

Über die Atmung ein- und mehrjähriger Blätter im Sommer und im Winter

von

Georg Schmidt.

Bei der Abhängigkeit des gesamten Stoffwechsels von äusseren Verhältnissen ist es natürlich, dass auch die Atmung Veränderungen unterworfen ist.

Verschiedene dieser Einflüsse sind bereits bekannt: wie die des Temperaturwechsels, der Beleuchtung, des partiären Sauerstoffdruckes, sowie auch von Verletzungen.

Insofern diese Einflüsse im Wechsel der Jahreszeiten zum Ausdruck kommen, wird man sich auch eine Vorstellung machen können, inwiefern die Atmung in Verbindung mit diesen Ursachen bei Pflanzen, deren Blätter mehrere Vegetationsperioden überdauern, sich ändern muss.

Hierbei darf indes nicht übersehen werden, dass natürlich auch neben den äusseren Bedingungen der Wechsel von Perioden der Ruhe und der lebhafteren Vegetationstätigkeit sowie das Lebensalter in Frage kommen und dass die Atmungsintensität und der -Quotient in irgend einer bestimmten Jahreszeit demgemäss von diesen inneren und äusseren Faktoren abhängig ist.

Die Veränderung der Atmungsintensität von Blättern immergrüner Pflanzen sowie einiger Zweige während ihrer mehrere Vegetationsperioden durchdauernden Erhaltung an der Pflanze zu verfolgen, ist der Gegenstand vorliegender Untersuchungen.

Von Beobachtungen, die auf diesen Gegenstand Bezug haben, sind besonders die von Bonnier et Mangin¹ zu nennen.

Diese Beobachtungen wurden von B.-M. gelegentlich der Untersuchungen gemacht, bei denen es ihnen besonders auf das

¹ Annales des scienc. nat. Bot. 1884 6. Sér., T. 19, p. 255 und 1885 7. Sér., T. 2, p. 363 und 364.

Verhalten der Atmung während der Entwicklung vom Auskeimen ab ankam, wohingegen ich mich darauf beschränkte, die Atmungs-tätigkeit an bereits vollständig entwickelten ein- und mehrjährigen immergrünen Pflanzenteilen zu verfolgen, um ein Bild vom Steigen und Fallen derselben von der definitiven Ausbildung bis zum Ab-fallen der Blätter von der Pflanze zu gewinnen.

Die Untersuchungen wurden mit solchen Pflanzen angestellt, welche die Blätter möglichst lange behalten. Mit Ausnahme von *Dammara* und *Rhododendron*, bei denen bis auf dreijähriges Material zurückgegriffen werden konnte, stand mir keine Pflanze zur Verfügung, bei der eine genügende Menge dreijähriger Blätter vorhanden war, da die grosse Mehrzahl der immergrünen Pflanzen die meisten Blätter nach der zweiten Vegetationsperiode verliert und nur vereinzelte noch diese überdauern, unter Umständen bis zu fünf und mehr Jahren.

Methode und Apparat.

Zu jedem Hauptversuche wurde frisches Material verwendet. Mehrmals wurde auch mit denselben Objekten gearbeitet, um sich über ihre Tätigkeit einige Zeit nach dem Lostrennen vom Stamm zu informieren. Die Aufbewahrung hierzu geschah in ähnlicher Weise, wie weiter unten angegeben; die ca. 10 Liter fassenden Deckglocken standen in guter Belichtung und es wurden der ab-gesperreten Luftmenge vermittelt eines mit der Öffnung nach unten aufgehängten Medizinfläschchens 50 ccm Kohlensäure beigemischt, um die Assimilation zu unterhalten.

Um die Resultate vergleichbar zu machen, wurden alle Ver-suche derselben Pflanze mit dem gleichen Lebendgewicht ausgeführt und tunlichst auch gleichviel Blätter genommen. Bei den blatt-losen Zweigachsen von *Fraxinus* und *Aesculus* gleiches Ge-wicht und möglichst gleiche Länge der Zweigstücke.

Die abgetrennten Objekte wurden von etwa anhaftendem Staub und Russ durch hinreichendes Abspülen gereinigt. Auf die Wund-reaktion konnte nur in beschränktem Masse Rücksicht genommen werden, da dieselbe unter Umständen, nach Richards¹, erst

¹ Richards: The respiration of wounded plants. *Annals of Botany*, Vol. X, No. XL. Dezemb. 1896.

nach einigen Tagen ausklingt. Um aber auch hier annähernd gleiche Verhältnisse zu schaffen, liess ich bei allen Objekten zwischen Abschneiden und Einbringen in die Versuchsgefässe eine gleich lange Zeit vergehen (2 Stunden), während welcher sie sich in feuchtem Sande unter einer mit feuchtem Fliesspapier versehenen Glasglocke befanden. Wenn auch nachgewiesenermassen die Atmung bei Verletzungen eine fieberhaft beschleunigte ist und infolgedessen die absoluten Werte immerhin beeinflusst werden mochten, so darf wohl mit Recht darauf hingewiesen werden, dass die Wundfläche gegenüber der Atmungsmasse sehr klein war. Die kleinblättrigen Objekte blieben ohnehin am Stamm (*Pinus*, *Buxus*), der allerdings dann mitatmete. Es wurden auch hierbei neben gleichem Gewicht die gleiche Anzahl Zweige genommen; wenigstens bei den zusammengehörenden Versuchen, in der Annahme, dass das Verhältnis der Blätter resp. Nadeln zu den Zweigen desselben Jahrgangs annähernd gleich ist. Es wurden nur Objekte gewählt, bei denen in dieser Beziehung keine die Vergleichbarkeit störenden Unterschiede zu beobachten waren. Da überdies die Fehler immer dieselben blieben, so konnte man sie als unveränderliche Konstante mit in den Kauf nehmen.

Die Versuchspflanzen stammten von Gymnospermen und Angiospermen, bei den letzteren speziell von Dicotyledonen.

Der zur Aufnahme der Objekte und zum Sammeln der Atmungsgase verwendete Apparat war nach Angaben Pfeffers folgendermassen zusammengesetzt.

Ein grosser ca. 25 Liter Wasser fassender Glashafen enthielt Wasser, dessen durch Verdunsten entstandene Verluste aus einem zur gleichen Temperatur (25° C) erwärmten Vorrat stets bis zu demselben Niveau ergänzt wurden. Wasser ist ja bekanntlich viel besser geeignet, Temperaturschwankungen zu vermeiden, als Luft. Indessen waren solche Schwankungen trotz der vorzüglichen Selbstregulierung des Wärmezimmeres hin und wieder zu bemerken, betrugen jedoch nur bis zu 1 Grad. In dieses Wasser wurden die zur eigentlichen Aufnahme der Objekte bestimmten Gefässe derart eingesenkt, dass die Verschlüsse davon überspült wurden. Die Gefässe waren so gross gewählt

(1500 ccm)¹, dass sowohl ein schädliches Anhäufen von CO₂ (Kohlensäure) wie auch ein Mangel an O (Sauerstoff) vermieden wurde². Ein zu jedem Versuch sorgfältig ausgekochtes³ Leinentuch sorgte für den nötigen Feuchtigkeitsgehalt der Luft: die Blätter waren auch nach den Versuchen in bester Verfassung, soweit man dies nach ihrem Äusseren zu beurteilen vermochte. Nach dem Einbringen der Objekte wurden die Gefässe mit schwarzem Tuche umbunden, um so einen Verbrauch von CO₂

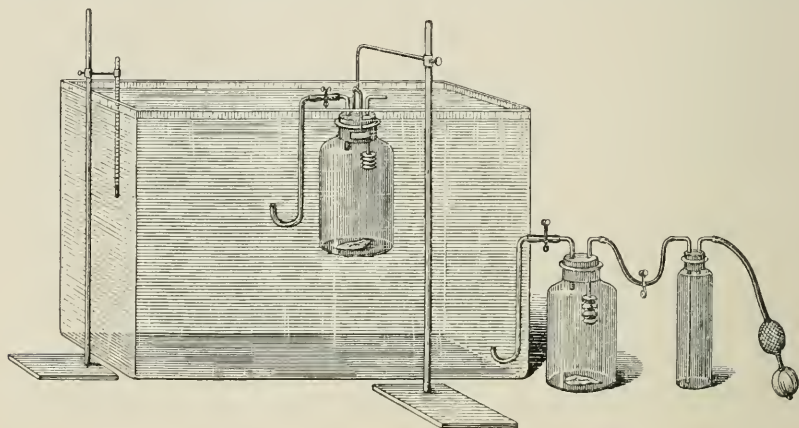


Abb. 1. Apparat zum Sammeln der Atmungsgase.

durch Assimilation zu verhindern. Der die Behälter luftdicht verschliessende Gummistopfen war zweimal durchbohrt. Durch die eine Öffnung ragte ein gewöhnliches Glasrohr (ca. 3 mm lumen), welches an dem im Gefäss befindlichen Ende einen Faltenballon aus Kautschuk trug. Um ein Durchdringen der Luft sowohl von aussen wie von innen zu vermeiden, war Wasserabschluss vorhanden. Durch die andere Bohrung führte ein englumiges Barometerrohr von innen nach aussen, das, dicht unterhalb des inneren Bohrloches des Stopfens beginnend, ausserhalb des Gefässes mit einem Gelenk

¹ Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften: Chemische Untersuch. über die Vegetation No. 15, S. 57 v. Théod. de Saussure 1804: Objektvolum. 20 ccm, Atmungsraum 991 ccm, Versuchsdauer 24 Stunden.

² Pfeffer, Physiologie, II. Aufl. Bd. 1, S. 575; Saussure (Mém. de la soc. phis. de Genève 1833. T. 6, p. 552); Stich, Flora, 1891 S. 11.

³ Zur Vermeidung von Schimmel etc.

aus sehr starkwandigem Gummi (verschlossen durch Quetschhahn) versehen war; zudem befand sich im Knie des am äusseren Ende aufgebogenen Rohres ein Quecksilberverschluss. Ein enges Rohr wurde deshalb gewählt, weil die zu entnehmenden Luftproben, entsprechend der Ausdehnungsfähigkeit des Faltenballons, relativ klein waren. Da ich nun, um Versuchsfehler zu vermeiden, vor Entnahme der Proben ein Quantum der Versuchsluft durch das Rohr hindurchgehen lassen musste, so wäre von dieser bei einem weitem Rohre zu viel verbraucht worden.

So ausgerüstet verblieben die Gefässe während der Versuchszeit, die mit wenigen Ausnahmen fünf Stunden betrug, in dem Wasser von 25° C Temperatur. Nach dieser Zeit wurde die ersterwähnte Glasröhre mit einem Gebläse verbunden, welches den in dem Atmungsgefässe befindlichen Faltenballon anstatt mit Luft mit Wasser zu füllen gestattete. Beim Nachlassen des Druckes ging der Ballon in seine frühere Stellung zurück, wobei das Wasser zum grössten Teile wieder heraustrat. Dadurch nun, dass dieses Füllen und Entleeren wiederholt wurde (ca. 20 mal), konnte eine völlige Mischung der Luft in dem Versuchsgefässe erzielt werden. Zuletzt wurde der Ballon durch einen Quetschhahn gesperrt, beharrte somit in seiner grössten Ausdehnung, verdrängte also ein entsprechendes Luftvolumen und verursachte hierdurch in dem abgeschlossenen Raume eine Luftkompression.

Die Luftproben wurden sodann in mit Quecksilber gefüllte Gläschen, sogenannte Glühröhrchen, unter Quecksilber durch Öffnen des (Barometer-)Rohres hineingeleitet, doch so, dass die Versuchsluft gegen die Aussenluft immer durch Quecksilber abgeschnitten blieb. Nachdem die Luft abgekühlt war, wurde sie untersucht, jede Probe zweimal.

Die Untersuchungen wurden ausgeführt mit dem Apparate Bonnier-Mangin¹, der gestattete, neben der produzierten CO₂ zugleich den absorbierten O zu messen, welch letzteres bei dem sonst sehr exakt arbeitenden Apparate von Pfeffer-Pettenkofer, den ich zu Vorversuchen benutzte, nicht der Fall ist. Die Analyse beruhte darauf, dass Kaliumhydroxyd, KOH, Kohlensäure und eine alkalische Lösung von Pyrogallol, C₆H₃(OH)₃ Sauerstoff absorbieren.

¹ Annal. d. Scienc. nat. 1884. 6. Sér. Bot. T. 18, p. 294.

Es dürfte nicht unangebracht sein, der Handhabung des Apparates einige Worte zu widmen, zumal genauere Angaben über die Stärke der anzuwendenden Lösungen, sowie der Reinigung des Apparates weder bei B.-M. noch bei Richards zu finden sind. Die Beschreibung des Apparates selbst sei hier durch eine Zeichnung ersetzt.

Es ist mir zunächst aufgefallen und machte sich auch gleich bei den Analysen, die ich ausführte, um ein für allemal den O-Gehalt der Luft für meine Untersuchungen festzulegen, ferner bei den zu meiner Übung durch Hinzufügen beliebiger Mengen CO_2 hergestellten Luftgemischen recht unliebsam bemerkbar, dass die

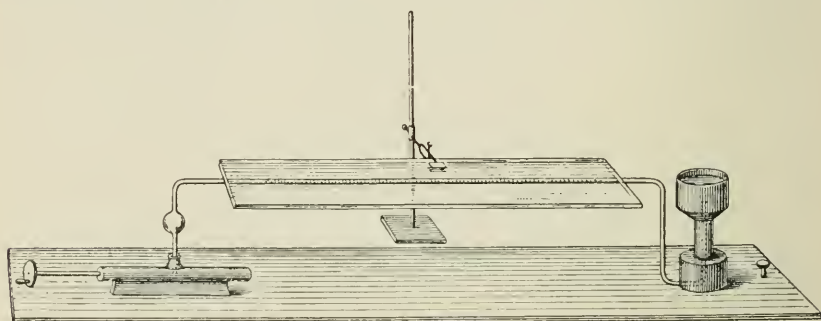


Abb. 2. Apparat Bonnier-Mangin, zum Analysieren der Atmungsgase.

dem Analysenrohre adhaerierende Feuchtigkeit leicht Unterbrechungen der Luft- und der Quecksilbersäule sowie andere Störungen verursachte. Mindestens die Luftsäule musste einheitlich und intakt sein. In einer 2% Chlornatriumlösung fand ich eine Flüssigkeit, welche diesen Übelstand gänzlich beseitigte. Dieselbe schloss gleichzeitig das eingesogene Luftvolumen nach beiden Seiten hin vom Quecksilber ab, was wegen der verschiedenen Oberflächenspannung des Quecksilbers und einer wässrigen Flüssigkeit von Wichtigkeit war. So wurde eben die Luftsäule von vornherein durch wässrige Flüssigkeit abgegrenzt abgelesen.

