

Beitrag zur Beurteilung
der klimatischen Wachstumsfaktoren Kohlensäure, Sauerstoff
und Luftdruck.

Von HEINZ JANERT (Königsberg Pr.).

(Fortsetzung von Seite 176).

Meist verteilte ich eine 4-stündige Begasung über einen ganzen Tag, denn die Bedienung des Apparats erforderte sehr viele Arbeit verbunden mit grosser Sorgfalt. Trotzdem ich mir die grösste Mühe gab, ist es doch öfters passiert, dass das salzsaure Wasser in die Vegetationsgefässe überlief, wodurch schwere Versuchsstörungen herbeigeführt wurden.

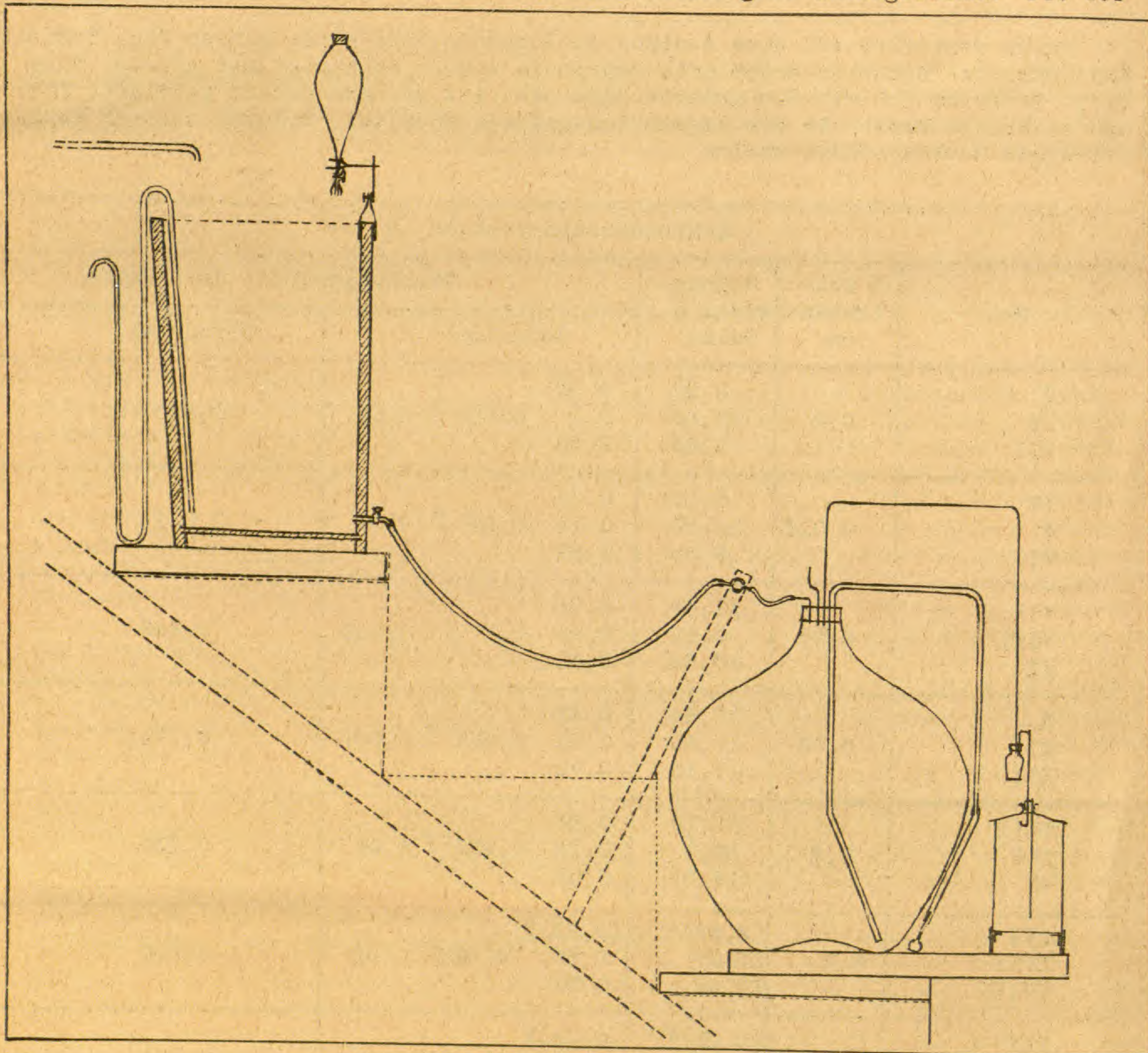
Kohlensäureversuch Nr. 2.

Nr.	% Koh- lensäu- re.	Grünge- wicht d. Halme.	Trockengewicht der Halme.	
			Gefunden.	Berechnet.
I	0,0	8,92	0,62	0,623 ± 0,03
II		10,66	0,7	
III		7,86	0,55	
IV	0,015	9,75	0,64	0,67 ± 0,03
V		12,33	0,74	
VI		9,00	0,63	
VII	0,03	11,55	0,76	0,7 ± 0,024
VIII		9,85	0,66	
IX		10,56	0,68	
X	0,08	11,64	0,82	0,807 ± 0,007
XI		11,69	0,81	
XII		11,10	0,79	
XIII	0,2	13,10	0,86	0,823 ± 0,04
XIV		10,9	0,72	
XV		14,55	0,89	
XVI	0,5	(9,97) $\frac{1}{2}$	(0,66) $\frac{1}{2}$	0,835 ± 0,02
XVII		13,07	0,86	
XVIII		12,62	0,81	
XIX	1,5	(8,63) $\frac{1}{2}$	(0,64) $\frac{1}{2}$	0,82 ± 0,017
XX		12,04	0,84	
XXI		12,00	0,80	
XXII	5,0	8,59	0,67	0,683 ± 0,03
XXIII		8,28	0,63	
XXIV		11,01	0,75	

$\frac{1}{2}$ = HCl-Vergiftung.

