

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 Atmungstätigkeit 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 Abfallen 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 abgesperrten Luftmenge vermittelst 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 Versuche derselben Pflanze mit dem gleichen Lebendgewicht ausgeführt und tunlichst auch gleichviel Blätter genommen. Bei den blattlosen Zweigachsen von *Fraxinus* und *Aesculus* gleiches Gewicht und möglichst gleiche Länge der Zweigstücke.

Die abgetrennten Objekte wurden von etwa anhaftendem Staub und Russ durch hinreichendes Abspülen gereinigt. Auf die Wundreaktion 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 Versuchsgefässer 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) erwärmt 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 Wärmezimmers hin und wieder zu bemerken, betragen jedoch nur bis zu 1 Grad. In dieses Wasser wurden die zur eigentlichen Aufnahme der Objekte bestimmten Gefässer derart eingesenkt, dass die Verschlüsse davon überspült wurden. Die Gefässer 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 Gefässer mit schwarzer Tuche umbunden, um so einen Verbrauch von CO₂

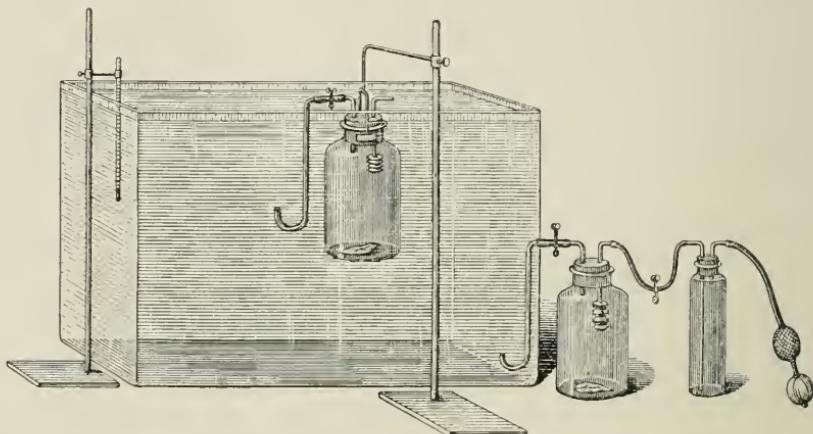


Abb. 1. Apparat zum Sammeln der Atmungsgase.

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 Génève 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 weitlumigen Rohre zu viel verbraucht worden.

So ausgerüstet verblieben die Gefässer 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 Atmungsgefäß 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 Versuchsgefäß 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. Scienz. 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 CO₂ hergestellten Luftgemischen recht unliebsam bemerkbar, dass die

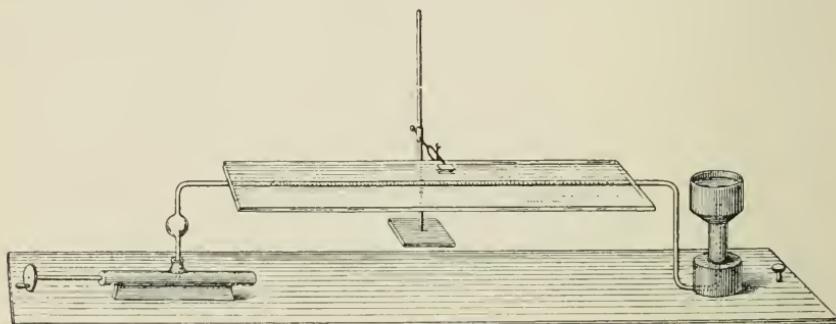


Abb. 2. Apparat Bonnier-Mangin, zum Analisieren der Atmungsgase.

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 Sehwinkel 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 CO₂. 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 erübrigत nun noch, zu erwähnen, dass ich bei den manniгfachen 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 CO₂ 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 Temperaturerniedrigung 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 Gefässtluft 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 1,80, dagegen merkliche Abnahme der O-Absorption 1,34. Die jüngeren wiesen indes für beides erhebliche Veränderung 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.**

Bemer-kungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Ge-wicht	Dauer d. Ver-suchsin Std.		Temperatur in C-Grad	Zur Prfg. ent-nomm. Luft-vol. in Strich.	Verminderung dieses Volum. d. KOH	Verminderung dieses Volum. d. $C_6H_3(OH)_3$	Prod. CO_2 i. Volumen-%	Abs. O i. Volumen-%	$\frac{Q}{CO_2}$	Bemer-kungen	
Sommer															
	7. 6. 98	1	36	96	25,0	5	24 ⁶⁰	52,50	0,50	10,30	0,95	1,03	0,92		
	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 ⁶⁰	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		
	16.12.98	6	33	98	"	"	"	50,45	0,42	9,73	0,88	1,39	0,60		
—2° Kälte	10. 1. 99	7	33	97	"	"	24 ⁶⁰	51,00	0,70	9,60	1,37	1,74	0,79		
—2° Kälte in d. Nacht vorh.	10. 1. 99	8	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			

Winter keine
Stärke.

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,

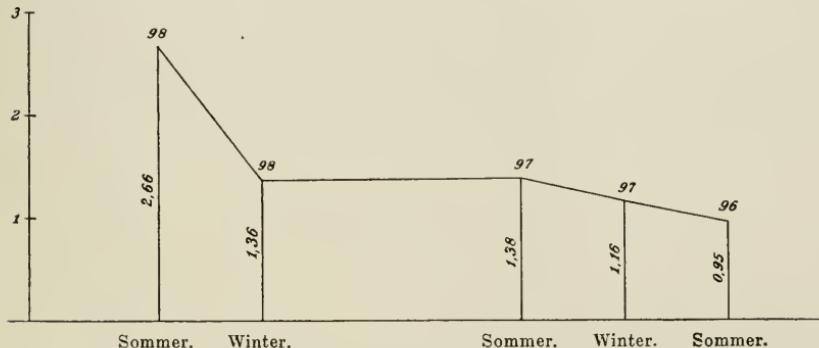


Abb. 3. Rhododendron.

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 verschiedenes 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.

Bemer-kungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Ge-wicht	Sommer		Dauer d. Ver-suchs in Std.	Temperatur in C-Grad	Zur Prfg. ent-nomm. Luft-vol. in Strich,	Verminderg.-dieses Volum.-durch KOH	Verminderg.-dieses Volum.-durch $C_6H_3(OH)_3$	Prod. CO_2 i. Volumen-%	Abs. O i. Volumen-%	$\frac{O}{CO_2}$	Bemer-kungen	
	9. 6. 98 11	23	97	25,0	5	24 ⁸⁰	50,75	0,65	9,70	1,28	1,48	0,87				
	9. 6. 98 12	24	98	"	"	51,10	1,40	9,10	2,74	2,53	1,08					
	20. 6. 98 13	21	97	"	25	51,15	0,55	9,90	1,07	1,28	0,84					
	20. 6. 98 14	19	98	"	"	51,70	1,00	9,65	1,93	1,81	1,06					
	8. 8. 98 15	18	97	"	"	51,80	0,40	10,50	0,77	0,80	0,96					
	8. 8. 98 16	20	98	"	"	51,15	0,75	9,90	1,46	1,20	1,21					
	9. 8. 98 17	19	97	"	25 ²⁰	51,80	0,55	10,35	0,67	0,73	0,92					
	9. 8. 98 18	20	98	"	"	52,05	0,75	9,95	1,45	1,44	1,00					
	11. 8. 98 19	21	97	"	"	52,20	0,45	10,35	0,86	0,84	1,02					
Im Sommer reichlich	11. 8. 98 20	21	98	"	"	51,50	0,85	9,85	1,65	1,40	1,20					
	17. 8. 98 21	dies. Obj.w-15	97	"	25 ²⁰	51,80	0,35	10,30	0,67	0,83	0,80	gleichbleibd.				
	17. 8. 98 22	(dt.)	98	"	"	51,80	0,60	10,10	1,16	1,12	1,04	abfallend nach länger. Pause				
Winter bis 20°C Kälte	13. 1. 99 23	20	98	25,0	5	24 ⁶⁰	51,50	1,10	9,50	2,13	2,00	1,06 norm.geblieb.				
dto.	13. 1. 99 24	60	98Johannestr.	"	"	50,70	1,70	8,60	3,35	3,29	1,02	rotgefärbi				
dto.	14. 1. 99 25	—	98	"	"	51,00	0,95	9,55	1,86	1,76	1,05	normal				
dto.	14. 1. 99 26	—	98Johannestr.	"	"	49,80	1,00	9,00	2,01	2,00	1,00	rotgefärbi				
	18. 1. 99 27	20	98	"	24 ⁸⁰	50,65	1,05	9,25	2,07	2,19	0,94	normal				
	18. 1. 99 28	57	98Johannestr.	"	"	50,70	1,45	8,75	2,86	3,08	0,93	rotgefärbi				
Im Winter keine Stärke	18. 1. 99 29	—	98	"	"	51,10	0,75	9,75	1,47	1,52	0,96	normal				
	18. 1. 99 30	—	98Johannestr.	"	"	50,90	1,05	9,25	2,06	2,29	0,90	rotgefärbi				

