

Der gefärbte Schnee, sein Auftreten und seine Entstehung.

Historische Skizze

von

Prof. Dr. Josef Schorn.

Separatabdruck aus der Ferd.-Zeitschrift III. Folge 36. Heft.

— Im Selbstverlage. —



INNSBRUCK

Druck der Wagner'schen Universitäts-Buchdruckerei.

1892.

Aussergewöhnliche Naturerscheinungen, wie Erdbeben, Orkane, Sturmfluthen, Feuermeteore u. dgl. üben auf uns eine um so mächtigere Wirkung aus, je räthselhafter und grossartiger sie auftreten. Bietet die Entwicklung des Einzelnen zu wenig, um das Ungewöhnliche in seiner Wesenheit zu ergründen, so schweift unser geistiges Auge zurück in die Vergangenheit und sucht aus ähnlichen Naturereignissen das Gleichartige festzustellen, aus den mannigfachen Erklärungsversuchen das Mögliche vom Haltlosen zu trennen, die hiebei aufgedeckten Irrwege als solche zu kennzeichnen und dadurch entweder selbst zu einer richtigen Lösung des Naturräthfels oder wenigstens auf den richtigen Weg hiezu zu gelangen. Das die Methode unserer Arbeit. Durchblättert man die Literatur über die aussergewöhnlichen Färbungen des liegenden und fallenden Schnees, so stösst man auch auf eine Unzahl unrichtiger oder doch ungenauer Ansichten, welche der Klärung bedürfen. Hervorragende Forscher haben diese Aufgabe übernommen und z. Th. auch gelöst. Die Ergebnisse ihrer diesbezüglichen Untersuchungen zu einem organischen Ganzen zusammenzufügen, soll Aufgabe dieser Abhandlung sein. Als Beispiele wollen wir solche verbürgte Thatsachen anführen, die sich zum grossen Theil auf alpinem Boden abspielten.

Der Schnee verdankt seine normale weisse Farbe der zwischen die farblosen Eisnadelchen eingelagerten Luft;

die abnormen Färbungen des Schnees entstehen durch fremde, leblose oder belebte Wesen, die entweder dem Schnee auflagern oder denselben mehr oder weniger tief durchdringen. Die prächtigste und wundervollste hieher gehörige Erscheinung ist gewiss die blutrothe Färbung des Schnees unserer Hochgebirge und des hohen Nordens.

Die blutrothe Färbung des liegenden Alpenschnees war schon dem hervorragendsten Naturforscher des Alterthums, Aristoteles (1. p. 4) bekannt; doch finden wir eine Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung in dessen Schriften noch nicht. Ebenso suchen wir vergebens nach einer solchen in allen jenen Zeitgeschichten und Sammelwerken des Alterthums und Mittelalters, welche die rothe Färbung des Schnees wohl zumeist auf die Autorität des genannten Philosophen hin anführen, ohne aber eine Lösung des Naturräthsels zu geben. Dies darf uns auch nicht Wunder nehmen; denn bei den geringen naturwissenschaftlichen Kenntnissen jener Zeiten vermochten solche auffällige Erscheinungen weniger den urtheilenden Verstand als vielmehr die für derartige Dinge so empfängliche Einbildungskraft anzuregen, welche darin nicht selten Vorboten schrecklicher Kriege, verheererender Seuchen oder drohender Hungersnoth erblickte, Bacon von Verulam (2. p. 574) dürfte uns wohl die erste, zwar etwas sonderbare Erklärung des Blutschnees übermittelt haben. Er erwähnt nämlich in seinen naturphilosophischen Schriften, „dass nach der Ansicht der Alten aus dem sehr festgeballten und faulenden Schnee Pflanzen entstünden, von denen die ausgezeichneteste Flomus heisse, und dass dabei auch ein röthlicher, träger Wurm entstehe, der seine Geburtsstätte nur kurze Zeit überlebe“. Darnach wäre also im Schnee selbst der Ursprung des färbenden Stoffes zu suchen. Anders Friedrich Martens (3.), welcher die erste Nachricht vom rothen Schnee der Polargegenden überbrachte. In seiner „Spitzbergisch-grönländischen Reise-

beschreibung vom Jahre 1671“ theilt er nämlich folgendes mit: „Die Steine durchgehends seint Aderich auff allerhand Art, wie ein Marmor, Roth, Weiss und Gelb und bei Veränderung des Gewitters natzen Sie und davon wird der Schnee gefärbt, auch wenn es regnet laufft das Wasser bei den Steinen herab, davon der Schnee Roth gefärbt wird“.

Aus den Alpen verdanken wir die erste genauere Kenntniss des Blutschnees dem Genfer Naturforscher Horace B. de Saussure (4. p. 53—58), welcher im Jahre 1760 auf dem über dem Chamounythale sich erhebenden Breven, dann in den folgenden Jahren auch auf andern hohen Bergen der Alpen und besonders häufig im Jahre 1778 auf dem St. Bernhard Schneeflächen stellenweise, namentlich in grubigen Vertiefungen, lebhaft roth gefärbt fand. In allen diesen Fällen rührte die Färbung von einem feinen, mit dem Schnee innig vermengten Stoffe her, den Saussure nach seinen mikroskopischen Untersuchungen bereits für pflanzlich hielt, indem er anfangs glaubte, dass dieser färbende Stoff wahrscheinlich Blütenstaub irgend einer Pflanze sei; woher dieser aber stamme, war ihm selbst unbegreiflich. „Ja, man möchte wohl sagen“, fügt Saussure hinzu, „es sei dieser Stoff vielmehr ein Erzeugnis des schmelzenden Schnees selbst, welches im Eindringen und Abwärtssinken des Wassers an der Oberfläche des Schnees und unter derselben liegen bleibe und durch die Sonne geröthet werde“. Dieser Erklärung widerspricht Ramond (2. p. 509), der im Jahre 1800 bei Bereisung der Pyrenäen in einer Höhe von 2000—2400 m auf blutrothen Schnee stiess. Er hielt den rothen färbenden Körper, die *materies rubra*, für Glimmer, der aus höher anstehenden glimmerreichen Gebirgsarten herrühre; denn nur an solchen Stellen, wo dies der Fall gewesen, habe er rothen Schnee und auf diesem „aufgequollene“ Glimmerblättchen gefunden, die sich zum Theil in das rothe, den

Schnee färbende Pulver verwandelt hätten, welches „die Merkmale vegetabilischer Körper habe“.

Aus dem heute so viel besuchten Tirol haben wir wohl in den Handschriften des praktischen Arztes Dr. Öttl aus Bozen die ersten Aufzeichnungen über rothen Alpenschnee vor uns. Öttl (5.) beobachtete nämlich am 3. Juli 1814 auf der Stalleralpe unter der Weissbacher Spitze bei Antholz sechs Schneegruben, deren Oberfläche viele Fuss lange blutrothe Streifen zeigte. Vielleicht irreführt durch eine um dieselbe Zeit erschienene Schrift über die rothen Staubfälle Italiens — also nicht über liegenden rothen Schnee —, glaubte Öttl nach seinen Untersuchungen im färbenden Stoffe nicht einen pflanzlichen Körper, sondern einen eisenschüssigen organischen Staub vor sich zu haben, was aber mit seinen weiteren ausführlichen Angaben über das Phaenomen nicht in Einklang zu bringen ist.

Während die bisherigen Untersuchungen des blutrothen Alpenschnees nur vereinzelt und wenig beachtet blieben, gaben die im Jahre 1818 vom Capitän John Ross (6. p. 383 ff.) auf seinen Nordpolfahrten gemachten Entdeckungen des rothen Schnees den Anstoss zu einer äusserst vielseitigen und gründlichen Erforschung desselben. John Ross traf im August genannten Jahres auf seiner ersten Polarreise in der Baffins-Bai beim Cap York auf einem Klippenzug von nahezu 200 m Höhe und in einer Erstreckung von sechs englischen Meilen die Schneefelder ganz und gar karminroth gefärbt, weshalb Ross diesen Höhenzug als „Karminklippen“ bezeichnete. Grosse Mengen vom färbenden Stoffe sandte unser Forschungsreisende an hervorragende deutsche, englische und französische Naturforscher zur genaueren Bestimmung. Abgesehen von der haltlosen Ansicht Thomson's (7. p. 495) und Charles Blagden's (1. p. 11), dass der Farbstoff von

den Auswürfen der Scharen von Vögeln stamme, welchen man in diesen Gegenden oft begegnet, und von der ebenso unbegründeten Meinung eines anderen Forschers, dass die färbenden Kügelchen Fischeier seien, stimmen fast alle Beobachter darin überein, dass man im färbenden Körper einen pflanzlichen Organismus vor sich habe; über die systematische Stellung und die Entstehung desselben war man aber getheilter Meinung. Der englische Botaniker Francis Bauer (2. p. 578) folgerte aus seinen mikroskopischen Untersuchungen, dass die Kügelchen, aus denen die färbende Substanz bestehe, jenen der Brandpilze (*Uredineen*) glichen, weshalb er dieselben *Uredo nivalis* nannte. Im Gegensatze zu Bauer hielten Robert Brown, Williams J. Hooker, Elias Fries und Karl A. Agardh, (2. p. 343 ff.), die bedeutendsten Kryptogamenkenner jener Zeit, die färbenden Kügelchen für eine Alge, welche Brown der *Tremella cruenta* nahestellte, während sie Hooker als *Palmella (nivalis)* und Fries als *Chlorococcum nivale* bestimmten. Um dieselbe Zeit beschrieb Baron Wrangel eine rothe Flechte von den Felsmassen des nördlichen Schwedens, welche er *Lepraria kermesina* nannte. Indem Agardh (2. p. 576) diese Pflanze mit der *Uredo* Bauer's verglich, hielt er beide für gleichartig und zählte sie den einfachsten Algen zu. Er machte daraus eine besondere Gattung *Portococcus* mit einer Art *P. kermesinus*, deren Namen er später in *P. nivalis* und 1835 in *Haematococcus nivalis* umänderte.

Über die Herkunft dieser Pflanze äussern sich die genannten Forscher sehr verschieden. Wrangel, der damaligen naturphilosophischen Richtung nicht fern stehend, denkt sich deren Entwicklungsfolge so: (2. p. 351 ff.) „Durch den Einfluss der Luftelektricität geweckt, bilden sich in der Gewitter-Atmosphäre die Luftinfusorien (Luftzoophyten Lichtenberg's) mit dem sie umhüllenden Schleim und fallen im Gewitterregen zur Erde. Die in diesem

Schleim eingebetteten Infusorien schwimmen dann einige Zeit frei im Wasser herum und setzen sich auf die Steine in Gestalt eines Niederschlages nieder, dessen Farbe von den verschiedenen Graden des Sonnenlichtes abhängig, dementsprechend von Grün durch Hellroth endlich in Dunkelroth übergeht. Im ausgetrockneten Zustande ist dieser schorfartige Niederschlag *Lepraria kermesina* W. Durch Wasser aufgelöst, nehmen die Kügelchen wieder unabhängiges thierisches Leben an und können im Herabfließen ein tiefer gelegenes Schneefeld färben. Wie mit dem Regen kann aber auch mit dem fallenden Schnee eine ursprüngliche Infusorienbildung sich vereinbaren, ja sogar „in gesteigerter Röthe“ sich vervielfältigen und dadurch die Rothfärbung des Schnees bewirken“. Dem gegenüber ist aber Agardh (2. p. 354) der Meinung, dass man nicht nöthig habe, den rothen Schnee mit den ihn färbenden Organismen aus der Atmosphäre herzuleiten oder durch Auflösung und Zuführung der *Lepraria kermesina* zu erklären, sondern dass schon die Wirkung des Sonnenlichtes auf weissen, lichten Grund, wie z. B. auf Schnee oder weissen Kalkstein, in den elementaren Lebewesen der Alpen eine höhere Färbung hervorzurufen vermöge, indem, was den Schnee anbelangt, in und mit der Lösung desselben durch den Einfluss des Lichtes und der Wärme jener zur Vegetation neigende Lebensprocess beginnen, bis zu einer gewissen, endlich dem Auge kundwerdenden Höhe anschwellen und auf der bestehenden Unterlage des Schneefeldes fixirt werden könne, eine „Blume des Schnees“ im hohen Norden und auf Alpenhöhen, unter besonderen Umständen aber auch in tieferen und wärmeren Gegenden bildend. — In Übereinstimmung mit Agardh glaubt auch Bauer (2. p. 586), dass sein *Uredo nivalis* ein wirkliches Erzeugnis des Schnees sei; denn es schien ihm unmöglich, dass diese Substanz aus der Ferne durch den Wind oder auf irgend eine andere

Weise in so grosser Menge auf so ausgedehnte Strecken hingetragen würde.

Fast um dieselbe Zeit wurden auch in unseren Alpen von hervorragenden Forschern Untersuchungen über den Blutschnee angestellt. Im Juni 1818 fand nämlich der Schweizer de Charpentier (6. p. 386) rothen Schnee auf der Alpe Ancendaz am Fusse der Diablarets und auf anderen Bergen bei Bex, wo dieselbe Erscheinung schon sieben Jahre früher von Thomas (2. p. 595) beobachtet worden war. Charpentier erkannte als Farbstoff des rothen Schnees ein bräunlich rothes Pulver, von dem er eine Probe zur näheren Untersuchung an E. Fl. Fr. Chladni sandte. Dieser hielt (6. p. 386—390) den Farbstoff für kosmisch, d. h. für eine von aussen stammende Masse, die vor ihrer Ankunft weder der Erde noch deren Atmosphäre angehörte, — eine Ansicht, die wohl aus der Verwechslung des rothen liegenden Alpenschnees mit den röthlichen Staubfällen, die auch zur Rothfärbung des Schnees beitragen können, entstanden ist. In demselben Jahre veröffentlichte (8. p. 318 ff.) auch Biselx, Prior auf dem St. Bernhard, ausführliche Beobachtungen über blutrothen und ziegelrothen Schnee in der Nähe des Hospizes und sendete gleichzeitig Proben der färbenden Substanzen an Peschier nach Genf zur chemischen Untersuchung. Während Biselx die rothe Färbung des Schnees überhaupt von beigemischter eisenschüssiger Erde herleitete, was wohl beim ziegelrothen Schnee der Fall sein mochte, erkannte Peschier (8. p. 321 ff.) in der Probe, welche blutrothem Schnee entnommen war, neben verschiedenen mineralischen, den umliegenden Felsarten angehörigen Elementen, deutlich eine organische Grundmasse, gebildet aus zahlreichen Individuen unserer „Blume des Schnees“. Zwei Jahre später beobachtete Franz W. Sieber in Innsbruck (9. p. 188, 192) blutrothen Schnee auf der Oberstückler Alpe des Sarnthales, dessen Farbe er ebenfalls auf die Gegenwart eines pflanz-

lichen Organismus zurückführt, in welchem er aber infolge ungenauer Formbestimmung nicht eine *Protococcus*form, sondern eine Fadenalge zu erblicken glaubte, die er mit dem Namen *Conferva nivalis* bezeichnete. Überhaupt ist sein Bericht recht überschwänglich, indem er unter andern das Pflänzchen ein Paradoxon der Pflanzenwelt nennt, das auf keinem Boden wurzle und Feuchtigkeit, Licht und Wärme fliehe! — Im Jahre 1824 untersuchten Peschier und Decandolle abermals Proben blutrothen Schnees, welche ihnen im J. 1823 Canonicus Barras vom St. Bernhard eingeschendet hatte. Bei dieser Gelegenheit verglich Decandolle den Farbstoff mit den Überresten des rothen Polarschnees und stellte deren Identität fest. (2. p. 605).

Inzwischen wurde wieder im hohen Norden und zwar auf dem Solvaagfjeld in Norwegen in einer Höhe von 3000 Fuss Blutschnee von S. C. Sommerfeldt (10. p. 308) aufgefunden und eingehend untersucht. Seine im Jahre 1824 darüber veröffentlichte Abhandlung ist deshalb von Bedeutung, weil er darin die Schneealge von der Gattung *Protococcus* trennt und als *Sphaerella nivalis* aufführt, eine Bezeichnung, die später (1838) auch Ehrenberg, der sich früher (1830) noch für Wrangel's Ansicht erklärt hatte, acceptierte. (11. p. 288).

Die in der zweiten Hälfte der zwanziger Jahre gemachten Entdeckungen rothen Alpenschnees durch den Hofrath von Martius auf dem Krotenkopfe bei Partenkirchen (1827) und durch Dr. Kittel auf der Jägeralpe bei Schliersee (1828) (12. p. 340) fanden wenig Beachtung. Eingehender untersuchte im Jahre 1830 (13. p. 340) der damalige Bezirksarzt in Kitzbichl, Dr. Unger, diese seltsame Naturerscheinung, welche er am 4. August auf der sogenannten Geigen, einem Gebirgsrücken zwischen dem Brixenthal und Pinzgau zu Gesicht bekam. Er bestimmte den färbenden Stoff als *Protococcus nivalis* A. und äusserte sich über die Entstehung desselben dahin, dass die durch Stürme

auf niedere Gletscher getragene Dammerde und andere organische Reste einer modificierten Zersetzung preisgegeben seien, wobei sich als Grundlage der späteren organischen Bildung ein gleichförmiger Schleim entwickle, in welchem mit der Steigerung der Temperatur, des Lichteinflusses und der Elektrizitätsspannung der Luft die Organisation in Form der Kügelchen des *Protococcus nivalis* A. sich vollziehe.

