Über Kompaßpflanzen.

Von G. Karsten.

(Mit Tafel I.)

I.

Die Frage nach dem Einfluß der Vertikalstellung der Blätter, wie sie sich bei der Mehrzahl der australischen Bäume, den Eucalyptus-Arten, den Phyllodien der Neuholländer Akazien, den Metrosideros-Arten u. a. findet, auf die Ökologie der betreffenden Pflanzen, ist zwar im allgemeinen dahin beantwortet, daß eine Minderung zu intensiver Bestrahlung erreicht und damit die Erwärmung der Blattflächen unter den niederen Breiten jenes Kontinentes verhindert wird, so daß sowohl einer Beeinträchtigung ihres Chlorophyllapparates, wie einer übermäßigen Steigerung der Transpiration vorgebeugt wird. Eine genauere zahlenmäßige Darlegung der Vorteile, welche die vertikale Blattlage unter den obwaltenden Verhältnissen bietet, ist jedoch meines Wissens bisher nicht erfolgt, und diese Aufgabe stand mit auf dem Programm meiner australischen Reisepläne, die gerade im Beginn der Ausreise durch den Kriegsausbruch vereitelt wurden.

Eine derartige Untersuchung etwa an Gewächshausexemplaren der genannten Pflanzengattungen durchzuführen, erschien weniger geeignet, da ein Zusammenwirken aller äußeren Faktoren, wie die Heimat sie darbietet, nicht herzustellen ist. So suchte ich nach einheimischen Gewächsen, die vielleicht die notwendigen formalen Bedingungen, wenn auch unter anderen äußeren Verhältnissen erfüllen konnten, und mein Blick fiel auf die durch Stahl's[1]) Untersuchungen bekannt gewordenen Kompaßpflanzen, von denen die eine, Lactuca scariola, ja leicht zu beschaffen ist.

Stahl wies in der genannten Arbeit nach, daß die Orientierung der vertikalstehenden Blätter durch die Strahlen der Morgen- und Abendsonne bestimmt wird in der Weise, daß sich die Blattfläche senkrecht zur einen oder anderen Strahlenrichtung einstellt; dadurch muß sich also die Meridionalstellung der Blattflächen mit der Front nach Osten oder Westen ergeben. Nach der vorher genannten Fragestellung mußte

1) E. Stahl, Über sogenannte Kompaßpflanzen. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XV, N. F. Bd. VIII.

es mir in erster Linie auf die Vertikalstellung für meine Versuche ankommen. Zu beantworten ist also:

1. Wie groß ist der Temperaturunterschied, den in voller Sonne befindliche Blätter aufweisen, je nachdem sie in Profilstellung oder in Flächenstellung von den Sonnenstrahlen getroffen werden?

2. Wie stellen sich die Transpirationsverluste der Pflanzen in der Sonne bei Profilstellung ihrer Blätter (oder wenigstens der Mehrzahl davon) und bei Flächenstellung?

Da ich im Sommersemester zunächst von anderen Arbeiten in Anspruch genommen war, fand ich die im Mai ausgesäten Pflanzen bei Beginn der Versuche bereits in Blüte vor; die Blätter waren in den unteren Teilen mehr oder weniger vertikal gestellt, in der Region unmittelbar unterhalb der Infloreszenz fand ich überwiegend Horizontallage. Nach Entfernung der Infloreszenz waren also beiderlei Blattlagen vorhanden. Eine neue Aussaat im August lieferte für den September Keimpflanzen mit 5—6 Blättern, deren letztentwickelte Vertikal- und zwar, da ihnen die Morgen- und Abendsonne zugekommen war, Meridionalstellung zeigten. In beiden Kulturreihen war natürlich jede Pflanze einzeln eingetopft und konnte so leicht für die Versuche benutzt werden.

Zur vorläufigen Orientierung über die erstere der beiden Fragen wurden die von der Julinachmittagsonne 5 Uhr beschienenen Meridionalblätter, die gerade von der Fläche Sonne erhielten, schnell um die Kugel eines empfindlichen Thermometers gewickelt und bei 20° Zimmertemperatur stieg das Thermometer auf 32,7 und 32,8°.

