

Vom Kampf der Hochalpenpflanzen um die Berge.

(Eine Einführung.)

Von *O. Böttcher*, Berlin.

Vorwort.

Die Ehrfurcht vor der Natur und die Freude an ihrer Schönheit haben den Naturschutzgedanken geboren. Um ihn wirksam zu machen, muß man jene Ehrfurcht und Liebe in weiten Kreisen unseres Volkes immer von neuem zu erwecken und anzufachen suchen. Dann werden die vielen, gewiß dringend notwendigen äußeren Schutzmaßnahmen überall verständnisvoll gewürdigt und schließlich — wenigstens teilweise — entbehrlich werden. Ich habe mich in den letzten Jahren bemüht, durch Vorträge über Hochalpenpflanzen in etwa 50 Sektionen des D.Ö.A.V. etwas zu dieser Belebung beizutragen und mich dabei eines lebhaften Widerhalls erfreut. Ich hoffe daher, auch an dieser Stelle in demselben Sinne wirken zu können, wenn ich versuchen werde, auf folgenden Blättern ein Bild von dem Lebenskampf der Hochalpenpflanzen zu entwerfen.

Es ist ein Versuch; denn es sind bei weitem noch nicht alle Lebensfragen der Hochalpenpflanzen befriedigend gelöst. Vielmehr ist besonders seit etwa 20 Jahren eine Schar von Biologen bemüht, durch wissenschaftliche Versuche an Ort und Stelle die Bedingungen zu erforschen, unter denen die Hochalpenpflanzen an den verschiedenen Standorten ihr Leben fristen. Diese außerordentliche Verschiedenheit der Standorte mit ihrem sogenannten „Mikroklima“ hat denn auch zu recht verschiedenen Ergebnissen geführt, die teilweise untereinander und mit manchen früheren Anschauungen in Widerspruch stehen. Es ist aber im Rahmen einer Einführung für breiteste Kreise nicht angebracht, Doktorfragen zu erörtern. Andererseits ist es im Hinblick auf das allgemeine und tiefe Interesse an der Alpenflora Tausenden ein Bedürfnis, ein wenn auch nur vorläufiges Bild vom Leben der Hochalpenpflanzen entrollt zu sehen und nicht etwa zu warten, bis alle die verschiedenen Anschauungen restlos geklärt sind. Daß ich die mir gesichert erscheinenden Ergebnisse neuerer Forschungen, soweit sie den hier gesteckten Rahmen nicht überschreiten, berücksichtigt habe, versteht sich von selbst. Wenn ich dabei die morphologischen Verhältnisse stärker betonte, so geschah das im wesentlichen aus methodischen Gründen.

Das Laubblatt als Werkstätte der Selbsterhaltung.

Wer in den Lebenskampf der Hochalpenpflanzen eindringen will, muß sich darüber klar sein, was Pflanzenleben überhaupt bedeutet. Seine der Ernährung

gewidmete Tätigkeit heißt Assimilation. Das ist die wunderbare Fähigkeit grüner Pflanzenteile, mit Hilfe des Lichtes bei Temperaturen über 0° tote unorganische Stoffe wie Wasser und Kohlensäure in lebenbergende organische Stoffe wie Zellstoff, Stärke, Zucker, Fett und Eiweiß zu verwandeln. Das sind zugleich die Baustoffe, aus denen der gesamte Pflanzenleib unter Einschluß des Blütenzaubers besteht, und die letzten Endes auch den Tier- und Menschenleib zusammensetzen. Auch die unentbehrlichen Kohlenlager der Erde sind nichts weiter als die versteinerten Ergebnisse der Assimilation vorweltlicher Pflanzen. Dieser noch von keinem Chemiker durchgeführte Vorgang vollzieht sich im wesentlichen in den grünen Blättern, die also ein hochentwickeltes photochemisches Laboratorium darstellen. Eine farblose Oberhaut deckt als Schutz- und Wassermantel das ganze Blatt und hält es feucht. Gleich unter der Oberhaut liegen die grünen assimilierenden Zellen als lebenswichtigste Schicht des gesamten Pflanzenkörpers. Das Blattgrün selbst erfüllt nicht die ganze Zelle, sondern ist an kleine linsenförmige Körner gebunden, die also die eigentlichen biochemischen Arbeiter darstellen. Da diese grünen Zellen bei den meisten Pflanzen in der oberen Blatthälfte liegen, so erscheinen fast alle Pflanzenblätter oberseits in einem dunkleren Grün als auf der Blattunterseite. Die grünen assimilierenden Zellen sind meist von schlanker zylindrischer Form und senkrecht zur Blattoberfläche gestellt wie Pfähle, die die Soldaten früherer Zeiten als Schutzwehr oder Palisaden gegen den Feind in die Erde rammten. Daher heißt diese lebenswichtige Zellschicht ganz allgemein Palisadenschicht. Die von diesen Zellen bereiteten Baustoffe werden von den darunter liegenden ziemlich farblosen, meist rundlichen Zellen aufgesogen und der Blattader zugeleitet, die ein Schlauchbündel darstellt, das die Fertigprodukte stielabwärts den Verbrauchsorten zuführt, wo sie entweder beim Wachstum verwendet oder für späteren Bedarf gespeichert werden. Diese Schläuche sind zugleich die Zufahrtsstraßen, die die Rohstoffe, nämlich Wasser und einige Salze, aus dem Boden stielaufwärts zum Blatt, d. h. zu den assimilierenden Zellen führen. Das Blatt muß fortgesetzt etwas von dem aufgenommenen Wasser verdunsten („transpirieren“), um Platz für neues Bodenwasser und damit für neue Salze zu schaffen. Dieses überschüssige Wasser entweicht als Dampf aus den Poren der Blattunterseite. Wären diese Spalten bloße Löcher, so würde damit der Pflanze ein schlechter Dienst erwiesen sein. Denn an trockenen heißen Tagen würde sehr bald alle Feuchtigkeit auf diesem Wege verdunsten. Welken und Trockenstarre, endlich der Trockentod würden die unausbleibliche Folge sein. Deshalb ist es von größter Bedeutung, daß jede dieser Poren von zwei „Schließzellen“ begrenzt wird, die als gewissenhafte Pförtner diese Luftspalten je nach Bedürfnis und Wetterlage zu öffnen und zu schließen vermögen. Dadurch regulieren sie auch zugleich den Luftstrom, der durch diese Luftspalten von außen eintritt und den Palisadenzellen den zweiten unentbehrlichen Rohstoff, die Kohlensäure, zuführt. Der Luftstrom nimmt seinen Weg durch das unter den

Palisadenzellen gelegene lückenreiche Gewebe, das man daher als Durchlüftungsgewebe oder auch als Schwammgewebe bezeichnet. Aber auch bei vollständigem Spaltenschluß würden noch beträchtliche Mengen Wasserdampf durch die Außenwände der Oberhaut entweichen, wenn deren Durchlässigkeit nicht durch eine Auflage von Cutin, einem wachsähnlichen Stoff, weitgehend eingeschränkt wäre. Die Pflanze bedarf also zu ihrer Selbsterhaltung einer ständigen Zufuhr von Wasser- und Kohlensäure, Licht und Wärme. Es fragt sich nun, ob diese Zufuhr auch in der Hochalpenregion gesichert erscheint, oder ob die vielbetonte Rauheit der Berge den Pflanzen diese Lebensmöglichkeiten erschwert. Erst wenn wir Einblick in die Hochgebirgsnatur gewonnen haben, sind wir daher in der Lage, die Hochalpenpflanzen selbst sprechen zu lassen oder ihrem Lebenskampf verständnisvoll zu lauschen.

Klima und Boden.

Aus der einfachen Tatsache, daß unsere Erde von einer Lufthülle umschlossen ist, ergeben sich einige einfache Folgerungen. Da die oberen Luftschichten auf die unteren drücken, so muß die Talluft dicht und schwer, die Höhenluft leicht und dünn sein. Infolgedessen wird auch die Höhenluft den Pflanzen weniger Kohlensäure zu bieten haben. In der Tat muß eine Pflanze in 2000 m Höhe etwa 200 Liter mehr Luft aufnehmen, als eine Talpflanze, um dieselbe Menge Kohlensäure zu gewinnen, die eine Pflanze der Tiefebene in 1 cbm Luft vorfindet. Sie wird daher für fleißige Durchlüftung Sorge tragen müssen. Durch diese dünnere Luft dringen auch die Lichtstrahlen in reicherm Maße hindurch, während sie von der dichten Talluft nicht nur aufgehalten, sondern teilweise verschluckt oder absorbiert werden — besonders die ultravioletten Strahlen, denen die Alpenblumen wahrscheinlich ihre tiefe Farbglut verdanken. In so viel Licht gebadet, haben es die Stengel und Zweige, also die Achsen der Hochalpenpflanzen, nicht nötig, sich sonderlich in die Länge zu strecken. Ihre Achsen bleiben also kurz — ganz anders, als eine im Keller treibende Kartoffel, die in ihrem lichtarmen Burgverließ lange schwache Schmachterarme nach dem trüben Kellerfenster sendet. Was die Achsenkürzung für den Lebenskampf der Hochalpenpflanzen zu bedeuten hat, wird später klar werden. Auch darf nicht verschwiegen werden, daß bei der Achsenkürzung außer der Lichtstärke auch Kälte und Sturmwind eine Rolle spielen. Wie unsere Augen von zu grellem Licht geblendet werden, so leidet auch die für die Assimilation wichtigste Substanz der Pflanze, das Blattgrün. Es ist daher von Vorteil, wenn sie sich durch irgendeinen Lichtschirm gegen das Erbleichen ihres Blattgrüns zu schützen weiß. Bekannter als die Licht- und Luftverhältnisse sind die Temperaturerscheinungen. Jedes Schulkind weiß heute, daß es auf den Bergen um so kälter wird, je höher man steigt, und daß schließlich der ewige Schnee auch im Sommer liegen bleibt und daher der Hochgebirgswelt nur ein kurzer „Sommer“, richtiger eine kaum dreimonatige

