

§ 102.

b. Beurtheilung nach der Bodenflova.

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, Sauer-
klee, Kreuzkraut. Im Halbschatten in sich zersetzender Bodendecke: Himbeere, Fingerhut zc.
5. Auf frischen Schlägen (ohne Schatten): Storchschnabel, Kreuz-
kraut, Fingerhut, Brombeere.
6. Torfboden: Sumpfsheide, Kauschbeere, Sumpfsheidelbeere, Sumpf-
dotterblume, Wollgras (*Erióphorum vaginatum*).
7. Auf nassem und saurem Boden: Binjen, 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 Ur-
stoffen, Sauerstoff und Stickstoff in mechanischer (nicht chemischer)
Mischung, 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 Spätfröste) 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 Duft, 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 Duftbruche.

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. Hüfe um Mond und Sonne; befindet sich die

Sonne Morgens und Abends am Rande des Horizontes (Winkel von 18°), 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 Fruchtansätze, 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.