Für genauere Beobachtung wurde der thermoelektrische Weg gewählt, der die Differenz der in Profilstellung und in Flächenstellung besonnten Blätter genauer festzustellen erlaubte, als auf andere Weise möglich gewesen wäre. Als Thermoelement diente ein von der Firma M. Kohl in Chemnitz speziell zum Einstechen in Tier- oder Pflanzenkörper gearbeiteter Apparat, der bei vorsichtiger Isolierung und Schutz vor Besonnung hinreichende Empfindlichkeit zeigte. Einer Temperaturdifferenz von einem Grad entsprach ein Ausschlag des Siemens-Schuckert Spiegelgalvanometers von 6,6 Teilstrichen. Meinem Kollegen, Herrn Professor Karl Schmidt, bin ich für die Liebenswürdigkeit, mit der er mich bei Prüfung des Elementes unterstützte, zu lebhaftem Danke verpflichtet.

Die Versuche mußten im Zimmer unmittelbar am Fenster angestellt werden, wo die Pflanzen von der Sonne getroffen wurden, aber vor dem Winde geschützt waren, weil jeder Windstoß den Ausschlag des Galvanometers beeinflußt haben würde. Bei der ersten Versuchs-

reihe wurden verschieden zur Sonne gestellte Blätter miteinander verglichen, bei der zweiten zog ich es vor, ein und dasselbe Blatt in verschiedene Lage zur Sonne zu bringen.

Aus den Protokollen teile ich hier einige Daten mit:

27. Juli 1917, 10 Uhr.

1 a) Horizontalblatt von der Sonne beschienen. Zimmertemperatur 20°.

Galvanometerausschläge:

40	31	Sonne verdeckt	Mittel 40,5.
42	33		
44	35,5	Sonne wieder frei	
45	43		
45	46		

1 b) Profilblatt besonnt, 12 Uhr.

17	18	Mittel 16,5.
17	14	
16,5	14,5	
17	16	
19	17	

Differenz a und b = 24 Teilstriche. 6,6 Teilstriche = 1°. Somit ergibt sich 24/6,6 = 3,6° Wärmedifferenz zwischen Profil- und Horizontalblatt in der Sonne.

29. Juli 1917, 8 Uhr 15 Min. Zimmertemperatur 22°.

2 a) In der Fläche von der Sonne rechtwinkelig getroffenes Vertikalblatt.

Galvanometerausschläge:

48	51	Mittel 51,6.
51	53	
51	53	
52	54	
51	53	

2 b) Genau im Profil zur Sonne stehendes Vertikalblatt 9½ Uhr

2	1,5	Mittel 1,5.
0	1	
0	0,5	
0,5	2	
1,5	6	

Differenz a und b = 50,1/6,6 = 7,6°.

Um 7,6° ist die Erwärmung des in der Fläche getroffenen Blattes höher als diejenige des Profilblattes.

Andere Versuche sollen die Abhängigkeit der Blattemperatur von dem Winkel des Sonneneinfalles zeigen:

3. Meridionalblatt, bisher von der Morgensonne rechtwinkelig in der Fläche getroffen, kommt langsam in Profilstellung.

28. Juli 10 Uhr. Zimmertemperatur 20°.

Galvanometerausschläge:

31	27,5	24,5	
28	27,5	22,5	
28,5	28	20	
29,5	28,5	17,5	
28,5	28	16	usw.

4. Und umgekehrt gelangt ein bisher im Profil von der Sonne getroffenes Blatt langsam in Flächenstellung zur Sonne.

29. Juli, ½11 Uhr. Zimmertemperatur 22°.

Galvanometerausschläge:

2	5	8,5	25	34	
3	5	11	35	34,5	
5	7	12,5	39	35	
4	8,5	12	31	34,5	
4	8	12	33	34	usw.

Wie aus 1 b und 2 b hervorgeht, hat die Sonne auf ein im Profil zu ihr stehendes Blatt sehr wenig Einfluß, die Ausschläge schwanken in geringen Abständen voneinander. Dagegen zeigt 1 a, daß eine geringe Abnahme der Sonnenintensität die Temperatur des in der Fläche von ihr getroffenen Blattes stark beeinflußt. Die Ausschläge sinken um 14 Teilstriche, um bei Wiederhervortreten ebenso plötzlich in die Höhe zu schnellen. Derselbe Wechsel zeigt sich beim Übergange von der Flächenbesonnung in Profilstellung 3 und in umgekehrter Weise 4 von Profilstellung in Flächenbesonnung.

Bei der Wiederaufnahme der Versuche im September befolgte ich einen anderen Weg. Es wurden zunächst die in Profilstellung befindlichen Blätter beobachtet und dann dasselbe Blatt in Flächenstellung umgesetzt und die Änderungen der Ausschläge festgestellt.

