

Untersuchungen über die Blattanatomie von Alpen- und Ebenenpflanzen

von

P. L. LOHR.

1. Einleitung.

Über den Einfluss der Höhenlage auf den Blattbau der Pflanzen gehen die Meinungen noch immer weit auseinander.

Leist (1889 S. 182) kam zu dem Resultat, dass die in den Alpen an freien, sonnigen Standorten gewachsenen Blätter in Bezug auf Form und Struktur ihres Mesophylls mit den Schattenblättern der Ebene übereinstimmen, dass sie also die für die Schattenformen charakteristischen Veränderungen erleiden.

Im Gegensatz hiezu fand Wagner (1892 S. 545), dass die Blätter der Alpenpflanzen eine unverkennbare Anpassung an gesteigerte Assimilationstätigkeit zeigen. Sie sind charakterisiert einerseits durch eine Verlängerung oder Vermehrung der Palissaden und eine im Allgemeinen lockere Blattstruktur, anderseits durch das Vorkommen zahlreicher Spaltöffnungen an der Oberseite, besonders von dorsiventralen Blättern.

Bonniers (1890, 1895) sorgfältige anatomische Untersuchungen führten zu dem Resultat, dass in bedeutenden Höhen die Blätter stärker behaart und relativ dicker sind, als bei den Arten, welche in der Ebene gewachsen sind.

Auch das Palissadengewebe entwickelt sich stärker, sei es, dass die einzelnen Zellen länger und schmaler werden, oder, dass die Zahl der Schichten eine grössere ist.

Im Jahre 1895 hat sodann Stenström eine theoretisch-kritische Beurteilung der Versuchsergebnisse und Deduktionen Leists, Wagners und Bonniers veröffentlicht. Seine Arbeit leidet indessen unter dem Umstand, dass sie bloss auf theoretischer Überlegung beruht, und keine neuen Beobachtungen oder experimentellen Tatsachen enthält.

Überhaupt scheinen mir die Grundlagen für die von Leist und Wagner abgeleiteten Schlüsse über die Anpassung der Alpenpflanzen an einzelne Faktoren des Alpenklimas und über die physiologischen Funktionen der Alpenpflanzen überaus unsicher zu sein. Denn das Alpenklima ¹⁾ als solches beeinflusst die Pflanzen in so komplexer Weise, dass die Wirkung der einzelnen Faktoren, (Temperatur, Lichtintensität, Feuchtigkeitsgehalt der Luft und des Bodens) nicht aus der Anatomie einer mehr oder weniger grossen Zahl von Alpenpflanzen herausgelesen werden kann. Ich beschränke mich deshalb darauf, zunächst die wichtigsten anatomischen Eigenschaften bei einer möglichst grossen Zahl von Alpenpflanzen rein statistisch festzustellen. Sodann habe ich mich bemüht, mangels eigener Kulturversuche die Versuche zu analysieren, welche sozusagen die Natur angestellt hat, indem ich dieselbe Species von möglichst vielen und verschiedenen Standorten der Alpen und der Ebene mit einander verglich und die Schlüsse zu ziehen versuchte, die sich mit Sicherheit daraus ergaben.

Dass Leist (S. 85) im Grunde von denselben Voraussetzungen ausgeht wie ich, ergibt sich aus seiner Einlei-

¹⁾ Da das Alpenklima schon an so vielen Stellen (Hann (1915), Schröter (1908) und Maurer, Billwiller, Hess (1909) beschrieben worden ist, setze ich es als bekannt voraus und verzichte auf eine nochmalige Darstellung.

tung, wo er sagt: „Grössere und kleinere Erdwälle, Steinblöcke, ja auch kleinere Steine, unter deren Schutz eine kleine Pflanze vegetiert, genügen um den anatomischen Bau zu influenzieren.“ Aus seiner Abhandlung geht aber hervor, dass er sich an diesen Satz nicht gehalten hat. So berücksichtigt er in seiner Arbeit die typischen Schattenpflanzen der Alpen überhaupt nicht. Wo er echte Sonnenpflanzen untersucht, nämlich die Pflanzen am Rande des Steingletschers (S. 40), hebt er zwar ausdrücklich hervor, dass sie einen ausgeprägteren Sonnentypus zeigen, als die anderen Alpenpflanzen, behandelt sie aber als Ausnahmen, welche durch die stärkere Transpiration verursacht seien. Gerade diese Moränenpflanzen sind aber offenbar die einzigen typischen alpinen Sonnenpflanzen gewesen, die er untersucht hat.

Einen ähnlichen Fehler begeht auch Wagner. Er sagt (S. 488): „Da hauptsächlich von den stark besonnten Regionen der Alpen ein besonderer Einfluss auf den Blattbau zu erwarten war, so wurden nur Sonnenpflanzen in die Untersuchungen mit einbezogen, und selbstverständlich auch von den Exemplaren aus dem Tale oder aus dem botanischen Garten nur die einer starken Insolation ausgesetzten beachtet.“ Wagner hat also eine sehr spezielle biologische Gruppe von Alpenpflanzen untersucht; man kann sie die Sonnenpflanzen der Alpen nennen.

Unter diesen Umständen ist es verständlich, dass beide Forscher zu entgegengesetzten Resultaten gelangt sind. Ob und wie diese miteinander in Einklang gebracht werden können, soll meine Arbeit entscheiden.

Die Untersuchungen der Ebenenpflanzen führte ich im Botanischen Institut der Universität Basel aus, diejenigen an Pflanzen der alpinen Region in Adelboden (Berneroberland 1350 M.) und in einem alpinen Laboratorium auf Muottas Muragl (Oberengadin 2450 M.) und zwar in den Sommern 1917 und 1918.

Die Nomenclatur und systematische Anordnung der Pflanzen wurde nach Schinz und Keller (dritte Auflage 1909) durchgeführt.

Ich möchte hier allen denjenigen danken, welche meine Arbeit in irgend einer Weise gefördert haben: in erster Linie Herrn Prof. Dr. G. Senn, der mich zu den folgenden Untersuchungen angeregt und mir während der Arbeit manche wertvolle Hilfe geleistet hat. Ausserdem danke ich Herrn Prof. Dr. E. Giltay, Wageningen (Holland), der mir bei der mikroskopischen Durchsicht meiner Praeparate behilflich war, ebenso Herrn Prof. Dr. K. Bassalik in Pulawy und Frl. Dr. M. Henrici, die mir beim Sammeln des Pflanzenmaterials halfen.

2. Methodik.

Um in den anatomischen Bau der Blätter von Ebenen- und Alpenpflanzen einen Einblick zu erhalten, habe ich zunächst an Quer- und Längsschnitten die Dicke des Blattes, sowie die Dicke des Palissaden- und Schwammgewebes mit dem Mikrometer gemessen und davon die Mittelwerte bestimmt. Um diese unter einander vergleichbar zu machen, habe ich diese Mittelwerte in Prozente der Durchschnittsdicke des Blattes umgerechnet.

Da jedoch das anatomische Bild nur teilweise ein zahlenmässiges Resultat liefert, musste ich, um festzustellen, ob der Blattbau locker oder dicht sei, eine Methode anwenden, welche durch Zahlen genau ausdrückbare Grössen liefert. Hiezu diente die von Unger (1854) eingeführte Injektionsmethode, die ich mit einer kleinen Modifikation anwandte.

Die Bestimmung des Interzellularvolumens wurde auf folgende Weise ausgeführt: Von den zu untersuchenden Blättern habe ich zunächst den Blattstiel entfernt und das Frischgewicht in einem Wägefläschchen bestimmt. Um etwa anhaftende Tautröpfchen zu entfernen, strich ich Unter- und Oberseite mit einem Stück Filtrierpapier sanft trocken. Nach der Bestimmung des Frischgewichtes wurde das Blatt mittelst einer Luftpumpe mit Wasser injiziert. Ob die Luft der Interzellularräume durch Wasser ganz verdrängt war, konnte man dadurch konstatieren, dass die Farbe des Mesophylls im durchfallenden Licht gleichmässig hellgrün geworden war. Hernach wog ich das Blatt wieder im Wägefläschchen, nachdem ich alles anhaftende Wasser auf obenbeschriebene Weise schnell und vorsichtig entfernt

hatte, sodass die Gewichtszunahme des Blattes ausschliesslich durch die in die Interzellularräume eingedrungene Wassermenge verursacht war.

Diese Erhöhung des Frischgewichts konnte ohne besondere Umrechnung als das Volum der Interzellularräume des Blattes aufgefasst werden, weil der von Unger eingeführte Umrechnungsfaktor so klein ist, dass das Ergebnis praktisch dasselbe bleibt, wenn er weggelassen wird.

Die Volumbestimmungen wurden bei Laboratoriumstemperatur ausgeführt.

Das Volum des Blattes habe ich statt mit einer hydrostatischen Wage, die Unger anwendete, mittelst der Bürette festgestellt, wodurch die Bestimmung des Interzellularvolumens stark abgekürzt wurde, ohne dass das Ergebnis wesentlich beeinflusst worden wäre. Es versteht sich von selbst, dass ich mit dem Ablesen des Meniskus in der Bürette wartete, bis die mit dem Untertauchen des Blattes mitgeführten Luftbläschen verschwunden waren. Da ich die Volumbestimmung erst nach der Wasserinjektion der Blätter ausführte, haftete ihnen überhaupt nicht mehr viel Luft an.

Von jeder Pflanze wurde die Bestimmung mit mindestens 3 Blättern ausgeführt. Den mittleren Wert dieser 3 Bestimmungen betrachte ich als das Volum der Interzellularräume des Blattes. Diese mittleren Werte habe ich, um sie bei verschiedenen Blättern gegenseitig vergleichen zu können, in Prozente des Blattvolumens umgerechnet.

Da die Volumbestimmung sehr kleiner Blätter (z. B. *Empetrum nigrum*, *Eritrichium nanum*, etc.) durch blosses Eintauchen in die Bürette keine sicheren Resultate lieferte, bestimmte ich ihr Volumen auf folgende Weise.

Aus feinem Draht wurden kleine Körbchen mit Deckel hergestellt, deren Volumen in der Bürette bestimmt wurde. Darauf wurde eine bestimmte Anzahl der zu untersuchenden Blättchen in das Körbchen gebracht und das Volumen von Körbchen und Blättchen wieder in der Bürette fest-

gestellt. Die Differenz der beiden Volumina ergab das Gesamtvolumen der Blättchen.

Dass seiner Methode Fehler anhaften, hat Unger selbst festgestellt, jedoch bemerkt Stahl (1883 S. 10) mit Recht, dass sie für biologische Zwecke vollkommen ausreiche.

Um zu wissen, welche Differenzen im Interzellulargehalt wirklich vorhanden und welche bloss durch die Ungenauigkeit der Methode verursacht sind, habe ich bei verschiedenen Pflanzenspecies die Fehlergrenze der Methode bestimmt. Zu diesem Zwecke wurde jeweilen eine grosse Zahl (6 bis 50) gleichaltriger Blätter derselben Spezies injiziert und nachher der Mittelwert des Interzellularovolums bestimmt.

Unter Anwendung der Formel (Kohlrausch 1914 S. 2) $\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{S}{n-1}}$, worin n die Anzahl der einzelnen Bestimmungen und S die Summe der Fehlerquadrate bezeichnet, kann der mittlere Fehler ε der einzelnen Messung festgestellt werden.

So fand ich als Fehlergrenze:

Tabelle I.

Untersuchte Pflanzen.		Anzahl der verwendeten Blätter.	ε .
<i>Alchemilla vulgaris alpestris</i>	alte Blätter	38	± 3
" "	junge "	40	± 2
<i>Primula viscosa</i>	alte "	48	± 3
" "	junge "	46	± 3.5
<i>Taraxacum officinale</i>	Ebenenpflanzen	10	± 3
" "	Alpenpflanzen	12	± 3
<i>Anthyllis Vulneraria</i>		7	± 4
<i>Bellis perennis</i>	junge Blätter	6	± 4
" "	alte "	6	± 3
" "	junge "	6	± 3
" "	alte "	6	± 3
<i>Empetrum nigrum</i>		20 \times 30	± 3

Man darf also die Fehlergrenze von jeder Injektion als ± 3.5 annehmen und muss demgemäss Blätter, welche sich nicht mehr als um diesen Betrag unterscheiden, als gleich dicht gebaut betrachten.

Da es sich bei der Untersuchung der Alpenpflanzen hauptsächlich auch um die Frage handelt, ob sie Sonnen- oder Schattenblätter besitzen, und da sich diese auch durch das Verhältnis ihres Trockengewichts zum Frischgewicht unterscheiden (vergl. Géneau de Lamarlière 1892 S. 485), habe ich von allen untersuchten Pflanzen auch das Trockengewicht festgestellt. Zu diesem Zwecke wurden die Blätter, die zur Bestimmung des Interzellularvolums gedient hatten, während mehrerer Stunden im Trockenschrank bei 105° C. zu konstantem Gewicht getrocknet und nach Abkühlung gewogen. Zur Vergleichung der Werte verschiedener Spezies wurde dieses Trockengewicht auf 100 mgr. Frischgewicht berechnet.

Da sich der anatomische Bau der Blätter im Laufe ihrer Entwicklung ändert, habe ich stets Blätter gleichen Alters untersucht und mit einander verglichen. Denn es ist bekannt, dass die jungen Blätter z.B. immer ein kleineres Interzellularsystem besitzen als die älteren. Dies zu illustrieren mögen folgende Beispiele dienen:

Tabelle 2.

Interzellularvolumen in Prozenten des Blattvolumens von jungen und alten Blättern.				
No.		Name.	alte Blätter.	junge Blätter.
12	12a	<i>Salix retusa</i>	24	13
24	24a	<i>Polygonum viviparum</i>	16	9
28	28a	<i>Rumex scutatus</i>	28	19
44	44a	<i>Silene inflata</i>	14	10

Weitere Angaben finden sich in der Haupttabelle unter No.: 60a, 66a, 83a, 112a, 120a, 138a, 139a, 180a, 181a, 195a, 236a, 239a, 257a, 262a, 282a, 318a, 324a, 326a, 333a, 336a, 337a, 347a, 354a, 365a, 378a.

Ob Leist, Wagner und Bonnier bei der Vergleichung ihrer Objekte das Alter der Blätter immer in Betracht gezogen haben, ist anzunehmen, obwohl dies aus keiner Stelle ihrer Abhandlungen hervorgeht.

3. Anatomische Eigenschaften der Blätter von Pflanzen verschiedener Alpen- und Ebenenstandorte.

a. Dicke der Blätter.

Bezüglich der Blattdicke steht die Ansicht Wagners, dass die Blätter in bedeutender Höhe im Allgemeinen dicker, der Behauptung Leists gegenüber, dass sie dünner werden.

Ich habe aus meiner allgemeinen Tabelle alle diejenigen Pflanzen, von denen ich Individuen verschiedener Standorte untersucht habe, herausgezogen und unter Berücksichtigung verschiedener Exposition, sodann der Höhe bei gleicher Exposition und des verschiedenen chemischen Untergrundes mit einander verglichen.

α. Einfluss der Exposition.

Da die Exposition oder die Lage des Standortes zur Himmelsrichtung auf verschiedene Faktoren, wie z.B. die Bodentemperatur von grossem Einfluss ist, habe ich beim Sammeln der Pflanzen auf die Exposition stets genau geachtet.

Von den 62 bei verschiedener Exposition gewachsenen Pflanzen, zeigen 42 ¹⁾ oder 68 % auf Süd-Exposition dickere

¹⁾ No. 18—19 <i>Oxyria digyna</i> .	56—57 <i>Ranunculus alpestris</i> .
23—24 <i>Polygonum viviparum</i> .	59—60 „ <i>glacialis</i> .
47—46 <i>Stellaria media</i> .	64—63 <i>Arabis alpina</i> .
49—48 <i>Aconitum Napellus</i> .	69—70 <i>Biscutella laevigata</i> .
54—55 <i>Ranunculus alpestris</i> .	81—82 <i>Saxifraga Aizoon</i> .

Blätter als bei Nord-Exposition, während 20 ¹⁾ oder 32 % bei Nord-Exposition grössere Blattdicke zeigen als bei Süd-Exposition. Das Verhalten der letztgenannten Pflanzen stimmt nun nicht mit der von Stahl (1883 S. 182) nachgewiesenen Tatsache überein, dass die Schattenblätter dünner sind als die Sonnenblätter. Dagegen deckt es sich mit den Erfahrungen von Bonnier (1890 S. 544) nach denen gewisse Pflanzen tieferer Standorte in die Alpenregion versetzt dünnere Blätter bilden, weil, wie sich Bonnier ausdrückt: „Une même espèce peut donc présenter pour certains caractères un optimum d'altitude, qui correspond au maximum des variations de ces caractères“.

83—85	<i>Saxifraga Aizoön.</i>	241—242	<i>Soldanella alpina.</i>
87—89	„ <i>aizoides.</i>	246—248	<i>Gentiana Clusii.</i>
90—91	„ „	270—271	<i>Linaria alpina.</i>
95—94	„ <i>bryoides.</i>	273—272	„ „
104—105	„ <i>Seguieri.</i>	275—276	<i>Pedicularis verticillata.</i>
115—116	<i>Alchemilla Hoppeana.</i>	293—294	<i>Plantago alpina.</i>
122—123	<i>Dryas octopetala.</i>	308—307	<i>Campanula rotundifolia.</i>
130—129	<i>Potentilla aurea.</i>	312—313	<i>Phyteuma orbiculare.</i>
139—137	<i>Anthyllis Vulneraria.</i>	316—317	<i>Achillea atrata.</i>
161—160	<i>Trifolium badium.</i>	327—328	<i>Aronicum scorpioides.</i>
177—179	<i>Viola biflora.</i>	333—334	<i>Aster alpinus.</i>
182—183	„ <i>calcarata.</i>	340—343	<i>Chrysanthemum alpinum.</i>
218—217	<i>Vaccinium Vitis idaea.</i>	348—349	<i>Erigeron alpinus.</i>
220—219	„ „ „	367—369	<i>Leucanthemum vulgare.</i>
228—227	<i>Primula Auricula.</i>	374—375	<i>Solidago Virga aurea.</i>
239—240	„ <i>viscosa.</i>	380—381	<i>Taraxacum officinale.</i>

¹⁾ No. 5—4	<i>Salix herbacea.</i>	249—250	<i>Gentiana nivalis.</i>
No. 31—32	<i>Cerastium uniflorum.</i>	263—260	<i>Thymus Serpyllum.</i>
43—42	<i>Silene inflata.</i>	267—265	<i>Bartsia alpina.</i>
71—72	<i>Cardamine alpina.</i>	319—320	<i>Achillea moschata.</i>
107—106	<i>Saxifraga stellaris.</i>	344—345	<i>Chrysanthemum atratum.</i>
166—165	<i>Trifolium Thalii.</i>	353—354	<i>Gnaphalium norvegicum.</i>
189—188	<i>Epilobium Fleischeri.</i>	365—363	<i>Homogyne alpina.</i>
193—195	<i>Meum Mutellina.</i>	362—364	„ „
215—213	<i>Vaccinium uliginosum.</i>	371—372	<i>Senecio carniolicus.</i>
238—237	<i>Primula integrifolia.</i>	378—377	<i>Taraxacum officinale.</i>

Bleibt die Lichtintensität und die parallel mit ihr sich ändernden Faktoren (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) unter diesem Optimum oder übersteigt sie dasselbe, so wird die Blattdicke schwächer entwickelt als bei der optimalen Intensität.

Bei *Urtica dioeca* konstatierte ich an Pflanzen von gleicher Exposition (Süd) bei 1920 M. eine Zunahme der Blattdicke gegenüber dem Ebenenstandort (460 M.), während die Blätter aus einer Höhe von 2450 M. wieder dünnere Blätter, wie diejenigen vom Ebenen-Standort zeigten.

Dasselbe gilt auch für *Gypsophila repens*. Da diese Pflanze von Urgestein stammte, wo sie nach Anmerkung 2 S. 22 dickere Blätter bildet als auf Kalkboden, kann ihre in der Höhe geringere Blattdicke nicht auf den Einfluss des Untergrundes zurückgeführt werden.

Für die von mir untersuchten Alpenpflanzen, welche bei Nord-Exposition dickere Blätter bilden als bei Süd-Exposition, liegt also offenbar das Optimum bedeutend niedriger als bei den 68 %, welche bei Süd-Exposition dickere Blätter zeigen.

β. Einfluss der Höhe auf die Blattdicke bei gleicher Exposition.

Aus meiner Haupttabelle geht hervor, dass von 99 Spezies 67 ¹⁾ oder 68 % mit zunehmender Höhe eine

1) No. 15—16 <i>Urtica dioeca</i> .	58—60 <i>Ranunculus glacialis</i> .
22—24 <i>Polygonum viviparum</i> .	66—67 <i>Arabis coerulea</i> .
27—28 <i>Rumex scutatus</i> .	74—75 <i>Cardamine resedifolia</i> .
35—36 <i>Gypsophila repens</i> .	77—78 <i>Hutchinsia alpina</i> .
41—42 <i>Silene inflata</i> .	86—91 <i>Saxifraga aizoides</i> .
45—46 <i>Stellaria media</i> .	92—93 " <i>aspera</i> .
54—56 <i>Ranunculus alpestris</i> .	106—108 " <i>stellaris</i> .
55—57 " "	109—113 <i>Parnassia palustris</i> .

deutliche Zunahme der Blattdicke aufweisen. Im Gegensatz hierzu zeigen 18¹⁾ oder 18 % eine Abnahme. Bei 8

117—120	<i>Alchemilla vulgaris</i> alpestris.	246—247	<i>Gentiana Clusii</i> .
121—123	<i>Dryas octopetala</i> .	253—254	<i>Eritrichium nanum</i> .
124—126	<i>Geum rivale</i> .	255—257	<i>Myosotis alpestris</i> .
131—133	<i>Potentilla erecta</i> .	260—264	<i>Thymus Serpyllum</i> .
136—137	<i>Anthyllis Vulneraria</i> .	284—285	<i>Veronica aphylla</i> .
140—143	<i>Hedysarum obscurum</i> .	286—287	„ <i>Beccabunga</i> .
144—146	<i>Hippocrepis comosa</i> .	291—294	<i>Plantago alpina</i> .
147—149	<i>Lotus corniculatus</i> .	298—299	<i>Valeriana officinalis</i> .
152—153	<i>Onobrychis viciifolia</i> .	300—301	<i>Knautia silvatica</i> .
154—155	<i>Oxytropis campestris</i> .	302—304	<i>Campanula barbata</i> .
157—159	<i>Trifolium alpinum</i> .	309—310	„ <i>Scheuchzeri</i> .
163—164	„ <i>repens</i> .	311—313	<i>Phyteuma orbiculare</i> .
167—168	<i>Geranium Robertianum</i> .	317—318	<i>Achillea atrata</i> .
169—170	<i>Linum catharticum</i> ,	321—324	<i>Antennaria dioeca</i> .
171—172	<i>Polygala vulgaris</i> .	325—326	<i>Arnica montana</i> .
174—176	<i>Helianthemum</i> nummularium.	327—329	<i>Aronicum scorpioides</i> .
177—180	<i>Viola biflora</i> .	338—339	<i>Bellidiastrum Michellii</i> .
181—183	„ <i>calcarata</i> .	341—343	<i>Chrysanthemum alpinum</i> .
184—185	<i>Daphne Mezereum</i> .	351—352	<i>Erigeron uniflorus</i> .
186—187	<i>Epilobium alpinum</i> .	355—356	<i>Hieracium Auricula</i> .
190—191	<i>Athamanta cretensis</i> .	358—360	„ <i>Pilosella</i> .
198—199	<i>Pyrola rotundifolia</i> .	362—365	<i>Homogyne alpina</i> .
206—210	<i>Vaccinium Myrtillus</i> .	363—364	„ „
224—226	<i>Androsace Chamaejasme</i> .	366—369	<i>Leucanthemum vulgare</i> .
229—230	<i>Primula elatior</i> .	374—376	<i>Solidago Virga aurea</i> .
		377—381	<i>Taraxacum officinale</i> .
1) No. 20—21	<i>Polygonum</i> Bistorta.	150—151	<i>Medicago lupulina</i> .
29—30	<i>Chenopodium Bonus</i> Henricus.	193—194	<i>Meum Mutellina</i> .
32—33	<i>Cerastium uniflorum</i> .	222—223	<i>Androsace alpina</i> .
49—52	<i>Aconitum Napellus</i> .	270—273	<i>Linaria alpina</i> .
61—62	<i>Trollius europaeus</i> .	276—278	<i>Pedicularis verticillata</i> .
63—65	<i>Arabis alpina</i> .	305—306	<i>Campanula</i> cochleariifolia.
81—83	<i>Saxifraga aizoon</i> .	332—335	<i>Aster alpinus</i> .
87—90	„ <i>aizoides</i> .	346—347	<i>Crepis aurea</i> .
138—139	<i>Anthyllis Vulneraria</i> .	378—380	<i>Taraxacum officinale</i> .

