

Über
die Höfe und Ringe um Sonne und Mond
und
verwandte Erscheinungen.

Von
Prof. Dr. J. M. Pernter.

Vortrag, gehalten den 17. December 1890.

(Mit Demonstrationen.)

Mit fünf Abbildungen im Texte.

Die Erscheinungen, mit welchen wir uns heute befassen wollen, sind Ihnen zum größten Theile wohlbekannt, und Sie haben dieselben wohl schon oftmals benützt, um über das kommende Wetter sich zu orientieren, denn sie gehören zu der Zahl der gewöhnlichen Hausmittel für private Wetterprophezeiung. Allgemein gilt ein kleiner Hof um den Mond als Vorzeichen schlechten Wetters, und in vielen Gegenden kennt man die Wetterregel, die schon Aristoteles aufstellte, dass große Ringe um Sonne oder Mond kommenden Sturm bedeuten. Ich erwähne dies nicht, um diese allbekannten Wetterregeln in ihrem Werte herabzusetzen, sie sind ja in der That wohlbegründet, wie aus unseren heutigen Darlegungen zur Genüge hervorgehen wird. Doch beschäftigt uns heute nicht so sehr diese ihre praktische Verwendbarkeit für Zwecke der Wetterprognose, als vielmehr die Untersuchung über ihre Natur, wie die eingehendè Beschreibung und Erklärung derselben.

Vorerst müssen wir nun die Erscheinungen selbst, wie sie uns in der Wirklichkeit entgegentreten, kennen lernen. Da stellt sich uns gleich eine Schwierigkeit

entgegen, welche wir sofort beseitigen müssen. Die Bezeichnung, die Benennung dieser Erscheinungen ist noch immer eine verworrene; man hat noch keine Einheitlichkeit darin erzielt. Was der eine Hof nennt, bezeichnet der andere mit Kranz, wieder ein anderer mit Ring. Dazu kommt noch, dass manche sich des griechischen, von Aristoteles überkommenen Wortes „Halo“ bedienen. Es ist allerdings gleichgiltig, welchen Namen man einer Sache beilegt, sobald man die Sache selbst genau beschrieben hat und kein Zweifel darüber aufkommen kann, was man damit meint. Ebenso sicher richtet man aber mit diesem Vorgange Verwirrung bei allen jenen an, die sich über die Dinge nicht klar sind, welche man bezeichnen will. Wir wollen deshalb die Namen zunächst fixieren und genau beschreiben, was wir mit denselben bezeichnen. Schon im Titel dieses Vortrages habe ich die Benennungen fixiert; wir sprechen von Höfen und von Ringen um Sonne und Mond. Der äußerliche Unterschied zwischen Hof und Ring ist ein doppelter: 1. die Höfe haben fast ausnahmslos kleinere Dimensionen, die Ringe sind dagegen von sehr bedeutender Größe; 2. die Reihenfolge der Farben ist bei den Ringen gerade die entgegengesetzte als bei den Höfen. Bei den Höfen finden wir, von der Sonne und dem Mond auswärts gehend, eine Farbenfolge, welche von den brechbareren blauen Strahlen beginnt und zu den weniger brechbaren gelben und rothen übergeht; bei den Ringen ist Roth der Sonne zugekehrt und Blau nach außen abschließend.

So sehr diese zwei Merkmale zur Unterscheidung von Höfen und Ringen als äußerliche Merkmale praktisch anwendbar sind, so ist doch das erste kein wesentliches, kein nothwendiges Merkmal. Es ist nämlich thatsächlich fast immer wahr, dass die Höfe kleiner sind, doch ist dies nicht absolut nothwendig. Andererseits ist es richtig, dass die Ringe fast ausnahmslos größer sind als die Höfe, aber viel kennzeichnender als dies ist für die Ringe, dass sie an bestimmte Dimensionen gebunden sind, denn die Halbmesser der Ringe sind entweder nahe 22 Grad, oder 45 Grad, oder angenähert 90 Grad. Nur selten mit diesen auftretende Bruchstücke von Ringen, welche ihre convexe Seite der Sonne zuwenden, und die man nicht mehr als Ringe um Sonne und Mond auffassen kann, haben andere Dimensionen. Dagegen sind die Dimensionen der Höfe keine feststehenden, sondern von Fall zu Fall veränderlich: Höfe von weniger als 1 Grad Halbmesser bis zu 10 Grad und mehr.

Auch das zweite oben aufgeführte Merkmal kann bei Ringen zuweilen im Stiche lassen, weil sie mitunter farblos sind und daher auch keine Reihenfolge der Farben erkennbar ist. Dennoch hilft hier gerade die Farblosigkeit über die Zweifel weg, weil, wenn selbst ein Hof jemals von einer solchen Größe wäre, derselbe nie ganz farblos sein würde, sondern stets röthlich gesäumt erschiene.

Ich habe zunächst die zwei Merkmale: Größe und Farbenfolge zur Unterscheidung von Höfen und Ringen

angeführt, weil man in der Praxis in der That mit Hilfe dieser zwei Merkmale auskommt. Ich hoffe auch, dass Sie selbst durch die Anführung dieser zwei Merkmale sich klar geworden sind, was ich mit Hof und was ich mit Ring bezeichne. Ich kann somit jetzt diese Ausdrücke gebrauchen, ohne fürchten zu müssen, etwa missverstanden zu werden. Dies war auch der Zweck dieser vorläufigen Auseinandersetzungen, und so wollen wir jetzt die Erscheinungen genauer kennen lernen und ihre Erklärung versuchen.