Wachstumszeit beschieden ist. Das wird aber erst verständlich, wenn wir berücksichtigen, daß die Sonnenstrahlen die Lufthülle durchdringen, ohne sie wesentlich zu erwärmen, daß die Wärmestrahlen hingegen von dem festen Erdboden gespeichert werden, so daß die Erde eine zweite Sonne, eine zweite Wärmequelle darstellt. Je weiter man sich nun beim Bergsteigen von dieser zweiten Wärmequelle entfernt, und je weniger Widerstand die dünne Höhenluft der irdischen Wärmeausstrahlung entgegensetzt, desto kälter muß es werden. Dieser ständigen Temperaturabnahme entspricht denn auch, wie sich das ja überall im Gebirge beobachten läßt, die Ausbildung von Vegetationszonen, obwohl dabei auch Feuchtigkeitsmangel und Windwirkungen mitsprechen. In den tiefsten Regionen begegnen wir, bis zu etwa 800 Meter aufsteigend, üppigem Laubwald, dann bis etwa 1500 m dem dunklen Tann. Und hier, bei etwa 1500 m, befinden wir uns bereits an der Baumgrenze, der Kampfzone des Waldes, an die sich das Krummholz und andere Nachfahren der stolzen Holzgewächse anschließen — wie Alpenrose, Zwerg- und Beerensträucher, die bis zu den einsamen Schneetälchen hinaufreichen oder selbst an den ewigen Schnee stoßen. An andern Stellen ziehen sich von den letzten Krüppeltannen aufwärts oder auch tieferher die sammetgrünen Matten mit ihrem bunten Blumenflor. Trotz dieser gesetzmäßigen Temperaturabnahme kann doch bei Tage in praller Sonne hoch oben — infolge der dünneren Luft — eine ungemein starke Einstrahlung und Erhitzung des Bodens eintreten, die eine lebhafte Verdunstung im Gefolge hat. Man pflegt dann zu sagen: die Sonne sticht. Dem steht aber eine ebenso starke nächtliche Abkühlung gegenüber, wie denn überhaupt der schnelle Wechsel der Temperaturen für das Hochgebirge charakteristisch ist. Man vergleiche nur einen milden Sommerabend an der See mit der raschen abendlichen Abkühlung im Gebirge. Dieser jähe Temperaturwechsel im Gebirge setzt den Pflanzen viel mehr zu als hohe oder tiefe Temperaturen an sich. Fand man doch in Sibirien bei minus 42° C knospende Sträucher, die nachher aufblühten.

Wir berühren nun den letzten, aber für das Pflanzenleben empfindlichsten Punkt im Klima des Hochgebirges, die Wasserversorgung. Im Gegensatz zu älteren Anschauungen muß nach vieljährigen, sehr genau durchgeführten Messungen zugegeben werden, daß wir es in den Gebirgen mit „Inseln stärkerer Niederschläge“ zu tun haben. Die heranbrausenden Winde werden nämlich von den Bergwänden zum Aufsteigen und damit zur Abkühlung und Verdichtung des Wasserdampfes, also zu Niederschlägen gezwungen. Es ist aber zu beachten, daß die mehr oder weniger abschüssige Neigung der Bergwände einen Teil des Wassers ungenutzt abfließen läßt; ein anderer Teil verdunstet auf den oft stark durchglühten Felsplatten, während ein dritter Teil in porösem Gestein in unerreichbare Tiefen versickert. Dazu kommt die oft sehr schnell fortschreitende, gewaltige Abnahme der relativen Luftfeuchtigkeit, die einmal auf dem Mont-Blanc 13% betrug, während ein andermal 100%, d. h. volle Sättigung mit Feuchtigkeit, in Chamonix 50% gemessen wurden. Diese Lufttrok-

kenheit wird einmal durch eine die Verdunstung steigernde starke Besonnung (Insolation) am Tage, wie durch die abkühlende und daher Feuchtigkeit niederschlagende Wirkung der Gletscher und Schneefelder verursacht, vor allem aber wieder durch den geringen Luftdruck der Höhe, der bekanntlich auf dem Mont-Blanc den Wasserdampf aus dem Kochtopf schon bei 85 °C entweichen läßt. So entzieht er wie eine Riesensaugpumpe unausgesetzt schon bei niederen Temperaturen auch dem Boden- wie dem Pflanzenleib einen großen Teil ihrer Feuchtigkeit. Dazu treten die Winde, die sich hier oben in ungehemmter Wucht entfalten können, und deren allbekannte mechanische Wirkung schweren Schaden anrichten kann, besonders wenn lokale Wirbel auftreten. Da werden ganze Wälder verwüstet, so daß die zerbrochenen entrindet durcheinanderliegenden Baumstämme aussehen wie eine umgestürzte Schachtel Streichhölzer. Sie gefährden aber das Pflanzenleben in viel höherem Maße durch ihre Feuchtigkeit fortführende, also ausdörrende Gewalt, die jeder Wäsche trocknenden Hausfrau bekannt ist. Eine der schwersten Gefahren für die Pflanzen bildet bekanntlich der von den Bergen herabstürzende Föhnwind. Was hilft es da, daß die Hänge tagelang von Nässe triefen, wenn ein mehrtägiger Gluthauch alles Leben in Frage stellt! Weist doch Innsbruck im Jahre durchschnittlich 42 Föhntage auf! Wie die starken Temperaturgegensätze so kann eben auch der rasche Wechsel zwischen Trockenheit und Feuchtigkeit der Pflanze verhängnisvoll werden. Noch gefährlicher als der Föhn wüten die winterlichen Froststürme, bei denen sich der Trockenheit die Kälte gesellt. Demnach würde natürlich der Winter für alle Hochalpenpflanzen oberhalb der Baumgrenze die gefährlichste Jahreszeit darstellen, wenn nicht die meisten von ihnen gerade um diese Zeit von dichtem Schnee bedeckt wären. Unter der Schneedecke sind die Pflanzen gegen Austrocknung, Kälte und Sturmschäden geschützt und daher imstande, bei etwa $\frac{1}{2}^{\circ}$ C ganz allmählich die Frühlingstriebe vorzubereiten. Ferner bildet der Schnee ja im Sommer einen unschätzbaren Wasserspeicher. Freilich verkürzt er bei längerer Lagerung die Vegetationszeit, da er den Pflanzen die Licht-, Luft- und Wärmezufuhr sperrt. Seine mechanische Wirkung durch Schneebruch und Lawinen ist bekannt. Auch können die feinen Schneekriställchen, wenn sie von einem Sturmwind an schneefreien Stellen als Schleifpulver gegen die Pflanze geschleudert werden, empfindliche Schäden hervorrufen. Denn man darf sich den Schnee nicht als eine lückenlose Decke vorstellen. Er läßt sich eher mit einem „durchlöcherten Linnen“ vergleichen, da er an steilsten Stellen nicht haftet, an anderen Orten, lokal erwärmt, abschmilzt oder vom Sturmwind fortgeweht wird. An solchen schneefreien Stellen stehen den Pflanzen zwar häufig auffallend warme sonnige Wintertage zur Verfügung, die aber oft von verheerenden Froststürmen abgelöst werden. Für alle Hochalpenpflanzen auf Schneeblößen und für die Bäume bleibt daher der Winter die bei weitem schlimmere Jahreszeit. Wir sehen: die Versorgung der Pflanzen mit Wärme und Licht, Luft und Feuchtigkeit ist im Hochgebirge

mit allerlei Schwierigkeiten verbunden. Prüfen wir nun, wie die Pflanzen ihrer Herr werden, oder wie sie die Berge zu meistern wissen. Wir beginnen unsere Betrachtung da, wo diese Schwierigkeiten deutlich werden, an der Baumgrenze, und wollen zunächst das Schicksal der Holzgewächse verfolgen.

Die hölzernen Zwerge.