Formel: $\log(0,85 - y) = 0,3617 \cdot X - 1 - 6 \cdot X$.

Der Versuch (Kohlensäure-Versuch nr. 2, Seite 201) fiel in den Monat Juni, der in diesem Jahr auffallend heiss war. Die Lichtintensität war also recht hoch, die Temperatur in dem Gewächshaus unerträglich. Die Tabelle zeigt die bei den angewandten Kohlensäure-Partialpressungen erreichten Grün- und Trockengewichte der Halme und die mit dem Faktor 6 für letztere berechneten Werte. Die grossen Fehler, mit denen die gewonnenen Resultate von den berechneten Werten abweichen, sind zum grossen Teil darauf zurückzuführen, dass die gleichmässige Belichtung aller Gefässe durch die Wände des Gewächshauses stark gestört wurde. Leider war es angesichts der komplizierten Apparatur nicht möglich, diesen Fehler durch genügend häufiges Umstellen der Gefässe ganz auszugleichen. Die bei



Figur 5 (Erklärung auf Seite 175)

5% erzielten erheblich niedrigeren Beträge sind abgesehen von bereits eingetretener geringer Giftwirkung hauptsächlich auf Schädigungen zurückzuführen, die die Pflanzen schon beim Ansetzen des Versuchs erlitten hatten.

Um die diesem Versuch anhaftenden Mängel zu beseitigen, habe ich dann einen neuen Apparat konstruiert. Er sollte es vor allem ermöglichen, die kontinuierliche Begasung über den ganzen Tag auszudehnen und die Vegetationsgefässe zur

Erzielung gleichmässiger Belichtung täglich umzustellen. Ferner sollte er die Möglichkeit einer Schädigung durch überlaufendes salzsaures Wasser ausschliessen und zur Einschränkung des Wasser- und Salzsäure-Verbrauches stets mit dem gleichen Wasser arbeiten. Das erreichte ich dadurch, dass ich hinter den feststehenden Glasballons eine gleiche Anzahl gleich grosser Ballons beweglich derart montierte, dass sie, durch eine Windevorrichtung hochgezogen, um die Höhe eines Ballons höher standen als die feststehenden Ballons und dass sie, heruntergelassen, ebenso viel niedriger standen als diese. Je ein beweglicher Ballon wurde mit einem feststehenden verbunden derart, dass das angesäuerte Wasser aus dem jeweils höher stehenden Ballon in den tiefer stehenden abfliessen musste. Dadurch war ein Überlaufen salzsauren Wassers in die Vegetationsgefässe unmöglich gemacht, da in einem Ballon nicht mehr Wasser zufließen konnte, als in dem andern mit ihm beweglich verbundenen gleich grossen Ballon enthalten gewesen war. Waren z.B. die beweglichen Ballons heruntergelassen und vollgelaufen, die Luft also aus ihnen heraus und durch die Vegetationsgefässe hindurch gepresst worden, so wurden die gefüllten Ballons hochgewunden und das Wasser lief nun in die jetzt tiefer stehenden unbeweglichen Ballons. Gleichzeitig war die Verbindung der beweglichen Ballons mit den Vegetationsgefässen gelöst und die letzteren mit den feststehenden Ballons verbunden worden. Dieser Prozess konnte täglich 2 bis 3 mal wiederholt werden, die Begasung also auf 8 bis 10 Stunden pro Tag ausgedehnt werden. Da im übrigen die Technik der Herstellung des Gasgemisches wie auch der Begasung selbst die gleiche blieb wie bei den vorher beschriebenen Versuchen, so dürfte eine weitere Beschreibung unnötig sein.

Der Versuch wurde Mitte August angesetzt und 17 Tage durchgeführt. Leider entsprach jedoch das Resultat in keiner Weise der aufgewendeten Mühe. Die Erträge waren innerhalb der Fehlergrenzen fast vollkommen gleich, sodass es sich erübrigt, sie mitzuteilen. Ich führe dieses Resultat darauf zurück, dass die unvermeidlichen, sehr zahlreichen Schlauchverbindungen, besonders diejenigen, die durch direkte Berührung mit dem salzsauren Wasser stark angegriffen wurden, so viel Kohlensäure abgespalten haben, dass gegenüber den so gebildeten Kohlensäure-Mengen die Variierung des Kohlensäure-Gehaltes der zugeführten Luft kaum in's Gewicht fiel.

Da ich inzwischen bei meinen Sauerstoff-Versuchen in abgeschlossenen Gefässen sehr gute Resultate erzielt hatte, verliess ich nach diesen schweren Misserfolgen die beschriebene Versuchsmethode wieder. Wenn es möglich gewesen wäre, die benützten Apparate noch bedeutend zu verbessern, wozu jedoch weder die vorhandenen Mittel noch die Zeit und die Arbeitskraft eines Einzelnen ausgereicht hätten, wäre ich sicherlich auch mit dieser Methode zu guten, wenn nicht noch zu besseren Resultaten gelangt, als sie meine späteren Versuche in abgeschlossenen Gefässen gezeitigt haben.

