

Ueber den Hagelschlag,
welcher am 9. Juni 1861 die Gegend von Luzern
betroffen hat.

Von F. J. Kaufmann.

a) Gewittererscheinungen.

Sonntag, den 9. Juni, hatten wir einen schwülen Vormittag, beinahe wolkenlosen weisslichen Himmel, Windstille und stechende Sonnenhitze. Fröhliches Volk ergoss sich aus der Stadt, besonders nach dem Mittagessen. Der Pilatus war tief hinab verschleiert; doch nahm das Gewölk keine drohende Haltung an und wohl Niemand dachte an den Regenschirm. Aber gegen halb 2 Uhr hatte sich ganz unerwartet eine auffallend schwarze, breite, glatte, nicht Haufen bildende, tief unten schwebende Wolke über den ganzen Sonnenberg und Gütsch gelagert. Rasch rückte sie nach Osten hin vorwärts. Der Himmel verfinsterte sich, und Windstösse erhoben sich, rasch heranwachsend zum rasenden Sturmwind, der Bäume und Häuser von der Wetterseite her anfasste, so dass da und dort ein Baum entwurzelt, Aeste gebrochen oder Ziegel und Fensterladen abgeworfen wurden. Staubwirbel und grosse Regentropfen wurden den Vorübereilenden in's Gesicht gepeitscht. Blitze malten in die schwarze Wolke ihre Zickzack; schwere dumpfe Donnerschläge liessen sich hören, und ein fernes, sonst nie gehörtes, eigenthümliches Tosen, als ob Steinhaufen in den Lüf-

ten über einander geworfen würden, vermehrte das Unheimliche der Lage.

Inzwischen war es auffallend dunkel geworden, wenigstens ebenso dunkel, wie bei der grossen Sonnenfinsterniss von 1860. Der Zeiger rückt gegen 2 Uhr. Regen ergoss sich bereits in dichtern Strömen und unter heftigster Sturmeswuth. Doch sehr bald, etwa 5 Minuten vor 2 Uhr, mischten sich dem Regen Hagelkörner bei, und nun sollte diese furchtbare Geissel in einer Weise geschwungen werden, wie sie Luzern vielleicht noch nie empfunden. Die Hagelkörner, anfangs nur hanfsamen- bis bohnergross, wuchsen nach Zahl und Grösse in erschreckender Schnelligkeit, verdrängten nun den Regen beinahe gänzlich und stürzten sich, windschief geworfen, mit lautem Geprassel nieder, haselnussgross, wallnussgross, ja wie Hühner-eier, alles bunt durcheinander in zahlloser Menge; ein schauerlicher Anblick. Nun flogen allenthalben Blätter und kleinere Aeste in dichtem Gewimmel von den Bäumen, fielen gebrochene Ziegel in Menge von den Dächern und klirrten viele tausend zerschlagene Fensterscheiben. Von Strassen und unbegrasteten Plätzen prallten die gefallenen Hagelsteine in halb mannshohen Bogensätzen ab; aus den Brunnentrögen schnellten kleine Wassersäulen wohl 2—3 Fuss hoch empor, und ein eigenthümliches Schauspiel gewährten diese unzähligen momentanen Springquellen auf dem See und in der Reuss. Anfänglich hatte das Ohr aus dem Geprassel noch einzelne Schläge wahrgenommen; jetzt aber machte der dichte Kugelregen, durch welchen man kaum die nächsten Häuser deutlich erkennen konnte, den Eindruck eines anhaltenden tiefen Bass-tactes, ähnlich dem Rauschen eines mächtigen Wasser-

falles. Wie versteinert stand man da, unfähig, auch nur einem Grashalme das Leben zu retten.

Endlich nach 3—4 langen Minuten, also 1—2 Minuten vor 2 Uhr, nahm das Niederfallen des Hagels fast plötzlich ein Ende und eröffnete sich der Blick in eine schneeweisse kahle Winterlandschaft. Ein mässig starker Regen, vom Westwinde getragen und mit Hagelkörnern von Hanfsamen- bis Kirschensteingrösse sparsam vermengt, hielt noch etwa eine Viertelstunde an. Doch blieb der Himmel den ganzen Nachmittag bedeckt, auch regnete es gegen Abend wieder längere Zeit, jedoch ohne stärkere Luftbewegungen.

Während des Hagelschlages hatte sich die Atmosphäre bedeutend abgekühlt; ein winterlicher Hauch trat beim Oeffnen der Thüren und Fenster entgegen. Das Thermometer, welches in Luzern Morgens 7 Uhr eine Lufttemperatur von 13° R. angezeigt hatte, fiel, zufolge Beobachtung des Herrn Prof. Grossbach, während des Hagelschlages auf $10,2^{\circ}$ R. Hingegen liess das Barometer keine Schwankungen erkennen. Dasselbe stund Morgens 7 Uhr auf 25,65 Pariser Zoll, Nachmittags 2 Uhr auf 26,675 Pariser Zoll. Diese Abkühlung der Luft einerseits und die Erwärmung, welche der Boden im Laufe des Vormittags erfahren hatte, anderseits, führten, bald nachdem der Regen aufgehört hatte, zu einer eigenthümlichen Erscheinung, die Jedermann auffiel. Eine weisse, fusshohe Nebelschichte kam überall aus dem Boden heraus und schlich auf demselben fort, um endlich als Wolke aufzusteigen. Auf ähnliche Weise dampften die Ziegeldächer, und es ist der Fall vorgekommen, dass Jemand diesen Dampf für Rauch hielt und die Hausbewohner in Schrecken setzte mit dem ernstlichen Rufe, es sei Feuer ausge-

brochen. Man sieht leicht ein, dass der warme Boden viel Wasser zum Verdunsten nöthigte und dass die kalte Luft diesen Dunst sogleich wieder verdichten musste.

Abends 6 Uhr sah man um Luzern herum in den Niederungen fast durchweg die Eisdecke wieder geschmolzen; doch erhielten sich die Schlossen an solchen Stellen, wo sie durch den Wind zusammengehäuft worden waren, bis auf den andern Tag. An stark betroffenen Höhen und Abhängen wich die weisse Decke erst über Nacht, so z. B. am Südostabhange des Sonnenberges (oberhalb Steinhof) und bei der Kreuzbuche (Höhe zwischen Luzern und Meggen). An der Storregg aber (Ostseite des Blattenberges, beim Renggloch) hat man noch am Montag Mittag von Rathhausen her den ganzen Abhang schneeweiss gesehen.

b) Die Hagelkörner.