Wo Sturm und Schneelast die letzten stolzen Pioniere unserer Wälder entnadeln oder ihnen die Krone herunterreißen, da entwickelt sich zu ihren Füßen in strotzender Kraft — wenn auch in zwerghaftem Ausmaß — die Bergkiefer (*Pinus montanus*). Ihre Kampfmethodik wird aus ihrem Namen ersichtlich. Als „Legeföhre“ oder „Latsche“ legt sie sich einfach hin. Nur die Zweigenden krümmen sich wieder aufwärts, dem Lichte entgegen, und diese Aufwärtskrümmung verschaffte ihr den Namen „Krummholz“ oder „Kniehholz“. Mit so einfachen Mitteln kann sie die im Erdboden gespeicherte Wärme ausnutzen und den stärksten Stürmen ausweichen. Denn je näher am Boden, desto stärker werden die Stürme gebremst, desto weniger kann ihr auch die Wucht der Schneelast zusetzen. Mögen die Lawinen daher rasen, die Latsche liegt ja schon am Boden, ihre elastischen Zweigenden aber lassen sich ohne Schaden niederdrücken, um sich später wieder aufzurichten. Durch die Elastizität ihrer Zweige verhindert sie auch ein Aufreißen des Bodens, wie es bei ihrer Vertreterin, der „Grün-Erle“, an schattigen feuchten Nordhängen so häufig geschieht, falls ihre Stämme nicht rechtzeitig gestützt werden. Aber die Latsche heißt ja auch „Zwergkiefer“. Stamm, Äste und Zweige, sämtliche Achsen also, sind — wie wir wissen — durch die alpine Lichtstärke und Kältewirkung verkürzt. So rücken sämtliche Nadelbüschel näher zusammen, dem Boden zu. Würden die Achsen sich strecken, so würden auch die Nadeln weiter voneinander rücken, so daß der Wind bequem durchblasen kann, wie bei unserer Talkiefer (*Pinus silvestris*). Während ich an einem fingerlangen Zweigende der Talkiefer etwa 150 Nadeln zählte, saßen an einem ebenso langen Zweigende der Zwergkiefer über 300. So wird also die gesamte assimilierende Blatt- oder Nadelmasse auf einen engen Raum zusammengedrängt oder „zusammengekuschelt“. Der Volksmund nennt daher die Latschenbestände bezeichnenderweise auch „Kuscheln“. Durch diese bodennahe Zusammendrängung wird aber auch die Oberfläche verkleinert und dadurch nach einem physikalischen Gesetz die Verdunstung verringert. Im Innern eines so dichten Gestrüpps und zwischen den Nadeln finden sich natürlich zahllose windgeschützte Räume, die ebenfalls einer zu starken Verdunstung wirksam steuern. Im Schatten dieses undurchdringlichen Buschwerks kann sich aber auch die am und im Boden aufgesammelte Feuchtigkeit länger halten. Bei Eintritt scharfen Frostes wird hier zunächst noch eine leidliche Temperatur herrschen, und die Pflanze hat Zeit, sich dem hereinbrechenden Temperatursturz anzupassen, desgleichen bei drohendem Föhnhauch im Sommer.

Die Nadel selbst, die übrigens bei der Bergkiefer kürzer ist als bei der Talkiefer, stellt ja ebenfalls durch Zusammenziehung auf einen äußerst schmalen Raum eine Oberflächenverkleinerung mit ihren wohltätigen Folgen dar. Dazu kommt ihr immergrüner Dauerzustand, der es ihr gestattet, an warmen Wintertagen jeden Lichtstrahl zur Assimilation auszunutzen, denn es gibt hoch oben mehr sonnige und auffallend warme Wintertage als im Tal. Steigt nämlich an einem Südhang infolge Sonnenbestrahlung die Luft empor, so wird naturgemäß die kalte Höhenluft am gegenüberliegenden Nordhang nachgesogen und talwärts verlagert. Dann findet also eine tatsächliche Umkehrung (Inversion) des Klimas statt. Trotz ihrer vorzüglichen Ausrüstung ist die Bergkiefer aber noch vollkommener angepaßten Konkurrenten gegenüber ein „Flüchtling im Kampf ums Dasein“. So weicht sie dem gemeinsten Weideunkraut auf Südhängen, dem Zwergwacholder (*Juniperus communis var. nana*), der es noch gründlicher als sie versteht, sich dem Boden anzuschmiegen. Der dichte Wachsüberzug der Nadeln, der die Verdunstung einschränkt, verleiht diesem Zwergstrauch ein fremdartiges graugrünes Aussehen. Man sollte es kaum glauben, daß dies derselbe Wacholder ist, der geradezu als Sinnbild der Steilheit mit seinem dunklen Grün unsern norddeutschen Heidelandschaften einen so eigenartigen Reiz verleiht. Aus dem Samen des norddeutschen Steil-Wacholders erwächst aber im Hochland die niederlegende Abart. Ein Querschnitt durch die Nadeln beider Formen zeigt bei der Bergform eine dem kurzen Sommer entsprechende 2- bis 3fache Pallisadenschicht gegen eine ziemlich dürftig ausgebildete einfache Schicht der Talform, eine dickere Außenwand der Oberhaut als Verdunstungsschutz und einen breiteren und dichteren Wachsbelag, der in derselben Richtung wirken dürfte. Viel erfreulicher ist unserm Auge der dunkelgrüne Bestand der Berghänge mit dem niederen Buschwerk der Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum*), deren baumstarke 5 m hohe Verwandte an den Hängen des Himalaja zuhause sind. Mit ihren scharlachroten Blütentrauben überhaucht sie die Nordhänge der Zentralalpen wie mit einem „lebendigen Alpenglühen“. Dem Sennen freilich ist sie ein lästiger „Weidefresser“, der alle Mitbewerber im Urgestein aus dem Felde schlägt. Sie flieht den Kalk. Wegen ihrer Anspruchslosigkeit betreffs der Mineralsalze des Bodens gilt sie als „Magerkeitsanzeiger“. Wir aber fragen uns, was sie befähigt, verhältnismäßig große Blätter in ziemlich weitem Abstand zu entwickeln, ohne sich allzu sehr dem Boden anzuschmiegen. Die lederartige Beschaffenheit ihrer Blätter feilt sie freilich weitgehend gegen mechanische Zerreißen, was für die immergrüne Belaubung von großer Bedeutung ist. Die stark kutinisierte 0,05 mm dicke Außenwand (0,01 mm beim Gänseblümchen) setzt natürlich die gefahrdrohende Verdunstung erheblich herab, wobei es nicht so sehr auf die Dicke als auf die Durchsetzung mit wasserundurchlässigen Stoffen ankommt. Die Blattunterseite ist dagegen mit einem dichten Belag dachziegelartig übereinander greifender gestielter Schuppen- oder Schirmhaare bekleidet, die ebenfalls einen ausgezeichneten Verdunstungsschutz

auch für den Fall darstellen, daß die Luftspalten auf der Blattunterseite mit Rücksicht auf die Assimilation geöffnet bleiben. Die weiterer Forschung bedürftigen Schirmhaare sondern übrigens Harz- und Duftstoffe ab, die wohl als Schutz gegen Tierfraß aufzufassen sind. Die allzeit lüsternen Ziegen kehren sich freilich nicht daran, weshalb man in manchen Gegenden die Alpenrose auch „Ziegentod“ nennt. Ob diese kompliziert gebauten Schirmhaare darüber hinaus auch noch die Aufsaugung von Tau oder Regentropfen bewerkstelligen, bedarf noch des Nachweises. Ein großer Reichtum der immergrünen Blätter an Palisadenzellen entspricht der kurzen Vegetationszeit. Ihre Schwester, die kalkliebende, bewimperte Alpenrose (*Rhododendron hirsutum*) hat ihren Namen von den etwa 5 mm langen Haaren, mit denen ausschließlich der Blattrand besetzt ist. Sie sind daher ausgezeichnet in der Lage, Tautropfen niederzuschlagen. Da ferner hinter jedem Haar wieder eine jener schirmförmigen Drüsen steht, so ist man versucht, ihnen die Aufsaugung des Wassers zuzuschreiben, was aber ebenfalls noch nicht erwiesen ist. Bei weitem nicht so reichlich wie bei der rostfarbenen Alpenrose ist auch hier die Blattunterseite mit Schirmhaaren besetzt, ganz spärlich hingegen die Blattoberseite.

Auch die Glocken- oder Schneeheide (*Erica carnea*) ist ein „Weidefresser“, dient aber gelegentlich auch als „Notfutter“ oder auch als Streu für das Vieh. Sie überrascht uns als „Frühblüher“ schon im März durch ihre oft schon unter dem Schnee geöffneten Blütenglocken. Ist er geschmolzen, so erglänzen ganze Bergwände von ihrem Purpurfeuer. Eine so frühe Blüte eignet den meisten hochsteigenden Schnee- oder Nivalpflanzen, die infolgedessen den kurzen Sommer zur Fruchtreife und Ausbildung der nächstjährigen Blütenknospen und Reservespeicher ausnutzen, so daß vom Herbst an alle Blütenknospen unter dem Schnee auf das Signal zum Aufbruch warten. Auch dieser noch nicht fußhohe Zergstrauch verfügt ähnlich wie seine nächsten Verwandten in seiner Blattform über eine merkwürdige Ausrüstung im Kampf um die Berge. Die immergrünen Laubblätter machen, oberflächlich betrachtet, den Eindruck von Nadeln. Das kommt aber daher, daß die kleinen Blätter nach unten zu einer Halbröhre von hufeisenförmigem Querschnitt umgerollt sind. Dadurch befinden sich die ausschließlich auf der Blattunterseite sitzenden Luftspalten in dem windstillen und daher verdunstungsschwachen Innenraum dieser „Rollblätter“, der durch reichliche Behaarung noch windstill wird. Natürlich sind die hartlaubigen Blätter in ihrer Oberhaut mit einer stark kutinisierten Außenwand versehen, während die Innenwand eine verschleimende und daher wasserspeichernde Schicht aufweist. So kann sie einen Wasserverlust von 30% ohne Schaden vertragen. In ähnlicher Weise sind ihre nächsten Verwandten, das auch im Tal wachsende Heidekraut (*Calluna vulgaris*) und die Krähen- oder Rauschbeere (*Empetrum nigrum*) durch Rollblätter ausgezeichnet, die bei der letztgenannten zu einer vollen Röhre herumerollt sind. Auch die winterblütige, in herrlichem Rosa prangende *Azalea procumbens* ist eine Ericacee mit Rollblättern; doch wird

