

Die Assimilationsgröße bei Zucker- und Stärkeblättern.

Von

Arno Müller.

I. Einleitung.

Stahl (18) hat die Hypothese entwickelt, daß die Mykorrhizenbildung wahrscheinlich in irgend einem näheren Zusammenhang mit der erschwerten Nährsalzgewinnung stehe; da nun aber auf gleichen Standorten sowohl mykotrophe als nicht mykotrophe Pflanzen gefunden werden, so müssen noch andere Momente hinzukommen, die in dem einen Falle eine selbständige Ernährung der Pflanzen ermöglichen, im anderen ausschließen.

Einen wichtigen Faktor bildet nach Stahl dabei die Transpiration. Dieselbe ist, was namentlich deutlich bei der vergleichenden Beobachtung krautiger Gewächse hervortritt, fast immer geringer bei mykorrhizenführenden Pflanzen als bei solchen, die der Wurzelverpilzung entbehren. Die geringe Wasserdurchströmung ermöglicht aber nur eine spärliche Zufuhr mineralischer Nährstoffe, sodaß die Stoffneubildung nur mäßig, und damit das ganze Wachstum der Pflanze nur gering sein kann.

Stahl (18) beobachtete ferner, daß bei solchen trügewüchsigen Pflanzen sehr häufig bei normalen Entwicklungsbedingungen fast ausschließlich Zucker bei der Kohlensäureassimilation gebildet wird, während die stark transpirierenden und üppig wachsenden Pflanzen innerhalb kurzer Zeit Stärke in ihren Blättern speichern, daß also gewisse Beziehungen zwischen saccharophyllen und mykorrhizenführenden Pflanzen einerseits und amylophyllen und mykorrhizenfreien Pflanzen andererseits bestehen.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich hauptsächlich mit folgenden Fragen:

- I. Zeichnen sich amylophylle Pflanzen nicht nur durch das Vermögen, schnell Stärke zu speichern, sondern auch durch die größere Menge der gebildeten Kohlehydrate vor den saccharophyllen Pflanzen aus?
- II. Wie verhalten sich amylophylle und saccharophylle Pflanzen hinsichtlich der in den einzelnen Tagesstunden gebildeten Kohlehydratmengen?
- III. Welche Grenzwerte erreicht in beiden Fällen die Speicherung der Kohlehydrate?
- IV. Welche Beziehung besteht zwischen der Wasserversorgung und der Assimilationsgröße?

II. Untersuchungsmethoden.

Die Versuche erstreckten sich über die Sommersemester 1902 und 1903, und zwar wurden im ersteren ausschließlich Vorversuche gemacht, um dann im letzteren mit den geeignetsten Objekten die endgültigen Versuche anzustellen. Die Menge der gebildeten Kohlehydrate wurde durch Wägung nachgewiesen. Bei größeren Blättern wurde nach der von Sachs (13) zuerst angegebenen Methode verfahren. Die Blätter waren am Tage vor dem Versuch alle verdunkelt worden, sodaß sie bei der Versuchsanstellung fast immer mit Ausnahme der Schließzellen stärkefrei waren, wie makro- und mikroskopisch mit Hilfe der Jodprobe jedesmal nachgewiesen wurde.

Die eine Blatthälfte wurde nun nahe der Mittelrippe mit scharfem Messer entfernt, und aus derselben mit Hilfe rechteckiger Brettchen von bekannter Flächengröße ein entsprechendes Spreitenstück herausgeschnitten, und zwar unter Vermeidung stärkerer Seitenrippen. Die herausgeschnittenen Blattstücke wurden zunächst bei 90—100° C. abgetötet und vorgetrocknet, um dann in Wägegäschchen bei 100—105° C. bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen zu werden. Die Fehlergrenze schwankt je nach den Blättern, die zur Verwendung gelangen, und der Größe der Flächen. Für eine Fläche von 40 qcm schwankt sie, auf 1 qm berechnet, je nachdem die Pflanze stark- und schwachrippige Blätter hat, zwischen 0,250 g und 0,660 g, um natürlich bei Verwendung größerer Blattflächen bedeutend geringer zu werden.

Nach Beendigung des Versuches wurde aus der zweiten Blatthälfte an genau derselben Stelle wie an der ersten eine gleiche

Fläche herausgeschnitten, unter denselben Bedingungen getrocknet, gewogen, und aus den erhaltenen Zahlen die Gewichtszunahme berechnet.

Bei kleineren Blättern wurde ein Verfahren beobachtet, das im großen und ganzen der von Stahl (17) angewendeten Methode entspricht. Die zu untersuchenden Blättchen wurden ebenfalls halbiert, weil es sich im Laufe der Vorversuche herausstellte, daß es auch bei Fiederblättern zu genaueren Resultaten führt, wenn man nicht entsprechende Fiederblättchen, sondern ihre Hälften zum Vergleiche heranzieht. Der Rand der Blatthälften wurde nötigenfalls glattgeschnitten, und diese selbst dann auf möglichst gleichmäßigem mattem Zelloidinpapier kopiert, indem Papier und Blatthälfte zwischen zwei beschwerte Glasplatten gelegt wurden. Die so erhaltenen Kopien wurden, ohne fixiert zu werden, sofort mit scharfer Scheere herausgeschnitten und in einem Dunkel-schranke aufgehoben, um später bei 60° C. getrocknet und gewogen zu werden. Wenn man die Vorsicht beobachtet, das Blatt mit seiner morphologischen Oberseite auf das Zelloidinpapier zu legen, sodaß etwa hervorspringende Rippen das glatte Aufliegen nicht beeinträchtigen können, erhält man Kopien mit ganz scharf umschriebenen Rändern. Vorher war für eine bestimmte Fläche des Papiers das Durchschnittsgewicht bestimmt worden, indem aus verschiedenen Bogen des Paketes gleiche Flächen entnommen wurden; der größte bei Verwendung eines Brettchens von 40 qcm Größe mögliche Fehler, der der Ungleichheit des Papiers und dem Ausschneiden zuzuschreiben ist, beträgt dann 0,519 qcm. Aus jenem Durchschnittsgewicht und dem gefundenen Gewicht der Blattkopien ist dann leicht die Blattfläche zu berechnen. Es ist wohl kaum nötig hervorzuheben, daß nur Blätter mit möglichst gleichmäßig ausgebildeten Spreitenhälften Verwendung fanden.

Die Versuche wurden in der Mehrzahl der Fälle an Pflanzen vorgenommen, die möglichst gleich günstige Standorte einnahmen oder, soweit es möglich war, auf einem gemeinschaftlichen Versuchs-beet herangezogen worden waren. Daneben wurde noch eine große Reihe von Versuchen an abgeschnittenen Blättern in mit CO₂ angereicherter Luft angestellt; zur Beantwortung der Frage nach der Grenze der Anhäufungsfähigkeit von Kohlehydraten wurde fast ausschließlich diese Methode angewendet. Es fand dabei im letzten Sommer ein im Prinzip nach Angaben Kreuzlers (6), aber etwas einfacher gebauter Apparat Verwendung. Die zu untersuchenden

Blätter wurden unter einem 0,80 m langen, unten 0,30 m, oben 0,10 m breiten und 0,35 m hohen Glaskasten gebracht, dessen vordere Scheibe zur Horizontalen einen Winkel von 60° bildete, um auf diese Weise zu verhüten, daß der Schatten der oberen, gegenüber der anderen, bedeutend schmaleren Leiste störend einwirkte. Die Blätter standen mit dem Blattstiel, der bis auf einen kleinen Rest entfernt wurde, in schmalen Zinkblechgefäßen mit destilliertem Wasser. An der Hinterwand dieser Gefäße setzte ein Drahtrahmen, dessen Neigung zur Horizontalen gleich der der vorderen Kastenwand war, an; er wurde mit weißem Filtrierpapier überzogen, welches unten in das den ganzen Kasten abschließende Wasser tauchte, sodaß es andauernd feucht blieb. Die Blattflächen lagen dem Rahmen glatt auf, indem die Blattstiele durch ein Gummiband festgehalten wurden, das unter einer Anzahl an der hinteren inneren Gefäßwand festgelöteter Häkchen hinwegglief, während das Spreitenende nötigenfalls noch durch eine dünne Gummischnur in der Ebene des Rahmens befestigt wurde. Um ein Umfallen des Kästchens zu verhüten, befand sich an der Außenseite der Vorderwand eine Bleiplatte.

Das 5—6% Kohlensäure enthaltende Luftgemisch wurde mit Hilfe einer Saugpumpe hereingesogen, durch eine Öffnung, die in der Mitte des oberen Randes der hinteren Kastenwand angebracht war; entfernt wurde es durch ein Rohr, welches in den beiden vorderen unteren Ecken des Kastens je eine Mündung hatte. Auf diese Weise sollte eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Luft innerhalb des Kastens erreicht werden.

Zur Herstellung des Gasgemisches diente ein Glaskolben, der verdünnte Schwefelsäure enthielt und mit einem dreifach durchbohrten Gummistopfen verschlossen war. In der mittleren Durchbohrung war eine graduierte, 100 ccm fassende Tropfbürette angebracht, die mit einer Lösung chemisch reinen Kaliumkarbonats von bekanntem Prozentgehalt angefüllt war. Durch eine der anderen Öffnungen ragte ein Glasrohr bis in die Schwefelsäure, durch welches die atmosphärische Luft gesogen wurde, ein zweites mit einem Destillieraufsatz versehenes Rohr ragte nur bis in den oberen Teil des Kolbens, durch dieses und die anschließenden Schläuche gelangte das Luftgemisch in den Kasten.

Um die von der Pumpe geleistete Arbeit zu kontrollieren, wurde mit der Mündung des Rohres, durch welche die atmosphärische

Luft einströmte, ein genau nach den Angaben Kreuzlers (6) angefertigter Respirator in Verbindung gebracht.

Zur Erhöhung der Gleichmäßigkeit des Luftstromes war zwischen Pumpe und Kasten noch eine 10 l fassende Flasche eingeschaltet, deren Öffnung nach dem Kasten hin durch einen Glashahn verstellbar war, dessen einseitig verlängerter Schenkel über einen mit Gradeinteilung versehenen Kreisabschnitt hinweglitt.

Die Bedienung der Tropfbürette erforderte einige Aufmerksamkeit, da mit Abnahme des Inhaltes auch die Tropfenzahl sich in der Zeiteinheit verringerte, und der dadurch notwendig bedingte Fehler durch weiteres Hahnöffnen resp. Nachfüllen beseitigt werden mußte. Ebenso mußte von Zeit zu Zeit das in die Schwefelsäure ragende Glasrohr etwas gehoben werden, da durch die eintropfende Kaliumkarbonatlösung der dem Luftdurchtritt entgegengesetzte Widerstand vergrößert wurde; dieser Fehler fiel jedoch weniger ins Gewicht, da der Durchmesser des Kolbens ein sehr großer war.

Bei allen Kastenversuchen wurde eine 5—6% Kohlensäure enthaltende Luft verwendet, wobei jedoch der CO_2 -Gehalt der Luft nicht mit in Rechnung gezogen wurde. Beim jedesmaligen Beginn eines Versuches, sowie nach jedem Öffnen des Kastens wurde der Luftstrom so geregelt, daß in 20 Minuten der 50 l fassende Kasten mit dem Luftgemisch angefüllt war, um darauf so verlangsamt zu werden, daß alle 4 Stunden eine vollkommene Erneuerung des Gasgemisches eintrat.

Das gleiche Verfahren wurde auch beobachtet, wenn bei Kontrollversuchen gewöhnliche atmosphärische Luft durch den Kasten gepumpt wurde.

Im Kasten befand sich außerdem ein Thermometer. Die Luftfeuchtigkeit zu messen, wurde nicht für nötig befunden, da wohl angenommen werden konnte, daß bei den getroffenen Vorkehrungen die Luft fast mit Wasserdampf gesättigt sein würde, wie es ja auch das stets eintretende Beschlagen der Scheiben bewies.

Der ganze Apparat war im Freien an ganz sonnigem Standort mit der Front nach Süden aufgestellt. An heißen Sonnentagen war es erforderlich, den Kasten mit doppelter, feucht gehaltener Gaze zu beschatten, um eine zu hohe Temperatursteigerung und ein Welken der Blätter zu verhüten. Die Angaben über Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Niederschlagsmenge verdanke ich der

Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. Knopf, der mir die Aufzeichnungen der hiesigen meteorologischen Station zur Verfügung stellte, und dem ich dafür an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen möchte.

Die Vorversuche im S.-S. 1902 hatten gezeigt, daß zuweilen des Abends, besonders an sehr heißen Tagen, keine oder nur eine sehr geringe Zunahme an Kohlehydraten nachweisbar war, sodaß späterhin zur Beantwortung der Frage nach Schnelligkeit und Menge der Stärkespeicherung die Pflanzen nur wenige Stunden und zwar meist am Vormittage dem Sonnenlichte ausgesetzt wurden. Ein Verfahren, das, wie die Versuche zur Feststellung der in den einzelnen Tagesstunden produzierten Kohlehydratmengen ergab, auch nicht ganz den zu stellenden Anforderungen entsprach; leider war es damals aber nicht mehr möglich, mit allen Pflanzen, wie es erforderlich gewesen wäre, von zwei zu zwei Stunden Beobachtungen anzustellen.

III A. Versuche über Schnelligkeit und Höhe der Stärkespeicherung sowie ihre Größe innerhalb einzelner Tagesstunden.

I. Versuch am 23. April 1903.

Die Blätter verblieben an der Pflanze, waren am 22. IV. 4 h p. m. verdunkelt worden und bei Beginn des Versuches bis auf die Schließzellen stärkefrei. Versuchsdauer von 9 h 30 a. m. bis 2 h 30 p. m. Temperatur: 7 h a. m. 6°, 2 h p. m. 21,7°, 9 h p. m. 12,3°. Maximum 21,8°, Minimum 4,6°. Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h a. m. 79, 2 h p. m. 38, 9 h p. m. 65. Vormittags hell bewölkt mit zeitweisem Sonnenschein, nachmittags fast ununterbrochen Sonnenschein.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm
<i>Tulipa</i>	a 1. Hälfte	9 h 30	40 qcm	0,235 g	in 5 Std.
	2. "	2 h 30	40 "	0,248 g	3,250 g
<i>Arum italicum</i>	a 1. "	9 h 30	80 "	0,363 g	in 5 Std.
	2. "	2 h 30	80 "	0,395 g	4,000 g

Die mikroskopische Untersuchung ergab eine Zunahme der Stärke in den Schließzellen, im Assimilationsgewebe fehlte Stärke.

II. Versuch am 4. Mai 1903.

Die Blätter verblieben an der Pflanze, waren am 3. Mai 5 h p. m. verdunkelt worden und bei Beginn des Versuches bis auf die Schließzellen stärkefrei. Versuchsdauer: 8 h 30 a. m. bis 11 h 30 a. m. Temperatur: 7 h a. m. 9,8°, 2 h p. m. 27,8°, 9 h p. m. 14,7°. Maximum 28,1°, Minimum 8,8°. Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h a. m. 92, 2 h p. m. 23, 8 h p. m. 78. Gleichmäßiger Sonnenschein, vereinzelt dunklere Wolken.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm
<i>Arum italicum</i>	a 1. Hälfte	8 h 30	60 qcm	0,242 g	in 3 Std.
	2. "	11 h 30	60 "	0,266 g	4,333 g
<i>Tulipa</i>	a 1. "	8 h 30	45,58 "	0,248 g	in 3 Std.
	2. "	11 h 30	52,99 "	0,306 g	3,337 g
<i>Colchicum autumnale</i>	a 1. "	8 h 30	40 "	0,190 g	in 3 Std.
	2. "	11 h 30	40 "	0,195 g	1,250 g
<i>Rumex obtusifolius</i>	a 1. "	8 h 30	56 "	0,173 g	in 3 Std.
	2. "	11 h 30	56 "	0,197 g	4,286 g

Bei *Tulipa* geben die Zahlen 0,248 g und 0,306 g das Trockengewicht für 45,58 qcm resp. 52,99 qcm Blattfläche an. Aus diesen Zahlen ist das Gewicht eines Quadratmeters Blattfläche um 8 h 30 und um 11 h 30 berechnet worden, die sich ergebende Differenz von 3,337 g ergibt dann die Zunahme pro 1 qm Blattfläche in der Versuchszeit. In derselben Weise ist auch in allen folgenden Fällen die Zunahme pro 1 qm berechnet worden, wenn ungleiche Flächen zum Vergleich gelangten, wie es ja bei Verwendung ganzer Blätterhälften nicht zu vermeiden war.

Versuch am 5. Mai 1903.

III. Versuch.

Die Blätter verblieben an den Pflanzen, waren am Tage zuvor verdunkelt worden und bei der Versuchsanstellung bis auf die Schließzellen stärkefrei. Versuchsdauer: 8 h 30 bis 2 h 30. In Zwischenräumen von 2 Stunden wurde immer eine Partie Blätter abgeschnitten. Temperatur: 7 h a. m. 12,7°, 2 h p. m. 18,2°, 9 h p. m. 11°. Maximum 20°, Minimum 11°. Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h a. m. 81, 2 h p. m. 63, 9 h p. m. 68. Vormittags bewölkt mit Sonnenschein, von 12 h ab stärkere Bewölkung.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm	
<i>Alliaria officinalis</i>	a	1. Hälfte	8 h 30	50,04 qcm	0,089 g	in 2 Std.
		2. "	10 h 30	50,12 "	0,094 g	0,970 g
"	b	1. "	8 h 30	43,82 "	0,080 g	in 4 Std.
		2. "	12 h 30	40,24 "	0,086 g	1,369 g
"	c	1. "	8 h 30	52,43 "	0,098 g	in 6 Std.
		2. "	2 h 30	55,30 "	0,120 g	3,008 g
<i>Arum italicum</i>	a	1. "	8 h 30	40 "	0,122 g	in 2 Std.
		2. "	10 h 30	40 "	0,132 g	2,500 g
"	b	1. "	8 h 30	40 "	0,128 g	in 4 Std.
		2. "	12 h 30	40 "	0,138 g	2,500 g
"	c	1. "	8 h 30	40 "	0,126 g	in 6 Std.
		2. "	2 h 30	40 "	0,136 g	2,500 g

IV. Versuch.

Im übrigen wie bei Versuch I behandelte Blätter wurden abgeschnitten und in dem eingangs beschriebenen Apparate einem 5—6% CO₂ enthaltenden Luftstrom ausgesetzt. Versuchsdauer 10 h a. m. bis 4 h p. m. Die Temperatur im Kasten schwankte zwischen 25—28° C.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm	
<i>Alliaria officinalis</i>	a	1. Hälfte	10 h	79,52 qcm	0,113 g	in 2 Std.
		2. "	12 h	71,87 "	0,140 g	5,270 g
"	b	1. "	10 h	81,20 "	0,146 g	in 4 Std.
		2. "	2 h	79,52 "	0,194 g	6,416 g
"	c	1. "	10 h	82,31 "	0,127 g	in 6 Std.
		2. "	4 h	51 "	0,134 g	10,845 g
<i>Arum italicum</i>	a	1. "	10 h	40 "	0,148 g	in 2 Std.
		2. "	12 h	40 "	0,166 g	4,500 g
"	b	1. "	10 h	32 "	0,087 g	in 4 Std.
		2. "	2 h	32 "	0,114 g	8,438 g
"	c	1. "	10 h	40 "	0,114 g	in 6 Std.
		2. "	4 h	40 "	0,158 g	11,000 g

Arum zeigte trotz der hohen Zunahme keine Stärke im Mesophyll.