Unmittelbar nach erfolgtem Hagelschlage richtete ich meine Aufmerksamkeit auf die gefallenen Schlossen. Vorerst wurden mehrere abgewogen. Eine der grössten wog 15,6 Grm, eine zweite 13,7 Grm., eine dritte 7,2 Grm.; solche, die noch leichter waren, sah man selten. Die kleinern Schlossen waren meistens sphärisch, mit Durchmessern von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll. Die grössern zeigten im Allgemeinen ebenfalls die Form von Kugeln oder Kugelabschnitten mit Durchmessern bis auf 17 Linien (Schweizermaass); doch liessen sich hier erhebliche Modifikationen der Gestaltung unterscheiden, nämlich:

1) Pilzförmige Schlossen. Kuglig, jedoch nach einer Seite in einen kurzen, dicken, zuweilen

etwas gekrümmten Stiel oder Knopf verlängert, sehr ähnlich einem *Lycoperdon gemmatum*. Fig. 1, 5. Häufig.

2) Hemisphärische Schlossen. Aehnlich einer Halbkugel, die flache Seite gegen einen meist excentrischen Mittelpunkt hin nicht selten etwas vertieft, der Rand schwach abgerundet. Fig. 3, 4, 6. Ebenso häufig.

Die Substanz der Schlossen war theils milchig getrübt, theils wasserhell. Mit der Loupe erkannte man deutlich, dass die trüben Stellen voll kleiner Bläschen waren, welche in den wasserhellen entweder ganz fehlten oder nur sehr zerstreut lagen. Die milchige Trübung war also nur der optische Ausdruck, welcher bei einem solchen Gemenge zu erwarten ist. Schlossen von weniger als $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser erschienen durch und durch milchig. Bei grössern zeigte das Centrum ebenfalls immer diese Trübung; nach aussen verlief dieselbe allmählig in eine wasserhelle concentrische Schicht, um welche herum noch mehrere, theils trübe theils wasserhelle Bogen concentrisch geschlagen waren. Fig. 2, 3, 4, 7, 8. Die wasserhellen Lagen bildeten indess auf Durchschnitten höchst selten ganze Ringe, sondern Halbringe oder $\frac{3}{4}$ Ringe, welche sich an den Enden spitzig auskeilten. Indem die Schalen irgend einer Seite des Körpers sich häufiger wiederholten und dicker waren als an der gegenüberliegenden, erschien der weisse Kern fast immer excentrisch. Fig. 7, 8. In den meisten Fällen bildete die trübe Masse etwa $\frac{3}{4}$ des Ganzen; doch sah ich auch eine Schlosse, welche auf der einen Hälfte wasserhell, auf der andern milchig getrübt war. Aus dem bedeutenden Luftgehalt der Schlossen erklärt sich der

Umstand, dass sie ein geringeres Gewicht besaßen, als sich aus dem Volumen derselben erwarten liess.

Sowohl bei den pilzförmigen als auch bei den hemisphärischen Schlossen bemerkte man an denjenigen concentrischen Lagen, welche milchig getrübt waren, schon von blossen Auge und noch besser durch die Loupe eine feine Streifung, die sich auf dem weissen Kern radial einstellte und bis zur Peripherie reichte; durch die wasserhellen Lagen jedoch unterbrochen war. Fig. 2, 3, 4, 8. Bei der Pilzform wurde die Hauptmasse des Kerns gebildet durch den hervorragenden Stiel oder Knopf. Fig. 1, 5. Bei der hemisphärischen fand sich entweder gar kein Kern, Fig. 4, oder es zeigte sich an der flachen oder vertieften Mitte eine concentrische oder excentrische Trübung, nach welcher sich die Streifen richteten. Auf der kuglig gewölbten Oberfläche, dem Kern gegenüber, war bei den pilzförmigen, oft auch bei den hemisphärischen Gestalten mit schwachen, dann und wann unterbrochenen Linien ein feines, doch von blossen Auge wahrnehmbares Netz gezeichnet, dessen Maschen meistens die Form von regelmässigen Sechsecken, öfter auch von Quadraten, Rauten und Rechtecken besaßen. Fig. 1 B. Auch an Schlossen, die bereits zur Hälfte abgeschmolzen waren, liess sich diese Erscheinung noch wahrnehmen. Man erinnerte sich unwillkürlich an krystallinische Bildungen, namentlich an die Struktur der Glasköpfe, wie sie manche Roth- und Brauneisensteine etc. darbieten.

Eine besondere Erscheinung boten noch die meisten hemisphärischen Schlossen. Von irgend einem Punkte der flachen Seite, meist nahe der Mitte, liefen etwa 5—12 ziemlich dicke Linien, die sich durch eine

etwas grössere Durchscheinheit kundgaben, sternförmig gegen die Peripherie. Fig. 6, 8. Ohne untereinander constante Winkel zu bilden, durchsetzten sie oft die ganze Masse, wurden jedoch nach aussen schmaler und schwächer; sie nahmen selten einen vollkommen geradlinigen Verlauf, anastomisirten zuweilen mit einander und theilten sich auch wohl gegen die Peripherie zu in zwei spitzwinklig auseinander laufende Aeste. Während der ganzen Zeit des Abschmelzens hielten sich diese Linien etwas vertieft, sie bildeten schwache Furchen; Sternfurchen kann man sie heissen. Um den Mittelpunkt herum waren dieselben immer am stärksten; auch war die schmelzende Eisfläche in dieser Gegend von körniger oder feinwarziger Beschaffenheit, während die gewölbte Oberfläche ihre Glätte und Rundung nicht im Mindesten einbüsste.