Der Vollständigkeit wegen müssen wir an dieser Stelle auch des sogenannten Rothstoffes (Pyrrhins) erwähnen, da derselbe in eine nahe Beziehung mit unserem Gegenstande gebracht wurde. Bei der Untersuchung des am 3. Mai 1821 zu Giessen gefallenen rothen Regens kam nämlich Professor Zimmermann (2. p. 629, 665) auf die Vermuthung, dass es überall in der Atmosphäre und im Welt- raume eine von ihm Rothstoff genannte Substanz gebe, welche aus mannigfaltigen verflüchtigten Stoffen von der organischen Oberfläche der Erde gebildet werde und von den Wolken aufgenommen, wieder als ernährendes und erregendes Princip im Regen und Schnee dahin zurückkehre, wobei sie wohl auch die rothen Färbungen der Gewässer und des Schnees bedinge. Diese Vorstellung, welche er auf die röthliche Trübung der salpetersauren Silberauflösung infolge Einwirkung der Luft gründete, fand besonders in den dreissiger Jahren bei den Chemikern volle Beachtung, das Ergebnis ihrer Untersuchung war aber die Verweisung derselben in das Gebiet haltloser Hypothesen.

Ein wesentlicher Fortschritt in der genaueren Erkenntnis der Blume des Schnees wurde durch Esqu. Dr. R. J. Shuttleworth (14. p. 272 ff.) angebahnt, der im August 1839 auf dem Hospiz des Grimsel ganz frischen, aus der nächsten Umgebung stammenden rothen Schnee untersuchte. Er entdeckte in demselben zuerst rothe bewegliche Formen, die er jedoch nicht für blosse Entwicklungszustände der *Protococcus*-Kügelchen, sondern irriger

Weise für selbständige Aufgussthierchen hielt, denen er als neue Form der von Ehrenberg aufgestellten Gattung *Astasia* den Namen *Astasia nivalis* A. beilegte. Ausser diesen „thierisch bewegten Formen“ beobachtete er auch die bereits bekannten, unbewegten rothen Kugelchen, von denen er den kleineren Theil als ruhende Aufgussthierchen ansah, die er unter der Bezeichnung *Gyges sanguineus* E. aufführt, den grösseren andern Theil hielt aber auch er für die eigentliche bereits bekannte Schneealge, *Protococcus nivalis*. Aus seinem Beobachtungsmateriale machte er auch farblose, bewegliche und ruhende Lebewesen unter den Namen *Protococcus nebulosus*, *Monas gliscens* und *Pandorina hyalina* bekannt, die uns aber hier nicht weiter interessieren. Durch Shuttleworth's Forschungen veranlasst, unterzog im August 1840 Dr. C. Vogt (15. p. 341 ff.) auf dem Unteraargletscher den rothen Alpenschnee einer abermaligen eingehenden Untersuchung, deren Resultate Agassiz und Desor in dem Buche „Agassiz, geologische Alpenreisen 1844“ mitgetheilt haben. Nach Vogt sind die von Shuttleworth als verschiedene Infusionsthierchen und Algen beschriebenen gefärbten Lebewesen des rothen Schnees nur Entwicklungsformen eines und desselben Aufgussthierchens, das von ihm zu der von Morren aufgestellten Gattung *Discerea* gestellt und als *D. nivalis* V. bezeichnet wurde. Vogt scheint auch bereits die überwinternde Ruheform beobachtet zu haben, die er als dunkelrothe ins Blaue oder Braune spielende Kugel beschreibt, auf der eine Menge heller, konischer oder pyramidaler Fortsätze stehen. Anfangs hielt er diese Organismen für Wintereier eines Räderthierchens (*Philodina roseola* Ehr.), das ein häufiger Gast des rothen Schnees ist, später aber zweifelte er an der Richtigkeit dieser Annahme und erklärte, über die Stellung dieser bewegungslosen, räthselhaften Körper nichts Bestimmtes sagen zu können. Durch Vogt ward somit dem färbenden Stoffe des Schnees vorläufig der Pflanzencharakter

abgesprochen und damit der „Blume des Schnees“ die Existenz entzogen. Zehn Jahre später setzten Alexander Braun (16a. p. 221 ff.) und F. Cohn (16b.) sie wieder in ihre Rechte als Pflanze ein, indem beide Forscher die Pflanzennatur der ihr nahestehenden — anfangs sogar für identisch gehaltenen — Blutregenalge (*Chlamydococcus pluvialis* Flotow) damit begründeten, dass sie auf ihre Ähnlichkeit mit unbestrittenen niederen Algen, auf die Cellulose Hülle, auf das vom rothen Farbstoff verdeckte Chlorophyll und auf die im Lichte erfolgende Sauerstoffabscheidung hinwiesen, also auf Eigenschaften, die in ihrer Gesamtheit wohl den Pflanzencharakter eines Individuums aufrecht zu erhalten vermögen. Seitdem wird der Organismus des rothen Schnees von allen Botanikern als Pflanze in Anspruch genommen und dieselbe unter der Bezeichnung *Chlamydococcus nivalis* A. Br. oder *Haematococcus nivalis* Ag. den Volvocinen oder Kugelthierchen angereiht. Ein grosser Theil der Zoologen stimmt dieser Ansicht zu, während andere, wie Claus und Stein ihn noch für Urthiere halten, welche den Algen in ihrer Organisation sehr nahe stehen. Einer sonderbaren Täuschung ist es zuzuschreiben, dass der berühmte Botaniker A. Kerner (17.) sich noch im Anfange der sechziger Jahre weder für die eine noch die andere der soeben skizzierten Ansichten aussprach, sondern der Überzeugung Ausdruck gab, dass der den Schnee rothfärbende Organismus aus dem Blütenstaub der Knieföhre, der Kiefern und Fichten sich entwickle, eine an Saussure erinnernde Erklärung, die heute wohl niemand mehr aufrecht erhalten dürfte. Im übrigen beschäftigte man sich in den fünfziger und sechziger Jahren nur wenig mit der weiteren Erforschung der Schneeflora; dagegen brachten die zahlreichen nordischen Expeditionen der siebziger Jahre und die Durchforschung der Tatra durch Rostafinski im Anfange der achtziger Jahre neues Leben in die Sache. Während bisher die Blume des Schnees

als einziger Vertreter der Schnee- und Eisflora gegolten, machen uns die Naturforscher, welche das auf diesen Forschungsreisen gewonnene Material untersuchten, noch mit zahlreichen anderen Pflanzenformen bekannt, von denen sich manche ebenfalls an den abnormen Färbungen des Schnees beteiligen. Von den zahlreichen Untersuchungen, welche die nordischen Botaniker S. Berggren, F. Kjellman, J. Spångberg, V. B. Wittrock u. a. veröffentlichten, interessiert uns insbesondere die Arbeit Wittrock's (3. p. 67 bis 112), da sie einerseits die umfassendste ist, andererseits uns einen tieferen Einblick in den Bau, die Entwicklung und das Leben der Schneeealge gestattet.

Die Blume des Schnees erweist sich in ihrer bewegungslosen Sommerform als ein blutrothes, kugel- oder eirundes weiches Körperchen (Zelle) von 0.01—0.03 mm im Durchmesser. Nach aussen wird dasselbe von einer festen, farblosen Cellulosehaut begrenzt, die, anfangs dünn, mit dem Alter an Dicke zunimmt und gewöhnlich deutliche Schichtung zeigt, wovon die äusserste Lage nicht selten verschleimt. In diesem Zustande erfolgt die Fortpflanzung dadurch, dass der Zellinhalt in der Regel in vier Theile sich theilt, welche nach Auflösung der alten Zellwand als vier neue Individuen hervortreten. Diese eiförmigen mit zwei langen Geisselfäden ausgestatteten Schwärmzellen sind anfangs nackt, umgeben sich aber in kurzer Zeit mit einer lose anliegenden, farblosen festen Cellulosehaut („Panzer“ Vogt's), die am vorderen, schnabelartig verengten Pole zwei kleine Löcher zum Durchtritt der beiden Geisseln besitzt. Nachdem die Schwärmzellen ein Paar Tage im Schmelzwasser sich herumbewegt und in dieser Zeit etwa um das Vierfache an Grösse zugenommen, ziehen sie die Geisseln ein und setzen sich zur Ruhe, um wiederum auf gleiche Weise vier neue Individuen zu entwickeln. Derselbe Fortpflanzungsvorgang wiederholt sich unter günstigen Umständen öfters, woraus die unge-

mein rasche Anhäufung der Schneeealge in Rinnsalen, Schnee- und Gletschergrübchen sich erklärt. In Hinblick auf die bereits genau und vollständig bekannte Entwicklung der mit der Schneeealge sehr nahe verwandten Regen- alge dürfte jene wie diese wohl auch Schwärmzellen einer zweiten uns noch unbekanntem Form besitzen, von denen sich je zwei zu sogenannten Dauersporen vereinigen, die wir als kugelfunde bis cylinderförmige Zellen besonders gegen den Herbst hin allerorts auf gefärbten Schnee- und Firnfeldern treffen. Ihre Zellwand ist an der Aussenseite gefeldert und mit kugelförmigen, perlgrauen Erhöhungen versehen, so dass man mit einiger Phantasie glauben könnte, in ihnen mit echten Perlen eingefasste Rubinen vor sich zu haben. Die Hauptaufgabe dieser Dauerzellen ist die Erhaltung der Schneeealge von einer Vegetations- periode zur andern, indem sie über Winter tief unter Schnee begraben, auf Felsboden, Firn oder Eis lagern, bis endlich die kräftige Sommerwärme die lebensfeindliche Decke schmilzt und sie zu neuem Leben erweckt. Ihr Inhalt zerfällt sodann in zwei behüllte Zellen, von denen eine oder beide nochmals in zwei Zellen sich theilen. Durch Auflösung der Zellhaut entsteht in der Dauerspore eine Öffnung, welche den drei, beziehungsweise vier Tochter- zellen den Durchtritt gestattet. Die freigewordenen neuen Zellen sind die bereits eingangs geschilderten, blutrothen, unbewegten Sommerindividuen, die mit den Schwärmzellen die Schnee- und Firnfelder im Sommer blutroth färben. Soviel von Wittrock's mikroskop. Untersuchungen.

Die Schneeealge kommt in der Regel auf bleibenden Schnee- und Firnfeldern vor und zwar mit besonderer Vor- liebe am Fusse oder in muldenförmigen Vertiefungen der- selben. Bald zeigen sich auf den Firn- und Schneefeldern nur einzelne kreisrunde, etwas vertiefte rothe Flecken, bald mehrere Meter lange Streifen, welche, in der Nähe be- trachtet, wieder öfters aus zirkelrunden rothen Vertiefungen

gebildet erscheinen; in selteneren Fällen zeigt sich ein Schnee- oder Firnfeld auf mehrere Kilometer hin gleichmässig geröthet. Im allgemeinen erstreckt sich die Röthung des Schnees nur 4 bis 20 cm in die Tiefe, ausnahmsweise wohl auch bedeutend tiefer. Je nach der Individuenmenge und dem Entwicklungszustande der Schneealge, nach der Tiefe ihres Vordringens und der Beschaffenheit des Untergrundes erscheint das Roth in allen Abstufungen vom Hellrosaroth durch Blutroth bis Schwarzroth. Wenn bei Beginn des Sommers auch über der Schneegrenze die gewaltigen Schneemassen theilweise zusammenschmelzen und sodann in den blossgelegten mehr dunkelrothen bis schwärzlich-braunen Dauer- (Winter-) Sporen unter dem mächtigen Einflusse des Lichtes, der Wärme und der Feuchtigkeit neues Leben erwacht, erscheinen auf den noch blendend weissen Schnee- und Firnfeldern die ersten — anfangs unscheinbaren — rothen Tröpfchen, gebildet von Anhäufungen erwähnter Wintersporen. Indem diese ihre hellblutrothen, bewegungslosen Sommerindividuen entleeren, erweitern sich die rothen Fleckchen immer mehr, und allmählich überziehen sich grössere oder kleinere Schnee- und Firnfelder mit einem rosa- oder hellblutrothen Teint, stellenweise mehr oder weniger getrübt durch herbeigewehten Detritus. In den Rinnsalen des Schneewassers, in künstlichen oder natürlichen Vertiefungen, am unteren Ende der Firn- und Schneefelder, kurz dort, wo im Schmelzwasser die Schneealge durch Schwärmzellenbildung sich ungemein rasch vermehrt, nimmt die Unterlage eine intensiv carminrothe Färbung an, die oft bedeutend von der mehr hellroth gefärbten Umgebung absticht. Eine tiefere Abstufung des Roth tritt uns natürlich auch überall dort entgegen, wo infolge Zusammensickerns oder gewaltiger Verdichtung lockerer Schneemassen die vorher auf einen grösseren Raum vertheilten Individuen mehr zusammengedrängt werden. Sobald der Herbst auf den Höhen

seine Herrschaft beginnt und der Schnee und Firn nur wenig oder gar nicht mehr abschmelzen, hört auch die Schwärmsporenbildung auf und die Blume des Schnees geht in das Winterstadium über. Die Dauersporen, anfangs in ihren noch wenig verdickten Hüllen hochroth gefärbt, nehmen bald infolge stärkerer Verdickung und Trübung ihrer Zellhaut eine braunrothe Färbung an und verleihen bei massenhafter Anhäufung dem Schnee oder Firn eine entsprechend tiefere Färbung. Dort, wo neben diesen dunkelrothen Dauersporen noch abgestorbene, und in diesem Zustande schwärzliche Individuen, leere Zellhäute und andere in Zersetzung begriffene organische Substanzen sich massenhaft ansammeln, erscheint die Unterlage stellenweise wie russig. J. Brun (19. p. 439 ff.) und Dr. Arthur Simony (20. p. 89 ff. u. 113 ff.) glaubten in den „braunen Körnern und zelligen dunklen Massen“, welche sie in solchem „schwarzen Schnee“ beobachteten, eine von der Schneecalge abweichende Algenform oder wenigstens Varietät derselben entdeckt zu haben, die Brun *Protococcus nigricans* nannte. Mit Berücksichtigung der oben dargelegten Verhältnisse konnten wir aus den Arbeiten genannter Forscher nicht zum selben Resultate gelangen, vielmehr glauben wir, dass die schwachen „kranken“ Nebenformen, wie Brun an einer Stelle die dunkleren *Protococcus*-formen bezeichnet und die „Parallelspecies“ der *P. nivalis*, wie sich für dieselbe Sache Simony ausdrückt, nichts anderes sein dürften, als vollständig ausgebildete Dauersporen, deren verdickte Zellhaut unter dem Einflusse benachbarter faulender alter Zellhäute und Schleimmassen sich mehr weniger tief schwärzen. Im übrigen verweisen wir auf die in vieler Beziehung äusserst belehrenden Arbeiten genannter Forscher.

Wie man schon aus den zahlreichen Fundortsangaben des vorausgehenden Theiles entnehmen kann, ist die geographische Verbreitung der Schneecalge eine ungemein

weite; denn überall dort, wo es bleibende Schnee- und Firnfelder gibt, konnte man die Blume des Schnees auffinden. Man kennt sie von Grönland und Spitzbergen, von den russischen Lappmarken, vom nördlichsten Theil des Urals und Sibiriens, vom arktischen Schweden und Norwegen, vom Gebiete zwischen dem Kupferminenflusse und der Hudsonsbai, von der Sierra Nevada (in Californien), von den Pyrenäen und von allen Theilen des mitteleuropäischen Hochgebirges. Was insbesondere die horizontale Verbreitung der Schneecalce in den Alpen anbelangt, so sei vor allem auf die ungemein grosse Zahl der Fundstellen hingewiesen und auf deren Vorherrschen in der Urgebirgszone. Ersterer Umstand erklärt sich wohl aus der verhältnismässig genaueren Durchforschung der Alpen, letzterer dürfte seinen Grund weniger im geologischen Aufbau der Mittelzone haben, wie nämlich manche Forscher glauben, sondern vielmehr im grösseren Reichthum derselben an liegendem Schnee; denn man hat rothen Schnee selbst an solchen Stellen des Kalkgebirges gefunden, wo weit und breit kein quarz- und glimmerreiches Gestein anstand, und trotzdem wies der Detritus, welcher der Alge die unorganische Nahrung bot, eine genügende Menge von Glimmerblättchen und anderen Mineralsubstanzen auf. Von einer Aufzählung der einzelnen alpinen Fundorte der Schneecalce wollen wir hier um so eher absehen, als einerseits ein grosser Theil derselben von Jahr zu Jahr wechselt und andererseits die früher erwähnten zur Begründung des Gesagten gewiss hinreichen. Nur von Tirol und Vorarlberg mögen hier einige im Vorausgehenden nicht aufgeführte Vorkommen Erwähnung finden. F. Sieber (9. p. 188) beobachtete rothen Schnee noch auf dem Timmelsjoch, im Ötztal, in der Trosnitz bei Pregratten und in der Glockernähe; Dr. Unger (13. p. 340) am Felberjoch; Zimmerl (17. p. 355) auf der Seesa plana; A. Kerner (17. p. 261) am Solstein; K. Gsaller auf dem Hintereisferner und auf dem Viller-

spitz; Jul. Pock auf der Nordseite des Glungezer — vielleicht ziegelrothen Detritus; R. v. Aichinger auf der Stilsferhöhe; der Kohlerbauer (im Volderwalde) im hinteren Wattenthale und Prof. K. Biasioli auf der Flavonalpe (Brentagruppe). Letzterem hat der Verfasser auch eine Probe rothen Schnees zu verdanken.

Die verticale Verbreitung der Schneevalge ergibt sich ebenfalls aus ihrem Vorkommen auf bleibendem Schnee. Während im hohen Norden der rothe Schnee bis ans Meeresniveau herabreicht, steigt er unter tieferen Breiten, wie in den Alpen und Pyrenäen mit dem alten liegenden Schnee in die Höhe, wobei seine eigentliche Verbreitzone von der Schneegrenze bis zu 3000 m reicht; doch kennt man auch Fundstellen, die weit über dieser oberen Grenze liegen, andererseits steigt die Schneevalge auf Lawenschnee nicht selten tief ins Thal hinab.

