

Zeitschrift:	Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber:	St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band:	44 (1902-1903)
Artikel:	Beiträge zur Ökologie der Felsflora : Untersuchungen aus dem Curfisten- und Sentsgebiet
Autor:	Oettli, Max
Kapitel:	Zweiter, autökologischer Teil
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-834958

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zweiter, autökologischer Teil.

Über die Wurzelorte und Sonderanpassungen.

Endlich nach all den Übersichten über einen noch nicht zu bewältigenden Stoff zu den in der Einleitung definierten Fragen nach den Wurzelorten und Sonderanpassungen! Nicht mehr „die Felsflora“ wird von jetzt ab Untersuchungsobjekt sein, sondern diese und jene „Felsenpflanze“, nicht mehr die Besiedlungsmöglichkeit überhaupt, sondern *Zahl und Art der Besiedler*. — „Wieso kommt es, dass eine Felswand von vielen Spezies bewohnt wird, statt nur von einer“, werden wir uns fragen. Muss dem nicht notwendigerweise eine Vielheit in den Lebensbedingungen zu Grunde liegen und eine entsprechende Vielheit im Bau der Felsenpflanzen? Oder, um die neuen Termini zu gebrauchen: Sind wir nicht gezwungen, uns die ökologischen Bedingungen eines von vielen Spezies besiedelten Standortes zerlegt zu denken: erstens in eine durch Klima und Substrat gegebene, an jeder Stelle des Standortes wirkende Gruppe von Faktoren, und zweitens in eine Summe von Eigenschaftskomplexen ebenso vieler „Wurzelorte“¹⁾ als Spezies vorhanden sind. Und haben wir uns nicht demgemäß die Anpassungserscheinungen der Besiedler kombiniert zu denken aus den allgemeinen

¹⁾ In der Einleitung wurde definiert: Wurzelorte sind solche, durch irgendwelche gemeinsamen Merkmale besonders charakterisierte Stellen des Felsens, die meist nur von einer und derselben Spezies besiedelt werden.

Anpassungen an Klima und Substrat und den „Sonderanpassungen“ an die Wurzelorte? — Angesichts eines konkreten Beispiels an irgend einer Felswand lauten dieselben Fragen: Warum konnte diese Spezies gerade hier gedeihen, wo sie steht, und nicht dort, wo ihr Nachbar so üppig blüht? Ist das Zufall, oder wusste jener die Verhältnisse dort besser auszunützen, aus denen diese keinen Vorteil zu ziehen verstand? Und umgekehrt hier? Und welches sind denn diese verschiedenen Verhältnisse, und welches die Einrichtungen, die ihre Ausnützung ermöglichen?¹⁾ Und wenn es sich auch herausstellen sollte, dass umfassende, exakte Antworten noch für keine einzige Spezies möglich sind, so können doch Teilantworten gegeben werden, und ist man nicht im Stande, eine Spezies in allen ihren Vorkommnissen zu erforschen, so hat doch jede exakte lokale Beobachtung allgemeinen Wert; denn das ist ja das Charakteristische der Spezies, dass sie sich trotz ihrer Plastizität in einer Unsumme von Eigenschaften allerorts gleichbleibt.

I. Kapitel.

Eine Malmwand bei Quinten²⁾.

Als ersten Typus wähle ich zur Darstellung die Wände des „*Schrandenberges*“, die gleich östlich des Dörfchens

¹⁾ Siehe die Bemerkungen über den Konkurrenzkampf (vide I. Teil II. Kap. § 1 B).

Dass eine derartig absolute Abhängigkeit der Pflanzen von ihrem Milieu vorausgesetzt werden muss, scheint mir z. B. aus den Arbeiten über die Bodenstetigkeit von *Achillea moschata* und *atrata* hervorzugehen, von welchen Pflanzen jede für sich boden-*vag* auftritt. In den Gebieten aber, wo sie sich gemeinsam finden, sondern sie sich nach den verschiedenen Böden.

²⁾ Die Disposition im zweiten Teile ergab sich aus der

Quinten aus dem Wasserspiegel des Walensees auftauchen und sowohl per Schiff kontrollierbar sind, als auch an den verschiedensten Stellen leicht erklettert werden können. Die Neigung beträgt 60—80°, die Exposition ist genau südlich, die Schichten einfallend, bankig, kein Wasser führend, die Abwitterung meist plattig bis brockig.

Ich habe die *Vegetation* einiger (gleich westlich vom südlichsten Vorsprung) bei niederm Wasserstand leicht zugänglicher Stellen vollständig aufgenommen. Auf der westlichsten, durch Furchen natürlich begrenzten, ca. 25 m² umfassenden Partie mit ca. 67° Neigung finden sich in vereinzelten Stücken:

<i>Potentilla caulescens</i>	...	in 11 Exemplaren
<i>Globularia cordifolia</i>	...	8 "
<i>Sesleria cœrulea</i>	...	6 "
<i>Leontodon incanus</i>	...	4 "
<i>Galien</i> ¹⁾	...	4 "
<i>Sedum album</i>	...	3 "
<i>Aster alpinus</i>	...	1 "
<i>Hieracium murorum?</i>	...	1 (od. 2) "

sodann Rasenflecken mit einer durchschnittlichen Grösse von 2—3 grossen Händen und folgender Zusammensetzung:

<i>Sesleria cœrulea</i> + <i>Laserpitium siler</i>	...	2
" " + "	+	<i>Potentilla caulescens</i> . 2

Notwendigkeit innerhalb vergleichbaren Spezies zu vergleichen, d. h. die Verhältnisse jeder Höhenregion, deren ich gemäss der Individualität der Wände am Südabhang der Curfirschen drei unterscheide, besonders zu behandeln. Die „Wände bei Quinten“ fallen als untere Region in das Gebiet des Weinstockes, die mittlere Region, also vornehmlich die Malmwände unter Tschingeln, erreicht ungefähr die Baumgrenze, die obere Region umfasst die über 1800 m liegenden Felsen, vornehmlich die Gipfelwände der Curfirschen. Im Sentisgebiet verliert diese Einteilung ihren Wert (namentlich wegen des tiefen Hinabsteigens der Felsenpflanzen in Nordexposition).

¹⁾ Es war mir nicht möglich, bei dieser Jahreszeit die Galien auf die Entfernung auseinander zu halten; unter *Galium* kann in diesem Teile daher stets gemeint sein: *G. mollugo* L. oder *G. mollugo* var. *Gerardi* Briq. = *G. lucidum* auct. (non All.), oder *G. rubrum* L.

Sesleria cœrulea + Laserpitium siler + Vincetoxicum officinale	1
“ “ + Galium + Sedum album	1
“ “ + Teucrium chamaedrys	1
Laserpitium siler + Coronilla emerus	1
ferner ein grösserer Komplex bestehend aus: Sesleria, Bromus erectus, Festuca ovina, Polygonatum officinale, Cotoneaster vulgaris und Sedum album-Einfassung.	

Dabei ist ein deutlicher Unterschied zwischen dem obern, schwach plattig abwitternden Teil und dem untern mit mehr, namentlich senkrecht verlaufenden Rissen, indem von voriger Liste auf den obern Teil allein fallen:

- 6 kräftige Potentilla caulescens,
- 4 Seslerien,
- 4, d. h. alle Leonton incanus, und nur
- 1 Globularia.

Eine östlich davon gelegene Partie, von voriger durch eine starke Spalte mit Galien, Laserpitium siler, Coronilla emerus und Sesleria getrennt, weist in den massigen obern Teilen auf (auf ca. 20 m²):

- 9 Potentillen
- 5 Seslerien und
- 4 Globularien, aber keinen Leontodon;

in dem mit stärkeren Spalten versehenen unteren Teile an Einzel-exemplaren (auf ca. 20 m²):

- 30 Sesleria cœrulea
- 4 Potentilla caulescens
- 4 Globularia cordifolia
- 4 Sedum album
- 4 Aster alpinus
- 3 Centaurea scabiosa
- 3 Galien
- 2 Laserpitium siler
- 2 Bromus erectus
- 1 Ligustrum vulgare
- 1 Sedum dasypodium
- 2 unkenntliche Pflanzen,

sodann einen ca. 1—5 handgrossen Rasen folgender Zusammensetzung:

Laserpitium siler + Sesleria + Teucrium montanum	1
“ “ + Juniperus comm. + Hippocratea comosa	1
“ “ + Fraxinus + Hippocratea comosa	1

Laserpitium siler + Cotoneaster vulg.?	+	Stachys recta	1
Sesleria + Geranium sanguineum	1
Centaurea scabiosa + Bromus erectus + Cotoneaster tomentosa			1

Gleich daneben (direkt über dem Vorsprung) wird die Wand im Gegensatz zu vorigen glatten Stellen ausgesprochen gestuft. Auf den Treppenabsätzen finden sich Sesleria-Rasen mit Teucrium montanum, Aster alpinus, Bromus erectus, Centaurea scabiosa, Polygonatum officinale, Laserpitium siler, 1 Hieracium und Sempervivum tectorum; die Wandpartien sind aber ausschliesslich mit Globularia cordifolia tapeziert.

Und ebenfalls gleich daneben ist eine ca. 16 m² grosse kompakte Partie von ca. 80° Neigung ohne Stufen, deren Flora aus

12 Potentilla caulescens

1 Galium und

1 Hieracium

besteht.

Schon diese wenigen Angaben erweisen zur Genüge, dass sich die Felsenpflanzen wieder nach speziellen Gesichtspunkten anordnen. Diese aufzufinden, wird also unsere Aufgabe sein, wobei selbstverständlich nicht nur das vorstehende Material zur Verwendung kommt, sondern alle Beobachtungen, die an irgendwie ähnlichen Wänden angestellt worden sind.

Es liegt nahe, die Gründe dieser Differenzierung zunächst in den *Ausstreuvorrichtungen und der Beschaffenheit der Samen* zu suchen, indem man erwartet, dass da, wo sich die meisten Exemplare einer Spezies finden, eben die betreffenden Samen den besten Grund zur Keimung gefunden hätten. Eine solche Annahme ist aber nicht haltbar, die Keimpflanzen der Felsenpflanzen wenigstens sind ausgesprochene Ubiquisten und der Fall, dass sich an den ungeeignetsten Standorten alle möglichen jungen Pflänzchen im bunten Durcheinander drängen, ist so häufig, dass wir im folgenden geradezu von der Voraussetzung ausgehen können, jede Stelle des Felsens hätte ursprünglich

allen Samen Gelegenheit zur Keimung geboten, und die jetzt zu beobachtende Sonderung nach Wurzelorten sei das Resultat eines beständigen Ringens, aus welchem die in ihrer ganzen Lebensführung an die betreffende Stelle bestangepasste Pflanze als Siegerin hervorgegangen. Dass wir sogar von einer solchen Voraussetzung ausgehen müssen, beweisen die Fälle, in denen z. B. eine Wand ganz mit Liguster- oder Laserpitium siler-Keimlingen übersät ist, obwohl, wie aus den wenigen erwachsenen Exemplaren und der Beschaffenheit des Standortes überhaupt zu schliessen ist, die betreffende Wand keineswegs zur Weiterentwicklung der Neuankömmlinge geeignet ist¹⁾.

Welches ist also dieses Ringen, wie und wogegen wird gekämpft, und warum kann sich hier diese und dort jene andere Pflanze behaupten? — Durchgehen wir der Reihe nach die Haupttypen unserer Florula.

¹⁾ Dass die Art der Versamung gar keinen Einfluss auf die späteren Wurzelorte hat, möchte ich natürlich auch nicht gesagt haben. In einem ganz feuchten, schattigen Couloir einer Wand mit Laserpitium siler findet sich letztere eng gepaart mit Bellidiastrum Michelii, das in dieser Region ausgesprochen feuchtigkeitsliebend ist, ein Umstand, der deutlich den Einfluss einer erhöhten Anzahl von Keimlingen zeigt. Und wenn Drude sagt: „Überall bietet sich“ (nämlich für die offenen Formationen des trockenen Sandes und Felsengesteins) „Anschluss und Übergang in Grassteppen und trockene Bergwiesen oder in lichte Hügelgebüsche und Haine, obwohl die gesamte, von den trockenen Sand- und Felsgeröllstrecken eingenommene Fläche eine bedeutende in Deutschland ist und im Hügellande durch die Menge ihrer botanischen Seltenheiten hervorragt“, so deutet das auch auf die Macht der grossen Samenmenge hin. Andrerseits aber findet sich gleich neben obiger Stelle (Drude I, pag. 371) Günther Becks Nachweis des auch in unserm Gebiet zu beobachtenden Tiefhinab- und Hochhinaufsteigens der Felsenpflanzen erwähnt, eine Tatsache, die mir wieder umgekehrt den Sieg des bestangepassten, selbst bei enormer Samenübermacht aufs deutlichste zu demonstrieren scheint.

Potentilla caulescens.

Von dem Habitus einer ausläuferlosen Erdbeere, zeigt *Potentilla caulescens* so gut wie *keine xerophytischen Merkmale*. Auf Blattquerschnitten erscheinen die Spaltöffnungen ohne jeden besondern Schutz in einer Flucht mit den kubischen, ca. $1\frac{1}{2}$ —3 μ grossen Epidermiszellen. Die Aussenwände der letzteren sind kaum verdickt, etwa 0,2 μ im Durchmesser, d. h. nur etwa doppelt so dick wie die Zellwände des Blattinnern. Weder die zweischichtigen Palissaden, noch das Schwammparenchym, noch die zirka millimetergrossen, einzelligen, englumigen, spärlichen Haare mit den auf mehrzelligen Stielen sitzenden Drüsen, noch überhaupt irgend ein oberirdischer Teil der Pflanze lassen eine ausgesprochene Schutzeinrichtung gegen Austrocknung erkennen. Dennoch erweist sich *Potentilla* als ausgezeichnet an ihre Verhältnisse angepasst, erstens durch ihre Bewurzelung, zweitens durch ihre Lebensfähigkeit im Jugendarter.

Leider fehlt mir trotz vieler Bemühungen das Material, um zahlenmässig die *Superiorität ihrer Wurzeln* über die aller Genossen feststellen zu können. Doch kann vielleicht schon die Beschreibung einen Begriff davon geben, wobei sich auch ergeben wird, weshalb Zahlen fehlen. — An irgend einer Stelle senkt sich die $1\frac{1}{2}$ —1 cm dicke Grundachse in eine kaum millimeterbreite Spalte ein, die Zylinderform fast unvermittelt mit der Bandform vertauschend. Meist erfolgt eine reiche Verzweigung dieser Hauptwurzel schon einige Centimeter unter der Oberfläche. Wie bei andern Felsenpflanzen, z. B. *Sesleria cœrulea* und *Globularia*, entsteht dabei aus all den in einer Ebene verlaufenden Fasern ein dichtes, stoffartiges Ge- webe von zirka Taschentuchgrösse. Abweichend in ihrem

Verhalten ist aber die Fähigkeit der Potentillenwurzel, selbst in unmessbar feine Sprünge des Felsens einzudringen und sich darin reichlich zu verzweigen. Ich möchte die Feinheit dieser Sprünge mit denen eines gesprungenen Glases vergleichen. Und das besagte Wurzel-tuch braucht keineswegs der Hauptbestandteil des Wurzelsystems zu sein, indem in jede in die Hauptspalte einmündende, der Oberfläche meist parallel verlaufende Verwitterungsspalte Wurzeläste abgegeben werden. So entstehen zahlreiche, durch millimeter- bis mehrere dezimeterbreite Steinlamellen getrennte Wurzelnetze, von insgesamt mehreren (meist über zehn) Quadratdezimeter Fläche. Die feinsten der durchsetzten Sprünge erscheinen makroskopisch völlig detritusleer, während die Spalten, in denen sich die Wurzeln zu ganzen „Wurzeltüchern“ verweben, Detritus von irgendwelcher Provenienz enthalten. Die feinen Spalten erweisen sich aber stets als feucht. Unter dem Mikroskope sieht man auch, dass der sie begrenzende Fels oberflächlich voll Kalkschülferchen ist und nur die Orte, die von Würzelchen bestrichen wurden, erscheinen als reingefegte Wege, wie Regenwurmspuren im leichten Strassenstaub. Es ist also nicht unwahrscheinlich, dass Anäzung des Felsens mit im Spiele ist. — In andern Fällen kann aber mehrere Dezimeter weit die Abgabe von Nebenästen geringfügig sein gegenüber einer dreidimensionalen Verästelung des stärksten Wurzelzuges in irgend einem humusgefüllten Hohlraume¹⁾.

¹⁾ Das Wurzelsystem einer Potentilla von einem typischen Standort unverletzt herauszupräparieren und zu messen, gehörte keineswegs zu den mechanischen Unmöglichkeiten. Nur bedürfte es dazu für eine Pflanze allein eine bis mehrere Wochen langer, aufreibender Steinhauerarbeit, da nur mit sehr feinen Meisseln Brüche und Verluste vermieden werden könnten. Mit meinen

Sobald eine Wurzel aus einer Spalte, in der sie zu einem papierdünnen Streifchen zusammengedrückt war, in eine breitere Spalte eintritt, nimmt sie wieder Zylinderform an. Wurzelhaare beobachtete ich nur wenige.

Dazu gesellt sich noch 2. die *Fähigkeit, im Jugendzustand mit einem Minimum von Nährmaterial lange Zeit das Leben zu fristen*. Unter ungünstigen Verhältnissen wächst die junge *Potentilla* überhaupt nicht, sie wird im Gegenteil stets kleiner; denn so oft eines ihrer Blättchen mit den drei kaum $1/2$ mm² grossen Fiederchen von der Sonne versengt wird und stirbt, bildet sie wieder ein neues, noch kleineres. Vor mir liegt z. B. ein beliebiges dieser Exemplare von 3 mm Höhe mit zwei grünen Blättchen zu je drei, nicht einmal $1/4$ mm² grossen Fiederchen, einem Knöspchen und vier verdornten Blättchen, deren Fiederchen je ca. $1/2$ mm² gross sein mochten. Das Würzelchen misst über 7 mm. (Die Spitze ist leider abgebrochen.) — Infolge dieser Eigenschaften ist es wahrscheinlich, dass die Keimpflanze von *Potentilla caulescens* allen ihren Nebenbuhlern gegenüber den Vorteil gewinnt, weit längere Zeit hindurch ein Wachstum der Wurzeln durch unfruchtbare Spalten hindurch aushalten zu können, und dass keine der grossblättrigen Keimpflanzen durch mehr Reservenahrung und schnelleres Wachstum das ersetzen kann, was *Potentilla* in ihrer Ausdauer besitzt; denn das Durchsetzen der Klüfte muss langsam und bei trockenem Wetter geschehen, wenn es Erfolg haben soll, da nur dann die Feuchtigkeitsdifferenzen in den Spalten so liegen, dass die Würzelchen dahin geleitet werden, wo auch zur

schweren Hämmern erhielt ich bei mehrstündiger Arbeit immer nur hunderte von Einzelstrecken, ohne sichere Kenntnis dessen, was mir noch fehlte oder schon verloren gegangen war.