Auszug aus den Protokollen 7. September. 1° wurde zu sechs Teilstrichen bestimmt. Der Unterschied gegen die Juliversuche ergibt sich daraus, daß jetzt mit eingeschaltetem Widerstand im Galvanometer gearbeitet wurde; die Teilstriche haben $^1/_{10}$ Wert der vorher angegebenen. Da es jedoch nur auf die Verhältniszahlen ankommt, spielt dieser Umstand für das Ergebnis keine Rolle.

5. Blatt in Profilstellung bei voller Sonne 9,30. Temperatur 21°.

0	5	Mittel 3,6.
3	5	
4	5	
1	5	
3	5	
3	5	

Dasselbe Blatt mit der Fläche in die Sonne gedreht zeigt nach ¼ Stunde folgende Ausschläge:

25	27	Mittel 28,9.
26	30	
27	32	
28	30	
29	32	
30	31	

Differenz 25,3. 6 Teilstriche = 1°. 25,3/6 = 4,2°.

6. Ein zweites Blatt ebenso behandelt.

Profilstellung			Flächenstellung		
5	5	Mittel 5,3.	30	50	Mittel 43,3.
5	5		32	51	
4	6		34	51	
4	6		35	52	
5	6		40	53	
6	7		39	53	

Differenz 38. 6 Teilstriche = 1°. 38/6 = 6,3°.
In Flächenstellung erwärmt sich also das Blatt um 6,3°.

7. Ebenso 8. September, 11¾. Zimmertemperatur 21°.

Profilstellung			Flächenstellung		
16	18	Mittel 17,25.	45	50	Mittel 50,6.
15	19		46	51	
15	20		50	52	
15	19		49	53	
15	20		51	54	
15	20		52	55	

Differenz 33,35. 6 Teilstriche = 1°. 33,35/6 = 5,57°.
In Flächenbesonnung wird das Blatt um 5,57° wärmer.

Daß eine Feststellung der Temperaturdifferenzen von profilbesonnten und von flächenbesonnten Blättern auch für die durch Variationsbewegung sich einstellenden Leguminosen- usw. Blätter entsprechende Gültigkeit haben wird, ist ja einleuchtend. Die Temperatursteigerung beträgt, soweit beobachtet werden konnte, also 3,6—7,6°. Diese verhältnismäßig geringe Erwärmung trotz der ansehnlichen zugeführten Wärmemenge hängt offenbar mit dem geringen Speichervermögen des dünnen Blattes und seiner Transpirationstätigkeit zusammen, die einer stärkeren Erwärmung entgegenarbeitet. Daß bei fleischigen Geweben mit sehr geringer Transpiration weit höhere Temperaturen erreicht wurden, wird später zu erwähnen sein. Die zahlenmäßige Feststellung dieser Transpirationsgröße war die zweite Frage, die gestellt war.

Für die Beantwortung eigneten sich die im September zur Verfügung stehenden jungen Pflanzen besonders gut. Es wurden vier möglichst gleichstarke Pflanzen ausgesucht, die je sechs Blätter entwickelt hatten. Blatt 1—3 waren klein und lagen dem Boden an,

Blatt 4—6 standen mehr oder weniger vertikal aufwärts und hatten bereits die Meridionalstellung angenommen, bei der einen Pflanze mehr, bei der anderen weniger. Die für die Versuche genommenen Septembertage zeigten wolkenlos klaren Himmel und auf den an der Südseite des Institutes vorgestreckten Tragbrettern konnte die Sonne von morgens 6 Uhr an bis abends 5 Uhr frei einwirken; nach 5 Uhr trat der Institutslage gemäß Beschattung ein, wenn die Pflanzen an Ort und Stelle bleiben sollten, was sich aus anderen Gründen als notwendig erwies. So entfällt die letzte $^1/_2$—1 Stunde Sonnenschein. Die Nächte waren bereits ziemlich kühl, das Minimalthermometer fiel bis auf 10°, die Tage recht warm, das Maximalthermometer zeigte 28°.

Die mit ihren Meridianblättern genau ausgerichteten Pflanzen wurden morgens $7^1/_2$, mittags $12^1/_2$ und nachmittags 5 Uhr gewogen. Ihre Töpfe waren derart von Guttaperchapapier umschlossen, daß nur gerade die Pflanze selbst frei hindurchragte, damit jeder Wasserverlust, abgesehen von der Transpiration der Blätter, ausgeschlossen würde.