Aizoön allerdings nur dann, wenn man Pflanzen von gleicher Bodenart vergleicht.

Im Gegensatz zu Leist konstatierte ich Zunahme bei:

Gypsophila repens

Biscutella laevigata (bei verschiedener Exposition)

Alchemilla vulgaris alpestris

Lotus corniculatus

Arnica montana

Keinen deutlichen Einfluss der Höhe auf die Blattdicke fand ich bei *Globularia cordifolia*, bei welcher Leist eine Abnahme verzeichnet.

Im Abschnitt über den Einfluss der Exposition auf die Blattdicke habe ich darauf hingewiesen (S 14) dass, wo bei höherer Lichtintensität etc. die Dicke eines Blattes abnimmt, mit Bonnier (1890) angenommen werden muss, dass für diese Spezies diejenige Intensität der Sonnenstrahlung, welche Zunahme der Blattdicke hervorruft, schon überschritten ist. Man hat es also in diesen Fällen in Bezug auf die Blattdicke schon mit Kümmerformen zu tun. Dies ist offenbar der Fall bei *Taraxacum officinale*, *Chenopodium Bonus Henricus* und sehr wahrscheinlich auch bei *Arabis alpina*, welch letztere allerdings eher als Schattenpflanze denn als Sonnenpflanze bezeichnet werden muss.

Auch unter den Pflanzen Leists, die ich nicht untersucht habe, befinden sich typische Schattenpflanzen, z. B. *Saxifraga cuneifolia* und *Saxifraga rotundifolia*. Die übrigen:

Echium vulgare

Solanum tuberosum

Lactuca sativa

Brassica Rapa

Acer Pseudoplatanus

Fagus silvatica

Atriplex patula

Stellaria media

sind dagegen in der Ebene und an ihren subalpinen Stand-

orten gerade wie *Taraxacum* und *Chenopodium* als Sonnenpflanzen zu bezeichnen, für welche aber die in eigentlich alpinen Höhen herrschende Strahlung offenbar zu intensiv ist, sodass sie sich daselbst als Kümmerformen entwickeln.

Bei ausgesprochenen Alpenpflanzen wird aber auch in bedeutender Höhe diejenige Intensität der Sonnenstrahlung offenbar nicht erreicht, welche eine Abnahme der Blattdicke erzeugen könnte; letztere zeigt also bei zunehmender Höhe und gleicher Exposition eine Zunahme. •

Damit ist der Widerspruch zwischen den von Leist und Wagner in Bezug auf die Blattdicke erhaltenen Resultaten in der Hauptsache aufgeklärt.

7. Einfluss des Bodens.

Bei einzelnen Spezies, welche an gleichartigen Standorten mit gleicher Exposition wuchsen, fand ich oft einen sehr deutlichen Unterschied in der Blattdicke, besonders zwischen Pflanzen aus den nordalpinen Kalkalpen (Adelboden) und aus dem centralalpinen Urgesteinsgebirge (Muottas Muraigl).

Aus der Haupttabelle geht hervor, dass von den 35 bei Süd-Exposition gewachsenen Pflanzen 13 Exemplare ¹⁾ oder 37 %, von den 14 bei Nord-Exposition gewachsenen Pflanzen 5 ²⁾ oder 36 % auf Kalkboden, dickere Blätter zeigen als dieselben Pflanzen von Urgestein. Dagegen

¹⁾ No. 11—13 <i>Salix retusa</i> .	234—236 <i>Primula farinosa</i> .
16—17 <i>Urtica dioeca</i> .	276—278 <i>Pedicularis verticillata</i> .
42—44 <i>Silene inflata</i> .	279—281 <i>Veronica alpina</i> .
49—52 <i>Aconitum Napellus</i> .	334—335 <i>Aster alpinus</i> .
82—84 <i>Saxifraga aizoon</i> .	346—347 <i>Crepis aurea</i> .
89—91 „ <i>aizoides</i> .	379—381 <i>Taraxacum officinale</i> .
217—221 <i>Vaccinium Vitis idaea</i> .	

²⁾ No. 81—83 <i>Saxifraga aizoon</i> .	270—273 <i>Linaria alpina</i> .
87—90 <i>Saxifraga aizoides</i> .	305—306 <i>Campanula</i>
193—194 <i>Meum Mutellina</i> .	<i>cochleariifolia</i> .

wiesen von den 35 bei Süd-Exposition gewachsenen Pflanzen 22 ¹⁾ oder 63 %, von den 14 bei Nord-Exposition gewachsenen Pflanzen 9 ²⁾ oder 64 % auf Urgestein dickere Blätter auf, als dieselben Spezies auf Kalkboden. Es ergibt sich also, dass von 49 auf beiden Bodenarten gesammelten Pflanzen 31 auf Urgestein, 18 auf Kalk dickere Blätter bilden. Da die Zahl der untersuchten Spezies klein und der Unterschied im Umfang beider Kategorien nur gering ist, lege ich auf diese Ergebnisse keinen grossen Wert. Immerhin geht aus ihnen hervor, dass bestimmte Spezies für die Ausbildung der Blattdicke entweder auf Kalk oder auf Urgestein bessere Bedingungen finden ohne dass jedoch alle diese Spezies sonst als kalk- oder kieselhold bezeichnet werden müssen.

b. Struktur der Epidermis.

α. Dicke der Kutikula.

Ich bin mit Leist darin einverstanden, dass die alpinen

¹⁾ No. 35—37 Gypsophila	175—176 Helianthemum
repens.	nummularium.
58—60 Ranunculus glacialis.	213—214 Vaccinium uliginosum.
66—67 Arabis coerulea.	224—226 Androsace Chamaejasme.
106—108 Saxifraga stellaris.	255—257 Myosotis alpestris.
118—120 Alchemilla vulgaris	292—294 Plantago alpina.
alpestris.	309—310 Campanula Scheuchzeri.
132—133 Potentilla erecta.	317—318 Achillea atrata.
141—143 Hedysarum obscurum.	322—323 Antennaria dioeca.
145—146 Hippocrepis comosa.	325—326 Arnica montana.
148—149 Lotus corniculatus.	338—339 Bellidiastrum Michellii.
154—155 Oxytropis campestris.	368—369 Leucanthemum vulgare.
157—159 Trifolium alpinum.	
²⁾ No. 8—12 Salix retusa.	198—199 Pyrola rotundifolia.
27—28 Rumex scutatus.	218—220 Vaccinium Vitis idaea.
110—112 Parnassia palustris.	327—329 Aronicum scorpioides.
111—113 „ „	362—365 Homogyne alpina.
178—180 Viola biflora.	

Blätter eine deutlich stärker entwickelte Kutikula besitzen als die Pflanzen tieferer Standorte. So zeigt z.B. *Saxifraga Aizoön* in Süd-Exposition bei 1980 M. eine Kutikuladicke von 10 μ , bei 2300 M. von 19 μ , bei 2420 M. von 40 μ .

Im Allgemeinen zeigten die Pflanzen von über 2000 M. bei Süd-Exposition eine sehr dicke Kutikula, z. B.:

Tabelle 3.

No.	Name.	Höhe M.	Kutikula oben μ .	Kutikula unten μ .
99	<i>Saxifraga moschata</i> . .	3000	8	8
101	" <i>oppositifolia</i> . .	2800	9	9
200	<i>Arctostaphylos Uva ursi</i> .	2400	11	6
369	<i>Leucanthemum vulgare</i> .	2300	12	12

β. Dicke der Epidermis.

Im Allgemeinen sind die Epidermiszellen der Blattoberseite dicker und länger gestreckt als diejenigen der Unterseite; letztere zeigen vielmehr eine runde Form.

Aus meiner Haupttabelle geht hervor, dass von den 92 Pflanzenarten, 46 ¹⁾ oder 50 % eine Zunahme,

¹⁾ No. 15 <i>Urtica dioeca</i> .	124 <i>Geum rivale</i> .
26 <i>Rumex scutatus</i> .	131 <i>Potentilla erecta</i> .
29 <i>Chenopodium Bonus Henricus</i> .	144 <i>Hippocrepis comosa</i> .
45 <i>Stellaria media</i> .	150 <i>Medicago lupulina</i> .
48 <i>Aconitum Napellus</i> .	152 <i>Onobrychis viciifolia</i> .
(Nord-Exp.).	154 <i>Oxytropis campestris</i> .
54 <i>Ranunculus alpestris</i> .	157 <i>Trifolium alpinum</i> .
61 <i>Trollius europaeus</i> .	163 " <i>repens</i> .
63 <i>Arabis alpina</i> .	167 <i>Geranium Robertianum</i> .
66 " <i>coerulea</i> .	169 <i>Linum catharticum</i> .
80 <i>Saxifraga Aizoön</i> .	171 <i>Polygala vulgare</i> .
86 " <i>aizoides</i> .	190 <i>Athamanta cretensis</i> .
92 " <i>aspera</i> .	193 <i>Meum Mutellina</i> .
106 " <i>stellaris</i> .	206 <i>Vaccinium Myrtillus</i> .
121 <i>Dryas octopetala</i> .	211 " <i>uliginosum</i> .

21 ¹⁾ oder 23 % eine Abnahme der Epidermisdicke mit zunehmender Meereshöhe und gleicher Exposition zeigen, während 17 ²⁾ oder 18 % keinen Unterschied aufweisen. Für 8 ³⁾ oder 9 % konnten keine bestimmten Beziehungen festgestellt werden.

- | | |
|--|---|
| 216 <i>Vaccinium Vitis idaea</i> . | 305 <i>Campanula cochleariifolia</i> . |
| 222 <i>Androsace alpina</i> . | 309 „ <i>Scheuchzeri</i> . |
| 229 <i>Primula elatior</i> . | 311 <i>Phyteuma orbiculare</i> . |
| 231 „ <i>farinosa</i> . | 314 „ <i>pedemontanum</i> . |
| 245 <i>Bartsia alpina</i> . | 325 <i>Arnica montana</i> . |
| 271 <i>Linaria alpina</i> (Süd-Exp.). | 352 <i>Aster alpinus</i> . |
| 276 <i>Pedicularis verticillata</i> . | 338 <i>Bellidiastrum Michellii</i> . |
| 279 <i>Veronica alpina</i> (Süd-Exp.). | 377 <i>Taraxacum officinale</i> . |
| 289 <i>Globularia cordifolia</i> . | |
| <hr/> | |
| ¹⁾ No. 41 <i>Silene inflata</i> . | 246 <i>Gentiana Clusii</i> . |
| 48 <i>Aconitum Napellus</i> (Süd-Exp.). | 253 <i>Eritrichium nanum</i> . |
| 58 <i>Ranunculus glacialis</i> . | 279 <i>Veronica alpina</i> (Nord-Exp.). |
| 74 <i>Cardamine resedifolia</i> . | 284 „ <i>aphylla</i> . |
| 77 <i>Hutchinsia alpina</i> . | 298 <i>Valeriana officinalis</i> . |
| 117 <i>Alchemilla vulgaris alpestris</i> . | 327 <i>Aronicum scorpioides</i> . |
| 174 <i>Helianthemum nummularium</i> . | 346 <i>Crepis aurea</i> . |
| 181 <i>Viola calcarata</i> . | 351 <i>Erigeron uniflorus</i> . |
| 186 <i>Epilobium alpinum</i> . | 358 <i>Hieracium Pilosella</i> . |
| 224 <i>Androsace Chamaejasme</i> . | 362 <i>Homogyne alpina</i> . |
| | 374 <i>Solidago Virga aurea</i> . |
| <hr/> | |
| ²⁾ No. 20 <i>Polygonum Bistorta</i> . | 201 <i>Rhododendron hirsutum</i> . |
| 22 <i>Polygonum viviparum</i> . | 243 <i>Gentiana asclepiadea</i> . |
| 35 <i>Gypsophila repens</i> . | 271 <i>Linaria alpina</i> (Nord-Exp.). |
| 140 <i>Hedysarum obscurum</i> . | 291 <i>Plantago alpina</i> . |
| 147 <i>Lotus corniculatus</i> . | 300 <i>Kpautia silvatica</i> . |
| 160 <i>Trifolium badium</i> . | 302 <i>Campanula barbata</i> . |
| 177 <i>Viola biflora</i> . | 321 <i>Antennaria dioeca</i> . |
| 184 <i>Daphne Mezereum</i> . | 355 <i>Hieracium Auricula</i> . |
| 198 <i>Pyrola rotundifolia</i> . | |
| <hr/> | |
| ³⁾ No. 6 <i>Salix retusa</i> . | 255 <i>Myosotis alpestris</i> . |
| 97 <i>Saxifraga moschata</i> . | 260 <i>Thymus Serpyllum</i> . |
| 109 <i>Parnassia palustris</i> . | 340 <i>Chrysanthemum alpinum</i> . |
| 136 <i>Anthyllis Vulneraria</i> . | 366 <i>Leucanthemum vulgare</i> . |

Eine durchgehends grössere Dicke der Epidermis bei den Sonnenblättern, wie sie G é n e a u de Lamarlière angibt, konnte ich also nicht feststellen. Freilich fand ich bei *Vaccinium Vitis idaea* und *Homogyne alpina*, welche bloss auf der Unterseite des Blattes Spaltöffnungen besitzen, sowohl bei Sonnen- als bei Schattenblättern die Oberepidermis jedesmal dicker als die Unterepidermis.

Übrigens bin ich mit Wagner darin einverstanden, dass sich bezüglich der Form und Grösse der Epidermiszellen zwischen Alpen- und Ebenenpflanzen keine bestimmte Regel formulieren lässt. Dagegen konnte ich feststellen, dass die Schattenblätter der Alpenpflanzen im Vergleich zu den Sonnenblättern eine viel prägnantere Wellung der Epidermis-Seitenwände zeigen.

Dies stimmt mit der Angabe von Nordhausen (1912 S. 500, 495) überein, dass die Wellung der epidermalen Querwände ein charakteristisches Schattenblattmerkmal bildet. „Die stärkste Wellung findet sich am ersten Blatt des Schattentriebes, die geringste b.z.w. glatte Zellwände am letzten Blatt des Sonnentriebes.“

Papillen fand ich nur in vereinzelten Fällen, wie bei *Rhododendron ferrugineum*, *Primula farinosa*, *Euphrasia minima* und *Saxifraga moschata*.

γ. Verteilung der Spaltöffnungen.

Während Leist die Frage nach der Verteilung der Stomata gar nicht und Bonnier nur wenig studiert hat, widmet ihr Wagner besondere Aufmerksamkeit und zieht aus seinen Untersuchungen den Schluss, dass die überwiegende Mehrzahl von Alpenpflanzen auf der Oberseite des Blattes mehr Stomata besitze als auf der Unterseite.

Auch ich habe eine ähnliche Einteilung meiner Versuchspflanzen durchgeführt. Von den 163 von mir untersuchten

Spezies zeigten 88 ¹⁾ oder 54 % eine an Stomata reichere

¹⁾ No. 1 <i>Agrostis vulgaris</i> .	177 bis 180 <i>Viola biflora</i> .
2 <i>Polygonatum verticillatum</i> .	181 „ 183 „ <i>calcarata</i> .
3 <i>Veratrum album</i> .	190 „ 191 <i>Athamanta cretensis</i> .
6 bis 13 <i>Salix retusa</i> .	193 „ 195 <i>Meum Mutellina</i> .
18 „ 19 <i>Oxyria digyna</i> .	196 <i>Daucus Carota</i> .
20 „ 21 <i>Polygonum Bistorta</i> .	197 <i>Peucedanum Ostruthium</i> .
22 „ 24 „ <i>viviparum</i> .	204 bis 205 <i>Rhododendron</i>
25 <i>Rumex Acetosella</i> .	<i>ferrugineum</i> .
26 bis 28 <i>Rumex scutatus</i> .	206 „ 210 <i>Vaccinium Myrtillus</i> .
29 „ 30 <i>Chenopodium Bonus</i>	229 „ 230 <i>Primula elatior</i> .
<i>Henricus</i> .	231 „ 236 „ <i>farinosa</i> .
31 „ 33 <i>Cerastium uniflorum</i> .	241 „ 242 <i>Soldanella alpina</i> .
34 <i>Cerastium strictum</i> .	245 <i>Gentiana bavarica</i> .
38 <i>Minuartia sedoides</i> .	246 bis 248 <i>Gentiana Clusii</i> .
39 <i>Moehringia ciliata</i> .	249 „ 250 „ <i>nevalis</i> .
41 bis 44 <i>Silene inflata</i> .	251 „ <i>tenella</i> .
45 „ 47 <i>Stellaria media</i> .	252 „ <i>verna</i> .
63 „ 65 <i>Arabis alpina</i> .	253 bis 254 <i>Eritrichium nanum</i> .
66 „ 67 „ <i>coerulea</i> .	255 „ 257 <i>Myosotis alpestris</i> .
68 <i>Arabis bellidifolia</i> .	260 „ 264 <i>Thymus Serpyllum</i> .
69 bis 70 <i>Biscutella laevigata</i> .	265 „ 267 <i>Bartsia alpina</i> .
77 „ 78 <i>Hutchinsia alpina</i> .	268 <i>Euphrasia minima</i> .
79 <i>Thlaspi rotundifolium</i> .	274 <i>Pedicularis Kernerii</i> .
80 bis 85 <i>Saxifraga Aizoon</i> .	280—283 <i>Veronica alpina</i> .
92 „ 93 „ <i>aspera</i> .	284—285 „ <i>aphylla</i> .
94 „ 95 „ <i>bryoides</i> .	286—287 „ <i>Beccabunga</i> .
97 „ 99 „ <i>moschata</i> .	296 <i>Galium silvestre</i> .
106 „ 107 „ <i>stellaris</i> .	297 <i>Valeriana montana</i> .
124 „ 126 <i>Geum rivale</i> .	298—299 <i>Valeriana officinalis</i> .
129 „ 130 <i>Potentilla aurea</i> .	300—301 <i>Knautia silvatica</i> .
131 „ 133 „ <i>erecta</i> .	303—304 <i>Campanula barbata</i> .
134 „ „ <i>Crantzii</i> .	305—306 „ <i>cochleariifolia</i> .
135 „ „ <i>frigida</i> .	307—308 „ <i>rotundifolia</i> .
156 <i>Phaca frigida</i> .	311—313 <i>Phyteuma orbiculare</i> .
160 bis 161 <i>Trifolium badium</i> .	316—318 <i>Achillea atrata</i> .
163 „ 164 „ <i>repens</i> .	319—320 „ <i>moschata</i> .
165 „ 166 „ <i>Thalii</i> .	321—324 <i>Antennaria dioeca</i> .
171 „ 172 <i>Polygala vulgare</i> .	325—326 <i>Arnica montana</i> .
174 „ 176 <i>Helianthemum</i>	330 <i>Artemisia Genipi</i> .
<i>nummularium</i> .	332—335 <i>Aster alpinus</i> .

Blattunterseite, 28 ¹⁾ oder 17 % wiesen die Spaltöffnungen nur auf der Unterseite auf, während 43 ²⁾ oder 26 % die

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 336—337 <i>Bellis perennis</i> . | 366—369 <i>Leucanthemum vulgare</i> . |
| 344—345 <i>Chrysanthemum atratum</i> . | 370 <i>Leontodon pyrenaicus</i> . |
| 346—347 <i>Crepis aurea</i> . | 371—372 <i>Senecio carniolicus</i> . |
| 353—354 <i>Gnaphalium</i> | 373 „ <i>integrifolius</i> . |
| <i>norvegicum</i> . | 374—376 <i>Solidago Virga aurea</i> . |
| 355—356 <i>Hieracium Auricula</i> . | 377—381 <i>Taraxacum officinale</i> . |

- | | |
|--|---|
| ¹⁾ No. 14 <i>Salix reticulata</i> . | 173 <i>Empetrum nigrum</i> . |
| 15 bis 17 <i>Urtica dioeca</i> . | 184—185 <i>Daphne Mezereum</i> . |
| 48 „ 52 <i>Aconitum Napellus</i> . | 200 <i>Arctostaphylos Uva ursi</i> . |
| 53 <i>Anemone narcissiflora</i> . | 201—203 <i>Rhododendron hirsutum</i> . |
| 61 bis 62 <i>Trollius europaeus</i> . | 211—215 <i>Vaccinium uliginosum</i> . |
| 96 <i>Saxifraga cuneifolia</i> . | 216—221 „ <i>Vitis idaea</i> . |
| 102 „ <i>rotundifolia</i> . | 222—223 <i>Androsace alpina</i> . |
| 103 „ <i>Rudolphiana</i> . | 224—226 „ <i>Chamaejasme</i> . |
| 109—113 <i>Parnassia palustris</i> . | 237—238 <i>Primula integrifolia</i> . |
| 114 <i>Alchemilla alpina</i> . | 243—244 <i>Gentiana asclepiadea</i> . |
| 115—116 <i>Alchemilla Hoppeana</i> . | 258 <i>Calamintha Acinos</i> . |
| 117—120 „ <i>vulgaris</i> | 259 „ <i>Clinopodium</i> . |
| <i>alpestris</i> . | 275—278 <i>Pedicularis verticillata</i> . |
| 121—123 <i>Dryas octopetala</i> . | 362—365 <i>Homogyne alpina</i> . |
| 167—168 <i>Geranium Robertianum</i> . | |

- | | |
|---|--|
| ²⁾ No. 4 bis 5 <i>Salix herbacea</i> . | 140—143 <i>Hedysarum obscurum</i> . |
| 35 bis 37 <i>Gypsophila repens</i> . | 144—146 <i>Hippocrepis comosa</i> . |
| 40 <i>Silene acaulis</i> . | 147—149 <i>Lotus corniculatus</i> . |
| 54 bis 57 <i>Ranunculus alpestris</i> . | 150—151 <i>Medicago lupulina</i> . |
| 58 „ 60 „ <i>glacialis</i> . | 152—153 <i>Onobrychis viciifolia</i> . |
| 71 „ 72 <i>Cardamine alpina</i> . | 154—155 <i>Oxytropis campestris</i> . |
| 73 „ <i>amara</i> . | 157—159 <i>Trifolium alpinum</i> . |
| 74—75 „ <i>resedifolia</i> . | 169—170 <i>Linum catharticum</i> . |
| 76 <i>Draba carinthiaca</i> . | 186—187 <i>Epilobium alpinum</i> . |
| 86—91 <i>Saxifraga aizoides</i> . | 188—189 „ <i>Fleischeri</i> . |
| 100 „ <i>muscoïdes</i> . | 192 <i>Bupleurum ranunculoides</i> . |
| 101 „ <i>oppositifolia</i> . | 198—199 <i>Pyrola rotundifolia</i> . |
| 104—105 „ <i>Seguieri</i> . | 227—228 <i>Primula Auricula</i> . |
| 127 <i>Sibbaldia procumbens</i> . | 239—240 „ <i>viscosa</i> . |
| 128 <i>Sieversia reptans</i> . | 270—273 <i>Linaria alpina</i> . |
| 136—139 <i>Anthyllis Vulneraria</i> . | 288 <i>Veronica fruticans</i> . |

Stomata überwiegend auf der Oberseite des Blattes hatten. Schliesslich fand ich nur 4 Arten ¹⁾, oder 3 %, bei denen die Zahl der Stomata auf beiden Seiten gleich war.

