

Abhängigkeit der Sauerstoffausscheidung der Blätter von dem Kohlensäuregehalt der Luft.

Von

Dr. Emil Godlewski.

Mit einer lithographischen Tafel.

1. Historisches.

Die Frage, in wie weit die Assimilationsthätigkeit der Blätter von dem Kohlensäuregehalte der Luft abhängt, wurde bis jetzt nicht näher untersucht. Das Wenige, was mir hierüber in der Literatur bekannt geworden, möge hier eine kurze Besprechung finden.

PERCIVAL¹⁾ beobachtete, dass eine Minze in einem mit Kohlensäure geschwängerten Luftstrome besser wuchs, als ein anderes dem Strome reiner Luft ausgesetztes Exemplar.

SAUSSURE²⁾ suchte PERCIVAL'S Resultate zu bestätigen und ausserdem die Frage zu lösen, welches Verhältniss der der Luft beigemengten Kohlensäure das günstigste für die Pflanze sei. Er liess gekeimte Erbsen gleichzeitig unter 8 mit Wasser gesperrten Recipienten vegetiren. In jedem Apparate wurden 3 Pflänzchen aufgestellt, und zwar so, dass nur die Wurzeln in das Wasser eintauchten. Das Volumen der Atmosphäre unter jedem Recipienten betrug 99 CC., die Zusammensetzung desselben war aber in jedem Apparate eine andere und zwar: einerseits reine Luft, anderseits Luft welche $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$ Kohlensäure enthielt, und endlich reine Kohlensäure. Die Apparate wurden täglich 5 bis 6 Stunden den directen Sonnenstrahlen ausgesetzt. Gleichzeitig wurden 8 ähnliche Apparate beständig im schwachen diffusen Lichte gehalten. Es erwies sich, dass im

1) Memoires de la Société de Manchester vol. 2. — citirt nach SAUSSURE Rech. chim. s. la veget. 1804. S. 29.

2) Recherches chimiques sur la vegetation. Paris 1804. p. 29—34.

Schatten auch die geringste Beimengung von Kohlensäure (hier 8%) zur atmosphärischen Luft schädlich auf die Vegetation einwirkte, und um so schädlicher, je grösser die beigegebene Menge war. Von den Pflanzen, welche insolirt wurden, gediehen die in einer Atmosphäre von 8% Kohlensäure wachsenden am besten, besser als die in reiner Luft, grössere Kohlensäuregehalte aber haben auch hier schädlich gewirkt. In reiner Kohlensäure, wie auch in der Atmosphäre von 75% und 66% Kohlensäuregehalt starben die Pflänzchen bald ab.

Diese Versuche sind insofern wichtig, als sie zeigen, dass grössere Quantitäten der der Luft beigemengten Kohlensäure schädlich auf die Vegetation einwirken, und was besonders hervorzuheben ist, und worauf wir noch später zurückkommen werden, diese nachtheilige Wirkung stärker im schwachen diffusen als im directen Sonnenlichte ist. Was nun die Beweiskraft für die durch geringere Steigerung des Kohlensäuregehalts der Luft stattfindende Begünstigung der Vegetation anbetrifft, so bleiben diese Versuche hinter dem PERCIVAL'schen zurück. Denn es ist selbstverständlich, dass unter einem geschlossenen Recipienten, wo kein Wiederersatz der verbrauchten Kohlensäure (wenn man von der Diffusion durch das sperrende Wasser absieht) möglich war die Pflanzen aus Mangel an derselben litten, und es kann nicht Wunder nehmen, dass sie sich schwächer entwickelten, als die, welchen auch ein gewisses Quantum der Kohlensäure zur Verfügung stand.

Somit hat SAUSSURE die gestellte Aufgabe nur zum Theil gelöst. Er hat nachgewiesen, dass eine Steigerung des Kohlensäuregehalts der Luft über 8% schädlich auf die Vegetation einwirkt, nicht aber, dass eine Steigerung von $\frac{1}{20}$ % (gewöhnliche Luft) bis 8% das Wachsthum begünstigt. In dieser letzten Hinsicht haben PERCIVAL's Versuche vor dem SAUSSURE'schen den Vorzug, dass die Luft durch den Strom erneuert wurde, und somit der Wiederersatz der zersetzten Kohlensäure möglich war.

SAUSSURE hat die Meinung ausgesprochen, dass die Kohlensäure nur dann für die Vegetation im Lichte nützlich ist, wenn die Atmosphäre gleichzeitig freien Sauerstoff enthält. ¹⁾ Diese Angaben wurden von BOUSSINGAULT geprüft. Er liess ²⁾ verschiedene Blätter einerseits in reiner Kohlensäure; anderseits in Mischungen derselben mit verschiedenen indifferenten Gasen von der Sonne bescheinen und bestimmte die Menge der zersetzten Kohlensäure. Diese Experimente erwiesen, dass in reiner Kohlensäure unter dem gewöhnlichen Drucke die Sauerstoffausscheidung zwar nicht gänzlich aufgehoben, aber sehr gehemmt wird. Diese Hemmung ist aber keine Folge des Mangels an Sauerstoff, sondern sie rührt von dem zu starken Drucke der

¹⁾ Rech. chim. s. la veg. p. 33.

²⁾ Comptes rendus 1865 T. 60 p. 872. Agronomie chimie agricole et physiologie 1868 T. 4 p. 269.

Kohlensäure her. In der That, wenn die Kohlensäure mit irgend einem indifferenten Gase gemengt war, sei es N, oder CO, C₂H₄ oder H₂, war die zersetzende Thätigkeit der Blätter eben so lebhaft, als wenn die Blätter in einer Mischung atmosphärischer Luft und Kohlensäure fungirten. Aehnlich wie die Vermischung mit einem indifferenten Gase, wirkt die Verminderung des Druckes. Auch reine Kohlensäure wird leicht durch die Blätter unter geringem Drucke zersetzt. Aus diesen Experimenten BOUSSINGAULT's kann man schon schliessen, dass eine Steigerung der partiären Pressung der Kohlensäure über eine gewisse Grenze schädlich auf die zersetzende Thätigkeit der Blätter einwirkt. Diese Grenze hat, so weit mir wenigstens bekannt, weder BOUSSINGAULT noch irgend Jemand zu bestimmen gesucht. — Noch weniger hat man sich mit der Frage beschäftigt, ob und in wie weit eine geringere Steigerung des Kohlensäuregehalts der Luft über den gewöhnlichen ($\frac{1}{20}$ %) von Einfluss auf die zersetzende Thätigkeit der Blätter ist.

Nur PFEFFER¹⁾ hat sich bei seiner Arbeit: »Ueber die Wirkung farbigen Lichtes auf die Zersetzung der Kohlensäure in Pflanzen« die Frage vorgelegt, »ob gleiche Mengen Kohlensäure zersetzt werden, wenn der Luft etwa 1 oder 12 Procent dieses Gases beigemischt sind«. Er hat zwei Versuche angestellt, bei dem ersten wurden zwei, bei dem zweiten drei Blätter von *Prunus laurocerasus* insulirt. Die Kohlensäuregehalte waren in erstem 8,7 % und 39,2 % in zweitem Versuche 10,2 %, 18,7 % und 38,8 %; die zersetzten Kohlensäuremengen im erstem 3,16 und 3,11 C. C. im zweitem 3,30, 3,30 und 3,17. Diese Versuche zeigen, dass eine Steigerung des Kohlensäuregehalts der Luft von 8% auf 16% ohne merklichen Einfluss auf die Sauerstoffausscheidung der Blätter von *Prunus laurocerasus* ist, ausserhalb dieser Grenzen gestatten dieselben jedoch keinen Schluss.

Bei mir handelte es sich um die Feststellung der Frage, ob und wie weit eine Steigerung des Kohlensäuregehaltes der Luft die Sauerstoffausscheidung begünstigt, und um eine annähernde Bestimmung der Grenze, wo sie dieselbe zu hemmen beginnt.

Die Beantwortung dieser Fragen ist auch, abgesehen von dem Interesse, welches sie an und für sich hat, für die Methode weiterer Untersuchungen über die Sauerstoffausscheidung von Wichtigkeit.²⁾ Leider erschöpfen meine Versuche, so zahlreich sie auch sind, das Thema nicht.

2. Methode und Fehlerquellen.

Meine Versuche wurden sämmtlich im letzten Sommersemester im botanischen Institut zu Würzburg ausgeführt. Ich arbeitete mit denselben Apparaten, welche PFEFFER bei seinen Untersuchungen vor zwei Jahren be-

1) Arbeiten des botanischen Institutes zu Würzburg Heft I. 1870 p. 33.

2) PFEFFER I. c. p. 35.

nutzt hatte. Die Methode war vollkommen dieselbe, welche PFEFFER in seiner oben erwähnten Arbeit ausführlich beschreibt; sämtliche von ihm angegebenen Vorsichtmassregeln wurden von mir beobachtet. Da PFEFFER die Methode und die Prüfung derselben mit allen Einzelheiten beschrieben hat, so wäre es zwecklos, diese Beschreibung hier wieder zu geben; dagegen will ich aber auf einige Fehlerquellen hindeuten, welche bei meinen Untersuchungen in Betracht kamen.

1) Damit sich die Apparate möglichst schnell mit Wasserdämpfen sättigten, habe ich dieselben immer vor dem Gebrauche mit Wasser bespült und noch feucht zum Versuche benutzt. Das Gasvolumen wurde aber dadurch um den Raum der an den Wänden haftenden Feuchtigkeit zu hoch abgelesen. Da dieser Fehler, welcher etwa 0,2 C. C. betragen konnte, sich bei allen Ablesungen wiederholte, so habe ich ihn ausser Acht gelassen, nur wenn während der Insolation ein Theil dieser Feuchtigkeit sich auf der Quecksilberfläche ansammelte, wurde dieselbe von dem entsprechenden Gasvolumen abgezogen. Um den Fehler möglichst klein und gleichförmig zu machen, wurde für die grösste Reinlichkeit der Apparate gesorgt.

