

Die Feuchtigkeit der Luft.

Von Günther Graf Finck von Finckenstein, Trossin.

Bei meiner Arbeit an den Stecklingen habe ich erkannt, daß die größte Gefahr, die dem Steckling droht, die Trockenheit der Luft ist. In ihr geht die zum Leben der Pflanzen nötige Feuchtigkeit, die in ihr steckt, und die sie, solange sie keine Wurzeln hat, nicht ersetzen kann, leicht verloren und damit schwindet das Leben. Die Luftfeuchtigkeit, die ja im Leben der Pflanze ein so wichtige Rolle spielt, läßt sich so schwer in Zahlen ausdrücken und damit in ihren Grenzen so schwer erkennen. Ich habe mich bemüht, diese Fragen zu lösen, und schlage folgendes vor:

Als ich 1874/75 in Göttingen studierte, lebte und las dort Professor *Klinkerfues*. Dieser ließ von der Göttinger Firma Wilhelm Lambrecht ein sogenanntes Hygrometer mit einer Reduktionsscheibe anfertigen, zwei Dinge, die es ermöglichen, die Beständigkeit oder den Wechsel der Luftfeuchtigkeit zu beurteilen. Wenn man nämlich auf der Reduktionsscheibe die Ablesungen der prozentualen Luftfeuchtigkeit mit der derzeitigen Temperatur zur Gegenüberstellung bringt, dann zeigt diese Scheibe den Taupunkt an d. h. denjenigen Wärmegrad, bis zu dem die Luft sinken muß, damit ein Niederschlag eintritt. Bleibt auch bei höherer oder niedrigerer Wärme der Taupunkt derselbe, so erkennt man, daß sich die absolute Feuchtigkeit nicht verändert hat, während z. B. bei Zunahme derselben der Taupunkt sich dem augenblicklichen Wärmegrad nähert.

Diese Dinge scheinen mir für die Erfassung der Luftfeuchtigkeit und ihren Ausdruck in einer Zahl sehr geeignet. Um die Monats- und Jahresfeuchtigkeit festzustellen, schreibe ich an jedem Tage zur gleichen Zeit, vielleicht um 8 Uhr früh, was nach *Klinkerfues* der mittleren Tagestemperatur nahe kommen soll, den Taupunkt auf. Ich will gleich das Beispiel des Juli 1923 wählen. Die sämtlichen Taupunkte ergaben zusammengezählt und durch die Zahl der Tage geteilt, die Zahl 14,18 das ist die mittlere Wärme, bei der im Juli es angefangen hätte zu regnen, wenn die Temperatur soweit gesunken wäre. Da nun die mittlere Tagestemperatur im Juli 1923: 17,91° betrug, so würde die für die Feuchtigkeit dieses Monats wichtige Zahl 3,73 lauten, die ich den Tauabstand nenne.

Eine solche Zahl wird, ausgerechnet auf alle Monate und Jahre und verglichen mit den entsprechenden Zahlen anderer Orte z. B. des Gebirges in seinen verschiedenen Höhenlagen oder von Orten mit ausgesprochenem Steppenklima bald einen hohen Beurteilungswert haben und man wird die Lebensbedingung vieler Holzarten in festen Zahlen mit ihren oberen und unteren Grenzen ausdrücken können. Ich besitze nicht nur ein Hygrometer, welches außen am Fenster hängt, sondern auch ein solches, welches ich in den Kästen, die meine Stecklinge bergen, aufstellen kann, wodurch ich in der Lage bin, die Feuchtigkeit in den Kästen mit der des Treibhauses und des Zimmers und mit der Außenluft zu vergleichen.

Die Bedeutung der Kohlensäure für den Gehölzwuchs.

Von Prof. Dr. *Hinrich Höfker*, Dortmund.

Vortrag in Gotha.