Die Kolonne 6 der Tabelle 4 in welcher die Zahlen von Wagner, Weiss (1866), Karelttschikoff (1866) und mir zusammengestellt sind, ergibt, dass die von Wagner und mir für Alpenpflanzen festgestellten Zahlen für Pflanzen mit spaltöffnungsreicherer Blattoberseite viel grösser sind als die von Karelttschikoff und Weiss für Ebenenpflanzen gefundenen.

Tabelle 4. *Verteilung der Stomata.*

	1 Anzahl Pflanzen.	2 Stomata nur unten in %.	3 Unten mehr Stomata in %.	4 Total unten mehr Stomata in %.	5 Beiderseits gleich viel St. in %.	6 Oben mehr Stomata in %.	7 Stomata nur oben in %.
Karelttschikoff	163	1	1	81	7	12	1
Weiss. . . .	167	55	28	83	2	13	2
Wagner . . .	89	16	20	36	25	39	1
Lohr	162	18	54	72	2	26	1

Wagner fand 39 % Pflanzen, die oben mehr Spaltöffnungen hatten als auf der Unterseite; dies veranlasste ihn zu dem Schluss, dass Pflanzen mit spaltöffnungsreicher Oberseite in der Alpenflora dominieren (S. 540). Dass aber von Dominieren keine Rede ist, ersieht man nicht nur aus meinen Zahlen, sondern lässt sich auch mit den von

289—290 *Globularia cordifolia*.

291—294 *Plantago alpina*.

314—315 *Phyteuma*

pedemontanum.

327—329 *Aronicum scorpioides*.

331 *Artemisia laxa*.

338—339 *Bellidiastrum Michellii*.

350 *Erigeron neglectus*.

351—352 *Erigeron uniflorus*.

357 *Hieracium intybaceum*.

358—360 *Hieracium Pilosella*.

361 „ *staticifolium*.

¹⁾ No. 269 *Euphrasia stricta*.

295 *Galium Mollugo*.

340—343 *Chrysanthemum alpinum*.

348—349 *Erigeron alpinus*.

Wagner selbst auf Seite 510 gegebenen Zahlen beweisen.

Den 34 Pflanzen mit spaltöffnungsreicher Oberseite stehen 21 gegenüber, bei welchen Oberseite und Unterseite gleich viele Stomata haben, sowie 19, welche unten mehr und 15, welche ausschliesslich unten Stomata besitzen. Nehmen wir nun die beiden letzten Gruppen zusammen als Pflanzen, welche unten mehr Stomata als oben besitzen, so erhalten wir 34 Stück, also gleich viel wie diejenigen, welche oben mehr Spaltöffnungen haben. Letztere dominieren also auch bei den von Wagner untersuchten Pflanzen keineswegs.

Dasselbe ergibt sich auch aus einem Vergleich der Zahlen in Kolonne 4, in welcher die geringen Differenzen der Zahlen von Karelttschikoff, Weiss und mir zeigen, dass das Auftreten der Stomata an der Oberseite der Alpenblätter nicht als deren spezielle Eigentümlichkeit betrachtet werden darf.

Allerdings stellen sich die Verhältniszahlen etwas anders dar, wenn ich aus den von mir untersuchten Pflanzen 38 herausziehe, welche über 2700 M. gewachsen sind. Dann ergibt sich, dass 19 oder 50 % die Spaltöffnungen vorwiegend auf der Unterseite besitzen, während 3 oder 8 % nur unten Stomata aufweisen. Bei 16 oder 42 % fand ich einen Überschuss von Spaltöffnungen auf der Oberseite. Aus diesen Zahlen geht also hervor, dass die Pflanzen mit spaltöffnungsreicher Blattoberseite in den Alpen nicht dominieren, wohl aber, dass die Zahl der Spezies, welche auf der Blattoberseite mehr Stomata aufweisen als auf der Unterseite, mit steigender Meereshöhe zunimmt.

Wie schon Stenström hervorgehoben hat, gehören die von Wagner angeführten Pflanzen mit spaltöffnungsreicher Blattoberseite zu einem grossen Teil zu den *Papilionaceae*, die, wie Karelttschikoff gezeigt hat, auch bei Ebenenpflanzen dieselbe Eigentümlichkeit aufweisen.

Man kann deshalb auf Grund dieser Familie in dieser Beziehung keine Schlüsse auf die Alpenpflanzen im Allgemeinen ziehen. Auch ich fand bei den *Papilionaceae* allgemein mehr Stomata auf der Oberseite als auf der Unterseite, während andere Familien unten mehr als oben aufwiesen. Die Verteilung der Spaltöffnungen auf Ober- und Unterseite bildet somit ein Familienmerkmal.

Zum Vergleich der Beziehung zwischen der Anzahl der Spaltöffnungen und der Dicke der Epidermis habe ich in Kolonne 16 und 19 meiner Haupttabelle die Dicken der oberen- und unteren Epidermis, ausgedrückt in Prozenten der Blattdicke, aufgenommen.

Wie aus diesen Zahlen hervorgeht, besteht zwischen der Verteilung der Stomata und der Dicke der Epidermis die gesetzmässige Beziehung, dass das Überwiegen der Stomata auf einer Blattseite immer mit einem Dünnerwerden der Epidermis auf derselben Seite verbunden ist.

c. Struktur des Mesophylls.

α. Einfluss der Exposition auf die Ausbildung von Palissaden- und Schwammgewebe.

Géneau de Lamarlière (1892 S. 483) hat bei verschiedenen Pflanzen das Verhältnis zwischen Palissadengewebe und Schwammparenchym zahlenmässig festgestellt. Er fand bei Sonnenpflanzen von *Mirabilis Jalapa* als Dicke der Palissadenschichten 57 %, bei Schattenpflanzen 44 % der Blattdicke. Die Dicke des Schwammparenchyms betrug 26 % resp. 36 % der Blattdicke.

De Bois (1901 S. 177) fand als Dicke der Palissadenschicht bei Sonnen- und Schattenblättern der Buche 41 %, bzw. 20 % der Blattdicke, während die Mächtigkeit des Schwammgewebes 36 %, resp. 53 % betrug. Aus diesen Zahlen geht hervor, dass die Exposition auf die Ausbil-

dung des Palissadengewebes einen grossen Einfluss hat.

Auch ich habe die Mächtigkeit von Palissaden- und Schwammgewebe bei Sonnen- und Schattenblättern in der Ebene und in den Alpen gemessen und unabhängig von der Höhe bei den Sonnenblättern immer ein mächtiger entwickeltes Palissadengewebe als bei den Schattenblättern gefunden, während umgekehrt das Schwammparenchym bei den letztgenannten dicker war. (Fig. I).

Dies mögen einige Beispiele illustrieren; die Zahlen geben die Dicke der Palissadenschichten und des Schwammgewebes in Prozenten der Blattdicke an.

Tabelle 5.

Dicke der Palissadenschichten und des Schwammgewebes in Prozenten der Blattdicke, bei verschiedener Exposition.						
No.	Name	Höhe	Nord-Exp.		Süd-Exp.	
			Pal.	Schw.	Pal.	Schw.
23	<i>Polygonum viviparum</i>	1800	39	41	—	—
24	" "	2350	—	—	53	25
31	<i>Cerastium uniflorum</i>	2100	35	49	—	—
32	" "	2920	—	—	50	26
55	<i>Ranunculus alpestris</i>	1750	—	—	48	35
56	" "	1920	38	45	—	—
106	<i>Saxifraga stellaris</i>	1980	—	—	36	52
107	" "	2300	22	68	—	—

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass es in erster Linie die Exposition ist, die den Bau des Blattes bestimmt, da die Hälfte der angeführten Beispiele sich auf Pflanzen bezieht, die bei grösserer Höhe in Nord-Exposition gewachsen ein schwächeres Palissadenparenchym aufwiesen, als Pflanzen von Süd-Exposition und geringerer Meereshöhe.

Für die anderen Fälle verweise ich auf folgende Nummern meiner Haupttabelle:

4—5; 8, 12—7, 9; 10, 11, 13; 18—19; 43—44; 46—47; 49—50, 51; 59—58, 60; 69—70; 71—72; 81, 83—82, 84, 85; 87, 90—88, 89, 91; 94—95; 115—116; 122—123; 129—130; 137—138, 139; 160—161; 165—166; 177, 178, 180—179; 182—183; 188—189; 193, 194—195; 204—205; 207, 208—209, 210; 213, 214—215; 218, 220—217, 219, 221; 239—241; 241—242; 250—249; 263—261, 262, 264; 270, 273—271, 272; 275—276, 277, 278; 279, 281, 283—280, 282; 316—317, 318; 319—320; 328—327, 329; 333—334, 335; 340—341, 342, 343; 348—349; 367—369; 353—354; 362, 365—363, 364; 375—376; 380—379, 381.

Ausserdem habe ich die Zahl der Palissadenschichten bei Ebenen- und Alpenpflanzen mit einander verglichen.

Von den 69 Pflanzenarten, die ich von verschiedenen Standorten gesammelt habe, zeigen 47 ¹⁾ oder 68 % mit

¹⁾ No. 6—7, 9, 10, 11, 13 <i>Salix</i>	144—145, 146 <i>Hippocrepis comosa</i> .
retusa.	147—148, 149 <i>Lotus corniculatus</i> .
15—16, 17 <i>Urtica dioeca</i> .	150—151 <i>Medicago lupulina</i> .
20—21 <i>Polygonum Bistorta</i> .	152—153 <i>Onobrychis viciifolia</i> .
23—24 „ <i>viviparum</i> .	163—164 <i>Trifolium repens</i> .
27—28 <i>Rumex scutatus</i> .	167—168 <i>Geranium Robertianum</i> .
41—43, 44 <i>Silene inflata</i> .	169—170 <i>Linum catharticum</i> .
46—47 <i>Stellaria media</i> .	171—172 <i>Polygala vulgare</i> .
48—50, 51 <i>Aconitum Napellus</i> .	174—175, 176 <i>Helianthemum</i>
63, 64—65 <i>Arabis alpina</i> .	nummularium.
86—87, 88, 89 <i>Saxifraga aizoides</i> .	181—182, 183 <i>Viola calcarata</i> .
111—112 <i>Parnassia palustris</i> .	184—185 <i>Daphne Mezereum</i> .
117—118 <i>Alchemilla vulgaris</i>	190—191 <i>Athamanta cretensis</i> .
alpestris.	206—207, 208, 210 <i>Vaccinium</i>
121—122, 123 <i>Dryas octopetala</i> .	Myrtillus.
124—125 <i>Geum rivale</i> .	211—213, 214 <i>Vaccinium</i>
132—133 <i>Potentilla erecta</i> .	uliginosum.
136—137 <i>Anthyllis Vulneraria</i> .	216—217, 219, 221 <i>Vaccinium</i>
140—141, 142, 143 <i>Hedysarum</i>	Vitis idaea.
obscurum.	229—230 <i>Primula elatior</i> .

Pflanzen gewonnenen Resultate vorgenommen hat, nicht gerechtfertigt ist. Es scheint vielmehr, dass hier derselbe Fall vorliege, wie bei der Beeinflussung der Blattdicke durch Meereshöhe oder Exposition (Vergl. S. 15), dass nämlich auch für die Blattstruktur, wie Bonnier (1890 S. 544) gezeigt hat, ein bestimmtes Optimum besteht, unter und oberhalb dessen die Zahl der Palissadenschichten kleiner ist als beim Optimum.

β. *Einfluss der Feuchtigkeit auf die Ausbildung von Palissaden- und Schwammgewebe.*

Bekanntlich ist die Bodenfeuchtigkeit im Alpengebiete sehr verschieden. Wie es Orte oder Gegenden gibt, in denen der Boden fortwährend sehr feucht ist, so gibt es auch solche, in denen während eines grossen Theiles der Vegetationszeit eine ziemliche Trockenheit herrscht.

Wagner (1892 S. 534) weist speziell darauf hin, dass die relative Feuchtigkeit des Bodens nicht nur von der Regenmenge, sondern auch von der Bodenart abhängig ist.

Der Einfluss der Bodenfeuchtigkeit auf die Struktur des Mesophylls macht sich am stärksten geltend im Unterschied der Dicke der Palissadenschichten und des Schwammparenchyms bei derselben Pflanze, von feuchtem und trockenem Standorte. Zu letzteren gehören auch die Alpenpflanzen, die ich aus dem Botanischen Garten in Basel ¹⁾ untersucht

1) No. 6 <i>Salix retusa</i> .	80 <i>Saxifraga Aizoön</i> .
20 <i>Polygonum Bistorta</i> .	86 „ <i>aizoides</i> .
22 „ <i>viviparum</i> .	96 „ <i>cuneifolia</i> .
26 <i>Rumex scutatus</i> .	114 <i>Alchemilla alpina</i> .
41 <i>Silene inflata</i> .	117 „ <i>vulgaris alpestris</i> .
48 <i>Aconitum Napellus</i> .	121 <i>Dryas octopetala</i> .
61 <i>Trollius europaeus</i> .	124 <i>Geum rivale</i> .
63 <i>Arabis alpina</i> .	131 <i>Potentilla erecta</i> .
64 „ „	136 <i>Anthyllis Vulneraria</i> .
68 „ <i>bellidifolia</i> .	140 <i>Hedysarum obscurum</i> .

habe; diese müssen in den Sommermonaten täglich begossen werden, damit sie nicht austrocknen. Wie aus den Zahlen meiner Haupttabelle hervorgeht, zeigen die Pflanzen im Botanischen Garten im Allgemeinen ein verhältnismässig mächtig entwickeltes Palissadengewebe, das 31—56 % der Blattdicke beträgt.

Im Gegensatz hiezu zeigen die Pflanzen von feuchtem Boden, z. B. diejenigen, welche in Quellen gewachsen sind ¹⁾, nur eine dünne Palissadenschicht, die sich zwischen 22 und 35 % der Blattdicke bewegt, während das Schwamm-parenchym mächtig entwickelt ist.

Ein ähnliches Verhältnis fand ich bei den Pflanzen einer Gletschermoräne ²⁾ im Roseg Tal (Engadin), die alle bei

181 <i>Viola calcarata</i> .	289 <i>Globularia cordifolia</i> .
184 <i>Daphne Mezereum</i> .	302 <i>Campanula barbata</i> .
201 <i>Rhododendron hirsutum</i> .	311 <i>Phyteuma orbiculare</i> .
211 <i>Vaccinium uliginosum</i> .	332 <i>Aster alpinus</i> .
227 <i>Primula Auricula</i> .	366 <i>Leucanthemum vulgare</i> .
231 „ <i>farinosa</i> .	373 <i>Senecio integrifolius</i> .
243 <i>Gentiana asclepiadea</i> .	377 <i>Taraxacum officinale</i> .
246 „ <i>Clusii</i> .	
¹⁾ No. 3 <i>Veratrum album</i> .	119 <i>Alchemilla vulgaris alpestris</i> .
5 <i>Salix herbacea</i> .	186 <i>Epilobium alpinum</i> .
52 <i>Aconitum Napellus</i> .	197 <i>Peucedanum Ostruthium</i> .
73 <i>Cardamine amara</i> .	280 <i>Veronica alpina</i> .
107 <i>Saxifraga stellaris</i> .	293 <i>Plantago alpina</i> .
²⁾ No. 12 <i>Salix retusa</i> .	189 <i>Epilobium Fleischeri</i> .
18 <i>Oxyria digyna</i> .	249 <i>Gentiana nivalis</i> .
28 <i>Rumex scutatus</i> .	263 <i>Thymus Serpyllum</i> .
31 <i>Cerastium uniflorum</i> .	268 <i>Euphrasia minima</i> .
34 „ <i>strictum</i> .	288 <i>Veronica fruticans</i> .
69 <i>Biscutella laevigata</i> .	306 <i>Campanula cochleariifolia</i> .
83 <i>Saxifraga aizoon</i> .	319 <i>Achillea moschata</i> .
90 „ <i>aizoïdes</i> .	331 <i>Artemisia laxa</i> .
112 <i>Parnassia palustris</i> .	333 <i>Aster alpinus</i> .
138 <i>Anthyllis Vulneraria</i> .	340 <i>Chrysanthemum alpinum</i> .
161 <i>Trifolium badium</i> .	348 <i>Erigeron alpinus</i> .
166 „ <i>Thalii</i> .	371 <i>Senecio carniolicus</i> .

Nord-Ost-Exposition auf ziemlich feuchtem Boden gewachsen waren. Die Mächtigkeit ihres Palissadenparenchyms schwankt zwischen 25 und 44 % der Blattdicke.

Der Unterschied in der Ausbildung von Palissaden- und Schwammgewebe kommt am deutlichsten bei denjenigen Arten zum Ausdruck, von denen ich sowohl Exemplare von feuchtem als von trockenem Standort untersucht habe.

Hiefür einige Beispiele:

Tabelle 6.

Verhältnis von Palissaden- und Schwammgewebe bei derselben Pflanzenspecies auf feuchtem und trockenem Boden.					
No.	Name.	Exposition.	Feuchtigkeit des Bodens.	% Pal.	% Schw.
11	<i>Salix retusa</i>	SO	trockener Kalkfels	54	32
12	" "	NO	feuchte Gletschermoräne	38	44
55	<i>Ranunculus alpestris</i>	S	trockenes Geröll	48	35
56	" "	N	feuchtes "	38	45
108	<i>Saxifraga stellaris</i>	S	trockener Verwitterungsboden	54	30
106	" "	SW	feuchte Wiese	36	52
160	<i>Trifolium badium</i>	flach	trockener Verwitterungsboden	50	35
162	" "	S	überrieselter Boden.	31	48

Für andere Beispiele verweise ich auf folgende Nummern meiner Haupttabelle: 12—6, 7, 11; 31—32, 33; 35—36; 56—57; 58—59; 83—84, 85; 88, 89, 91—86; 107—108; 115—116; 119—120; 131, 133—132; 160—162; 165—166; 178—179; 187—186; 194—195; 215—211, 214; 228—227; 236, 233, 232—231; 249—250; 275—276, 277; 278; 280—281, 282, 283; 293—291; 311—312; 317—318; 333—334; 339—338; 348—349; 363, 364—365.

Aus dieser Zusammenstellung geht also deutlich hervor, wie sehr die Feuchtigkeit des Bodens die Vegetation der

Alpenpflanzen beeinflusst, sodass diese nicht insgesamt als Trockenpflanzen bezeichnet werden dürfen, sondern dass bei ihnen gerade wie bei Ebenenpflanzen Xero- und Hygrophyten unterschieden werden müssen.

d. Verhältnis der isolateralen zu den dorsiventralen Blättern in den Alpen.

Wagner (S. 496) hat eine Tabelle zusammengestellt, in welcher er die Alpenflora in Pflanzen mit dorsiventralen und isolateralen Blättern und Übergangsformen einteilt. Aus seiner Tabelle geht zunächst hervor, dass er in der Wahl seiner Pflanzen sehr einseitig gewesen ist, weil er hauptsächlich sein Augenmerk auf solche Formen lenkte, welche schon äusserlich einen dorsiventralen Aufbau vermuten liessen.

Da er trotzdem eine erhebliche Zahl von Pflanzen mit isolateralem Blattbau fand, spricht er die Vermutung aus, dass er noch viel mehr isolaterale Blätter hätte finden können, wenn er auch solche speziell gesucht hätte.

Obwohl ich beim Sammeln meiner Pflanzen keine bestimmte Auswahl traf, muss ich auf Grund meiner Untersuchungen schliessen, dass der dorsiventrale Blattbau nicht nur, wie Wagner sich ausdrückte ein „Spezialfall“ sondern die vorherrschende Form der Blattstruktur der Alpenpflanzen ist.

Von den 136 Pflanzenspezies, welche ich von über 2000 M. untersucht habe, zeigten 93 oder 68 % den dorsiventralen Bau; 23 Arten oder 17 % sind isolateral und bestehen ausschliesslich aus Palissadenzellen, während nur 10 oder 7 % den isolateralen ausschliesslich aus Schwammparenchym bestehenden Bau zeigen.

Im Ganzen fand ich bei 6 Spezies Übergangsformen zum isolateralen Palissaden-Typus und bei 4 anderen Übergangsformen zum isolateralen Schwammparenchym-Typus.

Dabei darf nicht übersehen werden, dass es Individuen derselben Art gibt, die infolge der örtlichen Verhältnisse einen so verschiedenen Blattbau zeigen, dass sie schwerlich bei demselben Typus untergebracht werden können.

Ein Exemplar von *Silene inflata* z. B., das in einer Höhe von 1550 M. in sehr feuchtem Boden gefunden wurde, zeigte ein isolaterales Schwammgewebe. Das Blatt einer anderen bei 1650 M. Höhe auf Geröll und bei Nord-Exposition gewachsenen Pflanze war dorsiventral und zeigte 1 Schicht Palissadenzellen (Dicke: Länge der Zellen = 1 : 3) während die Blätter bei 2400 M. Höhe bei Süd-Exposition deutlich 2 fest gefügte Palissadenschichten hatten.

Als Beispiel einer Pflanze, die ich sowohl unter die Dorsiventralen als auch unter die Übergangsformen rechnen muss, erwähne ich *Vaccinium Vitis idaea*. Bei 2450 M. Höhe am Wegrand auf Muottas Murai (Oberengadin) zeigten ganz sonnig gewachsene Blätter einen charakteristischen Sonnentypus. (Fig. 1b). Das Palissadengewebe bestand aus 3 bis 4 Schichten langgestreckter Zellen (Dicke : Länge = 1 : $3\frac{1}{2}$). Eine in geringer Entfernung von dieser Sonnenpflanze im Schatten zwischen grossen Steinblöcken wachsende Pflanze zeigte den Schattentypus (Fig. 1a). Die Mesophyllzellen der Oberseite hatten in den 3 obersten Schichten Palissadengestalt. Da aber diese fast ebenso ausgeprägt auch in der Unterseite vorkam, ist dieses Blatt zu den Übergangsformen zu rechnen.