Die uns bereits bekannten nordischen Botaniker haben ausser der Schneevalge noch mehr als vierzig verschiedene Kryptogamen, fast ausschliesslich Süsswasseralgen, als der Schnee- und Eisflora des hohen Nordens angehörig nachgewiesen, darunter zahlreiche Formen, die eine vom Blutoroth abweichende Farbe besitzen. Daraus erklären sich wohl die grünen, gelben, ziegelrothen und purpurrothen Farben, die mancherorts am Schnee beobachtet wurden. Auch aus den mitteleuropäischen Hochgebirgen liegen uns einige hierher gehörige Beobachtungen vor, die wir im Zusammenhange mit den nordischen erörtern wollen.

Dr. Unger (13. p. 348) beobachtete im December 1830 bei Reut im Brixenthale (meer- oder span-)grünen Schnee, dessen färbende Substanz sich unter dem Mikroskope als schleimige Masse mit eingebetteten grünen Kügelchen und feinen, schwach gegliederten Fäden, die sich zuweilen sehr lebhaft bewegten, erwies und wohl eine Zitteralge (Nostoc) gewesen sein dürfte. Acht Jahre später

entdeckten Martins Ch. und Bravais (21. p. 167) an der Küste von Spitzbergen ein grünes Schneefeld, das den Eindruck machte, als wäre es mit einer Spinatabkochung begossen worden, während ein zweites, ebenso gefärbtes Schneefeld aussah, wie wenn auf seiner Oberfläche ein feiner grüner Staub verschüttet worden wäre. Martins fand die gesammelte grüne Materie zusammengesetzt aus rothen und grünen Kügelchen, die an Grösse und Färbung sehr variirten und er schloss aus vielen Vergleichen, dass die rothen Kügelchen des grünen Schnees mit jenen des rothen Schnees identisch und beide nur verschiedene Entwicklungszustände ein und derselben Pflanze wären, wofür sich auch später Schimper (3.) aussprach, welcher im August 1848 auf dem Grimsel grünen Schnee zu Gesicht bekam. Diese Ansicht fand bis in die neueste Zeit zahlreiche Anhänger in allen jenen Forschern, welche die Schneealge mit der Blutregenalge, *Chlamydococcus pluvialis* A. B., identificierten, von der man in der That längst weiss (16. p. 221 ff.), dass sie aus grünen Entwicklungsformen in rothe übergeht. J. Meyen (21. p. 166 ff.) untersuchte ebenfalls den von Martins mitgebrachten grünen Schnee, erklärte aber die grünen und rothen Kügelchen für Infusorien und zwar die rothen für *Enchelys sanguineus* und die grünen für *E. pulvisculus* (= *Euglena sanguinea* und *Euglena viridis* Ehrenbergs), eine Ansicht, die sich ebenso unhaltbar erwies, wie die Vogt's über den rothen Alpenschnee. Auf der zweiten (1872) von Nordenkiöld unternommenen arktischen Forschungsreise nach Spitzbergen stiess man ausser auf rothen auch auf grünen Schnee. Wittrock (3.) wies sowohl im rothen wie grünen Schnee mehr als zwölf Algenarten nach und zwar nebst der blutrothen Schneealge noch blaugrüne Schwingfäden (*Oscillarien*), lederbraune Diatomaceen und grüne Desmidiaceen, Palmellaceen und Confervaceen. Je nach dem Vorherrschen der rothen oder der grünen Formen zeigte

sich auch der Schnee in der entsprechenden Farbe oder Farbenabstufung.

Gelben Schnee scheint zuerst John Davis (3.) im Jahre 1585 in der nach ihm benannten Davisstrasse beobachtet zu haben, indem er in seinen Reiseberichten auch goldgelber Klippen Erwähnung thut. Ebenso gedenkt Capitän Parry in seiner Schilderung der von ihm ausgeführten Polarreisen einer besonderen Art rothgelben Schnees, dessen Färbung William Scoresby (7. p. 494) auf die Gegenwart eines kleinen Strahlthierchens (*Beroë globulosa*) zurückführen wollte. Genauere Kunde vom gelben Schnee überbrachten aus dem hohen Norden Th. M. Fries (1871) und Karl Petersen (1880), von denen ersterer grüngelben und blassgelben Schnee auf dem Meereseise Grönlands, letzterer blassgrüngelben und pomeranzgelben Schnee im arktischen Norwegen beobachtete. Wittrock (3.) untersuchte Proben beider Fundorte und erklärte die färbende Substanz als eine der Schneeealge nahestehende Alge, welche vielleicht mit der von Rostafinski (18.) auf den Schneefeldern der Karpathen entdeckten grünlichgelben Schneeealge (*Chlamydomonas flavovirens* Rostaf.), deren Ruhezustände pomeranzfarbige bis rosaroth Zellen darstellen, identisch sein dürfte. Rostafinski (22. p. 465) weist auch darauf hin, dass die Schneeealge nie ergrüne, wie man eben früher glaubte, sondern dass grünliche Schneefelder in den Alpen ihre Färbung dem massenhaften Auftreten der *Chl. flavovirens* R. verdanken. Aus der Thatsache, dass die blutrothe und die grüngelbe Schneeealge gemeinsam auf alten Schneefeldern leben, erklären sich auch die verschiedenen Farbennuancen mancher Schneefelder, die vom Blutroth durch Rosaroth, Pomeranzgelb, Gelb ins Grüngelbe sich bewegen je nach dem Vorherrschen der einen oder der andern genannter Algenformen. Im August des Jahres 1882 entdeckte Dr. A. G. Nathorst (3.) an der Westküste des mittleren Spitzbergens auf altem Schnee stark ziegel-

rothe Flecken, deren färbende Substanz nach Wittrocks Untersuchung ausser der mehr untergeordneten blutrothen Schneeealge vorherrschend eine dieser nahestehende Alge enthielt, die von Wittrock vermöge ihres rothgelben Inhaltes und ihrer geringeren Grösse als eine eigene Form mit dem Namen *Sphärella nivalis* v. *lateritia* (d. i. ziegelrothe Schneeealge) bezeichnet wurde.

Die Naturverhältnisse, unter denen die Schneeealge und ihre kleinen Begleiter auf den Schnee- und Firnfeldern unserer Hochgebirge gedeihen, scheinen auf den ersten Blick geradezu jedes Leben ausschliessen zu wollen. Die Lösung dieses Räthsels liegt einzig und allein in der Organisation der kleinen Schnee- und Eisbewohner selbst. Mit Ausnahme der Vorkeime der Moose, die sehr häufig in gefärbten Schueeproben nachgewiesen wurden, sind alle andern hieher gehörigen Pflänzchen Süsswasserbewohner, oder wenigstens nahe Verwandte derselben. Als solche benöthigen sie vor allem zu ihrer Entwicklung des Wassers, das ihnen im Schmelzwasser zur Genüge geboten wird. Fehlt dieses, so stellen sie für kürzere oder längere Zeit ihre Entwicklung und ihr Wachsthum ein und treten in ein Ruhestadium, das im Winter wohl in einen monatelangen Winterschlaf übergeht, während dessen eine im Verhältniss zu ihrer Kleinheit ziemlich mächtige Zellhaut sie vor zu starker Verdunstung ihres Organisationswassers schützt. Es bestätigt sich auch an diesen Schneepflänzchen die Erfahrungsthatsache, dass, je einfacher ein Organismus gebildet ist, derselbe auch um so leichter ohne Gefahr fürs Leben das Zusammenfrieren des Eis- und Schneebreies, in dem er lebt, ertragen kann, mag nun dieser Zustand einen ganzen Winter hindurch oder nur Tage, Nächte oder Stunden dauern. Ja, diesem immerfortwährenden Wechsel von Zusammenpressung und Wiederausdehnung können wohl nur so winzig kleine Wesen ohne Nachtheil folgen, während Wesen höherer Organisation

erfahrungsgemäss einem so raschen Druckwechsel sich nicht anzupassen vermöchten; ausserdem würde in grösseren Lebewesen das rasch wechselnde, theilweise oder völlige Erstarren oder Aufthauen ihres Organisationswassers unbedingt eine innere Auflösung der Organisation bewirken. Für die Schnee- und Eisvegetation sind gewiss auch die während der eigentlichen Entwicklungsperiode herrschenden Wärmeverhältnisse recht ungünstige. Wenn auch die Schneepflänzchen ihren Winterschlaf als dickwandige Dauer sporen unter einer mehr oder weniger mächtigen Schneedecke durchmachen, welche als schlechter Wärmeleiter ein vortreffliches Schutzmittel gegen allzu starke Abkühlung ist, so ist hierbei doch die Temperaturerniedrigung noch eine solche, dass diese angeführten Schutzmittel allein gewiss nicht hinreichen würden, dem Wesen das Leben zu erhalten; denn manche andere Lebewesen gehen unter denselben äusseren Verhältnissen in dieser Lage zugrunde. Wir müssen daher anderswo den Grund für diese ungewöhnliche Widerstandsfähigkeit gegen Temperaturerniedrigung suchen und Wittrock glaubt, denselben nur in der besonderen Beschaffenheit des Zellinhaltes selbst zu finden. Dieses geringe Wärmebedürfnis zeigt sich aber auch während der eigentlichen Entwicklung; denn dieselbe vollzieht sich ja in dem mit Eis und Schnee vermischten Schmelzwasser, dessen Temperatur kaum den Gefrierpunkt übersteigt; ja nachts müssen die Pflänzchen in ihrem dünnen Sommerkleide nicht selten Temperaturerniedrigungen unter dem Nullpunkte überstehen: ein weiterer Beweis für ihre ausserordentliche Bedürfnislosigkeit der Wärme gegenüber. Wie die meisten Alpenpflanzen haben auch die „Blumen des Schnees“ fast ohne Ausnahme kräftige Farben, die wohl auf dieselbe Ursache wie die intensiven und hellen Farben der Blüten der arktischen und alpinen Samenpflanzen, nämlich auf die kräftigere und andauernde Insolation zurückzuführen sind; während aber die auffallenden Farben

der höheren Pflanzen unter anderem den Insecten gegenüber als Anlockungsmittel dienen, haben die kräftigen Farben bei unseren Algen wohl eine innere Aufgabe zu unterstützen und diese besteht in der Erhöhung der Lebenswärme. Ueberall da, wo auf einer Schneefläche sich die rothe Blume des Schnees ansiedelt, bilden sich um die Algenhäufchen kleine Vertiefungen, während der ebenso kräftig von der Sonne bestrahlte weisse Rand unvertieft bleibt, ein Beweis, dass die von den dunklern Farben der Pflänzchen stärker absorbirte Wärme eine Erhöhung der Temperatur der Pflänzchen und deren nächster Umgebung hervorruft.

Luft, Wasser und Wärme allein genügen unseren Pflänzchen trotz ihrer grossen Bedürfnislosigkeit zum Leben noch nicht, mögen auch ihre ersten Entdecker, wie z. B. Sieber, in der Blume des Schnees ein Wunderding, ein Paradoxon erblickt haben: sie benöthigen wie alle anderen chlorophyllhaltigen Pflanzen ausser Wasser, Sauerstoff und Kohlenstoff (Kohlensäure) auch noch Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Eisen, Kalium u. a., und diese Stoffe bietet ihnen stets ihre nächste Umgebung. Zahlreiche Untersuchungen haben nämlich ergeben, dass allerorts neben den Schneepflanzen im Détritus ihrer Unterlage mineralische und Humusbestandtheile vorkommen, welche die nothwendigen unorganischen und organischen Nährstoffe in sich bergen und bei der Kleinheit und niederen Organisation der Schneeflora auch zur Genüge liefern können. Die mineralischen Bestandtheile des Schneestaubes sind vorherrschend Quarzkörner, Glimmer- und Chloritschüppchen, Feldspatkörnchen u. a., und zwar kommen diese Staubtheilchen, wie bereits angedeutet wurde, selbst auf solchen Schneeflächen vor, die in Kalksgebirgskesseln sich finden, dessen umliegende Gesteine keine derartigen Bestandtheile aufweisen: diese müssen also mit den Humusbestandtheilen, als Pollenkörnern, Pappushärchen u. dgl. durch Luftströmungen an solche Stellen getragen werden.

Der Wind besorgt aber auch die Weiterverbreitung der Schneeflora. Die kleinen Dauersporen trifft man sowohl tief im Thale wie auch auf den höchsten Gipfeln der Hochgebirge und zwar nicht bloss auf liegendem Schnee und Firn, sondern auch im Detritus des festen Gesteins, wo sie zum Theil ihre Winterruhe durchmachen, um nach dem Abschmelzen des darüberliegenden Schnees vom Winde auf ein benachbartes Schneefeld getragen und hier zum Ausgangspunkte rothen Schnees zu werden. Die Mehrzahl der Dauersporen überwintert jedoch an ihren Entwicklungsstätten selbst, nämlich auf altem liegenden Schnee und Firn oder an deren unterem Rande, wohin sie im Verlaufe des Abschmelzens geführt werden. Von Stürmen erfasst, können sie auch in diesem Falle auf andere Schneefelder gelangen und hier wieder zur rothen Schnee- bildung beitragen.

Noch härter als im Hochgebirge unserer Alpen sind die Naturverhältnisse für die Eis- und Schneebewohner im hohen Norden, wo sich zur strengen Winterkälte monatelange Nacht gesellt; doch vermögen auch hier, wie die Thatsache uns lehrt, zahlreiche Pflänzchen diese harten Verhältnisse zu überstehen, um dann unter den belebenden Sonnenstrahlen einer monatelangen Lichtperiode ein reiches Leben zu entfalten. Nebst Luft, Wasser und genügender Wärme trifft die Schnee- und Eisflora selbst auf diesen öden nordischen Schnee- und Eiswüsten ihre weitere Nahrung, die ihr ein feiner, mit Humusbestandtheilen gemengter Staub, von Nordenskiöld als Kryokonit oder Eisstaub bezeichnet, in genügender Menge bietet.

Das Ergebnis unserer Erörterung ist, dass trotz der äusserst strengen Lebensverhältnisse im Hochgebirge sowohl, wie auch im hohen Norden die kleinen Vertreter der Schnee- und Eisflora vermöge ihrer Kleinheit, ihrer niedern Organisation, ihrer einfachen Fortpflanzung und ihres geringen Wärmebedürfnisses nicht nur ihr Leben

fristen, sondern sogar zu einer so reichen Individuenzahl vermehren, die von wenigen anderen unter viel günstigeren Lebensverhältnissen lebenden Wesen erreicht wird.

Die Massenhaftigkeit ihres Auftretens und die grosse Absorptionsfähigkeit der Wärme gegenüber spielen sicher auch eine grosse Rolle im Haushalte der Natur. Nach Nordenskiöld und anderen Forschern befähigen die hohen Farben die Schnee- und Eispflanzen, der Alleinherrschaft des Schnees und Eises in den kalten Gegenden der Erde entgegenzutreten, indem sie durch starke Absorbierung der Wärme die Wirkung der Sonnenstrahlen auf die an sich farblosen und somit weniger absorptionsfähigen Schnee- und Eismassen nicht unwesentlich verstärken und so kräftig dazu beitragen, die im Laufe der Jahrtausende angesammelten Schnee- und Eismassen zu schmelzen,

Die Schnee- und Firnfelder des Hochgebirges und des hohen Nordens besitzen nicht nur eine eigenthümliche Pflanzenwelt, sondern auch eine eigene Fauna, von der sich ebenfalls einige Vertreter an den aussergewöhnlichen Färbungen des Schnees betheiligen. Die erste genauere Nachricht hierüber gibt wohl Saussure. Am 3. Aug. 1787 beobachtete er bei Besteigung des Mont Blanc auf dem Breithorn in einer Höhe von 12012' kleine, glänzend schwarze Insecten, die mit Vergnügen auf dem Schnee herumtummelten und fleckenweise auf demselben sitzen blieben. In diesen geschmeidigen leichtfüssigen Thierchen erkannte bereits Saussure Springschwänze (Podurellen), ohne aber ihre spezifische Natur näher zu bestimmen. Ein halbes Jahrhundert später entdeckte Eduard Desor (23. p. 180 ff.) ebensolche Springschwänze auf dem Monte Rosa und kurze Zeit nachher (1841) auch auf dem Unteraargletscher und den Grindelwaldgletschern. Die spezifische Natur dieser Springschwänze wurde nun von Nicolet, (24. pag. 284 ff.) einem hervorragenden Kenner der Poduriden, festgestellt, indem er dieselben zu einer neuen,

nach dem Entdecker Desor benannten Gattung *Desoria* stellte und ihnen, dem Besitze eines Springschwanzes entsprechend, den Artnamen *saltans* beilegte, den er aber kurze Zeit nachher in *glacialis* umänderte und damit den Aufenthaltsort der Thierchen trefflich kennzeichnete. Die deutsche Benennung für *Desoria glacialis* N. ist Gletscherflöh, womit beide biologischen Kennzeichen wohl sehr gut gekennzeichnet sind. An Bewegungsmitteln besitzt er ausser den sechs Beinen noch einen geraden gabelförmigen Springapparat, der von der unteren Seite des Körpers ausgeht und durch dessen Aufstemmen das Thierchen recht ansehnliche Sprünge macht. Die Vermehrung geht ausserordentlich rasch vor sich, da das Weibchen über 1300 Eier legt. Das dem Ei entschlüpfte Thierchen unterscheidet sich vom ausgebildeten Thiere nur durch geringere Grösse, im übrigen ist es aber diesem völlig ähnlich. Diese ungemein ausgiebige Vermehrung erklärt uns das oft derartig massenhafte Auftreten der Gletscherflöhe, dass selbst grössere Schnee- und Firnfelder weithin wie mit Schiesspulver oder Reissblei besät aussehen, ja oft gänzlich schwarz erscheinen. Für gewöhnlich leben die Gletscherflöhe in den Haarspalten des Eises, in den Zwischenräumen des Schnees, mit besonderer Vorliebe aber in der Nähe der Gletscheroberfläche längs des Moränenschuttes. Ihre Hauptnahrung besteht in verschiedenen Pflanzenstoffen, zumal in den Individuen der Schneeealge, mit der sie die weite Verbreitung theilen. Aus der hochalpinen Region kennt man auch einen Poduriden, der mit der Schneeealge zur Rothfärbung des Schnees manchmal beiträgt: es ist dies der vom Pfarrer Hanf auf dem Hochschwab entdeckte und von Kolenati (25. p. 241 ff.) als *Anurophorus Kollarii* Kol. bestimmte Springschwanz. Dieser besitzt keine Springgabel, sondern an deren Stelle zwei Afterstiele, ist weniger dicht behaart und mit Ausnahme der lichtgelben Fühler, Füsse und Afterstiele intensiv roth gefärbt. Bisher ist diese Form

nur aus den steierischen Alpen bekannt, wo sie sehr häufig im Sommer in grossen Massen auf und im Schnee auftritt.