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 ersten bei jedem Versuch doppelt soviel CO₂ abgaben, wie die letzteren. Im Winter war die Differenz nicht so gross. Bemerkenswert war bei den Sommerversuchen die Wahrnehmung, dass sie, zu verschiedenen Zeiten angestellt, ziemlich abweichende Resultate lieferten. So zeigten 97er Blätter (zweijährige) Anfang Juni 1,28 CO₂ (1,48 O), 98er (ein- oder letzjährige) 2,74 CO₂ (2,53 O). Ende Juni 97er 1,07 CO₂ (1,28 O), 98er 1,93 CO₂ (1,81 O). Anfang August 97er 0,77 CO₂ (0,80 O), 98er 1,46 CO₂ (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:

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

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

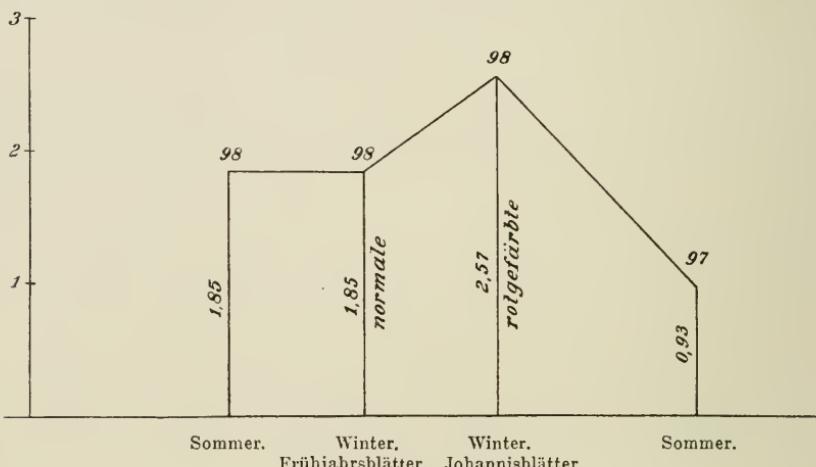


Abb. 4. Hedera.

Blätter Sommer und Winter dieselben CO₂-Werte anzeigen, 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 Blattstielen 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*.

Bemer-kungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Ge- wicht	Dauer d. Ver- suchs in Std.	Temperatur in °C-Grad	Zur Präfe-nz- Vol. in Stříček.	Verminde-re, dieses Volum.	d. KOH	Verminde-re, dieses Volum.	i. Prod. CO ₂ d. G ₆ H ₅ (OH) ₂	i. Volumen-%/ Abs. O ₂	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 letztyährigen grösser (2,78) als bei den älteren (0,82), jedoch nicht in demselben 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

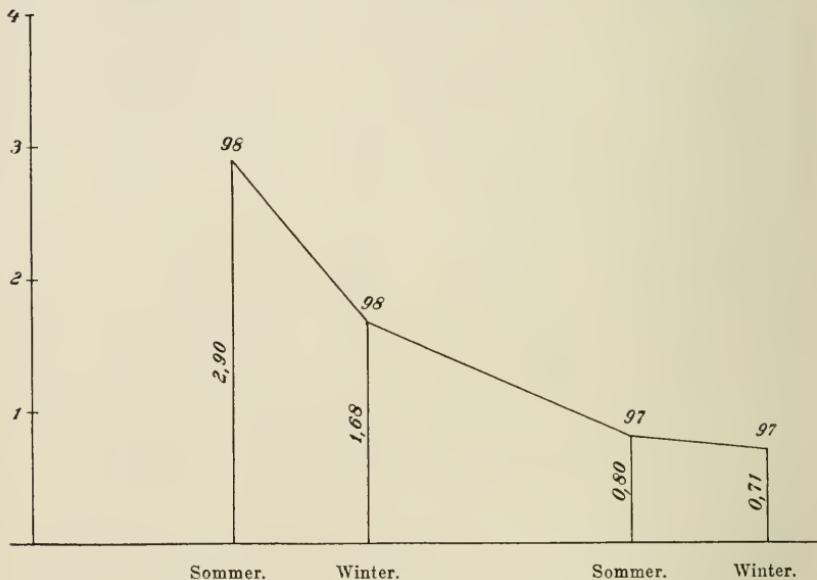


Abb. 5. Buxus.

als die älteren. Letzterer Tätigkeit ist derselben des Sommers fast gleich, etwas kleiner: 0,71 CO_2 , 0,70 O, während die ersten 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 industrieichen 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

Georg Schmidt,

Tabelle IV. Objekt: *Picea excelsa* Link.

Bemer-kungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Ge-wicht	Dauer d. Ver-suchs in Std.		Temperatur in C-Grad	Zur Prfg. ent-nomm. Luft-vol. in Strich.	Verminderg. dieses Volum. d. KOH	Verminderg. dieses Volum. d. C ₆ H ₈ (OH) ₃	Prod. CO ₂ i. Volumen-%	Abs. O. i. Volumen-%	Q CO ₂ /O	Bemer-kungen
Sommer														
Botanischer Garten	12. 6. 98 37	20	Stämmch.	97	25,0	5	25 ¹⁰	51,35	0,95	9,50	1,85	2,00	0,95	
	12. 6. 98 38	21	"	98	"	"	51,55	1,45	9,00	2,81	2,88	0,97		
	23. 7. 98 39	25	"	97	"	"	51 ¹⁰	51,55	0,65	9,90	1,26	1,39	0,90	
	23. 7. 98 40	29	"	98	"	"	51,40	1,00	9,60	1,94	1,87	1,03		
	26. 7. 98 41	dies.Obj.NW.39	"	97	"	"	51,85	0,65	10,00	1,25	1,31	0,97		
	26. 7. 98 42	dies.Obj.w.40	"	98	"	"	51,50	0,75	9,82	1,46	1,43	1,02		
Wald	14. 6. 98 43	45	Stämmch.	97	25,0	5	24 ¹⁰	50,32	0,80	9,52	1,59	1,62	0,98	
	21. 7. 98 44	32	"	98	"	"	50,60	1,10	9,20	2,17	2,26	0,96		
	21. 7. 98 45	50	"	97	"	4	25 ¹⁰	51,70	0,50	10,15	1,21	1,27	0,95	
	21. 7. 98 46	52	"	98	"	5	51,55	0,76	9,80	1,47	1,55	0,94		
	22. 7. 98 47	48	"	97	"	"	51,40	0,80	9,70	1,47	1,67	0,93		
Im Sommer reichl. Stärke	22. 7. 98 48	49	"	98	"	"	51,15	0,95	9,50	1,86	1,92	0,96		
Winter														
Botanischer Garten	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		
	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	"	"	51,44	0,34	10,10	1,08	0,61			
	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	"	"	49,15	0,45	9,65	0,91	1,03	0,88	nach 3-tägig.	
	23. 2. 99 56	27	"	98	"	"	50,98	0,58	9,90	1,18	1,20	0,94	Frost.	
Wald	28. 1. 99 57	20	Stämmch.	97	25,0	5	24 ¹⁰	50,90	0,60	9,80	1,18	1,36	0,86	nach Frost
Im Winter keine Stärke	1. 2. 99 58	23	"	98	"	"	51,00	0,90	9,50	1,76	1,88	0,93	-3° C.	
	1. 2. 99 59	22	"	97	"	"	50,60	0,60	9,75	1,18	1,34	0,87	bei dauernd.	
	1. 2. 99 60	28	"	98	"	"	51,10	0,90	9,50	1,76	1,92	0,91	Frost.	

