Untersuchungen über die Zahlen- und Grössenverhältnisse der Spaltöffnungen.

Von

Prof. **Dr. Adolf Weiss** in Lemberg.

Bei meinen anatomischen Arbeiten habe ich sehr häufig Zählungen und Messungen von Spaltöffnungen vorgenommen, und die gesammelten Daten haben sich seit 1855 so vervollständigt, dass sie allgemeine Betrachtungen zulassen. Ich veröffentliche dieselben, weil die Zahlen an und für sich mit grosser Sorgfalt bestimmt wurden und weil die mitgetheilten Folgerungen und Schlüsse, als auf numerischen Werthen beruhend, von Nutzen sein dürften.

Die Methode, wie die unten folgenden Zahlen gefunden wurden, war selbstverständlich die möglichst einfache.

Um zunächst die Anzahl der Spaltöffnungen auf dem Raume der Quadrateinheit zu erhalten, wurde die Zahl derselben auf 1 Gesichtsfelde des Mikroskopes gezählt und dies mindestens bei 15—20 Gesichtsfeldbreiten wiederholt; aus allen diesen Zahlen aber das Mittel genommen und auf diese Weise die Durchschnittsanzahl der Spaltöffnungen auf dem Raume eines Gesichtsfeldes erhalten. Da nun die Grösse der Fläche dieses Gesichtsfeldes aus dessen Durchmesser ($= 2\,r$), welcher genau bestimmt wurde, sich nach der Formel: Fläche $= r^2\pi$ berechnen lässt, so konnte daraus die Anzahl der Spaltöffnungen auf dem Raume 1 □Linie oder 1 □Millimeters ohne Mühe gefunden werden [1]).

Um für verschiedene Pflanzen die Zahlen gut vergleichbar zu machen, wurden stets nur völlig ausgewachsene Blätter benutzt und

---

1) Tabelle I.

die Oberhaut auf den beiden Blattflächen so viel wie möglich von correspondirenden Stellen genommen; aus naheliegenden Gründen wurde die mittlere Partie des Blattes gewählt. Die Blattrippen wurden, da eine Berechnung des Raumes, den sie einnehmen, nicht angestellt wurde, natürlich bei den Zählungen möglichst vermieden, um die Werthe, welche sich demnach nur auf die wirklich von Spaltöffnungen bedeckten Stellen beziehen, nicht illusorisch zu machen. Es gewinnen dadurch allein die Zahlen die nöthige Vergleichbarkeit und Sicherheit, da die Berechnung der Fläche der Blattrippen sehr nach der individuellen Auffassung variirt, während die, mit Ausschluss der Blattrippen von vorne herein, gemachte Zählung ganz objektiver Natur ist.

Länge und Breite der Spaltöffnung wurden mit Hilfe eines vorzüglichen Oberhäuser- und Hartnack'schen Okularmikrometers bestimmt und es wurden wieder mindestens 10 auf jeder Blattfläche gemessen; wo grosse Differenzen sich zeigten, noch mehr. (Tabelle II.)

Gestalt der Spaltöffnungen suchte ich durch ihr Axenverhältniss als Ellipsen auszudrücken, weil ich glaube, dass dadurch, selbst auf den ersten Blick, eine grosse Anschaulichkeit gewährt wird. Als Axen wurden natürlich Länge und Breite genommen; ihr Quotient ist eben das Axenverhältniss. (Tabelle II.)

Wenn bei Länge, Breite und Gestalt die Werthe der einzelnen Abmessungen nicht sehr differirten, wurde nur der Mittelwerth, sonst aber die Grenzen angegeben. Die Längenangaben sind wohl auf 0.002^{mm} sicher; bei der Breite giebt der Umstand oft sehr divergente Abmessungen, dass je nach der Turgescenz der Schliesszellen die Spalte bald mehr bald weniger geöffnet erscheint und so die ganze Breitendimension oft ungemein variabel wird. Wo es nur immer anging, wurden lediglich normale Turgescenzzustände gemessen und es ist daher auch für Breite höchstens 0.002^{mm} der grösstmögliche Fehler.

Als Grösse der Spaltöffnung wurde die Area derselben als Ellipse gerechnet, nach der Formel: Fläche $= lb\frac{\pi}{4}$, wo l und b die beobachteten Längen und Breiten darstellen [1]) und endlich durch Multiplication dieser Fläche mit der Zahl der Spaltöffnungen, der gesammte auf der Quadrateinheit von Spaltöffnungen bedeckte Raum, d. i. die Area aller auf $1\,\square^{mm}$ stehenden Spaltöffnungen gefunden [2]). Da man übrigens wohl mit Grund die Functionen dieser Gebilde,

1) Tabelle III. 2) Tabelle IV.

wenn sie auf beiden Blattflächen vorkommen, auf beiden auch gleich annehmen darf, wurden die betreffenden Werthe der oberen und unteren Blattfläche addirt und ebenfalls in eine Tabelle gebracht[1]). Die absoluten Werthe der eigentlichen Spalte (wenn dieselbe im Maximum geöffnet ist), glaubte ich, obgleich ich eine Reihe hierher gehöriger Zahlenwerthe besitze, in dieser Arbeit nicht mittheilen zu sollen, wo es sich lediglich um die positiven Daten der Grösse und Vertheilung dieser Gebilde am pflanzlichen Körper handelte.

Was die Anordnung betrifft, so habe ich als natürlichste die gewählt, dass in jeder Tabelle (mit Ausnahme der zweiten) die successive Abnahme der Zahlenwerthe als Eintheilungsprinzip galt, da eine Anordnung nach natürlichen Familien oder wie immer, bei dem Mangel irgend welcher gemeinsamen Punkte nicht am Platze gewesen wäre, wie dies aus der Schlussbetrachtung hervorgehen wird.

Begreiflicherweise sind übrigens bei Gebilden, die oft in so ungeheuerer Anzahl auftreten wie die Spaltöffnungen, die Angaben der Mittelwerthe, wenigstens bei der Zahl derselben auf der Quadrateinheit, nicht genügend, um sich ein treues Bild dieser Werthe zu machen. Da aber die Mittheilung jeder einzelnen Zählung schon wegen des Umfanges derselben nicht angeht, habe ich wenigstens die Grenzwerthe angegeben[2]), welche bei jeder Pflanze vorkommen. Sie variiren natürlich oft enorm von den Mittelwerthen, selbst dann, wenn diese Mittelwerthe so ziemlich als absolute gelten können, da sich bei Abzählung von etwa 20 Gesichtsfeldern gar häufig 15—17 finden, die nahezu übereinstimmen, während oft nur ein einziges beträchtlich abweicht. Man würde also irren, wenn man aus den Grenzwerthen auf die totale Unsicherheit der Mittelwerthe schlösse. So kennt man ja z. B. erwachsene Menschen von 7 Fuss Höhe und mehr, während andere wenig über 3 Fuss, also noch nicht die Hälfte der ersteren, erreichen, und doch ist der Mittelwerth menschlicher Grösse ein ziemlich verlässlicher und allgemeiner. Immerhin glaubte ich aber durch Mittheilung dieser Grenzen nicht zu fehlen, sie wird so manche bisher festgehaltene Ansicht widerlegen.

Die Zahl der Spaltöffnungen habe ich auch auf 1 □ Linie reducirt, da indess das metrische Maass denn doch das einzig rationelle ist, nur oberflächlich; ich habe die Angaben in □ Linien nur deshalb mit hinzugefügt, weil man bisher sie immer in diesem Duodezimalmaasse aufführte; für die weiteren Tabellen wurde stets nur das Dezimalmaass gebraucht.

1) Tabelle V. 2) Tabelle VI.

Bei der letzten Tabelle (VI.), welche die beobachteten Maximal- und Minimalwerthe sowohl der Anzahl, als der Längen- und Breitenabmessungen der Spaltöffnungen gibt, habe ich die Pflanzen nach den natürlichen Familien auf einander folgen lassen, um eben die Unabhängigkeit der Zahlen vom Systeme recht anschaulich zu machen, auch glaubte ich anstatt der bereits berechneten Werthe für die Anzahl dieser Gebilde auf 1 □^{mm}, lieber die absoluten Beobachtungsdaten für diese Tabelle wählen zu sollen; es bedeuten daher die dort stehenden Zahlen die beobachtete Anzahl der Spaltöffnungen auf dem Raume Eines Gesichtsfeldes meines Mikroskopes und die Multiplication derselben mit 6.7 gibt dann ihre Zahl auf 1 □^{mm}. Wo die Beobachtungen ungenau oder weniger zahlreich waren, habe ich die betreffenden Rubriken ganz unausgefüllt gelassen.

Neue Hypothesen über die Functionen der Spaltöffnungen u. s. w. wird man in diesen Zeilen keine finden, obgleich es mir nicht schwer gefallen wäre eine ziemliche Menge von Versuchsreihen über Ausdünstung u. s. w. schon jetzt zu theoretischen Folgerungen zu benutzen; ich habe es vorgezogen aus einer beträchtlichen Anzahl von nach gleicher Methode gewonnenen, möglichst vergleichbaren numerischen Werthen lediglich jene Schlüsse zu ziehen, die eben nur eine Uebersetzung der Zahlenwerthe selber sind.

I. Tabelle.

Anzahl der Spaltöffnungen auf 1 □^{mm} und 1 □Linie.

No.	Name der Pflanze.	1 □^{mm}		1 □Linie	
		Oberseite	Unterseite	Oberseite	Unterseite
1	Olea europaea L.	ø	625	ø	3000
	——————— (jung)	ø	1072	ø	5145
2	Celtis occidentalis L.	ø	616	ø	2970
3	Fraxinus tamariscifolia Vahl.	ø	600	ø	2893
4	Acer platanoides L.	ø	550	ø	2653
5	Morus alba L.	ø	480	ø	2313
6	Vinca minor L.	ø	477	ø	2300
7	Juglans nigra L.	ø	461	ø	2219
8	Ficus venosa Willd.	ø	447	ø	2155
9	Styphnolobium japonicum Schott.	ø	438	ø	2111
10	Quercus pedunculata Ehrh.	ø	438	ø	2111

No.	Name der Pflanze.	1 □ mm		1 □ Linie	
		Oberseite	Unterseite	Oberseite	Unterseite
11	Quercus cerris L.	ø	428	ø	2064
12	Vinca minor L. var. variegata	ø	405	ø	1950
13	Acer pseudoplatanus L.	ø	400	ø	1927
14	Ficus benjamina L.	ø	387	ø	1867
15	Ailantus glandulosa Desf.	ø	386	ø	1859
16	Pittosporum tobira Ait.	ø	382	ø	1838
	——————— (jung)	ø	496	ø	2380
17	Tilia glabra Vent.	ø	357	ø	1719
18	Hydrangea quercifolia Bertr.	ø	330	ø	1584
19	Syringa vulgaris L.	ø	330	ø	1584
20	Helianthus annuus L.	175	325	843	1569
21	Fraxinus ornus L.	ø	317	ø	1527
22	Althaea mexicana Kze.	268	317	1290	1527
23	Rhamnus Pallasii F. et Mey.	51	315	246	1516
24	Mimosa pudica L.	138	302	670	1456
	——————— (sehr jung)	—	617	—	2974
	——————— (Keimblatt)	284	200	1360	956
25	Brassica oleracea L.	219	301	1055	1452
26	——— palustris Piron.	309	300	1488	1444
27	Juglans regia L.	ø	299	ø	1438
28	Geranium Robertianum L.	—	297	—	1428
29	Solanum argenteum Dun.	—	279	—	1344
30	Platanus occidentalis L.	ø	278	ø	1340
31	Ilex aquifolium L.	ø	276	ø	1325
32	Hydrangea hortensis Sm.	ø	273	ø	1316
33	Populus dilatata Ait.	55	270	264	1300
34	Ficus adhatodaefolia Schott.	ø	264	ø	1274
35	Solanum dulcamara L.	60	263	292	1267
36	Euphorbia cyparissias L.	ø	259	ø	1251
37	Asphodelus luteus L.	284	257	1371	1241
38	Campanula persicifolia L.	ø	256	ø	1234
39	Maclura aurantiaca Nutt.	ø	251	ø	1211
40	Myoporum viscosum hort. Leopol.	ø	251	ø	1211
41	Plantago media L.	—	243	—	1169
42	Brassica lyrata Desf.	158	243	763	1166
43	Betula alba L.	ø	237	ø	1142
44	Rhododendron hirsutum L.	ø	237	ø	1141

No.	Name der Pflanze.	1 □ mm		1 □ Linie	
		Oberseite	Unterseite	Oberseite	Unterseite
45	Pentstemon barbatus Lindl.	185	233	893	1121
46	Isatis tinctoria L.	214	231	1030	1111
47	Ilex aquifolium L. γ) variegatum	ø	230	o	1104
48	Notobasis syriaca Cass.	145	229	701	1104
49	Berberis vulgaris L.	ø	229	ø	1104
50	Theophrasta Jussieui Lindl.	ø	228	ø	1100
51	Pinus balsamea L.	ø	228	ø	1100
52	Atropa belladonna L.	56	227	273	1096
53	Amarantus caudatus L. β) pallidiflorus	149	225	721	1085
54	Ilex alcycorne hort. Hooib.	o	224	ø	1075
55	Panicum palmatifolium Poir.	ø	223	o	1071
56	Triaenodendron caspicum Endl.	ø	218	ø	1047
57	Pisum sativum L.	101	216	487	1039
58	Aralia integrifolia hort. Leopol.	o	217	o	1043
59	Ruellia picta Lodd.	ø	212	ø	1024
60	Ilex cassine hort. Leopol.	ø	212	ø	1024
	——— (jung)	ø	403	o	1934
61	Buxus sempervirens L.	ø	208	ø	1004
62	Astragalus maximus Willd.	52	207	250	1000
63	Goldfussia glomerata Nees.	—	205	—	990
64	Prunus mahaleb L.	ø	204	ø	984
65	Scabiosa graminifolia L.	141	203	682	974
66	Gastonia palmata Roxb.	ø	193	ø	929
67	Amarantus caudatus L.	171	193	825	929
68	Asclepias incarnata L.	67	191	325	919
69	Aconitum napellus L.	—	189	—	909
70	Datura stramonium L.	114	189	552	909
71	Brexia madagascariensis Aub. Th.	ø	178	ø	860
72	Genista germanica L.	o	176	ø	855
73	Polygonatum vulgare Red.	—	175	—	844
74	Amarantus hybridus L.	110	168	530	812
75	Opopanax chironium Koch.	—	166	—	800
76	Silene inflata L.	71	166	344	800
77	Taxus baccata L.	ø	166	ø	800
78	Zea mais L.	94	158	455	757
79	Atraphaxis spinosa L.	112	157	538	753
80	Chenopodium ambrosioides L.	184	156	887	747

No.	Name der Pflanze.	1 □ mm		1 □ Linie	
		Oberseite	Unterseite	Oberseite	Unterseite
81	Ilex Cunninghami Hort.	ø	152	ø	729
82	Orobus vernus L.	—	148	—	715
83	Amarantus speciosus Sims.	84	148	406	714
84	Amygdalus communis L. var. variegata	ø	147	ø	708
85	Ilex Thunbergii hort. Leopol.	ø	146	ø	704
	——— (jung)	ø	174	ø	840
86	Gleditschia triacanthos L. var. purpurea	ø	146	ø	704
87	Ficus elastica L.	ø	145	ø	702
	——— (jünger)	ø	260	ø	1255
88	Ribes aureum L.	ø	145	ø	702
89	Clematis viticella L.	ø	142	ø	699
90	Hieracium foliosum W. et K.	21	135	125	654
91	Populus monilifera Ait.	89	131	430	630
92	Ilex Brunoni hort. Leopol.	ø	130	ø	625
	——— (jung)	ø	270	ø	1300
93	Aralia quinquessia hort. Leopol.	ø	129	ø	619
94	Gentiana cruciata L.	ø	127	ø	611
95	Saururus speciosus hort. Vindob.	ø	124	ø	598
96	Piper magnoliaefolium Jacq.	ø	123	ø	591
97	Salisburia adiantifolia Sm.	ø	120	ø	578
98	Canna gigantea Red.	42	120	195	575
99	Hieracium aurantiacum L. β) majus	20	114	95	547
100	Ficus cordata Thunb.	ø	108	ø	522
101	Eryngium maritimum L.	118	108	570	522
102	Statice latifolia Sm.	98	106	475	513
103	Plumbago Larpentae Lindl.	41	101	195	487
104	Gypsophila perfoliata L. B) scorzoneraefolia	103	98	497	475
105	Acacia decipiens R. Br.	103	96	497	466
	——— (jung)	—	153	—	735
106	Valeriana phu L.	69	95	334	458
107	Anemopsis californica Hook.	98	94	471	455
108	Cerastium glutinosum Fr.	69	88	331	422
109	Rubia tinctorum L.	ø	88	ø	422
110	Aster pyrenaeus L.	35	88	172	422
111	Anemone japonica S. et Zucc.	ø	88	ø	422
112	Helleborus niger L.	ø	86	ø	416

No.	Name der Pflanze.	1 □ mm		1 □ Linie	
		Oberseite	Unterseite	Oberseite	Unterseite
113	Carex arenarius L.	ø	85	ø	412
114	Hakea pendula hort. Leopol.	78	83	374	398
115	Sequoia gigantea (junge Pflanze)	ø	82	ø	394
116	Pinus nigra Ait.	31	82	149	394
117	Piper inaequalifolium Vahl.	ø	82	ø	394
118	Pinus abies L.[1])	88	81	422	386
119	Ficaria ranunculoides Mch.	—	78	—	374
120	Datura stramonium L. (Blumenblatt)	—	76	—	364
121	Viscum album L.	71	75	344	360
122	Canna variegata Bouché.	9	74	45	357
123	Pinus nigricans Host.	81	72	386	344
124	—— silvestris L.	50	71	253	340
125	—— laricio Poir.	51	71	257	340
126	Anemone nemorosa L.	ø	67	ø	325
127	Sedum latifolium Bertol.	50	67	253	325
128	Orchis latifolia L.	20	67	97	325
129	Pinus uncinata Ram.	69	66	331	322
130	—— australis hort. Leopol.	79	62	378	302
131	Gireoudia manicata Klotzsch.	ø	62	ø	302
132	Lilium bulbiferum L.	ø	62	ø	302
133	———————— (Perigon)	—	16	—	80
134	Statice incana L.	75	60	360	291
135	Iris germanica L.	65	58	318	279
136	Begonia hydrocotylefolia Lk.	ø	56	ø	270
137	Araucaria Biddwilli Hort.	ø	56	ø	270
138	Galanthus nivalis L.	30	55	146	266
139	Pritzelia zebrina Klotzsch.	ø	51	ø	245
140	Colchicum autumnale L.	41	47	190	228
141	Arenaria grandiflora L.	94	46	454	224
142	Araucaria imbricata Pav.	46	45	224	220
143	Piper amplexifolium Lk.	ø	44	ø	214
144	Caltha palustris L.	—	43	—	205
	———————— (Blumenblatt)	—	44	—	214
145	Piper blandum Jacq.	ø	41	ø	200
146	—— pulchellum Ait.	ø	41	ø	200

1) Nach Kieser auf der Oberseite keine Spaltöffnungen.

No.	Name der Pflanze.	1 □ mm		1 □ Linie.	
		Oberseite	Unterseite	Oberseite	Unterseite
147	Veratrum album L.	ø	40	ø	195
148	Talinum calycinum Engelm.	34	34	162	162
149	Begonia quinquefolia hort. Vindob.	ø	32	ø	156
150	Pinus cedrus L.	62	32	296	156
	——————— (jung)	—	96	—	466
151	Rhodea japonica Bl.	ø	29	ø	142
152	Orchis militaris L.	ø	29	ø	142
153	Tradescantia subaspera Gawl.	7	28	32	136
154	Gagea lutea Schult.	27	27	130	130
155	Avena sativa L.	48	27	231	130
156	Secale cereale L.	—	25	—	120
157	Amaryllis odoratissima Parm.	32	25	156	120
158	Asarum europaeum L.	50	18	241	89
	——————— (jung)	—	104	—	500
159	Amaryllis formosissima L.	17	15	83	75
160	Rhipsalis crispata Pfeiff.	10	12	49	58
161	Stellaria media Sm.	128	—	617	—
162	Primula auricula L.	101	—	487	—
163	Broussonetia papyrifera Vent. var. cucullata.	34	—	160	—
164	Elymus sabulosus M.Bieb.	27	—	130	—
165	Pinus strobus L. Oberseite 1.	142		686	
	——————— ——— 2.	126	ø	607	ø
166	Nymphaea alba L.	460	ø	2209	ø
167	——— thermalis DC.	625	ø	3000	ø

II. Tabelle*).

Länge (L) und Breite (B) Einer Spaltöffnung in Theilen eines Millimeters; sowie das Verhältniss der Länge zur Breite = Axenverhältniss (A).