Zeit der Dürre Feuchtigkeit vorhanden ist, eine Behauptung, die allerdings erst dann volle Gültigkeit erreicht, wenn es als ausgeschlossen erwiesen ist, dass das Wurzelwachstum von *Potentilla* erst bei einem gewissen, ziemlich hohen Feuchtigkeitsgrad statt hat. Grössere Erstlingsblätter, wie sie die Nachbarn der *Potentilla* (mit Ausnahme von *Sedum*) besitzen, wären also nicht nur wegen der erhöhten Austrocknungsgefahr nachteilig, sondern namentlich darum, weil sie bei feuchtem Wetter ein im Vergleich zu *Potentilla* beschleunigtes Wurzelwachstum zur Folge hätten.

Zieht man in Betracht, dass *Potentilla* stets den Schatten flieht, so kann man, sofern das oben Gesagte richtig ist, rein deduktiv die Orte angeben, wo *Potentilla* möglich ist und wo nicht. Fehlen muss sie danach: erstens ihres gedrungenen Wuchses wegen überall da, wo die Gefahr der Überschattung vorhanden, d. h. auf offenen, breiten Spalten mit viel Humus, da dort eine Menge anspruchsvoller Kurzwurzler mit hohem Stengel gedeihen können; zweitens, ihrer wenig vor Austrocknung geschützten oberirdischen Organe wegen — an allen stark rissigen Wänden, wo die innere Feuchtigkeit des Felsens, statt in einzelnen wenigen Spalten an die Oberfläche geleitet zu werden, schon lange vorher überall hin verteilt wird und verdunstet. Entwickeln aber kann sie sich überall da, wo wenige, schmale und ärmlich mit Humus ausgestattete oberflächliche Risse in Verbindung stehen mit ausgedehnten innern Fugen und Hohlräumen, da nur in diesem Falle sie allein dieselben erreichen kann. — *Ihre Wurzelorte* sind denn auch tatsächlich so beschaffene Verwerfungsspalten, Schichtfugen und Ritzten kompakter Wände. Oft sitzen üppige Stöcke einer

scheinbar völlig spaltenlosen Wand auf, und die Untersuchung ergibt dann meistens, dass es sich um eine jener Stellen handelt, wo durch Verwitterung eines Pyritknollens ein Zugang zu inneren Spalten hergestellt worden ist¹⁾. — Ich glaube, dass es oft gelingen dürfte, nur aus der Betrachtung eines kleinen Stückes Felsoberfläche auf das Vorhandensein oder Fehlen von *Potentilla caulescens* schliessen zu können. Die allermeisten ihrer Wurzelorte sind nämlich dadurch gekennzeichnet, dass sie keine der sonst stets vorhandenen kleinen Ritzen aufweisen, nicht etwa nur wegen ursprünglichen Fehlens derselben, denn Andeutungen davon sind genügend vorhanden, sondern hauptsächlich wegen nachträglicher Überwachsung mit Flechten oder Algen, welche den Eindruck hervorbringen, als sei das fein gemeisselte Relief der Felsoberfläche nachträglich mit einem dicken grauen Brei überstrichen worden. Ob diese Erscheinung und das Auftreten von *Potentilla caulescens* in ursächlichem Zusammenhange stehen, oder ob beides Folgen einer dritten Erscheinung sind, kann ich nicht mit Sicherheit entscheiden. Kleine, in die Flechten eingestreute Knöpfchen und Schülferchen aus Calcit machen es wahrscheinlich, dass wir es hier mit Stellen zu tun haben, aus denen die Bergfeuchtigkeit bis an die Oberfläche geleitet wird, wo sie sowohl reichbewurzelte Potentillen, als auch eine üppige Flechten- oder Algenvegetation ermöglicht. Letztere ist zwar auch anderwärts so verbreitet, dass sie der ganzen Felsenlandschaft den schönen graublauen Ton verleiht und tatsäch-

¹⁾ Das Abweiden verträgt *Potentilla caulescens* sehr wohl, indem an Stelle der abgefressenen grossen Blätter kleine, dicht dem Boden anschmiegende und daher für das Vieh schwer zu fassende Blättchen entstehen.

lich jede Stelle des Felsens beim Anschlagen mit dem Hammer einen grünen Fleck aufweist. Nur ist ihre Dicke allein an den *Potentilla caulescens*-Felsen so bedeutend, dass sie sämtliche Ritzen zu überbrücken vermag.

Diese (durch vorstehende und frühere Bemerkungen skizzierten) Wurzelorte können aber einige, nicht wenig bedeutsame *Abänderungen* erleiden. Erstens einmal tritt *Potentilla caulescens* auch auf stark rissigem Fels auf, sofern die Spalten senkrecht zur Oberfläche gerichtet sind, und also die innere Feuchtigkeit trotzdem Gelegenheit findet, bis nahe an die Oberfläche zu gelangen. (Beim gewöhnlichen Fall, wo die Ablösung parallel zur Oberfläche geschieht, ist dies, wenn der Fels stark splittert, nicht so leicht möglich.) — Sodann gibt es zahlreiche Spalten an den *Potentilla caulescens*-Wänden, die nicht bewohnt sind, wofür bei schönem Wetter kein Grund ersichtlich ist. Einigen Aufschluss liefert aber anhaltendes Regenwetter, bei welchem dieselben, jedenfalls nur für ganz kurze Zeit — denn es fehlen die charakteristischen „Tintenstriche“ lange befeuchteter Stellen, — viel Wasser von sich geben, also ausgewaschen werden und infolgedessen ihres Humus und Detritus verlustig gehen müssen. — Vollends mit den definierten Wurzelenden im Widerspruche stehend erscheint das im I. Teil III. Kap. § I 3 erwähnte Auftreten von *Potentilla caulescens* auf isolierten, ca. 20 m³ grossen Blöcken. Erstens ist aber, wie dort angegeben, die Wasserkapazität eines solchen Blockes eine ganz beträchtliche, und zweitens sind die beobachteten Blöcke ihrer Lage gemäss zur Zeit der grössten Austrocknungsgefahr — und das ist nicht der Sommer, sondern die Frostzeit — durch eine Schneedecke geschützt.

Laserpitium siler.

Laserpitium siler ist in der Bewurzelung *Potentilla caulescens* fast ebenbürtig. Es unterscheidet sich aber von ihr durch mehr *xerophytischen Habitus*: Epidermis $0,5 \mu$ statt $0,2 \mu$, Spaltöffnungen um ca. $0,6 \mu$ eingesenkt, das Schwammparenchym zwischen zwei einschichtigen Palissadenschichten eingeschlossen (den Abweichungen von der Horizontalstellung und vielleicht der Lichtreflexion an den Wänden entsprechend) — und weit schnelleres Wachstum der Keimpflanzen, welche bald alle Genossen an Grösse überflügeln.

Daraus erklärt sich dessen Beschränkung auf Spalten, in denen von Anfang an genügend Nährmaterial vorhanden ist. Hier herrscht es denn auch, abgesehen von der Konkurrenz durch Holzgewächse, beinahe unumschränkt. Seine *Wurzelorte* werden aber noch durch einen weiteren Punkt bedingt. Es kommt nämlich nirgends vor, wo eine Ziege hingelangen kann. Wohl finden sich im Frühling, so lange das Vieh noch nicht ausgetrieben wird, zahlreiche grüne Schösslinge gerade an den Lägerstellen, aber auch keine einzige alte Pflanze. Solche können gleich daneben an der Wand häufig sein, aber erst in der Höhe, wo sie kein naschhaftes Maul mehr erreicht, ein Umstand, der zur Genüge beweist, dass es das „Gefressenwerden“ ist, was *Laserpitium siler* verdrängt. — Diesbezüglich interessant ist sein Auftreten auf den „Ruggplanggen“, ob Schrina-Hochrugg. Das sind seit ca. 10 Jahren meliorierte Geröllhalden, die nicht mehr beweidet werden. An deren Kopf, am Fusse der Wände, bildet *Laserpitium siler* ausgedehnte Bestände, also ein neuer Hinweis darauf, dass sein Fehlen an ebenen Stellen der untern Region nur der Abätzung zugeschrieben

werden muss. — In den oberen Regionen kommt Laserpitium nicht mehr als reine Spaltenpflanze vor, sondern nur im Sesleria- oder Carex humilis-Rasen. — Ferner ist zu bemerken, dass Laserpitium siler auf Neocom und Gault entsprechend der geringen Spaltenbildung bedeutend zurücktritt oder sogar ganz fehlt. — Auf Wänden mit viel Schutt an Stelle des Humus scheint es schon bei Quinten durch Athamanta hirsuta ersetzt zu werden. Ich dachte daran, den Grund hiefür in etwaiger Mykotrophie von Laserpitium zu suchen, im Gegensatze zu einer Autotrophie von Athamanta, fand aber vorläufig trotz gut gefärbter Schnitte keine Pilze.

Globularia cordifolia.

„Wenn sich die Stämme der herzblättrigen Kugelblume über den Absturz einer Felswand, auf deren flacher Terrasse sie bisher wagerecht gelagert hatten, wachsend vorschieben, so hängen sie nicht sofort herab, was doch der Fall sein müsste, wenn ausschliesslich ihr eigenes Gewicht massgebend wäre für die eingehaltene Richtung, sondern sie krümmen sich allmälig bogenförmig um den Rand ihrer Unterlage und bleiben mit ihren steifen Ästen selbst den einschüssigen Stellen der Felswand dicht angeschmiegt.“ Diese „Stämme entwickeln alljährlich End- und Seitentriebe, welche dem Boden parallel verlaufen. Auch die aus ihren Knospen hervorwachsenden Triebe sind wieder dem Boden angepresst und wiederholen überhaupt die Wachstumsweise ihrer Mutterstämme. Die neuen Triebe sind stets beblättert, die älteren verlieren dagegen die Blätter, sie erhalten sich aber noch Jahre hindurch lebenskräftig und dienen der Zuleitung flüssiger Nahrung aus dem Boden“ (Kerner I).

Durch diese teppichartige Bekleidung wird eine Art *Rechen* gebildet, der sämtlichen vom Fels herabrieselnden Humus und Detritus unter dem Windschutze der Rosetten aufspeichert. Überall da, wo sich derselbe in grösserer Menge ansammelt, also namentlich auf kleinen Vorsprüngen und sonstigen Unebenheiten, werden Wurzeln in ihn getrieben, was um so bedeutungsvoller ist, als ja, wie wir wissen (vide I. Teil I. Kap.), diese Vorsprünge auch stets von Spalten begleitet sind; denn nicht überall fällt der Detritus so reichlich, dass mit seiner Hülfe allein das Leben gefristet werden könnte. — Das aktive Anschmiegen an den Fels ermöglicht aber auch das Ein senken von Wurzeln in andere, der glatten Wand entlang laufende Ritzen. Finden sich derartige Vorsprünge und Ritzen nur einzeln, d. h. durch grosse, glatte Flächen getrennt, so tragen sie meist eine recht kümmerliche Flora, und auch *Globularia* bleibt an solchen Stellen nur ein Zerrbild ihrer Gattung, einen Stock bildend, der vielleicht aus zwei nur wenigen, kleine Blätter tragenden Rosetten und drei bis vier toten, vergebens ausgesandten Seitenästen besteht. Sobald aber auf stark verwitterndem Fels die Ritzen und Vorsprünge, von denen einer allein nicht eine einzige gut entwickelte Pflanze ernähren kann, zusammenrücken, wird es *Globularia* ermöglicht, eine grosse Anzahl davon zugleich auszunützen und so recht eigentlich das Prinzip des Grossbetriebes vertretend, gelingt es ihr, durch üppiges Wachstum sämtliche, sowieso schwächeren Nebenbuhler zu überschatten und zu verdrängen.

Sie ist denn auch tatsächlich überall da zu finden, wo eine nicht überhängende und nicht dachziegelig abwitternde Wand in starker Verwitterung begriffen ist und infolge dessen viele

kleine Spalten und Absätze aufzuweisen hat. (Ausnahmen vide II. Teil III. Kap.) Dass sie hier über alles andere siegen muss, geht aus dem Gesagten hervor; dass sie nur auf solche Orte beschränkt ist, ergibt sich dadurch, dass ihr Wurzelwerk einsteils nicht mit dem von *Potentilla caulescens* in Konkurrenz treten kann; denn nie beobachtete ich bei ihr so papierdünne Wurzeln wie bei *Potentilla*, und das Eindringen in so feine Spalten wie bei letzterer; ihre Wurzelfasern bleiben stets annähernd zylindrisch. Andrerseits hat sie auf lukrativeren Spalten wie *Potentilla* Überschattung zu befürchten.

Teucrium chamaedrys und die Galien¹⁾.

Auch für diese Glieder unserer Gesellschaft sind die *Wurzelorte* der zur vollen Entwicklung gelangten Exemplare deutlich zu erkennen und zwar als Spalten, welche den Humus erst in der Tiefe bergen, ca. 5—30 cm unter der Oberfläche, und daher an der Mündung, infolge Auswaschens oder Ausblasens, wenn auch nur spurenweise klaffend, keine Gelegenheit zur Keimung bieten.

Die *Erklärung* dafür ergibt sich aus der Fähigkeit aller Spezies dieser Gruppe, mit den vergilten, langgestreckten, untersten Internodien (die gelegentlich auch wurzeln), solche unfruchtbare Stellen durchsetzen zu können. Es ist auch beachtenswert, dass sie zu den seltenen Felsenpflanzen gehören, denen eine grundständige Blattrosette abgeht²⁾. Das regelmässige Auf-

¹⁾ Siehe Anmerkung pag. 243.

²⁾ Auf solche Fälle muss wohl folgende Bemerkung Schimpers in Anwendung gebracht werden: „Die Chasmophyten sind, im Gegensatze zu den Lithophyten, langgestreckte Gewächse, da ihr Substrat sich oft in grosser Entfernung von der Mündung der Spalte und hiermit vom Lichte befindet“; denn allgemeiner gefasst ist sie unrichtig.

treten einer solchen bei den andern Spaltenpflanzen scheint geradezu der Grund zu sein, weshalb ihnen in diesen Klüften keine Konkurrenz erwächst.

Im übrigen sind ihre Vorkommnisse nicht so leicht mit einem Worte abzutun, da sie von einem Exemplare aus die allerverschiedensten neu entstandenen Standorte besiedeln können, wo dann ihre Schosse den konkurrierenden Keimpflanzen gegenüber den Vorteil einer Unterstützung vom Mutterexemplar aus geniessen, so dass man üppige Stöcke oft an Stellen trifft, wo man sie schwerlich erwartet hätte. Ferner ist immer zu bedenken, dass die Verhältnisse bei der Beschickung der betreffenden Stelle ganz andere sein konnten, als zur Zeit der Beobachtung. Eine scharfe Scheidung der Wurzelorte der beiden Gattungen kann ich nicht geben.

Die Succulenten.

Unsere einheimischen Succulenten sind bekanntlich im Stande, lange Perioden völliger Trockenheit ohne Nachteil auszuhalten. Nachdem sie drei Wochen lang zur heißesten Sommerszeit schutzlos und ohne Wurzeln auf einem Blatt Papier gelegen, kann man sie eines schönen Tages plötzlich ihre Blüten entfalten sehen. Im übrigen bewohnen die verschiedenen Spezies keineswegs dieselben Wurzelorte.

a) *Sempervivum tectorum*.

Wenn sich irgendwo bei Quinten auf einem Felsband ein Rasen gebildet hat, so findet man ihn auch fast ausnahmslos gegen den Absturz hin von einem breiten, senkrecht stehenden Bande aus dichtgedrängten *Sempervivum*-Rosetten eingesäumt. Lange Zeit blieb mir dieses Vorkommen unerklärlich, umso mehr, als sich die wenigen

isolierten Exemplare meistens ebenso dichtrasig auf horizontaler Fläche finden, namentlich auf unzugänglichen Felspartien, die nicht mehr in Zusammenhang stehen mit dem Massiv, hier etwa die dicke Wurzel in ein grösseres, gehaltloses Spaltensystem senkend — bis ich eines Tages die Erscheinung des *Absterbens der fruktifizierenden Rosetten* beobachtete. Dieses Faktum scheint mir die Erklärung zu liefern; denn von nun an stimmten Theorie und Beobachtung trefflich überein. Der Platz einer solchen verwesten Rosette kann infolge ihres langsamem Wachstums nicht so schnell von *Sempervivum* selbst wieder ausgefüllt werden wie von andern Pflanzen. Ein bisher ungefährliches benachbartes *Teucrium chamaedrys* findet jetzt auf einmal Gelegenheit, in der Lücke einen seiner niederliegenden Äste, die sich bisher vergebens unter den dichtschliessenden Rosetten durchgezwängt, emporzurichten und zu versamen, oder es erscheinen Gräser auf dem Detritus, die Spalte füllt sich mit feuchtigkeitspeicherndem Humus, und alle Bedingungen zur Entstehung einer geschlossenen Gesellschaft sind gegeben. Die Hauswurz aber wird beschattet, und soweit die Rosetten in der Nähe der Spalten sind, gehen sie zu Grunde, der Rasen rückt also vor, neue Rosetten sterben ab, stets nur die äussersten können gedeihen, und auch nur gegen den Absturz hin können neue erzeugt werden und sich dort auch dauernd erhalten, oft weit über die Wand herunterhängend, wenn der Rasen, nachdem er die ganze Horizontalfläche erobert, stabil geworden ist.

