

iese Sätze
e sich die
/o bis 1%

XII.

Ueber den Einfluss des Lichts auf das Wachsthum der Blätter.

Von

Dr. K. Prantl.

Nachdem die retardirende Wirkung des Lichts auf das Wachsthum der Stengel sowohl durch die älteren Erfahrungen über Etiolement und Heliotropismus, als auch durch die neuerdings von Sachs nachgewiesene tägliche Periode festgestellt war, schien es von Wichtigkeit zu erfahren, wie sich die in dauernder Finsterniss weit hinter der normalen Grösse zurückbleibenden Blätter dem periodischen Wechsel von Tag und Nacht gegenüber verhalten. Ich führte desshalb im Sommer 1872 nachfolgend mitgetheilte Versuchsreihen im Laboratorium des botanischen Instituts in Würzburg aus.

Von früheren Arbeiten, welche die Periodicität des Blattwachsthums zum Gegenstand hatten, wäre nur die Untersuchung CASPARY'S¹⁾ zu erwähnen; allein dass dessen Methode nicht hinreichte, um insbesondere betreffs der Lichtwirkung zu einem sicheren Resultate zu gelangen, wurde bereits von Sachs²⁾ hervorgehoben.

Da die Beschaffenheit des Materials es nicht ermöglichte, einen graphischen Apparat zur Aufzeichnung der Zuwachse anzuwenden, so blieb nichts übrig, als an möglichst rasch wachsenden Blättern in bestimmten Zeiträumen die Messung mit dem Maassstabe vorzunehmen. Es wurden zum Zwecke an den beiden Längsrändern in der Nähe des grössten Breitendurchmessers zwei gegenüberliegende Punkte mittels Tusche aufgetragen und deren jeweilige Entfernung als Breite notirt; als Länge galt die

1) Ueber die tägliche Periode des Wachsthums des Blattes der *Victoria regia* und des Pflanzenwachsthums überhaupt. *Flora* 1856 pag. 413 ff.

2) Arbeiten des botanischen Instituts in Würzburg II. Heft. pag. 185 ff.

Entfernung von der Spitze bis zu einem nahe an der Basis gelegenen ebenso bezeichneten Punkte. Es blieb hiebei nur eine Fehlerquelle übrig, nämlich der zum Flachlegen der Spreite bei jeder Messung nöthige Zug; allein derselbe wurde gerade nur soweit angewendet, als unbedingt nöthig schien; durch die oftmalige Uebung glaube ich auch erreicht zu haben, dass derselbe bei allen Messungen ziemlich gleich stark war. Hiefür bürgt offenbar noch die auffallende Uebereinstimmung in den Zuwachsen der Länge und Breite; denn für erstere kommt diese Fehlerquelle kaum in Betracht.

Die Stunden, in welchen die Messungen vorgenommen wurden, waren 6 Uhr Morgens, 9 Uhr Vormittags, 12 Uhr Mittags, 3 Uhr Nachmittags, 6 Uhr Abends, 9 Uhr und 12 Uhr Nachts. Einige Versuche zeigten, dass die Messung um 3 Uhr Morgens nicht unbedingt nöthig war, indem ich annähernd dasselbe Resultat erhielt, wenn ich den für den sechsständigen Zeitraum von 12 bis 6 Uhr erhaltenen Zuwachs halbirte und die Hälfte für jeden der beiden dreistündigen Zeiträume eintrug.

Ein weiteres Verfahren, welchem ich die durch die Messung gewonnenen Zahlen unterzog, bestand darin, dass ich aus je zwei aufeinanderfolgenden dreistündigen Zuwachsen das Mittel nahm und dieses auf die Mitte des betreffenden sechsständigen Zeitraumes auftrug; hiedurch suchte ich mich zunächst zu überzeugen, in wie weit die Form der gewonnenen Curven durch ein derartiges Verfahren etwa geändert würde; ferner wurden so die unvermeidlichen Ablesungsfehler weniger fühlbar, indem die Hälfte des in jedem dreistündigen Zeitraum möglicherweise gemachten Fehlers auf die beiden angrenzenden vertheilt wurde; das Gleiche gilt von den wirklich vorhandenen unregelmässigen Stössen des Wachsthums, auf deren Verfolgung es ja hier nicht ankommen konnte.

Schliesslich muss noch bemerkt werden, dass die zu den Versuchen verwendeten Pflanzen von Cucurbita Pepo, Ferdinanda eminens und Nicotiana Tabacum im Gewächshause in grossen Töpfen erzogen waren und während der Versuchsdauer am Nordfenster standen (am Südfenster konnte die Temperatur nicht constant genug erhalten werden); unmittelbar neben jeder Pflanze hing ein Thermometer.

Tabellen.

In den Tabellen I, II, III und VIII sind sowohl die unmittelbar beobachteten Zuwachse (beob.), als die umgerechneten (umg.) verzeichnet; erstere sind auf die Stunde, um welche sie abgelesen wurden, eingetragen, letztere auf die Mitte des sechsständigen Zeitraums; es ist somit jede Zahl der letzteren das Mittel aus der mit ihr auf gleicher Linie stehenden und der nächstfolgenden beobachteten Zahl. In den Tabellen IV—VII sind nur die beobachteten Zuwachse aufgezeichnet, da die umgerechneten in Form

von Curven mitgetheilt sind. Die Temperaturangaben, welche neben der auf 12 Uhr Mittags bezüglichen Zahl stehen, bezeichnen die um 1 Uhr Nachmittags beobachtete.