No	Name der Pflanze.	L.	B.	A.
1	Olea europaea L.	1.026	0.020	1.30
	——————— (jung)	0.023	0.019	1.21
2	Celtis occidentalis L.	0.024	0.013	1.54
3	Fraxinus tamariscifolia Vahl.	0.028	0.021	1.30
4	Acer platanoides L.	0.023	0.015	1.49
5	Morus alba L.	0.018—0.029	0.008—0.021	1.37—2.33
6	Vinca minor L.	0.029	0.018	1.59
7	Juglans nigra L.	0.024	0.018	1.36
8	Ficus venosa Willd.	0.021	0.018	1.14
9	Styphnolobium japonicum Schott.	0.024	0.017	1.42
10	Quercus pedunculata Ehrh.	0.030	0.016	1.91
11	——— cerris L.	0.030	0.021	1.41
12	Vinca minor L. var. variegata	0.024	0.016	1.53
13	Acer pseudoplatanus L.	0.024	0.017	1.42
14	Ficus benjamina L.	0.018	0.018	1.00
15	Ailantus glandulosa Desf.	0.033	0.020	1.64
16	Pittosporum tobira Ait.	0.031	0.027	1.14
	——————— (jung)	0.027	0.026	1.04
17	Tilia glabra Vent.	0.029	0.017	1.70
18	Hydrangea quercifolia Bertr.	0.020	0.019	1.08
19	Syringa vulgaris L.	0.028	0.016	1.75
20	Helianthus annuus L.	0.034	0.023	1.48
21	Fraxinus ornus L.	0.018—0 029	0.013—0.026	1.10—1.14
22	Althaea mexicana Kze.	0.029 O. 0.028 U.	0.026 O. 0.026 U.	1.11 1.09
23	Rhamnus Pallasii F. et Mey.	0.030 O. 0.022-0.034U	0.024 O. 0.017-0 021U	1.28 1.30—1.63
24	Mimosa pudica L.	0.017 O. 0.026 U.	0.009 O. 0.015 U.	1.88 1.73

*) Ein bei den Zahlen stehendes O oder U bedeutet: Oberseite oder Unterseite des Blattes. Die Nummern correspondiren mit Tabelle I.

No.	Name der Pflanze.	L.	B.	A.
	Mimosa pudica L. (jung)	0.015-0.023 U.	0.008—0.012	1.88—1.91
	——————— (Keimblatt)	0.026 O. 0.028 U.	0.018 O. 0.017 U.	1.44 1.65
26	Brassica palustris Piron.	0.026 O. 0.026 U.	0.018 0.019	1.40 1.39
27	Juglans regia L.	0.035	0.020	1.73
28	Geranium Robertianum L.	0.045	0.032	1.42
29	Solanum argenteum Dun.	0.021	0.016	1.33
30	Platanus occidentalis L.	0.036	0.026	1.37
31	Ilex aquifolium L.	0.028	0.024	1.16
33	Populus dilatata Ait.	0.035 O. 0.033 U.	0.024 0.021	1.50 1.56
34	Ficus adhatodaefolia Schott.	0.026	0.018	1.43
35	Solanum dulcamara L.	0.021	0.014	1.58
36	Euphorbia cyparissias L.	0.027	0.018	1.50
37	Asphodelus luteus L.	0.034	0.026	1.28
39	Maclura aurantiaca Nutt.	0.022	0.016	1.38
41	Plantago media L.	0.026	0.021	1.25
43	Betula alba L.	0.029	0.018	1.64
44	Rhododendron hirsutum L.	0.034	0.029	1.19
46	Isatis tinctoria L.	0.024	0.018	1.29
47	Ilex Aquifolium L. var. γ) variegatum	0.028	0.025	1.13
48	Notobasis syriaca Cass.	0.026	0.016	1.67
49	Berberis vulgaris L.	0.033	0.022	1.49
50	Theophrasta Jussieui Lindl.	0.029	0.029	1.00
51	Pinus balsamea L.	0.047	0.031	1.51
53	Amarantus caudatus L. β) pallidiflorus	0.021 O. 0.016 U.	0.018 0.016	1.14 1.00
54	Ilex alcycorne hort. Hooib.	0.029	0.024	1.20
55	Panicum palmatifolium Poir.	0.025	0.006	3.88
56	Triaenodendron caspicum Endl.	0.034	0.019	1.80
57	Pisum sativum L.	0.024	0.017	1.38
58	Aralia integrifolia h. Leop.	0.034	0.031	1.09
59	Ruellia picta Lodd.	0.029	0.018	1.64
60	Ilex cassine h. Leop.	0.029	0.025	1.17
	——————— (jung)	0.025	0.022	1.14
61	Buxus sempervirens L.	0.032	0.031	1.09

No.	Name der Pflanze.	L.	B.	A.
62	Astragalus maximus Willd.	0.032 O. 0.028 U.	0.026 0.022	1.21 1.26
64	Prunus mahaleb L.	0.021—0.029	0.016—0.024	1.22—1.50
66	Gastonia palmata Roxb.	0.024	0.018	1.29
67	Amarantus caudatus L.	0.012 O. 0.026 U.	0.012 0.017	1.00 1.56
68	Asclepias incarnata L.	0.026	0.018	1.43
70	Datura stramonium L.	0.032	0.026	1.20
71	Brexia madagascariensis Aub. Th.	0.029	0.026	1.10
72	Genista germanica L.	0.033	0.023	1.40
73	Polygonatum vulgare Red.	0.024	0.026	1.11
74	Amarantus hybridus L.	0.022	0.018	1.21
76	Silene inflata L.	0.033	0.021	1.56
77	Taxus baccata L.	0.045	0.032	1.41
78	Zea mais L.	0.037	0.029	1.27
79	Atraphaxis spinosa L.	0.037 O. 0.034 U.	0.026 0.022	1.45 1.53
81	Ilex Cunninghami Hort.	0.032	0.025	1.20
82	Orobus vernus L.	0.013—0.040	0.011—0.021	1.25—1.57
83	Amarantus speciosus Sims.	0.021	0.016	1.33
84	Amygdalus communis L. var. variegata	0.042	0.026	1.61
85	Ilex Thunbergii h. Leopol.	0.032	0.026	1.23
	——————— (jung)	0.032	0.026	1.23
86	Gleditschia triacanthos L. var. purpurea	0.038	0.026	1.42
87	Ficus elastica L. (jünger)	0.028	0.019	1.47
88	Ribes aureum L.	0.036	0.025	1.48
89	Clematis viticella L.	0.040	0.026	1.53
90	Hieracium foliosum W. et K.	0.042	0.024	1.78
91	Populus monilifera Ait.	0.033 O. 0.031 U.	0.017 0.013	1.97 2.33
92	Ilex Brunoni h. Leop.	0.034	0.029	1.17
	———— (jung)	0.029	0.026	1.11
93	Aralia quinquessia h. Leop.	0.040	0.032	1.25
94	Gentiana cruciata L.	0.040	0.033	1.20
95	Saururus speciosus h. Vindob.	0.032	0.026	1.20

No.	Name der Pflanze.	L.	B.	A.
96	Piper magnoliaefolium Jacq.	0.024	0.021	1.13
97	Salisburia adiantifolia Sm.	0.059	0.042	1.40
98	Canna gigantea Red.	0.040	0.012	3.49
99	Hieracium aurantiacum L. β) majus	0.055 O. 0.058 U.	0.032 0.029	1.75 2.00
100	Ficus cordata Thunb.	0.030	0.026	1.15
101	Eryngium maritimum L.	0.040 O. 0.035 U.	0.027 0.026	1.42 1.35
102	Statice latifolia Sm.	0.029 O. 0.031 U.	0.021 0.021	1.37 1.47
103	Plumbago Larpentae Lindl.	0.027	0.009	3.00
104	Gypsophila perfoliata L. B) scorzoneraefolia	0.048 O. 0.045 U.	0.029 0.026	1.65 1.70
105	Acacia decipiens R. Br.	0.035 O. 0.036 U.	0.024 0.024	1.46 1.50
	——————— (jung)	0.029 U.	0.021	1.37
106	Valeriana phu L.	0.026—0.045	0.024—0.029	1.11—1.55
107	Anemopsis californica Hook.	0.032	0.026	1.20
108	Cerastium glutinosum Fr.	0.031	0.027	1.15
109	Rubia tinctorum L.	0.040	0.026	1.50
110	Aster pyrenaeus L.	0.040	0.029	1.36
111	Anemone japonica S. et Zucc.	0.047	0.034	1.38
112	Helleborus niger L.	0.042	0.040	1.07
113	Carex arenarius L.	0.033	0.029	1.14
114	Hakea pendula h. Leop.	0.032 O. 0.032 U.	0.010 0.012	3.20 2.67
115	Sequoia gigantea (jung).	0.053	0.033	1.63
116	Pinus nigra Ait.	0.042	0.027	1.50
117	Piper inaequalifolium Vahl.	0.038	0.026	1.43
118	Pinus abies L.	0.050 O. 0.052 U.	0.035 0.038	1.43 1.37
119	Ficaria ranunculoides Mch.	0.032	0.034	0.97
120	Datura stramonium L. (Blumenblatt).	0.021	0.016	1.33
121	Viscum album L.	0.055	0.063	0.88
123	Pinus nigricans Host.	0.068 O. 0.064 U.	0.045 0.045	1.51 1.42
124	—— silvestris L.	0.034	0.023	1.46

No.	Name der Pflanze.	L.	B.	A.
125	Pinus laricio Poir.	0.034	0.023	1.46
126	Anemone nemorosa L.	0.045	0.040	1.13
127	Sedum latifolium Bertol.	0.040 O. 0.039 U	0.032 0.033	1.25 1.09
128	Orchis latifolia L.	0.053	0.047	1.11
129	Pinus uncinata Ram.	0.041	0.022	1.82
130	—— australis h. Leop.	0.070 O. 0.070 U	0.043 0.045	1.63 1.55
131	Gireoudia manicata Klotzsch.	0.040	0.021	1.87
132	Lilium bulbiferum L.	0.071	0.050	1.42
133	—— (Perigon)	0.080	0.050	1.60
134	Statice incana L.	0.047 O 0.048 U.	0.029 0.031	1.60 1.50
135	Iris germanica L.	0.045	0.037	1.21
136	Begonia hydrocotylefolia Lk.	0.037	0.018	2.00
137	Araucaria Biddwilli Hort.	0.051	0.029	1.78
138	Galanthus nivalis L.	0.034	0.022	1.53
139	Pritzelia zebrina Kl.	0.037	0.018	2.00
140	Colchicum autumnale L.	0.024	0.021	
141	Arenaria grandiflora L.	0.032	0.022	1.42
142	Araucaria imbricata Pav.	0.051 O. 0.053 U.	0.030 0.031	1.70 1.71
	—— (jünger)	0.053 (O)	0.029	1.83
143	Piper amplexifolium Lk.	0.034	0.024	1.44
144	Caltha palustris L.	0.042	0.034	1.23
	—— (Blumenblatt).	0.042	0.034	1.23
145	Piper blandum Jacq.	0.042	0.029	1.45
146	—— pulchellum Ait.	0.032	0.026	1.20
147	Veratrum album L.	0.059	0.055	1.07
148	Talinum calycinum Engelm.	0.032	0.021	1.50
149	Begonia quinquefolium h. Vindob.	0.040	0.024	1.67
150	Pinus cedrus L.	0.055	0.034	1.64
	—— (jung)	0.042	0.026	1.60
151	Rhodea japonica Bl.	0.050	0.050	1.00
152	Orchis militaris L.	0.061	0.053	1.15
153	Tradescantia subaspera Gawl.	0.066	0.037	1.79

No.	Name der Pflanze.	L.	B.	A.
154	Gagea lutea Schult.	0.071	0.045	1.59
155	Avena sativa L.	0.054 O. 0.060 U.	0.035 0.050	1.54 1.20
156	Secale cereale L.	0.051	0.029	1.76
157	Amaryllis odoratissima Parm.	0.045	0.040	1.13
158	Asarum europaeum L. (jung)	0.032	0.032	1.00
159	Amaryllis formosissima L.	0.074	0.079	0.93
160	Rhipsalis crispata Pfeiff.	0.026	0.024	1.22
161	Stellaria media Sm.	0.029	0.026	1.10
162	Primula auricula L.	0.040	0.032	1.25
163	Broussonetia papyrifera Vent. var. cucullata	0.029	0.018	1.57
164	Elymus sabulosus M. Bieb.			
165	Pinus strobus L. Oberseite 1.	0.054	0.032	1.69
	— — — — — 2.	0.049	0.037	1.32
166	Nymphaea alba L.	0.026	0.022	1.20
167	— — thermalis DC.	0.021	0.016	1.31

III. Tabelle.

Area Einer Spaltöffnung als Ellipse gerechnet (A) in Theilen eines Millimeters.

NB. Die Columne Z enthält die Anzahl der auf 1 □ mm stehenden Spaltöffnungen der Vergleichnng wegen beigefügt.

I. Oberseite des Blattes.

Name der Pflanze.	A.	Z.
Amarantus caudatus L.	0.000114	171
Mimosa pudica L.	0.000119	138
——— ——— (Keimblatt)	0.000367	284
Plumbago Larpentae Lindl.	0.000190	41
Solanum dulcamara L.	0.000231	60
Hakea pendula h. Leop.	0.000241	78
Nymphaea thermalis DC.	0.000264	625
Amarantus speciosus Sims.	0.000264	84
——— caudatus L. β) pallidiflorus	0.000297	149
——— hybridus L.	0.000312	110

Name der Pflanze.	A.	Z.
Pisum sativum L.	0.000320	101
Notobasis syriaca Cass.	0.000327	145
Isatis tinctoria L.	0.000339	214
Brassica palustris Piron.	0.000368	309
Asclepias incarnata L.	0.000368	67
Canna gigantea Red.	0.000377	42
Colchicum autumnale L.	0.000396	41
Broussonetia papyrifera Vent. var. cucullata	0.000402	34
Populus monilifera Ait.	0.000441	89
Nymphaea alba L.	0.000450	460
Statice latifolia Sm.	0.000478	98
Valeriana phu L. (kleinste Spaltöffn.)	0.000490	69
——————— (grösste Spaltöffn.)	0.001025	69
Rhipsalis crispata Pfeiff.	0.000490	10
Talinum calycinum Engelm.	0.000528	34
Silene inflata L.	0.000544	71
Arenaria grandiflora L.	0.000553	94
Rhamnus Pallasii F. et Mey.	0.000566	51
Galanthus nivalis L.	0.000588	30
Stellaria media Sm.	0.000592	128
Althaea mexicana Kze.	0.000593	268
Helianthus annuus L.	0.000614	175
Pinus silvestris L.	0.000614	50
—— laricio Poir.	0.000614	51
Astragalus maximus Willd.	0.000653	52
Datura stramonium L.	0.000653	114
Anemopsis californica Hook.	0.000655	98
Cerastium glutinosum Fr.	0.000658	69
Acacia decipiens R.Br.	0.000659	103
Populus dilatata Ait.	0.000660	55
Asphodelus luteus L.	0.000694	284
Pinus uncinata Ram.	0.000708	69
Atraphaxis spinosa L.	0.000756	112
Hieracium foliosum W. et K.	0.000791	21
Zea mais L.	0.000843	94
Eryngium maritimum L.	0.000848	118
Pinus nigra Ait.	0.000890	31
Aster pyrenaeus L.	0.000911	35

Name der Pflanze.	A.	Z.
Sedum latifolium Bertol.	0.001005	50
Primula auricula L.	0.001005	101
Statice incana L.	0.001070	75
Araucaria imbricata Pav.	0.001210	46
——— (jung)	0.001193	46
Gypsophila perfoliata L. var. scorzoneraefolia.	0.001094	103
Pinus abies L.	0.001374	88
Hieracium aurantiacum L. β) majus	0.001304	20
Pinus strobus L. Oberseite 1.	0.001367	142
——— Oberseite 2.	0.001496	126
Iris germanica L.	0.001409	65
Amaryllis odoratissima Parm.	0.001470	32
Avena sativa L.	0.001474	48
Pinus cedrus L.	0.001918	62
Tradescantia subaspera Gawl.	0.001958	7
Pinus australis h. Leopol.	0.002363	79
——— nigricans Host.	0.002400	82
Orchis latifolia L.	0.002511	20
Gagea lutea Schult.	0.002511	27
Visum album L.	0.002722	71
Amaryllis formosissima L.	0.004589	17
II. Unterseite des Blattes.		
Orobus vernus L. kleinste Spaltöffn.	0.000113	148
——— grösste Spaltöffn.	0.000660	148
Morus alba L. kleinste Sp.	0.000114	480
——— grösste Sp.	0.000478	480
Panicum palmatifolium Poir.	0.000118	223
Fraxinus ornus L. kleinste Spaltöffn.	0.000183	317
——— grösste Spaltöffn.	0.000593	317
Plumbago Larpentae Lindl.	0.000197	101
Amarantus caudatus L. β) pallidiflorus	0.000201	225
Solanum dulcamara L.	0.000231	263
Celtis orientalis L.	0.000245	616
Ficus benjamina L.	0.000255	387
Solanum argenteum Dun.	0.000264	279
Amarantus speciosus Sims.	0.000264	148
Datura Stramonium L. Blumenblatt	0.000264	76

Name der Pflanze.	A.	Z.
Datura Stramonium L. Blatt	0.000653	180
Prunus mahaleb L. kleinste Spaltöffn.	0.000264	204
——————— grösste Spaltöffn.	0.000547	204
Acer platanoides L.	0.000272	550
Maclura aurantica Nutt.	0.000277	251
Rhamnus Pallasii F. et Mey. kleinste Spaltöffn.	0.000294	315
——————— grösste Spaltöffn.	0.000560	315
Ficus venosa Willd.	0.000297	447
Vinca minor L. var. variegata	0.000302	405
Hydrangea quercifolia Bertr.	0.000307	330
Mimosa pudica L. Blatt	0.000307	302
Mimosa pudica L. junges Blatt	0.000174	617
Mimosa pudica L. Keimblatt	0.000374	200
Populus monilifera Ait.	0.000317	131
Acer pseudoplatanus L.	0.000320	400
Pisum sativum L.	0.000320	216
Amarantus hybridus L.	0.000321	168
Styphnolobium japonicum Schott.	0.000322	438
Hakea pendula h. Leop.	0.000327	83
Notobasis syriaca Cass.	0.000327	229
Juglans nigra L.	0.000339	461
Isatis tinctoria L.	0.000339	231
Gastonia palmata Roxb.	0.000339	193
Amarantus caudatus L.	0.000348	193
Syringa vulgaris L.	0.000352	330
Ficus adhatodaefolia Schott.	0.000368	264
Asclepias incarnata L.	0.000368	191
Canna gigantea Red.	0.000377	120
Quercus pedunculata Ehrh.	0.000377	438
Euphorbia cyparissias L.	0.000382	259
Tilia glabra Vent.	0.000388	357
Brassica palustris Piron.	0.000388	300
Colchicum autumnale L.	0.000396	47
Olea europaea L.	0.000396	625
——————— (jung)	0.000338	1072
Piper magnoliaefolium Jacq.	0.000396	123
Ruellia picta Lodd.	0.000410	212
Betula alba L.	0.000410	237

Name der Pflanze.	A.	Z.
Vinca minor L.	0.000411	477
Ficus elastica L. (jünger)	0.000418	260
Plantago media L.	0.000429	243
Begonia hydrocotylefolia Lk.	0.000446	56
Buxus sempervirens L.	0.000453	208
Fraxinus tamariscifolia Vahl.	0.000463	600
Astragalus maximus Willd.	0.000484	207
Valeriana phu L. kleinste Spaltöffn.	0.000490	95
——————— grösste Spaltöffn.	0.001025	95
Polygonatum vulgare Red.	0.000490	175
Rhipsalis crispata Pfeiff.	0.000490	12
Quercus cerris L.	0.000494	428
Triaenodendron caspicum Endl.	0.000508	218
Statice latifolia Sm.	0.000511	106
Ailantus glandulosa Desf.	0.000518	386
Pritzelia zebrina Klotzsch.	0.000524	51
Ilex aquifolium L.	0.000527	276
Talinum calycinum Engelm.	0.000528	34
Silene inflata L.	0.000545	166
Populus dilatata Ait.	0.000545	270
Ilex alcycorne h. Leop.	0.000546	224
Ilex aquifolium L. γ) variegatum	0.000549	230
Juglans regia L.	0.000550	299
Arenaria grandiflora L.	0.000553	46
Ilex cassine h. Leop.	0.000569	212
——————— (jung).	0.000432	403
Berberis vulgaris L.	0.000570	229
Althaea mexicana Kze.	0.000572	317
Galantus nivalis L.	0.000588	55
Atraphaxis spinosa L.	0.000588	157
Brexia madagascariensis Aub. Th.	0.000593	178
Genista germanica L.	0.000597	176
Ficus cordata Thunb.	0.000613	108
Pinus silvestris L.	0.000614	71
—— laricio Poir.	0.000614	71
Helianthus annuus L.	0.000614	325
Ilex Cunninghami Hort.	0.000628	152
Piper amplexifolium Lk.	0.000633	44

Name der Pflanze.	A.	Z.
Piper pulchellum Ait.	0.000653	41
Anemopsis californica Hook.	0.000653	94
Pittosporum tobira Ait.	0.000653	382
——————— (jung)	0.000545	496
Saururus speciosus h. Vindob.	0.000653	124
Ilex Thunbergii h. Leopol.	0.000655	146
Cerastium glutinosum Fr.	0.000657	88
Theophrasta Jussieui Lindl.	0.000660	228
Gireoudia manicata Klotzsch.	0.000660	62
Acacia decipiens R. Br.	0.000668	96
——————— (jung)	0.000478	153
Asphodelus luteus L.	0.000694	257
Ribes aureum L.	0.000707	145
Pinus uncinata Ram.	0.000709	66
Eryngium maritimum L.	0.000714	108
Platanus occidentalis L.	0.000735	278
Carex arenarius L.	0.000751	85
Begonia quinquefolium h. Vindob.	0.000754	32
Ilex Brunoni h. Leopol.	0.000774	130
——————— (jung)	0.000591	270
Rhododendron hirsutum L.	0.000775	237
Gleditschia triacanthos L. var. purpurea	0.000777	146
Piper inaequalifolium Vahl.	0.000777	82
Hieracium foliosum W. et K.	0.000791	135
Geranium Robertianum L. (Minimum)	0.000811	297
Asarum europaeum L. (jung)	0.000811	104
Clematis viticella L.	0.000817	142
Rubia tinctorum L.	0.000817	88
Aralia integrifolia h. Leop.	0.000829	213
Zea mais L.	0.000843	158
Ficaria ranunculoides Mch.	0.000855	78
Amygdalus communis L. var. variegata	0.000858	147
Pinus nigra Ait.	0.000891	82
Aster pyrenaeus L.	0.000910	88
Gypsophila perfoliata L. β) scorzoneraefolia	0.000920	98
Piper blandum Jacq.	0.000957	41
Aralia quinquessia h. Leop.	0.001005	129
Sedum latifolium Bertol.	0.001012	67

Name der Pflanze.	A.	Z.
Gentiana cruciata L.	0.00103 7	127
Caltha palustris L.	0.001122	43
——————— (Blumenblatt)	0.001122	44
Geranium Robertianum L. (Maximum)	0.001130	297
Taxus baccata L.	0.001132	166
Araucaria Biddwillii Hort.	0.001161	57
Secale cereale L.	0.001169	23
Pinus balsamea L.	0.001170	228
Statice incana L.	0.001170	60
Anemone japonica S. et Zucc.	0.001256	88
Araucaria imbricata Pav.	0.001290	45
Iris germanica L.	0.001309	58
Hieracium aurantiacum L. β) majus	0.001314	114
Helleborus niger L.	0.001320	56
Anemone nemorosa L.	0.001414	67
Amaryllis odoratissima Parm.	0.001414	25
Pinus cedrus L.	0.001470	32
——————— (jung)	0.000858	82
—— abies L.	0.001551	81
Sequoia gigantea (jung)	0.001749	82
Tradescantia subaspera Gawl.	0.001920	28
Salisburia adiantifolia Sm.	0.001947	120
Orchis latifolia L.	0.001958	67
Rhodea japonica Bl.	0.001964	29
Avena sativa L.	0.002055	27
Veratrum album L.	0.002155	40
Pinus nigricans Host.	0.002260	72
—— australis h. Leop.	0.002473	62
Gagea lutea Schult.	0.002510	27
Orchis militaris L.	0.002539	29
Viscum album L.	0.002722	75
Lilium bulbiferum L.	0.002787	62
——————— (Perigon)	0.00314	16
Amaryllis formosissima L.	0.00459	15

IV. Tabelle.

Der von Spaltöffnungen (auf 1 □mm Blattfläche) bedeckte Raum in Theilen eines Millimeters, d. i. die Area sämmtlicher auf 1 □mm stehenden Spaltöffnungen = F.