V. Versuch am 7. Mai 1903.

Kontrollversuch im Kasten. Die Blätter waren am Tage zuvor verdunkelt worden und beim Versuchsbeginn stärkefrei. Versuchsdauer von 9 h 30 a. m. bis 3 h 30 p. m. Alle 2 Stunden wurde eine Serie Blätter dem Kasten entnommen. Außentempe-

ratur: 7 h a. m. 10,7°, 2 h p. m. 15,7°, 9 h p. m. 10,1°. Maximum 17,8°, Minimum 8,5°. Im Kasten 20—25° C. Hell bewölkt, zuweilen Sonne, von 1 h bis 1 h 30 Regen, dann wieder wie vorher.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm	
<i>Alliaria officinalis</i>	a	1. Hälfte	9 h 30	80,08 qcm	0,107 g	in 2 Std.
		2. "	11 h 30	85,98 "	0,125 g	1,177 g
"	b	1. "	9 h 30	81,04 "	0,103 g	in 4 Std.
		2. "	1 h 30	79,52 "	0,124 g	2,883 g
"	c	1. "	9 h 30	66,30 "	0,094 g	in 6 Std.
		2. "	3 h 30	61,59 "	0,117 g	4,819 g
<i>Arum italicum</i>	a	1. "	9 h 30	16 "	0,054 g	in 2 Std.
		2. "	11 h 30	16 "	0,061 g	4,375 g
"	b	1. "	9 h 30	40 "		
		2. "	1 h 30	40 "		
"	c	1. "	9 h 30	32 "	0,101 g	in 6 Std.
		2. "	3 h 30	32 "	0,115 g	4,375 g

Bei *Alliaria* waren bei jedem Versuch mehrere Blätter verwendet worden.

Versuch am 12. Mai 1903. VI. Versuch.

Die Blätter verblieben an der Pflanze; sie waren am 10. Mai verdunkelt und beim Versuchsbeginn bis auf die Schließzellen stärkefrei. Versuchsdauer 8 h a. m. bis 2 h p. m. Temperatur: 7 h a. m. 8,5°, 2 h p. m. 18,7°, 9 h p. m. 10°. Maximum 18,8°, Minimum 4,8°. Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h a. m. 80, 2 h p. m. 43, 9 h p. m. 86. Sonnenschein bei etwas bewölktem Himmel, zwischen 12 h und 1 h durch etwas Regen unterbrochen.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm	
<i>Rumex obtusifolius</i>	a	1. Hälfte	8 h	150 qcm	0,395 g	
		2. "	10 h	150 "	0,394 g	
"	b	1. "	8 h	100 "	0,231 g	in 4 Std.
		2. "	12 h	100 "	0,250 g	1,900 g
"	c	1. "	8 h	150 "	0,351 g	in 6 Std.
		2. "	2 h	150 "	0,371 g	1,667 g
<i>Colchicum autumnale</i>	a	1. "	8 h	32 "	0,110 g	in 2 Std.
		2. "	10 h	32 "	0,126 g	5,000 g
"	b	1. "	8 h	40 "	0,144 g	in 4 Std.
		2. "	12 h	40 "	0,165 g	5,250 g
"	c	1. "	8 h	36 "	0,128 g	in 6 Std.
		2. "	2 h	36 "	0,148 g	5,556

Das Ausbleiben der Assimilation bei *Rumex* in den ersten 2 Stunden der Beleuchtung ist vielleicht auf eine Schädigung des Chlorophyllapparates infolge der langen Verdunklung zurückzuführen.

VII. Versuch.

Die Blätter waren am 11. Mai verdunkelt worden. Sie wurden der kohlenensäurereichen Atmosphäre ebenfalls 6 Stunden ausgesetzt. Temperatur im Kasten 20–26°. Sowohl Vor- als auch Nachmittags mußte der Kasten zeitweise beschattet werden. Versuchsdauer 9 h. a. m. bis 3 h. p. m.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm
<i>Rumex obtusifolius</i>	a 1. Hälfte	9 h	40 qcm	0,133 g	in 2 Std.
	2. "	11 h	40 "	0,165 g	6,750 g
"	b 1. "	9 h	80 "	0,266 g	in 4 Std.
	2. "	1 h	80 "	0,343 g	9,625 g
"	c 1. "	9 h	60 "	0,199 g	in 6 Std.
	2. "	3 h	60 "	0,289 g	15,000 g
<i>Colchicum autumnale</i>	a 1. "	9 h	40 "	0,165 g	in 2 Std.
	2. "	11 h	40 "	0,180 g	3,750 g
"	b 1. "	9 h	40 "	0,143 g	in 4 Std.
	2. "	1 h	40 "	0,176 g	8,250 g
"	c 1. "	9 h	32 "	0,111 g	in 6 Std.
	2. "	3 h	32 "	0,141 g	9,325 g

VIII. Versuch am 19. Mai 1903.

Kontrollversuch im Kasten. Die Blätter waren am 18. Mai verdunkelt worden und beim Versuchsbeginn bis auf die Schließzellen stärkerfrei. Versuchsdauer: 7 h 30 a. m. bis 1 h 30 p. m. Temperatur: 7 h a. m. 6,2°, 2 h p. m. 13°, 9 h p. m. 4,4°. Maximum 13,4°, Minimum 4,3°. Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h a. m. 83, 2 h p. m. 42, 9 h p. m. 88. Temperatur im Kasten bis 11 h + 20°, steigt dann bis + 24°. Früh Sonnenschein, dann hell bewölkt.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm
<i>Colchicum autumnale</i>	a 1. Hälfte	7 h 30	32 qem	0,152 g	in 2 Std.
	a 2. "	9 h 30	32 "	0,156 g	1,250 g
"	b 1. "	7 h 30	32 "	0,157 g	in 4 Std.
	b 2. "	11 h 30	32 "	0,167 g	3,125 g
"	c 1. "	7 h 30	32 "	0,133 g	in 6 Std.
	c 2. "	1 h 30	32 "	0,159 g	5,000 g
<i>Rumex obtusifolius</i>	a 1. "	7 h 30	60 "	0,183 g	in 2 Std.
	a 2. "	9 h 30	60 "	0,192 g	1,500 g
"	b 1. "	7 h 30	40 "	0,075 g	in 4 Std.
	b 2. "	11 h 30	40 "	0,089 g	3,500 g
"	c 1. "	7 h 30	75 "	0,189 g	in 6 Std.
	c 2. "	1 h 30	75 "	0,213 g	3,200 g

IX. Versuch.

Die Blätter verblieben an der Pflanze, vorherige Behandlung wie bei Versuch I. Versuchsdauer: 8 h a. m. bis 2 h p. m.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm
<i>Colchicum autumnale</i>	a 1. Hälfte	8 h	40 qem	0,169 g	in 4 Std.
	a 2. "	12 h	40 "	0,181 g	3,000 g
<i>Rumex obtusifolius</i>	a 1. "	8 h	72 "	0,232 g	in 2 Std.
	a 2. "	10 h	72 "	0,236 g	0,556 g
"	b 1. "	8 h	40 "	0,124 g	in 4 Std.
	b 2. "	12 h	40 "	0,139 g	3,750 g
"	c 1. "	8 h	40 "	0,132 g	in 6 Std.
	c 2. "	2 h	40 "	0,141 g	2,250 g

Versuch am 22. Mai 1903.

X. Versuch.

Die Blätter an der Pflanze waren am 21. Mai verdunkelt worden und bis auf die Spaltöffnungen stärkefrei. Versuchsdauer: 9 h a. m. bis 3 h p. m. Temperatur: 7 h a. m. 9,7°, 2 h p. m. 23,4°, 9 h p. m. 12,9°. Maximum 24°, Minimum 5,8°. Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h a. m. 62, 2 h p. m. 37, 9 h p. m. 80. Ununterbrochener Sonnenschein bei klarem Himmel.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qu	
<i>Rumex obtusifolius</i>	a	1. Hälfte	9 h	40 gem	0,120 g	in 2 Std.
		2. "	11 h	40 "	0,134 g	3,500 g
"	b	1. "	9 h	40 "	0,120 g	in 4 Std.
		2. "	1 h	40 "	0,127 g	1,550 g
"	c	1. "	9 h	40 "	0,122 g	in 6 Std.
		2. "	3 h	40 "	0,126 g	1,000 g
<i>Cypriped. calceolus</i>	a	1. "	9 h	41,43 "	0,115 g	in 2 Std.
		2. "	11 h	37,61 "	0,133 g	7,605 g
"	b	1. "	9 h	34,58 "	0,098 g	in 4 Std.
		2. "	1 h	35,86 "	0,128 g	7,353 g
"	c	1. "	9 h	33,36 "	0,106 g	in 6 Std.
		2. "	3 h	32,75 "	0,119 g	4,562 g

XI. Versuch.

Gleichbehandelte Blätter wie bei Versuch I wurden in den Apparat gebracht. Versuchsdauer: 9 h a. m. bis 3 h p. m. Temperatur im Kasten 25—28° C. Zeitweise mußte mit feuchter Gaze beschattet werden.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qu	
<i>Rumex obtusifolius</i>	a	1. Hälfte	9 h	40 gem	0,134 g	in 2 Std.
		2. "	11 h	40 "	0,151 g	4,250 g
"	b	1. "	9 h	60 "	0,182 g	in 4 Std.
		2. "	1 h	60 "	0,256 g	12,333 g
"	c	1. "	9 h	60 "	0,174 g	in 6 Std.
		2. "	3 h	60 "	0,279 g	17,166 g
<i>Cypriped. calceolus</i>	a	1. "	9 h	53,87 "	0,139 g	in 2 Std.
		2. "	11 h	54,18 "	0,174 g	6,313 g
"	b	1. "	9 h	44,94 "	0,110 g	in 4 Std.
		2. "	1 h	45,42 "	0,133 g	4,805 g
"	c	1. "	9 h	41,36 "	0,113 g	in 6 Std.
		2. "	3 h	43,19 "	0,155 g	8,104 g

XII. Versuch am 25. Mai 1903.

Die Blätter wurden im Apparate der CO₂-reichen Luft ausgesetzt, sie waren am Tage zuvor verdunkelt und hatten beim Versuchsbeginne nur Stärke in den Schließzellen, *Listera* auch hier sehr wenig. Bei *Allium* wurden mittels scharfen Messers die Blätter

der Länge nach geteilt. Die eine Hälfte wurde sofort mit Zelloidinpapier kopiert und getrocknet, die andere Hälfte mit der nicht halbierten Basis in die Zinkgefäße gestellt. Ein Aufrollen des Blattes wurde durch eine dünne, über das obere Ende gespannte Gummischnur verhindert. Versuchsdauer: 9 h a. m. bis 3 h p. m. Temperatur: 7 h a. m. 10,2°, 2 h p. m. 20,6°, 9 h p. m. 15,6°. Maximum 22,1°, Minimum 7,2°. Im Kasten 22—28°. Er wurde von 11 h ab beschattet. Hell bewölkt, später fast ununterbrochen Sonnenschein.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm		
<i>Verbascum nigrum</i>	a	1. Hälfte	9 h	40 qcm	0,176 g	in 2 Std.	
		2. "	11 h	40 "	0,200 g	6,000 g	
	b	1. "	9 h	40 "	0,159 g	in 4 Std.	
		2. "	1 h	40 "	0,190 g	7,750 g	
"	c	1. "	9 h	40 "	0,185 g	in 6 Std.	
		2. "	3 h	40 "	0,235 g	12,500 g	
<i>Allium Cepa</i>	a	1. "	9 h	28,84 "	0,116 g	in 2 Std.	
		2. "	11 h	29,72 "	0,128 g	2,847 g	
	b	1. "	9 h	29,64 "	0,118 g	in 4 Std.	
		2. "	1 h	30,68 "	0,141 g	6,147 g	
"	c	1. "	9 h	33,94 "	0,135 g		
		2. "	3 h	—	—		
<i>Listera ovala</i>	a	1. "	9 h	24,38 "	0,094 g	in 2 Std.	
		2. "	11 h	24,46 "	0,099 g	1,918 g	
	b	1. "	9 h	25,26 "	0,098 g	in 4 Std.	
		2. "	1 h	24,62 "	0,112 g	6,694 g	
	"	c	1. "	9 h	27,81 "	0,093 g	in 6 Std.
			2. "	3 h	27,65 "	0,114 g	7,788 g

Das *Allium*-Blatt von 3 h p. m. war an der Spitze etwas welk geworden; mußte daher ausgeschieden werden.

XIII. Versuch am 26. Mai 1903.

Kontrollversuch im Kasten. Die Blätter waren wie gewöhnlich behandelt worden. Versuchsdauer von 9 h a. m. bis 3 h p. m. Außentemperatur: 7 h a. m. 12,2°, 2 h p. m. 16,8°, 9 h p. m. 10,4°. Maximum 17,8°. Minimum 7°. Im Kasten 20—24°. Früh hell bewölkt, von 11 h 30 ab dunkle Wolken und Regen, von 12 h ab wieder heller und von 2 h zuweilen Sonnenschein.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm	
<i>Rumex obtusifolius</i>	a	1. Hälfte	9 h	60 qcm	0,170 g	in 2 Std.
		2. "	11 h	60 "	0,181 g	1,833 g
	b	1. "	9 h	75 "	0,232 g	in 4 Std.
		2. "	1 h	75 "	0,243 g	1,467 g
	c	1. "	9 h	75 "	0,206 g	in 6 Std.
		2. "	3 h	75 "	0,225 g	2,533 g
<i>Allium Cepa</i>	a	1. "	9 h	45,26 "	0,154 g	in 2 Std.
		2. "	11 h	43,98 "	0,161 g	2,581 g
	b	1. "	9 h	44,07 "	0,152 g	in 4 Std.
		2. "	1 h	50,12 "	0,191 g	3,617 g
	c	1. "	9 h	41,67 "	0,176 g	in 6 Std.
		2. "	3 h	44,86 "	0,206 g	3,684 g

Versuch am 28. Mai 1903.

Von nun an wurden fast ausschließlich alle Versuche von früh 8 h bis Nachmittags 6 h resp. 7 h angestellt und alle zwei Stunden eine Partie Blätter hereingeholt, sodaß diese Versuche auch hauptsächlich zur Beantwortung der Frage 2, betreffend die Assimilationsgröße in den einzelnen Tagesstunden, in Betracht zu ziehen sein werden.

XIV. Versuch.

Die Blätter verblieben an der Pflanze; sie waren am Tage zuvor verdunkelt worden und bis auf die Schließzellen stärkefrei. Versuchsdauer: 8 h a. m. bis 7 h p. m. Außentemperatur: 7 h a. m. 14°, 2 h p. m. 25,4°, 9 h p. m. 16,7°. Maximum 25,6°, Minimum 8,8°. Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h a. m. 81, 2 h p. m. 41, 9 h p. m. 66. Bis 10 h 30 Sonnenschein, dann bis 3 h etwas bewölkt, von 3 h ab wieder ununterbrochen Sonnenschein.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden	
<i>Rumex obtusifolius</i>	a	1. Hälfte	8 h	75 qcm	0,219 g	in 2 Std.	0,800 g
		2. "	10 h	75 "	0,225 g	0,800 g	
"	b	1. "	8 h	75 "	0,202 g	in 4 Std.	2,667 g
		2. "	12 h	75 "	0,228 g	3,467 g	
"	c	1. "	8 h	75 "	0,201 g	in 6 Std.	3,600 g
		2. "	2 h	75 "	0,254 g	7,067 g	

(Fortsetzung der Tabelle.)

