

Der Einfluss der Winde auf die Verbreitung der Samen im Hochgebirge.

Von A. Kerner.

Wenn man sich am Nachmittage eines sonnigen Augusttages in der Einsattlung eines Hochgebirgskammes derart gegen die Sonne stellt, dass die Sonnenscheibe durch die äusserste Spitze eines aufragenden Felsstückes verdeckt wird, so sieht man durch die prächtig leuchtende Umgebung dieses Felsstückes unzählige schimmernde Flitter pfeilschnell nach aufwärts schwirren. Entfernt man sich von dem aufstrebenden Felsstücke so weit, dass dasselbe keinen Schirm mehr vor der leuchtenden Sonnenscheibe bildet, so scheinen jene Flitter, welche gleich den von einem Flugloch ausschwärmenden Bienen die Luft durchheilen, vollständig verschwunden. — Diese Flitter aber sind nichts anderes, als kleine und winzige mit Haarbüscheln und Haarschwänzen versehene Pflanzenfrüchte und Pflanzensamen, welche, ein Spiel des Windes durch den aufsteigenden Luftstrom längs der Böschung des Berges nach aufwärts getragen, für gewöhnlich gar nicht sichtbar sind und nur von beschatteten Standpunkten aus erblickt werden können, ähnlich den Sonnenstäubchen in einem Zimmer, die man auch nur dann zu sehen bekommt, wenn sich das Auge von einer nicht durchleuchteten Stelle aus auf einen schräg durch das Fenster einfallenden Sonnenstrahl richtet.

Die Zahl dieser an sonnigen Hochsommertagen durch den aufsteigenden Luftstrom den Berggehängen entführten Pflanzensamen grenzt an's unglaubliche. Ich habe es ein-

mal versucht mit der Uhr in der Hand die Menge der im Bereich einer Luftsäule von beiläufig einem Meter im Geviert entschwebenden Samen annähernd zu bestimmen und berechnete für die Minute im Durchschnitte nicht weniger als 280 Samen, und die Zahl der Keime, welche längs einer wenig umfangreichen Thalwand an einem einzigen Nachmittage bei scheinbar ganz ruhiger Luft emporgeführt wird, beträgt jedenfalls viele Millionen.

Wie weit alle diese Pflanzensamen emporgetragen werden, ist nicht leicht zu verfolgen und auch a priori schwierig zu sagen; jedenfalls kann man aber so viel schon im Vorhinein behaupten, dass mit dem Aufhören des aufsteigenden Luftstromes nach Untergang der Sonne und insbesondere bei eintretender Befeuchtung durch Thau, Nebel und Regen ein guter Theil der Keime wieder zu Boden zurücksinkt und so über die Gipfel, Rücken, Gehänge und Mulden des Hochgebirges ausgestreut und verbreitet wird. Ebenso liegt es auf der Hand, dass unzählbare Keime, welche auf die mit geschlossener Vegetationsdecke überkleideten Halden zu Falle kommen, in der Regel zu Grunde gehen und nur ausnahmsweise in den kleinen Lücken, welche hie und da zwischen der Grasnarbe, den Moosteppichen und dem niederen Buschwerk offen bleiben, zum Keimen gelangen. Dagegen werden die im Hochgebirge so häufigen Erdabrisse, Schutthalden und Geröllbänke den Luftfahrern gerne eine Stätte bieten, auf welcher sie keimen können und wo sie, wie die Beobachtung zeigt, auch thatsächlich schaarenweise emporspriessen.

Derlei Stellen würden darum auch die beste Gelegenheit geben, um die für die Geschichte unserer alpinen Pflanzenwelt nicht unwichtige Frage: welche Pflanzenarten es denn sind, die auf den Flügeln des Windes übertragen und verbreitet werden können, zu lösen. — Zumal die Moränen, bei welchen die Möglichkeit einer anderen Art der Besamung in vielen Fällen geradezu ausgeschlossen ist, versprechen in dieser Frage die besten Auskünfte. Sie bilden im abgeschiedenen

Bergreviere gleichsam natürliche Versuchsfelder, auf welche der Wind als unermüdllich thätiger Sämann fort und fort neue Keime herbeiführt und ausstret. Verzeichnisse der Moränenflora sind darum gewiss auch gleichzeitig Verzeichnisse von Pflanzen, deren Samen durch Windströmungen verbreitet werden können, und bei dem hohen Interesse, welches solche Verzeichnisse beanspruchen, mögen als Grundlage für weitergehende Deductionen zunächst hier einige Listen der von mir auf Moränen beobachteten Pflanzenarten, ihren Platz finden.

Auf der Endmoräne des Madatschgletschers im Ortlerstock. — 2200^m — Kalk. *Achillea Clavenae*, *Alsine Gerardi*, *Arabis pumila*, *Aspidium Lonchitis*, *Asplenium viride*, *Calamagrostis montana*, *Calamintha alpina*, *Campanula pusilla*, *Carduus alpestris*, *Cystopteris fragilis*, *Dryas octopetala*, *Euphrasia salisburgensis*, *Gnaphalium Hoppeanum*, *Hieracium staticifolium*, *Kerneria saxatilis*, *Petasites niveus*, *Poa cenisia*, *minor*, *Polypodium Dryopteris*, *Polygonum viviparum*, *Rumex scutatus*, *Salix reticulata*, *serpyllifolia*, *Saxifraga aizoides*, *caesia*, *Sedum atratum*, *Senecio abrotanifolius*, *Sesleria coerulea*, *Silene inflata*, *Tussilago Farfara*, *Valeriana montana*, *tripteris*.

Auf der Endmoräne des Hochjochfeners im Oetzthalerstocke. — 2200^m — Schiefer. *Achillea moschata*, *Alnus viridis*, *Alsine Gerardi*, *Arabis alpina*, *Arenaria Marschlinii*, *biflora*, *Aronicum glaciale*, *Artemisia mutellina*, *Aster alpinus*, *Cardamine resedifolia*, *Carduus alpestris*, *Cerastium latifolium*, *strictum*, *Chrysanthemum alpinum*, *Epilobium angustifolium*, *Erigeron alpinus*, *Galium anisophyllum*, *Geum reptans*, *Gnaphalium supinum*, *Hieracium albidum*, *Pilosella*, *staticifolium*, *vulgatum*, *Juncus trifidus*, *Köleria hirsuta*, *Linaria alpina*, *Oxyria digyna*, *Poa laxa*, *Rumex scutatus*, *Salix glauca*, *helvetica*, *retusa*, *Saxifraga Aizoon*, *exarata*, *Senecio abrotanifolius*, *carniolicus*, *Sibbaldia procumbens*, *Silene acaulis*, *inflata*, *rupestris*, *Solidago alpestris*, *Trifolium badium*, *Tussilago Farfara*.

Auf der Endmoräne des Alpeinergletschers

im Stubaijerstocke. — 2200^m — Gneiss. *Achillea moschata*, *Aira caespitosa*, *Alsine Gerardi*, *Arabis alpina*, *Artemisia mutellina*, *Cardamine alpina*, *resedifolia*, *Carduus alpestris*, *Cerastium latifolium*, *Cherleria sedoides*, *Chrysanthemum alpinum*, *Epilobium alpinum*, *collinum*, *Geum reptans*, *Gnaphalium supinum*, *Grimmia elongata*, *Juncus trifidus*, *Köleria hirsuta*, *Poa laxa*, *Pogonatum alpinum*, *Polytrichum sexangulare*, *Rhacomitrium lanuginosum*, *Salix helvetica*, *herbacea*, *retusa*, *Saxifraga aizoides*, *bryoides*, *exarata*, *oppositifolia*, *Sibbaldia procumbens*, *Silene acaulis*, *rupestris*, *Weissia crispula*.