NB. Z. hat die Bedeutung der Tabelle III.

I) Oberseite des Btattes.

Name der Pflanze.	F.	Z.
Rhipsalis crispata Pfeiff.	0.0049	10
Plumbago Larpentae Lindl.	0.0078	41
Tradescantia subaspera Gawl.	0.0134	7
Broussonetia papyrifera Vent. var. cucullata	0.0137	34
Colchicum autumnale L.	0.0162	41
Solanum dulcamara L.	0.0139	60
Canna gigantea Red.	0.0158	42
Mimosa pudica L. Blatt	0.0164	138
Mimosa pudica L. Keimblatt	0.1042	284
Hieracium foliosum W. et K.	0.0166	21
Galanthus nivalis L.	0.0176	30
Talinum calycinum Engelm.	0.0179	34
Hakea pendula h. Leop.	0.0188	78
Amarantus caudatus L.	0.0195	171
Statice incana L.	0.0203	75
Amarantus speciosus Sims.	0.0222	84
Asclepias incarnata L.	0.0247	67
Hieracium aurantiacum L. β) majus	0.0261	20
Pinus nigra Ait.	0.0276	31
Rhamnus Pallasii F. et Mey.	0.0289	51
Pinus silvestris L.	0.0307	50
—— laricio Poir.	0.0313	51
Aster pyrenaeus L.	0.0319	35
Pisum sativum L.	0.0323	101
Valeriana phu L. (Minimum)	0.0338	69
———— (Maximum)	0.0707	69
Astragalus maximus Willd.	0.0339	52
Amarantus hybridus L.	0.0343	110
Amaryllis odoratissima Parm.	0.0353	32
Populus dilatata Ait.	0.0363	55

Name der Pflanze.	F.	Z.
Silene inflata L.	0.0386	71
Populus monilifera Ait.	0.0392	89
Orchis latifolia L.	0.0392	20
Amarantus caudatus L. β) pallidiflorus	0.0443	149
Cerastium glutinosum Fr.	0.0454	69
Statice latifolia Sm.	0.0458	98
Notobasis syriaca Cass.	0.0474	145
Pinus uncinata Ram.	0.0488	69
Sedum latifolium Bertol.	0.0503	50
Arenaria grandiflora L.	0.0520	94
Araucaria imbricata Pav.	0.0556	46
——————— (jünger)	0.0547	46
Anemopsis californica Hook.	0.0643	98
Gagea lutea Schult.	0.0678	27
Acacia decipiens RBr.	0.0679	103
Avena sativa L.	0.0706	48
Isatis tinctoria L.	0.0725	214
Datura stramonium L.	0.0744	114
Stellaria media Sm.	0.0758	128
Amaryllis formosissima L.	0.0780	17
Zea mais L.	0.0792	94
Atraphaxis spinosa L.	0.0847	112
Iris germanica L.	0.0851	65
Pinus cedrus L.	0.0911	62
Eryngium maritimum L.	0.1001	118
Primula auricula L.	0.1015	101
Helianthus annuus L.	0.1074	175
Gypsophila perfoliata L. β) scorzoneraefolia	0.1127	103
Brassica palustris Piron.	0.1137	309
Pinus abies L.	0.1206	88
Althaea mexicana Kże.	0.1589	268
Nymphaea thermalis DC.	0.1650	625
Pinus australis hort. Leop.	0.1866	79
Viscum album L.	0.1933	71
Pinus strobus L. Oberseite 1.	0.1945	142
——— Oberseite 2.	0.1814	126
——— nigricans Host.	0.1968	82
Asphodelus luteus L.	0.1971	284
Nymphaea alba L.	0.2070	460

II) Unterseite des Blattes.

Name der Pflanze.	F.	Z.
Rhipsalis crispata Pfeiff.	0.0059	12
Orobus vernus L. Minimum.	0.0167	148
——— Maximum.	0.0977	148
Talinum calycinum Engelm.	0.0179	34
Colchicum autumnale L.	0.0186	47
Plumbago Larpentae Lindl.	0.0193	101
Datura stramonium L. (Blumenblatt)	0.0201	76
——— Blatt.	0.1234	189
Begonia quinquefolium h. Vindob.	0.0241	32
——— hydrocotylefolia Lk.	0.0250	56
Arenaria grandiflora L.	0.0255	46
Panicum palmatifolium Poir.	0.0263	223
Piper pulchellum Ait.	0.0268	41
Secale cereale L.	0.0269	23
Hakea pendula h. Leop.	0.0271	83
Piper amplexifolium Lk.	0.0278	44
Galanthus nivalis L.	0.0323	55
Amaryllis odoratissima Parm.	0.0353	25
Amarantus speciosus Sims.	0.0391	148
Piper blandum Jacq.	0.0392	41
Gireoudia manicata Klotzsch.	0.0409	62
Populus monilifera Ait.	0.0415	131
Pinus silvestris L.	0.0436	71
——— laricio Poir.	0.0436	71
Amarantus caudatus L. β) pallidiflorus	0.0452	225
Canna gigantea Red.	0 0452	120
Valeriana phu L. (Minimum).	0.0465	95
——— Maximum.	0.0974	95
Pinus uncinata Ram.	0.0468	66
cedrus L.	0.0471	32
——— (jung)	0.0824	96
Caltha palustris L.	0.0482	43
——— (Blumenblatt)	0.0483	44
Piper magnoliaefolium Jacq.	0.0487	123
Tradescantia subaspera Gawl.	0.0538	28
Prunus mahaleb L. Minimum.	0.0539	204

Name der Pflanze.	F.	Z.
Prunus mahaleb L. Maximum.	0.1116	204
Amarantus hybridus L.	0.0539	168
Statice latifolia Sm.	0.0542	106
Morus alba L. Minimum.	0.0547	480
—— Maximum.	0.2298	480
Avena sativa L.	0.0554	27
Rhodea japonica Bl.	0.0570	29
Cerastium glutinosum Fr.	0.0578	88
Fraxinus ornus L. Minimum.	0.0580	317
—— Maximum.	0.1880	317
Araucaria imbricata Pav.	0.0581	45
Piper inaequalifolium Vahl.	0.0587	82
Solanum dulcamara L.	0.0607	263
Anemopsis californica Hook.	0.0614	94
Carex arenarius L.	0.0638	85
Acacia decipiens RBr.	0.0651	96
—— (jung)	0.0731	153
Gastonia palmata Roxb.	0.0654	193
Ficus cordata Thunb.	0.0661	108
Araucaria Biddwilli Hort.	0.0662	57
Ficaria ranunculoides Mch.	0.0667	78
Amarantus caudatus L.	0.0672	193
Sedum latifolium Bertol.	0.0678	67
Gagea lutea Schult.	0.0678	27
Amaryllis formosissima L.	0.0689	15
Pisum sativum L.	0.0691	216
Maclura aurantiaca Nutt.	0.0695	251
Asclepias incarnata L.	0.0702	191
Statice incana L.	0.0702	60
Aconitum napellus L.	0.0703	189
Rubia tinctorum L.	0.0719	88
Pinus nigra Ait.	0.0731	82
Solanum argenteum Dun.	0.0736	279
Orchis militaris L.	0.0736	29
Notobasis syriaca Cass.	0.0749	229
Iris germanica L.	0.0759	58
Eryngium maritimum L.	0.0771	108
Isatis tinctoria L.	0.0783	231

Name der Pflanze.	F.	Z.
Aster pyrenaeus L.	0.0802	88
Saururus speciosus h. Vindob.	0.0810	124
Asarum europaeum L. (jung)	0.0836	104
Polygonatum vulgare Red.	0.0858	175
Veratrum album L.	0.0862	40
Ruellia picta Loddig.	0.0869	212
Silene inflata L.	0.0905	166
Gypsophila perfoliata L. β) scorzoneraefolia	0.0912	98
Rhamnus Pallasii F. et Mey. Minimum.	0.0926	315
——————— Maximum.	0.1764	315
Mimosa pudica L.	0.0927	302
——————— (jung)	0.1074	617
——————— (Keimblatt)	0.0748	200
Buxus sempervirens L.	0.0942	208
Styphnolobium japonicum Schott. (Minimum).	0.0942	438
——————— (Maximum).	0.1884	438
Anemone nemorosa L.	0.0947	67
Ilex Cunninghami Hort.	0.0955	152
—— Thunbergi h. Leop.	0.0956	146
——————— (jung)	0.1140	174
Betula alba L.	0.0972	237
Ficus adhatodaefolia Schott.	0.0986	264
—— benjamina L.	0.0987	387
Euphorbia cyparissias L.	0.0989	259
Astragalus maximus Willd.	0.1002	207
Ilex Brunoni h. Leop.	0.1006	130
——————— (jung)	0.1596	270
Hydrangea quercifolia Bertr.	0.1015	330
Atraphaxis spinosa L.	0.1023	157
Ribes aureum L.	0.1025	145
Genista germanica L.	0.1051	176
Brexia madagascariensis Aub. Th.	0.1056	178
Hieracium foliosum W. et K.	0.1068	135
Anemone japonica S. et Zucc.	0.1105	88
Triaenodendron caspicum Endl.	0.1107	218
Gleditschia triacanthos L. var. purpurea	0.1134	146
Helleborus niger L.	0.1135	86
Plantago media L.	0.1142	243

Name der Pflanze.	F.	Z.
Syringa vulgaris L.	0.1162	330
Brassica palustris Piron	0 1164	300
Clematis viticella L.	0.1164	142
Ficus elastica L. (jünger)	0.1187	260
Ilex cassine h. Leop.	0.1206	212
——— (jung)	0.1747	403
Vinca minor L.	0.1223	405
Ilex alcycorne h. Leop.	0.1223	224
Pinus abies L.	0.1255	81
Amygdalus communis L. var. variegata	0.1261	147
Ilex aquifolium L. γ) variegatum	0.1263	230
Acer pseudoplatanus L.	0.1280	400
Tilia glabra Vent.	0.1286	357
Aralia quinquessia h. Leop.	0.1296	129
Berberis vulgaris L.	0.1305	229
Orchis latifolia L.	0.1313	67
Gentiana cruciata L.	0.1317	127
Ficus venosa Willd.	0.1328	447
Zea mais L.	0.1332	158
Sequoia gigantea (jung)	0.1434	82
Ilex aquifolium L.	0.1454	276
Populus dilatata Ait.	0.1471	270
Acer platanoides L.	0.1496	550
Hieracium aurantiacum L. β) majus	0.1498	114
Theophrasta Jussieui Lindl.	0.1501	228
Celtis occidentalis L.	0.1502	616
Pinus australis h. Leop.	0.1532	62
Juglans nigra L.	0.1563	461
Pinus nigricans Host.	0.1627	72
Viscum album L.	0.1642	75
Juglans regia L.	0.1644	299
Quercus pedunculata Ehrh.	0.1651	438
Lilium bulbiferum L.	0.1751	62
——— (Perigon)	0.0502	16
Aralia integrifolia h. Leop.	0.1768	213
Asphodelus luteus L.	0.1784	257
Althaea mexicana Kze.	0.1813	317
Rhododendron hirsutum L.	0.1837	237

Name der Pflanze.	F.	Z.
Taxus baccata L.	0.1879	166
Vinca minor L.	0.1961	477
Helianthus annuus L.	0.1995	325
Ailantus glandulosa Desf.	0.1999	386
Platanus occidentalis L.	0.2043	278
Quercus cerris L.	0.2114	428
Salisburia adiantifolia Sm.	0.2336	120
Olea europaea L.	0.2475	625
——————— (jung)	0.3629	1072
Pittosporum tobira Ait.	0.2494	382
——————— (jung)	0.2703	496
Pinus balsamea L.	0.2660	228
Fraxinus tamariscifolia Vahl.	0.2778	600
Geranium Robertianum L.	0.3356	297

V. Tabelle.

Summe der auf der Oberseite und der Unterseite vorkommenden Spaltöffnungen; sowie die von denselben auf 1 □ ^{mm} bedeckte Fläche (F.); d. i. die durch Addition der Spaltöffnungen auf O. und U. gefundene Gesammtzahl derselben auf 1 □ ^{mm} (= Z), sowie deren Area. — Beigefügt sind die A. aus Tabelle III.

Name der Pflanze.	F.	A.	Z.
Rhipsalis crispata Pfeiff.	0.0108	0.00049	22
Begonia quinquefolium h. Vindob.	0.0241	0.00075	32
——— hydrocotylefolia Lk.	0.0250	0.00045	56
Panicum palmatifolium Poir.	0.0263	0.00012	223
Pritzelia zebrina Klotzsch.	0.0267	0.00052	51
Piper pulchellum Ait.	0.0268	0.00065	41
Plumbago Larpentae Lindl.	0.0271	0.00019	142
Piper amplexifolium Lk.	0.0278	0.00063	44
Colchicum autumnale L.	0.0348	0.00040	88
Talinum calycinum Engelm.	0.0358	0.00053	68
Piper blandum Jacq.	0.0392	0.00096	41

Name der Pflanze.	F.	A.	Z.
Gireoudia manicata Klotzsch.	0.0409	0.00066	62
Hakea pendula h. Leop.	0.0459	0.00033	161
Piper magnoliaefolium Jacq.	0.0487	0.00040	123
Galanthus nivalis L.	0.0499	0.00059	55
Rhodea japonica Bl.	0.0570	0.00196	29
Piper inaequalifolium Vahl.	0.0587	0.00078	82
Canna gigantea Red.	0.0610	0.00038	162
Amarantus speciosus Sims.	0.0613	0.00026	232
Gastonia palmata Roxb.	0.0654	0.00034	193
Ficus cordata Thunb.	0.0661	0.00061	108
Araucaria Biddwilli Hort.	0.0662	0.00116	57
Tradescantia subaspera Gawl.	0.0672	0.00192	35
Maclura aurantiaca Nutt.	0.0695	0.00028	251
Amaryllis odoratissima Parm.	0.0706	0.00141	57
Rubia tinctorum L.	0.0719	0.00082	88
Valeriana phu L.	0.0719	0.00076	164
Orchis militaris L.	0.0736	0.00254	29
Solanum dulcamara L.	0.0746	0.00023	323
Pinus laricio Poir.	0.0749	0.00061	122
—— silvestris L.	0.0743	0.00061	121
Arenaria grandiflora L.	0.0775	0.00055	140
Populus monilifera Ait.	0.0807	0.00038	220
Saururus speciosus h. Vindob.	0.0810	0.00065	124
Prunus mahaleb L.	0.0827	0.00041	204
Veratrum album L.	0.0862	0.00215	40
Amarantus caudatus L.	0.0867	0.00023	364
Ruellia picta Lodd.	0.0869	0.00041	212
Amarantus hybridus L.	0.0882	0.00032	278
———— caudatus L. β) pallidifl.	0.0895	0.00025	374
Statice incana L.	0.0905	0.00114	135
Buxus sempervirens L.	0.0942	0.00045	208
Anemone nemorosa L.	0.0947	0.00141	67
Asclepias incarnata L.	0.0949	0.00037	258
Ilex Cunninghami Hort.	0.0955	0.00063	152
Pinus uncinata Ram.	0.0956	0.00071	135
Ilex Thunbergii h. Leop.	0.0956	0.00065	146
Betula alba L.	0.0972	0.00041	237
Ficus adhatodaefolia Schott.	0.0986	0.00037	264

Name der Pflanze.	F.	A.	Z.
Ficus benjamina L.	0.0987	0.00026	387
Euphorbia cyparissias L.	0.0989	0.00038	259
Statice latifolia Sm.	0.1000	0.00049	204
Ilex Brunoni h. Leop.	0.1006	0.00077	130
Pinus nigra Ait.	0.1007	0.00089	113
Pisum sativum L.	0.1014	0.00032	317
Hydrangea quercifolia Bertr.	0.1015	0.00031	330
Ribes aureum L.	0.1025	0.00071	145
Cerastium glutinosum Fr.	0.1032	0.00066	157
Genista germanica L.	0.1051	0.00060	176
Brexia madagascariensis Aub. Th.	0.1056	0.00059	178
Mimosa pudica L.	0.1091	0.00021	440
——————— (Keimblatt)	0.1790	0.00037	484
Anemone japonica S. et Zucc.	0.1105	0.00126	88
Triaenodendron caspicum Endl.	0.1107	0.00051	218
Aster pyrenaeus L.	0.1121	0.00091	123
Araucaria imbricata Pav.	0.1128	0.00127	91
Gleditschia triacanthos L. var. purpurea	0.1134	0.00078	146
Helleborus niger L.	0.1135	0.00132	86
Syringa vulgaris L.	0.1162	0.00035	330
Clematis viticella L.	0.1164	0.00082	142
Sedum latifolium Bertol.	0.1181	0.00101	117
Ficus elastica L. (jünger)	0.1187	0.00041	260
Ilex cassine h. Leop.	0.1206	0.00057	212
Vinca minor L. var. variegata	0.1223	0.00030	405
Ilex alcycorne h. Leop.	0.1223	0.00055	224
Notobasis syriaca Cass.	0.1223	0.00033	374
Fraxinus ornus L.	0.1230	0.00039	317
Hieracium foliosum W. et K.	0.1234	0.00079	156
Anemopsis californica Hook.	0.1257	0.00066	192
Avena sativa L.	0.1260	0.00205	75
Amygdalus communis L. var. variegata	0.1261	0.00086	147
Ilex aquifolium L. γ) variegatum	0.1263	0.00055	230
Acer pseudoplatanus L.	0.1280	0.00032	400
Tilia glabra Vent.	0.1286	0.00039	357
Silene inflata L.	0.1291	0.00055	237
Aralia quinquessia h. Leop.	0.1296	0.00100	129
Berberis vulgaris L.	0.1305	0.00057	229

Name der Pflanze.	F.	A.	Z.
Gentiana cruciata L.	0.1317	0.00104	127
Ficus venosa Willd.	0.1328	0.00030	447
Acacia decipiens R. Br.	0.1330	0.00066	199
Astragalus maximus Willd.	0.1341	0.00056	259
Rhamnus Pallasii F. et Mey.	0.1345	0.00043	315
Gagea lutea Schult.	0.1356	0.00251	54
Pinus cedrus L.	0.1381	0.00147	92
Styphnolobium japonicum Schott.	0.1413	0.00031	438
Morus alba L.	0.1420	0.00030	480
Sequoia gigantea (jung)	0.1434	0.00175	82
Ilex aquifolium L.	0.1454	0.00053	276
Amaryllis formosissima L.	0.1469	0.00459	32
Acer platanoides L.	0.1496	0.00027	550
Theophrasta Jussieui Lindl.	0.1501	0.00066	228
Celtis occidentalis L.	0.1502	0.00025	616
Isatis tinctoria L.	0.1508	0.00034	445
Juglans nigra L.	0.1563	0.00034	461
Iris germanica L.	0.1610	0.00131	123
Juglans regia L.	0.1644	0.00055	299
Nymphaea thermalis DC.	0.1650	0.00026	625
Quercus pedunculata Ehrh.	0.1651	0.00038	438
Orchis latifolia L.	0.1705	0.00196	87
Lilium bulbiferum L.	0.1751	0.00279	62
Hieracium aurantiacum L. β) majus	0.1759	0.00131	134
Aralia integrifolia h. Leop.	0.1768	0.00083	213
Eryngium maritimum L.	0.1772	0.00078	226
Populus dilatata Ait.	0.1834	0.00060	325
Rhododendron hirsutum L.	0.1837	0.00077	237
Atraphaxis spinosa L.	0.1870	0.00068	269
Taxus baccata L.	0.1879	0.00113	166
Vinca minor L.	0.1961	0.00041	477
Datura stramonium L.	0.1978	0.00065	303
Ailantus glandulosa Desf.	0.1999	0.00052	386
Gypsophila perfoliata L. var.	0.2039	0.00100	201
Platanus occidentalis L.	0.2043	0.00074	278
Nymphaea alba L.	0.2070	0.00045	460
Quercus cerris L.	0.2114	0.00049	428
Zea mais L.	0.2124	0.00084	252

Name der Pflanze.	F.	A.	Z.
Brassica palustris Piron.	0.2301	0.00038	609
Salisburia adiantifolia Sm.	0.2336	0.00195	120
Pinus abies L.	0.2461	0.00146	169
Olea europaea L.	0.2475	0.00040	625
Pittosporum tobira Ait.	0.2494	0.00065	382
Pinus balsamea L.	0.2660	0.00117	228
Fraxinus tamariscifolia Vahl.	0.2778	0.00046	600
Helianthus annuus L.	0.3069	0.00061	500
Pinus australis h. Leop.	0.3398	0.00242	141
Althaea mexicana Kze.	0.3402	0.00058	585
Viscum album L.	0.3545	0.00272	146
Pinus nigricans Host.	0.3595	0.00233	154
Asphodelus luteus L.	0.3755	0.00069	541

VI. Tabelle *).

Die beobachteten absoluten Maxima und Minima der Anzahl, Länge und Breite der Spaltöffnungen unter 15—20 einzelnen Abmessungen. O = Obere Blattfläche, U = Untere Blattfläche.