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden	
<i>Rumex obtusifolius</i>	d	1. Hälfte	8 h	75 qcm	0,209 g	in 8 Std.	— 2,543 g
		2. "	4 h	75 "	0,243 g	4,533 g	
	e	1. "	8 h	75 "	0,190 g	in 10 Std.	— 1,866 g
		2. "	6 h	75 "	0,210 g	2,667 g	
"	f	1. "	8 h	75 "	0,193 g	in 11 Std.	0,933 g
		2. "	7 h	75 "	0,220 g	3,600 g	
<i>Arum italicum</i>	a	1. "	8 h	40 "	0,141 g	in 2 Std.	5,000 g
		2. "	10 h	40 "	0,160 g	5,000 g	
"	b	1. "	8 h	40 "	0,155 g	in 4 Std.	— 1,000 g
		2. "	12 h	40 "	0,171 g	4,000 g	
"	c	1. "	8 h	40 "	0,157 g	in 6 Std.	— 0,500 g
		2. "	2 h	40 "	0,171 g	3,500 g	
"	d	1. "	8 h	40 "	0,164 g	in 8 Std.	2,000 g
		2. "	4 h	40 "	0,186 g	5,500 g	
"	e	1. "	8 h	40 "	0,193 g	in 10 Std.	— 1,500 g
		2. "	6 h	40 "	0,209 g	4,000 g	
"	f	1. "	8 h	40 "	0,191 g	in 11 Std.	— 0,250 g
		2. "	7 h	40 "	0,206 g	3,750 g	

XV. Versuch.

Die Blätter kamen in den Assimilationsapparat. Sie waren in der bisher angegebenen Weise behandelt worden und bis auf die Schließzellen beim Versuchsbeginn stärkefrei. Versuchszeit: 9 h a. m. bis 3 h p. m. Temperatur im Kasten 25—28°. Der Kasten mußte zeitweise beschattet werden.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersuchten Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm	
<i>Rumex obtusifolius</i>	a	1. Hälfte	9 h	60 qcm	0,143 g	in 2 Std.
		2. "	11 h	60 "	0,177 g	5,667 g
	b	1. "	9 h	60 "	0,168 g	in 6 Std.
		2. "	3 h	60 "	0,250 g	13,667 g
<i>Allium Cepa</i>	a	1. "	9 h	33,83 "	0,103 g	in 2 Std.
		2. "	11 h	33,39 "	0,113 g	3,396 g
	b	1. "	9 h	39,28 "	0,129 g	in 4 Std.
		2. "	1 h	37,05 "	0,151 g	7,915 g
"	c	1. "	9 h	36,18 "	0,100 g	in 6 Std.
		2. "	3 h	35,30 "	0,142 g	12,588 g

XVI. Versuch am 9. Juni 1903.

Die Blätter verblieben an der Pflanze. Sie waren am 8. Juni verdunkelt worden und bis auf die Schließzellen stärkefrei. Bei *Allium* wurde das röhrlige Blatt an zwei einander gegenüberliegenden Stellen der Länge nach aufgeschlitzt, derart, daß ein Stück der Basis und die Spitze des Blattes unversehrt blieben. Nun wurde mittels zweier zur ersteren senkrechten Schnitte die eine Hälfte der Blattröhre zwischen Spitze und Basis bei Beginn des Versuches herausgeschnitten, die andere dem Lichte exponiert. Der obere, nicht zum Versuche benutzte Teil war an einem Stäbchen festgebunden, sodaß ein Umfallen des Blattes verhütet wurde. Zugleich wurde durch den oben stehenbleibenden Teil ein Eintrocknen des für den Versuch bestimmten Blattteiles erschwert. Versuchsdauer: 9 h a. m. bis 1 h p. m. Temperatur: 7 h a. m. 11,5°, 2 h p. m. 23,2°, 9 h p. m. 15,6°. Maximum 24°, Minimum 8,2°. Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h. a. m. 77, 2 h. p. m. 32, 9 h. p. m. 79. Sonnenschein mit hellen Wolken am Himmel.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm	
<i>Verbascum nigrum</i>	a	1. Hälfte	9 h	60 qcm	0,214 g	in 2 Std.
		2. "	11 h	60 "	0,233 g	3,167 g
	b	1. "	9 h	60 "	0,258 g	in 4 Std.
		2. "	1 h	60 "	0,290 g	5,333 g
<i>Allium Cepa</i>	a	1. "	9 h	34,10 "	0,132 g	in 2 Std.
		2. "	11 h	27,65 "	0,126 g	6,859 g
	b	1. "	9 h	27,41 "	0,098 g	in 4 Std.
		2. "	1 h	26,22 "	0,111 g	6,581 g

XVII. Versuch am 12. Juni 1903.

Die Blätter verblieben an der Pflanze¹⁾. Versuchsdauer: 8 h a. m. bis 4 h p. m. Temperatur: 7 h a. m. 13,8°, 2 h p. m. 21,8°, 9 h p. m. 15,4°. Maximum 22,3°, Minimum 9,2°. Luftfeuchtigkeit: 7 h a. m. 91, 2 h p. m. 57, 9 h p. m. 77. Früh dunkle Wolken, die nur selten die Sonne durchblicken lassen, von 9 h ab etwas heller und häufiger Sonnenschein.

1) Wenn nichts anderes bemerkt ist, so waren die Blätter immer am Tage zuvor verdunkelt worden und bei Beginn des Versuches bis auf die Schließzellen stärkefrei.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm	
<i>Verbascum nigrum</i>	a	1. Hälfte	8 h	75 qcm	0,316 g	in 2 Std.
		2. "	10 h	75 "	0,339 g	3,067 g
"	b	1. "	8 h	60 "	0,219 g	in 4 Std.
		2. "	12 h	60 "	0,239 g	3,333 g
"	c	1. "	8 h	60 "	0,209 g	in 6 Std.
		2. "	2 h	60 "	0,244 g	5,833 g
"	d	1. "	8 h	60 "	0,204 g	} in 8 Std. 3,333 g
		2. "	4 h	60,00 "	0,224 g	
<i>Allium Cepa</i> Stengel	a	1. "	8 h	40,24 "	0,252 g	in 2 Std.
		2. "	10 h	38,33 "	0,265 g	6,512 g
"	b	1. "	8 h	51,71 "	0,337 g	in 4 Std.
		2. "	12 h	51,32 "	0,372 g	7,314 g
"	c	1. "	8 h	44,62 "	0,353 g	in 6 Std.
		2. "	2 h	40,48 "	0,347 g	6,611 g
<i>Allium Cepa</i> Blatt	a	1. "	8 h	30,76 "	0,091 g	in 2 Std.
		2. "	10 h	27,25 "	0,092 g	4,178 g
"	b	1. "	8 h	26,29 "	0,083 g	in 4 Std.
		2. "	12 h	23,04 "	0,089 g	7,058 g
"	c	1. "	8 h	35,30 "	0,116 g	in 6 Std.
		2. "	2 h	29,00 "	0,109 g	4,725 g

Allium-Blatt um 2 h p. m. war etwas angewelkt, daraus vielleicht die etwas größere Abnahme erklärlich.

XVIII. Versuch am 16. Juni 1903.

Die Blätter wurden in den Apparat gebracht. Versuchsdauer: 8 h 30 a. m. bis 2 h p. m. Temperatur: 7 h a. m. 8,6°, 2 h p. m. 15,4°, 9 h p. m. 10,6°. Maximum 18,7°, Minimum 5,3°. Im Kasten 25—28° C. Dunkel bis hell bewölkt, nur zuweilen etwas Sonnenschein. *Gentiana* enthielt nach dem Versuch im Mesophyll auch ziemlich viel Stärke.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm	
<i>Verbascum nigrum</i>	a	1. Hälfte	8 h 30	60 qcm	0,216 g	in 2 Std.
		2. "	10 h 30	60 "	0,246 g	5,000 g
"	b	1. "	8 h 30	60 "	0,243 g	in 4 Std.
		2. "	12 h 30	60 "	0,300 g	9,500 g
"	c	1. "	8 h 30	60 "	0,308 g	in 6 Std.
		2. "	2 h	60 "	0,369 g	10,167 g

(Fortsetzung der Tabelle.)

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm
<i>Gentiana purp.</i>	a 1. Hälfte	8 h 30	40 qcm	0,167 g	in 2 Std.
	2. "	10 h 30	40 "	0,181 g	3,500 g
"	b 1. "	8 h 30	40 "	0,188 g	in 4 Std.
	2. "	12 h 30	40 "	0,221 g	8,250 g
"	c 1. "	8 h 30	40 "	0,161 g	in 6 Std.
	2. "	2 h	40 "	0,200 g	9,750 g

XIX. Versuch am 19. Juni 1903.

Kontrollversuch im Apparate. Versuchszeit: 9 h a. m. bis 3 h p. m. Temperatur: 7 h a. m. 11,8°, 2 h p. m. 25,5°, 9 h p. m. 18,4°. Maximum 26°, Minimum 7,8°. Im Kasten ziemlich konstant 28°. Heller Himmel und Sonnenschein, von 2 h ab bewölkt.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm
<i>Verbascum nigrum</i>	a 1. Hälfte	9 h	60 qcm	0,220 g	in 2 Std.
	2. "	11 h	60 "	0,240 g	3,333 g
"	b 1. "	9 h	60 "	0,190 g	in 4 Std.
	2. "	1 h	60 "	0,225 g	5,833 g
"	c 1. "	9 h	60 "	0,239 g	in 6 Std.
	2. "	3 h	60 "	0,267 g	4,667 g
<i>Gentiana purp.</i>	a 1. "	9 h	40 "	0,181 g	in 2 Std.
	2. "	11 h	40 "	0,188 g	1,750 g
"	b 1. "	9 h	40 "	0,181 g	in 4 Std.
	2. "	1 h	40 "	0,189 g	2,000 g
"	c 1. "	9 h	40 "	0,200 g	in 6 Std.
	2. "	3 h	40 "	0,210 g	2,500 g

XX. Versuch am 24. Juni 1903.

Die Blätter verblieben an der Pflanze. Versuchsdauer: 8 h a. m. bis 7 h p. m. Temperatur: 7 h a. m. 8,6°, 2 h p. m. 21,3°, 9 h p. m. 14,9°. Maximum 22,4°, Minimum 3,6°. Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h a. m. 79, 2 h p. m. 42, 9 h p. m. 58. Bis 10 h Sonnenschein, von 10 h ab teilweise bewölkt.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden
<i>Nymphaea spec.</i>	a	1. Hälfte	90 qcm	0,552 g	in 2 Std.	4,889 g
		2. "	10 h	90 "	0,596 g	
"	b	1. "	90 "	0,530 g	in 4 Std.	0,000 g
		2. "	12 h	90 "	0,574 g	
"	c	1. "	90 "	0,553 g	—	—
		2. "	2 h	90 "	—	
"	d	1. "	90 "	0,559 g	in 8 Std.	0,444 g
		2. "	4 h	90 "	0,607 g	
"	e	1. "	90 "	0,531 g	in 10 Std.	2,111 g
		2. "	6 h	90 "	0,598 g	
"	f	1. "	90 "	0,550 g	in 11 Std.	— 1,333 g
		2. "	7 h	90 "	0,605 g	
<i>Rumex obtusifolius</i>	a	1. "	40 "	0,100 g	in 2 Std.	2,250 g
		2. "	10 h	40 "	0,109 g	
"	b	1. "	40 "	0,119 g	in 4 Std.	0,250 g
		2. "	12 h	40 "	0,129 g	
"	c	1. "	40 "	0,109 g	in 6 Std.	0,250 g
		2. "	2 h	40 "	0,120 g	
"	d	1. "	40 "	0,120 g	in 8 Std.	2,000 g
		2. "	4 h	40 "	0,139 g	
"	e	1. "	40 "	0,132 g	in 10 Std.	— 2,250 g
		2. "	6 h	40 "	0,142 g	
"	f	1. "	40 "	0,118 g	in 11 Std.	— 0,750 g
		2. "	7 h	40 "	0,125 g	

Nymphaea wurde bei der Jodprobe schon nach vier Stunden ganz schwarz.

XXI. Versuch am 29. Juni 1903.

Die Blätter verblieben an der Pflanze. Versuchsdauer: 8 h a. m. bis 6 h p. m. Temperatur: 7 h a. m. 13,7°, 2 h p. m. 29,4°, 9 h p. m. 23,4°. Maximum 31,2°, Minimum 7°. Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h a. m. 66, 2 h p. m. 30, 9 h p. m. 90. Heller Sonnenschein.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden
<i>Nymphaea spec.</i>	a	1. Hälfte	90 qcm	0,546 g	in 2 Std.	3,222 g
		2. "	10 h	90 "	0,575 g	

(Fortsetzung der Tabelle.)

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden	
<i>Nymphaea spec.</i>	b	1. Hälfte	8 h	90 qcm	0,533 g	in 4 Std.	4,556 g
		2. "	12 h	90 "	0,603 g	7,778 g	
"	c	1. "	8 h	90 "	0,530 g	in 6 Std.	2,555 g
		2. "	2 h	90 "	0,623 g	10,333 g	
"	d	1. "	8 h	90 "	0,552 g	in 8 Std.	0,334 g
		2. "	4 h	90 "	0,648 g	10,667 g	
"	e	1. "	8 h	90 "	0,574 g	in 10 Std.	2,889 g
		2. "	6 h	90 "	0,696 g	13,556 g	
<i>Verbascum nigrum</i>	a	1. "	8 h	60 "	0,255 g	in 2 Std.	1,167 g
		2. "	10 h	60 "	0,262 g	1,167 g	
"	b	1. "	8 h	60 "	0,261 g	in 4 Std.	4,500 g
		2. "	12 h	60 "	0,295 g	5,667 g	
"	c	1. "	8 h	60 "	0,270 g	in 6 Std.	- 1,334 g
		2. "	2 h	60 "	0,296 g	4,333 g	
"	d	1. "	8 h	60 "	0,258 g	in 8 Std.	- 1,666 g
		2. "	4 h	60 "	0,279 g	2,667 g	
"	e	1. "	8 h	60 "	0,270 g	in 10 Std.	0,333 g
		2. "	6 h	60 "	0,288 g	3,000 g	

XXII. Versuch am 3. Juli 1903.

Die Blätter verblieben an der Pflanze. Versuchsdauer: 8 h a. m. bis 6 h p. m. Temperatur: 7 h a. m. 18,9°, 2 h p. m. 32,4°, 9 h p. m. 18,6°. Maximum 32,8°, Minimum 10,6°. Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h a. m. 63, 2 h p. m. 33, 9 h p. m. 93. Vormittags klarer Himmel, Sonnenschein, nachmittags wenige Wolken am Himmel.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden	
<i>Canna indica</i>	a	1. Hälfte	8 h	40 qcm	0,158 g	in 2 Std.	3,000 g
		2. "	10 h	40 "	0,178 g	5,000 g	
"	b	1. "	8 h	40 "	0,164 g	in 4 Std.	2,500 g
		2. "	12 h	40 "	0,194 g	7,500 g	
"	c	1. "	8 h	40 "	0,160 g	in 6 Std.	0,000 g
		2. "	2 h	40 "	0,191 g	7,750 g	

(Fortsetzung der Tabelle.)

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden	
<i>Canna indica</i>	d	1. Hälfte	8 h	40 qcm	0,160 g	in 8 Std.	— 2,000 g
		2. "	4 h	40 "	0,183 g	5,750 g	
"	c	1. "	8 h	40 "	1,230 g	—	—
		2. "	6 h	40 "	—	—	—
<i>Petasites offic.</i>	a	1. "	8 h	40 "	0,148 g	in 2 Std.	1,000 g
		2. "	10 h	40 "	0,152 g	1,000 g	
"	b	1. "	8 h	60 "	0,217 g	in 4 Std.	1,333 g
		2. "	12 h	60 "	0,231 g	2,333 g	
"	c	1. "	8 h	75 "	0,283 g	in 6 Std.	1,400 g
		2. "	2 h	75 "	0,311 g	3,733 g	
"	d	1. "	8 h	75 "	0,269 g	in 8 Std.	— 0,133 g
		2. "	4 h	75 "	0,296 g	3,600 g	
"	e	1. "	8 h	90 "	0,317 g	in 10 Std.	— 2,156 g
		2. "	6 h	90 "	0,330 g	1,444 g	

XXIII. Versuch am 8. Juli 1903.

Die Blätter verblieben an der Pflanze. Versuchsdauer: 8 h a. m. bis 6 h p. m. Außentemperatur: 7 h a. m. 11,2°, 2 h p. m. 17,5°, 9 h p. m. 13,4°. Maximum 18,8°, Minimum 9,5°. Luftfeuchtigkeit: 7 h a. m. 84, 2 h p. m. 66, 9 h p. m. 77. Früh bedeckt, von 9 h ab etwas heller, nachmittags zuweilen Sonne. Verschiedene Mal am Tage kurze Zeit feiner Regen. Auch an den Tagen vorher hatte es geregnet, sodaß man annehmen konnte, die Pflanzen würden, zumal bei der bedeutenden Luftfeuchtigkeit, keinen Wassermangel leiden.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden	
<i>Petasites offic.</i>	a	1. Hälfte	8 h	2 × 40 qcm	0,298 g	in 2 Std.	1,000 g
		2. "	10 h	2 × 40 "	0,306 g	1,000 g	
"	b	1. "	8 h	60 qcm	0,217 g	in 4 Std.	5,333 g
		2. "	12 h	60 "	0,255 g	6,333 g	
"	c	1. "	8 h	90 "	0,308 g	in 6 Std.	3,111 g
		2. "	2 h	90 "	0,313 g	9,444 g	
"	d	1. "	8 h	90 "	0,318 g	in 8 Std.	0,667 g
		2. "	4 h	90 "	0,409 g	10,111 g	
"	e	1. "	8 h	60 "	0,231 g	in 10 Std.	— 2,111 g
		2. "	6 h	60 "	0,279 g	8,000 g	

Die geringe Zunahme innerhalb der ersten zwei Stunden ist vielleicht durch den Vergleich zweier Flächen bedingt, wodurch die Fehler sich summieren können.

XXIV. Versuch am 10. Juli 1903.

Die Blätter verblieben an der Pflanze. Versuchsdauer: 8 h a. m. bis 6 h p. m. Temperatur: 7 h a. m. 13,3°, 2 h p. m. 19,1°, 9 h p. m. 17,2°. Maximum 21,6°, Minimum 11,8°. Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h a. m. 92, 2 h p. m. 55, 9 h p. m. 95. Vormittags feiner Regen, unterbrochen durch hellere Bewölkung mit wenig Sonnenschein. Von 2 h p. m. ab andauernd hell bewölkt, häufiger Sonnenschein.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden
<i>Rumex alpestr.</i>	a 1. Hälfte	8 h	75 qcm	0,323 g	in 2 Std.	2,956 g
	2. "	10 h	75 "	0,345 g	2,956 g	
"	b 1. "	8 h	75 "	0,343 g	in 4 Std.	1,577 g
	2. "	12 h	75 "	0,377 g	4,533 g	
"	c 1. "	8 h	75 "	0,334 g	in 6 Std.	1,867 g
	2. "	2 h	75 "	0,382 g	6,400 g	
"	d 1. "	8 h	75 "	0,313 g	in 8 Std.	0,400 g
	2. "	4 h	75 "	0,364 g	6,800 g	
"	e 1. "	8 h	75 "	0,416 g	in 10 Std.	1,067 g
	2. "	6 h	75 "	0,475 g	7,867 g	

XXV. Versuch am 14. Juli 1903.

Die Blätter verblieben an den Pflanzen. Sie waren am 12. Juli verdunkelt worden. Am 13. Juli Regenwetter. Versuchsdauer: 8 h a. m. bis 6 h 30 p. m. Temperatur: 7 h a. m. 12,2°, 2 h p. m. 18,4°, 9 h p. m. 10,8°. Maximum 19,3°, Minimum 8,5°. Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h a. m. 75, 2 h p. m. 67, 9 h p. m. 87. Himmel bewölkt, zuweilen kürzere Zeit Sonnenschein.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden
<i>Musa Ensete</i>	a 1. Hälfte	8 h	60 qcm	0,211 g	in 2 Std.	0,500 g
	2. "	10 h	60 "	0,214 g	0,500 g	

(Fortsetzung der Tabelle.)

