfeuchtigkeit sind die Niederschläge (Regen, Thau, Nebel) und die Grundfeuchtigkeit; letztere wirkt durch ihre Verdunstung wohlthätig. Das Vermögen, Wasser in sich aufzunehmen und zu halten, hängt, wie schon oben erwähnt, von der Zusammensetzung des Bodens ab.

Mit der Feuchtigkeit des Bodens hängt auch seine Wärme auf das Innigste zusammen. Je feuchter ein Boden ist, desto kälter ist er, weil einmal das Wasser ein schlechter Wärmeleiter ist, besonders aber, weil das Wasser durch seine Verdunstung dem Boden viel Wärme entzieht (vergl. § 107). Aus demselben Grunde ist ein trockner Boden warm. Also nasser und kalter Boden, trockner und warmer (hitziger) Boden sind gleichbedeutend. Thonboden ist gewöhnlich kalt, Sand-

und Kalkboden warm, letzterer oft hitzig; analog verhalten sich ihre Mergungen.

Ferner hängt die Wärme von der Lage und Farbe des Bodens ab; West- und Südhänge sind wärmer als Ost- und Nordhänge, die dunklen Bodenarten wärmer als die helleren.

Die Wärme des Bodens begünstigt die Keimung, den Harzreichtum, die Fruchtentwicklung und die Gerbstoffentwicklung (Schälwälder). In Bezug auf Feuchtigkeit machen die Holzarten sehr verschiedene Ansprüche; Bodentrockniß ist jedoch fast immer ungünstig.

### § 97.

#### 3. Bodenbindigkeit.

Hierunter ist der größere oder geringere Zusammenhang des Bodens zu verstehen. Die Bindigkeit hängt von der Zusammensetzung des Bodens ab: Thon bindet, Kalk bindet mäßig, Sand lockert, Humus mäßigt die Bindigkeit wie Lockerheit. Ein steiniger Boden mäßigt ebenfalls die Bodenextreme in vieler Beziehung und macht den Boden schwerer und frischer, ebenso verhält sich ein eisenhaltiger Boden moderierend. Feuchtigkeit lockert zu bindigen und bindet zu lockeren Boden, der Frost lockert durch die sich bildenden Eiskristalle. Wärme lockert den Boden.

#### Bindungsgrade.

Die Bindigkeit bezeichnet man durch folgende Ausdrücke:

a. Fest. Zeigt den höchsten Grad des Zusammenhangs. Beim Trocknen leicht rissig und blättrig, etwas tiefer steinhart. (Thonboden.)

b. Streng (schwer). Etwas weniger zusammenhängend, beim Trocknen aber tief rissig, schwer zerbröckelnd. (Thoniger Lehm-, Kalk- und Mergelboden, also Boden, in dem Thon überwiegt.)

c. Mild (mürbe). Nicht rissig, leicht zerkrümelnd und Feuchtigkeit aufnehmend. (Günstige Mischungen von Thon-, Sand- und Kalkboden, Lehm, also Boden, in welchem Sand oder Kalk überwiegt.)

d. Locker. In feuchtem Zustand noch zu ballen, zerfällt aber beim Trocknen. (Lehmiger Sandboden, sandiger Mergel.)

e. Lose. Mit dem geringsten Grad von Bindung (reiner Sandboden, Flugsand).

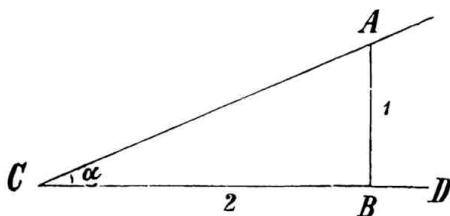
Ein milder, resp. lockerer Boden ist am günstigsten für unsere

Waldbäume, er wird am besten gewonnen und erhalten durch richtigen Schluß derselben.

§ 98.

4. Bodenneigung.

Bodenneigung ist die Neigung des Bodens gegen die Wagerechte, welche man auch Böschung nennt. Das Profil der Böschung A C (Fig. 81) wird erhalten, wenn man durch C eine Horizontalebene legt und von A aus auf dieselbe das Loth AB fällt; das entstandene rechtwinklige Dreieck ABC, nach welchem man die Böschung bestimmt, heißt das Böschungsdreieck.



Figur 81.

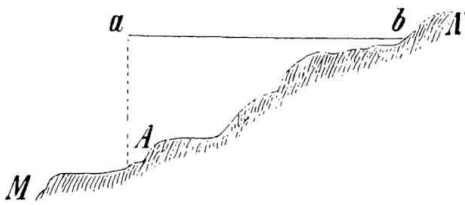
Die Hypotenuse AC ist die Böschungslinie, die horizontale Kathete BC heißt Ausladung, die senkrechte Kathete AB die Höhe der Böschung, während der die Neigung angegebende Winkel  $\alpha$  der Böschungswinkel heißt. Die Bezeichnung der Böschungen kann nun auf zweierlei Weise geschehen:

1. Durch einfache Angabe des Neigungs- (Böschungswinkels) in Graden, Minuten u. Man spricht z. B. von einer Böschung von  $23^{\circ} 12' 3''$ .

2. Durch Angabe des Verhältnisses der Ausladung zur Höhe, und zwar in Form eines Bruches, bei welchem die Maßzahl für die Ausladung den Zähler, jene für die Höhe den Nenner bildet  $= \frac{BC}{BA}$ . Man spricht z. B. von einer einfachen Böschung, wenn  $AB = BC$ , von einer doppelten oder zweifachen Böschung, wenn  $BC = 2 AB$  ( $\frac{2}{1}$ ) ist, umgekehrt wird die Böschung  $\frac{1}{2}$  metrig;  $\frac{1}{4}$  metrig, wenn  $BC : AB = 5 : 4$  sich verhält u. s. w.