Nachdem ich die Länge der eingesogenen Luftsäule mit Hilfe der Graduierung bestimmt hatte (um immer denselben Schinkel zu haben, benutzte ich eine genau senkrecht fixierte, nicht allzu enge, ca. 10 cm lange Glasröhre, die ich auf einem Glaslineal beliebig hin- und herschieben konnte), führte ich eine 15% Kalium-

hydroxyd(KOH)lösung ein, zog Luft und Lösung in den zu einer Kugel erweiterten Teil des Rohres und mischte dort beides miteinander. Hierauf las ich die Luftsäule wieder ab und stellte fest, um wieviel sie abgenommen hatte: Differenz = produzierte CO_2 . Ebenso geschah es mit der 10 % Pyrogallollösung: Differenz = noch vorhandener O.

Die Reinigung des Rohres geschah folgendermassen. Zuerst wurden Gas und Absorptionslösungen durch Drehen an der Kurbel des Apparates entfernt, dann eine 10 % HCl-Mischung eingesogen und alle von den vorigen Flüssigkeiten benetzten Teile tüchtig damit abgewaschen. Hierauf fügte ich Lakmustinktur hinzu, um zu sehen, ob alles Alkali entfernt war und spülte schliesslich mit reinem Wasser nach.

Es erübrigt nun noch, zu erwähnen, dass ich bei den mannigfachen von mir sowohl mit dem Apparate von B.-M. als auch mit dem von Hempel vorgenommenen Luftanalysen den Sauerstoffgehalt der Luft auf 20.84 vol. % feststellte¹. Die Differenz zweier Analysen derselben Luftprobe betrug sowohl bei der CO_2 wie beim O bis zu 0,2%.

Bevor ich zur Besprechung der Resultate meiner Arbeit eingehe, möchte ich nicht unterlassen, auf den Winter 1898/99 hinzuweisen, der nur verhältnismässig wenige Kälteperioden aufwies, deren jede einzelne den Zeitraum einer Woche kaum erreichte, während welcher die äusserste Temperaturniedrigung bis — 12° C. betrug.

Die Resultate werde ich in der Weise behandeln, dass ich bei jeder der untersuchten Pflanzen folgende drei Gesichtspunkte auseinanderhalte:

- 1) Atmung während der Zeit der Vegetationstätigkeit (Sommer) und der Vegetationsruhe (Winter). N.B. bei gleichen Aussenbedingungen der Versuche!
- 2) Atmung einjähriger und mehrjähriger Blätter.
- 3) Vergleich der Atmungswerte verschiedener Jahrgänge der Blätter im Sommer und im Winter. (Kurve.)

Da, wie am Eingang dieser Arbeit bemerkt, die Untersuchungen nur an bereits entwickelten Blättern vorgenommen wurden, so kamen für die Zeit der Vegetationstätigkeit die Monate vor Juni nicht in

¹ Bunsen, Gasometr. Methoden 1877. 2. Aufl. p. 94.

Betracht. Erst zu dieser Zeit hatte ein Teil der fast durchwegs lederartige Konsistenz aufweisenden Objekte ihr charakteristisches Aussehen und Gepräge erlangt, während sie vorher noch weich, zum Teil klebend waren und nicht so intensiv glänzten. Es gehörten hierher *Rhododendron*, *Hedera*, *Buxus*, *Pinus* und *Ilex*.

Dammara, *Evonymus*, *Camellia*, *Fraxinus* und *Aesculus* konnten aus demselben Grunde erst im Juli benutzt werden, *Thuja* sogar erst im August.

Die Gegenüberstellung der verschiedenen Ergebnisse habe ich in der Weise angeordnet, dass ich z. B. sämtliche Sommerproduktionswerte an CO_2 , desselben Jahrgangs, addierte und dann durch die Zahl der Versuche dividierte; man hat es also hier mit Durchschnittszahlen zu tun.

Die Zahlen geben, wo nichts anderes bemerkt ist, die Prozente, also für 100 ccm der eingefüllten reinen Luft an, wie viel während der Versuchszeit durch 25 gr Blätter etc. an CO_2 produziert bzw. an O konsumiert wurde.

Hierdurch mag zugleich darauf hingewiesen sein, dass zunächst also nur prozentuale Änderungen der Gefäßluft gemessen sind. Die absoluten Mengen an produzierter CO_2 und absorbiertem O würden sich, wie ich an einem konkreten Fall erläutern will, nach folgender Berechnung ergeben. Die Versuchsgefäße waren stets dieselben. Beide fassten 1500 ccm Luft, wovon in Abzug zu bringen sind: 10 ccm für das Befeuchtungstuch und die entsprechenden ccm für die Pflanzenteile. Dieselben stellten sich in der Weise, dass 25 gr Blätter 30 ccm, 25 gr Zweige 25 ccm, 200 gr Kartoffeln 250 ccm und 100 gr Zwiebeln 125 ccm Wasser, mithin auch Luft, verdrängten. Beispiel: *Hedera*, Versuch 11 vom 9. 6. 98. $1500 - (30 + 10) = 1460$ ccm Atmungsraum. 1) Vol. % prod. CO_2 1,28. 2) Vol. % abs. O 1,48.

1) $14,60 \times 1,28 = 18,69$ ccm CO_2 . Dieselben ergeben nach Bunsenscher Umrechnungstabelle 0,0366 gr CO_2 .

2) $14,60 \times 1,48 = 21,61$ ccm O oder 0,0308 gr O.

Rhododendron maximum hybridum. (Vergl. Tabelle I.)

Gewicht der Objekte 25 gr, die Versuchszeit betrug 5 Stunden. Zu 25 gr waren 31 bis 39 Blätter nötig. Die Pflanzen wuchsen im Freilande, waren im Winter allerdings durch einen Bretterverschlag geschützt, wodurch es möglich war, wenigstens im Sommer hinreichendes Material zu einem Versuch über den dritten Jahrgang zu sammeln.

Die CO₂-Produktion betrug im Sommer im Mittel 1,81 vol. ‰, im Winter 1,26; die O-Absorption im Sommer 1,88, im Winter 1,60. Die Leistungen des dritten Jahrgangs sind dabei nicht inbegriffen, da im Winter nicht genügendes Material vorhanden war.

Was die verschiedenen Jahrgänge anbetrifft, so fand ich, dass die Organe der ersten Periode mehr CO₂ abscheiden, als die der zweiten und diese wieder mehr, als die der dritten¹. Namentlich für die ersteren beiden war der Unterschied bedeutend, doch nur im Sommer. Es ergaben die jüngsten Blätter die Werte 2,66 CO₂ (2,67 O), die zweijährigen 1,39 (1,49), die dreijährigen 0,95 (1,03). Im Winter (Dezember) atmeten die letztjährigen und die zweijährigen gleichviel CO₂ aus, nämlich 0,82 und 0,83, neben 1,29 resp. 1,39 O-Absorption.

Nachdem endlich die Nacht vom 9. bis 10. Januar etwas kälter gewesen war (bis — 2° C.) bekam die Atmung einen kräftigen Aufschwung: der Jahrgang 98 lieferte 1,88 CO₂ und abs. 2,28 O, Jahrgang 97 1,37 CO₂ und 1,74 O. Eine am nächsten Tage (Aufbewahrung in Zimmertemperatur 18° C.) mit denselben Objekten vorgenommene Prüfung zeigte bei den älteren Blättern fast gleiche CO₂-Produktion 1,30, dagegen merkliche Abnahme der O-Absorption 1,34. Die jüngeren wiesen indes für beides erhebliche Verminderung auf (1,38:1,46), woraus man schliessen möchte, dass ältere Organe gegen derartige Temperatureinflüsse widerstandsfähiger sind.

Der Atmungsquotient, d. h. das Verhältnis der produzierten CO₂ zum absorbierten O betrug im Sommer bei den dreijährigen 0,92, bei den zweijährigen 0,93, bei den einjährigen 0,99. Im Winter betrug er im Dezember bei den älteren Blättern 0,63, bei den jüngeren 0,60; im Januar 0,79 und 0,82, dann 0,97 und 0,94.

¹ Vergl. Pfeffer, Physiologie. II. Aufl. Bd. 1, S. 529.

Tabelle I. Objekt: *Rhododendron maximum hybridum*.

Bemerkungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Gewicht	Dauer d. Versuchs in Std.	Temperatur in C-Grad	Zur Prf. entnomm. Luftvol. in Strich.	Vermind. dieses Volum. d. KOH	Vermind. dieses Volum. d. $C_6H_3(OH)_3$	Prod. CO_2 i. Volumen-%	Abs. O i. Volumen-%	$\frac{Q}{CO_2}$ O	Bemerkungen
Sommer	7. 6. 98 1	36	96	25,0	5	24 ⁰⁰	52,50	0,50	10,30	0,95	1,03	0,92	Sommer sehr viel Stärke.
	7. 6. 98 2	38	97	"	"	"	52,30	0,83	9,83	1,59	1,74	0,91	
	8. 6. 98 3	39	97	"	"	24 ⁰⁰	50,60	0,60	9,80	1,18	1,24	0,95	
	8. 6. 98 4	39	98	"	"	"	50,60	1,35	8,95	2,66	2,67	0,99	
Winter	15. 12. 98 5	33	97	25,0	5	25	51,45	0,42	9,98	0,82	1,29	0,63	Winter keine Stärke.
	16. 12. 98 6	33	98	"	"	"	50,45	0,42	9,73	0,83	1,39	0,60	
	10. 1. 99 7	33	97	"	"	24 ⁰⁰	51,00	0,70	9,60	1,37	1,74	0,79	
	—2° Kälte in d. Nacht vorh.	31	98	"	"	"	51,06	0,96	9,30	1,88	2,28	0,82	
	11. 1. 99 9	dies. Obj.	97	"	"	"	50,55	0,65	9,73	1,30	1,34	0,97	
	11. 1. 99 10	"	98	"	"	"	51,92	0,72	9,92	1,38	1,46	0,94	

Nach dem Gesagten lässt sich also für die Durchschnittstätigkeit der jüngsten Blätter bis zu den ältesten Folgendes aussagen: dasselbe Blattgewicht, welches im ersten Sommer 2,66 vol. % CO_2 ausgeschieden hat, produziert im darauffolgenden Winter 1,36,

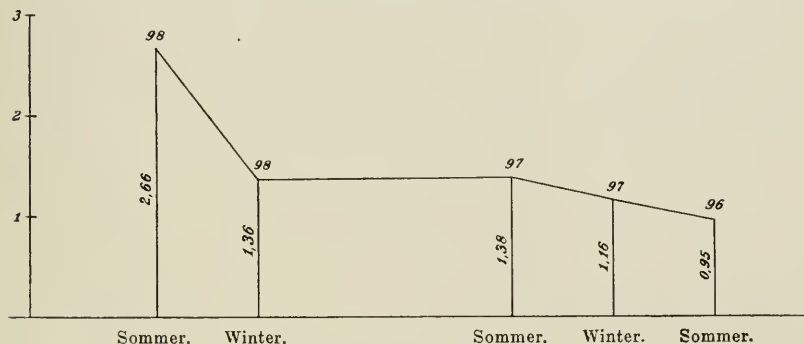


Abb. 3. Rhododendron.

im zweiten Sommer 1,38, im zweiten Winter 1,16 und schliesslich im dritten Sommer 0,95, Graphische Darstellung dieser Kurve siehe die Abb. 3. Im Sommer zeigten alle Jahrgänge sehr viel Stärke, im Winter keine¹.

Hedera Helix. (Vergl. Tabelle II.)

Gewicht der Objekte 25 gr. Versuchsdauer 5 Stunden. Um das Gewicht = 25 gr zu erreichen, waren im Juni 19 bis 24, im August 18 bis 21 Blätter nötig. Die Pflanzen wuchsen im Freiland. Da die Blätter des vorhergehenden Jahres bereits im Herbst des folgenden abgeworfen werden, so konnte ich im Winter leider nicht zwei Jahrgänge untersuchen, doch gewann ich durch Benutzung der um Johannis nachgewachsenen Blätter immerhin verschieden altes Material, von dem ich allerdings 57 bis 60 Stück gebrauchte, um das Gewicht von 25 gr zu erzielen, gegen 20 Stück der älteren. Neben der Kleinheit zeichneten sich die im Sommer nachgewachsenen Blätter aber noch dadurch aus, dass sie sich rot bis rotbraun gefärbt hatten und zwar erst, nachdem einige Kälte eingesetzt hatte (höchstens bis -3°C).

Der Durchschnitt der CO_2 -Produktion betrug im Sommer 1,39,

¹ Stärkeprüfung nach Sachs.

Tabelle II. Objekt: Hedera Helix.

Bemerkungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Gewicht	Dauer d. Versuchs in Std.	Temperatur in C-Grad	Zur Prfg. entnomm. Luftvol. in Strich.	Vermind. dieses Volum. durch KOH	Vermind. dieses Volum. d. C ₆ H ₅ (OH) ₃	Prod. CO ₂ i. Volumen-%	Abs. O i. Volumen-%	$\frac{Q}{CO_2 - O}$	Bemerkungen
Sommer	9. 6. 98 11 9. 6. 98 12 20. 6. 98 13 20. 6. 98 14 8. 8. 98 15 8. 8. 98 16 9. 8. 98 17 9. 8. 98 18 11. 8. 98 19 11. 8. 98 20 17. 8. 98 21 17. 8. 98 22	23 24 21 19 18 20 19 20 21 21 15 16	97 98 97 98 97 98 97 98 97 98 97 98	25.0 "	5 "	24 ⁸⁰ " " 25 " " " " " " 25 ⁸⁰ " " 25 " " 25 ⁸⁰ " "	50,75 51,10 51,15 51,70 51,80 51,15 51,80 52,05 52,20 51,50 51,80 51,80	0,65 1,40 0,55 1,00 0,40 0,75 0,35 0,75 0,45 0,85 0,35 0,60	9,70 9,10 9,90 9,65 10,30 9,90 10,35 9,95 10,35 9,85 10,30 10,10	1,28 2,74 1,07 1,93 0,77 1,46 0,67 1,45 0,86 1,65 0,67	1,48 2,53 1,28 1,81 0,80 1,20 0,73 1,44 0,84 1,40 0,83	0,87 1,08 0,84 1,06 0,96 1,21 0,92 1,00 1,02 1,20 0,80	Abfall Abfall Abfall gleichbleib. abfallend nach länger. Pause
Winter bis 2° C Kälte	13. 1. 99 23 13. 1. 99 24 14. 1. 99 25 14. 1. 99 26 18. 1. 99 27 18. 1. 99 28 18. 1. 99 29 18. 1. 99 30	20 60 — — 20 57 — —	98 98Johannestr. 98 98Johannestr. 98 98Johannestr. 98 98Johannestr.	25.0 " " " " " " " " " " " " " "	5 " " " " " " " " " " " " " "	24 ⁸⁰ " " " " " " 24 ⁸⁰ " " " " 25	51,50 50,70 51,00 49,80 50,65 50,70 51,10 50,90	1,10 1,70 0,95 1,00 1,05 1,45 0,75 1,05	9,50 8,60 9,55 9,00 9,25 8,75 9,75 9,25	2,13 3,35 1,86 2,01 2,07 2,86 1,47 2,06	2,00 3,29 1,76 2,00 2,19 3,08 1,52 2,29	1,06 1,02 1,05 1,00 0,94 0,93 0,96 0,90	norm. gebieth. rotgefärbte normal rotgefärbte normal rotgefärbte normal rotgefärbte

im Winter 2,22. Die O-Absorption im Sommer 1,35, im Winter 2,27. Ich werde unten auf dieses sonderbare Faktum zurückkommen.