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 voreilig 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 Sommerversuchen 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

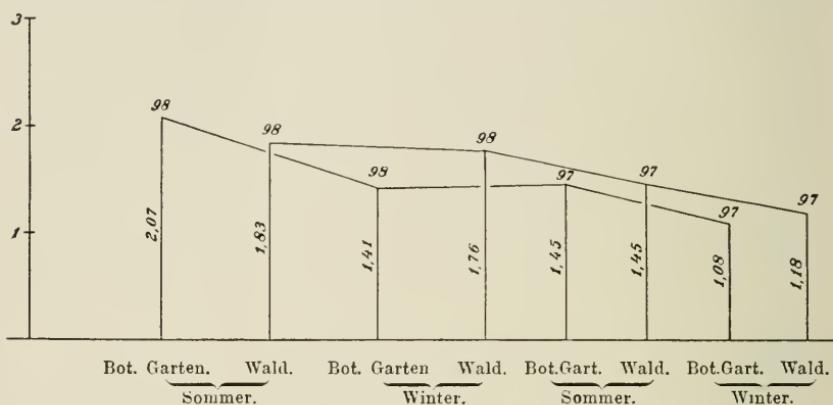


Abb. 6. Picea.

(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	Abs. O ₂	Q CO ₂ /O	i. Volumen-%	i. Volumen-%	Pro. CO ₂	d. C ₆ H ₅ (OH) ₃	Verminderung dieses Volum.	d. K _{OH}	Verminderung dieses Volum.	Verminderung vol. im Strich.	Zur Pfeil-ent-nomme. Lauf-t-strich.	Temperatur in °-Grad	Dauer d. Ver-suchs in Std.	Dauer d. Ver-suchs in Std.	Ge-wicht	Jahrgang	Stückzahl	Tag und Nummer des Versuchs	Bemer-kungen	
Sommer																								
	16. 6. 98 61	19	97	12,5	5	24 ⁹⁰	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 ⁹⁰	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												
6	Im Sommer Stärke, im Winter nicht	17	98	„	„	„	50,90	0,60	9,95	1,18	1,06	1,11												

Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik. V.

Einige Tage
vorher
Frost bis
—2° C.

Die Produktion an CO₂ war im Sommer im Mittel 0,59, Absorption von O 0,94; im Winter 0,99 CO₂ 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 CO₂-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 CO₂ 0,48, 0,53; absorbierten O 0,81, 0,88; 98er CO₂ 0,59, 0,74; O 0,94, 1,15. Im Winter 97er CO₂ 0,89, 0,68; O 0,77, 0,59; 98er CO₂ 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

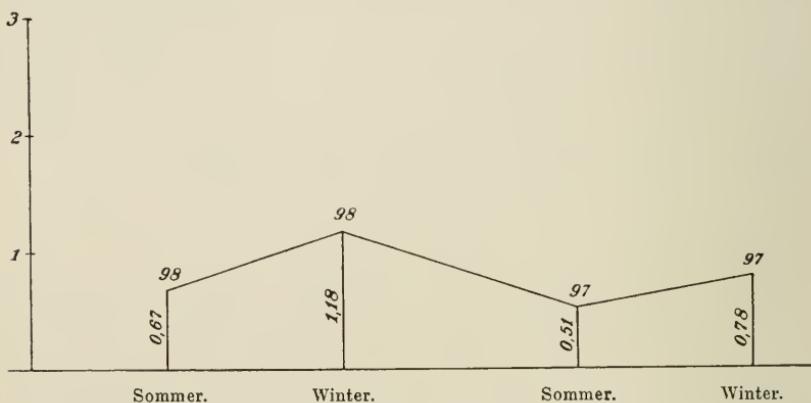


Abb. 7. Ilex.

dafür, dass dies nicht der Fall ist. Immerhin ist es eigentlich und nur durch die Kältreaktion 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 Blattzweige

Über die Atmung ein- und mehrjähriger Pflanzen.

83

Tabelle VI. Objekt: *Thuja occidentalis*.

Bemer-kungen	Tag und Nummer des Versuch	Stückzahl	Jahrgang	Ge- wicht	Dauer d. Ver- suchs in Std	Temperatur in C-Grad	Zur Prf. ent- nomm. Luft- volumen im Strich-	dieses Volumen d. Rohs (%)	Verminde- rung des Volumens d. Rohs (%)	Prod. CO ₂ Abs. O ₂	i. Volumen-% O ₂	Q CO ₂	Bemer- kungen
Sommer	26. 8. 98 69		98	25,0	4	26	51,10	1,25	9,15	2,44	2,49	0,98	*) N. Gew. ≡ nördl. geleg. Gewächshaus.
	27. 8. 98 70		98	,,	,,	,,	50,50	1,11	9,16	2,20	2,30	0,95	
Winter	19.11.98 71		98	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.20°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.20°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	nach 6 tag- langem Frost bis -6°C, sehr rot ge- färbt.	
	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		
Im Sommer nicht sehr viel Stärke, im Winter keine	2. 2.99 78	neue Objekte 98 25,0		,,	24 ²⁰	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		

zu unterscheiden, konnten doch die jüngsten Sprosse nur an der lichteren 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 rot gewordenen 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 Maßstab 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

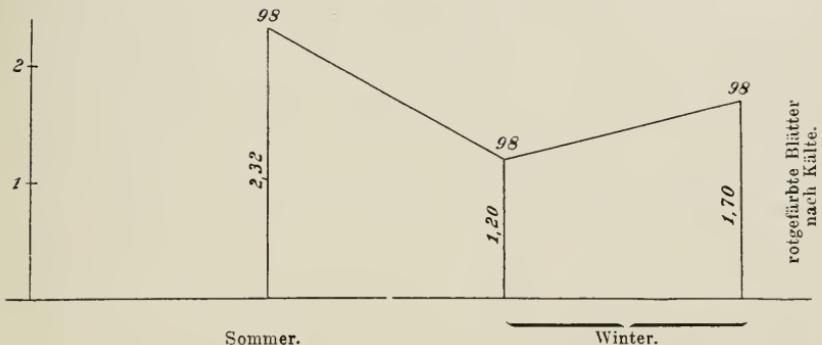
Die Atmung war also überhaupt herabgestimmt, naturgemäß bei den schon längere Zeit vom Stamm getrennten in erhöhtem Masse.

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 sechstätigem 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.

Bemer-kungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Ge-wicht Daner d. Ver-suchs in Std.	Bemer-kungen	
					Temperatur in C-Grad	Zur Prfg. ent-nomm. Luft-vol. in Strich,
Sommer	16. 7. 98 80	23	97	25,0	5	24 ⁸⁰
	16. 7. 98 81	22	98	"	"	51,55
	18. 7. 98 82	31	97	"	"	24 ⁹⁰
	18. 7. 98 83	32	98	"	"	51,50
Winter	7. 2. 99 84	25	97	25,0	5	24
	7. 2. 99 85	28	98	"	"	50,35
	In Sommer reichl Sträke, im Winter minimal	22	97	"	"	24 ²⁰
	8. 2. 99 87	22	98	"	"	51,00

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 CO₂ 97er (2jähr.) Blätter 1,06, 98er 2,04; absorbierten O 1,65 (97) und 2,03 (98); von der Gewächshauspflanze CO₂ 97er 0,78, 98er 0,97; absorbierten O 1,20 (97) und 0,84 (98). Im Winter die erstenen CO₂ 97er 0,50, 98er 0,78 und absorbierten O 0,81 (97) und 0,78 (98); die letzteren CO₂ 97er 0,49, 98er 0,79 und absorbierten O 0,81 (97) und 0,74 (98). Aus diesen Zahlen ist auch

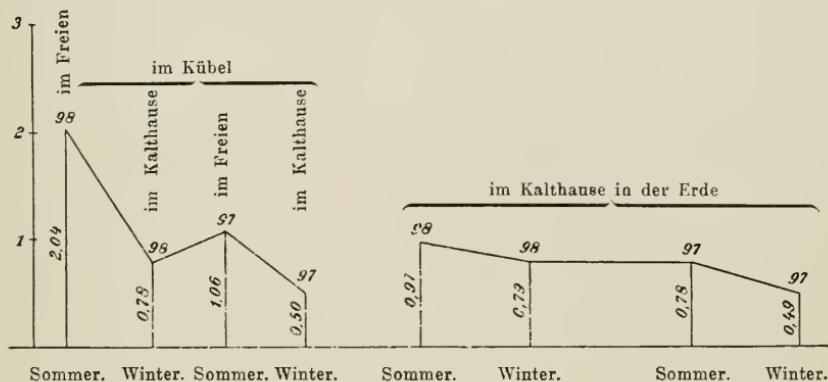


Abb. 9. Camellia.

