

Zeitschrift: Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Graubünden
Band: 50 (1907-1908)

Artikel: Über die Entwicklung der Soldanellen unter der Schneedecke
Autor: Braun, Josias
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-594707>

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: 01.01.2026

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

Über die

Entwicklung der Soldanellen unter der Schneedecke

Von Josias Braun, Chur-Genf.

En den letzten Jahren hatte ich Gelegenheit, zu verschiedenen Jahreszeiten und an verschiedenen Orten der Alpen Beobachtungen über das Aufblühen der beiden schweizerischen *Soldanellen*-Arten zu machen, die mit der bisher fast allgemein als richtig angesehenen Schilderung Kernes nicht in allen Punkten übereinstimmen. Da dessen Darstellung zu unrichtigen Schlüssen über die von den *Soldanellen* entwickelte Eigenwärme verleitet, halte ich es für angezeigt, die gefundenen Resultate zu veröffentlichen.

Kerner beschreibt das Aufblühen der *Soldanellen* (in Pflanzenleben, II. Aufl., Seite 485) folgendermassen: „Die (*Soldanellen*-) Stengelchen wachsen nun tatsächlich (unter dem Schnee) bei einer Temperatur der Umgebung von 0° bogenförmig in die Höhe, die von ihnen getragenen Blütenknospen werden dadurch gehoben und kommen mit der unteren, dem Boden zugewandten Seite des Firnfeldes in Berührung.“ „Die bei der Atmung frei werdende Wärme schmelzt in der unmittelbaren Umgebung der sich vergrössernden Blütenknospen das körnige Eis des Firnfeldes, welches die wachsenden *Soldanellen* überdeckt. Das hat zur Folge, dass sich über jeder *Soldanellen*-Knospe eine Aushöhlung im Eise bildet, oder besser gesagt, dass jede *Soldanellen*-Knospe wie von einer kleinen Eiskuppel überwölbt wird. Noch

immer wächst aber der Stengel in die Länge; die von ihm getragene atmende und Wärme entbindende Blütenknospe wird daher in den kuppelförmig ausgehöhlten Raum emporgehoben und hineingeschoben. Sie veranlasst dort neuerdings eine Schmelzung des Eises und eine Verlängerung des Hohlraumes und bahnt sich somit selbst einen Weg durch die Eisschicht nach oben. Das geht so fort und fort und endlich hat sich die atmende und Wärme entwickelnde *Soldanellen*-Knospe einen förmlichen Kanal durch die Firndecke geschmolzen und kommt über der Firndecke zum Vorschein.“ „Die Blütenknospe öffnet sich jetzt, und man sieht nun das zierliche violette Glöckchen über dem Firnfeld im Winde schwanken.“ Wer näher zusieht, wird aber auch „hier und da einzelne *Soldanellen* finden, deren Knospen sich bereits geöffnet haben, bevor sie über die Firndecke emporgehoben wurden. Solche *Soldanellen* blühen dann tatsächlich in einer kleinen Aushöhlung des Firns und nehmen sich aus wie Pflanzenteile oder Insekten, die in Bernstein eingeschlossen sind.“

Es war mir nun schon vor langem eine Tatsache aufgefallen, die sich mit der Kerner'schen Auffassung nicht in Einklang bringen liess. Ich fand nämlich fast regelmässig (vergl. pag. 17/18) bei Untersuchung der Vegetation unter ziemlich (20 bis 60 cm) tiefer Schneedecke, dass die *Soldanellen* hier nicht nur keinen Hohlraum ausgeschmolzen hatten, sondern niedergestreckt, der Erde angedrückt, lagen. Die betreffenden Pflänzchen waren im übrigen schon vollständig entwickelt. Ich mass Stiele von 8 cm Länge. Diese, sowie auch die Blütenkrone besitzen bereits ihre dunkelviolette Färbung; Staubbeutel und Griffel sind fertig ausgebildet; letzterer ragt bei *S. alpina* einige Millimeter aus der eiförmigen, unten durch Faltung der Kronzipfel mehr oder minder geschlossenen, entfernt cerintheähnlichen Blüte heraus. Ein Stäuben der Antheren konnte ich bisher nie konstatieren, obwohl ich dasselbe bei *Scilla bifolia* und besonders bei *Crocus vernus*, die unter einer 10—20 cm tiefen Schneedecke blühten, öfter beobachtete und es daher bei den *Soldanellen* gelegentlich wohl auch geschieht.

Hat man sich die Mühe genommen, den Schnee an einer solchen (wie oben erwähnten) Stelle abzugraben und wird sodann

die unterste verfirnte Schicht als Ganzes abgehoben, so sieht man zwar allerdings die *Soldanellen* mehr oder weniger aufgerichtet dastehen.* Allein dem genauen Beobachter kann es nicht entgangen sein: *Erst im Momente des Weghebens der Firndecke sind sie in die Höhe geschnellt.*

Das von Kerner so ausführlich geschilderte Blühen von *Soldanellen* in Aushöhlungen des Firns begegnet uns verhältnismässig selten und dann immer nur am *dünnen verfirnten Aussenrande* eines Schneefleckens.

Dieses eigentümliche Verhalten liess sich, wie gesagt, mittelst der Eigenwärmetheorie nicht erklären, und ich begann deshalb, mich mit der Sache etwas eingehender zu beschäftigen.