Name der Pflanze.	Anzahl		Länge		Breite	
	O.	U.	O.	U.	O.	U.
Avena sativa L.	4—11	3—8	0.048—0.061	0.051—0.061	0 032—0.038	0.042—0 054
Panicum palmatifolium Poir.	ø	28—42	ø	0.024	ø	0 018—0.021
Secale cereale L.	—	2—5	—	0.051—0.053	—	0.026—0.029
Carex arenarius L.	ø	11—16	ø	0.029—0.035	ø	0 026—0 032
Tradescantia subaspera Gawl.	1—2	3—6	gleich U.	0.064—0.067	gleich U.	0.035—0.038
——————— (jung)	—	—	gleich U.	0.026—0.037	gleich U.	0.026—0 039
Veratrum album L.	ø	4—10	ø	0.046—0.067	ø	0.046—0.067
Gagea lutea Schult.	3—8	3—8	0.063—0 084	—	0.036—0 045	—
Asphodelus luteus L.	39—47	36—40	—	0.032—0.037	—	0 026—0 032
Lilium bulbiferum L.	ø	5—12	ø	0.064—0.080	ø	0 048—0 054
——————— (Perigon)	—	1—4	—	0.080—0.082	—	0 045—0.051
Polygonatum vulgare Red.	—	16—27	—	0.024—0.029	—	0.025—0.027
Rhodea japonica Bl.	ø	2—7	ø	0.042—0.050	ø	0 039—0.050

*) Die Werthe der O und U in dieser Tabelle sind für die Anzahl der Spaltöffnungen die direkten Beobachtungswerthe; d. h. die Anzahl der auf Einem Gesichtsfelde des Mikroskopes beobachteten Spaltöffnungen. Mit 67 multiplicirt geben diese Zahlen die Anzahl der Spaltöffnungen auf 1 □ mm. Länge und Breite sind in Theilen eines Millimeters ausgedrückt.

Name der Pflanze.	Anzahl		Länge		Breite	
	O.	U.	O.	U.	O.	U.
Iris germanica L.	6—13	5—14	gleich U.	0.037—0.045	gleich U.	0.037—0.042
Amaryllis odoratissima Parm.	3—7	2—7	———	0.042—0.048	———	0.037—0.040
Galanthus nivalis L.	3—6	6—11	———	0 032—0.039	———	0.021—0.026
Orchis latifolia L.	3—4	8—13	———	0.045—0 055	———	0.045—0.055
Canna gigantea Desf. (Red.).	5	17—19	—	0.029—0.032	—	0.011—0.016
Araucaria Biddwilli Hort.	ø	4—12	ø	0.045—0.064	ø	0.026—0.032
——— imbricata Pav.	4—9	—	0.048—0 058	—	0.029—0.032	—
——— (jung)	5—8	5—8	0.048—0.058	0.051—0.054	0.029—0.032	0.029—0.032
Pinus abies L.	9—17	9—16	0.045—0.054	0.045—0 054	0 032—0.038	0.035—0.038
——— australis h. Leop.	9—14	7—11	0.064—0.080	0.064—0 080	0.038—0.051	0.042—0.048
——— balsamea L.	ø	29—40	ø	0.046—0.054	ø	0.026—0.032
——— cedrus L.	3—12	5—11	gleich U.	0.045—0.063	gleich U.	0.026—0.039
——— (jung)	—	7—12	———	0.042—0 051	———	0.027—0.033
——— nigra Ait.	9—14	15—26	———	0.034—0.042	———	0.026—0.029
——— nigricans Host.	9—16	9—11	0.057—0.080	0 054—0.071	0 035—0.064	0.038—0.048
——— silvestris L.	5—12	7—12	—	0.026—0 034	—	0.021—0.024
——— uncinata Ram.	7—13	7—12	—	0.034—0 042	—	0.018—0.024
——— Strobus L. O_1	19—22	ø	0.048—0.061	ø	0.032—0.035	ø
——— O_2	17—20	ø	0.038—0.061		0.037—0.038	
Sequoia gigantea (jung).	ø	8—16	ø	0 048—0 061	ø	0.026—00.38

Name der Pflanze.	Anzahl		Länge		Breite	
	O.	U.	O.	U.	O.	U.
Salisburia adiantifolia Sm.	ø	12—19	ø	0.059—0.073	ø	0.042—0.051
Taxus baccata L.	ø	14—38	ø	0.045—0.051	ø	0.032—0.039
Piper amplexifolium Lk.	ø	5—9	ø	0.032—0 034	ø	0.024
—— blandum Jacq.	ø	4—8	ø	0.039—0.045	ø	0.026—0.029
—— inaequalifolium Vahl.	ø	8—15	ø	0.032—0.038	ø	0.021—0.032
—— magnoliaefolium Jacq.	ø	17—20	ø	0.021—0.026	ø	0 021
—— pulchellum Ait.	ø	4—8	ø	0.027—0.032	ø	0.024—0.026
Anemopsis californica Hook.	11—19	11—19	gleich U.	0.024—0.032	gleich U.	0 024—0.029
Saururus speciosus hort. Vindob.	ø	16—20	ø	0.026—0.037	ø	0.021—0.026
Betula alba L.	ø	33—38	ø	0.029—0.036	ø	0.018—0.024
Quercus cerris L.	ø	48—73	ø	0.030—0.036	ø	0.021—0.027
—— pedunculata Ehrh.	ø	58—72	ø	0.030—0.036	ø	0.015—0 021
Celtis occidentalis L.	ø	77—115	ø	0.024—0.030	ø	0.013—0.018
Broussonetia papyrifera Vent. var. cucullata	1—11	—	0 029—0.036	—	0 018—0 024	—
Ficus adhatodaefolia Schott.	ø	33—42	ø	0.021—0.026	ø	0.016—0.018
—— benjamina L.	ø	45—64	ø	0.018—0.021	ø	0.016—0.018
—— cordata Thunb.	ø	14—20	ø	0.026—0.037	ø	0.021—0.029
—— elastica L.	ø	35—42	ø	0.027—0.030	ø	0 016—0.022
—— venosa Willd.	ø	60—75	ø	0 018—0.021	ø	0.016—0.018
Maclura aurantiaca Nutt.	ø	31—44	ø	0 021—0 024	ø	0.013—0 016

Name der Pflanze.	Anzahl		Länge		Breite	
	O.	U.	O.	U.	O.	U.
Morus alba L.	ø	58—101	ø	0.018—0.035	ø	0.008—0.024
Platanus occidentalis L.	ø	26—57	ø	0.036—0.048	ø	0.026—0 033
Populus dilatata Ait.	4—13	23—47	0 035—0.042	0.030—0.042	0.024	0.021—0.024
——— monilifera Ait.	10—17	17—22	0.033—0.042	0.031—0.039	0.017—0 024	0.012—0.021
Atraphaxis spinosa L.	14—18	21—27	0.033—0.045	0.034—0.039	0.026—0.030	0.018—0.027
Amarantus caudatus L.	24—28	26—30	0.010—0.018	0.018—0.026	0.010—0.016	0 013—0.018
——— β) pallidiflorus	20—26	31—38	0.013—0.017	0.018—0.024	0.010—0.013	0.016—0 021
——— hybridus L.	13—19	22—27	gleich U.	0.016—0.022	gleich U.	0.016—0.021
——— speciosus Sims.	10—14	21—22	———	0.018—0.024	———	0.013—0.018
Hakea pendula h. Leop.	9—15	9—15	0.032—0.035	0.032—0.036	0.006—0.013	0 010—0.013
Asarum europaeum L. (jung)	—	15—19	—	0.030—0.033	—	0.030—0 033
Plantago media L.	—	32—40	—	0.021—0.026	—	0.018—0.021
Valeriana phu L.	8—13	9—17	—	0.026—0.045	—	0 021—0 032
Plumbago Larpentae Lindl.	6—7	14—16	—	0.026—0.029	—	0.009—0.016
Statice incana L.	8—13	7—13	0.047—0 061	0.048—0.063	0 027—0 033	0 030—0.042
——— latifolia Sm.	13—17	14—18	0.029—0.039	0.031—0.036	0 021—0.027	0 021—0 027
Aster pyrenaeus L.	4—7	11—15	—	0.032—0.040	—	0.026—0 029
Helianthus annuus L.	21—30	39—60	—	0 034—0.037	—	0.021—0.024
Hieracium aurantiacum L. β) majus	1—6	14—22	0.055—0.066	0.058—0.068	0.032—0.042	0.029—0.036
——— foliosum W. et K.	3—6	18—24	—	0.042—0.055	—	0.024—0.030

Name der Pflanze.	Anzahl		Länge		Breite	
	O.	U.	O.	U.	O.	U.
Notobasis syriaca Cass.	21—23	32—36	gleich U.	0.024—0.029	gleich U.	0.016—0.024
Fraxinus ornus L.	ø	40—50	ø	0.018—0.029	ø	0.013—0 026
——— tamariscifolia Vahl.	ø	76—106	ø	0.028—0.036	ø	0.021—0.027
Olea europaea L.	ø	76—101	ø	0.024—0.027	ø	0.019
——— (jung)	ø	155	ø	0.022—0.024	ø	0.019
Syringa vulgaris L.	ø	46—57	ø	0.022—0.035	ø	0.013—0.022
Vinca minor L.	ø	57—95	ø	0.029—0.033	ø	0.018—0.024
——— var. variegata	ø	48—60	ø	0.018—0.024	ø	0.013—0 018
Asclepias incarnata L.	9—11	25—28	—	0.024—0.029	—	0.013—0.018
Gentiana cruciata L.	ø	16—23	ø	0.037—0.040	ø	0.032—0.034
Myoporum viscosum h. Leop.	ø	33—47	ø	—	ø	—
Datura stramonium L.	15—19	24—31	0 034—0.039	0.026—0.034	0.024—0.037	0.024—0.026
——— Blumenblatt.	9—14	9—14	—	0.018—0.022	—	0.013—0.018
Solanum dulcamara L.	7—13	35—45	—	0.018—0.026	—	0.013—0.018
——— argenteum Dun.	ø	32—39	ø	0.021—0.024	ø	0.016—0.021
Ruellia picta Lodd.	ø	29—35	ø	0.024—0 032	ø	0.016—0.021
Theophrasta Jussieui Lindl.	ø	31—37	ø	0.027—0 035	ø	0.027—0.032
Rhododendron hirsutum L.	ø	26—40	ø	0.034—0.037	ø	0.024—0.033
Eryngium maritimum L.	14—21	10—22	0.040—0.045	0.035—0.045	0.027—0.033	0.026—0.036
Aralia integrifolia h. Leop.	ø	27—38	ø	0.032—0.038	ø	0.029—0.032

Name der Pflanze.	Anzahl		Länge		Breite	
	O.	U.	O.	U.	O.	U.
Aralia quinquessia h. Leop.	ø	16—23	ø	0.038—0.048	ø	0.026—0.032
Gastonia palmata Roxb.	ø	26—31	ø	0.018—0.024	ø	0.016—0.021
Viscum album L.	8—10	7—13	0.053—0.061	—	0.053—0.066	—
Sedum latifolium Bertol.	6—10	9—11	0.040—0.045	0.037—0.039	0.017—0.024	0 021—0.024
Hydrangea quercifolia Bertr.	ø	48—49	ø	0.019—0 022	ø	0.019—0.022
Brexia madagascariensis Aub. Th.	ø	18—30	ø	0.026—0.032	ø	0.021—0.026
Ribes aureum L.	ø	21—24	ø	0.036—0.042	ø	0.024—0.030
Anemone nemorosa L.	—	9—11	gleich U.	0.037—0.045	gleich U.	0.037—0.040
Caltha palustris L. (Blumenblatt.)	—	3—9	—	—	—	—
Clematis viticella L.	ø	18—27	ø	0.039—0.045	ø	0 026—0.030
Ficaria ranunculoides Mch.	—	8—13	—	0 026—0.034	—	0.029—0.034
Helleborus niger L.	ø	11—14	ø	0.042—0.047	ø	0.034—0.040
Berberis vulgaris L.	ø	29—45	ø	0.033—0.042	ø	0.022—0 027
Brassica palustris Piron.	42—48	36—55	0.026—0 030	0.026—0.036	0.018—0 028	0 019—0.024
Isatis tinctoria L.	29—35	30—40	—	0.021—0.026	—	0.016—0.018
Nymphaea alba L.	65—71	ø	0.021—0.026	ø	0.018—0.024	ø
——— thermalis DC.	82—100	ø	0.019—0.022	ø	0.014—0.019	ø
Begonia hydrocotylefolia Lk.	ø	7—11	ø	0.029—0.037	ø	0 016—0 021
Gireoudia manicata Klotzsch.	ø	5—11	ø	0.035—0.043	ø	0.016—0.021
Pritzelia zebrina Klotzsch.	ø	6—9	ø	0 037—0.039	ø	0.018—0.024

Name der Pflanze.	Anzahl		Länge		Breite	
	O.	U.	O.	U.	O.	U.
Talinum calycinum Engelm.	—	3—6	—	0.029—0.034	—	0 021
Arenaria grandiflora L.	9—20	3—10	—	0 029—0.034	—	0.021—0.026
Cerastium glutinosum Fr.	8—12	11—15	—	0.026—0.037	—	0.026—0.029
Gypsophila perfoliata L. β) scorzoneraefolia	6—16	9—13	0.035—0.057	0.048—0.051	0.029—0.036	0.026—0.039
Silene inflata L.	8—12	18—29	—	0.029—0.034	—	0.018—0.021
Stellaria media Sm.	—	18—20	—	0.026—0.032	—	0.024—0.026
Althaea mexicana Kze.	27—41	40—50	0 029—0.033	0.028—0.030	0.026—0 030	0.026—0.027
Tilia glabra Vent.	ø	33—58	ø	0.029—0.033	ø	0.013—0.021
Acer pseudoplatanus L.	ø	43—72	ø	0.024—0.027	ø	0.017—0.021
Pittosporum tobira Ait.	ø	54—60	ø	0.027—0.035	ø	0.024—0.030
——— (jung)	ø	64—77	ø	0 019—0.030	ø	0.019—0.027
Buxus sempervirens L.	ø	25—35	ø	0.030—0.039	ø	0.030—0.039
Euphorbia cyparissias L.	ø	33—48	ø	0.027—0.033	ø	0.018—0.021
Ilex aquifolium L.	ø	37—45	ø	0.027—0 030	ø	0.022—0.027
——— γ) variegatum	ø	31—37	ø	0.027—0.030	ø	0 024—0 027
—— alcycorne h. Leop.	ø	30—41	ø	0 027—0.032	ø	0.019—0.024
—— Brunoni h. Leop.	ø	17—21	ø	0 032—0.035	ø	0.028—0.032
——— (jung)	ø	40—43	ø	0.027—0.032	ø	0.026—0.032
—— cassine Ait.	ø	27—37	ø	0.027—0.032	ø	0.024—0.027
——— (jung)	ø	56—63	ø	0.022—0.030	ø	0.019—0.024

Name der Pflanze.	Anzahl		Länge		Breite	
	O.	U.	O.	U.	O.	U.
Ilex Cunninghami h. Leop.	ø	21—25	ø	0 027—0 035	ø	0 022—0.027
—— Thunbergi h. Leop.	ø	15—27	ø	0.030—0.035	ø	0 024—0 030
———— (jung)	ø	21—30	ø	0.030—0 035	ø	0.024—0 027
Rhamnus Pallasii F. et Mey.	4—11	11—17	0.030—0.039	0.022—0.039	0.024—0.030	0.017—0.024
Juglans nigra L.	ø	53—97	ø	0.024—0.033	ø	0.018—0.027
———— regia L.	ø	33—59	ø	0 035—0.048	ø	0.020—0.024
Ailantus glandulosa Desf.	ø	44—82	ø	0.033—0.039	ø	0.020—0.027
Amygdalus communis L. var. variegata	ø	19—24	ø	0.042—0.061	ø	0.024—0.030
Prunus mahaleb L.	ø	28—32	ø	0.021—0.029	ø	0.013—0.024
Astragalus maximus Willd.	4—10	22—36	0.032—0.036	0.028—0.033	0.026—0.030	0.022—0.027
Genista germanica L.	ø	25—30	ø	0 033—0.039	ø	0.023—0.027
Gleditschia triacanthos L. var. purpurea	ø	21—24	ø	0.038—0.045	ø	0.024—0.030
Orobus vernus L.	—	22—24	—	0.013—0 040	—	0.010—0.021
Pisum sativum L.	12—18	30—37	—	0.021—0 024	—	0.016—0.018
Styphnolobium japonicum Schott.	ø	48—101	ø	0.021—0 027	ø	0.013—0.024
Triaenodendron caspicum Endl.	ø	24—44	ø	0.033—0.042	ø	0.019—0.024
Acacia decipiens RBr.	12—17	12—26	0.032—0.038	0.032—0.038	0.019—0.026	0.022—0.026
———— (jung)	—	20—24	—	0 026—0.032	—	0 019—0.022
Mimosa pudica L.	14—22	34—58	0.015—0.018	0.024—0.026	0.008—0 010	0.015
———— (jung).	—	—	—	0.015—0 023	—	0.008—0.012
———— (Keimblatt).	27—42	28—31	0.024—0.027	0 024—0.031	0 018	0.015—0.019

NB. Wo die Zahl der Spaltöffnungen auf Einem Gesichtsfelde des Mikroskopes 30—40 überstieg, also das Zählen

sehr beschwerlich geworden wäre, wurde ein stärkeres Okulare mit beträchtlich kleinerem Gesichtsfelde angewendet. Der Gleichförmigkeit wegen, wurde indess in der Tabelle alles auf ein und dasselbe Gesichtsfeld reducirt. Die oft grossen Differenzen sind nicht immer wirklich vorhanden, da es eben nur die Grenzwerthe sind; so ergab die Zählung der Spaltöffnungen, um ein Paar Beispiele anzuführen, folgende Zahlen: für Brassica palustris Piron: Unterseite = 26, 33, 32, 30, 28, 33, 27, 28, 35, 33, 34, 37, 36, 39, 33, 31 mit den Grenzen 26 und 39; für Populus dilatata Ait: Oberseite = 5, 6, 4, 6, 5, 8, 6, 3, 5, 5, 5, 5, 6, 7, 8, 5, 5, 6, 9, 9 mit den Grenzen 3 und 9, und doch sind die Mittelwerthe wohl verlässlich. In vielen Fällen ist freilich dies durchaus nicht der Fall.