Je größer der Böschungswinkel wird, desto kleiner wird der Bruch und die Böschung, und umgekehrt.

Die Bodenneigung kann man schon mit einer gewöhnlichen Latte messen. Man wähle einen beliebigen Punkt der Neigung M N, z. B. A (Figur 82), lege die Latte a b horizontal an die Bergwand und messe



Figur 82.

den Abstand der Latte vom Boden, d. h.  $Aa$ ; der Bruch  $\frac{a b}{A a}$  drückt dann die Bodenneigung im Verhältniß zur Horizontalen aus. Diese Böschungsmessungen kommen besonders bei

Wege-, Damm- und Grabenanlagen zur Anwendung. Es giebt auch besondere Instrumente (Böschungsmesser) zum Bau von Böschungen.

Man nennt eine Bodenneigung:

Sanft abhängig bei $1-5^{\circ}$ ,	Steil bei $10-15^{\circ}$ ,
Mäßig steil bei $5-10^{\circ}$ ,	Sehr steil bei $15-20^{\circ}$ .

Außerordentlich steil bei über  $20^{\circ}$ , bei  $45^{\circ}$  ist die Neigung unpracticabel, d. h. vom Menschen kaum noch zu erklimmen, jedenfalls nicht mehr regelmäßig forstlich zu bewirthschaften.

Die Neigungen bei größeren Vergleichen zc. werden mit Meßinstrumenten (gewöhnlicher Theodolit, Höpfeld's Wagebrettchen, Wasserwaage zc.) gemessen; hat man solche Instrumente nicht, so kann man obiges einfaches, allerdings etwas ungenaues Verfahren anwenden.

Die Extreme in der Bodenneigung sind dem Waldbau schädlich; die absolute Ebene ruft leicht Versumpfung hervor, zu steile Hänge leiden unter Wegschwemmung, es entstehen Erdbstürze, Erdbeben, sie sind auch schwer anzubauen und abzuholzen, während mäßige Neigungen dem Wachsthum der Holzarten günstig sind, da sie dem Wasser bequemen Abfluß verschaffen; die Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre und Boden erleichtern namentlich die Aufnahme aller Feuchtigkeit der fruchtbaren Luftarten zc. und befördern so die Verwitterung. Die Exposition (Neigung nach einer bestimmten Himmelsgegend) gleicht die Nachtheile des Bodens aus oder vermehrt sie noch, z. B. kalter Boden wird in warmen Lagen besser und umgekehrt, ebenso trockner Boden in frischen Lagen und umgekehrt. Nord- und Ostlagen sind kalt, Süd- und Westlagen warm, Ost- und Südlagen sind trocken, West- und Nordlagen frisch; Ostlagen leiden leicht unter Frost, Südlagen unter Dürre, Westlagen unter Sturm; die Zwischenlagen, z. B. Nordost, Südwest u. s. w., gleichen die Gunst und Ungunst etwas aus; ob die eine oder andere Lage für bestimmte Holzarten

günstig ist, richtet sich nach ihren besonderen Ansprüchen resp. ihrer Empfindlichkeit. Im Allgemeinen sind die Nord- und die Ostlagen in waldbaulicher Beziehung günstig.

§ 99.

**Steiniger Boden.**

Der Boden besteht in den seltensten Fällen aus feinkörniger Erde, sondern ist meist mit kleinen und größeren Steinen durchmengt. Man unterscheidet Kies- und Grandboden und Grus. Der erstere besteht aus kleinen unzersehbaren kieseligen oder quarzigen Gesteinsbrocken. Ist dieser Boden ohne genügende Erdbeimengungen, so kann er die Feuchtigkeit nicht genug halten, hat auch zu wenig Nahrung für eine Waldvegetation. Ein mäßiges Vorkommen von kleinen Steinen ist dagegen entschieden günstig, namentlich in jedem schweren Boden, da dieselbe der Kultur keine wesentlichen Hindernisse bereiten und den Boden lockern.

Unter Grus oder Gries versteht man bis 3 cm dickes Gestein, soweit es weiter zersezbar ist. Er ist ziemlich nahrungskräftig.

Außerdem kommt in Gebirgen häufiger ein großsteiniger Waldboden (Gerölle) vor, meist mit einem dichten Ueberzug von Deckmoosen. In seinen mit Erde ausgefüllten Gesteinslücken finden wir nicht selten gute Buchen- und namentlich Fichtenbestände; diese muß man sich hüten, kahl abzutreiben, weil dann die Bodenbedcke schwindet und eine Kultur aus der Hand mit den größten Schwierigkeiten verbunden ist. Hier ist Plenterbetrieb am Platze.

§ 100.

**Beurtheilung des Bodens.**

Zur genauen Beurtheilung des Bodens sind ausgebreitete chemische und physikalische Kenntnisse erforderlich (die hier nicht vorausgesetzt werden dürfen), wir können uns daher nur mit der praktischen Seite derselben befassen.

Man beurtheilt den Boden am richtigsten durch genaue Untersuchung seiner Zusammensetzung oder Beurtheilung dessen, was er hervorbringt, d. h. der auf ihm stöckenden Bestände und Pflanzen.

§ 101.