Auch hier liess sich zwischen den jüngeren und älteren Blättern ein recht bedeutender Unterschied erkennen, indem die ersteren bei jedem Versuch doppelt soviel CO_2 abgaben, wie die letzteren. Im Winter war die Differenz nicht so gross. Bemerkenswert war bei den Sommersversuchen die Wahrnehmung, dass sie, zu verschiedenen Zeiten angestellt, ziemlich abweichende Resultate lieferten. So zeigten 97er Blätter (zweijährige) Anfang Juni 1,28 CO_2 (1,48 O), 98er (ein- oder letztjährige) 2,74 CO_2 (2,53 O). Ende Juni 97er 1,07 CO_2 (1,28 O), 98er 1,93 CO_2 (1,81 O). Anfang August 97er 0,77 CO_2 (0,80 O), 98er 1,46 CO_2 (1,20 O).

Wäre die Herabstimmung der Atmung nur bei den 98er (jüngsten) Blättern aufgetreten, so hätte man zu der Annahme gelangen können, dies beruhe darauf, dass dieselben Anfang Juni sich noch in der Entwicklung befunden hätten. Da aber die älteren Blätter sich ebenso verhielten, so scheint das Nachlassen der Atmungstätigkeit seine Ursache in einer inneren Veränderung zu haben. Ein nach neun Tagen mit den am 8. August geschnittenen und unter den nötigen Kautelen aufbewahrten Blättern gemachter Versuch zeigte wie bei Rhododendron, dass die älteren Blätter noch ebenso atmeten, als am Tage der Ernte, während die jüngeren eine geringere Leistung aufwiesen, ein Zeichen, dass auch im Sommer ältere Blätter weniger empfindlich sind als jüngere.

Im Winter atmeten die Blätter, die Ende Juni (Johanni) entstanden waren, merklich stärker als die Frühjahrsblätter, um etwa die Hälfte:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Johanni } \text{CO}_2 \text{ 2,57, O. 2,66} \\ \text{Frühjahr „ 1,88, „ 1,87} \end{array} \right\} \text{ im Mittel.}$$

Da aber letztere ihre Sommerleistung nicht nur fast erreichten, sondern an einer Stelle sogar überschritten, so wurde der Gesamtdurchschnitt im Winter grösser als im Sommer. Siehe S. 16. Die Kälte, nach deren Eintreten die Untersuchungen vorgenommen wurden, betrug nicht mehr als -3°C und hielt vom 12. bis 17. Januar an. Auch im Winter stellte ich mit denselben Objekten verschiedene Versuche an, und zwar an zwei aufeinanderfolgenden Tagen. In jedem Falle konnte ich bei Wiederholung eine Abnahme

der Atmung feststellen. Auch hier war das Nachlassen um so grösser, je jünger die Blätter waren.

Der Atmungsquotient war nicht ganz gleichmässig, was auch schon Bonnier-Mangin¹, angegeben haben. Er betrug für zweijährige Blätter im Juni 0,85, im August 0,97; für einjährige im Juni 1,07, im August 1,14. Im Winter war er bei normalen wie gefärbten Blättern annähernd gleich: normale = 1,00, gefärbte = 0,96, letztere verbrauchten also etwas mehr O.

Die graphische Darstellung (Abb. 4) der Durchschnittstätigkeit gibt nach Obigem ein abweichendes Bild, weil sie für die jüngsten

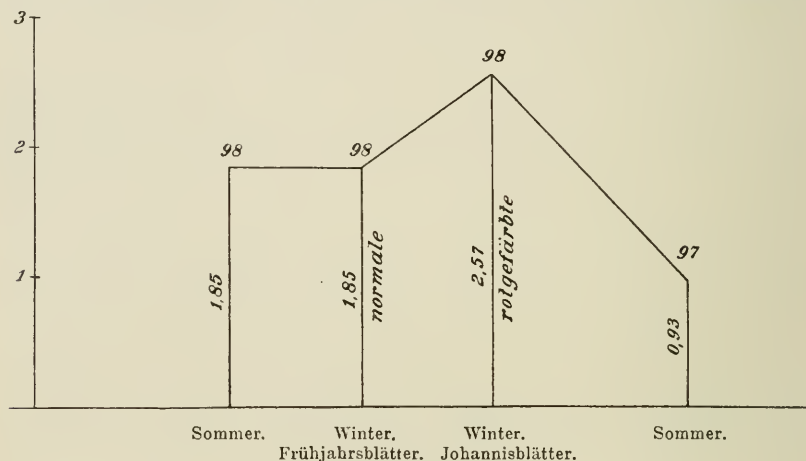


Abb. 4. Hedera.

Blätter Sommer und Winter dieselben CO₂-Werte anzeigt, nämlich 1,85, die roten sogar 2,57. Die älteren kamen jedoch selbst im Sommer nur auf die Hälfte des Wertes der jüngeren: 0,93. Stärke konnte im Sommer reichlich nachgewiesen werden, im Winter nicht.

Buxus sempervirens. (Vergl. Tabelle III.)

Zur Untersuchung kamen 25 g Blättchen, doch wurden dieselben an den Ästchen gelassen, da wegen der Kleinheit der Atmungsfläche die Wundreaktion der zahlreichen Blattstielchen das Resultat wohl beeinflusst haben würde. Die Versuchsdauer betrug 5 Stunden. Zwei Jahrgänge. Die Objekte entstammten älteren, normal

¹ Ann. des scienc. nat. 1885. Sér. Bot. 7, T. 2, pag. 363.

Tabelle III. Objekt: *Buxus sempervirens*.

Über die Atmung ein- und mehrjähriger Blätter.

75

Bemer- kungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Ge- wicht	Dauer d. Ver- suchs in Std.	Temperatur in C-Grad	Zur Pflanzent- nomm. Luft- vol. in Strich.	Vermindere. dieses Volum. d. KOH	Vermindere. dieses Volum. d. C ₆ H ₈ (OH) ₂	Prod. CO ₂ i. Volumen-%	Abs. O i. Volumen-%	Q CO ₂ O	Bemer- kungen
Sommer	11. 6. 98 31	mit Stiel	97	25,0	5	25	50,80	0,40	10,10	0,78	0,80	0,98	Stärke
	11. 6. 98 32	dto.	98	"	"	"	50,80	1,50	8,90	2,95	2,79	1,05	dto.
	21. 6. 98 33	dto.	97	"	"	"	51,20	0,42	10,20	0,82	0,85	0,96	
	21. 6. 98 34	dto.	98	"	"	"	51,00	1,45	8,96	2,84	2,76	1,03	
Winter	7. 1. 99 35	mit Stiel	97	25,0	5	24 ⁸⁰	51,00	0,36	10,20	0,71	0,70	1,00	keine Stärke
	7. 1. 99 36	dto.	97	"	"	"	50,50	0,85	9,55	1,68	1,61	1,04	"

entwickelten Freilandpflanzen. Die Produktion an CO_2 war im Mittel im Sommer 1,85, im Winter 1,19. Die Absorption von O im Sommer 1,80, im Winter 1,16. Bei den Anfang und Ende Juni angestellten Versuchen zeigte sich, dass die Blätter des laufenden Jahres rund viermal soviel CO_2 ausscheiden (2,89) wie die des vorhergehenden (0,80). O-Absorption ist ebenfalls bei den letztjährigen grösser (2,78) als bei den älteren (0,82), jedoch nicht in derselben Masse wie bei der CO_2 . Zwischen den am Anfang und Ende des Monats gemachten Proben war in den Leistungen kein Unterschied. Im Winter atmeten die jüngeren Blätter auch stärker

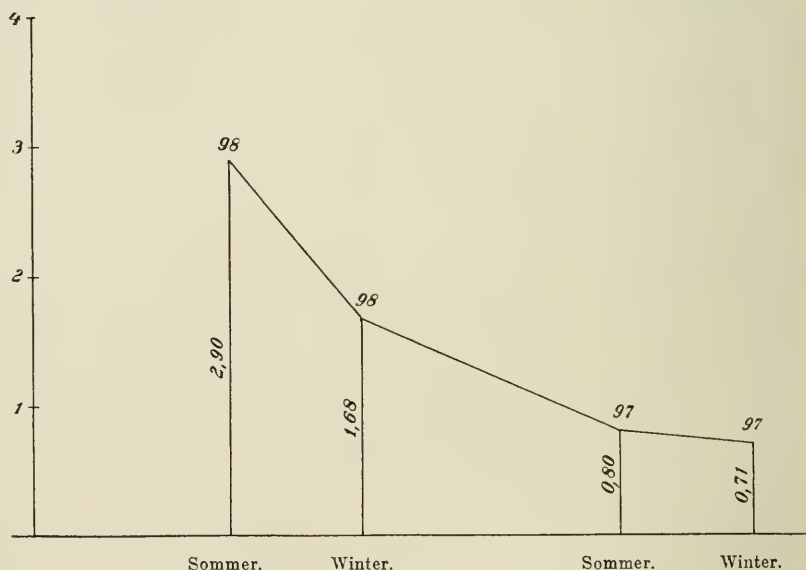


Abb. 5. Buxus.

als die älteren. Letzterer Tätigkeit ist derselben des Sommers fast gleich, etwas kleiner: 0,71 CO_2 , 0,70 O, während die ersteren nur halb soviel CO_2 produzierten und O absorbierten: 1,68 : 1,61. Dieser durch keine Kältereaktion gestörte Verlauf ist jedenfalls normal zu nennen.

Der Quotient stellte sich für alle Versuche ziemlich konstant; er war bei alten Organen 0,98, 0,96, 1,00, bei den neuen 1,05, 1,03, 1,04.

Nach diesen Ausführungen bietet auch der Verlauf der Kurve (vergl. Abb. 5) keine Besonderheiten dar. Im Sommer reichlich, im Winter keine Stärke.

***Picea excelsa* Lmk. (Vergl. Tabelle IV.)**

Ich komme jetzt zu einer Versuchsreihe, die dadurch grösseres Interesse erwecken dürfte, dass sie vergleichsweise mit Material ausgeführt wurde, das, zwar derselben Pflanzenart angehörend, doch Exemplaren von verschiedenen Standorten entnommen wurde. Der eine Baum wuchs im botanischen Garten, der, wenn auch ausserhalb der Stadt gelegen, bei ungünstiger Windrichtung, in diesem Falle aus Westen und Nordwesten, die schlechte Luft eines industrie-reichen Ortes über sich ergehen lassen muss. Zumal im Herbst und Winter, wann wochen- und monatelang über solchen Plätzen tiefhängende Wolkenschichten dahinziehen, lagert sich bei der vorhandenen Feuchtigkeit eine derartige schwarze Schicht auch auf die Pflanzen, dass deren Grundfarbe kaum noch zu erkennen ist. Ich habe mit einem 3 Jahre alten 7,5 cm langen Fichtenstämmchen durch genaue Wägungen festgestellt, dass allein auf den Nadeln 13,4% oder über den 7. Teil des Eigengewichts Schmutz und Russ sich befanden. Da nun aber solche vollständig benadelten Zweige in diesem Alter nur ganz sporadisch an den Bäumen zu finden sind, so ist es erklärlich, wie ich vorausschicken will, dass letztere in ihrem Gedeihen durch diese atmosphärischen Einflüsse nicht allzusehr behindert werden, zumal wenn Bodenverhältnisse und Belichtung sonst normale sind. Regengüsse sorgen schliesslich auch dafür, dass die für die Pflanzen wichtigeren ein- und zweijährigen Triebe von derartigen Unreinlichkeiten wieder befreit werden. Der andere Baum stand im Universitätsforst Oberholz, ca. 15 km von Leipzig, befand sich also in günstigeren Verhältnissen.

In jedem Versuche atmeten 25 g Material, welches stets denselben Bäumen entnommen wurde. Merkwürdigerweise war, um dieses Gewicht zu erreichen, für beide Jahrgänge bei den Objekten aus dem botanischen Garten eine geringere Anzahl Zweiglein nötig als bei denen aus dem Walde. Auch brauchte ich zumeist weniger von den älteren als von den jüngeren, sowohl im Sommer als im

Tabelle IV. Objekt: *Picea excelsa* Lmk.