Den nächsten Versuch führte ich im Prinzip genau so aus wie meine Sauerstoff-Versuche, das heisst ich evakuierte die Gefässe vollständig und gab dann ausser den entsprechenden Kohlensäure-Mengen nur noch Sauerstoff (15%) zu, variierte also neben der Kohlensäure auch noch den Luftdruck, wodurch nach meinen Versuchen das Resultat jedoch nicht beeinflusst werden konnte. Der Versuch wurde Anfang September angesetzt und 30 Tage durchgeführt. Die Tabelle auf Seite 204 gibt über das Ergebnis des Versuchs Aufschluss. Die berechneten Werte sind mit dem Faktor 2 nach der Formel: $\log. (0,465 - y) = 0,1761 (-1) - 2 \cdot X$ gewonnen. Ebenso folgt die Ertragskurve in der graphischen Darstellung des Ergebnisses dem Wirkungsfaktor 2.

Der nächste und letzte Versuch (Kohlensäureversuch nr. 5, Seite 205), der sonst genau wie der soeben beschriebene ausgeführt wurde, zeigte in der technischen Durchführung insofern eine kleine Verbesserung, als die Abdichtung an der Berührungsfläche von Deckel und Gefässrand durch den bereits früher erwähnten Harz - Wachs - Kolkothar-Kitt und nicht durch Plastilin hergestellt wurde, und ich die zum Verschluss der Schlauchansatzstücke benutzten Glasstöpsel so lang wählte, dass sie das Lumen des Schlauches in seiner ganzen Länge ausfüll-

ten, wodurch ein Glas- auf Glas-Verschluss hergestellt war. Der Versuch wurde in den zylindrischen Gefässen am 21. 9. 1921 angesetzt und am 23. 10. 21. abgeschlossen. Die graphische Darstellung Fig. 7 zeigt die mit dem Faktor 0,6 aus der Formel: $\log. (0,523 - y) = 0,3674 (-1) - 0,6 X$ berechnete Kurve in Beziehung zu den gefundenen Werten. Die Tabelle nr. 5 gibt die Trockensubstanzgewichte

Kohlensäureversuch nr 4.

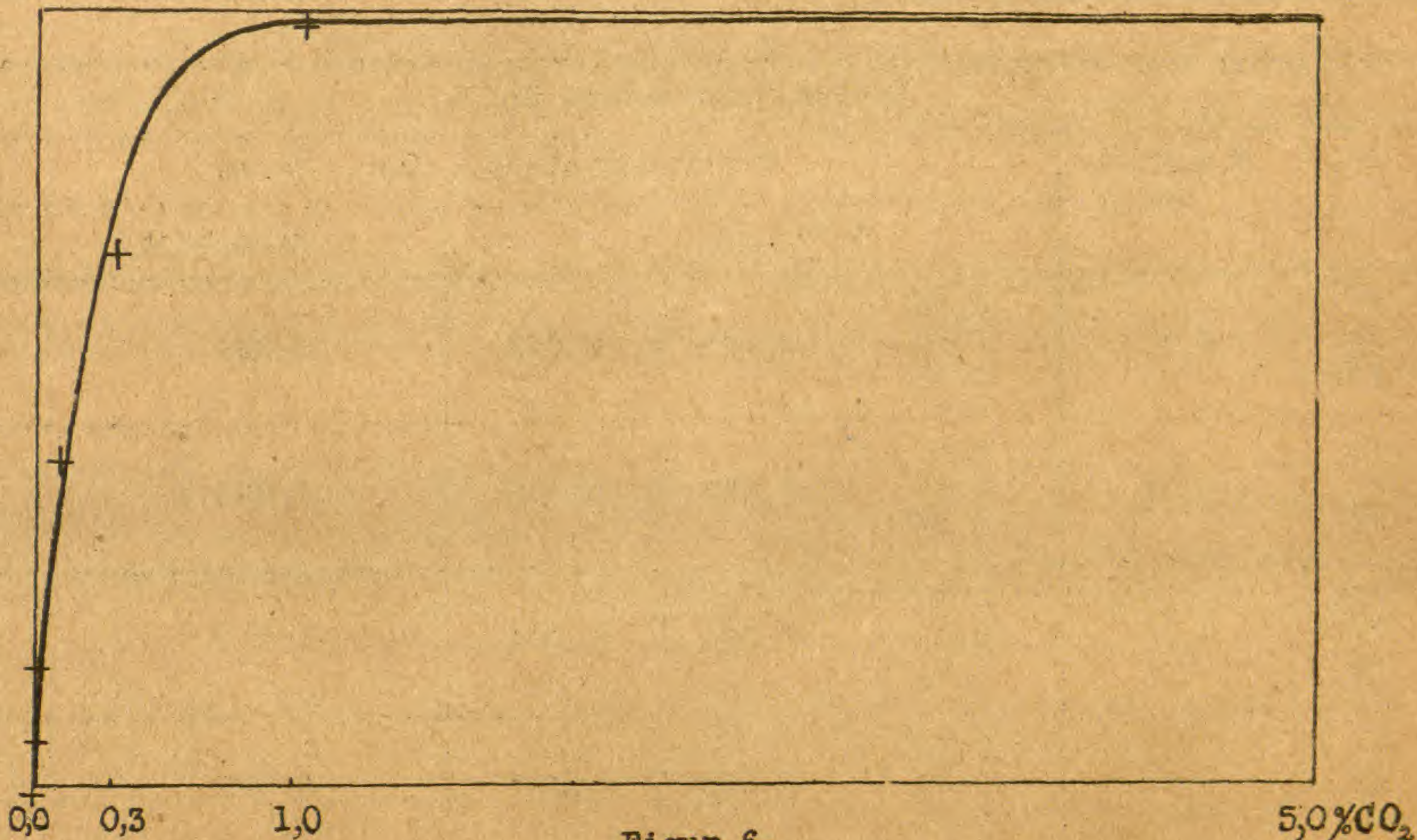
Nr.	% Kohlen- säure	Trockensubstanz der Halme	
		Gefunden	Berechnet
I	0,0	0,29	0,315
II		0,30	
III		0,34	
IV	0,01	0,34	0,322
V		0,32	
VI		0,323 ± 0,007	
VII	0,03	0,36	0,334
VIII		0,33	
IX		0,32	
X	0,1	0,38	0,370
XI		0,39	
XII		0,36	
XIII	0,3	0,41	0,427
XIV		0,43	
XV		0,41	
XVI	1,0	0,49	0,464
XVII		0,46	
XVIII		0,44	
XIX	5,0	0,46	0,465
XX		0,49	