**a. Die Untersuchung des Bodens selbst.**

Zunächst belehrt uns die Abstammung über die Beschaffenheit des Untergrundes, über seine mineralische Kraft und Zusammensetzung,



	7	8		über 50 30—50	über 20	0,5—1,5	u c
	thoniger lehmiger sandiger Leh- kausboden		mittelfräftig	über 50 30—50	über 20	0,5—1,5	
	lehmiger Sand- kausboden		"	20—30	20		
	humofes	thoniger lehmiger sandiger	thoniger lehmiger sandiger	10—20 über 50 30—50 20—30	20 Theile		
	auflosl. mil- der Humus	thoniger lehmiger sandiger	thoniger lehmiger sandiger	über 50 30—50 20—30	mit ober ohne Kalk		
	unaufloßlicher verloßter ob- saurer Humus	thoniger lehmiger sandiger	thoniger lehmiger sandiger	über 50	ditto	über 5	
	unaufloßliche saftige Pflanzen- stoffe	torfboden moorboden	torfboden moorboden	mit ober ohne Kalk			
7	Kalkboden						
8	Humusboden						

für Buchen, Eihorne, Nimen, Eichen, Weerdbäume u. der beste Boden. Richte, Tanne, Bärche, Schwarz- und Birbelleifer gedeihen gut; geringere Neigung zum Graswuchs; trodnet leicht aus, deshalb stets sorgfältiger Schuß erforderlich.

für Laub- und Nadelbölzer — ausgenommen Kiefer ausgezeihnet. Starter Graswuchs.

für Richte, Erle, Birken, auch Zirbel- Kiefer, weniger für Kiefer. Heidelbeers- überzug.

für Richte, Erle, Schwarzbirke. Starter Lieberzug von Haide, Heidelbeeren oder Torfmoosen.

Aufzuführen ist noch der Ortstein (§ 90), stets in geringer Tiefe und Mächtigkeit; eine durch Eisenbeimengung rötlich bis schwärzliche und durch ein organisches Bindemittel verhärtete Sandsteinschicht, welche bei der Cultur durchbrochen werden muß und an der Luft zerbröckelt; ferner der Kalkstein — eine ergartige meist blaue — aus tohlen- und phosphorsäurem Eisenoxyd mit einigen organischen Substanzen bestehende Bodenart; muß überall durchbrochen werden und zerbröckelt nicht.

\*) Arme Böden haben nur 0—0,5 und reiche Böden 1,5—5 Theile Humus, wonach man die oben aufgeführten Bodenarten noch je in 3 Linterarten, nämlich — arme — mittelfräftige (vermögende) und reiche Böden einteilen kann. Im Uebrigen ist bei Benutzung obiger Tabelle zu beachten, daß das Gedeihen der Holzarten weit weniger von der chemischen Zusammenfassung als von dem physikalischen Verhalten des Bodens — namentlich vom Feuchtigkeitsgehalt, von der Lockerheit und Tiefgründigkeit abhängt. Vergl. §§ 95—101.



darüber, ob wir es mit einem mineralisch kräftigen oder armen Boden zu thun haben.

Hierauf müssen wir den Boden selbst genau mit unseren Sinnen, mit den Augen, dem Geruch, den Händen und dem Geschmack prüfen.

Thongehalt giebt sich durch große Bindigkeit, fettiges Anfühlen, Anhängen an der Zunge resp. Lippe, Wasserhaltung, Thongeruch zu erkennen, im trockenen Zustande durch Rissigkeit und Blätterung. Beim Schaben mit dem Fingernagel zeigt er Glanz.

Sandboden erkennt man an Lockerheit, Rauheit und Knirschen beim Zerreiben mit der Hand.

Kalkboden ist bemerklich durch helle graue Farbe, Zerbröckeln, Mittelbindigkeit, Aufbrausen beim Begießen mit Salzsäure, Kalkgeruch.

Eisenbeimengung kennt man an der schwarzen bis rothbraunen Farbe, an der rauhen Bruchfläche; stagnirendes eisenhaltiges Wasser an seiner buntschillernden Oberfläche.

Sofort sichtbar wird der Grad der Steinmengung und der Humusgehalt, letzterer ist an der schwärzlichen Farbe, Leichtigkeit, Lockerheit und modrigem Geruch kenntlich.

Die Procentsätze der Mengung findet man leicht durch den sog. Schlämmversuch. Man füllt den Boden in eine große Glaskrufe, gießt genügend Wasser hinein, rührt tüchtig um und untersucht und mißt dann oder wiegt, nachdem die umgerührte Masse sich nach dem Gesetz der Schwere abgelagert hat, die Lagerungsschichten und berechnet danach die Procentverhältnisse der einzelnen Bodentheile.

Die Tiefgründigkeit, Bindigkeit und mittlere Feuchtigkeit findet man durch Bodeneinschläge bis auf den Untergrund resp. durch den ganzen Wurzelraum. Am besten lernt ein Forstmann seinen Boden jedoch durch aufmerksames Beobachten bei Culturen, Graben- und Wegebauten, beim Stockroden zc. kennen; hierbei hat er reichliche Gelegenheit zu untersuchen, zu prüfen, vergleichende Beobachtungen anzustellen und danach seine Wirthschaftsmaßregeln zu treffen. Zur genauen Bestimmung des Bodens nach seinen einzelnen Bestandtheilen diene die vorstehende Tabelle (Seite 148, 149), wobei bemerkt wird, daß die Fruchtbarkeit eines Bodens von der Menge und dem Grad der Löslichkeit aller darin enthaltenen Pflanzennährstoffe abhängt.

§ 102.

b. Beurtheilung nach der Bodensora.

In gewisser Weise läßt sich die Bodengüte nach den Pflanzen beurtheilen, jedoch nur unter Berücksichtigung der anderen Einflüsse auf den Pflanzenwuchs als Lage, Klima, Bewirthschaftungsart zc. Sind diese günstig, so wird ein schlechterer Boden besser produciren und umgekehrt. Es ist hier also eine gewisse Vorsicht nöthig.