Die Deutsche Dendrologische Gesellschaft hat bisher ihre Hauptaufgabe darin erblickt, Fragen aus den Gebieten der Systematik, der Pflanzenverbreitung und der Winterhärte zu behandeln. In unsern »Mitteilungen« sind aber auch öfter Aufsätze und kurze Angaben physiologischen Inhalts erschienen, die vor allem sich mit dem

Wachstum der Gehölze beschäftigen. Es ist ja nicht allein für den Forstmann, sondern auch für den Park- und Gartenbesitzer von der größten Wichtigkeit, zu wissen, unter welchen Bedingungen seine Pflanzen am besten gedeihen. Deshalb dürfte es nicht unangebracht sein, eine Frage aus dem umfangreichen und vielseitigen Gebiet der Pflanzenphysiologie hier zu behandeln, der sich in neuerer Zeit die wissenschaftliche und praktische Forschung mit Eifer zugewandt hat. Ich meine: die Kohlensäurefrage, für uns Dendrologen im besondern: die Bedeutung der Kohlensäure für das Wachstum der Gehölze. Wenn dabei nicht allein von Bäumen und Sträuchern die Rede sein wird, sondern auch Versuche an andern Pflanzen erwähnt werden, so darf ich das damit entschuldigen, daß an kurzlebigen Pflanzen die Versuche am schnellsten zum Ziele führen und zugleich, daß das an andern Pflanzen Gefundene innerhalb gewisser Grenzen auch für die Gehölze gilt.

Von den Nährstoffen, die die Pflanze zu ihrem Aufbau nötig hat, überwiegt der Kohlenstoff alle andern zusammen außer dem Wasser. Die Trockenmasse der Kartoffelpflanze z. B. enthält 50% Kohlenstoff, dagegen nur 4,3% Kalium und 1,9% Stickstoff. Den Kohlenstoff nimmt die Pflanze bekanntlich aus der Luft in der Verbindung mit Sauerstoff als gasförmige Kohlensäure und assimiliert ihn in ihren grünen Teilen (Blättern) mittels des Chlorophylls unter dem Einfluß des Lichtes. In der Pflanze selbst verbindet sich der Kohlenstoff mit den im aufsteigenden Wasserstrom gelösten Bodennährstoffen zu den Kohlehydraten und weiterhin zu den hoch zusammengesetzten Verbindungen, wie Eiweiß u. a. Nun hat die Luft im Durchschnitt fast stets einen Gehalt von 0,03—0,04% Kohlensäure, eine an und für sich geringe Menge, die aber für das Wachstum der Pflanzen im allgemeinen dort ausreicht, wo für den Verbrauch fortwährend Ersatz geboten wird. Auf freiem Felde und in den Gärten mit vorwiegend niedrigem Pflanzenwuchs sorgen die Winde für Zufuhr kohlenstoffhaltiger Luft. Anders ist es im Walde und im Park, wo einerseits der Verbrauch verhältnismäßig groß, andererseits die Ergänzung durch die Winde infolge mangelnder Luftbewegung gering ist. Die Gehölze würden sehr bald an diesem wichtigsten Nährstoff Mangel leiden, wenn nicht auf andere Weise Ersatz der verbrauchten Kohlensäure einträte. Um welche gewaltigen Mengen es sich dabei oft handelt, zeigt folgendes Beispiel. Nehmen wir den jährlichen Holzzuwachs in einem Kiefernwalde auf 1 ha mit 8 fm an, dessen Trockengewicht ungefähr 2960 kg beträgt, wovon rund 50% auf Kohlenstoff kommen, so sind dazu über 2400 kg reine Kohlensäure nötig, die ein Volumen von mehr als 1200000 cbm haben. Es muß also dem Kiefernwald jährlich eine 120 m hohe Schicht reiner Kohlensäure zugeführt werden, um dem normalen Lebensbedürfnis der Bäume an diesem Luftpflanzstoff gerecht zu werden.