Im Gegensatz zu den meisten alpinen Frühlingspflanzen sind die *Soldanellen* im Herbste nicht sehr weitgehend vorbereitet. Im allgemeinen lassen sich zwar an dem nur einige Millimeter langen Doldenstiel mit unbewaffnetem Auge eben gerade noch die winzigen, fast farblosen Blütenknöspchen erkennen. *Anemonen-, Primeln-, Gentianen-, Arabis-, Draba-Arten* u. a. sind dagegen schon im Spätsommer in der gleichen Höhenlage viel weiter entwickelt¹ und gar nicht selten trifft der Alpenwanderer an sonnigen, warmen Oktobertagen verfrühte Frühlingsblüten an!² Von herbstblühenden *Soldanellen* ist mir dagegen noch nichts bekannt geworden.

Es scheint demnach, dass die *Soldanellen* zu den Arten gehören, die eine bestimmte Ruheperiode nötig haben. Sicherlich spielt hierbei auch der Mangel an genügender Feuchtigkeit im trockenen Alpenherbst eine Rolle, womit nun aber keineswegs gesagt sein soll, dass die *Soldanellen* bei vorhandener grösserer Feuchtigkeit schon im Herbste aufblühen würden. Ein von mir angestellter Versuch, durch Wasserzufuhr einige in Töpfen verpflanzte *Soldanellen*-Pflanzen im *Herbste* zum Aufblühen zu bringen, hatte

* Selbstverständlich müssten, falls sich die Pflänzchen, wie Kerner meint, eine Höhlung ausgeschmolzen hätten, bei dieser Manipulation samt und sonders die Blüten abgerissen werden. Kerner selbst weist ja mit besonderm Nachdruck darauf hin, dass die Löcher, in welche die Blütenstiele eingelagert sind, sich nach unten zu trichterartig verengen, so „dass das körnige Eis an den Stengel anschliesst.“

denn auch negativen Erfolg. Während die *Soldanellen* im Herbst ihre *Blüten* nur wenig ausbilden, treiben sie hingegen noch in dessen Verlauf neue *Blättchen*, welche, nebst einem Teil der Sommerblätter, den Winter unbeschadet überdauern und sich im Frühjahr steiflich anfühlen, da (nach Schellenberg) ihre Zellwände durch Ablagerung von Hemicellulose verdickt sind. Zwischen den Anheftungsstellen dieser Blätter entsendet nun der Wurzelstock öfters Würzelchen, welche beinahe, ja hie und da sogar vollständig oberflächlich verlaufen. Diese spielen meiner Ansicht nach eine nicht unbedeutende Rolle:³ sie sind es, welche der Pflanze im Frühjahr ermöglichen, sich selbst *im gefrorenen Boden bis zur Blüte zu entwickeln, sobald nur oberflächlich Schmelzwasser vorhanden ist*. Man trifft tatsächlich Fälle an, wo *Soldanellen* in steinhart gefrorenem Boden *aufblühen*, der konstant von Schmelzwasser von 0° überrieselt wird. Ich wüsste diesem Beispiel kaum etwas Ähnliches entgegenzusetzen.*

Ratzel weist (l. c. Seite 156) mit Recht darauf hin, dass sich unsere Flora im ganzen unter dem Schutze der Schneedecke wohl kaum je der Ruhe hingibt. Um das zu sehen, braucht man nur die Pflanzen einer hochgelegenen Schneemulde vor dem Einschneien und dann wieder nach dem Aperwerden etwas genauer zu untersuchen. Ohne Mühe wird man dann die bedeutenden Veränderungen wahrnehmen, welche sich unter der weissen Decke vollziehen müssen. *Polygonum viviparum* z. B., von der im Herbst nichts als das scheinbar tote, knollige, etwa 1—2 cm lange *Rhizom* vorhanden ist, hat beim Wegschmelzen des Schnees ihre neuen, zwar noch beinahe chlorophyllfreien, seitlich zusammengerollten Blättchen bereits entwickelt. Ähnliche Verwandlungen machen eine Anzahl Arten der Gattungen *Pedicularis*, *Cirsium*, *Aconitum*, *Veratrum*, *Crocus*, *Rumex* usw. durch.

* Ratzel (Die Schneedecke etc., S. 159) bringt zwar eine Notiz, wonach *Helleborus niger* mit gefrorenen Wurzeln blühen soll. Ich frage mich indessen, ob es sich dabei nicht nur um ein einfaches Öffnen der Knospen handelt, während in derselben schon früher die weitgehendste Vorbereitung stattgefunden hat, etwa wie bei verschiedenen *Salix-Arten* oder der *Anemone vernalis*, *Gentiana verna* n. G. *brachyphylla*, welch letztere ja mitten im Winter im gefrorenen Boden zu blühen vermögen (vgl. Schröter, Pflanzenleben der Alpen, I. Lief., S. 54),

Alle diese Neubildungen setzen aber voraus, dass diese Pflanzen schon *unter der Schneedecke imstande sein müssen, reichlich Wasser aufzunehmen*.