Im übrigen kann ich über die Wurzelorte der seltenen isolierten Exemplare nur bemerken, dass sie das Getreten werden nicht ertragen.

b) **Sedum dasiphyllum.**

Es dürften sich nicht viele schöne, unzerrissene Exemplare von *Sedum dasiphyllum* aus unserm Gebiete in den Herbarien finden; denn wer nicht mit einem Hammer ausgerüstet ist, der wird beim Einsammeln kaum zum Ziele gelangen. Es erscheint nämlich charakteristisch für diese Succulente, die eine ausgesprochene Spaltenpflanze ist, dass sie ihre kurzen Triebe stets zwischen vorspringenden Kämmen, in nach Süden gerichteten Furchen verborgen hält, wo sie offenbar den Vorteil einer *Heizung durch den Fels* geniesst.

c) **Sedum album.**

Schwächliche Exemplare des weissen Mauerpfeffers sind überall zu treffen. Wo immer sich eine der besprochenen Pflanzen angesiedelt, da stellt sich meist auch ein Ästchen von *Sedum* ein, und dennoch lassen sich für die ausgewachsenen Exemplare ganz spezifische Wurzelorte angeben.

Ich erinnere zunächst an das, was Darwin über die *Denudation durch die Regenwürmer* geschrieben: „In vielen Teilen von England geht auf jeden acre Land (= 0,405 ha) ein Gewicht von mehr als 10 Tonnen, d. h. 10,516 kg trockener Erde jährlich durch ihren Körper und wird an die Oberfläche geschafft, so dass die ganze oberflächliche Schicht vegetabilischer Ackererde im Verlaufe von wenigen Jahren wieder durch ihren Körper geht.“ Regenwürmer finden sich aber, den Exkrementen und gelegentlich am Tage sich zeigenden kranken Tieren nach zu schliessen, auch (vide I. Teil II. Kap. § 1) in den Felswänden allenthalben in Menge, so dass nichts gegen die Annahme spricht, dass auch die gesamte Erdmenge des Felsinnern

in wenigen Jahren von den Regenwürmern an die Oberfläche geschafft werde, umso mehr, als wir es ja mit sehr alten Wänden zu tun haben, deren innere Spalten und Höhlungen schon längst vollständig mit Humus ausgefüllt sind. „Wenn nun die fein abgeglätteten Wurmekremente in einem feuchten Zustande an die Oberfläche gebracht werden, fliessen sie während regnerischen Wetters jeden mässig geneigten Abhang hinunter und die kleineren Teilchen selbst werden auf einer nur sanft geneigten Fläche weit herab gewaschen. Wenn Wurmekremente trocknen, zerbröckeln sie oft in kleine Kügelchen, und diese rollen dann gern auf jeder geneigten Fläche herab“ (Ch. Darwin).

Ferner ist bei Quinten (und auch ca. 800 m weiter oben) noch ein anderes, die Humusverschleppung wesentlich unterstützendes Moment in Betracht zu ziehen. Wir können sicher sein, hinter jeder losen Platte, sofern sie mit der Wand nur eine einigermassen breite Spalte bildet, oder auch in Globulariarasen etc. etc. zahlreiche, gelb punktierte, schwarze *Schalenasseln*¹⁾ zu finden und mit ihnen, wenigstens im Frühling und Vorsommer, pfundweise kugelrunde Erdkügelchen von ca. $2\frac{1}{2}$ mm Durchmesser. Jedes dieser Kügelchen birgt im Innern ein Ei der Assel und ist offenbar dazu bestimmt, früher oder später, sei es weggeblasen oder weggeschwemmt zu werden, um so zur Verbreitung der äusserst trägen Art beizutragen. (Siehe übrigens auch neue Auflagen von Brehms Tierleben.)

Sowohl Asselkugeln wie Regenwurmekremente stürzen nun aber nicht gleich bis an den Fuss der Wand; man braucht nur einen Globulariarasen zu zausen, um zu sehen,

¹⁾ *Glomeris pustulata* (Latr.).

wie viel von der herausgefallenen Erde auf allen möglichen Vorsprüngen haften bleibt, vorläufig einen Schuttkegel bildend, der dann beim nächsten Regen flachgeschwemmt wird. Steht ein solcher Vorsprung in direkter Verbindung mit einer Spalte, so kann sich wohl alles mögliche darauf ansiedeln und in relativ kurzer Zeit (nach der Vegetation im Steinbruch bei Quinten zu schliessen) ist ein Rasen entstanden. Ist aber keine Möglichkeit vorhanden, die Wurzel vor der *austrocknenden Sonnenglut* in einer Spalte zu bergen, so gelingt es nur einer Pflanze, sich zu halten, eben dem *Sedum album*. Allenthalben wird es sonst überschattet;* denn es wächst auch gar so träge und schmiegt sich als Succulente dicht dem Boden an; hier auf diesem warmen Humusbette aber schaden ihm weder der niederliegende Wuchs, noch seine Langsamkeit; denn es ist und bleibt Alleinbesitzer, ohne jeden Kampf. Diesen ficht an seiner Statt die Sonnenhitze aus¹⁾.

Nach dem Gesagten ist es begreiflich, dass in der *weitern Verbreitung* von *Sedum* *enge Beziehungen zu der Verbreitung der Regenwürmer* zu erkennen sind. Die untersuchten Neocomwände bei Quinten sind offenbar zu

¹⁾ Hie und da brechen wohl *Katastrophen* über eine solche Ansiedelung herein, und zwar infolge des Besuches eines eierlegenden Apollo-Weibchens (*Doritis Apollo L.*). Es wunderte mich oft, Vorsprünge zu sehen, die wohl viele Stämmchen, aber kaum mehr ein Blatt von *Sedum* aufzuweisen hatten; nun beobachtete ich aber einmal auf einer *Sedum*kolonie sechs grosse Apolloraupen, die mit der bekannten Raupengier den ganzen Platz verwüsteten; in ca. 3—5 Minuten war ein Blatt gefressen; die Rechnung wäre nicht sehr kompliziert, zahlenmässig nachzuweisen, dass auf diese Art auch üppige Ansiedelungen zu Grunde gehen müssen, denn die Auswanderungsmöglichkeit für die Raupen ist ja nur eine geringe. Da aber keine andere Phanerogame von dem Tode des Mauerpfeffers profitieren kann (*Sempervivum?*), so bedeutet die Abweidung noch keinen Verlust des Standortes.

kompakt, um Würmern Unterkunft zu gewähren (es geht ihnen z. B. auch der Reichtum an Sträuchern ab). Tatsächlich fehlt ihnen denn auch Sedum beinahe vollständig. An einer Seewerkalkwand der untern Region fand ich allerdings einmal einen Regenwurm, während Sedum der Wand fehlte, was sich aber aus der muschelig rundhöckerigen Abwitterung vieler Seewerwände erklärt, die im Gegensatze zu den gestuften Malm- und Schrattenwänden das Liegenbleiben der Exkremeante verunmöglichten¹⁾. Dieser selbe Grund könnte übrigens auch das Fehlen von Sedum auf dem Neocom verschulden helfen. Dass es nicht der Kieselgehalt oder eine andere chemische Einwirkung des Gesteins ist, durch welche Sedum verdrängt wird, beweist sein Vorkommen auf einem Neocom-absatze, der den Humus als Tannennadeln bezieht, welcher Fall im ganzen Gebiet zahlreiche Analogien findet.

Sedum kann aber auch ebenso gut *auf Moos* keimen, wie auf reinem Humus. Auf den schwelend grünen Moosrasen der mittleren Region findet es sich selten gut entwickelt, obwohl es an seinen eigentlichen Wurzelorten auch in dieser Höhe ganz normal gedeiht. Es ist denkbar, dass es hier wegen der beständigen Überschüttungsgefahr und dem häufigen Losreissen solcher Polster nicht genügend Zeit zur Entwicklung findet. Ferner gibt es in dieser Region zahlreiche Pflanzen, die ausschliesslich an das Moos gebunden sind und somit eine starke Konkurrenz repräsentieren. Standorte, wo das Moos den nötigen Humus an Stellen ansammelt, an denen alles andere verdorrt und nur noch Sedum gedeihen kann, sind alle

¹⁾ Diese finden sich dann oft unten an den Wänden in sonderbaren, 1—2 m hohen, wallähnlichen, stark bewachsenen Humusanbauen wieder.

möglichen Mauern und Blöcke, deren Kopf oft durch Sedum wie mit einem Korallenkranze geziert ist.

Bis jetzt haben wir Sedum nur als die genügsame, sich stets zurückziehende Pflanze kennen gelernt, die nirgends im Stande ist, andere zu verdrängen. Das ändert sich mit einem Schlage, wenn wir *gedüngte Felsen* betrachten, gedüngt, sei es dadurch, dass sie Abwasser von einer gedüngten Wiese empfangen, sei es dadurch, dass sie sich unter menschlichen Ansiedlungen finden, oder von Ziegen als „Läger“ benutzt werden¹⁾. An solchen Stellen gedeiht Sedum in ganz unerhörter Üppigkeit. Es ist von Interesse, eine derselben näher ins Auge zu fassen. Sie befindet sich etwas ausserhalb des Hauses „Lau“²⁾, hart am See, westlich von Quinten. Es geht dort an einer ca. 70—80° geneigten Wand ein ganz schmales, vorstehendes „Band“ schräg in die Höhe. Dasselbe wird mancherorts so breit, dass sich eine Ziege bequem darauf lagern kann, was auch, dem massenhaften Miste nach zu schliessen, häufig geschieht. Oberhalb dieses Bandes findet sich nun ausschliesslich *Globularia cordifolia*, unterhalb, mit drei Ausnahmen und abgesehen von einigen ganz jungen Stöcken, nur Sedum. Die drei Globularia-komplexe der untern Partie trifft man wie folgt: 1. An einer Stelle auf dem Bande mit viel Mist, die aber beim Passieren beständig betreten werden muss. Merkwürdigerweise sind auch unter dem Gewirr der Globularien noch alte Sedumstämmchen vorhanden. 2. An einer abschüssigen Stelle von einer Spalte herabhängend, wo der Mist hinabrollen müsste, ohne Sedum zu gute zu kommen.

¹⁾ Ich mache auf die Beziehung dieser gedüngten Stellen zu dem, zahlreiche Succulenten tragenden, salzgeschwängerten Meeresstrände aufmerksam.

3. Auf einem horizontalen, unterhalb des Weges gelegenen Vorsprunge, der sonderbarerweise so gelegen ist, dass er von dem oben herabfallenden Miste, er mag fallen, wie er will, stets übersprungen wird. Die Stelle ist wirklich mistfrei, da sie auch von Ziegen ihrer Lage wegen nicht leicht betreten werden kann. — Auf einer horizontalen Felsfläche in der Nähe der Wand ist sodann *Globularia* wieder vorherrschend, da dort den Ziegen wegen der vielen schmalen, senkrecht in die Höhe starrenden Felsplättchen kein ordentlicher Ruheplatz geboten wird, und infolgedessen auch die Düngung eine geringe ist. Die Ziegen lassen nämlich ihre Lösung regelmässig nur beim Erheben von der Läger fallen und sonst nur so vereinzelt, dass eine Düngwirkung nicht in Betracht kommen kann.

Zu erwähnen ist übrigens, dass *Sedum* gerade auf den Hauptlägerstellen der Ziegen, den sog. „*Gufeln*“ (vide Einleitung), fehlt. Das lässt vielleicht darauf schliessen, dass der weisse Mauerpfeffer nicht allein einen hohen Stickstoffgehalt benötigt, sondern tatsächlich Humus, denn solche Gufel bieten ihren Besiedlern nur ein feines, jedenfalls sehr selten durch Regen befeuchtetes Kalkpulver mit viel Ziegenmist.

Es scheint, dass auch *blosse Vermehrung des Humus eine Erhöhung der Üppigkeit* von *Sedum* zur Folge hat (wenigstens sofern er nicht durch andere Arten besiedelt werden kann). Ich denke an die sogen. „*Glattwand*“ bei Walenstadt. Dort zeigt eine etwa 200 m hohe, völlig glatte, um ca. 80° geneigte, von oben her oft berieselte Wand, einzelne mächtige, $1/2$ m dicke, anlehnende Platten, also die gewöhnlichen Verhältnisse, nur in stark vergrössertem Maßstabe und mit stärkerer Befeuchtung. Ihre vom Typus ganz abweichende Flora ist folgende: *Sedum*

album in ungewöhnlicher Menge, *Centaurea scabiosa*, *Carduus defloratus*, *Arthemisia absinthium*, *Laserpitium siler*, *Verbascum* spec., *Galium mollugo* var. *Gerardi*, *Saponaria ocymoides*, *Erinus alpinus*, *Saxifraga aizoon*, *Hieracium humile*, ganz wenig *Sesleria*, viele Bäume und Sträucher, weder *Potentilla caulescens* noch *Globularia*. Es besteht also dem Typus der Nachbarwände gegenüber ein Plus an kräftigen Pflanzen mit grossem Haushalte, dem wohl auch ein Plus an Humus entsprechen muss. Im übrigen ist die Stelle ihrer Unzugänglichkeit halber schlecht untersucht. — Die erhöhte Üppigkeit und Dichtigkeit von *Sedum* infolge Humusanhäufung kann auch sehr schön an verschiedenen Stellen am See beobachtet werden, wo über den Wänden sich direkt Wald angesiedelt hat, oder wie schon bemerkt, Menschen mit ihrem Vieh und Düngerhaufen, wie gerade beim Hause Laui westlich von Quinten.

An all diesen Standorten muss seine Ausbreitung unter *Verdrängung der Globularia* geschehen. Wie dieses träge *Sedum* plötzlich im Stande ist, in einem Kampfe zu siegen, ist allerdings rätselhaft. Die Erklärung, *Sedum* allein ertrage die Aufnahme so konzentrierter Lösungen wie Ziegenharn oder Jauche bei Wärme, d. h. zur Zeit der höchsten osmotischen Kraft der Wurzeln, während *Globularia* dadurch direkt geschädigt werde, ist in Anbetracht seines Sieges auf viel reinem Humus unzulänglich. Sollte der Fall bloss auf eine direkte Verminderung der Sterblichkeit¹⁾ bei *Sedum* infolge guter Nahrung herauslaufen, während diejenige von *Globularia*, die sichtlich keinen Vorteil aus der Düngung zieht, sich gleich bliebe?

¹⁾ d. i. der Quotient aus der Zahl der in einem Jahr zu Grunde gehenden Individuen, durch die Zahl der in der gleichen Zeit sich neu ansiedelnden.

Zum Schlusse noch die Bemerkung, dass ein Gras, *Bromus erectus*, *Sedum album* sehr oft begleitet und auch mit ihm verschwindet. Ich weiss aber noch nichts Genaues über den Fall.

Leontodon incanus.

Leider fiel mir die Häufigkeit dieser Spezies erst spät in die Augen, als ich anfing, statistische Erhebungen zu machen. Das Folgende beruht also auf zu wenig Beobachtungen, um Anspruch auf grossen Wert zu haben.

Vorderhand bin ich zur Überzeugung gelangt, dass wir es bei dieser Spezies mit einer Art *Frühlingspflanze* des Felsens zu tun haben. Ende Mai des Jahres 1902 waren beinahe nur noch seine weissen Fruchtperücken zu sehen. Aber nicht nur seine frühe Fruktifikation, sondern auch sein ganzer Bau spricht dafür. Sein Wurzelwerk ist eines der schlechtest ausgebildeten von sämtlichen Felsenpflanzen, und dennoch bewohnt er die trockensten Orte des Gebietes, namentlich z. B. die mit ganz wenig Grus versehenen Ritzen zwischen einzelnen sich loslösenden Lamellen (z. B. auch anderwärts die selbst bei Regenwetter nur staubigen Mull aufweisenden Gufel). Wie sollte er da den Sommer über reichlich organische Substanz produzieren können? An seinen extremsten Standorten hat er keine Konkurrenz zu fürchten.

Die nasse Witterung machte eine Kontrolle des Gesagten durch die (übrigens häufigen) alpinen Vorkommnisse von *Leontodon incanus* unmöglich.

Ausser den hier näher behandelten Spezies tritt noch eine in grosser Häufigkeit auf: *Teucrium montanum*, aber an so verschiedenen Stellen, dass ich sehr bald die Hoffnung aufgab, eine Gesetzmässigkeit in seiner Verbreitung auffinden zu können.

II. Kapitel.

Die Malm-Wände unter Tschingeln-Obersäss.

Als ich meine Beobachtungen auch auf die Malm-Wände, die in 1300—1600¹⁾ m über Meer den „Walen-

¹⁾ Im Säntisgebiet findet man in dieser Höhe schon Spezies, die in den Curfirschen erst an den Gipfelwänden auftreten.

stadterberg“ krönen und von der Tschingelnalp trennen, auszudehnen begann, hatte ich bereits aus den Quintener Untersuchungen die feste Überzeugung gewonnen, dass der Verteilung der Felsenpflanzen auffindbare Gesetze zu Grunde liegen. Ich kannte solche, kannte Faktoren, welche den einen Pflanzen die Lebensmöglichkeit, den andern Vernichtung bedeuten, fand zum Teil dieselben Pflanzen auch hier oben wieder, und dennoch bot mir lange Zeit der Anblick dieser neuen Verhältnisse nur *das Bild des vollkommensten Chaos*, gerade so, wie zu Anfang der Untersuchungen jede Wand überhaupt. —

Dass die Besiedelung im ganzen nicht mehr dieselbe ist wie in Quinten, erschien mir nicht erstaunlich. Der Aufbau der Wände selbst bleibt sich zwar genau der gleiche wie in den untern Regionen, aber eine durchgreifende Verschiedenheit in der Kryptogamenflora ist deutlich genug zu beobachten. Statt der schwärzlichen Mooskrusten, die am Seeufer teils an den glatten Wänden kleben, teils die Spalten einnehmen, sind hier oben alle Fugen mit schwelenden, saftig grünen Moospölsterchen ausgekleidet. Ich wusste auch (vide *Sax. aizoon*), dass regelmässig mit dem Auftreten derselben die Phanerogamenflora ändert. — Was aber die Regellosigkeit der Besiedelung anbelangt, so überrascht vor allem, dass die Vegetation keine geschlossene mehr ist, überall schöner schwarzer Humus frei zutage tretend, ohne jede Bekleidung. Sodann kommt es viel häufiger als unten vor, dass sich in zahllosen Spalten auf dem Moose beinahe alle Spezies einfinden, die hier überhaupt vorhanden sind, ohne dass aber festgestellt werden könnte, welche der betreffenden Ansiedler mit der Zeit ein Übergewicht erlangen; auch aus den Stellen, die einzelne Spezies in

üppiger Entfaltung tragen, wollten sich keine Schlüsse ziehen lassen.