Sucht man die in vorstehenden Tabellen niedergelegten Zahlenwerthe, welche sich auf über 160 Pflanzen der verschiedensten Familien und Lebensverhältnisse beziehen, zu einem klaren Bilde sich zusammenzusetzen, so ergiebt sich ungefähr Folgendes:

I. Anzahl der Spaltöffnungen.

Sehr zahlreiche Spaltöffnungen kommen, mit äusserst wenigen Ausnahmen (Panicum palmatifolium, Asphodelus luteus, Polygonatum vulgare etc.), nur den dicotylen Pflanzen zu; und es zeigt sich im Uebrigen so gut wie gar keine Uebereinstimmung oder Gesetzmässigkeit in der Zahl derselben.

Wenig Spaltöffnungen haben sowohl Monocotyledonen (Gagea lutea, Amaryllis formosissima, Tradescantia subaspera, Orchis militaris etc.) als Dicotyledonen (Asarum europaeum, Talinum calycinum, Begonia-Arten, Piper-Arten etc.); Pflanzen mit fleischigen (Gagea lutea, Orchis latifolia, Sedum latifolium, Amaryllis odoratissima etc.), mit lederartigen (Asarum europaeum, Araucaria-Arten, Pinus-Arten, Viscum album, Anemone nemorosa etc.), mit glatten (Gagea lutea, Orchis militaris, Asarum europaeum, Caltha palustris etc.), mit rauhen (Aster pyrenaeus, Rubia tinctorum, Arenaria grandiflora etc.), mit grossen (Orchis latifolia, Amaryllis-Arten, Begonia-Arten, Piper-Arten) und mit kleinen (Pinus-Arten, Araucaria-Arten, Rhipsalis crispata, Gagea lutea etc.), mit zahlreichen endlich (Pinus-Arten, Araucaria-Arten, Piper-Arten, Sedum-Arten etc.) und mit wenigen Blättern (Asarum europaeum, Gagea

lutea, Caltha palustris etc.). Ebenso finden sich wenig Spaltöffnungen bei Pflanzen, die auf beiden Seiten Spaltöffnungen haben (Rhipsalis crispata, Amaryllis-Arten, Gagea lutea, Asarum europaeum, Colchicum autumnale etc.), oder denen sie auf einer Seite fehlen (Rhodea japonica, Orchis militaris, Begonia-Arten, Anemone nemorosa etc.); sowohl bei Bäumen (Salisburia adiantifolia, Pinus-Arten, Araucaria-Arten, Saururus speciosus, Populus-Arten, Amygdalus communis etc.), als Sträuchen (Atraphaxis spinosa, Ribes aureum, Piper-Arten etc.) und Stauden (Amaryllis-Arten, Orchis-Arten, Arenaria grandiflora, Asarum europaeum etc.).

Viele Spaltöffnungen haben zwar beinahe ausschliesslich nur Dicotyledonen, doch kommen sie bei diesen sowohl an lederartigen (Olea europaea, Celtis occidentalis, Acer platanoides etc.), als auch, wiewohl viel seltener bei fleischigen Blättern vor (Euphorbia cyparissias, Hydrangea hortensis, Brassica-Arten etc.); sie finden sich bei glatten (Vinca minor, Ilex-Arten, Juglans-Arten, Ficus-Arten etc.) sowohl als bei rauhen (Morus alba, Geranium Robertianum, Helianthus annuus etc.), bei grossen (Acer platanoides, Ficus-Arten, Tilia-Arten etc.) und kleinen (Vinca minor, Mimosa pudica, Euphorbia cyparissias, Rhododendron hirsutum etc.); bei Pflanzen mit vielen (Juglans-Arten, Tilia glabra, Quercus-Arten, Fraxinus-Arten etc.) und bei Pflanzen mit wenig Blättern vor (Vinca minor, Ficus-Arten, Brassica-Arten, Plantago media etc.). Man trifft sie ebensowohl bei Pflanzen, welche auf beiden Seiten damit bedeckt sind (Helianthus annuus, Althaea mexicana Kze., Rhamnus Pallasii, Brassica-Arten, Populus-Arten etc.), als auch bei denen dies nur auf einer Seite der Fall ist (Celtis occidentalis, Pittosporum tobira, Acer-Arten, Ficus-Arten, Quercus-Arten etc.); endlich bei Bäumen (Quercus-, Acer-, Juglans- und Fraxinus-Arten etc.), Sträuchen (Rhamnus Pallasii, Berberis vulgaris etc.) und Stauden (Vinca minor, Helianthus annuus, Brassica-Arten, Solanum-Arten etc.).

Zeigt sich also bereits im Allgemeinen keinerlei Regel in der Spaltöffnungszahl der Gewächse, so wird dies noch deutlicher, wenn man specieller auf die Sache eingeht. Nicht nur, dass bei grösseren natürlichen Ordnungen z. B. Coniferen, Compositen, Papilionaceen, Ranunculaceen, Caryophylleen etc. in jeder derselben Pflanzen mit zahlreichen, sowie solche mit wenigen Spaltöffnungen vorkommen: zeigt sich auch, dass selbst Pflanzen eines und desselben Genus die grössten Differenzen zeigen, selbst wenn ihre Lebensweise (Boden-

feuchte, Bodengattung, Temperatur u. s. w.), soweit wir sie kennen, sehr oft die gleiche ist. So haben auf dem Raume von 1 □ mm: Aralia integrifolia 213, Aralia quinquessia 129 Spaltöffnungen; Ficus venosa hat deren 447, Ficus cordata nur 108; Populus dilatata 270, Populus monilifera 131; Pinus balsamea 228, Pinus abies 81, Pinus uncinata 66, Pinus cedrus 32; Ilex aquifolium 276, Ilex Brunoni 130; Piper magnoliaefolium 123, Piper pulchellum 41 Spaöffnungen u. s. w.

Man kann daher wohl mit Recht behaupten, die Anzahl der Spaltöffnungen sei durchaus weder an natürliche Familien noch an den anatomischen Bau der Organe (Blätter zunächst) gebunden[1]).

Fragt man übrigens nach der am häufigsten auftretenden Zahl dieser Gebilde, so hat man folgende Zusammenstellung:

Es sind unter 157 Pflanzen:

54	d. i.	nahe	$\frac{1}{3}$	mit	1—100	Spaltöffnungen	auf	1 □ mm
38	„	„	$\frac{1}{4}$	„	100—200	„	„	1 „
39	„	„	$\frac{1}{4}$	„	200—300	„	„	1 „
12	„	„	$\frac{1}{13}$	„	300—400	„	„	1 „
9	„	„	$\frac{1}{17}$	„	400—500	„	„	1 „
1	„	„	$\frac{1}{157}$	„	500—600	„	„	1 „
3	„	„	$\frac{1}{52}$	„	600—700	„	„	1 „
Ø	„	„	—	„	700—800	„	„	1 „.

Das heisst: es sind Pflanzen mit zahlreichen Spaltöffnungen seltener, als solche mit wenigen Spaltöffnungen und zwar steigt dies verhältnissmässig sehr rasch, sobald die Zahl der Spaltöffnungen 400 auf 1 □ mm erreicht hat. Im Allgemeinen sind bis 100 auf 1 □ mm oder 480 auf 1 □ Linie weitaus am häufigsten, und wenn man bis zu 200 auf 1 □ mm steigt, hat man nahe $\frac{2}{3}$ der untersuchten Pflanzen umschlossen, so dass in der That gewöhnlich überraschend wenige die Blattfläche bedecken.

Dass die Zahl der Spaltöffnungen auf 1 □ mm 650 übersteige, glaube ich, wofern man völlig erwachsene Blätter zur Untersuchung wählt, für keine Pflanze als wahrscheinlich annehmen zu dürfen, wie

---

1) Pflanzen mit dichtem Haarfilze, denen man die S. abgesprochen hat, zeigen sie fast in allen Fällen; nur die wachsartig glänzenden Oberseiten der Blätter haben sie nie. Die starke Cuticularablagerung ist indess hier nicht etwa der Grund ihres Fehlens; denn Piper rubricaule hat beinharte Epidermis und zeigt sehr schöne Spaltöffnungen, doch sind die Blätter matt, nicht glänzend.

ich anderseits das Herabsinken dieser Zahl unter 2 auf 1 □ mm weder beobachtet habe, noch für wahrscheinlich halten kann.

II. Anordnung der Spaltöffnungen.

Wie in der Zahl, findet auch in der Anordnung der Spaltöffnungen, d. h. in ihrem Auftreten auf beiden oder nur auf einer Blattfläche, durchaus keine Regelmässigkeit statt.

Spaltöffnungen auf beiden Blattflächen haben sowohl Monocotyledonen (Zea mais, Iris germanica, Galanthus nivalis, Canna gigantea, Tradescantia subaspera etc.) als Coniferen (Pinus nigra, P. abies, P. nigricans, Araucaria imbricata) und Dicotyledonen (Silene inflata, Astragalus maximus, Pisum sativum, Populus-Arten, Rhamnus Pallasii etc.), Pflanzen mit fleischigen (Sedum-Arten, Gagea lutea, Orchis-Arten, Galanthus nivalis, Piper-Arten, Amaryllis-Arten etc.), mit lederartigen (Pinus-Arten, Araucaria imbricata, Viscum album, Hakea pendula, Populus-Arten etc.); mit glatten (Populus-Arten, Asarum europaeum, Amaryllis-Arten, Galanthus nivalis, Colchicum autumnale etc.) und rauhen (Hieracium-Arten, Primula-Arten, Broussonetia papyrifera, Amaranthus-arten etc.), mit grossen (Iris germanica, Datura stramonium, Colchicum autumnale, Canna-Arten, Broussonetia papyrifera etc.) und mit kleinen Blättern (Mimosa pudica, Pinus-Arten, Araucaria-Arten, Acacia decipiens etc.); Pflanzen mit zahlreichen (Populus-, Pinus-, Araucaria- und Acacia-Arten, Rhamnus Pallasii etc.) und solche mit wenig Blättern (Hieracium-Arten, Gagea lutea, Orchis-Arten, Statice-Arten etc.), endlich Bäume[1]) (Pinus-Arten, Populus-Arten, Broussonetia papyrifera, Robinia viscosa, Acacia-Arten, Larix europaea, Juniperus-, Cupressus-, Thuja- und Melaleuca-Arten etc.), Sträuche (Atraphaxis spinosa, Rhamnus Pallasii etc.) und Stauden (Gagea lutea, Brassica-Arten, Solanum-Arten, Orchis-Arten, Isatis tinctoria, Amaranthus-Arten etc.).

Spaltöffnungen nur auf Einer Blattfläche haben wohl meist nur Dicotyledonen, und sie sind bei Monocotyledonen seltener (Carex-Arten, Panicum palmatifolium, Rhodea japonica), sie finden sich übrigens bei diesen ebensowohl, wie bei Coniferen (Taxus baccata, Pinus-Arten, Sequoia gigantea, Araucaria-Arten etc.)

1) Da man gewöhnlich den Bäumen Spaltöffnungen auf beiden Seiten abspricht, habe ich mehrere hinzugefügt, an denen ich sonst keine Messungen vorgenommen.

und Dicotyledonen (Morus alba, Ficus-, Juglans-, Quercus- und Tilia-Arten, Rubia tinctorum, Euphorbia cyparissias etc.), bei Pflanzen mit fleischigen (Hydrangea hortensis, Euphorbia cyparissias, Piper-Arten, Orchis-Arten, Gireoudia manicata etc.), mit lederartigen (Platanus occidentalis, Acer-Arten, Juglans- und Quercus-Arten etc.), mit glatten (Vinca minor, Ficus-, Ilex-, Pinus- und Araucaria-Arten etc.) und rauhen (Morus alba, Hydrangea quercifolia, Rhododendron hirsutum, Amaranthus-Arten etc.), mit grossen (Morus alba, Acer-, Ficus- und Tilia-Arten, Gentiana cruciata, Helleborus niger etc.) und kleinen Blättern (Pinus-Arten, Euphorbia cyparissias, Taxus baccata, Vinca minor, Buxus sempervirens etc.); bei Pflanzen mit zahlreichen (Celtis occidentalis, Tilia-, Pinus-, Acer-, Fraxinus- und Juglans-Arten etc.) und mit wenig Blattorganen (Vinca minor, Aralia-Arten, Anemone- und Orchis-Arten etc.); bei Bäumen (Amygdalus-, Gleditschia-, Acer-, Juglans-, Quercus- und Tilia-Arten etc.), Sträuchen (Ilex-Arten, Buxus sempervirens, Berberis vulgaris, Rhododendron-Arten etc.) und Stauden (Vinca minor, Euphorbia cyparissias, Campanula persicifolia, Rubia tinctorum, Panicum- und Carex-Arten etc.); endlich ebenso wie bei Spaltöffnungen auf beiden Blattflächen bei Pflanzen aus allen möglichen natürlichen Familien.

Mehr Spaltöffnungen auf der oberen wie auf der unteren Blattfläche findet man sowohl bei Monocotyledonen (Amaryllis formosissima, A. odoratissima, Iris germanica, Asphodelus luteus etc.), als auch bei Coniferen (Araucaria imbricata, Pinus australis, Pinus nigricans, Pinus abies etc.) und Dicotyledonen (Brassica palustris, Chenopodium ambrosioides, Eryngium maritimum, Gypsophila perfoliata, Statice incana, Asarum europaeum etc.), bei Pflanzen mit fleischigen (Amaryllis-Arten, Iris germanica etc.), mit lederartigen (Eryngium maritimum, Asarum europaeum etc.), mit glatten (Asarum europaeum, Amaryllis-Arten, Pinus-Arten etc.) und rauhen Blättern (Brassica-Arten), mit grossen (Iris germanica, Amaryllis-Arten etc.) und kleinen (Pinus-Arten, Araucaria-Arten etc.), endlich bei Pflanzen mit zahlreichen (Pinus- und Araucaria-Arten etc.) und bei solchen mit wenigen Blättern (Asarum europaeum, Brassica- und Amaryllis-Arten etc.), endlich bei Bäumen sowohl (Pinus-, Araucaria-Arten etc.) als bei Stauden (Arenaria grandiflora, Asarum europaeum etc.).

Man sucht hier vergebens nach einer Regel und specieller be-

trachtet, zeigt sich die völlige Willkürlichkeit der Anordnung noch mehr.

Zunächst zeigt sich in der Anordnung der Spaltöffnungen bei grösseren natürlichen Ordnungen keinerlei Uebereinstimmung. So haben bei den Gramineen Panicum oben keine, Zea mais, Elymus sabulosus etc. hingegen auf beiden Seiten Spaltöffnungen; von Coniferen haben Sequoia gigantea, Araucaria Biddwilli etc. oben keine, Pinus nigra, silvestris, abies, Araucaria imbricata etc. auf beiden Seiten, Pinus strobus endlich auf der Unterseite keine Spaltöffnungen; von Papilionaceen haben Genista germanica, Gleditschia triacanthos, Styphnolobium japonicum und Triaenodendron caspicum oben keine, hingegen Astragalus maximus, Robinia viscosa, Pisum sativum etc. auf beiden Seiten; von Solaneen haben Solanum argenteum etc. oben keine, Datura Stramonium etc. hingegen auf beiden Seiten; von Moreen haben Ficus-Arten, Morus alba etc. oben keine, Broussonetia papyrifera hingegen auf beiden Seiten Spaltöffnungen, u. s. w.

Pflanzen desselben genus haben oft die einen nur an der Oberseite, die anderen auf beiden Seiten, noch andere endlich nur auf der Unterseite Spaltöffnungen. — So haben Orchis latifolia dieselben auf beiden Seiten, Orchis militaris nur an der Unterseite; Araucaria imbricata hat Spaltöffnungen auf beiden Blattflächen, Araucaria Biddwilli nur auf der Unterseite; Solanum dulcamara auf beiden, Solanum argenteum nur auf der einen Seite; Pinus nigra, Pinus abies, Pinus silvestris etc. auf beiden Blattflächen, Pinus balsamea nur auf der Unter- und Pinus strobus nur auf der Oberseite der Blätter, u. s. w.

Pflanzen desselben genus haben die einen mehr auf der oberen, die anderen mehr auf der unteren Blattfläche. — So haben Brassica oleracea und lyrata deren mehr auf der Unterseite als auf der Oberseite, Brassica palustris hingegen mehr auf der Oberseite; Pinus silvestris, laricio, nigra u. s. w. haben mehr auf der unteren als auf der oberen Blattfläche, während Pinus uncinata, abies, nigricans etc. deren mehr oben als unten zeigen u. s. w.; ja Mimosa pudica hat an den Cotyledonen deren oben mehr als unten, während an den gewöhnlichen Blättern stets ihrer unten mehr als oben vorkommen u. s. w.

Kurz, man mag die Sache wie immer gruppiren, es zeigt sich keinerlei Uebereinstimmung verwandter Pflanzen, und bei den eben angeführten Beispielen, die beliebig aus der Masse herausgegriffen

sind, kommen die heterogensten Anordnungen der Spaltöffnungen auch bei Pflanzen desselben genus vor, die ganz gleiche Lebensbedingungen (Feuchte etc.) verlangen. Nur das eine ist charakteristisch, dass die höchsten Spaltöffnungsanzahlen (über 350 auf 1 □mm) ausschliesslich bei solchen Pflanzen vorkommen, denen diese Gebilde auf einer Seite fehlen, als wollte die Natur durch Zusammendrängen einer enormen Menge derselben auf der einen Blattfläche das Fehlen auf der anderen compensiren, und dass überhaupt, je zahlreicher die Spaltöffnungen auftreten, desto weniger Pflanzen sie auf beiden Blattflächen tragen. So haben unter 157 Pflanzen, bei einer Spaltöffnungszahl auf 1 □mm (Blattunterseite) von

1—100	ihrer	32	auch	auf	der	Oberseite	Spaltöffnungen
100—200	„	17	„	„	„	„	„
200—300	„	12	„	„	„	„	„
300—400	„	6	„	„	„	„	„
400—500	„	1	„	„	„	„	„
500—600	„	0	„	„	„	„	„.

Uebrigens sind Pflanzen mit Spaltöffnungen auf beiden Blattflächen gerade so häufig, wie solche, denen sie auf der einen Seite fehlen. Unter 141 Pflanzen haben ihrer 69 Spaltöffnungen auf beiden Seiten, und 72 nur auf der einen und der einzige Unterschied ist der, dass die Monocotyledonen nur ein höchst geringes Kontingent für die letztere Anordnungsart stellen.

Dass aber für gewisse Familien des Gewächsreiches bestimmte speciellere Anordnungsformen auftreten, so z. B. die lineare für Coniferen, Gramineen etc.; die gruppenförmige für Banksien, Begonien etc., ist längst bekannt. Bei den Coniferen und zwar der Gattung Pinus könnte sogar die systematische Botanik davon Nutzen ziehen, da nicht nur die Zahl der Reihen eine völlig constante ist (Pinus strobus 3 Reihen; Pinus nigricans 9 Reihen u. s. w.), sondern dies in Verbindung mit der Gestalt des Querschnittes der Nadel und dem Fehlen der Spaltöffnungen auf der einen oder der anderen Seite derselben, völlig hinreicht, aus einer einzigen Nadel die meisten Species völlig scharf auseinanderzuhalten [1]).

---

1) Für Equiseten hat in neuester Zeit Milde, wie ich mit Vergnügen sah, dieses anatomische Merkmal in seine Diagnosen aufgenommen.

III. Gestalt der Spaltöffnungen.

Die äussere Form der Spaltöffnungen, welche ohnehin mehr oder weniger gestreckte Ellipsen darstellen, lässt sich wohl am besten durch das Verhältniss der Länge zur Breite, d. h. durch ihr Axenverhältniss ausdrücken. Es variirt dieselbe von der reinen Kreisform (1.00) bis zu der Gestalt äusserst gestreckter Ellipsen (3.88) durch alle Mittelwerthe hindurch und wir wollen als rund jene Formen bezeichnen, deren Axenverhältniss 1.15 nicht übersteigt, während wir als sehr gestreckt ein Axenverhältniss von 1.70—3.88 auffassen werden. Da Formen von Spaltöffnungen auftreten, wo die Breite grösser als die Länge wird (Viscum album, Ficaria ranunculoides etc.) und zwar in nicht unbeträchtlichem Grade, während andererseits wieder häufig die Länge bis 4mal grösser als die Breite gefunden wird (Panicum palmatifolium etc.), ist es überflüssig, den grossen Reichthum von Gestaltverschiedenheiten dieser Gebilde mehr hervorzuheben, von denen man glaubte, sie seien, was ihre Gestalt betrifft, so ziemlich alle nach einem Schlage gemacht. Eine Gesetzmässigkeit werden wir indess auch hierbei vergebens suchen.