2) Die mögliche Ungleichheit des Einfallswinkels des Lichtes bei der Insolation, besonders bei directen Sonnenstrahlen konnte von einem nicht unbedeutenden Einflusse auf die Resultate sein: Ein senkrecht beleuchtetes Blatt musste mehr Kohlensäure zersetzen als ein etwas schief zur Richtung der Sonnenstrahlen gestelltes. Daher wurde für die gleichmässige Exposition der Blätter Sorge getragen. Die Apparate wurden schief gestellt, damit das Licht beinahe senkrecht auf die Blätterfläche fiel. Trotzdem kam es manchmal vor, dass ein Blatt durch Veränderung der Gewebespannung in Folge der Verdunstung sich während der Insolation krümmte und seine ursprüngliche Stellung gegen das Licht veränderte. Die Fälle wurden notirt und sind bei den entsprechenden Versuchen angegeben.

3) Ein ganz unbedeutender Fehler, der wie man sich leicht durch Rechnung überzeugen kann, nie über 0,93 C. C. steigen konnte, entstand dadurch, dass sämtliche Reductionen nach BUNSEN'S Tafeln, denen der Ausdehnungscoefficient für Gas 0,9036 zu Grunde liegt, ausgeführt wurden, ohne zu berücksichtigen, dass der Ausdehnungscoefficient für Kohlensäure etwas grösser ist und zwar nach REGNAULT'S umfangreichen Versuchen 0,90371 beträgt.

4) Die grösste und die am meisten störende Fehlerquelle liegt aber in der individuellen Verschiedenheit der Blätter, alle andere oben angegebenen können im Vergleich mit dieser als verschwindend klein angesehen werden. Sie ist die Ursache, dass man sich, um eine Thatsache zu constatiren, nur auf zahlreiche und nie auf ein einziges Experiment stützen darf. Trotz aller Mühe, ist es mir selten gelungen, vier ganz ähnliche und niemals vier ganz gleiche Blätter zu finden. Selbst im Farbentone hat jedes Blatt etwas eigenthümliches, was selbstverständlich auf seine Zer-

setzungskraft von Einfluss sein kann. Bei den Versuchen mit Oleanderblättern musste ich sogar oft darauf verzichten, vier hinreichend ähnliche Blätter zu finden, und habe dann nur die Zersetzungen von je zwei ähnlichen Blätter mit einander verglichen.

5) In der Zusammenstellung der Versuche ist das Durchschnittsprocent der Kohlensäure in der Luft während der Insolation angegeben und dasselbe der Betrachtung des Versuchs zu Grunde gelegt. Schon dass man nur den procentischen Kohlensäuregehalt der Luft berücksichtigt, ist nicht ganz vorwurfsfrei. Es kommt hier nicht sowohl darauf an, wie viel % Kohlensäure die Luft enthält, als vielmehr, wie man aus BOUSSINGAULT'S Versuchen schliessen kann, welchen partiären Druck dieselbe ausübt. Streng genommen sollte man also von der mittleren partiären Pressung der Kohlensäure und nicht von der procentischen Zusammensetzung der Luft reden. Da sich aber der Druck jeden Augenblick mit der Temperatur ändert, so habe ich der Einfachheit wegen den Kohlensäuregehalt in % angegeben, dafür aber wurde gesorgt, dass die Quecksilbersäule während der Insolation in verschiedenen Röhren möglichst gleiche Höhe hatte. Sie betrug gewöhnlich etwa 3 bis 4 Centimeter, wenn die Temperatur ungefähr 20° C. war.

Ein anderer Fehler liegt in der Art der Berechnung des mittleren Kohlensäuregehaltes der Luft selbst. Als solcher wurde die Mittelzahl zwischen der Kohlensäuremenge am Anfang und Ende des Experiments betrachtet. Enthielt die Luft vor der Insolation 4%, nach der Insolation 2%, so hat man $\frac{4 + 2}{2} = 3\%$ als mittleren Kohlensäuregehalt angenommen. Diese Art der Berechnung wäre aber nur dann vollkommen genau, wenn während der ganzen Insolutionsdauer die Kohlensäurezersetzung mit gleicher Schnelligkeit vor sich ginge. Bei grösseren Kohlensäuregehalten ist das wenigstens wahrscheinlich, bei kleineren aber entschieden unmöglich. Denn in kohlenäurereicherer Luft geht die Sauerstoffausscheidung schneller vor sich als in kohlenäurärmerer, (wenn nur der Kohlensäuregehalt in beiden Fällen nicht zu gross ist); daher muss auch der Zersetzungsprocess in einer nicht zu viel Kohlensäure enthaltenden Luft anfangs lebhafter sein, um sich dann mit sinkendem Kohlensäuregehalte immer mehr zu verlangsamen. Somit sinkt auch der Kohlensäuregehalt nicht gleichmässig, sondern immer langsamer, und aus diesem Grunde ist die Mittelzahl zwischen dem anfänglichen und endlichen Kohlensäuregehalt etwas höher als die Zahl, welche den wirklichen mittleren Kohlensäuregehalt während der ganzen Insolutionsdauer ausdrückt.

Dieser Fehler ist um so grösser, je kleiner der Kohlensäuregehalt überhaupt und je länger die Insolutionsdauer war. Um ihn möglichst klein zu machen, habe ich (besonders in der zweiten Versuchsreihe) die Expositionszeit so weit als möglich beschränkt. Im directen Sonnenlichte

dauerte die Insolation meist nur $\frac{1}{2}$ Stunde. Eine weitere Beschränkung dieser Zeit konnte ohne Einfluss auf die Genauigkeit der Resultate nicht stattfinden.

Meine Versuche wurden hauptsächlich nur mit Blättern von drei Pflanzenarten ausgeführt. Diese sind: *Glyceria spectabilis*, *Typha latifolia* und *Nerium Oleander*. Es ist selbstverständlich, dass ein ganzes Blatt von *Glyceria* oder *Typha*, nicht verwendet werden konnte. Versuch II zeigt die Vertheilung der Zersetzungskraft in den verschiedenen Blatttheilen, und zwar, dass dieselbe in der Mitte am stärksten ist, und nach der Spitze einerseits und nach der Basis anderseits abnimmt. Deswegen wurde die Spitze des Blattes von etwa 70 C. Länge weggeschnitten und von dem daran stossenden Theile Stücke von etwa 100 C. Länge zum Experimente verwendet.

Die Thatsache, dass eine mässige Steigerung des Kohlensäuregehaltes der Luft auch eine lebhaftere Thätigkeit der Blätter bewirkt, habe ich zuerst an *Glyceria spectabilis* gefunden. Um dieselbe mit aller Sicherheit zu constatiren, habe ich bei einigen Experimenten den möglichen Einfluss der individuellen Blätterschiedenheiten folgender Weise zu eliminiren gesucht. Der Versuch III zeigt, dass selbst bei unähnlichen Blättern, denen verschiedene Zersetzungskräfte zukommen, die Vertheilung derselben auf der Blattfläche eine ähnliche ist, und zwar nimmt dieselbe immer von der Spitze gegen die Mitte des Blattes hin zu. In diesem Experimente ist die Mittelzahl zwischen der Menge der zersetzten Kohlensäure von dem oberen Theile des ersten und unteren des zweiten Blattes nahezu gleich der mittleren Zersetzung von dem oberen Theile des zweiten und dem unteren des ersten Blattes.

Nun habe ich bei meinen Versuchen mit *Glyceria* zwei möglichst ähnliche Blätter ausgesucht, die Spitze derselben weggeschnitten und aus dem daran stossenden Theile zwei Stücke aus jedem Blatte zum Experimente gebraucht. Der obere Theil des einen und der untere des zweiten Blattes waren in einer kohlensäurereicheren, der obere des zweiten und der untere des ersten Blattes in einer kohlensäureärmeren Atmosphäre insolirt, und wurden dann Mittelzahlen zwischen den, von den beiden ersten und den beiden letzten Blattstücken zersetzten Kohlensäuremengen mit einander verglichen. Durch dieses Verfahren wurde der störende Einfluss der Blätterschiedenheiten wenigstens zum Theil eliminirt, und die Unterschiede konnten fast ausschliesslich nur von einem gleichen Kohlensäuregehalte der Luft herrühren.

3. Zusammenstellung und Betrachtung der Versuche.

Jeder Versuch ist in einer besonderen kleinen Tabelle dargestellt. Es sind hier angegeben: das Volumen und die Fläche jedes Blattes, das absolute Gasvolumen und die Zusammensetzung desselben vor und nach der

Exposition, die mittlere Kohlensäuremenge der Luft in $\%$, die absolute Menge, welche nach der Berechnung von 1 Quadrat-Decimeter in 1 Stunde zersetzt wurde, und endlich die Differenzen der Volumina vor und nach der Exposition.

Erste Versuchsreihe:

Mit *Glyceria spectabilis*.

Versuch I. 28. Mai.

Spitzen von 4 ähnlichen Blättern. Exposition von 9 bis 12 Uhr. Der Himmel mit weissen Wolken bedeckt, durch welche die Sonne nur dann und wann brach. Temp. 19—23° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlensäuregehalt in $\%$	Zersetzte CO ₂ C. C.	Zersetzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Differenzen der Volumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.		34,97	74,75 = 7,1 + 67,65	75,32 = 4,41 + 73,91	5,7	5,00	5,93	0,54
2.		29,26	76,68 = 11,31 + 65,37	77,09 = 3,42 + 73,67	9,5	7,80	8,98	0,41
3.		29,88	76,18 = 5,92 + 70,26	76,91 = 4,3 + 75,61	4,7	4,62	5,16	0,73
4.		30,06	74,83 = 12,30 + 62,44	75,19 = 5,02 + 70,17	11,5	7,37	8,17	0,36

Versuch II. 29. Mai.