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden	
<i>Musa Ensata</i>	b	1. Hälfte	8 h	60 qcm	0,217 g	in 4 Std.	3,333 g
		2. "	12 h	60 "	0,240 g	3,833 g	
"	c	1. "	8 h	60 "	0,216 g	in 6 Std.	2,667 g
		2. "	2 h	60 "	0,255 g	6,500 g	
"	d	1. "	8 h	60 "	0,209 g	in 8 Std.	0,667 g
		2. "	4 h	60 "	0,252 g	7,167 g	
"	e	1. "	8 h	60 "	0,186 g	in 10 Std.	— 3,167 g
		2. "	6 h	60 "	0,210 g	4,000 g	
<i>Nicotiana tabacum</i>	a	1. "	8 h	90 "	0,202 g	in 2 Std.	1,111 g
		2. "	10 h	90 "	0,212 g	1,111 g	
"	b	1. "	8 h	90 "	0,203 g	in 4 Std.	1,889 g
		2. "	12 h	90 "	0,230 g	3,000 g	
"	c	1. "	8 h	75 "	0,170 g	in 6 Std.	0,200 g
		2. "	2 h	75 "	0,194 g	3,200 g	
"	d	1. "	8 h	90 "	0,182 g	in 8 Std.	0,133 g
		2. "	4 h	90 "	0,212 g	3,333 g	
"	e	1. "	8 h	90 "	0,221 g	—	—
		2. "	6 h	90 "	—	—	
<i>Gentiana purpurea</i>	a	1. "	8 h	40 "	0,163 g	in 2 Std.	0,750 g
		2. "	10 h	40 "	0,166 g	0,750 g	
"	b	1. "	8 h	40 "	0,168 g	in 4 Std.	3,000 g
		2. "	12 h	40 "	0,183 g	3,750 g	
"	c	1. "	8 h	40 "	0,126 g	in 6 Std.	1,250 g
		2. "	2 h	40 "	0,146 g	5,000 g	
"	d	1. "	8 h	40 "	0,127 g	in 8 Std.	— 1,750 g
		2. "	4 h	40 "	0,140 g	3,250 g	
"	e	1. "	8 h	40 "	0,131 g	in 10 Std.	0,250 g
		2. "	6 h	40 "	0,145 g	3,500 g	

Gentiana purpurea hatte einen ungünstigen Standort, insofern als sie von 3 h ab für die zuweilen durchbrechende Sonne nicht erreichbar war. *Musa* war im Freien ausgepflanzt; es war eine junge, kräftige Pflanze. Die Vergleichsflächen wurden von der Blattspitze nach der Basis zu entnommen, wobei die Blattrippe bis zuletzt geschont wurde.

XXVI. Versuch am 24. Juli 1903.

Die Blätter verblieben an der Pflanze. Versuchsdauer: 8 h 30 a. m. bis 2 h 30 p. m. Temperatur: 7 h a. m. 15,2°, 2 h p. m. 18°,

9 h p. m. 15,9°. Maximum 26,2°, Minimum 11,4°. Früh helle Wolken und Sonnenschein. Die Bewölkung wurde allmählich stärker; von 1 h ab Regen, der an Stärke zunahm und von Gewitter begleitet wurde, sodaß die Versuche um 2 h 30 unterbrochen wurden.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden	
<i>Musa Ensce</i>	a	1. Hälfte	8 h 30	90 qcm	0,329 g	in 2 Std.	1,667 g
		2. "	10 h 30	90 "	0,344 g	1,667 g	
	b	1. "	8 h 30	60 "	0,226 g	in 4 Std.	2,166 g
		2. "	12 h 30	60 "	0,249 g	3,833 g	
"	c	1. "	8 h 30	60 "	0,229 g	in 6 Std.	— 1,333 g
		2. "	2 h 30	60 "	0,244 g	2,500 g	
<i>Helianthus annuus</i>	a	1. "	8 h 30	75 "	0,207 g	in 2 Std.	3,467 g
		2. "	10 h 30	75 "	0,233 g	3,467 g	
	b	1. "	8 h 30	75 "	0,230 g	in 4 Std.	— 1,867 g
		2. "	12 h 30	75 "	0,242 g	1,600 g	
"	c	1. "	8 h 30	75 "	0,225 g	in 6 Std.	— 1,067 g
		2. "	2 h 30	75 "	0,229 g	0,533 g	

XXVII. Versuch am 6. August 1903.

Die Blätter verblieben an der Pflanze. Versuchsdauer: 8 h 30 a. m. bis 6 h 30 p. m. Temperatur: 7 h a. m. 15°, 2 h p. m. 20,1°, 9 h p. m. 12,8°. Maximum 22,2°, Minimum 12,5°. Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h a. m. 68, 2 h p. m. 51, 9 h p. m. 83. Starker Wind, Sonnenschein mit teils hellen, teils dunklen Wolken abwechselnd. Nachmittags etwas heller, ausgenommen 5 h bis 5 h 30.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden	
<i>Canna indica</i>	a	1. Hälfte	8 h 30	60 qcm	0,274 g	in 2 Std.	3,167 g
		2. "	10 h 30	60 "	0,293 g	3,167 g	
"	b	1. "	8 h 30	60 "	0,252 g	in 6 Std.	0,500 g
		2. "	2 h 30	60 "	0,274 g	3,667 g	
"	c	1. "	8 h 30	60 "	0,240 g	in 8 Std.	1,500 g
		2. "	4 h 30	60 "	0,265 g	4,167 g	
"	d	1. "	8 h 30	90 "	0,494 g	in 10 Std.	— 0,167 g
		2. "	6 h 30	90 "	0,530 g	4,000 g	

(Fortsetzung der Tabelle.)

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden	
<i>Nicotiana tabacum</i>	a	1. Hälfte	8 h 30	60 qem	0,177 g	in 2 Std.	1,333 g
		2. "	10 h 30	60 "	0,185 g	1,333 g	
"	b	1. "	8 h 30	75 "	0,216 g	in 4 Std.	2,000 g
		2. "	12 h 30	75 "	0,241 g	3,333 g	
"	c	1. "	8 h 30	75 "	0,208 g	in 6 Std.	0,667 g
		2. "	2 h 30	75 "	0,238 g	4,000 g	
"	d	1. "	8 h 30	75 "	0,236 g	in 8 Std.	1,200 g
		2. "	4 h 30	75 "	0,275 g	5,200 g	
"	e	1. "	8 h 30	75 "	0,239 g	in 10 Std.	— 1,600 g
		2. "	6 h 30	75 "	0,266 g	3,600 g	

XXVIII. Versuch am 7. August 1903.

Die Blätter wurden in den Apparat gestellt. Versuchsdauer: 7 h 45 a. m. bis 1 h 45 p. m. Außentemperatur: 7 h a. m. 11,8⁰, 2 h p. m. 21,3⁰, 9 h p. m. 12,2⁰. Maximum 22,3⁰, Minimum 6,7⁰. Im Kasten 20—25⁰. Der Kasten wurde zeitweise mit feuchter Gaze beschattet. Gleichmäßiger Sonnenschein.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden	
<i>Canna indica</i>	a	1. Hälfte	7 h 45	60 qem	0,307 g	in 2 Std.	2,333 g
		2. "	9 h 45	60 "	0,321 g	2,333 g	
"	b	1. "	7 h 45	60 "	0,236 g	in 4 Std.	3,500 g
		2. "	11 h 45	60 "	0,271 g	5,833 g	
"	c	1. "	7 h 45	60 "	0,254 g	in 6 Std.	2,167 g
		2. "	1 h 45	60 "	0,302 g	8,000 g	
<i>Petasites off.</i>	a	1. "	7 h 45	40 "	0,153 g	in 2 Std.	3,750 g
		2. "	9 h 45	40 "	0,168 g	3,750 g	
"	b	1. "	7 h 45	60 "	0,221 g	in 4 Std.	5,250 g
		2. "	11 h 45	60 "	0,275 g	9,000 g	
"	c	1. "	7 h 45	40 "	0,147 g	in 6 Std.	2,000 g
		2. "	1 h 45	40 "	0,191 g	11,000 g	

XXIX. Versuch am 8. August 1903.

Kontrollversuch im Apparate. Versuchsdauer: 7 h 30 a. m. bis 1 h 30 p. m. Temperatur: 7 h a. m. $9,2^{\circ}$, 2 h p. m. $25,2^{\circ}$, 9 h p. m. $14,2^{\circ}$. Maximum $26,3^{\circ}$, Minimum $5,7^{\circ}$. Gleichmäßiger Sonnenschein.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden	
<i>Canna indica</i>	a	1. Hälfte	7 h 30	75 qcm	0,367 g	in 2 Std.	2,222 g
		2. "	9 h 30	75 "	0,384 g	2,222 g	
	b	1. "	7 h 30	75 "	0,287 g	in 4 Std.	0,711 g
		2. "	11 h 30	75 "	0,309 g	2,933 g	
"	c	1. "	7 h 30	60 "	0,222 g	in 6 Std.	1,067 g
		2. "	1 h 30	60 "	0,246 g	4,000 g	
<i>Petasites off.</i>	a	1. "	7 h 30	40 "	0,146 g	in 2 Std.	1,000 g
		2. "	9 h 30	40 "	0,150 g	1,000 g	
	b	1. "	7 h 30	40 "	0,133 g	in 4 Std.	0,250 g
		2. "	11 h 30	40 "	0,138 g	1,250 g	
"	c	1. "	7 h 30	75 "	0,224 g	in 6 Std.	0,617 g
		2. "	1 h 30	75 "	0,238 g	1,867 g	

XXX. Versuch am 11. August 1903.

Die Blätter blieben an den Pflanzen. Versuchsdauer: 7 h 30 a. m. bis 5 h 30 p. m. Temperatur: 7 h a. m. $15,8^{\circ}$, 2 h p. m. $23,4^{\circ}$, 9 h p. m. $14,5^{\circ}$. Maximum $23,6^{\circ}$, Minimum $11,3^{\circ}$. Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h a. m. 84; 2 h p. m. 56; 9 h p. m. 96. Bis 10 h Sonnenschein, dann einige Wolken am Himmel. Von 3 h ab dunkler bewölkt, die Sonne kommt aber trotzdem bisweilen zum Durchbruch.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden	
<i>Musa Ensete</i>	a	1. Hälfte	7 h 30	75 qcm	0,265 g	in 2 Std.	2,133 g
		2. "	9 h 30	75 "	0,281 g	2,133 g	
"	b	1. "	7 h 30	75 "	0,294 g	in 4 Std.	2,800 g
		2. "	11 h 30	75 "	0,331 g	4,933 g	
"	c	1. "	7 h 30	75 "	0,291 g	in 6 Std.	0,934 g
		2. "	1 h 30	75 "	0,335 g	5,867 g	
"	d	1. "	7 h 30	75 "	0,298 g	in 8 Std.	1,333 g
		2. "	3 h 30	75 "	0,352 g	7,200 g	

(Fortsetzung der Tabelle.)

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht der Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	Zunahme von 2 zu 2 Stunden	
<i>Musa Ensata</i>	e 1.	Hälfte	7 h 30	75 qcm	0,301 g	in 10 Std.	— 3,333 g
	2.	"	5 h 30	75 "	0,330 g	3,867 g	
<i>Helianthus annuus</i>	a 1.	"	7 h 30	90 "	0,305 g	in 2 Std.	1,333 g
	2.	"	9 h 30	90 "	0,317 g	1,333 g	
"	b 1.	"	7 h 30	75 "	0,231 g	in 4 Std.	4,134 g
	2.	"	11 h 30	75 "	0,272 g	5,467 g	
"	c 1.	"	7 h 30	90 "	0,316 g	in 6 Std.	2,644 g
	2.	"	1 h 30	90 "	0,374 g	8,111 g	
"	d 1.	"	7 h 30	90 "	0,337 g	in 8 Std.	1,445 g
	2.	"	3 h 30	90 "	0,423 g	9,556 g	
"	e 1.	"	7 h 30	90 "	0,343 g	in 10 Std.	1,777 g
	2.	"	5 h 30	90 "	0,445 g	11,333 g	

III B. Diskussion.

A. Zeichnen sich amylophyll Pflanzen nicht nur durch schnellere Stärkespeicherung, sondern auch durch Bildung größerer Kohlehydratmengen vor saccharophyllen aus?

Nach der allgemein anerkannten und auch von Pfeffer (5) in seiner Pflanzenphysiologie vertretenen Ansicht über die Stärkebildung in der Pflanzenzelle muß in einer assimilierenden Pflanzenzelle die Konzentration der löslichen Kohlehydrate eine bestimmte Höhe erreicht haben, ehe Stärke gebildet werden kann. Erfolgt aber bei einigen Pflanzen nur sehr ausnahmsweise Stärkeansammlung, so kann das daran liegen, daß die erforderliche Konzentration der Kohlehydrate nicht erreicht wird.

Arthur Meyer (10) kommt auf Grund seiner Versuche zu dem Schlusse, daß die Differenz in der Fähigkeit der Stärkespeicherung nicht wesentlich abhängt von der relativ reichlichen Ableitung der Reservestoffe. Mithin müßten saccharophyll Pflanzen trotz Anhäufung größerer Mengen von Glykose nicht merklich in ihrer assimilatorischen Tätigkeit beeinflußt werden. Eine Ansicht, die auch Winkler (20) teilt. Bei saccharophyllen Pflanzen finden wir also eine Ausnahme von der Regel, daß eine assimilierende Zelle um so besser ihre Funktion erfüllen kann, je mehr sie befähigt

ist, die gebildeten Kohlehydrate entweder auszuführen oder in Form unlöslicher Stärke zu speichern.

Derselben Vorstellung begegnen wir bei Schimper (16), der als wahrscheinliche Ursache für den leichteren oder schwereren Eintritt der Stärkebildung die bei verschiedenen Pflanzen wechselnde Fähigkeit der Chlorophyllkörner anführt, aus schwächer oder stärker konzentrierten Kohlehydratlösungen Stärke zu bilden; was auch Winkler durch seine Versuche bestätigt hat.

Nach Untersuchungen Böhms (1) muß bei manchen Zuckerblättern die Konzentration 20 % erreichen, ehe Stärkebildung eintritt.

Arthur Meyer (10) hat nur für *Yucca filamentosa*, wo niemals Stärkebildung beobachtet wurde, eine Konzentration der löslichen Kohlehydrate von 7 % berechnet. Es ist nun die Frage, und sie wird auch von Meyer am Schlusse seiner Arbeit gestellt, ob dieser Prozentgehalt dem Kohlehydratgehalt einer Zelle eines Stärkeblattes entspricht. Zur Lösung dieser Aufgabe sollen jene eingangs angegebenen Versuche beitragen; denn wenn in dieser Arbeit auch nur die Trockensubstanzzunahme pro Flächeneinheit angegeben wird, wobei eine Umrechnung der Stärke in Zucker nicht vorgenommen wurde, so ist es doch wohl erlaubt, von der assimilatorischen Leistung gleicher Flächeneinheiten auch einen Schluß auf die Leistung der einzelnen Zellen zu ziehen und etwas anderes wird doch durch die Fragestellung Meyers nicht bezweckt.

Ein Vergleich der assimilatorischen Tätigkeit kann aber nur dann von irgend welcher Bedeutung sein, wenn nicht nur die Zunahme innerhalb einer bestimmten Zeit, sondern auch die Ausführung Berücksichtigung findet; denn es ist durchaus nicht für alle Zuckerblätter genau festgestellt, bei welcher Konzentration Stärkebildung eintritt, und event. wäre es nach Hugo Fischer (4) denkbar, daß Zellen, die auf sehr geringen Turgordruck gestimmt sind, aus eben diesem Grunde den gebildeten Zucker entweder kondensieren oder schnell ableiten. Trifft letzteres ein, so wäre es, was allerdings gegen die Anschauung Arthur Meyers spräche, immerhin möglich, daß manche Blätter schon bei sehr geringer Anhäufung der Kohlehydrate Stärke bilden, es aber an der Pflanze selbst nie tun, weil der gebildete Zucker zu schnell abgeleitet wird.

Um diesem Einwande zu begegnen, wurden an sämtlichen bei den Versuchen verwandten Pflanzen Ausfuhrbestimmungen gemacht. Die Bestimmungen wurden nicht, wie bisher wohl meist geschah,

des Nachts ausgeführt, sondern zu den verschiedensten Tagesstunden. Es hatte sich nämlich schon bei den Vorversuchen herausgestellt, daß die Zunahme an Assimilationsprodukten des Abends eine sehr geringe sein kann event. garnicht mehr nachweisbar ist, so daß man ein ganz falsches Bild von der Größe der am Tage stattfindenden Ausführung erhalten muß, wenn ein solches Blatt des Abends zur Bestimmung benutzt wird. Es wurden daher meistens von 12—2 h die Blätter künstlich verdunkelt, ebenwieder mit Hilfe schwarzer Säckchen, und so für 2 Stunden die Ausführung bestimmt, längere Verdunkelung hätte vielleicht auch schon wieder das Resultat beeinträchtigt, da dann event. schon ein Mangel an Kohlehydraten sich bemerkbar machen könnte, und es hier darauf ankam, möglichst die Ausführung so zu bestimmen, wie sie an dem Sonnenlichte ausgesetzt und gemeinhin an Assimilationsprodukten nicht Mangel leidenden Blatte vor sich geht. Auch wurde an einigen Pflanzen für alle zwei Stunden am Tage die Ausführung bestimmt, um festzustellen, ob etwa eine Ausführungskurve nachweisbar wäre, die auf die erhaltenen Assimilationsresultate irgendwie einwirken könnte. Es hat sich aber nichts derartiges feststellen lassen, vielmehr ist für ein und dieselbe Pflanze unter gleichen äußeren Bedingungen die Ausführung im Laufe des ganzen Tages, mit Ausnahme der frühesten Morgenstunden, die bei den angestellten Versuchen etwa den ersten beiden Stunden der Belichtung entsprechen würden, ziemlich konstant; sodaß aus den späteren Berechnungen eine aus mehreren Bestimmungen gewonnene Mittelzahl Berücksichtigung finden soll.