I.

Zwei Pflanzen von *Nicotiana Tabacum*; a stand frei, b fortwährend unter Glasglocke; die gemessenen Blätter gehörten den untersten, verkürzten Internodien an.

Datum.	Stunde.	a) frei.				Temp. R.	b) unter Glocke.				Temp. C.	Bemerkungen.
		Zuwachse					Zuwachse					
		Breite.		Länge.			Breite.		Länge.			
		beob.	ung.	beob.	ung.		beob.	ung.	beob.	ung.		
14. Juli.	12					19					23,9	
	3p	0,0	0,75	0,5	0,75	18,5	0,5	0,75	1,5	1,25	24,4	veränderlich. einzelne Regen- güsse.
	6	1,5	1,0	1,0	1,5	17,9	1,0	1,0	1,0	1,25	23,1	
	9	0,5	1,0	2,0	1,75	17,2	1,0	1,25	1,5	2,0	21,3	
12	1,5	1,37	1,5	1,87	17,2	1,5	1,5	2,5	2,12	21,1		
15. "	3a	1,25	1,25	2,25	2,25		1,5	1,5	1,75	1,75		veränderlich. 23,6. 1) 18,6.
	6	1,25	1,37	2,25	2,62	16,0	1,5	1,75	1,75	2,12	20,4	
	9	1,5	1,5	3,0	2,25	18,0	2,0	1,75	2,5	2,75	22,4	
	12	1,5	1,25	1,5	2,0	18,0 ¹⁾	1,5	1,25	3,0	2,5	23,3	
16. "	3	1,0	1,25	2,5	2,25	17,2	1,0	1,5	2,0	1,75	22,9	einzelne Regen- güsse.
	6	1,5	1,25	2,0	1,75	18,0	2,0	1,75	1,5	2,0	21,4	
	9	1,0	1,25	1,5	2,0	16,5	1,5	1,75	2,5	2,25	20,8	
	12	1,5	2,12	2,5	2,87	16,5	2,0	2,12	2,0	2,62	20,2	
16. "	3a	2,75	2,75	3,25	3,25		2,25	2,25	3,25	3,25		Regen.
	6	2,75	2,12	3,25	3,12	16,0	2,25	2,62	3,25	3,37	19,6	
	9	1,5	1,5	3,0	1,75	16,3	3,0	2,0	3,5	2,25	20,0	
	12	1,5	1,0	0,5	1,25	16,3	1,0	1,5	4,0	1,5	20,7	
16. "	3	0,5	1,25	2,0	1,75	16,5	2,0	1,5	2,0	2,25	21,3	
	6	2,0		1,5			1,0		2,5		21,2	

II.

Zwei opponirte Blätter von *Ferdinanda eminens*, wovon eines (b) in eine Glasglocke eingeführt war.

Am 18. Juni wurde die Messung um 3 Uhr Morgens wirklich ausgeführt; ebenso am 24.; an diesem Tage aber die um 6 Uhr Morgens unterlassen.

Datum.	Stunde.	a) frei.				Temp. R.	b) unter Glocke.				Temp. C.	Bemerkungen.
		Zuwachse					Zuwachse					
		Breite.		Länge.			Breite.		Länge.			
		beob.	umg.	beob.	umg.		beob.	umg.	beob.	umg.		
17. Juni	12	2,0	1,25	0,5	0,5	17,5 ¹⁾	1,0	0,75	0,5	0,5	16,2	17,0. ¹⁾ 17,7. sehr hell, nur einzelne Wolken.
	3p	0,5	0,5	0,5	0,75	17,7	0,5	1,0	0,5	0,5	17,0	
	6	0,5	1,25	1,0	0,5	17,9	1,5	1,25	0,5	1,0	17,0	
	9	2,0	1,75	0,0	1,25	17,9	1,0	1,0	1,5	1,0	16,0	
18. "	12	1,5	1,75	2,5	2,0	16,0	1,0	0,5	0,5	0,5	14,7	16,3. ²⁾ 16,9. sehr hell, nur einzelne Wolken.
	3a	2,0	2,25	1,5	2,0	16,0	0,0	1,25	0,5	1,0	14,7	
	6	2,5	3,0	2,5	1,75	15,5	2,5	2,0	1,5	1,0	14,2	
	9	3,5	2,5	1,0	1,0	16,0	1,5	1,0	0,5	0,5	15,0	
19. "	12	1,5	0,75	1,0	1,0	16,9 ²⁾	0,5	0,5	0,5	0,5	16,0	16,8. ³⁾ 17,2. sehr hell, etwas mehr Wolken.
	3	0,0	1,0	1,0	0,75	17,0	0,5	0,75	0,5	0,5	16,0	
	6	2,0	1,5	0,5	0,25	16,9	1,0	1,0	0,5	0,75	16,0	
	9	1,0	1,25	0,0	0,5	16,0	1,0	0,75	1,0	1,5	14,3	
20. "	12	1,5	2,12	1,0	1,87	15,6	0,5	0,87	2,0	1,62	14,0	4) 17,6. sehr hell, Wolken.
	3a	2,75	2,75	2,75	2,75		1,25	1,25	1,25	1,25		
	6	2,75	2,62	2,75	1,87	15,5	1,25	1,62	1,25	1,12	14,2	
	9	2,3	1,75	1,0	1,0	16,9	2,0	1,25	1,0	1,25	16,0	
21. "	12	1,0	0,75	1,0	0,5	17,2 ³⁾	0,5	1,0	1,5	1,0	17,0	5) 17,8. hell, Wolken.
	3	0,5	0,25	0,0	0,5	17,2	1,5	0,75	0,5	0,25	17,0	
	6	0,0	0,5	1,0	0,5	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	17,2	
	9	1,0	1,25	0,0	0,5	16,0	0,0	1,0	0,0	0,75	15,0	
22. "	12	1,5	1,75	1,0	1,37	16,0	2,0	1,25	1,5	1,5	14,6	
	3a	2,0	2,0	1,75	1,75		0,5	0,5	1,5	1,5		
	6	2,0	1,75	1,75	1,37	15,0	0,5	0,75	1,5	1,25	14,0	
	9	1,5	1,25	1,0	1,0	16,0	1,0		1,0			
23. "	12	1,0	1,0	1,0	0,5	17,0 ⁴⁾						
	3	1,0	0,75	0,0	0,0	17,2						
	6	0,5	0,75	0,0	0,0	17,2						
	9	1,0	0,75	0,0	0,75	16,2						
24. "	12	0,5	1,0	1,5	1,25	16,0						
	3a	1,5	2,25	1,0	1,5	16,0						
	6	3,0	3,0	2,0	2,0							
	9	3,0	1,75	2,0	1,5	17,0						
25. "	12	0,5	0,5	1,0	1,25	17,9 ⁵⁾						
	3	0,5	1,0	1,5	0,75	17,0						
	6	1,5	1,5	0,0	0,25	17,1						
	9	1,5	0,75	0,5	1,25	16,9						
26. "	12	0,0	1,12	2,0	2,0	16,9						
	3a	2,25	2,25	2,0	2,0	16,3						
	6	2,25	1,37	2,0	1,75	17,2						
	9	0,5		1,5								