Die Weiterentwicklung der oberirdischen Pflanzenteile unter dem Schnee vollzieht sich nun nicht zu allen Zeiten gleich rasch; sie ist in den Wintermonaten am schwächsten, nimmt gegen den Frühling hin zu, um mit dem Beginn des Ausaperns den höchsten Grad der Regsamkeit zu erreichen. Das zu dieser Zeit im Überfluss vorhandene Schmelzwasser bewirkt nicht nur eine sehr weitgehende Vorbereitung der Blütenprosse (bei *Soldanella*, *Ranunculus*, *Scilla*, *Plantago*, *Sesleria coerulea* usw.), sondern es beginnen auch im Herbste verfrachtete Samen zu keimen).*

Über diese Entwicklung unter der Schneedecke, die dort am weitesten fortgeschritten ist, wo am reichlichsten Schmelzwasser fliesst, lässt sich noch folgendes sagen: Schon unter mehr als metertiefer Schneeschicht macht sich das neue Leben bemerkbar. Die dann im Verlauf des Frühjahrs durch Zusammensintern entstehende Eis- resp. Firnschicht, welche sich an der untern, dem Erdboden anliegenden Seite des Schneefeldes bildet, stellt aber dem Aufwärtswachsen der sich entwickelnden Pflanzen ein Hindernis entgegen. Es bleibt für dieselben nur der anfänglich vom Schmelzwasser eingenommene, meist kaum wahrnehmbare Raum zwischen Firnunterseite und Erdboden zur Verfügung und so wachsen sie denn, der Erde angepresst, nach allen Richtungen hin kriechend, unter der tiefen Schneedecke weiter. Der Uneingeweihte dürfte manchmal erstaunen, wenn er im Juni beim Abgraben eines Schneefeldes plötzlich auf einen grünen, ja blühenden Flor⁴ stösst. Auch die *Soldanellen* haben sich kräftig entwickelt, trotz der unbequemen, beengten Lage. Von einer *durch die Pflanze selbst ausgeschmolzenen Höhlung vermochte ich hier aber nie etwas wahrzunehmen*.

* Es ist unrichtig, wenn Ratzel (l. c. S. 158) bemerkt, dass erst von $1,5^{\circ}$ an Samen zu keimen beginnen. So fanden z. B. H. Brockmann und der Verfasser am Calanda bei 2100 m eben gekeimte, verschleppte Kirschkerne, sowie junge *Euphrasia*-Sämlinge unter einer 30 cm tiefen alten Schneeschicht, woselbst sich die Temperatur um 0° halten musste; von einer Unterschmelzung war absolut nichts wahrzunehmen (anfangs Juni 1906).

Der rasch fortschreitende Schmelzprozess verkleinert den Schneefleck fort und fort; dadurch kommen die *Soldanellen*-Pflanzen immer mehr gegen den Rand des Firnfeldes und zugleich näher der Oberfläche des Schnees zu liegen.

Hier nun, aber auch nur hier, an der auf etwa 3—5 cm Dicke zusammengeschmolzenen Eiskruste des Firnrandes,* lässt sich das schon von Kerner beschriebene, aber unrichtig gedeutete Phänomen des Blühens von Soldanellen in kleinen Hohlräumen des Eises beobachten. Ich hatte Gelegenheit, das Aufrichten und successive Durchschmelzen der Pflänzchen in allen seinen Stadien zu verfolgen. Am einfachsten und klarsten liegt die Sache bei einem *eben* lagernden Firnfleck, da das ausgeschmolzene Loch, sofern der Firn hart genug ist, noch deutlich wahrzunehmen ist, wenn die Blütenkrone schon an der Eisoberfläche erscheint. Es stellt einen etwas mehr als Millimeter breiten, sich nach unten zu verengenden, *zirka* der Stengellänge der durchgeschmolzenen Soldanelle entsprechenden Schnitt dar, der bis auf den Erdboden reicht und am untern Ende, d. h. dort wo die Krone lagerte, etwas erweitert erscheint. Ein genügender Beweis dafür, dass das Pflänzchen nicht direkt in den Firn hineingewachsen und sich fortwachsend erst nach und nach einen senkrechten Tunnel ausgeschmolzen hat, sondern dass es sich um seitliche Aufrichtung des schon am Boden liegend ausgewachsenen Doldenstiels handelt.

Die Art dieser Aufrichtung ist eine ganz eigentümliche; sie beginnt mit dem Heben der Krone resp. Blütenknospe. Diese muss in ganz beträchtlichem Maße Wärme an die umschließende Firnschicht abgeben, denn sie schmilzt um sich herum das Eis und teilt auch Wärme dem Doldenstiel mit, der sich am oberen Ende nun ebenfalls hebt und, von der Blütenknospe gezogen, einschmilzt. So habe ich öfter blühende Sol-

* Wäre die Kernesche Theorie von der Durchschmelzung infolge Entwicklung von Eigenwärme richtig, so müsste das Gegenteil der Fall sein. Die *Soldanellen* würden ja unter einer tiefen Schneedecke weit günstigere Verhältnisse für eine Ausschmelzung antreffen als am Firnrand. Unter einer Schneedecke von 40—60 cm ist im Mai der Erdboden bei einer Temperatur von $+0^{\circ}$ ja ständig ungefroren und feucht,⁵ wogegen er am Außenrande eines Schneefleckens beinahe jede Nacht gefriert, weil hier die nur noch dünne Firnschicht wenig Schutz gewährt.

danellen im Firn angetroffen, deren Doldenstiel in der Mitte knieförmig gebogen und der obere Teil nebst den Blüten in einem kleinen Hohlraum des Eises aufgerichtet war und eben im Begriff stand durchzubrechen, während die untere Stengelhälfte noch in ihrer ursprünglichen Lage fest dem Erdboden angepresst lag. Sobald aber die violetten Glöckchen über der Firnfläche erscheinen, dringt durch das von ihnen gebildete Loch genügend Wärme ein, um auch den Stiel vollständig auszuschmelzen. In Kurzem steht derselbe aufrecht da und der Zwischenraum zwischen der Soldanellenpflanze und dem umgebenden Firn vergrössert sich jetzt rasch. Die Soldanelle wirkt so als Schmelzungszentrum im Kleinen.