Wir finden runde Spaltöffnungen, bei Pflanzen, welche dieselben nur auf Einer Seite (Ficus benjamina, Rhodea japonica, Helleborus niger, Carex arenarius, Buxus sempervirens etc.) und bei solchen, welche sie auf beiden Blattflächen besitzen (Amaranthus caudatus, Althaea mexicana, Sedum latifolium, Orchis latifolia etc.); bei Blättern mit sehr vielen (Ficus venosa, Ficus benjamina, Pittosporum tobira, Hydrangea quercifolia, Fraxinus ornus etc.) und auch mit sehr wenigen Spaltöffnungen (Asarum europaeum, Stellaria media, Rhodea japonica, Orchis militaris, Amaryllis odoratissima etc.); bei Pflanzen mit wenig Spaltöffnungen auf der Oberseite (Orchis latifolia, Amaryllis odoratissima, Sedum latifolium etc.), mit sehr viel Spaltöffnungen auf der Oberseite (Althaea mexicana, Amaranthus caudatus etc.) und endlich bei solchen, die ihrer mehr auf der Oberseite als auf der Unterseite haben (Amaryllis odoratissima, Asarum europaeum etc.). Wir finden sie ferner bei Monocotyledonen (Carex arenarius, Rhodea japonica, Amaryllis-Arten etc.) und bei Dicotyledonen (Buxus sempervirens, Ficus benjamina, Althaea mexicana, Ilex aquifolium, Theophrasta Jussieui etc.), bei Pflanzen mit lederartigen (Aralia integrifolia, Ilex-Arten, Helleborus niger, Anemone nemorosa, Ficus-Arten etc.), fleischigen (Piper magnoliaefolium, Orchis latifolia, Amaryllis-Arten etc.), mit

glatten (Ficus- und Ilex-Arten, Buxus sempervirens, Fraxinus-Arten etc.) und rauhen (Amaranthus-Arten, Hydrangea quercifolia, Rhododendron hirsutum etc.), mit grossen (Ficus-, Amaryllis- und Orchis-Arten etc.) und mit kleinen Blättern (Buxus sempervirens, Ilex Thunbergii, Viscum album etc.); endlich bei Pflanzen mit zahlreichen (Buxus sempervirens, Ilex-Arten, Fraxinus-Arten, Pittosporum tobira etc.) und bei solchen mit nur wenigen Blättern (Orchis- und Amaryllis-Arten, Asarum europaeum, Anemone nemorosa etc.). Wir finden sie überdiess bei Bäumen (Fraxinus ornus), bei Sträuchen (Buxus sempervirens, Ilex-Arten etc.) und bei Stauden (Amaranthus-, Orchis- und Amaryllis-Arten, Asarum europaeum etc.); bei Pflanzen mit sehr grossen (Orchis- und Amaryllis-Arten, Rhodea japonica, Helleborus niger, Sedum latifolium etc.) und bei Pflanzen mit sehr kleinen Spaltöffnungen (Fraxinus ornus, Ficus benjamina, Hydrangea quercifolia, Amaranthus caudatus etc.).

Sehr gestreckte Spaltöffnungen finden sich bei Pflanzen, welche dieselben auf beiden Seiten (Mimosa pudica, Populus monilifera, Canna gigantea, Plumbago Larpentae etc.) oder nur auf Einer Blattfläche haben (Begonia-Arten, Araucaria Bidwilli, Triaenodendron caspicum, Panicum palmatifolium, Quercus pedunculata etc.); bei Blättern mit sehr wenigen (Tradescantia subaspera, Pinus cedrus, Pritzelia zebrina, Statice incana etc.) und bei solchen mit äusserst zahlreichen Spaltöffnungen (Quercus pedunculata, Tilia glabra, Mimosa pudica, Panicum palmatifolium etc.); bei Pflanzen mit wenig Spaltöffnungen auf der Oberseite (Tradescantia subaspera, Hieracium aurantiacum, Hieracium foliosum etc.), mit sehr viel Spaltöffnungen auf der Oberseite (Gypsophila perfoliata, Mimosa pudica, Populus monilifera etc.) und endlich bei solchen, die ihrer mehr auf der Oberseite als auf der Unterseite besitzen (Pinus uncinata, Gypsophila perfoliata, Araucaria imbricata etc.); ferner bei Monocotyledonen (Tradescantia subaspera, Canna gigantea, Panicum palmatifolium etc.), bei Coniferen (Pinus uncinata, Araucaria imbricata etc.) und bei Dicotyledonen (Mimosa pudica, Quercus pedunculata, Juglans regia, Hakea pendula etc.); bei Pflanzen mit lederartigen (Hakea pendula, Panicum palmatifolium, Quercus pedunculata, Juglans regia etc.), fleischigen (Begonia-Arten, Tradescantia subaspera etc.), mit glatten (Juglans regia, Araucaria-, Pinus- und Populus-Arten etc.) und rauhen (Hieracium-Arten — im Ganzen sehr selten), mit grossen (Begonia- und Canna-Arten, Populus monilifera etc.) und mit kleinen Blättern (Mimosa pudica, Pi-

nus- und Araucaria-Arten etc.); bei Pflanzen mit zahlreichen (Pinus-, Populus-, Araucaria- und Juglans-Arten etc.) und bei Pflanzen mit wenigen Blättern (Hieracium-Arten, Gypsophila perfoliata etc.), endlich bei Bäumen (Tilia-, Quercus-, Pinus-, Juglans- und Araucaria-Arten etc.) und Stauden (Canna-, Hieracium-, Tradescantia-Arten, Panicum palmatifolium etc.); bei Pflanzen mit sehr grossen (Tradescantia subaspera, Pinus-, Araucaria- und Begonia-Arten etc.) und bei Pflanzen mit sehr kleinen Spaltöffnungen (Panicum palmatifolium, Hakea pendula, Tilia glabra, Mimosa pudica etc.), endlich so wie die runden bei Pflanzen aus den verschiedensten natürlichen Familien und den verschiedensten Lebensbedingungen, wie dies die angeführten Beispiele sogleich zeigen.

Specieller ausgeführt zeigt sich auch hier die grösste Mannigfaltigkeit.

Pflanzen desselben Genus haben oft Spaltöffnungen der heterogensten Gestalt. Die Axenverhältnisse von Pinus strobus (1.32), Pinus balsamea (1.51) und Pinus uncinata (1.82); von Piper magnoliaefolium (1.13), Piper pulchellum (1.20) und Piper blandum (1.45); von Amaryllis formosissima (0.97) und Amaryllis odoratissima (1.13); von Anemone nemorosa (1.1) und Anemone japonica (1.4); von Populus dilatata (1.56) und Populus monilifera (2.33); von Ficus benjamina (1.00) und Ficus adhatodaefolia (1.43) erläutern dies zur Genüge.

Selbst bei ein und derselben Pflanze ist die Gestalt der Spaltöffnungen auf der oberen und auf der unteren Blattfläche oft total verschieden. So bei Amaranthus caudatus, O = 1.00, U = 1.56; Sedum latifolium, O = 1.09, U = 1.25; Populus monilifera, O = 1.97, U = 2.33; Hakea pendula, O = 3.20, U = 2.67 u. s. w.

Doch selbst auf derselben Blattfläche, bei derselben Pflanze kommen die grössten Gestaltdifferenzen vor. So variirt die Form oft neben einander liegender Spaltöffnungen bei Morus alba von 1.37 bis 2.33 (Unterseite); bei Rhamnus Pallasii von 1.30 bis 1.63; bei Orobus vernus von 1.25 bis 1.57 (Unterseite); bei Valeriana phu von 1.11 bis 1.55; bei Styphnolobium japonicum von 1.25 bis 1.60 (Unterseite); bei Pinus strobus von 1.19 bis 1.60 (Oberseite); bei Pinus nigricans von 1.28 bis 1.62 (Oberseite) u. s. w.

Die Eigenschaft, verschieden gestaltete Spaltöffnungen neben einander zu haben, kommt aber keineswegs nur gewissen Familien zu, oder gewissen Anordnungs-

arten[1]). Wir treffen sie bei Pflanzen, die auf beiden Seiten Spaltöffnungen haben (Amaranthus caudatus, Atraphaxis spinosa, Populus monilifera etc.) so gut wie bei Pflanzen, denen sie auf einer Seite fehlen (Morus alba, Styphnolobium japonicum, Prunus Mahaleb etc.), bei solchen, welche sehr zahlreiche (Morus alba, Styphnolobium japonicum etc.) und bei solchen, welche sehr wenige Spaltöffnungen haben (Valeriana phu, Orchis-, Amaryllis-Arten etc.), bei Monocotyledonen (Carex arenarius, Gagea lutea, Iris germanica etc.); bei Dicotyledonen (Orobus vernus, Rhamnus Pallasii, Morus alba etc.) und Coniferen (Pinus- und Araucaria-Arten etc.), bei Bäumen (Morus alba, Pinus-, Prunus- und Araucaria-Arten etc.) und Stauden (Orobus vernus, Valeriana phu etc.) u. s. w. u. s. w.

Aus den angeführten Beispielen sieht man überdies, dass die Gestalt der Spaltöffnungen von der Grösse derselben nicht bestimmt wird, sondern ganz unabhängig davon ist.

Stellt man sich die Axenverhältnisse, um das am häufigsten vorkommende zu finden, zusammen, so hat man unter 174 Pflanzen mit einem Axenverhältnisse von:

0.88—1.00	ihrer	3	d. i.	$\frac{1}{58}$	aller	untersuchten	Pflanzen
1.00—1.20	„	33	„	$\frac{1}{5}$	„	„	„
1.20—1.40	„	47	„	$\frac{1}{4}$	„	„	„
1.40—1.60	„	50	„	$\frac{1}{3}$	„	„	„
1.60—1.80	„	25	„	$\frac{1}{7}$	„	„	„
1.80—2.00	„	7	„	$\frac{1}{25}$	„	„	„;

daher im Ganzen bei einem Axenverhältnisse von:

1.00—2.00	ihrer	162
2.00—3.00	„	6
3.00—4.00	„	3.

Es sind also sowohl völlig kreisförmige als auch sehr gestreckte Spaltöffnungen sehr selten, letztere jedoch in einem noch höheren Grade und das weitaus häufigste Axenverhältniss bewegt sich um 1.20 bis 1.60 herum. Es sind also die Spaltöffnungen zumeist nicht sehr gestreckte Gebilde, und Formen, deren Länge die Breite um mehr als das Doppelte überwiegt, gehören zu grossen Seltenheiten; in der That enthält das Axenverhältniss 1.00—2.00 nicht weniger als 162 von 174 untersuchten Werthen, also weit über $\frac{5}{6}$ derselben.

---

1) cf. Tabelle VI.

IV. Absolute Länge und Breite der Spaltöffnungen.

Der erste Blick auf die in der Tabelle VI niedergelegten Werthe giebt wohl ohne weitere Erörterungen genügenden Beweis, wie sehr sowohl Länge als Breite der Spaltöffnungen bei einer und derselben Pflanze, an ein und derselben Blattfläche, ja an demselben Theile derselben Blattfläche variiren; bei Pflanzen aus derselben natürlichen Familie oder desselben Genus kann daher schon gar nicht an Uebereinstimmung gedacht werden.

An demselben Pflanzenexemplare sind die Spaltöffnungen eines und desselben Theiles jeder Blattfläche bei keiner Pflanze gleich lang oder gleich breit; die Spaltöffnungen an Ober- und Unterseite natürlich noch viel weniger[1]).

Es darf daher nicht befremden, wenn verschiedene Pflanzen gar sehr von einander abweichen; die beobachteten Extreme stellen für die Länge Amaranthus caudatus mit 0.010^{mm} und Gagea lutea mit 0.084^{mm}; für die Breite Hakea pendula mit 0.006^{mm} und Amaryllis formosissima mit 0.079^{mm} dar; es sind daher die Spaltöffnungen mancher Pflanzen über 8mal länger und 13mal breiter als die anderer Gewächse, eine gewiss überraschend grosse Verschiedenheit.

Man darf nicht glauben, dass die verschiedene Turgescenz der Schliesszellen, welche oft Länge und Breite sehr alterirt, den grössten Theil an diesen Differenzen hat; wer viel mit Spaltöffnungen sich befasst hat, wird unschwer die durch das Geöffnet- oder Geschlossensein der Schliesszellen hervorgebrachten Extreme ausschliessen und immer nur nahezu gleiche Turgescenzzustände zu Grunde legen können.

V. Grösse der Spaltöffnungen.

Unter Grösse verstehen wir die von der Spaltöffnung (eigentlich von den Schliesszellen) bedeckte Fläche, ausgedrückt in Theilen eines Millimeters.

Auch hier zeigt sich wenig Allgemeines; es haben sich die meisten bisher allgemein angenommenen Punkte nicht bestätigt, wie dies ja auch bei Gestalt, Anzahl und Vorkommen der Fall war. Da man

1) Im Allgemeinen ist Länge und Breite nicht gleich variabel; erstere weit weniger.

eine zu kleine Zahl von Gewächsen verglich[1]), schien in Manchem Uebereinstimmung zu sein, wo sie in der That nicht vorhanden ist.

Die grössten Spaltöffnungen finden sich wohl in der Regel bei Pflanzen, welche deren sehr wenige haben (Amaryllis formosissima, Orchis militaris, Gagea lutea, Anemone nemorosa, Helleborus niger etc.), doch sind Geranium Robertianum, Rhododendron hirsutum, Platanus occidentalis, Pinus balsamea etc. Beweise für das wenig Allgemeine dieses Satzes. Uebrigens finden sich die grössten Spaltöffnungen sowohl bei Pflanzen, die ihrer auf beiden (Amaryllis-Arten, Viscum album, Gagea lutea, Pinus-Arten etc.), als auch bei solchen, die ihrer nur auf einer Blattfläche haben (Rhodea japonica, Orchis militaris, Araucaria Bidwilli, Helleborus niger, Anemone nemorosa etc.) und ebenso bei Pflanzen, die deren auf der Oberseite mehr (Pinus abies, Pinus australis, Araucaria imbricata etc.) oder weniger als auf der Unterseite tragen (Tradescantia subaspera, Orchis latifolia, Sedum latifolium etc.). Sie finden sich bei Monocotyledonen (Amaryllis- und Orchis-Arten, Rhodea japonica, Gagea lutea, Tradescantia subaspera etc.) eben so häufig wie bei Dicotyledonen (Viscum album, Anemone nemorosa, Helleborus niger, Hieracium aurantiacum etc.) und bei Coniferen (Araucaria- und Pinus-Arten, Sequoia gigantea etc.), bei Pflanzen mit lederartigen (Viscum album, Helleborus niger, Salisburia adiantifolia, Pinus- und Araucaria-Arten etc.), mit fleischigen (Orchis- und Amaryllis-Arten, Gagea lutea, Sedum-Arten etc.), mit glatten (Amaryllis-, Orchis-, Pinus-Arten etc.) und mit rauhen (Anemone- und Hieracium-Arten, Geranium Robertianum etc.), mit grossen (Orchis-, Iris- und Ficus-Arten etc.) und mit kleinen Blättern (Pinus- und Araucaria-Arten, Taxus baccata, Gagea lutea etc.); bei Gewächsen, welche zahlreiche (Pinus-, Araucaria-Arten, Taxus baccata, Salisburia adiantifolia etc.) und bei solchen, welche nur spärliche Blätter besitzen (Orchis-, Hieracium-, Primula-Arten etc.), endlich bei Bäumen (Pinus- und Araucaria-Arten, Sequoia gigantea, Taxus baccata, Gleditschia triacanthos etc.) sowohl als bei Stauden (Orchis-Arten, Gagea lutea, Anemone nemorosa, Helleborus niger etc.) und wie die angeführten Beispiele zeigen bei Pflanzen der verschiedensten Familien und der mannigfaltigsten Lebensverhältnisse.

Die kleinsten Spaltöffnungen finden sich in der Regel bei Pflanzen, welche ihrer sehr viele besitzen, doch sind

1) Rudolphi hat zwar sicher mehrere hundert Pflanzen untersucht, allein Messungen hatte er keine angestellt und überhaupt den Weg der Vergleichung verfehlt.

der Ausnahmen hiervon nicht wenige (Hakea pendula, Plumbago Larpentae, Colchicum autumnale, Populus monilifera etc.), so dass man höchstens diesen Fall als den häufigeren bezeichnen kann. Sehr kleine Spaltöffnungen finden sich übrigens (so wie wir es von den sehr grossen erwiesen haben) eben so häufig bei Pflanzen, die nur auf einer Seite Spaltöffnungen tragen (Panicum palmatifolium, Celtis occidentalis, Morus alba, Acer platanoides etc.), als bei solchen, wo sie beide Blattflächen bedecken (Hakea pendula, Mimosa pudica, Solanum dulcamara, Plumbago Larpentae etc.), als auch bei solchen, deren Oberseite ihrer mehr zählt (Brassica palustris, Arenaria grandiflora etc.), oder weniger (Amaranthus caudatus, Plumbago Larpentae etc.) als die Unterseite. Sie erscheinen bei Monocotyledonen (Panicum palmatifolium, Canna gigantea, Colchicum autumnale etc.) so gut wie bei Dicotyledonen (Plumbago Larpentae, Morus alba, Solanum- und Ficus-Arten etc.), nur nicht bei Coniferen, welche ohne Ausnahme grössere Spaltöffnungen besitzen. Dafür kommen sie vor bei Pflanzen mit lederartigen (Morus alba, Celtis occidentalis, Quercus-, Ficus- und Acer-Arten etc.) und mit fleischigen (Euphorbia-Arten, Colchicum autumnale, Brassica-Arten, Nymphaea alba, Begonia-Arten etc.), mit glatten (Ficus-, Olea-, Juglans-Arten, Vinca minor, Betula alba etc.) und mit rauhen (Hydrangea quercifolia, Morus alba, Amaranthus-Arten etc.), mit grossen (Hydrangea- und Ficus-Arten, Canna gigantea, Begonia-Arten etc.) und mit kleinen Blättern (Mimosa pudica, Vinca minor, Euphorbia cyparissias etc.), bei Pflanzen mit zahlreichen (Morus alba, Olea europaea, Quercus-, Acer- und Juglans-Arten etc.) und bei Pflanzen mit nur wenigen Blattorganen (Colchicum autumnale, Plantago media, Brassica- und Begonia-Arten etc.), endlich bei Bäumen (Morus alba, Olea europaea, Quercus-, Juglans- und Acer-Arten etc.) sowohl als bei Stauden (Vinca minor, Euphorbia cyparissias, Plumbago Larpentae, Pisum sativum etc.) und bei Pflanzen aus den verschiedensten Familien und der verschiedensten Lebensweise. Die Längen- und Breitenmessungen an sich, lassen schon auf die grosse Veränderlichkeit der Spaltöffnungsgrösse schliessen und in der That zeigt sich hierin eine überraschende Mannigfaltigkeit.

Bei Pflanzen desselben Genus ist die Grösse der Spaltöffnungen oft total verschieden. So beträgt dieselbe für Ficus benjamina 0.00026 mm, für Ficus adhatadaefolia 0.00037 mm und für Ficus elastica endlich gar 0.00122 mm; für Pinus silvestris 0.00061 mm, für Pinus nigra 0.00089 mm und für Pinus nigricans 0.0024 mm; bei Hieracium

foliosum 0.00079 mm, bei Hieracium aurantiacum 0.00131 mm; bei Amaryllis odoratissima 0.00141 mm, bei Amaryllis formosissima 0.00459 mm; bei Piper magnoliaefolium 0.00039 mm, bei Piper blandum 0.00096 mm etc.

An einer und derselben Pflanze ist die Grösse der Spaltöffnungen auf der Ober- und Unterseite stets, oft ganz ausserordentlich verschieden. So ist dieselbe bei Amaranthus caudatus O = 0.00011, U = 0.00035 mm; bei Atraphaxis spinosa O = 0.00076, U = 0.00059 mm; bei Pinus cedrus O = 0.00192, U = 0.00147 mm; bei Orchis latifolia O = 0.0025, U = 0.0019 mm; bei Gypsophila perfoliata O = 0.0011, U = 0.0009 mm; bei Mimosa pudica O = 0.0001 mm, U = 0.0003 mm u. s. w. Daher oft auf der einen Seite mehr als 3mal grösser wie auf der anderen.

Selbst auf ein und demselben Oberhautstücke derselben Blattfläche an einer und derselben Pflanze variirt die Grösse der einzelnen Spaltöffnungen oft in sehr bedeutender Weise. So variiren neben einander liegende Spaltöffnungen bei Orobus vernus zwischen 0.0001 bis 0.0007 mm; bei Morus alba zwischen 0.0005 und 0.0001 mm (Unterseite); bei Fraxinus ornus zwischen 0.0002 und 0.0006 mm (Unterseite); bei Sequoia gigantea zwischen 0.0009 und 0.0018 mm (Unterseite); bei Valeriana phu zwischen 0.0005 und 0.0010 mm (Unterseite); bei Valeriana phu zwischen 0.0005 und 0.0010 mm (Oberseite); bei Populus nigra (junges Blatt) fand ich die Area neben einander liegender Spaltöffnungen zwischen 0.00036 mm und 0.00148 mm [die Länge variirt zwischen 0.024 mm und 0.054 mm]; bei Pinus strobus zwischen 0.0009 und 0.0018 mm (Oberseite); bei Pinus nigricans zwischen 0.0015 und 0.0041 mm; bei Hakea pendula zwischen 0.0002 und 0.0004 mm u. s. w., so dass neben einander liegende Spaltöffnungen oft 6mal grösser als ihre Nachbarn sind.