Ein Blatt in vier Theile zerlegt: Nr. 1 die Spitze, Nr. 4 die Basis, Nr. 2 und 3 Mittelstücke. Exposition von 9 bis 12 Uhr. Der Himmel wie im vorigem Versuche. Temp. 24—24° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlensäuregehalt der Luft in $\%$	Zersetzte CO ₂ C. C.	Zersetzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Differenzen der Volumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,4	44,77	69,36 = 8,32 + 61,04	69,65 = 3,74 + 65,91	9,4	4,53	10,22	+0,29
2.	0,8	47,7	70,17 = 8,62 + 61,55	70,55 = 4,84 + 65,71	7,5	6,78	12,71	+0,38
3.	1,0	48,77	70,77 = 8,96 + 61,81	71,13 = 2,13 + 69,00	7,8	6,83	12,13	+0,36
4.	1,3	20,57	66,94 = 7,52 + 59,42	67,51 = 2,92 + 64,59	7,9	4,6	7,45	+0,57

Versuch III. 30. Mai.

Von zwei ähnlichen Blättern wurden die äussersten Spitzen weggeschnitten, und dann zwei daran stossende Theile jedes Blattes zum Versuche genommen. Nr. 1 das obere, Nr. 2 das untere Stück des ersten, Nr. 3 das obere, Nr. 4 das untere Stück des zweiten Blattes. Exposition

von 10 Uhr 45 Min. bis 1 Uhr 45 Min. Der Himmel war mit weissen Wolken bedeckt, durch welche die Sonne oft brach. Temp. 22—28° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen- säure- gehalt der Luft in %	Zer- setzte CO ₂ in C. C.	Zer- setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech- net C. C.	Diffe- renz der Vo- lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,4	18,41	72,53 = 10,35 + 62,18	72,91 = 6,18 + 66,73	11,5	4,17	7,54	+0,38
2.	0,55	18,59	70,72 = 10,38 + 60,34	74,25 = 4,86 + 69,39	10,7	5,52	9,84	+0,53
3.	0,45	18,89	73,97 = 10,62 + 63,35	74,27 = 5,05 + 69,22	9,7	5,57	9,82	+0,3
4.	0,7	19,25	72,52 = 11,3 + 61,22	73,11 = 4,40 + 68,71	10,7	6,9	11,89	+0,59

Mittelzahl der Kohlensäurezeretzung von Nr. 1 und 4—9,43 C. C. der von Nr. 2 und 3—9,85 C. C. pro 1 Dm. Q. und in 1 Stunde.

Versuch IV. 31. Mai.

Stücke von zwei ähnlichen Blättern. Nr. 1 das obere, Nr. 2 das untere Stück des ersten, Nr. 3 das obere, Nr. 4 das untere Stück des zweiten Blattes. Exposition von 9 bis 12 Uhr. Während der ersten Stunde bewölkt der Himmel, später fast ununterbrochener Sonnenschein. Temp. 22—29° C. Nr. 1 und Nr. 2 haben sich während der Experimente ein Bischen vom Lichte abgedreht.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen- säure- gehalt der Luft in %	Zer- setzte CO ₂ in C. C.	Zer- setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech- net C. C.	Diffe- renzen der Gasvo- lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,4	16,30	69,80 = 13,14 + 56,76	70,13 = 8,06 + 62,07	15,6	5,08	10,39	+0,33
2.	0,6	16,99	66,83 = 5,84 + 60,99	67,00 = 0,63 + 66,37	13,8	5,21	10,22	+0,17
3.	0,4	16,00	69,50 = 6,57 + 62,93	69,61 = 2,06 + 67,55	6,1	4,51	9,42	+0,11
4.	0,6	17,25	69,12 = 12,30 + 56,82	69,45 = 5,88 + 63,57	13,2	6,42	12,41	+0,33

Mittelzahl: Kohlensäuregehalt 14,1⁰/₀. — Zersetzung 11,4 C. C.
 „ 5,4⁰/₀ „ 9,82 C. C.
 pro 1 Q. D. in 1 Stunde.

Versuch V. 4. Juni.

Blattstücke wie im vorigen Versuche. Exposition von 11 bis 2 Uhr. Während der ersten Hälfte dieser Zeit schien die Sonne fast ununterbrochen. Temp. 25° C. später hat sich der Himmel mit grauen Wolken bedeckt. Temp. 21° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säure-gehalt der Luft C. C.	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech-net C. C.	Diffe-renzen der Gasvo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,35	44,65	68,10 = 44,62 + 56,48	68,36 = 8,18 + 60,18	44,5	3,44	7,82	+0,26
2.	0,6	45,20	68,36 = 6,7 + 64,66	68,63 = 2,81 + 65,82	6,9	3,80	8,54	+0,27
3.	0,3	43,20	68,22 = 6,22 + 62,00	68,27 = 3,13 + 65,14	6,8	3,09	7,80	+0,05
4.	0,55	44,24	68,18 = 44,73 + 53,45	68,37 = 40,02 + 58,35	48,1	4,71	11,02	+0,19

Mittelzahl: Kohlensäuregehalt 16,3⁰/₀ — Zersetzung 9,42 C. C.
 » 6,8⁰/₀ » 8,17 C. C.

pro 1 D. Q. in 1 Stunde.

Versuch VI. 2. Juni.

Blätter wie im vorigem Versuche. Exposition von 11 Uhr 20 Min. bis 2 Uhr 20 Min. Der Himmel war die ganze Zeit hindurch mit grauen Wolken vollständig bedeckt. Temp. 20,3—24° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säure-gehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech-net C. C.	Diffe-renzen der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,3	45,01	69,79 = 5,77 + 64,02	69,89 = 3,74 + 66,15	6,8	2,03	4,50	+0,1
2.	0,5	45,08	69,66 = 41,84 + 57,82	69,91 = 9,34 + 60,57	45,2	2,50	5,31	+0,25
3.	0,3	46,62	70,48 = 41,66 + 58,80	70,59 = 9,48 + 70,59	45,0	2,18	4,37	+0,11
4.	0,6	47,04	65,71 = 6,11 + 39,60	65,90 = 3,32 + 65,99	7,0	2,79	5,45	+0,28

Mittelzahl: Kohlensäuregehalt 13,1⁰/₀ — Zersetzung 4,89 C. C.
 » 6,9⁰/₀ » 4,97 C. C.

pro 1 D. Q. in 1 Stunde.

Versuch VII. 3. Juni.

Blattstücke wie oben. Exposition von 12 Uhr 40 Min. bis 3 Uhr 40 Min. Der Himmel mit weissen und grauen Wolken bedeckt. Temp. 22 bis 23° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säure-gehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech-net C. C.	Diffe-renzen der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,4	24,12	70,92 = 5,23 + 65,70	71,02 = 4,84 + 66,18	4,9	3,39	5,35	+0,10
2.	0,4	20,75	70,20 = 10,7 + 60,50	70,31 = 5,01 + 65,30	12,7	5,09	9,14	+0,11
3.	0,7	20,96	69,46 = 8,99 + 60,47	69,68 = 3,47 + 65,21	8,9	5,52	6,78	+0,22
4.	0,7	20,82	67,37 = 4,55 + 62,77	67,60 = 0,76 + 66,24	3,9	3,79	8,07	+0,28

Mittelzahl: Kohlensäuregehalt $10,3\%$ — Zersetzung $8,06$ C. C.
 » $4,4\%$ » $5,71$ C. C.
 pro 1 D. Q. in 1 Stunde.

Versuch VIII. 3. Juni.

Blattstücke wie oben. Exposition von 4 bis 5 Uhr. Trübes Wetter.
 Es regnete fast fortwährend. Temp. $18,5-19,8^{\circ}$ C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlensäuregehalt der Luft in %	Zersetzte CO_2 C. C.	Zersetzte CO_2 pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Differenz der Volumina.
			Gas-Vol. = CO_2 + Luft.	Gas-Vol. = CO_2 + Luft.				
1.	0,5	22,6	68,72 = 4,71 + 64,01	68,72 = 2,62 + 66,10	5,3	2,60	2,31	0,00
2.	0,5	23,7	69,51 = 9,96 + 59,55	69,62 = 8,19 + 61,43	12,9	1,77	1,71	+0,11
3.	0,8	21,23	71,71 = 11,02 + 60,69	71,68 = 9,12 + 62,56	14	1,90	2,23	+0,03
4.	0,8	22,01	66,60 = 4,38 + 62,22	66,80 = 2,7 + 64,10	5,4	1,88	2,13	+0,11

Mittelzahl: Kohlensäuregehalt $5,4\%$ — Zersetzung $2,22$ C. C.
 » $43,5\%$ » $1,97$ C. C.
 pro 1 D. Q. in 1 Stunde.

Versuch IX. 8. Juni.

Mittlere Stücke von vier ähnlichen Blättern. Exposition von 12 bis 3 Uhr 30 Min. Der Himmel mit weissen und grauen Wolken bedeckt, durch welche die Sonne nur selten brach. Temp. $22-24^{\circ}$ C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlensäuregehalt der Luft in %	Zersetzte CO_2 C. C.	Zersetzte CO_2 pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Differenz der Volumina.
			Gas-Vol. = CO_2 + Luft.	Gas-Vol. = CO_2 + Luft.				
1.	0,4	18,7	68,42 = 12,66 + 55,76	68,54 = 8,40 + 60,14	12,2	4,26	6,51	+0,13
2.	0,45	18,84	69,22 = 5,05 + 64,17	69,39 = 4,33 + 65,06	1,9	3,72	5,69	+0,17
3.	0,4	19,34	69,95 = 5,31 + 64,64	70,15 = 1,85 + 68,30	2,6	3,46	5,11	+0,20
4.	0,3	17,27	67,49 = 12,10 + 55,39	67,69 = 8,16 + 59,53	12	3,94	6,52	+0,20

Versuch X. 9. Juni.