Die Darstellung Kerners, wonach durch fortwährendes Wachsen des Stengels in die Länge die von ihm getragene, atmende und Wärme entwickelnde Blütenknospe in den von ihr kuppelförmig ausgehöhlten Raum emporgehoben und hineingeschoben wird, kann ihren Grund nur in ungenügender Beobachtung haben. Es wird nicht vorerst ein Hohlraum ausgeschmolzen und dann erst durch Wachsen des Stengels die Knospe in denselben hinaufgehoben. Die ganze Pflanze ist eben schon mit federartiger Spannung der untern Firnseite angepresst, und sowie durch Schmelzung ein freier Raum entsteht, wird er auch schon ausgefüllt durch die aufschnellende Soldanelle. Ein Wachsen des Stiels ist dabei absolut nicht notwendig.

Das Durchschmelzen einer dünnen Firnkruste ist nun nicht etwa eine besondere Eigentümlichkeit der Soldanellen. Bei violettblühendem *Crocus*, Blättchen von *Polygonum viviparum*, *Scilla bifolia*, verschiedenen *Alchimilla*- und *Plantago*-Arten lässt es sich ebenfalls konstatieren. Aber auch tote Pflanzen, letztjährige *Primel*-, *Gentianen*- und *Leontodon*-fruchtstände haben, bevor sie über der Schneedecke erscheinen, oft kleine Hohlräume um sich herum ausgeschmolzen. Die Einwirkung der Eigenwärme fällt hier selbstverständlich ebensowenig in Betracht, als davon gesprochen werden kann, wenn ein Stein sich ein „Loch durch den Schnee schmilzt“, wie der Dialektausdruck lautet.

Im Verlaufe meiner Untersuchungen kamen mir *Kihlmans* „Pflanzen-biolog. Studien aus Russisch Lappland“ in die Hände. Obwohl dieser scharfsichtige Forscher nie eine Soldanelle am

Standort gesehen, macht er doch schon (bezugnehmend auf Kerners Schilderung) auf einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Durchwachsen des Eises und der Unterschmelzung aufmerksam.

Kihlmans im Norden gemachte diesbezügliche Beobachtungen gebe ich, da auch für die Alpen vollständig zutreffend, hier kurz wieder. Er schreibt: „Sobald die zusammensinkende Schneebedeckung, z. B. oberhalb eines Steines, ein gewisses Maximum von Dicke, das jedenfalls nicht sehr beträchtlich sein kann, erreicht hat, beginnt eine Unterschmelzung, die zur Herstellung eines Hohlraumes zwischen dem Steine und dem Schnee führt. Man findet bald die Mitte dieser Höhlung von einer dünnen durchsichtigen Eiskruste bedeckt, an deren Unterseite ein Wassertropfen hängt und von Zeit zu Zeit herunterfällt. An der Stelle des Wassertropfens entsteht endlich ein Loch, dessen messerscharfe Ränder mehrere Zentimeter von dem Steine entfernt sein können und das sich durch Abschmelzung derselben allmählich vergrössert.“

Dieser Vorgang spielt sich ganz identisch ab, „sei es über einem Stein, einem dichtästigen Wachholderstrauch oder einem im Innern gefrorenen Moospolster“.

Aehnliches berichtet N. Hartz (in *Meddelelser om Gronland* XVIII p. 174) aus Nordost Grönland.

Wer Gelegenheit hat, im Frühjahr einen unserer Alpenpässe zu überschreiten, kann sich mühelos seine eigene Anschauung über den Vorgang bilden. Die gewöhnlich den Strassenrand begleitenden grossen Granitsteine bilden nämlich jeder für sich ein Schmelzungszentrum, welches schon in Tätigkeit tritt, bevor noch der Stein sichtbar wird. Hat er sich erst von seiner Schneehaube befreit, so greift die Abschmelzung sehr rasch um sich.

Als Ursache der Unterschmelzung wird allgemein die durch Absorption der eindringenden Wärmestrahlen erfolgte Erwärmung der im Schnee oder Eis begrabenen dunkeln Körper* angenommen.

* Bei *hellfarbigen* Körpern, z. B. dem *weissblühenden Crocus vernus* ist das nicht in gleichem Maße der Fall. Letzterer schmilzt, wenn auch nur schwach schneebedeckt, keine Aushöhlung rings um die Blüte, — ein Beweis, dass hier weder Eigenwärme noch Strahlenabsorption wirken. Auch bei grauweissen Kalkblöcken ist sozusagen keine Unterschmelzung nachzu-

Kihlman maß am 11. Mai unter einer 2—3 cm dicken Eisschicht an einem Empetrumpolster + 7° C; das Eindringen warmer Luft von der Seite war durch vorgestellte Eisstücke, so gut es gehen wollte, verhindert worden. Sobald die Eisscholle durch eine gleichdicke Schneeschicht verstärkt wurde, sank die Temperatur auf + 3°, später auf + 1° C.