Das führt zu der Frage, woher die Luft ihren Gehalt an diesem Gase bezieht. Abgesehen von einigen vulkanischen Gegenden, wo sie direkt aus dem Erdinnern emporströmt, die aber für die Allgemeinheit belanglos sind, wird Kohlensäure bei der Atmung der Tiere und bei der Verbrennung von Holz, Torf, Kohle usw. frei. Aber auch die hierdurch erzeugten Mengen kommen für den Bedarf der Pflanzen im allgemeinen kaum in Betracht. Die weitaus wichtigste Quelle für Kohlensäureerzeugung bildet die Verwesung pflanzlicher und tierischer Stoffe, die in der Regel auf oder im Boden unter dem Einfluß der Tätigkeit niedriger Lebewesen (Bakterien u. a.) vor sich geht. Was diese mikroskopisch kleinen Organismen durch ihre Menge an Zersetzungsarbeit leisten, geht z. B. daraus hervor, daß sie eine meterdicke Schicht Torf unter geeigneten äußern Bedingungen (günstige Temperatur, Förderung des Bakterienlebens durch Zufuhr von Luft und Bindung der schädlichen Humussäuren durch Kalk) innerhalb eines Jahres völlig zur Zersetzung bringen können.

In der Hauptvegetationszeit, wo die Pflanzen am meisten Kohlensäure bedürfen, geht unter dem Einfluß der Wärme die Verwesung besonders rasch vor sich. Die

dabei entwickelte Kohlensäure ist zwar spezifisch schwerer als Luft, vermischt sich aber leicht mit ihr und steigt erwärmt bis in die Kronen der Bäume. Daß das Gas den Pflanzen an Ort und Stelle wirklich zugute kommt und nicht durch die Winde fortgeführt wird, ist erklärlich, weil in den Sommermonaten sehr häufig, besonders morgens und abends, Windstille herrscht und weil unter dem Laubdach der Gehölze die Luftbewegung an und für sich gering ist. Noch in anderer Beziehung ist ruhige Luft für die Assimilation günstig. Bekanntlich nehmen die Blätter die Kohlensäure größtenteils durch die auf ihrer Unterseite sitzenden Spaltöffnungen auf. Wird nun dieses Gas rasch an den Blättern vorbeigetrieben, so hat es nicht Zeit, einzudringen. Der Wind übt vielmehr auf die Poren der Blätter eine nach außen wirkende Saugkraft aus und stört dadurch die Aufnahme der Kohlensäure. Das dürfte neben der Austrocknung ein Grund für den schädigenden Einfluß starker Winde auf das Gedeihen der Gehölze sein.

Bevor ich nun auf die Mittel zur Förderung der Kohlensäureerzeugung näher eingehe, ist die Frage zu erörtern, ob eine besondere Kohlensäuredüngung, d. h. eine Erhöhung des Gehalts der Luft an diesem Nährgase fördernd auf das Wachstum der Pflanzen einwirkt, und wie hoch die Konzentration steigen darf, bis sie ungünstig wirkt. Daß die Pflanzen in einem Übermaß von Kohlensäure nicht gedeihen können, geht schon daraus hervor, daß hier der für die Atmung zur Energieerzeugung unentbehrliche Sauerstoff nicht ausreichen würde. Früher hat man wohl geglaubt, mit dem vorhin erwähnten Gehalt von 0,03—0,04 ‰ sei das Optimum gegeben. Neuere Untersuchungen, besonders von Dr. *Hugo Fischer*, Prof. Dr. *Bornemann*, *Klein* und *Reinau*, *Löbner*, *Winter* u. a. haben aber festgestellt, daß eine Anreicherung der Luft mit Kohlensäure etwa bis zum zehnfachen des gewöhnlichen Gehalts den Pflanzen nicht nur nicht schadet, sondern vielmehr sie zu stärkerem vegetativen Wachstum und zu größerer Blühwilligkeit anregt. Das darf nicht Wunder nehmen, da wir doch auch durch die Düngung mit den Bodennährstoffen reichere Ernten erzielen. Es würde zu weit führen, hier auf die Ergebnisse der vergleichenden Versuche der genannten Forscher näher einzugehen. Ein paar Beispiele mögen genügen. *Fischer* benutzte u. a. 4 Glaskästen von je $\frac{1}{3}$ cbm Rauminhalt und gab aus einer Bombe in einen Kasten 300 ccm, in der zweiten 1000 und in der dritten 2000 ccm Kohlensäure zur gewöhnlichen Luft, während der vierte Kasten ungedüngt blieb. Dadurch wurde der Gehalt in den drei Kästen etwa auf das 4fache, 11fache und 21fache gebracht. *Fischer* erhielt