Ein Exemplar des *Polygonum Bistorta* von der Schwandfeldspitze (Berneroberland, 2000 M.) bei Süd-Ost-Exposition auf magerer Weide zeigte den isolateralen Palissadentypus. Ein Blatt aus dem Botanischen Garten in Basel wies nur 3 Schichten langgestreckter Zellen (Dicke : Länge = 1 : $3\frac{1}{2}$) und darunter ein deutliches Schwammparenchym auf, gehörte also zum dorsiventralen Typus.

Von allen untersuchten Exemplaren zeigte sich nur bei

Parnassia palustris, die von Leist als vielfach vorkommender Fall beschriebene Erscheinung, dass mit der Höhenzunahme die Palissadenbildung völlig verschwinde. In 550 M. Höhe wies ein im Schatten wachsendes Exemplar noch deutlich eine oder zwei Schichten Palissaden auf, obgleich die Zellen sehr breit und nur zweimal so lang als breit waren: also dorsiventraler Bau! Bei einem bei 2500 M. (Oberengadin) ebenfalls im Schatten gewachsenen Exemplar bestand das ganze Mesophyll aus runden, kugeligen Zellen; das Blatt hatte den isolateralen Bau mit Schwammparenchym angenommen.

Dies beweist zur Genüge, dass bei der Einteilung der Blätter der Alpenpflanzen nach dorsiventralem oder isolateralem Bau die Standortverhältnisse der untersuchten Pflanzen in weitgehendem Masse berücksichtigt werden müssen, indem an sonnigen und trockenen Standorten dorsiventraler und isolateraler Palissaden-Typus herrscht, an schattigen und feuchten Standorten dagegen dorsiventraler und isolateraler Schwammparenchym-Typus.

e. Interzellularvolumen.

Bei 156 von verschiedenen Alpen- und Ebenenstandorten stammenden Pflanzenspezies beträgt das Interzellularvolumen im Minimum 6 %, im Maximum 42 % des Gesamt-Blattvolumens.

Bei Süd-Exposition zeigen von den 249 Fällen 228 oder 91 % ein Interzellularvolumen, das zwischen 6 und 21 % schwankt; die übrigen 21 Individuen ¹⁾ oder 9 % weisen

1) No. 3 <i>Veratrum album</i> .	88 <i>Saxifraga aizoides</i> .
4 <i>Salix herbacea</i> .	89 " "
42 <i>Silene inflata</i> .	91 " "
52 <i>Aconitum Napellus</i> .	106 " <i>stellaris</i> .
62 <i>Trollius europaeus</i> .	119 <i>Alchemilla vulgaris alpestris</i> .

ein Interzellularrvolumen von 23 % bis 35 % auf. Alle diese waren auf sehr feuchtem oder überrieseltem Boden, ja sogar in Quellen oder Bächen gewachsen.

Bei Nord-Exposition oder im Schatten betrug das Minimum an Interzellularräumen in den 114 untersuchten Fällen 22 %, das Maximum 42 %.

Diese Zahlen berechtigen zu dem Schluss, dass ein Interzellularrvolumen von weniger als 21 % für Sonnenblätter charakteristisch ist, und dass dieser Bau als dicht bezeichnet werden muss. Der Bau der Schattenblätter mit einem Interzellularrvolumen von mehr als 22 % ist dagegen als locker zu bezeichnen. Dies stimmt mit dem Befunde Stahls (1883 S. 179), der bei der Buche für ein Sonnenblatt im Extrem 19 % und für ein Schattenblatt 29 % Interzellularrvolumen fand.

Unger (1854 S. 373) gibt für die einzige von ihm untersuchte einheimische Pflanze *Brassica Rapa* ein Interzellularrvolumen von 17.5 % an und als Maximum für eine Landpflanze 48 % bei *Musa Sapientum*, einem Kraut des immer feuchten Tropenklimas.

a. Einfluss der Exposition.

Aus den vier in Tabelle 7 zusammengestellten Beispielen geht hervor, dass die Struktur der Blätter durch die Exposition ihres Standortes, von dessen Höhe jedoch kaum beeinflusst wird.

132 *Potentilla erecta*.
162 *Trifolium badium*.
186 *Epilobium alpinum*.
197 *Peucedanum Ostruthium*.
231 *Primula farinosa*.
232 " "

317 *Achillea atrata*.
339 *Bellidiastrum Michellii*.
345 *Chrysanthemum atratum*.
346 *Crepis aurea*.
347 " "

Tabelle 7.

Interzellularvolumen, ausgedrückt in Prozenten des Blattvolumens, von
Sonnen- und Schattenblättern derselben Pflanzenspezies.

No.	Name.	Höhe.	Nord-Exp.	Süd-Exp.
7	<i>Salix retusa</i>	1600	—	13
12	" "	2100	24	—
106	<i>Saxifraga stellaris</i>	1980	—	28
107	" "	2300	35	—
362	<i>Homogyne alpina</i>	1550	31	—
363	" "	1870	—	18
371	<i>Senecio carniolicus</i>	2100	30	—
372	" "	2800	—	20

Andere Beispiele finden sich in meiner Haupttabelle unter No.: 4—5; 9—8; 11—12; 18—19; 24—23; 31—32; 46—47; 53—55; 56—57; 58—59; 71—72; 77—79; 81—82; 83—84; 104—105; 107—108; 115—116; 122—123; 129—130; 138—139; 147—148; 152—153; 165—166; 178—179; 182—183; 188—189; 194—195; 208—209; 207—210; 214—215; 217—218; 220—221; 240—241; 249—250; 264—265; 266—267; 270—271; 272—273; 275—277; 281—282; 293—294; 298—299; 305—306; 312—313; 319—320; 328—329; 333—334; 340—342; 367—369; 348—349; 353—354; 362—363; 364—365; 371—372; 375—376; 380—381.

Aus der Vergleichung der Zahlen über das Interzellularvolumen (Kolonne 7) der Haupttabelle mit den Zahlen über die Mächtigkeit der Palissadenschichten (Kolonne 17) und des Schwammparenchyms (Kolonne 18) folgt ohne weiteres, dass eine Abnahme des Interzellularvolumens eines Blattes im Allgemeinen mit einer Zunahme der Dicke seines Palissadengewebes, b.z.w. einer Reduktion seines Schwammparenchyms verbunden ist. (Fig. 1a und b).

β. Einfluss der Meereshöhe bei gleicher Exposition.

Unter den 89 Fällen, von denen ich bei gleicher Exposition aber bei verschiedener Höhe das Interzellularvolumen bestimmte, zeigten 56 oder 63 % eine Abnahme des Interzellularvolumens bei zunehmender Meereshöhe, also ein dichteres Gewebe, während bei 10 oder 11 % das Interzellularvolumen gleich blieb. 23 Pflanzen oder 26 % zeigten bei zunehmender Höhe und gleicher Exposition ein Lockerwerden ihres Gewebes.

Unter diesen 89 Fällen befinden sich 50, welche ich in der Ebene und in der Alpen untersucht habe; hievon zeigen 39 oder 78 % mit zunehmender Meereshöhe eine Abnahme (Fig. II und III) und nur 8 oder 16 % eine Zunahme des Interzellularvolumens (Fig. IV), während in 3 Fällen oder 6 % das Interzellularvolumen gleich blieb.

Im Gegensatz hiezu geben Leist und Wagner dieses Mal übereinstimmend an, dass die Alpenblätter im Grossen und Ganzen eine lockerere Struktur besitzen als die Blätter der Ebene.

Da aber ihre Angaben auf blosser Schätzung beruhen, während ich das Interzellularvolumen genau bestimmte, brauche ich mich wohl über diesen Mangel an Übereinstimmung nicht zu beunruhigen.

So fand ich, entgegen der Angabe Leists, bei *Urtica dioeca*, *Arabis alpina*, *Lotus corniculatus*, *Arnica montana* und *Gentiana Clusii* bei den Alpenpflanzen eine Abnahme des Interzellularvolums gegenüber den Ebenenpflanzen. Dagegen fand ich in Übereinstimmung mit Leist bei *Silene inflata* aus der Ebene (Botanischer Garten, Basel) ein Interzellularvolumen von 19 %, während ein Exemplar aus 1550 M. Höhe, das in feuchtem Boden gewachsen war, 25 % Interzellularvolumen aufwies, also gegenüber dem in Basel gewachsenen Blatt eine Zunahme seines Interzellularvolums zeigte. Bei einem Blatt, das noch höher,

nämlich bei 2400 M. Höhe gewachsen war, konstatierte ich aber wieder nur 14 % Interzellularvolumen, somit eine Abnahme desselben, resp. einen dichteren Bau.

Dieser Fall beweist, dass auch diese Angabe Leists nicht verallgemeinert werden darf.

Ziehe ich endlich nur meine in der Nivalregion, d. h. über 2800 M. gewachsenen Pflanzen in Betracht, so zeigen von den 36 untersuchten Spezies ¹⁾ nur 3 oder 8 % ²⁾ ein Interzellularvolumen von mehr als 21 %. Bei allen anderen beträgt es weniger als 21 %. Sie besitzen also ein dichteres Blattgefüge, das übrigens aus langen Palissadenzellen besteht, während das Schwammparenchym nur wenig entwickelt ist.

Somit geht aus meinen Zahlen hervor, dass mit Ausnahme von 16 % die Pflanzen von gleicher Exposition mit zunehmender Meereshöhe ein kleineres Interzellularvolumen somit einen dichteren Blattbau zeigen.

¹⁾ No. 32 <i>Cerastium uniflorum</i> .	226 <i>Androsace Chamaejasme</i> .
33 <i>Cerastium uniflorum</i> .	245 <i>Gentiana bavarica</i> .
38 <i>Minuartia sedoides</i> .	252 „ <i>verna</i> .
40 <i>Silene acaulis</i> .	253 <i>Eritrichium nanum</i> .
39 <i>Moehringia ciliata</i> .	254 „ „
60 <i>Ranunculus glacialis</i> .	257 <i>Myosotis alpestris</i> .
72 <i>Cardamine alpina</i> .	273 <i>Linaria alpina</i> .
75 „ <i>resedifolia</i> .	278 <i>Pedicularis verticillata</i> .
93 <i>Saxifraga aspera</i> .	283 <i>Veronica alpina</i> .
98 „ <i>moschata</i> .	314 <i>Phyteuma pedemontanum</i> .
99 „ „	315 „ „
101 „ <i>oppositifolia</i> .	324 <i>Antennaria dioeca</i> .
105 „ <i>bryoides</i> .	330 <i>Artemisia Genipi</i> .
134 <i>Potentilla Cranzii</i> .	343 <i>Chrysanthemum alpinum</i> .
135 „ <i>frigida</i> .	342 „ „
195 <i>Meum Mutellina</i> .	350 <i>Erigeron neglectus</i> .
222 <i>Androsace alpina</i> .	352 „ <i>uniflorus</i> .
223 „ „	372 <i>Senecio carniolicus</i> .

²⁾ 257 <i>Myosotis alpestris</i> .	352 <i>Erigeron uniflorus</i> .
273 <i>Linaria alpina</i> .	

γ. Einfluss der Bodenfeuchtigkeit.

Dass die grössere oder geringere Feuchtigkeit des Bodens einen grossen Einfluss auf den Blattbau ausübt, sahen wir schon im vorigen Abschnitt. Mit der mächtigen Ausbildung des Palissadenparenchyms bei den Blättern von Pflanzen trockener Standorte (vergl. Tabelle 6 S. 31) ist im Allgemeinen ein kleineres Interzellularvolumen verbunden.

Dagegen besitzen die Pflanzen von feuchten Stellen (Quellen, feuchten Moränen) einen lockeren Blattbau, also ein grosses Interzellularsystem. Zu diesen letzteren gehören auch die 21 auf Seite 34 genannten, auf feuchtem Boden gewachsenen Pflanzen, deren Interzellularvolumen trotz Süd-Exposition mehr als 21 % betrug.

Ich muss aber einen prinzipiellen Unterschied bei Leist und Wagners Beurteilung der Dichtigkeit der Blattstruktur hervorheben.

Leist schliesst bei den Alpenpflanzen auf lockeren Bau, da er annimmt, dass in Folge der Abnahme des Palissadenparenchyms das Schwammparenchym und mit ihm die Grösse des Interzellularvolumens des Blattes zunehme.

Wagner sucht dagegen einen Zusammenhang zwischen den Interzellularräumen und der Verteilung der Spaltöffnungen zu finden, indem er vom rein teleologischen Standpunkt aus erwartet, dass das überwiegende Vorkommen der Spaltöffnungen an der Oberseite des Blattes (vergl. Tabelle 4 S. 23) bei den alpinen Formen eine lockere Struktur des Palissadengewebes nötig mache. Wagner glaubt also, dass hauptsächlich in Folge des Lockererwerdens des Palissadengewebes eine Zunahme der Interzellularräume erfolge.

Dann wäre aber zu erwarten, dass dieses Lockerwerden des Palissadengewebes eine Vergrösserung des Totalvolumens der Interzellularräume zur Folge habe. Dass dies nicht der Fall ist, geht aus der von Wagner (S. 512)

selbst hervorgehobenen Tatsache hervor, dass gleichzeitig mit dieser Palissadenbildung eine weitgehende Reduktion der Interzellularen im Schwammgewebe stattfindet. Im Gegensatz hiezu fand ich bei 72 % meiner Pflanzen die Stomata vorwiegend auf der Unterseite des Blattes.

Aber in Übereinstimmung mit Wagners Auffassung, nach welcher dasjenige Gewebe lockerer gebaut sei, zu welchem die meisten Stomata führen, zeigten meine Sonnenblätter — solche hat ja Wagner ausschliesslich untersucht — fast ausnahmslos enggeschlossene und langgestreckte Palissadenzellen neben einem schwach entwickelten, aber lockeren Schwammparenchym.

Besonders stark machte sich dieser Blattbau bei denjenigen Sonnenblättern geltend, welche die Spaltöffnungen ausschliesslich auf der Unterseite trugen. So hat z. B. das Blatt von *Alchemilla Hoppeana* Dalla Torre in einer Höhe von 1620 M. im Schatten ein Interzellularrvolumen von 22 %, bei 2030 M. Höhe dagegen bei Süd-Exposition nur 12 % Interzellularrvolumen, obwohl das Schwammparenchym sehr locker ist. Andere Beispiele finden sich in der Haupttabelle unter No.: 49—50, 51; 122—123; 213, 214—215; 219, 221—218, 220; 237—238; 275—277, 278; 362, 365—363, 364.

Trotz dem lockeren Bau des Schwammparenchyms ist in Folge der starken Entwicklung des dichtgeschlossenen Palissadenparenchyms das Totalvolum der Interzellularen bei den Sonnenblättern kleiner als bei den Schattenblättern.

δ. Einfluss der Bodenart.

Eine Vergleichung der für das Interzellularrvolumen gewonnenen Zahlen ergibt, dass die Unterschiede zwischen Individuen derselben Pflanzenspecies, welche bei gleicher Exposition auf Kalkboden (Berneroberland) oder auf Urgestein (Oberengadin) gewachsen waren, sehr gering sind

und innerhalb der Fehlergrenzen liegen. Hievon machen nur *Vaccinium Myrtillus*, *Arnica montana* und *Helianthemum nummularium* eine Ausnahme, bei welchen bei Süd-Exposition das Interzellularvolumen auf Kalk 16 %, 21 %, resp. 19 % betrug, auf Urgestein dagegen nur 6 %, 14 %, resp. 14 %. Ob am letztgenannten Standort eventuell der Boden so viel trockener war, als am kalkhaltigen Standort, kann ich nicht sagen.

Jedenfalls scheint die chemische Zusammensetzung des Bodens die Ausbildung des Interzellularvolumens im Allgemeinen nicht zu beeinflussen.

f. Frischgewicht und Trockengewicht.

Sonnen- und Schattenblätter lassen sich abgesehen von ihrem anatomischen Bau auch durch ihr Trockengewicht von einander unterscheiden.

Von den 56 von mir untersuchten Sonnen- und Schattenblättern derselben Pflanzenspezies zeigten bei 52 = 93 % die Sonnenblätter ein höheres Trockengewicht als die Schattenblätter. Diese Zahlen stimmen mit den von Géneau de Lamarlière (1892 S. 486) gefundenen überein. Er fand nämlich als Trockengewicht (ausgedrückt in Prozenten des Frischgewichtes) der Sonnenblätter von *Hieracium Pilosella*, *Teucrium Scorodonia*, *Fragaria vesca*, *Viola silvatica* — 20, 36, 35 resp. 27, von den Schattenblättern 19, 29, 33 resp. 22.

Bei *Anthyllis Vulneraria* stellte ich fest, dass Sonnen- und Schattenblätter in ihrem Trockengewicht keinen Unterschied zeigen.

Nur bei 6 Spezies = 11 % fand ich bei den Schattenblättern ein höheres Trockengewicht als bei den Sonnenblättern.

Es sind dies: *Salix herbacea*
Aconitum Napellus

Saxifraga Aizoon

Saxifraga stellaris

Viola biflora

Linaria alpina.

Worauf dieses abweichende Verhalten beruht, vermag ich nicht anzugeben; jedenfalls scheinen keine Standortseinflüsse ausschlaggebend zu sein, höchstens vielleicht bei den in Quellen gewachsenen Individuen von *Salix herbacea*, *Aconitum Napellus* und *Saxifraga stellaris*, welche bei der steten Erneuerung des Wassers möglicher Weise mit Salzen reichlicher versehen sind, als die Bodenpflanzen.

Einen Einfluss der Meereshöhe bei gleicher Exposition auf das Trockengewicht von Individuen derselben Spezies konnte ich nicht feststellen.

4. Schlussfolgerungen.

Einen für alle Alpenpflanzen charakteristischen Blattbau gibt es nicht, weil sie in der Ausbildung ihrer Blattanatomie von örtlichen Verhältnissen stark beeinflusst werden, die an den verschiedenen Standorten im Alpengebiete mindestens ebenso verschieden sind wie in der Ebene.

Dies drückt Schroeter (1908 S. 62) in treffender Weise folgender Maassen aus: „Es gibt kaum ein Gebiet, wo auf engem Raum so mannigfaltige Standortbedingungen sich zusammendrängen, wie das alpine Die Vegetation reagiert prompt auf kleine Unterschiede, besonders von Feuchtigkeitsgehalt, Kalkgehalt und Düngungszustand des Bodens“

Was hier für die Zusammensetzung der Vegetation gesagt wird, gilt auch für die Blattanatomie. Aus meinen Untersuchungen geht zunächst hervor, dass die Meereshöhe als solche den Blattbau nicht beeinflusst.

Höchstens ist eine mächtiger entwickelte Kutikula als Charakteristikum der Alpenpflanzen zu nennen.

Im Allgemeinen lassen sich aber in den Alpen gerade wie in der Ebene verschiedene Standortstypen unterscheiden, deren Pflanzen gemeinsame anatomische Merkmale aufweisen.

a. Sonnige und schattige Standorte.

Die Sonnenblätter der Ebene und der höheren Regionen sind charakterisiert durch eine grössere Blattdicke, (Maximum 1028 μ , Minimum 133 μ) stärkere Entwicklung des Palis-

sadenparenchyms (Maximum 60 % der Blattdicke) während das Schwammgewebe reduziert ist (Maximum 45 % der Blattdicke), wodurch ein dichter Blattbau bedingt wird (Interzellularvolumen = 6—21 % des Blattvolumens).

Die Sonnenpflanzen der Alpen zeigen die für die Sonnenpflanzen der Ebene festgestellten Merkmale und zwar entsprechend der Zunahme der Sonnenstrahlung mit zunehmender Meereshöhe in gesteigerter Ausbildung. Dies äussert sich im Allgemeinen in:

1. einer grösseren Blattdicke bei den alpinen Sonnenblättern (75 % der untersuchten Sonnenblätter zeigten mit zunehmender Meereshöhe eine Zunahme der Blattdicke).

2. einem mächtiger entwickelten Palissadenparenchym (von den 42 aus verschiedener Höhe stammenden Sonnenblättern zeigten 30 oder 61 % eine Zunahme ihres Palissadenparenchyms bei zunehmender Meereshöhe); einer im Allgemeinen grösseren Zahl von Palissadenschichten (2 oder mehr).

3. einer Abnahme des Interzellularvolumens, also einem dichter Blattbau (83 % der untersuchten Sonnenblätter).

Besonders stark treten diese Merkmale bei den Sonnenblättern der nivalen Region (über 2800 M.) hervor.

Es scheint, dass bei der Beeinflussung der Blattdicke und Blattstruktur, wie Bonnier (1890) gezeigt hat, ein bestimmtes Optimum der Sonnenstrahlung besteht, unter und oberhalb dessen die Blattdicke und die Zahl der Palissadenschichten kleiner ist als beim Optimum.

Im Gegensatz zu den Sonnenblättern sind die Schattenblätter in der Ebene und in den Alpen charakterisiert durch:

1. eine geringere Dicke (bei den von mir untersuchten Alpen- und Ebenenpflanzen beträgt das Maximum 673 μ , das Minimum 121 μ).

2. ein mächtiger entwickeltes Schwammgewebe (Maximum 69 % der Blattdicke) mit gleichzeitiger Abnahme des Palissadengewebes. (Maximum 45 % der Blattdicke).

3. ein grösseres Interzellularvolumen, also eine lockere Blattstruktur (22 bis 42 % des Blattvolumens). Die Schattenblätter der Ebene unterscheiden sich im Allgemeinen von denjenigen der Alpen durch:

1. eine geringere Blattdicke (64 % der untersuchten Schattenblätter zeigen mit zunehmender Meereshöhe eine Zunahme der Blattdicke).

2. ein grösseres Interzellularvolumen, also eine lockere Blattstruktur (6 von 8 untersuchten Blättern von Schattenpflanzen der Ebene).

b. Trockene und feuchte Standorte.

Die Pflanzen, die in der Ebene und in den Alpen auf feuchtem Boden gewachsen sind, unterscheiden sich im Allgemeinen von den auf trockenen Standorten gewachsenen Individuen derselben Spezies, durch:

1. ein schwach entwickeltes Palissadenparenchym (Maximum 44 % der Blattdicke), dagegen ein mächtig entwickeltes Schwammgewebe (Maximum 68 % der Blattdicke), während diese Zahlen für die auf trockenem Boden gewachsenen Pflanzen 56 resp. 48 % betragen.

2. eine geringere Zahl von Palissadenschichten (nur 1 Schicht).

3. eine lockere Struktur (Quellenpflanzen Interzellularvolumen: 22—44 % des Blattvolumens).

c. Der den Sonnenblatt-Typus bewirkende Faktor.

Für die Beurteilung der Wirkung der einzelnen Faktoren, welche in ihrer Gesamtheit den Einfluss der Exposition ausmachen, sind die Bestimmungen an solchen Pflanzen

besonders interessant, welche bei gleicher Exposition und annähernd gleicher Meereshöhe, jedoch bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens gewachsen sind. An ihnen lässt sich feststellen ob bei der Exposition das Licht die Hauptrolle spielt oder die andern Faktoren, welche ebenfalls durch die Sonnenstrahlung bedingt werden, wie Erwärmung des Bodens und der Pflanze, Steigerung der Transpiration in Folge Erwärmung der Pflanze oder Herabsetzung der Luftfeuchtigkeit etc.

Nur von 6 Species wurden Individuen untersucht, welche diesen Bedingungen genügten, nämlich:

Alchemilla vulgaris alpestris No. 119—120.

Potentilla erecta No. 132—133.

Trifolium badium No. 160—162.

Epilobium alpinum No. 186—187.