der Halme und die errechneten Werte wieder. Vergleicht man die gewonnenen Resultate miteinander, so ergibt sich, dass der Wirkungsfaktor des Wachstumsfaktors Kohlensäure nicht konstant ist, denn bei dem Versuch nr. 2 stellte er sich auf ungefähr 6, Versuch nr. 4 auf 2 und Versuch nr. 5 auf 0,6. Die Inkonstanz des Wirkungsfaktors wird offenbar durch die Lichtintensität bedingt, mit dessen Stärke sich die Höhe des Wirkungsfaktors in gleichem Sinne ändert, wie ich weiter oben schon eingehend dargetan habe und wie diese Zahlen zeigen. Denn nach Messungen von LAMBERG (42) verhalten sich die durchschnittlichen Lichtintensitäten für die einzelnen Zeitabschnitte, in welche die drei Versuche fielen, wie

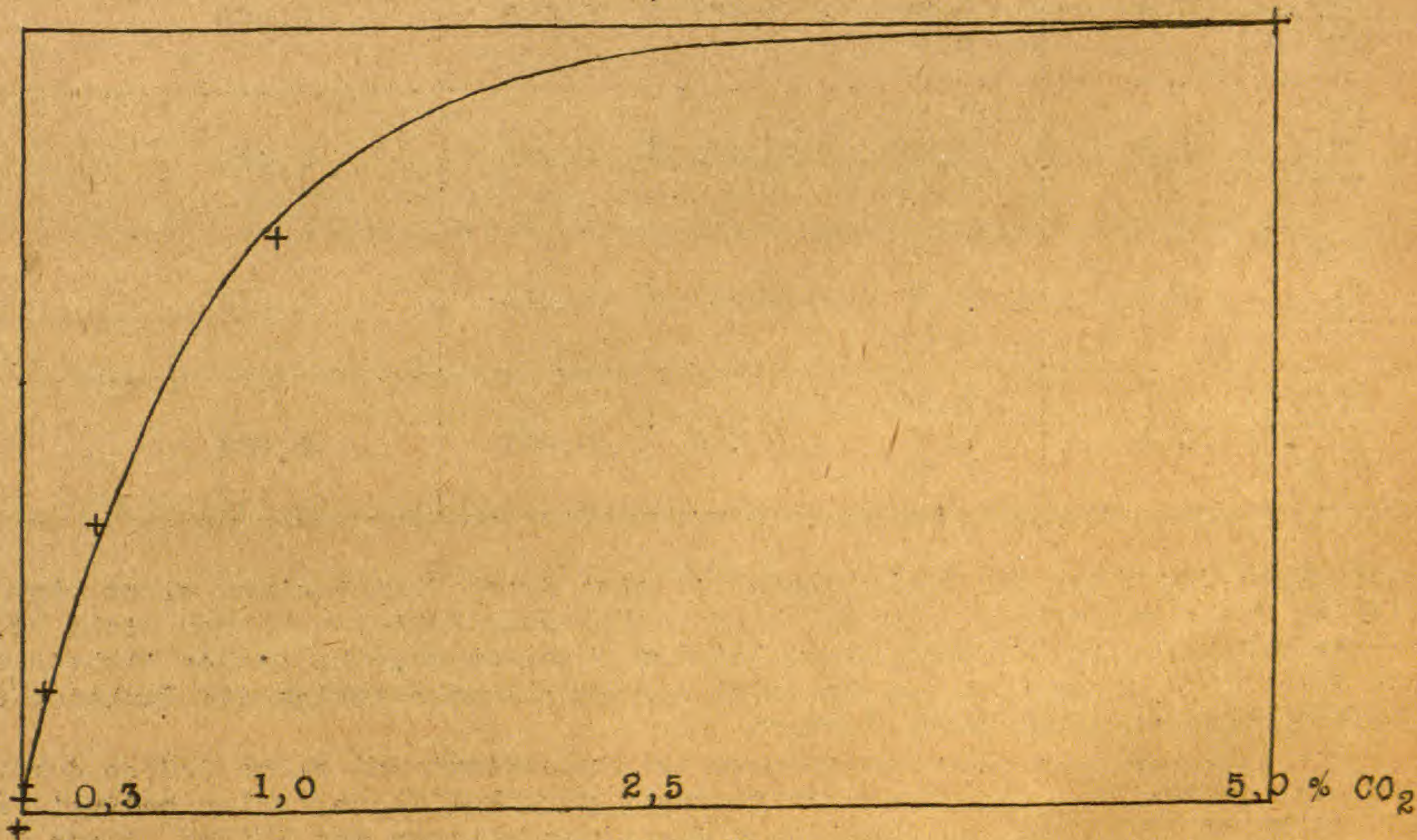
5,6 : 2,4 : 1,5 und die Höhe der Wirkungsfaktoren wie