Auf der Endmoräne des Schwarzensteingletschers im Zemmgrunde des Zillerthalerstockes. — 2000^m — Gneiss. *Achillea moschata*, *Alnus viridis*, *Agrostis rupestris*, *Aronicum Clusii*, *Cardamine alpina*, *Cerastium latifolium*, *Chrysanthemum alpinum*, *Dianthus glacialis*, *Draba tomentosa*, *Euphrasia minima*, *salisburgensis*, *Geum reptans*, *Gnaphalium carpaticum*, *Linaria alpina*, *Luzula spadicca*, *spicata*, *Oxyria digyna*, *Pogonatum alpinum*, *Poa laxa*, *Ranunculus glacialis*, *Rhacomitrium canescens*, *lanuginosum*, *Rhododendron ferrugineum*, *Salix grandifolia*, *helvetica*, *herbacea*, *reticulata*, *retusa*, *serpyllifolia*, *Saxifraga aizoides*, *Aizoon*, *aspera*, *stellaris*, *Silene acaulis*, *rupestris*, *Trifolium badium*, *pallescens*, *Tusilago Farfara*, *Viola biflora*, *Weissia crispula*.

Auf der Endmoräne des Floitengletschers im Zillerthalerstocke. — 1600^m — Gneiss. *Achillea Millefolium*, *Adenostyles alpina*, *Aira caespitosa*, *Alchemilla alpina*, *fissa*, *Alnus viridis*, *Alsine Gerardi*, *Angelica sylvestris*, *Arabis alpina*, *Arnica montana*, *Aronicum Clusii*, *Aspidium Filix mas*, *Aster alpinus*, *Bartsia alpina*, *Bellidiastrum Michellii*, *Campanula barbata*, *pusilla*, *Scheuchzeri*, *Carduus alpestris*, *Carlina acaulis*, *Cerastium latifolium*, *strictum*, *Cystopteris fragilis*, *Epilobium collinum*, *Galium anisophyllum*, *Geranium silvaticum*, *Gypsophila repens*, *Hieracium alpinum*, *Hypnum uncinatum*, *Imperatoria Ostruthium*, *Juncus trifidus*, *Lecidea geographica*, *Oxyria digyna*, *Parnassia palustris*,

Phleum alpinum, *Poa nemoralis*, *Polypodium Dryopteris*, *Rhinanthus alpinus*, *Rhacomitrium canescens*, *Saxifraga aizoides*, *Aizoon, aspera, exarata*, *Senecio nemorensis*, *Sesleria coerulea*, *Silene acaulis, inflata, quadrifida*, *Solidago alpestris*, *Soldanella alpina*, *Thymus Scryppium*, *Trifolium badium, pallescens*, *Valeriana tripteris*, *Veronica alpina*, *Viola biflora*, *Weissia crispula*.

Im Ganzen umfassen diese Verzeichnisse 124 Pflanzenarten, von welchen 23% auf *Synanthereen*, 10% auf *Caryophyllen*, 8% auf *Gramineen*, je 6% auf *Moose*, *Saxifragen* und *Salicineen*, 5% auf *Cruciferen*, je 4% auf *Farne* und *Rosaceen* und 3% auf *Rhinanthaceen* entfallen. Aus den anderen kleineren Familien sind verhältnissmässig die Gattungen *Valeriana*, *Epilobium* und *Juncus* am öftesten vertreten.

Geht man nun näher auf diese Listen ein und durchmustert man dieselben mit Rücksicht auf die Frage nach der Herkunft und Verbreitung der einzelnen Arten, so ergibt sich zunächst das Resultat, dass die grösste Mehrzahl der Elemente der Moränenflora Gewächsen angehört, welche in der alpinen Region unseres Hochgebirges in der nächsten Nähe der Gletscher weit verbreitet sind. Zumal die auf den Terrassen und Gesimsen felsiger Abhänge, in steinigen Karen und Runsen und auf den durch diese Runsen zur Tiefe gehenden Schuttkegeln heimischen Arten sind am reichlichsten vertreten. Sie sind es auch, welche hier am besten gedeihen, reichlich blühen und fruchten und sich am raschesten vermehren. Weit spärlicher finden sich die Arten angesiedelt, welche die geschlossene Grasnarbe der über sanftere Gehänge und Rücken ausgebreiteten Matten zusammensetzen pflegen und am spärlichsten Gewächse, welche normal den geschlossenen Buschformationen und der Waldflora angehören und aus deren Reihe beispielsweise *Calamagrostis montana*, *Senecio nemorensis*, *Epilobium angustifolium* und *Aspidium Filix mas* hervorgehoben werden mögen. — Bei Nennung dieser Namen wird man wohl unwillkürlich an die auf frisch

gereutetem Boden im Bereiche des Waldgürtels zu üppigem Dickicht verbundenen Stauden, Farne und Reitgräser, erinnert, aber die Vorstellung eines solchen üppigen Stauden- und Farnendickichts auf dem Schutte der Moränen würde ganz und gar unrichtig sein; denn in Wirklichkeit kommen gerade diese Waldgewächse hier nur wenig zur Entwicklung; sie bilden meist spannhohle, zudem in der Regel sterile Sprossen, welche früher oder später der Ungunst des Klimas und dem Andrängen mehr begünstigter Mitbewerber erliegen und zu Grunde gehen.

Bei dem Anblicke derlei verschlagener kümmernder Pflanzen drängt sich nun freilich die Frage auf, ob die Flora der Moränen auch thatsächlich der Summe aller auf die Schuttwälle am Rande der Gletscher angewehten Samen entspreche oder ob nicht neben jenen Samen, welche die Moränenflora lieferten, vielleicht auch Samen aus grösserer Ferne und aus anderen Klimaten zugeführt wurden, die aber in Folge niederer Temperatur und sonstiger ungünstiger Einflüsse entweder gar nicht zum Keimen gelangten oder alsbald nach dem Aufkeimen kümmernten und Pflänzchen lieferten, die noch in ganz jugendlichem Zustande zu Grunde gehen mussten. — Die Frage scheint kaum mit Sicherheit zu beantworten und ist es wohl auch nicht, wenn man sich blos auf das Studium der Moränen beschränken wollte. Es bedarf aber nur weniger Schritte weiter über den Schuttwall an der Stirne der Gletscher hin auf den Firn des Gletschers selbst, um sich dort die Antwort zu holen. Die Samen werden ja nicht nur über Fels, Erde und Grasnarbe sondern auch über den Gletscher selbst ausgestreut und der Firn der Gletscher ist darum auch bald mehr bald weniger reichlich mit Pflanzenkeimen und auch mit kleinen Thieren bestreut, welche Windströmungen angeweht und abgesetzt haben. Eine Untersuchung dieser im körnigen Schnee eingebetteten organischen Reste beansprucht darum auch ein ganz besonderes Interesse und jedenfalls wird die Untersuchung der Firneinschlüsse die Controlle liefern, ob die Moränen-

flora in Wahrheit nur aus angewehten Samen hervorgegangen ist oder nicht.

Also hinauf auf die blendenden Firnflächen und die dort eingesargten Lebewesen untersucht! — Da liegen Falter und Fliegen, geflügelte Ameisen und Bienen, theils todt und schon halb zerfallen, theils frische Leichen, theils nur erstarrt, so dass sie in der Höhlung der wärmenden Hand und unter dem Anhauche des Athems sich alsbald wieder zu regen und strecken beginnen; dazwischen haarschopfige oder mit zarten Membranen beränderte Samen im bunten Wechsel durcheinander, hier nur sehr vereinzelt, dort häufiger, an einigen Stellen in solcher Menge, dass man bei jedem Schritt nach Vorwärts deren ein halbes Dutzend zu sehen bekommt, dann wieder zeigt sich streckenweise der eisige Boden bedeckt und durchsetzt von feinem grauem, braunem, ziegelrothem oder gelblichem Schlamme, der den mit der Reinheit blanken Silbers in die Thäler hinableuchtenden Firnflächen in der Nähe besehen, ein recht schmutziges unreinliches Ansehen gibt.

Es lohnt sich nun wohl der Mühe alle diese Dinge der Reihe nach die Revue passiren zu lassen.

1. Zunächst die Insekten, deren Vorkommen im Firn allerdings mit dem hier behandelten Thema nicht im unmittelbaren Zusammenhange steht, aber doch immerhin interessant genug ist, um nicht übergangen zu werden und, wie sich aus dem Nachfolgenden ergeben wird, auch mehrere wichtige Rückschlüsse auf die Verbreitung der Pflanzensamen gestattet.