Mittlere Stücke von vier ähnlichen Blättern. Exposition von 9 Uhr 15 Min. bis 12 Uhr 15 Min. Directe Sonnenstrahlen und bewölkter Himmel oft wechselnd. Temp. $22-25^{\circ}$ C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,55	21,07	72,75 = 8,49 + 65,34	73,10 = 2,35 + 70,75	8,1	5,06	8,00	+0,25
2.	0,5	21,82	71,20 = 12,05 + 59,15	71,51 = 6,62 + 64,89	13,1	5,43	8,29	+0,31
3.	0,5	22,23	70,92 = 11,08 + 59,84	71,00 = 5,51 + 65,48	11,6	5,57	8,36	+0,17
4.	0,55	20,9	66,95 = 7,03 + 59,92	67,38 = 7,89 + 64,49	7,4	4,14	6,12	+0,43

Versuch XI. 10. Juni.

Vier ähnliche Blattstücke. Exposition beginnt um 11 Uhr 45 Min. und dauert 1 1/2 Stunde für die Blattstücke Nr. 1 und 2, und 3 Stunden für Nr. 3 und 4. Bis 4 Uhr 30 Min. fast ununterbrochener Sonnenschein. Temp. 23—31° C.; später hat sich der Himmel mit Wolken bedeckt und die Temp. sank bis auf 22° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,5	23,15	72,37 = 11,84 + 60,53	72,64 = 8,84 + 63,80	14,4	3,00	8,64	+0,27
2.	0,5	22,89	65,95 = 3,41 + 62,54	66,17 = 1,28 + 64,89	3,5	2,13	6,21	+0,22
3.	0,4	21,12	69,40 = 5,63 + 63,77	69,52 = 2,43 + 67,09	5,8	3,2	5,03	+0,12
4.	0,5	20,38	70,10 = 11,29 + 58,81	70,07 = 7,24 + 62,83	13,8	4,05	6,62	+0,03

Versuch XII. 12. Juni.

Stücke von vier ähnlichen Blättern. Exposition von 12 Uhr 40 Min. bis 4 Uhr 40 M. Fast ununterbrochener Sonnenschein. Temp. 26—29,5° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,3	14,72	70,02 = 19,69 + 50,33	70,35 = 17,05 + 53,30	26	2,64	11,95	+0,33
2.	0,25	14,11	69,93 = 10,16 + 59,77	69,93 = 7,29 + 62,64	12,6	2,87	13,56	-0,11
3.	0,3	15,62	67,56 = 3,64 + 63,92	67,63 = 1,68 + 65,95	3,9	1,96	8,31	+0,07
4.	0,3	14,97	67,16 = 12,68 + 54,48	67,49 = 10,07 + 57,42	17	2,61	11,62	+0,24

Versuch XIII. 13. Juni.

Stücke von vier ähnlichen Blättern. Exposition von 4 Uhr 30 Min. bis 2 Uhr. Fast ununterbrochener Sonnenschein. Die Apparate wurden mit Papierschirmen beschattet. Temp. 25—29° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen- säure- gehalt der Luft in %	Zer- setzte CO ₂ C. C.	Zer- setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech- net C. C.	Diffe- renz der Vo- lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,4	18,65	68,80 = 12,31 + 56,49	69,09 = 9,32 + 59,77	13,8	2,99	6,41	
2.	0,3	16,99	68,14 = 4,80 + 63,34	68,27 = 3,33 + 64,94	5,9	1,47	3,46	
3.	0,4	18,63	68,78 = 11,67 + 57,11	69,06 = 8,46 + 60,60	14,6	3,21	6,89	
4.	0,38	18,74	64,29 = 4,12 + 60,17	64,42 = 2,72 + 61,70	5,3	1,40	3,00	

Versuch XIV. 16. Juni.

Stücke von vier ähnlichen Blättern. Exposition von 11 Uhr 45 Min. bis 12 Uhr 15 M. Fast ununterbrochener Sonnenschein. Temp. 29—33° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen- säure- gehalt der Luft in %	Zer- setzte CO ₂ C. C.	Zer- setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech- net C. C.	Diffe- renz der Vo- lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,6	23,81	70,61 = 18,53 + 52,08	70,60 = 16,17 + 54,43	24,5	2,36	9,91	+0,44
2.	0,6	20	69,33 = 10,16 + 59,17	69,78 = 7,08 + 62,70	12,6	3,08	15,4	+0,45
3. 1)	0,5	21,9	70,49 = 5,32 + 65,17	70,63 = 4,33 + 66,29	7	0,99	(4,5)	+0,13
4.	0,55	22,16	68,10 = 3,13 + 64,97	68,33 = 1,81 + 66,52	3,6	1,32	5,06	+0,23

Versuch XV. 4. Juli.

Vier ähnliche Blattstücke. Exposition von 12 Uhr 30 Min. bis 1 Uhr. Ununterbrochener Sonnenschein. Temp. 28—31° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen- säure- gehalt der Luft in %	Zer- setzte CO ₂ C. C.	Zer- setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech- net C. C.	Diffe- renz der Vo- lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,38	18,75	68,16 = 9,68 + 58,48	68,33 = 9,28 + 59,05	13,9	0,40	4,27	+0,17
2.	0,38	18,39	68,23 = 7,36 + 60,87	68,40 = 6,72 + 61,68	10,4	0,54	5,35	+0,17
3.	0,44	19,44	68,57 = 5,07 + 63,50	68,64 = 4,61 + 64,03	7	0,46	4,73	+0,05
4.	0,4	18,07	68,17 = 2,28 + 65,89	68,25 = 2,09 + 66,16	3,1	0,19	2,10	+0,08

Schon der erste Versuch dieser Reihe zeigt eine ganz ausgesprochene Abhängigkeit des Sauerstoffausscheidungsprocesses von dem Kohlen- säuregehalte der Luft. Er zeigt, dass noch mit 5% Kohlen- säuregehalts das

1) Dieses Blatt hatte sich während der Insolation längs der Mittelrippe vollständig zu- sammengelegt, was der Grund seiner geringen Leistung war.

Optimum nicht erreicht war. Da eine solche Abhängigkeit in dieser Form neulichst von PFEFFER verneint wurde, so habe ich mir alle Mühe gegeben, um dieselbe zunächst ganz unzweifelhaft festzustellen. Alle Versuche dieser Reihe, welche zu diesem Zwecke angestellt waren, zeigen übereinstimmend, dass die Zunahme an Kohlensäuregehalt der Luft bis zu einer gewissen Grenze auch eine lebhaftere Kohlensäurezersetzung bewirkt. Eine Ausnahme bilden hier nur die Experimente IV und VIII. In beiden waren die Zersetzungen in kohlenäurereicherer und ärmerer Luft nahezu einander gleich, ja in dem VIII. Versuche hat Blattstück Nr. 1 in einer 5% Kohlensäure enthaltenden Luft verhältnissmässig bedeutend mehr geleistet, als Nr. 2 in der Atmosphäre, welche 12% Kohlensäure enthielt. Beide Versuche und zwar ganz besonders der Versuch VIII waren an trüben Tagen angestellt, wo die Apparate keine directen Sonnenstrahlen, sondern nur diffuses Licht erhielten. Das zeigt, dass die stärkere Zunahme an Kohlensäuregehalt der Luft nur insofern die zersetzende Thätigkeit der Blätter begünstigt, als das Licht von genügender Intensität ist. Bei directem Sonnenlichte scheint das Optimum des Kohlensäuregehaltes der Luft etwa zwischen 8% und 10% zu liegen, wenigstens eine Steigerung des Kohlensäuregehaltes über 7% hat noch günstig gewirkt (Versuch V und XV). Die Wirkung noch kohlenäurereicherer Luft war in dieser Versuchsreihe wenig untersucht, doch zeigt der Versuch XII schon bei 17% und noch mehr der Versuch XIV bei 24% eine Verminderung der zersetzenden Thätigkeit der Blätter.

Zweite Versuchsreihe:

mit *Typha latifolia*.

Versuch XVI. 14. Juni.

Stücke von drei ähnlichen Blättern. Exposition von 11 Uhr 15 Min. bis 2 Uhr. Die Sonne bricht oft durch weisse Wolken, welche den Himmel bedecken. Temp. 24—26° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlensäuregehalt der Luft in %	Zersetzte CO ₂ C. C.	Zersetzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Differenz der Volumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,6	15,14	68,70 = 11,09 + 56,71	68,88 = 7,41 + 61,47	13,3	4,58	15,12	+0,18
2.	0,6	15,55	68,44 = 10,81 + 57,63	68,76 = 5,38 + 63,38	11,5	5,43	17,5	+0,32
3.	0,6	15,68	66,69 = 6,11 + 60,58	66,87 = 0,48 + 66,39	4,9	5,63	18,02	+0,18

Versuch XVII. 17. Juni.

Stücke von vier ähnlichen Blättern Exposition von 12 Uhr bis 4 Uhr 30 Min. Sonnenschein und bewölkter Himmel oft wechselnd. Temperatur 25—29° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen- säure- gehalt der Luft in %	Zer- setzte CO ₂ C. C.	Zer- setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech- net C. C.	Diffe- renz der Vo- lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,6	15,14	69,45 = 12,16 + 57,29	69,67 = 9,43 + 60,24	13,5	2,73	12,02	+0,22
2.	0,65	16,27	69,57 = 12,50 + 56,98	69,86 = 9,15 + 60,71	13,5	3,44	14,09	+0,29
3.	0,7	14,55	70,67 = 6,33 + 64,34	70,80 = 3,10 + 67,70	6,7	3,23	14,86	+0,13
4.	0,65	14,45	68,60 = 6,83 + 61,77	68,73 = 3,82 + 65,11	7,7	3,01	14,29	+0,13

Versuch XVIII. 18. Juni.