6,0 : 2,0 ; 0,6 - Der Wirkungsfaktor wird bei weiterer Abnahme der Lichtintensität noch kleiner, um schliesslich bei vollständiger Dunkelheit gleich 0 zu werden.

Allein auf diesen Einfluss der Lichtintensität auf die Grösse des Wirkungsfaktors der Kohlensäure sind die Ertgas-Steigerungen zurückzuführen, die durch Steigerung des Wachstumsfaktors Licht erzielt werden. Mithin wirkt das Licht nur mittelbar, nämlich insofern ertragsteigernd, als durch die verfügbare Lichtmenge die Höhe des Wachstumsfaktors Kohlensäure bestimmt wird.



Figur 6.



Figur 7.

Wie die Kohlensäure als ein chemischer Wachstumsfaktor der klimatischen Gruppe allein unwirksam ist und erst der klimatisch-physikalische Wachstumsfaktor Licht hinzutreten muss, um ihn zu aktivieren, so sind auch die chemischen Wachstumsfaktoren des Bodens wirkungslos, wenn nicht der physikalische Wachstumsfaktor Wasser hinzutritt, sie auf den Pflanzenorganismus überträgt und ihnen so ermöglicht, ertragsteigernd zu wirken. Alle chemischen Wachstumsfaktoren erhalten

Kohlensäureversuch Nr. 5.

Nr.	% Kohlen- säure	Trockensubstanz der Halme	
		Gefunden.	Berechnet
I	0,0	0,29	0,287 ± 0,003
II		0,29	
III		0,28	
IV	0,01	0,3	0,293 ± 0,000
V		0,3	
VI		0,28	
VII	0,03	0,3	0,305 ± 0,004
VIII		0,3	
IX		0,315	
X	0,1	0,33	0,327 ± 0,007
XI		0,34	
XII		0,31	
XIII	0,3	0,36	0,377 ± 0,007
XIV		0,38	
XV		0,39	
XVI	1,0	0,475	0,462 ± 0,005
XVII		0,45	
XVIII		0,46	
XIX	2,5	0,58	0,537 ± 0,019
XX		0,49	
XXI		0,54	
XXII	5,0	0,54	0,523 ± 0,007
XXIII		0,51	
XXIV		0,52	

also ihren Charakter als Wachstumsfaktor erst durch Vermittelung eines physikalischen Wachstumsfaktors. Als solche physikalische Faktoren kommen nicht allein Wasser und Licht in Betracht, denn bei dem chemisch-physikalischen Wachstumsfaktor Stickstoff übernehmen zum Beispiel die Knöllchenbakterien die Funktion des übertragenden physikalischen Faktors.

Der Wirkungsfaktor der Kohlensäure ist inkonstant und seine Grösse durch die Lichtintensität, also den übertragenden physikalischen Faktor bedingt. Das ist nicht der Fall bei den chemischen Wachstumsfaktoren des Bodens, deren Wirkungsfaktoren durch die Löslichkeit der Nährstoffe bestimmt werden und unabhängig von der Wassermenge sind. Der Wirkungsfaktor des Wassers andererseits ändert

sich mit der Menge der darin gelösten Nährstoffe.

Meine Beobachtungen über die Höhe des Wirkungsfaktors der Kohlensäure werden durch die Versuche von KREUSLER voll bestätigt. KREUSLER hat mit einer künstlichen, konstanten Lichtquelle gearbeitet, deren Stärke nach seinen Angaben gemäßigtem, diffusem Tageslicht ungefähr vergleichbar wäre. Meine Versuche liefen aber Tag und Nacht, sodass wohl nur der Versuch nr. 2 im Durchschnitt der Zeiteinheit eine ähnliche Lichtstärke erreichen dürfte.

KREUSLER gibt in dem summarischen Rückblick am Schluss seiner Arbeit folgende Zusammenstellung:

Relativer Kohlensäuregehalt	Assimilation
1 (=atmosphär. Luft)	100
2	127
3,5	185
7,0	196
17	209
35	237
220	230
440	266 (?)

Setzt man für die Verhältniszahlen die tatsächlichen Werte ein, und vergleicht diese mit den für die Assimilation mit dem Faktor 6 errechneten Werten, so ergibt sich folgende Tabelle:

% Kohlensäure	Assimilation pro 1 qdm eins. Blattfl. u. Stunde. Gefunden.	Errechnet
0,03	6,8	5,09
0,06	8,64	8,45
0,105	12,58	11,48
0,21	13,33	14,18
0,51	14,21	14,99
1,05	16,12	15
6,6	15,64	15

Die mit dem Faktor 6 berechneten Werte stimmen innerhalb der sicher sehr grossen Fehler mit den gefundenen Werten leidlich überein. Denselben Faktor 6 hat aber auch der von mir angestellte Versuch Nr. 2 ergeben, der, wie erwähnt, hinsichtlich der Lichtintensität mit den KREUSLER'schen Versuchen annähernd vergleichbar sein dürfte.