Primula farinosa No. 232—234.

Bellidiastrum Michelii No. 338—339.

Ausnahmslos reagierten bei den 6 Pflanzen Interzellular-Volumen, Zahl der Palissadenschichten, Verhältnis von Palissadenparenchym zu Schwammparenchym, sowie das Trockengewicht auf die Bodenfeuchtigkeit gleichsinnig und zwar so, dass bei

	feucht	bei trocken
	gewachsenen,	gewachsenen,
das Interzellular-Volumen	13—19 %	22—29 % betrug,
die Zahl d. Palissaden-		

	Schichten	kleiner,	grösser,
die Mächtigkeit des Palis-			

	saden-Parenchyms	kleiner,	grösser,
die Mächtigkeit des			

	Schwamm-Parenchyms	grösser,	kleiner, und
das Trockengewicht	kleiner,	grösser war.	

(Ausnahme No. 160 *Trifolium badium*).

Ogleich die feuchten Standorte dieser Pflanzen alle gegen Süd, Süd-Ost oder Süd-West offen lagen, also die

höchst mögliche Lichtintensität genossen, zeigten ihre Blätter die wichtigsten Merkmale des Schatten-Typus. Der auf relativ trockenem Boden bei Südexposition vorherrschende Sonnentypus der alpinen Laubblätter wird also nicht durch die hohe Lichtintensität als solche hervorgerufen, sondern durch die von der starken Sonnenstrahlung bewirkte Erwärmung des Bodens und der Pflanze, sowie der Herabsetzung der relativen Luftfeuchtigkeit.

Da nun die Pflanzen der feuchten Standorte bei Besonnung jedenfalls ebenso stark oder noch stärker transspirieren als diejenigen weniger feuchten Bodens, kann der Sonnenblatt-typus auch nicht direct auf Erhöhung der Transpiration zurückgeführt werden, sondern muss viel eher als eine Reaktion der Pflanze gegen eine im Verhältnis zur Wasserversorgung starke Transpiration aufgefasst werden.

Trotz der geringen Zahl der in dieser Hinsicht untersuchten Species scheinen mir die bei ihnen constatirten Verhältnisse doch allgemeine Schlüsse zuzulassen, weil diese Pflanzen trotz sonstiger Verschiedenheit der Standorte völlig gleichsinnig reagiert hatten.

d. Die Controverse Leist-Wagner.

Die sich widersprechenden Resultate von Leist und Wagner lassen sich auf Grund meines umfangreicheren Versuchsmaterials grössenteils erklären. So konnte ich feststellen, dass Leist vorwiegend solche Pflanzen untersucht hat, für die das Optimum der Sonnenstrahlung an ihren alpinen Standorten meist schon überschritten war. (Vergl. Bonnier, 1890 S. 544). Er untersuchte also in der Hauptsache Kümmerformen und betrachtete die wenigen von ihm untersuchten Pflanzen, bei welchen dieses Optimum noch nicht überschritten war, als Ausnahmen.

Solche hat aber gerade Wagner fast ausnahmslos

untersucht und im Gegensatz zu Leist nur verschwindend wenige, bei welchen am alpinen Standort das Intensitäts-Optimum der Sonnenstrahlung schon überschritten war. Aus diesen Gründen ist es sehr wohl verständlich, dass sie zu genau entgegengesetzten Resultaten gelangten.

Tatsächlich haben beide Forscher richtig beobachtet, begingen aber den Fehler ihre Resultate, die sie an bewusst oder unbewusst einseitig ausgewählten Pflanzen gewonnen hatten, zu verallgemeinern.

5. Zusammenfassung der Resultate.

a. Dicke der Blätter.

α. Einfluss der Exposition.

68 % von den bei Süd-Exposition wachsenden Pflanzen zeigen dickere Blätter als bei Nord-Exposition.

β. Einfluss der Höhe bei gleicher Exposition.

68 % meiner Pflanzen zeigen mit zunehmender Meereshöhe eine deutliche Zunahme, 18 % dagegen eine Abnahme der Blattdicke. Bei 8 % bleibt die Blattdicke in verschiedenen Meereshöhen unverändert.

Von den 71 bei Süd-Exposition gewachsenen Pflanzenarten zeigen 53 oder 75 %, von 22 bei Nord-Exposition gewachsenen Pflanzen 14 oder 64 % mit zunehmender Meereshöhe eine deutliche Zunahme der Blattdicke.

γ. Einfluss der chemischen Zusammensetzung des Bodens.

Unter den 49 von Kalkboden (Berneroberland) und Urgestein (Oberengadin) stammenden Pflanzen zeigen 31 auf Urgestein, 18 auf Kalk dickere Blätter; die chemische Zusammensetzung des Bodens übt also auf die Dicke der Blätter keinen wesentlichen Einfluss aus.

b. Struktur der epidermalen Bildungen.

α. Cuticula.

1. Die alpinen Blätter zeigen eine deutlich stärker entwickelte Kutikula, als die Pflanzen tieferer Standorte.

β. Epidermis.

1. Im Allgemeinen ist die Epidermis der Blattoberseite stärker entwickelt als die der Unterseite.

2. Von den 92 untersuchten Pflanzenarten zeigen 50 % eine Zunahme, 23 % eine Abnahme der Epidermisdicke mit zunehmender Meereshöhe und gleicher Exposition, während 18 % keinen Unterschied aufweisen. Für 9 % konnten keine bestimmten Beziehungen zur Meereshöhe festgestellt werden.

3. Die Schattenblätter der Alpenpflanzen zeigen im Vergleich zu den Sonnenblättern eine viel prägnantere Wellung der Epidermis-Seitenwände.

4. Auffallend ist das seltene Auftreten von Papillen (nur in 4 Fällen).

γ. Verteilung der Spaltöffnungen.

1. Die Zahl der Pflanzen mit spaltöffnungsreicherer Blattoberseite nimmt mit zunehmender Meereshöhe zu; trotzdem dominieren sie in der Alpenregion nicht.

2. Die Verteilung der Spaltöffnungen auf Ober- und Unterseite scheint bisweilen ein Familienmerkmal zu sein.

3. Dem Überwiegen der Stomata auf einer Blattseite geht im Allgemeinen eine geringe Dicke der Epidermis dieser Seite parallel.

c. Die Struktur des Mesophylls.

α. Einfluss der Exposition auf die Ausbildung von Palissaden- und Schwammgewebe.

1. Die Sonnenblätter zeigen sowohl in der Ebene als auch in den Alpen ein mächtiger entwickeltes Palissadengewebe als die Schattenblätter. Bei letzteren ist das Schwammparenchym stärker ausgebildet.

2. 68 % der von mir untersuchten Pflanzen zeigen mit zunehmender Meereshöhe entweder gleich viel oder mehr Palissadenschichten.

*β. Einfluss der Feuchtigkeit auf die Ausbildung von
Palissaden- und Schwammgewebe.*

Die Pflanzen von trockenen Standorten zeigen ein mächtiger entwickeltes Palissadengewebe. (Maximum 56 % der Blattdicke) als dieselben Pflanzen von feuchten Stellen (Maximum 35 % der Blattdicke bei Quellenpflanzen, und 44 % bei Pflanzen feuchter Moränen).

d. Verhältnis von isolateralen zu dorsiventralen Blättern.

1. Ob die Blätter der Alpenpflanzen dorsiventral oder isolateral gebaut sind, hängt in weitgehendem Maasse von den Standortsverhältnissen ab.

2. 68 % meiner über 2000 M. gewachsenen Alpenpflanzen zeigen dorsiventralen Bau. Dieser überwiegt also im Gegensatz zu Wagners Behauptung in den Alpen stark.

e. Interzellularvolumen.

1. Für Sonnenblätter von Alpen- und Ebenenpflanzen ist ein Interzellularvolumen von weniger als 21 % des Blattvolumens charakteristisch; ihr Bau ist als dicht zu bezeichnen. Die Schattenblätter von Alpen- und Ebenenpflanzen mit einem Interzellularvolumen von mehr als 22 % sind dagegen locker gebaut. Dieses Verhältnis wird durch die Meereshöhe des Standortes allein nicht beeinflusst.

2. 63 % der von mir untersuchten Pflanzenarten zeigen bei zunehmender Meereshöhe und gleicher Exposition eine Abnahme des Interzellularvolumens, also ein dichteres Gewebe; 26 % dagegen ein Lockerwerden ihres Gewebes.

3. Die aus der Nivalregion (über 2800 M.) stammenden Pflanzen zeigten mit wenigen Ausnahmen ein Interzellular-

volumen von weniger als 21 %, also ein dichtes Blattgefüge.

4. Im Allgemeinen ist mit einer Zunahme des Palissadengewebes bzw. einer Reduktion des Schwammparenchyms eine Abnahme des Interzellularvolumens verbunden.

5. Die Pflanzen von feuchten Standorten (Quellen, feuchten Moränen) zeigen einen lockereren Blattbau, also ein grösseres Interzellularsystem, als dieselben Spezies von trockenen Standorten.

6. Gegenüber verschiedenen Bodenarten (Kalk, Urgestein) verhalten sich die Individuen derselben Spezies im Bezug auf die Entwicklung ihres Interzellularvolumens nicht einheitlich.

f. Frischgewicht und Trockengewicht.

Die Sonnenblätter der Ebene wie der Alpen zeigen im Allgemeinen ein höheres Trockengewicht als die Schattenblätter. Dagegen konnte bei gleicher Exposition kein Einfluss der Meereshöhe auf das Trockengewicht der Blätter festgestellt werden.

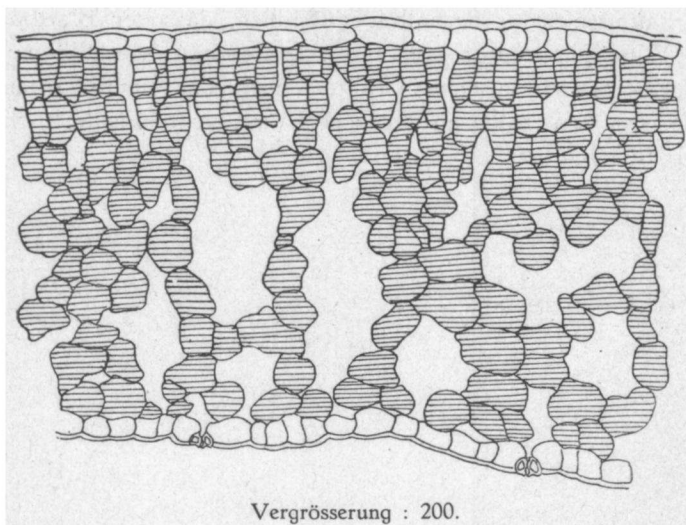
g. Anatomischer Charakter der Pflanzen einiger Standortstypen.

Aus allen diesen Untersuchungen geht hervor, dass auch in den Alpen die Standortsverhältnisse der Pflanzen für die Struktur ihrer Blätter von ausschlaggebender Bedeutung sind. Aus der Untersuchung sonnig gewachsener Quellpflanzen geht speziell hervor, dass der Sonnenblatt-Typus, welcher für die bei Südexposition gewachsenen Blätter charakteristisch ist, nicht durch die hohe Intensität des Lichts, sondern durch die übrigen mit starker Sonnenstrahlung verbundenen Faktoren (Erwärmung von Boden und Pflanze, Herabsetzung der relativen Luft-Feuchtigkeit) bedingt wird.

Bei der grossen Verschiedenheit der alpinen Standortverhältnisse ist es deshalb verständlich, dass der Blattbau der Alpenpflanzen grosse Unterschiede zeigt, weshalb eine allgemeine anatomische Charakterisierung der Alpenpflanzen, wie sie von früheren Forschern versucht wurde, nicht durchführbar ist.

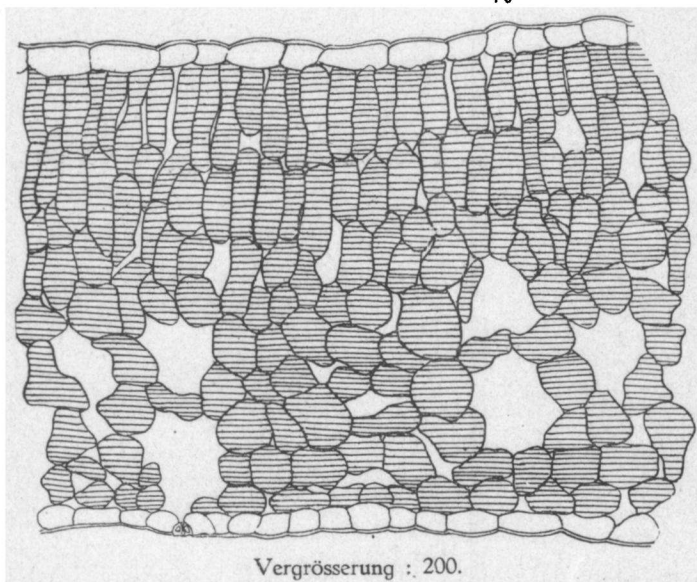
Figur Ia. *Vaccinium Vitis idaea*.

**No. 220. Muottas Muraigl. Engadin 2450 M.
Nord-Exposition schattig zwischen Steinen.
Interzellularrvolumen 29 %.**



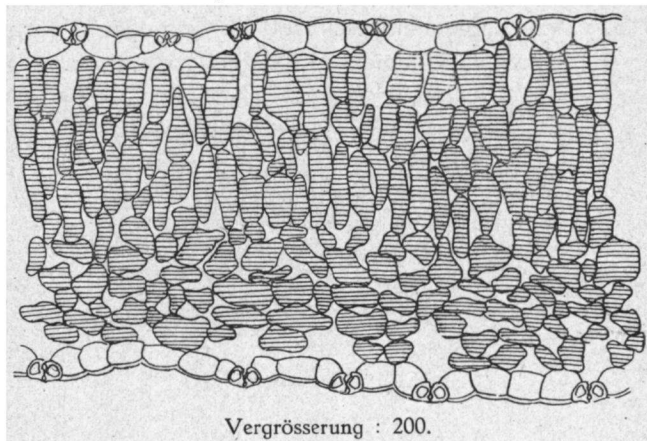
Figur Ib.

**No. 221. Muottas Muraigl. Engadin. 2450 M. trockener
Verwitterungsboden. Süd-Exposition.
Interzellularrvolumen 14 %.**



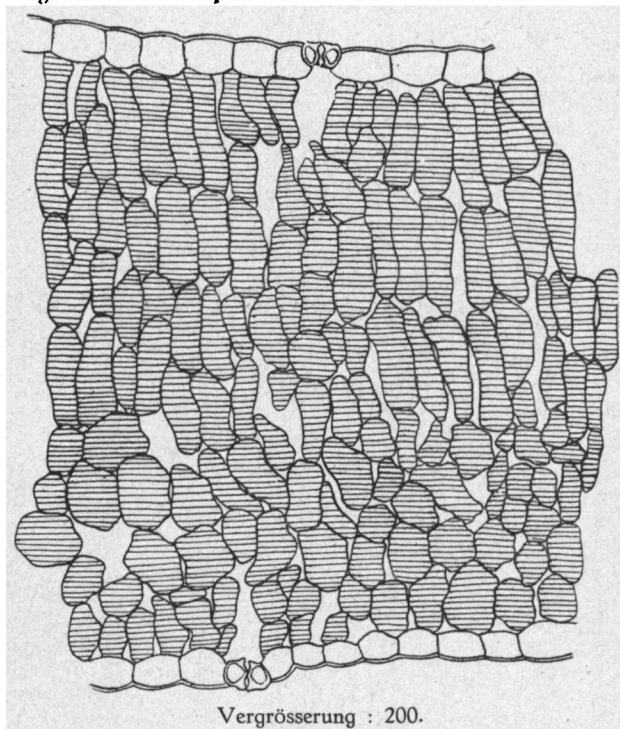
Figur IIa. Hieracium Pilosella.

No. 358. Reinacher Heide. Basel. 300 M. trockener
Kiesboden. Süd-Exposition. Interzellularrvolumen 18 %.



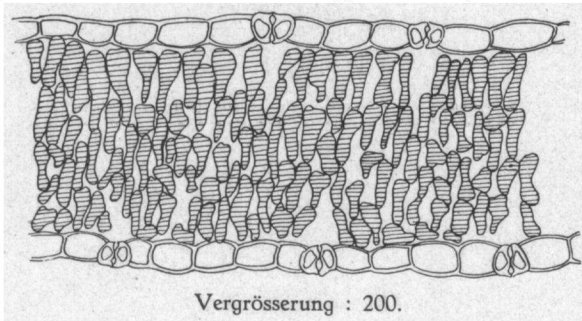
Figur IIb.

No. 360. Muottas Muraigl. Engadin. 2400 M. Sonniger
Wegrand. Süd-Exposition. Interzellularrvolumen 11 %.



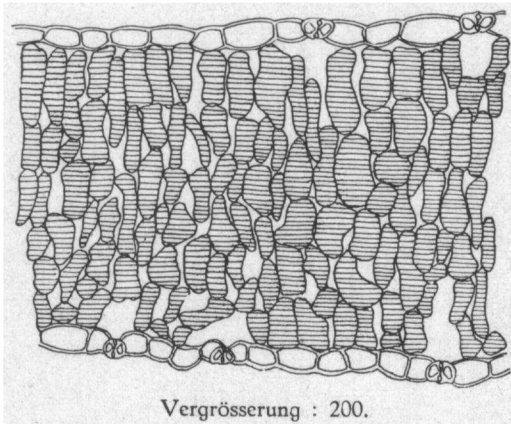
Figur IIIa. Hieracium Auricula.

No. 355. Nenzlingen bei Basel. 500 M. Sonniger Wegrand.
Interzellularrvolumen 21 %. Süd-Exposition.



Figur IIIb.

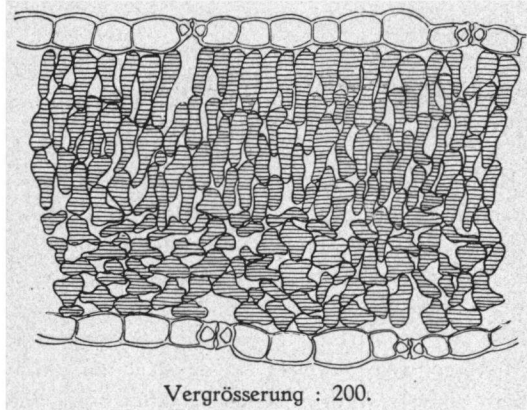
No. 356. Muottas Muraigl. Engadin. Sonniger Wegrand.
Süd-West-Exposition. Interzellularrvolumen 15 %.



Figur IVa. *Chenopodium Bonus* Henricus.

No. 29. Arlesheim bei Basel. 620 M. Süd-Exposition.

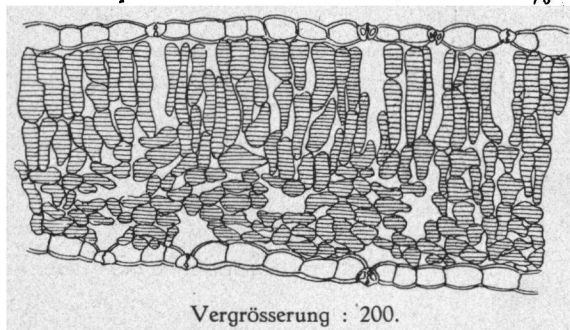
Interzellularrvolumen 14 ‰.



Figur IVb.

No. 30. Muottas Muraigl. Oberengadin 2450 M.

Süd-Exposition. Interzellularrvolumen 21 ‰.



Literatur-Verzeichnis.

1890. Bonnier. G. Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées. *Revue générale de Botanique*. Tome 12. p. 544.

1895. Bonnier G. Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin. *Annales des Sc. naturelles Bot. Série 7*. Tome 20.

1901. De Bois. Jul. Het bepalen der gevoelige periode van den invloed van het licht op de structuur der bladschijf. *Handelingen van het vijfde Vlaamsch Natuur- en Geneeskundig Congres* (p. 177).

1892. Gêneau de Lamarlière. M. L. Recherches physiologiques sur les feuilles développées à l'ombre et au soleil. *Revue générale de Botanique*. Tome 14.

1911. Hann. J. Handbuch der Klimatologie. Dritte Auflage.

1866. Kareltschikoff. Über die Vertheilung der Spaltöffnungen auf den Blättern. Moskau.

1914. Kohlrausch, Friedrich. Lehrbuch der praktischen Physik. Auflage 12.

1889. Leist. K. Ueber den Einfluss des alpinen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. *Mittheilungen der Naturf. Ges. Bern*.

1909. Maurer Jul., Billwiler Rob. jr., und Hess Clem. Das Klima der Schweiz. Huber & Co. — Frauenfeld.

1912. Nordhausen. M. Ueber Sonnen- und Schattenblätter. *Berichte der Deutschen Bot. Ges.* Bd. XXX.

1908. Schroeter. C. Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich. Albert Raustein.

1883. Stahl. E. Ueber den Einfluss des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft* XVI, Jena. N. F. IX. 1. 2.

1895. Stenström. K. O. E. Ueber das Vorkommen derselben Arten in verschiedenen Klimaten an verschiedenen Standorten, mit besonderer Berücksichtigung der xerophil ausgebildeten Pflanzen. Eine kritische pflanzenbiologische Untersuchung. Flora. Bd. 80.

1854. Unger. F. Beiträge zur Physiologie der Pflanzen. Sitzungsberichte der Kais. Akad. d. Wissenschaften. Wien. Mathem. Naturw. Classe. Bd. 12.

1892. Wagner. A. Zur Kenntniss des Blattbaues der Alpenpflanzen und dessen biologischer Bedeutung. Sitzungsberichte der K. Akad. d. Wissensch. Wien. Mathem. Naturw. Classe. Bd. 101. Abt. 1.

1866. Weiss. A. Untersuchungen über die Zahlen- und Grössenverhältnisse der Spaltöffnungen. Pringsheim's Jahrb. Bd. 4.

Inhaltsübersicht.

	Seite.
1. Einleitung	1
2. Methodik	5
3. Anatomische Eigenschaften der Blätter von Pflanzen verschiedener Alpen- und Ebenen- standorte	10
a. Dicke der Blätter	10
α. Einfluss der Exposition	10
β. " " Höhe bei gleicher Expo- sition	12
γ. Einfluss des Bodens	16
b. Struktur der Epidermis	17
α. Dicke der Kutikula	17
β. " " Epidermis	18
γ. Verteilung der Spaltöffnungen	20
c. Struktur des Mesophylls.	25
α. Einfluss der Exposition auf die Aus- bildung von Palissaden- und Schwamm- gewebe	25
β. Einfluss der Feuchtigkeit auf die Aus- bildung von Palissaden- und Schwamm- gewebe	29
d. Verhältnis der isolateralen zu den dorsiventralen Blättern in den Alpen	32
e. Interzellularvolumen	34
α. Einfluss der Exposition	35
β. " " Meereshöhe bei gleicher Exposition	37

	Seite.
γ. <i>Einfluss der Bodenfeuchtigkeit</i>	39
δ. " " <i>Bodenart</i>	40
f. <i>Frisch- und Trockengewicht</i>	41
4. <i>Schlussfolgerungen</i>	43
a. <i>Sonnige und schattige Standorte</i>	43
b. <i>Trockene und feuchte Standorte</i>	45
c. <i>Der den Sonnenblatt-Typus bewirkende</i> <i>Faktor</i>	45
d. <i>Die Controverse Leist-Wagner</i>	47
5. <i>Zusammenfassung der Resultate</i>	49

HAUPTTABELLE.