Die beigefügten Protokolle geben die Gewichtsdifferenzen zu den angegebenen Zeiten an, die nach den getroffenen Vorsichtsmaßregeln also den Wasserverlust durch Transpiration der Blätter bedeuten. Zunächst wurde vergleichshalber und der Kontrolle wegen der Gesamtverlust eines Tages festgestellt. Die Versuche zeigten dann übereinstimmend bei den Versuchspflanzen an den einander an Wärme und vollem Sonnenschein völlig gleichenden Tagen, daß die Transpirationsabgabe nachmittags, trotz der um $^1/_2$ Stunde geringeren Zeitdauer, erheblich größer war, als am Vormittag, was jedenfalls mit auf die größere Flächenerwärmung der rechtwinkelig von der Nachmittagssonne getroffenen Meridionalblätter zurückzuführen sein wird. Doch kommt andererseits in Betracht, daß die Temperatur am Morgen bei der vorgeschrittenen Jahreszeit zunächst kühl war, während an den Versuchstagen, bei vollem Sonnenschein wenigstens, nachmittags erheblich höhere Wärmegrade herrschten. Somit sind diese ersten Versuche nicht einwandfrei und, wenn sie auch den Schluß nahelegen, daß für die höhere Transpirationsabgabe die Flächenbesonnung die Meridionalblätter mit verantwortlich zu machen sei, bedurfte diese Deutung doch noch weiterer Belege.

Zunächst mag aber die erste Reihe eine Übersicht über die Höhe der täglichen Wasserabgabe derartiger junger Pflanzen geben. Am Schlusse dieser Versuche begannen sie, denen inzwischen kein Wasser zugeführt war, zu welken.

Protokoll der Transpirationsversuche von Lactuca scariola:

Größe der Wasserabgabe in Gramm.

	Pflanze 1	2	3	4
5. IX. morgens 7½ bis abends 5 Uhr	11,97	10,15	11,35	10,5
5. IX. bis 6. IX. nachts	1,58	1,45	1,38	1,26
Morgens 7½—12½	4,08	4,26	3,95	4,04
Nachmittags 12½—5	5,02	5,94	5,17	5,85
6. IX. bis 7. IX. nachts	1,30	1,65	1,00	1,20
Morgens 7½—12½	3,72	4,06	3,48	4,06
Nachmittags 12½—5	5,83	5,89	4,70	5,57
Gesamtabgabe in 3 Tagen	33,50	33,40	31,03	32,48

Bei Vergleich der Pflanzen ergibt sich, daß die erste und zweite mit den best ausgebildeten Meridionalblättern, deren Wasserabgabe am Nachmittag besonders stark ist, auch überhaupt am stärksten verdunsteten. Mängel zeigen sich darin, daß eventuell morgens die Temperatur zu niedrig war, um volle Transpirationsgröße zu erzielen, die mit der am Nachmittag geleisteten vergleichbar wäre. Somit wurden weitere Versuche angestellt, bei denen die Morgenstunden bis 10 Uhr außer Betracht blieben, d. h. mit der Nachttranspiration zusammen gemessen wurden und für den Vergleich nur die Zeiten von 10—1½ und von 1½ bis 5 Uhr herangezogen wurden. Außerdem mußte die Temperatur zu den betreffenden Zeiten sowie Minimum und Maximum berücksichtigt werden, da die Versuche leider nicht mehr von ebenso gleichmäßig gutem Wetter begünstigt blieben.

Die hier folgende Tabelle enthält zunächst Pflanzen aus derselben Kulturreihe wie die vorher benutzten; die später eingefügten Nr. 10—12 sind im Garten aufgezogene etwas ältere Pflanzen, die ihrer besonders schönen Meridionalstellung wegen sorgfältig ausgehoben und eingetopft mit zu den Beobachtungen herangezogen wurden. Die Pflanze Nr. 7 war am wenigsten meridional orientiert; obschon ihre Blätter vertikal standen, konnte es doch nicht vermieden werden, daß ein oder zwei Blätter Flächenbesonnung erhielten, wenn ihre übrigen in Profilstellung gebracht wurden; daraus erklären sich einige sehr hohe Ausschläge vormittags. Im übrigen bestätigt die Tabelle die Voraussetzung, daß die Transpiration unter gleichen Verhältnissen am Nachmittag durch die Flächenbesonnung der Meridionalblätter stärker ist, als die am Vormittag. Solche Tage mit vergleichbaren Vor- und Nachmittagstemperaturen und Sonnenscheinmengen sind der 10. bis 13. und der 16. September. An diesen Tagen sind denn auch im allgemeinen die Zahlen für Transpirationsabgabe in der Zeit 1½—5 Uhr höher als vormittags. Die Begründung für die Ausnahme Nr. 7 am 11. September ist vorher gegeben Wenn aber die Sonne nachmittags ausbleibt, und auch die Temperatur

Transpirationsversuche von Lactuca scariola.