Schliesslich gab ich meinen Plan auf, Gesetzmässigkeiten zu suchen, und versuchte nur noch den *Griinden der Unordnung* nachzuspüren. — In dieser obern Region fällt folgendes ohne weiteres in die Augen: Jede Ansiedlung ist in hohem Grade der Verletzung ausgesetzt, welche ihre Ursache in der stärkeren Verwitterung des Gesteins hat; denn diese bedingt ein fortwährendes Herausfallen von Steinstücken aus dem Verbande; sodann schädigt der fallende Stein selbst wieder durch sein Auffallen, und schliesslich werden dadurch beständige bedeutende Mengen von Humus und Detritus der Verschwemmung ausgesetzt, die genau, wie es jeder Wildbach im grossen tut, im kleinen, teils durch Erosion, teils durch Überlagerung, weiter unten liegenden Ansiedlungen neuen Schaden zufügen. Wenn man eben von der Betrachtung solch geordneter Verhältnisse kommt, wie sie z. B. bei Quinten bei dem durch äussere Eingriffe ungestörten Konkurrenzkampfe ermöglicht werden, so neigt man, vor einen derartigen Wirrwarr gestellt, leicht zu der Ansicht hin, dass man es hier mit einer ursprünglich in gleicher Weise geordnet gewesenen Vegetation zu tun habe, die aber dadurch jeder Gesetzmässigkeit in der Besiedlung verlustig gegangen sei, dass später völlig wahllos bald die eine, bald die andere Ansiedlung vernichtet und geschädigt worden sei und infolgedessen zufällig verschont gebliebene Nachbarn, die eigentlich an ganz andere Verhältnisse angepasst gewesen, sich des ihnen fremden Gebietes bemächtigen konnten. Eine solche Annahme widerspricht aber unserer ganzen Auffassung von den Naturerscheinungen. Auch diese wahllose Ver-

nichtung und Schädigung bedeutet, da wir uns ja immer noch innerhalb der allgemeinen Lebensgrenze befinden, einen Faktor, an den eine Anpassung möglich ist, — sofern er nur lange genug wirkt, — einen Faktor, durch welchen gewisse neue Bedingungen geschaffen werden, die auszunützen gewisse Pflanzen am tauglichsten sein müssen, sei es dadurch, dass sie im Stande sind, die Schädigung besser zu ertragen und infolgedessen an besonders gefährdeten Stellen allein erhalten bleiben, sei es dadurch, dass sie vom Tode anderer Nutzen ziehen können.

Es handelt sich also nur darum, sorgfältig nach *Stellen* zu suchen, *an denen die Zerstörung fortwährend und gleichmäßig wirkt*. Dadurch lernt man die Spezies vom oben genannten Typus kennen. Ermittelt man auch noch die Flora von Stellen, die gar keiner Schädigung ausgesetzt sind, so ist Aussicht vorhanden, Einsicht in das Chaos zu gewinnen, das bei beginnender Zerstörung konstanter Bestände und Einwanderung der Spezies exponierter Stellen entsteht; denn durch diese Mischung dürfte wohl das Wirrsal zu erklären sein. Dass dabei nur eine Betrachtung jedes einzelnen Falles zu einem Resultate führen kann und sich hier keine allgemein verbreiteten Typen auffinden lassen, ist verständlich.

Die kompakten Wände

weisen noch beinahe denselben Charakter auf wie der Quintener Typus. An Stelle von *Laserpitium siler* ist *Primula auricula* getreten, als Einfassungspflanze der Rasen tritt neben *Sempervivum Saxifraga aizoon* auf, die definierten Potentillenwurzelorte haben einen weitern Besiedler gefunden: *Rhamnus pumila*.

Stark verwitternde Wände.

Als *Musterbeispiel* diene eine ca. 10 m² grosse Stelle von ca. 55° Neigung, oben durch einige massivere Blöcke von der Weide getrennt, so dass eine starke, direkte Überschüttung von dieser her ausgeschlossen ist. Die Verwitterung löst plattige, splitterige Stücke ab, die unten meist kontinuierlich in die Wand übergehen und ihre horizontalen oder schiefen Querschnittsflächen nach oben kehren. — Ausser den reichlichen Moospolstern trägt dieselbe folgende Spezies:

Globularia cordifolia
Thymus serpyllum
Carex humilis
Sesleria cœrulea
Saxifraga aizoon und
Primula auricula,

eine Gesellschaft, die ganz im Gegensatze zu den andern dieser Region an Durchsichtigkeit und Einfachheit in der Arbeitsverteilung unter ihre Glieder nichts zu wünschen übrig lässt. — Jedes derselben hat seinen bestimmten Beruf, wo es ihn ausüben kann, siedelt es sich an, und fehlt anderwärts. Man fühlt sich zur Behauptung versucht: Nur so viele Spezies sind möglich, und fehlte eine, so würde man sie vermissen.

Zunächst finden wir also wieder die

Globularia cordifolia.

Sie betreibt ihr Handwerk wie unten bei Quinten; von einer kleinen Ritze, oder von einem Moospölsterchen aus baut sie ein weitläufiges Gehege über den Fels und fängt darin auf, was Zufall, Wind, Regen oder Tiere in das selbe hineintreiben, um sich auch von ihrem Fange zu

nähren. Nur macht sie hier oben bedeutend *reichere Beute*. Sie lebt eben nicht mehr fast ausschliesslich von Regenwurms Gnaden oder den Überresten zu Grunde gegangener Genossen; denn der Fels ist brüchig, und wenn sich ein Stück losgelöst, so fällt von der dicken Humusschicht der ehemaligen Spalte früher oder später, namentlich wenn nicht sogleich ausgiebige Verschwemmung eintritt, sicher Krümchen für Krümchen einer darunter liegenden *Globularia* zu, oder sie kann plötzlich von einem Humusregen überschüttet werden, wenn starker Steinschlag den Rasen aufschleisst und mit jedem Aufschlag eine kleine Erdfontäne in die Luft schickt. Ich beobachtete, gleich nach dem Niedergang einer grössern Wandpartie, wie an ganz glatten, fast senkrechten Wänden sämtliche *Globulariarasen* prall mit Humus gefüllt waren, und während rings herum die Wände völlig rein blieben, oder die Gräser auf den Rasenbändern von dem Segen zu Boden gedrückt waren, schauten die blühenden Rosetten der *Globularia* aus der schwarzen Erde hervor, just wie wenn ein Gärtner sie eben in ein Saatbeet versetzt hätte; denn ihre zum Teil bogig gekrümmten Blätter sind elastisch und straff genug, um bei einer solchen Bestreuung fortwährend wieder emporzuschnellen und den Humus nur zwischen das Netzwerk der niederliegenden Äste fallen zu lassen.

Dieselben Vorgänge aber, die die Kugelblumen so reichlich mit Nahrung versehen, setzen sie oft auch *Gefahren* aus, die sie auf den kompakten Wänden kaum zu fürchten hat. Bricht einmal unter einem solchen *Globulariateppich* ein Stein heraus, so hat der Korb den Boden verloren, aller aufgespeicherte Humus fällt mit heraus, die Pflanze verdorrt und lässt in der Zukunft von

den verschont gebliebenen Teilen schwarze,dürre Äste hässlich über die Bruchstelle herabhängen. Oder der Überfluss selbst gereicht zum Schaden, indem er auch andern Pflanzen die Ansiedlung zwischen den Maschen der Globulariaäste erlaubt und damit beginnende Rasenbildung, Überschattung und Vernichtung bedeutet. So namentlich auf den Stufen treppenförmiger Stellen, wo sich Globularia dann nur noch an den Steilabstürzen halten kann, während

Carex humilis,

die stets die Invasion einleitet, beinahe ausschliesslich die Stufen bekleidet. Aber nicht nur im Globulariarasen, sondern auch auf verletzten oder unversehrten Moospölsterchen findet sich Carex humilis. Sie scheint an reichliche Humusmengen gebunden zu sein, und ist so ziemlich die häufigste Pflanze derartiger Standorte. — Die Form ihres Auftretens ist überaus einheitlich, namentlich ausserhalb des Globulariarasens und lässt allenthalben die *Wirkungen des herabfliessenden Regenwassers* erkennen. Da das Wasser der Wand entlang rinnt, so macht sich zunächst auch nur an der Wand die Wirkung geltend. Einfache Moosräschchen werden an der Wand unterwaschen und fallen schliesslich ab. Tragen sie aber Carex humilis, so ist ein Lostrennen wegen der kräftigen Verankerung in den Felsritzen durch die Wurzeln derselben verunmöglich. Werden auch, wenn der Wasserstrom seinen Weg zu dem betreffenden Polster nimmt, die der Wand zunächst gelegenen Teile der Carex humilis überschüttet, oder umgekehrt, infolge von Erosion einzelne Rhizome von Humus entblösst, dem Sonnenbrande ausgesetzt und samt ihren Trieben getötet, so erleiden dabei die darunter liegenden Rhizome und damit die Terminalsprosse doch

keinen Schaden, und auch das Moos daselbst kann üppig weiter gedeihen, bleibt doch die ganze Ansiedelung gut befestigt¹⁾. Derart erklärt sich die überall zu findende, auffallende Form dieser *Carex humilis*-Räschen. Gegen den Fels zu Humus und totes Material, das auch zu beiden Seiten der Ansiedlung herab läuft, von der Wand entfernt die grünenden Triebe, darunter, in deren Schutz ein schwelendes Moospölsterchen, meist noch *Saxifraga aizoon* tragend, dessen Los es ist, hier unten früher oder später zu verkommen; denn der erste Tritt, den ein Tier darauf tut, ist im Stande, das Moos herauszuquetschen und mit ihm seine Epiphyten. *Carex humilis* aber bleibt aufgehängt und hat nur eine etwas schiefe Lage angenommen, die ebenfalls überall zu beobachten ist.

Diese Zustände aber ermöglichen neue Besiedler. Einmal ist es

***Sesleria cœrulea*,**

die man antrifft und zwar stets da, wo sich die *Carex*-büschel ein gutes Stück von der Wand entfernt haben, und stets aussen an den *Carex*-exemplaren, nie so, dass etwa zwischen *Carex* und der Wand *Sesleria* wüchse. Das Warum ist mir rätselhaft, die Sonderung aber ist leicht zu erkennen.

Der viele verschwemmte Humus aber, der beinahe ebensoviel Fels bedeckt, wie die gesamte Vegetation selbst,

¹⁾ Es dürfte interessant sein, zu untersuchen, inwieweit dieser letztbesprochene Habitus von *Carex humilis* (langes entblößtes Rhizom mit allein grünen Terminaltrieben) auch an geschützten Standorten auftritt und ob nicht der Fall so liegt, dass *Carex humilis* deshalb andern Felsenpflanzen gegenüber an den genannten Orten im Vorteil ist, weil sie spontan den Habitus annimmt, der ihr sowieso durch mechanische Schädigungen aufgezwungen würde.

wird, wie zu erwarten ist, von einer besondern Spezies ausgenützt, dem

Thymian.

Schon drei Spezies lernten wir kennen, welche ausschliesslich von der *Denudation* leben, *Globularia*, *Sedum album* und *Carex humilis*, drei grundverschiedene Pflanzen. Und ebenso neu in der Art, sich durchs Leben zu schlagen, ist der Thymian. *Globularia* treibt in besonderer Weise starre, hölzerne Äste, und hält damit auf, was von den Wänden herabfällt. *Sedum* hat gelernt, lange Trockenheit auszuhalten, ohne zu verdorren, und kann daher den Humus ausnützen, wo er sich auf horizontalen Vorsprüngen angesammelt und alle andern Pflanzen durch die Sonnen-glut getötet würden. *Carex humilis* endlich verankert den Humus.

Dem Thymian aber ist eine *grosse Beweglichkeit* eigen, so dass er im Stande ist, auch da zu leben, wo ihm der Boden beständig unter den Füssen wegrutscht. — Er keimt auf Moos oder derselben Unterlage, deren das Moos bedarf, und verlegt sich dann, sobald er erstarkt, aufs Wandern. An langen dünnen Ästchen hebt er kleine, beblätterte Triebe in die Höhe, setzt damit in hübschem Bogen über eine benachbarte Ansiedelung, oder kriecht auch durch einen Rasen hindurch — die Kleinheit seiner Blättchen erlaubt ihm das —. Oft macht es genau den Eindruck, als liesse er an langen (40 cm) Schnüren seine Triebe einfach senkrecht über eine Wand hinab auf den nächsten Humusfleck, um sie da ihrem eigenen Schicksal zu überlassen. Sobald ein Teil eines solchen Triebes auf ein feuchtes Moosräschen, oder auf Humus zu liegen kommt, schlägt er Wurzeln und setzt seine Wanderschaft in gleicher Weise fort, bis die ganze Wand übersponnen und Humus-

fleck an Humusfleck vielfach miteinander verbunden ist. Kommt nun auch ein Wasser und schwemmt viele davon weg, einzelne werden doch stets übrig bleiben, und auf diesen geniesst Thymian bis zur nächsten Keimung der übrigen Spezies des Standortes alle Vorteile der fehlenden Konkurrenz. Und er hat auch noch Aussichten, mehrere Keimungszeiten in ungestörtem Besitze des Platzes zu erleben; denn diese angeschwemmten Humusmassen sind recht glatt und werden, wenn auch nicht weg-, so doch öfters abgewaschen, so dass nicht viele der darauf gelangten Samen zur Entwicklung gelangen dürften, um so weniger, als ja Thymus mit seinen magern Stengelchen, ganz im Gegensatz zu *Globularia*, nichts dazu beiträgt, den Samen der Keimlinge Halt oder Schutz zu gewähren.

— Früher oder später freilich wird er doch weichen müssen, denn wie könnten diese Stengelchen dem Vordringen eines *Carex*- oder *Sesleriarasens* Halt gebieten, oder eine *Primula auricula*-Rosette an der Entwicklung hemmen? Aber was tut's? Schon längst hat er andere Kolonien gegründet und kehrt vielleicht bald wieder an denselben Ort zurück, wenn der Stein, auf den alles aufgebaut war, samt dem was er getragen, zur Tiefe gestürzt ist. — Ich denke mir, es müsste ein anziehendes Bild geben, wenn man einen Kinematographen in wenigen Minuten das wiedergeben liesse, was er während vieler Jahre an einem solchen Standort aufgenommen. Während man alle andern Pflanzen ruhig an einem und demselben Platze sich entwickeln und sterben sähe, wäre da stets ein Wanderer zu beobachten, eben der Thymian, der mit feinen Fäden das ganze Gebiet durchzöge, überall da, wo eine Wunde geschlagen, zur Entwicklung gelangte, um gleich wieder zu weichen, sei es wegen einer neuen

Verwundung, sei es vor der allmälig erwachsenden Konkurrenz, aber bald wiederkehrend in fortwährendem Wechsel.

Dass bei diesen Verhältnissen der Thymian sich sehr oft an *Globularia* wurzelorten findet, ist von vornherein zu erwarten; denn eine scharfe Grenze zwischen Orten, an denen *Globularia* gerade noch der Verzettelung des Humus zu trotzen vermag, und solchen, wo sie selbst unter der erodierenden Schwemmung zu leiden hat, besteht nicht. Und dass auch die Wurzelorte von *Sedum* und *Thymus* oft zusammenfallen, wird nicht verwunderlich erscheinen. An Ort und Stelle lassen sich die Gründe meist leicht ersehen; allgemein kann vielleicht noch hier erwähnt werden, dass, wie selbstverständlich, auf spärlich bewachsenen steilen Wänden *Globularia* vorherrscht und *Thymus* beinahe ganz fehlt, und umgekehrt auf schon stark bewachsenen Stellen.

Ein Unterschied zwischen scheinbar identischen Wurzelorten von *Sedum album* und *Thymus serpyllum*.

Bei der grossen Ähnlichkeit der Wurzelorte von *Sedum album* und *Thymus serpyllum*, die namentlich da, wo in den oberen Regionen beide die Moospölsterchen ausnützen, zur scheinbaren Identität wird, wird man den Mangel weiterer Unterscheidungsmerkmale wohl weit eher verstehen können, als manche andern Lücken in der Untersuchung. Aber gerade da, wo die Schwierigkeiten unüberbrückbar erscheinen, eröffnet uns eine völlig objektive Untersuchungsmethode, die einfache Wärmemessung, wenigstens einigermassen einen Einblick in die Ursachen, welche hier, wo die Chancen beinahe gleich sind, bald den einen, bald den andern Konkurrenten die Oberhand gewinnen lassen.

Es stellte sich nämlich heraus, dass die von *Sedum*

bewohnten Pölsterchen stets um etwas wärmer waren, als die benachbarten mit Thymianbesiedelung. — Dafür folgende Belege.

Die Pölsterchen der *Bergsturzblöcke am Eingang ins Seealptal* ergaben nach regnerischen Vortagen am 22. August, einem etwas nebligen Tage mit Aufhellung am Nachmittage, abends $5\frac{1}{2}$ — $6\frac{1}{2}$ Uhr (relativer Sonnenuntergang $4\frac{1}{2}$ Uhr), folgende Temperaturen:

1. bei einer Distanz der Pölsterchen¹⁾ von 1—2 m.

