

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^o 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° 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 wegschwemmten, 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 u.

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 43⁰/₁₀₀ Thonerde, 43⁰/₁₀₀ Kieselsäure und 14⁰/₁₀₀ 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) zersetzt 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), schiefrigen Kalk „Kalkschiefer“, porösen Kalk „Kalktuff“, schwefelsauren Kalk „Gips“ u. In der Geologie treten die Kalke unter den verschiedensten Namen auf: Zechstein-, Sura-, Glas-, Muschel-, Wellen- u. Kalk, Dolomit u.

§ 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 auflöslischen 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 schwärzliche 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 schimmelige 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 pfllegt.

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).

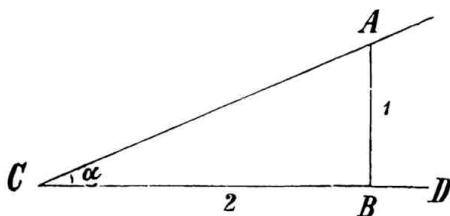
Ein milder, resp. lockerer Boden ist am günstigsten für unsere

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 ange­bende Winkel α der Böschungswinkel heißt. Die Bezeichnung der Böschungen kann nun auf zweierlei Weise geschehen:

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

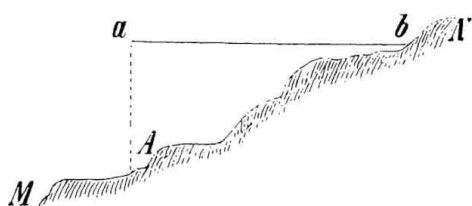
2. Durch Angabe des Verhältnisses der Ausladung zur Höhe, und zwar in Form eines Bruches, bei welchem die Maßzahl für die Ausladung den Zähler, jene für die Höhe den Nenner bildet $= \frac{BC}{BA}$. Man spricht z. B. von einer einfachen Böschung, wenn $AB = BC$, von einer doppelten oder zweifachen Böschung, 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

Westermeier, Leitfaden. 7. Aufl.





Figur 82.

den Abstand der Latte vom Boden, d. h. Aa ; der Bruch $\frac{ab}{Aa}$ 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° , bei 45° 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, Hofsfeld'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 Plage.

§ 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	über 5	u c
	thoniger lehmiger sandiger Leh- kausboden	thoniger lehmiger sandiger humoser	mittelfräftig " " " " " "	über 50 30—50	über 20	0,5—1,5	über 5	
	Lehmiger Sand- kausboden	thoniger lehmiger sandiger humoser	thoniger lehmiger sandiger humoser	10—20 über 50 30—50 20—30	20 Theile			
	Humusboden	auflösl. mil- der Humus unaufslösl. verflücht. ob- saurer Humus unaufslöslige saftige Pflanzen- stoffe	thoniger lehmiger sandiger thoniger lehmiger sandiger Torfboden Moorboden	über 50 30—50 20—30 über 50 mit oder ohne Kalk	mit oder ohne Kalk			

für Buchen, Ahorne, Nimen, Eichen, Nereebäume u. der beste Boden. Richte, Tanne, Lärche, Schwarz- und Birbelleifer gedeihen gut; geringere Neigung zum Grasswuchs; trocknet leicht aus, deshalb stets sorgfältiger Schutz erforderlich.

für Laub- und Nadelbäuer — ausgenommen Kiefer ausgezeihnet. Starker Grasswuchs.

für Fichten, Erlen, Birken, auch Zirbelkiefer, weniger für Kiefer. Heidelbeerüberzug.

für Fichte, Erle, Schwarzbirke. Starker 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 phosphorsaurem 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 Zusammensetzung 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. Schlämmer Versuch. 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