Nichts desto weniger sollen einige Pflanzen aufgezählt werden, welche meist für charakteristisch gelten:

1. Kalkpflanzen. Viele Orchideen und Anemonenarten, Klee, Wicke.
2. Sandpflanzen: Heidekraut, Heidelbeere und Angergräser, *Aira canescens* und *flexuosa*. Sandhafer auf Dünen (*Elymus arenarius*), *Carex*-Arten, See-Kreuzdorn (*Hippóphaë rhamnóides*); hierher gehört auch, besonders auf Kieselboden, die Preiselbeere, der Besenpfriem und Ginster.
3. Lehm- und Thonboden: Besonders gute Grasarten (*Anthoxantum odoratum*, *Holcus mollis*, *Avena pratensis*, *Aira caespitosa* etc.).
4. Sehr humosen Boden zeigen an: Brennnessel, Distel, Sauerklee, Kreuzkraut. Im Halbschatten in sich zersetzender Bodendecke: Himbeere, Fingerhut zc.
5. Auf frischen Schlägen (ohne Schatten): Storchschnabel, Kreuzkraut, Fingerhut, Brombeere.
6. Torfboden: Sumpfsheide, Kauschbeere, Sumpfsheidelbeere, Sumpfdotterblume, Wollgras (*Erióphorum vaginatum*).
7. Auf nassem und saurem Boden: Binsen, Niedgräser, Schilfe, Schafthalme und die Sumpfmooße (*Equisétum*, *Sphágnum*).

II. Die Lehre vom Klima.

§ 103.

Unter „Klima“ verstehen wir die Gesamtwirkung aller in der Atmosphäre vorgehenden Witterungserscheinungen, wie Frost und Hitze, Regen und Schnee, Thau und Reif, Sturm und Gewitter zc. Die Lehre vom Klima erklärt uns die Witterungserscheinungen und ihren Einfluß auf den Wald.

§ 104.

Die atmosphärische Luft.

Die Luft ist stets in demselben Verhältniß aus den beiden Urstoffen, Sauerstoff und Stickstoff in mechanischer (nicht chemischer) Mengung, zusammengesetzt, und zwar stets aus etwa  $\frac{1}{5}$  Sauerstoff

und  $\frac{1}{2}$  Stickstoff; daneben finden sich noch in wechselnden Quantitäten zahlreiche Gase, z. B. Wasserstoff, Kohlenäure, Ammoniak, Salpetersäure u. Von größter Bedeutung für den Wald ist ferner ihr Wassergehalt, der großen Schwankungen unterworfen ist. Von ihm rühren alle Niederschläge: Thau, Nebel, Regen, Reif, Schnee, Hagel her.

### § 105.

#### **Bedingungen des Bitterungswechsels.**

Bekanntlich wechselt das Wetter beständig. Die Ursache davon liegt in der ungleichen Erwärmung der Erde durch die Sonne. Die Sonne erwärmt am stärksten, wenn sie ihre Strahlen senkrecht entsendet, je schiefere die Sonnenstrahlen auffallen, desto mehr büßen sie an Kraft ein; daher ist es am Aequator am wärmsten, an den Polen am kältesten. Die größte Wärme wird an der Erdoberfläche hervorgerufen, hierdurch dehnen sich die erdauflagernden Luftschichten aus, werden leichter und steigen in die Höhe, die kälteren Luftschichten sinken nieder, um dann denselben Proceß durchzumachen. Hierdurch entsteht die Bewegung der Luft, sie ist ein stetes Auf- und Niederwallen, das durch die Gestaltung des Bodens, die Erdumdrehung, ungleiche lokale Erwärmung u. s. w. auch seitliche Abweichungen erhält, welche die Winde hervorrufen. Die erste Ursache der verschiedenen Wärmeeinwirkung ist der Tag- und Nachtwechsel, ferner der Wechsel der Jahreszeiten, bedingt durch die verschiedentliche Stellung der Erde bei ihrem Laufe um die Sonne, schließlich die verschieden starke Erwärmung am Aequator und an den Polen.

### § 106.

#### **Luftwärme.**

Wie aus dem Vorhergehenden erhellt, wird die Luftwärme durch die Jahres- und Tageszeit bedingt, ferner durch die geographische Lage (heiße, gemäßigte, kalte Zone) schließlich durch die Höhe über dem Meeresspiegel. Die Temperatur nimmt erfahrungsmäßig bei größerer Erhebung über den Meeresspiegel allmählich ab, bis sie bei etwa 2900 m (in unseren Alpen) die Region des ewigen Schnees erreicht; in heißeren Gegenden in höherer Lage und umgekehrt.

Mit dieser Temperaturabnahme in den Höhenlagen hängt das Gedeihen des Pflanzenwuchses auf's Innigste zusammen. Die Grenze des deutschen Waldbaues liegt bei einer Jahres-Durchschnittstemperatur von 3—4° R.

Eine mäßige Wärme ist für unsere deutschen Waldgewächse am förderlichsten; starke Hitze oder Kälte stören eine gedeihliche Entwicklung. Die Wärme erregt die Keimung und Knospung, unterstützt die Aufnahme von Nahrungstoffen und deren Umbildung und befördert die Verdunstung. Manche Holzarten verlangen mehr Wärme; so die meisten Laubhölzer und die Kiefer; die anderen Nadelhölzer und die Birke verlangen weniger Wärme. Warme Lagen befördern die Blüten- und Fruchtbildung wie die Holzproduktion und erhöhen den Harz- und Gerbstoffgehalt.

Kältere Lagen haben einen langsameren Wuchs, geben dafür aber meist festeres und dauerhafteres Holz. Größere Wärme befördert die Zersetzung des Humus, die Verdunstung jeder Bodenfeuchtigkeit und vermehrt somit die fruchtbaren Niederschläge, trocknet dagegen den Boden aus.

Große Hitze steigert die Fähigkeit der Luft, Wasserdämpfe aufzunehmen und ruft eine zu starke Verdunstung und damit Trockeniß hervor; hierdurch wird die Vegetation gestört, die Pflanzen erschlaffen, vertrocknen und sterben schließlich aus Wassermangel ab (verwelken!).