Thymus	$13,4^0; 13,5^0$	$12,9^0$	$13,3^0; 13,0^0$	$12,2^0$	$12,8^0$	$14,0^0$	$12,5^0$
Sedum .	$14,5^0; 14,8^0$	$13,3^0; 13,8^0$	$14,6^0$	$13,6^0$	$14,0^0; 14,1^0$	$14,0^0$	$14,0^0$

2. bei einer kleineren Distanz der benachbarten Pölsterchen

	Distanz 45 cm	35 cm	32 cm
Thymus . . .	$13,2^0$	$12,8^0$	$13,0^0$
Sedum	$13,5^0$	$14,0^0$	$13,0^0$

dagegen bei Thymuspölsterchen mit Seduminvasion

Thymus und Sedum	$14,0^0$	$13,5^0$
Sedum	$14,0^0$	$13,2^0$

Einem Ameisenhaufen aufsitzende Thymuskolonien ergaben die Temperatur 16^0 C. und $14,3^0$ C., also eine höhere als die durchschnittliche Sedumpolster temperatur (vide I. Teil II. Kap. § 1 A 2 b).

Bei **Schrina** (Curfirschen, Mittelwäldchen) erhielt ich am 29. August morgens $10\frac{1}{4}$ —11 Uhr bei leichter Verschleierung der Sonne, doch nicht so starker, dass nicht

¹⁾ Die Temperaturen benachbarter, allein vergleichbarer Pölsterchen mit gleicher Exposition und gleicher Zeit der Aufnahme stehen immer untereinander; Doppelzahlen bedeuten zwei Messungen an angrenzenden, aber etwas verschieden beschaffenen Pölsterchen.

immer noch deutliche Schattenbilder sich ergeben hätten, an einer Geröllhalde folgende Zahlen:

	Bei Exemplaren			
	zwischen Geröll		auf Humus	
	tief gemessen	mehr oberfläch- lich gemessen		
Thymus .	18,1°	22,3°	19,7°	19,0°
Sedum .	18,9°	22,7°	23,0°	23,2°
Lufttemperatur			anfangs 16,1°	
"			am Ende 15,9°	

(1 m über dem Boden durch Schwingen des Thermometers gemessen.)

Wenn die Quecksilberkugel direkt auf das Geröll gelegt wurde, zeigte das Thermometer 27°.

Beim **Äscher** (Ebenalp, Sentis) ergaben sich am 8. September 1902 nach einem wolkenlosen Morgen im Momente der Nebelbildung 11 Uhr 10 Minuten:

für Thymus	22,5°
für Sedum	24,2°

bei einer Lufttemperatur von 21,8° bis 19,5° und einer Temperatur der Felsoberfläche (durch Anlegen gemessen) von 27° Celsius.

An einem Orte griffen von einer üppigen Thymuskolonie Äste auf den nur spärlich mit Humus bedeckten, fast nackten Fels über. Dort ergab sich wie verständlich eine Temperatur von 24°.

Beim **Fählensee** wurde am 25. September mittags 2 Uhr 40 Minuten folgende Temperatur gemessen:

Lufttemperatur 13°.

Anfang der Messungen 3 Minuten nach beginnendem Sonnenschein (der Morgen war neblig), Schluss nach 12 Minuten.

Thymus . .	18,7°	18,0°	16,0°	17,9°
Sedum . .	18,7°	18,5°	19,3°	19,8°

Nach 15 Minuten Sonnenschein wurde eine Messung an zwei nicht benachbarten Pölsterchen ausgeführt, die absichtlich so gewählt wurden, dass an Stelle der peinlichsten Sorgfalt im Vermeiden aller das gehaute Resultat begünstigenden Umstände, möglichste Bevorteilung eines allfällig negativen Resultates trat (durch Wahl der Exposition der Umgegend etc. etc.).

Resultat:

Thymus	17,2°
Sedum	18,8°

Nachdem die Sonne wieder 20 Minuten lang verdeckt worden war, wurden Messungen mit folgenden Resultaten erzielt:

Thymus . .	17,8°	17,8°	17,2°; 16,8°	17,1°
Sedum . .	16,2°	17,9°	18,2°	15,0°

Zur ersten Messung wurde wieder in obigem Sinne parteiisch vorgegangen; die übrigen drei wurden an benachbarten Pölsterchen ausgeführt. Die letzte Messung bei einer Lufttemperatur von 12,5°, $\frac{1}{2}$ Stunde nach der letzten Besonnung ausgeführt, ist also das einzige, der aufgestellten Behauptung direkt entgegenlaufende Resultat, das aber nicht einmal ins Gewicht fällt, weil es sehr wohl möglich ist, dass sich die Pölsterchen mit Thymus eben weniger schnell abkühlen, als die kleineren Sedumkolonien.

Bei allen Messungen wurde so vorgegangen, dass die Quecksilberkugel möglichst gleich tief in eine von Sedum oder Thymus unbeschattete Stelle des Moosräschens oder der Erde, die ihnen als Untergrund diente, eingesenkt wurde.

Woher röhren nun aber diese Differenzen in der Temperatur? — An Ort und Stelle ist es nicht ausgeschlossen, dieselben aus den verschiedensten Umständen heraus zu verstehen, allgemein lässt sich aber nichts sagen, da nicht ein Faktor allein bedingende Ursache ist, sondern das Zusammenwirken einer ganzen Reihe solcher. Oft ist es wahrscheinlich, dass die Struktur des Moosräschens, locker oder kompakt; oft, dass die grössere oder geringere Menge der dem warmen Kalkstein auflagernden Humusschicht den Ausschlag gibt; oft, dass die Farbe des Gesteines mitspielt etc. etc.

Primula auricula.

Wir kennen die Wurzelorte von *Laserpitium siler*. Dasselbe kommt hier oben wohl noch vor, aber nur im Rasen. Sein Stellvertreter auf den Spalten ist *Primula auricula* und es dürfte, was einst über *Laserpitium siler* gesagt wurde, auch von *Primula* gelten, mit Ausnahme der Beziehungen zum Vieh und des Verhaltens der Wurzeln.

Eine Stelle bei Betlis am Walensee ist übrigens kennzeichnend für die Bedürfnisse von *Primula auricula*. Sie fehlt sonst überall in den untern Regionen, tritt aber plötzlich auf dem Seewerkalk, der von dem Sprühregen des Beerenbachfalles und der „Ri“quelle beständig bestäubt wird, in Masse auf; ebenso findet sie sich auf dem wasserspendenden Gaultbande ob der Au bei Quinten. Die *erhöhte Feuchtigkeit* scheint ihr Vorkommen an diesen beiden Orten zu ermöglichen.

Wie bekannt, führt Kerner eine *Beobachtung über die Kontraktilität* der Wurzeln von *Primula auricula* an, welche die Pflanze in ausgezeichneter Weise als Spaltenpflanze charakterisiert und deshalb hier folgen soll. — „Von den später entstehenden Wurzeln haben manche die Fähigkeit, auf ihren Stamm einen Zug aus-

zuüben. Die an den Stengelknoten der Ausläufer, beispielsweise jenen der Erdbeerfplanze, entspringenden Wurzeln ziehen diese Stengelknoten einen Zentimeter in den Erdboden hinein. Daselbe gilt von den langen Wurzeln, welche aus den Stämmen der ausdauernden Primeln hervorgehen. Wenn solche Primeln in den Klüften und Spalten senkrecht abstürzender Felswände ihren Standort haben, so wird durch dieses Hineinziehen eine Erscheinung hervorgebracht, welche jeden, der sie zum ersten Male beobachtet, überrascht und ihm als ein schwer zu lösendes Rätsel erscheint. Die dicken Stämme dieser Primeln (z. B. *Primula auri-cula*, *Clusiana*, *hirsuta*) sind durch eine Rosette aus Laubblättern abgeschlossen. In dem Masse, wie die untern Blätter dieser Rosette abdorren, wird in der Achsel eines der obern Blätter eine neue Rosette angelegt, welche die alte im nächsten Jahr ersetzt. Wenn die Rosettenblätter auch ziemlich gedrängt übereinander stehen, so hat nichtsdestoweniger das von ihnen bekleidete Stammstück ein Längenmass von ungefähr einem Zentimeter, und ebenso lang ist auch der jährliche Zuwachs, welcher der geradlinig dem Lichte zuwachsende Stamm erfährt. Dieser Zuwachs von zehn Jahren summiert, gibt zehn Zentimeter, und man sollte erwarten, dass die Rosette des zehnten Jahres auch um zehn Zentimeter über jenen Punkt vorgeschoben sein würde, wo die Rosette des ersten Jahres stand. Merkwürdigerweise aber bleiben die Rosetten aller folgenden Jahre immer an dem gleichen Punkte, nämlich immer den felsigen Rändern der Ritze oder Kluft angeschmiegt, in welcher der Stock wurzelt. Es erklärt sich die Erscheinung daraus, dass die von dem rosettenträgenden Stamm ausgehenden Wurzeln den Stamm alljährlich um einen Zentimeter in die mit Erde und Humus gefüllte Ritzen hineinziehen. Das kann aber wieder nur geschehen, wenn das hintere Ende des Stammes alljährlich um ein entsprechend grosses Stück abstirbt und verwest, was auch tatsächlich der Fall ist. In Felsritzen, welche für diesen Vorgang nicht geeignet sind, gedeihen die Primeln schlecht, ihre Stämme ragen dann über die Ränder der Ritzen vor, die ganzen Stöcke verfallen einem langsamem Siechtum, kommen nicht mehr zum Blühen und gehen nach einigen Jahren zu Grunde. Für die Kultur der genannten Primeln, sowie mehrerer anderer in der freien Natur in Felsritzen wachsenden Pflanzen ist die Erkenntnis dieser Wachstumsweise insofern von Interesse, weil sich daraus naturgemäß die Vorsicht ergibt, die Stöcke so zu pflanzen, dass die Stämme alljährlich um ein bestimmtes Stück von den Wurzeln in die Erde gezogen werden können.“

Saxifraga aizoon

scheint bei der Keimung auch an das Moos gebunden zu sein und *kommt überall vor, wo sich Moos findet*, oft im bunten Durcheinander mit allen ihren Standortsgenossen¹⁾. Da sie ziemlich viel Schatten vertragen kann (üppiges Gedeihen in Höhlungen unter grossen Felsblöcken), so wird sie nicht leicht verdrängt, und der einen oder andern Rosette gelingt es, zur Blüte zu gelangen, auch wenn die betreffende Spalte zu gleicher Zeit noch Primeln, Globularien, Carices und Thymian zu nähren hat. — Zur eigentlichen Entfaltung aber gelangt *Saxifraga aizoon* nur da, wo das Moos kleineren Spalten aufsitzt, so dass die Konkurrenz mehr oder weniger ausgeschlossen ist, und an Orten, wo zugleich die Gefahr des Viehtrittes oder Verschwemmung in Wegfall kommt. Das Wurzelwerk von *Saxifraga aizoon* dringt nämlich nicht derart in Spalten ein, dass das Moos, ähnlich wie bei aufsitzender *Carex humilis* fest verankert würde, sondern verbreitet sich hauptsächlich ausserhalb des Felsens; infolgedessen können Moospölsterchen, die nur *Saxifraga aizoon* tragen, leicht mit der Hand vom Substrat abgehoben und ebenso leicht auch vom Wasser weggespült werden. — Mit dem

¹⁾ Sowohl *Saxifraga aizoon*, als auch der Thymian fehlen den unbeschatteten Felswänden am Seeufer bei Quinten, treten aber in gleicher Höhe sofort auf, wo infolge von Baumschatten oder Baumhumus sich grüne Moospölster gebildet haben; Thymus auch an einer Stelle, die genau so beschaffen, wie die Wände bei Quinten, aber mit Südwestexposition. Da der Walensee nur West- oder Ostwind kennt (auch der Föhn weht hier als Ostwind), so zeigt sich eine deutliche Differenz in der Wirkung der Spritzwellen, die bei den Wänden mit Südexposition beinahe Null ist, im Gegensatz zu jeder andern Orientierung. Der häufigen Bespritzung ist es wohl zuzuschreiben, dass gedachte Stelle mit grünen Moospölsterchen besetzt ist und Thymian trägt.

Gesagten steht auch die ausgesprochen xerophytische Ausbildung von *Saxifraga aizoon* in direktem Zusammenhange. Ich verweise diesbezüglich auf Kernes I (II. Auflage, pag. 222) Angaben über das Aufsaugen von Wasser mit Hülfe von Kalkventilen an den Blättern.

Als Wurzelort von *üppigen Saxifraga aizoon*-Exemplaren findet man daher meist Moosräschchen auf glatten, nicht bespülten oder betretenen Platten, oder in sicheren Ecken und Winkeln auf nicht allzu lukrativen Spalten.

III. Kapitel.

Aus der alpinen Region.

An gewissen Wänden in den oberen Regionen des Sentis, namentlich aber am obersten der gewaltigen Wandkomplexe der Curfürsten, den Gipfelwänden, tritt mit einem Schlage eine ganz neue Lebensform in die Felsflora ein, die Polsterpflanzen¹⁾. Es wäre unnütz, sich nach den Wurzelorten der verschiedenen Bewohner dieser Höhen umzusehen, bevor die Bedeutung des Polsterwuchses vollständig klargelegt ist, spielen doch die Polsterpflanzen eine Hauptrolle in unserer neuen Gesellschaft.

Androsace helvetica, eine alpine Polsterpflanze.

Bisher wurde die Bedeutung des Polsterwuchses in dem *erhöhten Verdunstungsschutze* gesucht, indem unter dem dicht schliessenden, den austrocknenden Winden wenig Angriffsfläche bietenden Dache der immergrünen Triebe hygroskopischer, wasserspeichernder Humus angesammelt werden könne²⁾.

¹⁾ Im Sentis steigt *Saxifraga cæsia* bis 1100 m hinab.

²⁾ Warming (I) schreibt z. B.: „Die Hochgebirge zeigen viele

Was ergibt die eingehende Untersuchung der Frage?

Sie kann von dem Gesagten zunächst soviel bestätigen, dass es aller Wahrscheinlichkeit nach der Wind ist, der den Polsterwuchs bedingt. Im ganzen Sentisgebiet ist das Auftreten der Androsace ein überaus gesetzmässiges, so gesetzmässig, dass man auf mehrere Kilometer Entfernung mit Sicherheit bestimmen kann, ob an einem Standorte Androsace vorkommt oder nicht. Sie findet sich ausnahmslos an allen stark windgepeitschten Felsen, also z. B. an allen Gipfeln und Gräten und an den Wänden, die eine Föhnlinie schneiden, namentlich an Sätteln und Kerben derselben und nur, aber auch stets an solchen Stellen.

Im übrigen aber erweist sich die bisherige Erklärung

Beispiele für diese wie abgebissenen, dicht geschorenen, abgerundeten, festen, ja fast harten, aus Sträuchern und aus Stauden bestehenden Polster, in denen zahlreiche Zweige, Blätter und Blattreste zusammengepackt sind.“ „Überall ist der Grund derselbe: Trockenheit, durch einen oder den andern Faktor hervorgerufen. Jene dichte Verzweigung und die Rasenbildung werden für das Individuum dadurch nützlich, dass die jungen Sprosse besseren Schutz gegen die Verdunstung finden, sie schützen einander und werden von den alten Sprossen geschützt, in den subglazialen Gegenden gegen Austrocknen durch die Winde, in den tropischen Wüstengegenden gegen Sonnenlicht und Wind.“ — Siehe auch die weiter unten zitierte Ansicht *Meigens*. — Zurückhaltender äussert sich *Schimper* pag. 751: „Manche Erscheinungen sind sogar ökologisch noch rätselhaft, so die offenbar eine Anpassung an das alpine Klima darstellende Polsterform und der charakteristische Habitus der Krummholzbäume. In beiden Fällen erscheint ein Zusammenhang mit den heftigen Winden am wahrscheinlichsten. Starker Wind ist das einzige gemeinsame Merkmal der Standorte der Polsterpflanzen auf den Inseln der Südsee und in der alpinen Region und die Krummholzgestalten wiederholen sich oft an den freistehenden Bäumen und Sträuchern offener, windiger Meeresküsten.“

als unzulänglich, und dies aus folgenden Gründen: In zahllosen Fällen, nämlich im Grenzgebiet der beiden Arten, finden sich in den von *Androsace* bewohnten Spalten auch üppige *Potentilla caulescens*-Exemplare, also ausgesprochene Mesophyten. Man weiss aber, dass da, wo die Gebiete zweier vikarisierender Arten aneinanderstossen, sich die betreffenden Spezies in ihrem Auftreten strenge an kleine Variationen des sie scheidenden Faktors halten (Wiese und Sumpf: Wassergehalt — *Achillea moschata* und *atrata*: Kalkgehalt etc.). Der bunte Wechsel von *Androsace*- und *Potentilla*-Exemplaren in einer und derselben Spalte macht es also nicht unwahrscheinlich, dass *Androsace helvetica* wenigstens während der Vegetationszeit des Fingerkrauts — d. h. im Sommer — kein anderes Wasserbedürfnis hat als die mesophytische *Potentilla*, denn sie senkt wie diese ihre Pfahlwurzel tief in den Fels hinein, ist also ausgesprochene Spaltenpflanze und hat nichts gemein mit einem *Sedum* oder *Thymian*¹⁾. Und da zudem eine tiefgehende Spalte, wie wir wissen, im Sommer nur ganz ausnahmsweise ein trockener Standort ist, so kann man sich unmöglich mit der allgemeinen Erklärung begnügen, dass der Polsterwuchs eine Anpassung an austrocknende Winde darstelle. *Es muss das Verhältnis genauer angegeben werden können.*

*Eine Anpassung an Trockenheit ist der Polsterwuchs aller Wahrscheinlichkeit nach. Dass *Androsace*, trotzdem ihr im Sommer genügend Wasser zur Verfügung steht,*

¹⁾ Aus den Größenverhältnissen der Wurzelpartien in den Spalten und an der Oberfläche geschlossen. *Sedum*, *Thymian* und *Globularia* dringen zwar auch in Spalten ein, aber ihre an der Felsoberfläche verlaufenden Würzelchen übertreffen die „Spaltenwurzeln“ meist an Ausdehnung.

eines Schutzes vor Austrocknung bedarf, ergibt sich leicht aus folgenden Überlegungen: Sie ist im Gegensatze zu der sommergrünen *Potentilla* immergrün; sie entbehrt an ihren windgefährten Standorten des winterlichen Schneeschutzes¹⁾, ist also auch in den trockensten Monaten²⁾ den austrocknenden Winden und den infolge der dünnen, völlig dunstfreien Atmosphäre in ihrer Insolationswirkung ungeschwächten Sonnenstrahlen ausgesetzt, und das zu einer Zeit, wo jeder Wasserbezug aus den Spalten verunmöglich ist, da dort nur Eis zu finden ist, welchem der oft ganz plötzlich eintretende und nur kurze Zeit dauernde Sonnenschein keine Zeit zum Schmelzen lässt. Wieso also gerade der Polsterwuchs als Schutz vor dieser unbedingt todbringenden Gefahr dienen kann, ergibt sich einmal aus den Wurzelortsbeobachtungen und zweitens aus der Art der Be-
wurzelung der Polsterpflanzen.