Erklärung der Abkürzungen.

Kolonne.

- 5 Exp. = Exposition; die Himmelsrichtungen wurden mit den gebräuchlichen Abkürzungen bezeichnet.
- 5 Fl. = flacher Standort.
- 7 Int. V. = Interzellularvolumen in Prozenten des Blattvolumens.
- 8 Strukt. = Blattstruktur.
 - D. = dorsiventraler Blattbau.
 - I. = isolateraler Blattbau.
 - I.p = isolateraler Palissadentypus.
 - I.s = isolateraler Schwammparenchymtypus.
 - Ü.p = Übergangsform zu I.p.
 - Ü.s = Übergangsform zu I.s.
- 9 Pal. Sch. = Palissadenschichten.
- 15 Kut. ob. = Kutikula der Oberseite.
- 16 Ep. ob. = Epidermis der Oberseite.
- 17 Pal. = Mächtigkeit der Palissadenschichten.
- 18 Schw. = Mächtigkeit des Schwammparenchyms.
- 19 Ep. unt. = Epidermis der Unterseite.
- 20 Kut. unt. = Kutikula der Unterseite.
- 21 Trock. Gew. = Trockengewicht in Prozenten des Frischgewichtes.

Anmerkung:

Nur die Differenzen zwischen der Anzahl der Stomata auf Ober- und Unterseite wurden für alle untersuchten Pflanzen (in Kolonne 12 und 13) angegeben, die absoluten Zahlen (in Kolonne 10 und 11) dagegen nur für die späteren Bestimmungen, da die Original-Notizen der ersten Zählungen aus Versehen vernichtet wurden.

No.	Name	Fundort	Höhe	Exp.	Standort	Int. Vol.	Structur	Zahl der Pal. Sch.	Stomata				Blattdicke in μ	Dicke in Proz. der Blattdicke						Trock. Gew.
									Oben	Unten	Oben mehr	Unten mehr		Kut. ob.	Ep. ob.	Pal.	Schw.	Ep. unt.	Kut. unt.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	Agrostis vulgaris With.	Nenzlingen bei Basel	400	S.	trockener Sandboden	13	D.	2	—	—	—	113	302	1	8	51	33	6	1	33
2	Polygonatum verticillatum L. All.	Schermtanne bei Adelboden	1700	S.	trockenes Geröll	15	I.s.	—	—	—	—	73	181	3	18	62	16	1	16	
3	Veratrum album L.	Muraigl Tal Engadin	2300	S.	Quelle	44	I.s.	—	83	124	—	41	720	1	8	82	8	1	9	
4	Salix herbacea L.	" "	2300	S.	Sumpfboden	22	D.	2	127	82	45	—	211	1	6	35	48	9	1	23
5	" "	" "	2350	N.	Quelle	32	D.	2	136	84	52	—	231	1	8	30	51	9	1	28
6	" retusa L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	20	D.	3	—	—	—	28	277	1	6	49	38	5	1	29
7	" "	Bondertal bei Adelboden	1600	S.	trockener Kalkfels	13	D.	3	—	—	—	24	260	1	7	56	29	6	1	25
8	" "	Engstligen Alp ob. "	1920	N.	ziemlich feuchtes Geröll	23	I.s.	—	—	—	—	13	188	1	10	76	12	1	22	
9	" "	" "	1920	S.	trockenes Geröll	15	D.	5	—	—	51	—	211	1	10	55	25	8	1	30
10	" "	Hahnenmoos bei "	1970	S. W.	trockene magere Weide	17	D.	3	—	—	—	3	240	1	7	51	35	5	1	28
11	" "	Schwandfeldspitze ob. "	2030	S. O.	trockener Kalkfels	14	D.	3	—	—	—	38	268	1	6	54	32	5	2	26
12	" "	Roseg Gletscher Engadin	2100	N. O.	feuchte Gletschermoräne	24	D.	2	91	125	—	34	318	2	8	38	44	6	2	17
12a	" "	" "	2100	"	"	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	" "	Heutal "	2600	S. W.	Gesteinsschutt "	15	D.	3	73	109	—	36	252	1	10	51	30	6	2	25
14	" reticulata L.	Bondertal bei Adelboden	1680	N.	Geröll im Schatten	24	D.	2-3	—	—	—	250	207	1	8	45	40	5	1	28
15	Urtica dioeca L.	Aesch " Basel	460	S.	sonniger Wegrund	21	D.	3	—	—	—	233	230	1	10	52	30	6	1	26
16	" "	Engstligen Alp ob. Adelboden	1920	S. W.	trockener Humus	16	I.p.	—	—	—	—	197	272	1	10	81	7	1	29	
17	" "	Muottas Muraigl Engadin	2450	S.	" Verwitterungsb.	14	I.p.	—	—	—	—	205	225	1	11	80	7	1	35	
18	Oxyria digyna L. Hill.	Roseg Gletscher "	2100	N. O.	feuchte Gletschermoräne	28	I.s.	—	18	127	—	109	232	1	18	68	12	1	13	
19	" "	Schafberg "	2350	S.	trockener Verwitterungsb.	20	D.	2	28	145	—	117	442	1	8	43	43	4	1	19
20	Polygonum Bistorta L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	20	D.	3	—	—	—	107	247	1	12	36	42	8	1	17
21	" "	Schwandfeldspitze ob. Adelboden	2000	S. O.	trockene magere Weide	14	I.p.	—	—	—	—	109	202	2	12	77	8	1	24	
22	" viviparum L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	21	D.	3	—	—	—	178	211	1	10	48	32	8	1	27
23	" "	Engstligen Alp ob. Adelboden	1800	N.	feuchter Humus	27	D.	2	—	—	—	73	240	2	11	39	41	5	2	32
24	" "	Muraigl Tal Engadin	2350	S.	trockener Verwitterungsb.	16	D.	3	18	173	—	155	279	2	10	53	25	9	1	37
24a	" "	" "	2350	"	" "	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	Rumex Acetosella L.	Muottas Muraigl "	2300	S. W.	trockene Alpweide	19	D.	2-3	112	126	—	24	263	1	9	51	30	8	1	22
26	" scutatus L.	Botanischer Garten Basel	275	—	schattig	24	D.	3	—	—	—	3	187	1	8	42	42	6	1	12
27	" "	Bondertal bei Adelboden	1600	N.	feuchtes Geröll	32	I.s.	—	—	—	—	86	288	1	12	76	10	1	15	
28	" "	Roseg Gletscher Engadin	2100	N. O.	feuchte Gletschermoräne	28	D.	2-3	64	73	—	9	394	2	11	36	41	8	2	13
28a	" "	" "	2100	"	" "	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	Chenopodium Bonus Henricus L.	Arlesheim bei Basel	620	S.	sonnige Weide	14	D.	3	98	141	—	43	241	2	8	52	30	7	1	20
30	" "	Muottas Muraigl Engadin	2450	S.	trockene Läger	21	D.	2	100	154	—	54	184	2	9	44	34	9	2	18
31	Cerastium uniflorum Clairv.	Roseg Gletscher "	2100	N. O.	feuchte Gletschermoräne	26	D.	1-2	45	73	—	28	411	1	7	35	49	6	2	12

No.	Name	Fundort	Höhe	Exp.	Standort	Int. Vol.	Struktur	Zahl der Pal. Sch.	Stomata				Blattdicke in μ	Dicke in Proz. der Blattdicke						Trock. Gew.	
									Oben	Unten	Oben mehr	Unten mehr		Kut. ob.	Ep. ob.	Pal.	Schw.	Ep. unt.	Kut. unt.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
32	<i>Cerastium uniflorum</i> Clairv.	Fuorcla Muraigl	Engadin	2920	S.	trockene Felsspalte	16	D.	2	56	86	—	30	301	3	10	50	26	8	3	20
33	" "	Alp Languard	"	3000	S.W.	"	15	D.	2—3	18	82	—	64	267	3	12	47	25	10	3	24
34	" <i>strictum</i> Hänke-Gaudin	Roseg Gletscher	"	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	26	D.	3—4	82	91	—	9	309	2	7	38	44	7	2	13
35	<i>Gypsophila repens</i> L.	Albristalp	ob. Adelboden	1700	S.O.	trockenes Geröll	19	D.	2	—	—	59	—	450	1	6	50	31	10	2	25
36	" "	Engstligen Alp	"	1930	Fl.	Bachufer	21	D.	2	—	—	70	—	486	1	5	45	40	8	1	19
37	" "	Muottas Muraigl	Engadin	2450	S.	trockener Verwitterungsb.	18	D.	3	191	82	109	—	467	2	6	44	35	11	2	17
38	<i>Minuartia sedoides</i> L. Hiern.	Fuorcla Muraigl	"	2920	S.W.	"	17	l.p.	—	48	100	—	52	305	2	6	85	—	5	2	20
39	<i>Moehringia ciliata</i> Scop. Dalla Torre	Alp Languard	"	3100	Fl.	Felsboden	19	D.	3	100	136	—	36	310	3	6	54	28	6	3	23
40	<i>Silene acaulis</i> L.	Fuorcla Muraigl	"	2920	S.W.	Verwitterungsb.	13	Ü.p.	—	164	45	119	—	357	2	5	82	—	9	2	24
41	<i>Silene inflata</i> Sm.	Botanischer Garten	Basel	275	—	sonnig	19	D.	1	—	—	—	31	169	1	14	52	20	12	1	19
42	" "	Schermtanne	bei Adelboden	1550	S.	feuchter Boden	25	l.s.	—	—	—	—	82	192	1	14	72	—	12	1	18
43	" "	Bondertal	"	1650	N.	feuchtes Geröll	27	D.	1	—	—	—	178	221	2	12	26	46	12	2	16
44	" "	Muottas Muraigl	Engadin	2400	S.	trockener Verwitterungsb.	14	D.	2	143	203	—	60	185	3	13	58	14	10	2	19
44a	" " junge Blätter	"	"	2400	"	"	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	<i>Stellaria media</i> L. Vill.	Arlesheim	bei Basel	350	S.	sonnige Matte	18	D.	2	—	—	—	298	231	2	11	47	27	12	1	16
46	" "	Schermtanne	bei Adelboden	1540	S.	trockener Humus	20	D.	2—3	—	—	—	241	377	2	12	50	21	14	1	13
47	" "	"	"	1540	N.	feuchter	29	D.	1	—	—	—	234	277	2	12	25	46	14	1	7
48	<i>Aconitum Napellus</i> L.	Botanischer Garten	Basel	275	—	sonnig	21	D.	2	—	—	—	70	461	1	10	48	34	6	1	21
49	" "	Bondertal	bei Adelboden	1480	N.	feuchter Humus	24	D.	1—2	—	—	—	76	358	1	10	37	45	6	1	26
50	" "	Engstligen Alp	ob.	1950	S.W.	trockenes Geröll	15	D.	2	—	—	—	56	374	2	9	50	31	7	1	24
51	" "	Schwandfeldspitze	"	2030	O.	trockene magere Weide	15	D.	2—3	—	—	—	39	366	2	3	51	40	2	2	22
52	" "	Muraigl Tal	Engadin	2300	N.	Quelle	33	D.	1	—	—	—	75	311	2	13	30	47	6	2	35
53	<i>Anemone narcissiflora</i> L.	Hahnenmoos	bei Adelboden	1960	S.W.	trockene magere Weide	15	—	—	—	—	—	58	—	—	—	—	—	—	—	22
54	<i>Ranunculus alpestris</i> L.	Bondertal	"	1600	N.	feuchtes Geröll	28	D.	2	—	—	43	—	437	1	5	30	55	8	1	17
55	" "	Ob. Schermtanne	"	1750	S.	trockenes	18	D.	3	—	—	24	—	459	1	5	48	35	10	1	20
56	" "	Engstligen Alp	ob.	1920	N.	feuchtes	22	D.	1	—	—	51	—	490	2	6	38	45	7	2	19
57	" "	Bonderspitze	"	2420	Fl.	trockener Kalkboden	13	D.	3	—	—	16	—	511	2	6	53	28	9	2	28
58	" <i>glacialis</i> L.	"	"	2540	S.	Felsboden	17	D.	2—3	—	—	28	—	360	2	6	51	32	8	1	23
59	" "	Muottas Muraigl	Engadin	2540	N.	feuchter Schutt	39	D.	2	112	39	73	—	351	1	7	34	49	8	1	18
60	" "	"	"	2800	S.W.	Verwitterungsboden	18	D.	3	166	57	109	—	574	2	4	47	40	5	2	25
60a	" " junge Blätter	"	"	2800	"	"	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
61	<i>Trollius europaeus</i> L.	Botanischer Garten	Basel	275	—	sonnig	20	D.	1—2	—	—	—	64	540	1	6	38	48	6	1	20
62	" "	Hahnenmoos	bei Adelboden	1980	S.	feuchter Boden	26	Ü.s.	1	—	—	—	71	301	2	8	29	53	6	2	18
63	<i>Arabis alpina</i> L.	Botanischer Garten	Basel	275	—	sonnig	21	D.	3—4	—	—	—	49	357	1	4	45	45	4	1	18
64	" "	"	"	275	—	schattig	30	D.	2	—	—	—	25	258	1	4	33	57	4	1	15

No.	Name	Fundort	Höhe	Exp.	Standort	Int. Vol.	Structur	Zahl der Pal. Sch.	Stomata				Blattdicke in μ	Dicke in Proz. der Blattdicke						Trock. Gew.
									Oben	Unten	Oben mehr	Unten mehr		Kut. ob.	Ep. ob.	Pal.	Schw.	Ep. unt.	Kut. unt.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
65	<i>Arabis alpina</i> L.	Muottas Muraigl Engadin	2450	O.	Verwitterungsboden	14	D.	3-4	76	101	—	25	217	2	8	55	25	8	2	15
66	" <i>coerulea</i> All	Alp Kumi ob. Adelboden	2020	Fl.	trockener Felsboden	20	D.	2	—	—	—	65	280	1	4	50	39	4	2	24
66a	" " junge Blätter	" " "	2020	"	"	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67	" " "	Am Ufer des Muraiglsees Engadin	2720	Š.	trockenes Geröll	14	D.	2-3	89	132	—	43	320	1	5	58	30	5	1	18
68	" <i>bellidifolia</i> Jacq.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	15	D.	2-3	—	—	—	56	320	1	5	50	38	5	1	20
69	<i>Biscutella laevigata</i> L.	Roseg Gletscher Engadin	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	30	D.	2	145	195	—	50	268	2	14	34	38	10	2	16
70	" "	Schafberg "	2350	S.	trockener Verwitterungsb.	18	D.	3	136	164	—	28	461	2	8	50	34	4	2	27
71	<i>Cardamine alpina</i> Willd.	Val Campagna "	2600	N.	Gesteinsschutt	16	D.	3	346	182	164	—	452	1	3	41	50	4	1	20
72	" "	Fuorcla Muraigl "	2900	O.	"	9	D.	3-4	300	254	46	—	306	2	6	60	22	8	2	25
73	" <i>amara</i> L.	Muraigl Tal "	2300	N.	Quelle	29	D.	1	82	64	18	—	246	1	8	26	55	9	1	13
74	" <i>resedifolia</i> L.	Muottas Muraigl "	2500	S.W.	trockener Verwitterungsb.	19	D.	3	191	136	55	—	250	2	8	52	30	6	2	25
75	" "	Fuorcla "	2920	S.	trockene Felsspalte	13	D.	3-4	308	155	153	—	367	2	7	58	20	10	3	21
76	<i>Draba carinthiaca</i> Hoppe	" " "	2920	S.	" "	18	D.	4	200	135	65	—	250	3	10	42	31	11	3	19
77	<i>Hutchinsia alpina</i> L. R. Br.	Bondertal bei Adelboden	1500	N.	feuchtes Geröll	29	D.	1-2	—	—	—	40	230	1	8	39	44	7	1	8
78	" "	Engstligen Alp ob. "	1920	N.	Bachufer	23	D.	2	—	—	—	24	290	1	7	43	42	6	1	17
79	<i>Thlaspi rotundifolium</i> L. Gaudin	Bondertal bei "	1560	N.	ziemlich feuchtes Geröll	22	D.	1-2	—	—	—	40	230	1	8	49	34	7	1	15
80	<i>Saxifraga aizoon</i> Jacq.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	18	D.	5	—	—	—	76	729	1	3	51	41	3	1	21
81	" "	Bondertal bei Adelboden	1680	N.	feuchtes Geröll	22	D.	4	—	—	—	27	673	1	4	35	56	3	1	26
82	" "	Engstligen Alp ob. "	1980	S.	trockenes Geröll	17	D.	5	—	—	—	48	1028	1	3	47	43	5	1	23
83	" "	Roseg Gletscher Engadin	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	23	D.	2	45	82	—	37	384	3	8	31	49	7	2	28
83a	" " junge Blätter	" " "	2100	"	"	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
84	" "	Schafberg "	2300	Š.	trockener Felsboden	16	D.	2	75	82	—	7	652	3	3	50	38	2	4	24
85	" "	Bonderspitze ob. Adelboden	2420	Fl.	" Kalkfels	16	D.	5	—	—	—	68	981	4	7	52	33	3	1	22
86	" <i>aizoides</i> L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	20	D.	2	—	—	24	—	501	1	4	47	40	6	2	20
87	" "	Bondertal bei Adelboden	1700	N.	feuchtes Geröll	30	D.	2	—	—	—	19	561	1	6	26	60	6	1	14
88	" "	Engstligen Alp ob. "	1920	S.	im Schutt des Baches	23	D.	2	—	—	15	—	654	1	5	30	57	6	1	19
89	" "	Schwandfeldspitze "	2050	S.O.	feuchter Verwitterungsb.	24	D.	2	—	—	53	—	898	1	4	31	56	7	1	16
90	" "	Roseg Gletscher Engadin	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	28	Ü.s.	—	82	73	9	—	543	1	7	25	60	6	1	13
91	" "	Muraigl Tal "	2300	S.W.	überrieselter Boden	27	l.s.	—	100	66	34	—	678	1	6	86	—	6	1	27
92	" <i>aspera</i> L.	Muottas Muraigl "	2400	S.	sonniger Wegrund	20	D.	2	40	91	—	51	289	1	12	45	31	10	1	24
93	" "	Fuorcla "	2920	S.	trockener Verwitterungsb.	15	D.	2	45	85	—	40	342	1	13	53	25	7	1	27
94	" <i>bryoides</i> L.	Schafberg "	2400	S.	trockene Felsspalte	15	D.	3	87	101	—	14	215	1	8	51	32	7	1	26
95	" "	Muottas Muraigl "	2450	N.W.	feuchter Verwitterungsb.	26	D.	1-2	109	120	—	11	150	1	8	34	50	6	1	20
96	" <i>cuneifolia</i> L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	21	D.	1-2	—	—	—	163	561	1	8	44	40	6	1	26

No.	Name	Fundort	Höhe	Exp.	Standort	Int. Vol.	Structur	Zahl der Pal. Sch.	Stomata				Blattdicke in μ	Dicke in Proz. der Blattdicke						Trock. Gew.
									Oben	Unten	Oben mehr	Unten mehr		Kut. ob.	Ep. ob.	Pal.	Schw.	Ep. unt.	Kut. unt.	
1	2	3	4	2	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
97	<i>Saxifraga moschata</i> Wulfen	Engstligen Alp ob. Adelboden	1900	S.	sonniger Wegrund	19	D.	4	—	—	—	65	401	2	8	56	27	5	2	11
98	" "	Fuorcla Muraigl Engadin	2920	S.	trockene Felsspalte	13	I.p.	—	100	120	—	20	396	2	12	77	7	2	25	
99	" "	Alp Languard "	3000	S.	trockener Felsboden	16	I.p.	—	54	191	—	137	405	2	8	81	7	2	16	
100	" muskoides All.	Über dem Muraiglsee "	2750	S.W.	" Verwitterungsb.	14	I.p.	—	101	93	8	—	210	1	11	73	14	1	23	
101	" oppositifolia L.	Fuorcla Muraigl "	2800	S.	trockene Felsspalte	16	I.p.	—	120	73	47	—	433	2	8	79	9	2	22	
102	" rotundifolia L.	Hahnenmoos bei Adelboden	1980	S.W.	sonnige Alpweide	20	D.	1—2	—	—	—	128	456	2	8	53	33	3	1	13
103	" Rudolphiana Hornsch.	Bondertal " "	1710	N.	feuchtes Geröll	37	D.	1	—	—	—	182	352	1	8	21	63	6	1	18
104	" Seguieri Sprengel.	Alp Languard Engadin	2500	N.	feuchter Verwitterungsb.	28	Ü.p.	—	98	80	18	—	282	2	11	76	10	1	15	
105	" "	Fuorcla Muraigl "	2920	S.	trockene Felsspalte	16	Ü.p.	—	110	99	11	—	310	3	10	75	10	2	24	
106	" stellaris L.	Hahnenmoos bei Adelboden	1980	S.W.	feuchte Wiese	28	D.	2	—	—	—	35	230	1	4	36	52	5	2	12
107	" "	Muraigl Tal Engadin	2300	N.	Quelle	35	D.	1	82	137	—	55	453	1	5	22	68	3	1	26
108	" "	Über dem Muraiglsee "	2750	S.	trockener Verwitterungsb.	20	D.	3	200	182	18	—	282	3	6	54	30	5	2	22
109	<i>Parnassia palustris</i> L.	Dornach bei Basel	550	N.	feuchter Boden	28	D.	1—2	—	—	—	68	231	2	10	32	46	8	2	18
110	" "	Bondertal bei Adelboden	1650	N.	feuchtes Geröll	30	D.	1—2	—	—	—	75	249	2	12	20	58	7	1	16
111	" "	Schwandfeldspitze ob. "	2030	N.	feuchter Verwitterungsb.	39	I.s.	—	—	—	—	91	338	2	10	80	7	1	15	
112	" "	Roseg Gletscher Engadin	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	32	I.s.	—	—	—	—	100	285	2	12	76	8	2	19	
112a	" "	" "	2100	"	" "	22	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
113	" "	Muottas Muraigl "	2500	N.	feuchter Verwitterungsb.	36	I.s.	—	—	—	—	55	363	2	8	81	7	2	19	
114	<i>Alchemilla alpina</i> L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	18	D.	2	—	—	—	35	210	1	12	50	32	4	1	17
115	" Hoppeana Rchb. Dalla Torre	Bondertal bei Adelboden	1620	N.	feuchtes Geröll	22	D.	2	—	—	—	71	148	2	15	38	38	6	1	32
116	" "	Schwandfeldspitze ob. "	2030	S.	trockener Kalkfels	12	D.	3	—	—	—	101	181	2	14	48	29	5	2	41
117	" vulgaris alpestris Schmidt	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	21	D.	1	—	—	—	95	155	1	12	40	36	10	1	20
118	" "	Bondertal bei Adelboden	1650	S.	trockener Verwitterungsb.	15	D.	2	—	—	—	21	164	2	15	50	24	7	2	22
119	" "	Muraigl Tal Engadin	2300	S.	Quelle	28	D.	1—2	—	—	—	155	187	3	9	30	46	9	3	17
120	" "	Muottas Muraigl "	2450	O.	trockener Felsschutt	15	D.	2	—	—	—	73	220	3	10	53	25	8	1	30
120a	" "	" "	2450	"	" "	10	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
121	<i>Dryas octopetala</i> L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	21	D.	2	—	—	—	40	207	1	8	40	44	6	1	43
122	" "	Engstligen Alp ob. Adelboden	1800	N.	feuchter Humus	24	D.	2—3	—	—	—	28	150	1	8	38	46	6	1	36
123	" "	Schwandfeldspitze " "	2030	S.O.	trockene magere Weide	16	D.	3	—	—	—	28	225	2	11	44	38	3	2	38
124	<i>Geum rivale</i> L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	16	D.	1—2	—	—	—	230	258	1	8	49	35	6	1	28
125	" "	Schermtanne bei Adelboden	1690	S.	trockenes Geröll	11	D.	2	—	—	—	211	340	2	9	54	27	6	2	29
126	" "	" "	1750	S.	trockener Verwitterungsb.	10	D.	1	—	—	—	235	312	2	10	55	23	8	2	24
127	<i>Sibbaldia procumbens</i> L.	Muottas Muraigl Engadin	2400	S.	sonniger Wegrund	11	D.	2	164	91	73	—	163	2	11	41	33	11	2	30
128	<i>Sieversia reptans</i> L. Sprengel	Heutal "	2700	N.	feuchter Verwitterungsb.	42	D.	1	154	75	79	—	304	2	7	34	48	7	2	34