Große Kälte wirkt am schädlichsten, wenn sie (als Spätfrost) bei der Keimung und Knospung auftritt und die jungen und zarten Pflanzentheile vollsaftig und noch nicht gehörig verholzt sind. Besonders leiden die zarten Laubhölzer, Buche, Eiche, Ahorn, Esche, Erle darunter, die Triebe sterben ab und sind dann kenntlich an der rostbraunen Farbe, die oft weithin die jungen Schonungen und Culturen bedeckt.

Am gefährlichsten sind zuglose Winkelthäler, Buchten und Kessel, sog. Frostlöcher; auch solche Löcher, wie sie innerhalb der Bestände durch Wind- und Schneebruch, falsche Hiebsführung u. entstehen; sie strahlen die Wärme aus, die kalten Luftschichten lagern sich fest auf ihnen ab und es erfrieren alle zarten Pflanzen, da kein günstiger Luftzug sie retten kann. Schädlich wirkt in jungen Saaten auch das sog. Auffrieren; es entsteht dadurch, daß die Feuchtigkeit bei plötzlich eintretender Kälte zu Eiskristallen erstarrt, sich ausdehnt und mit dem Boden die jungen noch flach bewurzelten Sämlinge in die Höhe hebt, welche dann beim Zurücksetzen des Bodens auf der Oberfläche liegen bleiben und verdorren, am meisten in Moor-, Thon- und Kalkboden.

Eine andere Wirkung des Frostes ist das Zersprengen starker Stämme in sog. Frostrisse. Bei sehr heftiger Kälte ziehen

sich die äußeren Holzlagen schnell zusammen, das wärmere Innere giebt nicht so schnell nach und der Stamm berstet, oft mit lautem Knall, in großen Längsrissen; (bei Eiche, Buche häufig, wo sie noch lange Zeit, nachdem sie überwallt sind, als die bekannten, am Stamme herablaufenden Wülste kenntlich bleiben).

§ 107.

*Luftfeuchtigkeit.*

Durch unaufhörliche Verdunstung\*) des auf der Erde befindlichen Wassers erhält die Luft ihre Feuchtigkeit. Je nach ihrem augenblicklichen Wärmegrad kann sie in sich verschiedene Mengen dieser Feuchtigkeit aufnehmen. Warme Luft faßt mehr Wasserdunst als kalte. Wenn daher eine mit Wasserdunst gesättigte warme Luft abgekühlt wird, was z. B. geschieht, wenn der Wasserdunst vermöge seiner Leichtigkeit in höhere kältere Luftschichten aufsteigt oder von kälteren Winden berührt wird, so muß sich der überschüssige Theil in sichtbare Wasserbläschen (Wasserdampf\*\*) verdichten, welche wir, wenn sie hoch in der Luft sind, Wolken, wenn sie auf der Erde lagern, Nebel nennen. Verdichten sich durch schnelle Abkühlung größere Massen dieser Wasserbläschen zu Wassertropfen, so fallen sie als solche nieder — es regnet.

Der Thau bildet sich, wenn die am Tage stark erwärmte Erdoberfläche und die auflagernden Luftschichten sich Nachts durch Wärmeausstrahlung bis unter den sog. Thaupunkt abkühlen, d. h. soweit, daß ein Theil des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes sich in Tropfen an den erkalteten Gegenständen absetzt. Da die Abkühlung am stärksten an sehr spizigen und rauhen Gegenständen stattfindet, so thaut es am stärksten im Grase und auf rauhem Boden. Wird die ausgestrahlte Wärme durch Beschirmung, wie Bäume, tiefliegende Wolken u. zurückgeworfen, so findet keine Abkühlung bis zum Thaupunkt statt, d. h. es thaut unter solchen Verhältnissen nicht. Bekanntlich wirkt der Thau

\*) Wasser verdunstet, in dem es sich mit freier Wärme verbindet und in dieser Verbindung Luftgestalt annimmt; es entsteht dann aus dem Wasser der unserm Auge unsichtbare „Wasserdunst“. Ebenso wie die großen Wassermassen, verdunsten auch feuchte und nasse Körper durch Verbindung mit Wärme; sie trocknen. Bei solchen Verbindungen verschwindet in dem Maße, wie Wasserdunst entsteht, Wasser und Wärme: die verdunstenden Körper erkalten und trocknen.

\*\*) Wasserdampf besteht aus Wasserbläschen, die so leicht sind, daß sie sich in der Luft schwebend erhalten und unserm Auge sichtbar werden; er ist durch Abkühlung verdichteter und somit sichtbarer Wasserdunst (Wassergas).

durch seine allmähliche und tief eindringende Befeuchtung sehr günstig auf den Pflanzenwuchs.

Schlägt sich der Wasserdampf an bis unter den Gefrierpunkt erkalteten Gegenständen — ohne erst flüssig zu werden — direkt in fester Form nieder, so entsteht der „Reif“. Eine besonders schädliche Art des Reifes ist der sog. Raureif oder Duf, welcher dadurch entsteht, daß Nebel sich auf meist unter Einfluß von Ostwind stark erkaltete Kronen und Zweige niederschlägt und reifartig festfriert. In größerer Masse beschwert er die Zweige und giebt Veranlassung zum bekannten Dufbruche.

Schnee entsteht, wenn der in der Luft befindliche Wasserdampf gefriert; er wird dann so schwer, daß er (in sechsseitigen Krystallen) auf die Erde zurückfällt.

Der Schnee wirkt als warme Bodendecke günstig, ebenso als Erzeuger von Feuchtigkeit beim Schmelzen. Schädlich wirkt er, namentlich im Gebirge dadurch, daß sich große Massen auf den Bäumen, besonders den Fichtenbeständen ablagern und dieselben niederdrücken (Schneedruck) oder niederbrechen (Schneebruch). Am meisten leiden darunter Hänge und rothfaule Bestände. (Siehe § 197.)