Eine Aufsammlung von *Lepidopteren*, *Hymenopteren*, *Coleopteren* und *Dipteren*, welche ich aus dem Firn der Oetzthaler und Stubaijer Ferner mitgebracht und den betreffenden Fachmännern Mayr, Rogenhofer und Schiener in Wien übermittelt hatte, ergab folgende 43 Arten:

Lepidopteren: *Agrotis Pronuba* L., *Argynnis Pales* S. V., *Erebia Cassiope* F., *E. Manto* S. V., *E. Medusa* S. V., *E. Pyrrha* S. V., *E. Tyndarus* Esp., *Hesperia Sylvanus* Esp., *Leucophasia sinapis* L., *Luperina texta* Lang,

Lycaena Orbitulus Esp., *Melitaea Merope* Prun., *Pieris brassicae* L., *P. napi* L., *P. rapae* L., *Plusia Gamma* L., *Setina ramosa* F., *Vanessa cardui* L., *V. polychlorus* L., *V. urticae* L., *Zygaena exulans* Rain et Hohenw. — *Hymenopteren*: *Apis mellifica* L. (*operaria*), *Bombus terrestris* L., *Exetastes fulvipes* Grav., *Formica fuliginosa* Latr., *F. rufa* Nyl., *F. sanguinea* Latr., *F. truncicolla* Nyl., (sämmtliche *Formicinen* in geflügelten Exemplaren), *Tenthredo scalaris* Klug, *Tryphon vepretorum* Grav. — *Coleopteren*: *Halycia oblongoguttata* L., *Phyllopertha horticola* L., — *Dipteren*: *Bibio pomonae* Fabr., *Empis pennipes* L., *Melithreptus scriptus* L., *Ptiolina crassicornis* Pz., *Sargus infuscatus* Mg., *Syrphus seleniticus*, *S. tricinctus*, *Tipula gigantea* Schrk., *T. nubeculosa* Mg., *T. pabulina* Mg. — *Hemipteren*: *Aphis piceae* Pz.

Ein Theil dieser aus dem Firn in der Seehöhe von 2600—3300^m aufgelesenen Arten gehört der alpinen Region an und findet sich in der nächsten Nähe der Gletcher vor, wie *Sargus infuscatus*, *Ptiolina crassicornis*, *Erebia Cassiope* und *Manto*, *Zygaena exulans* und die in der Hochalpenregion ungemein häufig flatternden *Setina ramosa* und *Argynnis Pales*. Mehr als die Hälfte kommen zwar auch in den zunächst liegenden tieferen Thalstufen und den angrenzenden Ebenen vor und zählen dort zu den häufigsten und verbreitetsten Thieren, sind aber auch durch alle Regionen nach aufwärts bis an die Ufer der Gletscher zu finden, wie die *Tipula*-Arten, die *Formicinen*, die *Vanessa* — und *Pieris*-Arten, *Plusia Gamma* u. s. f.; nur ganz wenige endlich kommen normal nur in den tieferen Thalstufen vor, wie *Hesperia Sylvanus*, *Agrotis Pronuba*, *Leucophasia sinapis*, *Aphis piceae*; eine Art endlich, die gewöhnliche *Honigbiene* findet sich im Gelände der Alpen nur im cultivirten Zustande in der Nähe menschlicher Ansiedelungen. — Keine der aufgefundenen und oben aufgezählten Arten gehört ausseralpinen Arten an. Nicht einmal die durch zahlreiche eigenthümliche Typen ausgezeichnete Fauna der wärmeren Thäler der Südalpen ist durch Arten vertreten, und es lässt

sich daher geradezu behaupten, dass alle diese Thiere von den zunächst an die Gletscherreviere angrenzenden Berggehängen und aus den sich anschliessenden Thalgebieten herkommen. Bei ihrem Ausschwärmen gelangten sie entweder selbstwillig oder durch Luftströmungen entführt in die Region der Gletscher, wurden hier auf den Firn verschlagen, erstarrten dort und vermochten sich nicht mehr aus der eisigen Umarmung zu retten.

2. Dass die im Firn eingebetteten Samen nicht immer leicht zu determiniren waren, braucht wohl kaum gesagt zu werden. Gerade von den Hochgebirgspflanzen ist die Form der Samen verhältnismässig nur wenig beachtet, untersucht und beschrieben. Durch Vergleich mit den Samen, welche die Alpenpflanzenanlage des Innsbrucker botanischen Gartens lieferte, gelang es mir übrigens auch sämmtliche auf den Firnfeldern aufgelesene Samen zu bestimmen und nur bei einigen *Hieracium* und *Salix*-Samen, welche sich ausserordentlich ähnlich sehen, musste die spezifische Bestimmung zweifelhaft bleiben.

Hier das Verzeichniss aller Samen, welche der Gletscherfirn der oben genannten Berggruppen lieferte:

Abus viridis, *Arabis alpina*, *Aronicum Clusii*, *Artemisia mutellina*, *Aster alpinus*, *Bellidiastrum Michellii*, *Calamagrostis tenella*, *C. Halleriana*, *Cardamine alpina*, *Carduus alpestris*, *Cerastium latifolium*, *Cirsium spinosissimum*, *Chrysanthemum alpinum*, *Dryas octopetala*, *Epilobium angustifolium*, *E. Fleischeri*, *Erigeron alpinus*, *Geum reptans*, *Gnaphalium supinum*, *Hieracium alpinum*, *Hieracium sp.?*, *Juncus trifidus*, *Linaria alpina*, *Oxyria digyna*, *Primula glutinosa*, *Ranunculus glacialis*, *Rhododendron ferrugineum*, *Salix herbacea*, *Salix sp.?*, *Saxifraga aizoon*, *exarata*, *Senecio abrotunifolius*, *S. carniolicus*, *Silene acaulis*, *Taraxacum officinale*, *Valeriana tripteris*.

Unzweifelhaft würden reichlichere Aufsammlungen ein noch umfangreicheres Verzeichniss liefern. Aber auch das Vorliegende genügt schon, um daraus zu ersehen, dass in der That die grösste Mehrzahl der Pflanzenarten, deren

Samen sich über die Firnfelder der Gletscher ausgestreut finden und jene, welche die Moränen bevölkern, identisch sind. Dass einige Arten (*Calamagrostis tenella* und *Halleriuna*, *Cirsium spinosissimum*, *Epilobium Fleischeri*, *Taraxacum officinale*) auf dem Firn und nicht auch auf den Moränen und vice versa mehrere Moränenpflanzen nicht auch gleichzeitig auf den Firnfeldern beobachtet wurden, ist ebenso zufällig, als es zufällig genannt werden muss, dass auch zwei Moränen in nächster Nähe und unter sonst ganz gleichen äusseren Verhältnissen, dennoch nicht immer genau dieselben Pflanzen beherbergen.

Man denke sich nun das Gletschereis mit seiner Firn-
decke aus einer Hochmulde plötzlich verschwunden, das Gerölle, den Sand und den erdigen Detritus sammt allen den im Firn eingebetteten Samen vom Rücken des Gletschers auf den Grund der Mulde gesunken und die Samen, welche, im Firn eingeschlossen, nicht zum Keimen gelangen konnten, zu neuem Leben erwacht, so dass sie das Schuttland im Grunde der Hochmulde mit Pflanzenwuchs überkleiden, so würde nach dem oben Mitgetheilten dieser Pflanzenwuchs mit der Vegetation der benachbarten älteren Moränenwälle in den wesentlichen Zügen jedenfalls übereinstimmen, und wir kommen demnach zu dem Schlusse, dass man mit vollem Rechte die über den Firn ausgestreuten Samen als eine nicht zum Keimen gelangte Moränenflora auffassen darf. — Weiterhin lässt sich aber auch der Schluss ziehen, dass die den Moränenschutt bevölkernden Pflanzen dieselbe Herkunft haben und, was ihre Uebertragung anbelangt, auf dieselbe Quelle zurückgeführt werden können wie die im Firn eingesargten Samen, oder mit andern Worten, dass beide durch dieselben Luftströmungen zugeführt worden sind.