hier der windstille Hohlraum durch eine dicke Leiste in zwei Längsrinnen geteilt. Als Polar- und Eiszeitpflanze verträgt sie das zeitweise Ausapern im Winter und übergrünt oder überflammt mit ihrem Blütenschmuck hochexponierte nackte Feldgrate. Denn anders als die bisher erwähnten Zwergsträucher, die meist bogig aufsteigen, legt sie als ein echter Spalierstrauch ihre Stämmchen in ihrem ganzen Verlaufe flach und eng auf den Felsen. So entsteht ein dichtes Horizontalspalier. Wollte man ein Stämmchen durch einen untergelegten Stein nötigen, schräg aufwärts zu wachsen, so biegt es sich doch hinter dem Stein wieder erdwärts und zeigt so durch dieses aktive Verhalten an, daß es ihm dringend um die Bodennähe mit all ihren Vorteilen zu tun ist. Ihre Widerstandsfähigkeit wird durch eine noch erheblich stärker als bei der Alpenrose verdickte Außenwand erhöht. Sie vertrocknet daher auch erst bei einem Wassergehalt von 10%, während die Blätter der Alpenrosen schon bei 50% zu welken beginnen. Sie weiß aber auch hauszuhalten; denn sie verfügt unter allen Zwergsträuchern über das geringste Transpirationsvermögen. Ein anderer Spalierstrauch aus der Eiszeit ist die Silberwurz (*Dryas octopetala*), deren versteinerte Reste wir noch heute in den sogenannten „Dryastonen“ Nord- und Mitteldeutschlands finden, und der wir noch heute lebend in der Polarzone begegnen. An diesem stummen Zeugen uralter Vergangenheit kann man noch heute schrittweise den Rückzug der eiszeitlichen Gletscher nach Norden und Süden verfolgen. Ihren Namen verdankt sie den oft zwei Meter langen Wurzeln und dem silbernen Haarfilz auf der Blattunterseite. Er erspart ihr in tieferen Lagen die Umrollung der Blätter, die sie bei trockener Witterung und auf exponierten Stellen durchführt. Als ein windgefügter Gratbewohner trägt ihr verfilztes Horizontalpolster viel zur Befestigung rutschender Geröllhalden bei. Vorsorglich hüllen die oft 5 Jahre alten vermoderten Blätter die jungen Knospen ein, die dann im Frühjahr das dunkelgrüne Polster mit großen weiß leuchtenden Blütensternen übersäen. Obwohl sie den trockensten Standort besiedelt und als beherrzter Pionier zu den höchsten Schroffen aufsteigt, folgt sie andererseits dem Lauf der Bergwässer bis tief ins Tal hinab.

Unter diesen hölzernen Zwergen berührt die vielerorts anzutreffende nacktstielige Kugelblume (*Globularia nudicaulis*) mit ihren verhältnismäßig großen, dicklichen Blättern und blaulila Blütenkugeln eher wie ein Kraut der saftigen Matte; aber die waagerechten dem Boden anliegenden Stengel sind gleichfalls verholzt. Die Verholzung der Achsen verbürgt nicht nur eine größere mechanische Festigung, die auch die zarten inneren Stoffbahnen gegen Pressungen schützt, sondern scheint auch den Widerstand gegen Kälte und Trockenheit zu steigern. Strenger alpin wirkt mit ihren kleinen herzförmigen Blättchen ihre Schwester (*Gl. cordifolia*), die eine Austrocknung bis zu 30% Wassergehalt ertragen kann und daher allen Wuchsgenossen zu trotzen vermag. Beide sind echte Spaliersträucher und somit von vornherein gegen mancherlei Gefahren gefeit. Die Oberhaut der Blattoberseite zeigt starke Außenwände mit Ausnahme der äußerst dünnhäutigen Drüsenzellen, die in den zahlreichen trichterförmigen

Vertiefungen der Blattoberfläche stehen. Da ein Sekret nicht beobachtet wurde, so ist man versucht, auch sie als Saugzellen für oberirdische Wasseraufnahme anzusprechen, um so mehr als ihre Fußzellen immer ein reiches Palisadenbündel tragen, das durch anstoßende Palisadenzellen mit den Wassergefäßen in Verbindung steht.

Das Schneetälchen.

Um nun den letzten Mohikaner unserer stolzen Holzgewächse kennen zu lernen, suchen wir am besten eines jener verschwiegenen Schneetälchen auf, die sich hoch oben häufig in der Nähe tief in den Sommer hinein verbleibender Schneereste hinziehen. Dort wird man außer den überaus lieblichen Soldanellen, dem Ruhrkraut und der klebrigen Primel u. a. auch den „kleinsten Baum der Welt“, die Zwergweide (*Salix herbacea*) antreffen. War der Schnee im Winter, wie wir sagten, ein Wärmespeicher, so ist er im Sommer ein Kälteherd.

Daher herrscht im Sommer nach Bergers Untersuchungen, einen halben Meter vom Schneerand entfernt, handtief im Boden eine Temperatur von nur $+ 6^{\circ} \text{C}$, die einen halben Meter weiter auf 11°C und in der doppelten Entfernung auf 12°C steigt. Diese verhältnismäßig kühle Temperatur reicht aus, um das Leben der Pflanze aufrecht zu erhalten. Sie ist auch nicht als eine Wirkung des Schmelzwassers aufzufassen, das sich im Gegenteil verhältnismäßig rasch erwärmt. Nach dieser Anschauung dürfte daher durch die angeblich zu tiefe Temperatur des Schmelzwassers eine Erstarrung der Wurzeln und dadurch behinderte Wasseraufnahme nicht zu befürchten sein. Die Pflanzen der Schneetälchen hätten also demnach nicht etwa — inmitten der Feuchtigkeit — unter einer sogenannten „physiologischen Trockenheit“ zu leiden. Sie sollen vielmehr trotz der hochalpinen Strahlungswärme und starken Transpiration keineswegs an Wassermangel leiden. Es bleibt indes zu berücksichtigen, ob die starke nächtliche Abkühlung und die kalten Schneewinde die Wurzeltätigkeit nicht doch vorübergehend lähmen und es der Pflanze erschweren, die gerade im Schneetälchen durch die lange Schneelage verkürzte Vegetationszeit gehörig auszunutzen. Auch wird von anderer Seite betont, daß der Spätsommer für manches Schneetälchen Austrocknung bringen kann. Wie man sieht, muß eine Schneetälchenpflanze, auch wenn sie im allgemeinen unter Wassermangel nicht zu leiden hat, dennoch auf alle möglichen Notlagen gefaßt sein. Solchen Notlagen begegneten die bisher betrachteten Zwergsträucher dadurch, daß sie sich in steigendem Maße dem Boden anzuschmiegen suchten. Die Zwergweide übertrumpft sie alle, indem sie als kluger Zwerg die Vorsicht als den besseren Teil der Tapferkeit wählt und mit Wurzel, Stamm und Krone entschlossen in den Erdboden flüchtet. Nur die äußersten Zweigspitzen mit je zwei dürftigen Blättchen grünen fröhlich dem Lichte entgegen. Wenn das Zwerglein in seinem Unterstand auch gegen Wind und Kälte wie gegen übermäßige Bestrahlung gründlich geschützt und bezüglich

der Wasserversorgung durch die langdauernde Schneeschmelze nicht eben ungünstig gestellt ist, so mag man sich dennoch wundern, daß die Außenwände ihrer Oberhaut nicht stärker verdickt sind. Natürlich ist bei einer so schwachen Belaubung oft das ganze innere Blattgewebe in Palisadenzellen übergegangen. So schichtet sie in mühsamer Assimilationsarbeit Jahresring an Jahresring. Freilich ist das Wachstum so kärglich, daß ihr 3—5 cm hohes Stämmchen mit 6 Jahren erst Stricknadelstärke erreicht, und im kräftigen Mannesalter — also mit etwa 40 Jahren — nicht dicker ist als ein Bleistift. Aber dieser winzige Bruder unserer stolzen Waldriesen meistert trotzdem die Berge und kann, noch an der Grenze alles Lebens, auf jene Großen, die an der Baumgrenze Verzicht leisten mußten, triumphierend herabsehen.