In der Hoffnung über die Struktur der Hagelkörner fernere Aufschlüsse zu erhalten, nahm ich das Mikroskop zu Hülfe. Man hatte hiezu hinlänglich Zeit; denn es dauerte bis Abends 7 Uhr, bevor alle Körner geschmolzen waren, die ich in ein Gefäss zusammengelegt hatte. Zur Untersuchung benutzte ich theils solche Stücke, die durch das Abschmelzen bereits etwas kleiner geworden waren, theils Abschnitte, die ich mittelst des Messers erhielt, legte sie in's Uhrglas und betrachtete sie unter 50facher Vergrösserung bei durchfallendem Licht. Sie schwammen nach kurzer Zeit im Wasser. Zunächst fielen die Blasen auf. In dem milchig getrübten Eise waren sie dicht gehäuft, bimsteinartig, und machten durch ihre dunkeln, stark lichtbrechenden Ränder das Objekt undurchsichtig. Häufig geschah es, dass eine Blase in Folge des

Abschmelzens frei wurde; sie fuhr dann öfters mit einiger Gewalt seitwärts durch das Wasser, dann an die Oberfläche, um hier zu platzen, eine Erscheinung, die wohl nur durch das schnelle Eindringen des Wassers in den eben eröffneten Blasenraum hervorgerufen war. In der milchig getrüben Kernpartie und zunächst um sie herum sah ich nur runde und ovale Blasen, mit Durchmessern von 0,08 bis 0,30 Millim. An den radial gestreiften Lagen bestätigte sich auf's Klarste, was ich vorher schon durch die Loupe glaubte bemerkt zu haben, nämlich dass ein solcher Streifen nichts anderes ist als eine Reihe von Luftbläschen. Fig. 9. Diese Bläschen waren fast ohne Ausnahme in die Länge gestreckt, zuweilen mit welligen Rändern, als ob 2—3 Bläschen an den Berührungspunkten sich vereinigt hätten. Die Länge betrug bei den grössten 1 Millim., bei 0,30 Millim. Breite; bei einem der kleinern war der längste Durchmesser 0,16 Millim., der kürzeste 0,06 Millim. Die Entfernung von einer Reihe zur andern belief sich durchschnittlich auf 0,70 bis 1,20 Millim. Dass indess vereinzelte Blasen auch ausser Reihe stunden, war nichts Seltenes. Je enger die Reihen, desto stärker die milchige Trübung. In den wasserhellen Lagen fehlten die Reihen entweder ganz, oder stunden in so grossen Abständen, dass sie der Durchsichtigkeit keinen erheblichen Abbruch thaten; solche Stellen eigneten sich am besten für die mikroskopische Beobachtung (Fig. 9).

Es bedurfte keiner grossen Anstrengung um, nebst den Luftblasen, im Hageleise noch ein anderes mikroskopisches Element zu erkennen. Die ganze Schlosse bestand durch und durch aus rundling begrenzten Eiskörnern, ähnlich dem Bohnerz oder einer

cementlosen Nagelfluh. Die Körner, welche ich, in Erinnerung an eine beliebte Ausdrucksweise der Histologen, fortan mit dem unverfänglichen Namen Hagelkörperchen bezeichnen will, waren klar und scharf umgrenzt, niemals auch nur im Mindesten kantig oder eckig, bald kuglig, bald länglich, glatt, wasserhell, kleine Bläschen abgerechnet, die im Innern gruppirt oder zerstreut lagen, fast nie fehlten und bei der angegebenen Vergrößerung, theils wie feine schwarze Punkte erschienen, theils ein helles Centrum und bestimmbare Durchmesser bis auf ein Maximum von 0,13 Millim. erhielten und stets kreisrund erschienen. Fig. 11, 12. Die Punkte bildeten die Mehrzahl, von Bläschen war oft nur eines, selten über 3 zugegen. Beim Schmelzen begaben sich die frei gewordenen Punkte an die Oberfläche des Wassers, um daselbst zu verschwinden oder mit benachbarten Bläschen zu verschmelzen; sie waren somit ebenfalls Luft. Zwischen den Körperchen sah man häufig kleine, wasserhelle, nicht dunkelrandige scharfeckige, anscheinend leere Räume, ähnlich wie bei manchen Pflanzengeweben. Das Abschmelzen geschah so, dass der Rand der Schlosse seine Rundung und Glätte vollkommen beibehielt; einmal sah ich indess an einem Schlossstück, welches dem Einschmelzen nahe war, dass die Hagelkörperchen sich von einander lostrennten und 2—3 Sekunden in der Flüssigkeit schwammen bis zum völligen Einschmelzen. Am klarsten zeigten sich die Hagelkörperchen immer in den wasserhellen Lagen; in der milchig trüben Masse waren sie durch die Luftblasen vielfach verdeckt, liessen sich indess immerhin noch an sehr vielen Punkten wahrnehmen, so lange das Abschmelzen dauerte.

Nach dem Bisherigen haben wir in den Schlossen Folgendes mikroskopisch zu unterscheiden :

1. Die Hagelkörperchen ;
2. Die Bläschen und Punktbläschen, welche in diesen Körperchen eingeschlossen sind und somit Innenbläschen heissen mögen ;
3. Die Bläschen, welche die milchige Trübung und radiale Streifung veranlassen: Zwischenbläschen, wie ich sie nennen will, da sie zwischen den Hagelkörperchen eingelagert sind.
4. Die wasserhellen Zwischenräume, welche oben verglichen wurden mit den Intercellularräumen des Pflanzengewebes.

Das Lagerungsverhältniss der Hagelkörperchen zu den Zwischenbläschen war noch näher zu erforschen. Oben ist bemerkt worden dass diese Bläschen in der milchig getrühten Partie des Kerns sich der Kugelform näherten, in den radial gestreiften Lagen aber sehr in die Länge zogen. So war es auch bei den Hagelkörperchen. Innerhalb der Kernpartie erschienen sie bald kuglig, bald oval, bald ähnlich einem Polygon mit zugerundeten Ecken und Kanten, mit Durchmesser von 0,10 bis 0,60 Millim. Fig. 10. In den gestreiften Partien herrschten langgestreckte Formen (Fig. 11 AB), durchschnittlich 0,60 bis 1,50 Millim. lang, 0,30 bis 0,60 Milim. breit., der Länge nach mit den Streifen ganz oder annähernd parallel gerichtet, im Uebrige aber ohne irgend eine wahrnehmbare Ordnung. Rundliche und ovale Formen von kleinern Dimensionen kommen übrigens auch hier vor. Etwas Concentrisches liess sich in der Lagerung der Hagelkörperchen niemals wahrnehmen, weder in den wasserhellen,

noch in den getrübbten Partien, noch an den Berührungspunkten dieser beiderlei concentrischen Lagen.

Die Zwischenbläschen unterscheiden sich von den Innenbläschen, nebstdem dass sie durchschnittlich viel grösser waren, besonders dadurch, dass sie höchst selten die reine Kugelform besaßen, sondern mannigfach gekrümmt, ausgebuchtet und gezackt erschienen, Fig. 10, indem sie den Zwischenräumen der Hagelkörperchen sich anbequemen mussten. Indess griffen diese Bläschen zuweilen mittelst irgend einer Wölbung ihrer Oberfläche ziemlich tief in den Leib der Hagelkörperchen ein. Zweimal sah ich ganz deutlich (einmal in der trüben Kernpartie, ein anderes Mal in den radial gestreiften Lagen), dass Bläschen, die in Folge des Abschmelzens frei wurden, sich entfernten und in den Hagelkörperchen Gruben zurückliessen. Fig. 13 A und B.