III.

Zwei aufeinanderfolgende Blätter einer jungen Pflanze von Cucurbita Pepo, welche unter Glasglocke stand.

In den Ablesungsstunden kamen dieselben Unregelmässigkeiten vor, wie in der vorigen Versuchsreihe.

Datum.	Stunde.	Zuwachse des Blattes III.				Zuwachse des Blattes IV.				Temperatur C.	Bemerkungen.
		Breite.		Länge.		* Breite.		Länge.			
		beob.	ung.	beob.	ung.	beob.	ung.	beob.	ung.		
17. Juni.	3p	4,5	3,75	3,0	2,75					23,0	sehr hell, nur einzelne Wolken.
	6	3,0	1,75	2,5	1,75					22,5	
	9	0,5	3,0	1,0	1,5					20,8	
	12	5,5	4,0	2,0	1,25					19,9	
18. "	3a	2,5	4,5	0,5	2,25					19,1	21,4. sehr hell, nur einzelne Wolken.
	6	6,5	5,5	4,0	3,5					19,1	
	9	4,5	4,25	3,0	3,0					20,1	
	12	4,0	3,25	3,0	2,0					21,8	
19. "	3	2,5	2,5	1,0	1,0					21,5	22,5. sehr hell, etwas mehr Wolken.
	6	2,5	1,75	1,0	1,0					19,7	
	9	1,0	1,5	1,0	1,0	2,0	2,0	2,5	2,0	19,6	
	12	2,0	2,62	1,0	1,12	2,0	1,75	1,5	1,5	19,0	
20. "	3a	3,25	3,25	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5		22,2. sehr hell, Wolken.
	6	3,25	3,12	1,25	1,62	1,5	2,0	1,5	2,25	19,0	
	9	3,0	2,25	2,0	1,75	2,5	2,5	3,0	2,5	20,7	
	12	1,5	1,25	1,5	1,25	2,5	2,5	2,0	1,3	21,9	
21. "	3	1,0	1,5	1,0	0,75	2,5	1,75	1,0	0,75	22,0	22,8. hell, Wolken.
	6	2,0	1,5	0,5	0,5	1,0	1,25	0,5	1,0	22,0	
	9	1,0	0,5	0,5	0,5	1,5	1,75	1,5	1,5	20,0	
	12	0,0	1,12	0,5	0,87	2,0	2,62	1,5	1,5	19,3	
22. "	3a	2,25	2,25	1,25	1,25	3,25	3,25	1,5	1,5		20,6 20,2
	6	2,25	2,12	1,25	1,12	3,25	2,62	1,5	2,25	18,7	
	9	2,0	1,5	1,0	0,75	2,0	2,75	3,0	2,5	20,0	
	12	1,0	1,0	0,5	0,75	3,5	2,75	2,0	1,5	22,0	
23. "	3	1,0	1,5	1,0	0,75	2,0	2,25	1,0	1,0	22,2	21,8 21,6 21,9 20,6 20,2
	6	2,0	1,5	0,5	0,75	2,5	2,0	1,0	0,75	22,2	
	9	1,0	1,0	1,0	0,75	1,5	1,75	0,5	0,75	20,2	
	12	1,0	1,25	0,5	0,5	2,0	2,25	1,0	0,75	19,9	
24. "	3a	1,5	1,75	0,5	1,25	2,5	3,12	0,5	1,75	19,7	21,6 21,8 21,6 21,9 20,6 20,2
	6	2,0	2,0	2,0	2,0	3,75	3,75	3,0	3,0		
	9	2,0	1,25	2,0	1,5	3,75	3,12	3,0	2,75	21,6	
	12	0,5	0,5	1,0	0,5	2,5	2,75	2,5	1,5	21,8	
25. "	3	0,5	0,75	0,0	0,25	3,0	2,75	0,5	1,0	21,6	21,9 20,6 20,2
	6	1,0	0,75	0,5	0,5	2,5	2,25	1,5	1,0	21,9	
	9	0,5	0,75	0,5	0,25	2,0	1,0	0,5	0,25	20,6	
	12	1,0	1,12	0,0	0,25	0,0	1,0	0,0	0,75	20,2	
26. "	3a	1,25	1,25	0,5	0,5	2,0	2,0	1,5	1,5		20,0
	6	1,25		0,5		2,0	4,25	1,5		20,0	