Ganz anders verfährt das Sonnenglöcklein, die krautige Soldanelle (*Soldanella montana*). Auch sie hat den Winter im sicheren Gewahrsam der Schneedecke verbracht und in stiller Arbeit ihre Frühlingstriebvorbereitet. In ihrer Sonnenungeduld kann sie aber das Abschmelzen der Schneelast nicht erwarten, sondern drängt ihre Blütenstengel selbst durch handhohe, ziemlich hartgefrorene Schneeschichten hindurch. Zu dieser Durchschmelzung reicht freilich die von den Blüten entwickelte Atmungswärme nicht hin. Da aber die Sonnenstrahlen den Schnee wie die Luft durchdringen, ohne sie merklich zu erwärmen, dagegen von den dunklen Stengeln und Knopsen aufgespeichert werden, so liegt hierin die physikalische Ursache für den jeden Bergwanderer fesselnden Durchbruch der zarten Blütenglocken durch verharschten Schnee. Der äußerste Blattrand ist senkrecht herabgebogen, so daß er bei Tau und Regenfall als Träufelkante wirken kann. Es zeigt sich ferner, daß im Verlauf dieses Blattrandes alle größeren Adern — also auch Wassergefäße — münden, deren verdickte Enden aus lauter saugfähigen, dünnwandigen Zellen bestehen, also mit einem Epithem. Vor einem solchen Epithem steht immer eine Wasserspalte der Oberhaut. Das ist eine Öffnung zwischen zwei benachbarten Oberhautzellen, die den Schließzellen der Luftspalte ähnlich sehen und auch wohl aus ihnen entstanden sind, deren Beweglichkeit aber aufgehoben ist. Es ist daher wahrscheinlich, daß die Pflanze in Zeiten übergroßer Nässe (zur Zeit der Schneeschmelze) auf diesem Wege den Wasserüberschuß hinauspreßt, wie es sich auch bei vielen Pflanzen der Ebene beobachten ließ, so bei der Fuchsie und der Kapuzinerkresse. In Trockenperioden aber kann sich der in den Hochalpen so häufige Tau an den schmalen Blatträndern niederschlagen und auf umgekehrtem Wege eingesogen werden, was sich für einige hochalpine Pflanzen nachweisen ließ. Jedenfalls würde es auch für die Soldanelle von Vorteil sein, wenn sie beiden Gefahren auf diese Weise begegnen könnte. Daß auch hier eine mehrfache Palisadenschicht entwickelt wird, braucht nicht hervorgehoben zu werden. Was die zahlreichen Drüsen auf beiden Blattseiten für die Pflanze zu bedeuten haben, ist noch durchaus ungewiß. Bei ihrer Verwandten, der ausgesprochen hochalpinen *Soldanella pusilla*, tritt noch die Kleinheit der Blätter, die kaum 1 cm breit sind, als verdunstungshemmender Faktor hinzu.

Matten und Almen.

Wir verlassen nun dies noch einer weiteren Klärung bedürftige Gelände und wenden uns den sammetgrünen Hängen zu, die ebenfalls bis an den ewigen Schnee hinaufreichen können, und die wir als „Matten“ und — wenn sie bewirtschaftet sind — als „Almen“ bezeichnen. Auf einer echten Matte begegnen wir keinem Holzgewächs, dagegen einer mehr oder weniger dicht verwobenen Fülle saftiger Kräuter, die in ihrem üppigen Blumenflor oft alles in den Schatten stellen, was wir in der Ebene auf unsern gewiß herrlich bunten Wiesen an Blütenpracht gewohnt sind. Der Reichtum ihres Standortes an Humus und nahrhaftem Schutt und die — besonders in tieferen Lagen und je nach Formung und Beschaffenheit der betreffenden Höhenzüge — mehr oder weniger reiche Durchrieselung mit Wasser sind einer solchen sommerlichen Entwicklung der Vegetation günstig. Stellt doch der gesamte schwellende Teppich der Matte einen Riesenschwamm dar, der Feuchtigkeit aufsaugt und festhält. Die Sennen aber wählen zur Bewirtschaftung nur solche Matten, die ausreichend bewässert und womöglich gegen rauhe Stürme, Lawinengefahr und Steinschlag geschützt sind. Und das liebe Vieh tut noch ein übriges, um den Boden recht fruchtbar zu gestalten. In solcher bevorzugten Lage kann sich natürlich eine Vegetation entfalten, die gar keinen hochalpinen Charakter trägt. Es ist die Hochstaudenflora, die uns oft mannhoch z. B. an der Wendelsteinalpe begegnet. Da finden wir neben den weißen Riesendolden des Bärenklau (*Heracleum austriacum*), das rosa blühende Hufblatt (*Adenostylis albifrons*), den Alpenlattich (*Mulgedium alpinum*) u. a. Aber auch auf unbewirtschafteten, feuchteren Matten finden wir hochstenglige, saftige Kräuter von sperrigem Wuchs, wie den punktierten, den gelben und den blutroten Enzian (*Gentiana punctata, lutea, purpurea*), den giftigen Germer (*Veratrum album*), lauter Pflanzen, deren unbekümmerte hoch und breit ausgreifende Tracht keineswegs an die Rauheit des Bergkampfes gemahnt. Im Herbst freilich ist all die oberirdische Herrlichkeit vorüber, und nur die unterirdischen, mit Speicherstoffen erfüllten Grundachsen, Knollen und Zwiebeln überdauern als einzige Kampfmittel den unerbittlichen Winter.

Wir wenden uns den höher gelegenen, trockneren und rauheren Magermatten zu, wie wir sie zwischen Felsen und Schuttstreifen oberhalb 2000 m ü. M. in der Nähe vieler Alpenvereinslütten reichlich finden. Da sprossen in Fülle Narzissen, Krokus und Herbstzeitlose. Da duften die mannigfaltigsten Orchideen, unter ihnen der in verhaltener Granatglut duftende Blütenschopf der Brunelle oder des Kohlröschens (*Nigritella nigra*). Je höher wir steigen, desto schwerer der Kampf, desto lockerer der Zusammenhang, so daß wir die einzelnen Pflanzen schon deutlich voneinander unterscheiden können. Da sehen wir dann besonders eine Wuchsform, sogar bei den Angehörigen entfernter Verwandten stets und ständig wiederkehren, das ist die Blattrosette, die besonders zahlreich in der Familie

der unzähligen Korbblütler oder Kompositen auftritt. In prächtiger Ausbildung fesselt sie besonders bei der auch in tieferen Lagen häufigen Eberdistel (*Carlina acaulis*), deren silberglänzender Blütenkorb dicht auf dem Boden zu liegen scheint, in Wahrheit im Mittelpunkt eines prachtvollen, dem Boden angepreßten Blattkranzes. Würden wir den kaum 1 cm hohen Stengel, der den Blattkranz und den Blütenschopf trägt, in die Länge ziehen können, so würde jedes Blatt in gemessener Entfernung vom folgenden zu stehen kommen, und wir hätten damit wieder die sperrige Wuchsform unserer Talpflanzen. Es ist also das uns schon bekannte Kurzbleiben der Achsen, das die bodennahe Rosettenform erzeugt. Und nun fallen uns auch alle die Vorteile der Bodennähe wieder ein, die besonders eine üppig beblätterte Rosette darbietet, nämlich die Ausnutzung der Bodenwärme und der sich unter der Rosette und zwischen ihren Blättern sammelnden Feuchtigkeit, die Milderung des Einflusses der Außentemperaturen und die die Verdunstung einschränkende Windstille zwischen und unter den Blättern. Solche Rosettenpflanzen sind die Alpenwucherblume (*Chrysanthemum alpinum*), die Heilkräuter Arnika und Gemswurz und die Bergaster (*Aster alpinus*). Viele Arten zeigen an Stengeln und Blättern einen dichten Haarfilz. Ein solcher Filzbezug bietet der Pflanze einen dreifachen Vorteil. Er kann einer übermäßigen Verdunstung steuern, der Pflanze den raschen Temperaturwechsel leichter ertragen helfen oder auch als Lichtschirm das empfindliche Blattgrün schützen. Seidenpelzverbrämt erhebt sich die schämige Frühlingsanemone (*Anemone vernalis*) nur wenig über den Boden. Über den dichtesten Pelzmantel verfügt das Edelweiß (*Leontopodium alpinum*), bei dem nicht bloß die Blätter, sondern auch der Stengel und der vielbegehrte Blütenstern mit zottiger Seide besetzt sind. Der weiß leuchtende Stern freilich gehört, streng genommen, nicht zur Blüte; er ist vielmehr eine hochangelegte schneeweiße Blattrosette, die sich als weithin leuchtendes Anlockungsmittel für Insekten in den Dienst der Blüten gestellt hat. Die eigentlichen Blüten dagegen sind jene kleinen gelblichen Köpfchen, die inmitten des weißen Sternes auf Insektenbestäubung warten. Ein mikroskopisches Bild der Filzhaare zeigt ferner, daß sie mehrzellige Gebilde darstellen, deren äußerste Zellen als leere, lufterfüllte Schläuche allein geeignet sind, jene dreifache Aufgabe zu erfüllen. Die untersten safterfüllten Haarzellen sind dagegen befähigt, Feuchtigkeit aufzusaugen und neue Luftschläuche zu bilden. Im Besitze eines so vorzüglichen Schutzmittels kann das Edelweiß auf eine Verdickung der Außenwände seiner Oberhaut völlig verzichten. Daß ferner ein so wirksames Kampfmittel dem Edelweiß nicht allein vorbehalten bleibt, hörten wir schon. Ich will daher nur noch einzelne dieser Bevorzugten mit Namen anführen: Das zottige Habichskraut (*Hieracium villosum*), das Silberkreuzkraut (*Senecio incana*) und die Wermut-Schafgarbe (*Achillea clavennae*). Von den mancherlei seltsamen Pflanzen, die uns die Magermatte zu bieten hat, will ich noch einen Liebling aller Bergsteiger, den stengellosen Enzian (*Gentiana acaulis*), etwas näher betrachten: Mit seiner dürftigen Blattrosette von 3—5 lanzettlichen

Blättern vermag er sich oft in brennender Hitze wie in schneidender Kälte zu behaupten, die riesige, tiefblaue Blütenglocke aufzubauen und Vorratsstoffe für das nächste Frühjahr bereitzustellen. Die Außenwand der Oberhautzellen ist außerordentlich verdickt und mit einer starken Cutinauflage versehen, so daß die kostbare Feuchtigkeit aus den Blättern nicht so leicht verdunsten kann. Auch der Schleim in den Zwischenzellräumen hält die Feuchtigkeit fest.