Bemerkungen	Tag und Nummer des Versuch	Stückzahl	Jahrgang	Gewicht	Dauer d. Versuchs in Std.	Temperatur in C-Grad	Zur Prfg. entnomm. Luftvol. in Strich.	Verminderg. dieses Volum. d. KOH	Verminderg. dieses Volum. d. $C_6H_3(OH)_3$	Prod. CO_2 i. Volumen-%	Abs. O_2 i. Volumen-%	$\frac{Q}{CO_2}$	Bemerkungen
Sommer													
	12. 6. 98 37	29 Stämmch.	97	25,0	5	25 ⁴⁰	51,35	0,95	9,50	1,85	2,00	0,93	
	12. 6. 98 38	21	98	"	"	24 ⁵⁰	51,55	1,45	9,00	2,81	2,88	0,97	
Botanischer Garten	23. 7. 98 39	"	97	"	"	"	51,55	0,65	9,90	1,26	1,39	0,90	
	23. 7. 98 40	"	98	"	"	"	51,00	1,00	9,60	1,94	1,87	1,03	
	26. 7. 98 41	dies. Obj. w. 39	97	"	"	25 ⁵⁰	51,85	0,65	10,00	1,25	1,31	0,97	gleichbleibend
	26. 7. 98 42	dies. Obj. w. 40	98	"	"	"	51,50	0,75	9,82	1,46	1,43	1,02	abfallend
Wald													
	14. 6. 98 43	45 Stämmch.	97	25,0	5	24 ⁴⁰	50,32	0,80	9,52	1,59	1,62	0,98	
	14. 6. 98 44	32	98	"	"	"	50,60	1,10	9,20	2,17	2,26	0,96	Berechnet auf
	21. 7. 98 45	50	97	"	4	25 ³⁰	51,70	0,50	10,15	1,21	1,27	0,95	5 Stunden
Im Sommer reichl. Stämme	21. 7. 98 46	52	98	"	5	"	51,56	0,76	9,80	1,47	1,55	0,94	
	22. 7. 98 47	48	97	"	"	25	51,40	0,80	9,70	1,56	1,67	0,93	
	22. 7. 98 48	49	98	"	"	"	51,15	0,95	9,50	1,86	1,92	0,96	
Winter													
	20. 1. 99 49	17 Stämmch.	97	25,0	5	25	50,65	0,75	9,60	1,48	1,61	0,92	
	20. 1. 99 50	22	98	"	"	"	51,20	0,80	9,70	1,56	1,60	0,97	
Botanischer Garten	21. 1. 99 51	18	96	"	"	"	50,55	0,65	9,75	1,28	1,30	0,98	
	21. 1. 99 52	25	98	"	"	"	51,35	0,75	9,80	1,46	1,48	0,98	
	26. 1. 99 53	15	97	"	"	24 ⁴⁰	51,44	0,34	10,10	0,66	1,08	0,61	in 3-täg. Frost
	26. 1. 99 54	20	98	"	"	"	50,25	0,75	9,10	1,49	2,46	0,60	bis 5° C.
	23. 2. 99 55	23	97	"	"	24 ⁰⁰	49,15	0,45	9,65	0,91	1,03	0,88	nach 3-tägig. Frost.
	23. 2. 99 56	27	98	"	"	"	50,98	0,58	9,90	1,13	1,20	0,94	
Wald													
	28. 1. 99 57	20 Stämmch.	97	25,0	5	24 ⁴⁰	50,90	0,60	9,80	1,18	1,36	0,86	nach Frost
	28. 1. 99 58	23	98	"	"	"	51,00	0,90	9,50	1,76	1,88	0,93	—3° C.
Im Winter keine Stämme	1. 2. 99 59	22	97	"	"	24 ⁴⁰	50,60	0,60	9,75	1,18	1,34	0,87	bei dauernd. Frost.
	1. 2. 99 60	28	98	"	"	"	51,10	0,90	9,50	1,76	1,92	0,91	

Winter. Selbstverständlich blieben die Nadeln an den Zweigen. Versuchsdauer 5 Stunden. Zwei Jahrgänge.

Durchschnittsleistung im Sommer an produzierter CO_2 1,76 Vol. % (bot. G.) und 1,64 (Wald), an absorbiertem O 1,81 (bot. G.) und 1,71 (Wald), also sogar noch etwas mehr in der Nähe der Stadt als im Walde. Im Winter ändert sich das Ergebnis, wenn auch nicht beträchtlich, so doch immerhin deutlich zu Gunsten des Waldes, nämlich produziert. CO_2 1,24, absorbiert. O 1,47 (bot. G.) gegen 1,47 CO_2 und 1,63 O (Wald). Bei dem Vergleich der Jahrgänge untereinander stellen sich die Resultate im Mittel folgendermassen: im Sommer atmen die Sprosse der zweiten Vegetationsperiode im botanischen Garten und im Walde gleich stark (1,45), die der ersten Periode im botanischen Garten stärker (2,07) als im Wald (1,83). Im Winter leisten die älteren Jahrgänge beider Standorte ebenfalls annähernd dasselbe (1,08 botanischer Garten und 1,18 Wald CO_2) dagegen die jüngeren im botanischen Garten erheblich weniger: 1,41 gegen 1,76 im Walde.

Die Sommerversuche wurden im Juni und Juli angestellt und zeigen wieder insofern Differenzen, als die Atmung im Juni bei beiden Jahrgängen und bei beiden Standorten entnommenen Objekten grösser ausfiel als im Juli: botanischer Garten 97er 1,85 CO_2 , 98er 2,81; Wald 97er 1,59, 98er 2,17. Juli: botanischer Garten 97er 1,26, 98er 1,94; Wald 97er 1,38, 98er 1,66 (alles im Mittel).

Ein nach drei Tagen mit denselben Objekten aus dem botanischen Garten wiederholter Versuch ergab die schon öfter festgestellte Tatsache, dass die älteren Blätter fast dieselben Atmungswerte behalten, die jüngeren dagegen sehr nachgelassen hatten. Im Winter konstatierte ich, dass nach Eintritt einer niederen Temperatur — bis — 5°C . und ca. dreitägiger Dauer — die Atmungstätigkeit, entgegen den an anderen Objekten gemachten Erfahrungen, sich nicht erhöhte, sondern verringerte. So produzierten Objekte des botanischen Gartens am 20. Januar ohne Kälte: 97er 1,48 CO_2 , 98er 1,56; absorbierten O 97er 1,61, 98er 1,60. Am 26. Januar nach Kälte: 97er 0,66, 98er 1,49 CO_2 . Im Verhältnis zu letzteren Werten war der O-Konsum sehr gross: 97er 1,08, 98er 2,46, sodass, wie ich vorgreifend bemerken will, sich ein ungewöhnlich niedriger Quotient ergab: 97er und 98er 0,61.

Von den Nadeln im Walde, die nur nach Eintritt der Kälte

untersucht wurden, produzierten 97er 1,18 CO₂, also auch weniger wie im Juni, 98er 1,76, also nur 0,10 mehr wie im Juni.

Der Quotient ergab von allen Sommersversuchen das Mittel 0,96, im Winter 0,87.

Aus der Kurve (vergl. Abb. 6) ist folgendes ersichtlich: Die CO₂-Produktion ist am grössten für die jüngsten Blätter im Sommer

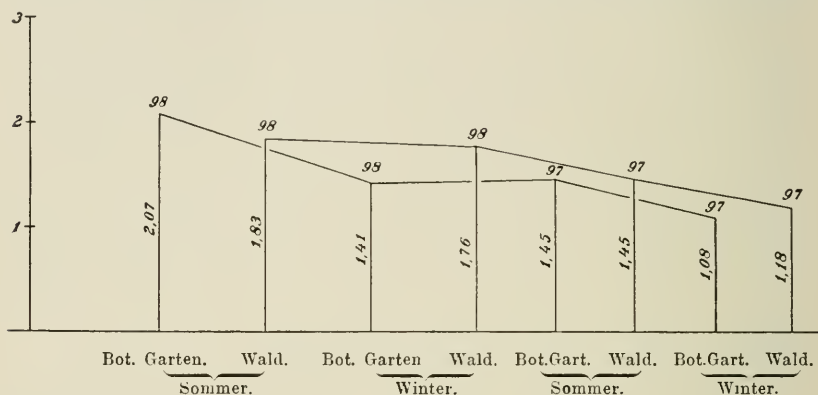


Abb. 6. Picea.

(2,07), geht herunter im Winter auf 1,41, bleibt beinahe in dieser Höhe im nächsten Sommer (1,45) und fällt schliesslich im zweiten Winter auf 1,08 (botanischer Garten).

Für die Objekte aus dem Walde sind die Zahlen: im ersten Sommer 1,83, im ersten Winter 1,76, im zweiten Sommer 1,45, im zweiten Winter 1,18. Das Resultat ist also ein stufenweiser Abfall der Atmungsgrösse. Stärke war im Sommer reichlich, im Winter nicht vorhanden.

Ilex aquifolium. (Vergl. Tabelle V.)

Bei diesem Versuch betrug das Gewicht der benutzten Blätter nur 12,5 gr, da wegen der Form derselben nur soviel im Gefäss untergebracht werden konnten, ohne dass sie sich gegenseitig beeinträchtigten.

Zu diesem Gewicht waren 16 bis 19 Blätter nötig, die stets derselben Pflanze entnommen wurden. Versuchsdauer 5 Stunden. Zwei Jahrgänge.

Tabelle V. Objekt: *Ilex aquifolium*.

Bemer- kungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Ge- wicht	Dauer d. Ver- suchs in Std.	Temperatur in C-Grad	Zur Pfg. ent- nom. Luft- vol. in Strich.	Verminder- dieses Volum. d. $C_6H_5(OH)_3$	Prod. CO_2 i. Volumen-%	Abs. O i. Volumen-%	$\frac{Q}{CO_2}$ $\frac{O}{O}$	Bemer- kungen
Sommer	16. 6. 98 61	19	97	12,5	5	24 ⁰⁰	41,50	0,20	8,27	0,48	0,81	0,61
	16. 6. 98 62	18	98	"	"	"	50,70	0,30	10,03	0,59	0,94	0,62
	18. 6. 98 63	17	97	"	"	24 ⁸⁰	51,12	0,27	10,15	0,53	0,88	0,60
	18. 6. 98 64	17	98	"	"	"	52,44	0,39	10,25	0,74	1,15	0,64
Winter	15. 1. 99 65	16	97	12,5	5	24 ⁸⁰	50,50	0,45	10,05	0,89	0,77	1,15
	15. 1. 99 66	18	98	"	"	"	51,00	0,60	10,00	1,18	1,00	1,18
	17. 1. 99 67	18	97	"	"	"	51,20	0,35	10,30	0,68	0,59	1,15
	17. 1. 99 68	17	98	"	"	"	50,90	0,60	9,95	1,18	1,06	1,11
Im Sommer Stärke, im Winter nicht												Einige Tage vorher Frost bis —2° C.

Die Produktion an CO_2 war im Sommer im Mittel 0,59, Absorption von O 0,94; im Winter 0,99 CO_2 und 0,85 O. Hier also ist wieder im Winter eine Mehrleistung zu verzeichnen. Ferner ist zu beachten, dass im Sommer der O-Konsum grösser, im Winter kleiner war wie die CO_2 -Produktion. Die Temperatur zur Zeit der Winterversuche hatte sich nur auf -2°C . erniedrigt.

Die älteren Jahrgänge atmeten weniger wie die jüngeren, in beiden Jahreszeiten: im Sommer 97er CO_2 0,48, 0,53; absorbierten O 0,81, 0,88; 98er CO_2 0,59, 0,74; O 0,94, 1,15. Im Winter 97er CO_2 0,89, 0,68; O 0,77, 0,59; 98er CO_2 1,18, 1,18; O 1,00, 1,06.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen erschien mir anfangs fehlerhaft, doch bürgt die Konstanz gerade der Quotienten wohl

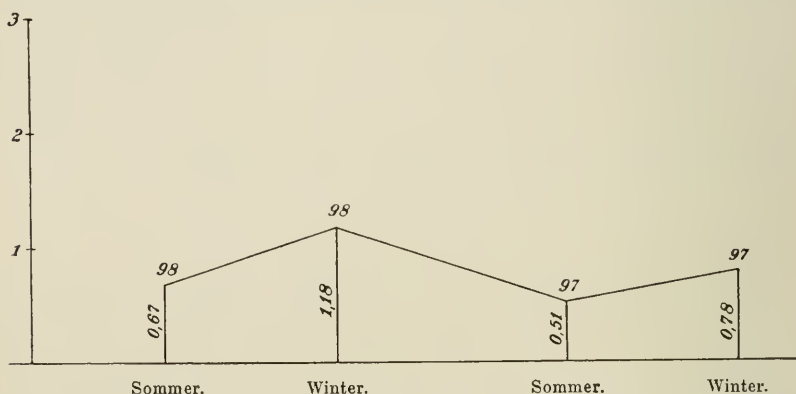


Abb. 7. Ilex.

dafür, dass dies nicht der Fall ist. Immerhin ist es eigentümlich und nur durch die Kältereaktion erklärlich. Quotienten im Sommer 0,60 bis 0,64, im Winter 1,11 bis 1,18. Die Kurve (vergl. Abb. 7) zeigt natürlich das auffallende Bild wieder. Im Sommer war Stärke vorhanden, im Winter nicht.

Thuja occidentalis. (Vergl. Tabelle VI.)

Bei der Besprechung dieser Pflanze möchte ich vorausschicken, dass die Versuche nur Sommer- und Winterleistungen eines einzigen und zwar des jüngsten Jahrgangs enthalten, da es nicht möglich war, äusserlich mit Sicherheit genau zweijährige Blättzweige

Tabelle VI. Objekt: *Thuja occidentalis*.

Bemerkungen	Tag und Nummer des Versuch	Stückzahl	Jahrgang	Gewicht	Dauer d. Versuchs in Std.	Temperatur in C-Grad	Zur Pflanze entnomm. Luftvol. in Strich.	Verminderung dieses Volum. d. C ₂ H ₄ (OH) ₂	Prod. CO ₂ i. Volumen-%	Abs. O ₂ i. Volumen-%	$\frac{Q}{CO_2}$ O	Bemerkungen
Sommer	26. 8. 98 69			25,0	4	26	51,10	1,25	9,15	2,44	2,49	0,98
	27. 8. 98 70			"	"	"	50,50	1,11	9,16	2,20	2,30	0,95
Winter	19.11.98 71			25,0	4	24 ⁸⁰	51,00	0,67	9,75	1,31	1,47	0,89
	22.11.98 72	dies. Obj., Aufenth. i. N. Gew. *) T. 2°C			"	24 ⁸⁰	51,05	0,65	9,80	1,26	1,40	0,89
	5.12.98 73	" " " T. 4-9,5°C.			"	25	50,80	0,40	10,00	0,79	1,00	0,80
	22.11.98 74	neue Objekte, 98, geschnitten am 18. 11., bis 22.11. i. N. Gew. aufbew. T. 2°C			"	24 ⁸⁰	50,90	0,70	9,70	1,37	1,52	0,90
	5.12.98 75	diese Objekte, v. 22. 11. aufbewahrt im N. G. T. 4-9,5°C			"	25	51,05	0,41	10,04	0,80	1,01	0,80
	6.12.98 76	neue Objekte 98 25,0			"	"	50,60	0,55	9,75	1,08	1,36	0,80
	8.12.98 77	dies. Obj. i. N. Gew. aufbew., T. 4,5-5°C			"	"	50,75	0,55	9,85	0,98	1,22	0,80
	2. 2.99 78	neue Objekte 98 25,0			"	24 ⁸⁰	50,90	0,90	9,45	1,77	1,94	0,91
	3. 2.99 79	neue Objekte 98 "			"	"	52,00	0,85	9,73	1,64	1,82	0,90
	Im Sommer nicht sehr viel Stärke, im Winter keine											nach 6 tageslangem Frost bis -6°C, sehr rot gefärbt.

zu unterscheiden, konnten doch die jüngsten Sprosse nur an der lichterem Färbung erkannt werden. Der Versuch ist aber trotzdem nicht ohne Interesse, schon allein deshalb, weil er die durch die Efeublätter gefundene Tatsache, dass die infolge der Kälte rotgewordenen Organe lebhafter atmen, vollauf bestätigt. Ebenso lehrt er wieder, dass, bevor die Temperatur den Gefrierpunkt erreicht, die Pflanzen normaler Weise im Winter weniger atmen als im Sommer. Sodann habe ich, da mir auch diese Pflanze gut dazu geeignet schien, zweimal Objekte vom ersten Versuch aufgehoben und nach ca. 14 Tagen ihre Atmungswerte bestimmt, wobei sich herausstellte, dass die Atmungsintensität in beiden Fällen völlig übereinstimmend abgenommen hatte. Bei einem am folgenden Tage mit frischen Objekten vorgenommenen Versuch fand ich zwar höhere Atmungswerte, aber denselben Quotienten wie bei den vorerwähnten Nachversuchen. Insofern der Atmungsquotient ein Masstab ist für die gesunde Verfassung, wäre daher festzustellen, dass die 14tägige Trennung der Blätter vom Stamm für das gleichmässige Funktionieren aller beteiligten Zellen keinen ungünstigen Einfluss gehabt hat¹.