Auch über die netzförmige Zeichnung auf der gewölbten Oberfläche der Schlossen gab das Mikroskop weitere Auskunft. Die Linien des Netzes waren Reihen von Bläschen, Fig. 14. In den Eckpunkten der Maschen sass gewöhnlich ein grösseres Bläschen, und hier mündeten zugleich die Radialstreifen. Die Durchmesser der Maschen stiegen bei einem Sechseck auf 1,20 Millim., bei einer Raute auf 1,10 Millim. zu 0,70 Millim. Regelmässigkeit und Gleichmässigkeit war übrigens nicht zu finden: oft fehlte eine Reihe, oder war nur durch 1 oder 2 Bläschen vertreten; ferner stunden oft Bläschen ausser der Linie, so dass man das Netz unter dem Mikroskop überhaupt kaum bemerkt haben würde, wenn man es nicht vorher von blosssem Auge oder mit der Loupe erkannt hätte. Die Bläschen des Netzes waren immer Zwischenbläschen.

Auch versteht sich aus den angegebenen Durchmessern von selbst, dass ein Maschenraum nicht etwa bloss von Einem Hagelkörperchen, sondern von einer grössern Anzahl derselben ausgefüllt war.

Bei den hemisphärischen Schlossen sah man unter dem Mikroskop durchaus dieselbe Zusammensetzung wie bei allen übrigen Schlossen. In den Furchen befanden sich ebenfalls Hagelkörperchen. In einem Falle bemerkte ich übrigens, dass beim Abschmelzen in der Nähe des Centrums der Rand gerundete Zacken erhielt. Jede Zacke bestund indess, wie das ganze schmelzende Stück, aus dem gewohnten Convolut der Hagelkörperchen.

Weiter reichen meine Beobachtungen über die Hagelkörner nicht. -- Am 15. Juni gegen Abend fielen in Luzern abermals Schlossen, doch nicht grösser als eine Zuckererbse. Sie waren durch und durch milchig getrübt und zeigten unter dem Mikroskop die Zusammensetzung aus Hagelkörperchen und Luftbläschen, gerade so wie die Kernpartie der oben beschriebenen Schlossen.

Einige folgernde Bemerkungen mögen den hier aufgezählten Thatsachen angereicht werden.

In Betreff der hemisphärischen Schlossen ist anzunehmen, dass sie nur Bruchstücke sphärischer oder pilzförmiger Schlossen seien. Die Sternfurchen sind alsdann zu betrachten als Risse, die beim Zerschlagen entstanden. Dass bei heftigem Sturmwind Schlossen zusammenprallen konnten, dürfte leicht möglich sein.

Auf unsere immer noch mangelhafte Kenntniss der Entstehung des Hagels scheinen mir folgende Umstände einiges Licht zu werfen.

Es ist sehr auffallend, dass die Hagelkörperchen, ein steinhartes Conglomerat bildend, ohne irgend ein Cement fest zusammenhalten konnten. Zusammengefroren waren sie auch nicht; diess zeigt sich 1) daraus, dass sie überall mit den feinsten, schärfsten Contouren begrenzt waren, und 2) daraus, dass sie, wie eine Beobachtung gezeigt hat, von einander sich trennen konnten, um isolirt schwimmend zu schmelzen.

Sehr auffallend ist ferner das Vorhandensein der wasserhellen Zwischenräume. Luft konnten sie nicht enthalten. Diess ergab sich einerseits, wenn man sie beobachtete während des Schmelzens, weil sie alsdann keine Bläschen lieferten, anderseits daraus, dass sie nicht dunkle Ränder hatten, sondern einzig durch die feinen, scharfen Randcontouren der Hagelkörperchen begrenzt waren. Diese Räume waren somit entweder luftleer oder mit Flüssigkeit (Wasser), oder auch wohl mit Eis gefüllt. Eis konnte aber nicht darin sein, weil dasselbe als fester Körper seine besondern Contouren hätte haben müssen, und dass Wasser diese eckigen Räume von kaum 0,02 Millim. Durchmesser ausgefüllt habe; ohne entweder zu gefrieren oder die umgebenden Hagelkörperchen anzuschmelzen, ist wohl ebenso wenig denkbar. Ich glaube daher, dass die wasserhellen Zwischenräume luftleere oder luftverdünnte Räume sind.

Die beiden Umstände, welche ich so eben als sehr auffallend bezeichnet habe, führten mich auf die Vermuthung, dass die Hagelkörperchen nur durch den äussern Luftdruck zusammengehalten werden und in einem luftleeren oder luftverdünnten Raume entstehen. Ein luftverdünnter kalter Raum soll durch den Blitz entstehen, wie die Physik lehrt. Die Hagelkörperchen

wären somit kleinste Wassertröpfchen, die aus der Wolkenmasse in den luftleeren Raum hineinstürzend gefrieren und sich zusammenballen. Die Innenbläschen waren schon in der Wolke in den Wassertröpfchen eingeschlossen und erscheinen somit auch in den Hagelkörperchen kreisrund. Die Aussenbläschen hingegen bestehen aus Luft, die in das Conglomerat während des Gefrierens hineingerissen und zwischen den Hagelkörperchen eingeschlossen wurden. Diese Luft bildet daher höchst selten sphärische Blasen, indem die Wassertröpfchen meistens, wenn auch nicht immer (Fig. 13), erstarrten, bevor sie durch diese Luft Eindrücke erhalten konnten. Der milchig getrübe Kern bildete sich ohne Zweifel immer zuerst. Das einseitige Wachsthum, welches bei den pilzförmigen Schlossen stattfindet, dürfte davon abhängen, dass der Kern, in dem luftleeren Raum der Richtung des Blitzes folgend, vorzugsweise nur von den hintenher nachstürzenden Theilchen Nahrung erhielt. Ob die Bildung der concentrischen Lagen mit den Schwingungen der Luft, und die Entstehung der radialen Streifen mit nachstürzenden Reihen von Wassertröpfchen in Beziehung zu bringen sei, lasse ich dahingestellt.