Während auf den Hochgebirgen nur diese zwei Springschwänze zur Färbung des Schnees beitragen, kennt man aus den tiefern Regionen zahlreiche Arten, die ebenfalls wiederholt in solchen Mengen auf Schneefeldern getroffen wurden, dass sie dieselben auf weite Strecken hin schwärzten. Die erste Erwähnung einer derartigen Erscheinung stammt von Dan. Guil. Mollerus aus dem Jahre 1673 (29. b.), indem er von einem „Insectenregen“ in Ungarn berichtet, der mit Schnee „gefallen“ sei. Nach der seiner Abhandlung beigegebenen Abbildung haben wir es in diesem Falle mit einem Poduriden zu thun, dessen spezifische Stellung jedoch nicht näher bestimmt werden kann. Genauere Beobachtungen hierüber brachten erst die letzten dreissig Jahre, wovon wir einige als Beispiele anführen. Im Februar 1855 (26. a. b.) bedeckten nach einem warmen Südwinde plötzlich dichte Schwärme schwarzbrauner Springschwänze den Schnee in verschiedenen Theilen der Nordschweiz und färbten denselben an manchen Stellen dunkelschwarz. Pfarrer Raimund Kaiser (27. p. 71 ff) beobachtete im März 1858 und im Jänner 1860 dasselbe Phänomen bei Gurk in Kärnten. Nach dem ersten Thauwetter erschien nämlich bei 5° R. auf dem noch 3—4' hohen Schnee eine ungeheure Menge schwärzlicher Springschwänze, die in einer Ausdehnung von einer halben Meile die Schneeflächen, besonders an deren Rande bedeckten und stellenweise drei bis vier Linien hoch übereinanderlagen. Aus Tirol führen wir einen anfangs der achtziger Jahre im Stummerberg (28. p. 181) beobachteten Fall an, woselbst in den ersten schönen Tagen nach jedem Schneefalle alle Stellen in der Nähe der Zäune oder des alten Holzes wie mit Kohlenstaub überstreut erschienen, der sich wieder als eine Ansammlung zahlloser Springschwänze erwies. Zahlreiche

derartige Beobachtungen (29.) verschaffen uns einen tieferen Einblick in die lange Zeit ziemlich räthselhafte Lebensweise der Schneeflöhe. Sie kommen vorzugsweise an nasswarmen Tagen des Vorfrühlings, angelockt durch die Wärme der Sonnenstrahlen „rasch und unerklärbar, wie durch Zauberschlag“ aus ihren Winterquartieren, die sie im feuchten Erdreich aufgeschlagen, hervor, um einige Stunden zu Millionen auf dem weichen Schnee herumzutummeln und dann abends mit dem Sinken der Temperatur wieder in ihre Schlupfwinkel unter Moos und Erde, hinter Baumrinden und Flechten oder unter überhängende Gräser und Wurzeln am Rande stehender und fliessender Gewässer zu verschwinden. Ihre Wanderungen werden überhaupt von einem ungemein grossen Feuchtigkeitsbedürfnis bedingt, während die Temperaturverhältnisse nur einen geringen Einfluss dabei ausüben; denn die Schneeflöhe vermögen wie die Gletscherflöhe die grössten Temperaturdifferenzen zu ertragen, ja, sie können sogar längere Zeit eingefroren sein, ohne ihre Lebenskraft einzubüssen. Sobald Trockenheit auf dem Lande zu herrschen beginnt, verlassen unsere Thierchen das Erdreich und begeben sich auf die Oberfläche stehender Gewässer, um hier die Häutungsruhe durchzumachen. Das Absetzen der Eier und die Entwicklung der Brut vollzieht sich im nahen feuchten Erdreich an schattigen Uferstellen, wo auch die jungen Springschwänze, ohne ein Larven- oder Puppenstadium durchzumachen, unter oftmaligen Häutungen und allmählichem Wachsthum zur neuen Generation heranwachsen, die an Stelle der alten, nach und nach verschwindenden tritt. Zu Beginn des Herbstes verlassen die erwachsenen Thiere das Wasser, um die uns bekannten feuchten Stellen zu ihrem Herbst- und Winteraufenthalte aufzusuchen. Wenn auch von den 130 europäischen Springschwanzarten nahezu ein Viertel wiederholt auf Schnee beobachtet wurde, so ist deren massenhaftes Auftreten

wegen der grellen Farbenunterschiede viel auffälliger als häufig. Von den am öftesten zur Schwärzung des Schnees beitragenden Formen sind zu erwähnen: *Isotoma palustris* Müll., *Podura aquatica* L., *Podura similata* Nic. (*Achorutes murorum* Gerv.), *Entomobrya* (*Degeeria*) *nivalis* Rond. und *Achorutes armatus* Gerv. Im hohen Norden wurde auf Spitzbergen *Podura hyperborea* als Vertreter des Gletscherflöhes massenhaft angetroffen (3. p. 112 ff).

An dieser Stelle müssen wir mit einigen Worten des sogenannten „Würmerregens“ gedenken, da diese Erscheinung nicht selten mit der durch Gletscher- und Schneeflöhe verursachten Schwärzung des Schnees verwechselt oder gar indentificiert wurde. Aristoteles (31.) berichtet zuerst, dass man Würmer im Schnee fände. Andere Autoren erzählen wieder von einem „Fleischregen“, der im Jahre 464 vor Christo zu Rom gefallen sei und der wohl auch ein solcher Würmerregen gewesen sein mag. Die erste Nachricht über eine solche Erscheinung aus den Alpen entnehmen wir Brügge's Naturchronik der Schweiz (30. p. 10), derzufolge es anfangs Februar 1559 während des Marktes zu Imst (Oberinntal) „Würmer geregnet“ habe. Ohne mich auf andere Berichte, wie sie fast jedes Jahr die Tagesblätter über dergleichen Phänomene bringen, einzulassen, will ich hier auf Grund der hiebei angeführten Thatsachen das Wesen und die Nebenumstände dieser merkwürdigen Erscheinung besprechen. An Wintertagen oder in den ersten Frühlingstagen bemerkt man nicht selten nach heftigem Sturmwetter auf Schneeflächen verschiedene Gliederthiere, unter denen die samtschwarzen, $\frac{1}{2}$ cm langen Larven des Warzenkäfers, oder wie er im Volksmunde genannt wird, des „Bader lass Ader“ weitaus die Mehrzahl bilden. Sind diese in Unzahl vorhanden, so kann, von grösserer Entfernung aus gesehen, ein solches Schneefeld wie schmutzig erscheinen, in der Nähe aber behält dasselbe doch seine weisse Farbe,

da es trotz der grossen Zahl auf einen Quadratmeter höchstens einige Dutzende Larven trifft. Eine ganz richtige Erklärung, wie diese Thiere auf den Schnee gelangen, gab schon Baron Karl Degeer im Jahre 1781 (31. p. 38 bis 39). Er beobachtete dieses Phänomen wiederholt an verschiedenen Orten Schwedens und da der Boden allerorts tief gefroren war und überdies in den Jahren 1745 und 1750 solche Würmer auch mitten auf dem Eis und Schnee eines Sees gefunden wurden, sprach er sich dahin aus, es müssen diese Insecten durch den Wind hergeweht worden sein. Zur Stütze dieser Ansicht führt Degeer ferner an, dass dergleichen Insectenregen stets bei heftigen Sturmwinden gefallen seien, die in den Wäldern eine grosse Menge Bäume mit den Wurzeln ausgerissen hätten. Dabei seien mit dem Erdreiche auch die darin wohnenden Insecten an die Oberfläche gebracht worden, von wo sie die orkanartigen Stürme weithin fortführen konnten. Diese Erklärung passt (32. p. 85—87) auch für die in den Alpen beobachteten Insectenregen, die stets mit heftigen Sturmwinden zusammenfielen. Nur dürften hier wie dort neben der Entwurzelung der Bäume und der dadurch bewirkten Aufwühlung des Bodens noch andere Ursachen, wie anhaltende Regengüsse oder vorzeitige Temperaturerhöhung dazu beigetragen haben, die Insecten aus ihren Winterquartieren an die Erdoberfläche und dadurch in die Wirkungssphäre der Luftströmungen zu bringen.

Der Wind kann aber noch in anderer Weise zur Färbung des Schnees mittelbar beitragen. Nicht selten beobachtet man nämlich im Frühlinge, dass Schneefelder in der Nähe von Nadelhölzern, Erlen- und Haselnussbeständen weithin eine gelbliche Färbung zeigen, eine Erscheinung, die zur Sage vom „Schwefel- und Goldregen“ Veranlassung gegeben hat. Aeltere Forscher hielten den mit oder ohne Regen und Schnee gefallenen gelben Stoff für wirklichen Schwefel, der von entfernten

Vulkanen durch Sturmwinde herbeigeführt worden sei, eine Ansicht, die ausser in der schwefelähnlichen Färbung des Staubes und in der leichten Entzündbarkeit desselben keine weitere Stütze findet. J. S. Elsholtz (33. p. 573) erkannte 1675 zuerst die wahre Natur dieses Staubes, indem er die einen Platzregen in Frankfurt gelbfärbende Materie für den „Samen“- (Sporen-)Staub des Bärlappen bestimmte. Andere Naturforscher, wie Scheuchzer, Nees v. Esenbeck und Göppert (33. p. 550 ff) verfolgten den sogenannten Schwefelregen weiter und zeigten, dass derselbe nicht in allen Fällen von genannter Pflanze herrühre, sondern von mehreren, die nach Jahreszeit und Oertlichkeit wechseln. Zahlreiche Beobachtungen ergaben, dass der die Färbung bedingende Blüten- (beziehungsweise Sporen-)Staub im März und April vorzugsweise von den Erlen und dem Haselnussstrauche, im Mai und Juni von den Fichten, Föhren, Wachholdern und Birken, im Juli, August und September von Teichkolben, (Bärlappen oder Schachtelhalmen) her Stamme. Chladni (6. p. 63), der ebenfalls den Schwefelregen in den Bereich seiner Untersuchungen zog, schliesst sich im allgemeinen dieser Erklärung an, doch möchte er auf Grund einiger — gewiss sehr zweifelhafter Angaben über wirkliche Schwefelregen — diese letzteren zwar nicht für vulcanisch, so doch für kosmisch halten, eine Erklärung, die wir nur der Vollständigkeit wegen hier anführen, ohne sie auch nur auf einen in unseren Gegenden beobachteten Fall anwenden zu können; denn wir haben es in solchen Fällen stets mit Blütenstaubmassen zu thun. Zur Verbreitung auf grössere Entfernungen hin sind besonders die mit kleinen seitlichen Luftsäckchen ausgestatteten Pollenkörner der Tannen und Kiefern geeignet, die in alpinen Regionen nicht selten über die Baumgrenze hinaus durch den Wind getragen werden und hier bei massenhaftem Auftreten weiten Schneefeldern einen gelben Anflug verleihen.

Während die durch lebende Pflanzen und Thiere hervorgerufenen Färbungen des liegenden Schnees gewöhnlich eine mehr beschränkte Ausdehnung haben, erstrecken sich die durch Staubfälle bedingten grauen, gelben, zimt- bis ziegelrothen Färbungen des Bodens beziehungsweise des fallenden und liegenden Schnees oft über weit ausgedehnte Gebiete. Indem sich solche Staubfälle in der Regel plötzlich und unter ungewöhnlichen meteorischen, ja selbst kosmischen Verhältnissen bald da, bald dort ereignen, haben sie gewiss vielmehr als die früher besprochenen Factoren zum Volksglauben vom Blutregen, Blutschnee, Tintenregen u. dgl. beigetragen und dies insbesondere in jenen Fällen, wo die Staubfälle gleichzeitig mit Regen und Schneefällen erfolgten. Derartige Staubmeteore ereignen sich aber nicht allerorts gleich häufig, sondern in gewissen Gegenden weit öfter als in andern. Wie wir aus Chroniken und Zeitschriften entnehmen, sind unsere Alpen ein solch bevorzugtes Gebiet. Es kann nun nicht unsere Aufgabe sein, all' diese „blutartigen“ Meteore hier ausführlich zu besprechen, sondern nur jene, die vermöge der Zeit und der Umstände ihres Auftretens oder der Erklärungsversuche, die sich daran knüpfen, von besonderem Interesse sind, wobei wir naturgemäss auch des Blutregens und der Staubfälle im engeren Sinne gedenken werden.

591 anno — in regione quoque Brionum sanguis de nubibus fluxit et inter Eni fluvii aquam rivulus cruoris emanavit (34. p. 404).

868 anno apud Brixen tribus diebus tribusque noctibus sanguine pluit e nubibus: quo portento territi Brixinensis, sumptis thesauris opibusque suis in Alpes nostras confugere (34. pag. 155). Dieses Ereignis verlegt Ehrenberg auf das Jahr 869 und bezieht es wohl mit Recht nicht auf Brixen in Tirol. sondern auf Brixia (Brescia) in der Lombardei. Ebendasselbe mag auch vom Blutregen

gelten, der im 19. Jahre der Regierung des Kaisers Ludwig II. (874) zu Brixen im Welschland sich ereignete. (35. p. 356).

1226 gab es im Winter, der ausserordentlich kalt war, rothen Schnee in Steiermark. (36.).

1406 erfolgte ein Blutregen in Luzern (7. p. 484).

1438 — nach andern Angaben erst 1661 fiel bei Luzern aus einem Feuermeteor, das wie ein fliegender Drache vom Rigi nach dem Pilatus zog, eine blutartige Flüssigkeit mit Steinen. (6. p. 203).

1501 „mit Verwunderung fielend kreutzlin auff die lüth und ihre kleider schwartz und rohth und äschenfarb niemand möchte wüssen woher sie kemind und bedeutind“. (37.) Dieses Meteor dürfte mit folgendem identisch sein:

1503 jar da fielen die Creutzlach auf vil menschen in mancherley farben. (36. 38. 39.)

1618 war in der zweiten Hälfte des August ein grosser Steinniederfall mit Blutregen und Feuermeteor in Steiermark. (6. p. 366).

1623 hat man um Mayenfeld in Graubünden die Sennen, Rechen und Gabeln roth gefunden, wahrscheinlich durch einen Blutregen veranlasst. (40. p. 34).

1624 soll es im October an vielen Orten Graubündens Blut geregnet haben. (40. p. 20).

1664 war am 5. und 15. März Blutregen bei Klagenfurt. (41. p. 1461).

1678 fiel am 19. März bei Genua auf die Berge Le Longhe erst weisser, dann rother Schnee. (6. p. 368).

1744 fiel rother Schnee bis San Pietro d'Arena bei Genua. (6. p. 371).

1755 war am 14. October vormittags ein auffallend heisser Wind mit rothem Nebel zu Locarno im Tessin. Um 4 Uhr fiel dortselbst Blutregen mit röthlichem Bodensatz und auf den Alpen sechs Fuss hoher Schnee. (6. p. 44).

Dasselbe Phaenomen wurde am gleichen Tage in der ganzen Ost- und Mittelschweiz, in Tirol und im Veltlin bemerkt. Lambert in Chur gibt als begleitende Erscheinungen niedrigen Barometerstand, heftigen Südwind (Föhn) und dichten Staubnebel an. Darauf sind grosse Wassergüsse erfolgt. (40. VI. p. 7.) (6. p. 371).

1755 fiel am 15. November rother Regen am Bodensee, wobei der Himmel ganz roth war. (6. p. 372).

1803 erstreckte sich in der Nacht vom 5. auf den 6. März ein grosser zimmtfarbener Meteorstaubfall als Blutregen, Schlammregen und rother Schnee von Sicilien, wohin der Staub als rothschwarze Wolke von Südost gekommen, über Neapel, Venedig nach Friaul und Wien. (7. p. 332).

1808 wurde im März die ganze Gegend von Cadore, Belluno und Feltri in einer einzigen Nacht bis auf eine Höhe von 20 cm mit rosafarbigem Schnee bedeckt; dieselbe Erscheinung wurde zu gleicher Zeit auf den Gebirgen von Veltlin, Brescia, Krain und Südtirol wahrgenommen. (35. p. 375).

1809 war im April rother Regen in der Ghiara d'Adda im Venetianischen. (6. p. 377).