Es ist nun jedenfalls eine im hohen Grade beachtenswerthe Thatsache, dass wie auf den Moränen, so auch auf dem Firn der Gletscher nicht eine Pflanze, beziehungsweise nicht ein Same bisher gefunden wurde, der einer Art angehören würde, die nicht auch an den zunächst liegenden Berggehängen oder

in den zunächst liegenden Thalgebieten heimisch und verbreitet wäre. Hieraus ergibt sich aber weiterhin wieder die Folgerung, dass die Uebertragung von Samen durch die Luftströmungen nur auf sehr beschränkte Horizontal-Distanzen stattfindet und dass die ziemlich allgemein verbreitete Annahme: die mit Flugapparaten versehenen Samen würden durch die bewegte Luft oft auf ausserordentlich weite Strecken fortgeführt, durch die Erfahrung nicht bestätigt wird. — Erinnerung man sich daran, dass heftige Sturmfluthen im Stande sind Bäume zu entwurzeln, Häuser abzudecken und Dachschindel auf fast halbstündige Entfernungen mit sich fortzuführen, so möchte es im ersten Augenblicke scheinen, als würde hier ein Widerspruch der Thatsachen vorliegen. Ein näheres Eingehen auf den Vorgang bei der Verbreitung der Samen, eine sorgfältige Untersuchung dieser Samen selbst und eine Untersuchung der Rolle, welche jeder Pflanzenart bei der Colonisirung des nackten Bodens zukommt, löst aber diesen scheinbaren Widerspruch in der ungezwungensten Weise.

In letzterer Beziehung ist es ganz merkwürdig zu sehen, wie sich die Gewächse unserer Hochgebirge in zwei Abtheilungen gruppiren, von welchen die eine das Geschäft der ersten Ansiedelung und gewissermassen die Zubereitung des zu colonisirenden Bodens besorgt, während die andere ganz allmählig anrückt und von dem zubereiteten Boden erst nachträglich Besitz ergreift. — Die Arten der ersten Abtheilung haben durchwegs Früchte und Samen, welche mit den mannigfachsten Anhängseln versehen sind, die ihre Flugfähigkeit erhöhen und sie augenscheinlich zum Transporte durch Luftströmungen geeignet machen; sie haben auch durchweg eine kurze Lebensdauer, wechseln fort und fort die Standorte und sind gewissermassen immer auf Reisen. Sie stellen an das Substrat bescheidene Anforderungen und gedeihen selbst auf einem Boden, der keine Spur von Humus enthält, ganz vortrefflich; sie nisten auch mit Vorliebe auf den kleinen Staffeln und Absätzen, sowie in den Ritzen und Nischen steiler Felswände, von

welchem Orte aus sie ihre Samen nach allen Richtungen aussenden und unter Zuhilfenahme des Windes auch alle aufgerissenen Stellen des Erdreiches, alle Schutthalden und Kiesbänke, sowie die Seitenwände ausgewaschener Berg-runste mit ihren Keimen überstreuen. — Die Arten der zweiten Abtheilung dagegen sind weit weniger mobil. Sie kommen nur sehr langsam vom Flecke, machen an den Boden weit grössere Anforderungen und wollen insbesondere schon eine geringe Menge von Humus in dem Boden vorfinden, den sie beziehen wollen; sie haben eine lange Lebensdauer, breiten sich mit ihren Sprossen rasenförmig aus oder wachsen zu dicht verzweigten Buschdickichten heran und finden sich meistens gesellig in compacten Massen oft weite Strecken in dichtem Schlusse überziehend. Ihre Früchte und Samen entbehren der Flugapparate und fallen daher wie der Apfel nicht weit vom Stamme. Diese Arten rücken darum in der Regel nur mit sehr kleinen Schritten vor und siedeln sich nur sehr langsam an jenen Stellen an, welche die leicht- und kurzlebigen Pflanzen der ersten Generation schon früher bevölkert und für sie gewissermassen zubereitet haben.

Aus dieser letzteren Abtheilung beziehen unsere Moränen und Firnfelder nur ein verhältnissmässig geringes Contingent. Nur dann, wenn die haar-, bart- und flügellosen Samen sehr, sehr klein sind, werden sie ab und zu an die genannten Lokalitäten verschlagen; niemals aber sah ich dort eine Beere oder eine compacte, glatte, flügel- und haarlose Nussfrucht, welche nur die Grösse eines kleinen Sandkornes übertroffen hätte. Die grössten und schwersten in diese Abtheilung gehörigen Früchte, welche ich dort antraf, waren Schalfrüchtchen der *Sibbaldia procumbens*, die bei einem Durchmesser von 1^{mm} 0.4 Millegramm Gewicht zeigen. Alle anderen der Haarkronen und häutigen Einfassungen entbehrenden Früchtchen, die ab und zu noch im Firne getroffen werden, sind noch weit kleiner und leichter und es möge beispielsweise nur angeführt werden, dass ein Samenkorn der *Saxifraga aizoon*

bei einem Querdurchmesser von 0.4^{mm} und einem Längenausmass von 0.8^{mm} ein Gewicht von 0.06 Millegr. und ein Samenkorn des *Rhododendron ferrugineum* bei einem Querdurchmesser von $0.2 - 0.3^{\text{mm}}$ und einem Längenausmass von $0.8 - 1.0^{\text{mm}}$ gar nur ein Gewicht von 0.02 Millegr. zeigt!

So klein, und so leicht verhältnissmässig alle diese Samen aber sein mögen, so werden sie dennoch durch den aufsteigenden Luftstrom niemals emporgehoben. Bleiben ja doch gleichgrosse Körnchen des Kalksteines oder Quarzes unter dem sengenden Strahle der Sonne ebenfalls ruhig liegen ohne jemals von der aufsteigenden erwärmten Luft in die Höhe gezogen zu werden. — Anders verhält sich die Sache freilich bei seitlich einfallenden Luftströmen. Dem kräftigen mehr oder weniger horizontal wirkenden Stosse dieser Ströme vermögen derlei kleine Samen nicht zu widerstehen und ähnlich den Körnern des Sandes und oft mit diesem gemengt werden sie erfasst und in der Richtung des Windes weitergetrieben. Da aber alle diese horizontalen Luftströme wellenförmig dahinfluthen und stossweise wirken, so fallen die bewegten Samen immer schon in mässiger Entfernung von der Stelle, wo sie von der Mutterpflanze sich abgelöst hatten, wieder zu Boden. Sie mögen noch einmal, ja vielleicht noch mehrere Male weitergetrieben werden; jedenfalls aber wird die Strecke, welche sie auf diese Art zurücklegen, keine sehr grosse sein. Von hundert Samen, die der erste Windstoss fortgestreut hat, werden das zweite Mal kaum mehr 50 emporgehoben, bei dem dritten Windstoss vielleicht noch 10, und schon der vierte oder fünfte Windstoss wird kein Korn jenes ersten Hunderts mehr weiter zu treiben haben. Früher oder später gelangen sie alle bei ihrem Niederfallen auf befeuchtetes Erdreich und befeuchtete oder klebrige Pflanzentheile, auf den Spiegel fliessender oder stehender Gewässer, in Nischen, Ritzen und Klüfte des Terrains oder unter die schützende Decke von Büschen und Kräutern, zumal in die kleinen Zwischenräume, welche labyrinthartig das Stengel- und Blattwerk rasiger Gewächse durchziehen.

Die schwellenden Moospolster sind insbesondere rechte Fangapparate, in deren Bereich Samen und mit diesen gewöhnlich auch unzählige Sandkörnchen sichere Schlupfwinkel finden und sind als wahre lebendige Fliesse aufzufassen, in welchen Sand- und Samenkörnchen massenhaft haften bleiben. Je kleiner die Samen sind, desto leichter und sicherer werden sie natürlich in irgend eines der genannten Verstecke eingeführt und eingezwängt, und selbst die heftigsten Windstöße sind dann nicht mehr im Stande, sie aus diesen Sackgassen herauszubringen und weiter zu führen.

Am weitesten dürften noch die compacten ungeflügelten und unbehaarten Samen in trockenen sandigen Flachländern verstreut werden, in einem so coupirten Terrain aber, wie es unsere Alpen bilden, ist eine derartige Ausstreuung nur auf Distanzen von der Breite eines Thales denkbar und die oben mitgetheilten Samen- und Pflanzenverzeichnisse liefern denn auch den besten Beleg dafür, dass alle Früchte und Samen, welche eine compacte Masse darstellen und nicht mit Haarschwänzen und Haarkronen, häutigen Flügeln und Anhängseln versehen sind, nur in geringer Zahl und nur auf sehr beschränkte Entfernungen durch den Einfluss bewegter Luft von den Standorten der Mutterpflanzen weg verbreitet werden.