Größenangabe in Gramm.

Nr. der Pflanze	Nachts	10—1½ Uhr	1½—5 Uhr	Datum	Temperatur	Bemerkungen
5		1,4	1,45		Minimum 13°	
6		1,47	2,07		10 Uhr 17°	Tag teils sonnig, teils bewölkt.
7		2,50	2,20	10. IX.	1½ Uhr 22°	Vormittags und nachmittags ziemlich
8		2,35	3,60		5 Uhr 19°	gleichmäßig.
9		1,71	1,90		Maximum 23°	
5	0,91	4,49	4,67		Minimum 8°	
6	1,27	6.35	6,43		10 Uhr 20,5°	Vollsonniger Tag; von morgens bis
7	1,67	7,50	6,83	11. IX.	1½ Uhr 27°	abends wolkenlos.
8	1,60	6,68	6,52		5 Uhr 22°	
9	1,39	2,75	7,98		Maximum 29°	
5	0,9	0,96	1,58		Minim. 11,5°	Trüber, fast sonnenloser Tag.
6	0,5	1,17	1,70		10 Uhr 22°	Vormittags und nachmittags ziemlich
7	1,87	2,27	2,32	12. IX.	1½ Uhr 20°	gleichmäßig.
8	0,55	1,26	1,59		5 Uhr 16°	6 verunglückt
9	0,54	1,04	1,44		Maximum 22°	
5	1,86	1,37	3,08			
7	1,47	2,71	4,40		Minimum 7,5°	Meist bewölkt, nur hier und da etwas
8	1,07	1,65	3,63		10 Uhr 15°	Sonne.
9	1,18	1,65	3,22	13. IX.	1½ Uhr 16°	Kühler Tag.
10	0,81	2,23	2,90		5 Uhr 15°	Vormittags und nachmittags ziemlich
11	0,73	1,70	2,18		Maximum 18°	gleichmäßig.
12	1,68	1,82	2,64			
nicht beobachtet				14. IX.	Regen	
5	2,41	5,62	4,12			
7	3,23	8,25	5,45		Minimum 8,5°	
8	1,54	5,95	4,31		10 Uhr 17°	Bewölkt und sehr wechselnd.
9	2,63	7,12	4,46	15. IX.	1½ Uhr 19,5°	Nachmittags trüber als vormittags.
10	1,73	3,28	3,45		5 Uhr 17°	
11	2,28	4,47	3,50		Maxim. 21,5°	
12	2,79	4,36	3,47			
5	1,25	3,50	5,70			
7	0,6	5,02	8,88		Minimum 7,5°	
8	0,89	3,40	5,12		10 Uhr 17°	Nachmittags und vormittags gleichartig
9	1,25	5,65	5,55	16. IX.	1½ Uhr 21°	schwach besonnt.
10	1,07	2,45	4,65		5 Uhr 20°	
11	1,60	2,28	3,98		Maxim. 23,5°	
12	1,43	2,32	3,78			
5	0,98	11,17	8,93			Sonnig klarer Vormittag bei erheb-
7	1,12	11,77	5,95		Minimum 11°	licher Wärme.
8	0,93	9,98	5,47		10 Uhr 23,5°	Mittags 2 Uhr zieht Gewitter auf, das
9	1,15	7,78	5,06	17. IX.	1½ Uhr 27°	zwar nicht hier zum Ausbruch
10	0,93	5,85	4,77		5 Uhr 14,5°	kommt, aber beträchtliche Ab-
11	1,20	5,86	3,82		Maximum 31°	kühlung verursacht.
12	1,17	7,90	5,03			

Die weiter folgenden Tage bewölkt, versprechen keine anderen Ergebnisse mehr.

erheblich herunter geht, so sind die Verhältnisse vor- und nachmittags eben nicht mehr vergleichbar und das Verhältnis kehrt sich um. Das war besonders am 15. und 17. September der Fall, wie aus dem Protokoll hervorgeht. Dann wurden die Versuche, da das Wetter am 18. noch nicht bessere Bedingungen bot, abgebrochen.