Nach der Auffassung Arthur Meyers (10) und Winklers (20) über die Ursache des verschiedenen Verhaltens der Stärke- und Zuckerblätter hinsichtlich der gebildeten Assimilate wäre es gut denkbar, daß die Menge der gebildeten Kohlehydrate bei saccharophyllen Pflanzen nicht zurücksteht hinter der bei amylophyllen Pflanzen, nach der Auffassung Stahls (18) über die physiologische Bedeutung der Zucker- und Stärkeblätter kann man dagegen erwarten, daß die amylophyllen Pflanzen die saccharophyllen, wenigstens soweit letztere zugleich mykorrhizenführende sind, bedeutend in der Assimilationsgröße übertreffen werden.

Ein Vergleich der obigen Versuchstabellen läßt erkennen, daß die Stärkeblätter im allgemeinen ein langsames Ansteigen in der Assimilation zeigen, das aber bedeutenden Schwankungen, auf die noch weiter eingegangen werden soll, unterworfen ist, während die

Zuckerblätter bald eine bestimmte Höhe erreichen, auf der sie, von individuellen Schwankungen abgesehen, mit annähernder Konstanz verharren.

Man wird diese Beobachtung mehr oder minder scharf ausgeprägt bei allen Zuckerblättern machen können, mit Ausnahme von *Musa*, die sich ganz dem Verhalten der Stärkeblätter anschließt.

Ich glaube daher, ein der Wirklichkeit mehr entsprechendes Resultat zu erhalten, wenn ich bei Berechnung einer 10stündigen Durchschnittsleistung bei Zuckerblättern die aus den einzelnen Versuchen sich ergebende mittlere Höchstleistung, um die herum nur ein geringes Schwanken auch bei günstigsten Bedingungen zu beobachten ist, als Maximum annehme, zu dem dann noch die Ausführung hinzugerechnet werden muß, um die Gesamtproduktion an Kohlehydraten pro Flächeneinheit zu bekommen. Bei Stärkeblättern hingegen muß aus den Resultaten der einzelnen Tagesstunden ein stündliches Mittel berechnet werden, in der Art, daß bei einem Versuch, der von 8 h a. m. bis 6 h p. m. dauerte und bei dem alle zwei Stunden die Zunahme festgestellt wurde, die erhaltenen fünf Resultate addiert und durch 30 zu dividieren wären. Es ergibt sich hieraus, wie notwendig es ist, zur Feststellung der Assimilationsgröße wiederholte Beobachtungen nach kurzen Zeiträumen zu machen und sich nicht auf etwa einen zweistündigen oder einen ganztägigen Versuch zu beschränken.

Auf die Notwendigkeit dieses Verfahrens hat bereits Brooks (2) aufmerksam gemacht, obwohl er nur Stärkeblätter beobachtete, wobei die etwaigen Fehler alle Objekte gleichmäßig betreffen würden. Beim Vergleich zweier Pflanzen, die zB. 2 Stunden dem Lichte exponiert waren, und deren Zunahme etwa auf 10 Stunden berechnet werden sollte, würde sich kein derartiges Mißverhältnis wie zB. aus dem Versuch XIV vom 28. Mai 1903 für *Rumex* und *Arum* ergeben.

Von typischen Zuckerblättern, d. h. solchen Blättern, die nur sehr schwer oder garnicht Stärke speichern, wurden zu Versuchen benutzt: *Tulipa Gesneriana*, *Arum italicum*, *Colchicum autumnale*, *Allium Cepa*, *Listera ovata*, *Canna indica*, *Musa Ensete*.

Von Übergangsstufen zu Stärkeblättern wurden benutzt: *Gentiana purpurea* und *Cypripedium Calceolus*. Für *Gentiana purpurea* gibt Arthur Meyer (10) allerdings an, daß sie selten Stärke speichert, während hier schon nach 2 Stunden Expositionszeit eine deutliche Dunkelfärbung mit Jodjodkalium eintrat.

Von ausgesprochenen Stärkeblättern kamen zur Verwendung: *Rumex obtusifolius*, *Alliaria officinalis*, *Verbascum nigrum*, *Nymphaea (spec.)*, *Petasites officinalis*, *Nicotiana tabacum*, *Helianthus annuus*.

Der besseren Übersicht wegen mag hier eine Tabelle Platz finden, in der verzeichnet ist;

1. die durchschnittliche Zunahme für 10 Stunden auf 1 qm, berechnet aus den Gesamtversuchen,
2. die Ausführung, auf 1 qm für 10 Stunden berechnet,
3. die Gesamtproduktion an Kohlehydraten auf 1 qm und 10 Stunden berechnet,
4. die Maximalzunahme, die im Laufe der Versuche beobachtet wurde, auf 1 qm in 10 Stunden.

Pflanze	Durchschnittliche Zunahme für 10 Std. auf 1 qm	Ausführung für 10 Std. auf 1 qm	Gesamtproduktion auf 1 qm für 10 Std.	Maximalzunahme
<i>Nymphaea spec.</i>	13,360 g	10,370 g	23,730 g	15,190 g
<i>Rumex obtusifolius</i> . . .	7,825 g	14,335 g	22,150 g	9,520 g
<i>Petasites offic.</i>	7,835 g	12,620 g	20,455 g	11,630 g
<i>Verbascum nigrum</i> . . .	6,695 g	13,610 g	20,305 g	7,780 g
<i>Helianthus annuus</i> . . .	7,307 g	10,995 g	18,230 g	11,930 g
<i>Nicotiana tabacum</i> . . .	6,045 g	7,735 g	13,780 g	6,160 g
<i>Alliaria officinalis</i> . . .	4,460 g	6,208 g	10,668 g	4,460 g
<i>Gentiana purpurea</i> . . .	5,420 g	10,903 g	16,323 g	5,420 g
<i>Cypripedium Calceolus</i>	6,507 g	1,143 g	7,650 g	6,507 g
<i>Musa Ensete</i>	7,333 g	10,750 g	18,080 g	8,000 g
<i>Canna indica</i>	5,125 g	10,130 g	15,255 g	6,500 g
<i>Tulipa spec.</i>	3,294 g	9,375 g	12,669 g	3,337 g
<i>Colchicum autumnale</i> . .	4,134 g	8,036 g	12,170 g	5,269 g
<i>Allium Cepa</i>	6,284 g	5,650 g	11,934 g	6,812 g
<i>Arum italicum</i>	4,208 g	5,833 g	10,041 g	4,333 g

Anmerkung: Zu bemerken wäre hier noch, daß wiederholt versucht wurde, auch am Blütenstand von *Allium* eine Ausführbestimmung zu machen, daß aber die erhaltenen Resultate ganz divergierende waren, wahrscheinlich infolge verwickelter Stoffwanderung nach dem Blütenkopf resp. der Zwiebel hin. Auch ein vorheriges Entfernen des Blütenstandes änderte hierin nichts, sodaß von der Bestimmung Abstand genommen werden mußte.

Auf Grund dieser Angaben ist wohl der Schluß berechtigt, daß die Stärkeblätter in der Gesamtproduk-

tion der Kohlehydrate die Zuckerblätter übertreffen. Die Unterschiede würden noch etwas augenfälliger werden, wenn der Zucker in Stärke umgerechnet würde; es wurde diese Rechnung jedoch unterlassen, da bei einigen Zuckerblättern, wie es ja bei den Tabellen vermerkt ist, an günstigen Tagen Stärke in den Zellen nachweisbar ist, und daher die Umrechnung ohne vorhergegangene quantitative Analyse ungenau ausfallen müßte. *Musa* und *Canna*, die durch enorme Blattentwicklung und Substanzbildung ausgezeichnet sind, nähern sich sehr den Stärkeblättern, während *Alliaria officinalis* sogar hinter den Zuckerblättern zurückzubleiben scheint; dieses Zurückbleiben ist jedoch, wie bemerkt, nur ein scheinbares; denn ziehen wir die Trockensubstanz mit in Betracht, so finden wir, daß bei *Alliaria officinalis* ein Quadratmeter Blattsubstanz nicht einmal ganz die Hälfte von dem wiegt, was an Gewicht auf einen Quadratmeter Blattfläche der untersuchten Stärke- und Zuckerblätter entfällt. Daß bei allen Versuchen nicht auch die Zunahme auf Trockensubstanz angegeben ist, liegt daran, daß, wie sich bei den Versuchen herausgestellt hat, eine gleichgroße Blattfläche derselben Pflanze unter gleichen Bedingungen ziemlich gleiche Zunahme zeigt, gleichgültig welchem Blatteile sie entnommen ist, während der Trockensubstanzgehalt sehr schwankt und daher zu Schlußfolgerungen nicht immer benutzt werden konnte.

Bei *Alliaria* jedoch, wo die ganzen Blatthälften verwendet wurden, fällt dieser Einwand weg, und um für diese Pflanze Vergleichsobjekte zu haben, sind für eine Anzahl anderer Versuchspflanzen aus einer großen Anzahl Trockengewichtsbestimmungen das Durchschnittstrockengewicht für 1 qm Blattfläche stärkefreier Blätter berechnet werden. Es ergeben sich danach für:

	Trockengew. 1 qm Blattfläche
<i>Alliaria officinalis</i>	18,250 g
<i>Rumex</i>	40,586 „
<i>Helianthus annuus</i>	33,317 „
<i>Verbascum nigrum</i>	40,780 „
<i>Allium Cepa</i>	47,693 „
<i>Arum italicum</i>	36,750 „
<i>Canna</i>	44,125 „
<i>Musa</i>	40,540 „

Dabei ist zu berücksichtigen, daß bei Blättern mit starken Rippen letztere bei Entnahme der Flächen möglichst vermieden wurden.

Um einen Vergleich mit anderen bis dahin für die Assimilationsgröße gefundenen Zahlen zu ermöglichen, seien die Resultate von Sachs (13) angeführt, der für *Helianthus* folgende Zahlen angibt:

am Tage assimilierte Stärke pro 1 qm in 10 Stunden	9,14 g
nächtliche Ausführung pro 1 qm in 10 Stunden	. . . 9,64 „
Gesamtproduktion von 1 qm in 10 Stunden	. . . 18,78 g

Er erhält also 0,55 g mehr als unserer Durchschnittswert angibt; dabei ist aber zu berücksichtigen, daß sein Resultat aus dem Versuch eines einzigen, recht günstigen Tages gewonnen ist.

Weber (19) erhält für *Helianthus* als Leistung für 1 qm in 10 Stunden 5,569 g, eine Zahl, die weit hinter den beiden angegebenen zurücksteht und zwar, wie man wohl mit Recht annehmen kann, deswegen, weil er mit Topfexemplaren operierte, die nie eine so kräftige Entwicklung zeigen, wie Freilandpflanzen.

Der bei Stärke- und Zuckerblättern konstatierte Unterschied tritt noch deutlicher hervor bei den Versuchen, die in kohlenstoffreicher Luft angestellt worden sind¹⁾.

Hierzu muß bemerkt werden, was auch für alle anderen Versuche zutrifft, daß die Zuckerblätter auch in CO₂-reicher Luft schneller ein Maximum, über das hinaus sie nur wenig zunehmen, erreichen als die Stärkeblätter.

Versuch XVIII vom 16. Juni 1903 läßt einen wesentlichen Unterschied beider Versuchspflanzen nicht konstatieren, ebenso wie Versuch XXVIII vom 7. August 1903. Die angestellten Kontrollversuche ergeben bei den Stärkeblättern häufig eine sehr geringe Zunahme, während die Zuckerblätter etwa auf die für sie an der Pflanze festgestellte Höhe der Assimilation gelangen. Es hat den Anschein, als ob hierbei der Spaltenverschluß eine ausschlaggebende Rolle spiele, der bei Stärkeblättern eher einzutreten scheint, als bei Zuckerblättern. In kohlenstoffreicher Luft wird durch den höheren CO₂-Gehalt und die größere Assimilationsenergie dieser Nachteil wieder ausgeglichen.

Die Ausführungsbestimmungen bestätigen die Angabe Arthur Meyers (10), daß nicht etwa eine reichliche Ableitung der Kohlehydrate wenigstens bei den untersuchten Pflanzen den Unterschied in der Stoffspeicherung bedingt, daß also eine Abstimmung auf

1) Man vergleiche Versuch IV vom 5. Mai, wobei wieder die Trockensubstanzdifferenz Berücksichtigung finden muß, Versuch VII vom 12. Mai, XI vom 22. Mai, XII vom 25. Mai, XV vom 28. Mai.

niedrigen Turgordruck, der durch schnelle Ableitung erreicht wird, wie Hugo Fischer (4) es für möglich hält, hier nicht angenommen werden kann.

In der Gesamtleistung eines Tages stehen also die Zuckerblätter hinter den Stärkeblättern zurück; nun kommt es darauf an, festzustellen:

B. In welcher Weise verteilt sich die Zunahme auf die einzelnen Tagesstunden?

Bei Sachs (13) findet sich die Angabe, daß die Blätter gewöhnlich abends sehr stärkereich sind; bei kräftiger Morgensonne aber auch häufig schon nach wenigen Stunden. Bei gewöhnlicher Sommertemperatur nimmt der Stärkegehalt bis abends zu, bei großer Hitze ist nachmittags häufig eine Abnahme zu konstatieren.

Nähere Angaben enthält die Arbeit Broocks (2). Danach ist bei wechselnder Tagesbeleuchtung auch die Zu- und Abnahme eine proportional der Beleuchtungsintensität schwankende. Bei gleichmäßiger Beleuchtung scheint gegen 12 h das Maximum der Tageszunahme erreicht zu sein. Auch die größte stündliche Zunahme fällt nach Broocks an wolkenlosen Tagen zwischen 11 und 12 h.

Nach den Ergebnissen der hier angestellten Versuche zeigen Zucker- und Stärkeblätter ein ganz verschiedenes Verhalten, sodaß sie gesondert betrachtet werden sollen.

Die Zuckerblätter zeigen im allgemeinen schon nach einer Expositionszeit von 2 Stunden eine Zunahme, die im Verlauf des ganzen Tages nicht mehr oder nur wenig übertroffen wird, um dann gegen Abend mit abnehmender Lichtintensität ebenfalls in der Assimilationsleistung zu sinken¹⁾.

Bei Stärkeblättern zeigt sich wiederum ein unterschiedliches Verhalten, je nachdem es sich um Schwimmblätter (wenn es überhaupt zulässig ist, von Versuchen, die allein bei *Nymphaea* angestellt wurden, auf das Verhalten anderer zu schließen) oder um Blätter von Landpflanzen handelt. Erstere weisen gewisse Ähnlichkeiten mit den Zuckerblättern auf. Die Versuche sowohl vom

1) Siehe Versuch III vom 5. Mai, VI vom 12. Mai, X vom 22. Mai, XIV vom 28. Mai, XVI vom 9. Juni, XVII vom 12. Juni und XXVII vom 6. August.

24. als auch vom 29. Juni zeigen schon in den ersten beiden Stunden eine bedeutende Zunahme, die ohne Unterbrechung bis 6 h p. m. fort dauert und besonders am 29. Juni eine bedeutende Höhe erreicht, an einem Tage, wo das Vergleichsobjekt sehr bedeutende Schwankungen in der Assimilation aufweist. Bei den Blättern amylophyller Landpflanzen können wir im allgemeinen an Tagen, wie sie im Sommer häufig sind, d. h. mit einer Maximaltemperatur von etwa 23°, einen Verlauf der Assimilationskurve beobachten, der etwa den Angaben Broocks (2) für die von ihm untersuchten Pflanzen entspricht. Wir haben das Maximum der täglichen wie der stündlichen Zunahme der Assimilation etwa zwischen 12—2 h p. m., darauf tritt eine Abnahme ein, und gegen Abend häufig noch eine kleine Zunahme, eine Tatsache, von der Broocks nichts erwähnt, die aber bei meinen Versuchen wiederholt beobachtet wurde.

Je heißer der Tag ist, um so klarer ist die Kurve ausgebildet; das würde den Angaben Sachs' (13) entsprechen, der an sehr heißen Tagen am Nachmittag eine Abnahme des Stärkegehaltes beobachtete¹⁾.

Sehr schön zeigen diese drei Versuche, wie die Zeit, innerhalb der das Maximum erreicht wird, entweder, wie Broocks (2) angibt, von der Beleuchtung oder, wie ich auf Grund noch später zu erörternder Versuche anzunehmen geneigt bin, von der Temperatur abhängig ist.

Am 24. Juni beträgt das Temperaturmaximum 22,4°, *Rumex* erreicht die Höchstleistung in der Assimilation zwischen 2 und 4 h p. m.

Am 28. Mai beträgt das Temperaturmaximum 25,6°. *Rumex* erreicht das Maximum zwischen 12 und 2 h p. m.

Am 29. Juni beträgt das Temperaturmaximum 31,2°, *Verbascum* erreicht das Assimilationsmaximum zwischen 10 und 12 h a. m.

Eine solche Kurve kann jedoch nicht immer beobachtet werden, wie Broocks (2) annehmen zu können glaubt, und ist nicht allein von der gleichmäßigen oder ungleichmäßigen Beleuchtung abhängig. Einige Versuche bestätigen vielmehr die Angaben von Sachs (13), nach denen die Blätter abends am stärkereichsten sind, und zeigen, daß dieses abendliche Maximum durch kontinuierliches Ansteigen erreicht wird. Dieses Verhalten ist jedoch nicht etwa das ge-

1) Vergl. die Versuche vom 28. Mai, 24. und 29. Juni.

wöhnliche, wie es nach Sachs den Anschein haben könnte. Ist die letzte Beobachtung etwas zu spät gemacht, was ganz von den Beleuchtungsverhältnissen des betreffenden Tages abhängen wird, so muß man selbstverständlich gegenüber der vorletzten infolge Nachlassens der Assimilationsenergie eine Abnahme konstatieren. Man vergleiche zu dem gesagten die bei *Petasites* beobachteten Zunahmen am 3. Juli, Versuch XXII, und am 8. Juli, Versuch XXIII, *Rumex* am 28. Mai, Versuch XIV, und am 10. Juli, Versuch XXIV.

Ein Grund für das verschiedene Verhalten der Zucker- und Stärkeblätter soll hier nicht angegeben werden; nur um dem Einwand zu begegnen, daß der schnelle Anstieg bei Zuckerblättern vielleicht durch das Vorhandensein einer größeren Anzahl von Spaltöffnungen bedingt sein könnte, mögen einige Zahlen angeführt werden, die für eine gleiche Fläche die durchschnittliche Anzahl der Spaltöffnungen angeben.