Was nun jene andere Abtheilung von Pflanzen anbelangt, welche bei der Colonisirung des Bodens gewissermassen die Rolle von Vorposten spielen und deren Samen und Früchte durchgehends mit eigenthümlichen Anhängseln ausgezeichnet sind, so lassen sich von diesen mit Rücksicht auf die Art und Weise ihrer Verbreitung deutlich wieder zwei Gruppen feststellen. Die erste Gruppe umfasst jene Arten, deren Samen zwar durch ihre eigenthümliche Struktur eine bedeutend grössere Flugfähigkeit bekommen, als sie die compacten glatten und haarlosen Früchte der früher behandelten Gruppe besitzen, die aber demungeachtet nicht befähigt sind, mit dem aufsteigenden Luftstrom in höhere Regionen der Atmosphäre aufzusteigen,

während die zweite Gruppe jene Arten begreift, deren Samen mit Anhängseln versehen sind, welchen die Rolle von Fallschirmen zukommt, mit deren Hilfe sie sich unter gewissen Bedingungen geraume Zeit schwebend in der Luft erhalten können und die sie auch befähigen mit dem aufsteigenden Luftstrome in ganz ausserordentliche Höhen emporzufliegen.

Es würde für sich eine Broschüre von artigem Umfange abgeben, wollte ich hier alle jene merkwürdigen oft geradezu erstaunlichen Vorrichtungen und Einrichtungen im Detail behandeln, welche die Flugfähigkeit der Samen beider Gruppen vergrössern und ich glaube mich auf die Erwähnung einiger weniger Typen beschränken zu sollen, die gerade in unserem Hochgebirge eine bemerkenswerthe Rolle spielen und sich auch wiederholt in den früher mitgetheilten Listen der Moränenpflanzen und Firnsamen verzeichnet finden.

Eine der einfachsten und gewöhnlichsten Einrichtungen besteht darin, dass der Same oder die Frucht linsenförmig zusammengedrückt und mit einem trockenhäutigen papierartigen Saune eingefasst ist, wie man diess sehr schön an den Samen der *Arabis alpina* und *pumila* und an *Alnus viridis* sehen kann; dabei ist dann der Same noch sattelförmig oder napfförmig ausgebogen und ausgehöhlt, um die Möglichkeit des Angriffes durch die Windströmung zu erhöhen, wie bei *Dianthus glacialis* und *Linaria alpina*, oder der häutige Saum ist vielfach zerschlitzt und zerspalten, so dass die Zipfel desselben sternförmig von dem zusammengedrückten Samen abstehen, wie bei *Silene quadrifida*. In anderen Fällen wieder sind die Spaltfrüchte mit flügel förmig vorstehenden Membranen besetzt (*Angelica*, *Imperatoria*) und wieder in anderen Fällen vertrocknet die ganze Blüthe zu einer leichten rauschenden papierartigen Umhüllung der Frucht, wie bei *Trifolium badium*, oder es bilden die Blüthenspelzen zwei häutige zarte an der Basis die Frucht festhaltende Flügel wie bei mehreren Gräsern unserer Hochalpen. — In allen diesen Fällen wird nun dem auffallen-

den Winde eine im Verhältniss zum Gewichte des Samens grosse Angriffsläche geboten und ein mässiger, horizontal oder schräg einfallender Luftstrom ist im Stande, alle diese Samen in Bewegung zu bringen und von der Stelle, wo sie ausgereift sind, zu entführen. — Ich habe den Versuch gemacht, die Entfernung zu bestimmen, bei welcher derlei Samen durch den in horizontaler Richtung wirkenden Strom eines Windrades von bestimmter gleicher Stärke von einer Glasplatte aufgehoben und fortgestreut werden, und gefunden, dass ein Luftstrom, welcher flügellose compacte kugelige Samen von 1 Millegramm Gewicht in der horizontalen Entfernung von 80 Centimeter von der Glasplatte schleudert, derlei mit Membranen umgebene Früchte oder Samen schon in Distanzen von 120—240 Centimeter fortzutreiben im Stande ist. Natürlich wechselt die Distanz ganz ausserordentlich je nach der Grösse, Form und Richtung der häutigen Anhängsel, und die Versuche bestätigen in dieser Beziehung nur die im Vorhinein wahrscheinliche Annahme, dass die Beweglichkeit eine desto grössere wird, je grösser die Fläche der häutigen Einfassungen und Umhüllungen im Verhältnisse zum Gewichte der Frucht oder des Samens ist.

Der Vorgang bei der Verbreitung all' dieser Früchte und Samen ist übrigens trotz ihrer grösseren Flugfähigkeit im Ganzen genommen doch wieder derselbe, wie ich ihn oben für jene schwerfälligeren compacten mehr oder weniger kugeligen und immer flügellosen Samen der ersten Abtheilung dargestellt habe und der Unterschied besteht eben nur darin, dass die mit Membranen besäumten Samen durch die horizontal oder schräg einfallenden Wellen der Winde auf etwas grössere Distanzen fortgeführt werden können. An eine Hebung durch den aufsteigenden Luftstrom ist auch bei diesen der ersten Gruppe der zweiten Abtheilung angehörigen Früchten und Samen noch nicht zu denken und eine solche Hebung findet demnach überhaupt nur bei den Früchten und Samen der zweiten Gruppe, also bei jenen statt,

welche mit flockigen oder federigen fallschirmartigen Anhängseln versehen sind.

Die Möglichkeit, dass diese letzteren Früchte und Samen selbst durch sehr schwache Luftströmungen schon in Bewegung gesetzt werden können, beruht auf einer bewundernswerthen Struktur der Anhängsel, derzufolge diese bei möglichst geringer Masse und möglichst geringem Gewichte der Luft eine möglichst grosse Angriffsfläche darbieten. Immer zeigt die Projektion dieser Anhängsel einen Durchmesser, welcher den Durchmesser der kleinen Frucht um das Vielfache übertrifft, und um die Masse recht zu verringern, bildet dieser an der Frucht oder dem Samen angebrachte Tragapparat ein Gitterwerk oder ein Convolut von haarförmigen Gebilden, das bei dem Umstande, als die Luft an diesem kleinmaschigen Gitterwerk adhärirt, nahezu dieselbe Rolle spielt, als wäre der ganze Tragapparat aus einer kontinuierlichen Membran gefertigt. Bei *Valeriana*, *Aronicum*, *Aster*, *Hieracium* und den meisten Synantheren bildet der mit der Frucht fortwachsende Kelch eine Krone, einen umgekehrten Hohlkegel oder einen zierlichen an ein Spinnennetz erinnernden Stern aus einfachen oder gefiederten Haaren, in anderen Fällen wird der mit der Frucht sich weiter entwickelnde und ausserordentlich verlängernde Griffel zu einem schwanzförmigen Anhängsel, welches in sanfter Windung die Tour einer langgestreckten Spirale bildet und gleichzeitig mit zarten Haaren befiedert ist, die nach mehreren Richtungen abgehend die Aufgabe haben, die Angriffsfläche zu vergrössern und eine lockere Füllung des von der Spirale umschlungenen Hohlraums zu bilden wie bei *Geum reptans* und *Dryas octopetala*; wieder in anderen Fällen bildet der sogenannte Samenmantel einen Haarschopf oder eine flockige Umhüllung des Samens, wie bei *Salix* und *Epilobium*, oder es befindet sich unterhalb der in die zarthäutigen Blüthenspelzen eingewickelten winzigen Frucht ein strahlenförmig abgehendes Büschel von Haaren wie bei *Calamagrostis*. — Wenn nun diese Früchte und Samen die volle Reife erlangt haben, strecken

und sträuben sich bei Sonnenschein und trockener Luft alle Haare der Anhängsel und der schwächste Luftstrom ist dann im Stande, sie gleich einer schwebenden Flaumfeder emporzuführen.

Diese Früchte und Samen mit fallschirmartigen aus Haaren gestrickten Apparaten sind es denn auch, von welchen ich am Eingange dieser Mittheilung erzählte, dass man sie an sonnigen Tagen im Hochsommer massenhaft mit dem aufsteigenden Luftstrom längs den Gehängen unserer Hochgebirgsgipfel dahinfliegen sieht. Die wenigen Repräsentanten der Waldflora, welche auf den Moränen ein kümmerliches Dasein fristen (*Senecio nemorensis*, *Epilobium angustifolium*, *Calamagrostis montana*), oder deren Samen im Firn eingebettet gefunden werden, gehören gleichfalls in diese Abtheilung der Pflanzen mit luftschiffenden Früchten und Samen.