Der Übertragung der gewonnenen Resultate auf die landwirtschaftliche Praxis stellen sich gewisse Schwierigkeiten entgegen. Die Berechnungen über die Höhe des Wirkungsfaktors der Kohlensäure beziehen sich nicht wie bei den chemischen Faktoren des Bodens auf absolute Mengen pro Flächeneinheit, sondern auf den Kohlensäuregehalt der die Pflanzen umgebenden Luft, eine Beziehung also, die direkt übertragbar ist. Die Schwierigkeit liegt nur darin, dass die Lichtintensität, die auf meine Versuchspflanzen einwirkte, gegenüber dem direkten Tageslicht bedeutend herabgesetzt war. Vergleichende Lichtmessungen mit lichtempfindlichem Papier ergaben, dass die Lichtintensität, der meine Versuchspflanzen in den Vegetationsgefässen im Gewächshaus ausgesetzt waren, sich zu der natürlichen, unbeeinträchtigten Lichtintensität verhielt wie 1 : 7. Unter der Voraussetzung, dass die bei dem photographischen Prozess wirksamen Lichtstrahlen wesentlich in gleicher Weise durch das Dach des Gewächshauses und die ständig von innen stark beschlagenen Wände der Vegetationsgefässe behindert worden sind, würden den Versuchspflanzen also nur 13,3% der normalen Lichtmenge zur Verfügung gestanden haben.

LAMBERG fand, dass sich die durchschnittlichen Lichtintensitäten für die ganze Vegetationsperiode und für die einzelnen, der Dauer meiner Versuche entsprechenden Zeitabschnitte verhalten wie 5 : 5,6 : 2,4 : 1,5. Will man die Höhe des Wirkungsfaktors der Kohlensäure unter freiem Himmel im Durchschnitt der ganzen Vegetationsperiode ermitteln, so ist dabei zu berücksichtigen, dass meinen

Versuchspflanzen nur $1/7$ der normalen Lichtintensität zur Verfügung gestanden hat. Man kommt dann zu folgenden ungefähren Verhältniszahlen:

Lichtintensitäten : 5 : 0,8 : 0,34 : 0,21

Wirkungsfaktoren : X : 6,0 : 2,0 : 0,6

Es ist nun sehr schwer, für X, das heisst den Wirkungsfaktor der Kohlensäure im Durchschnitt der ganzen Vegetationsperiode bei ungehinderter Lichtzustrahlung, einen entsprechenden Wert einzusetzen, da aus den gefundenen Zahlen nicht genügend deutlich ersichtlich ist, wie der Wirkungsfaktor weiter steigt. Es ist nicht anzunehmen, dass die Grösse des Wirkungsfaktors der Kohlensäure in gleicher Weise wie zu Beginn der Steigerung der Lichtintensität sich weiter erhöht, da die Licht-Ausnutzungsfähigkeit der Pflanzen beschränkt ist, und direktes Sonnenlicht bereits schädlich wirkt, da es die Chloroplasten veranlasst, sich durch entsprechende Umlagerung der direkten Bestrahlung zu entziehen. Setzt man die niedrigsten Werte sowohl der Lichtintensität wie auch der Wachstumsfaktoren = 1, so ergeben sich folgende Verhältniszahlen:

Lichtintensitäten: 23,81 : 3,81 : 1,62 : 1.

Wirkungsfaktoren: X : 10,0 : 3,33 : 1.

Bei der Steigerung der Lichtintensität von 1 auf 1,62 erhöht sich die Grösse des Wirkungsfaktors demnach auf je 0,1 Steigerung der Lichtintensität um 0,376, bei weiterer Steigerung der Lichtintensität von 1,62 auf 3,81 nur um 0,305 je 0,1 Steigerung der Lichtintensität. Nimmt man nun an, dass sich die Grösse des Wirkungsfaktors der Kohlensäure bei weiterer Steigerung der Lichtintensität auf das Doppelte also auf 7,62 je 0,1 nur noch um 0,2, bei nochmaliger Verdoppelung der Lichtintensität auf 15,24 je 0,1 um 0,075 und schliesslich bei Steigerung der Lichtintensität auf 23,81 je 0,1 nur noch um 0,02 erhöht, so würde man in obigen Verhältniszahlen für X den Wert 25,05 einsetzen müssen. Umgerechnet auf die tatsächlich gefundenen Werte würde sich dann für X, das heisst für die Grösse des Wirkungsfaktors der Kohlensäure im Durchschnitt der ganzen Vegetationsperiode bei ungehinderter Lichtzustrahlung die Zahl 15 ergeben. Aus der Gleichung

$$\log(100 - y) = 2 - 15 \cdot X$$

ergibt sich dann, dass bei normalem Kohlensäuregehalt der Luft 64,52% des durch Kohlensäurezuführung erreichbaren Höchstetrages erzielt werden.

Jedoch können alle diese Berechnungen keinen Anspruch auf Genauigkeit machen, da sehr viel Wahrscheinlichkeitswerte in die Rechnung aufgenommen werden mussten. Die genaue Feststellung der Grösse des Wirkungsfaktors der Kohlensäure bleibt späteren Versuchen vorbehalten.