Begreiflicherweise variirt mit dem Alter des Theiles auch die Grösse der Spaltöffnungen; die Spaltöffnungszellen wachsen so gut wie alle anderen. In welcher Art dies zu geschehen pflegt, zeigt folgende Tabelle:

	Länge	Breite	Axenverhältniss
Pittosporum tobira	0.031	0.027	1.14
——————— (jung)	0.027	0.026	1.04
Mimosa pudica	0.026	0.015	1.73
——————— (jung)	0.019	0.015	1.27
Ilex cassine	0.029	0.025	1.17
——————— (jung)	0.025	0.022	1.14

	Länge	Breite	Axenverhältniss
Ilex Brunoni	0 034	0.029	1.17
———— (jung)	0.029	0.026	1.11
—— Thunbergi	0.032	0.026	1.23
———— (jung)	0.032	0.026	1.23
Acacia decipiens	0.036	0.024	1.50
———— (jung)	0.029	0.021	1.37
Araucaria imbricata	0.053	0.030	1.70
———— (jung)	0.053	0.029	1.80
Pinus cedrus	0.055	0.034	1.64
———— (jung)	0.042	0.026	1.60

Es zeigt sich aus diesen Beispielen, die ich leicht noch um viele vermehren könnte, Folgendes:

1) Die Schliesszellen wachsen bei verschiedenen Pflanzen sehr verschieden. Während z. B. bei Ilex Thunbergi sowohl Länge als Breite derselben beim völlig ausgewachsenen Blatte nicht grösser als beim jugendlichen erscheint, zeigt Pinus cedrus an alten Nadeln ein Längenwachsthum von 0.013 mm, ein Breitenwachsthum von 0.008 mm im Gegensatze zu jungen, d. h. die Spaltöffnung ist um über $\frac{1}{4}$ ihrer ausgebildeten Länge und ebenso $\frac{1}{4}$ ihrer Breite gewachsen u. s. w.

2) Die jugendliche Spaltöffnung ist stets weniger gestreckt als die ältere Spaltöffnung und

3) Das Längenwachsthum der Schliesszellen überwiegt stets ihr Wachsthum in die Breite, ja bei vielen Pflanzen findet eben nur noch ein Längenwachsthum der fertigen Spaltöffnung statt, die Breite bleibt bei ihnen ungeändert.

Dieses Wachsthum der Schliesszellen hat natürlich eine oft beträchtliche Flächenzunahme des ganzen Gebildes zu Folge, und in der That beträgt z. B. die Grösse einer Spaltöffnung der ausgewachsenen Nadel von Pinus cedrus 0.0015 mm, während die der jungen kaum 0.00086 erreicht, so dass die Area der einen fast das Doppelte der anderen ist.

Fragt man nach der am häufigsten vorkommenden Grösse der Spaltöffnungen, so hat man unter 150 Pflanzen bei einer Grösse von:

0.0001—0.0002	deren	im	Ganzen	5
0.0002—0.0003	„	„	„	12
0.0003—0.0004	„	„	„	26
0.0004—0.0005	„	„	„	13

0.0005—0.0006	deren	im	Ganzen	22
0.0006—0.0007	„	„	„	17
0.0007—0.0008	„	„	„	11
0.0008—0.0009	„	„	„	9
0.0009—0.0010	„	„	„	3;

für Grössen über 0.001^{mm} hat man von:

0.0010—0.0015	20	Pflanzen
0.0015—0.0020	6	„
0.0020—0.0025	2	„
0.0025—0.0030	3	„
0.0030 und mehr	1	„.

Die weitaus häufigste Grösse der Spaltöffnungen liegt daher zwischen 0.0002—0.0008^{mm}. Innerhalb dieser Grenzen liegen über $\frac{2}{3}$ der untersuchten Pflanzen; Grössen, welche unter 0.0002^{mm} und über 0.0015^{mm} fallen, gehören bereits zu den Seltenheiten und es scheint die Grösse dieser Gebilde 0.005^{mm} nicht zu überschreiten.

Die Extreme werden durch Amaranthus caudatus mit 0.00011^{mm} und durch Amaryllis formosissima mit 0.00459^{mm} repräsentirt, liegen also um mehr als das 40fache auseinander, d. h. die Spaltöffnungen mancher Pflanzen sind über 40mal grösser als die anderen Gewächse.

Es hat sich daher herausgestellt, dass weder die Anzahl noch die Anordnung, noch die Gestalt, noch endlich die Grösse der Spaltöffnungen an natürliche Familien, oder den anatomischen Bau der Blätter oder endlich an die Lebensweise des Gewächses gebunden, sondern gänzlich von derselben unabhängig ist[1]).

Da indess nicht die einzelne Spaltöffnung, sondern ihre Gesammtheit wirksam ist, müssen wir die aus der Zusammenfassung aller Spaltöffnungen sich ergebenden Folgerungen ebenfalls betrachten. Wir thun da am besten, die Flächenräume zu betrachten, welche auf der Quadrateinheit von Spaltöffnungen bedeckt sind (Tabelle IV u. V).

---

1) Die allgemein verbreitete von Rudolphi zuerst aufgestellte Annahme, dass die Grösse der Spaltöffnungen im directen Verhältnisse mit der Substanz des Blattes stehe, eine Annahme, welche ohne irgend welchen Grund von Decandolle, Meyer, Treviranus und allen folgenden angenommen wurde, widerlegt sich beim ersten Blicke auf die Werthe der Tabelle III.

VI. Grösse des von allen Spaltöffnungen in der Quadrateinheit bedeckten Raumes.

Multiplicirt man den von einer einzigen Spaltöffnung eingenommenen Flächenraum mit der Zahl dieser Gebilde auf der Quadrateinheit, so erhält man natürlich die auf dieser Quadrateinheit von den Spaltöffnungen eingenommene Fläche. Da Ober- und Unterseite sehr differiren, müssen wir beide zunächst getrennt betrachten.

a) Unterseite der Blätter.

Wir können hier zuerst einige fast allgemein giltige Normen aufstellen und zwar:

1) Die Gesammtheit der Spaltöffnung bedeckt fast ohne Ausnahme die grössten Flächen nur bei jenen Pflanzen, wo sie sehr zahlreich vorhanden sind (Olea europaea, Fraxinus tamariscifolia, Quercus-Arten u. s. w.).

2) Die Gesammtheit der Spaltöffnungen bedeckt fast ohne Ausnahme die kleinsten Flächen nur bei jenen Pflanzen, wo ihrer sehr wenige auftreten (Rhipsalis crispata, Talinum calycinum, Amaryllis-Arten etc.). Die vorkommenden Ausnahmen (Panicum palmatifolium, Amaranthus-Arten etc.) sind lediglich Pflanzen mit derben, lederartigen Blättern, deren Epidermis daher an der Transpiration etc. keinen, oder nur höchst geringen Antheil nehmen kann.

3) Je grösser die einzelne Spaltöffnung ist, desto kleiner ist durchaus nicht, wie man bisher annahm, die von allen bedeckte Fläche[1]). Gerade Pflanzen mit den grössten Spaltöffnungen (Viscum album, Salisburia adiantifolia, Taxus baccata, Asphodelus luteus etc.) haben zugleich eine sehr grosse Fläche aller, oder stehen, wie Rhodea japonica, Orchis militaris, Gagea lutea etc. keineswegs unter den sehr kleinen Flächen.

4) Je kleiner die einzelne Spaltöffnung, desto grösser ist ebenfalls durchaus nicht die von allen bedeckte Fläche. Gerade Pflanzen mit den allerkleinsten Spaltöffnungen (Panicum palmatifolium, Hakea pendula, Orobus vernus, Morus alba, Datura stramonium etc.) haben zugleich eine ausserordentlich kleine Area aller zusammen.

5) Im Allgemeinen ist die Area aller Spaltöffnungen

1) Man könnte dies vermuthen, da Pflanzen mit grossen Spaltöffnungen ihrer meist nur wenige haben und umgekehrt.

zusammen desto grösser, je zahlreicher dieselben sind, doch kommen auch hier zahlreiche Ausnahmen vor.

Im übrigen finden wir grosse Area bei Monocotyledonen nur selten; sonst aber bei Coniferen (Pinus-Arten, Sequoia gigantea etc.) und Dicotyledonen (Olea europaea, Ficus-, Juglans- und Quercus-Arten etc.); ferner fast nur bei derben, lederartigen Blättern mit stark entwickelten Cuticularschichten, mögen dies nun Bäume (Pinus-Arten, Salisburia adiantifolia, Theophrasta Jussieui, Taxus baccata, Olea europaea etc.) oder Stauden sein (Vinca minor, Viscum album etc.); bei Pflanzen, die nur auf einer Seite Spaltöffnungen haben (Olea europaea, Quercus cerris, Vinca minor, Rhododendron hirsutum etc.) und bei solchen, die sie auf beiden Blattflächen besitzen (Helianthus annuus, Althaea mexicana, Asphodelus luteus, Viscum album etc.); bei Pflanzen mit grossen Blättern verhältnissmässig selten, desto häufiger bei solchen mit kleinen Blättern (Pinus balsamea, Olea europaea, Taxus baccata, Vinca minor etc.); ebensowohl indess bei Gewächsen, die sehr zahlreiche (Olea europaea, Pinus-Arten, Fraxinus-, Platanus-Arten etc.), als die nur wenige Blätter besitzen (Vinca minor, Hieracium-Arten, Orchis latifolia etc.).

Eine kleine Area aller Spaltöffnungen zusammengenommen finden wir bei Monocotyledonen (Colchicum autumnale, Galanthus nivalis, Amaryllis-Arten etc.), bei Coniferen (Pinus-Arten etc.) und bei Dicotyledonen (Orobus vernus, Datura stramonium, Begonia-Arten etc.); bei Pflanzen, die nur auf Einer Seite Spaltöffnungen besitzen (Begonia-Arten, Piper-Arten, Panicum palmatifolium, Prunus mahaleb etc.) oder auf beiden dieselben zeigen (Rhipsalis crispata, Arenaria grandifolia, Hakea pendula, Populus-Arten etc.); bei Pflanzen mit derben, lederartigen (Hakea pendula, Panicum palmatifolium, Pinus-Arten etc.), mit fleischigen (Piper-Arten, Begonia-Arten, Galanthus nivalis, Caltha palustris etc.), mit glatten (Pinus- und Populus-Arten, Galanthus nivalis etc.) und rauhen (Amaranthus-Arten, Morus alba etc.), mit grossen (Begonia- und Canna-Arten, Populus monilifera etc.) und mit kleinen Blättern (Pinus-Arten, Araucaria- und Piper-Arten etc.); ebenso bei Pflanzen, welche zahlreiche (Pinus-, Araucaria-, Populus-Arten etc.) und bei solchen, welche wenige Blätter besitzen (Colchicum autumnale, Tradescantia- und Amaranthus-Arten etc.); bei Pflanzen mit sehr grossen (Amaryllis- und Pinus-Arten, Rhodea japonica, Statice-Arten etc.) und mit äusserst kleinen Spaltöffnungen (Hakea pen-

dula, Panicum palmatifolium, Amaranthus-Arten etc.); endlich bei Bäumen (Morus alba, Prunus mahaleb, Pinus- und Populus-Arten etc.) so gut wie bei Stauden (Orobus vernus, Plumbago Larpentae, Colchicum autumnale, Galanthus nivalis etc.) und bei Pflanzen der verschiedensten Familien und der mannigfaltigsten Lebensverhältnisse (Caltha palustris, Panicum palmatifolium, Pinus-Arten etc.).

Uebrigens finden sich auch hier bei Pflanzen eines und desselben Genus die grössten Verschiedenheiten. So beträgt die Area aller Spaltöffnungen bei Begonia quinquefolium 0.0241^{mm}, bei Begonia manicata 0.0409^{mm}; bei Piper pulchellum 0.0268^{mm}, bei Piper inaequalifolium 0.0587^{mm}; bei Populus monilifera 0.0415^{mm}, bei Populus dilatata 0.1471^{mm}; bei Orchis militaris 0.0736^{mm}, bei Orchis latifolia 0.1313^{mm}; bei Ficus cordata 0.0661^{mm}, bei Ficus venosa 0.1328^{mm} und bei Ficus elastica 0.1187^{mm}; bei Pinus silvestris 0.0436^{mm}, bei Pinus balsamea 0.2660^{mm}; bei Quercus pedunculata 0.1651^{mm}, bei Quercus cerris 0.2114^{mm} u. s. w., und es zeigen schon diese wenigen Beispiele, dass Pflanzen, die mehr Feuchtigkeit lieben, weder sich durch zahlreichere Spaltöffnungen, noch durch eine grössere Area aller zusammen vor denen kennzeichnen, welche trockene Verhältnisse vorziehen etc.

Zur Kenntniss der etwa am häufigsten vorkommenden Zahl gelangen wir durch folgende Zusammenstellung. Es haben unter 151 beigezogenen Daten eine Gesammtarea von:

0.00 —0.02^{mm}	im	Ganzen	5	Pflanzen
0.02 —0.06 „	„	„	35	„
0.06 —0.10 „	„	„	43	„
0.10 – 0.14 „	„	„	32	„
0.14 —0.10 „	„	„	18	„
0.18 —0.22 „	„	„	10	„
0.22 —0.26 „	„	„	3	„
0.26 —0.30 „	„	„	3	„
0.30 —0.37 „	„	„	2	„

d. h. die weitaus häufigste Gesammtarea der Spaltöffnungen auf dem Raume der Quadrateinheit liegt zwischen 0.02^{mm} und 0.18^{mm}, doch sind Pflanzen mit grösserer Area als die ebengenannte um vieles zahlreicher als solche, wo sie unter obige Zahl herabsinkt; eine Gesammtarea, welche 0.01^{mm} nicht erreicht, wurde ein einziges Mal beobachtet, während Flächen über 0.18^{mm}, ja bis 0.28^{mm} durchaus keine Seltenheiten sind.

Die Extreme werden repräsentirt durch Rhipsalis crispata mit

einer Gesammtarea von 0.0059 mm und durch Geranium Robertianum mit 0.336 mm; es bedecken daher die Spaltöffnungen bei der einen Pflanze oft einen nahezu 60mal grösseren Raum auf der Quadrateinheit, als bei einer anderen Pflanze.

b) Oberseite der Blätter.

Auch hier findet sich, wie bei der Unterseite der Blätter, grosse Area fast ohne Ausnahme nur bei Pflanzen, welche sehr zahlreiche Spaltöffnungen haben, und umgekehrt.

Man sollte indess glauben, dass bei Pflanzen, welche auf beiden Blattflächen Spaltöffnungen besitzen, die eine Seite die andere compensiren würde, d. h. dass dort, wo z. B. die Oberseite grosse Gesammtarea aller Spaltöffnungen zeigt, die Unterseite eine kleinere Ziffer weisen würde; allein es ist dem nicht so.

Grosse Area aller Spaltöffnungen auf der Oberseite haben nur solche Pflanzen, welche zugleich auch auf der Unterseite eine grosse Fläche aller zusammen besitzen (Asphodelus luteus, Viscum album, Althaea mexicana, Pinus-Arten etc.).

Kleine Area aller Spaltöffnungen haben nur solche Pflanzen, welche auch auf der unteren Blattfläche nur geringe Area einnehmen (Rhipsalis crispata, Plumbago Larpentae, Colchicum autumnale, Hakea pendula etc.).

Uebrigens kommen, sowie bei der Unterseite, sowohl grosse als kleine Area aller Spaltöffnungen auch auf der Oberseite der Blätter nicht nur bei den verschiedensten Pflanzenfamilien, sondern auch bei den verschiedensten Struckturen oder Grössen der Blätter und der einzelnen Spaltöffnung vor; es zeigt sich auch da keinerlei Uebereinstimmung; nur ist zu bemerken, dass, wenn auch die Grösse der einzelnen Spaltöffnung auf der Oberseite häufig um vieles grösser als auf der Unterseite ist, so doch, wenn Spaltöffnungen auf beiden Blattflächen vorkommen, die Gesammtarea aller auf der Unterseite stets grösser als auf der Oberseite ist. — —

Wir haben im Vorhergehenden Anzahl, Gestalt, Grösse und Anordnung der Spaltöffnungen in allgemeine Gesichtspunkte soweit zu drängen gesucht, als eine zahlreiche Menge über die verschiedensten Familien des Gewächsreiches sich erstreckender Messungen uns positive Daten abgab und die gefundenen Sätze sind alles, was man mit Sicherheit über diese Verhältnisse zu verbürgen vermag. Für den Pflanzenanatomen ist damit dieses Kapitel geschlossen, allein für den Physiologen ist die Kenntniss der Grösse und Gestalt der

eigentlichen Spalte das wesentlichste, ich möchte sagen allein bedeutungsvolle Element. Zwar steht, wie es ja nicht anders zu erwarten ist, die Spalte selbst in einem gewissen Verhältnisse zur Grösse und Gestalt der Spaltöffnung, und wir können immerhin aus einer Detaillirung der letzteren im Allgemeinen auf die erstere schliessen; und Pflanzen, die in unseren Tabellen III—V den Anfang und das Ende machen, werden auch in einer Tabelle, welche die Werthe der Spaltenabmessungen gibt, nicht weit von ihrem Platze rücken, allein es ist doch besonders wünschenswerth, mit möglichster Genauigkeit die Grösse des auf 1 □mm Blattfläche befindlichen, ganz unbedeckten Theiles der Epidermis, d. h. die Grösse aller Spalten zusammen zu kennen, überhaupt die Spalte selbst zu studiren. Ich werde meine zahlreichen Notirungen und Versuche über diesen Gegenstand in einem der nächsten Jahre zusammenstellen und füge hier nur noch die Betrachtung jenes Raumes bei, den die Spaltöffnungen der oberen und unteren Blattfläche zusammengenommen (d. h. auf Eine Blattfläche reducirt) bedecken. Wenn es auch nicht die eigentlichen Spaltenwerthe sind, fehlt man doch, wie spätere Mittheilungen zeigen werden, bei Vergleichung der Pflanzen untereinander wenig, wenn man sie dafür supponirt; nur wo es auf numerische Werthe der Spalte, nicht auf relative, ankommt, wird man diese Tabelle nicht gebrauchen können.

c) Oberseite und Unterseite zusammengenommen[1]).

Das Wenige, nahezu allgemein Giltige hier ist das Folgende:

1) Pflanzen mit sehr vielen Spaltöffnungen (auf d. U.) haben auch grosse O + U. Der Ausnahmen hiervon sind äusserst wenige (Orchis latifolia und Amaryllis formosissima).

2) Pflanzen mit sehr wenig Spaltöffnungen haben auch kleine O + U. Hier sind die Ausnahmen wohl zahlreicher (Panicum palmatifolium, Plumbago Larpentae, Hakea pendula, Amaranthus speciosus etc.) und hervorgebracht durch die enorme Kleinheit der Spaltöffnungen selbst.

3) Weder Gestalt noch Grösse der Spaltöffnung hat auf O + U einen bestimmenden Einfluss (Olea europaea, Brassica palustris einerseits und Tradescantia subaspera, Araucaria Bidwilli etc. andererseits).

Sonst herrscht gar keine Regelmässigkeit.

---

1) Ich bezeichne diese Fläche (in Theilen des Mm. ausgedrückt) im Texte mit O + U (Oberseite mehr Unterseite) — der Kürze halber.

Grösse O + U haben Monocotyledonen (Asphodelus luteus, Zea mais, Orchis latifolia etc.), Coniferen (Pinus-Arten, Taxus baccata, Sequoia gigantea etc.) und Dicotyledonen (Althaea mexicana, Helianthus annuus, Olea europaea etc.); Pflanzen mit lederartigen (Viscum album, Quercus- und Pinus-Arten, Vinca minor), mit fleischigen (Nymphaea alba, Orchis latifolia, Gagea lutea etc.), mit glatten (Vinca minor, Olea europaea, Pittosporum tobira etc.) und rauhen (Morus alba, Hieracium-Arten etc.), mit grossen (Nymphaea alba, Datura stramonium, Orchis-Arten etc.) und kleinen Blättern (Pinus-Arten, Olea europaea, Vinca minor etc.); Pflanzen mit Spaltöffnungen auf einer Seite (Olea europaea, Quercus cerris, Vinca minor etc.) oder auf beiden Seiten (Asphodelus luteus, Viscum album, Brassica palustris etc.); Pflanzen mit sehr grossen (Viscum album, Orchis latifolia, Salisburia adiantifolia etc.) und Pflanzen mit sehr kleinen Spaltöffnungen (Acer platanoides, Celtis occidentalis, Quercus pedunculata, Nymphaea alba, Brassica palustris etc.); endlich Bäume (Olea europaea, Quercus-, Pinus- und Platanus-Arten etc.) und Stauden (Vinca minor, Orchis latifolia, Amaryllis-Arten, Iris germanica etc.) u. s. w. u. s. w.

Kleine O + U haben Monocotyledonen (Panicum palmatifolium, Colchicum autumnale, Galanthus nivalis etc.), Coniferen (Araucaria Bidwilli, Pinus laricio und silvestris etc.) und Dicotyledonen (Begonia- und Piper-Arten, Plumbago Larpentae etc.); Pflanzen mit lederartigen (Panicum palmatifolium, Hakea pendula, Ficus cordata, Maclura aurantiaca etc.), mit fleischigen (Begonia manicata, Galanthus nivalis, Orchis militaris etc.), mit grossen (Begonia- und Orchis-Arten, Colchicum autumnale etc.) und kleinen (Araucaria Bidwilli, Galanthus nivalis, Hakea pendula etc.), Pflanzen mit zahlreichen (Araucaria-Bidwilli, Pinus-Arten, Maclura aurantiaca etc.) und mit wenigen Blättern (Begonia-Arten, Colchicum autumnale, Orchis militaris etc.); mit Spaltöffnungen auf einer Seite (Ficus cordata, Begonia- und Piper-Arten etc.) oder auf beiden Seiten (Rhipsalis crispata, Hakea pendula, Amaranthus speciosus etc.); Pflanzen mit sehr grossen (Rhodea japonica, Amaryllis odoratissima, Tradescantia subaspera, Piper blandum etc.) und mit sehr kleinen Spaltöffnungen (Panicum palmatifolium, Hakea pendula, Amaranthus speciosus, Gastonia palmata etc.); endlich Bäume (Araucaria- und Pinus-Arten, Maclura aurantiaca etc.) und Stauden (Begonia-Arten, Colchicum autumnale, Rubia tinctorum etc.) u. s. w. u. s. w.