Wie sonderbar aber, dass der Bezirk, aus welchem diese befiederten Früchte und Samen in unsere Hochgebirgsreviere gelangen, sich nicht über die Region der subalpinen Wälder nach abwärts erstreckt; wie sonderbar, dass noch niemals die haarkronentragende Frucht einer Pflanze aus den wärmeren Thälern der Südalpen oder aus noch weit fernerer Geländen auf die Firnfelder unserer Gletscher geführt wurde. Wie lässt es sich erklären, dass die Aequatorialströme, welche unsere Central- und Nordalpen treffen, niemals tropische Synantherenfrüchte mitbringen? Sollte der Grund darin liegen, dass der unsere Alpen am häufigsten bestreichende Aequatorialstrom dem westindischen Meere und jener andere heisse und trockene ausnahmsweise unsere Alpen erreichende Scirocco der Sahara*), also beide

*) Vom Fön ist hier natürlich abzusehen. Der Aequatorialstrom, der erst in den Central- und Nordalpen zum trockenen Fön wird, müsste die etwa mitgeführten Samen mit den Niederschlägen, die er am Südrande der Alpen absetzt, schon verloren haben; nur jene Aequatorialströme, die in den Centralalpen und Nordalpen ankommen, ohne auf ihrem Wege Niederschläge abgegeben zu haben, könnten feste Gegenstände von den Stellen ihres Aufsteigens mitbringen.

einem fast pflanzenleeren Gebiete entstammen und demnach an ihrer Geburtsstätte keine befiederten Pflanzensamen finden, die sie uns als Angebinde und Erinnerungszeichen an ihre ferne warme Heimath mitbringen könnten? — Ich meine nicht und glaube vielmehr, dass sich die beschränkte Verbreitung der scheinbar zu den fernsten Luftreisen geeigneten Früchte und Samen der zuletzt geschilderten Gruppe auf eine andere Weise erklären lässt.

Es wurde schon darauf hingewiesen, dass diese mit Federkronen und fallschirmartigen Tragapparaten versehenen Früchte und Samen ihre Luftreisen nur an sonnigen Tagen und bei trockener Luft beginnen. Bei trübem Wetter und reichlicher Saturation der Luft oder so lange die Früchte noch bethaut sind, erscheinen die ausserordentlich hygroskopischen Haare der Flugapparate nicht ausgebreitet, sondern bündelförmig zusammengelegt und bieten dann der Luft eine vielmals kleinere Oberfläche dar, als im trockenen Zustande, abgesehen davon, dass auch das Gewicht in Folge des Anhaftens und der Aufnahme von Wasser bedeutend vergrössert und dadurch die Flugfähigkeit natürlich sehr verringert wird. Wenn man die Früchte einer *Valeriana* aus trockener Luft in feuchte Luft unter eine Glasglocke gibt, so sieht man alsbald die früher sternförmig abstehenden befiederten Strahlen des Flugapparates sich schneckenförmig zusammenrollen, so dass sie schliesslich nur mehr kleine knopfförmige dem Achenium aufsitzende Convolute bilden; die gefiederten Schwänze der Früchte von *Dryas octopetala* und *Geum reptans*, welche auf dem Fruchtboden sitzend, bei trockener Luft, einem krausen Nebelballen gleichen, bilden, so lange sie noch bethaut sind, einen zusammengedrehten Büschel und schliessen sämmtlich wie die Haare eines aus dem Wasser gezogenen Pinsels dicht zusammen. — Alle diese Früchte und Samen können demnach durch den aufsteigenden Luftstrom nur bei Sonnenschein, bei trockener Luft und im unbethauten Zustande emporgeführt werden. Sobald die relative Feuchtigkeit

der Luft im geringsten zunimmt, so hört auch die Möglichkeit des weiteren Aufsteigens alsbald auf. Eine solche Aenderung tritt aber nothwendig immer und überall ein, sobald die erwärmte Luft beim Aufsteigen sich ausdehnt und abkühlt, und die ausserordentlich hygroskopischen Samen werden daher über einen gewissen Höhenpunkt niemals hinauskommen. Dieser Höhengürtel wird nicht für alle Samen der gleiche sein, auch wird derselbe in den verschiedenen Tageszeiten, dann in verschiedenen Perioden des Jahres, so wie endlich nach örtlichen Verschiedenheiten des den Grund des Luftoceans bildenden Terrains eine bald höhere bald tiefere Lage annehmen und es dürfte kaum möglich sein, denselben auf Grundlage der nur sehr spärlich vorliegenden Daten schon jetzt durch Zahlen näher zu fixiren. Auf keinen Fall gelangen die Samen, welche mit dem courant ascendent im Quellengebiet unserer Südwinde emporschweben, bis in die Region, in welcher die emporgestiegenen Luftmassen seitlich abfliessen, und im Gebiete unseres Hochgebirges mag im Hochsommer etwa der Höhengürtel, welcher sich 500 — 600^m über die höchsten Spitzen ausspannt, die Grenze bilden, welche von keinem der beflügelten Samen überschritten wird. — Es ist hier auch noch daran zu erinnern, dass die im Sonnenschein emporgeführten trockenen, mit lockeren Gespinnsten besetzten Samen, sobald die Sonne untergegangen und die Nacht heraufgezogen ist, geradeso wie die in das Luftmeer tauchenden Halme, Zweige und Blätter nothwendig Wärme ausstrahlen und in Folge dessen bald mehr bald weniger reichlich bethaut werden. Aber schon durch die schwächste Bethauung verliert der luftfahrende Same seine Flugfähigkeit und sinkt immer tiefer und tiefer bis er endlich wieder den Grund des Luftmeeres erreicht, von dem er aufgestiegen war.

Es verhält sich also mit den Luftfahrten dieser durch gespinnstartige Tragapparate ausgezeichneten Samen ganz ähnlich wie mit den Wanderspinnen, welche auf ihren leichten Gespinnsten zu gewissen Zeiten durch die Lüfte

segeln. Auch sie vermögen ihre Luftreisen nur bei trockener Luft und Sonnenschein auszuführen, und bekanntlich sind es in unserer Zone ganz vorzüglich die sonnigen trockenen Herbsttage, an welchen bei leichtem Ost ein spiegelklarer Himmel sich über Berg und Niederung wölbt, wann die durch die blaue Luft dahinschwebenden Spinnennetze im Sonnenglanze schimmern. Sobald dann der Abend angebrochen, tritt reichlicher Thau ein; auch die Netze der Wanderspinnen bethauen sich, werden schwer und schlaff und sinken zu Boden. Die Entfernung des Punktes aber, an welchem sie zu Boden sinken von jener Stelle wo sie aufgefahren, kann keine sehr grosse sein, da man jene Gewebe und die sie erzeugenden Spinnen (*Thomisus viaticus*, *Lycosa paludosa* und *succata*, *Micryphantas elevatus* und mehrere *Theridium*-Arten) nur in den tieferen Thalstufen fliegend und verbreitet, aber noch niemals in die alpine Region getragen fand. Und ebensowenig kann auch der Abstand der Punkte, an welchen die befiederten und mit flockenartigen Gespinnsten umhüllten Samen aufsteigen und niederfallen, ein sehr grosser sein. Wenn einer dieser Samen durch den aufsteigenden Luftstrom an unseren Augen plötzlich vorbeigeführt wird und dem nachfolgenden Blicke dann im blauen Aether entschwindet, so drängt sich freilich unwillkürlich die Vorstellung unendlicher Fernen auf, welche der zarte Same mit den Schwingen seines Flugapparates durchschwärmen wird. Es mögen manche dieser Samen auch immerhin Luftsäulen von 2000^m in vertikaler Richtung durchmessen, das Horizontalmass ihrer Reise wird aber kaum grösser, ja vielmehr vielfach kleiner sein, weil an jenen trockenen sonnigen Tagen, an welchen ihnen überhaupt eine Auffahrt mit Hilfe des aufsteigenden Luftstromes gestattet ist, die horizontale Strömung der Luft eine schwache und die Möglichkeit der Auffahrt zudem auf die kurze Periode, welche zwischen dem Verschwinden des Morgenthaues und dem Eintritte der abendlichen Bethauung liegt, beschränkt ist. — Die luftfahrenden

Samen, welche sich dem aufsteigenden Luftstrome anvertrauen, werden also in der Regel bei diesen ihren Reisen ein nahes Ziel in hohen Bogen erreichen, und von der Uebertragung luftfahrender Samen über weite Länder und Meere kann nach alledem füglich nicht mehr die Rede sein.