1. Hauptversuch:	prod. CO ₂	1,31,	abs. O	1,47,	Q	0,89
1. Nachversuch:	„	0,79,	„	1,00,	„	0,80
2. Hauptversuch:	„	1,37,	„	1,52,	„	0,90
2. Nachversuch:	„	0,80,	„	1,01,	„	0,80
3. Hauptversuch:	„	1,08,	„	1,36,	„	0,80
3. Nachversuch:	„	0,98,	„	1,22,	„	0,80

Die Atmung war also überhaupt herabgestimmt, naturgemäss bei den schon längere Zeit vom Stamm getrennten in erhöhtem Masse.

Das Gewicht der Objekte betrug mit den Zweigen 25 gr, die Versuchsdauer 5 Stunden. Es wurden im Sommer im Mittel an CO₂ produziert 2,32 vol. %, an O absorbiert 2,89; im Winter CO₂ 1,35, O 1,53. Über die einzelnen Leistungen im Winter ist oben schon berichtet worden. Am 2. 2 und 3. 2 untersuchte ich Blätter, die unter Einfluss sechztägigen Frostwetters bis — 6° C. sich rot gefärbt hatten. Die Werte waren: CO₂-Produktion 1,77, 1,64; O-Absorption 1,94, 1,82. Es tritt also hier deutlich ein Unterschied zu Tage zwischen Pinus und Thuja. Der Quotient erreichte

¹ Pfeffer, Physiologie II. Aufl. Bd. 1, S. 526 und 574.

im Sommer nahezu den Wert 1, ging im Winter herab bis auf 0,80 und stieg nach der Kälte wieder bis auf 0,91.

Im Sommer war nicht allzuviel Stärke vorhanden, im Winter keine.

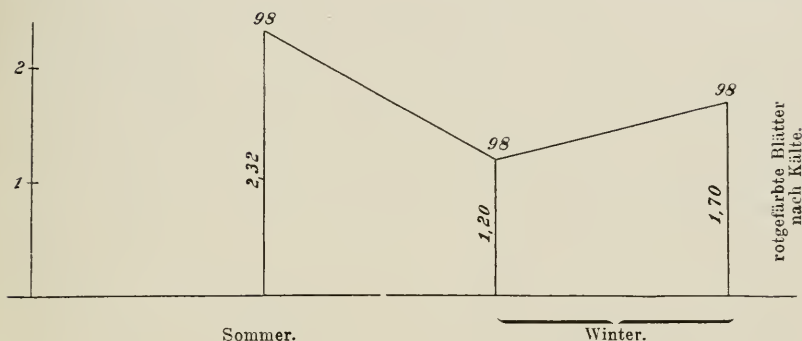


Abb. 8. Thuja.

Durch die Kurve (vergl. Abb. 8) wird deutlich die Wirkung der Kälte demonstriert: Sommer 2,32; Winter vor der Kälte 1,20, nach Eintritt derselben 1,70 CO₂-Produktion.

Es kommen jetzt drei Versuche zur Besprechung, bei denen die Objekte ausschliesslich den Gewächshäusern entnommen sind: *Camellia japonica*, *Evonymus japonica* und *Dammara*.
Zunächst

***Camellia japonica*. (Vergl. Tabelle VII.)**

Hiervon kamen zwei verschiedene Pflanzen zur Untersuchung. Die eine wurzelte im Erdboden und breitete ihre Äste spalierartig an der Wand im Kalthause aus; sie war kräftig im Stamm und trug einen schönen Blattschmuck. Die andere Pflanze wuchs in einem Kübel, hatte grössere aber nicht so zahlreiche Blätter. Sobald die Witterung es erlaubte, wurde sie mit den anderen entsprechenden Gewächsen aus dem Kalthause zu mehrmonatlichem Aufenthalt ins Freie gebracht. Das Gewicht der Objekte war 25 gr und es waren nötig dazu von der Pflanze im Kübel 23 resp. 22 Stück im Sommer, im Winter je 22 Stück. Von der Pflanze im Kalthause im Sommer 31 resp. 32 Stück, im Winter 25 resp. 28 Stück.

Tabelle VII. Objekt: *Camellia japonica*.

Bemerkungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Gewicht	Dauer d. Versuchs in Std.	Temperatur in C-Grad	Zur Prfg. entnomm. Luftvol. in Strich.	Verminderg. dieses Volum. durch KOH	Verminderg. dieses Volum. d. $C_6H_3(OH)_3$	Prod. CO_2 i. Volumen-%	Abs. O i. Volumen-%	$\frac{Q}{CO_2}$	Bemerkungen
Sommer	16. 7. 98 80	23	97	25,0	5	24 ⁰⁰	51,60	0,55	9,80	1,06	1,65	0,64	im Kübel im Freien.
	16. 7. 98 81	22	98	"	"	"	51,55	1,05	9,50	2,04	2,03	1,00	
	18. 7. 98 82	31	97	"	"	24 ⁰⁰	51,05	0,40	9,95	0,78	1,20	0,65	im Boden im Gewächshause.
	18. 7. 98 83	32	98	"	"	"	51,50	0,50	10,20	0,97	0,84	1,15	
Winter	7. 2. 99 84	25	97	25,0	5	24	50,90	0,25	10,15	0,49	0,81	0,60	ebenso.
	7. 2. 99 85	28	98	"	"	"	50,35	0,40	10,05	0,79	0,74	1,10	
	8. 2. 99 86	22	97	"	"	24 ⁰⁰	50,00	0,25	9,96	0,50	0,81	0,62	im Kübel im Kalthause.
	8. 2. 99 87	22	98	"	"	"	51,00	0,40	9,64	0,78	0,78	1,00	

Dauer des Versuchs 5 Stunden. Zwei Jahrgänge. Bei der Vergleichung der Atmungstätigkeit dieser beiden Pflanzen stellte sich die bemerkenswerte Tatsache heraus, dass die in der freien Luft befindlichen Organe stärker atmeten wie die an das Kalthaus gefesselten. Es produzierten von der Kübelpflanze im Sommer CO_2 97er 2,06, 98er 2,04; absorbierten O 1,65 (97) und 2,03 (98); von der Gewächshauspflanze CO_2 97er 0,78, 98er 0,97; absorbierten O 1,20 (97) und 0,84 (98). Im Winter die ersteren CO_2 97er 0,50, 98er 0,78 und absorbierten O 0,81 (97) und 0,78 (98); die letzteren CO_2 97er 0,49, 98er 0,79 und absorbierten O 0,81 (97) und 0,74 (98). Aus diesen Zahlen ist auch

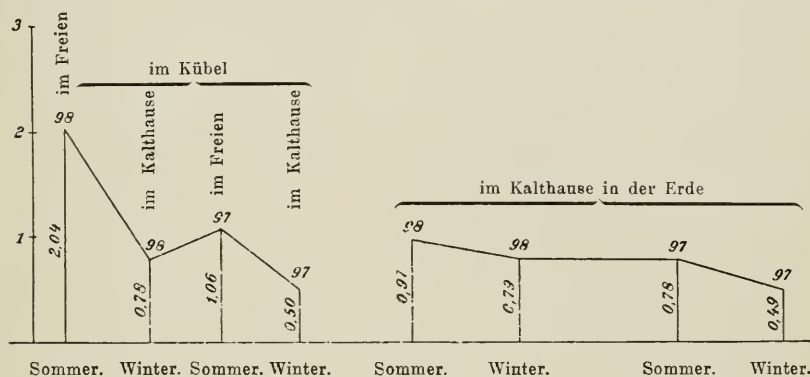


Abb. 9. Camellia.

ersichtlich, dass wieder die jüngeren Organe lebhafter atmen als die älteren. Der Quotient hatte Sommer und Winter denselben Wert, der sich durchgängig geringer zeigte bei den älteren als bei den jüngeren Blättern: 97er 0,63, 98er 1,06 im Mittel. Stärke fand sich im Sommer sehr reichlich vor, im Winter minimal.

Die Kurve (vergl. Abb. 9) zeigt für die stets in gleichen Verhältnissen bleibende Gewächshauspflanze die grösste Atmungstätigkeit im Sommer, 0,97, für die jüngsten Organe; mit zunehmendem Alter ein geringeres Herabgehen im Winter, 0,79. Dieser Wert bleibt auch im zweiten Sommer bestehen, 0,78, um sich dann im zweiten Winter um ein Bedeutendes zu vermindern, 0,49. Anders die Pflanze im Kübel. Bei ihr atmen die jüngsten Blätter über doppelt so viel, 2,04, im Sommer im Freien und fallen im Winter — in derselben Umgebung wie die Spalierpflanze — auch auf das

selbe Niveau, 0,78, herab. Für die zweite Vegetationsperiode ergibt sich dann wieder ein Aufschwung, 1,06, und schliesslich für den zweiten Winter derselbe Wert wie im Kalthause, 0,50.

Evonymus japonica. (Vergl. Tabelle VIII.)

Der Versuch mit *Evonymus* zeichnet sich dadurch aus, dass er von allen die höchsten Kohlensäureprocente ergab, nämlich über sechs. Im Winter war es schwer, von den älteren Blättern das nötige Gewicht zusammen zu bringen, da dieselben schon im De-

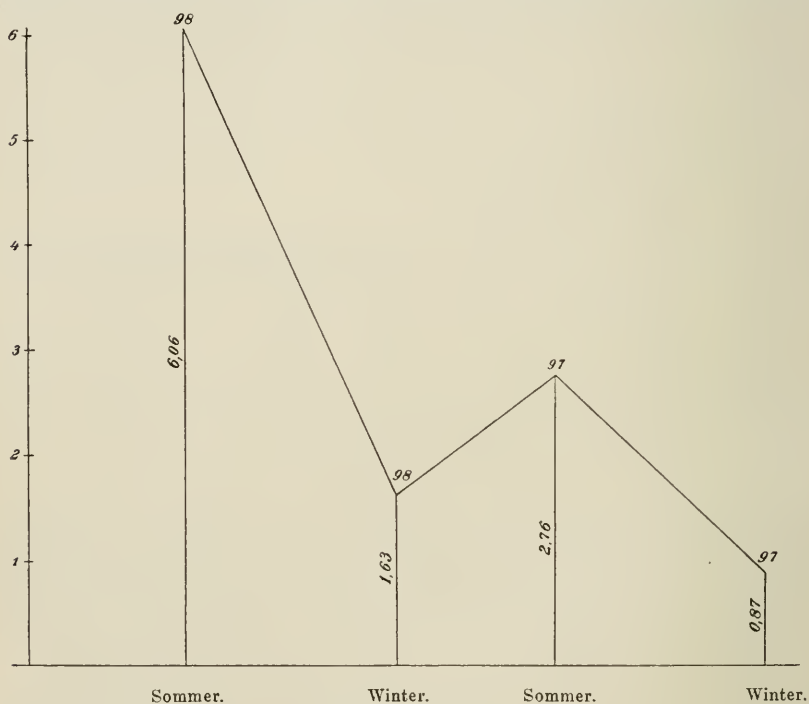


Abb. 10. *Evonymus*.

zember in grossen Massen abfallen. Es wurden untersucht zwei Jahrgänge, das Objektgewicht betrug 25 gr, wozu die älteren im Sommer 69, im Winter 70 Stück, die jüngeren 72 resp. 79 Stück liefern mussten. Versuchsdauer 5 Stunden. Da die Pflanze im Kalthause stand, so hatte sie im Winter Temperaturen unter 0° nicht auszuhalten.

Tabelle VIII. Objekt: *Evonymus japonica*.

Bemer- kungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Ge- wicht	Dauer d. Ver- suchs in Std.	Temperatur in C-Grad	Zur Pflanz-ent- nomm. Luft- vol. in Strich.	Verminderg. dieses Volum. d. C ₆ H ₈ (OH) ₃	Prod. CO ₂ l. Volumen-%	Abs. O l. Volumen-%	Q CO ₂ O	Bemer- kungen
Sommer	14. 7. 01 88	69	97	25,0	5	25 ⁰⁰	50,60	1,40	2,76	2,65	1,04	Im Sommer sehr viel Stärke, im Winter keine.
	14. 7. 01 89	72	98	"	"	"	50,80	3,05	6,06	5,61	1,08	
Winter	8. 1. 01 90	70	97	25,0	"	24 ⁰⁰	51,65	0,45	0,87	0,84	1,03	
	8. 1. 01 91	79	98	"	"	"	51,90	0,85	1,63	1,45	1,12	

Tabelle IX. Objekt: *Dammara robusta*.

Bemer- kungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Ge- wicht	Dauer d. Ver- suchs in Std.	Temperatur in C-Grad	Zur Pflanz-ent- nomm. Luft- vol. in Strich.	Verminderg. dieses Volum. d. C ₆ H ₈ (OH) ₃	Prod. CO ₂ l. Volumen-%	Abs. O l. Volumen-%	Q CO ₂ O	Bemer- kungen
	5. 7. 98 92		97	12,5	10	25 ⁰⁰	51,95	0,35	0,67	0,79	0,85	Im Sommer viel Stärke, im Winter makro- skopisch nicht nachweisbar
	5. 7. 98 93		98	"	"	"	50,35	0,75	1,49	1,69	0,88	
	6. 7. 98 94		96	"	"	"	51,00	0,32	0,63	0,72	0,87	

Die Durchschnittsleistung ergab für den Sommer an produzierter CO_2 4,41, an absorbiertem O 4,13; für den Winter CO_2 1,25, O 1,14.

Der Unterschied zwischen beiden Jahrgängen war sehr bedeutend; die älteren Blätter produzierten CO_2 im Sommer 2,76, im Winter 1,63.