Mit der Zahl allein ist in der Praxis aber noch nicht viel anzufangen. Man kann wohl berechnen, welche Höchsterträge durch Steigerung des Kohlensäure-Gehaltes der die Kulturpflanzen umgebenden Luft bis zur optimalen Höhe zu erwarten sind, aber zur Aufstellung einer Rentabilitätsrechnung gehört noch viel mehr. Vor allem muss man wissen, welche Kohlensäuremengen notwendig sind, um die Kohlensäure-Partialdruck der die Pflanzen umgebenden Luft in der gewünschten Masse zu steigern. Hier besteht noch eine sehr grosse Lücke, die durch exakte Untersuchungen auszufüllen ist, bevor man es verantworten kann, die Frage endgültig zu entscheiden, ob der praktischen Landwirtschaft auf Grund genügender wissenschaftlicher Erforschung des Gegenstandes die Kohlensäuredüngung anzurufen ist oder nicht.

Aus Versuchen in abgeschlossenen Gewächshäusern kann man hierauf gar keine Schlüsse ziehen. Zahlreiche Versuche haben gezeigt, dass hier eine künstliche Kohlensäure-Zuführung durchaus rentabel sein kann, obwohl es auch hier schon sehr darauf anzukommen scheint, dass die Kohlensäure billig zur Verfügung steht. Es ist aber ganz klar, dass die wirtschaftliche Ausnutzung der künstlich zugeführten Kohlensäure im freien Lande unvergänglich viel schlechter ist. Nicht allein, weil die Kohlensäure ständig in die unermessliche Atmosphäre diffundiert und verloren geht, sondern besonders, weil der Wirkungsfaktor der Kohlensäure bei ungehinderter Lichtzustrahlung unter freiem Himmel viel höher ist als in einem Gewächshaus, der Abstand zwischen dem bei normalem Kohlensäuregehalt der

Luft erzielten Ertrage und dem durch Kohlensäuredüngung erreichbaren Höchstertrage also verhältnismässig bedeutend geringer ist.

Ganz abgesehen von diesen letzten Erwägungen ist es mir sehr zweifelhaft, ob es überhaupt möglich ist, den Kohlensäuregehalt der Luft über einer grösseren Fläche für eine längere Zeit nennenswert zu erhöhen, ohne Kohlensäuremengen anzuwenden zu müssen, die so gewaltig sind, dass sie nirgends dauernd verfügbar sind und dass eine Rentabilität von vornherein ausgeschlossen ist.

Ganz anders ist die Fragestellung, die den Versuchen von BORNEMANN zugrunde liegt. BORNEMANN geht davon aus, dass die Summe der Blattoberflächen in einem dichten Pflanzenbestand bedeutend grösser ist als die bestandene Fläche, die Blätter sich also vielfach überdachen müssen. Er folgert nun, dass die Kohlensäure, die aus der Atmosphäre gewissermassen von oben herunter diffundiert, zuerst auf die oberen Blätter trifft und von diesen zum grossen Teil fortassimiliert wird, sodass die unteren Blätter also schlechter mit Kohlensäure versorgt werden. Da aber die Blätter nicht in einzelnen Schichten liegen, sondern mit grossen Zwischenräumen unregelmässig durcheinander stehen, ist anzunehmen, dass die den einzelnen Blättern verfügbare Kohlensäuremenge nicht wesentlich verschieden ist. Denn die Kohlensäure diffundiert in der freien Luft zwischen den Blättern schneller als aus der Luft in das Blattinnere, zumal die Geschwindigkeit der Diffusion zu den Assimilationsorganen durch den Lösungskoeffizienten der Kohlensäure beeinträchtigt wird. Aus der Annahme, dass die unteren Blätter an Kohlensäure stärker Mangel leiden, folgert BORNEMANN dann weiter, dass eine Kohlensäurezuführung von unten, also aus dem Boden, besonders günstig wirken müsse.

Um die Kohlensäureproduktion des Bodens zu erhöhen, stellt er deshalb die Forderung, dass dem Boden so viel organische Substanz wie nur irgend möglich zugeführt werde, für deren Behandlung und Unterbringung er dann besondere Vorschriften gibt. Dieser Forderung nach starker Düngung mit organischen Substanzen ist durchaus zuzustimmen, denn neben verschiedenen anderen günstigen Wirkungen der organischen Düngung kann die bei der Zersetzung der organischen Substanzen entwickelte Kohlensäure das Pflanzenwachstum nur günstig beeinflussen. Dass aber eine durch vermehrte Düngung mit organischen Substanzen erzielte Ertragssteigerung in der Hauptsache auf die günstige Wirkung der frei werdenden Kohlensäure zurückzuführen sei, ist höchst unwahrscheinlich. Durch eine starke Düngung mit organischen Substanzen und besonders durch deren modifizierte Behandlung und Unterbringung werden die verschiedensten Wachstumsfaktoren, namentlich auch der Wasserhaushalt des Bodens, sehr beeinflusst, wodurch derartige Versuche vollständig unübersichtlich werden. Es ist aber auch ganz ausgeschlossen, dass durch die erhöhte Kohlensäureproduktion des Bodens der Kohlensäuregehalt der die Pflanzen umgebenden Luft wesentlich gesteigert werden kann. Selbst angenommen, dass es durch ein sehr vorteilhaftes Wiesenverhältnis oder andere besonders günstige Umstände möglich wäre, einer bestimmten Ackerfläche jährlich soviel organische Substanz zuzuführen als auf dieser neu produziert wird, und dass sich diese organische Substanz nur während der Vegetationsperiode und auch nur am Tage zersetzen würde, so könnte diese doch nur soviel Kohlensäure entbinden und den Pflanzen zur Verfügung stellen, als diese zur Bildung gleicher Mengen von organischer Substanz verbrauchen. Der assimilatorische Verbrauch der Pflanzen würde ausgeglichen werden, ein Diffusionsgefälle aus der Atmosphäre käme nicht zustande, die Ausnützung der atmosphärischen Kohlensäure wird also herabgesetzt. Dem gegenüber kann die Beobachtung, dass über einem frisch gedüngten Feld der Kohlensäuregehalt der Luft höher ist, nichts beweisen. Selbstverständlich muss die Luftanalyse über sich zersetzendem Mist einen gesteigerten Kohlensäuregehalt ergeben, wenn kein entsprechend starker Pflanzenbestand da ist, der die aus dem Boden aufsteigende Kohlensäure sogleich verbraucht. Denn auf einem frisch gedüngten Feld stehen keine Pflanzen oder doch höchstens solche, die am Anfang ihrer Entwicklung stehen und deren assimilatorische Leistung noch gering ist.