Die Grösse der Schlossen würde demnach theils von der Menge der umgebenden Wassertheile, also von der Dichtigkeit der Hagelwolke, theils aber auch von der Grösse des luftverdünnten Raumes, also von der Intensität des Blitzstrahles, abhängen.

c) Verbreitung, Wirkungen und Richtungen des Hagelschlages.

Das Hagelwetter vom 9. Juni hat auf seinem Wege durch den Kanton Luzern so viele auffallende und bleibende Spuren hinterlassen, dass man über

seine Verbreitung viele Wochen hindurch Gelegenheit fand Nachforschungen anzustellen. Auf dem beigelegten Kärtchen ist das Resultat dieser Nachforschungen übersichtlich zusammengestellt. Im Amtsbezirke Luzern (von Schachen bis Meggen und Adligenschwyl) habe ich mich fast überall mit eignen Augen vom Sachverhalt zu überzeugen gesucht; weiter westlich, namentlich im Entlibuch, verliess ich mich beim Auftragen der Punkte, durch welche die Verbreitung und Intensität des Hagels angedeutet ist, auf die amtlichen Berichte, die durch das Departement des Innern von sämtlichen hagelbeschädigten Gemeinden eingefordert worden sind.

So finden wir die ersten Spuren des auftretenden Hagelwetters in der Gemeinde Romos. 23 Liegenschaften der Gegend von Hapfegg, Grossenberg und Bergstoss wurden betroffen, ein Landstrich, der sich vom Napf nach dem südlichen Fusse des Steinhäuser Berges hinzieht, $1\frac{1}{2}$ Stunden lang, $\frac{1}{2}$ Stunde breit. Der Schaden wird auf 5000 Frkn. angesetzt, eine Summe, welche auf geringe Intensität der zerstörenden Wirkung schliessen lässt, namentlich da man hört, dass wohl alle Gemeinden ihren Schaden zu hoch taxirt haben, so dass die daherigen Zahlen für uns nur als Relativzahlen einigen Werth haben.

Doppelschwand wurde berührt von der Kirche an nördlich und nordwestlich bis an die Fontanne. 20 Heimwesen wurden betroffen. Der Schaden beträgt 1500 Frkn.

Wohlhausen litt vorzüglich am Steinhäuser Berg und am rechten Emmenufer gegen Stalden hinauf. Der Berichterstatter meldet: „das Gewitter kam vom Menzberg her durch die Fontannen und

einen Theil des Steinhauserberges.“ Beschädigte Güter sind 23. Der Schaden ist auf 6770 Frkn. berechnet.

Die Gemeinde Werthenstein ist in ihrer südlichen Hälfte ziemlich heftig mitgenommen worden. Am stärksten litten die Höfe Kleinstein, Schwendi, Kächenbühl und Sulzmatt, weniger die Güter in Obermoos und Schwanden. Schadenanschlag: 12,687 Frkn.

Die Bramegg, grösstentheils dem Gemeindebezirk Entlebuch angehörig, ist fast in ihrem ganzen Umfang vom Hagelschlag überzogen worden, am meisten die äussere Bramegg (Gegend der Rothenfluh), wo Heu und Früchte beinahe ganz zerstört sind. Schadenanschlag: 20,000 Frkn.

Ueber Schachen hin ergoss sich nun das Ungewitter mit voller Wuth, nachdem es einige Zeit drohend über der Rothenfluh gehangen. Wie mir in Schachen berichtet wurde, ist der Hagel daselbst sonst eine sehr seltene Erscheinung, indem die Gewitterwolken, welche über der Rothenfluh erscheinen, gewöhnlich die Richtung nach Schwarzenberg einschlagen. Diessmal aber habe der Föhnwind, der vom Schwarzenberge hergekommen, diess verhindert und das Gewitter nach dem Emmerberge getrieben; nach derselben Richtung sei auch das Gras auf den Boden hingeworfen und aus dem gleichen Grunde das Dorf Malters verhältnissmässig wenig betroffen worden. Blitz und Donner habe man wenig wahrgenommen; man hätte diese Erscheinung lieber gesehen, da, wenn dieselben bei nahenden Gewittern nicht gehörig zum Ausbruch kämen, gewöhnlich ein Hagelschlag die Folge sei. — „Gegen 2 Uhr“ fing es an bei Sturmwind in wenigen grossen Tropfen zu regnen, und sogleich fiel Hagel in dichten Strömen, ohne Regen. Viele

Hagelsteine erreichten Hühnereigrösse, so dass eine Menge Ziegel zerschmettert wurde. Nach einer Viertelstunde war der Boden fast fusshoch mit Schlossen bedeckt und an den Abhängen am andern Morgen noch schneeweiss. In den Dachtraufen der Wetterseite sammelten sich die Schlossen mehrere Fuss hoch; zwischen zwei nahe beisammen stehenden Gebäuden hatte sich sogar ein mannshoher Haufe gebildet. In Schluchten und an schattigen Stellen fand man nach 9 Tagen noch Hagelkörner trotz der inzwischen eingetretenen ungewöhnlich hohen Sonnenhitze. Häufig sah man erschlagene Vögel, in Wiesen z. B. Staare, in einem kleinen Gehölze 5 Krähen nebst lahmen oder halbtodten Eichhörnchen. Eben war die Heuernte vor der Thür, und nun wurde das Gras derart zugerichtet, dass die Leute mit dem Vieh ausziehen mussten, um dasselbe einstweilen in benachbarten Gemeinden unterzubringen. Anfangs Juli sah ich die Bäume sowohl im Thalboden, als bis Farnbühl und an die Rothenfluh hinauf noch grösstentheils entlaubt, auf der Wetterseite an den kleinern Aesten häufig bis auf's Holz entrinde und der kleinsten Zweige beraubt; doch trieben sie wieder zahlreiche Knospen, die sich zur Entfaltung der neuen Blätter anschickten. Die Gemeinde Schachen wurde in ihrer ganzen Ausdehnung in beinahe gleicher Heftigkeit betroffen, zwei unbedeutende Liegenschaften ausgenommen, die sich am Fusse des Schwarzenberges befinden. Der Schaden ist auf 95000 Fr. angesetzt, wobei die Beschädigung der Bäume nicht mitgerechnet wurde.