Pflanzen eines und desselben Genus zeigen wieder

die grössten Verschiedenheiten. So beträgt O + U für Amaryllis odoratissima 0.071 mm, für Amaryllis formosissima 0.147 mm, Pinus laricio 0.075 mm, Pinus nigricans 0.360 mm, Orchis militaris 0.074 mm, Orchis latifolia 0.171 mm, Populus monilifera 0.081 mm, Populus dilatata 0.183 mm etc.

Zur Auffindung der häufigsten Area hat man nachfolgende Zusammenstellung. Es sind unter 133 beigezogenen Pflanzen mit einem O + U von:

0.01 mm	bis	0.02 mm	im	Ganzen		1
0.02 „	„	0.06 „	„	„		17
0.06 „	„	0.10 „	„	„		33
0.10 „	„	0.14 „	„	„		40
0.14 „	„	0.18 „	„	„		13
0.18 „	„	0.22 „	„	„		12
0.22 „	„	0,26 „	„	„		5
0.26 „	„	0.30 „	„	„		2
0.30 „	„	0.30 „	„	„		6

d. h. die weitaus häufigsten Werthe von O + U liegen zwischen 0.06 mm und 0.14 mm. Höchstens wären hierzu noch Werthe von 0.02 mm bis 0.06 mm und von 0.14 mm bis 0.22 mm als häufige zu nennen; alle anderen kommen mehr oder weniger selten vor; nur dass weit mehr Pflanzen vorkommen, welche grössere, als solche, welche kleinere Werthe zeigen.

Die Extreme werden durch Rhipsalis crispata mit 0.01 mm und durch Asphodelus luteus mit 0.38 mm repräsentirt, so dass die Grenzen um das nahezu 40fache auseinanderliegen.

Ueberblickt man die gewonnenen Resultate, so ergibt sich aus diesen, lediglich positiven Zahlenwerthen entnommenen Betrachtungen die nach allen Richtungen hin enorme Variabilität der Spaltöffnungen, was Grösse, Anzahl und Anordnung derselben am Pflanzenkörper betrifft. Allgemeinere Gesichtspunkte, als die in diesen Zeilen entwickelten, wird man diesem Gebiete nicht abgewinnen, ja selbst die sorgfältigsten Bestimmungen zweier verschiedener Beobachter werden stets auf das bedenklichste von einander abweichen, eben weil Zahl, Grösse und Anordnung, je nach dem Alter und Individuum der untersuchten Pflanze, total verschieden ausfallen.

Schlüsse aus Beobachtungen, welche für ein und dieselbe Pflanzenspecies an feuchten Standorten mehr Spaltöffnungen als an trocke-

nen geben u. s. w., können bei den erwähnten grossen Differenzen kaum überzeugen und meine direkten Versuche sind nicht geeignet sie zu bestätigen.

Ich habe die verschiedensten Pflanzen sehr trocken, sehr feucht, sogar vom Anfange an in und unter Wasser aufgezogen, nie jedoch eine Differenz in der Zahl oder Grösse ihrer Spaltöffnungen gefunden, die nicht ganz wohl noch zwischen die an jeder Pflanze beobachteten Maxima und Minima fiele. Ebenso habe ich Samen, völlig dem Lichtzutritte entzogen, keimen lassen und die so erzogenen Pflanzen zeigten Spaltöffnungen in Zahl und Grösse wie die normal gewachsenen Individuen. Uebrigens habe ich an unterirdischen Pflanzentheilen, an Rhizomen u. s. w. bei sehr vielen Pflanzen Spaltöffnungen aufgefunden (Weiss, Studien, 1857, S. 100), ebenso an beständig unter Wasser bleibenden Theilen von Najas- und Potamogeton-Arten sie beobachtet, habe dieselben ebenso an fleischigen Früchten in grosser Zahl gefunden (Prunus cerasus, Symphoricarpos racemosa, Passiflora-Beeren, Aristolochia clematitis, an Citrus aurantium etc.), kurz sie überall dort, wo man ihr Vorkommen für ganz unmöglich hielt, beobachtet, so dass ich füglich schliessen darf, das Medium, in welchem die Pflanze oder der Theil derselben sich befindet (Luft, Erde, Wasser), habe keinen Einfluss auf das Entstehen dieser Gebilde.

NB. Vorliegende Arbeit war bereits druckfertig, als ich die Ankündigung einer Arbeit von E. Morren las und das Erscheinen seiner Abhandlung abzuwarten beschloss, ehe ich die meinige veröffentlichte. Morren (Bullet de l'acad. royale de Belgique, 1864, XVI n. 12) hat in einer sehr hübschen Zusammenstellung die Anzahl der Spaltöffnungen an 25 in Belgien cultivirten Pflanzen gegeben und sich die Anzahl derselben auf einem mittleren Blatte berechnet, indem er zugleich die Blattnerven zu eliminiren suchte. Grössenbestimmungen an Spaltöffnungen hat er nicht gemacht und man wird finden, dass durch seine Mittheilung das, was ich oben über die Anzahl der Spaltöffnungen sagte, nur wieder sich bestätigt findet.

Ich gebe hier die von ihm gefundenen Mittelwerthe:

	Zahl auf 1 □ mm	
	Oberseite	Unterseite
Quercus robur L.	ø	346
Trifolium pratense L.	207	335
Juglans regia L.	ø	288 (299)
Solanum tuberosum L.	0 : 2	263
Humulus lupulus L.	ø	256
Prunus domestica L. Claudiana Pers.	ø	253
Pyrus malus L.	ø	246
Helianthus annuus L.	137 (175)	242 (325)
Fagus silvatica L.	ø	236
Populus canescens Sm.	ø	234
Prunus armeniaca L.	ø	228
Syringa vulgaris L.	ø	227 (330)
Cerasus mahaleb Juss.	ø	226 (204)
——— vulgaris Mill.	ø	216
Hedera helix L.	ø	196
Amygdalus persica L.	ø	186
Fraxinus excelsior L.	ø	160
Ilex aquifolium L.	ø	156 (276)
Vitis vinifera L.	ø	155
Carpinus betulus L.	ø	154
Populus pyramidalis Roz.	41	149
(Peuplier de la Caroline)	97	149
Prunus laurocerasus L.	ø	143
Buxus sempervirens L.	ø	136 (208)
Crataegus oxyacantha L.	ø	131
Acacia pseudo-acacia L.	ø	128
Sium petroselinum L.	ø	124
Beta vulgaris L.	75	115
Populus nigra L.	20	115
Rosa damascena L.	ø	113
Populus virginiana Desf.	41	107
Pyrus communis L.	ø	91
Philadelphus coronarius L.	ø	86
Betula alba L.	ø	71 (237)
Faba vulgaris L. var. equina	37	69
Secale cereale L.	49	42 (25)
Triticum sativum L.	47	32
Avena sativa L.	40	27

Bei jenen Pflanzen, welche auch ich untersuchte, habe ich in Klammern die von mir notirte Zahl beigefügt; in wenigen Fällen ist eine halbwegs erträgliche Uebereinstimmung, die sich freilich verbessert, wenn man nicht die Mittel, sondern die Maxima und Minima, wie wir sie gefunden haben (meine Tabelle VI. und die Werthe der einzelnen Beobachtungen bei Morren) berücksichtigt. Bei Betula alba scheint Morren jedenfalls einen Rechenfehler gemacht zu haben, die von ihm gegebene Zahl ist viel zu gering.

Morren gibt nebstbei eine Zusammenstellung der vor ihm von Krocker, Thomson, Lindley u. A. gemachten Zählungen von Spaltöffnungen, welche er als sämmtlich auf 1 □ Zoll reducirt angibt. Durch ein Versehen hat er indess die von Unger u. A. in □ Linien angegebenen Zahlen, anstatt mit 144 nur mit 12 multiplicirt, um sie in □ Zolle zu verwandeln, so dass ein grosser Theil der dort angeführten Werthe unrichtig geworden ist. Ebenso ist die Oberseite der Blätter bei sehr vielen Pflanzen (Lilium bulbiferum, Agave americana, Pinus halepensis, Portulaca oleracea etc.) als spaltöffnungslos angegeben, wo es nicht der Fall ist, sondern die betreffenden Beobachter nicht die Oberseite, sondern nur die Unterseite der Blätter abgezählt hatten, aber ausdrücklich angaben, auch die Oberseite sei mit Spaltöffnungen versehen. Da überdies auch in den Beobachtern sich Irrungen finden, die Längenabmessungen von Krocker, sowie viele von Hedwig, Krocker, Humboldt, Meyen und Sprengel angegebene Zählungen vermisst werden, glaube ich nicht zu fehlen, wenn ich alle mir bekannt gewordenen Zählungen hier in einer Tabelle beifüge. Man erhält auf diese Art mit den von Morren und mir gemachten Bestimmungen ein Gesammtbild sämmtlicher bis jetzt ausgeführten Zählungen und Messungen. Die verschiedenen Angaben habe ich, um sie mit meinen Tabellen vergleichbar zu machen, sämmtlich auf □ ^{mm} berechnet, auch habe ich bei jenen Pflanzen, welche Morren oder ich selbst ebenfalls untersuchten, die betreffenden Angaben gleich mit hinzugefügt, um eine Vergleichung auf den ersten Blick zu ermöglichen. Es ist eine solche Vergleichung wohl immer etwas misslich, da gerade hier nur solche Beobachtungen vergleichbar sind und richtige Relativresultate geben, welche nach völlig einerlei Methode gewonnen wurden. Nimmt man z. B. von einer Pflanze die Oberhaut von der Mitte, bei einer anderen von der Spitze und bei einer dritten von der Basis des Blattes, so kann man diese 3 Pflanzen in Hinsicht auf die Zahl ihrer Spaltöffnungen durchaus nicht vergleichen, da bei jeder Pflanze die Zahl der Spaltöffnungen

an der Basis oder der Spitze des Blattes eine ganz verschiedene ist von der, wie sie in der Mitte aufzutreten pflegt. Aus eben diesem Grunde habe ich bei den in diesen Zeilen niedergelegten Betrachtungen die Zählungen Morren's, Krocker's u. A., so verlässlich und sicher ich dieselben auch halte, nicht benutzt, weil ich die Epidermispartie, an welcher sie beobachteten, nicht kenne und daher leicht durch Vergrösserung der Zahl der untersuchten Pflanzen die Verlässlichkeit der Schlüsse hätte verringern können.

Die Mitte der Blattfläche ist, wie ich gefunden habe, am besten zu Zählungen geeignet und ich habe auf beiden Blattflächen stets nur diese benutzt; Basis und Spitze haben oft um das 10fache verschiedene Werthe und deshalb bleibt die Berechnung der Anzahl der Spaltöffnungen für ein s. g. mittleres Blatt immer sehr bedenklich, und ich habe es unterlassen, es zu thun.

Die Längenbestimmungen Krocker's sind die einzigen, welche die Wissenschaft bis jetzt besass; man sieht aus ihnen, dass dem trefflichen Beobachter auch der Umstand bekannt war, dass die Spaltöffnungen neben einander an Grösse nicht selten beträchtlich differiren, ein Umstand, der Rudolphi, trotz der enormen Zahl seiner Beobachtungen, nicht aufgefallen war. Eine Bemerkung über die von den Beobachtern angegebenen Zahlen habe ich mir nur dann erlaubt, wenn die — wohl durch Rechnung herbeigeführte — Unrichtigkeit derselben gar keinen Zweifel zulässt.

Die Quellen endlich, welchen ich die nachfolgenden Daten entnahm, sind die folgenden:

Krocker H., De plantarum epidermide. Vratislaviae 1833, p. 18 ff.
Lindley, An introduction to botany. London 1832.
Thomson, Treatise on vegetable physiology.
Hedwig, Sammlung seiner zerstreuten Abhandlungen. Leipzig 1793, I. Bd. Taf. V.
Unger, Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Wien 1855, S. 193, 334.
Meyen, Neues System der Pflanzenphysiologie. I. Bd. Berlin 1837, S. 289.
Kieser, Anatomie der Pflanzen. Jena 1815, S. 159.
Humboldt, Einleitung über einige Gegenstände d. Pflanzenphysiologie. 1786.

Von den genannten Werken ist nur das von Thomson, dessen Zählungen in alle populären Handbücher der Botanik übergegangen sind, nicht in meinem Besitze und ich habe seine Angaben den Werken von Jussieu u. A. entlehnt, kann also für die Richtigkeit der-

selben nicht einstehen. Die Bestimmungen von Hedwig sind wohl deshalb völlig unbekannt geblieben, weil er die Zahlen selbst nicht angegeben hat, sondern nur die Zeichnung von $\frac{1}{43}$ □ Linie auf seiner Taf. V (l. c.) für mehrere Pflanzen sich vorfindet. Seine Beispiele sind durchwegs sehr instruktiv gewählt.

	Beobachter	Zahl auf 1 □ mm		Länge einer Spaltöffn.
		Oberseite	Unterseite	
Brassica rapa	Unger	374	717	—
Solanum sanctum	Krocker	ø	648	0.021
Citrus aurantium	,,	ø	591	0.021
Perilla crymoides (Cotyledon)	Hedwig	—	456	0.014—0.027
Phaseolus vulgaris	Kieser	—	416	—
Andromeda pulverulenta	Krocker	ø	379	0.023
Scrophularia nodosa	,,	ø	350	0.025
Olea europaea	,,	ø	291	0.025
———	Thomson	ø	83 [1])	—
———	Weiss	ø	625	0.026
Asclepias syriaca	Krocker	ø	271	0.023
Betonica grandiflora	,,	ø	259	0.032
Theophrasta (Jussieui?)	Thomson	ø	248	—
——— Jussieui	Weiss	ø	228	0.029
Hypericum perforatum	Krocker	ø	233	0.034
Pittosporum tobira	Thomson	ø	231	—
———	Weiss	ø	382	0.031
Hydrangea quercifolia	Thomson	ø	231	—
———	Weiss	ø	330	0.020
Syringa vulgaris	Thomson	ø	231	—
———	Weiss	ø	330	0.028
———	Morren	ø	227	—
Portulaca oleracea (jung)	Krocker	—	216	0.036
——— (alt)	,,	—	27	0.063
Asclepias curassavica	,,	ø	207	0.034
Gaertnera	Thomson	1	206	—
Juniperus communis	Krocker	ø	190	0.055
Prunus laurocerasus	,,	ø	189	0.025
———	Morren	ø	143	—
———	Lindley	ø	130	—
Daphne hybrida	Krocker	ø	175	0.036

1) Sicher falsch.

	Beobachter	Zahl auf 1 □ mm		Länge einer Spaltöffn.
		Oberseite	Unterseite	
Gladiolus communis	Krocker	ø	162	0.040
Rhododendron ponticum	,,	ø	162	0.032
Glaux maritima	,,		137	0.034
Viburnum tinus	Lindley	ø	130	—
Lysimachia vulgaris	Krocker	ø	130	0.053
Thuja occidentalis	,,	—	118	0.034
Kalmia latifolia	,,	ø	118	0.032
Taxus baccata	,,	ø	118	0.025
———	Weiss	ø	166	0.045
Cheiranthus incanus (Cotyledon)	Hedwig	—	107	0.042—0.058
Allium cepa	,,	—	107	0.033—0.048
Phalaris picta	Krocker	—	106	0.044
Gymnogramme chrysophyllum	,,	ø	100	0.055
Clematis viticella	,,	ø	97	0.044
———	Weiss	ø	142	0.040
Ilex	Thomson	ø	92	—
Sambucus nigra	,,	ø	91	—
Ajuga genevensis	Unger	—	90	—
Zea mais	Krocker	—	82	0.048 [1])
———	Weiss	94	158	0.037
———	Hedwig	—	89	0.037
Viscum album	Weiss	71	75	0.055
———	Thomson	1 auf 3 □ mm	1 auf 3 □ mm [2])	—
Yucca aloifolia	Krocker	—	69	—
Hypericum grandiflorum	Thomson	ø	68	—
Agapanthus	Unger	—	67	—
Cycas revoluta	Krocker	ø	62	—
Hakea microcarpa	,,	—	62	—
Cineraria maritima	,,	ø	59	0.049
Rheum palmatum	Thomson	1	58	—
Yucca	Lindley	58	58	—
Mesembryanthemum	,,	43	58	—
Rudbeckia	Thomson	12	59	—
Lilium bulbiferum	Krocker	—	58	0.076
———	Weiss	ø	62	0.071
———	Sprengel	5	25	—

1) Wohl unrichtig.

2) Sicher falsch.

	Beobachter	Zahl auf 1 □ mm		Länge einer Spaltöffn.
		Oberseite	Unterseite	
Lilium bulbiferum	Hedwig	—	120	0.042—0.068
——————— (Perigon)	,,	—	36	0.029
——————— (———)	Weiss	—	16	0.080
Dianthus caryophyllus	Thomson	55	55	—
Begonia discolor	Krocker	ø	54	0.044
Zamia horrida	,,	ø	54	0.095
Allium tataricum	,,	—	45	0.074
Andromeda speciosa	Thomson	ø	45	—
Amaryllis Josephinae	,,	45	45	—
Mitella diphylla	Krocker	—	43	0.038—0.053
Aloë retusa	,,	—	43	0.053
Piper maculatum	,,	ø	41	—
Agrostemma coronaria	,,	—	37	0.038
Pyrus	Thomson	ø	35	—
Veratrum album	Krocker	ø	34	0.072
———————	Weiss	ø	40	0.059
Avena sativa	Krocker	—	31	0.063
———————	Morren	40	27	—
———————	Weiss	48	27	0.060 (Obers.)
Mesembryanthemum cordifolium	Krocker	—	31	0.042
Philadelphus coronarius	Thomson	ø	29	—
———————	Morren	ø	86	—
Cobea scandens	Thomson	ø	29	—
Rumex acetosa	,,	12	29	—
Hyacinthus non scriptus	Humboldt	—	29	—
——————— (beim Stengel)	,,	—	15	—
Alstroemeria	Lindley	ø	29	—
Aloë	,,	36	29	—
Crinum amabile	,,	29	29	—
Agave americana	Krocker	—	27	0.059
———————	Humboldt	—	11	—
———————	Meyen	—	23	—
Sempervivum urbicum	Krocker	ø	27	0.038
Adiantum tenerum	,,	ø	27	0.034
Eucomis punctata	,,	—	25	0.055
Bulbine frutescens	,,	—	25	0.038
Crassula cultrata	,,	—	25	0.032

	Beobachter	Zahl auf 1 □ mm		Länge einer Spaltöffn.
		Oberseite	Unterseite	
Arum dracontium	Thomson	12	24	—
Paconia	„	ø	20	—
Vitis vinifera	„	ø	20	—
———	Morren	ø	156	—
———	Weiss	ø	—	0.021
Tussilago farfara	Thomson	2	18	—
Cactus speciosus	Krocker	—	18	0.042
Iris germanica	Thomson	17	17	—
———	Weiss	65	58	0.045
Vanilla planifolia	Krocker	—	16	0.044
Aloë rigida	„	—	16	0.055
Cotyledon fascicularis	„	—	14	0.038
Crassula ciliata	„	—	13	0.053
Cotyledon arborescens	„	—	13	0.025
Aloë mitriformis	„	—	12	0.057
Tradescantia discolor	Sprengel	—	12	—
Arum dracunculus	Krocker	—	11	0.065
Aloë nigricans	„	—	10	0.065
Sempervivum tectorum	Thomson	15	9	—
Epidendrum	„	ø	7	—
Daphne mezereum	„	ø	6	—
Pinus abies	Krocker	—	5	0.053
———	Weiss	88	81	0.052
——— halepensis	Krocker	—	4	0.078
Tradescantia	Thomson	3	3	—
Sium angustifolium	Unger	144	2	—
Nymphaea coerulea	Krocker	460	ø	0.025
Victoria regia	Unger	374	ø	—
Potamogeton natans	„	134	ø	—
Alisma plantago	Krocker	29	—	0.046—0.070
———	Thomson	17	9	—
Cactus spinosissimus (Axe)	Lindley	22		—
Stapelia (Axe)	„	22		—

Zum Schlusse erübrigt mir nur noch meinem lieben Bruder, dem Observator der Wiener kais. Sternwarte, Dr. Edmund Weiss, meinen herzlichsten Dank für seine thätige Hilfe bei dieser mühevollen Arbeit zu sagen. Er war so freundlich fast alle Reduktionen und Berechnungen meiner Beobachtungen auszuführen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik

Jahr/Year: 1865-1866

Band/Volume: 4

Autor(en)/Author(s): Weiss Adolf Gustav

Artikel/Article: Untersuchungen über die Zahlen- und Grössenverhältnisse der Spaltöffnungen. 125-196