Die Geröllhalde.

Da wo der Mattenteppich sich mehr und mehr in einzelne Pflanzen aufzulösen beginnt, stoßen wir leicht wieder an jene Schneefelder und Schneetälchen oder gar an den ewigen Schnee. In einer anderen Richtung treffen wir vielleicht Felswände, von deren steilen Zinnen hellstimmernde Geröllhalden herabziehen, die sich nach unten immer mehr verbreitern. Wenn es wahr ist, daß manche Schutthalde — wie Federer bemerkt — schon durch das bloße Hüfteln eines Menschen in Bewegung geraten kann, so dürfte ein solches Gelände der ungeeignetste Siedlungsbezirk sein. Denn, wenn eine Pflanze schon auf die freie Beweglichkeit verzichten muß, die es einem Tier gestattet, unwirtliche Stätten jederzeit zu verlassen, so ist die Pflanze mit der Scholle als ihrem einzigen Nähr- und Ankerplatz mit tausend Würzelchen und Wurzelhaaren aufs innigste verbunden. Wenn ihr nun dieser Boden gewissermaßen unter den Füßen wegrutscht und das dürstende Wurzelwerk entblößt, wohl gar die ganze Pflanze entwurzelt oder unter rollendem Schutt begräbt, dann muß man es als eine gewagte Bodenspekulation bezeichnen, sich hier anzusiedeln. Aber auch der ruhende Schutt birgt noch mancherlei Schwierigkeiten. Der Verwitterungsgrus ist zwar reich an Mineralsalzen. Dem steht aber die Armut an wasserhaltenden Humus und überhaupt ein gewisser Mangel an Feuchtigkeit gegenüber. Der äußerst dünn und lückenhaft besiedelte Schutt ist der heißen Sonnenstrahlung und dem Wind offen preisgegeben und unterliegt daher starker Verdunstung. Besonders in größerem porösen Kalkschutt zieht sich ein Teil des Wassers in unerreichbare Tiefen hinab, wenn auch die Bodenfeuchtigkeit nicht so schwach ist, wie man früher oft annahm. Auch wenn sich der Schutt pfeffertrocken anfühlt, so ist doch meist eine erhebliche Feuchtigkeitsmenge durch die Anhangskraft (Adhäsion) an die Bodenteilchen gebunden. Um dies Adhäsions-Wasser loszureißen, müssen die Wurzelzellen eine hohe osmotische Saugkraft besitzen, wie sie tatsächlich für einige Schuttpflanzen gefunden wurde. Müssen sie doch auch die ziemlich hohen Saugkräfte des Bodens überwinden, die im Schutt bis über 9 Atmosphären ansteigen und an manchen Stellen vielleicht die 12 Atmosphären Grenze erreichen. Man macht nun geltend, daß die geringere Feuchtigkeit einer Schutthalde sich dafür auch auf eine geringere Zahl der hier nur zerstreut wachsenden Pflanzen verteilt. Wohl entwickeln die Schuttpflanzen häufig lange Wurzeln, um aber an der auf die ganze Geröllhalde verteilten Feuchtigkeit teilzuhaben, müßten sie

ein feinmaschiges gleichmäßiges Netzwerk über große Bezirke anlegen. Auch möchte ich darauf hinweisen, daß eine dichtere Pflanzendecke auch wieder mehr Wasser zu speichern vermag. Rutschgefahr und eine gewisse Wasserknappheit dürften daher den beherzten Siedlern steiler Schutthalden das Leben mehr oder weniger erschweren. Wir sind deshalb immer aufs angenehmste überrascht, wenn wir auch auf diesen verödeten staubgrauen Trümmerfeldern hie und da ein Pflänzchen, etwa das Alpenleinkraut (*Linaria alpina*) antreffen, aus dessen violetten Lippenblüten als Honigmal ein orangegelber Fleck leuchtet. Trotz des freudigen Blütenüberschwangs werden wir den Eindruck rührender Ohnmacht nicht los, wenn wir sehen, wie die dünnen graugrünen Stengelchen in praller Sonne schlaff auf dem Boden liegen oder vom Sturmwind haltlos nach allen Seiten gezerrt und gezaust werden. Freilich bietet die Bodennähe manche Vorteile, auch schützt sie der graugrüne Wachshauch, der die ganze Pflanze überzieht, gegen gefährliche Feuchtigkeitsverluste, wenn auch die Außenwand der Oberhaut nicht stark genug erscheint. Dafür setzt die Kleinheit der schmalen Blättchen und die etwas vertiefte Lage der Luftspalten die Verdunstung bis zu einem gewissen Grade herab. Gegen die mechanische Gewalt rutschender Schuttmassen ist sie sicherlich ohnmächtig. Aber diesem schwachen „Schuttüberkriecher“ erstehen in den „Schuttdeckern“ wirksame Helfer. So ist ihr der rote Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia*) schon darin überlegen, daß seine Triebe und Ausläufer an allen möglichen Stellen Wurzel schlagen, so das Erdreich von obenher durchspinnen und einigermaßen befestigen. Seine auffallend kleinen gegenständigen Blätter umfassen als dickliche Schuppen den Stengel. Ihre dunkelgrüne Färbung weist schon darauf hin, daß ihr Inneres wenigstens in der oberen Blatthälfte fast ausschließlich von oft 10-schichtigen Palisadenreihen erfüllt ist, so daß kaum noch eine Schwammzelle zu entdecken ist. Außerdem enthalten die Blätter einen bräunlichen Schleim, der befähigt ist, Feuchtigkeit wochenlang festzuhalten. Dazu verhilft auch die außerordentlich stark verdickte cutinisierte Außenwand der Oberhaut, die das saftstrotzende Blatt als ein verdunstungssicherer Panzer umgibt. Bei solcher Ausrüstung wird es verständlich, daß die Pflanze weit ausgreifende schwelende Rasenpolster zuwege bringt, die über und über mit dunkelroten Blüten bedeckt sind.

Ein ganz anderes Verfahren als dieser Schuttdecker verfolgt das rundblättrige Täschelkraut (*Thlaspi rotundifolia*), das uns mit seinen schneeweißen oder rosa-farbenen Blütendolden so freudig anlacht, wie ein „frischer Gesundheitsblick“. Zwar sind seine Blätter verhältnismäßig groß und zeigen — abgesehen vom Palisadenreichtum und einer nur mäßig verdickten Außenwand, keinerlei auffallende Anpassungen. Dafür verbringt es einen guten Teil seines Lebens unter Tage, wo es, gegen Sonnenbrand und Stürme geschützt, den feuchteren Bodengrund ausnutzen kann. Von der 40 cm langen Pfahlwurzel sendet es bogig nach allen Richtungen zahlreiche unterirdische Triebe, von denen Stengelbüschel

nach aufwärts abzweigen, den Schutt durchflechten und später verholzen. Noch viel vollkommener verstehen 2 Gräser, das zweizeilige Hafergras (*Trisetum distichophyllum*) und das Montcenis-Rispengras (*Poacenisia*) diese Erdarbeit, indem ihre unterirdischen Triebe mit derber Bohrspitze meterweit und waagrecht den Boden durchdringen, an jedem Stengelknoten Wurzeln schlagen und Knospen für neue Blattbüschel anlegen, also in dreifacher Richtung den Boden durchflechten. Man möchte diese „Schuttwanderer“ daher lieber „Schuttdurchflechter“ nennen. Daß solch unterirdisches Netzwerk mit der Zeit auch eine steilere Schutthalde zum Stehen bringen kann, ist wohl einzusehen. Wenn ich aus dem kämpfenden Heer der Schuttkräuter auch nur einige herausgegriffen habe, so kann ich doch den Meister des Gerölls nicht übergangen, nämlich: den Gletscher-Hahnenfuß (*Ranunculus glacialis*), der Blöcke von der Größe eines Straußeneies am Abrollen verhindern kann. Natürlich rammt sich dieser „Schuttstauer“ mit kräftigen Wurzeln ins Erdreich; aber seine Schutt stauenden Krautstämme sind unverholzt und werden allein durch den Saftdruck ihrer Zellen gesteift. Stärkste Hervorhebung verdient auch die Tatsache, daß er weit über der Schneegrenze, bis zu einer Höhe von 4275 m ü. M. angetroffen wurde. Unser Erstaunen erreicht aber erst den Gipfel, wenn wir feststellen, daß dieser „unverfrorene“ Geselle diesen Höhenrekord ausführt, ohne über eine vorschriftsmäßige hochtouristische Ausrüstung zu verfügen. Da ist weder ein Haarkleid noch ein Wachsüberzug, weder eine nennenswerte Verdickung der Außenwand noch Schleiminhalt nachweisbar. Im Gegenteil richtet sich sein anfangs niederliegender Stengel später keck aufwärts, und das sperrige Astwerk zeigt einen Büschel ziemlich großer, saftig grüner, gelappter Blätter, die in nichts an eine hochalpine Pflanze erinnern. Zwar Feuchtigkeit liebend, gedeiht er doch auch auf sonniger Schutthalde, so nach Schröters Angaben in 2700 m Höhe am Südost-Abhang zwischen dem Diavolezzasee und dem gleichnamigen Gletscher. Nur die kleinsten Formen auf höchsten Felsgraten zeigen eine spärliche seidenweiche Behaarung. Es muß also schon im Erbgut seiner Zellkerne oder seines Plasmas eine Widerstandskraft beschlossen liegen — eine Mitgift, um die ihn alle anderen pflanzlichen Hochtouristen beneiden können. Wir sehen auch an dieser Stelle, daß die Möglichkeiten der Natur doch weiter reichen als unsere Erkenntnis, und daß einer zukünftigen Forschung noch etwas zu tun übrig bleibt.