Am 11. Mai 1907, nachmittags 3 Uhr, konstatierte ich auf den Voirons bei Genf, 1480 m, an einem Baumstumpf, der eben an der Oberfläche eines Schneefeldes sichtbar zu werden begann, eine dauernde Temperatur von + 1,6° C, trotzdem jede Oeffnung gut mit Schnee verkleistert und dadurch das Eindringen der Aussenluft so gut wie unmöglich gemacht worden.⁶

Da nun das Eis eine im Vergleich zum Schnee noch erhöhte Diathermanität besitzt, die Ausschmelzung der übrigens schon vollständig entwickelten Soldanellen aber erst beginnt, wenn der darüber liegende Schnee auf ein gewisses Minimum zusammengeschmolzen ist und eine firnartige Konsistenz angenommen hat, so kann unter Berücksichtigung der übrigen angeführten Tatsachen kein Zweifel mehr herrschen:

„*Nicht ihre Eigenwärme, sondern die absorbierte Strahlungswärme veranlasst das Durchschmelzen der Soldanellen.*“

Es steht zu hoffen, dass wir in nicht allzuferner Zeit auch über die den Schnee durchdringende *Wärmemenge* einigen Aufschluss erhalten, nachdem bereits Versuche in gleicher Richtung die Lichtintensität betreffend von *Grisch* (1907) und von *Ruebel** gemacht worden sind.

Ich habe noch kurz eine Erscheinung zu erwähnen, die ich mir im Beginn meiner Untersuchungen nicht recht zu erklären wusste. Es werden nämlich gar nicht selten auch unter einer ziemlich (bis 60 und wohl noch mehr cm) tiefen Schneedecke *aufrecht blühende Soldanellen* angetroffen, die keinen Hohlraum ausgeschmolzen haben. Ebenso findet man *Crocus*, Blättchen von *Polygonum viviparum*, *Alchimilla spec.* und im Jura häufig *Scilla bifolia*, aufrecht in den Schnee hineinwachsend.

weisen. Eine merkliche Erwärmung macht sich erst nach ihrem Erscheinen an der Schneeoberfläche bemerkbar.

* *Ruebel E.*, vergl. *Compte rendu des Travaux etc. 89me session de la Société Helvétique des sciences naturelles*, Genève 1906, Seite 67.

Diese Tatsache darf nun mit dem vorher auseinandergesetzten Durchschmelzen nicht verwechselt werden. Es handelt sich nämlich hier um die rein mechanische Kraftleistung des Verschiebens der kleinsten Schneeteilchen, mit andern Worten eines Durchwachsens des Schnees, das wohl am besten mit dem Durchwachsen von Pflanzen durch Sandhaufen⁷ (z. B. Taraxacum, Cirsium arvense u. a.) zu vergleichen ist, mit dem Unterschied, dass die im Sande begrabenen Pflanzteile etoilieren und bleich bleiben, während die vom Schnee bedeckten infolge der Lichtdurchlässigkeit des letztern sich bald mit wenigen Ausnahmen,⁸ grün färben, also reichlich Chlorophyll bilden. Selbstverständlich ist das in den Schnee Hineinwachsen nur möglich, solange dessen dem Erdboden anliegende Unterseite noch nicht verfirnt ist.

Nachträge und Belege.

ad 1. Als Belege hiefür seien einige Beobachtungen über das „Herbststadium“ verschiedener Alpenpflanzen angeführt:

Thlaspi rotundifolium. Gehört zu den Frühblühern! Die kräftige Pfahlwurzel zerteilt sich in eine Menge, den rutschenden Felsschutt durchspinnender, im Notfalle streckungsfähiger Stengel, die alle dort, wo sie an der Schuttoberfläche erscheinen, eine Blattrosette und meist auch einen Blütenpross ausbilden. Derselbe stirbt nebst der Blattrosette nach vollendeter Fruchtreife ab, während gleichzeitig neue Triebe gebildet werden. So stehen neben den Fruchtstielen schon wieder neue grüne Blattrosetten. Die innersten 4—8, oft violett gefärbten Laubblätter umhüllen, dachziegelartig sich deckend, die schon sehr weit fortgeschrittenen Blütenstände. Ich zählte an einem Stock vom Calanda zu gleicher Zeit neben 24 abgestorbenen Fruchtstengeln 61 neue erkennbare Blütenstände (2. Okt. 04 Calanda 2500 m).

Primula latifolia Lap. Zeigt schon Ende September eine sehr weitgehende Verbreitung. Ein von mir am 18. Sept. 1904 an den Tschimas da Tschitta (2550 m) gesammelter Stock trug in der, aus 16 übereinander gefalteten und durch Drüsenabsonderung verklebten Blättchen gebildeten, spitz kegelförmigen Stockknospe eingeschlossen schon neue dunkelpurpurne Blüten mit Griffel und Staubfäden. In ähnlicher Weise, aber etwas weni-

ger weit entwickelt sind um dieselbe Zeit nicht nur die meisten *Primula latifolia* Stöcke, sondern auch *P. auricula*, *P. integrifolia*, *P. farinosa*. Der neue Blütenstand kann bei ihnen allen schon deutlich wahrgenommen werden.