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 Kohlensäureprozente ergab, nämlich über sechs. Im Winter war es schwer, von den älteren Blättern das nötige Gewicht zusammen zu bringen, da dieselben schon im De-

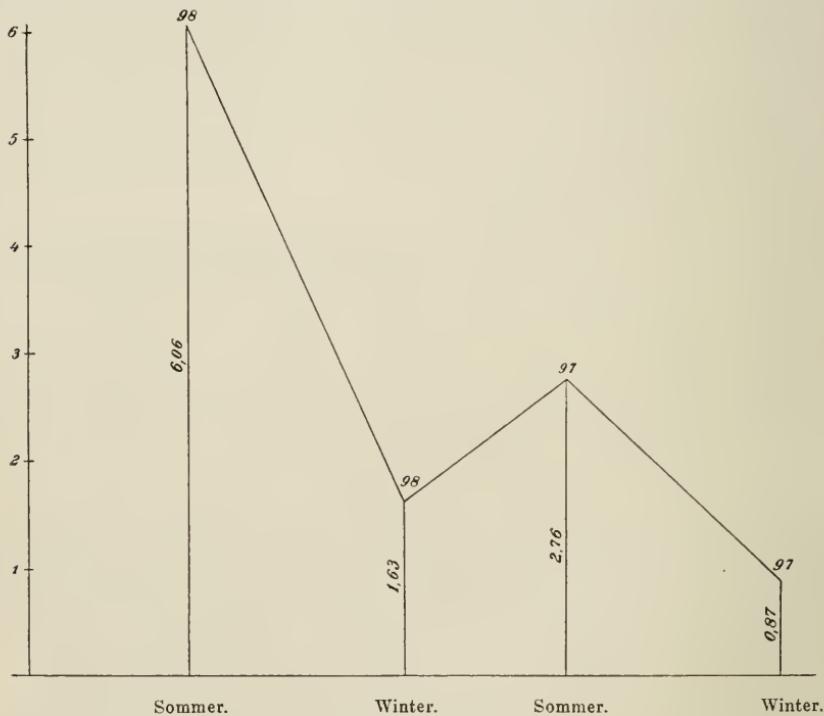


Abb. 10. *Evonymus*.

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.

Über die Atmung ein- und mehrjähriger Blätter.

89

Tabelle VIII. Objekt: *Evonymus japonica*.

Bemer-kungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Ge-wicht	Dauer d. Ver-suchs in Std	Temperatur im C-Grad	Zur Pflge. ent-nom.m. Luft-vol. in Strich-	Vermindere- d. C ₆ H ₆ (OH) ₂	i.Volumen-%	Ab.s. O ₂	$\frac{Q}{CO_2}$	Bemer-kungen
Sommer	14. 7. 01 88	69	97	25,0	5	25 ⁴⁰	50,60	1,40	8,95	2,76	2,65	1,04
	14. 7. 01 89	72	98	"	"	"	50,30	3,05	7,20	6,06	5,61	1,08
Winter	8. 1. 01 90	70	97	25,0	"	24 ⁴⁰	51,65	0,45	10,20	0,87	0,84	1,03
	8. 1. 01 91	79	98	"	"	"	51,90	0,85	9,90	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 im C-Grad	Zur Pflge. ent-nom.m. Luft-vol. in Strich-	Vermindere- d. C ₆ H ₆ (OH) ₂	i.Volumen-%	Ab.s. O ₂	$\frac{Q}{CO_2}$	Bemer-kungen
	5. 7. 98 92		97	12,5	10	25 ⁴⁰	51,95	0,35	10,35	0,67	0,79	0,85
	5. 7. 98 93		98	"	"	"	50,35	0,75	9,50	1,49	1,69	0,88
	6. 7. 98 94		96	"	"	"	51,00	0,32	10,20	0,63	0,72	0,87

Die Durchschnittsleistung ergab für den Sommer an produzierter CO₂ 4,41, an absorbiertem O 4,13; für den Winter CO₂ 1,25, O 1,14.

Der Unterschied zwischen beiden Jahrgängen war sehr bedeutend; die älteren Blätter produzierten CO₂ im Sommer 2,76, im Winter 1,63.

Dementsprechend war der Sauerstoffverbrauch, in allen Fällen aber kleiner als die CO₂-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 CO₂-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 CO₂ aus, als die älteren und zwar über zweimal soviel: 1,49, absorbierten O 1,69. Die deneinächst älteren ergaben die Werte 0,67 CO₂ und 0,79 O, die ältesten 0,63 CO₂ 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,

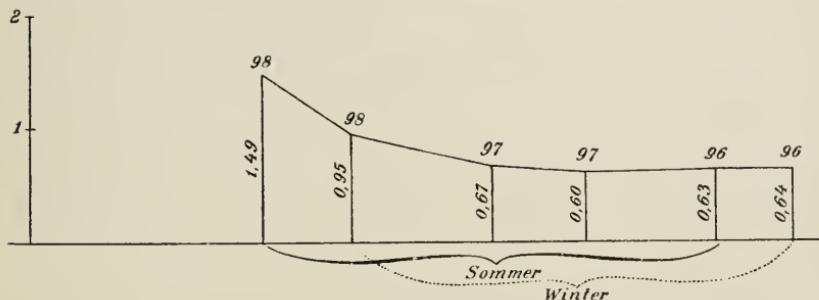


Abb. 11. Dammara.

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 Atmungstätigkeit 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 Jahreszuwachse möglichst von gleicher Länge waren, zum Versuch kamen. Ausserdem geschah die Abtrennung an einem Blattansatz, nicht in der Mitte eines Internodiums. 25 g letzjährige 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 letzjährigen CO₂ 0,71 und absorbierten O 0,77. Am folgenden Tage, nachdem sie im nördlich gelegenen Gewächshause bei 7,4° Temperatur aufbewahrt waren, fast ebenso: 0,71 CO₂ resp. 0,74 O. Wieder am folgenden Tage gaben neue Objekte 0,79 CO₂ 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 CO₂-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 CO₂-Prod. und 0,50 O-Abs., ebenso auch bei dem Versuch Mitte Februar: 0,46 CO₂ 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 (CO₂) und viermal soviel ein (O) als im Winter, nämlich CO₂ 1,18 und O 1,78; bei einem zweiten Versuch CO₂ 0,97 und O 1,82. Die Atmung der im Sommer ihrer Entstehung gewachsenen Sprossachsen ist noch bedeutend grösser. Sie produzieren CO₂ 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 Ormus*.

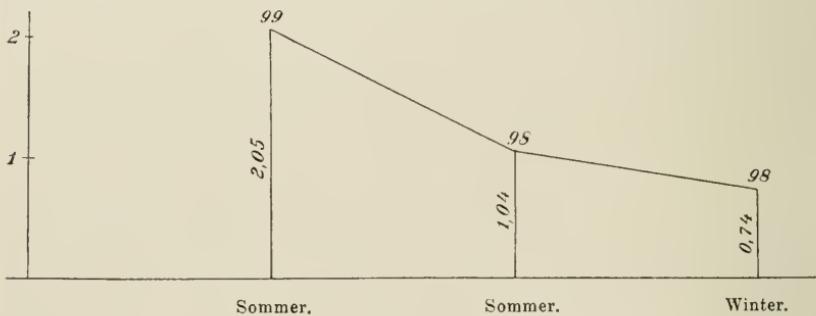
Bemer-kungen	Tag und Nummer des Versuchs	Jahrgang	Ge-wicht	i.Volumen-%	Q CO ₂ /O	Bemer-kungen
Sommer						
7.11.98 95	Länge der zus. gel. Zweige 75 cm	98	25,0	24 ⁶⁰	53,18	0,38
8.11.98 96	dies. Obj.	"	"	"	51,85	0,37
9.11.98 97	neue Obj.	"	"	"	50,70	0,40
10.11.98 98	dies. Obj.	"	"	24 ⁴⁰	51,80	0,20
15.12.98 99	neue Obj.	"	"	24 ⁸⁰	51,85	0,25
6. 2.99 100	"	"	"	24 ⁶⁰	51,85	0,24
Winter						
19. 7.99 101	75 cm	98	25,0	26 ⁸⁰	50,70	0,60
19. 7.99 102	90,5 cm	99	"	"	51,65	1,35
20. 7.99 103	"	98	"	"	51,50	0,50
20. 7.99 104	"	99	"	"	50,60	1,10
22. 7.99 105	dies. Obj.	98	"	"	50,80	0,50
22. 7.99 106	"	99	"	"	51,05	0,70

Verminderg. dieses Volumen, d. OH₃ (OH)₂
Verminderg. dieses Volumen, d. K⁺
Zur Preßent-nomme, Luft-
vol. im Stroh-
halm, Luft-
strich.
Temperatur
in G-Graden
schnell im Std.
Dauer d. Ver-
schlusses im Std.