Die Entstehung des Hagels ist noch nicht genügend aufgeklärt. Glatteis entsteht, wenn nach Frost warmer Regen oder Nebel fällt und als Eiskruste am kälteren Boden auffriert.

#### § 108.

Wie alle anderen Körper, so übt auch die atmosphärische Luft einen Druck auf ihre Unterlage aus, mithin auf die Erdoberfläche mit Allem, was darauf befindlich. Je nach der Windrichtung, nach der Temperatur, dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft, insbesondere nach der Erhebung über die Meeresfläche ist der Luftdruck sehr verschieden und wird durch ein Instrument, das bekannte Barometer gemessen, welches uns den wechselnden Druck der Luft durch das Steigen und Fallen des Quecksilbers in der Röhre anzeigt. Ein plötzlich starkes Fallen des Barometers zeigt Sturm an, die Süd-, die Südwest- und Westwinde bringen uns wärmere leichte mit Wasserdünsten geschwängerte Luft, der Druck derselben läßt nach, das Barometer fällt, und wir haben Regentwetter zu erwarten; umgekehrt bringen die Nord- und Ostwinde uns kältere schwerere trockene Luft und schönes Wetter, der Luftdruck wird stärker und das Barometer steigt.

Die Luftwärme wird durch das bekannte Thermometer gemessen. Der Zwischenraum zwischen dem Gefrierpunkt und Siedepunkt, die durch Eintauchen in schmelzenden Schnee und kochendes Wasser festgestellt sind, wird in 80 Theile (Réaumur), zu wissenschaftlichen Zwecken meist in 100 Theile (Celsius) getheilt, so daß bei 0 der Gefrierpunkt, bei 80 resp. 100 der Siedepunkt sich befindet. Da die Wärme bekanntlich alle Gegenstände ausdehnt, die Kälte dieselben zusammenzieht, so steigt und fällt das Quecksilber in der Glasröhre nach dem Wechsel von Wärme und Kälte und wir können an der Skala ablesen, um wieviel es kälter und wärmer geworden ist; abgekürzt  $15^{\circ} R = \text{Réaumur}$ ,  $15^{\circ} C = \text{Celsius}$ .

Der Blitz ist ein elektrischer Funken im Großen, welcher durch Ausgleichung entgegengesetzter Elektricitäten entweder zwischen zwei Gewitterwolken oder einer Gewitterwolke und der Erde entsteht, im letzteren Falle sagt man: es schlägt ein. Der Donner entsteht in Folge der plötzlichen und gewaltigen Ausdehnung, welche die Luft durch den durch sie hinzuckenden heißen Blitzstrahl und durch das unmittelbar darauf folgende rapide Zusammenstürzen der Luftmassen nach den durch die Ausdehnung stark verdünnten Luftschichten hin erleidet. Die Entfernung des Gewitters kann man leicht berechnen, indem man genau die Sekunden zählt, welche zwischen Blitz und Donner vergehen; jede Sekunde entspricht einer Entfernung des Gewitters von etwa  $\frac{1}{3}$  Kilometer; bei 3 Sekunden ist das Gewitter also 1 Kilometer, bei 22 Sekunden eine deutsche Meile entfernt.

Gewitter entstehen bei sehr schneller Verdichtung des in der Luft reichlich enthaltenen Wasserdampfes durch plötzliche Abkühlung, z. B. wenn bei großer Hitze, wo die Luft am meisten Wasserdampf fassen kann, plötzlich sich ein kälterer Wind (Nord- oder Ostwind) erhebt, oder wenn der Süd- oder Westwind in Nord- oder Ostwind umspringt.

Das Wetterleuchten steht im Zusammenhange mit entfernten Gewittern, deren Donner man wegen zu großer Entfernung (über 25 Kilometer) nicht hören kann, oder es ist der Widerschein von unter dem Horizonte befindlichen Gewittern. Der Regenbogen entsteht bei gleichzeitigem Regen und Sonnenschein, indem sich die Sonnenstrahlen im herabfallenden Regen nach bestimmten Gesetzen brechen oder zurückgeworfen werden und so Farbenerscheinungen hervorrufen.

Auf ähnlichen Gesetzen beruht die Morgen- und Abendröthe, wie auch die sog. Höfe um Mond und Sonne; befindet sich die

Sonne Morgens und Abends am Rande des Horizontes (Winkel von  $18^{\circ}$ ), so fallen die Strahlen sehr schräg auf die Erde und werden durch besonders zahlreich in der Luft befindliche Dunstbläschen so verändert, daß der gesammte umgebende Himmel roth gefärbt erscheint.

Morgen- und Abendröthe beweisen einen großen Wassergehalt der Luft und lassen, wenn sich kältere Winde aufmachen, auf Regen schließen.

Die Höfe (Ringe) um den Mond, wie auch die selteneren Höfe um die Sonne erklärt man durch die Beugung der Strahlen an den in der Höhe der Atmosphäre befindlichen Dunstkügelchen und Eiskristallen; sie stellen ebenfalls, wenn Abkühlung eintritt, Regen in Aussicht.

### § 109.

#### *Luftbewegung.*

Die Luftbewegung entsteht durch ungleiche Erwärmung und dadurch bedingte ungleiche Dichtigkeit oder Schwere der Luftschichten.