Vier Blattstücke wie oben. Exposition von 12 Uhr bis 4 Uhr 15 M. Dauernder Sonnenschein etwas durch weisse durchsichtige Wolken ge- dämpft. Temp. 25—28° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Koh- l- säure- gehalt der Luft in %	Zer- setzte CO ₂ C. C.	Zer- setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech- net C. C.	Diffe- renz der Vo- lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,7	17,0	70,79 = 9,40 + 61,39	70,84 = 4,84 + 66,00	10	4,56	21,48	+0,05
2. 1)	0,8	16,3	69,18 = 7,44 + 61,74	69,24 = 2,63 + 66,61	7,3	4,81	23,55	+0,06
3.	0,7	17,05	71,03 = 3,67 + 67,36	71,12 = 0,37 + 70,75	2,9	3,30	15,48	+0,09
4.	0,8	16,11	67,71 = 2,13 + 65,58	67,78 = 0,16 + 67,62	1,7	1,97	9,21	+0,07

Versuch XIX. 19. Juni.

Vier Blattstücke wie oben. Exposition von 12 Uhr 10 M. bis 4 Uhr 25 Min. Der Himmel mit weissen Wolken bedeckt, nur dann und wann directer Sonnenschein. Temp. 23—26° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen- säure- gehalt der Luft in %	Zer- setzte CO ₂ C. C.	Zer- setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech- net C. C.	Diffe- renz der Vo- lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,95	18,22	70,27 = 20,72 + 49,55	70,32 = 18,65 + 51,67	28	2,07	9,00	+0,05
2.	0,95	18,29	69,79 = 10,68 + 59,11	70,02 = 8,01 + 62,01	13,3	2,57	11,24	+0,23
3.	1,10	20,41	69,61 = 6,17 + 63,44	69,84 = 2,82 + 66,98	7,8	3,35	13,13	+0,23
4.	0,95	18,07	66,51 = 2,54 + 63,97	66,63 = 0,29 + 66,34	2,1	2,25	9,49	+0,12

4) Dieses Blatt hat sich gegen das Ende des Experiments etwas gebogen.

Versuch XX. 20. Juni.

Vier Blätterstücke wie oben. Exposition von 12 Uhr 40 Min. bis 1 Uhr 10 Min. Die Sonne theilweise durch weisse Wolken verschleiert. Temp. 26—30° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säure-gehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech-net C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,8	15,45	68,36 = 7,23 + 61,13	68,62 = 5,87 + 62,75	9,6	1,36	17,61	+0,26
2.	0,75	15,5	67,45 = 5,00 + 62,45	67,64 = 3,46 + 64,18	6,3	1,57	20,26	+0,19
3.	0,7	15,68	67,83 = 3,20 + 64,63	67,80 = 1,53 + 66,27	3,6	1,67	24,30	+0,06
4.	0,75	15,32	67,98 = 2,33 + 65,65	68,15 = 1,28 + 66,87	2,6	1,65	13,71	+0,17

Versuch XXI. 24. Juni.

Vier Blattstücke wie oben. Exposition von 12 Uhr bis 12 Uhr 45 M. Der Himmel mit grauen Wolken bedeckt. Temp. 24° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säure-gehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech-net C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,65	16,70	69,57 = 7,03 + 62,54	69,59 = 6,44 + 63,15	9,6	0,50	4,69	+0,02
2.	0,65	16,92	69,18 = 3,74 + 65,44	69,22 = 3,18 + 66,04	4,1	0,56	4,31	+0,04
3.	0,7	16,68	69,87 = 2,52 + 67,35	69,94 = 2,03 + 67,91	2,4	0,40	4,31	+0,07
4.	0,8	17,26	66,12 = 1,28 + 64,84	66,22 = 0,00 + 66,22	1,5	0,50	4,5	+0,10

Versuch XXII. 22. Juni.

Vier Blattstücke wie oben. Exposition von 11 Uhr 40 Min. bis 2 Uhr 10 Min. Der Himmel mit grauen Wolken bedeckt, trübes Wetter. Temp. 22° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säure-gehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech-net C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,7	14,93	72,73 = 27,35 + 45,38	72,80 = 26,36 + 46,44	36,7	0,99	2,39	+0,07
2.	0,65	14,93	69,59 = 15,59 + 54,00	69,59 = 14,48 + 55,11	21,2	1,11	2,99	0,00
3.	0,65	15,34	69,10 = 10,43 + 58,67	69,20 = 9,14 + 60,06	14,2	1,29	3,33	0,10
4.	0,6	14,6	66,15 = 7,11 + 59,04	66,10 = 5,89 + 60,21	10	1,22	3,35	0,07

Versuch XXIII. 23. Juni.

Vier Blattstücke wie oben. Exposition von 11 Uhr 20 Min. bis 12 Uhr 5 Min. Dauernder Sonnenschein. Temp. 28—30° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säure-gehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,45	12,93	74,24 = 29,21 + 44,53	74,23 = 28,16 + 46,17	39,1	4,55	15,95	-0,01
2.	0,45	14,12	74,07 = 19,38 + 51,69	71,17 = 17,3 + 53,87	25,8	2,00	18,88	+0,10
3.	0,53	13,05	69,87 = 12,93 + 56,94	69,99 = 11,94 + 58,65	17,3	1,59	16,18	+0,12
4.	0,5	14,04	66,35 = 5,55 + 60,80	66,45 = 3,28 + 63,17	6,7	2,27	21,56	+0,10

Versuch XXIV. 24. Juni.

Vier Blattstücke wie oben. Exposition von 11 Uhr 20 Min. bis 11 Uhr 50 Min. Wolkenloser Himmel. Temp. 29—31° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säure-gehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,7	16,86	68,08 = 5,04 + 63,04	68,26 = 2,94 + 65,32	5,8	2,10	24,17	+0,18
2.	0,8	16,99	69,05 = 3,74 + 65,31	69,17 = 2,22 + 66,95	4,3	1,52	17,9	+0,12
3.	0,7	16,67	69,35 = 2,50 + 66,85	69,55 = 1,14 + 68,48	2,6	1,36	16,31	+0,22
4.	0,7	17,03	65,85 = 1,18 + 64,67	65,96 = 0,39 + 65,57	1,2	0,79	9,28	+0,11

Versuch XXV. 26. Juni.

Stücke von vier Blättern wie oben. Exposition von 12 Uhr 30 Min. bis 2 Uhr 30 Min. Der Himmel mit grauen Wolken bedeckt. Temperatur 22—22,5° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säure-gehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,75	14,22	73,43 = 31,09 + 42,4	73,55 = 30,79 + 42,76	42,3	0,30	4,05*	+0,32
2.	0,75	13,83	70,49 = 18,9 + 51,59	70,69 = 18,12 + 52,57	26,5	0,78	2,81	+0,20
3.	0,7	13,58	68,29 = 10,35 + 57,92	68,56 = 9,27 + 59,29	14,5	1,08	3,99	+0,27
4.	0,7	14,11	65,87 = 6,90 + 58,99	66,12 = 5,69 + 60,43	9,5	1,21	4,28	+0,25

Versuch XXVI. 27. Juni.

Stücke von vier Blättern wie oben. Exposition von 12 Uhr 30 Min. bis 1-Uhr 15 Min. Die Sonne nur selten von weissen Wolken verschleiert. Temp. 22—28° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,42	12,12	69,07 = 7,26 + 61,81	69,18 = 5,17 + 63,99	9	2,09	23,20	+0,11
2.	0,44	12,30	67,23 = 2,29 + 64,94	67,37 = 1,3 + 66,07	2,6	0,90	10,73	+0,14
3.	0,45	13,18	65,86 = 4,7 + 60,16	66,05 = 2,14 + 63,91	5,3	2,56	25,92	+0,19
4.)	0,40	12,05	67,47 = 3,67 + 63,80	67,51 = 1,84 + 65,67	4,1	1,83	20,24	+0,04

Versuch XXVII. 30 Juni.

Stücke von vier ähnlichen Blättern. Exposition von 10 Uhr 20 Min bis 10 Uhr 50 Min. Wolkenloser Himmel. Temp. 28—32° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,7	15,52	68,23 = 5,21 + 63,02	68,36 = 3,11 + 65,25	6,1	2,1	26,42	+0,13
2.	0,7	15,46	70,03 = 8,56 + 62,47	71,32 = 6,27 + 65,05	10,4	2,29	29,62	+0,39
3.	0,7	15,12	69,56 = 5,77 + 63,79	69,79 = 3,58 + 66,21	7,3	2,19	28,97	+0,23
4.	0,75	14,9	63,52 = 6,87 + 56,65	63,90 = 4,73 + 59,17	9,1	2,14	28,7	+0,38

Versuch XXVIII. 3. Juli.

Stücke von vier ähnlichen Blättern. Exposition von 12 Uhr 20 Min. bis 1 Uhr 20 Min. Der Himmel war mit Wolken bedeckt, durch welche die Sonne nur dann und wann brach. Temp. 22—26° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,7	15,96	72,65 = 25,47 + 47,18	72,81 = 24,15 + 48,66	34,0	1,32	8,33	+0,16
2.	0,77	16,71	70,63 = 17,43 + 53,19	70,68 = 15,70 + 54,98	23,5	1,73	10,35	+0,15
3.	0,77	16,37	68,39 = 6,44 + 61,95	68,55 = 4,39 + 64,16	8,0	2,05	12,52	+0,16
4.	0,72	15,96	63,83 = 2,98 + 60,85	64,02 = 1,34 + 62,68	3,4	1,64	10,21	+0,19

1) Dieses Blatt hat sich etwas während der Insolation gebogen.

Versuch XXIX. 4. Juli.