Länge der zus.
gel. Zweige
dieses Volumen,
d. OH₃ (OH)₂
d. K⁺
d. Na⁺
d. NH₄⁺
d. H⁺
d. Cl⁻
d. SO₄²⁻
d. PO₄³⁻
d. HCO₃⁻
d. OH⁻
d. H₂O⁺
d. H₂O²
d. H₂
d. O₂
d. CO₂
d. H₂S
d. NH₃
d. N₂
d. CH₄
d. C₂H₆
d. C₃H₈
d. C₄H₁₀
d. C₅H₁₂
d. C₆H₆
d. C₇H₁₆
d. C₈H₁₈
d. C₉H₂₀
d. C₁₀H₂₂
d. C₁₁H₂₄
d. C₁₂H₂₆
d. C₁₃H₂₈
d. C₁₄H₃₀
d. C₁₅H₃₂
d. C₁₆H₃₄
d. C₁₇H₃₆
d. C₁₈H₃₈
d. C₁₉H₄₀
d. C₂₀H₄₂
d. C₂₁H₄₄
d. C₂₂H₄₆
d. C₂₃H₄₈
d. C₂₄H₅₀
d. C₂₅H₅₂
d. C₂₆H₅₄
d. C₂₇H₅₆
d. C₂₈H₅₈
d. C₂₉H₆₀
d. C₃₀H₆₂
d. C₃₁H₆₄
d. C₃₂H₆₆
d. C₃₃H₆₈
d. C₃₄H₇₀
d. C₃₅H₇₂
d. C₃₆H₇₄
d. C₃₇H₇₆
d. C₃₈H₇₈
d. C₃₉H₈₀
d. C₄₀H₈₂
d. C₄₁H₈₄
d. C₄₂H₈₆
d. C₄₃H₈₈
d. C₄₄H₉₀
d. C₄₅H₉₂
d. C₄₆H₉₄
d. C₄₇H₉₆
d. C₄₈H₉₈
d. C₄₉H₁₀₀
d. C₅₀H₁₀₂
d. C₅₁H₁₀₄
d. C₅₂H₁₀₆
d. C₅₃H₁₀₈
d. C₅₄H₁₁₀
d. C₅₅H₁₁₂
d. C₅₆H₁₁₄
d. C₅₇H₁₁₆
d. C₅₈H₁₁₈
d. C₅₉H₁₂₀
d. C₆₀H₁₂₂
d. C₆₁H₁₂₄
d. C₆₂H₁₂₆
d. C₆₃H₁₂₈
d. C₆₄H₁₃₀
d. C₆₅H₁₃₂
d. C₆₆H₁₃₄
d. C₆₇H₁₃₆
d. C₆₈H₁₃₈
d. C₆₉H₁₄₀
d. C₇₀H₁₄₂
d. C₇₁H₁₄₄
d. C₇₂H₁₄₆
d. C₇₃H₁₄₈
d. C₇₄H₁₅₀
d. C₇₅H₁₅₂
d. C₇₆H₁₅₄
d. C₇₇H₁₅₆
d. C₇₈H₁₅₈
d. C₇₉H₁₆₀
d. C₈₀H₁₆₂
d. C₈₁H₁₆₄
d. C₈₂H₁₆₆
d. C₈₃H₁₆₈
d. C₈₄H₁₇₀
d. C₈₅H₁₇₂
d. C₈₆H₁₇₄
d. C₈₇H₁₇₆
d. C₈₈H₁₇₈
d. C₈₉H₁₈₀
d. C₉₀H₁₈₂
d. C₉₁H₁₈₄
d. C₉₂H₁₈₆
d. C₉₃H₁₈₈
d. C₉₄H₁₉₀
d. C₉₅H₁₉₂
d. C₉₆H₁₉₄
d. C₉₇H₁₉₆
d. C₉₈H₁₉₈
d. C₉₉H₂₀₀
d. C₁₀₀H₂₀₂
d. C₁₀₁H₂₀₄
d. C₁₀₂H₂₀₆
d. C₁₀₃H₂₀₈
d. C₁₀₄H₂₁₀
d. C₁₀₅H₂₁₂
d. C₁₀₆H₂₁₄
d. C₁₀₇H₂₁₆
d. C₁₀₈H₂₁₈
d. C₁₀₉H₂₂₀
d. C₁₁₀H₂₂₂
d. C₁₁₁H₂₂₄
d. C₁₁₂H₂₂₆
d. C₁₁₃H₂₂₈
d. C₁₁₄H₂₃₀
d. C₁₁₅H₂₃₂
d. C₁₁₆H₂₃₄
d. C₁₁₇H₂₃₆
d. C₁₁₈H₂₃₈
d. C₁₁₉H₂₄₀
d. C₁₂₀H₂₄₂
d. C₁₂₁H₂₄₄
d. C₁₂₂H₂₄₆
d. C₁₂₃H₂₄₈
d. C₁₂₄H₂₅₀
d. C₁₂₅H₂₅₂
d. C₁₂₆H₂₅₄
d. C₁₂₇H₂₅₆
d. C₁₂₈H₂₅₈
d. C₁₂₉H₂₆₀
d. C₁₃₀H₂₆₂
d. C₁₃₁H₂₆₄
d. C₁₃₂H₂₆₆
d. C₁₃₃H₂₆₈
d. C₁₃₄H₂₇₀
d. C₁₃₅H₂₇₂
d. C₁₃₆H₂₇₄
d. C₁₃₇H₂₇₆
d. C₁₃₈H₂₇₈
d. C₁₃₉H₂₈₀
d. C₁₄₀H₂₈₂
d. C₁₄₁H₂₈₄
d. C₁₄₂H₂₈₆
d. C₁₄₃H₂₈₈
d. C₁₄₄H₂₉₀
d. C₁₄₅H₂₉₂
d. C₁₄₆H₂₉₄
d. C₁₄₇H₂₉₆
d. C₁₄₈H₂₉₈
d. C₁₄₉H₃₀₀
d. C₁₅₀H₃₀₂
d. C₁₅₁H₃₀₄
d. C₁₅₂H₃₀₆
d. C₁₅₃H₃₀₈
d. C₁₅₄H₃₁₀
d. C₁₅₅H₃₁₂
d. C₁₅₆H₃₁₄
d. C₁₅₇H₃₁₆
d. C₁₅₈H₃₁₈
d. C₁₅₉H₃₂₀
d. C₁₆₀H₃₂₂
d. C₁₆₁H₃₂₄
d. C₁₆₂H₃₂₆
d. C₁₆₃H₃₂₈
d. C₁₆₄H₃₃₀
d. C₁₆₅H₃₃₂
d. C₁₆₆H₃₃₄
d. C₁₆₇H₃₃₆
d. C₁₆₈H₃₃₈
d. C₁₆₉H₃₄₀
d. C₁₇₀H₃₄₂
d. C₁₇₁H₃₄₄
d. C₁₇₂H₃₄₆
d. C₁₇₃H₃₄₈
d. C₁₇₄H₃₅₀
d. C₁₇₅H₃₅₂
d. C₁₇₆H₃₅₄
d. C₁₇₇H₃₅₆
d. C₁₇₈H₃₅₈
d. C₁₇₉H₃₆₀
d. C₁₈₀H₃₆₂
d. C₁₈₁H₃₆₄
d. C₁₈₂H₃₆₆
d. C₁₈₃H₃₆₈
d. C₁₈₄H₃₇₀
d. C₁₈₅H₃₇₂
d. C₁₈₆H₃₇₄
d. C₁₈₇H₃₇₆
d. C₁₈₈H₃₇₈
d. C₁₈₉H₃₈₀
d. C₁₉₀H₃₈₂
d. C₁₉₁H₃₈₄
d. C₁₉₂H₃₈₆
d. C₁₉₃H₃₈₈
d. C₁₉₄H₃₉₀
d. C₁₉₅H₃₉₂
d. C₁₉₆H₃₉₄
d. C₁₉₇H₃₉₆
d. C₁₉₈H₃₉₈
d. C₁₉₉H₄₀₀
d. C₂₀₀H₄₀₂
d. C₂₀₁H₄₀₄
d. C₂₀₂H₄₀₆
d. C₂₀₃H₄₀₈
d. C₂₀₄H₄₁₀
d. C₂₀₅H₄₁₂
d. C₂₀₆H₄₁₄
d. C₂₀₇H₄₁₆
d. C₂₀₈H₄₁₈
d. C₂₀₉H₄₂₀
d. C₂₁₀H₄₂₂
d. C₂₁₁H₄₂₄
d. C₂₁₂H₄₂₆
d. C₂₁₃H₄₂₈
d. C₂₁₄H₄₃₀
d. C₂₁₅H₄₃₂
d. C₂₁₆H₄₃₄
d. C₂₁₇H₄₃₆
d. C₂₁₈H₄₃₈
d. C₂₁₉H₄₄₀
d. C₂₂₀H₄₄₂
d. C₂₂₁H₄₄₄
d. C₂₂₂H₄₄₆
d. C₂₂₃H₄₄₈
d. C₂₂₄H₄₅₀
d. C₂₂₅H₄₅₂
d. C₂₂₆H₄₅₄
d. C₂₂₇H₄₅₆
d. C₂₂₈H₄₅₈
d. C₂₂₉H₄₆₀
d. C₂₃₀H₄₆₂
d. C₂₃₁H₄₆₄