Die Felsflora.

Steigen wir nun am Ende unserer floristischen Streifzüge auf einen jener Felshänge, die an der Schutthalde aufragten, so betreten wir ein Gelände, das die Pflanze vor neue Schwierigkeiten stellt. Die breiteren Felsspalten zwar, die häufig Mineralsand, Humus und Wasser in reichlichem Maße speichern, bieten den Pflanzen günstigere Bedingungen. Es hängt aber sehr wesentlich von der Weite, Tiefe und Richtung der Spalten ab, ob sie nicht bloße Abzugs-

kanäle darstellen, durch die das schnell fortrinnende Wasser den Humus und Verwitterungsstaub zum großen Teile wegpült. Oft sind sie auch räumlich zu winzig, um eine nennenswerte Aufspeicherung zu leisten. Dasselbe kann man von den kleineren Rillen und flachen Vertiefungen sagen, an denen die Oberfläche des Felsens so reich ist, und die dennoch von bedürfnislosen Pflanzen mit zäher Ausdauer besiedelt werden. Gerade diese kleineren Hohlräume zeigen natürlich die Rauheit der Lebensbedingungen am deutlichsten. Der ausdörrende Sturmwind hat Gelegenheit, den fruchtbaren Verwitterungsstaub wegzublasen und die Verdunstung zu steigern. Brennende Sonnenglut am Tage und starke nächtliche Abkühlung bedrohen weiterhin den Wasserhaushalt und die Assimilation; und dennoch finden wir auch an windgefügten Graten die dichten Polster des Mannsschildes, die goldenen Blütenolden des Hungerblümchens, mancherlei Steinbreche und Hauslaubgewächse — auch an schneefreien Stellen. Die bunte Schar der Primeln, so *Primula auricula*, weiß die günstiger gestellten Klüfte und Felsspalten auszunutzen. In den verdickten Zellwänden der Wurzelrinde wird leicht löslicher Zellstoff, sogenannte Reserve-Zellulose, gespeichert, die im Frühling zum Neuaufbau Verwendung findet. Die ebenfalls schon im Herbst ziemlich weit entwickelten Rosettenblätter enthalten in ihren Schwammzellen reichlich Stärke, und ihre verdickten Zellwände bestehen ebenfalls teilweise aus Reserve-Zellulose. Im Sommer dagegen stellt das Schwammgewebe einen Wasserspeicher dar. Denn die umfangreichen Hohlräume zwischen den Schwammzellen sind dann reichlich mit wasserhaltendem Schleim erfüllt. Der würde freilich einem bei den meisten Pflanzen an der Blattunterseite eintretenden Luftstrom den Weg versperren. Deshalb ist es wohl verständlich, ja notwendig, daß bei *Primula auricula*, *glutinosa*, und *hirsuta*, die ihren Schleim in den Zwischenzellräumen bergen, die Luftspalten ausschließlich der Blattoberseite angehören und in große Atemhöhlen münden, während die Blattunterseite durch ihre sehr starke Außenwand das ziemlich dicke Blatt festigt und gegen übermäßige Verdunstung sichert. In welchem Maße diese Mittel die schädliche Verdunstung verzögern, geht daraus hervor, daß ein der Primel entnommenes Blatt nach 33 Tagen noch nicht alle Feuchtigkeit verdunstet hatte, weil die Waage danach noch einen weiteren Gewichtsverlust anzeigte. Dagegen ließ eine andere Pflanze schon nach 5 Tagen keine weitere Verdunstung mehr erkennen, so daß ihr Gewicht gleichblieb. Die auf exponierten Felskanten hausenden Steinbreche verstärken ihre Außenwände auf beiden Blattseiten gewaltig, weshalb ich sie gern gepanzerte Ritter nenne. Die starre Blattrosette des traubigen Steinbrechs (*Saxifraga aizoon*) zeigt an ihren harten Blättern noch eine Besonderheit. Ihre Blattränder sind deutlich weiß punktiert. Diese weißen Punkte erweisen sich unter dem Mikroskop als Kalkstöpsel, die ebenso viele Wasserspalten nach außen abschließen, wodurch natürlich einem Verdunstungsverlust vorgebeugt wird. In den öfter auftretenden Feuchtigkeitsperioden ist die Pflanze in der Lage, das überschüssige Wasser mit Hilfe der

angeschwollenen Enden seiner Blattadern oder Gefäßbündel, sog. „Epitheme“, durch die Wasserspalten nach außen zu entleeren. Diese Epitheme bestehen aus einem lückenreichen Haufen zartwandiger rundlicher Zellen. Der in dem ausgeschiedenen Wasser gelöste Kalk wird nach Verdunstung des Wassers abgeschieden und bildet allmählich den Stöpsel heran, der übrigens durch Vorsprünge der Oberhaut am Abfallen verhindert wird. Wenn sich hingegen in Trockenzeiten der nächtliche Tau an den Blatträndern niederschlägt, so wird der Kalkstöpsel angelöst und das heftig begehrte Naß von den Saugenden der Gefäßbündel aufgesogen. Damit ist dieser Steinbrech wie auch manche anderen Felsbewohner in seinem Wasserhaushalt sichergestellt.

Zu den kühnsten Gratbewohnern gehört auch eine Anzahl Polsterpflanzen, besonders der Mannschild (*Androsace Chamaejasme*). Seine dem Boden angepreßten Kugelpolster gehen aus dicht zusammengepflecht Rosettenverzweigungen hervor und bilden einen Schild oder Wall gegen die Gefahren der Berge. So fand man sie unversehrt und ungeschützt bei Windstärke 11, also einem regelrechten Orkan, und einer Temperatur von -31° C. Die abgestorbenen Blätter der früheren Jahre speichern sich im windstillen Innern als nährender Humus. Natürlich kann das Rosettenpolster zu Zeiten auch als Wasserspeicher genutzt werden und bietet im übrigen alle Vorteile einer bodennahen Zwergwuchsform. Im Blattbau zeigt sich die schon mehrfach erörterte Trocken- und Lichtstruktur in schöner Ausbildung. Dazu treten Wasserspalten und ein wunderbarer dunkelvioletter Lichtschirm auf der Oberseite der bei der dachziegelförmigen gegenseitigen Bedeckung freibleibenden Blattspitzen. Den Gipfel vielseitiger Anpassung erreichen aber die Hauslaubgewächse, etwa die Dachhauswurz (*Sempervivum tectorum*), die wir auf nacktem, sonnendurchglühtem Fels im Sommer und an derselben vom Schnee verschonten Stelle zur Winterszeit in ihrem satten Grün bewundern können. Ihre fleischigen, spatelförmigen Blätter bilden eine vielstrahlige Blattrosette. Indem sie sich aber bogig aufwärts krümmen und dachziegelförmig aufeinanderlegen, schließt sich die Rosette zur Vollkugel. Damit hat sie im Hinblick auf Wasserersparnis die Idealgestalt erreicht. Denn die Kugel verbindet unter allen denkbaren Formen mit der größten Masse die kleinste Oberfläche, wird also schon aus diesem Grunde die geringste Menge Feuchtigkeit verdunsten. Außerdem besitzt sie in ihren Blättern ein schleimführendes Wassergewebe, das das kostbare Naß nicht nur sammelt, sondern auch festhält. Ein höchst eigenartiger Atmungsprozeß setzt die Pflanze ferner in den Stand, ihre Luftspalten ungewöhnlich lange geschlossen zu halten und so ihre Wasserreserven zu schützen. Wenn wir hinzufügen, daß das Hauslaub (wie auch einige andere Alpenpflanzen) noch unter 0° C assimilieren kann, so werden wir verstehen, daß die kleinen grünen Rosettenkugeln allen Jahreszeiten auf nacktem Felsen trotzen, daß sie der Wurzel fast bloß noch als Haftorgan bedürfen und dennoch imstande sind, jedes Jahr einen erstaunlich üppigen Blütenschaf emporzutreiben.