IV.

Ein Blatt von Cucurbita Pepo, welche fortwährend unter Glasglocke stand. Die umgerechneten Werthe sind in der Curve I. mitgetheilt.

Datum.	Stunde.	Beobachtete Zuwachse.		Temp. C.	Bemerkungen.
		Breite.	Länge.		
10. Juli.	12	0,5	1,0	24,0	23,8.
	3p	1,5	1,0	23,6	
	6	1,0	0,5	23,9	trüb.
	9	1,5	1,5	22,3	
	12	1,5	1,5	20,7	
11. "	3a	2,5	2,0		
	6	2,5	2,0	19,2	
	9	3,5	2,5	21,2	
	12	2,0	1,5	23,5	23,7.
	3	1,5	1,0	23,9	
	6	0,0	0,0	23,9	sehr hell, wolkenlos.
	9	1,5	1,0	22,5	
	12	1,0	1,0	21,1	
12. "	3a	1,0	2,0		
	6	1,0	2,0	20,05	
	9	3,0	2,5	22,5	
	12	1,0	1,0	23,9	24,9.
	3	1,0	1,0	24,9	sehr hell. Nachmittag überzogen.
	6	0,0	0,5	24,4	
	9	0,5	0,0	22,9	
	12	0,0	0,5	22,1	
13. "	3a	1,75	2,25		
	6	1,75	2,25	21,9	
	9	1,5	2,5	23,7	
	12	2,0	1,0	25,3	25,6.
	3	1,0	0,0	25,2	sehr hell. Nachmittag überzogen.
	6	0,0	0,0	24,7	
	9	0,0	0,5	22,5	
14. "	12	0,0	0,5	21,9	
	3a	0,75	0,75		
	6	0,75	0,75	21,8	

V.

Zwei aufeinanderfolgende Blätter von Cucurbita Pepo, von 6 Uhr Abends bis 6 Uhr Morgens unter dem schwarzen Recipienten, sonst unter Glasglocke, die umgerechneten Werthe s. Curve II.

Datum.	Stunde.	Beobachtete Zuwachse.				Temperatur C.	Bemerkungen.
		Blatt a.		Blatt b.			
		Breite.	Länge.	Breite.	Länge.		
10. Juli.	3a	2,0	1,75				
	6	2,0	1,75			20,6	
	9	3,0	2,5			22,3	
	12	2,5	2,0			24,6	24,0.
	3	1,0	1,5			24,1	trüb.
	6	0,5	1,5			24,4	
	9	1,5	0,5			24,8	
	12	1,0	1,5			20,2	
11. "	3a	1,25	1,5				
	6	1,25	1,5			19,0	
	9	5,0	4,0			21,5	
	12	2,0	2,0			23,3	23,7.
	3	1,5	2,0			24,2	sehr hell, wolkenlos.
	6	1,5	1,0			23,8	
	9	0,5	0,0			22,2	
	12	0,5	0,5			20,9	
12. "	3a	0,5	0,75				
	6	0,5	0,75			19,8	
	9	2,5	2,0			22,8	
	12	1,0	2,0			24,0	24,9.
	3	0,0	1,5			25,3	sehr hell, Nachmittag über-
	6			2,5	2,5	24,5	zogen.
	9			0,0	0,5	22,7	
	12			1,0	1,5	21,8	
13. "	3a			1,0	1,5		
	6			1,0	1,5	21,8	
	9			5,5	4,0	24,0	
	12			2,0	2,5	25,2	25,8.
	3			3,5	3,0	25,5	sehr hell, Nachmittag über-
	6			2,0	2,5	25,2	zogen.
	9			0,0	0,0	22,2	
	12			2,0	1,0	21,3	
14. "	3a			1,25	0,75		
	6			1,25	0,75	21,2	
	9			5,0	5,0	23,0	
	12			2,0	2,5	24,0	
	3			1,5	1,0	24,3	
	6			2,0	3,0	23,9	
	9			0,5	0,0	21,0	
	12			1,0	0,0	20,3	
15. "	3a			0,5	0,75		
	6			0,5	0,75	19,8	
	9			3,0	1,5	22,4	

VI.