Wenn etwas kräftigere horizontale Winde auf die samenreifenden Gewächse einfallen, so kommt natürlich der aufsteigende Luftstrom ohnediess nicht zur Geltung und eine Auffahrt der Samen ist dann überhaupt nicht möglich. Den horizontal wirkenden Luftströmungen gegenüber werden sich aber die mit federförmigen oder gespinnst-artigen Tragapparaten versehenen Früchte und Samen geradeso verhalten, wie die Früchte und Samen anderer Abtheilungen; nur wird bei dem Umstande, dass feuchtes nasses Wetter die haarförmigen Gebilde des Tragapparates zusammenkleben macht und dass bei trockener Luft die in mehr weniger horizontaler Richtung fortgetriebenen Samen mit ihren gespinnstartigen Flugapparaten ausserordentlich leicht an anderen Pflanzen haften bleiben, die Strecke, über welche sie dahinfliegen, eher eine geringere, als eine grössere sein, als bei den Samen mit membranösen Rändern und Anhängseln.

3. Es bleibt nun nur noch die staubige oder schlammige Masse zu untersuchen übrig, welche nebst den Insekten und den eben abgehandelten Früchten und Samen der Blütenpflanzen im Firn eingebettet ist und denselben stellenweise eine schmutzige Färbung ertheilt.

Diese schlammige Substanz ergibt unter dem Mikroskope zunächst eine grosse Menge amorpher anorganischer winziger Partikelchen, mit diesen aber in sehr verschiedenen Graden der Häufigkeit gemengt auch frische und todt Organismen, zumal einzellige Algen, Diatomaceenschalen, Räderthierchen und Infusorien, Blütenstaub, Sporen, Sporangien und Sporenschleudern, Fragmente von Moosblättern, zerbrochene Pappushaare, Splitter von Kohlen,

Schuppen von Schmetterlingsflügeln und Theile von Vogelfedern.

Was von diesen unter dem Mikroskope von mir beobachteten Dingen am Leben war, gehörte durchwegs Arten an, welche auch ausserhalb des Gletscherbereiches in unseren Alpen und zwar vorzugsweise in den höheren Regionen vorkommen. Diess gilt insbesondere von den *Diatomaceen*, von welchen ich aus dem Firnschlamm der Oetzthaler und Stubaiäer Ferner *Campylodiscus Clypeus*, *Epithemia Argus*, *Eunotia amphioxys*, *Odontidium hyemale*, *Pinnularia borealis*, *Stauroneis Semen* bestimmte, dann von dem räthselhaften regelmässig mit dem Blütenstaub der Nadelhölzer gemengt vorkommenden und häufig in den Pollenzellen der Pinus-Arten nistenden und für eine einzellige Alge genommenen *Haematococcus nivalis* und endlich auch von den zierlichen in unseren Alpen so häufigen Räderthierchen *Roseola alpina*. Es gibt Stellen, wo man einige dieser mikroskopischen Lebewesen in erstaunlicher Menge beisammen findet. In kleinen schlammgefüllten Mulden und Rinnen des Gletschereises kann man förmliche Diatomaceen-Nester treffen und man gewinnt die Ueberzeugung, dass diese winzigen Organismen in der schlammigen eisbedeckenden Schichte, welche sich an sonnigen Hochsommertagen bis zu einem Grad und vielleicht noch darüber erwärmt, vermehren und verbreiten, also sich heimisch gemacht haben, wenn auch nicht daran zu zweifeln ist, dass sie ursprünglich vom Ufergelände des Gletschers dorthin gelangten. — Die grünen Protococcusartigen Massen, welche mitunter beigemischt sind, gehören Algen an, deren Sporen sich in dem Gletscherschlamm zu entwickeln versuchten aber in dem wenig günstigen Medium nicht zur normalen Ausbildung gelangen konnten. — Die dem Firnschlamm beigemischten Sporen der Farne, Moose, Lebermoose, Flechten, Algen und Pilze lassen wohl eine Bestimmung der Arten, denen sie entstammen, kaum zu, ebensowenig war ich im Stande die Arten zu ermitteln, welche den Blütenstaub

geliefert haben, der dem Firnschlamm beigemischt ist. Nur so viel vermag ich zu constatiren, dass die Gräser, Riedgräser und Betulaceen und vor allem die in unseren subalpinen Wäldern heimischen Coniferen am häufigsten und reichlichsten vertreten sind. Namentlich findet man die höchst charakteristischen und durch zwei seitliche Luftsäcke zum Transporte durch den Wind vorzüglich geeigneten Pollenzellen der *Pinus Mughus*, *Pinus Cembra* und *Abies Picea* manchmal in so grosser Menge, dass dadurch die Farbe des Firns und Firnschlammes eine eigenthümliche Nuancirung erleidet.

Ob einzelne Pollenzellen und Sporen Gewächsen angehören, welche in fernen Regionen ihre Blüten geöffnet, wage ich auf Grund des von mir untersuchten Materials mit Sicherheit weder zu behaupten noch zu bestreiten und ich fühle mich auch durchaus nicht kompetent zu entscheiden, was von den Ehrenberg'schen mit dem »Passatstaub« auf die Alpen angewehten mikroskopischen Arten zu halten ist und ob die Verbreitung der mikroskopischen Lebewesen über alle Zonen und Regionen unseres Erdballes bereits so genau festgestellt ist, dass es gestattet sein kann, aus dem Vorkommen dieser oder jener Species auf einen westindischen oder afrikanischen Ursprung des die mikroskopischen Organismen bergenden Staubes zu schliessen. Die von mir im Firnschlamm lebend beobachteten und gut conservirten Diatomaceen gehören, wie schon bemerkt, durchwegs in den Alpen weit verbreiteten Arten an. Neben diesen fand ich aber mitunter auch Kieselschalen abgestorbener Diatomaceen beigemischt, welche fast alle abgerieben und zerbrochen waren und das deutet, wie mir scheint, allerdings auf eine bewegte Vergangenheit und auf die Einflüsse einer weiten Reise hin.

Die Möglichkeit, dass Staub mit dem courant ascendent emporgeführt und nordwärts bis in den Bereich der Alpen gelangen kann, ist auf keinen Fall in Abrede zu stellen. Die Partikelchen, welche jenen Staub bilden —

anorganische und organische -- sind von so fabelhaft geringem Gewichte und so winzigen Dimensionen, dass sie als wahre Sonnenstäubchen schon unter dem Einflusse von Ausgleichsströmungen, welche in Folge geringer Temperaturdifferenzen entstehen, in einer scheinbar ganz ruhigen Luftschichte auf- und niedertanzen. — Ich habe den Versuch gemacht, das Gewicht von Diatomaceen, Sporen und Pollenzellen zu bestimmen *) und fand, dass ein Pollenkorn von *Pinus Cembra* 0.000000112 Gramm, eine Spore von *Polytrichum sexangulare* 0.0000000225 Gramm und ein (nicht geglühtes) Individuum der Diatomacee: *Odontidium hycmale* 0.000000077 Gramm Gewicht zeigte, dass also das Gewicht dieser organischen Bestandtheile des auf den Firn angewehten Staubes zwischen einigen Millioutheilen und dem zehntausendsten Theile eines Millegramms schwankt, und dass somit das Gewicht sehr kleiner Phanerogamensamen, wie z. B. jenes der Samen von *Rhododendron ferrugineum* das Gewicht der Sporen, Pollenzellen und Diatomaceen noch um das Mehrhundertfache bis Mehrtausendfache übertrifft.