Von Schachen zog sich die Wucht des Hagelschlages nach dem Emmerberg und sodann bogenförmig über Blatten nach der Storregg in's Krienser-

hal hinab. Das Dorf und der Berg von Malters ward nur in geringem Masse beschädigt. Gleichwohl sieht man auch hier die äussersten Zweige der Bäume gegen die Westseite hin entlaubt, die vorhandenen Blätter häufig durchlöchert oder zerfetzt, die Rinde der jüngern Aeste bis auf's Holz hinein aufgerissen. Der Emmerberg bietet in etwas vermindertem Maasse das Bild von Schachen. Nordwärts erstreckte sich der Hagelschlag in die Gemeinde Ruswyl hinein. Ruswyl berechnet seine Beschädigung auf 16,905 Fr. und führt folgende Höfe als hagelbeschädigt an: Hapfig, Holz, Oberholz, Graben, Haselweid, Bärenweid, Hasenwald, Hasenhaus, Grütweid, Gauchsrüti.

Ungemein heftig ist das Dörfchen Blatten heimgesucht worden. Von Bäumen und Hecken sind die Blätter und kleinen (federkiel- bis kleinfingerdicken) Zweige rein weggefegt, die Rinden aufgerissen; doch erschienen nach einigen Wochen auch hier wieder Knospen. Der mit Buchen vermischte Tannenwald, welcher den nördlichen Abhang des Blattenberges bekleidet, war noch Anfangs Juli durchweg röthlichgelb, während gegen Malters hin und am Sonnenberg das freudige Grün der Laubhölzer angenehm in die Augen fiel. Die Hagelkörner waren meist nur erbsen- bis haselnussgross, selten wie Büchsenkugeln, fielen aber fast plötzlich in so unermesslicher Zahl, schuttweise, dass der Boden in wenigen Minuten „fusshoch“ bedeckt war. Auch hier musste man mit dem Vieh sogleich ausziehen wegen Mangel an Futter. Die Gemeinde Malters, zu welcher auch der Emmerberg und Blatten gehört, berechnet den erlittenen Schaden auf 321,240 Fr.

Das Gebiet von Littau hat zwar nur leicht ge-

litten, dafür aber fast nach seinem ganzen Umfange, nämlich vom Renggbach bis an die Reuss und vom Sonnenberg bis über Dorenberg und Spitzhof hinaus. Stark betroffen sind nur die Güter an der Landstrasse zwischen Langweiher und Gütsch. Schadenanschlag: 34,870 Fr.

Geringer sind die Beschädigungen, welche Emmen erfuhr. Sie erstrecken sich von dem Weiler Wolfisbühl bis in's Dorf und umfassen die Höfe: Schluchen, Ehrlen, Wolfisbühl, Emmenweid, Emmenbrücke, Emmenbaum, Oberhof und Herdschwand. Die Bäume tragen an der Wetterseite sehr deutliche Spuren. Die Saat ist fast gänzlich zerstört. Der Schaden steigt auf 8462 Fr.

Das Thal von Kriens und die Umgebungen der Stadt Luzern bis Adligenschwyl und Meggen, dieser herrliche Frühlingsgarten, war von dem rasenden Elemente vorzugsweise zum Opfer ausersehen. Unglaublich schnell hat diese Landschaft das heitere Gewand der Freude gewechselt mit den düstern Farben des Todes und der Verwüstung. Die gelb gewordenen Wiesen, die kahlen Obstbäume, die röthlichen Wälder, das Schweigen der Vogelstimmen und die Grabesruhe der Insektenwelt machten die ersten 2—3 Wochen hindurch auf Jedermann den Totaleindruck einer abgestorbenen, öden Winterlandschaft.

Das Gras, eben zur Ernte reif, ward durch den Sturmwind niedergeworfen und an den Boden angepresst. Der nachfolgende Hagel schlug die zerknickten Gras- und Kornhalme entzwei und verwandelte sie in Stroh, so dass schon am Tage nach erfolgtem Hagelschlag die Kornäcker weiss, die Wiesen gelb-

lichweiss aussahen und überall eine Menge gebleichter, an den Enden faserig zeretzter Halme aufgelesen werden konnte. Bei krautartigen Pflanzen kam es seltener zur völligen Trennung der Stengel; doch sah man z. B. bei *Heracleum* und *Chaerophyllum* die Stengel an den Knickungsstellen so weit zerstört, dass der Zusammenhang bloss noch durch die freigelegten fadenartigen Gefässbündel vermittelt wurde. Wo die Schläge am intensivsten getroffen hatten, wie z. B. beim Grosshof (im untern Krienserthale), fand sich kein Gras mehr; dasselbe war wie von der Wurzel abgerissen und fortgeführt. Einige lebenszähe Pflanzen, vor allen *Cynosurus cristatus*, dann *Trifolium repens*, *Ranunculus repens*, *Bellis perennis*, *Chrysanthemum*, *Leucanthemum*, streckten an Stellen, die nicht allzu hart betroffen waren, schon nach 5 Tagen Aehren oder Blüthen in die Höhe; aber erst nach 3—4 Wochen hatte sich der Graswuchs soweit erholt und gehoben, dass wenigstens das wohlthuende Smaragdgrün der Wiesen den verlorenen Schmuck einigermassen ersetzt hat, wenn auch Obstbäume und Wälder noch lange zurückbleiben.

Der Strauch- und Baumvegetation sind jedenfalls viel empfindlichere und nachhaltigere Verletzungen beigebracht worden, als dem Futtergrase. Der Verlust der Blätter und diessjährigen Baumfrüchte ist kaum in Betracht zu ziehen gegenüber der Zerstörung der Rinde und der Aestchen. Es gab wohl keinen Baum, unter welchem der Boden nicht mit Aestchen von Federkiel- bis Kleinfingerdicke dicht belegt gewesen wäre. Die erste Arbeit des Landmannes bildete das „Zusammenrechen“ dieses Materials, damit sich dasselbe nicht in das aufkeimende