So entsteht durch das Abfließen der kalten schweren Luftschichten nach dem Aequator der Polarstrom und von diesem zurück durch das Abfließen der warmen leichten Luft nach den Polen der Aequatorialstrom. Durch die Drehung der Erde von Westen nach Osten um die eigene Achse (in 24 Stunden, wodurch die Länge des Tages bestimmt ist) wird der erste zum Nordost-, der zweite zum Südwestwind abgelenkt. Da nun mit der allmählichen Abkühlung des Aequatorialstromes ein Sinken in höheren Breiten verbunden ist, so kommt er naturgemäß mit dem Polarstrom häufig in Conflict, und solche Länder, die in diesen Breiten liegen, wie z. B. Deutschland und die angrenzenden Länder, haben unter dem Kampfe der südwestlichen und nordöstlichen Luftströmungen zu leiden. Daher ist es bei uns viel windiger und regnerischer als im Süden oder Norden.

Außer diesen großen Weltwinden giebt es noch viele Lokalwinde, die durch die Verschiedenheit der Bodengestaltung, durch den Wechsel von Berg und Thal, von Wasser und Land, hervorgerufen werden. Ist die Luftbewegung eine besonders heftige, so nennen wir sie Sturm; Stürme entstehen am häufigsten bei schroffem Temperaturwechsel, also im Frühling und Herbst, wo Sommer und Winter um die Herrschaft kämpfen. Sie sind dem Walde immer verderblich, namentlich wenn sie bei großer Feuchtigkeit und damit verbundener Lockerheit des Bodens auftreten.

Mäßige Winde sind nothwendig, um die Nachtheile der Temperaturextreme auszugleichen. Die herrschenden Winde bei uns sind die Westwinde. Ueber das atlantische Meer herwehend haben sie viel Feuchtigkeit, bringen also meist Regen und wirken deshalb günstig auf trockene Bodenarten und Lagen. Sie arten aber auch häufig in Stürme aus, deshalb muß sich der Forstmann am meisten vor ihnen schützen. Die über Asien und das europäische Flachland wehenden Ostwinde haben ihre Feuchtigkeit meist auf dem langen Landwege bereits abgegeben und wehen bei uns nicht nur trocken, sondern auch — aus kälteren Gegenden kommend — kalt und scharf. Der Ostwind hagert deshalb den Boden aus und zerstört häufig die zarten Triebe sowie die Fruchtsansätze, hindert auch oft das Gedeihen der Saaten durch Frostgefahr.

Ein ähnlicher rauher Wind ist der Nordwind, er artet leicht in Sturm aus und bringt häufig Schnee und unfreundliches Wetter. Da er jedoch seltener und unbeständig weht, so ist er nicht von großer Wichtigkeit, ebenso wie der seltene Südwind. Dieser ist allezeit weich, mild und fruchtbar, deshalb dem Forstmann nur erwünscht, zumal seine ursprüngliche Wärme in richtiger Weise für uns durch die vorlagernden Alpen gemäßigt ist.

### § 110.

#### *Die verschiedenen Klimaten in Deutschland.*

Nach den verschiedenen Einflüssen der herrschenden Winde, der durchschnittlichen Feuchtigkeit und Wärme, welche wieder durch die Lage (geographische Lage, Höhenlage) und Exposition (Neigung einer Fläche gegen die Himmelsgegend) bedingt wird, hat jeder Ort sein eigenes Klima, das je nachdem günstig oder ungünstig auf das Gedeihen der Waldgewächse einwirkt; man spricht demnach von einem milden (Sommermonate überwiegen), einem gemäßigten (Sommer und Winter gleich lang) und rauhen (Winter länger als Sommer) Klima. Das milde Klima ist für Deutschland besonders im Süden vertreten; anhaltende strenge Winter gehören zu den Seltenheiten; Wein und Obst wie edlere Laubbölzer (echte Kastanie, Wallnuß) gedeihen vortrefflich (8 bis 10° R. Durchschnittstemperatur und 7 Monate Vegetationszeit). Das gemäßigte Klima zeigt schon strengere Winter, hat keinen eigentlichen Weinbau und edlere Obstsorten im Freien, ist aber doch dem Anbau unserer Hauptholzarten noch sehr günstig. Es ist das ver-

breitetste in Deutschland (6 bis 8° R. Durchschnittstemperatur und 6 Monate Vegetationszeit). Das rauhe Klima ist hauptsächlich in Norden und Osten unseres Vaterlandes und in höhern Gebirgslagen vertreten; der Winter dauert im höheren Gebirge bei uns ebenso lange resp. länger als die milde Jahreszeit, die eigentliche Vegetationsperiode ist auf etwa ein Drittel des Jahres beschränkt. Der Obstbau hört auf, Getreidebau ist auf das geringste Maaß zurückgeführt, die Waldbäume zeigen ein mäßiges, in den höchsten Lagen nur ein krüppelhaftes Gedeihen.

### § 111.

#### Die Standortsgüte.

Das Zusammenwirken des Bodens, der Lage und des Klimas, welche den Standort ausmachen, ist ein so mannigfaches, daß dadurch eine große Verschiedenheit desselben bedingt wird, welche man für die Praxis wohl in Klassen getheilt hat; so hat Cotta 10 Standortsklassen gebildet und sie mit den römischen Zahlen I—X, von der schlechtesten zur besten aufsteigend bezeichnet, ein Anderer hat die beste Klasse mit 1 und die schlechteren mit Zehnteln bezeichnet, z. B. 0,9, 0,8 etc. Für unsere Zwecke genügen die einfachen Bezeichnungen, gut, mittelmäßig und gering, denen als Aushilfe noch die selteneren Bezeichnungen sehr gut und schlecht beitreten mögen.

Was unter den verschiedenen Klassen zu verstehen ist, geht genügend aus dem Vorgetragenen hervor und mag höchstens als Anhalt wiederholt werden, daß der beste Standort der ist, auf welchem durch das günstigste Zusammenwirken von Boden, Lage und Klima der meiste und beste Holzwuchs erzeugt wird; unter schlechtem Standort versteht man das Gegentheil. Die Güte des unter normalen Verhältnissen herangewachsenen Holzbestandes wird im Allgemeinen auch den sichersten Anhalt zur Beurtheilung der Standortsgüte geben.