Blatt einer Pflanze von Cucurbita Pepo, welche vom 10. Juli Abends an von 9 Uhr Abends bis 9 Uhr Morgens unter dem schwarzen Recipienten, sonst unter Glasglocke stand. Die ungerechneten Werthe sind in Curve III. mitgetheilt.

Datum.	Stunde.	Beobachtete Zuwächse.		Temp. C.	Bemerkungen.
		Breite.	Länge.		
10. Juli.	9a	4,0	2,5	22,5	
	12	2,5	3,0	25,2	24,6.
	3	3,0	2,0	24,75	trüb.
	6	2,0	1,0	24,4	
	9	3,5	3,0	21,8	
	12	1,5	1,5	20,0	
11. "	3a	2,25	1,25		
	6	2,25	1,25	18,75	
	9	1,5	2,5	21,25	
	12	5,0	3,5	23,75	24,25.
	3	5,5	4,5	24,25	sehr hell, wolkenlos.
	6	2,0	2,0	23,75	
	9	2,0	1,5	21,0	
	12	0,5	0,5	20,0	
12. "	3a	0,5	0,5		
	6	0,5	0,5	19,1	
	9	1,5	1,0	22,5	
	12	4,0	3,5	24,4	25,5.
	3	2,5	1,0	25,25	sehr hell, Nachmittag überzogen.
	6	3,0	2,5	25,0	
	9	0,5	0,0	23,1	
	12	0,0	1,0	24,25	
13. "	3a	1,25	0,25		
	6	1,25	0,25	21,5	
	9	0,0	0,0	23,75	sehr hell, Nachmittag überzogen.
	12	2,5	2,0	25,25	26,25.
	3	1,5	1,0	25,6	
	6	0,5	1,0	25,0	

VII.

Blatt einer Pflanze von Cucurbita Pepo, welche vom 10. Juli an von 3 Uhr Nachmittags bis 12 Uhr Nachts unter dem schwarzen Recipienten, sonst unter Glasglocke stand, also von 3 Uhr Nachmittags bis 3 Uhr Morgens dunkel hatte. Die umgerechneten Werthe s. Curve IV.

Datum.	Stunde.	Beobachtete Zuwachse.		Temp. C.	Bemerkungen.
		Breite.	Länge.		
10. Juli.	3a	1,0	1,0		
	6	1,0	1,0	20,3	
	9	2,5	2,5	22,1	
	12	3,0	3,0	24,6	24,2.
	3	2,0	2,0	24,4	trüb.
	6	0,5	0,5	23,6	
	9	0,5	0,5	21,2	
	12	1,0	2,0	19,7	
11. "	3a	2,5	2,25		
	6	2,5	2,25	19,2	
	9	3,5	3,5	21,4	
	12	2,5	2,5	23,2	23,7.
	3	2,5	1,5	24,1	sehr hell, wolkenlos.
	6	0,5	0,5	23,1	
	9	0,5	0,5	21,4	
	12	1,0	1,0	20,2	
12. "	3a	2,5	2,25		
	6	2,5	2,25	20,0	
	9	4,5	3,5	22,9	
	12	1,5	2,0	24,3	25,2.
	3	1,5	0,5	25,2	sehr hell, Nachmittag überzogen.
	6	0,5	0,5	23,7	
	9	1,0	2,0	22,4	
	12	1,0	0,5	21,5	
13. "	3a	2,75	2,25		
	6	2,75	2,25	21,9	
	9	3,5	3,0	23,9	
	12	1,5	2,0	25,5	25,8.
	3	1,0	0,0	25,5	sehr hell, Nachmittag überzogen.
	6	0,5	0,0	24,5	
	9	1,0	1,0	22,0	
	12	1,0	2,0	21,0	
14. "	3a	2,25	2,0		
	6	2,25	2,0	21,8	
	9	2,0	2,0	23,4	

VIII.

Blatt einer Pflanze von Cucurbita Pepo, welche im feuchtgehaltenen Doppelfenster stehend vom 10. Juli Abends an von 6 Uhr Abends bis 12 Uhr Mittags mit dem dunkeln Recipienten bedeckt blieb.