Dementsprechend war der Sauerstoffverbrauch, in allen Fällen aber kleiner als die CO_2 -Produktion, sodass der Quotient stets etwas grösser wie 1 ausfiel.

Stärke war im Sommer sehr reichlich vorhanden, im Winter gar nicht. Die Kurve (vergl. Abb. 10) zeigt ein normales Bild.

Der ausserordentlich hohe Wert für die CO_2 -Produktion der jüngsten Blätter dürfte den sonst gefundenen Zahlen gegenüber vielleicht weniger auffällig erscheinen, wenn ich bemerke, dass die Objekte zu den ausgesprochen lederartigen nicht zu rechnen sind; sie kommen vielmehr in ihrem ganzen Habitus dem der Birke am nächsten.

Dammara robusta. (Vergl. Tabelle IX.)

Bei *Dammara* konnte auf drei Jahrgänge zurückgegriffen werden. Um das Material zu schonen, nahm ich nur 12,5 gr Objekte zum Versuch, dehnte denselben aber auf die Dauer von 10 Stunden aus. Leider sind mir die ziffernmässigen Belege für den Winter abhanden gekommen. Da mir aber die Atmungstätigkeit dieser Pflanze wegen ihres ständigen Aufenthaltes im Kalthause von Wichtigkeit war, so erinnere ich mich genau, dass nur für die jüngsten Blätter ein Nachlassen der Intensität zu konstatieren war, während die der älteren Blätter sowohl als auch die Quotienten aller Jahrgänge denen des Sommers gleichblieben. Naturgemäss schieden die jüngsten Blätter mehr CO_2 aus, als die älteren und zwar über zweimal soviel: 1,49, absorbierten O 1,69. Die demnächst älteren ergaben die Werte 0,67 CO_2 und 0,79 O, die ältesten 0,63 CO_2 und 0,72 O. Der Unterschied zwischen zwei- und dreijährigen Blättern ist also nur gering. Der Quotient war, wie schon erwähnt, Sommer und Winter fast gleich; er betrug im Mittel 0,86.

Da von allen Jahrgängen im Sommer und im Winter nur je ein Versuch ausgeführt wurde, so ist die Kurve (vergl. Abb. 11) mit den oben erwähnten Angaben identisch. Der höhere Wert

für die jüngsten Blätter im Sommer findet vielleicht dadurch seine Erklärung, dass letztere zur Zeit der Prüfung noch sehr zart waren,

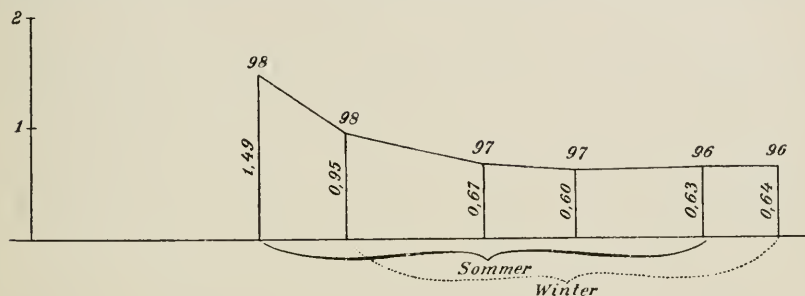


Abb. 11. Dammara.

sich also eventl. noch in der Entwicklung befanden, gegenüber dem älteren besonders zähen Material, hervorstechend durch diese Eigenschaft vor sämtlichen anderen Objekten.

Stärke war im Sommer viel vorhanden, im Winter makroskopisch nicht nachweisbar.

Im Verlaufe vorstehender Untersuchungen verschaffte sich auch die Frage Geltung, wie wohl die blattlosen Zweigachsen von Bäumen, die ihr Laub im Herbst verlieren, sich in ihrer Atmungs-tätigkeit verhalten. Ebenso lag es nahe, sich auch darüber zu informieren, wie diese Pflanzenteile sich im Sommer verhielten. Es versteht sich von selbst, dass die Sommerversuche nach der Entwicklung der Blätter, die Winterversuche gleich nach dem Abfallen derselben unternommen wurden. Voraussehen lässt sich auch, dass Zweige mit frühzeitiger Neigung zur reichlichen Holzbildung und solche ohne dieses Bestreben verschiedene Atmungserscheinungen geben werden.

Als Objekte wurden benutzt die Zweige von *Fraxinus Ornus* und *Aesculus lutea*. Man wird zugeben können, dass der äussere Habitus beider Arten Zweige ohne weiteres die Voraussetzung einer ungleichen Respirationstätigkeit zulässt. Namentlich die letztjährigen Triebe differieren erheblich in ihrem Aussehen.

Die Reihenfolge der Versuche war insofern anders, als der Winter dem Sommer vorangestellt wurde.

Das Gewicht der Objekte betrug ebenfalls 25 g. Sie wurden so ausgewählt, dass tunlichst gleich lange Stücke, bei denen auch die einzelnen Jahreszuwächse möglichst von gleicher Länge waren, zum Versuch kamen. Ausserdem geschah die Abtrennung an einem Blattansatz, nicht in der Mitte eines Internodiums. 25 g letztjährige Sprossachsen von *Fraxinus* hatten aneinandergelegt Anfang November und Februar eine Gesamtlänge von 0,75 m, im Juli die älteren ebenso, die jüngeren 0,90 m; von *Aesculus* zur selben Zeit im Winter 0,67 und 0,70 m, im Sommer 0,67 und neue 0,85 m.

Fraxinus Ornus. (Vergl. Tabelle X.)

Anfang November produzierten die letztjährigen CO_2 0,71 und absorbierten O 0,77. Am folgenden Tage, nachdem sie im nördlich gelegenen Gewächshause bei $7,4^\circ$ Temperatur aufbewahrt waren, fast ebenso: 0,71 CO_2 resp. 0,74 O. Wieder am folgenden Tage gaben neue Objekte 0,79 CO_2 resp. 0,82 O. Dieselben verblieben nun einen Tag im Wärmezimmer bei der Temperatur aufbewahrt, in der die Versuche gemacht wurden und jetzt fielen die Atmungswerte auf die Hälfte herab, nämlich 0,38 CO_2 -Prod. und 0,40 O-Abs. Die sprunghafte Temperaturerhöhung hat also eine vorübergehende starke Erhöhung der Atmung zur Folge gehabt, wie bei den Blättern. Die Quotienten schwankten zwischen 0,92 und 0,96, dürften also wohl als gleich angesehen werden.

Bei einer Prüfung Mitte Dezember zeigte sich ein ähnliches Resultat: 0,48 CO_2 -Prod. und 0,50 O-Abs., ebenso auch bei dem Versuch Mitte Februar: 0,46 CO_2 und 0,48 O. Beidemale wurden die Objekte einen Tag lang vorher im Wärmezimmer belassen. Die hier gefundenen Quotienten waren 0,96 und 0,95, also wie die früheren. Aus diesen Versuchen möchte man nebenbei noch schliessen, dass die Zweige nach dem Abfall der Blätter sofort ihre Winterruhe antreten. Im Sommer erreichen die Werte eine ziemliche Höhe. Die Zweige der vorletzten Vegetationsperiode atmen dreimal soviel aus (CO_2) und viermal soviel ein (O) als im Winter, nämlich CO_2 1,18 und O 1,78; bei einem zweiten Versuch CO_2 0,97 und O 1,82. Die Atmung der im Sommer ihrer Entstehung gewachsenen Sprossachsen ist noch bedeutend grösser. Sie produzieren CO_2 2,61 und 2,17, absorb. O 2,95 und 2,36. Der Unterschied zwischen diesen letzteren an zwei aufeinander folgenden

Tabelle X. Objekt: Fraxinus Ornus.

Bemerkungen	Tag und Nummer des Versuchs	Jahrgang	Gewicht	Dauer d. Versuchs in Std.	Temperatur in C-Graden	Zur Pflg. entnomm. Luftvol. in Strich.	Vermindertes Volum. d. K _{OH}	Vermindert. dieses Volum. d. C ₆ H ₅ (OH) _s	Prod. CO ₂ i. Volumen-%	Abs. O i. Volumen-%	Q CO ₂ O	Bemerkungen
Sommer		Länge der zus. gel. Zweige										
	7.11.98	95										
	8.11.98	96	25,0	5	24 ⁰⁰	53,18	0,38	10,60	0,71	0,77	0,92	nachd. l. Vers. im N. Gew. aufbewahrt.
	9.11.98	97	"	"	"	51,85	0,37	10,35	0,71	0,74	0,96	
	10.11.98	98	"	"	"	50,70	0,40	10,07	0,79	0,82	0,96	
	10.11.98	98	"	"	24 ⁰⁰	51,80	0,20	10,55	0,38	0,40	0,95	Objekt blieb i. W.-Z.
	15.12.98	99	"	"	24 ⁰⁰	51,85	0,25	10,50	0,48	0,50	0,96	T W. 23,40 C. Obj. l. Tag lang vorh. i. W. aufb. T. 23,80 C. ebenso.
	6. 2.99	100	"	"	24 ⁰⁰	51,85	0,24	10,51	0,46	0,48	0,95	
Winter	19. 7.99	101	25,0	5	26 ⁰⁰	50,70	0,60	9,55	1,18	1,78	0,60	
	19. 7.99	102	"	"	"	51,65	1,35	8,95	2,61	2,95	0,88	
	20. 7.99	103	"	"	"	51,50	0,50	9,70	0,97	1,82	0,53	
	20. 7.99	104	"	"	"	50,60	1,10	9,15	2,17	2,36	0,91	
	22. 7.99	105	"	"	"	50,80	0,50	9,50	0,98	1,96	0,50	
	22. 7.99	106	"	"	"	51,05	0,70	9,75	1,37	1,52	0,90	

Tagen gewonnenen Resultaten springt in die Augen und zeigt recht deutlich, dass ohne erkennbare Ursachen die Werte ziemlichen Schwankungen unterworfen sind. Auf Versuchsfehler dürfte die plötzliche Verschiedenheit nicht zurückzuführen sein, weil der Atmungsquotient fast derselbe ist. Die Nachversuche, die ich zwei Tage später mit den letzten Objekten (98 und 99er) anstellte, ergaben eine auch schon bei den Blättern erwiesene Tatsache: die älteren Zweige atmeten fast ebenso stark, die jüngeren dagegen fast merklich weniger als im Hauptversuch: 98er prod. CO_2 0,98, absorb. O 1,96; 99er CO_2 1,37, O 1,52. Also auch hier wieder die grössere Reaktionsfähigkeit der jüngeren Organe anormalen Verhältnissen gegenüber. Mit einigen Worten noch auf den Unterschied in den Leistungen der Zweige verschiedenen Alters zurückkommend möchte ich sagen, dass dieselben sich analog den Blättern verhielten.

Obwohl im Winter nur ein Jahrgang untersucht wurde, so ersieht man doch dadurch, dass die Winterversuche zuerst gemacht wurden, ganz deutlich die Differenz zwischen Sommer und Winter für

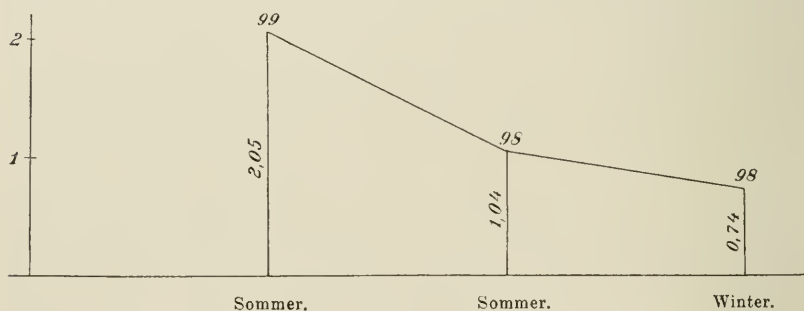


Abb. 12. Fraxinus.

die Objekte der jüngsten Vegetationsperiode, wie auch die Fähigkeit der Sprosse, sobald sie die zweite Vegetationsperiode erreicht haben, lebhafter zu atmen. Eine Eigentümlichkeit, die auch schon teilweise bei Pinus und durchgängig bei Camellia vorhanden war, zeigte sich auch hier bei der Berechnung des Quotienten. Während dieselben bei den jüngsten Organen Winter und Sommer sich fast in derselben Höhe hielten (0,95 bis 0,90 im Mittel, im Winter waren sie etwas grösser), gingen sie bei den älteren sehr herunter, 0,55 im Mittel, es wurde also von ihnen relativ mehr Sauerstoff

verbraucht. Für die älteren Zweige fehlen die diesbezüglichen Angaben im Winter. (Vergl. Abb. 12.)

Aesculus lutea. (Vergl. Tabelle XI.)

Ebenfalls Winterversuche vor den Sommersversuchen. Die Atmungsergebnisse waren in allen Fällen geringer wie die bei Fraxinus, was ich auf die von Jugend an stärkere Holzbildung bei ersterem zurückführe, zumal auch die Quotienten der jüngeren Sprosse weit hinter denen der Zweige von Fraxinus zurückbleiben. Am 19. November ergaben letztjährige Organe eine CO_2 -Prod. von 0,49, eine O-Abs. von 0,82. Am 20. Februar wurden produziert CO_2 0,54, abs. O. 0,85. Die Quotienten waren 0,59 und 0,63, also alle entsprechenden Werte annähernd gleich und zwar zu Beginn wie gegen Ende des Winters. Im Sommer, Juli, darauf nimmt die Atmung der Zweige aus der verflossenen Vegetationsperiode einen bemerkenswerten Aufschwung, erreicht aber nicht die Werte von Fraxinus. Die CO_2 -Prod. betrug einmal 1,06, die O-Abs. 1,90; das andere Mal CO_2 0,94, O 1,70. Die Quotienten waren 0,56 und 0,55.