1813 brachte am 13. und 14. März eine von Südosten kommende rothe Wolke Finsternis, Blitz und Donner, zimmtfarbenen Staub und rothen Regen über Süditalien bis Toscana und Friaul. Bei Tolmezzo im Friaul und bei Idria in Krain fiel dabei in der Nacht vom 13. auf den 14. röthlicher Schnee bis auf eine Höhe von 600 m. (6. p. 377; 42.).

1814 fiel in der Nacht vom 27. zum 28. October bei Caneto im Thale von Oneglia (ligurisches Alpengebiet) Regen mit ziegelrother Erde, welches Phaenomen sich auch über die piemontesischen Alpen bei Nizza verbreitet zu haben scheint. (6. p. 381).

1816 fiel am 15. April aus rothen Wolken ziegelrother Schnee auf dem Monte Tonale und an andern Orten Südtirols und des nördlichen Italiens. (6. p. 382).

1819 erwähnt Prior Biselx eines rothen Schnees vom St. Bernhard, der zum Unterschied des rosarother liegenden Schnees nur im Frühlinge falle, womit gewiss ein Staubfall gemeint ist. (8. p. 318 ff.).

1846 zeigte sich zwischen dem 9. und 12. Februar auf dem Veldes See (in Krain) rother Schnee; auch in der Umgebung Laibachs will man um diese Zeit Spuren jener merkwürdigen Erscheinung beobachtet haben. (Jahrbuch geol. Reichsanstalt 1850 p. 390).

1846 fiel am 16. Mai rother Regen und Staub bei heftigem Scirocco in Genua und zu Chambery in Savoyen; gleichzeitig auch zwischen Bona und Algier. (35. p. 279 bis 283; 292—293).

1846 fiel am 17. October morgens zwischen 6 $\frac{1}{2}$ und 11 $\frac{1}{2}$ Uhr bei südöstlichem Scirocco reichlich rother Staub mit blutartigem Regen in den Districten der Isère, Drôme und Ardèche. Der Staub bedeckte eine elliptische Fläche von 26.300 km², deren Grenzen von Süden nach Norden Livron und Ceyzeriat und von Westen nach Osten Lignon und Mont-Cenis bilden. (43. p. 319 ff.; 35. p. 283 ff.).

1847 fiel am 31. März zwischen 10 und 11 Uhr vormittags zu St. Jacob in Defferegggen bei herrschendem Südwinde ein ziegelrother ins Bräunliche spielende Schnee, welcher der ganzen Wintergegend einen sonderbaren Anstrich gab. Dieselbe Erscheinung erstreckte sich über den ganzen Landgerichtsbezirk Windisch-Matrei bis in die Gegend von Lienz und über die ganze das Gasteiner- und Rauriser Thal begrenzende Centralalpenkette Salzburgs (44. p. 607; 45. p. 430 ff.; 46. p. 285 ff.; 47. p. 289 ff.).

1850 zeigten sich am Morgen des 18. Februar die Gebirge von der Setlen-Alp am südlichen Abhang des Gotthard, ostwärts vom Hospiz bis über Göschinnen hin-

unter und über die Oberalp weit hinein nach Bünthen, sowie über die Furca nach der Grimsel und dem Ober-Wallis hinab mit rothem Schnee bedeckt. Während im benachbarten Berner-Oberland der rothe Schnee stellenweise nur bis 6—7000' Höhe bemerkt wurde, erstreckte sich das Phaenomen auf den St. Gotthard-Alpen bis auf die 9—10.000' hohen Gipfel. Am Tage vor dem Schneefalle herrschte Föhn, in der Nacht des Ereignisses Windstille. (49. p. 154—172; 50. p. 172—176; 51. p. 169—189).

1850 erfolgte in der Nacht vom 16.—17. October rother Schneefall auf den St. Gotthard Alpen. (52. p. 158 ff.; 51. p. 169).

1851 fiel in der Nacht vom 3. zum 4. Februar im Rheinwald (Graubünden) rother Schnee bei herrschendem Föhn; am 3. Februar zu Lucca (Italien) rothgelber Regen. (52. p. 158 ff.; 202 ff.).

1855 ereignete sich am 14. und 20. November im nordöstlichen Theile des Cantons Zürich ein rothweinartiger Regen (Staubmeteor?) (53. p. 764 ff.).

1861 erfolgte in der Nacht zum 17. Februar im Thale von Vegezza nahe bei Domo d'Ossola nach einem heftigen Wirbelwind ein rothgelblicher Schneefall. (1. p. 44).

1862 herrschte am 5., 6. und 7. Februar Höhenrauch in Bevers (Oberengadin), am 6. Febr. in Klosters. In der Nacht vom 5. zum 6. Februar wurde ein rother (zimtfärbiger) Schneefall südlich von der Wetterwaud bei Mitterberg, am Radstätter Tauern, in Gastein und Rauris und längs der ganzen Centralkette zwischen Salzburg und Kärnten in einer verticalen Verbreitungszone zwischen 4000' und 8000' beobachtet. Die Windrichtung war Südost. (54.; 55. p. 796; 56. p. 511 ff.; 57. p. 6).

1864 stellte sich am 21. Februar um 11 Uhr vormittags bei Reifnitz (Unterkrain) in einer Ausdehnung von mehreren Quatratmeilen bei südöstl. Wolkenzug ein äusserst feiner gelbrother Schneefall ein, der sich auch

auf Cernembl, Strug, Dürrenkrain und auf die Oblaker Hochebene erstreckte. In der vorausgehenden Nacht wurde ein gelblicher Staubbiederfall bei wüthendem Südwind und starkem Regen in Rom und der ganzen Romagna beobachtet. (58. p. 337 ff.; 61. p. 187).

1866 fiel während eines Gewitters am 28. Februar im Thale von Bleiberg auf der Südseite der Villacher Alpe (Dobratsch) ein brauner Staub, der den frisch gefallenen Schnee oberflächlich ganz bedeckte. Am selben Tage bemerkte P. Secchi zu Rom Höhenrauch und in den darauffolgenden Nächten vom 28. Februar zum 1. März und vom 1. zum 2. März einen röthlichen Staubregeu, den er mit dem Höhenrauch in ursächlichen Zusammenhang bringt. (60. p. 558; 61. p. 187; 59. p. 39 ff.).

1867 fiel in der Nacht zum 15. Jänner nach heftigem Südwind auf der ganzen nördlichen Seite der Seealpen zwischen Cuneo und dem Joche von Garessio oberhalb Albengo ein Zoll hoher Schnee von hellröthlicher Färbung, die von einem feinen Staube herrührte. Dieselbe seltsame Erscheinung wurde am 15. Jänner morgens auch im ganzen Canton Graubünden beobachtet, und zwar erfolgte der rothe Schneefall in Chur, Churwalden, Oberhalbstein, Bergün und Albula bald nach Mitternacht oder ganz früh vormittags, im Oberengadin um Mittag, in Poschiavo den Tag über bis gegen Abend. Gleichzeitig wüthete in Italien ein heftiger Südwest. (62. p. 235; 61. p. 188).

1869 wurde im Laufe des Februar in der Gegend von Klosters (63. p. 115) der Niederfall eines graugefärbten Schnees constatirt. Dies scheint eine locale Erscheinung gewesen zu sein, denn die nähere Untersuchung liess erkennen, dass die färbende Substanz mit höchster Wahrscheinlichkeit aus feinem Staub bestand, der durch den Föhn im Rheinthal aufgewirbelt wurde, wo im Vorjahre infolge Hochwassers der Thalboden namentlich ober-

und unterhalb Sargans mit einer Decke feinsten Lettens überzogen wurde.

Am 23. März desselben Jahres trat bei niederem Barometerstand, dichter Bewölkung und gelbem Nebel unter geräuschlosen Blitzen und herrschendem Ostwind in Sicilien und Calabrien Regen ein, der ein gelbes Sediment absetzte. In der folgenden Nacht fiel gelblicher Regen zu Rom bei Nordostwind und zu Subiaco bei Süd-Südostwind. Zu Lesina ereignete sich dieselbe Erscheinung am 24. zwischen 6 und 8 Uhr morgens bei mässiger Bora, die erst während der vorausgehenden Nacht den Südostwind abgelöst hatte. Am 24. vormittags erfolgte ein gelber Schlammregen zu Steinbruck südlich von Cilli und in der darauffolgenden Nacht zu Weixelstein (Krain). Dieser Staubfall erstreckte sich auch nach Kärnten, wo zu gleicher Zeit ein mit schmutzig braunem Staub gemischter Schneefall beobachtet wurde. (64.; 61. p. 188).

Ende Mai desselben Jahres fiel rother Passatstaub mit Regen bei Felsburg in Graubünden. (63. p. 115).

1870 am 13. Februar wurde in Rom, in Subiaco und an der ganzen ligurischen Küste das Fallen rothen Sandes beobachtet, und zwar in Rom und Subiaco bei Gelegenheit eines schwachen, in den Nachmittagsstunden fallenden Regens, in Ligurien und Piemont aber in der Nacht vom 13. zum 14. bei starkem Schneefall. Die herrschende Windrichtung war Südost. (61. p. 186; 1. p. 51).

1872 fiel am 10. März zu Sils Maria in Graubünden rother Schnee. (65. p. 75).

1873 wiederholte sich am 18. März ebendort dieselbe Erscheinung. (66. p. 58).

1876 war vom 17. bis zum 23. April auf dem Lienz-Villacher Gebirgszuge, der sich zwischen dem Gail- und Drauthale erstreckt, der Schnee ganz ziegelroth, namentlich auf den Südabhängen bis zur Gail, zum Theil auch am Nordabhange sowohl des Jauken als des Reisskofls.

Diese Färbung rührte wohl unzweifelhaft von einem Staubfalle her. (67. p. 188).

1879 erfolgte am 25. Februar bei heftigem Südostwinde ein weit ausgedehnter röthlicher Staubregen in Sicilien (morgens), Neapel, Rom (um 10 Uhr vormittags), im Südosten Oesterreichs zu Lesina, Albona (zwischen 10 und 11 Uhr vormittags), Fiume, Ottočac (zwischen 11 und 12 Uhr vormittags), Pontafel, Klagenfurt (zwischen 1 ½ und 3 Uhr nachmittags) und Reichenau am Schneeberg, und zwar an letzteren fünf Beobachtungsstationen mit Schnee, an den übrigen mit Regen. Die Färbung des Staubes war zu Palermo gelblich, zu Rom röthlich, zu Albona ockergelb, zu Pontafel anfangs röthlich, am nächsten Tag gelblich, zu Klagenfurt gelbroth und zu Lesina hellocker. An manchen Orten konnte man einige Zeit vor dem Staubfall (z. B. in Palermo schon tags vorher) eine orangerothe Färbung des Himmels beobachten. (68. p. 144 ff. 309 ff.).

1880 wurde am 21. April zu Barcelonette (Dep. Basses Alpes) ein Staubregen bemerkt, der auf den nahen Bergen bis zu einer Höhe von 2800—3000 Meter dem Schnee eine rothbraune Färbung verlieh, die im Verlaufe des folgenden Tages einen intensiveren Charakter annahm. (69. p. 248).

1885 ereignete sich am 14. und 15. October ein grossartiger Meteorstaubfall, der sich von der Insel Malta über das ganze italienische Festland bis in das österreichische (Südtirol, Kärnten), baierische und rhätische Alpengebiet hinein erstreckte. Er war fast allerorts von heftigem Regen begleitet, nur auf den Gebirgshöhen Südtirols und Graubündens fiel gleichzeitig Schnee. Zu dieser Zeit herrschten in der Adria und an der Westküste Italiens heftige Südwestwinde und in den Alpen ausgesprochenes Föhnwetter. (70. p. 419, 515, 518; 71. 198 ff.).

1887 am 3. Mai um 7 $\frac{1}{2}$ Uhr abends fiel in Südtirol (Bozner-Gegend) durch 10 Minuten mehr tropfenweise ein Gewitterregen, in welchem, wie es schien, „Wüstenstaub“ sich vorfand. (72. p. 336).

Dieser Übersicht möge eine Geschichte der Erklärungsversuche der Staubmeteore folgen.

Wie man schon aus den Zusätzen entnehmen kann, erstreckten sich die meisten der angeführten Staubfälle auch auf Italien und Sicilien, ja eine vollständige Aufzählung derselben würde uns die Überzeugung verschaffen, dass Italien und die südlich gelegenen Inseln das Hauptgebiet dieser Phänomene bilden. Es darf uns deshalb nicht wundernehmen, auf Italiens Boden auch die ersten Erklärungsversuche zu finden. Die alten Römer erblickten in derartigen Erscheinungen bedeutsame Vorzeichen (Prodigia), welche die Götter senden, um dem Menschen Glück oder Unglück zu verkünden. M. T. Cicero gab, ohne die Prodigia zu leugnen, im Jahre 43 v. Ch. zuerst eine natürliche und auch richtige Erklärung dieser räthselhaften Erscheinungen, indem er (73. p. 217) auf die Verwechslung der Ausdrücke „Blut“ und blutartige Färbung der Feuchtigkeit aufmerksam macht und die letztere auf eine Beimischung gefärbter erdiger Bestandtheile zurückführt. Von dieser Zeit an bis zum Beginne der Neuzeit unterliess man zwar nicht, solche Naturerscheinungen öfters aufzuzeichnen, jedoch ist nicht zu ermitteln, ob irgend jemand sich bemüht hätte, dieselben auch genauer zu untersuchen und zu erklären. Erst am Ende des 16. Jahrhunderts begann man wieder, den Beobachtungen eine Erklärung beizufügen, doch hielt man sich dabei nicht an die einfache Darlegung Ciceros, sondern förderte, den jeweilig herrschenden naturwissenschaftlichen Richtungen Rechnung tragend, oft geradezu abenteuerliche Anschauungen zu Tage, von denen einige hier Platz finden mögen. So nannte im Zeitalter der hippokratischen Schule der

Physiker Garcaeus (7. p. 480) die Erscheinung des Blutregens einen durch die Sonne bewirkten „gekochten“ Zustand des Regens und er stand nicht an, ihn mit dem rothen Urin im Fieber zu vergleichen. Eine mehr natürliche, aber nur für einzelne Fälle richtige Erklärung gab der französische Arzt Peiresc (74. p. 87 ff.). Als nämlich anfangs Juli 1608 zu Aix im südlichen Frankreich ein Blutregen das Volk aufregte, wurde er mit der Untersuchung dieses Phänomens beauftragt. Einerseits bekämpfte er die Erklärung der Philosophen, welche behaupteten, dass der Regen durch Dünste, die aus rother Erde aufsteigen, entstanden sei, indem er dagegen einwandte, dass verdunstete Fluida ihre Farbe nicht behalten; andererseits konnte ihm ebensowenig die Meinung des grossen Haufens genügen, dass die Erscheinung von Dämonen und Hexen herrühre, die das Blut unschuldiger Kinder vergössen. Er erklärte vielmehr, auf Grund eigener Untersuchungen die Erscheinung bedingt durch die röthlich gefärbten Tropfen, welche die Bienen beim ersten Ausfluge im Frühlinge und viele Schmetterlinge, wie z. B. *Pieris Crataegi* und manche *Vanessa*-Arten beim Auskriechen aus der Puppe fallen lassen. Nach den uns gleichzeitig überlieferten Nebenumständen ist diese Erklärung für obigen Fall wohl fast sicher zutreffend; indem aber diese Ansicht in alle Schulen und Compendien übergieng, wurde sie verallgemeinert, und so entstand die irrigte Meinung nicht selbst beobachtender Gelehrter, dass aller scheinbare Blutregen durch Auswürfe verschiedener Insecten erzeugt werde.

Am Ende des siebzehnten Jahrhunderts wurde zum erstenmale die Meinung laut, die färbende Substanz der blutartigen Niederschläge sei vulcanischen Ursprungs (6. p. 421 ff.). Der Vater dieser Idee scheint Professor Vallisneri in Padua (35. p. 371) zu sein, der den im Jahre 1689 zu Venedig gefallenem rothen Regen für rothe Asche des damals thätigen Vesuv hielt, eine Ansicht, die

von einigen späteren Forschern — z. B. von O. Heer noch im J. 1850 (49.) auch für alpine Staubmeteore als zutreffend angenommen wurde. Wenn auch diese Abstammung für die meisten Staubfälle und speciell für die alpinen wohl nicht wahrscheinlich ist, so sind gewiss manche Staubfälle, selbst in Gegenden, die von Vulcanen ziemlich entfernt liegen, sicher vulcanischen Ursprunges. In dieser Beziehung sei bloss auf die skandinavische Halbinsel verwiesen, die wiederholt vom Aschenregen isländischer Vulcanen erreicht wurde. (75. p. 286).