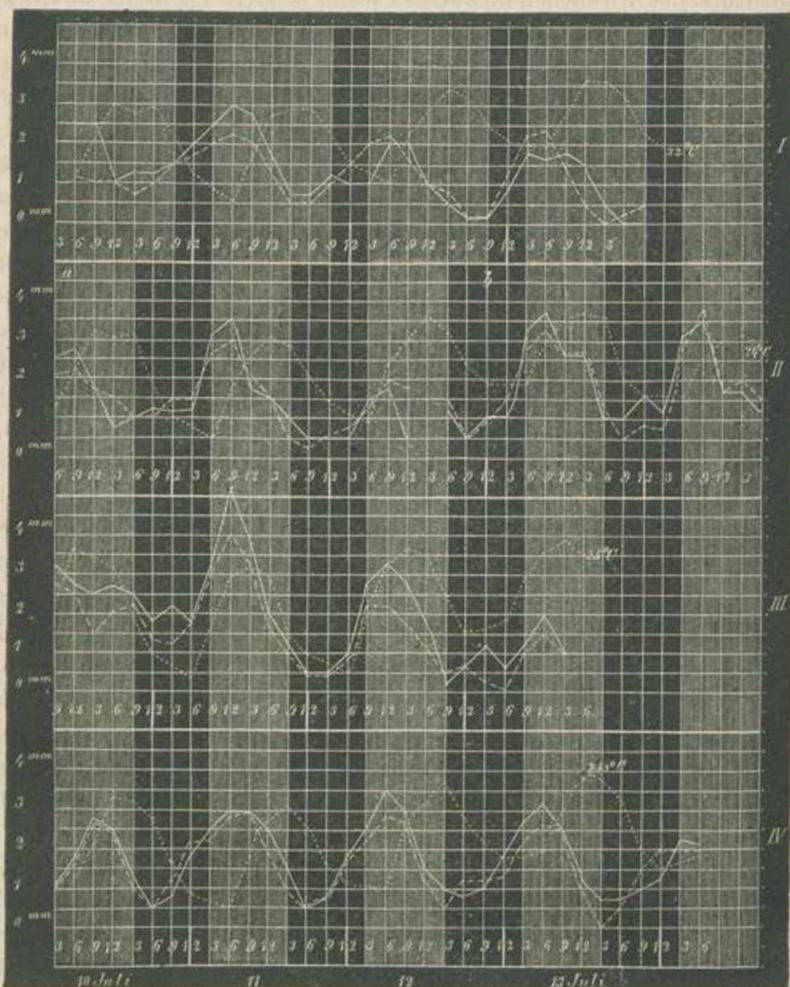
Datum.	Stunde.	Z u w a c h s e.				Temp. R.	Bemerkungen.
		Breite.		Länge.			
		beob.	umg.	beob.	umg.		
10. Juli.	3p	3,0	2,5	2,0	2,0	19,8	
	6	2,0	2,0	2,0	1,5	22,2	
	9	2,0	3,0	1,0	2,0	19,5	
	12	4,0	3,87	3,0	2,75	17,2	
11. "	3a	3,75	3,75	2,5	2,5		
	6	3,75	2,62	2,5	2,0	16,0	
	9	4,5	1,25	1,5	1,0	18,0	
	12	1,0	2,0	0,5	1,5	19,0	19,0.
	3	3,0	2,0	2,5	1,5	20,0	
	6	1,0	1,25	0,5	1,25	19,5	
	9	1,5	1,5	2,0	1,25	18,0	
	12	1,5	1,62	0,5	1,0	17,5	
12. "	3a	1,75	1,75	1,5	1,5		
	6	1,75	2,12	1,5	1,5	17,0	
	9	2,5	1,75	1,5	1,25	19,0	
	12	1,0	1,5	1,0	1,25	19,8	19,9.
	3	2,0	1,5	1,5	1,25	19,9	
	6	1,0	0,5	1,0	0,75	19,5	
	9	0,0	1,0	0,5	1,0	18,5	
	12	2,0	1,75	1,5	1,12	18,0	
13. "	3a	1,5	1,5	0,75	0,75		
	6	1,5	1,75	0,75	1,12	18,0	
	9	2,0	1,25	1,5	0,75	19,5	
	12	0,5	2,25	0,0	1,0	20,5	20,0.
	3	1,0	2,0	2,0	1,25	20,0	
	6	0,0	0,75	0,5	0,75	19,8	
	9	1,5		1,0		18,5	

Betrachtet man zuerst die Tabellen I. bis IV., welche den Verlauf des Wachstums unter gewöhnlichen Verhältnissen darstellen, sowie die unten folgende nach Tabelle IV. construirte Curve I., so bemerkt man sofort eine deutliche tägliche Periode, welche für Länge und Breite des Blattes denselben Gang verfolgt, und zwar derart, dass die Zuwachse von den Abendstunden an während der Nacht grösser werden, nach Tagesanbruch ihr Maximum erreichen und bis zum Abend wieder sinken. Vergleicht man damit die von SACHS (a. a. O.) gefundene Periodicität der Stengel, z. B. dessen Tabellen 11 und 12, Tafel V. und VI., so gewahrt man eine Aehnlichkeit, wie sie bei der verschiedenen Beobachtungsmethode nicht grösser erwartet werden kann. Obgleich hienach schon mit grösster Wahrscheinlichkeit die Periode des Blattes ebenso wie die des Stengels als eine Function der Beleuchtung gelten