Saxifraga oppositifolia. Anfangs Oktober haben sich an den Endtrieben die Blütenknospen fürs nächste Frühjahr entwickelt. Neue dunkelgrüne Blättchen umhüllen dieselben, eng übereinander liegend. Öffnen wir eine solche Knospe, so stossen wir meist auf vollständig fertige Blüten mit kleinen violetten Kronblättchen. Treten vor dem ersten bedeutenden Schneefall heftige Fröste ein, so werden diese Blüten in der Knospe an den wenig windgeschützten Stellen oft vernichtet und färben sich braun, was ich an mehreren Stöcken am 16. Okt. 1904 am Calanda bei 2500 m beobachteten konnte. Auch *Sax. varians* bildet ihre Blütenknospen im Spätherbst.

Draba aizoides, *D. tomentosa*. An demselben Tage am Calandagipfel (2800 m) gesammelte Stöcke zeigten frische innere und alte verdorrte äussere Rosettenblätter. Im Zentrum der Rosette, gut umhüllt und geschützt durch alte und neue Blättchen, stehen die jungen noch unentwickelten Blütenstände auf ca. 1 mm langem Stiel. Immerhin sind die einzelnen Blüten schon gut unterscheid- undzählbar. Dieselbe weitgehende Vorbereitung zeigten *Draba aizoides* Stöcke vom Colombierde Gex 1680 m (7. Nov. 1907).

Anemone vernalis ist wohl die im allgemeinen am weitesten vorbereitete, häufig auch schon im Herbste aufblühende Art. Kaum hat sie ihre grauen Fruchtperücken verloren, so erscheinen schon die neuen grünen, oft braunrot überlaufenen Knospen an der Erdoberfläche. Zwei besondere Grundblätter mit winziger Spreite, aber sehr stark entwickelter Blattscheide umschließen eine meist ganz fertige Blüte. Biegt man die braunzottigen Perigonblätter auseinander, so kann man Stempel und Staubgefässe deutlich erkennen. Niemals habe ich eine in der Knospe erfrorene Blüte angetroffen.

Obige Beispiele mögen vorderhand genügen; ich gedenke mein bez. Beobachtungsmaterial in einer späteren Arbeit zu verwerten.

ad 2. Am 16. Oktober 1904 notierte ich am Calandagrat (2700—2800 m) folgende *frisch erblühte* Arten: *Hutschinsia al-*

pina, *Arabis alpina*; von 2400—2600 m: *Hutschinsia*, *Anemone vernalis* hfg., *Saxifraga oppositifolia*, *S. aizoides*, *Anthyllis vulneraria*, *Gentiana verna*, *G. bavarica*, *Viola calcarata*; zwischen 2100—2200 m: *Sesleria coerulea*, *Potentilla aurea* hfg., *Bellis*, *Ranunculus alpestris* 6 Stöcke, *R. montanus*. Am Montalin 2100 m (30. Okt. 1904): *Viola calcarata*, *Gentiana verna*, *G. bavarica*, *Anthyllis*, *Arabis alpina*. Am Parpaner Schwarzhorn 2600—2690 m (27. Sept. 1904): *Gaya simplex*, *Viola calcarata*, *Geum montanum*, *Gentiana brachyphylla*, *G. verna*, *Anemone vernalis*, letztere noch nicht vollständig entwickelt. Am Felsberger Calanda, (9. Nov. 1902): *Saxifraga varians*, *Viola calcarata*, *Gentiana verna*, *G. campestris*, *Arenaria ciliata*, *Arabis alpina*, *Calamintha alpina*. An Weihnachten 1903 bei 1800 m am Haldensteiner Calanda: *Polygala chamaebuxus*; höher oben 2100—2200 m: *Anemone vernalis*, *Gentiana verna*, *Anthyllis*. Ebenda an Weihnachten 1904: *Gent. campestris*, kaum 1½ cm hoch, *Gentiana verna*, *Viola calcarata*, *Anthyllis*; bei 1600 m gesellten sich hinzu: je mehrere Stöcke von *Erica carnea*, *Primula officinalis*, *Bellis perennis* (vergl. auch Grisch 1907 p. 27).

Mit Ausnahme von *Calamintha alpina*, *Arenaria ciliata* und *Gentiana campestris* handelt es sich hier immer um *verfrühtes Aufblühen* der fürs nächste Jahr vorbereiteten Knospen. Im Gegensatz dazu stehen die häufig anzutreffenden *verspäteten Blüher*, deren Aufblühen aus irgend einem Grunde verzögert worden war. So notierte ich am 7. November am Colombier de Gex (Jura) noch folgende Spätblüher: *Aster alpinus*, *Hieracium sylvaticum*, *Campanula pusilla*, *Poa sudetica*, *Cerastium strictum*, *Hippocrepis*, *Dianthus monspessulanus*, *Euphrasia spec.* *Gentiana campestris*, *Saxifraga rotundifolia*, *S. aizoides*. Am 2. Okt. am Calanda: *Cerastium strictum*, *Saxifraga aizoon*, *S. aizoides*, *Campanula pusilla*, *C. Scheuchzeri*, *Arenaria ciliata*, *Alsine verna*, *Möhringia polygonoides*.

ad 3. Vergl. die von Grisch (pag. 28) gemachte Beobachtung, die sich mit der meinen deckt. Auch Grisch hält diese Würzelchen zur Wasseraufnahme bestimmt.