Schmarotzer.

Mit dieser Höchstleistung im Kampf um die Berge könnte ich schließen, wenn es nicht — wie überall auf Erden — so auch unter den Alpenpflanzen Wesen gäbe, die es verlernt haben, auf ehrliche Weise, d. h. also durch Assimilation ihre Selbsterhaltung zu betreiben, und daher ihre Nachbarn um die Früchte ihrer Lebensarbeit betrügen. Man darf wohl annehmen, daß eine ganz außergewöhnliche Notlage sie dahin gebracht hat, auf ihre vornehmste Lebensaufgabe, die von Geschlecht zu Geschlecht vererbte Assimilation, zu verzichten und somit ihre Pflanzennatur zu verleugnen. Zwar äußerlich sieht man ihnen ihr dunkles Gewerbe nicht immer an. Es sind oft Pflanzen mit lieblichen Blüten und anmutigen Namen, die wie der Augentrost (*Euphrasia minima*) mit ihren grünen Blättern auch assimilieren können. Gleichwohl schmiegen sie sich mit ihren Würzelchen an die Wurzeln ihrer ahnungslosen Nachbarn und entziehen ihnen mit Hilfe kleiner Saugwarzen den Lebenssaft. Der Landmann, der unter diesem räuberischen Einfluß seine Futterpflanzen hinwelken sieht, nennt den Augentrost daher bezeichnenderweise „Milchdieb“. Wir wollen aber zu seiner Ehre erwähnen, daß er in großer Höhe als kaum 1 cm hoher Knirps oft vergebens nach einem fremden Saftspender ausschaut und dann seinen Lebensbedarf ausschließlich durch eigene Assimilation decken muß. Zu solchen „Halbschmarotzern“ gehören auch die Läusekräuter und die düster dreinschauende Bartschie (*Bartsia alpina*). Ganz anders die den Orchideen angehörige Sommerwurz (*Orobanche*), die Schuppenwurz (*Lathraea*) und die Vogelnestwurz (*Neottia*), die des Blattgrüns völlig entbehren und daher schon durch ihr wachsbleiches oder bräunliches Aussehen und die Verkümmerng ihrer Blätter zu bloßen Schuppen verraten, daß es sich hier um Vollschmarotzer, oder echte Parasiten handelt, die teilweise mit anderen Schmarotzern, den Pilzen, eine Art Rückversicherung eingegangen sind: eine nette Gesellschaft! Als Grenzfallweise ich noch auf das durch sein unschuldiges Blütenweiß erfreuende Fettkraut (*Pinguicula alpina*), das sogar die Tierwelt in den Kreis ihres Räuberlebens zieht, indem es durch den fettglänzenden Schleim seiner Blätter Insekten anlockt und sie als gerissener Wegelagerer buchstäblich einwickelt, um sie in aller Ruhe zu verspeisen, d. h. auszusaugen. Zur Absonderung des anlockenden Schleims wie der Verdauungssäfte dienen pilzförmige Drüsenzellen.

Mit dieser Selbstpreisgabe der Schmarotzer stehen wir nun freilich am Ende des lautlosen aber unausgesetzten Kampfes um die Berge, und wir werden im Rückblick zugeben, daß es sich in der Tat um eine fabelhafte äußere und innere Ausrüstung handelt. Da erhebt sich die Frage: ist diese Ausrüstung angeboren, oder erst in diesem Lebenskampf erworben? Man wird den letzten Teil der Frage bejahen, wenn man bedenkt, daß derselbe Wacholder, der im Tieflande wie eine Bildsäule steil aufragt, sich im Hochgebirge flach an den Boden schmiegt. Zu demselben Ergebnis führt das klassische Beispiel Bonniers. Nach seinem

Bericht halbierte man eine Pflanze des Hornklees (*Lotus corniculatus*), versetzte eine Hälfte in die Pyrenäen, während man die andere im Tale beließ. Als man die Blätter der beiden Pflanzen nach fünf Jahren untersuchte, stellte es sich heraus, daß die im Tal verbliebene Pflanze noch immer nur über eine Reihe dürftiger Pallisadenzellen verfügte, während das gesamte Blattinnere der Hochgebirgspflanze in ein 5—6schichtiges Palisadengewebe übergegangen war. Wenn man daher auch zugeben muß, daß das Klima auf die Formgestaltung einen bestimmenden Einfluß ausübt, so muß man doch nicht zu früh verallgemeinern. Denn manche Kampfmittel, wie etwa der Schleiminhalt mancher Pflanzen, wurden als Verwandtschaftsmerkmale von den Vorfahren ererbt und erwiesen sich im Hochgebirge als vorteilhaft. Aber auch in den Fällen, die eine unverkennbare Wirkung des Klimas verraten, fragt es sich, ob die Hochgebirgsnatur, insbesondere das Klima, den allein ausschlaggebenden Faktor darstellt, und ob dabei den Pflanzen nur die Rolle des Amboß zufällt, auf dem jene äußeren Faktoren nach Belieben hämmern und prägen. Wäre dem so, dann würden alle Lebensformen in der Tat das sogenannte „Produkt der Verhältnisse“ oder des Milieus darstellen — wie man früher gemeint hat. Wenn sich aber eine Pflanze durch Ausbildung eines dichten Haarkleides gegen Lufttrockenheit schützt, so kann man doch deswegen nicht behaupten, daß das Haarkleid die ausschließliche physikalische und chemische Folge der Lufttrockenheit wäre. Sonst müßten ja alle Pflanzen desselben Schutzmittels teilhaftig sein. Statt dessen findet man bei manchen Hochalpenpflanzen auch nicht die Spur einer Behaarung, dagegen einen Wachsüberzug, eine starke Wandverdickung, Rollblätter oder dergleichen; oder sie setzt auch den härtesten Faktoren einen solchen Widerstand entgegen, daß sie jedes Schutzmittels entraten kann — wie etwa der Gletscherhahnenfuß. Mit einem Wort: jede Pflanze begegnet den klimatischen Anregungen oder Reizen auf Grund ihrer Eigenart oder ihres rassischen Erbgutes mit besonderen nur ihr eigenen Gegenwirkungen. Und zwar entstammt das alpine Erbgut einer dreifachen Wurzel. Während Zwergweide, Azalee, Silberwurz und Enzian in der Polarzone beheimatet sind, trifft man Alpenrosen und Edelweiß, Soldanellen und Primeln in reicher Artenfülle ostwärts bis zu den Hängen des Himalaja. Wucher- und Kugelblume hingegen weisen zum Mittelmeer. Welchem Himmelsstrich diese kleinen Hochtouristen aber auch ihre Herkunft verdanken, jedenfalls sind sie nicht nur der willfährige Amboß, sondern unbewußt auch der formprägende Hammer ihres Schicksals, der wohl den Außenfaktoren Rechnung trägt, aber ihren Einfluß mit einer durchaus eigenartigen Gegenwirkung beantwortet. In dieser Anschauung liegt meines Erachtens auch etwas Tröstliches für den Menschen. Denn bei der durchgängigen Verwandtschaft zwischen Mensch, Tier und Pflanze können wir diese Gedanken auch auf unser Leben übertragen. Auch wir sind nicht nur der stumpf leidende Amboß, sondern bis zu einem gewissen Grade Hammer auch unseres Schicksals. Es hat demnach einen Sinn, sich zu regen

und gegen Widerwärtigkeiten aufzubauen, sowohl als Einzelner wie als ganzes Volk.

Nimmer sich beugen, kräftig sich zeigen,
rufet die Arme der Götter herbei.

Nachwort.

Mit vorstehender Einführung glaube ich, ein allgemein verständliches Bild von dem Ringen der hochalpinen Flora um die Berge gegeben zu haben, und es entspricht durchaus dieser Absicht, wenn ich dabei die Pflanzen günstig versorgter Standorte nur flüchtig oder gar nicht berührt habe, u. a. die Hochstauden-Flora und die Quell-Flora. Wenn mancher Leser einige besondere Lieblinge vergebens sucht, so muß ich darauf hinweisen, daß diese Arbeit das gerade Gegenteil von einer erschöpfenden Aufzählung bedeutet, da sie in das Leben der Alpenflora und nicht in ihre Artenfülle einführen will. Er wird dagegen schwerlich eine der wesentlichen Kampfweisen vermissen, mit der die Hochgebirgspflanze der Rauheit der Berge zu trotzen weiß. Alle sonstigen Einschränkungen fanden bereits im Vorwort Erwähnung oder erklären sich aus dem immerhin begrenzten Raum. Ich hoffe aber gleichwohl, mit dieser Darstellung die Liebe zu den kleinen Hochtouristen von neuem angeregt, das Verständnis für diese ringenden Pioniere des Lebens hie und da erweitert und dadurch auch dem Naturschutzgedanken gedient zu haben. Mag der Leser Gelegenheit finden, sowohl in der großen Natur da draußen wie vielleicht in seinem Steingarten diesem noch immer geheimnisvollen Leben nachzulauschen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -
Tiere](#)

Jahr/Year: 1937

Band/Volume: [9_1937](#)

Autor(en)/Author(s): Böttcher O.

Artikel/Article: [Vom Kampf der Hochalpenpflanzen um die Berge. 48-68](#)