musste, hielt ich es doch nicht für überflüssig, zur Prüfung dieser Ansicht einige weitere Versuche anzustellen. Zunächst lag die Möglichkeit vor, dass das Volumen des Blattes durch die Transpiration bedeutende Aenderungen erleiden könnte, dass also der durch die Messung gefundene Zuwachs nicht der Ausdruck des wirklichen Zuwachses wäre, sondern entweder die Differenz aus dem wirklichen Zuwachs und der etwaigen durch Abnahme der Turgeszenz bewirkten Volumenverminderung des Blattes, oder umgekehrt die Summe aus dem wirklichen Zuwachs und der durch Steigerung der Turgeszenz bewirkten Volumenzunahme. Ein Vergleich der normalen Blätter mit den unter Glasglocke cultivirten (Tab. I. und II.) belehrt uns aber, dass in beiden Fällen die Zuwachscurve gleich verläuft; wenn nun auch die Transpiration durch die Glasglocken nicht vollständig gehindert werden konnte, so hätte doch durch die blosse Verminderung dieses Factors, wenn er sich überhaupt in fühlbarer Weise geltend machen würde, das Resultat eine Aenderung erleiden müssen; auffallend ist nur, dass bei Ferdinanda eminens das in der Transpiration beeinträchtigte Blatt im Allgemeinen weniger wuchs, als das freie. Den schlagendsten Beweis aber dafür, dass bei möglichst wenig schwankender Temperatur die Periode eine Function der Beleuchtung ist, glaube ich dadurch beigebracht zu haben, dass ich in einer Reihe von Parallelversuchen die Dunkelheit auf verschiedene Tagesstunden verlegte. Während nämlich eine Pflanze den normalen Wechsel von Tag und Nacht genoss, also Anfangs Juli etwa von 9 Uhr Abends bis 3 Uhr Morgens Nacht hatte (Tab. IV, Curve I.), wurden drei andere täglich nur 12 Stunden lang beleuchtet, und zwar eine von 6 Uhr Morgens bis 6 Uhr Abends (Tab. V, Curve II.), eine andere von 9 Uhr Morgens bis 9 Uhr Abends (Tab. VI, Curve III.), und eine dritte von 3 Uhr Morgens bis 3 Uhr Nachmittags (Tab. VII, Curve IV.). Die Curven sind so zusammengestellt, dass in allen Fällen das Maximum auf die gleiche Ordinate fällt und man sieht auf den ersten Blick, dass dasselbe in allen Fällen kurz nach Anfang der Beleuchtung eintritt, mag die Tagesstunde sein, welche sie wolle.

So schlagend dieses Resultat bezüglich des allgemeinen Verlaufs der Curve und der Lage des Maximums ist, so bietet die Lage des Minimums doch einige Schwierigkeiten. Dasselbe ist nämlich ebenfalls verschoben, so dass es etwa 12 Stunden nach dem Maximum zu liegen kommt; diese Erscheinung hätte an und für sich nichts Auffallendes, wenn nicht an der normalen Pflanze das Minimum schon um 3 bis 6 Uhr Nachmittags einträte, offenbar weil die Lichtintensität Abends zu gering ist, um noch eine erhebliche retardirende Wirkung ausüben zu können; nun ist kein Grund abzusehen, warum in den Versuchen mit 12stündigem Tage das Minimum erst nach Eintritt der künstlichen Verdunkelung um 6 und 9 Uhr Abends eintritt; einer besonderen Berücksichtigung scheint mir aber dieses Verhältniss nicht werth zu sein, einmal, da ich selbst in meine Methode nicht dasjenige Vertrauen setze, um für die richtige Bestimmung des Minimums, wobei es

sich um Zuwachse von etwa $\frac{1}{2}$ Millimeter handelt, eintreten zu können; ferner deshalb, weil durch die plötzliche Verdunkelung mittels des Recipienten eine plötzliche Störung des Gleichgewichts in der Pflanze herbeigeführt wird, über deren Tragweite wir uns keine Rechenschaft geben können.



Zuwachscurven des Blattes von Cucurbita Pepo; die ausgezogene Linie bedeutet die Zuwachse der Breite, die unterbrochene die der Länge, die punktirte den Gang der Temperatur. Der Wechsel der Beleuchtung ist durch die Schraffur angedeutet, so dass der einfach schwarze Grund die Dunkelheit repräsentirt. Die Zahlen unter der Abscissen-Achse sind die Tagesstunden; Mitternacht ist besonders markirt. Die Zuwachse sind auf der Ordinaten-Achse nach halben Millimetern, die Temperaturen nach ganzen Graden Celsius aufgetragen. Curve I. repräsentirt den Gang der Zuwachscurve unter normalen Verhältnissen, II. bei 12stündiger Nacht von 6 bis 6 Uhr, III. bei Verdunkelung von 9 Uhr Abends bis 9 Uhr Morgens, IV. bei Verdunkelung von 3 Uhr Nachmittags bis 3 Uhr Morgens.

Begreiflicherweise konnte während der mehrere Tage dauernden Versuchsreihen die Temperatur unmöglich so constant gehalten werden, als es für unseren Zweck wünschenswerth gewesen wäre, und es sind daher alle Curven in ihrem Verlaufe mehr oder minder von den Temperaturschwankungen mit beeinflusst. Eine augenfällige Temperaturwirkung ist es z. B., wenn in Tab. I die Zuwachse unter Tags nur wenig abnehmen; bei der im Vormittag bedeutend steigenden Temperatur konnte die an jenem Tage ohnehin nur schwache Lichtintensität das Wachsthum nur soweit hindern, dass es durch die Temperatur nicht vermehrt wurde. Das bedeutende Steigen der Zuwachscurve in der Nacht trotz der fallenden Temperatur ist immer noch deutlich genug ausgesprochen. Ebenso macht sich in Tabelle III die Temperaturwirkung theils in einer kleinen Erhebung der Zuwachscurve in den Nachmittagsstunden (z. B. Blatt III. 49. und 20. Juni), theils in einem nur langsamen Sinken während des Vormittags geltend (z. B. Blatt IV. 20. und 21. Juni). Den stärksten Einfluss der Temperatur finden wir in Tab. VIII. In derselben sind die Zuwachse verzeichnet, welche sich ergaben, als eine Pflanze 18 Stunden Dunkelheit erhielt und nur von 12 Uhr Mittags bis 6 Uhr Abends beleuchtet wurde. Am 10. Juli Abends bei Beginn der Dunkelheit steigt die Curve, fällt aber von 3 Uhr Morgens an der Temperatur folgend, um 9 Uhr Morgens wieder mit ihr zu steigen; der Eintritt der Beleuchtung um 12 Uhr Mittags jedoch verhindert ein weiteres Grösserwerden der Zuwachse und bewirkt sogar eine deutliche Abnahme derselben. In der Dunkelheit beginnt sich die Curve wieder zu heben, fällt von 6 Uhr Morgens an schwach (Temperatur), von 12 Uhr an (Beleuchtung) stärker, steigt während der Dunkelheit wieder und fällt endlich mit Eintritt der Beleuchtung wieder herab; von da an entzieht sie sich wegen der zu klein gewordenen Zuwachse der weiteren Verfolgung.