Bekanntlich macht jede Holzart ihre besonderen und meist ganz charakteristischen Ansprüche an den Standort; diese zu erkennen und zu befriedigen gehört zu den wichtigsten, zugleich aber schwierigsten Aufgaben des Forstwirths und wollen wir im nächsten Theil, dem Waldbau, untersuchen, wie er diese Aufgaben zu lösen hat.

## Fragebogen zur Standortslehre.

### I. Die Lehre vom Boden.

- Zu § 82. Was heißt Standort und was versteht man unter Standortlehre? In welche beiden Haupttheile zerfällt die Standortlehre?
- Zu § 83. Wie war unsere Erde früher beschaffen und wie ist ihre heutige Gestalt und Zusammensetzung entstanden?
- Zu § 84. Welche Gebirge bilden das erste Erstarrungsprodukt? wie ist ihre Struktur?
- Zu § 85. Wie sind die Flözgebirge entstanden, wie heißen sie? woran erkennt man sie?
- Zu § 86. Wie heißen die Durchbruchsgesteine?
- Zu § 87. Woraus besteht der Sand und welche Eigenschaften hat der Sandboden in Bezug auf die Waldvegetation?
- Zu § 88. Woraus besteht der Thon, Lehm und Mergel? Welche Eigenschaften haben sie für den Pflanzenwuchs?
- Zu § 89. Woraus besteht der Kalk? nenne seine Eigenschaften!
- Zu § 90. Nenne die wichtigsten Eisenverbindungen im Boden. Welche sind dem Anbau günstig? welche ungünstig?
- Zu § 91. Welche Bedeutung haben die auflösblichen Salze für die Ernährung der Pflanzen?
- Zu § 92. Welche Mergungen und Uebergänge der Hauptbodenarten giebt es? Was versteht man z. B. unter sandigem Thonboden?
- Zu § 93. Was versteht man unter Humus? Wie entsteht er? Welche Einwirkung hat er auf Boden und Wachstum? Was ist Stauberde? Was ist Taub- und Hagerhumus?
- Zu § 94. Welches sind die physikalischen Eigenschaften des Bodens?
- Zu § 95. Was versteht man unter Bodenmächtigkeit? Welches sind die wichtigsten Schichten des Nahrungsbodens und wie setzen sie sich zusammen? Wann nennt man einen Boden flachgründig? wann tiefgründig?
- Zu § 96. Nenne die verschiedenen Feuchtigkeitsgrade des Bodens und ihre Merkmale. Welche Hauptbodenarten repräsentiren sie? Welchen Einfluß hat die Feuchtigkeit auf die Bodenwärme und die Fruchtbarkeit?
- Zu § 97. Welches sind die verschiedenen Bindungsgrade des Bodens? woran erkennt man sie? welche sind günstig?
- Zu § 98. Was ist Bodenneigung? wie mißt man sie? welche Abstufungen giebt es und welche Bodenschichten sind günstig? resp. wodurch zeichnen sich die einzelnen Expositionen aus?
- Zu § 99. Was versteht man unter Kies, Grus und Gerölle? wie verhält sich steiniger Boden zum Holzwachstum?
- Zu § 100. Beschreibe die beiden Arten der Bodenbeurtheilung.

Zu § 101. Woran erkennt man Thon-, Lehm-, Sand-, Humus- und Kalkboden? woran das Vorhandensein von Eisen im Boden? Beschreibe den Schlammversuch und den Bodeneinschlag!

Zu § 102. Nenne die wichtigsten Waldpflanzen, welche die verschiedenen Bodenarten kennzeichnen.

#### II. Die Lehre vom Klima.

Zu § 103. Was ist Klima und worin liegt seine forstliche Bedeutung?

Zu § 104. Woraus besteht die atmosphärische Luft?

Zu § 105. Wovon hängt die Erwärmung der Erde ab? Wie entstehen die Winde?

Zu § 106. Welchen Einfluß auf das Wachstum hat Wärme, Hitze, Kälte? Was versteht man unter Frostlöchern? Aufrieren? Frosttriften?

Zu § 107. Wodurch entsteht die Luftfeuchtigkeit im Allgemeinen, der Regen, der Thau, der Reif, der Raureif, der Schnee, der Nebel und die Wolken im Besonderen? In welcher Weise wirkt der Schnee nützlich? wie schädlich?

Zu § 108. Wie mißt man die Luftschwere, die Luftwärme? Wie entstehen die Gewitter, der Blitz, Morgen- und Abendröthe?

Zu § 109. Wie entstehen die großen Weltwinde? wie die örtlichen Winde? Welches sind unsere herrschenden Winde? welche sind schädlich, welche nützlich und wodurch?

Zu § 110. Was versteht man in Deutschland unter einem milden, gemäßigten und rauhen Klima? welches ist das verbreitetste, welches ist das günstigste? und weshalb?

Zu § 111. In welcher Weise werden im Buche die verschiedenen Klassen der Standortsgüte bezeichnet? In welcher Weise sind sie von anderen Schriftstellern bezeichnet.

---

## B. Waldbau.

### § 112.

#### Einleitung.

Der Waldbau lehrt die Gründung und Erziehung von Holzbeständen. Die Gründung der Bestände erfolgt entweder durch Saat oder Pflanzung, also auf künstliche Weise oder unter Benützung von vorhandenen Beständen, indem man ihren abfallenden Samen oder die beim Hiebe erfolgenden Stockausschläge benutzt, auf natürliche Weise.

Ebenso verschieden wie die Gründung ist die Erziehung der Bestände, die im Allgemeinen vom Standort und dem zu erreichenden Zwecke abhängt; man erzieht die Bestände entweder nur zu kurzem Buschholze oder zu mächtigen Stämmen oder zu Beständen, die beides