Stücke von vier ähnlichen Blättern. Exposition von 12 Uhr 40 Min. Der Himmel vollständig mit weissen Wolken bedeckt. Temp. 23—25° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,7	18,22	70,23 = 20,22 + 50,01	70,36 = 18,00 + 52,27	27,4	2,13	11,00	+0,13
2.	0,7	17,08	68,35 = 7,36 + 60,99	68,56 = 4,94 + 63,62	9,1	2,42	14,16	+0,22
3.	0,75	18,08	68,56 = 5,31 + 63,25	68,71 = 2,49 + 66,22	5,7	2,82	15,6	+0,15
4.	0,7	16,65	64,14 = 4,86 + 62,28	64,26 = 0,52 + 63,74	1,8	1,24	7,44	+0,12

Versuch XXX.

Stücke von vier ähnlichen Blättern. Exposition von 10 Uhr 30 Min. bis 10 Uhr 50 Min. Dauernder Sonnenschein. Temp. 29—31° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,75	15,08	67,42 = 5,19 + 62,23	67,53 = 3,87 + 63,66	6,7	1,32	25,25	+0,11
2.	0,6	15	68,06 = 3,60 + 64,46	68,19 = 2,78 + 65,41	4,6	0,82	16,4	+0,13
3.	0,7	16,16	68,22 = 2,38 + 65,84	68,35 = 1,42 + 66,93	2,8	0,86	15,9	+0,13
4.	0,67	14,95	64,84 = 1,25 + 63,59	64,98 = 0,78 + 64,20	1,5	0,47	9,43	+0,14

Die Versuche mit den Blättern von *Typha latifolia*, welche in dieser Versuchsreihe zusammengestellt sind, haben von allen die regelmässigsten Resultate geliefert. Um einen bessern Ueberblick derselben zu erhalten, habe ich auf der Tafel sämtliche Versuche dieser Reihe von XVIII an in Curven dargestellt. Jedem Versuche entspricht eine besondere Curve. Die Procenté des Kohlen-säuregehaltes der Luft bilden die Abscissen, die zer-setzte Menge derselben die Ordinaten der Curven. Die Curven sind auf doppelte Weise aufgetragen. Bei den unteren sind einfach die in einer Stunde von 1 Decim. Quad. Blattfläche zersetzten Cub. Centim. der Kohlen-säure als Ordinaten benutzt. Jeder Punkt bedeutet das Resultat einer Analyse. Diese Curven sind also rein empirischer Natur. Bei der Construction der oberen Curven ist angenommen, dass das Optimum in einer zwischen 5% und 6% Kohlen-säure enthaltenden Luft liegt. Die zwischen diesen Grenzen zersetzten Kohlen-säuremengen sind gleich 100 gesetzt, und die Mengen, welche in der Luft anderer Zusammensetzungen zersetzt waren, wurden dem entsprechend berechnet und als Ordinaten aufgetragen.

Um den Einfluss der Lichtintensität besser zu veranschaulichen, sind die Versuche von ganz hellen Tagen durch ausgezogene, die der Tage mittlerer Helligkeit durch unterbrochene, und endlich die Versuche, welche bei sehr trübem Wetter angestellt wurden, durch punctirte Linien dargestellt.

Betrachten wir nun diese Curven, so sehen wir: 1) dass sie sämmtlich zwischen 4% und 5% steigen, und nach 7% wieder zu sinken beginnen, das heisst, dass, wenn der Kohlensäuregehalt der Luft von 4% bis 5% allmählig zunimmt, so wird auch dadurch die zersetzende Thätigkeit immer lebhafter. Die Luft, welche etwa 5 bis 7% Kohlensäure enthält, scheint für die Sauerstoffausscheidung der Typha-Blätter bei intensivem Lichte besonders geeignet zu sein. Eine weitere Zunahme des Kohlensäuregehaltes wirkt schädlich.

2) Dass die Steilheit der aufsteigenden Theile der Curven bedeutend grösser ist als die der absteigenden, zeigt, dass der günstige Einfluss der Zunahme des Kohlensäuregehaltes, bevor das Optimum erreicht ist, grösser ist als der nachtheilige, wenn dasselbe schon überschritten ist.

3) Nicht sämmtliche obere Curven zeigen sowohl beim Steigen wie bei dem Sinken dieselbe Steilheit. In der aufsteigenden Periode sind die ausgezogenen steiler als die unterbrochenen und die punctirte Curve ist sogar beinahe horizontal, in der absteigenden ist gerade das Gegenteil der Fall, die grösste Steilheit haben hier die punctirten, die kleinste die ausgezogenen Linien. Im Allgemeinen ist die Steilheit der oberen Curve um so grösser beim Steigen, um so kleiner beim Sinken, je höher die entsprechende untere Curve liegt. Die höhere oder tiefere Lage der unteren Curven, das heisst die grössere oder kleinere absolute Menge der von der Blattflächeneinheit zersetzten Kohlensäure rührt aber grösstentheils von den Differenzen der Lichtintensität verschiedener Versuchstage her. Somit sehen wir, dass die Abhängigkeit der Sauerstoffausscheidung von dem Kohlensäuregehalte der Luft seinerseits von der Lichtintensität abhängt. Die Begünstigung der zersetzenden Blattthätigkeit durch die Zunahme des Kohlensäuregehaltes ist um so grösser, je stärker die Lichtintensität ist. Bei schwachem diffusen Lichte ist diese Zunahme wenigstens ohne Einfluss auf die Sauerstoffausscheidung. Es ist höchst wahrscheinlich, dass jeder Lichtintensität ein anderes Optimum des Kohlensäuregehaltes der Luft zukommt, bei welchem die Sauerstoffausscheidung ein Maximum erreicht. Je stärker die Lichtintensität, um so höher liegt dieses Optimum. Die Curve XXVII, welche das Resultat eines an besonders hellem Tage angestellten Versuches darstellt, steigt noch nach 7%.

Das Ueberschreiten des Optimums wirkt um so schädlicher, je schwächer die Lichtintensität ist.

Diese Thatsachen, welche wir auch bei den Versuchen mit *Glyceria* gefunden haben, sind nicht ganz neu, auf etwas Aehnliches habe ich schon

0 Min.
25° C.

Differenz der Volumina.
+0,13
+0,22
+0,15
+0,12

0 Min.

Differenz der Volumina.
+0,11
+0,13
+0,13
+0,14

dieser
igsten
alten,
an in
urve.
zer-
d auf
einer
Koh-
einer
truc-
zwi-
schen
und
wa-
egen.

oben bei der Besprechung von SAUSSURE'S Versuchen aufmerksam gemacht. Wir sahen dort, dass dieselbe Menge der Luft beigemengter Kohlensäure, welche im intensiven Lichte die Vegetation begünstigte, im schwachen diffusen Lichte auf dieselbe schädlich wirkte. Man darf zwar diese Versuche mit den meinigen nicht identificiren, da es sich nur um die Sauerstoffausscheidung handelt, doch eine gewisse Aehnlichkeit ist nicht zu verkennen.

Wenn nun einmal bewiesen ist, dass der Einfluss des Kohlensäuregehaltes der Luft auf die Sauerstoffausscheidung seinerseits von der Lichtintensität abhängt, so ist man auch berechtigt, umgekehrt anzunehmen, dass die Wirkung der Lichtintensität von dem Kohlensäuregehalte der Luft abhängt. Je reicher die Luft an Kohlensäure ist, desto grösser ist die Wirkung der Lichtintensität. Ein Blick auf die unteren Curven, macht das sofort anschaulich. Die Differenzen zwischen den Ordinaten einzelner Curven rühren hauptsächlich von der Ungleichheit der Lichtintensität an verschiedenen Tagen, an welchen die entsprechenden Versuche angestellt waren, her. Diese Differenzen wachsen aber mit der Abscissengrösse. Zwischen 5% und 6% sind sie bedeutend grösser, als zwischen 1% und 2% (vergleichen wir nur die Curven XXI, XIX und XXX), das heisst, die Sauerstoffausscheidung in einer Luft, welche 5% bis 6% Kohlensäure enthält, wird durch eine stärkere Lichtintensität mehr beschleunigt, als in der Luft, welcher nur 1% bis 2% Kohlensäure beigemengt ist. Daraus folgt aber, dass eine allgemein gültige einfache Beziehung der Lichtintensität zur Sauerstoffausscheidung unmöglich ist, und wenn man auch eine solche Beziehung in einigen Fällen gefunden hat (WOLKOFF'S Versuche), so darf man dieses Resultat keineswegs verallgemeinern. MAYER¹⁾ sucht die Proportionalität der Sauerstoffausscheidung mit der Lichtintensität theoretisch zu begründen, indem er sich darauf stützt, dass zwischen der zur Wirksamkeit gelangenden Kraftgrösse und der Grösse der geleisteten Arbeit eine Proportionalität bestehen müsse. Dagegen ist aber einzuwenden, dass die zur Wirkung gelangende Lichtmenge nicht nothwendig der Lichtintensität proportional sein muss; schon die Schnelligkeit der Diffusionsvorgänge musste hier eine Grenze setzen. Meine Versuche zeigen aber, dass eine solche Proportionalität nur unter gewissen Umständen bestehen konnte, unter anderen aber nicht. Bestände sie z. B. in einer 6% Kohlensäure enthaltenden Luft, so konnte sie in einer nur 2% Kohlensäure enthaltenden Luft nicht bestehen. Daraus ist aber der weitere Schluss zu ziehen, dass man aus den Versuchen, welche über die Wirkung der Lichtintensität in künstlicher kohlensäurereicher Atmosphäre angestellt sind, nicht ohne Weiteres auf die Verhältnisse im Freien schliessen darf. Der Einfluss der Lichtintensität auf die Sauerstoffausscheidung ist im Freien, wo kaum $\frac{1}{20}\%$

1) Lehrbuch der Agriculturchemie. Heidelberg, 1874, S. 29.

Kohlensäure vorhanden ist, wahrscheinlich viel kleiner, als in unseren Experimenten in kohlensäurereicher künstlicher Atmosphäre. Wollten wir die Wirkung verschiedener Lichtintensitäten auf die Kohlensäurezerersetzung im Freien studiren, so müssten wir nach einer von der bisherigen ganz verschiedenen Methode suchen.