	Pflanze	Zahl der Spaltöffnungen auf gleicher Fläche	
		oberseits	unterseits
Zuckerblatt	<i>Allium cepa</i> . . .	8	—
	<i>Orchis spec.</i> . . .	—	5
	<i>Canna indica</i> . .	4	14
	<i>Musa</i>	2	12
Stärkeblatt	<i>Rumex</i>	3,5	7
	<i>Helianthus</i>	8	16
	<i>Nymphaea spec.</i> . .	52	—

IV A. Versuche zur Ermittlung der Assimilationsgrenze.

Von bisher erschienenen Arbeiten, die diesen Punkt berühren, müssen die von Saposchnikoff erwähnt werden. In der 1891 veröffentlichten Arbeit „Über die Grenzen der Anhäufung der Kohlehydrate in den Blättern der Weinrebe und anderer Pflanzen“ (14) gibt er für *Vitis vinifera* als Grenze 16,686 g pro 1 qm oder 27,5% des Trockengewichts an, sie wurde nach 5 Tagen in abgeschnittenen Blättern bei gewöhnlicher Atmosphäre erreicht. Für *Vitis Labrusca* liegt die Grenze zwischen 11 und 19 g pro 1 qm oder 17 und 25%; für *Rubus caesius* zwischen 14,626 und 15,737 g oder 23,3 und 25,6%; für *Rubus fruticosus* zwischen 13,737 und 15,9 g oder 18 und 20,7%.

Zugleich konstatiert er in jener Arbeit, daß die Assimilation im Verhältnis zur Anhäufung der Kohlehydrate abnimmt.

In seinen Beiträgen zur Kenntnis der Grenzen der Anhäufung von Kohlehydraten in den Blättern (15) teilt er mit, daß in kohlen-säurereicher Atmosphäre die Grenze der Anhäufung schneller eintritt und höher liegt als in atmosphärischer Luft, wahrscheinlich deswegen, weil die Assimilation in CO₂-reicher Luft viel rascher vor sich geht, und das betreffende Blatt in dieser kurzen Zeit normaler bleibt, als wenn es etwa 3 Tage zu Versuchen benutzt werden muß.

Die hier mitzuteilenden Versuche wurden ausnahmslos in 5 bis 6% CO₂ enthaltender Luft vorgenommen. Die vorherige Behandlung der Blätter war die bei allen bisherigen Versuchen eingehaltene.

XXXI. Versuch vom 9. bis 11. Juni 1903.

Bei Beginn des Versuches waren alle Blätter stärkefrei, *Orchis pallens* hatte auch in den Schließzellen keine Stärke. Der Luftstrom wurde des Abends zwischen 6 und 7 h unterbrochen und des Morgens zwischen 7 und 8 h wieder eingeschaltet. Im Verlaufe der einzelnen Tage wurde der Kasten nach Bedarf mit feuchtgehaltener Gaze beschattet, die Blätter auch zuweilen besprengt. Versuchsdauer vom 9. Juni 8 h 30 bis 11. Juni 12 h.

Temperatur	Am 9. Juni		Am 10. Juni		Am 11. Juni	
	im Freien	im Kasten	im Freien	im Kasten	im Freien	im Kasten
7 h a. m.	11,5°		14,3°		17,4°	
2 h p. m.	23,2°	20—28°	21,2°	19—26°	21,2°	22—28°
9 h p. m.	15,6°		15,4°		15,2°	

Am 9. Juni: Sonnenschein mit hellen Wolken. Am 10. Juni: Früh bewölkt, dann Sonne, im Laufe des Nachmittags Gewitter. Am 11. Juni: Früh Sonne, dann von 9—11 h dunkle Wolken, später heller Himmel.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersuchten Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm	
<i>Arum italicum</i>	a	1. Hälfte	9. VI. 8 h 30	32 qcm	0,107 g	5,00 g
		2. "	9. " 1 h 30	32 "	0,123 g	
"	b	1. "	9. " 8 h 30	32 "	0,134 g	8,125 g
		2. "	10. " 11 h 30	32 "	0,160 g	

(Fortsetzung der Tabelle.)

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersuchten Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm
<i>Arum italicum</i>	c 1. Hälfte	9. VI. 8 h 30	32 qcm	0,122 g	8,125 g
	2. „	11. „ 12 h	32 „	0,148 g	
<i>Rumex obtusifolius</i>	a 1. „	9. „ 8 h 30	60 „	0,175 g	11,667 g
	2. „	9. „ 1 h 30	60 „	0,244 g	
„	b 1. „	9. „ 8 h 30	60 „	0,207 g	21,000 g
	2. „	10. „ 11 h 30	60 „	0,333 g	
„	c 1. „	9. „ 8 h 30	60 „	0,173 g	30,167 g
	2. „	11. „ 12 h	60 „	0,354 g	
<i>Orchis pallens</i>	a 1. „	9. „ 8 h 30	23,75 „	0,070 g	2,230 g
	2. „	9. „ 1 h 30	22,71 „	0,071 g	
„	b 1. „	9. „ 8 h 30	25,74 „	0,069 g	8,434 g
	2. „	10. „ 11 h 30	29,01 „	0,102 g	
„	c 1. „	9. „ 8 h 30	24,38 „	0,074 g	13,125 g
	2. „	11. „ 12 h	26,22 „	0,114 g	
„	d 1. „	9. „ 8 h	21,28 „	0,050 g	10,061 g
	2. „	11. „ 12 h	22,35 „	0,075 g	

Die Untersuchung der einzelnen Blätter auf Stärke ergab: am 9. VI. 1 h 30 *Rumex* ganz schwarz, *Arum* Stärke in den Schließzellen, *Orchis* auch nicht in den Schließzellen Stärke. Am 10. VI. 11 h 30 *Rumex* schwarz, *Arum* um die Blattnerven herum viel Stärke, im Mesophyll überall kleine Stärkekörner, *Orchis* in den Schließzellen und im Mesophyll wenig Stärke. Am 11. VI. 12 h *Rumex* ganz schwarz, auch die Nerven, die sich bis dahin durch hellere Färbung auszeichneten, *Arum* färbt sich dunkellederbraun und zeigt bei der mikroskopischen Untersuchung reichlich Stärke, *Orchis* zeigte keine Zunahme an Stärke gegenüber dem Blatt vom 10. VI. Bei den sonst ganz normalen Blättern von *Rumex* trat schon am 10. VI. eine deutliche Rotfärbung ein, die an den Blattnerven ihren Anfang nahm, sicherlich hier eine Folge allzu großer Anhäufung von Assimilationsprodukten, wie sie bei anderen Pflanzen von Overton (11) beobachtet wurde.

XXXII. Versuch am 23.—25. Juni 1903.

Die Blätter waren beim Versuchsbeginn stärkefrei bis auf die Schließzellen. Die Bedienung des Apparates blieb dieselbe wie beim Versuch vom 9.—11. Juni. Versuchsdauer vom 23. VI. 9 h a. m. bis 25. VI. 1 h p. m. Temperatur am 23. VI. 7 h a. m. 11,7°,

2 h p. m. 19,5°, 9 h p. m. 11,8°; im Kasten 20—25°. Himmel hell bewölkt. Temperatur am 24. VI. 7 h a. m. 8,6°, 2 h p. m. 21,3°, 9 h p. m. 14,9°; im Kasten 22—27°. Bis 10 h Sonne, dann bewölkt.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersuchten Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm	
<i>Verbascum nigrum</i>	a	1. Hälfte	23. VI. 9 h a. m.	60 qcm	0,221 g	8,500 g
		2. „	23. „ 2 h p. m.	60 „	0,272 g	
	b	1. „	23. „ 9 h a. m.	60 „	0,229 g	21,167 g
		2. „	24. VI. 12 h	60 „	0,362 g	
„	c	1. „	23. VI. 9 h a. m.	60 „	0,233 g	25,167 g
		2. „	24. „ 7 h p. m.	60 „	0,384 g	
„	d	1. „	23. „ 9 h a. m.	60 „	0,205 g	26,667 g
		2. „	25. „ 1 h p. m.	60 „	0,366 g	
<i>Gentiana purpurea</i>	a	1. „	23. „ 9 h a. m.	40 „	0,156 g	15,200 g
		2. „	23. „ 2 h p. m.	40 „	0,210 g	
	b	1. „	23. „ 9 h a. m.	40 „	0,150 g	19,000 g
		2. „	24. VI. 12 h	40 „	0,226 g	
	c	1. „	23. VI. 9 h a. m.	40 „	0,171 g	27,250 g
		2. „	24. „ 7 h p. m.	40 „	0,280 g	
	d	1. „	23. „ 9 h a. m.	40 „	0,194 g	27,250 g
		2. „	25. „ 1 h p. m.	40 „	0,303 g	

Temperatur am 25. VI. 7 h a. m. 13,6°, 2 h p. m. 24°, 9 h a. m. 14°; im Kasten 20—25°. Gleichmäßiger Sonnenschein. Bei der Jodprobe färbten sich die Blätter beider Versuchspflanzen schon am 23. VI. um 2 h p. m. ganz schwarz. Bei *Gentiana* begann beim letzten Blatte von den Nerven aus eine Infiltration der Interzellularen mit Wasser.

XXXIII. Versuch vom 21.—24. Juli 1903.

Die Blätter wurden wie gewöhnlich behandelt, beim Versuchsbeginn waren sie bis auf die Spaltöffnungen stärkerfrei. Die Bedienung des Apparates bleibt unverändert. Versuchsdauer vom 21. Juli 8 h a. m. bis 24. Juli 12 h.

Temperatur	am 21. Juli		am 22. Juli		am 23. Juli		am 24. Juli	
	im Freien	im Kasten						
7 h a. m.	14,4°		14,4°		15,2°		15,2°	
2 h p. m.	20,5°	20—25°	22°	24—29°	27,9°	25—29°	18°	20—25°
9 h p. m.	13,4°		15,4°		17°		15,9°	

Am 21. Juli: Vormittags Sonnenschein, abwechselnd mit Wolken, nachmittags starke Bewölkung und Gewitter. Am 22. Juli: Sonne abwechselnd mit Wolken. Am 23. Juli: Sonnenschein. Am 24. Juli: Früh Sonnenschein mit hellen Wolken, später stärkere Bewölkung, nachmittags Regen und Gewitter.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersuchten Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm	
<i>Canna indica</i>	a	1. Hälfte	21.VII. 8 h a. m.	75 qcm	0,350 g	12,000 g
		2. "	22. " 2 h p. m.	75 "	0,440 g	
"	b	1. "	21. " 8 h a. m.	75 "	0,354 g	13,067 g
		2. "	23. " 1 h p. m.	75 "	0,452 g	
"	c	1. "	21. " 8 h a. m.	75 "	0,3325 g	10,800 g
		2. "	23. " 5 h p. m.	75 "	0,413 g	
"	d	1. "	21. " 8 h a. m.	90 "	0,412 g	15,555 g
		2. "	24. " 12 h	90 "	0,552 g	
<i>Helianthus annuus</i>	a	1. "	21. " 8 h a. m.	75 "	0,245 g	26,933 g
		2. "	23. " 5 h p. m.	75 "	0,447 g	
"	b	1. "	21. " 8 h a. m.	75 "	0,234 g	32,800 g
		2. "	24. " 12 h	75 "	0,480 g	

Zwei Blätter von *Helianthus* wurden am 22. Juli welk und mußten daher entfernt werden. Die anderen waren noch am Schluß des Versuches vollkommen frisch, zeigten jedoch in der Nähe des Spreitengrundes eine etwas gelblichere Färbung.

Die am Schluß des Versuches vorgenommene Stärkeuntersuchung ergab für *Helianthus* eine tiefschwarze Färbung, weniger schwarz war *Canna*, wo sich bei mikroskopischer Untersuchung reichlich Stärke in den Schließzellen und im Assimilationsgewebe fand. Epidermis und Wassergewebe waren stärkefrei.

XXXIV. Versuch vom 7.—10. Juli 1903.

Vorbereitung zum Versuch und Bedienung des Apparates wie üblich. Die Blätter schwammen direkt auf der den Kasten unten abschließenden Wasserfläche. Versuchsdauer 7. Juli 9 h a. m. bis 10. Juli 12 h.

Temperatur	am 7. Juli		am 8. Juli		am 9. Juli		am 10. Juli	
	im Freien	im Kasten	im Freien	im Kasten	im Freien	im Kasten	im Freien	im Kasten
7 h a. m.	13°		11,2°		13,2°		13,3°	
2 h p. m.	15,7°	18—25°	17,5°	15—25°	15,9°	17—20°	19,1°	18—22°
9 h p. m.	11°		13,4°		13,6°		17,2°	

Am 7. Juli: Früh Sonnenschein, dann bis 10 h 30 dunkle Wolken, darauf helle Bewölkung mit Sonne. Am 8. Juli: Vormittags bedeckter Himmel mit etwas Regen, nachmittags heller und zeitweilig Sonnenschein. Am 9. Juli: Fast andauernd dunkel bewölkt, dazwischen Regen, nur selten Sonnenschein. Am 10. Juli: Vormittags feiner Regen, abwechselnd mit hellerer Bewölkung und wenig Sonnenschein, nachmittags andauernd hell bewölkt und häufig Sonnenschein.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersuchten Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm
<i>Nymphaea spec.</i>	a 1. Hälfte	7. VII. 9 h a. m.	90 qcm	0,544 g	8,000 g
	2. "	7. " 6 h p. m.	90 "	0,616 g	
"	b 1. "	7. " 9 h a. m.	90 "	0,489 g	19,889 g
	2. "	8. " 12 h	90 "	0,668 g	
"	c 1. "	7. " 9 h a. m.	90 "	0,588 g	27,444 g
	2. "	8. " 3 h p. m.	90 "	0,835 g	
"	d 1. "	7. " 9 h a. m.	90 "	0,538 g	36,111 g
	2. "	9. " 12 h	90 "	0,863 g	
"	e 1. "	7. " 9 h a. m.	90 "	0,568 g	40,555 g
	2. "	9. " 5 h p. m.	90 "	0,933 g	
"	f 1. "	7. " 9 h a. m.	90 "	0,549 g	44,000 g
	2. "	10. VII 12 h	90 "	0,945 g	

Das Blatt vom 7. VII. 6 h p. m. wurde bei der Jodprobe schwarzbraun, bis auf einige Stellen, auf denen etwas Wasser gestanden hatte; sie blieben völlig hell. Diese Beobachtung veranlaßte mich, das Verhalten der Schließzellen von *Nymphaea* gegenüber Wasserbenetzung zu untersuchen. Haberlandt (5) gibt für *Nymphaea* an, daß alte Blätter bei Eintritt von Plasmolyse, die durch Glycerin hervorgerufen wurde, keine Verengung der Spalten zeigen, und zieht daraus den Schluß, daß die an und für sich enge Spalte in erster Linie neben der Ermöglichung der Luftzirkulation den Zweck hat, das Eindringen von Wasser zu verhüten, daß sie zur Regulierung der Transpiration aber nicht mehr in Anspruch genommen werde. Bei Benetzen mit Wasser zeigten nun sowohl junge, wie auch alte Blätter eine unter dem Mikroskop deutlich zu verfolgende Verengung der Spalten, wodurch also ein Eindringen von Wasser in die Interzellularen noch in bedeutend höherem Maße verhindert wird.

Infolge dieser Beobachtung wurde die Blattoberseite der anderen Versuchsblätter sorgfältig vor Benetzung geschützt.

Weitere der Jodprobe unterworfenen Blätter wurden glänzend schwarz, sodaß an der Färbung eine weitere Zunahme nicht mehr feststellbar war.

XXXV. Versuch vom 13.—17. August 1903.

Über die Versuchsanstellung gilt das Gesagte. Versuchsdauer vom 13. August 9 h 30 a. m. bis 17. August 8 h a. m.

Temperatur	am 13. Aug. im		am 14. Aug. im		am 15. Aug. im		am 16. Aug. im		am 17. Aug. im	
	Freien	Kasten								
7 h a. m.	15,7°		11,2°		17,2°		14,6°		12,2°	
2 h p. m.	20,6°	20—25°	28,5°	22—27°	20,5°	18—22°	17,2°	20°	15,2°	18—20°
9 h p. m.	13,8°		17,2°		15,4°		12,1°		13°	

Am 13. August: Früh Sonne, dann bis 3 h p. m. zunehmende und zuletzt ziemlich starke Bewölkung, danach Aufhellung und Sonne. Am 14. Aug.: Intensiver Sonnenschein, sodaß sogar noch Weidendeckel zur Beschattung verwendet werden mußten. Am 15. Aug.: Bedeckter Himmel und Regen. Am 16. Aug.: Vormittag stark bewölkt, nachmittags heller und zuweilen Sonne. Am 17. Aug.: Stark bewölkt, Regen. Die Versuche wurden des anhaltend ungünstigen Wetters wegen daher um 8 h a. m. unterbrochen.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe der untersucht. Fläche	Gewicht d. Trockensubstanz	Zunahme pro 1 qm	
<i>Canna indica</i>	a	1. Hälfte	13. VIII. 9 h 30 a. m.	75 qcm	0,378 g	7,333 g
		2. "	14. " 12 h	75 "	0,433 g	
"	b	1. "	13. " 9 h 30 a. m.	90 "	0,369 g	10,778 g
		2. "	16. " 11 h a. m.	90 "	0,466 g	
"	c	1. "	13. " 9 h 30 a. m.	75 "	0,378 g	14,400 g
		2. "	17. " 8 h a. m.	75 "	0,487 g	
<i>Helianthus annuus</i>	a	1. "	13. " 9 h 30 a. m.	90 "	0,253 g	9,778 g
		2. "	14. " 12 h	90 "	0,341 g	
"	b	1. "	13. " 9 h 30 a. m.	90 "	0,252 g	16,444 g
		2. "	16. " 11 h a. m.	90 "	0,400 g	
"	c	1. "	13. " 9 h 30 a. m.	90 "	0,253 g	20,111 g
		2. "	17. " 8 h a. m.	90 "	0,434 g	

Daß bei diesem Versuche bei *Helianthus* längst nicht die beim Versuch vom 21.—24. VII. erzielte Zunahme erreicht wurde, liegt wohl nur an den ungünstigen Beleuchtungsverhältnissen.

IV B. Diskussion.