Gras verflechte; ganze Wagenladungen wurden aus den Obstgärten abgeführt. In den Wäldern überall derselbe Teppich von Buchen- und Tannenreischen. So blieben also dem Baume nur die dickern Aeste, namentlich auf der Wetterseite. Bäume mit weniger dichten Kronen, wie die Kirschbäume, bieten diese Verstümmelung im höchsten Grade und in ihrem ganzen Umfange dar. Je grösser und dichter hingegen die Krone, desto mehr beschränkte sich die Beschädigung auf die Wetterseite, z. B. bei Nussbäumen und Buchen (Kreuzbuche gegen Meggen, Riesenbuche auf Dietschiberg); um so grösser war jedoch hier die Gefahr, durch den Sturmwind umgeworfen zu werden. An besonders exponirten Lagen kam diese Erscheinung nicht selten vor. Auf dem Wesemli wurden kräftige, grosse Nussbäume sammt der Wurzel umgeworfen, starke Birnbäume theils von der Haupttramifikation herab der Länge nach gespalten, theils sogar einige Fuss hoch über dem Boden quer abgebrochen; umgeworfene Tannen sah man z. B. bei St. Karl und am Homberg. Junge Tannen bürsteten durchweg die für die Axenverlängerung so wichtigen Gipfeltriebe ein. Hiezu kommen nun die Quetschungen, Aufreissungen und Durchreibungen der Rinde, vorzüglich zu beobachten an den stehengebliebenen Zweigen der Obstbäume, an Sträuchern und weichern Holzarten z. B. an Weissdornhecken, Erlen- und Weidengebüschen. Betrachtet man z. B. die Weissdornhecken an der Landstrasse beim Grosshof, so sieht man nach der Wetterseite hin in den obern Partien überall das Holz entblösst, während auf der entgegengesetzten Seite die Rinde noch haftet. An besonders hart betroffenen Stellen, wie an

der Storregg, im untern Krienserthale bis an den See, beim Wesemli, auf Dietschiberg, auf den Höhen zwischen Seeburg und Meggen, haben die Obstbäume nach der Wetterseite hin eine fuchsrothe Färbung, indem theils die Korksubstanz der Rinde aufgerissen und aufgewulstet, theils der Holzkörper blossgelegt ist. Gegenwärtig (Anfangs Juli) sieht man um Luzern herum, wie in Schachen und Blatten, an den meisten Bäumen und Sträuchern Knospen und neue Blätter sich entfalten, auch an Zweigen, deren eine Seite (Wetterseite) entrindeet ist; im Goplismoos stehen zwei Aepfelbäume sogar in Blüthe.

Einen Beweis, wie plötzlich und massenhaft der zerstörende Kugelregen fiel, liefert auch die Thierwelt. Man fand in Wiesen und Gehölzen häufig todte Vögel, z. B. Buchfinken, Distelfinken, Grasmücken, Staare, Drosseln, Krähen. Die Verletzungen bestanden in Contusionen mit Blutextravasaten und Knochenbrüchen, oft mit consecutiver entzündlicher Anschwellung, zum Beweise, dass das Thier noch einige Zeit nach erhaltenem Schlage gelebt hatte. Auf dem See wurden Blasshühner (*Fulica atra*) und Wildenten erschlagen; sogar Fische sollen in Menge getödtet worden sein. Auch wird Folgendes erzählt: Einem Kutscher, der von Meggen her nach Luzern fuhr, wurden die Pferde scheu. Um die Zügel nicht fahren zu lassen, muss er sich den anprallenden Hagelsteinen aussetzen, so dass er zwar das völlige Ausreissen der Pferde verhindert, dagegen aber an Gesicht und Händen bluttriefend in der Stadt ankommt. Sehr gefährlich hätte der Umstand werden können, dass zur Zeit des Hagelschlages gerade eine Menagerie in Luzern stationirt war. Durch das furchtbare

Geprassel wurden die Thiere (Löwen, Tiger, Leoparden etc.) im höchsten Grade aufgeregt; der Elephant drohte sein Zelt zu durchbrechen und konnte nur zurückgehalten werden durch die angestrengten Bemühungen seines zufällig anwesenden Wärters, durch welchen allein er sich leiten lässt.

Nicht unbedeutend sind endlich auch die Beschädigungen an den Gebäulichkeiten. So wurden in der Stadt Luzern laut vorgenommener Zählung 23,441 Fensterscheiben zerbrochen, wovon 1164 allein im Regierungsgebäude. Viel grösser würde die Zahl der zerschlagenen Ziegel ausfallen; denn dass auf einem Hause 500—1000 Ziegel neu ersetzt werden mussten, war nichts Seltenes. Zerbrochene Ziegel gab es übrigens nur an Orten, wo die grössten Schlössen fielen, nämlich Schlössen von Wallnuss- bis Hühner-eigrösse (auf dem Kärtchen besonders angedeutet). Schieferbedachung leistete geringeren Widerstand als Ziegel; diess zeigte sich am Bahnhof und an der Gasfabrik. Noch geringer ist, wie ich an der Storr-egg sah, die Ausdauer der Schindeldächer; obschon hier die Schlössen kaum mehr als die Grösse von Flintenkugeln erreichten, müssen diese Dächer doch auf der Wetterseite ganz neu gemacht werden. Dachrinnen von Eisenblech bekamen zahlreiche Eindrücke, oft auch Risse; frisches Zinkblech von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ Lin. Dicke wurde völlig durchbohrt. Auch der Mauerbestich der Häuser trägt überall deutliche Spuren des Hagelschlages; er ist bald nur angeschürft, bald tief durchlöchert. Die „Verrandung“ an Häusern ist der Zerstörung ebenso wenig entgangen.

Einige Stellen, die durch Anhöhen oder Mauern nach der Wetterseite hin geschützt waren, z. B. die

Gegend des Bruchklosters und der Südabhang der Musegg haben unbedeutend gelitten. Weniger begreift man, wie ein paar Höfe an der Halden (Umgebung von Businger's Schlössli) der allgemeinen Zerstörung entgehen konnten. Wenn auch nicht ganz verschont, bildete diese Stelle dennoch eine grünende Oase in der rings umgebenden Wüste. Auch der oberste Kamm des Sonnenberges, von Langfohren an westwärts, ist durchaus frei von Hagels Spuren. Auf Langfohren fielen Hagelkörner von der Grösse der Kirschensteine, ohne erheblichen Schaden anzu richten.

Kriens schätzt den erlittenen Schaden in runder Summe, ohne spezielle Abschätzung, auf 200,000 Fr., und führt an, dass nur folgende Höfe verschont worden seien: Bodenmatt, Emmermatt, Weihrüti und G'sang.

In der Stadtgemeinde Luzern, welche in ihrem ganzen Umfange hart betroffen ist, beläuft sich der Schaden laut Angabe des Stadtrathes auf 443,723 Fr. Horw berechnet den seinigen zu 20,500 Fr., Meggen zu 105,555 Fr., Adligenschwyl zu 82,050 Fr., Udligenschwyl zu 770 Fr.