d. C₂₃₂H₄₆₆
d. C₂₃₃H₄₆₈
d. C₂₃₄H₄₇₀
d. C₂₃₅H₄₇₂
d. C₂₃₆H₄₇₄
d. C₂₃₇H₄₇₆
d. C₂₃₈H₄₇₈
d. C₂₃₉H₄₈₀
d. C₂₄₀H₄₈₂
d. C₂₄₁H₄₈₄
d. C₂₄₂H₄₈₆
d. C₂₄₃H₄₈₈
d. C₂₄₄H₄₉₀
d. C₂₄₅H₄₉₂
d. C₂₄₆H₄₉₄
d. C₂₄₇H₄₉₆
d. C₂₄₈H₄₉₈
d. C₂₄₉H₅₀₀
d. C₂₅₀H₅₀₂
d. C₂₅₁H₅₀₄
d. C₂₅₂H₅₀₆
d. C₂₅₃H₅₀₈
d. C₂₅₄H₅₁₀
d. C₂₅₅H₅₁₂
d. C₂₅₆H₅₁₄
d. C₂₅₇H₅₁₆
d. C₂₅₈H₅₁₈
d. C₂₅₉H₅₂₀
d. C₂₆₀H₅₂₂
d. C₂₆₁H₅₂₄
d. C₂₆₂H₅₂₆
d. C₂₆₃H₅₂₈
d. C₂₆₄H₅₃₀
d. C₂₆₅H₅₃₂
d. C₂₆₆H₅₃₄
d. C₂₆₇H₅₃₆
d. C₂₆₈H₅₃₈
d. C₂₆₉H₅₄₀
d. C₂₇₀H₅₄₂
d. C₂₇₁H₅₄₄
d. C₂₇₂H₅₄₆
d. C₂₇₃H₅₄₈
d. C₂₇₄H₅₅₀
d. C₂₇₅H₅₅₂
d. C₂₇₆H₅₅₄
d. C₂₇₇H₅₅₆
d. C₂₇₈H₅₅₈
d. C₂₇₉H₅₆₀
d. C₂₈₀H₅₆₂
d. C₂₈₁H₅₆₄
d. C₂₈₂H₅₆₆
d. C₂₈₃H₅₆₈
d. C₂₈₄H₅₇₀
d. C₂₈₅H₅₇₂
d. C₂₈₆H₅₇₄
d. C₂₈₇H₅₇₆
d. C₂₈₈H₅₇₈
d. C₂₈₉H₅₈₀
d. C₂₉₀H₅₈₂
d. C₂₉₁H₅₈₄
d. C₂₉₂H₅₈₆
d. C₂₉₃H₅₈₈
d. C₂₉₄H₅₉₀
d. C₂₉₅H₅₉₂
d. C₂₉₆H₅₉₄
d. C₂₉₇H₅₉₆
d. C₂₉₈H₅₉₈
d. C₂₉₉H₆₀₀
d. C₃₀₀H₆₀₂
d. C₃₀₁H₆₀₄
d. C₃₀₂H₆₀₆
d. C₃₀₃H₆₀₈
d. C₃₀₄H₆₁₀
d. C₃₀₅H₆₁₂
d. C₃₀₆H₆₁₄
d. C₃₀₇H₆₁₆
d. C₃₀₈H₆₁₈
d. C₃₀₉H₆₂₀
d. C₃₁₀H₆₂₂
d. C₃₁₁H₆₂₄
d. C₃₁₂H₆₂₆
d. C₃₁₃H₆₂₈
d. C₃₁₄H₆₃₀
d. C₃₁₅H₆₃₂
d. C₃₁₆H₆₃₄
d. C₃₁₇H₆₃₆
d. C₃₁₈H₆₃₈
d. C₃₁₉H₆₄₀
d. C₃₂₀H₆₄₂
d. C₃₂₁H₆₄₄
d. C₃₂₂H₆₄₆
d. C₃₂₃H₆₄₈
d. C₃₂₄H₆₅₀
d. C₃₂₅H₆₅₂
d. C₃₂₆H₆₅₄
d. C₃₂₇H₆₅₆
d. C₃₂₈H₆₅₈
d. C₃₂₉H₆₆₀
d. C₃₃₀H₆₆₂
d. C₃₃₁H₆₆₄
d. C₃₃₂H₆₆₆
d. C₃₃₃H₆₆₈
d. C₃₃₄H₆₇₀
d. C₃₃₅H₆₇₂
d. C₃₃₆H₆₇₄
d. C₃₃₇H₆₇₆
d. C₃₃₈H₆₇₈
d. C₃₃₉H₆₈₀
d. C₃₄₀H₆₈₂
d. C₃₄₁H₆₈₄
d. C₃₄₂H₆₈₆
d. C₃₄₃H₆₈₈
d. C₃₄₄H₆₉₀
d. C₃₄₅H₆₉₂
d. C₃₄₆H₆₉₄
d. C₃₄₇H₆₉₆
d. C₃₄₈H₆₉₈
d. C₃₄₉H₇₀₀
d. C₃₅₀H₇₀₂
d. C₃₅₁H₇₀₄
d. C₃₅₂H₇₀₆
d. C₃₅₃H₇₀₈
d. C₃₅₄H₇₁₀
d. C₃₅₅H₇₁₂
d. C₃₅₆H₇₁₄
d. C₃₅₇H₇₁₆
d. C₃₅₈H₇₁₈
d. C₃₅₉H₇₂₀
d. C₃₆₀H₇₂₂
d. C₃₆₁H₇₂₄
d. C₃₆₂H₇₂₆
d. C₃₆₃H₇₂₈
d. C₃₆₄H₇₃₀
d. C₃₆₅H₇₃₂
d. C₃₆₆H₇₃₄
d. C₃₆₇H₇₃₆
d. C₃₆₈H₇₃₈
d. C₃₆₉H₇₄₀
d. C₃₇₀H₇₄₂
d. C₃₇₁H₇₄₄
d. C₃₇₂H₇₄₆
d. C₃₇₃H₇₄₈
d. C₃₇₄H₇₅₀
d. C₃₇₅H₇₅₂
d. C₃₇₆H₇₅₄
d. C₃₇₇H₇₅₆
d. C₃₇₈H₇₅₈
d. C₃₇₉H₇₆₀
d. C₃₈₀H₇₆₂
d. C₃₈₁H₇₆₄
d. C₃₈₂H₇₆₆
d. C₃₈₃H₇₆₈
d. C₃₈₄H₇₇₀
d. C₃₈₅H₇₇₂
d. C₃₈₆H₇₇₄
d. C₃₈₇H₇₇₆
d. C₃₈₈H₇₇₈
d. C₃₈₉H₇₈₀
d. C₃₉₀H₇₈₂
d. C₃₉₁H₇₈₄
d. C₃₉₂H₇₈₆
d. C₃₉₃H₇₈₈
d. C₃₉₄H₇₉₀
d. C₃₉₅H₇₉₂
d. C₃₉₆H₇₉₄
d. C₃₉₇H₇₉₆
d. C₃₉₈H₇₉₈
d. C₃₉₉H₈₀₀
d. C₄₀₀H₈₀₂
d. C₄₀₁H₈₀₄
d. C₄₀₂H₈₀₆
d. C₄₀₃H₈₀₈
d. C₄₀₄H₈₁₀
d. C₄₀₅H₈₁₂
d. C₄₀₆H₈₁₄
d. C₄₀₇H₈₁₆
d. C₄₀₈H₈₁₈
d. C₄₀₉H₈₂₀
d. C₄₁₀H₈₂₂
d. C₄₁₁H₈₂₄
d. C₄₁₂H₈₂₆
d. C₄₁₃H₈₂₈
d. C₄₁₄H₈₃₀
d. C₄₁₅H₈₃₂
d. C₄₁₆H₈₃₄
d. C₄₁₇H₈₃₆
d. C₄₁₈H₈₃₈
d. C₄₁₉H₈₄₀
d. C₄₂₀H₈₄₂
d. C₄₂₁H₈₄₄
d. C₄₂₂H₈₄₆
d. C₄₂₃H₈₄₈
d. C₄₂₄H₈₅₀
d. C₄₂₅H₈₅₂
d. C₄₂₆H₈₅₄
d. C₄₂₇H₈₅₆
d. C₄₂₈H₈₅₈
d. C₄₂₉H₈₆₀
d. C₄₃₀H₈₆₂
d. C₄₃₁H₈₆₄
d. C₄₃₂H₈₆₆
d. C₄₃₃H₈₆₈
d. C₄₃₄H₈₇₀
d. C₄₃₅H₈₇₂
d. C₄₃₆H₈₇₄
d. C₄₃₇H₈₇₆
d. C₄₃₈H₈₇₈
d. C₄₃₉H₈₈₀
d. C₄₄₀H₈₈₂
d. C₄₄₁H₈₈₄
d. C₄₄₂H₈₈₆
d. C₄₄₃H₈₈₈
d. C₄₄₄H₈₉₀
d. C₄₄₅H₈₉₂
d. C₄₄₆H₈₉₄
d. C₄₄₇H₈₉₆
d. C₄₄₈H₈₉₈
d. C₄₄₉H₉₀₀
d. C₄₅₀H₉₀₂
d. C₄₅₁H₉₀₄
d. C₄₅₂H₉₀₆
d. C₄₅₃H₉₀₈
d. C₄₅₄H₉₁₀
d. C₄₅₅H₉₁₂
d. C₄₅₆H₉₁₄
d. C₄₅₇H₉₁₆
d. C₄₅₈H₉₁₈
d. C₄₅₉H₉₂₀
d. C₄₆₀H₉₂₂
d. C₄₆₁H₉₂₄
d. C₄₆₂H₉₂₆
d. C₄₆₃H_{928</}