ad 4. Blühend beobachtete ich unter der alten Winterschneedecke ausser *Soldanella alpina* und *pusilla* noch: *Crocus vernus*, in den Monaten Mai und Juni und zwar sowohl in den

Bündner und Tessiner Alpen als in Hochsavoyen und im Jura; *Saxifraga oppositifolia* Ende Juni am Parpaner Rothorn (2890 m), *Scilla bifolia* am Colombier de Gex 1650 m (16. Juni) mit blauen Blüten, ausgebildeten Fruchtknoten und stäubenden Antheren; der Blütenstand ist aber überwölbt von den zwei grossen braungelben Grundblättern. Endlich am Môle bei Bonneville 1870 m (9. Juni) bleichgelbe Ähren von *Sesleria coerulea*; die Stammbeutel waren noch nicht sichtbar.

Nachstehend einige Listen von *Schneegewächsen*, *Schneeblühern* (Pflanzen, die unter dem Schutze der Schneedecke Blätter oder Blüten ausbilden). Die Bezeichnung *Schneeschützlinge*, allerdings in etwas anderm Sinne als Oettli (1902) sie gebraucht, wäre hier ebenfalls am Platz, da die meisten dieser Arten an schneefreien Windecken, sofern sie hier überhaupt vorkommen, den Winter im Ruhezustand überdauern und ihre im Spätherbst schon gebildeten oberirdischen Triebe an solchen Standorten meist vernichtet werden.

1. Am *Calanda* ob Chur bei 2100 m zwischen Haldensteiner Alp und Klubhütte, S. exp., Mulde, Unterlage Kalk (26. Dez. 1904).

Unter 10—20 cm Schnee mit frischgrünen Blättchen:

- Homogyne alpina
- Galium asperum
- Potentilla aurea
- Poa alpina
- Viola calcarata
- Trifolium Thalii
- Hippocrepis comosa
- Scabiosa lucida
- Hieracium auricula
- Geum montanum
- Sibbaldia procumbens
- Sedum atratum.

2. *Malixeralp* 1800 m, Ost exp., Unterlage Bündnerschiefer, (22 Jan. 1905), unter ca. 50 cm Schnee, Boden offen, feucht:

- Trifolium Thalii
- Luzula campestris
- Pirola minor
- Ajuga pyramidalis, Galium asperum

Homogyne alpina
 Gentiana latifolia
 Hieracium alpinum
 Potentilla aurea

alle mit kleinen neuen frischgrünen und turgescenten Blättchen, während die immergrünen, schon im letzten Sommer vorhandenen Blätter von:

Calluna
 Erica
 Polygala chamaebuxus

ganz oder teilweise dunkelviolett überlaufen waren.

3. *Spontisköpfe* 1700 m, Nord exp., unter 1,20 m Schnee, auf nur $\frac{1}{2}$ m² Bodenfläche (28. Febr. 1904). Frische grüne Blätter von:

Gentiana latifolia
 Vaccinium Myrtillus
 Geum montanum
 Potentilla aurea
 Soldanella alpina
 Homogyne alpina

Boden bei 0° feucht, nicht gefroren. Lufttemperatur \div 12 ° C.

4. *Montalin* 2000 m, Südhang, Unterlage Bündnerschiefer. Im offenen feuchten Erdreich unter 25—40 cm Schnee (12. Mai 1904). Mit frischgrünen neuen Blättchen:

Gentiana latifolia, mit Blütenknospen
 Ajuga pyramidalis
 Viola calcarata
 Potentilla aurea
 Galium asperum
 Vaccinium Myrtillus
 Hieracium Hoppeanum
 Anthyllis vulneraria
 Primula farinosa
 Hippocratea comosa
 Geum montanum
 Tofieldia calyculata
 Plantago alpina, mit stark entwickelter Blütenähre

Mit überdauernden Blättern:

Erica
Calluna
Polygala chamaebuxus
Globularia nudicaulis
Antennaria dioeca
Soldanella alpina, blühend.

5. *Calanda* 2400 m, Südosthang, Unterlage Kalk; unter einer dünnen (5—20 cm) verfirnten Schneedecke (7. Juni 1903). Reichlich von Schmelzwasser überrieselte Mulde. Morgens 7 Uhr Boden obenhin noch gefroren. Mit frisch ausgebildeten kleinen Blättchen:

Gentiana vulgaris
" verna
" brachiphylla
" bavarica
Sibbaldia procumbens
Ranunculus alpestris
Leucanthemum alpinum
Hutschinsia alpina
Viola calcarata
Saxifraga androsacea
" varians
Gaya simplex
Sedum atratum
Draba aizoides
Sesleria coerulea
Androsace chamaejasme
Potentilla minima
Veronica aphylla
" alpina
Homogyne alpina

mit überdauernden Blättern:

Thymus
Helianthemum alpestre
Saxifraga aizoon
" oppositifolia
Soldanella pusilla.