Diese Übereinstimmung mit Fraxinus leite ich daher, dass auch bei diesem im zweiten Jahre die Holzbildung sehr viel stärker hervortritt. Der Unterschied in den Atmungswerten der letztjährigen Zweige von Aesculus gegenüber Fraxinus ist sonst

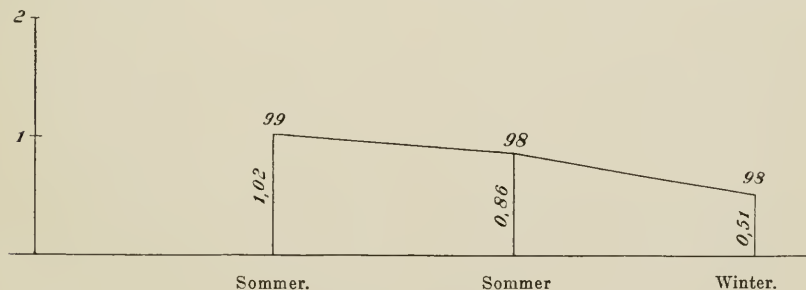


Abb. 13. Aesculus.

nicht recht erklärlich, da individuelle Eigentümlichkeiten irgend welcher Art sich doch auf alle Teile einer Pflanze erstrecken müssten. Jüngste Sprosse prod. CO_2 1,18 und abs. O 1,84, ferner

Tabelle XI. Objekt *Aesculus Inter.*

Bemerkungen	Tag und Nummer des Versuchs		Jahrgang	Gewicht	Dauer d. Versuchs in Std.	Temperatur in C-Grad	Zur Prfg. entnomm. Luftvol. in Strich.	Verminderg. dieses Volum. d. KOH	Verminderg. dieses Volum. d. $C_6H_3(OH)_3$	Prod. CO_2 i. Volumen-%	Abs O i. Volumen-%	$\frac{Q}{CO_2}$	Bemerkungen
Sommer	19.11.98 107	67 cm lang	98	25,0	5	25	50,95	0,25	10,15	0,49	0,82	0,59	
	20. 2.99 108	70 „ „	„	„	„	25 ¹⁰	50,50	0,27	10,04	0,54	0,85	0,63	
Winter	14. 7.99 109	67 cm lang	98	25,0	5	26 ⁰⁰	51,75	0,55	9,70	1,06	1,90	0,56	
	14. 7.99 110	80 „ „	99	„	„	„	50,85	0,60	9,55	1,18	1,84	0,64	
	16. 7.99 111	neue Obj.	98	„	„	26 ⁸⁰	51,84	0,49	9,83	0,94	1,70	0,55	
	16. 7.99 112	„	99	„	„	„	51,80	0,60	9,75	1,15	1,80	0,63	
	21. 7.99 113	diese Obj.	98	„	„	„	52,70	0,45	10,15	0,85	1,42	0,60	
	21. 7.99 114	„	99	„	„	„	50,75	0,40	10,10	0,79	0,79	1,00	

1,15 CO₂ resp. 1.80 O. Die Quotienten hatten die Werte 0,64 und 0,63, was gegen die von *Fraxinus* besonders auffällt. Die letzten Objekte wurden nach einigen Tagen nochmals untersucht, wobei die älteren ihren ersten Werten wenigstens nahe kamen, bei den jüngeren war die Atmung stark vermindert, der Quotient hatte sich ganz verschoben. Ältere prod. CO₂ 0,85, abs. O 1,42, Q 0,60; jüngere CO₂ 0,79, O 0,79, Q 1,00, wieder also ein Beweis von der geringeren Widerstandsfähigkeit junger Triebe. (Vergl. auch Abb. 13.)

Ich komme nun zum Schlusse dieser Untersuchungen und da lassen sich denn die Resultate zu folgendem Gesamtbild vereinigen:

1) Die Atmungstätigkeit ist unter normalen äusseren Bedingungen im Sommer grösser wie im Winter. Werden aber die Objekte im Winter schroffen Temperaturunterschieden ausgesetzt, bei sonst gleichen Versuchstemperaturen, so ist es erwiesen, dass die normalen Sommerwerte nicht nur erreicht, sondern sogar überholt werden können (*Hedera*, *Ilex*). Auch der Quotient $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$ ist gewöhnlich im Sommer grösser wie im Winter, kann aber ebenfalls entsprechend der Atmung überhaupt, den Sommerwerten gleichkommen.

2) Erstjährige Blätter atmen stets stärker¹ als mehrjährige und zwar scheint der Unterschied bei zarten Blättern am anscheinlichsten zu sein (*Evonymus*). Auch für Zweige scheint dies Geltung zu haben (*Fraxinus*).

Der Quotient $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$ war für beide Jahrgänge bei der Hälfte der Objekte annähernd gleich. Wo Unterschiede auftraten, d. h. wo er bei jüngeren grösser war als bei älteren, waren sie nur im Sommer zu konstatieren (*Hedera*, *Buxus*, *Fraxinus*, *Aesculus*); bei *Camellia* aber im Sommer und Winter.

Bei Wiederholungsversuchen mit denselben Objekten zeigte sich immer eine Verminderung der Atmung, die jedoch bei älteren geringer war als bei jüngeren.

3) Der Wechsel der Atmungstätigkeit wird im allgemeinen durch eine Kurve dargestellt, die in dem der ersten Vegetationsperiode folgenden Winter eine Senkung erfährt, in der zweiten Vegetationsperiode wieder aufsteigt, aber nicht bis zur Höhe des

¹ Pfeffer, Physiologie, II. Aufl. Bd. 1, S. 525.

ersten Sommers, in manchen Fällen auch nicht viel über die Werte des Winters. In der dritten Vegetationsperiode erfährt sie keine Hebung mehr, sinkt im Gegenteil noch etwas unter die Höhe des vorhergehenden Winters herab.

Zwiebeln und Knollen von **Allium Ceba und Solanum tuberosum.**

Die nun folgenden Untersuchungen über Zwiebeln von *Allium* und Knollen von *Solanum* hatten den Zweck, zu erfahren, wie sich beide Objekte in der Winterruhe äusseren Temperaturveränderungen gegenüber verhalten würden. Bei den Versuchen, wobei dieselben im Winter gepflanzt und künstlicher Sommertemperatur ausgesetzt werden, gelangt man bekanntlich zu dem Resultate, dass sie sich nicht entwickeln. Immerhin möchte man aber irgendwelche sich bemerkbar machende Reaktionen annehmen, die aber nicht mit dem Beginn einer Wachstumstätigkeit verknüpft sein müssen.

Die Bearbeitung derartiger Objekte ist natürlich einfacher und sicherer als die derjenigen Organe, welche man von dem Stamm entnehmen muss. Sie bilden ein in sich geschlossenes Ganzes, das für sich existenzfähig ist; es sind keine Verwundungen erforderlich und Nahrungsmangel ist nicht zu befürchten. Von diesen Knollen und Zwiebeln wurden die kleinsten ausgesucht, in der sicheren Annahme, dass sich Einflüsse aller Art bei diesen leichter und schneller im ganzen Organismus äussern mussten. In der Voraussetzung ferner, dass Knollen und Zwiebeln eine viel geringere Atmungsintensität entwickeln würden, als Blätter und Zweige, nahm ich zu den Proben eine erheblich grössere Gewichtsmenge und zwar von den Zwiebeln 100 g und von den Kartoffeln 200 g. Die Resultate bestätigten, dass ich recht daran getan hatte, denn bei beiden Objekten wären sonst die Anfangswerte, in fünf Stunden, kaum über die Versuchsfehler hinausgegangen. Zwiebeln und Kartoffeln wurden Ende Oktober gekauft und in einem Keller aufbewahrt. Die Temperatur in diesem Raume betrug während des Winters + 13,5 bis + 6° C.

Allium Ceba. Zwiebeln. (Vergl. Tabelle XII.)

1. Versuchsreihe 18. November bis 6. Dezember.

Zur Untersuchung 100 gr = 18 Stück.

Objekte lagen seit Ende Oktober bis 18. November gereinigt (durch Abspülen) und abgewogen im Keller in einer Kiste. Temperatur $+ 13,5^{\circ}$ C. Die Temperatur in den Versuchsgefäßen betrug 24,4 bis 25° C. Wenn Objekte von einem Versuch zum andern im Warmerzimmer verblieben, so geschah dies bei $23,5^{\circ}$ C. Versuchsdauer 5 Stunden.

Versuch a: aus dem Keller

$$\text{prod. CO}_2 \text{ 0,44, abs. O 0,91, } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}} \text{ 0,48.}$$

Nach dem Versuch in den Keller zurück und am nächsten Tage zum Versuch b:

$$\text{prod. CO}_2 \text{ 1,46, abs. O 1,14, } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}} \text{ 1,28,}$$

also eine bedeutende Erhöhung aller Werte. Objekte zurück in den Keller und vier Tage darauf zum Versuch c:

$$\text{prod. CO}_2 \text{ 0,80, abs. O 1,23, } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}} \text{ 0,62,}$$

Abfall und normalere Gestaltung des Quotienten. Objekte verblieben im Warmerzimmer und Tags darauf zum Versuch d:

$$\text{prod. CO}_2 \text{ 1,06, abs. O 1,35, } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}} \text{ 0,78.}$$

Am nächsten Tage darauf Versuch e:

$$\text{prod. CO}_2 \text{ 2,81, abs. O 2,43, } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}} \text{ 1,15.}$$

Tags darauf Versuch f: prod. CO₂ 1,72, abs. 1,36, $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$ 1,26.

„ „ „ g: „ „ 1,07, „ 1,19, „ 0,90.

„ „ „ h: „ „ 0,88, „ 1,02, „ 0,86.

Zurück in den Keller, woselbst die Temperatur bis auf $+ 11^{\circ}$ C. herabgegangen war, und zwei Tage nachher Versuch i:

$$\text{prod. CO}_2 \text{ 0,96, abs. O 1,24, } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}} \text{ 0,71.}$$

Tabelle XII. Objekt: Zwiebeln von *Allium Cepa* I.

Bemerkungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Gewicht	Dauer d. Versuchs in Std.	Temperatur in C-Grad	Zur Prfgenomm. Luftvol. in Strich.	Verminderg. dieses Volum. d. KOH	Verminderg. dieses Volum. d. $C_6H_5(OH)_3$	Prod. CO_2 i. Volumen-%	Abs. O i. Volumen-%	$\frac{O}{CO_2}$	Bemerkungen
nach 1 Tage	18.11.98 115	18	98	100,0	5	24 ^{so}	52,06	0,23	10,33	0,44	0,91	0,48	seit Ende Okt. i. N.K. T. 13,5°C auflew. i. N.K.
" 4 "	19.11.98 116	"	"	"	"	24 ^{so}	51,25	0,75	9,95	1,46	1,28	1,28	auflew. i. N.K.
" 1 "	23.11.98 117	"	"	"	"	24 ^{so}	51,00	0,40	9,90	0,80	1,28	0,62	ebenso.
" 1 "	24.11.98 118	"	"	"	"	"	51,60	0,55	9,95	1,06	1,35	0,78	auflew. i. W.Z. T. 23,50 C.
1 "	25.11.98 119	"	"	"	"	24 ^{so}	53,35	1,50	9,55	2,81	2,43	1,15	ebenso.
1 "	26.11.98 120	"	"	"	"	"	53,35	0,80	10,45	1,72	1,36	1,26	ebenso.
1 "	29.11.98 121	"	"	"	"	"	51,40	0,55	10,00	1,07	1,19	0,90	ebenso.
1 "	30.11.98 122	"	"	"	"	"	50,65	0,45	9,95	0,88	1,02	0,86	ebenso.
2 "	2.12.98 123	"	"	"	"	"	51,70	0,50	10,04	0,96	1,24	0,71	auflew. im K. T. 11°C.
4 "	6.12.98 124	"	"	"	"	25	51,36	0,36	10,14	0,70	1,16	0,60	ebenso.
"	4. 2.99 131	diese Obj., Gewichtsabn. 12,5 g, aufbewahrt im N.K. T. 6—8°C	"	"	"	24 ^{so}	50,20	0,45	9,90	0,90	0,96	0,95	

Georg Schmidt,

Objekt: Zwiebeln von *Allium Cepa* II.

nach 1 Tage	7.12.98 125	18	98	100,0	5	25	50,45	0,25	10,00	0,49	1,12	0,43	s. Ende Okt i. N.K. T. b. 11°C.
" 1 "	8.12.98 126	"	"	"	"	"	51,40	0,45	10,00	0,87	1,22	0,71	ebenso.
" 1 "	9.12.98 127	"	"	"	"	"	25,40	0,22	4,95	0,86	1,28	0,67	W.Z. T. 24°C.
1 "	10.12.98 128	"	"	"	"	"	50,70	0,45	9,85	0,89	1,28	0,70	ebenso.
3 "	13.12.98 129	"	"	"	"	24 ^{so}	50,60	0,25	9,90	0,49	1,08	0,45	ebenso.
"	10. 2.99 130	dies. Obj., Gewichtsabnahme 11,0 g, aufbewahrt im N.K. T. 6—8°C	"	"	"	24 ^{so}	51,00	0,39	10,11	0,76	0,87	0,87	

Objekte wieder in Keller und nach vier Tagen Versuch k:

$$\text{prod. CO}_2 \text{ 0,70, abs. O 1,16, } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}} \text{ 0,60.}$$

Auffallend in dieser Versuchsreihe ist der Umstand, dass jedesmal, wenn die Reizwirkung sich in einer bedeutenden CO_2 -Produktion bemerkbar machte, verhältnismässig wenig O absorbiert wurde, sodass der Quotient beträchtlich über den Wert 1,00 hinausging.

2. Versuchsreihe 7.—13. Dezember.

Dieselbe verlief in viel kürzerer Zeit und mit grosser Präzision. Gleiches Gewicht, gleiche Stückzahl, aber neue Objekte.

Versuch a aus Keller, $+ 11^\circ \text{ C.}$:

$$\text{prod. CO}_2 \text{ 0,49, abs. O 1,12, } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}} \text{ 0,43.}$$

In den Keller zurück und nach einem Tage Versuch b:

$$\text{prod. CO}_2 \text{ 0,87, abs. O 1,22, } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}} \text{ 0,71,}$$

nach einem Tage Versuch c: Aufenthalt im Wärmezimmer:

$$\text{prod. CO}_2 \text{ 0,86, abs. O 1,28; } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}} \text{ 0,67,}$$

nach einem Tage Versuch d: Aufenthalt im Wärmezimmer:

$$\text{prod. CO}_2 \text{ 0,89, abs. O 1,28, } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}} \text{ 0,70,}$$

nach drei Tagen Versuch e: Aufenthalt im Wärmezimmer:

$$\text{prod. CO}_2 \text{ 0,49, abs. O 1,08, } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}} \text{ 0,45.}$$

Nachversuch mit der ersten Probe am 4. 2, aufbewahrt im Keller bei Temperatur bis herab auf $+ 6^\circ \text{ C.}$:

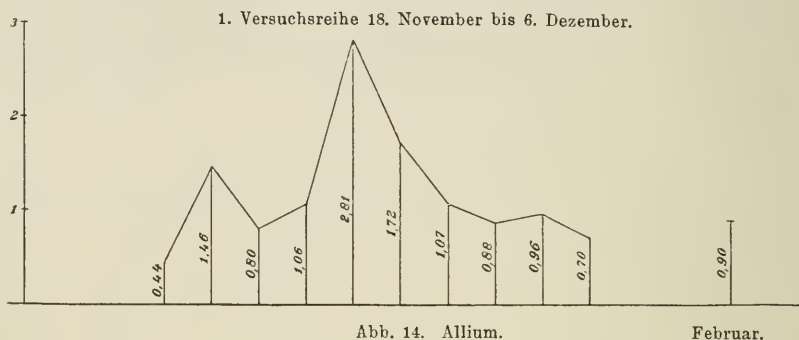
$$\text{prod. CO}_2 \text{ 0,90, abs. O 0,96, } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}} \text{ 0,95.}$$

Nachversuch mit der zweiten Probe unter denselben Bedingungen am 10. 2:

$$\text{prod. CO}_2 \text{ 0,76, abs. O 0,87, } \frac{\text{CO}_2}{\text{O}} \text{ 0,87.}$$

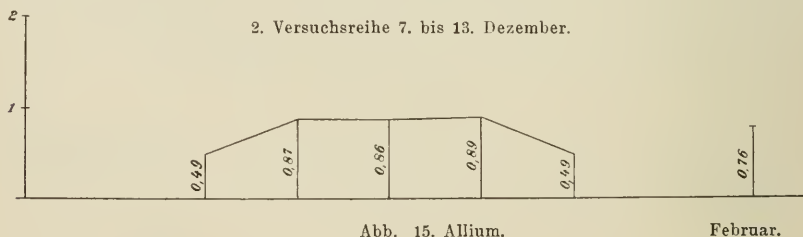
Bei beiden Gewichtsabnahme konstatiert: 12,5 und 11 gr. Beide waren teilweise auch äusserlich aus ihrer Ruhe herausgetreten, indem die grosse Mehrzahl der Objekte bereits Stengel zu treiben begann.