Aus alledem folgt, daß die Kompaßpflanzen in ihrer ganzen Ökologie sich als typische Sonnenpflanzen zeigen; sie sind nicht nur, wie Stahl nachweisen konnte, in ihrer Blattorientierung auf direkte Besonnung angewiesen, sondern auch ihre Verdunstungsgröße und damit ihre Zufuhr organischer Nährstoffe ist in viel höherem Grade von der morgendlichen und abendlichen Besonnung ihrer Fläche abhängig, als vom diffusen Licht und das um so mehr, je besser die Einstellung der Blätter ausgefallen ist. Während die Blätter der Mehrzahl unserer heimischen Pflanzen sich nach dem Maximum des diffusen Lichtes orientieren und bei direkter Besonnung sich in Profilstellung begeben, soweit sie dazu befähigt sind, richten sich die Kompaßpflanzen nach dem Minimum des direkten Sonnenlichtes in ihrer Stellung ein und bei diesem Sonnenlichte, wie es morgens und abends herrscht, verrichten sie auch ihre Transpirations- und damit die Ernährungsarbeit am besten. Das wird sich im Sommer sicher noch besser erweisen lassen, als es mir im September möglich war, da die höhere Nacht- und Morgentemperatur im Hochsommer diesen Sonnenpflanzen für die Morgenbeleuchtung günstigere Verhältnisse schafft.

II.

Während unserer gemeinsamen Reise in Mexiko warf Stahl die Frage auf, ob etwa die in der Vertikale stehenden Flachsprosse von Opuntia ebenfalls eine Meridionalstellung besäßen, da sie vielfach ihre Sproßglieder andauernd in die gleiche Ebene einstellen. Doch schien bei weiterer Beobachtung dieser Umstand nicht auf eine Meridionalorientierung zurückführbar zu sein; jedenfalls war klare Entscheidung damals nicht zu erzielen. Daß eine solche Orientierung für die in ihrer Transpiration beschränkten, und daher durch die hochstehende Sonne stark erhitzten Opuntien vorteilhaft sein könnte, liegt nach den vorher mitgeteilten Unterschieden der Erwärmung von in Profilstellung einerseits, in Flächenstellung andererseits besonnten Blättern auf der Hand. Wurden doch an Opuntiagliedern von uns Temperaturen an der lebenden Pflanze von 49°, an auf dem Boden liegenden Sprossen von 52° gemessen und nach anderen Angaben[1]) steigt die Innenerwärmung von

1) Zitiert nach Stahl, Mexikan. Xerophyten in Karsten und Schenck, Vegetationsbilder, Bd. II, pag. 3.

Kakteen auf 50—60°, also Temperaturen, die für die meisten Pflanzen unbedingt tödlich wirken müßten.

Unerwarteterweise hat sich mir jetzt Gelegenheit geboten, etwas zur Frage der Lichtorientierung der Opuntiaglieder beitragen zu können.

Im Sommer 1914 ward das große, bisher als Überwinterungshaus für Neuholländer benutzte Kalthaus I, das älteste Gewächshaus des Hallenser Gartens, in der Weise besser ausgenutzt, daß die wertvolle, von Gr. Krauß herstammende große Succulentensammlung im Verein mit den ebenfalls zahlreich vorhandenen Xerophyten nach Entfernung des Ziegelsteinbodens und Einbringung genügender, mit Sand gemischter Erdmasse ins Land ausgepflanzt wurde. Nach dem Vorbilde meiner Aufnahmen von Tehuacan, Mitla usw. ward vom Herrn Garteninspektor Örtel in sehr geschickter Weise eine charakteristische Xerophytenlandschaft von amerikanischem (zum anderen Teil von afrikanischem) Typus dargestellt, in der die hohen Yucca- und Dykiastämme mit den stattlichen Cereus-, Opuntia-, Mammillaria- und anderen Kakteen in mannigfaltigem Durcheinander mit Agaven und Dasylirion sich vereinigten. Von der natürlichen Landschaft war diese künstliche nur durch die Raumbeschränkung unterschieden, da man alle diese Pflanzen enger zusammen vereinigen mußte, als es in ihrer Heimat der Fall zu sein pflegt.

Hier haben sich die Pflanzen ohne Ausnahme seither überraschend gut weiter entwickelt, und die neuen Zuwachsmaße zeigen den günstigen Einfluß der durch freie Wurzelentfaltung verbesserten Ernährung im Vergleiche mit Topfkulturen in auffallender Weise.