*, Diese Bestimmung, welche mir bei wiederholten Versuchen mit demselben Objekte derart übereinstimmende Zahlen ergab, dass ich sie auf das beste anempfehlen kann, wurde in folgender Weise ausgeführt. Eine gewogene Menge Diatomaceen, Sporen oder Pollenzellen (circa 0.01 Gramm) wurde mit einer vielmal grösseren gewogenen Menge fein gepulverten Zuckers möglichst gleichmässig gemengt und mit diesem Medium gleichsam verdünnt. Es wurde nun das Gewicht eines sehr kleinen auf einen carrirten Objektträger aufgetragenen Theiles der Mischung bestimmt und für diesen Theil der Gewichtsanteil des Zuckers und der Gewichtsanteil der Diatomaceen, Sporen oder Pollenzellen berechnet. Hierauf wurde der Zucker durch Zusatz von Wasser aufgelöst und die Diatomaceen, Sporen oder Pollenzellen, welche nun auf dem Objektträger sehr gleichmässig vertheilt erschienen, unter dem Mikroscope abgezählt (wozu ein carrirter Objektträger unerlässlich ist). Das Gewicht der auf dem Objektträger befindlichen Diatomaceen, Sporen oder Pollenzellen getheilt durch die Zahl derselben, ergibt schliesslich das Gewicht einer einzelnen Diatomacee, Spore oder Pollenzelle.

Bei so geringem Gewichte, beziehungsweise bei einer so ausserordentlichen Zertheilung der Masse ist natürlich die Vergrösserung der den Luftströmungen gebotenen Oberfläche eben dieser Masse eine enorme und man darf sich eigentlich weniger darüber wundern, dass diese Stäubchen die geringsten Bewegungen der Luft mitmachen, als vielmehr darüber, dass sie überhaupt einmal in der freien Atmosphäre zu Falle kommen. Ihr Transport über sehr weite Strecken kann jedenfalls eben so gut erfolgen, wie die Verbreitung der unendlich fein vertheilten Kohle des Moorrauches, von welcher Prestel nachgewiesen hat, dass sie sich aus den Niederungen Ostfrieslands und Oldenburgs bis Cherbourg, Genf, Kremsmünster etc. verfolgen lasse. Lyngbye sah einmal im Mai und Juni alle Pfützen, Seen und Meeresufer bei Kopenhagen mit dem Blütenstaube von *Pinus* bedeckt; da aber in der Gegend von Kopenhagen nirgends Kiefern wachsen und der nächste Standort dieses Baumes erst in Mecklenburg liegt, so musste jener Blütenstaub entweder aus Mecklenburg oder einem noch fernerem Gelände angeweht worden sein. — So viele schwer wiegende Gründe gegen die Uebertragung der Früchte und Samen von Blütenpflanzen durch Luftströmungen über weite Länder und Meere sprechen, eben so viele Gründe machen es demnach wahrscheinlich, dass jener röthliche Staub, der ab und zu einmal auf die Schneefelder und Firnflächen unserer Berge angeweht wird, aus dem heissen Gürtel unserer Erde herstamme. Die Seltenheit dieser Staubfälle aber macht es weiterhin wahrscheinlich, dass der Luftstrom, welcher eben die Ablagerung dieses ziegelrothen Staubes im Gefolge hat, jener unter seltenen begünstigenden Umständen eine Derivation nach Westen erleidende der Sahara entsteigende Wüstenwind ist, welcher auch auf Madeira und in Italien in der Regel mit Staubfällen verbunden auftritt, unter normalen Verhältnissen aber, wie Dove gezeigt hat, seinen Weg gegen die Steppengebiete des südwestlichen Asiens einschlägt.

Aus allen im Obigen mitgetheilten Beobachtungen und Betrachtungen ergeben sich aber jetzt folgende Sätze:

1. Nur staubartige Gebilde (Blüthenstaub, Sporen, Diatomaceenschalen etc.) können durch Luftströmungen über weite Länder und Meere in ununterbrochenem Zuge verbreitet und auch in den Bereich unserer Alpen gebracht werden.

2. Die Früchte und Samen der Phanerogamen, welche mit gespinntartigen und fallschirmartigen bei trockener Luft sich ausbreitenden Flugapparaten versehen sind, werden im Gebiete der Alpen durch den an sonnigen Tagen beim Schweigen der Horizontalwinde sich entwickelnden aufsteigenden Luftstrom zwar emporgeführt, sie sinken aber nach Untergang der Sonne in geringer Horizontaldistanz wieder zu Boden und der Zweck der mit diesen Flugapparaten erreicht wird, ist nicht so sehr die Eignung der Samen zu weiten Reisen, als vielmehr die Befähigung derselben sich auf den Gesimsen und in den Ritzen steiler Gehänge und Felsen anzusiedeln und diese für andere Pflanzensamen nicht leicht erreichbaren Steilwände mit Pflanzenwuchs zu bekleiden.

3. Das Vorhandensein häutiger Einfassungen und Flügel begünstigt den Transport der Früchte und Samen durch die in horizontaler Richtung wirkenden Luftströmungen; die horizontale Distanz aber, über welche diese Samen dahingeführt werden, erstreckt sich wohl kaum jemals weiter, als von der einen zur anderen Thalwand und die Verbreitung der Früchte und Samen der Phanerogamen kann daher, in so weit dieselbe durch Luftströmungen veranlasst wird, immer nur schrittweise und allnählig erfolgen.

4. Früchte und Samen, welche aller die Flugfähigkeit vergrößernden Fortsätze und Anhängsel entbehren, werden durch Luftströmungen kaum influenzirt; nur dann, wenn diese compacten Samen sehr geringen Umfang und sehr geringes Gewicht haben, können sie durch horizontal wirkende Winde über kurze Strecken fortgetrieben werden.

Diese Resultate, so unbedeutend sie auch scheinen mögen, sind für die Lösung einer ganzen Reihe wichtiger pflanzengeographischer und pflanzen geschichtlicher Fragen von grossem Werthe und ich will es versuchen zum Schlusse nur eine dieser Fragen, deren ausführliche Behandlung einer demnächst erscheinenden Schrift vorbehalten bleibt, wenigstens flüchtig anzudeuten.

Wenn sich die Samen der Phanerogamen nur schrittweise verbreiten können, so sollte sich von den äussersten Vorposten, welche jede Pflanze am Rande ihres Verbreitungsbezirkes zeigt, gegen das Mittelfeld dieses Verbreitungsbezirkes eine ununterbrochene Kette von Standorten nachweisen lassen. — Ist der Verbreitungsbezirk auf eine sehr weite Strecke unterbrochen und kann die Uebertragung der Früchte oder Samen durch andere Verbreitungsmittel (absichtliche oder unabsichtliche Verschleppung durch Menschen und Thiere, Transport durch Wasser) ausgeschlossen werden, so ist die Unterbrechung des Verbreitungsbezirkes oder die Spaltung des Verbreitungsbezirkes in zwei, drei und mehrere von einander weit getrennte Areale erst im Laufe der Zeit erfolgt; denn die Annahme, dass durch Luftströmungen Blütenpflanzensamen aus dem einen Gebirge auf das andere, von der einen Insel auf die andere geführt werden könnten, ist mit Bezug auf die früheren Erörterungen jedenfalls unstatthaft. Nun findet man aber im Gelände der Alpen an beschränkten Stellen, begünstigt durch lokale Verhältnisse, Gruppen von Pflanzen, welche sonst weit und breit nirgends vorkommen, erst im fernen Süden wieder auftauchen und deren Einschleppung durch Menschen, Thiere, Wasser mit Bestimmtheit ausgeschlossen werden kann. — Sie können nur als verlorene Posten eines früheren durch ununterbrochene Standortsreihen zusammenhängenden Verbreitungsbezirkes gedeutet werden. Der Umstand aber, dass derlei Colonien südlicher Pflanzen an mehreren Punkten der östlichen Alpen vorkommen, drängt zu dem Schlusse, dass nach der letzten Eiszeit im

Gebiete der östlichen Alpen ein wärmeres Klima geherrscht habe, unter dessen Gunst eben jene südlichen Pflanzen viel weiter und in einer ununterbrochenen Kette von Standorten verbreitet waren, dass aber später in Folge der Aenderung der klimatischen Verhältnisse jene Arten auf südlichere Gegenden eingeschränkt wurden und nur an ganz vereinzelt, klimatisch sehr begünstigten Lokalitäten im Norden zurückgeblieben sind.