	ungedüngt	schwach	mittel	stark
bei Coleus	100	105	116	256
bei Tabak	100	113	128	160

Klein und *Fischer* machten Versuche in einem großen Glashause, das durch eine gasdichte Scheidewand in zwei gleich große Teile geteilt war. In einem Teil wurde die Luft auf 0,35—0,45 ‰ mit Kohlensäure angereichert. Hier ergaben sich bei Blattpflanzen folgende Werte für den Zuwachs, der im ungedüngten Teil = 100 gesetzt: bei *Aspidistra* 214, bei *Philodendron* (*Monstera*) 150, bei *Nephrolepis* 166, bei *Pteris* 252 und bei *Begonia Rex* 156. — *Löbner* hat auch mit jungen Gehölzen Versuche angestellt und gefunden, daß die mit Kohlensäure behandelten Pflanzen von *Rhododendron Fortunei*, *Pinus eldarica*, *Rosa canina* und *Erica gracilis* sich weit kräftiger entwickelt hatten als die unbehandelten. »Bei *Pelargonium*«, sagt *Löbner*¹⁾, »war die Förderung der Blühreife und Blühwilligkeit auffallend.« »Mehltau und Blattläuse, von denen die Kontrollpflanzen befallen wurden, machten sich an den Kohlensäurepflanzen nicht bemerkbar.« Die zahlreichen Untersuchungen anderer Forscher zeigen fast alle den günstigen Einfluß

1) Deutsche Gärtnerzeitung 1913 und 1914.

der Kohlensäuredüngung. Wo einzelne Versuche mißlingen, waren fast stets Fehler in der Behandlung gemacht oder untaugliche Objekte gewählt.¹⁾

Was können wir nun tun, um auch den Gehölzen im Freien reichere Mengen Kohlensäure zuzuführen? Selbstverständlich sind hier die für geschlossene Räume angewandten Methoden, die Zufuhr durch Bomben, Verbrennung von Spiritus, Zersetzung von Kalkstein durch Salzsäure u. dgl. unausführbar. Wir müssen uns darauf beschränken, auf natürlichem Wege die Erzeugung dieses Luftpflanzstoffes zu fördern. Das kann geschehen durch Verstärkung des Humusgehalts im Boden, durch Herbeiführung der Bodengare, durch Benutzung von Kompost und eventuell durch Gründüngung oder Brache. Der Nutzen des Humus besteht neben der Erwärmung und Lockerung des Bodens und Aufschließung der Mineralien hauptsächlich in seiner Eigenschaft als Kohlensäure-Lieferant. Da der Humus im wesentlichen aus Pflanzenresten entsteht, so ist vor allem Wert darauf zu legen, diese dem Boden zu erhalten. Der Nutzen der Waldstreu ist seit langem bekannt, wenn auch die Begründung dafür unvollständig war. Abgefallenes Laub und dürres Holz haben ihren Gehalt an Stickstoff und den andern Bodennährstoffen vorher fast vollständig an die Speicherbehälter der Pflanze abgegeben, dagegen den Kohlenstoff in der Zellulose und dem Lignin zum größten Teil behalten. Er geht in den Humus über, der bei seiner weiteren Zersetzung ihn in Form von Kohlensäure an die Luft abgibt. In Zeiten wirtschaftlicher Not mag mancher Waldbesitzer sich veranlaßt sehen, das Einsammeln von Laub zur Streu für das Vieh zu gestatten. Es ist aber ein Irrtum, zu meinen, Laub für diesen Zweck wäre dem Stroh gleichzustellen. Dazu ist seine Aufsaugfähigkeit zu gering, und die Zersetzung des Laubmistes in der Erde geht sehr langsam vor sich, weil es sich zu dicht legt und der Luft wenig Zutritt gestattet. Herr Landrat *von Bonin* erwähnt in einem bisher noch nicht veröffentlichten Aufsatz, den er mir gütigst zur Durchsicht überließ, daß ein Bauer gesagt habe, das Laub müsse man ebenso wieder vom Lande abfahren, wie man es aufgebracht habe. Das Kahlhaken des Bodens wird zuweilen damit begründet, daß trockenes Laub und Reisig die Feuergefahr vermehre. Dagegen weist Herr *von Bonin* mit Recht darauf hin, daß diese Abfallstoffe im Walde selten ganz trocken und als Brennstoffe minderwertig seien. Er fordert dringend, wenn auch vorwiegend aus andern Gründen als zur Kohlensäureerzeugung, alles Laub- und Abfallholz liegen zu lassen.