No.	Name	Fundort	Höhe	Exp.	Standort	Int. Vol.	Struktur	Zahl der Pal. Sch.	Stomata				Blattdicke in #	Dicke in Proz. der Blattdicke						Trock. Gew.
									Oben	Unten	Oben mehr	Unten mehr		Kut. ob.	Ep. ob.	Pal.	Schw.	Ep. unt.	Kut. unt.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
129	Potentilla aurea L.	Schwandfeldspitze ob. Adelboden	2050	S.	trockener Humus	18	D.	2	—	—	—	127	310	2	10	50	28	8	2	28
130	" "	Muottas Muraigl Engadin	2450	N.	feuchter Verwitterungsb.	26	D.	1	10	102	—	92	287	1	12	30	47	9	1	22
131	" erecta L. Hampe	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	13	D.	2—3	—	—	—	55	201	1	8	52	33	5	1	31
132	" "	Hahnenmoos bei Adelboden	1920	O.	im Bächlein	25	D.	2	—	—	—	209	251	1	9	35	48	6	1	22
133	" "	Muraigl Tal Engadin	2300	S.	trockener Verwitterungsb.	19	D.	2—3	143	354	—	211	261	4	12	48	23	9	4	27
134	" Crantzii Crantz. Beck.	Fuorcla Muraigl "	2920	S.	trockene Felsspalte	18	D.	2	130	345	—	215	231	1	14	43	33	8	1	21
135	" frigida Vill.	" " "	2920	S.	" "	13	D.	3	73	109	—	36	183	2	11	50	25	10	2	24
136	Anthyllis Vulneraria L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	18	I.p.	—	—	—	40	—	425	1	4	88	6	1	25	
137	" "	Engstligen Alp ob. Abelboden	1920	S.	trockenes Geröll	13	I.p.	—	—	—	39	—	498	1	3	90	5	1	24	
138	" "	Roseg Gletscher Engadin	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	32	D.	1—2	155	136	19	—	476	2	7	30	51	7	3	25
138a	" "	" "	2100	"	" "	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139	" "	Muraigl Tal "	2300	N.O.	feuchter Verwitterungsb.	26	D.	2	118	84	34	—	413	2	7	35	46	8	2	24
139a	" "	" " "	2300	"	" "	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
140	Hedysarum obscurum L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	20	D.	1—2	—	—	53	—	251	1	6	38	45	8	2	17
141	" "	Bondertal bei Adelboden	1650	S.	trockenes Geröll	18	D.	3	—	—	63	—	240	1	5	45	40	8	1	27
142	" "	Muraigl Tal Engadin	2300	S.	trockener Verwitterungsb.	15	D.	2	106	36	70	—	276	2	5	48	36	8	1	21
143	" "	Heutal "	2500	S.	" "	14	D.	2	170	9	161	—	289	2	5	46	38	7	2	28
144	Hippocrepis comosa L.	Arlesheim bei Basel	450	S.	sonniger Wegrund	15	D.	3—4	176	128	48	—	180	2	7	50	28	11	2	26
145	" "	Schermtanne bei Adelboden	1700	S.	trockenes Geröll	8	I.p.	—	—	—	67	—	202	1	8	77	13	1	27	
146	" "	Muraigl Tal Engadin	2300	S.	trockene Wiese	6	I.p.	—	227	157	70	—	350	2	9	74	13	2	24	
147	Lotus corniculatus L.	Aesch bei Basel	250	S.	sonniger Wegrund	21	D.	2—3	—	—	29	—	211	1	10	33	41	14	1	17
148	" "	Schermtanne bei Adelboden	1750	S.	trockenes Geröll	15	I.p.	—	—	—	74	—	244	2	11	70	15	2	23	
149	" "	Muottas Muraigl Engadin	2400	S.	trockener Verwitterungsb.	12	I.p.	—	148	48	100	—	277	3	10	69	15	3	28	
150	Medicago lupulina L.	Aesch bei Basel	250	S.	sonniger Wegrund	12	D.	2	—	—	35	—	125	1	7	42	38	10	2	22
151	" "	Schermtanne bei Adelboden	1550	S.	trockenes Geröll	6	D.	3	—	—	23	—	99	1	8	54	23	12	2	20
152	Onobrychis viciifolia L.	Aesch bei Basel	250	S.	sonniger Wegrund	20	D.	1	—	—	65	—	124	1	6	33	50	9	1	20
153	" "	Schermtanne bei Adelboden	1700	S.	trockenes Geröll	13	D.	3	—	—	147	—	164	3	8	50	27	10	2	23
154	Oxytropis campestris L. D.C.	Engstligen Alp ob. "	1920	S.	" "	19	D.	2	—	—	142	—	216	1	6	37	42	12	2	25
155	" "	Muottas Muraigl Engadin	2350	S.	trockener Verwitterungsb.	20	D.	2	240	139	101	—	235	1	7	45	35	11	1	28
156	Phaca frigida L.	Hahnenmoos bei Adelboden	1980	S.W.	trockene fette Weide	17	D.	1	—	—	—	54	188	2	10	43	32	12	1	11
157	Trifolium alpinum L.	" " "	1800	S.	" magere Weide	9	D.	1—2	—	—	368	—	113	1	6	47	32	12	2	34
158	" "	Muottas Muraigl Engadin	2450	O.	trockener Felsschutt	8	D.	2	245	36	209	—	135	2	10	43	33	10	2	29
159	" "	Schafberg "	2700	S.	" Verwitterungsb.	6	D.	3	182	21	161	—	197	2	11	54	20	11	2	26
160	" badium Schreber	Schwandfeldspitze bei Adelboden	2030	Fl.	" "	18	D.	2—3	—	—	—	31	210	2	6	50	35	5	2	19

No.	Name	Fundort	Höhe	Exp.	Standort	Int. Vol.	Struktur	Zahl der Pal. Sch.	Stomata				Blattdicke in μ	Dicke in Proz. der Blattdicke						Trock. Gew.
									Oben	Unten	Oben mehr	Unten mehr		Kut. ob.	Ep. ob.	Pal.	Schw.	Ep. unt.	Kut. unt.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
161	<i>Trifolium badium</i> Schreber	Roseg Gletscher Engadin	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	28	D.	2	82	164	—	82	201	1	9	35	44	10	1	17
162	" "	Muraigl Tal "	2300	S.	überrieselter Boden	25	D.	1	—	—	218	219	204	1	6	31	48	13	1	26
163	" <i>repens</i> L.	Arlesheim bei Basel	350	S.	sonnige Matte	21	D.	1—2	101	193	—	92	198	2	7	50	34	6	1	21
164	" "	Muottas Muraigl Engadin	2450	S.W.	trockene Läger	12	D.	3	128	228	—	100	254	2	9	55	25	7	2	20
165	" <i>Thalii</i> Vill.	Schwandfeldspitze ob. Adelboden	2030	S.W.	trockener Kalkfels	10	D.	3	—	—	—	15	220	2	8	53	31	4	2	24
166	" "	Roseg Gletscher Engadin	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	31	D.	2	41	145	—	104	252	1	7	37	48	6	1	18
167	<i>Geranium Robertianum</i> L.	Dornach bei Basel	680	S.	trockener Felsboden	21	D.	2	—	—	—	141	126	2	11	40	38	8	1	21
168	" "	Schermtanne bei Adelboden	1530	S.	trockenes Geröll	13	D.	3	—	—	—	166	169	2	12	48	27	10	1	23
169	<i>Linum catharticum</i> L.	Arlesheim " Basel	360	S.	sonniger Wegrand	17	D.	2	132	90	42	—	187	1	8	48	33	9	1	29
170	" "	Schermtanne " Adelboden	1750	S.O.	trockenes Geröll	9	D.	3	—	—	25	—	250	1	9	52	27	10	1	26
171	<i>Polygala vulgare</i> L.	Therwil " Basel	500	S.	trockene Wiese	21	D.	2—3	46	143	—	97	214	1	8	46	37	7	1	22
172	" "	Hahnenmoos " Adelboden	1800	S.	trockene magere Weide	14	D.	2	—	—	—	105	290	1	9	51	30	8	1	24
173	<i>Empetrum nigrum</i> L.	Muottas Muraigl Engadin	2400	S.	sonniger Wegrand	20	D.	3	—	—	—	137	220	1	5	56	32	5	1	24
174	<i>Helianthemum nummularium</i> L.	Dornach bei Basel	370	S.	sonniger Wegrand	21	I.p.	—	139	241	—	102	215	2	9	82	—	5	2	24
175	" "	Hahnenmoos " Adelboden	1980	S.W.	trockene magere Weide	19	I.p.	—	—	—	—	143	281	1	7	84	—	7	1	25
176	" "	Muottas Muraigl Engadin	2400	S.	sonniger Wegrand	14	I.p.	—	120	284	—	164	320	2	6	85	—	5	2	23
177	<i>Viola biflora</i> L.	Bondertal bei Adelboden	1620	N.	feuchtes Geröll	26	D.	1—2	—	—	—	92	103	1	12	38	34	14	1	17
178	" "	Schwandfeldspitze ob. "	1800	N.O.	feuchter Felsboden	23	D.	2—3	—	—	—	85	145	1	13	42	34	8	2	22
179	" "	Muraigl Tal Engadin	2300	S.W.	trockener Verwitterungsb.	18	D.	2—3	85	136	—	51	250	2	9	54	24	9	2	16
180	" "	Schafberg "	2350	N.O.	schattig unter Felsen	24	D.	1	18	182	—	164	202	2	12	40	36	8	2	26
180a	" "	junge Blätter "	2350	"	" " "	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
181	" <i>calcarata</i> L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	20	D.	1	—	—	—	64	189	1	18	45	24	11	1	17
181a	" "	junge Blätter "	275	—	"	12	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
182	" "	Hahnenmoos bei Adelboden	1950	N.	feuchte Weide	31	D.	—	—	—	—	41	244	1	14	30	46	8	1	19
183	" "	Muottas Muraigl Engadin	2380	S.	trockener Verwitterungsb.	15	D.	2	82	128	—	46	336	2	10	49	30	7	2	26
184	<i>Daphne Mezereum</i> L.	Botanischer Garten Basel	275	—	schattig	33	D.	1—2	—	—	—	236	197	2	10	43	37	7	1	24
185	" "	Bondertal bei Adelboden	1720	N.	feuchtes Geröll	26	D.	2	—	—	—	151	230	3	10	45	31	8	3	20
186	<i>Epilobium alpinum</i> L.	Muraigl Tal Engadin	2300	S.	Quelle	29	D.	1—2	120	82	38	—	226	1	8	31	49	10	1	11
187	" "	Fuorcla Muraigl "	2720	S.W.	trockener Verwitterungsb.	13	Ü.p.	3—4	164	101	63	—	247	1	6	57	26	8	2	20
188	" <i>Fleischeri</i> Hochst.	Engstligen Alp ob. Adelboden	1920	Fl.	" Humus	20	D.	1—2	—	—	37	—	315	2	5	47	38	6	2	20
189	" "	Roseg Gletscher Engadin	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	29	D.	1	109	45	64	—	420	1	5	37	50	6	1	14
190	<i>Athamanta cretensis</i> L.	Dornach bei Basel	730	S.	trockener Felsboden	21	D.	2	54	145	—	91	197	1	6	53	34	5	1	19
191	" "	Albristalp ob. Adelboden	1780	S.	" Steinboden	14	D.	3	—	—	—	102	240	1	8	55	28	7	1	21
192	<i>Bupleurum ranunculoides</i> L.	Hahnenmoos bei "	1960	S.W.	sonnige magere Weide	10	D.	2—3	—	—	198	—	141	1	10	43	35	10	1	36

No.	Name	Fundort	Höhe	Exp.	Standort	Int. Vol.	Structur	Zahl der Pal. Sch.	Stomata				Blattdicke in μ	Dicke in Proz. der Blattdicke						Trock. Gew.
									Oben	Unten	Oben mehr	Unten mehr		Kut. ob.	Ep. ob.	Pal.	Schw.	Ep. unt.	Kut. unt.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
193	Meum Mutellina Gärtner	Hahnenmoos bei Adelboden	1960	N.	feuchte Weide	24	D.	1-2	—	—	—	82	218	1	8	40	42	8	1	34
194	" "	Muottas Muraigl Engadin	2450	N.	feuchter Verwitterungsb.	27	D.	1-2	100	157	—	57	175	3	9	31	47	9	1	33
195	" "	Fuorcla " "	2900	O.	trockener Gesteinsschutt	20	D.	2-3	85	126	—	41	167	3	7	45	36	7	2	38
195a	" " junge Blätter	" " "	2900	"	" "	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
196	Daucus Carota L.	Aesch bei Basel	250	S.	sonniger Wegrand	18	D.	2	—	—	—	229	186	1	10	49	31	8	1	24
197	Peucedanum Ostruthium L. Koch.	Muraigl Tal Engadin	2300	S.	Quelle	26	D.	1-2	101	200	—	99	171	2	11	33	40	12	2	23
198	Pyrola rotundifolia L.	Bondertal bei Adelboden	1560	N.	feuchtes Geröll	26	I.s.	—	—	—	150	—	169	1	12	78	—	8	1	33
199	" "	Roseng Gletscher Engadin	1800	N.O.	Lärchenwald	24	I.s.	—	154	28	126	—	181	3	12	73	—	9	3	18
200	Arctostaphylos Uva ursi L. Sprengel	Muottas Muraigl "	2400	S.	sonniger Wegrand	13	I.p.	—	—	—	—	130	560	2	3	91	—	3	1	21
201	Rhododendron hirsutum L.	Botanischer Garten Basel	275	—	schattig	24	D.	3-4	—	—	—	157	268	1	4	53	39	2	1	45
202	" "	Bondertal bei Adelboden	1710	N.	feuchter Kalkfels	28	D.	2-3	—	—	—	182	291	1	4	45	45	5	1	36
203	" "	Engstligen Alp ob. "	1800	N.	" Humus	30	D.	3	—	—	—	172	268	2	5	40	49	2	2	48
204	" ferrugineum L.	Schwandfeldspitze "	1755	N.O.	feuchte Alpweide	24	D.	2-3	—	—	—	81	320	1	5	40	50	3	1	32
205	" "	Muraigl Tal Engadin	2350	S.	trockenes Geröll	13	D.	2	23	88	—	65	324	2	4	53	36	3	2	18
206	Vaccinium Myrtillus L.	Therwil bei Basel	390	N.	im Walde	24	D.	2	26	109	—	83	138	1	7	45	40	6	1	23
207	" "	Schwandfeldspitze ob. Adelboden	1970	S.	sonnige magere Weide	16	D.	2-3	—	—	—	164	155	1	4	51	39	4	1	37
208	" "	Muraigl Tal Engadin	2350	S.	trockener Verwitterungsb.	6	D.	2-3	11	82	—	71	155	2	6	59	25	6	2	33
209	" "	Muottas Muraigl "	2450	N.	schattig zw. Steinblöcken	30	D.	1-2	—	—	—	145	150	2	10	38	40	8	2	26
210	" "	" " "	2550	N.W.	feuchter Verwitterungsb.	29	D.	2	18	82	—	64	198	3	8	42	37	8	2	21
211	" uliginosum L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	18	D.	1-2	—	—	—	164	244	1	6	46	42	4	1	40
212	" "	Nenzlingen bei "	350	S.	sonnige Weide	21	D.	1-2	—	—	—	96	201	2	9	44	36	8	1	37
213	" "	Schwandfeldspitze ob. Adelboden	1970	S.O.	" magere Weide	16	D.	2-3	—	—	—	136	195	2	10	50	26	10	2	39
214	" "	Schafberg Engadin	2300	S.	trockener Felsboden	12	D.	2-3	—	—	—	85	261	2	6	51	30	8	3	35
215	" "	Muottas Muraigl "	2450	N.	überrieselter Boden	27	D.	1	—	—	—	81	271	1	8	36	46	8	1	30
216	Vaccinium Vitis idaea L.	Nenzlingen bei Basel	350	S.	sonnige Weide	20	D.	2	—	—	—	126	301	1	5	39	50	4	1	34
217	" " "	Allenbach bei Adelboden	1550	S.	" fette Weide	21	D.	3-4	—	—	—	233	437	1	8	40	45	5	1	37
218	" " "	" " "	1550	N.	Rottannenwald	29	Ü.s.	1	—	—	—	178	249	1	6	24	64	4	1	30
219	" " "	Schwandfeldspitze ob. "	2030	S.	sonnige Weide	15	D.	2	—	—	—	135	380	2	8	43	41	4	2	39
220	" " "	Muottas Muraigl Engadin	2450	N.	schattig zwischen Steinen	29	Ü.s.	1	—	—	—	291	273	2	6	18	68	5	1	32
221	" " "	" " "	2450	S.	trockener Verwitterungsb.	14	D.	3-4	—	—	—	145	322	2	5	45	42	4	2	45
222	Androsace alpina Lam.	Fuorcla Muraigl "	2920	S.	trockene Felsspalte	14	D.	2-3	—	—	—	225	301	1	5	47	42	4	1	18
223	" "	Alp Languard "	3100	Fl.	trockener Felsboden	16	D.	2	—	—	—	257	289	1	6	41	45	5	2	22
224	" Chamaejasme Host	Bonderspitze ob. Adelboden	2420	Fl.	" Kalkfels	20	D.	1	—	—	—	198	188	2	15	35	36	11	1	24
225	" "	Muottas Muraigl Engadin	2600	S.	" Verwitterungsb.	19	D.	2	—	—	—	265	256	3	13	33	35	13	3	20
226	" "	Schafberg "	2800	S.W.	" "	19	D.	2-3	—	—	—	236	280	3	12	32	44	7	2	25

No.	Name	Fundort	Höhe	Exp.	Standort	Int. Vol.	Structur	Zahl der Pal. Sch.	Stomata				Blattdicke in μ	Dicke in Proz. der Blattdicke						Trock. Gew.
									Oben	Unten	Oben mehr	Unten mehr		Kut. ob.	Ep. ob.	Pal.	Schw.	Ep. unt.	Kut. unt.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
227	<i>Primula Auricula</i> L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	20	D.	2	—	—	128	—	420	1	5	46	38	9	1	11
228	" "	Bondertal bei Adelboden	1500	N.	feuchtes Geröll	37	D.	1—2	—	—	120	—	340	1	6	24	60	8	1	13
229	" <i>elatior</i> L. Schreber	Allschwiler Weiher bei Basel	300	N.	Laubwald	31	D.	2	—	—	—	98	388	2	12	30	45	10	1	26
230	" "	Bondertal bei Adelboden	1500	N.	feuchtes Geröll	26	D.	2—3	—	—	—	105	427	2	18	32	31	16	1	23
231	" <i>farinosa</i> L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	18	D.	1	—	—	—	176	198	2	12	36	40	8	2	16
232	" "	Ob. Schermtanne bei Adelboden	1790	S.	überrieselter Boden	22	D.	1	—	—	—	255	201	2	10	20	55	10	3	15
233	" "	Hahnenmoos " "	1800	S.	feuchte Weide	23	Ü.s.	—	—	—	—	140	188	2	11	16	66	4	1	18
234	" "	Engstligen Alp ob. "	1920	S.	trockener Humus	14	D.	2	—	—	—	267	240	2	12	35	43	6	2	26
235	" "	Schwandfeldspitze " "	2000	S.O.	sonnige magere Weide	10	D.	2	—	—	—	105	235	2	13	40	34	10	1	23
236	" "	Unterer Schafberg Engadin	2300	S.W.	trockener Verwitterungsb.	12	D.	2	105	303	—	198	171	4	17	36	37	4	2	19
236a	" " junge Blätter	" " "	2300	"	" " "	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
237	" <i>integrifolia</i> L.	Muottas Muraigl " "	2350	Fl.	" " "	19	D.	2—3	—	—	—	291	241	1	5	48	37	8	1	22
238	" "	" " "	2350	N.	schattig zwischen Steinen	33	D.	1	—	—	—	318	334	2	3	20	69	5	1	16
239	" <i>viscosa</i> All.	" " "	2450	N.	feuchter Verwitterungsb.	42	D.	2	128	46	82	—	343	1	2	43	50	3	1	18
239a	" " junge Blätter	" " "	2450	"	" " "	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240	" "	" " "	2450	S.	trockener "	21	D.	2—3	82	50	32	—	382	1	5	56	31	6	1	24
241	<i>Soldanella alpina</i> L.	" " "	2450	N.	feuchter "	28	D.	1—2	129	157	—	28	301	1	9	40	42	7	1	20
242	" "	" " "	2450	S.	trockener "	20	D.	2	105	139	—	34	323	1	9	53	30	6	1	28
243	<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	Botanischer Garten Basel	275	—	schattig	30	I.s.	—	—	—	—	152	193	1	6	87	—	5	1	23
244	" "	Bondertal bei Adelboden	1500	N.	feuchtes Geröll	24	D.	3	—	—	—	140	207	1	6	38	48	6	1	22
245	" <i>bavarica</i> L.	Fuorcla Muraigl Engadin	2920	S.	trockener Verwitterungsb.	13	I.p.	—	120	147	—	27	363	1	9	80	—	9	1	22
246	" <i>Clusii</i> Perr. u. Song	Botanischer Garten Basel	275	—	schattig	29	I.s.	—	—	—	—	51	289	1	6	87	—	5	1	26
247	" "	Bondertal bei Adelboden	1580	N.	ziemlich feuchtes Geröll	23	I.s.	—	—	—	—	20	301	2	5	86	—	5	2	23
248	" "	Bonderspitze ob. "	2420	Fl.	trockener Kalkfels	16	I.s.	—	—	—	—	35	348	2	4	87	—	5	2	27
249	" <i>nivalis</i> L.	Roseg Gletscher Engadin	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	27	I.s.	—	118	145	—	27	434	2	8	80	—	8	2	17
250	" "	Schafberg "	2300	S.	trockene Alpweide	15	D.	1	100	164	—	64	428	3	7	16	67	5	2	25
251	" <i>tenella</i> Rottb.	Heutal " "	2500	S.	trockener Verwitterungsb.	19	I.s.	—	127	164	—	37	410	1	6	86	—	6	1	24
252	" <i>verna</i> L.	Ob. Muottas Muraigl " "	2800	S.W.	" " "	18	D.	2	27	54	—	27	368	2	11	35	39	11	2	17
253	<i>Eritrichium nanum</i> All. Schrader	Fuorcla Muraigl " "	2920	S.	" " "	20	D.	2	82	153	—	71	242	3	10	40	36	10	1	30
254	" "	Alp Languard " "	3100	Fl.	" " "	14	D.	2	118	145	—	27	258	2	6	48	34	8	2	26
255	<i>Myosotis alpestris</i> Schmidt	Hahnenmoos ob. Adelboden	1980	S.W.	sonnige Alpweide	17	D.	1—2	—	—	—	8	207	1	8	45	35	10	1	15
256	" "	Muottas Muraigl Engadin	2450	S.	trockener Verwitterungsb.	20	D.	2	103	209	—	106	289	3	9	38	40	8	2	28
257	" "	Schafberg " "	2800	S.W.	" " "	24	D.	2	127	182	—	55	336	2	7	36	45	7	3	17
257a	" " junge Blätter	" " "	2800	"	" " "	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