Was die Ursache des Einflusses des Kohlensäuregehaltes der Luft auf die Sauerstoffausscheidung anbetrifft, so ist diese wahrscheinlich in dem Einflusse der partiären Pressungen einzelner Gase auf die Diffusions- und Absorptions-Erscheinungen derselben zu suchen.

Die Zersetzung der Kohlensäure im Blatte zerstört das Gleichgewicht zwischen den partiären Pressungen der äusseren und der inneren Atmosphäre. Die Differenzen dieser Pressungen sind um so grösser, je lebhafter die Zersetzung und je kohlensäurereicher die äussere Atmosphäre ist. Je grösser aber diese Differenzen sind, desto schneller gehen die Diffusionsvorgänge vor sich, somit muss diese Schnelligkeit sowohl von der Lichtintensität als von dem Kohlensäuregehalte der Luft abhängen, und beide diese Einflüsse müssen sich gegenseitig bedingen. Die Schnelligkeit der Diffusionsvorgänge muss aber wieder auf den Zersetzungsprocess von Einfluss sein. Damit kann aber nicht erklärt werden, warum ein zu grosser Kohlensäuregehalt der Luft schädlich auf die Sauerstoffausscheidung einwirkt, vielleicht erschwert er die Athmung, wodurch die Blätter weniger lebensfähig werden, was jedoch eine blosser Vermuthung ist.

Dritte Versuchsreihe:

mit *Nerium Oleander*.

Versuch XXXI. 2. Juli.

Vier ähnliche Blätter. Exposition von 12 Uhr 20 Min. bis 4 Uhr 50 Min. Sonnenschein und bewölkter Himmel abwechselnd. Temperatur 24—27° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.		Nach Exposition.		Mittlerer Kohlensäuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Differenz der Volumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.							
1.	0,75	16,08	72,16 = 25,47 + 54,98	72,34 = 22,11 + 51,03	33	3,36	13,18	+0,18		
3.	0,7	16,23	69,41 = 7,09 + 62,32	69,01 = 3,78 + 65,03	7,8	3,31	13,60	+0,20		
3.	0,75	17,81	68,37 = 4,07 + 64,98	68,61 = 0,75 + 67,86	3,5	3,32	12,42	+0,24		
4.	0,6	16,3	64,84 = 3,19 + 64,65	65,01 = 0,18 + 65,83	2,6	3,01	12,31	+0,17		

Versuch XXXII. 5. Juli.

Vier ähnliche Blätter. Exposition von 12 Uhr 20 Min. bis 4 Uhr 50 Min. Der Himmel wie bei vorigem Versuche. Temp. 23—26° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,75	18,46	72,83 = 26,61 + 46,22	72,90 = 23,69 + 49,21	34,4	2,92	10,54	0,07
2.	0,8	19,7	69,24 = 21,20 + 48,04	69,38 = 18,3 + 51,08	28,5	2,90	9,90	0,14
3.	0,8	17,5	69,37 = 14,42 + 55,95	69,53 = 10,41 + 59,12	18,6	3,01	11,47	0,16
4.	0,78	18,07	66,32 = 9,48 + 56,84	66,43 = 6,65 + 59,78	12,6	2,83	10,51	0,11

Versuch XXXIII. 8. Juli.

Drei ähnliche Blätter. Exposition von 12 Uhr 30 Min. bis 4 Uhr. Dauernder Sonnenschein. Temp. 30—32° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	1,03	24,08	68,19 = 6,81 + 61,30	68,45 = 5,32 + 63,13	8,9	1,40	12,37	+0,26
2.	0,78	18,25	67,01 = 3,67 + 63,34	67,12 = 2,63 + 63,50	4,7	1,04	11,40	+0,11
3.	0,8	18,51	67,12 = 2,63 + 63,09	67,16 = 1,25 + 65,91	2,5	0,78	8,43	+0,04

Versuch XXXIV. 11. August.

Vier der Farbe und der Dicke nach ähnliche Blätter. Exposition von 4 Uhr bis 3 Uhr. Wegen des bewölkten Himmels nur diffuses Licht.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,95	20,4	70,28 = 20,22 + 50,06	70,23 = 19,23 + 51,00	28,2	0,99	2,42	-0,05
2.	0,95	20,5	69,88 = 13,59 + 56,29	70,14 = 12,60 + 57,54	18,5	1,29	3,23	+0,26
3.	0,85	17,98	69,81 = 9,89 + 59,92	69,98 = 8,59 + 61,39	13,2	1,30	3,62	+0,17
4.	0,85	18,20	66,51 = 3,16 + 63,35	66,72 = 1,51 + 65,21	3,6	1,65	4,31	+0,21

Versuch XXXV. 13. August.

Vier ähnliche Blätter. Exposition von 10 Uhr 20 Min. bis 10 Uhr 50 Min. Dauernder Sonnenschein. Temp. 25—27° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säure-gehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,5	13,11	69,61 = 16,16 + 53,45	69,64 = 15,13 + 54,51	22,3	1,03	15,72	+0,03
2.	0,5	12,83	69,57 = 7,71 + 61,86	69,54 = 6,49 + 63,05	10,2	1,22	19,02	-0,03
3.	0,5	12,79	69,63 = 3,91 + 65,72	69,51 = 2,73 + 66,78	4,8	1,18	18,44	-0,12
4.	0,5	12,41	67,61 = 2,11 + 65,50	67,54 = 7,03 + 66,51	2,3	0,97	15,55	-0,07

Versuch XXXVI. 15. August.

Zwei Paare ähnlicher Blätter. Nr. 1 ähnlich dem Nr. 2, Nr. 3 ähnlich dem Nr. 4. Exposition von 10 Uhr 30 Min. bis 11 Uhr 20 Min. Dauernder Sonnenschein.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säure-gehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,8	17,80	70,00 = 7,01 + 62,99	70,13 = 5,17 + 64,96	8,7 ⁰ / ₀	1,84	20,56	+0,13
2.	0,8	17,97	69,05 = 2,17 + 66,88	69,09 = 0,61 + 68,48	2 ⁰ / ₀	1,46	16,25	+0,04
3.	0,7	15,0	69,77 = 6,57 + 63,20	69,81 = 5,24 + 64,57	8,4 ⁰ / ₀	1,33	17,73	+0,04
4.	0,73	15,8	65,71 = 2,10 + 63,55	65,77 = 1,07 + 64,70	2,4 ⁰ / ₀	1,09	13,79	+0,06

Versuch XXXVII. 16. August.

Zwei Paare Blätter wie vorstehend. Exposition von 11 Uhr bis 11 Uhr 30 Min. Dauernder Sonnenschein. Temp. 30—32° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säure-gehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,8	19,36	69,58 = 7,81 + 61,77	69,71 = 6,20 + 63,41	10,1	1,51	15,6	+0,13
2.	0,8	18,40	69,61 = 1,94 + 67,67	69,77 = 0,78 + 68,99	1,9	1,16	12,6	+0,16
3.	0,78	17,19	69,89 = 7,80 + 62,09	70,02 = 6,60 + 63,42	10,4	1,29	15,01	+0,13
4.	0,8	16,50	65,50 = 1,78 + 63,72	65,71 = 0,56 + 65,15	1,8	1,22	14,78	+0,21

Versuch XXXVIII. 17. August.

Blätter wie oben. Exposition von 11 Uhr bis 11 Uhr 30 M. Dauernder Sonnenschein. Temp. 30—32° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech-net C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,95	20,82	69,29 = 7,99 + 61,30	69,40 = 6,36 + 63,13	10,4	4,63	15,66	+0,39
2.	1,0	21,18	65,52 = 4,97 + 63,55	65,64 = 0,65 + 64,99	1,8	1,32	12,46	+0,12
3.	0,95	18,81	69,81 = 8,73 + 61,08	69,99 = 7,38 + 62,61	11,7	4,35	14,36	+0,18
4.	0,95	20,11	69,27 = 3,62 + 65,65	69,41 = 2,16 + 67,25	4,1	4,46	14,02	+0,14

Versuch XXXIX. 18. August.

Blätter wie oben. Exposition von 12 Uhr 5 Min. bis 12 Uhr 35 Min. Die Sonne oft von weissen Wolken umschleiert. Temp. 23—30° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech-net C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,7	17,05	69,43 = 8,33 + 61,10	69,54 = 7,85 + 61,74	11,7	3,48	5,63	+0,16
2.	0,73	15,8	69,10 = 4,73 + 67,37	69,27 = 4,33 + 67,94	2,2	0,40	5,06	+0,17
3.	0,65	15,8	69,55 = 8,34 + 61,21	69,87 = 7,89 + 61,98	11,6	0,43	5,44	+0,32
4.	0,65	14,9	66,02 = 3,15 + 62,87	66,28 = 2,67 + 63,61	4,4	0,48	6,44	+0,25

Versuch XL. 21. August.

Blätter wie oben. Exposition von 11 Uhr 50 Min. bis 12 Uhr 50 M. Die Sonne nur selten von weissen Wolken verschleiert. Die Apparate wurden mit Papierschirmen beschattet.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech-net C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,7	14,9	68,83 = 8,16 + 60,67	69,07 = 6,95 + 62,15	10,9	4,21	8,12	+0,24
2.	0,7	15,08	69,01 = 2,31 + 66,70	69,15 = 4,01 + 68,13	2,9	1,3	8,61	+0,14
3.	0,7	14,18	69,15 = 8,79 + 60,36	69,37 = 7,56 + 61,81	11,8	1,23	8,67	+0,22
4.	0,7	13,29	65,13 = 4,76 + 63,37	65,37 = 0,95 + 64,42	1,9	0,81	6,09	+0,34

Versuch XLI. 22. August.