An dem Musterstandort, den ich gewählt habe, am Fusse des obersten Wandkomplexes des Hinterrucks, in genau 2000 Meter über Meer (statt ins Valsloch einzutreten, steigt man unter den „Gufeln“ links an und geht dann beim Auslaufen derselben über die kleinern, vorliegenden Platten direkt an die Wand) finden sich

¹⁾ Bei Quinten beobachtete ich, dass während eines starken Schneefalles keine einzige Felsenpflanze zu sehen war; sogar an senkrechten Stellen war jede Pflanze, mit Ausnahme der Bäume und Sträucher und der Sesleriaköpfchen, vollständig vom Schnee bedeckt. Andern Tags dagegen trat, da die ganze Nacht hindurch heftiger Sturm geherrscht, auch das kleinste Pflänzchen wieder unbedeckt hervor, obwohl auf allen Wiesen ca. 1 dm hoch Schnee lag.

²⁾ Dass tatsächlich die *Wintermonate* in der Region der *Androsace* die *trockenste Luft* aufweisen, ergibt sich aus den nebenstehenden Zahlen (aus den Jahrbüchern der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft St. Gallen).

Relative Luftfeuchtigkeit.

Jahr	Sentis (2504 m)			Sargans (507 m)		
	Jahresminimum		Tiefste Minima des Sommerhalbjahrs	Jahresminimum	Tiefste Minima des Winterhalbjahrs	
1890	Monat Nov.: 5 Okt.: 7	Luft- Feuchtigkeit	Monat Sept.: 10	Luft- Feuchtigkeit	Monat —	Luft- Feuchtigkeit
1891	Febr.: 10		Sept.: 15	Mai: 27	März: 30	
1892	April: 7 Jan.: 10		April: 7 nächstniedrigstes Mai: 16	Aug.: 15	März: 24	
1893	Okt.: 4 Nov.: 8 März: 7		Juni: 9	Okt.: 20 April: 22	Okt.: 20 März: 25	
1894	Jan.: 8 Nov.: 11		Juni: 26	Juli: 6	März: 19	
1895	Sept.: 9 Nov.: 13 Okt.: 17		Sept.: 9 nächstniedrigstes Aug.: 22	April: 29	März: 37	
1896	Febr.: 12 Dez.: 13		Mai: 20	Mai: 30	März: 30	
1897	Nov.: 4		Juni: 18	Dez.: 25	Dez.: 25	
1898	Sept.: 5		Sept.: 5	April: 30	März: 35	
1899	März: 9		Juni: 12	März: 16	März: 16	
dagegen						
1901	Aug.: 22		Nov.: 23			

auf der teils splittrig abwitternden, teils kompakten Schrattenkalkwand von 60—70° Neigung und genau südlicher Exposition folgende Spezies:

Polster bildend:	Keine Polster bildend:
<i>Androsace helvetica</i>	<i>Carex mucronata</i>
<i>Saxifraga cæsia</i>	<i>Sesleria cœrulea</i>
<i>Carex firma</i>	<i>Primula auricula</i>
<hr/>	<i>Aster alpinus</i>
<i>Silene excapa</i>	<i>Athamanta hirsuta</i>
<hr/>	<i>Gentiana vulgaris</i>
<i>Potentilla caulescens</i>	<i>Gypsophila repens</i>
	<i>Erica carnea</i>
	<i>Globularia cordifolia</i>

Dieser Liste entspricht auch eine Sonderung nach Wurzelorten insofern, als nur die linksstehenden, die Polsterpflanzen plus *Potentilla caulescens*, an Stellen vorkommen können, die keinen an der Felsoberfläche zutage tretenden Humus besitzen, d. h. also an den typischen *Potentilla caulescens*-Standorten, während die nicht Polsterpflanzen an Oberflächenhumus gebunden sind. *Oberflächenhumus ist also für die Pflanzen dieser steilen Wände offenbar eine Lebensbedingung*, die einen suchen ihn auf, wo ihn die Natur bietet, die andern, die Polsterpflanzen, erzeugen ihn selbst. — Er wird auch bei *Androsace* und ähnlich bei andern Polsterpflanzen (z. B. *Saxifraga cæsia*) von *besondern Wurzeln* durchzogen. Kleine, wenige Zentimeter lange Würzelchen gehen von jedem Stämmchen aus in den Polsterhumus, ohne in die Spalten einzudringen. Die Hauptachse, die in die Spalte eindringt, ist wieder wurzellos, und erst im Innern der Wand beginnt die mächtige Aufsplitterung des Hauptwurzelsystems.

Dass es gerade dieser Oberflächenhumus ist,

der die Pflanze in Südexposition bei Frost vor dem sichern Tode rettet, leuchtet nun ohne weiteres ein. Wenn nach eiskalten Nächten plötzlich die Sonne durchbricht, so kann ein leichtes Auftauen des bis tief ins Felsinnere zu Eis erstarrten Wassers höchstens an der Oberfläche stattfinden und von dort her ist auch der einzige Wasserbezug möglich. — Ohne die Einführung der Polsterkonstruktion wären daher sämtliche Spalten von dem geschilderten Typus, die an der glatten Oberfläche münden, trotz ihrer reichen Humusvorräte im Innern, hier oben bei der enorm gesteigerten Evaporation für immergrüne Pflanzen gänzlich unbewohnbar. Durch diese humusbergenden Bausche aber wird dafür gesorgt, dass stets eine kleine Menge Humus an der Oberfläche festgehalten bleibt, dessen Eis relativ rasch geschmolzen werden kann und der Pflanze bei Bedarf das nötige Wasser liefert. — Das Eis aber steht dem Humus jedenfalls in hinreichender Menge zur Verfügung; denn die Rauhfrostbildung sorgt ja während der kalten Zeit für beständige Eiszufuhr¹⁾. Das Problem für die Pflanze besteht nur in der schnellen Ausnützung desselben.

In den Zusammenhang vorstehender Ausführungen gehört auch eine Bemerkung aus Warming: „Diese dichten Polster, die in den Hochgebirgen Amerikas in typischer Form (bei *Azorella* u. a.) auftreten, können unter anderem

¹⁾ Wie bedeutend diese sein kann, zeigt der Umstand, dass wir vor ca. acht Jahren in einem Walde am Gärbris (Kant. Appenzell), 1200 m, ohne jeden Schneefall schlitteln konnten, da sich ausschliesslich aus dem von den Tannen herabgefallenen Rauhfrost eine Bahn gebildet hatte.

gegen Austrocknung dadurch schützen, dass ihre alten und dichten Massen sehr begierig Wasser aufsaugen und festhalten, daher auch wohl wegen der *hohen, spezifischen Wärme des Wassers* länger warm bleiben, wenn sich die Umgebung abkühlt“ (Goebel und Meyer, Biologische Beobachtungen aus der Flora Santiagos in Chile, Englers Botanische Jahrbücher XVII, 1893).

Interessant ist übrigens, dass die im Februar schon ergrünende *Potentilla caulescens*, deren Wurzelorte beinahe identisch sind mit denen von *Androsace*, praktisch zu demselben Mittel greift wie die Polsterpflanzen; denn obwohl sie zur Zeit der grössten Gefahr durch den Mangel an transpirierendem Laube vor Austrocknung geschützt ist, sind ihre ersten Blättchen keineswegs gegen Frostschäden gesichert. Statt aber den Humus durch dichtes Zusammendrängen der einzelnen Triebe zu bergen, bedient sie sich dazu ihrer Blätter, deren zuerst erscheinende sich sofort nach Entfaltung des Spreite rückwärts biegen und dicht dem Boden oder der vorjährigen Blätterdecke anlegen; denn wie im Frühling die hässlichen gelben Blattbüschel lehren, wirft *Potentilla caulescens* die toten Blätter nicht ab, so dass also für fortwährendes Zusammenhalten und stetige Vermehrung des Humus gesorgt ist. Bei *Potentilla* scheint übrigens die Hauptmenge des gespeicherten Humus nicht eigenes Fabrikat zu sein, sondern von den Regenwürmern geliefert zu werden, die ihre Exkremeante unter das besprochene Blätterdach abgeben. (In den Polstern der eigentlichen Polsterpflanzen findet man übrigens auch sehr häufig kleine Regenwürmer.)

Eine Frage bleibt aber noch zu beantworten. Nicht nur die Sonnenstrahlung, sondern *auch der kalte Wind*

wirkt wasserentziehend zu einer Zeit, wo neue Wasserzufuhr unmöglich ist. — Wenn auch die grünen Gipfelpriebe der Stämmchen durch ihre Einsenkung zwischen filzige Blättchen trefflichen Windschutz aufweisen und auch das meiste Wasser der Pflanze in schwerverdunstbares Eis umgesetzt ist, so wird doch bei der andauernden Windwirkung der Wasservorrat der Pflanze stetig abnehmen müssen, und da ich keine diesbezüglichen Experimente kenne, muss ich mich auf den Einwand gefasst machen, dass dieser stetige Wasserentzug durch den Wind weit wirksamer sei, als der durch die kurze Erwärmung bei Sonnenschein, welcher Umstand wieder den ganzen Erklärungsversuch über die Bedeutung des Oberflächenhumus ad absurdum führen könnte; denn darin kann doch die Bedeutung einer Schutzvorrichtung nicht liegen, dass sie geringen Gefahren vorbeugt, grossen und sicher eintretenden gegenüber aber machtlos ist! Nun ist aber, selbst wenn einmal Zahlen darüber vorliegen, noch nichts bewiesen, so lange nicht neben dem Wasserverluste bei Sonnenschein auch die Menge des gleichzeitig aufgesaugten Wassers bestimmt wird; denn es ist nicht undenkbar, dass gerade bei solchen Sonnenblicken das ersetzt wird, was in langen Windperioden verloren gegangen war. — Die Blättchen von Androsace haben auch nichts gemein mit Jungners gelappten „Windblättern“. — Hier mag auch noch das Resultat einer mit Androsace ausgeführten *Wägung* Platz finden. Ein grosses lufttrockenes Exemplar

wog	48,4 gr
mit Wasser vollgesaugt (nachdem keines mehr abtropfte)	124,7 gr

am andern Tage	120,9 gr ¹⁾
das Maximum der aufgesaugten Wassermenge	
beträgt also	76,3 gr
die abgeschnittenen grünen Teile allein . .	25,0 gr ²⁾
die toten braunen Blättchen und die Achsen	
(also der „Schwamm“)	91,2 gr ²⁾

Es lässt sich aber der Frage nach der Bedeutung des Polsterwuchses noch eine andere Seite abgewinnen. Schimper macht darauf aufmerksam, dass Polsterpflanzen sowohl am Meerestrond, als auch in den Alpen, — wir wissen, an den windgefegten und deshalb schneefreien Stellen — vorkommen und nennt den Wind als bedingende Ursache, da nur dieser ein gemeinschaftliches Merkmal der beiden Lokalitäten ist. Im gleichen Zusammenhang zählt er die Krummhölzer auf. Er hütet sich aber, speziell die austrocknende Eigenschaft des Windes als Ursache zu nennen. Wir wissen, dass Warming, der dies tut, damit kaum das Richtigste getroffen haben kann. Im Sommer steht Androsace als Spaltenpflanze genug Wasser zur Verfügung, und bevor dasselbe in den Spalten vereist, dürfte schon die ganze oberflächliche Pflanze vereist, also einigermassen vor Wasserverlust geschützt sein. — Die beiden Standorte: Meerestrond und alpiner Grat, stimmen aber noch in einer Hinsicht überein, und diese scheint mir die ausschlaggebende zu sein; an beiden führt der Wind „Schleifpulver“ mit sich, am Meerestrond Sand, in den Alpen Eiskristalle, und *an beiden Orten muss sich die Vegetation durch starke Behaarung und Zusammendrängen der Triebe vor dem Abrasirtwerden*

¹⁾ und ²⁾ Die Gewichtsdifferenz zwischen ¹⁾ und ²⁾ beruht auf Wasserverlust während des Abschneidens.

*schützen*¹⁾). Vielleicht erhellt dieser Gesichtspunkt auch den Umstand, dass das Meeresufer und die Steppe im Vergleich mit andern Gebieten so viele „filzige“ Xerophyten aufweisen und könnte also vielleicht zur nähern Klassifizierung der Xerophyten beitragen.

Noch ein *accessorischer Vorteil* mag allerdings gelegentlich den Polsterpflanzen aus ihrer Bauart erwachsen. Durch den aufgespeicherten Oberflächenhumus ist die Pflanze im Stande, in Zeiten anhaltender Dürre und Austrocknung der Spalten auch die geringen Regenmengen, die niemals in die Tiefen des Felsens eindringen können, auszunützen. Doch kann dieser Umstand nach dem Vorausgegangenen nicht von grosser Bedeutung sein. Er entscheidet nicht über Sein oder Nichtsein. Höchstens dehnt er die Besiedlungsmöglichkeit auch auf etwas humusärmere Spalten aus.

Aus dem Vorhergehenden hat sich nun auch schon ergeben, was wir in der ganzen Arbeit suchen: *der Wurzelort*. Er ist sehr oft identisch mit dem Standorte; denn an den obersten Gräten und Zacken steigert sich die Gewalt des Sturmes und namentlich seine, infolge der mitgeführten Steinchen und Eiskristalle ausgeübte Erosionswirkung so sehr, dass kein Körnchen Humus an der Oberfläche haften bleibt, sogar die zähen

¹⁾ In einer Mulde eines norwegischen Fjelds (im Vals) konnte ich folgendes beobachten: Etwa 1 m über dem Boden (also in Schneehöhe) beginnt dort die Farbe der Telegraphenstangen je nach der Exposition eine ungleiche zu werden. Auf der Seite, die von den starken Winterstürmen getroffen wird (je nach der Stelle N, NW, W), ist die Farbe milchweiss und das Holz zu feinen Fäserchen zerzaust, im Windschatten aber bräunlich und das Holz kompakter. Ich zögere nicht, darin eine *Wirkung der angetriebenen Eiskristalle* zu sehen.

Carex firma-Polster werden da, wo sie sich zu weit vorwagen, jämmerlich zerfetzt. An solchen Stellen ist *Androsace helvetica* sehr oft die einzige Besiedlerin, denn nur sie vermag auch da den unumgänglich notwendigen Oberflächenhumus zu beschaffen. Bleibt aber solcher trotz der Gewalt des Sturmes in Furchen und Fugen und Löchern haften, so ist sie auf den übrigen Raum beschränkt: auf glatte, senkrechte oder überhängende¹⁾ Stellen, bei Seewerkalk mit senkrecht stehenden Klippen auf die Klippen, während sie den Tälchen völlig fehlt. Immer aber meidet sie Schneebedeckung, fehlt also zumeist der Ostexposition²⁾. — Immerhin fand ich unter den tausenden andern zwei Prachtexemplare an einer Stelle auf der Sentisspitze, wo mit Bestimmtheit winterliche Schneebedeckung vorauszusehen war. Der Fund quälte mich sehr, erwies sich doch dadurch der ganze Erklärungsversuch über die Bedeutung des Polsterwuchses als nichtig. Ich klagte mein Leid Frau Bommer, worauf mir diese mitteilte, ihr Mann, der Vorstand der meteorologischen Station, hätte die Exemplare dorthin gepflanzt.

***Erinus alpinus* als Typus eines Schneeschütlings.**

Ganz unabhängig von den Beobachtungen über *Androsace helvetica* und das Wesen ihres Polsterwuchses erschloss sich mir ein Einblick in das Leben einer unserer zierlichsten Alpenpflanzen, und damit in eine Gesellschaft,

¹⁾ Die häufige Erscheinung, dass an Stelle der halbkugelförmigen Polster nur kleinere Kugelsektoren an den Wänden kleben, lässt vermuten, dass *Androsace* an freien Wänden häufig unter Steinschlag und Lawinen leidet.

²⁾ Aus dem Vorhergehenden ergibt sich bloss, dass *Androsace* an frostgefährdeten Stellen bestehen kann, aber nicht, weshalb

die ökologisch einen ausgesprochenen Gegensatz zu *Androsace* darstellt.

Erinus alpinus wurde schon einmal angeführt als eine Spezies, die bei Quinten streng auf Gault, Neocom und auch Seewerkalk lokalisiert ist, während sie dem Malm und Schrattenkalk abgeht, mit Ausnahme zweier Vorkommnisse in Couloirs. Es wurde auch schon angegeben, dass er sich aber weiter oben überaus häufig auf Malm und Schrattenkalk einstellt.

Die besondere Art seines Auftretens in den obren Regionen ist für uns nun interessant. Er findet sich nämlich stets nur da am Fusse gröserer Wandkomplexe, wo dieselben in Schutthalden oder Rasenflächen eintauchen, und zwar bis in eine Höhe von ca. 4 m über dem Boden. Er fehlt aber den obren Partien der Wände und auch da am Fusse derselben, wo die Differenz zwischen der Neigung der Wand und der Neigung der Halde keine ausgesprochene ist, sei es dadurch, dass eine solche überhaupt nicht existiert, sei es dadurch, dass der Übergang von Wand zu Halde ein allmälicher ist, oder auch namentlich dadurch, dass eine vorspringende Kante der Wand sich auch in einen steil abfallenden Rasenrücken fortsetzt. Man denke nicht, dass diese Angaben deshalb unzuverlässig sein müssen, weil das Absuchen der obren Wandpartien mit Schwierigkeiten verknüpft ist. Gerade bei Schrina-Hochrugg unter Obersäss, wo ich diese Beobachtungen zuerst anstellte, ist es an einigen Stellen möglich, die Malmwände in ihrer ganzen Höhe zu er-

sie Orte mit Schneedeckung meidet. Leider kann ich nicht entscheiden, ob sie hier durch Konkurrenten vertrieben werden kann, oder ob sie durch ihren Wuchs darauf angewiesen ist, auch im Winter zu assimilieren.

klettern und auch die Gipfelwände sind dadurch einigermassen kontrollierbar, dass einzelne „Gufel“ (vide Einleitung) es erlauben, in verschiedener Höhe denselben entlang zu kriechen. Bis jetzt fand ich aber trotzdem nur ein einziges Exemplar mitten an einer grossen Wand.