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. CO₂ 0,98, absorb. O 1,96; 99er CO₂ 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 Sommerversuchen. Die Atmungsergebnisse waren in allen Fällen geringer wie die bei *Fraxinus*, was ich auf die von Jugend an stärkere Holzbildung bei ersterem zurückföhre, 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

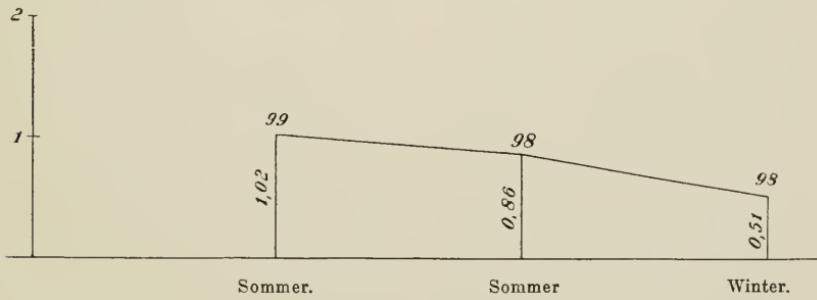


Abb. 13. *Aesculus*.

nicht recht erklärliech, 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 lutea*.

Bemer-kungen	Tag und Nummer des Versuchs	Jahrgang	Ge-wicht	Daner d. Ver-suchs in Std.		Temperatur in C-Grad	Zur Prfg. ent-nommn. Luft-vol.in Strich.	Vermindergd. dieses Volum. d. KOH	Vermindergd. dieses Volum. d. C ₆ H ₅ (OH) ₃	Prod. CO ₂ i. Volumen-%	Abs O i. Volumen-%	$\frac{Q}{O}$	Bemer-kungen
				Dauer	Zeit								
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 ⁶⁰	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 Relultate 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 $\frac{CO_2}{O}$ 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 ansehnlichsten zu sein (*Evonymus*). Auch für Zweige scheint dies Geltung zu haben (*Fraxinus*).

Der Quotient $\frac{CO_2}{O}$ war für beide Jahrgänge bei der Hälfte der Objekte annährend 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 Cepa 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 Cepa. 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° C. Die Temperatur in den Versuchsgefäßen betrug 24,4 bis 25° C. Wenn Objekte von einem Versuch zum andern im Wärmezimmer verblieben, so geschah dies bei 23,5° C. Versuchsdauer 5 Stunden.

Versuch a: aus dem Keller

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

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

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

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

$$\text{prod. CO}_2 \ 0,80, \text{ abs. O } 1,28, \frac{\text{CO}_2}{\text{O}} \ 0,62,$$

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

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

Am nächsten Tage darauf Versuch e:

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

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

$$\begin{array}{llllllll} \text{"} & \text{"} & \text{"} & \text{g:} & \text{"} & \text{"} & 1,07, & \text{"} & 1,19, & \text{"} & 0,90. \\ \text{"} & \text{"} & \text{"} & \text{h:} & \text{"} & \text{"} & 0,88, & \text{"} & 1,02, & \text{"} & 0,86. \end{array}$$

Zurück in den Keller, woselbst die Temperatur bis auf + 11° C. herabgegangen war, und zwei Tage nachher Versuch i:

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

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

Bemer-kungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Ge-wicht	Dauer d. Ver-suchs in Std.		Temperatur in C-Grad	Zur Prfg. ent-nomm. Luft-vol. in Strich.	Verminder-g. dieses Volum. d. KOH	Verminder-g. dieses Volum. d. $C_6H_3(OH)_3$	Prod. CO_2 i.Volumen-%	Abs. O i.Volumen-%	$\frac{CO_2}{O}$	Q	Bemer-kungen	
					100,0	5										
nach 1 Tage			18.11.98 115	18	98	100,0	5	24 ⁸⁰	52,06	0,23	10,33	0,44	0,91	0,48	i.N.K.T. 3,5°C	seit Ende Okt.
" 4 "			19.11.98 116	"	"	"	"	24 ¹⁰	51,25	0,75	9,95	1,46	1,14	1,28	aufbewahrt i. N.K	aufbewahrt i. N.K
" 1 "			23.11.98 117	"	"	"	"	24 ⁵⁰	51,00	0,40	9,90	0,80	1,28	0,62	ebenso.	ebenso.
" 1 "			24.11.98 118	"	"	"	"	51,60	0,55	0,95	1,06	1,35	0,78	aufbewahrt i. W.Z.	T. 23,50°C.	aufbewahrt i. W.Z.
" 1 "			25.11.98 119	"	"	"	"	24 ⁸⁰	53,35	1,50	9,55	2,81	2,43	1,15	ebenso.	ebenso.
" 1 "			26.11.98 120	"	"	"	"	53,35	0,80	10,45	1,72	1,36	1,26	ebenso.	ebenso.	
" 1 "			29.11.98 121	"	"	"	"	51,40	0,55	10,00	1,07	1,19	0,90	ebenso.	ebenso.	
" 1 "			30.11.98 122	"	"	"	"	50,65	0,45	9,95	0,88	1,02	0,86	ebenso.	ebenso.	
" 2 "			2.12.98 123	"	"	"	"	51,70	0,50	10,04	0,96	1,24	0,71	aufbewahrt im K.	T. 11°C.	aufbewahrt im K.
" 4 "			6.12.98 124	"	"	"	"	25	51,36	0,36	10,14	0,70	1,16	0,60	ebenso.	ebenso.
diese Obj. Gewichtsalbn. 12,5 g, auf-				"	"	24 ⁴⁰	50,20	0,45	9,90	0,90	0,96	0,95				
bewahrt im N.K. T. 6—8°C																

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 N.K.T. b. 11°C.
" 1 "	9.12.98 126	"	"	"	"	"	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 aufbewahrt i. 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	"	"	"	"	"	50,60	0,25	9,90	0,49	1,08	0,45 ebenso.
10. 2.99 130 dies Obj. Gewichtsalbn. 11,0 aufbewahrt im N.K. T. 6—8°C				"	24 ⁰⁰	51,00	0,30	10,11	0,76	0,87	0,87	

Objekte wieder in Keller und nach vier Tagen Versuch k:

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

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. Gleicher Gewicht, gleiche Stückzahl, aber neue Objekte.