Blätter wie oben. Exposition von 11 Uhr 15 Min. bis 12 Uhr. Ununterbrochener Sonnenschein. Ein Papierschirm beschattet die Apparate. Temp. 30—31° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen- säure- gehalt der Luft in %	Zer- setzte CO ₂ C. C.	Zer- setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech- net C. C.	Diffe- renz der Vo- lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,65	14,00	68,46 = 7,26 + 64,20	68,61 = 6,21 + 62,40	9,8	1,05	10,00	+0,15
2.	0,6	13,64	68,71 = 1,68 + 67,03	68,78 = 0,58 + 68,20	1,8	1,10	10,74	+0,07
3.	0,53	12,30	69,59 = 7,99 + 64,60	69,61 = 6,72 + 62,89	10,6	1,27	13,77	+0,02
4.	0,55	12,67	65,20 = 1,72 + 63,57	65,32 = 0,82 + 64,50	1,9	0,90	9,47	+0,03

Versuch XLII. 23. August.

Blätter wie oben. Exposition von 12 Uhr bis 12 Uhr 40 M. Dauern- der Sonnenschein. Temp. 31—32° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen- säure- gehalt der Luft in %	Zer- setzte CO ₂ C. C.	Zer- setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech- net C. C.	Diffe- renz der Vo- lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,67	17,72	68,63 = 6,08 + 62,55	68,81 = 4,95 + 63,86	8,0	1,13	9,56	+0,18
2.	0,7	15,8	68,48 = 0,93 + 67,55	68,49 = 0,10 + 68,39	0,8	0,83	7,88	+0,01
3.	0,6	14,45	69,51 = 5,07 + 63,54	69,72 = 5,06 + 64,66	8,0	0,91	9,44	+0,21
4.	0,6	14,1	66,51 = 1,13 + 65,38	66,59 = 0,24 + 66,35	1,0	0,89	9,46	+0,08

Versuch XLIII. 24. August.

Blätter wie oben. Exposition von 11 bis 12 Uhr. Dauernder Sonnen- schein. Ein Papierschirm beschattet die Apparate. Temp. 27—30° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen- säure- gehalt der Luft in %	Zer- setzte CO ₂ C. C.	Zer- setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berech- net C. C.	Diffe- renz der Vo- lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,7	14,51	70,38 = 1,41 + 62,97	70,46 = 0,87 + 69,59	1,6	0,54	3,72	+0,08
2.	0,67	14,44	69,06 = 6,49 + 63,47	70,19 = 5,33 + 64,84	8,4	1,16	8,05	+0,23
3.	0,7	13,55	70,29 = 1,46 + 68,83	70,46 = 0,89 + 69,53	1,7	0,57	4,21	+0,13
4.	0,7	13,67	67,29 = 6,63 + 60,41	67,35 = 5,29 + 61,96	8,9	1,24	9,07	+0,31

Versuch XLIV. 25. August.

Blätter wie oben. Exposition von 12 Uhr 37 Min. bis 1 Uhr 37 M. Dauernder Sonnenschein. Ein Papierschirm beschattet die Apparate. Temp. 29—31° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,8	18,25	69,09 = 1,90 + 67,19	69,18 = 0,42 + 68,76	1,6	1,48	8,11	+0,09
2.	0,8	17,47	69,15 = 6,89 + 62,26	69,21 = 4,63 + 64,58	8,3	2,26	12,04	+0,06
3.	0,8	17,29	69,55 = 1,6 + 67,95	69,69 = 0,35 + 69,34	1,4	1,25	7,2	+0,14
4.	0,8	16,58	65,60 = 5,9 + 59,70	65,81 = 3,75 + 62,06	7	2,15	12,96	+0,21

Durch diese Versuchsreihe wollte ich mich überzeugen, in wie weit die an *Glyceria* und *Typha* erhaltenen Resultate sich auf andere Pflanzen übertragen lassen. Im Allgemeinen sind die Resultate dieselben, wie in den beiden ersten Versuchsreihen, doch enthalten sie viel mehr Unregelmässigkeiten: Das Optimum scheint für *Oleander* etwas tiefer zu liegen als bei *Typha*. Nicht alle Versuche sind entscheidend genug. Die Versuche XXXIII, XXXVI, XLIII, XLIV zeigen eine auffallend grössere Zersetzung in kohlen-säurereicherer als in kohlen-säurereicherer Luft, der Versuch XXIV zeigt sehr schön den schädlichen Einfluss zu grosser Kohlen-säurequantitäten bei geringer Lichtintensität, im Experimente XXXII bei stärkerem Lichte hat auch ein Kohlen-säuregehalt von 36% nicht geschadet. Andere Versuche sind zum Theil zweifelhaft ausgefallen, so hauptsächlich die Versuche XXXI, XLI und XLII, es ist aber wohl zu bemerken, dass auch hier nicht etwa Schwankungen nach beiden Seiten vorhanden sind, denn nirgends war die Zersetzung bei geringerem Kohlen-säuregehalte stärker als bei höherem.

Von anderen Pflanzen habe ich noch einen Versuch mit *Prunus laurocerasus*, und einen mit *Myagrum perfoliatum* ausgeführt.

Versuch XLV. 41. Juni.

Drei ähnliche Blätter von *Prunus laurocerasus*. Exposition von 9 bis 41 Uhr. Fast ununterbrochener Sonnenschein. Temp. 23—29° C.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlen-säuregehalt der Luft in %	Zer-setzte CO ₂ C. C.	Zer-setzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Diffe-renz der Vo-lumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,95	29,11	67,80 = 4,50 + 63,30	68,01 = 2,03 + 65,98	4,9	2,56	4,05	+0,25
2.	0,95	27,83	66,80 = 4,82 + 61,98	67,06 = 8,24 + 58,82	14,2	2,56	4,60	+0,3
3.	0,97	16,86	64,80 = 11,65 + 53,15	65,02 = 2,31 + 62,71	4,3	1,76	3,24	+0,22

Versuch XLVI. 25. Juni.

Drei Blätter von *Myagrum perfoliatum*. Exposition von 12 Uhr 20 Min. bis 4 Uhr 5 Min. Die Sonne etwas mit weissen Wolken gedämpft.

Nr.	Blattvolumen.	Blattfläche.	Vor Exposition.	Nach Exposition.	Mittlerer Kohlensäuregehalt der Luft in %	Zersetzte CO ₂ C. C.	Zersetzte CO ₂ pr. 1 D. Q. u. 1 Std. berechnet C. C.	Differenz der Volumina.
			Gas-Vol. = CO ₂ + Luft	Gas-Vol. = CO ₂ + Luft.				
1.	0,35	9,22	66,04 = 2,22 + 64,50	66,72 = 1,07 + 65,05	2,5	1,15	16,40	+0,08
2.	0,35	8,5	67,51 = 6,09 + 61,42	67,50 = 4,98 + 52,52	8,2	1,11	17,41	-0,01
3.	0,35	9,01	67,45 = 2,09 + 65,80	67,86 = 0,97 + 66,80	2,3	1,12	16,55	-0,06

Wenn man überhaupt aus diesen vereinzeltten Versuchen irgend einen Schluss ziehen darf, so kann man vermuthen, dass für *Prunus laurocerasus* das Optimum der Kohlensäuregehalte der Luft nicht unter 4%, für *Myagrum perfoliatum* aber tiefer liegt.

Resultate. Die durch die eben beschriebenen Versuche erlangten Resultate will ich nun in folgenden Sätzen kurz zusammenfassen:

1) Die Zunahme an Kohlensäuregehalt der Luft bis zu einer gewissen Grenze (Optimum) begünstigt die Sauerstoffausscheidung, über diese Grenze hinaus wirkt sie darauf mehr oder weniger schädlich.

2) Das Optimum liegt für verschiedene Pflanzen verschieden hoch, für *Glyceria spectabilis* an hellen Tagen etwa zwischen 8 und 10%, für *Typha latifolia* zwischen 5 und 7%, für *Oleander* wahrscheinlich noch etwas tiefer. 1)

3) Die Begünstigung der Sauerstoffausscheidung durch eine gewisse Zunahme an Kohlensäuregehalt der Luft unterhalb des Optimums ist viel grösser als die Hemmung derselben durch eine ähnliche Zunahme oberhalb des Optimums.

4) Je stärker die Lichtintensität ist, desto mehr wird die Sauerstoffausscheidung durch die Zunahme des Kohlensäuregehaltes bis zum Optimum begünstigt, und bei Ueberschreiten des Optimums desto weniger gehemmt.

5) Aus dem Satze 4 folgt, dass der Einfluss der Lichtintensität auf die Sauerstoffausscheidung um so grösser ist, je mehr Kohlensäure der Luft beigemischt ist.

1) In Folge des oben erörterten Fehlers in der Art der Berechnung des mittleren Kohlensäuregehaltes der Luft sind vielleicht die Optima für *Glyceria* und *Typha* etwas zu hoch angegeben. Doch nach dem Versuche XIII kann das Optimum für *Glyceria* keineswegs unter 5%, nach den Versuchen XXV und XXX für *Typha* nicht unter 4% liegen, denn noch nach der Beendigung des Experimentes waren die Blätter, welche weniger Kohlensäure zersetzten, in einer Atmosphäre, welche in erstem Falle nahezu 5, in letztem nahezu 4% Kohlensäure enthielt.

Nur weitere Untersuchungen können zeigen, in wie weit diese Sätze für verschiedene Pflanzen eine allgemeine Geltung haben, und wie sich die Verhältnisse bei ganz geringem Kohlensäuregehalte zwischen $\frac{1}{20}\%$ bis $\frac{1}{4}\%$ gestalten.

Krakau, 25. October 1872.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg](#)

Jahr/Year: 1874

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Godlewski Emil

Artikel/Article: [Abhängigkeit der Sauerstoffauscheidung der Blätter von dem Kohlesäuregehalt der Luft 343-370](#)