Stellen wir der Übersicht halber in folgender Tabelle nochmals die erhaltenen Resultate zusammen,

Pflanze	Beobachtete Zunahme		Differenz beider Zunahmen
	geringste	größte	
<i>Arum italicum</i>	5,000 g	8,125 g	3,125 g
<i>Orchis pallens</i>	2,230 g	13,125 g	10,895 g
<i>Canna indica</i>	7,333 g	15,555 g	8,222 g
<i>Gentiana purpurea</i>	15,200 g	27,250 g	12,050 g
<i>Verbascum nigrum</i>	8,500 g	26,667 g	18,167 g
<i>Rumex obtusifolius</i>	11,667 g	30,167 g	19,500 g
<i>Helianthus annuus</i>	9,778 g	32,800 g	23,022 g
<i>Nymphaea spec.</i>	8,000 g	44,000 g	36,000 g

so sehen wir (bei *Helianthus* und *Canna* sind, nebenbei bemerkt, beide Versuche berücksichtigt), daß

1. die Grenze der Anhäufung von Kohlehydraten bei Stärkeblättern bedeutend höher liegt als bei Zuckerblättern. Sie scheint sogar bei *Helianthus*, *Rumex* und *Nymphaea* mit der erhaltenen Zunahme noch nicht ganz erreicht zu sein.

2. die Grenze der Anhäufung bei Zuckerblättern im allgemeinen schneller erreicht wird als bei Stärkeblättern.

Infolgedessen sind natürlich die bei Berücksichtigung der ersten und letzten Beobachtung sich ergebenden Differenzen bei Stärkeblättern viel größer.

Dass dieser Unterschied in der Speichermöglichkeit bei unseren Versuchspflanzen nicht durch verschiedene Blattstärke bedingt wird, deren Einfluß nicht bestritten werden darf, wie die am Schluß angeführten Versuche mit Sonnen- und Schattenblättern lehren, geht aus der auf S. 474 angeführten Tabelle hervor, wo für einige der hier verwendeten Blätter das durchschnittliche Trockensubstanzgewicht eines Quadratmeters Blattfläche angegeben ist.

Für *Arum italicum* beträgt danach das Durchschnittsgewicht 1 qm Blattfläche 36,750 g, für *Canna indica* 44,125 g, für *Rumex obtusifol.* 40,586 g, für *Verbascum nigrum* 40,780 g, für *Helianthus annuus* 33,317 g. Die Grenze der Anhäufungsfähigkeit liegt aber

für <i>Arum</i>	bei 8,125 g,
„ <i>Canna</i>	„ 15,555 g,
„ <i>Rumex</i>	„ 30,167 g,
„ <i>Verbascum</i>	„ 26,667 g,
„ <i>Helianthus</i>	„ 32,800 g,

steht mithin durchaus nicht in einfacher Beziehung zur Trockensubstanz und somit auch nicht zur Blattstärke.

Schließlich kann noch erwähnt werden, dass alle untersuchten Zuckerblätter früher oder später Stärke bildeten, wenn auch teilweise nur in sehr geringer Menge. Nur bei *Allium Cepa* konnte auch an abgeschnittenen, in CO₂-reicher Luft stehenden Blättern keine Stärkebildung, außer in der Gefäßbündelscheide, beobachtet werden. Auch an einer Pflanze, die mit dem Topfe, in dem sie sich befand, vier Tage der kohlenensäurereichen Luft des Kastens ausgesetzt wurde, konnte weder eine Bildung von Stärke in den Schließzellen, im chlorophyllhaltigen Gewebe, in der Zwiebel, noch eine Vermehrung der Stärke in der Gefäßbündelscheide beobachtet werden.

V. Welche Rolle spielt die Wasserversorgung bei der Assimilation der untersuchten Pflanzen?

Von den Faktoren, die unter natürlichen Verhältnissen hauptsächlich die Größe und den Verlauf der Assimilation beeinflussen, sind folgende anzuführen:

1. Die spezifischen Fähigkeiten der Chloroplasten der verschiedenen Pflanzen,
2. Die Anzahl der Spaltöffnungen pro Flächeneinheit,
3. Die Lichtintensität,
4. Die Wärme,
5. Die Größe der Ausfuhr,
6. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft und die Wasserversorgung.

Die verschiedenen Fähigkeiten der Chloroplasten bedingen es, daß in dem einen Falle fast ausschließlich Zucker gebildet, im andern derselbe sehr bald zu Stärke kondensiert wird, und damit zugleich eine Herabminderung in der Konzentration des Zellsaftes eintritt. Es wird somit in letzterem Falle die Bildung neuer Zuckermengen ermöglicht und erleichtert. Vielleicht spielt bei dem schnellen Anstieg, der in der Assimilationskurve bei Zuckerblättern beobachtet wurde, auch der Chlorophyllapparat eine ausschlaggebende Rolle; denn es wäre immerhin denkbar, daß ein Chlorophyllkorn, in dem keine Stärkebildung eintritt, energischer assimilieren kann und so schnell die höchst mögliche Zuckerkonzentration herbeiführt, die dann einer weiteren Assimilation hindernd entgegen-

steht, weil hier die Stärkebildung überhaupt nicht oder nur sehr schwer eintritt. Daß die obere Grenze der Zuckeranhäufung im allgemeinen bald erreicht wird, dafür spricht auch der schnelle Eintritt der Stärkebildung bei Stärkeblättern, denn auch bei letzteren ist eine bestimmte Zuckerkonzentration erforderlich. Durch die nun einsetzende Stärkebildung werden die Chlorophyllkörner in ihrer Funktion behindert, so daß die Zunahme verlangsamt wird. Die bei Zuckerblättern so viel höher liegende Grenze ermöglicht daher bei diesen den sehr schnellen Anstieg der Assimilationskurve, dadurch wird jedoch bald eine obere Grenze erreicht, welche nur wenig oder gar nicht überschritten werden kann, falls nicht doch geringe Stärkebildung eintritt (*Musa, Canna*). Die Anzahl der Spaltöffnungen kann bei sonst gleichen Bedingungen eine Begünstigung oder Beeinträchtigung des Gaswechsels und damit der Assimilationsgröße herbeiführen, kann aber nicht das Vorhandensein oder Fehlen einer Assimilationskurve bedingen. Daß aber auch in unserem Falle die in den ersten Stunden so verschiedene Größe der Zunahme an Kohlehydraten nicht durch eine entsprechende Verschiedenheit in der Anzahl der Spaltöffnungen bedingt wird, geht aus der oben (p. 478) mitgeteilten Tabelle hervor.

Die verschiedene Lichtintensität übt allerdings einen sehr merklichen Einfluß auf die Zunahme an Kohlehydraten aus, kann aber nicht die bei Stärkeblättern gerade zur Zeit der größten Lichtintensität eintretende Abnahme an Kohlehydraten und ebensowenig die abends bei abnehmender Lichtintensität häufig zu verzeichnende Zunahme erklären.

Der Einfluß der Wärme ist von Kreuzler (7) an abgeschnittenen Pflanzenteilen studiert worden. Die durch Temperaturschwankungen bedingten Änderungen in der Assimilationsintensität eines Brombeerzweiges veranschaulicht er auf p. 747 durch folgende Zahlenreihe. Es ist dabei die bei 2,3° beobachtete Assimilation gleich 1 gesetzt.

Temperatur	Assimilation
2,3°	1
7,5°	1,7
11,3°	2,4
15,8°	2,8
20,6°	2,6
25,0°	2,9
29,3°	2,4

Temperatur	Assimilation
33,0°	2,4
37,3°	2,3
41,7°	2,0
46,6°	1,3

Wir sehen daraus, daß innerhalb der bei unseren Versuchen in Frage kommenden Temperaturen, etwa 11,3° bis 29,3°, die Schwankungen in der Assimilationsenergie nicht zu bedeutende sind. Weiter wird nach seiner Angabe auf derselben Seite das Optimum der Temperatur sehr beeinflußt von dem Alter der Blätter und von der Wasserversorgung.

Bevor wir jedoch auf letztere eingehen, mag noch der Einfluß der Ausführung einige Berücksichtigung finden.

Durch die Ausführung wird in allen Fällen eine Verminderung der Kohlehydrate in den Zellen und damit zugleich eine Begünstigung der weiteren Assimilation herbeigeführt werden müssen.

Wäre nun die Ausführung eine wechselnde, so könnte hierdurch vielleicht das Zustandekommen einer Assimilationskurve erklärt werden.

Die zu den verschiedensten Tagesstunden angestellten Ausführungsbestimmungen haben jedoch zu dem Resultate geführt, daß, abgesehen von den ersten Stunden der Belichtung, die Ausführung am ganzen Tage ziemlich konstant ist, sodaß also durch sie die Schwankungen in der Assimilation nicht bedingt sein können.

Die Atmung, die bei sämtlichen Versuchen außer acht gelassen wurde, soll auch hier übergangen werden, und so bliebe noch der Einfluß der Luftfeuchtigkeit und der Wasserversorgung zu besprechen. Auf ihn hat besonders wiederum Kreuzler (6) hingewiesen. Feuchte Luft erhöht die Gleichmäßigkeit und Dauer der Assimilation. Wird durch stärkere Verdunstung der Feuchtigkeitsgehalt vermindert, so kann den Untersuchungen Kreuzlers zufolge bei *Carpinus* die Assimilation sofort sistiert werden. In seiner 1887 veröffentlichten Arbeit (7), wo er das verschiedene Verhalten alter und junger Zweige rücksichtlich der Assimilationsfähigkeit auf den verschiedenen Wassergehalt und die ungleiche Wasserversorgung zurückführt, spricht er es direkt aus, daß man, solange der Wassergehalt und der Wasserersatz nicht vollkommen in Betracht gezogen werden, von einer spezifischen Assimilationsenergie der Pflanze an und für sich, resp. für eine gegebene Temperatur nicht sprechen kann.

Dem Wassergehalte und dem Wasserersatz muß auch wohl bei unseren Beobachtungen in dem einen Falle das Auftreten, in dem andern das Fehlen einer Assimilationskurve zugeschrieben werden. Die Blätter saccharophyller Pflanzen geben infolge ihres hohen Zuckergehaltes das aufgenommene Wasser viel schwerer ab als Stärkeblätter, daher genügt der ihnen zur Verfügung stehende Wasserersatz, auch wenn er gering ist, vollkommen, um auch an heißen Tagen das Offenbleiben der Spaltöffnungen zu ermöglichen. Die Assimilation kann also ungehindert vor sich gehen, d. h. in diesem Falle auf der schon früh erreichten Höhe erhalten werden. Bei Stärkeblättern hingegen ist an heißen Tagen die Verdunstung zu erheblich, als daß der durch sie entstandene Wasserverlust sofort ersetzt werden könnte; die notwendige Folge ist daher, daß ein teilweiser Spaltöffnungsverschluß eintritt, der die Assimilationsgröße herabsetzt. Für die Assimilationsleistung ist es dabei gleichgültig, ob durch erhöhte Wasserzufuhr oder vermehrte Luftfeuchtigkeit der Pflanze der normale Wassergehalt bewahrt bleibt. Hieraus ließe sich erklären, daß des Abends, wo mit sinkender Temperatur zugleich eine Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit eintritt, event. wieder ein Öffnen der vorher geschlossenen Spalten und damit ein Ansteigen in der Assimilation eintreten kann.

Für die Richtigkeit dieser Annahme sprechen auch die Beobachtungen von Francis Darwin (3) über die tägliche Periodizität der Spaltöffnungsbewegung. Das benutzte Hornhygroskop verläßt morgens den Nullpunkt, um zunächst schnell, dann langsam zu steigen. Es bleibt dann in einigen Fällen in gleicher Höhe, bis am Abend ein schnelles Sinken eintritt; in anderen Fällen ist das Steigen ein ganz allmähliches bis zum höchsten Punkt zwischen 11 h a. m. und 3 h p. m. Da ich vermutete, daß bei Stärkeblättern eben jener Wassermangel die Kurve bedingt, so stellte ich einen Versuch in der Weise an, daß an derselben *Rumex*-Pflanze eines von zwei vorher verdunkelten Blättern an einem heißen Tage etwa alle zehn Minuten mit einer Gartenspritze fein überbraust wurde, während das andere direkt der Sonne ausgesetzt wurde.

XXXVI. Versuch am 29. Mai 1903.

Die Blätter waren am 28. Mai verdunkelt worden und beim Versuchsbeginn stärkefrei bis auf die Schließzellen; sie blieben an der Pflanze. Versuchsdauer von 9 h a. m. bis 12 h, Temperatur

7 h a. m. 14,8°, 2 h p. m. 28,2°, 9 h p. m. 18,5°; Maximum 28,8°, Minimum 9,4°; Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h a. m. 84, 2 h p. m. 35, 9 h p. m. 62; ununterbrochener Sonnenschein, gegen 11 h a. m. wenige helle Wolken am Himmel.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersuchten Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Zunahme pro 1 qm
<i>Rumex obtus.</i> (feucht)	a 1. Hälfte	9 h	60 qcm	0,171 g	in 3 Stdn.
	b 2. " "	12 h	60 "	0,189 g	3,000 g
<i>Rumex obtus.</i> (trocken)	a 1. " "	9 h	60 "	0,230 g	in 3 Stdn.
	b 2. " "	12 h	60 "	0,237 g	1,167 g

Da durch das Spritzen die Verdunstung des Blattes stark herabgemindert wurde, so genügte das dem Blatte zugeführte Wasser, um die Spalten offen zu erhalten, und der Versuch demonstriert in klarer Weise den Einfluß des Wassers auf das Zustandekommen einer Assimilationskurve.

Dieser Versuch führte mich dazu, mit *Nymphaea* zu operieren, denn hier durfte sich nach den bisherigen Erfahrungen auch keine Kurve zeigen, da ein Wassermangel bei den Versuchspflanzen nicht eintreten konnte.

Der am 29. Juni angestellte Versuch XXI entspricht den Erwartungen vollkommen. Trotz der hohen Temperatur, die ein Maximum von 31,2° erreichte, ist von früh 8 h bis abends 6 h eine fortlaufende Zunahme in der Assimilation zu verzeichnen, die allerdings insofern auch den Einfluß der hohen Temperatur erkennen läßt, als die stündliche Zunahme am Morgen und gegen Abend größer ist als in der dazwischen liegenden Zeit. Nun könnte man hier vielleicht einwenden, daß eine Kurve deswegen nicht zu erkennen ist, weil nach Haberlandt (5) die Funktionsfähigkeit der Spaltöffnungen ziemlich erloschen ist, somit auch bei großer Hitze die Spalten geöffnet bleiben und die Assimilation ihren ungestörten Fortgang nehmen kann. Da kam mir nun die feuchte Witterung in den ersten Tagen des Juli zustatten. Es wurden am 8. und 10. Juli an Tagen mit relativ hoher Luftfeuchtigkeit und wenig intensiver Sonne mit *Petasites* und *Rumex*, die sonst eine schön ausgeprägte Kurve (siehe Versuch XXII vom 3. Juli und XIV vom 28. Mai) zeigten, Versuche angestellt (siehe Versuch XXII und XXIII). Der Boden war infolge häufigen Regens mit Wasser gesättigt, beide Pflanzen zeigten bis nachmittags 4 h resp. 6 h eine andauernde Zunahme, was mir zur Genüge zu beweisen scheint,

daß der Wassergehalt resp. sein Wechsel oder seine Beständigkeit in erster Linie den verschiedenen Verlauf der täglichen Assimilationskurve bei den Stärke- und Zuckerblättern bedingt.

VI. Zusammenfassung.

1. In der Produktion an Kohlehydraten im Verlaufe eines Tages stehen die Zuckerblätter fast ausnahmslos hinter den Stärkeblättern zurück.

2. Zuckerblätter erreichen schnell das Maximum der Assimilation, auf dem sie bei gleichmäßiger Beleuchtung bis gegen Abend verharren. Stärkeblätter zeigen je nach den Umständen (Temperatur, Wasserversorgung) ein verschiedenes Verhalten. Entweder erreichen sie zwischen etwa 11 h a. m. und 2 h p. m. ihr Maximum, von dem sie dann heruntergehen, um ev. später wieder etwas zu steigen, oder sie zeigen eine stetige Zunahme bis zum Abend hin.

3. Die Grenze für die Anhäufung von Kohlehydraten liegt bei Zuckerblättern niedriger und wird eher erreicht als bei Stärkeblättern.

4. Das verschiedene Verhalten der Zucker- und Stärkeblätter hinsichtlich ihrer stündlichen Assimilation scheint in erster Linie von dem wechselnden Wassergehalt und der Schnelligkeit des Wasserersatzes abhängig zu sein.

VII. Über die assimilatorische Leistungsfähigkeit von Schatten- und Sonnenblättern.

Es mögen an dieser Stelle einige Beobachtungen angereicht werden, die dem eigentlichen Thema der Arbeit zwar etwas ferner liegen, aber trotzdem nicht ohne Interesse sein dürften.

Herr Professor Stahl veranlaßte mich, gelegentlich einige vergleichende Assimilationsversuche mit Schatten- und Sonnenblättern anzustellen. Ohne hier weiter auf die vielumstrittene Frage der Ursachen der Entstehung und der Bedeutung der Sonnen- und Schattenblätter näher eingehen zu wollen, mögen nur zwei Arbeiten Erwähnung finden. Zunächst die von Géneau de Lamarlière (9).