Im Verlaufe des achtzehnten Jahrhunderts erhielten die Erklärungsversuche der Staubfälle eine ganz andere Richtung, indem man die Staubmeteore mit den Meteorsteinen und Sternschnuppen in enge Beziehung brachte, ja nicht selten alle derartigen Erscheinungen geradezu zusammenwarf. Die Meinung verschiedener Physiker, dass solche Gebilde sich in der Atmosphäre durch unbekannte chemische Processe aus den von der Erde aufgestiegenen mineralischen „Dämpfen“ erzeugen, konnte sich ebenso wenig halten, wie die schon 1660 von P. Terzago aufgestellte und von Olbers (6. p. 418), Laplace (76. p. 784) und Berzélius für möglich gehaltene Annahme, dass Mondvulcane Stein- und Aschenmassen mit solch ungeheurer Bewegungsgeschwindigkeit emporschleudern, dass diese zum Theil in die Anziehungssphäre der Erde gelangen. Wenn auch gegen die Möglichkeit, dass etwas von einem Mondvulcane Ausgeworfenes auf unsere Erde gelange, nichts einzuwenden ist, so kann man doch aus der Häufigkeit der Meteoriten, aus ihrer Fallrichtung, Fallzeit und vielen anderen Umständen auf die Haltlosigkeit eines derartigen Ursprungs schliessen. In einige Beziehung zu dieser Anschauung trat der berühmte Physiker E. F. Chladni in seinen beiden über Feuermeteore und andere vom Himmel gefallene Massen handelnden Werken (6. p. 60–62; 393 bis 422), worin er vor allem den Kampf gegen die Tellu-

risten — wie er eben die Verfechter des vulcanisch-terrestrischen Ursprungs nennt — eröffnet und eine ausschliesslich kosmische Erklärung aufstellt. Nach Chladni sind die Meteoriten — Feuermeteore, Meteorsteine und Staubmeteore — Ankömmlinge von Aussen, die vor ihrer Ankunft weder der Erde noch der Atmosphäre angehörten, sondern im allgemeinen Weltraume entweder als Urmaterie, d. h. als Haufen von Materie, die für sich bestanden, oder als Trümmer eines zerstörten Weltkörpers vorhanden waren. Auch gegen die Atmosphäristen, welche die Meteoriten aus den in der Atmosphäre enthaltenen Bestandtheilen gebildet sein liessen, tritt Chladni auf, indem er nachweist, dass derartige Stoffe in der Luft nicht vorhanden seien und die Bahn, Geschwindigkeit u. v. a. gegen einen atmosphärischen Ursprung sprechen. Den Lunaristen gegenüber verhält sich Chladni in Consequenz seiner eigenen Anschauung nicht durchaus ablehnend, indem er für die Staubmeteore die Möglichkeit lunarischen Ursprungs zugibt, für die Steinmeteore aber hält er die Entstehung aus Stoffmassen, die als Meteoritenschwärme den Weltraum durchmessen, für wahrscheinlicher. Anfangs musste er sich wegen dieser kosmischen Erklärung bittere Schmähungen gefallen lassen, denn selbst hervorragende Gelehrte, wie die strengen Tulluristen De Luc (6. p. 9) spotteten seiner Ansicht. Chladni verfocht aber mit solchem Geschicke seine Anschauung, dass sie über alle anderen den Triumph der Anerkennung davontrug und selbst anfängliche Gegner (6. p. 11 ff.), wie Biot, zur Weiterverbreitung derselben beitrugen. Ebenso später Arago. (1. p. 7, 10).

Während seit dieser Zeit für die Meteorsteine und die Boliden (Feuermeteore) die Erklärung Chladni's fast allgemein als richtig anerkannt wird, gilt für die Staubmeteore nicht das Gleiche. Die Thatsache, dass die bekannteren Staubfälle in den Alpen und in Südeuropa in der Regel bei herrschendem Föhn und Scirocco eintraten,

brachte beide Erscheinungen, Föhn und Staubmeteore, in einen derartigen Zusammenhang, dass die Erklärung beider, — speciell bei den uns interessierenden alpinen Staubfällen — fast jederzeit Hand in Hand gieng. Doch werden wir auch in dieser Periode auf Erklärungsversuche stossen, die mit den Föhntheorien in gar keiner Verbindung stehen. Bei Gelegenheit der Besprechung des im März 1813 in Süd-, Mittel- und Norditalien gefallenen rothen Regens und Schnees sprach Ludwig Sementini (42. p. 327 ff.) wohl zuerst die Ansicht aus, dass der die Niederschläge roth färbende Staub durch den Wind aus Afrika herübergeführt worden sei. Ebenso äusserte sich Dr. M. Lavagna, (42. p. 322), der den im Thale von Oneglia am 27. und 28. October 1814 gefallenen rothen Regen untersuchte. Überhaupt nehmen die italienischen Forscher dieses Jahrhunderts fast ausnahmslos einen afrikanischen Ursprung für die Staubfälle Südeuropas an und zwar verlegen sie die Staubquelle in die Sahara. Das Zusammenfallen der Staubfälle mit den Äquinoctialstürmen, die vorherrschende Windrichtung aus Südost, die grosse Ähnlichkeit der untersuchten Staubmassen mit afrikanischem Wüstensand und anderes mehr machen — wenigstens für Italien — diese Erklärung für eine fast unumstössliche. Nicht so übereinstimmend sind die deutschen Forscher in ihren Ansichten über diesen Gegenstand.

Den regsten Antheil an der Untersuchung der Staubmeteore nahm der berühmte Infusorienforscher Ehrenberg, der durch seine zahlreichen Abhandlungen über Passatstaub und Blutregen nicht nur seine Anschauung über dergleichen Erscheinungen darlegte, sondern auch zahlreiche Naturforscher — zumal in den Alpen —, für diese Sache zu interessieren wusste. Bei derartigen Untersuchungen legte Ehrenberg beinahe ausschliesslich nur Gewicht auf die in den Meteoriten enthaltenen mikroskopischen organischen Reste, um aus diesen auf den Ursprung des

Staubes schliessen zu können. Ehrenberg sprach sich schon im Jahre 1844 bei Gelegenheit der mikroskopischen Prüfung von auf den Capverdischen Inseln und dem hohen Meere jener Gegend gefallenen Staubmassen über den Ursprung derselben dahin aus, „dass der Staub nicht nothwendig und nicht nachweislich aus Afrika gekommen, ob schon der Wind von daher als dem nächsten Lande wehte, als der Staub niederfiel, sondern dass viëlleicht, nach den organischen Beimengungen zu schliessen, Südamerika die Staubquelle sei“. (77.). Weitere Untersuchungen verschiedener Staubmeteore, worunter auch manche aus den Alpen, bestärkten ihn immer mehr in dieser Ansicht, die er bereits im Jahre 1846 (43.) näher dahin aussprach, dass wohl alle Staubmeteore, mögen sie dem hohen atlantischen Ocean, Malta, Sicilien, den capverdischen Inseln oder den Alpen entstammen, eine ausserordentlich grosse Übereinstimmung zeigen, die auf einen gleichen Ursprung hinweisen, dass aber der Vergleich mit dem „blendendweissen“ Sande der Sahara und der Mangel an charakteristischen afrikanischen Formen unter den organischen Beimengungen den afrikanischen Ursprung immer zweifelhafter machen; dagegen werde es immer wahrscheinlicher, dass in der Passatzzone des atlantischen Oceans eine Staubwolke schwebend gehalten werde, welche ein zufällig dazutretender Ocan in beliebiger Richtung verbreiten könne. Das Material zu diesem Staubnebel glaubt Ehrenberg immer sicherer aus dem äquatorialen Südamerika ableiten zu können.

Josef Oellacher in Innsbruck, welcher den im Jahre 1847 im Pusterthale gefallenen ziegelrothen Staub mikroskopisch untersuchte, hielt (79. p. 164) ihn wegen beigemengter Pflanzenwolle und stickstoffreicher organischer Stoffe auch für terrestrisch und nicht für kosmisch. In Rücksicht auf die fast allgemein angenommene, doch bisher noch nicht direct erwiesene Annahme, dass der Föhn (Scirocco; warmer Wind) von Süden kommend aus

Afrika stamme, prüfte Oellacher zur Vergleichung auch einen im „Ferdinandeam Innsbrucks“ hinterlegten Saharastaub und überzeugte sich dabei, dass ein dem untersuchten ähnlicher Wüstensand das Material zum rothen Schneefalle im Pusterthale geliefert haben müsse. Dadurch glaubte er zum erstenmale die wirkliche afrikanische Natur des Sciroccostaubes nachgewiesen zu haben. Zu einer andern Auffassung der Sache gelangte der damalige Bezirksarzt — und jetzige Hofrath — Dr. Heinisch und zwar nach Beobachtungen, die mit den Angaben Oellachers, welche dieser ebenfalls bewährten Gewährsmännern verdaukte, nicht ganz im Einklange stehen. Im Hinblick auf die Umstände, dass damals im Pusterthal der Nordwest herrschte und sich der Staub von Westen nach Osten allmählig ablagerte — der Staubfall erfolgte nämlich in Lappach um 8 Uhr, in Mühlwald und Ahrnthale gegen 9 Uhr und im Teffereggenthale zwischen 10 und 11 Uhr morgens —, dass ferner der Staub in dieser Richtung immer feiner wurde und dass zwischen den Bestandtheilen des rothen Staubes und denen der dortigen Gebirge eine gewisse Beziehung zu erkennen war, kam Dr. Heinisch (78. p. 252) zur Meinung, die Abstammung jenes ziegelrothen Staubes sei nicht aus der Sahara, sondern aus den bei Lappach gelegenen Gebirgen herzuleiten. Oellacher (79. p. 260) konnte sich jedoch nicht dieser Ansicht anschliessen, indem er an seiner Angabe, dass damals der Südwind herrschte, festhielt und durch chemische Untersuchung mehrerer von Dr. Heinisch eingesendeter Erdarten Pusterthals deren vom Schneestaub' abweichendes Verhalten zeigte. Gleichzeitig schickte Oellacher Proben vom Pusterthaler Schneestaube und vom erwähnten Saharastaube an Ehrenberg, der soeben an der Herausgabe einer grösseren diesbezüglichen Abhandlung arbeitete. Dieser untersuchte die eingesendeten Proben und hielt darüber im August 1847 in der Berliner Akademie einen Vortrag,

der nur ein Auszug seiner bald darauf veröffentlichten mikroskopischen und historischen Untersuchungen (35.) war. Die Hauptresultate derselben sind in Kürze folgende: 1. Die unter dem Namen Passatstaub zusammengestellten Erscheinungen, wie Stauborkane, rother Staubregen, Blutregen, rother frischgefallener Schnee, Schlammregen, Höhenrauch, brennender Himmel u. dgl. m. haben eine ausserordentliche Verbreitung an der Westküste von Mittel- und Nordafrika und von da nordöstlich ablenkend über Süditalien einerseits durch Griechenland nach Asien, anderseits durch Mittel- und Norditalien ins mittlere und sogar nördliche Europa. 2. Trotz der grossen Raum- und Zeitunterschiede tritt in allen Fällen eine ganz auffallende Gleichheit der Färbung und Mischung des Staubes mit immer denselben organischen Formen hervor. Die grosse Mehrzahl derselben sind bekannte Süsswasser- und Landbildungen, nur zwei möglicherweise Meerformen. Sämmtliche Formen haben zwar den Charakter europäischer Gattungen und die meisten sind europäische Arten; doch findet sich auch die Mehrzahl derselben in amerikanischen Localitäten, weniger zahlreich in afrikanischen. Bekannte afrikanische Charakterformen finden sich darin nicht. 3. Im Innern Afrikas gibt es auch keine rothstaubige — wohl aber weisse und graue Oberflächen, während doch der Passatstaub vorherrschend zimtfarben ist. 4. Die Gleichheit der Mischung setzt ein gleichbleibendes Staubdepot voraus, welches unmöglich ein nach Jahreszeiten und Witterungsumständen veränderlicher Theil des Festlandes sein kann, sondern über diese Schwierigkeit führt uns nur die Annahme hinaus, dass es in der Passatzone des atlantischen Oceans einen durch constante Luftströmungen schwebend erhaltenen Staubnebel gebe, welcher theilweise und periodische Ablenkungen nach Nord- und Nordost erfährt. Auf diese Weise würden Scirocco und Föhn des von ihnen getragenen Staubes halben ihren Anfang in der

Passatzone nehmen müssen, gleichviel ob in der Nähe von Afrika oder von Amerika. Da aber der wahre Passatwind das Festland von Afrika nicht berührt, so würden sie nie von dessen Oberfläche unmittelbar kommen können, wohl aber von Amerika zuweilen, von wo ursprünglich die Masse des bewegten Staubes doch die Kennzeichen — charakteristische amerikanische Organismen — mit sich trägt. Ueberhaupt dürfte das Staubdepot des Dunkelmeeres erst im Verlaufe von Jahrtausenden seine Staubmassen aus den verschiedensten Gegenden, zumal aus dem äquatorialen Amerika erhalten und in gleichartiger Mischung bald da-, bald dorthin abgegeben haben. Soweit die Ergebnisse, die Ehrenberg aus seinen Untersuchungen ableitete.

Während Ehrenberg durch fortgesetzte mikroskopische Untersuchungen neuer Staubfälle (51. 52. u. a.) diese einseitig motivierte Theorie immer mehr zu bekräftigen suchte, waren es besonders die Schweizer Desor und Escher von der Linth (80.), welche die Ansicht verfochten, der erhitzte Wüstenboden der Sahara sei die Ursprungsstätte des in den Alpen unter dem Namen Föhn (d. i. der Favonius oder vielleicht der Phönix der Alten) bekannten warmen und trockenen Windes, eine Idee, die auch viele Vertheidiger fand. Dieser Föhntheorie entsprechend verlegten sie den Ursprung der Staubmeteore nicht wie Ehrenberg in die Gegend des Dunkelmeeres, sondern in die leichtbeweglichen Sandflächen des nördlichen Afrika, wobei Escher auch auf die Aehnlichkeit des im Jahre 1867 gefallenen Staubes mit dem Sabarasand hinwies. Desor-Eschers Auffassung betreffs des Föhnursprunges stand aber der von Dove bereits 1842 (81. p. 223) ausgesprochene Satz entgegen, „dass Luft, welche über Afrika aufsteigt, infolge der Kugelgestalt der Erde und ihrer Rotation eher Asien als die Alpen treffe und dass der Ursprung unserer Südwinde nicht die Sahara, sondern Westindien sei“ — ein Satz, den Ehrenberg (1. p. 12) zur Begründung des

„vorwiegend amerikanischen Ursprungs“ seines Staubnebel-Depots zu verwerten suchte. Den Anlass, dass die Schweizer Forscher im Föhn nur ein Wüstenkind erblickten und daraus auch ihre bekannten Folgerungen für die Erklärung der Eiszeit schöpften, ergriff Dove (82. 83.), um nachzuweisen, dass der Föhn in den meisten Fällen auf den atlantischen Südwestpassat zurückzuführen sei, und dass ein Sahara-Föhn nur in vereinzeltten Fällen im Sommerhalbjahre auftreten könne, „wenn die von Afrika aus in der Höhe nach Westen abfließende Luft vom obern Passat überwältigt, nun in dessen Bahn mit fortgerissen wird.“ Ausser diesen Föhnformen, dem eigentlichen Föhn und dem Sahara-Föhn oder Leste Scirocco unterscheidet Dove noch den Wirbelföhn und den Landföhn, Winde, die uns hier nicht weiter interessieren, da er nur mit beiden ersteren die Staubfälle in Beziehung bringt. Dove, hinweisend auf die von Ehrenberg im „Passatstaub“ entdeckten amerikanischen Formen, erblickte nämlich im eigentlichen Föhn, der ihm eben die südeuropäischen Aequinoctialstürme repräsentiert, den Hauptträger des Staubes, und zwar glaubte er „die Stelle des Aufsteigens für die den Staub begleitenden amerikanischen Formen speciell in den Llanos von Südamerika vor sich zu haben, wo — nach Humboldt — unter dem senkrechten Strahl der in der trockenen Zeit nie bewölkten Sonne der verkohlte Grasboden in Staub zerfällt und der Sand dampffartig durch die luftdünne Mitte trichterförmiger Wirbel in die Höhe steigt.“ (82. p. 80 und 88 ff.) In zweiter Linie schrieb er aber auch dem Leste Föhn die Fähigkeit zu, die von der Sahara aufsteigende staubführende Luft in unsere Breiten hinzuführen. (82. p.90.) H. Wild in Bern aber gieng noch einen Schritt weiter, indem er der Sahara überhaupt jeden directen Antheil an der Erzeugung der Föhnstürme absprach und dieselben kurzweg für blosse Modificationen des Aequatorialstromes hielt. (84. p. 34.) Eine dieser Modi-

ficationen war ihm der eigentliche oder Süd-Föhn, der entsteht, wenn der Aequatorialstrom vom Mittelmeer aus über die Alpenkämme herüberströmt. Das Einströmen ins Mittelmeer kann von Nordwesten oder von Westen aus erfolgen. Wenn in letzterem Falle der Wirbelsturm wesentlich über Spanien eindringt, so stösst derselbe nur von der Südseite gegen die Alpen und der ganze nördliche Theil wird dann vom Föhn heimgesucht. In diesem Falle allein streicht wohl der Sturm so nahe an Afrika vorbei, dass er die von der Sahara aufgestiegene, staubführende Luft in hinlänglicher Menge ergreift und uns zuführt. (84. p. 33.) In den übrigen Föhnfällen scheint auch Wild die Staubmeteore wie Dove aus dem Westen herzuleiten. Unabhängig von den beiden genannten Forschern und ohne die Aeusserung zu kennen, die 1865 Helmholtz zur Erklärung der Föhnwärme gethan (85. III. p. 293), gab Hann (85. I. II. III.) die physikalische Erklärung der hohen Wärme und der grossen Trockenheit des Föhns; er theilte aber noch anfangs mit Dove und Wild die Vorstellung eines von Süden kommenden, über die Alpen hinwegwehenden Luftstromes als Ursprung des Föhns, eine Theorie, die der Thatsache widersprach, dass bei nördlichen Föhnstürmen auf der Südseite der Alpen nicht selten vollkommene Windstille herrscht. Diese Schwierigkeit löste der Schweizer Meteorologe Billwiller (86. p. 319—320), indem er das Motiv der Föhnstürme auf die Föhnseite der Alpen selbst verlegt und daher zu deren Erklärung überhaupt keinen Süd-, beziehungsweise Nord- Wind benöthigt.