Schon ehe die Umwandlung der Waldstreu in Humus vor sich geht, wirkt sie günstig, insofern als unter dieser warmen, feuchten und lockern Decke die Tätigkeit der Bakterien und andern Kleinlebewesen im humusreichen Boden rege ist. Dadurch entsteht die geschätzte Bodengare, die wohl im wesentlichen in der auflockernden Wirkung der freigewordenen Kohlensäure ihre Ursache hat. Sie gestattet das Eindringen der für die Wurzeltätigkeit notwendigen Luft in den Boden und erfüllt also einen doppelten Zweck.

Im Park liegen die Verhältnisse anders als im Walde. Ein Liegenlassen der Abfallstoffe wird hier in der Regel aus ästhetischen Gründen nicht gebilligt. Hier kann man die Kohlensäureerzeugung auf anderm Wege erreichen, indem man Kompost, das ist halbverwester Humus, unter der Baumkrone flach eingräbt. Als wir Dendrologen im Jahre 1911 von Danzig aus die Besitzung Klanin des Herrn *von Grass* besuchten, waren wir erstaunt über Prachtexemplare von Koniferen. *Exzellenz von Grass* erklärte die vorzügliche Entwicklung seiner Bäume damit, daß hier alle zwei Jahre im Umkreis der Krone ein Graben ausgeworfen und mit Kompost ausgefüllt werde.

¹⁾ Wer sich weiter über die wichtige Frage der Kohlensäuredüngung unterrichten will, den verweise ich auf die Schriften von Prof. Dr. *Bornemann*: Kohlensäure und Pflanzenwachstum. Berlin, Verlag Paul Parey, 1920, 2. Aufl. 1923 und Dr. *Hugo Fischer*: Pflanzenbau und Kohlensäure. Stuttgart, Ulmer, 1921. Kürzere Aufsätze von mir sind im Praktischen Ratgeber 1922, Nr. 44 und in der Umschau 1923, Nr. 12 erschienen.

Ein solcher Kompost mag ja wohl auch, wenn er Bodennährstoffe enthält, durch Stickstoff und Mineralien düngend wirken. Jedenfalls liefert er aber zugleich einen langanhaltenden Strom von Kohlensäure, der zur Baumkrone emporsteigt.