Aufschluss über dieses seltsame Verhalten habe ich der schlechten Witterung zu verdanken. Ihr zufolge entsandten nämlich noch Mitte Juni einzelne der Couloirs am Fusse der „Brisi“- und „Frümsel“-Wände gewaltige Neuschneelawinen auf die Alp Obersäss, so dass also etwa die Verhältnisse der Monate März oder April anderer Jahre hergestellt waren. Stieg ich auf den so gebildeten Schneekegeln an die Wände heran, so war nirgends etwas von *Erinus* zu erblicken, untersuchte ich aber die Wände bei den Couloirs, die noch keine Neuschneelawinen entlassen hatten, so fand ich *Erinus* in schönster Blüte bis in ca. 4 m Höhe, d. h. also genau in der Zone, die an den andern Wänden noch von Lawinenschnee bedeckt war. Der einzige mögliche Schluss war der: *Erinus* bedarf als reine Spaltenpflanze im Winter und in der Frostzeit des Schutzes vor Austrocknung. Daher an den warmen, schneefreien Wänden der Niederung seine Lokalisierung auf die wasserspendenden oder doch häufig überrieselten Gault- und Neocomwände, daher sein Fehlen auf dem trockenen Malm und Schrattenfels, mit Ausnahme der Couloirs, daher auch weiter oben seine so auffallend modifizierte Beschränkung auf den Fuss der Wände, an denen er durch den hochaufgetürmten und lange liegenbleibenden Schnee vor jedem Wasserverlust bewahrt bleibt, solange in den Spalten nur Eis vorhanden ist, aber auch genau nur so lange. — Die Wurzelortsbestimmung wurde dann später durch sämtliche Funde

von *Erinus alpinus* als richtig bestätigt. Und *Erinus alpinus* ist eine häufige Pflanze, so dass, wenn wir nicht hoch greifen, 500 bis 1000 Beobachtungen gegen eine sprechen (vide Einleitung).

Es frägt sich nun, ob *Erinus alpinus* die einzige Spezies ist, welche winterlichen Schneeschutz sucht, oder ob deren mehrere sind.

Mit einiger Sicherheit kann ich in dieser Hinsicht nur noch eine Pflanze *Erinus* zur Seite stellen: *Alchimilla Hoppeana*, eine Spezies, die mir viel Kopfzerbrechens machte, da ich anfangs nur beobachtete, dass sie auf den herabgefallenen Blöcken am Fusse der Wände häufig war, den freien Wandpartien aber stets fehlte, während andere Spezies, wie z. B. *Festuca pumila*, sich gleichmässig auf Wände und Blöcke verteilten, so dass ich nicht von vornehmerein die Schneewirkung zur Erklärung herbeizuziehen wagte, und forschte, ob *Alchimilla* nicht etwa Wurzelorte besässe, die nur auf Blöcken gegeben sein könnten. Es war mir aber wider alles Erwarten unmöglich, ökologische, in den Eigenschaften der Blöcke selbst liegende Verschiedenheiten zwischen Blöcken und Wänden herauszufinden. So liess ich diese Untersuchung ruhen, bis ich eine auffallende Ähnlichkeit in den Vorkommnissen von *Alchimilla* und *Erinus* konstatierte, so dass ich heute nicht mehr zweifle, dass die Bestimmung der Wurzelorte von *Erinus* auch für *Alchimilla Hoppeana* zutrifft, wenigstens in Südexpositionen. *Erinus alpinus* fand ich nie in Nordexpositionen, wohl aber *Alchimilla Hoppeana* und zwar auch an Stellen, an denen nicht mit absoluter Sicherheit winterlicher Schneeschutz vorausgesetzt werden darf¹⁾. Ökologisch ist dies jedoch ohne

¹⁾ Es lässt sich dies eben schwer im Sommer entscheiden. Ich

Belang, da in Nordexpositionen der Region der Alchimilla die Frostgefahr sowieso ausser Betracht fällt.

Aufs äusserste verblüfft war ich dann allerdings, als ich ca. $1/2$ Jahr nach der Fertigstellung dieser Arbeit *in norwegischen Gebirgstälern* östlich vom Sognefjord Alchimilla Hoppeana hoch oben an völlig glatten, beinahe senkrechten Felswänden antraf. Nach der Aussage eines Einheimischen und nach eigenem Dafürhalten kann dort von winterlicher Schneebedeckung nie die Rede sein. Aber auch die Frostgefahr ist in den tiefen und engen, von Ost nach West streichenden Tälern ausgeschlossen; denn wenn in dieser Breite die Sonne so hoch gestiegen ist, dass sie über den südlichen Berghang hinwegzuschauen vermag, zieht schon bald der Sommer ins Land. — Dieses Verhalten der Alchimilla scheint mir nicht nur ihre eigenen Lebensbedingungen scharf zu beleuchten, sondern auch einen wertvollen Gesichtspunkt zum Vergleiche der norwegischen und alpinen Flora zu liefern. — Dabei habe ich aber zu bemerken, dass mir eine norwegische Botanikerin, Frau Dr. Th. R. Resvoll, schrieb, sie entsinne sich, Alchimilla alpina auch an stark windgefegten Stellen gefunden zu haben.

Die häufige Säumung der Wandsockel durch *Rhododendron hirsutum* und deren Vorliebe für Nordexposition liessen mich auch für die Alpenrose dasselbe vermuten; ebenso für *Arabis alpina*, doch möchte ich über diese beiden Spezies noch nicht das letzte Wort gesprochen haben.

Wegen der mutmasslichen Mehrzahl der Pflanzen

weiss sicher, dass über 100 m hohe Wände verschneit sein können, anderseits zeigt der verschneite Nordabhang des Sentis, von St. Gallen aus gesehen, bei Wind schwarze schneefreie Wände in Masse.

vom Typus des *Erinus alpinus* habe ich nach einer gemeinschaftlichen Bezeichnung für sie gesucht und glaube sie auch im Worte „*Schneeschützlinge*“ gefunden zu haben.

***Carex firma* und *Silene acaulis*¹⁾.**

Das mir gesetzte Ziel, Wurzelorte zu bestimmen, konnte ich weder bei *Carex firma*, noch bei *Silene acaulis* erreichen; vielleicht können aber trotzdem einige Beobachtungen einmal Verwendung finden.

Ich nenne die beiden Pflanzen deshalb gleichzeitig, weil sie oft in enger Beziehung zueinander stehen. Sie scheinen mir sogar besonders deutlich die Möglichkeit zu demonstrieren, dass *in topographisch einem und demselben Orte die Wurzelorte für zwei verschiedene Spezies* gegeben sein können.

Carex firma ist Monokotyledone. Sie ersetzt die Pfahlwurzel durch zahlreiche Faserwurzeln, welch letztere zudem noch recht kurz sind (10—20 cm) und ist daher darauf angewiesen, zugleich mit jeder Faser zu arbeiten, wenn sie mit den reich- und langwurzeligen Dikotyledonen, die ihr in der xerophytischen Ausrüstung keineswegs nachzustehen brauchen, konkurrieren will. Und so sonderbar es klingt, bewohnt die als typische Xerophyte oft genannte Pflanze am Südabhang der Curfirschen denn auch rissige Stellen, die sich dadurch auszeichnen, dass sie stets einige Tage nach lange andauerndem Regen noch triefen, während alle andern schon völlig ausgetrocknet sind. — Dass an einem derartigen Standorte nicht nur eine Pflanze mit kurzen Wurzeln Platz hat, sondern auch noch eine solche mit sehr tiefgehenden

¹⁾ Ich kann in diesen Bemerkungen keinen Unterschied machen zwischen *Silene acaulis* und *S. excapa*.

Pfahlwurzeln, ist leicht verständlich, bietet doch der freie Fels Raum genug, alles Chlorophyll ans Licht zu tragen. Tatsächlich ziehen denn auch überaus häufig unter den *Carex firma*-Polstern mächtige Pfahlwurzeln ebenso mächtiger *Silene acaulis*-Exemplare dahin, um sich genau da, wo auch die *Carex* wurzelt, in die Spalten zu senken, nur bedeutend tiefer eindringend. Und die beiden Spezies scheinen gute Nachbarschaft zu halten und einander nicht gegenseitig zu verdrängen. Man findet nämlich bei den beschriebenen Felsverhältnissen nirgends Stellen mit Reinbeständen von *Silene acaulis* und erdrückten *Carex firma*-Polstern oder umgekehrt Reinbestände von *Carex firma* mit erdrückten Silenekolonien. Es wäre auch kaum Zeit vorhanden, einen allfälligen Kampf auszutragen, da *Carex firma*, und bald auch *Silene acaulis* mit ihr, sobald sie recht üppig gedeihen, durch zwei weitere *Carices* überwuchert werden: durch *Carex sempervirens* und *Carex ferruginea*. — Die *hauptsächlichsten Standorte* von *Carex firma* sind zweifellos während längerer Zeit *berieselte Felsen*. Aber auch die höchsten Gräte sind häufig von *Carex firma*-Beständen bedeckt und daraus hat man dann wohl auf die *Xerophylie* dieser Pflanze geschlossen. Alle diese Gratstandorte sind jedenfalls solche, an denen entweder viel Schnee liegen bleibt, oder die doch sonst während einer gewissen Zeit stark von Schmelzwasser bespült werden, so dass also wenigstens zeitweise und zwar nicht nur bei Regenwetter, sondern oft auch bei Sonnenschein, *Carex firma* reichlich mit Wasser versorgt wird. Längere Zeit hindurch mögen dann allerdings ihre Standorte wieder jeglichen Wassers entbehren. — Vielleicht erweist sich *Carex firma* einmal als ein *ganz besonderer Typus unter den Xerophyten*; ist

doch ihre Blattstruktur mit den grossen *Lumina*¹⁾ schon auffallend genug, und das allerauffallendste an ihr ist wohl das schon erwähnte kurze Wurzelwerk. Kurze Wurzeln bei einem — brauchen wir das Wort — *Xerophyten*! Und dann die beinahe liederlich zu nennende Befestigung ihrer Polster! Es gibt kaum ein aufregenderes Klettern, als an den Orten, wo man sich auf *Carex firma*-Polster verlassen muss. Sie liefern schöne Stufen, geben aber, indem ihre Wurzeln aus den Spalten gezerrt werden, sofort nach, wenn man sie nicht gleich wieder verlässt. Auch durch *Steinschlag* und *Lawinen* haben die *Carex firma*-Rasen deshalb viel zu leiden, sieht man doch oft Fetzen von ihnen den Hauptteil des auf schmelzendem *Lawinenschnee* zurückbleibenden Pflanzendetritus ausmachen. Und unten an *Carex firma*-Halden finden sich allenthalben kleine und grosse, bis mehrere Zentner schwere losgerissene Reinbestände unserer Segge. Mit *Carex ferruginea* oder *semperfervens* überwachsen, reisst sie nicht mehr ab.

Silene acaulis unterscheidet sich von *Carex firma* ausgesprochenermassen dadurch, dass ihre Teppiche immer mächtigen, oft am untern Rande anderer Rasen selbst aufgestauten Humusmassen aufliegen. Viel *Humus* scheint ihre Lebensbedingung zu sein und findet sie irgendwo solchen, so ist sie auch im Stande, ihn unter Verdrängung anderer Besiedler, namentlich von *Carex firma* zu erobern²⁾, welch letztere im Gegensatz zu dem

¹⁾ Es eröffnet eine interessante Perspektive, dass Jungner diese *Lumina* als typisches Merkmal seiner „Kälteblätter“ anführt.

²⁾ *Silene acaulis* kann übrigens auch wie *Androsace* an windgefeigten Orten gedeihen, ihre häufigsten Standorte zeigen aber winterliche Schneebedeckung.

vorhin Gesagten im üppig vordrängenden *Silene acaulis*-Rasen einfach ertrinkt. Bezeichnend für das Gesagte ist vor allem eine Stelle bei den Schnüren (ca. 2300 m Nordexposition). Dort wechseln in schmalen Streifen humusreiches Neocom und humusarmer Schrattenkalk mehrmals miteinander ab. Und zwar trägt

das Neocom:	der Schrattenkalk:
viel <i>Silene acaulis</i>	viel <i>Carex firma</i>
<i>Dryas octopetala</i>	<i>Dryas octopetala</i>
<i>Salix retusa</i>	<i>Festuca pumila</i>
<i>Saxifraga aizoon</i>	<i>Saxifraga moschata</i>
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	<i>Saxifraga aphylla</i>
<i>Saxifraga aizoides</i>	aber keine <i>Silene acaulis</i> .
<i>Ranunculus alpestris</i>	
<i>Polygonum viviparum</i>	
<i>Alsine verna</i>	
<i>Alsine sedoides</i>	
nur sehr wenig <i>Carex firma</i>	
und <i>Festuca pumila</i> .	

***Carex mucronata*.**

In den tiefern Regionen lernten wir Pflanzen kennen, (*Globularia*, *Sedum album*, *Thymus*), die den verschwemmten und verzettelten Humus zusammenhalten und ausnützen. Es ist von vornherein einleuchtend, dass in den häufigen Stürmen der alpinen Region unbesiedelter Humus nicht mehr so leicht vor dem Verwehtwerden bewahrt werden kann wie unten und es wird nicht so sehr verwundern, wenn wir hier oben nochmals einem neuen System zur Stabilisierung des verzettelten Humus begegnen.

In *Carex mucronata* tritt uns eine Spezies ent-

gegen, die sich als ausgesprochene *Spaltenpflanze* darauf verlegt hat, den verschleppten Humus aufzufangen. Die Schrattenkalkwände besitzen sehr oft an der Oberfläche mehrere Zentimeter weit klaffende Rinnen und Spalten, deren Gehalt an Erde die Felsoberfläche nicht erreicht. Ihre Ränder sind aber von Flechten und Moosresten derart verklebt, dass eine genügsame Pflanze an etwas engen Stellen dennoch ausreichenden Humus findet, um dort ein bis mehrere Jahre auszuhalten. Eine solche Pflanze ist nun eben *Carex mucronata*, die häufigste Spezies besonnter Wände in den obren Regionen, die aber später keineswegs den Eindruck einer anspruchslosen Pflanze macht, steht ihren alten Exemplaren doch oft Erde im Überfluss zu Gebote, und dies aus folgendem Grunde: *Carex mucronata* wächst dichtrasig. Die untersten Teile vorjähriger Triebe verwittern aber nicht nach dem Absterben, sondern bleiben als kleine, ca. 2 cm grosse, mit der Grundachse fest verbundene, einige Millimeter voneinander entfernte Zäpfchen bestehen und starren, je nach der Art der Spalte, bald nach allen Seiten oder bilden einen ebenen Rasen, der oft tiefer, oft oberflächlicher die Spalte ausfüllt. Das Ganze sieht dann aus wie eine Lawinenverbauung en miniature und wirkt auch ganz ähnlich. Was durch die Spalte herabfällt, wird an dem Rechen der Zäpfchen gestaut, rasch ist die Spalte gefüllt, und als beata possidens ist *Carex mucronata* nicht mehr so leicht zu verdrängen. Dabei scheint es, dass *Carex mucronata* nicht wie *Globularia cordifolia* grösstenteils trockenen Detritus auffängt, sondern ihrer ganzen Einrichtung und ihren Standorten gemäss ist es wahrscheinlich, dass sie denselben durch Filtrieren des bei starkem Regen herabinnenden, detritusführenden

Wassers gewinnt; doch kann ich nicht wie bei *Globularia* direkt diesbezügliche Beobachtungen anführen¹⁾. So gelangt also *Carex mucronata*, die wohl kaum im Stande ist, sich an einer schon gefüllten und besetzten Spalte anzusiedeln, dennoch zu einem guten Boden, indem sie sich auf leeren Spalten ansiedelt, noch lange bevor ihr Konkurrenz erwachsen kann, und sie dann selbst füllt.

Noch eine Bemerkung: *Carex mucronata* wächst in Rinnen; aber diese Rinnen führen in sehr vielen Fällen weder Quellwasser, noch aus einem grösseren Sammelgebiet Regenwasser. Erheblicher Wasser- und damit Detritustransport kann also nur bei Platzregen statthaben, wenn sowieso alles an der Oberfläche mit Wasser überreichlich bedacht wird. Wenn also *Carex mucronata* doch solche Rinnen aufsucht, so deutet das darauf hin, dass wir hier einen Fall vor uns haben, bei dem ein Wasserlauf nicht wegen des Wassers, sondern, wie ausgeführt, des Schwemmmaterials wegen aufgesucht wird.

Globularia cordifolia.

Ich möchte hier nur bemerken, dass *Globularia* neben dem bekannten, in der alpinen Region noch einen ganz andern Beruf ausüben kann. Viele kleine Moospölsterchen bedeuten für sie, wie verständlich, dasselbe, was viele kleine humustragende Vorsprünge mit Spalten, so dass wir sie an den Gipfelwänden der Curfürsten oft, statt an der

¹⁾ Überhaupt bin ich schuldig, mitzuteilen, dass diese Bemerkungen über *Carex mucronata* zwar in jedem Falle ihre Bestätigung fanden, doch bietet dies meiner Erfahrung gemäss noch wenig Garantie für deren Richtigkeit, da ich erst in den letzten Untersuchungstagen auf den erwähnten Zusammenhang aufmerksam wurde. — P. S. An wenigen Exemplaren verifiziert. Pfingsten 1904.

freien Wand, die *mooshaltigen Karrenfurchen* entlang kriechen sehen.