No.	Name	Fundort	Höhe	Exp.	Standort	Int. Vol.	Structur	Zahl der Pal. Sch.	Stomata				Blattdicke in μ	Dicke in Proz. der Blattdicke						Trock. Gew.
									Oben	Unten	Oben mehr	Unten mehr		Kut. ob.	Ep. ob.	Pal.	Schw.	Ep. unt.	Kut. unt.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
258	Calamintha Acinos Clairv.	Aesch bei Basel	250	N.	sonniger Wegrund	32	D.	1	—	—	—	215	183	1	9	31	51	7	1	21
259	" Clinopodium Spenner	Allenbach „ Adelboden	1550	S.	trockenes Geröll	20	D.	1—2	—	—	—	380	174	1	10	39	42	7	1	34
260	Thymus Serpyllum L.	Aesch „ Basel	250	S.	sonniger Wegrund	21	D.	1—2	—	—	—	407	193	1	10	39	43	6	1	22
261	" "	Engstligen Alp ob. Adelboden	1920	S.	trockener Steinboden	20	D.	2—3	—	—	—	216	267	2	8	44	36	8	2	25
262	" "	Schwandfeldspitze „ „	2030	S.	" Kalkfels	18	D.	2—3	—	—	—	70	240	2	9	50	30	7	2	24
262a	" " junge Blätter	" " " "	2030	"	" " "	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
263	" "	Roseg Gletscher Engadin	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	22	D.	2—3	320	403	—	83	350	2	6	40	45	5	2	14
264	" "	Muottas Muraigl „ „	2400	S.	trockenes Geröll	15	Ü.p.	3—4	130	266	—	136	247	3	11	55	19	9	3	28
265	Bartsia alpina L.	Bondertal bei Adelboden	1500	S.	" "	21	D.	2	—	—	—	121	202	1	6	41	45	6	1	31
266	" "	Hahnenmoos ob. „	1980	S.W.	sonnige fette Weide	15	D.	1	—	—	—	69	210	2	7	49	33	7	2	33
267	" "	Muottas Muraigl Engadin	2400	N.	feuchter Verwitterungsb.	28	D.	1—2	86	149	—	63	320	1	5	32	56	5	1	20
268	Euphrasia minima Jacq.	Roseg Gletscher „	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	27	D.	3	109	136	—	27	276	1	7	44	42	5	1	17
269	" stricta Host	Schermtanne bei Adelboden	1750	N.	feuchtes Geröll	26	Ü.s.	—	—	—	162	162	249	1	7	86	—	5	1	21
270	Linaria alpina L. Miller	Bondertal „ „	1500	N.	" "	28	Ü.p.	—	—	—	56	—	350	1	9	78	—	11	1	24
271	" "	Engstligen Alp ob. „	1930	S.O.	trockenes „	20	I.p.	—	—	—	38	—	401	2	8	80	—	8	2	17
272	" "	Muottas Muraigl Engadin	2600	S.W.	" "	16	I.p.	—	157	82	75	—	393	1	10	75	—	12	2	13
273	" "	Alp Languard „	3000	N.	feuchter Felsboden	26	Ü.p.	—	164	82	82	—	289	3	9	75	—	10	3	28
274	Pedicularis Kernerii Dalla Torre	Heutal „	2500	S.W.	trockener Verwitterungsb.	8	D.	3	7	137	—	130	261	2	13	49	27	8	1	16
275	" verticillata L.	Bondertal bei Adelboden	1500	N.	ziemlich feuchtes Geröll	22	D.	1	—	—	—	64	273	1	6	44	43	5	1	14
276	" "	Hahnenmoos „ „	1980	S.W.	trockene Weide	20	D.	2—3	—	—	—	160	340	1	5	48	40	5	1	18
277	" "	Bonderspitze ob. „	2330	S.W.	trockener Felsboden	16	D.	2—3	—	—	—	109	321	1	7	55	31	5	1	21
278	" "	Schafberg Engadin	2800	S.W.	" Gesteinsschutt	14	D.	1	—	—	—	49	223	3	8	57	24	6	2	27
279	Veronica alpina L.	Hahnenmoos bei Adelboden	1980	S.W.	trockene Weide	21	D.	1	—	—	80	80	244	2	9	40	37	10	2	28
280	" "	Muraigl Tal Engadin	2300	N.	Quelle	29	D.	2	93	146	—	53	186	2	12	35	40	9	2	18
281	" "	" " „	2350	Fl.	trockener Verwitterungsb.	18	I.p.	—	54	100	—	46	193	3	10	75	—	9	3	30
282	" "	Muottas Muraigl „	2600	N.	feuchter „	28	D.	3	61	73	—	12	357	1	6	33	53	6	1	16
282a	" " junge Blätter	" " „	2600	"	" " "	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
283	" "	Fuorcla „	2800	S.	trockener „	15	D.	3	54	128	—	74	237	3	12	44	28	10	3	31
284	" aphylla L.	Schermtanne bei Adelboden	1780	S.	trockenes Geröll	18	D.	2	—	—	—	92	249	1	10	36	45	7	1	26
285	" "	Schwandfeldspitze ob. „	2000	S.O.	trockener Kalkfels	12	D.	2	—	—	—	252	270	1	8	49	35	6	1	33
286	" Beccabunga L.	Arlesheim bei Basel	350	N.	schattiger Wegrund	30	Ü.s.	—	40	88	—	48	351	1	6	87	—	5	1	18
287	" "	Hahnenmoos „ Adelboden	1920	N.	feuchter Humus	24	Ü.s.	—	—	—	—	20	423	1	3	90	—	4	1	15
288	" fruticans Jacq.	Roseg Gletscher Engadin	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	32	Ü.s.	1	164	154	10	—	279	1	9	26	57	6	1	19
289	Globularia cordifolia L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	21	D.	1	—	—	12	—	241	1	4	42	46	6	1	16
290	" "	Engstligen Alp ob. Adelboden	1930	S.O.	trockener Kalkfels	14	D.	2	—	—	23	—	250	1	7	53	30	8	1	24

No.	Name	Fundort	Höhe	Exp.	Standort	Int. Vol.	Struktur	Zahl der Pal. Sch.	Stomata				Blattdicke in μ	Dicke in Proz. der Blattdicke						Trock. Gew.
									Oben	Unten	Oben mehr	Unten mehr		Kut. ob.	Ep. ob.	Pal.	Schw.	Ep. unt.	Kut. unt.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
291	<i>Plantago alpina</i> L.	Schwandfeldspitze ob. Adelboden	2030	S.W.	trockener Kalkfels	21	I.p.	—	—	—	81	—	367	2	6	82	8	2	23	
292	" "	" " "	2030	S.	sonnige Weide	18	I.p.	—	—	—	9	—	301	2	6	82	8	2	22	
293	" "	Muraigl Tal " Engadin	2300	N.	Quelle	29	D.	1	183	130	53	—	291	2	8	33	45	11	1	15
294	" "	Muottas Muraigl " "	2450	S.	trockener Verwitterungsb.	15	I.p.	—	157	109	48	—	549	2	7	83	6	2	27	
295	<i>Galium Mollugo</i> L.	Aesch bei Basel	250	N.	schattiger Wegrand	26	Ü.s.	—	—	—	35	35	207	1	10	80	8	1	15	
296	" <i>silvestre</i> Pol.	Schermtanne bei Adelboden	1750	O.	trockenes Geröll	12	D.	1—2	—	—	—	97	226	1	9	45	35	9	1	18
297	<i>Valeriana montana</i> L.	Bondertal " "	1600	N.	feuchtes Geröll	25	D.	1—2	—	—	—	9	174	1	10	30	51	7	1	13
298	" <i>officinalis</i> L.	Nenzlingen bei Basel	400	S.	sonniger Wegrand	14	D.	2	—	—	—	86	198	2	13	51	24	9	1	13
299	" "	Muraigl Tal Engadin	2300	S.	sonnige Alpweide	21	D.	2	73	209	—	136	257	2	11	40	40	5	2	19
300	<i>Knautia silvatica</i> L. Duby	Arlesheim bei Basel	440	S.	" Weide	21	D.	2	143	177	—	34	217	1	9	46	35	8	1	26
301	" "	Hahnenmoos bei Adelboden	1970	S.	" magere Weide	15	D.	2—3	—	—	—	53	291	1	10	50	30	8	1	24
302	<i>Campanula barbata</i> L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	20	D.	2	—	—	120	120	280	1	8	45	40	5	1	15
303	" "	Engstligen Alp ob. Adelboden	2050	S.	sonnige fette Weide	14	D.	4	—	—	—	19	309	1	8	52	32	6	1	22
304	" "	Muottas Muraigl Engadin	2450	S.	trockener Verwitterungsb.	11	D.	4	154	194	—	40	301	2	8	54	28	6	2	21
305	" <i>cochleariifolia</i> Lam.	Engstligen Alp ob. Adelboden	1920	N.	feuchter Humusboden	26	D.	3—4	—	—	—	12	289	2	9	39	41	7	2	23
306	" "	Roseg Gletscher Engadin	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	28	D.	1—2	137	187	—	50	220	2	13	35	40	9	1	16
307	" <i>rotundifolia</i> L.	Aesch bei Basel	250	S.	sonniger Wegrand	19	D.	3	—	—	—	86	278	2	12	46	31	7	2	29
308	" "	Muraigl Tal Engadin	2300	N.	überrieselter Boden	26	D.	2—3	139	218	—	79	268	1	10	30	49	9	1	19
309	" <i>Scheuchzeri</i> Vill.	Schwandfeldspitze ob. Adelboden	2030	S.	trockener Kalkfels	15	D.	2—3	—	—	18	—	273	1	6	44	40	8	1	23
310	" "	Muraigl Tal Engadin	2300	S.	" Verwitterungsb.	17	D.	2	91	155	—	64	306	2	10	40	39	7	2	24
311	<i>Phyteuma orbiculare</i> L.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	13	D.	1—2	—	—	—	178	117	2	18	46	18	14	2	19
312	" "	Hahnenmoos bei Adelboden	1960	N.	feuchte fette Weide	33	D.	1	—	—	—	124	121	2	16	30	37	13	2	26
313	" "	unterer Schafberg Engadin	2300	S.	trockener Verwitterungsb.	21	D.	1	46	173	—	127	133	3	19	38	22	15	3	32
314	" <i>pedemontanum</i> R. Schulz.	Fuorcla Muraigl " "	2920	S.	trockene Felsspalte	18	D.	2	158	87	71	—	290	2	10	43	31	12	2	24
315	" "	Alp Languard " "	3100	S.	" "	16	D.	1—2	218	91	127	—	285	3	11	40	27	16	3	23
316	<i>Achillea atrata</i> L.	Bondertal bei Adelboden	1680	N.	feuchtes Geröll	31	D.	3	—	—	—	86	289	1	9	45	36	8	1	10
317	" "	Schwandfeldspitze ob. " "	2030	Fl.	feuchter Verwitterungsb.	22	D.	3	—	—	—	121	351	2	8	58	24	6	2	14
318	" "	Muottas Muraigl Engadin	2350	W.	trockener "	19	I.p.	—	64	85	—	21	383	2	7	83	6	2	15	
318a	" "	" " "	2350	"	" "	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
319	" <i>moschata</i> Wulfen	Roseg Gletscher " "	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	31	D.	2	81	130	—	49	444	1	3	39	52	4	1	12
320	" "	Schafberg " "	2350	S.	feuchter Verwitterungsb.	28	I.p.	—	55	150	—	95	374	2	4	86	6	2	20	
321	<i>Antennaria dioeca</i> L. Gärtner	Blauen bei Basel	800	S.	sonnige Weide	21	D.	2	130	171	—	41	172	1	8	44	40	6	1	27
322	" "	Hahnenmoos bei Adelboden	1830	S.	" magere Weide	20	D.	2	—	—	—	46	193	2	8	46	38	5	1	24

No.	Name	Fundort	Höhe	Exp.	Standort	Int. Vol.	Structur	Zahl der Pal. Sch.	Stomata				Blattdicke in μ	Dicke in Proz. der Blattdicke						Trock. Gew.	
									Ober	Unten	Ober mehr	Unten mehr		Kut. ob.	Ep. ob.	Pal.	Schw.	Ep. unt.	Kut. unt.		
1	2	3	4	2	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
323	Antennaria dioeca L. Gärtner	Muottas Muraigl	Engadin	2450	S.	trockener Verwitterungsb.	18	D.	3	139	189	—	50	285	1	6	50	37	5	1	23
324	"	Fuorcla	"	2900	O.	" Granitschutt	13	D.	3-4	146	180	—	34	262	3	8	55	26	5	3	24
324a	"	"	"	2900	"	"	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
325	Arnica montana L.	Schwandfeldspitze	ob. Adelboden	2030	S.	sonnige Weide	21	Ü.s.	—	—	—	—	29	340	1	6	86	—	6	1	15
326	"	Muottas Muraigl	Engadin	2400	S.	trockener Verwitterungsb.	14	D.	1	40	57	—	17	363	1	9	44	40	5	1	20
326a	"	"	"	2400	"	"	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
327	Aronicum scorpioides Koch	Strubelgletscher	ob. Adelboden	2160	N.	feuchtes Geröll	28	D.	1	—	—	48	—	310	1	6	34	50	8	1	18
328	"	Schafberg	Engadin	2350	S.W.	trockenes Geröll	20	D.	2	36	19	17	—	360	1	10	43	37	8	1	23
329	"	"	"	2550	N.	feuchter Verwitterungsb.	25	D.	1	47	27	20	—	342	1	5	39	50	4	1	16
330	Artemisia Genipi Weber	Fuorcla Muraigl	"	2920	S.	trockener	14	I.p.	—	35	109	—	74	449	1	5	84	—	9	1	23
331	" laxa Lam. Fritsch.	Roseg Gletscher	"	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	27	D.	1	91	64	27	—	340	2	5	27	50	14	2	19
332	Aster alpinus L.	Botanischer Garten	Basel	275	—	sonnig	16	D.	2	—	—	—	23	225	1	9	45	35	9	1	25
333	"	Roseg Gletscher	Engadin	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	30	D.	1	64	82	—	18	198	1	11	27	52	8	1	15
333a	"	"	"	2100	"	"	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
334	"	Bonderspitz	ob. Adelboden	2330	S.W.	trockener Felsboden	14	D.	2	—	—	—	12	247	1	9	46	36	7	1	24
335	"	Muottas Muraigl	Engadin	2400	S.	" Verwitterungsb.	10	D.	1	52	59	—	7	187	2	12	48	30	6	2	20
336	Bellis perennis L.	Botanischer Garten	Basel	275	—	Ebenenpflanzen (sonnig)	17	D.	2	—	—	—	23	320	1	5	46	43	4	1	28
336a	"	"	"	275	—	"	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
337	"	"	"	275	—	Alpenpflanzen	15	D.	2	—	—	—	48	345	1	4	42	46	6	1	32
337a	"	"	"	275	—	"	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
338	Bellidiastrum Michellii Cass.	Schermtanne	bei Adelboden	1750	O.	trockenes Geröll	15	D.	2-3	—	—	26	—	254	1	6	42	43	7	1	22
339	"	Muottas Muraigl	Engadin	2350	S.	überrieselter Boden	25	D.	1	93	73	20	—	322	2	8	19	61	8	2	12
340	Chrysanthemum alpinum L.	Roseg Gletscher	"	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	29	D.	2	—	—	75	75	609	1	3	44	47	3	2	15
341	"	Muottas Muraigl	"	2450	Fl.	trockener Verwitterungsb.	20	I.p.	—	—	—	46	45	583	1	4	90	—	4	1	20
342	"	Fuorcla	"	2900	S.	"	14	I.p.	—	89	93	—	4	603	2	5	88	—	4	1	19
343	"	"	"	2920	S.	"	15	I.p.	—	—	—	109	109	666	2	3	90	—	4	1	25
344	" atratum Jacq.	Bondertal	bei Adelboden	1580	N.	feuchtes Geröll	39	D.	1-2	—	—	—	9	467	1	6	28	58	6	1	18
345	"	Schwandfeldspitze	"	2030	S.O.	feuchter Verwitterungsb.	24	D.	1	—	—	—	12	442	2	5	42	44	5	2	25
346	Crepis aurea L. Cass.	"	"	2030	S.O.	"	25	I.s.	—	—	—	—	17	210	2	14	70	—	13	1	18
347	"	Muraigl Tal	Engadin	2350	S.	überrieselter Boden	27	I.s.	—	109	145	—	36	198	2	13	69	—	14	2	25
347a	"	"	"	2350	"	"	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
348	Erigeron alpinus L.	Roseg Gletscher	"	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	24	D.	2	—	—	91	91	273	1	6	42	42	8	1	19
349	"	Schafberg	"	2300	S.	sonnige Alpweide	18	I.p.	—	—	—	101	100	338	2	6	82	—	8	2	25
350	" neglectus Kerner	Fuorcla Muraigl	"	2920	S.	" Felsspalte	16	I.p.	—	120	100	20	—	278	3	11	72	—	12	2	22

No.	Name	Fundort	Höhe	Exp.	Standort	Int. Vol.	Structur	Zahl der Pal. Sch.	Stomata				Blattdicke in μ	Dicke in Proz. der Blattdicke						Trock. Gew.
									Oben	Unten	Oben mehr	Unten mehr		Kut. ob.	Ep. ob.	Pal.	Schw.	Ep. unt.	Kut. unt.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
351	Erigeron uniflorus L.	Heutal Engadin	2500	S.	sonniger Verwitterungsb.	20	I.p.	—	191	109	82	—	297	2	8	80	8	2	26	
352	" "	Fuorcla Muraigl "	2900	O.	feuchter Schutt	25	I.p.	—	102	73	29	—	339	3	6	83	5	3	20	
353	Gnaphalium norvegicum Gunnerus	Hahnenmoos bei Adelboden	1950	N.	feuchte Weide	31	D.	1	—	—	—	25	201	1	8	25	59	6	1	18
354	" "	Muottas Muraigl Engadin	2450	S.	trockener Verwitterungsb.	17	D.	2—3	113	181	—	68	150	2	10	50	29	8	1	25
354a	" " junge Blätter	" "	2450	"	" "	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
355	Hieracium Auricula L. em. Lam. u. D.C.	Nenzlingen bei Basel	500	S.	sonniger Wegrand	21	I.p.	—	138	180	—	42	193	2	6	85	5	2	19	
356	" "	Muottas Muraigl Engadin	2350	S.W.	" "	15	I.p.	—	154	210	—	56	240	2	6	84	6	2	17	
357	" intybaceum All.	" "	2400	S.W.	" "	17	D.	2	93	65	28	—	294	2	8	43	38	7	2	23
358	" Pilosella	Reinacher Weide bei Basel	300	S.	trockener Kiesboden	18	D.	2	280	181	99	—	260	1	6	50	36	6	1	26
359	" "	Dornach " "	460	S.	" Sandboden	20	D.	2	206	98	108	—	281	2	5	45	39	8	1	23
360	" "	Muottas Muraigl Engadin	2400	S.	sonniger Wegrand	11	Ü.p.	4	201	73	128	—	380	3	4	56	30	4	3	24
361	" staticifolium All.	Schermthanne bei Adelboden	1750	S.	trockenes Geröll	21	D.	2	—	—	86	—	329	1	6	44	40	8	1	12
362	Homogyne alpina L. Cass.	Stalden " "	550	N.	Rottannenwald	31	D.	2	—	—	—	174	409	1	9	24	60	5	1	21
363	" "	Tschenten Alp ob. " "	1870	S.	trockener Felsboden	18	D.	2—3	—	—	—	244	382	2	8	40	45	3	2	24
364	" "	Schwandfeldspitze " "	2050	S.	sonnige Weide	12	D.	2—3	—	—	—	252	399	2	6	45	40	5	2	29
365	" "	Muottas Muraigl Engadin	2550	N.W.	feuchtes Geröll	24	D.	1	—	—	—	134	529	1	5	30	60	3	1	17
365a	" " junge Blätter	" "	2550	"	" "	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
366	Leucanthemum vulgare Lam.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	15	D.	1	—	—	—	10	268	1	8	56	28	6	1	19
367	" "	Aesch bei " "	250	N.	schattiger Wegrand	30	D.	1—2	—	—	—	47	258	1	6	29	55	8	1	15
368	" "	Pommeren Grat bei Adelboden	2130	W.	fette Weide	21	D.	2	—	—	—	28	320	1	7	44	42	5	1	19
369	" "	unterer Schafberg Engadin	2300	S.	trockener Verwitterungsb.	20	D.	1—2	82	93	—	11	387	3	9	48	31	6	3	20
370	Leontodon pyrenaicus Gouan	Hahnenmoos bei Adelboden	1800	S.	trockene magere Wiese	18	I.s.	—	—	—	—	153	141	1	9	82	7	1	21	
371	Senecio carniolicus Willd.	Roseg Gletscher Engadin	2100	N.O.	feuchte Gletschermoräne	30	I.s.	—	109	127	—	18	589	1	4	90	4	1	17	
372	" "	Heutal " "	2800	S.W.	trockener Verwitterungsb.	20	D.	2	100	118	—	18	499	3	4	36	49	6	2	24
373	" integrifolius L. Clairv.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	20	D.	1	—	—	—	36	540	1	6	46	41	5	1	22
374	Solidago Virga aurea L.	Dornach bei " "	520	N.	schattiger Wegrand	28	D.	2	80	143	—	63	201	2	8	36	48	5	1	16
375	" "	Muottas Muraigl Engadin	2450	S.	trockener Steinboden	18	D.	2	35	91	—	56	258	2	6	44	41	5	2	24
376	" "	" "	2450	N.	feuchter Verwitterungsb.	22	D.	2	91	137	—	46	242	1	7	40	45	6	1	18
377	Taraxacum officinale Weber.	Botanischer Garten Basel	275	—	sonnig	17	D.	2	—	—	—	52	240	1	8	45	38	7	1	25
378	" "	" "	275	—	schattig	25	D.	1—2	—	—	—	23	301	1	7	31	54	6	1	20
378a	" " junge Blätter	" "	275	—	" "	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
379	" "	Schönbühl ob. Adelboden	2100	Fl.	trockene Felsen	18	D.	1—2	—	—	41	—	289	2	8	47	35	7	1	18
380	" "	Muraigl Tal Engadin	2350	N.	feuchter Verwitterungsb.	42	D.	1	89	119	—	31	200	1	8	16	66	8	1	16
381	" "	Muottas Muraigl "	2450	S.	trockener Sandboden	19	D.	1—2	81	101	—	20	256	2	9	48	31	8	2	23