Bei der hervorragenden Wichtigkeit des „warmen Windes“ gerade für unsere klimatischen Verhältnisse dürfte es angezeigt sein, die heute fast allgemein als richtig angenommene Föhntheorie von Helmholtz-Hann-Billwiller mit besonderer Berücksichtigung des alpinen Föhns kurz zu skizzieren (87. 86. 85. 88.): Befindet sich ein Barometerminimum (d. h. eine Fläche niedersten Luftdruckes)

auf der Linie zwischen dem Meerbusen von Biscaya und dem nördlichen Schottland, so versetzt dasselbe zunächst die Luft über Frankreich und Mitteleuropa in eine süd-östliche, beziehungsweise südliche Strömung, bald wird aber auch aus dem Alpenvorlande und den tieferliegenden Alpenthälern die Luft in diese Bewegung mit hineingezogen, gleichsam aus den Thälern herausgesaugt. Indem aber die Luft der Alpenthäler nach Norden und Nordwesten hin abfließt, stürzt die Luft von den Alpenkämmen in die Tiefe, erwärmt sich hiebei (für je 100 Meter Höhen-Differenz ungefähr um 1° C.) durch Compression, wird infolge der hohen Erwärmung auch relativ trocken und bildet so den Föhn („warmen Wind“). Die Föhnluft kommt also anfangs nur von den Alpenkämmen und nicht vom Süden her; bald aber werden auch die unmittelbar südlich gelegenen, unter einem höheren Drucke stehenden Luftmassen und im weiteren Verlaufe infolge des nördlichen Abfließens der Höhenluft auch die tieferen, auf der Leeseite der Alpen gelegenen Luftschichten in die Bewegung hineingezogen: die Luft der Südseite steigt in die Höhe, kühlt sich infolge Ausdehnung ab, wird dementsprechend auch relativ feuchter und gibt zu Niederschlägen Veranlassung. Sobald sich aber das Depressionsgebiet weiter nach Nordost und Ost fortbewegt, schlägt der Wind in den nördlichen Alpenthälern von Süd- und Südwest- in West- und Nordwest um, es folgt deshalb hier auf den Föhn rasche Abkühlung und der entsprechend starke Niederschlag, während auf der Südseite der Alpen Trockenheit eintritt. Alle Phasen der Föhnerscheinung können von Staubmeteoren begleitet sein, wenn entweder schon vor dem Eintreten eines Föhnsturmes die Höhenluft von Staubmassen geschwängert ist — also bei herrschendem „Höhenrauch“ — oder wenn unter günstigen Verhältnissen im Verlaufe der Föhnentwicklung aus näher oder entfernter gelegenen Landstrichen Staub aspiriert

werden kann. Unter derartigen meteorischen Constellationen werden trockene Staubmeteore die erste Phase auszeichnen, während von Regen und Schnee begleitete Staubfälle der zweiten und dritten Phase, nämlich der Regenzeit der Föhn- beziehungsweise Leeseite eines Gebirges angehören. Die Föhnstürme sind aber nicht bloss der Nordseite der Alpen eigenthümlich, sondern sie treten überall dort auf, wo ein hoher Gebirgskamm zwei Gebiete verschiedenen Luftdruckes trennt, wobei immer das Gebiet des Barometerminimums die Föhnseite darstellt. So haben die Pyrenäen, die Südkarpathen, der Appenin, Westgrönland, Skandinavien und andere Erhebungssysteme ihre Föhnstürme. Auch auf der Südseite der Alpen fehlt der Föhn nicht; doch sind die Nordföhne der Südseite seltener und schwächer, da die Intensität und Häufigkeit der Föhnwinde nicht bloss von der Höhe der Gebirgskämme und von der günstigen Richtung der Thäler, sondern auch von der Grösse der Windgradienten abhängig sind, die Barometerminima des Mittelmeeres aber relativ seltener und nicht so intensiv sind, wie die des atlantischen Oceans.

Der Alpenföhn ist also weder ein trocken gemachter Westindier noch ein Wüstensohn, sondern wie Billwiller ihn nennt, ein echtes Alpenkind. Woher dann die Staubmeteore? Ein Theil derselben, wie z. B. der bei Klosters im Februar 1869 gefallene Staub ist unzweifelhaft localer Natur; die grössere Mehrzahl der durch röthlichgelbe Färbung ausgezeichneten Staubmeteore hat dagegen sicher ferne Gegenden als Ursprungsstätte, wenn schon die Thatsache, dass die meisten alpinen Staubregen bei Föhn, einer localen Erscheinung, fielen, dem zu widersprechen scheint. Die bedeutendsten Meteorologen unserer Zeit, wie Hann (87.), Erk (89.), Tarry (90. p. 643) u. a. geben nämlich die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit zu, dass die Staubmeteore Südeuropas der Sahara entstammen, wenn

auch der Föhn selbst mit der Sahara nichts zu schaffen hat. Im Winterhalbjahre, dem ja die meisten uns interessierenden Staubfälle angehören, befindet sich nämlich über dem Mittelmeer ein Gebiet relativ niedrigen Luftdruckes, das zum Schauplatze des Vorüberganges oder der selbständigen Entwicklung zahlreicher Barometerminima und der dieselben begleitenden Cyklonen und Regengüsse wird. An den Nordküsten des Mittelmeeres sind dann Nordwinde häufig, an den Südküsten und landeinwärts dagegen starke südliche Winde; Scirocostürme treten ein und heben den Staub der Wüsten in Massen in die höheren Schichten der Atmosphäre, der hierauf von den zuweilen nach Norden fortziehenden und selbst die Alpenkämme überschreitenden Cyklonen fortgeführt und unterwegs bald da, bald dort abgelagert wird. So z. B. am 23. und 24. Februar 1879, wo zwei Cyklonen von der algerischen Sahara kommend, das Mittelmeer durchkreuzten und die Alpen überschritten, hier ungeheure Schneefälle erzeugten und überall gelben Staub fallen liessen. (87. p. 433.) Aehnlich spricht sich Dr. Fritz Erk (89. p. 18 ff.) über die Herleitung des Staubmeteors vom 15. October 1885 aus, indem nach ihm dieses Phänomen gleichfalls durch das Zusammenwirken zweier cyclonaler Systeme, die am 15. October gleichzeitig bestanden, sich erklären dürfte: Die Depression über der Westhälfte des Mittelmeeres verursachte auf ihrer Ostseite heftige Südostwinde, Scirocostürme an der Adria und an der Westküste Italiens; diese konnten sehr wohl Staub aus der afrikanischen Wüste mitführen und bis Oberitalien bringen, von wo dann die Luft in die cyclonale Strömung der im Norden der Alpen gelegenen Depression hineingezogen wurde.

Betrachtet man überhaupt die zeitliche und räumliche Vertheilung und Aufeinanderfolge der Staubmeteore, so wird uns die Abstammung der Staubmassen aus der Sahara immer wahrscheinlicher. Von den in unseren

Verzeichnisse angeführten alpinen Staubfälle dieses Jahrhunderts entfallen nämlich 10 auf Februar, 7 auf März, 4 auf April, 3 auf October, 3 auf Mai und je 1 auf Jänner und November. Das Charakteristische dieser zeitlichen Vertheilung ist also einerseits das fast gänzliche Fehlen der Staubfälle gerade in den Sommermonaten, der Zeit, wo die Sahara ein Gebiet nördlicher und nordöstlicher — also gegen Süden gerichteter Winde ist, andererseits das Vorherrschen derselben im Winterhalbjahre, wo eben die von Hann und Erk zur versuchten Erklärung des Phänomens nothwendige Complication zweier Afrika und Südeuropa verbindender cyclonaler Luftströmungen eintreten kann.

Wie die zeitliche ebenso weist auch die räumliche Vertheilung der Staubfälle und ihre relative Häufigkeit auf Afrika hin, wie eine genauere Durchsicht der Staubmeteorverzeichnisse uns ergibt. Die meisten Staubfälle weisen die der afrikanischen Nordküste zunächst gelegenen Theile Europas auf, nämlich Malta, Sicilien und Spanien, deren heisse, staubführende (Wüsten-)Winde, Scirocco, beziehungsweise Leveche, sehr häufig zu Staubregen Veranlassung geben. Mit der Entfernung von Afrika und entsprechend der Winddrehung, die einer westlich im Mittelmeer gelegenen Depression entspricht, nimmt die Häufigkeit der Staubmeteore ab auf der Windbahn von Unteritalien und der Ostküste der Adria über Mittelitalien bis zum Südfusse der Alpen, deren Kämme seltener Staubmassen überschreiten; die wenigsten Staubfälle hat endlich das nördliche Vorland der Alpen verzeichnet. Auch die zeitliche und räumliche Aufeinanderfolge spricht für die afrikanische Abstammung unserer Staubmeteore. In allen jenen Fällen, die sich von der Südspitze Europas bis über die Alpenkämme erstreckten, kann man aus den Berichten ersehen, dass das einzelne Phänomen zuerst in Malta, beziehungsweise Sicilien, dann auf dem italienischen

Festlande und dem österreichischen Küstenlande, etwas später am Südabhange der Alpen, von Osten nach Westen fortschreitend, und in seiner letzten Phase auf den Alpenkämmen und in den nördlichen Alpenthälern zu beobachten war. Ja in einigen besser studierten Fällen konnte geradezu die Nordküste Afrikas (zumal von Tunis und Algerien) als Anfangsglied dieser räumlich-zeitlichen Kette bezeichnet werden.

Bevor wir die Betrachtung der Staubfälle vom meteorologischen Standpunkte aus schliessen, müssen wir noch mit wenigen Worten der Windrichtungen gedenken, welche bei den einzelnen Phänomenen verzeichnet sind. Die in den Alpen und in Italien bei derartigen Meteoren beobachteten Windrichtungen weisen in der Regel einerseits nach Afrika hin, andererseits auf das Vorhandensein jener zwei Minima im Westen des Mittelmeeres und im Nordosten des atlantischen Oceans, aus deren Zusammenwirken eben Hann, Erk u. a. die Möglichkeit der afrikanischen Abstammung des Staubmaterials herleiteten. Die Staubfälle Siciliens und Italiens sind fast stets von Süd- und Südostwinden begleitet, denen die Depression links liegt, während in den Alpen entsprechend dem atlantischen Minimum Süd- und dem Laufe der Thäler entsprechend Südwest und Südost herrschen. Bei einigen alpinen Staubfällen — ich erinnere bloss an die Controverse zwischen Heinisch und Oellacher — sind aber auch Nord- und Nordwestwinde verzeichnet, was auf den ersten Blick gegen die afrikanische Abkunft der Staubfälle zu sprechen scheint. Man darf aber dabei nicht ausser acht lassen, dass den Föhnstürmen oft plötzlicher Windwechsel folgt, wodurch nicht bloss Regen- und Schneefälle veranlasst, sondern auch etwaige aus dem Süden im Anzuge befindliche Staubmassen gestaut und zum Sinken gebracht werden. In der That stehen in den betreffenden Berichten ausser Nordwind auch vorausgehende Südwinde verzeichnet.

Ist diese vorwiegend auf meteorologische Factoren aufgebaute Theorie von der afrikanischen Herkunft des Staubmaterials richtig, so darf auch die Farbe und die mechanische Mischung desselben wenigstens nicht dagegen sprechen. Als Hauptgrund gegen den afrikanischen Ursprung des Meteorstaubes führte Ehrenberg bekanntlich den Mangel an „afrikanischen Charakterformen“ an, eine Annahme, die bei der bis heute mangelhaften Erforschung der mikroskopischen Thierwelt Nordafrikas wohl noch nicht als Beweismittel gelten kann, und zwar umsoweniger, da die von Ehrenberg zur Vergleichung untersuchten Sandproben der Sahara gerade dem östlichen Gebiete — Egypten — entstammten, während doch die an Tunis und Algerien grenzenden Wüstengebiete — vom meteorologischen Gesichtspunkte aus — den grössten Antheil am Ursprunge der Staubmassen haben dürften. Das Gleiche gilt vom zweiten Einwand Ehrenbergs gegen die Wüstennatur des Staubes, dass auch die röthlich-gelbe Färbung desselben nicht auf Afrika hinweisen könne, da nach seinen — wieder nur in Egypten — gemachten Erfahrungen der Saharastaub grau, ja selbst blendendweiss, aber nicht röthlich sei. Dem gegenüber berichten zahlreiche Afrikaforscher wie Claperton (91. p. 708), Rohlf (92. Nr. 45), Lenz, Walter (93. p. 492, 494) u. a., dass auf „weite Strecken hin der Saharasand gelblich, röthlich-gelb, ja selbst dunkelbraun sei. Rohlf erblickt in der röthlichgelben Färbung der in Südeuropa niederfallenden Staubmassen geradezu einen Fingerzeig für deren Herkunft aus Afrika, dem „rothen Lande par excellence.“ Er konnte auch den Sciroccostaub vom 23.—24. März 1869 bei heftigem Süd-Süd-Ostwind in Gai-Gab beobachten. (92. p. 1112.)

Die mineralische Zusammensetzung der südeuropäischen Staubmeteore wurde bis zu den siebziger Jahren fast gar nicht berücksichtigt. Abgesehen von den

unvollständigen Analysen mehrerer Staubmassen durch Sementini in den Jahren 1813 und 1820 (42.) bieten auch Ehrenbergs Untersuchungen in dieser Beziehung nur wenig; denn er legte ja stets das Hauptgewicht auf die Charakterisierung der Staubmeteore durch den organischen Gehalt derselben. Mehr Aufmerksamkeit schenkte den mineralischen Gemengtheilen Silvestri, der eine Reihe sicilianischer Staubfälle aus den Jahren 1878 und 1880 (94.) chemisch und mikroskopisch bearbeitete, dann Lasaulx in seiner Abhandlung über sogenannten kosmischen Staub (95.), in erster Linie aber Schuster (96.), der sowohl den Klagenfurter Staub vom Jahre 1885 (70.), als auch den Bozener Staub vom Jahre 1887 (72.) untersuchte. Silvestri glaubte zwar aus der Zusammensetzung der untersuchten Staubproben für die Herleitung derselben aus der Sahara nicht eintreten zu können, da ein Vergleich mit einem aus Egypten stammenden rothgelben — also auch nicht weissen — Sande eine auffallende Verschiedenheit zeigte; damit setzte er sich aber in schroffen Gegensatz mit der überwiegenden Mehrzahl der italienischen Forscher, die wie Denza (61. p. 189), Tacchini (97. p. 279 ff), Secchi (98. p. 556) u. a. sich mit Entschiedenheit für den afrikanischen Ursprung der südeuropäischen Staubmeteore aussprachen. P. Angelo Secchi glaubt auch, dass dieser Erklärung die grosse Entfernung nicht entgegensteht, nachdem z. B. in der Nacht vom 21. zum 22. Febr. 1864 in Rom ein so heftiger Süd- und Südsüdoststurm herrschte, dass seine Geschwindigkeit in der Stunde 23 bis 28 italienische Meilen betrug. Tacchini, der in Palermo mehr als 50 Staubregenfälle untersuchte, stellte wieder die Identität eines in Sicilien gefallenen Meteorstaubes mit Saharastaub fest. Diese diametrale Verschiedenheit der Resultate Silvestri's und Tacchini's dürfte sich wohl aus der uns bereits bekannten Thatsache erklären, dass die Sandformen Nordafrikas — selbst eines beschränkten Gebietes — nicht alle dieselbe Beschaffen-

heit haben und dass, wie allerorts, so besonders im regenarmen Südeuropa ein Theil des Staubmaterials derartiger Meteore gewiss localer Natur sein wird. Im Gegensatz zu Silvestri (94. p. 385), der aus dem Gehalte an metallischen Eisenpartikelchen auf einen — wenigstens theilweisen kosmischen Ursprung des Staubmaterials schloss, und im Gegensatz zu Nordenskiöld (99. p. 164 ff), der dasselbe Erklärungsprincip für den schwedischen und grönländischen Schnee- und Eisstaub anwandte, erklärte Lasaulx (95. p. 532) alle Bestandtheile einschliesslich des metallischen — vielleicht Basalten und ähnlichen Gesteinen entstammenden — Eisens der atmosphärischen Staube lediglich für terrestrischen Detritus; die Frage nach der localen Herkunft berührte er jedoch nicht. Eingehender äusserte sich über diese Frage Schuster (96.). Er hält mit Lasaulx die untersuchten Staubmeteore ebenfalls für terrestrisch und es ist ihm — wenigstens für den Klagenfurter Meteorstaub vom Jahre 1885 — nicht unmöglich, dass derselbe aus der nächsten Umgebung stamme. Die von Schuster durchgeführte mikroskopische Analyse eines zwar nicht gleichzeitig, doch unter ganz analogen Verhältnissen im Jahre 1879 zu Fiume gefallenen Staubes, dessen Hauptbestandtheile, wie auch die des Bozener Staubes vom Jahre 1887 (100. pag. 336), eine grosse Uebereinstimmung mit dem Klagenfurter Staube zeigten, lässt ihm aber dieselbe Thatsache auch von einem anderen Gesichtspunkte darstellen, zumal die mineralischen Hauptbestandtheile des Klagenfurter Staubes an und für sich zu wenig charakteristisch sind, um daraus sich bestimmt für den Ursprung aus der Umgebung aussprechen zu können. Schuster glaubt vielmehr durch den Vergleich der eigenen Untersuchungen mit denen von Silvestri, Lasaulx und Ehrenberg zu dem für unsere Auffassung so wichtigen Schluss berechtigt zu sein, dass bis auf locale Beimengungen die untersuchten Vorkommnisse in ihrer Zusam-

mensetzung nicht wesentlich verschieden seien und deshalb die Möglichkeit ins Auge gefasst werden müsse, dass der Klagenfurter Staub — um den es sich ihm in erster Linie handelte — entweder ganz oder vorzugsweise in der Ferne seinen Ursprung habe; doch will er sich nicht, wie Seeland (101. p. 419) für die Sahara als eigentliche Heimat des Staubes aussprechen, denn die Ähnlichkeit und die mehrfachen Beziehungen, welche zwischen der Zusammensetzung der verglichenen Staubproben bestehen, sind für ihn wichtig genug, das uns bereits bekannte Urtheil Silvestri's und Ehrenberg's zu berücksichtigen. Schuster spricht sich endlich dahin aus, dass man überhaupt nicht aus der mineralischen Zusammensetzung einen sicheren Schluss auf die locale Herkunft der Staubmassen ziehen könne. Wichtig für uns ist ferner der Ausspruch Schuster's, dass die Frage nach der Herkunft des Klagenfurter Staubes innig mit der Frage nach der Herkunft der „Passatstaube“ zusammenhänge. Sollte dies richtig sein, so spricht die, ebenfalls vorwiegend auf geographisch-meteorologische Momente gestützte Arbeit Hellmann's (102. p. 364—403) für die afrikanische Herkunft auch der südeuropäischen Staubfälle, da Hellmann auf Grund englischer Beobachtungen den Beweis erbrachte, „dass die Ursprungsstätte der atlantischen Passatstaube“ — somit nach Ehrenberg's und Schuster's Analogien auch die unserer Staube — „die Sahara sei“. Wollten wir aber diesen Schluss auf alle von Ehrenberg als Passatstaubfälle aufgeführte Meteore beziehen, so wäre er sicher falsch; denn für die mitteleuropäischen Staubfälle wies Camerlander (103. p. 301) nach, dass wesentliche Verschiedenheiten sie von denen des Südens trennen und dass die Heimat des nordischen Staubes im Norden — vielleicht in den krystallinischen Hochgebirgen von Schweden zu suchen sein dürfte. (103. p. 303).