Dieser Forscher untersuchte die assimilatorische Leistung bei Sonnen- und Schattenblättern. Er bestimmte die ccm Kohlensäure, die Schatten- und Sonnenblätter derselben Pflanzenart in direktem Sonnenlicht und in diffussem Lichte zersetzen, und fand, daß

Sonnenblätter unter sonst gleichen Bedingungen immer den Schattenblättern voraus sind. Auf gleiche Zeiteinheit, 1 qcm Blattfläche und 1 ccm Kohlensäure berechnet, erhält er, um nur ein Beispiel anzuführen, folgende Zahlen, wenn a das Sonnenblatt, b das Schattenblatt bezeichnet und die ersten Zahlen der schwächeren Lichtintensität entsprechen:

Buche		a)	0,038 ccm	0,081 ccm
		b)	0,024 „	0,068 „

E. Küster (8) faßt die Schattenblätter als Gewebshypoplasien auf. Sie bleiben nach ihm auf einem jugendlichen Entwicklungsstadium stehen. Der Grund für diese geringe Gewebsausbildung soll hauptsächlich in der mangelnden Nährstoffzufuhr liegen, die eine Folge der geringen Verdunstungsgröße der Schattenblätter ist. So kommt Küster, die Schattenblätter für Hemmungsbildungen erklärend, auf p. 52 zu dem allgemeinen Schluß:

„Alles in allem genommen, scheinen mir die bisher bekannten Gewebshypoplasien nicht geeignet zu sein, um an ihnen die Befähigung der Pflanzen zu selbstregulatorischer Anpassung an ungünstige äußere Verhältnisse zu erweisen.“

Dieser Schluß Küsters und seine in demselben Abschnitt getane Äußerung, daß bis jetzt eine Begünstigung der Schattenblätter vor den Sonnenblättern hinsichtlich ihrer Assimilationsgröße nicht festgestellt worden sei, veranlaßten mich zunächst, näher zu untersuchen, ob in direktem Schatten bei genügend langer Expositionszeit nicht ein Unterschied bei beiden Arten der Blätter resultieren würde. Es wurde zunächst mit abgeschnittenen Blättern, deren vorherige Behandlung der bei den anderen Versuchen entsprach, operiert. Die Blätter kamen unter eine Glasglocke, die zu einem kleinen Apparate gehörte, der entsprechend dem eingangs beschriebenen konstruiert war.

Der ganze Apparat wurde in einem nach Norden gerichteten Fenster aufgestellt; eine vierstündige Expositionszeit an einem trüben Tage, innerhalb welcher die Luft unter der Glocke zweimal erneuert wurde, erwies sich als nicht genügend, so daß bei den folgenden Versuchen die Versuchsdauer bedeutend verlängert wurde.

Versuch vom 6. Juli 8 h a. m. bis zum 7. Juli 2 h 30 p. m.

Es wurden Schatten- und Sonnenblätter von *Sambucus nigra* und *Juglans regia* verwendet, die bei dem Versuchsbeginn bis auf die Schließzellen stärkefrei waren.

Nach Verlauf von drei Stunden wurde immer eine Stunde lang 5—6% CO₂ enthaltende Luft durch die Glocke geleitet, so daß eine vollkommene Lufterneuerung eintrat.

Der Himmel war innerhalb der Versuchszeit meist stark bewölkt, so daß nur ein Licht von sehr geringer Intensität in dem Versuchszimmer herrschte, dessen Fenster alle nach Norden gerichtet waren.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersuchten Fläche qcm	Gewicht der Trockensubstz. g	Gewicht der Trockensubstz. von 1 qm g	Zunahme pro 1 qm g	Zunahme in Gewichtsprozt. %
<i>Sambucus nigra</i> (Schattenblatt)	a 1. Hälfte	6. VII. 8 h a. m.	69,20	0,122	17,630	4,699	26,653
	2. "	7. " 2 h 30 p. m.	61,83	0,138	22,329		
<i>Sambucus nigra</i> (Sonnenblatt)	a 1. "	6. " 8 h a. m.	52,83	0,228	43,157	5,142	11,915
	2. "	7. " 2 h 30 p. m.	56,73	0,274	48,299		
<i>Juglans regia</i> (Schattenblatt)	a 1. "	6. " 8 h a. m.	54,10	0,137	25,323	4,437	17,522
	2. "	7. " 2 h 30 p. m.	54,10	0,161	29,760		
<i>Juglans regia</i> (Sonnenblatt)	a 1. "	6. " 8 h a. m.	78,96	0,4665	59,144	4,550	7,693
	2. "	7. " 2 h 30 p. m.	79,60	0,507	63,694		

Ehe auf die erhaltenen Resultate näher eingegangen wird, mag erst noch ein Versuch ausgeführt werden, der mit Blättern derselben Art unter sonst gleichen Bedingungen in direktem Sonnenlicht ausgeführt wurde.

Versuch am 14. Juli 1903.

Versuchsdauer von 7 h 30 a. m. bis 2 h 30 p. m. Temperatur im Kasten 20—27°. Sonne nur zuweilen durch Wolken verdeckt.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersuchten Fläche qcm	Gewicht der Trockensubstz. g	Gewicht der Trockensubstz. von 1 qm g	Zunahme pro 1 qm g	Zunahme in Gewichtsprozt. %
<i>Sambucus nigra</i> (Schattenblatt)	a 1. Hälfte	7 h 30 a. m.	58,01	0,119	20,514	in 7 Std.	in 7 Std.
	2. "	2 h 30 p. m.	59,12	0,152	25,710	5,196	25,324
<i>Sambucus nigra</i> (Sonnenblatt)	a 1. "	7 h 30 a. m.	46,93	0,170	36,224	in 7 Std.	in 7 Std.
	2. "	2 h 30 p. m.	43,67	0,190	44,883	8,659	23,906

(Fortsetzung der Tabelle.)

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. unter- suchten Fläche qcm	Gewicht der Trockensubstz. mg	Gewicht der Trockensubstz. von 1 qm	Zunahme pro 1 qm	Zunahme in Gewichtsprozt. %
<i>Juglans regia</i> (Schattenblatt)	a 1. „	7 h 30 a. m.	123,75	0,212	17,132	in 7 Std.	in 7 Std.
	2. „	2 h 30 p. m.	128,68	0,261	20,283	3,151	18,392
<i>Juglans regia</i> (Sonnenblatt)	a 1. „	7 h 30 a. m.	85,58	0,433	50,597	in 7 Std.	in 7 Std.
	2. „	2 h 30 p. m.	92,99	0,551	59,253	8,656	17,108

Vergleicht man nun die erhaltenen Resultate, so ergibt der im Schatten angestellte Versuch auf die Flächeneinheit bezogen für Sonnen- und Schattenblätter etwa eine gleiche Zunahme, während auf Trockensubstanz berechnet die Schattenblätter die Sonnenblätter durch eine mehr als doppelt so hohe Assimilationsgröße übertreffen. Dieses Ergebnis, welches direkt den Annahmen Küsters (8) widerspricht, ist vielleicht auf folgende Weise zu erklären. Bei der stark herabgeminderten Lichtintensität wird es nur einer verhältnismäßig dünnen Schicht von Blattsubstanz ermöglicht, ihre assimilatorische Tätigkeit auszuüben. Die Dicke der Schattenblätter genügt vollkommen, um das schwache Licht ganz auszunützen. Die Sonnenblätter sind, wie die später angeführten, für diesen besonderen Fall unternommenen Messungen ergaben, fast doppelt so stark; es wird aber bei ihnen auch nur das Blatt bis in eine Tiefe, die der bei den Schattenblättern entspricht, zur Assimilation befähigt. Es muß mithin auf dieselbe Fläche berechnet die Zunahme etwa eine gleiche sein; denn der Chlorophyllgehalt, der hierbei eine Rolle spielen würde, ist wohl kaum bei Schattenblättern so bedeutend geringer, daß er ins Gewicht fallen könnte, ja bei vielen Pflanzen sind die im Schatten gewachsenen Blätter bedeutend dunkler gefärbt, als die der direkten Sonne ausgesetzten, so z. B. bei *Sambucus nigra*, was nicht allein durch Umlagerung der Chlorophyllkörner bedingt sein kann.

Bei Sonnenblättern liegt nun aber unter den funktionsfähigen Zellen eine fast ebenso starke Zellenlage, die infolge Lichtmangels in Untätigkeit verharren muß; sie in erster Linie und der massivere Bau der Sonnenblätter an sich bedingen es, daß auf Trockensubstanz berechnet die Sonnenblätter den Schattenblättern soweit nachstehen.

Anders werden die Verhältnisse bei dem Versuch in direktem Sonnenlicht. Hier ergibt der siebenstündige Versuch bei Sonnenblättern eine bedeutend stärkere Zunahme pro Flächeneinheit. Auf Trockensubstanz berechnet bleiben die Sonnenblätter jedoch noch etwas hinter den Schattenblättern zurück. Zur Erklärung ließe sich vielleicht folgendes anführen:

Die Schattenblätter, deren Zunahme, sowohl auf die Fläche wie auf die Trockensubstanz berechnet, ziemlich genau mit der beim Schattenversuch erhaltenen übereinstimmt (die kleinen Differenzen können wohl ohne Bedenken der verschieden starken Ausbildung der benutzten Blätter zugeschoben werden), werden fast das Maximum der Stärkeanhäufung erreicht haben, wenigstens spricht dafür die übereinstimmende Zunahme bei beiden Versuchen.

Bei den Sonnenblättern ist dies infolge der größeren Dicke vielleicht noch nicht ganz der Fall, da sie dann auf Trockensubstanz berechnet wohl eine gleich hohe Zunahme zeigen würden wie die Schattenblätter. Es kann jedoch auch schon diese Grenze erreicht sein, und das geringe Zurückbleiben hinter den Schattenblättern wäre dann auf Rechnung des schon vorher erwähnten massiveren Baues des Sonnenblätter zu setzen.

Aus diesen beiden unter den extremsten Bedingungen angestellten Versuchen geht deutlich der Vorteil hervor, der durch Ausbildung von Schattenblättern den betreffenden Pflanzen erwächst. Er liegt anscheinend, soweit es wenigstens die Assimilation und Ausnutzung des Lichtes anlangt, nicht so sehr begründet in der Art der Ausbildung der einzelnen Zellen, ob sie als Pallisaden- oder Schwammzellen auftreten, als in der Art der Orientierung der einzelnen Zellen untereinander, ob sie in dicker Schicht über- oder in breiter Lage nebeneinander gelagert sind. Unterstützt wird dieser im Blattbau begründete Vorteil durch die Fähigkeit der Chlorophyllkörner in diffusem Licht Flächenstellung einzunehmen.

Auf diese Weise wird in den Schattenblättern mit wenig Trockensubstanz eine große, verhältnismäßig dünne Fläche dem Lichte dargeboten, die aber genügt, um die geringe, ihr zur Verfügung stehende Lichtintensität voll auszunutzen.

Nebenbei bemerkt, zeigen Schattenblätter in den allermeisten Fällen eine viel bedeutendere Flächenentwicklung als Sonnenblätter, können in dieser Beziehung also nicht als Hemmungsbildungen angesehen werden. Im Sonnenlicht würde ein solches Blatt, von allen

anderen Funktionen abgesehen, für die Assimilation den Nachteil haben, daß ein Teil des Lichtes unbenützt bleiben muß. Hier kann, ohne daß Materialverschwendung eintritt, das dickere Sonnenblatt mehr leisten.

So scheinen diese Versuche doch den Beweis zu erbringen für eine Befähigung der Pflanzen zu selbstregulatorischer Anpassung an wechselnde ungünstige äußere Verhältnisse.

Wenn nun zwar solche unter ganz extremen Bedingungen gewonnenen Zahlen ein sehr deutliches Bild von den vorhandenen Unterschieden ergeben, so können doch die aus ihnen gezogenen Schlüsse mit Recht angezweifelt werden hinsichtlich ihrer Übertragung auf natürliche Verhältnisse. Daher erschien es angezeigt, auch noch an der Pflanze selbst einen Versuch anzustellen. Bevor jedoch auf denselben eingegangen werden soll, mögen erst die an Schatten- und Sonnenblättern von *Sambucus nigra* und *Juglans regia* vorgenommenen Messungen angegeben werden. Die gemessenen Teile entstammten jedesmal möglichst der Mitte der einzelnen Blatthälften.

Blatt	Blattdicke	Epidermis der Oberseite	Pallisaden- parenchym	Schwamm- parenchym	Epidermis der Unterseite
<i>Juglans</i> (Sonnenblatt) . .	188,03 μ	10,35 μ	114,12 μ	52,75 μ	10,35 μ
„ (Schattenblatt) . .	103,50 μ	10,35 μ	45,85 μ	35,50 μ	10,35 μ
<i>Sambucus</i> (Sonnenblatt) . .	217,35 μ	25,875 μ	87,25 μ	83,80 μ	19,97 μ
„ (Schattenblatt) . .	142,20 μ	22,40 μ	nicht zu trennen 82,975 μ		17,25 μ

Versuch am 13. August 1903.

Zum Versuch wurden nur Blätter von *Juglans regia* verwendet. Sonnen- und Schattenblätter befanden sich an demselben Baum, sie waren bei Beginn des Versuches bis auf die Schließzellen stärkefrei. Versuchsdauer von 8 h a. m. bis 6 h p. m. Temperatur 7 h a. m. 15,7°, 2 h p. m. 20,6°, 9 h p. m. 13,8°. Maximum 22,5°, Minimum 13,5°. Luftfeuchtigkeit: Relative 7 h a. m. 76, 2 h p. m. 56, 9 h p. m. 88. Früh Sonne, dann helles bis dunkles Gewölk. Von 1 h bis 3 h p. m. stärkere Bewölkung, dann hell und Sonne.

Die Ausführung wurde nur einmal bestimmt, so daß hier leider kein Durchschnittswert angegeben werden kann.

Pflanze	Blatt	Zeit der Untersuchung	Größe d. untersuchten Fläche	Gewicht der Trockensubstz.	Gewicht der Trockensubstz. von 1 qm	Zunahme		Durchschn. Zunahme in 10 Std.		Ausführung in Gewichtsproz. für 10 Stunden	Gesamtleistung in Proz. für 10 Stunden	
						pro 1 qm	in Gewichtsprozenten	pro 1 qm	in Gew. proz.			
<i>Juglans regia</i> (Sommenblatt)	a	1. Hälfte	8 h	62,95	0,382	60,681	in 4 Std.	in 4 Std.	4,507	7,714	12,910	20,624
		2. "	12 h	63,43	0,405	63,851	3,170	5,224				
	b	1. "	8 h	55,54	0,327	58,876	in 6 Std.	in 6 Std.				
		2. "	2 h	55,54	0,3465	62,386	3,510	5,962				
	c	1. "	8 h	66,29	0,3795	57,240	in 8 Std.	in 8 Std.				
		2. "	4 h	63,35	0,393	62,035	4,795	8,376				
	d	1. "	8 h	55,30	0,311	56,237	in 10 Std.	in 10 Std.				
		2. "	6 h	55,94	0,321	57,383	1,146	2,038				
<i>Juglans regia</i> (Schattenblatt)	a	1. "	8 h	39,76	0,0875	21,881	in 4 Std.	in 4 Std.	1,446	6,307	14,015	20,322
		2. "	12 h	44,54	0,106	23,779	1,918	8,766				
	b	1. "	8 h	42,71	0,102	23,882	in 6 Std.	in 6 Std.				
		2. "	2 h	42,71	0,1015	23,882	0,000	0,000				
	c	1. "	8 h	66,22	0,1605	24,161	in 8 Std.	in 8 Std.				
		2. "	4 h	68,21	0,169	24,776	0,615	2,546				
	d	1. "	8 h	53,47	0,1215	22,630	in 10 Std.	in 10 Std.				
		2. "	6 h	58,17	0,140	21,067	1,437	6,350				

Die Resultate dieses Versuches bestätigen die Richtigkeit der Schlüsse, die aus denjenigen mit den abgeschnittenen Blättern gezogen worden sind, so daß hier eine weitere Erklärung erspart werden kann.

Das starke Sinken bei den Schattenblättern zwischen 12 und 2 h p. m. wird wahrscheinlich eine Folge der um diese Zeit etwas starken Bewölkung sein, die auf Sonnenblättern durchaus nicht in gleicher Weise einzuwirken braucht. Daß die erhaltenen Resultate, je nach der Lichtintensität sich bald zugunsten der Sonnen-, bald zugunsten der Schattenblätter verschieben werden, ist natürlich selbstverständlich.

Literatur-Verzeichnis.

1. Böhm, Über Stärkebildung aus Zucker. Botan. Ztg. 1883, Heft 3 u. 4.
2. Broocks, Über tägliche und stündliche Assimilation einiger Kulturpflanzen. Inaug.-Diss. Halle-Wittenberg 1892.
3. Darwin, Francis, Observations on stomata. Proceedings of the Royal Society, Vol. I, L. XIII, p. 413—417.

4. Fischer, Hugo, Über Stärke und Inulin. Beihefte zum Botan. Zentralblatt, Bd. XII, Heft 2.
5. Haberlandt, Zur Kenntniss des Spaltöffnungsapparates. Flora 1887.
6. Kreuzler, Über eine Methode zur Beobachtung der Assimilation und Atmung der Pflanzen und über einige diese Vorgänge beeinflussende Momente. Landwirtschaftl. Jahrb. 1885, Bd. XIV.
7. Ders., Beobachtungen über die Kohlensäureaufnahme und -abgabe der Pflanzen. Landwirtschaftl. Jahrb. 1887, Bd. XVI.
8. Küster, Pathologische Pflanzenanatomie. Fischer, Jena 1903.
9. de Lamarlière, Sur l'assimilation comparée des plantes de même espèce développées au soleil ou à l'ombre. Comptes rendus de l'Acad. des sciences de Paris, 1892, No. 9.
10. Mayer, Arthur, Über die Assimilationsprodukte der Laubblätter angiospermer Pflanzen. Botan. Ztg. 1885, No. 27, p. 299.
11. Overton, Beobachtungen und Versuche über das Auftreten von rotem Zellsaft bei Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Botan., 1899, Bd. XXXIII, p. 171.
12. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, II. Aufl., Leipzig, Engelmann, Bd. I, 1897.
13. v. Sachs, Beitrag zur Kenntniss der Ernährungstätigkeit der Blätter. Arbeiten des Botan. Instit. zu Würzburg 1884.
14. Saposchnikoff, Über die Grenzen der Anhäufung der Kohlehydrate in den Blättern der Weinrebe und anderer Pflanzen. Berichte der Deutschen botan. Gesellsch. 1891, Bd. IX, p. 293—300.
15. Ders., Beiträge zur Kenntniss der Grenzen der Anhäufung von Kohlehydraten in den Blättern. Berichte d. Deutsch. botan. Gesellsch. 1893, Bd. XI, p. 391—392.
16. Schimper, Über Bildung und Wanderung von Kohlehydraten in Laubblättern. Botan. Ztg. 1885.
17. Stahl, Über den Einfluß des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. Jena, G. Fischer 1883.
18. Ders., Der Sinn der Mykorrhizenbildung. Jahrb. f. wiss. Botan., 1900, Bd. XXXIV, Heft 4.
19. Weber, Über spezifische Assimilationsenergie. Inaug.-Diss. Würzburg 1879.
20. Winkler, Untersuchung über die Stärkebildung in den verschiedenen Chromatophoren. Jahrb. f. wiss. Botan. 1898, Bd. XXXIII.