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

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

In den Keller zurück und nach einem Tage Versuch b:

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

nach einem Tage Versuch c: Aufenthalt im Wärmezimmer:

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

nach einem Tage Versuch d: Aufenthalt im Wärmezimmer:

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

nach drei Tagen Versuch e: Aufenthalt im Wärmezimmer:

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

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

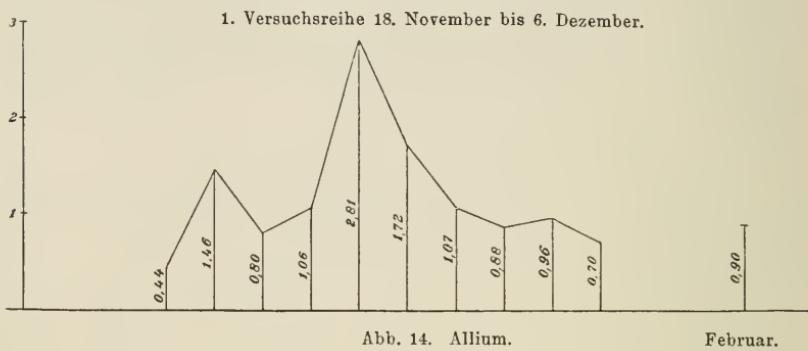
$$\text{prod. CO}_2 \ 0,90, \text{ abs. O } 0,96, \frac{\text{CO}_2}{\text{O}} \ 0,95.$$

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

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

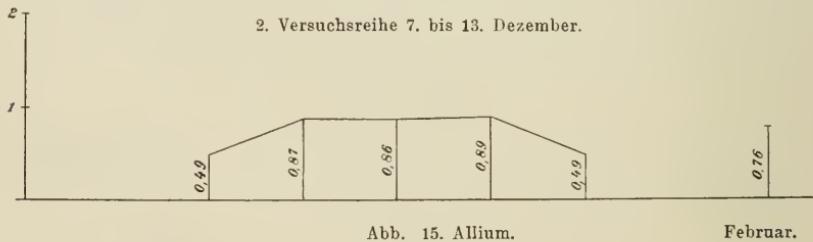
Bei beiden Gewichtsabnahme konstatiert: 12,5 und 11 gr. Beide waren teilweise auch äusserlich aus ihrer Ruhe herausgetreten, indem die grosse Mehrzahl der Objekte bereits Stengel zu treiben begann.

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 zurückz gelangen 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

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

$$\text{prod. CO}_2 \text{ abs. O} \ \frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$$

Nach 1 tägigem Aufenth. im Wärmez.	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 „ „ „ „ „ 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

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

$$\text{prod. CO}_2 \text{ abs. O} \ \frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$$

Nach 1 tägigem Aufenth. im Keller	Vers. b:	1,08	1,11	0,97
„ 4 „ „ „ „ „ c:	0,60	0,84	0,71	
„ 1 „ „ „ „ „ 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 „ „ „ „ „ 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.

Georg Schmidt,

Bemer-kungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Ge-wicht	Dauer d. Ver-suchs in Std.		Temperatur in C-Grad	Zur Prfg. ent-nomm. Luft-vol. in Strich.	Verminder-g. dieses Volum. d. KOH	Verminder-g. dieses Volum. d. $C_6H_3(OH)_3$	Prod. CO_2 i.Volumen-%	Abs. O i.Volumen-%	$\frac{Q}{O}$		
					seit Ende Okt. im N.K.	aufbew. i. W.Z.									
nach 1 Tage	3.11.98 132	24	98	200,0	5	24 ⁰⁰	52,70	0,55	10,45	0,66	0,84	0,78	T. 13,50 C.		
" 3 "	4.11.98 133	"	"	"	"	24 ⁸⁰	52,30	0,75	9,90	1,43	1,64	0,87	aufbew. i. W.Z.	T. 24 ⁰ C.	
" 1 "	7.11.98 134	"	"	"	"	24 ⁰⁰	52,52	0,52	10,25	0,99	1,13	0,88	ebenso.		
" 1 "	8.11.98 135	"	"	"	"	24 ⁰⁰	53,32	0,52	10,40	0,97	1,14	0,85	ebenso.		
" 1 "	9.11.98 136	"	"	"	"	24 ⁰⁰	50,90	0,42	10,00	0,82	1,03	0,80	ebenso.		
" 1 "	10.11.98 137	"	"	"	"	24 ¹⁰	52,20	0,55	10,30	0,67	0,98	0,70	ebenso.		
" 1 "	11.11.98 138	"	"	"	"	24 ⁵⁰	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.		
" 1 "	16.11.98 140	"	"	"	"	24 ⁶⁰	50,50	0,45	9,83	0,89	1,20	0,74	aufbew. i. N.K.	T. 12,50 C.	
4. 2.99 141	dies. Obj., (Gewichtsabnahme 12,5 g aufbewahrt im N.K. T. 6—8 ⁰ C)	"	24 ⁴⁰	51,05	0,50	9,90	0,98	1,26	0,78						

Über die Atmung ein- und mehrjähriger Blätter.

105

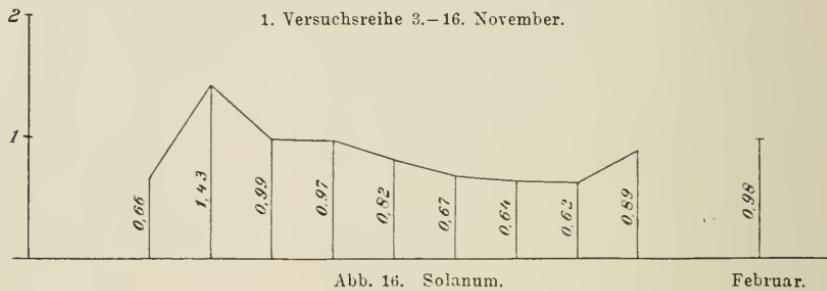
Tabelle XIIIb. Objekt: Knollen von *Solanum tuberosum* II.

Bemer- kungen	Tag und Nummer des Versuchs	Stückzahl	Jahrgang	Ge- wicht			i.Volumen-% Prod. CO ₂	i.Volumen-% Abs. O ₂	Q CO ₂ O	Bemer- kungen
					Verminde- reng. dieses Volum. Zur Prüf., ent- nomm. Luft- volum. im Strich- rohr, d. KOH dieses Volum. durchm. H ₃ O ⁺ , d. KOH	s. Ende Okt i N.				
nach 1 Tage	18.11.98 142	24	98	200,0	5	24 ⁴⁰	47,10	0,30	9,31	0,84
4	19.11.98 143	"	"	"	"	24 ³⁰	50,70	0,55	9,90	1,08
"	23.11.98 144	"	"	"	"	24 ³⁰	50,00	0,30	9,90	1,11
"	24.11.98 145	"	"	"	"	24 ³⁰	50,45	0,45	9,75	0,97
"	26.11.98 146	"	"	"	"	24 ⁴⁰	52,45	0,50	10,25	0,95
"	29.11.98 147	"	"	"	"	"	48,95	0,40	9,60	0,82
"	30.11.98 148	"	"	"	"	"	52,00	0,75	9,90	1,44
"	2.12.98 149	"	"	"	"	"	51,00	0,50	9,90	1,53
"	6.12.98 150	"	"	"	"	"	51,60	0,50	9,97	1,94
5.12.98 151	dies. Obj., Gewichtsabnahme 10,5 g aufbewahrt im N.K. T. 6—8° C			24 ⁴⁰	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	14			"	"	51,30	0,40	10,00	0,78	1,20	0,65
16. 2.99 154	"			"	"	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

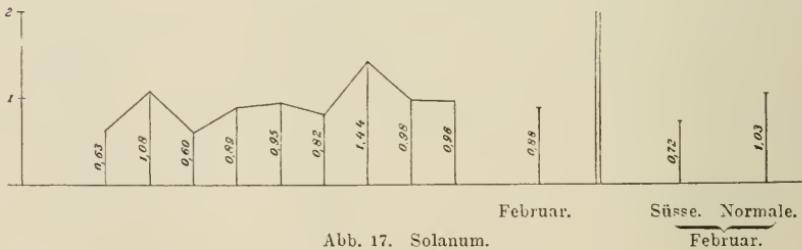


dadurch gewinnen, indem man das arithmetische Mittel nimmt. Es ergeben sich dann für die erste Reihe folgende Zahlen: CO_2 , 0,85,

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 Wärmezimmer. 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 Durschschnittszahlen angegeben:

$$\text{süsse Kartoffeln} \quad \text{CO}_2 \ 0,72, \ O \ 1,49, \frac{\text{CO}_2}{O} \ 0,51,$$

$$\text{normale Kartoffeln} \quad \text{,,} \ 1,03, \ \text{,,} \ 1,05, \ \text{,,} \ 0,98.$$

Die Werte für die letzteren zeigen demnach zu diesem Zeitpunkte 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](#)