Bei Betrachtung der beiden Hauptversuchsreihen ist zunächst zu bemerken, dass ihr zeitliches Auseinanderliegen beabsichtigt gewesen ist: ich wollte wissen, ob später (20 Tage) in Arbeit genommene Objekte einen nennenswerten Unterschied zeigten. Diese



Voraussetzung ist in der Tat eingetroffen, was dadurch bewiesen wird, dass 1) die zweite Reihe nur halb soviel Zeit erforderte, um fast zu denselben Anfangswerten zurückzugelangen und dass 2) die zweite Atmungskurve einen viel niedrigeren und gleichmässigeren Verlauf nahm, als die erste.

Bei beiden Reihen sind die Anfangswerte fast übereinstimmend. Der sonstige Verlauf der Versuche ist sowohl aus den oben angeführten Daten, wie auch aus der Tafel (vergl. Abb. 14 und 15)



ersichtlich. Als Resultat möchte ich in diesem Falle annehmen, dass auch die Winterruhe verschiedene Phasen hat, welche sich nicht nur in der CO_2 -Produktion, sondern auch in der O-Absorption und schliesslich im Werte der Quotienten bemerklich machen. Bei dem Nachversuch Anfang Februar stellte ich bei beiden Proben sogleich eine höhere CO_2 -Produktion fest und auch der Quotient $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$ erreichte sofort

fast den Wert 1,00, also auch hierin ein Zeichen des Aufhörens der Winterruhe.

Solanum tuberosum¹⁾. Knollen. (Vergl. Tabelle XIII.)

1. Versuchsreihe 3.—16. November.

Temperaturen dieselbe wie bei *Allium*, auch die sonstigen Bedingungen. Gewicht 200 gr = 24 Stück. Versuchsdauer 5 Stunden.

Versuch a: aus dem Keller

prod. CO₂ 0,66, abs. O 0,84, $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$ 0,78.

						prod. CO ₂	abs. O	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$
Nach 1 tägigem Aufenth. im Wärmeez. Vers. b:						1,43	1,64	0,87
„	3	„	„	„	„	c: 0,99	1,13	0,88
„	1	„	„	„	„	d: 0,97	1,14	0,85
„	1	„	„	„	„	e: 0,82	1,03	0,80
„	1	„	„	„	„	f: 0,67	0,98	0,70
„	1	„	„	„	„	g: 0,64	0,98	0,65
„	4	„	„	Keller	„	h: 0,62	0,83	0,74
„	1	„	„	„	„	i: 0,89	1,20	0,74
Nachversuch am 4. 2 aus Keller:						0,97	1,26	0,77

2. Versuchsreihe 18. November bis 6. Dezember.

Alle Verhältnisse wie bei der ersten. Neue Objekte, Gewicht 200 gr = 24 Stück.

Versuch a: aus Keller

prod. CO₂ 0,63, abs. O 0,84, $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$ 0,75.

						prod. CO ₂	abs. O	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$
Nach 1 tägigem Aufenth. im Keller Vers. b:						1,08	1,11	0,97
„	4	„	„	„	„	c: 0,60	0,84	0,71
„	1	„	„	Wärmeez.	„	d: 0,89	1,34	0,66
„	2	„	„	„	„	e: 0,95	1,11	0,85
„	3	„	„	„	„	f: 0,82	1,07	0,76
„	1	„	„	„	„	g: 1,44	1,53	0,94
„	2	„	„	„	„	h: 0,98	1,24	0,79
„	4	„	„	Keller	„	i: 0,96	1,33	0,72
Nachversuch am 5. 2 aus Keller:						0,88	1,25	0,70

¹ Müller-Thurgau, Landwirtsch. Jahrbücher 1885. Bd. 14, S. 857 u. ff.

Tabelle XIII a. Objekt. Knollen von *Solanum tuberosum* L.

Bemerkungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Gewicht	Dauer d. Versuchs in Std.	Temperatur in C-Grad	Zur Prfg. entnomm. Luftvol. in Strich.	Vermind. dieses Volum. d. KOH	Vermind. dieses Volum. d. C ₆ H ₃ (OH) ₃	Prod. CO ₂ i. Volumen-%	Abs. O i. Volumen-%	$Q \frac{CO_2}{O}$	Bemerkungen
nach 1 Tage	3.11.98 132	24	98	200,0	5	24 ⁶⁰	52,70	0,35	10,45	0,66	0,84	0,78	seit Ende Okt. im N. K. T. 13,50 C.
	4.11.98 133	"	"	"	"	24 ⁸⁰	52,30	0,75	9,90	1,43	1,64	0,87	aufbew. i. W. Z. T. 24° C.
" 3 "	7.11.98 134	"	"	"	"	24 ⁶⁰	52,52	0,52	10,25	0,99	1,13	0,88	ebenso.
" 1 "	8.11.98 135	"	"	"	"	"	53,32	0,52	10,40	0,97	1,14	0,85	ebenso.
" 1 "	9.11.98 136	"	"	"	"	"	50,90	0,42	10,00	0,82	1,03	0,80	ebenso.
" 1 "	10.11.98 137	"	"	"	"	24 ⁶⁰	52,20	0,35	10,30	0,67	0,98	0,70	ebenso.
" 1 "	11.11.98 138	"	"	"	"	24 ⁶⁰	51,68	0,33	10,20	0,64	0,98	0,65	ebenso.
" 4 "	15.11.98 139	"	"	"	"	24 ⁸⁰	51,45	0,32	10,23	0,62	0,83	0,74	aufbew. i. N. K. T. 12,50 C.
" 1 "	16.11.98 140	"	"	"	"	24 ⁶⁰	50,50	0,45	9,83	0,89	1,20	0,74	ebenso.
	4. 2.99 141	dies. Obj., Gewichtsabnahme 12,5 g aufbewahrt im N. K. T. 6—8° C			"	24 ⁶⁰	51,05	0,50	9,90	0,98	1,26	0,78	

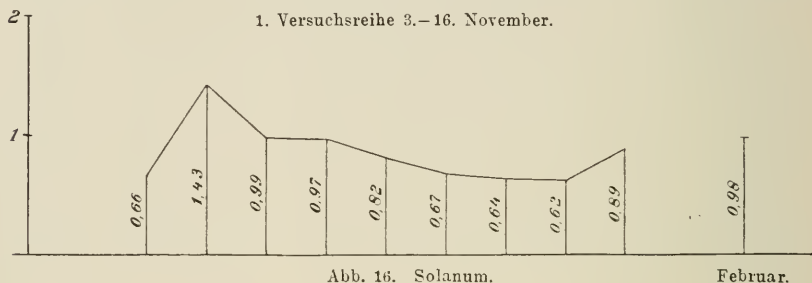
Tabelle XIIIb. Objekt: Knollen von *Solanum tuberosum* II.

Bemerkungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Gewicht	Dauer d. Versuchs in Std.	Temperatur in C-Grad	Zur Prfg. entnomm. Luth.	Verminderg. dieses Volum. d. KOH	Verminderg. dieses Volum. d. C ₆ H ₅ (OH) ₃	Prod. CO ₂ i. Volumen-%	Abs. O i. Volumen-%	Q CO ₂ O	Bemerkungen
nach 1 Tage	18.11.98 142	24	98	200,0	5	24 ⁸⁰	47,10	0,30	9,31	0,63	0,84	0,75	s. Ende Okt i N. K.T. b. 25,0 C.
" 4 "	19.11.98 143	"	"	"	"	"	50,70	0,55	9,90	1,08	1,11	0,97	ebenso.
" 1 "	23.11.98 144	"	"	"	"	24 ⁴⁰	50,00	0,30	9,90	0,60	0,84	0,71	ebenso.
" 1 "	24.11.98 145	"	"	"	"	24 ³⁰	50,45	0,45	9,75	0,89	1,34	0,66	aufbew. i. W.Z. T. 23,50 C.
" 2 "	26.11.98 146	"	"	"	"	24 ⁸⁰	52,45	0,50	10,25	0,95	1,11	0,85	ebenso.
" 3 "	29.11.98 147	"	"	"	"	"	48,95	0,40	9,60	0,82	1,07	0,76	ebenso.
" 1 "	30.11.98 148	"	"	"	"	"	52,00	0,75	9,90	1,44	1,53	0,94	ebenso.
" 2 "	12.12.98 149	"	"	"	"	"	51,00	0,50	9,90	0,98	1,24	0,79	ebenso.
" 4 "	6.12.98 150	"	"	"	"	25	51,60	0,50	9,97	0,96	1,33	0,72	aufbew. i. K.F. 11° C.
"	5.12.98 151	dies. Obj., Gewichtsabnahme 10,5 g aufbewahrt im N.K. T. 6-8° C			"	24 ⁵⁰	52,00	0,46	10,10	0,88	1,25	0,70	

Objekt: Knollen von *Solanum tuberosum* III.

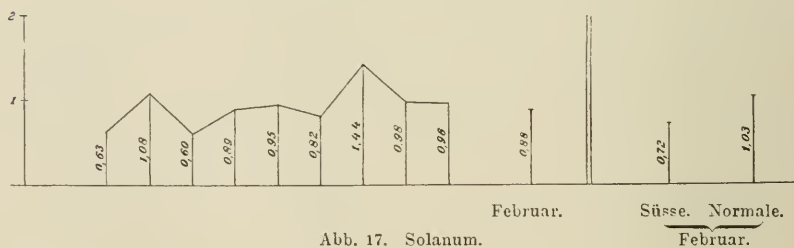
16. 2.99 152	20	weich gewordene	200,0	5	25	45,40	0,30	8,60	0,66	1,78	0,37	
17. 2.99 152	aufbewahrt in Frosttemperatur	wie vor		"	"	51,30	0,40	10,00	0,78	1,20	0,65	
16. 2.99 154	14	norm.geblieb.	200,0	"	"	50,95	0,55	9,95	1,07	1,10	0,97	
17. 2.99 155	"	"	"	"	"	50,40	0,50	9,90	0,99	1,00	0,99	

Bei den Knollen (vergl. Abb. 16 und 17) war trotz des zeitlichen Auseinanderliegens der beiden Versuchsreihen ein derartig prägnanter Unterschied in den Resultaten wie bei den Zwiebeln nicht zu beobachten. Namentlich die Werte der zweiten Reihe sind sprunghaft und es lässt sich daher der Überblick am leichtesten



dadurch gewinnen, indem man das arithmetische Mittel nimmt. Es ergeben sich dann für die erste Reihe folgende Zahlen: CO₂ 0,85, O 1,08, $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$ 0,78; für die zweite Reihe: CO₂ 0,92, O 1,16, $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$ 0,79. Das sind gewiss minimale Differenzen, die man durchaus vernachlässigen kann. Die Anzahl der Versuche war in beiden Reihen

2. Versuchsreihe 18. November bis 6. Dezember.



gleich, die Zeitdauer bei der zweiten Reihe 5 Tage grösser, auch die Anordnung verschieden. In der ersten Reihe blieben die Objekte gleich nach dem ersten Versuch zu dauerndem Aufenthalte im Warmerzimmer. Die Atmungswerte erreichten sofort ihre grösste Höhe, um dann langsam aber stetig auf die Anfangszahlen zurückzusinken. Der Versuch h wäre vielleicht der Ausgangspunkt einer neuen Kurve geworden. Die Anordnung der zweiten Reihe prägte

sich in der sehr unregelmässigen Kurve aus. Nach drei Versuchen, die aus dem Keller heraus gemacht wurden, konnte ich schon wieder die Anfangswerte konstatieren, während nach dem nun folgenden dauernden Aufenthalt im Wärmezimmer dieselben nicht ganz wieder erreicht sind, ausschliesslich des Quotienten.

Die Nachversuche am Anfang Februar stimmten, wie bei den Zwiebeln, auch fast überein und zeigten gegenüber den Anfangswerten der Hauptversuche schon eine Erhöhung, ausgenommen die sich gleichbleibenden Quotienten, sodass die Winterruhe noch bestanden zu haben scheint.

Mitte Februar stellte ich noch einige Proben an mit solchen Objekten, die durch Frost gelitten hatten, und mit normal gebliebenen. Der Zustand der teilweise erfrorenen Kartoffeln ist bekannt: zusammengeschrumpft, weich und wässrig, Geschmack süsslich.

Auch hier sei der in diesem Falle auffallende Unterschied in Durchschnittszahlen angegeben:

süsse Kartoffeln CO_2 0,72, O 1.49, $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$ 0,51,

normale Kartoffeln „ 1,03, „ 1,05, „ 0,98.

Die Werte für die letzteren zeigen demnach zu diesem Zeitpunkt den Eintritt der Vegetationsperiode an.

Wir sehen also, dass in der Winterruhe Temperaturerscheinungen vorübergehende Reizwirkung zur Folge haben, wie bei Blättern und Zweigen, sodass wir durch die Atmung Werte erhalten, die einmal auf Temperaturwirkung beruhen, dann aber auch auf den inneren Vegetationszustand zurückzuführen sind.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Wissenschaftlichen Botanik](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Schmidt Georg

Artikel/Article: [Über die Atmung ein- und mehrjähriger Blätter im Sommer und im Winter 61-107](#)