Nebenbei sei noch bemerkt, dass auch die grosse Periode durch vorstehende Versuche für die Blätter nachgewiesen wurde; sehr schön tritt sie z. B. in Curve III hervor; für uns hat sie nur insoweit Interesse, als zur Zeit des Maximums einerseits die grossen Zuwachse die Beobachtung erleichterten, andererseits erwartet werden konnte und sich auch später bestätigte, dass in der Zeit des Maximums die täglichen Schwankungen deutlicher hervortreten (vgl. SACHS a. a. O. p. 486). Dass es an unregelmässigen Stössen nicht fehlt, zeigen die mitgetheilten Zahlen.

Ogleich meine Versuche nur mit drei verschiedenen Pflanzen durchgeführt wurden, scheint mir das gewonnene Resultat doch von allgemeiner Giltigkeit zu sein, da gerade die Blätter der von mir verwendeten Pflanzen beim Wachsthum in constanter Finsterniss nur eine sehr geringe Grösse erreichen und sich die ursprüngliche Fragestellung gerade hierauf bezog. Zudem boten auch die Formverhältnisse der betreffenden Pflanzen einige Unterschiede, indem zwei derselben (*Cucurbita* und *Ferdinanda*) deutlich

und ziemlich lang gestielte Blätter besitzen, die Blätter von *Nicotiana Tabacum* aber sitzende sind.

Nachdem durch vorstehend mitgetheilte Versuche constatirt ist, dass das Licht auf das Wachstum der grünen Blätter ebenso retardirend einwirkt, wie auf die Internodien, drängt sich die Frage auf, warum dieselben Blätter bei constanter Finsterniss weit hinter ihrer normalen Grösse zurückbleiben, während die Internodien dieselbe weit übertreffen. Diese Frage wurde in jüngster Zeit durch BATALIN¹⁾ dahin beantwortet, dass die etiolirten Blätter desswegen klein bleiben, weil ihre Zellen ohne Mitwirkung des Lichtes sich nicht theilen können. Obwohl nun von vornherein nicht klar ist, inwiefern die Theilung der Zellen die Ursache des Wachstums sein sollte, machte ich dennoch einen Versuch die Zellenzahl in etiolirten Blättern zu constatiren. Ich verglich dieselbe aber nicht nur wie BATALIN, mit der Zellenzahl eines normalen, grünen Blattes, sondern auch mit der eines unentwickelten, im ruhenden Samen enthaltenen Blattes, und erhielt an den Primordialblättern von *Phaseolus vulgaris* folgende Resultate:

	Im ruhenden Samen	an etiolirten Pflanzen		an normalen Pflanzen	
Grösste Breite des Blattes . . .	2,400 mill.	44,000	18,000	40,000	25,000
Mittlere Breite einer Zelle an derselben Stelle	0,007	0,008	0,007	0,007	0,011
Quotient, d. h. durchschn. Zellenzahl	343	4375	2574	4429	2273

Die Messungen wurden an den Zellen des Pallisadenparenchyms vorgenommen und zwar derart, dass an 40 verschiedenen Stellen der in unmittelbarer Nähe des grössten Breitendurchmessers gemachten Querschnitte die Anzahl der auf die Länge der Theilung meines Ocularmikrometers treffenden Zellen bestimmt wurde; es ist somit die für eine Zelle angegebene Grösse eine Durchschnittszahl aus mindestens 400 Zellen. Zudem wurden in den Primordialblättern des ruhenden Embryos stellenweise die Zellen doppelt so gross gefunden. Diese Zahlen zeigen also unwiderleglich, dass bei Entwicklung des Blattes in dauernder Finsterniss eine grosse Anzahl von Zelltheilungen stattfindet.

Die Verschiedenheit im Wachstum der Blätter am Licht und im Dunkeln darf also nicht auf die Zellenzahl zurückgeführt werden, sondern hat ihren Grund offenbar in einem krankhaften Zustande der etiolirten Blätter, wahrscheinlich in Folge des Mangels gewisser Stoffe, zu deren Erzeugung die Mitwirkung des Lichtes nothwendig ist. Welcher Art diese Wirkung des Lichtes ist, werde ich weiter untersuchen.

¹⁾ Ueber die Wirkung des Lichtes auf die Entwicklung der Blätter. Bot. Zeit. 1871 p. 669 ff.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1874

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Prantl Karl Anton Eugen

Artikel/Article: [Ueber den Einfluss des Lichts auf das Wachstum der Blätter 371-384](#)