6. *Môle* und *Jallouvre* (Haute Savoie) 1850—2000 m; unter 10—20 cm Schnee, Boden nicht gefroren, Kalkunterlage. (Anfangs Juni 1907.) Mitfrisch gebildeten Blättchen:

Crocus
Gentiana vulgaris
Dryas octopetala
Soldanella alpina
Saxifraga varians
Sesleria coerulea
Plantago montana
Taraxacum
Alchimilla spec.
Polygonum viviparum
Ranunculus alpestris
Caltha palustris, Blütenknospen

Im *Hochjura* (Colombier de Gex 1600—1680 m) unter gleichen Verhältnissen und zu gleicher Zeit. Mit neuen Blättchen:

Soldanella alpina, blühend
Crocus, blühend
Alchimilla, verschiedene Arten
Rumex arifolius
Primula elatior
Cirsium eriophorum
Veratrum album
Scilla bifolia
Plantago montana
Taraxacum
Gramina div. Species.

7. *Cap Latus* oberhalb Gavarnie 2600 m (*Zentralpyrenäen*) Nordhang; Kalk- und Urgestein; nur noch 5—10 cm hoch schneebedeckt (31. Juli 1907).

Ranunculus pyrenaeus, grüne Blättchen
Saxifraga oppositifolia, neue Bltt. u. Bltenkn.
Veronica globularifolia, gr. Bltt.
Draba aizoides, gr. Bltt. u. Bltenkn.
Aretia vitaliana, gr. Bltt.
Erinus alpinus, gr. Bltt.
Saxifraga varians, gr. Bltt.

ad 5. Eine Bestätigung dieser auf eigenen Beobachtungen fussenden Behauptungen finde ich bei Stebler und Volkart (1905) pag. 82. Dieselben fanden schon Ende Januar 1904 den Boden im Freien auf der *Fürstenalp* (Graubünden) in einer Höhe von 1780 m unter einer mederdicken Schneedecke überall nicht gefroren ($+ \frac{1}{4}^{\circ}$ C). „Gefroren ist der Boden in den höhern Lagen nur dann, wenn er vor dem Einschneien tief gefriert“ (St. Mai 1905).

ad 6. Einen weitern direkten Beweis für die Wärmestrahlenabsorption dunkler Körper im Schnee bringt *Grisch* (1907) p. 29. Ein von ihm 10 cm unter der Schneoberfläche wagrecht eingestossener Schwarzkugelthermometer zeigte schon nach einer halben Stunde $+ 9,2^{\circ}$ C, während ein gleichgestellter nebenanstehender Temperaturmesser mit grösserer aber blanker Quecksilberkugel sich in dieser Zeit nicht über 0° C erwärmt hatte.

ad 7. Die Fähigkeit mancher Pflanzen, aufrecht in den lockern Schnee hineinzuwachsen, braucht uns gar nicht zu verwundern, ist es doch keine besondere Leistung im Vergleich mit der weit bedeutenderen jener Sanddünenpflanzen die, vom Sande immer von neuem verweht, sich dennoch fort und fort wieder an dessen Oberfläche durcharbeiten. In der algerischen Sahara bei den Sanddünen von *Umasch* stehen eine grosse Anzahl 1—2 m hoher Sandhügel, an welchen hier und dort die Zweigspitzen unscheinbar grauer Sträucher und Halbsträucher hervorgucken. Niemand würde vermuten, dass die Hügel allein diesen Pflanzen ihr Dasein verdanken; und doch ist es so. Wird, was von den Arabern zwecks Brennholzgewinnung öfter geschieht, ein solcher Hügel abgegraben, so zeigt es sich, dass dessen ganzes Innere von verholzten, bis zoldicken Ästen durchzogen ist. Sobald dieses Strauchskelett entfernt ist, zerfällt der Hügel und der Sand wird vom Winde vertragen. Die Hügel entstehen durch fortwährendes Zuwehen der immer wieder durchbrechenden neuen Strauchtriebe. Ein ewiger harter Kampf ums Dasein!

ad 8. Solche Ausnahmen (unter dem Schnee entwickelte neue Triebe, die sich erst nach Wegschmelzen desselben grün färben) sind z. B.: die Blätter von *Scilla bifolia* (braungelb, strohgelb), *Rumex spec.* (dunkelrot), *Cirsium spinosissimum*, *C. eriophorum* (weiss, gelblichweiss), *Crocus* (gelblichweiss), *Plantago*

alpina, *P. montana*, *Sesleria coerulea*, alle drei mit weissgelber noch nicht fertig entwickelter Blütenähre, *Veratrum album* (hell-gelb), *Polygonum viviparum* (rötlich).

Benützte Literatur.

- Grisch Andr.*, Beiträge zur Kenntnis der pflanzengeographischen Verhältnisse der Bergünerstöcke. Beihefte zum Botanischen Zentralblatt 1907.
- Hartz N.*, Ostgronlands Vegetationsforhold. Meddelelser om Gronland, XVIII. Kopenhagen, 1895.
- Kerner A. von Marilaun*, Pflanzenleben. Leipzig und Wien 1898.
- Kihlman Osw.*, Pflanzen-biologische Studien aus Russisch Lappland. Acta Soc. Pro Fauna et Flora Fennica. Helsingfors 1890.
- Oettli M.*, Beiträge zur Oekologie der Felsflora, Jahrbuch der St. Gallischen Naturforschenden Gesellschaft, 1902.
- Ratzel Fr.*, Die Schneedecke besonders in den Deutschen Gebirgen. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde, Band IV. Stuttgart 1890.
- Schröter C.*, Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1904—07.
- Stebler F. G. und Volkart A.*, Der Einfluss der Beschattung auf den Rasen, Landwirtschaftliches Jahrbuch 1905, Bern.
-