Das genannte Gewächshaus liegt mit der vorderen Glaswand nach Süden, es besitzt ein Glasdach, ist aber an der Rückseite mit einer Ziegelwand versehen. Nachdem nun 2 Jahre verstrichen waren, machte sich an den Opuntien, die natürlich wahllos bald mit der breiten, bald mit der Kantenseite ihrer Glieder dem Lichte zugekehrt gepflanzt waren, das Bestreben geltend, ihre Sproßglieder in eine Profilstellung zur einfallenden Südsonne zu bringen. Ich nahm im Sommer 1916 Photographien davon auf und beschloß die Frage weiter zu verfolgen, konnte doch hier vielleicht eine Entscheidung über beliebige oder festbestimmte Lichtorientierung der Opuntiaglieder erzielt werden.

Im Laufe dieses Sommers 1917 nun erfolgte bei der ungewöhnlichen Wärme und dem andauernd sonnenklaren Wetter im Mai und Juni eine Weiterentwicklung, die meine Erwartungen weit übertraf. Ich habe die Pflanzen genau von der Vorderseite, also rechtwinkelig gegen die Ziegelwand photographiert und gebe hier einige Belege.

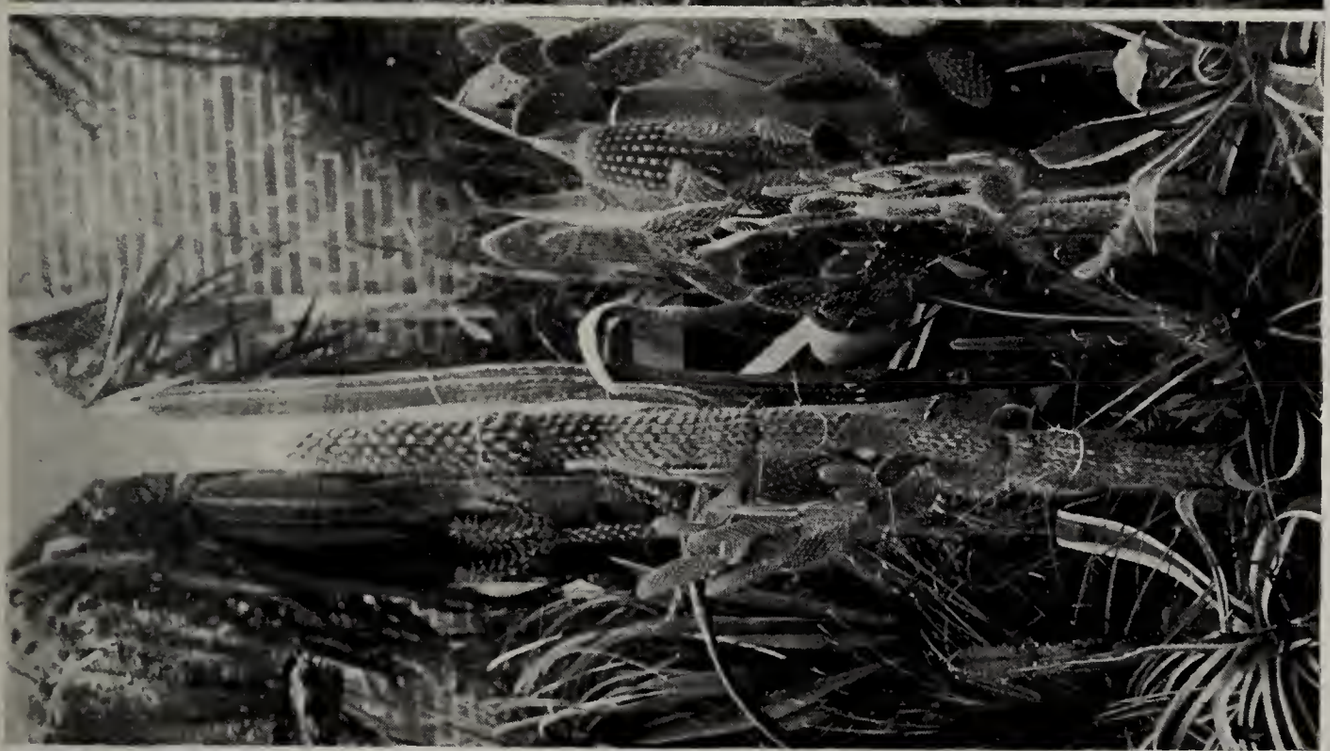
Fig. 1 stellt eine Opuntia dar, die unter dem Gärtnernamen O. Labouretiana geht. Wenn man hier die neu zugewachsenen Glieder aufsucht, so wird man finden, daß sie fast ausnahmslos in der Südnordrichtung orientiert sind, also ihr Profilbild zeigen, ganz gleichgültig, wie die älteren Glieder gelegen waren. Nur das am weitesten zurückliegende Glied vor der schlank aufsteigenden Opuntia cylindrica weicht von der Profilstellung ab. Für die üppige Weiterentwicklung der ganzen Anlage zeugt das seit Anpflanzen gebildete oberste Zuwachsstück des schönen Cereus Hankeanus, etwas links von der Mitte des Bildes, im Vergleich zu den unteren in Topfkultur enstandenen Teilen.