Unter den Witterungserscheinungen spielen die Richtungen des Windes bekanntlich eine bedeutende Rolle. Soweit das uns beschäftigende Hagelwetter reichte, waren diese Richtungen nachträglich leicht ausfindig zu machen, sowohl an Gras und Korn, als auch an Bäumen und Gebäulichkeiten. In weitaus den meisten Fällen war das Gras von der gleichen Richtung (Wetterseite) her auf den Boden gelegt, von welcher auch die benachbarten Bäume und Häuser ihre Beschädigungen erfahren hatten. An einigen

Stellen jedoch war diess nicht so. An der Landstrasse Luzern-Kriens z. B. zeigte das Gras östlich vom Steinhof die Wetterseite im Süden, während die unmittelbar daneben stehenden Bäume von Westen her betroffen sind. Ferner ist bereits angeführt worden, dass im Thalboden von Schachen das Gras mit seinen Spitzen nach dem Emmerberge hin sich gerichtet habe, während die Wetterseiten der Bäume nach Rothenfluh und Werthenstein zeigen. Diese anfangs befremdenden Erscheinungen sind offenbar so zu erklären, dass das Gras durch den Sturmwind niedergeworfen wurde, bevor der Hagel die Bäume beschädigte und dass somit der Wind an den genannten Orten seine Richtung während dem Laufe des Gewitters veränderte.

Soweit ich selbst beobachtet habe, sind die Richtungen des Windes, wie sie sich an Bäumen und Häusern bestimmen liessen, auf dem Kärtchen durch Pfeilspitzen dargestellt. Die Bestimmung geschah meistentheils mit Hülfe des Compasses, und ich glaube nicht, dass irgend welche Unrichtigkeiten von Belang sich eingemischt haben.

Zwei Richtungen des Windes beherrschen beinahe das ganze Feld: der Westwind und die Aarbis (Nordwest). Nur bei Malters erscheint auch der Südwest, und es ist wohl unverkennbar, dass derselbe, was schon bei Schachen berichtet worden, den Hauptzug des Gewitters von der Rothenfluh nach dem Emmerberge gedrängt hat. Sehr heftig scheint jetzt aber der Nordwest angegriffen zu haben, begünstigt durch das Rengloch, ein Querthal, welches den Blattenberg vom Sonnenberge scheidet. Ueber den Blattenberg und die Storregg, wo die Höfe Stollen (670 Meter),

Schürhof (800 M.) und Lehn (918 M.) arg zugerichtet sind, ergiesst sich der Hauptsturm in's Krienserthal; ein anderer Theil eilt über Littau und Dorenberg. Die Firste des Sonnenbergs, nur 780 Meter über Meer, erhebt sich somit inselartig über die Gewitterwogen, denn hier wurde nicht einmal das Gras umgeworfen. Durch das Querthal der Reuss dringt die Aarbise neuerdings mit Heftigkeit vor, durchschneidet die ganze Hagelregion bis zum Stutzhofe und herrscht von nun an zu Berg und Thal, überall begleitet von einer Menge zerstörender Niederschläge. Gleichwohl wird das Gewitter nicht nach Südost getrieben; es zieht sich vielmehr nordöstlich über den Meggerberg, so dass anzunehmen ist, die höhern Wolkenschichten seien von dieser Aarbise nicht berührt worden.

Demnach erhält die Sache den Anschein, als ob der tief strömende heftige Nordwest, indem er unter ein ungefähr von West nach Ost ziehendes Gewitter eingriff, die Intensität des Hagelschlages wesentlich habe vermehren können. Anderseits möge man aber z. B. auf Littau blicken, welches dem Nordwest sehr ausgesetzt und doch wenig beschädigt ist, und auf Kriens, wo jener Wind durch den Sonnenberg ganz abgehalten war. Dieser letztere Umstand und dass der Sonnenberg auf der Höhenkante frei blieb, beweist wohl, dass das Gewitter ungewöhnlich tief schwebte, so dass die Schlossen den Boden erreichen konnten, bevor sie eine erhebliche Abschmelzung erfahren hatten.

Erklärung der Figuren.

In Fig. 1—8 bedeuten die punktierten oder gestrichelten Stellen milchig getrübes Eis.

Fig 1 A. Pilzförmige Schlosse. B. Dieselbe von oben, mit netzförmiger Zeichnung.

Fig. 2. Querschnitt einer solchen Schlosse, mit Radialstreifen und concentrischen Lagen.

Fig. 3 und 4. Hemisphärische Schlossen, von der Seite, die flache Seite nach unten gekehrt.

Fig. 5. Pilzförmige Schlosse, beinahe sphärisch, der trübe Kern unten.

Fig. 6. Hemisphärische Schlosse mit Sternfurchen. A von der Seite, die ebene Fläche nach unten gekehrt, B von unten, die ebene Fläche darstellend. Ohne Rücksicht auf wasserhelle und getrübe Lagen.

Fig. 7. Eine im Schmelzen begriffene Schlosse von oben, um die concentrischen Lagen zu zeigen.

Fig. 8. Eine im Schmelzen begriffene hemisphärische Schlosse mit Sternfurchen. A die untere flache Seite, ohne Rücksicht auf getrübe und wasserhelle Partien. B von oben.

Fig. 9. Luftbläschen, welche die Radialstreifen bilden. a) Eine milchig trübe, concentrische, radialgestreifte Lage mit dicht stehenden Bläschen. b) Eine wasserhelle concentrische Lage. c) Eine sehr schwach getrübe Lage, mit wenig zahlreichen, aber desto deutlicheren Reihen von Bläschen. d) Der abschmelzende Rand der Schlosse. Ist mittelst der Loupe vergrößert.

Fig. 10. Verschiedene Formen der Zwischenbläschen.

Fig. 11. Hagelkörperchen. A aus den peripherischen, radial gestreiften Lagen. B aus der milchig getrüben Kernpartie. Zwischen denselben die »wasserhellen Zwischenräume.« Gezeichnet ohne Rücksicht auf die Innenbläschen.

Fig. 12. Hagelkörperchen mit Innenbläschen und Punktbläschen.

Fig. 13. Zwei Hagelkörperchen mit anliegenden Zwischenbläschen, die beim Austritt Gruben hinterliessen. A aus der milchig getrüben Mittelpartie, B aus den gestreiften Lagen.

Fig. 14. Mikroskopischer Ausdruck einzelner Maschen des in Fig. 1 B dargestellten Netzes. Aus einer beinahe zur Hälfte abgeschmolzenen Schlosse. Durch punktirte Linien deutlicher gemacht.

····· Schlossen bis zur Größe von Flintenkugeln.
 ····· Schlossen bis zur Größe von Dühneriern.
 ↗ ↘ Richtungen, nach welchen hin die Schlossen angeworfen wurden.