Die beste Kohlensäuredüngung erzielt man allerdings durch Stallmist, wie man dies an dem vorzüglichen Gedeihen der Pflanzen im Mistbeet beobachten kann. Der tierische Dung wirkt nicht allein durch seinen Gehalt an Stickstoff, sondern vor allem dadurch, daß in ihm die Bodenbakterien besonders tätig sind. Sie erzeugen bei ihrer Zersetzungsarbeit eine Menge Kohlensäure, zugleich erwärmen und lockern sie den Boden. Nun ist der Stallmist selten in größerer Menge zu erhalten und kommt deswegen für den Wald, vielfach auch für den Park nicht in Betracht. Will man ihn für eine größere Anzahl von Gehölzen verwenden, so wird man gut tun, ihn mit pflanzlichen und tierischen Abfällen, Torfstreu und Kalk zu vermengen, ihn nicht zu lange zu kompostieren und dann unterzugraben.

Für Baumschulen, Saatkämpfe und ähnliche Anzuchtflächen dürfte auch die sogenannte Gründüngung zur Gewinnung von Kohlensäure zu empfehlen sein. Man hat früher ihren Nutzen fast ausschließlich darin erblickt, daß die für die Gründüngung verwandten Leguminosen, wie Lupinen, Wicken, Erbsen, Serradella u. a. durch ihre Knöllchenbakterien etwas Stickstoff in den Boden bringen. Sie erzeugen aber noch viel mehr Kohlenstoffverbindungen in ihren oberirdischen Teilen, die, untergepflügt, bei ihrer Zersetzung Kohlensäure liefern. In ähnlicher Weise wirken auch die Unkräuter der Brache.

Es ist Verschwendung, wenn wir Pflanzenabfälle, wie Reisig, gesundes Kartoffelkraut, Erdbeerstauden u. dgl. verbrennen, denn dabei geht nicht nur der Kohlenstoff, sondern auch etwaige Reste von Stickstoffverbindungen verloren, und es bleibt nur der geringe Mineralwert der Asche an Kali, Kalk, Phosphor und Magnesia. Auch die Wurzeln ausgerodeter oder abgeschlagener Gehölze lassen wir am besten im Boden vermodern, wie es bei Kahlschlag im Walde in der Regel geschieht.

Zugleich wäre aus dem oben erwähnten Grunde für Windschutz tunlichst zu sorgen. Prof. *Bornemann* fand unter den Blättern von Zuckerrüben, wo trotz des herrschenden Windes die Luft kaum bewegt war, einen Gehalt von 0,06% Kohlensäure, also doppelt so viel, wie in freier Luft.

Es ist schon erwähnt, daß der Kalk im Leben der Pflanze die Rolle eines Schutzmittels spielt, indem er vorhandene oder in der Pflanze entstehende schädliche Säuren, wie Humussäure und Oxalsäure bindet. Nun ist aber der einfach-kohlensaure Kalk, wie er im Boden gewöhnlich vorkommt (Mergel), in reinem Wasser fast unlöslich. Er muß erst in doppeltkohlensauren Kalk übergeführt werden. Das geschieht zum Teil durch die Ausscheidungen der Wurzeln. Sehr viel vollständiger geht aber diese Umwandlung vor sich, wenn das Lösungswasser selbst kohlensäurehaltig ist, d. h. aus der Luft Kohlensäure aufgenommen hat. In solchem Wasser löst sich der Kalk ziemlich gut und wird mit ihm in die Tiefe geführt. Also auch indirekt als Lösungsmittel für den Kalk ist die Kohlensäure für das Wohlbefinden der meisten Pflanzen wertvoll, mit Ausnahme etwa der sogenannten Moorpflanzen, wie der Ericaceen, Rhododendron, Kalmia, Erica u. a., die gegen Humussäuren wenig empfindlich zu sein scheinen und deshalb den Kalk nicht nötig haben.

Wenn Ihnen durch das Gesagte klar geworden, von wie hoher Bedeutung die Kohlensäure für das Pflanzenleben, im besondern für den Gehölzwuchs ist, und wenn Sie danach bei der Pflege der Gehölze in Wald und Park handeln, dann ist der Zweck dieser Ausführungen erfüllt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Höfker Hinrich

Artikel/Article: [Die Bedeutung der Kohlensäure für den Gehölzwuchs. 177-181](#)