Im fast noch auffälligerer Weise hat sich die in Fig. 2 wiedergegebene kleine Opuntia leucotricha P. DC. entwickelt. Beiderseits des in der Mitte des Bildes aufstrebenden Pilo Cereus Celsianus Lem. und des dahinter stehenden Cereus macrogonus S.D. sieht man die weißbestachelten Triebe dieser Opuntia ihren gesammten Neuzuwachs in der Meridianebene Nordsüd einstellen, obgleich die älteren Unterglieder quer zu dieser Richtung orientiert waren. Auch einige der weiter zurückstehenden, also minder belichteten Opuntien zeigen an den Neuzuwachsgliedern — denn nur auf diese kann es ankommen — dieselbe Lage.

Endlich füge ich noch ein drittes Bild hinzu, das in der Mitte ein Exemplar der Opuntia Labouretiana, rechts unten kleinere Individuen von Opuntia tuna S.D. und O. hyptiacantha Web., endlich ganz links ein stattliches Exemplar von Opuntia spec. aus Veracruz zeigt. An allen diesen Opuntien erkennt man, daß die überwiegende Zahl der zugewachsenen Glieder die Nordsüdstellung angenommen haben. An Opuntia spec. Veracruz bricht sogar mitten aus einem älteren querstehenden Gliede ein Profilsproß hervor, an ganz ungewöhnlicher Stelle, da sonst nur die hohe Kante der bevorzugte Ort für das Entstehen eines Gliedes ist.

Nun erhebt sich die Frage, warum diese Meridionalstellung nicht auch in der Heimat beobachtet werden konnte. Mir scheint der Grund kann nur daran liegen, daß bei der niedrigen Breite die Vertikalstellung vollkommen genügen wird, die Richtung Nordsüd fällt bei der mehr minder senkrechten Stellung der Sonne zu den Opuntiagliedern wenig mehr ins Gewicht. In höheren Breiten dagegen ist der niedrigere Stand der Sonne ausschlaggebend für eine Profilstellung in Richtung des Meridians. Es ist die Vertikalorientierung der Glieder für Opuntia das weitaus wichtigere Moment, die Meridianstellung ist eine sekundäre Eigenschaft, die nur da in Erscheinung tritt, wo die äußeren Verhält-

1



2

3

G. Karsten.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

nisse sie als vorteilhaft erscheinen lassen. Auch die australischen Gewächse dürften aus dem gleichen Grunde sich an der Vertikalstellung ihrer Blätter genügen lassen.

Wenn dieser Gedanke richtig ist, so wird man weitere wirkliche Kompaßpflanzen nur in den gemäßigten Zonen außerhalb der Wendekreise erwarten dürfen; nur hier bei niedrigem Stande der Sonne hat die Meridionalorientierung Vorteile, die der lediglich vertikalen Blattlage überlegen sind. Sobald die Sonne stets mehr oder minder senkrecht von oben die Blätter trifft, ist der von Stahl für die Kompaßpflanzen aufgestellte ökologische Vorteil des geringeren Wasserverlustes durch Transpiration und der Milderung des zu intensiven Sonnenlichtes auch schon durch einfache Vertikalstellung der Blattflächen erreicht.

Halle, September 1917.

Tafelerklärung zu Tafel I.

Fig. 1. Opuntia Labouretiana hort.

Fig. 2. Opuntia leucotricha P. DC.

Fig. 3. Links O. spec. Veracruz. Mitte O. Labouretiana hort. Rechts unten O. tuna S.D. und O. hyptiacantha Web.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1918

Band/Volume: 111-112

Autor(en)/Author(s): Karsten George

Artikel/Article: Über Kompaßpflanzen 48-59