Nach alledem liegt also kein Grund vor, mit Rücksicht auf die Kohlensäureproduktion des Bodens den Dünger anders zu behandeln und unterzubringen, als dies die praktische Erfahrung bisher gelehrt hat.

Literatur-Verweise.

- (1) Mitscherlich, Bodenkunde, 3. ed. Berlin 1920. - (2) Schlagintweit, Results of a scientific Mission to India High Asia II (1862) p. 500. - (3) The voyage of the Challenger: The Atlantic by W. Thomson II (1877) p. 339. - (4) Senebier, Physiologie végétale III (1800) p. 105. - (5) Humboldt, Ansichten der Natur (1808) p. 14. - (6) Doebereiner in Gilberts Annalen LXXII (1822) p. 212. - (7) P. Berth, La pression barométrique, in Comptes rendus LXXVI (1873) p. - (8) Wieler in Unters. Bot. Inst. Tübingen I (1881 - 85) p. 189. - (9) Jaccard in Comptes rendus CXVI (1893) p. 830. - (10) Schaible in Fünfstück's Beiträgen IV (1901) p. 93. - (11) Schwendener und Krabbe in Pringsh. Jahrb. XXV & 1893. - (12) Pfeffer, Pflanzenphysiologie II (1904) p. 132. - (13) Scheele, Chem. Abhandl. von Luft und Feuer, 2. ed. (1782) p. 132. - (14) Ingenhousz, Versuche mit Pflanzen, 1790. - (15) Humboldt, Aphorismen, übers. von Fischer, Keipzig 1794. - (16) Rollo in Annales de Cimie XXV (1798). - Senebier, Mémoires sur l'influence de l'air etc., Genf 1801. - (18) Saussure, Recherches chimiques sur la végétation, Paris 1804. - (19) Boehm in Sitzungsber. Akad. Wien I. Abt. LXVIII (1873). - (20) Bert in Comptes rendus LXXVI (1873). - (21) Wieler in Unters. Bot. Inst. Tübingen I (1881 - 85) - (22) Jentis in Unters. Bot. Inst. Tübingen II (1886 - 88). - (23) Blackman in Ann. of Bot. XIX (1905) p. 281. - (24) Arrhenius, Lethaea geognostica Teil I Band II. - (25) Frech in Bihang till Svensk. Vetenskab. Acad. Handl. XXII (1896) nr. 1. - (26) Bornemann, Kohlensäure und Pflanzenwachstum, Berlin 1920. - (27) H. Fischer in Frühling's Landw. Zeitung 1916, p. 228. - (28) Kisselew in Beih. Bot. Zentralbl. 1. XXXII (1914) p. 86 - 96. - (29) Demoussy in Comptes rendus CXXXIX (1904) p. 883. - (30) Winter in Gartenflora 1913, Heft 18. - (31) Brown und Escombe in Proc. Roy. Soc. XXX (1902) p. 394 - 412. - (32) Demoussy in Comptes rendus CXXXVI (1903) p. 325. - (33) Saussure, l. c. - (34) Godlewski in Arb. Bot. Inst. Würzburg I. heft 3. - (35) Kreuzler in Landw. Jahrb. XIV (1885). - (36) Demoussy in Comptes rendus CXXXIX (1904) p. 883. - (37) H. Fischer, l. c. - (38) Kisselew, l. c. - (39) Klein und Reinau in Chemiker-Zeitung XXXVIII (1914) p. 545. - (40) Winter, l. c. - (41) Willstaetter und Stoll, Assimilation der Kohlensäure, Berlin 1918. - (42) Lamberg, Diss. Königsberg 1921.

Mitteilung des Herausgebers.

Die erste Centurie des Exsiccatenwerkes "Gramina horti Regimontani", enthaltend in Königsberger botanischen Garten zum Zweck der Ausarbeitung einer Monographie der Familie kultivierte Arten mit vollständiger Synonymie wird Mitte 1922 ausgegeben und nur im Tausch gegen nordische, mediterrane und aussereuropäische Gramineen, sowie gegen Samen wildwachender Gramineen derselben Provenienz, auch unbestimmten, frei gegen frei abgegeben.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Janert Heinz

Artikel/Article: [Beitrag zur Beurteilung der klimatischen Wachstumsfaktoren Kohlensäure, Sauerstoff und Luftdruck. \(Fortsetzung von Seite 176\). 201-210](#)