Gypsophila repens.

Ich habe nur eine kleine Beobachtung anzuführen. *Gypsophila repens* ist eine gemeine Pflanze warmer, trockener Wände. An solchen bleibt sie jedoch stets klein. Zu üppiger Ausbildung gelangt sie nur dort, wo über die Wand zeitweise ein kleines Wässerchen zu Tale fährt und sie auch während des sonnigsten Wetters mit einem funkeln den Sprühregen besprengt wird. — In Zusammenhang damit steht die *Eigenschaft ihrer Blätter, fast absolut unbenetzbar zu sein*; nach tagelangem Regen erwiesen sie sich vollständig trocken, während ihre Nachbarn *Campanula pusilla*, *Carex firma*, *Carex humilis*, *Rhododendron hirsutum*, *Alchimilla Hoppeana*, *Galium silvestre*, *Athamanta hirsuta*, *Primula auricula*, *Campanula rapunculus?*, *Silene acaulis*, *Asplenium ruta muraria*, *Saxifraga aizoon* und sogar *Saxifraga aizoides* mit einer dünnen Wasserschicht überzogen waren. Das Experiment lieferte Resultate in demselben Sinne. Untergetauchte Gypsophilablättchen waren immer silberglänzend von der adhärierenden Luftsicht. Ich erwartete also eine bestimmte Struktur der Blattoberfläche zu finden, konnte aber auf Schnitten keine deutlichen Erhebungen wahrnehmen. Die Fähigkeit, nicht benetzt zu werden, scheint denn auch nicht durch eine formelle Struktur, sondern durch einen Wachsüberzug allein bedingt zu sein, denn es genügt ein sekundenlanges Untertauchen in Äther, um vollkommene Benetzbarkeit mit Wasser hervorzurufen. Dass *Gypsophila* an solchen Orten mit fast ewigem Regen infolge der unbehinderten Möglich-

keit zu atmen, im grossen Vorteil ist und allein so üppig gedeihen kann, ist ohne weiteres einleuchtend.

An **Saxifraga aizoides**

ist zu beobachten, dass diese leicht benetzbare Pflanze feuchter Felsen nicht etwa wie *Gypsophila repens* da auftritt, wo dieselben durch herabfallendes Wasser besprüht werden, sondern nur an sogenannten quelligen Orten, wo das Wasser dem Felsen entlang rinnt.

Im übrigen ist *Saxifraga aizoides* eine Steinbrechart, deren Haushalt mir insgesamt unklar ist.

Pinguicula alpina.

Welches ist der *Wurzelort* der einzigen insektenfressenden Felsenpflanze? Es steht mir nicht gerade viel Material zu seiner Bestimmung zur Verfügung; denn *Pinguicula alpina* ist keineswegs häufig; ich glaube aber doch, ihn zu kennen und zu verstehen. *Pinguicula* stellt sich nämlich namentlich auf Schichtfugen des Schrattenkalkes ein, oder auf den, den Schichtfugen benachbarten Verwitterungsspalten. Wir hörten schon früher, dass diese Schichtfugen häufig einen feinen Schlamm enthalten, der entweder unbesiedelt ist oder gelegentlich von *Pinguicula alpina* und Algen bewohnt wird. Er enthält keine Regenwürmer noch sonstigen Tiere; dagegen lässt sich erkennen, dass er von einer ganz konzentrierten Kalkkarbonatlösung durchtränkt ist; denn wo er, ohne gleich weggeschwemmt zu werden, an die Oberfläche treten und also ruhig eintrocknen kann, sieht man ihn gelegentlich von zentimetergrossen Calzitrhomboëdern durchsetzt. Dieser Umstand und nicht zum mindesten der, dass der Schlamm nur den Schichtfugen und nicht

einer Verwitterungsspalte entfliesst, lässt darauf schliessen, dass er ein Verwitterungsprodukt des Berginnern ist und sich also durch äusserste Stickstoffarmut auszeichnen muss. Es erscheint jedenfalls nicht unwahrscheinlich, dass eine Beziehung zwischen dieser Provenienz des Schlammes und seiner Besiedelung durch eine Pflanze mit oberirdischer Stickstoffversorgung besteht. — Als Spalten- oder Oberflächenpflanze kann *Pinguicula alpina* wegen ihrer kurzen (10 cm) unverzweigten Wurzeln an andern als den genannten Orten mit den übrigen Felsenpflanzen nicht in Konkurrenz treten¹⁾.

Rückblick.

Drude sagt einmal: „Bei jedem Anlaufe, welcher genommen wird, um eine bisher allgemeiner gehaltene wissenschaftliche Methode zu vertiefen, sie in ein bestimmtes System zu bringen und die Literatur folgerichtig in dieser Richtung anschwellen zu lassen, ist die Frage notwendig, ob die aufgewendeten Mittel dem Zwecke entsprechen und ein angemessener wissenschaftlicher Wert jene Arbeitsrichtung krönt.“ Eine ähnliche Frage dürfte auch bei einer kleineren Arbeit am Platze sein. *Was ist mit den vorliegenden Ausführungen gewonnen und was wird*

¹⁾ Nach Abfassung dieser Bemerkungen erhielt ich in liebenswürdiger Weise von Herrn Rektor R. Keller folgende Zuschrift: „Anlässlich eines Referates sprach ich im biologischen Zentralblatte die Ansicht aus, dass die succulente Beschaffenheit der Blätter von *Pinguicula* vielleicht eine ähnliche Bedeutung hätte, wie die succulente Beschaffenheit der Blätter der Halophyten. Wie sie hier gegen zu weit gehende Aufnahme von Na Cl gerichtet sei, so könnte sie bei *Pinguicula* sich gegen zu bedeutende Aufnahme von Ca (HCO₃)₂ richten. Ich habe die Angelegenheit indes nicht weiter verfolgt.“

zu gewinnen sein, wenn man derartige Untersuchungen weiterführt?

Was die erste Frage anbelangt, so glaube ich den Nachweis geleistet zu haben, dass es möglich ist:

1. für die verschiedenen Hauptspezies der Felsformation unseres Gebietes Wurzelorte zu bestimmen, d. h. durch irgendwelche Merkmale (sekundäre Faktoren) besonders charakterisierte Stellen eines Standortes mit konstanter, meist nur eine Art umfassender Besiedelung und daher
2. die Anzahl und den Bau der in der Felsformation tonangebenden Spezies aus dem Wechsel der ökologisch wichtigen Faktoren der Unterlage und des Klimas verstehen zu können.

Ferner lassen sich aus der Arbeit durch Zusammenfassung ähnlicher — sagen wir, durch Zusammenfassen ähnlicher „Berufsformen“ Typen schaffen, wodurch sowohl die Einsicht in die mannigfaltige Ökologie der Felsenpflanzen, als auch bei glücklich gewählter Terminologie ihre Darstellung wesentlich vereinfacht würde.

Wagen wir es, nicht ausschliesslich wegen des reellen Wertes, sondern mehr als Illustration zu dem letzten Satze, mit dem in der Arbeit gegebenen Materiale einen derartigen Versuch zu machen, ohne aber schon neue Namen anzuwenden.

Schema der Berufsarten.

A. Spaltenpflanzen.

- I. Nur in Spalten mit winterlicher Schneedeckung (wenigstens bei Südexposition) *die Schneeschützlinge*

II. Nur in Spalten ohne Schneedeckung	<i>Androsace helvetica</i>
	V 7 ¹⁾
III. Nur in kalkschlammführenden Schichtfugen	<i>Pinguicula alpina</i>
	VIII 6
IV. In Spalten an oberflächlich besprühten Wänden	<i>Gypsophila repens</i>
	X 9—
V. In Spalten an oberflächlich brieselten Wänden	<i>Saxifraga aizoides</i>
	? 5??—
	(Auf Moorböden verpilzt)
VI. In Spalten, die an vertieften Stellen der Oberfläche münden (in Südexposition)	<i>Sedum dasyphyllum</i>
	X 8
VII. Auch in andern Spalten:	
1. In Spalten mit oberflächlicher Humus-Überlagerung oder doch reicher oberflächlicher Füllung	
a) in der Kulturregion	<i>Laserpitium siler</i>
	V ? 12
b) in den Globulariabeständen	<i>Primula auricula</i>
	V 6
c) in den Carex firma-Beständen	<i>Silene acaulis</i>
	V 12—

¹⁾ Die römischen Ziffern unter dem Speziesnamen geben die Gruppe der Warmingschen Einteilung nach Sprossbau und Verjüngung, die arabischen die Lebensform (nach Drude), der die betreffende Spezies zuzuordnen ist. Eine Zusammenstellung derselben findet sich gleich an das Schema anschliessend. Die Horizontalstriche (negativ) geben an (nach Stahl), dass die Wurzeln der betreffenden Pflanze unverpilzt sind.

2. In an der Oberfläche gehalt-
losen Spalten:
- a) oberflächlich klaffende
Spalten ausnützend
- α) durch Stauung des ver-
schwemmtten Detritus (in Südexposition) *Carex mucronata* XI 10 —
- β) aus dem Spaltengrund mit verlängerten Trie-
ben ans Licht drin-
gend, namentlich bei
seitlicher Öffnung der
Spalten *Galium rubrum*
XI 12
- γ) ?? bei Öffnung der Spal-
ten nach oben (in Süd-
exposition) *Galium mollugo*
XI 12
- β) aus dem Spaltengrund mit verlängerten Trie-
ben ans Licht drin-
gend, namentlich bei
seitlicher Öffnung der
Spalten *Galium mollugo var.*
Gerardi XI 12
- γ) ?? bei Öffnung der Spal-
ten nach oben (in Süd-
exposition) *Teucrium chamaedr.*
II 16 — (vermutl.)
- b) engschliessende od. sonst
oberflächlich humusarme
Spalten ausnützend
- α) mitaktiver, oberflächlicher
Humuserzeugung, immer-
grün. Androsace nur an
windgefegten Stellen *(Androsace helvetica)*
V 7
- β) oberflächliche Humus-
erzeugung weniger aus-
geprägt, sommergrün
§ (in den Globularia-
beständen) *Saxifraga cæsia*
- §§. in den Carex firma-
beständen *Potentilla caulescens*
V 12
- Carex firma* XI 10

B. Oberflächenpflanzen.

I. Moosrasen ausnützend:

- | | |
|---|------------------------------|
| 1. mehrere zugleich (nur in der alpinen Region) | <i>Globularia cordifolia</i> |
| | X 5 |
| und | <i>Thymus serpyllum</i> |
| | XI 5 |
| 2. nur einen allein | <i>Saxifraga aizoon</i> |
| | X 6 |

II. Von verschlepptem Humus lebend:

- | | |
|---|------------------------------|
| 1. herabfallenden Humus auffangend | <i>Globularia cordifolia</i> |
| | X 5 |
| 2. entblößten Humus ausnützend | <i>Thymus serpyllum</i> |
| | XI 5 |
| 3. den Humus an extrem heißen Orten ausnützend | <i>Sedum album</i> |
| | X 8 — |
| 4. beweglichen Humus verankern (bis ca. 1800 m über Meer) | <i>Carex humilis</i> |
| | XI 10 — |

Kontroll-Tabellen.

1. Warmingsche Einteilung.

Römische Ziffern.

1. Hapaxanthische Gewächse.

- | | |
|-----------|---|
| I. Gruppe | Annuelle. |
| II. " | Bienne = dicyklische. |
| | <i>Teucrium cham.</i> |
| III. " | Pleio = polycyklische.
(D. i. einmal fruchtende aber vieljährige.) |

2. Perennierende Pflanzen.

A. Arten ohne oder mit äusserst geringem Wanderungsvermögen.

a) Persistierende Primwurzel.

IV. Gruppe	Bäume und Sträucher.	
V. "	Vielköpfige Wurzel. (Nebenwurzel biologisch bedeutungslos, jede Pflanze aus einem Samen entstanden.)	<i>Potentilla caulescens</i> <i>Androsace helvetica</i> <i>Silene acaulis</i> <i>Primula auricula</i> <i>Laserpitium siler?</i>
VI. "	Perennierende Knollenbildner. (Mit gemeinsamem Zentrum für alle Sprosse.)	
	b) Schnell absterbende Primwurzel.	
VII. Gruppe	Senkrechte oder wenig schief liegende Rhizome.	
VIII. "	Sprosse, die nur eine, seltener zwei Vegetationsperioden erleben und dann völlig absterben (also keine eigentlichen Sprossverbände)	<i>Pinguicula alp.</i>

B. Arten mit grösserem oder geringerem Wanderungsvermögen, das aber doch im Leben der Pflanze eine Rolle spielt.

a) Lange lebende Primwurzel (oberirdisch wandernde Pflanzen).

IX. Gruppe Wenige Sträucher und Halbsträucher.

b) Schnell absterbende Primwurzel.

α) Teile der Sprosse leben mehr als ein Jahr.

X. Gruppe Oberirdisch wandernde Arten.

<i>Globularia cord.</i>
<i>Gypsophila rep.</i>
<i>Sedum album</i>
<i>Sempervivum tect.</i>
<i>Saxifraga aizoon</i>
<i>Sedum dasyphyllum</i>

XI. „ Unterirdisch wandernde Arten.

<i>Galien</i> ..
<i>Carex mucronata</i>
<i>Carex humilis</i>
<i>Carex firma</i>
<i>Thymus serp.</i>

- XII. Gruppe β) Die Sprosse sterben nach einer oder seltener zwei Wachstumsperioden (keine eigentlichen Sprossverbände).
- XIII. " γ) Pflanzen, welche hauptsächlich durch Wurzelsprosse wandern und überwintern.
- XIV. " δ) Schwimmende Wasserpflanzen.

2. Drude'sche Einteilung.

Arabische Ziffern.

- I. Gruppe Im Erdboden wurzelnde, selbständig vegetierende, hochaufrechte Stämme.

1. Bäume.

- II. " Im Erdboden wurzelnde, selbständig vegetierende, vom Grunde an verzweigte und durch frühzeitigen Ersatz der über der Erde sich erhebenden Haupttriebe niedrig bleibende Stämme.

2. Sträucher.

3. Zergsträucher.

4. Schösslingssträucher.

- III. " Halbsträucher und oberirdisch verholzende Rhizombildner.

5. a) Holzstauden *Globularia cord.*
Thymus serp.

- IV. " Nicht verholzende Stauden.

- b) Perenne Stauden.

6. Rosettenstauden.

- Pinguicula alp.*
Primula auric.
Saxifraga aizoon

7. Polsterbildner der Dicotyledonen.

- Androsace helv.*

8. Blattsucculenten.

- Sempervivum tect.*
Sedum album
Sedum dasypyllyum

9. Kriechstauden.

- Gypsophila repens*

c) Monocotyledone Rasenbildner.

10. Gedrängte Rasenbildner.

Carex mucronata

Carex firma

Carex humilis.

11. Ausläufer-Rasenbildner.

d) Redivive Stauden.

12. Erdstauden.

Potentilla caul.

Laserpitium siler

Galien

Silene acaulis.

13. Zwiebel- und Knollenpflanzen.

14. Wurzelsprossen.

15. e) Farne.

V. Gruppe Kräuter.

16. Zweijährige Blütenpflanzen.

Teucrium cham.

17. Einjährige Blütenpflanzen.

VI. „ Wasserpflanzen.

18. Schwimmmpflanzen.

19. Tauchpflanzen.

VII. „ Ohne Chlorophyll.

20. Saprophyten.

21. Parasiten.

Was aber den Wert der Kenntnis von Wurzelorten im allgemeinen anbelangt, abgesehen von dem speziell in dieser Arbeit geleisteten, so scheint mir derselbe gar nicht bloss in einer Vertiefung der Ökologie zu liegen, sondern auch in einer bedeutenden *Förderung anderer Disziplinen*.

Erstens würden bei Kenntnis der Wurzelorte die Angaben über das Fehlen oder Auftreten einer Pflanze einen weit grösseren Wert für die *Monographie des be-*

treffenden Ortes erhalten. Ich kann nicht erwarten, dass dieser Vorteil schon aus der blossen Lektüre vorliegender Arbeit in die Augen springe, da erst die direkte Beobachtung der Wurzelorte ein so lebendiges Bild von der parallel gehenden landschaftlichen Beschaffenheit geben kann, dass bei späterer Zitation der betreffenden Pflanze auch wieder deutliche Landschaftsbilder assoziiert werden. Allein ich glaube, dass die Förderung und Vertiefung, welche die erstmalige Beobachtung durch die theoretische Kenntnis der Wurzelorte erfährt, eine so bedeutende ist, dass auch Nicht-Spezialisten eine ganz ähnliche Erleichterung in der Verknüpfung von Pflanzen und Landschaftsbild erfahren, wie derjenige, der die Wurzelorte primär aufgestellt hat.

Ein weiterer Vorteil dürfte der *historischen Botanik* aus der Kenntnis der Wurzelorte erwachsen. Kennt man mit Sicherheit den Wurzelort einer Spezies, so kann, wenn derselbe anderwärts eine andere Spezies trägt, mit viel grösserer Sicherheit als bisher, darauf geschlossen werden, dass diese Verschiedenheit durch historische Gründe bedingt ist.

Kennt man anderseits in klimatisch verschiedenen Gegenden verschiedene Wurzelorte genau derselben Spezies, so erwächst für die *Physiologie* der Vorteil, einander ersetzende Lebensbedingungen kennen zu lernen.

Den Hauptgewinn dürfte aber neben der ökologischen die *floristische Pflanzengeographie* davon tragen, indem erst durch die Kenntnis der Wurzelorte, d. h. der Arbeitsteilung, der Begriff Pflanzengesellschaft einen wertvollen Inhalt erhält. Erst durch sie wird es möglich sein, Charakterpflanzen von den dominierenden richtig zu scheiden und überhaupt den Wert des Vorkommens

der verschiedenen Spezies für die Charakterisierung des Standortes sicher zu erkennen. Erst durch sie wird es möglich sein, den unendlichen Wechsel eines Formationsbildes durch Angabe einiger weniger Spezies zu kennzeichnen.

Also nicht nur Mehrbelastung, sondern auch Entlastung werden die neu zu erwerbenden Kenntnisse bedeuten.