Die Hauptbestandtheile der südeuropäischen Staubmeteore, nämlich Quarzkörnchen, durch Eisenhydroxyd

gefärbte Thonkrümchen, Krystallfragmente und Körner von Carbonaten und Glimmerblättchen widersprechen auch nicht der Herleitung derselben aus Afrika, in dessen weissen, gelben, rothen und braunen Sanden entsprechend ihren Muttergesteinen (Granit, Gneiss, Nubiersandstein, Kreidekalken u. a.) wir obige Minerale oder mineralische Zersetzungsproducte wieder treffen, und zwar in ähnlichem Mischungsverhältnisse: vorherrschend Thon- und Quarzpartikelchen, zurücktretend Glimmer und Carbonate; auch unzersetzte Feldspäthe, Hornblende, Augit, Magnetit, Eisenkies u. a. nehmen wie bei den Meteorstauben mehr oder weniger an ihrer Zusammensetzung theil. Auch das Salz und den Gips vieler südeuropäischer Staubmeteore finden wir in der Sahara wieder, deren Wüstenstaub diese Elemente fein vertheilt enthält und der wohl vorzugsweise den Lehmwüsten diese Bestandtheile zu verdanken hat.

Wir glauben nicht besser den Abschnitt über die Staubmeteore schliessen zu können, als mit den Untersuchungsergebnissen des Dr. Ed. Killias in Chur, dessen Ansichten um so gewichtiger in die Wagschale fallen, als er wohl der aufmerksamste Beobachter der alpinen Staubfälle ist. Schon im J. 1867 (62.) sprach er sich in Übereinstimmung mit Escher namentlich auf Grund der chemischen Befunde durch Wartha und Husemann (62. p. 238) für die afrikanische Abstammung der alpinen Staubmeteore aus, woran er trotz der geänderten meteorologischen Anschauungen bis heute festhielt, und es gereichte ihm zur besonderen Genugthuung, dass auch die Untersuchungsergebnisse des Staubfalles v. J. 1885 wieder für ihn sprachen. Dr. C. Keller in Zürich (71. p. 205) stellte nämlich die grösste Ähnlichkeit des betreffenden Meteorstaubes mit dem sicilianischen Sciroccostaub fest, dessen afrikanischer Ursprung wiederum von einem italienischen Forscher nachgewiesen ward. Besonderes Gewicht legte Killias nächst den günstigen meteorologischen Verhältnissen und den

mikroskopischen Ergebnissen auch auf den chemischen Nachweis von Gips und Chlornatrium in beiden Stauben (v. J. 1867 und 1885), was nach seiner Meinung auf die Sahara hindeute, deren Boden auf gewisse Strecken hin alter mit Gips und salzigen Bestandtheilen imprägnierter Meeres(?)-boden sei. Killias gibt aber selbstverständlich in seinem Berichte auch zu, dass dem Meteorstaube gleichzeitig von westlichen Winden hergetragene Staubtheile, auch solche rein localen Ursprunges beige-mengt werden können, wie denn intensive Niederschläge die Atmosphäre von allen darin schwebenden festen Theilen säubern. In dieser Beziehung verweisen wir noch auf die eingehenden Arbeiten über die in der Atmosphäre suspendierten mineralischen und organischen Beimengungen, wie sie von Seite Tissandier's, Flögel's u. a. vorliegen (104., 105. und 106. ff.); denn daraus lassen sich die Schwierigkeit und Unsicherheit ermessen, aus der mikroskopischen Analyse eines Staubes auf dessen Herkunft zu schliessen, da derselbe auf dem weiten Wege nicht nur mechanisch zerrieben und gesiebt wird, sondern auch aus der reichen, in der Atmosphäre schwebend erhaltenen organischen und unorganischen Welt neue Gemengtheile in sich aufnehmen muss.

Im Vorstehenden glauben wir das Wichtigste über die färbenden Elemente des gefärbten Schnees — zumal unserer Hochgebirge — wiedergegeben und damit eines der interessantesten Alpenphänomene nach dem heutigen Stand der Wissenschaft erklärt zu haben.

Literatur.

1. Christian G. Ehrenberg: Abhandl. d. kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1871.
2. Nees von Esenbeck: Robert Brown's botanische Schriften. 1825 I. B.
3. Adolf E. F. v. Nordenskiöld: Studien und Forschungen etc. Leipzig 1885.
4. Horace B. de Saussure: Reisen durch die Schweiz. Leipzig 1787 III. Theil.
5. Dr. Josef Öttl: Auszug eines Tagebuches etc. Manuscript d. Ferdinandeums.
6. E. F. F. Chladni: Über Feuermeteore. Wien 1819.
7. Ehrenberg: Pogg. Ann. d. Phys. 1830 18. B., p. 477 ff.
8. Prior Biselx: Ann. d. Phys. v. Gilbert 64. B. 1820.
9. Franz W. Sieber: K. k. pr. Bothe v. Tirol und Vorarlberg 1821, p. 188, 192, 228, 232.
10. S. C. Sommerfeldt: Notizen etc. v. Froriep 10. B., p. 307.
11. Ehrenberg: Monatsber. d. kgl. preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1849.
12. K. k. pr. Bothe v. u. f. Tirol u. Vorarlberg 1831.
13. Dr. F. Unger: K. k. pr. Bothe v. u. f. Tirol und Vorarlberg 1831 p. 340, 344, 348, 352.
14. Dr. R. J. Shuttleworth: Neue Notizen v. Froriep 1842, 16. B.

15. Dr. C. Vogt: Neue Notizen v. Froriep 1842 21. B.
- 16 a. Alexander Braun: Betrachtungen über die Erscheinungen der Verjüngung in der Natur 1849/50. Freib. i. Br.
- 16 b. F. Cohn: Zur Naturgeschichte des *Protococc. nivalis*. Breslau 1850.
17. Dr. A. Kerner: Österr. botan. Zeitsch. 1862 p. 261 ff.; 1864 p. 355 ff.
18. J. Rostafinski: Sitzungsber. d. Krakauer Akad. d. Wiss. 1880 October.
19. J. Brun: XI. Jg. der Public. d. Schweizer Alpencl. 1881.
20. Dr. Arthur Simony: Deutsche Alpenzeitung von Issler. Wien. N. F. I. B. 1881.
21. J. Meyen: Archiv für Naturgeschichte. 1840 VI.
22. J. Rostafinski: Botan. Zeitung 1881.
23. Agassiz' und seiner Freunde Alpenreisen. Frankfurt a. M. 1844.
24. Nicolet: Neue Denkwürdigkeiten d. allg. schweiz. Gesellsch. f. d. ges. Naturw. IV. Neuchatel 1842.
25. Dr. Kolenati: Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. m. n. Cl. 1858 29. B.
- 26 a. F. Brauer: Verhandl. d. k. k. zool. Ges. in Wien 1855 V. B. p. 22 ff.
- 26 b. J. Papon: Jahresb. d. nf. Ges. Graubündens. N. F. I. 1855 p. 67 ff.
27. Pfarr. Raimund Kaiser: Jahrbuch d. nh. Land. Mus. v. Kärnten V. H. 1862.
28. Dr. K. v. Dalla Torre: Tiroler Bote 1886.
- 29 a. Heinrich Bausi: Alpina III. 1807 p. 521 ff.
 - b. Fr. Löw.: Verh. d. k. k. zool. bot. Ges. in Wien 1858 8. B., p. 564 ff.
 - c. Otto Hermann: ebenda 1865. p. 25—26; 485 bis 490.

- d. Dr. Wartmann: Bericht über d. Thaet. d. St. Gallener ntw. Ges. 1869/70. p. 4.
- e. D. A. Ausserer: Mittheil. d. naturw. Ver. f. Steiermark. 1884 p. CIII.
- f. Dr. Henzi R.: Mitth. d. nf. Ges. in Bern 1871 p. XVII.
30. Prof. Chr. G. Brügger: Beiträge zur Naturchronik d. Schweiz. II. Th. 1877.
31. Baron K. Degeer: Abhandlungen zur Geschichte der Insecten IV. u. V. B. 1781.
32. O. Heer: Vierteljahrschrift der naturf. Gesellschaft in Zürich, I. Jg. 1856.
33. H. R. Göppert: Pogg. Ann. d. Phys. 31. (97) B. 1831.
34. Annales ecclesiae Sabionensis nunc Brixinensis Tom I. p. 404; Tom II. p. 155.
35. Ehrenberg: Abhandlungen der kg. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1847.
36. Francisci T. de Millstetter: Excerpta ex Chronica Schwazensi. Manusc. d. Ferdinandeums.
37. Guggenbüchl's: Wyn-Rechnung der statt Zürich. Vierteljahrschrift der naturf. Ges. in Zürich I. Jg. 1856 p. 406—410.
38. Chronica New.
39. Franz Schweyger: Chronik der Stadt Hall. Hg. v. Dr. Schönherr D. 1867.
40. Prof. Chr. Brügger: Beiträge zur Naturchronik d. Schweiz. III. Th., p. 34, p. 20.
41. Theatrum Europaeum.
42. Ludw. Sementini: Annal. d. Phys. v. Gilbert 64 B. 1820.
43. Ehrenberg: Monatsber. d. kg. preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1846.
44. Meister Dr.: Pogg. Ann. d. Phys. 1848 73. B.
45. J. Öllacher: Haidinger's Berichte etc. III. 1847. 390 ff.

46. Ehrenberg: Monatsber. d. kg. preuss. Akad. d. Wiss. 1847.
47. Dr. K. Kanka: Haidinger's Berichte etc. III. B. 1847 p. 289 ff.
48. Haidinger-Werkstätter-Reissacher ebenda p. 489 ff
49. O. Herr: Mittheil. der naturf. Ges. in Zürich Heft IV. 1850 p. 154—172.
50. E. Schweizer: ebenda p. 172—176.
51. Ehrenberg: Monatsber. d. kg. preuss. Akad. d. Wissensch. z. Berlin 1850.
52. Ehrenberg: Monatsber. d. kg. preuss. Akad. d. Wissensch. z. Berlin 1851.
53. Ehrenberg: Monatsber. d. kg. preuss. Akad. d. Wissensch. z. Berlin 1855.
54. Jahresbericht der naturf. Gesellsch. Graubündens VIII. Jg. 1868.
55. K. Reisacher: Sitz. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien m. n. Cl. 1862 45. B., II. A.
56. Ehrenberg: Monatsber. d. kg. preuss. Akad. d. Wissensch. z. Berlin 1862.
57. Dr. Rud. Spängler: Sitz. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien m. n. Cl. 1863 47. B. II. A.
58. C. Deschmann: Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien m. n. Cl. 1864 49. B., II. A.
59. J. Prettner: Zeitschrift der öst. Ges. f. Meteor. I. B., 1866.
60. D. C. Jelinek: Sitzb. d. k. A. d. Wiss. in Wien m. n. Cl. 1866 53. B., II. A.
61. P. Franc. Denza: Zeitsch. d. öst. Ges. f. Meteor. 1870 V. B.
62. Dr. Ed. Killias: Jahresber. d. naturf. Ges. Graubündens. N. F. 14. Jg. 1869.
63. Jahresbericht der naturf. Ges. Graubündens N. F. 16. Jg. 1872.

64. Deschmann: Zeitschr. d. österr. Ges. f. Meteorol. 1869 IV. B.
65. Jahresbericht der naturf. Ges. Graubündens N. F. 18. Jg. 1875.
66. Jahresbericht der naturf. Ges. Graubündens N. F. 19. Jg. 1876.
67. Dechant Paul Kohlmayr: Zeitsch. d. österr. Ges. f. Meteor. 1876 XI. Jg.
68. Zeitschr. d. österr. Gesellsch. f. Meteor. 1879 14. B., p. 141—146.
69. „Naturforscher“ 13. Jg.
70. Zeitschr. d. österr. Gesellsch. f. Meteor. 1885 20. B.
71. Dr. E. Killias: Jahresb. d. nf. Ges. Graubündens N. F. 29. Jg. 1884/5.
72. Zeitschr. d. österr. Ges. f. Meteor. 1887 22. Jg.
73. M. T. Cicero: De Divinatione“ II. Buch Cap. 27 Edit. C. F. W. Mueller P. IV. Vol. II. Lipsiae 1878.
74. Notizen von Froriep 21. B. 1828.
75. G. v. Rath: Monatsb. d. kg. preuss. Akad. d. Wiss. z. Berlin. 1875.
76. Magazin der Naturkunde von Voigt IV. B. 1802.
77. Ehrenberg: Monatsber. d. kg. preuss. Akad. d. Wiss. z. Berlin. 1844.
78. Dr. Heinisch: k. k. pr. Bothe f. Tirol und Vorarlberg 1847.
79. J. Öllacher: ebenda.
80. Desor E.: Aus Sahara u. Atlas. Wiesbaden 1865.
81. Dove H. W.: Abhandl. d. kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1848.
82. Dove H. W.: Über Eiszeit, Föhn und Scirocco. Berlin 1867.
83. Dove H. W.: Der Schweizer Föhn. Berlin 1868.
84. Dr. H. Wild: Über Föhn u. Eiszeit mit Nachtrag. Bern 1868.

85. Dr. J. Hann: Zeitschrift d. österr. Ges. f. Meteor. I. B. 1866, p. 257 ff., II. 1867, III. 1868.
86. R. Billwiller: Zeitschr. d. österr. Ges. f. Meteor. 13. B. 1878.
87. Dr. J. Hann: Handbuch der Klimatologie. Stuttgart 1883.
88. Dr. J. Hann: Der Föhn in Bludenz. Sitzb. d. k. Akad. d. W. in Wien 1882 85. B. II. p. 416 ff.
89. Dr. Fritz Erk: Der Föhn. Bayer. Industrie- und Gewerbeblatt. Vierteljahrsh. 1888 I., s. a. Föhnsturm in Partenkirchen Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met. 21. B. 1886.
90. M. H. Tarry: Zeitschr. d. österr. Ges. f. Meteorol. V. B. 1870, p. 641 ff.
91. Capit. Clapperton: Neue Bibl. d. wicht. Reisebeschr. 43. B. 1827, p. 708 ff.
92. Gerhard Rohlf: „Die Sahara und die grosse Wüste“. Das Ausland 1872 Nr. 45, 46 und 47.
93. Joh. Walter: Die Denudation der Wüste. Abhandl. d. m. ph. Cl. d. kg. sächs. Ges. der Wiss. 1891 16. B.
94. O. Silvestri: Naturforscher XIII. Jg. 1880.
95. A. v. Lasaulx: Mineral. und petr. Mitth. v. G. Tscherm. 1880 III. B.
96. Dr. M. Schuster: Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien m. n. Cl. 1886 93. B. I. A.
97. Tacchini: Zeitschr. d. österr. Ges. f. Meteorol. 1883 18. B.
98. P. A. Secchi: Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. 53. B. 1866 II. A.
99. A. E. Nordenskiöld: Pogg. Ann. d. Phys. 151. B. 1874 p. 154 ff.
100. Dr. Max Schuster: Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met. 1887 22. (IV.) B.

101. Seeland: Zeitschr. d. österr. Ges. f. Met. 1885
22. Jg.
 102. Gust. Hellmann: Monatsber. d. kg. pr. Akad. d.
Wiss. z. Berlin 1878.
 103. Carl Frh. v. Camerlander: Jahrbuch d. k. k. geol.
Reichsanst. 1888 38. B.
 104. Gaston Tissandier: Zeitschr. d. österr. Ges. f.
Meteor. 1879 14. B., p. 191 ff. Ref.
 105. Dr. J. H. L. Flögel: Zeitschr. d. österr. Ges. f.
Meteor. 1881 16. B., p. 321 ff.
 106. Franz Unger: Mikroskopische Untersuchung des
atmosphärischen Staubes von Gratz: Sitzb. d. k.
Akad. d. Wiss. in Wien m. n. Cl. 1849 III. B.,
p. 230—236.
-