Ich beginne mit den Höfen. Die Höfe um Sonne und Mond bieten eine solche Mannigfaltigkeit ihrer Erscheinung in Größe und Farbe, dass es nicht auf den ersten Blick klar ist, ob dieselben auch eine einheitliche Gruppe darstellen, die stets denselben Ursachen ihre Entstehung verdankt. Eingehende Untersuchungen haben aber zu dem Resultate geführt, dass wir es dabei im wesentlichen stets mit derselben Erscheinung zu thun haben. Ich werde sie zunächst in ihrer vollen und reinen Entwicklung beschreiben.

Wenn ein Hof, sagen wir, um die Vorstellung zu unterstützen, ein Mondhof, gut ausgebildet ist, so erscheint der Mond in Mitte eines bläulich-weißen Feldes, das deutlich rothgesäumt ist; an dieses erste Roth, welches vielfach der erste rothe Ring genannt wurde, und das in Purpur ausklingt, reiht sich ein blauer, daran ein grüner, an diesen ein blassgelber Ring, und diese zweite Farbenreihe schließt dann wieder ein rother Ring ab; ist noch eine weitere Farbenfolge

sichtbar, so erkennt man meist nur mehr einen blassblauen und einen abschließenden röthlichen Ring. Es gehört schon zu den Seltenheiten, dass die Erscheinung so entwickelt ist, zu den größten Seltenheiten dürfte es zählen, wenn man noch ein viertes Roth erkennt. Viel häufiger folgt auf den ersten rothen Saum nur eine Reihe von Farben, die immer mit Roth abschließt; und ich wage nicht zu entscheiden, ob nicht die Erscheinung in ihrer verkümmertesten Art die gewöhnlichste ist. Man sieht dann nur den Mond (oder die Sonne), umgeben von einem glänzend bläulichen Felde, das von einem kreisförmigen röthlichen, röthlichgelben oder braunrothen Saume begrenzt ist.

Obwohl schon Jordan diese Höfe auf Beugung des Lichtes zurückgeführt wissen wollte, so ist es doch erst Fraunhofer gelungen, zu beweisen, dass die Höfe um Sonne und Mond eine Beugungserscheinung sind. Zunächst ist leicht festzustellen, dass jenes Beugungsbild, das man erhält, wenn man die Sonne durch eine sehr kleine runde Öffnung auf einen Schirm fallen lässt, ganz mit den Erscheinungen der Höfe übereinstimmt, was die Farbenfolge betrifft — nur die Intensität, die Lebhaftigkeit der Erscheinung ist geringer. Nimmt man aber einen Schirm von vielen kleinen, runden, gleichgroßen Öffnungen, steckt ihn knapp vor das Objectiv eines Fernrohres und sieht nun durch das Ocular das Bild an, das von diesen Öffnungen entworfen wird, wenn man die Sonne darauf fallen lässt, so ist das Beugungsbild in allem gleich demjenigen, welches

wir durch eine einzige Öffnung erhielten, nur ist jetzt seine Schönheit, seine Lebhaftigkeit eine vollendete und die Übereinstimmung mit den Höfen auch in letzterer Hinsicht erreicht.

Sie werden erstaunt fragen, wieso man diese von vielen gleichgroßen runden Öffnungen hervorgerufenen Beugungsbilder zur Erklärung der Höfe herbeiziehen kann? Es befinden sich in der Luft, beziehungsweise in den Wolken, doch gewiss nicht dergleichen runde Öffnungen. Dieser Einwurf ist vollkommen richtig. In der Luft schweben kleine, theils durchsichtige, theils undurchsichtige Körperchen und es ist ohne weiteres zuzugeben, dass die kleinen runden Öffnungen daselbst nicht vorhanden sind. Speciell die Wolken, welche ja die Erscheinung der Höfe hervorrufen, bestehen aus kleinen runden Wassertröpfchen und die Zwischenräume zwischen denselben sind alles eher als runde Öffnungen. Wenn man aber beweisen könnte, dass es gleichgiltig ist, ob man runde Öffnungen oder, sagen wir, zunächst undurchsichtige Körperchen anwendet, dass die Beugungerscheinung in beiden Fällen die gleiche ist, falls der Durchmesser der Öffnungen gleich ist dem Durchmesser der Körperchen, dann könnten wir wohl mit Recht die Höfe als eine Beugungerscheinung erklären, hervorgerufen durch viele kleine runde Körperchen.

Es lag wohl nahe, zu vermuthen, dass runde Körperchen dieselbe Beugungerscheinung geben werden wie runde Öffnungen. Fraunhofer hat durch den Versuch

den Beweis dafür erbracht. Er vertheilte eine große Anzahl runder Scheibchen ganz unregelmäßig zwischen zwei Glasplatten und beobachtete das von denselben hervorgerufene Beugungsbild. Es war in der That dasselbe wie das durch die vielen ungleichmäßig vertheilten Öffnungen entworfen. Es war jetzt noch ein Zweifel zu beseitigen. Die Tröpfchen in den Wolken sind als Wassertröpfchen nicht undurchsichtig wie die im eben erwähnten Versuche angewandten runden Scheibchen, sondern durchsichtig. Es entsteht daher die Frage, ob diese Durchsichtigkeit der Wassertröpfchen nicht die Erscheinung ändere, da man ja erwarten könnte, dass dabei die Brechung in den Wassertröpfchen eine maßgebende Rolle spiele und die Beugung entweder übertöne, oder die Erscheinung wenigstens verwische. Fraunhofer brachte daher statt der undurchsichtigen runden Scheibchen durchsichtige Kügelchen von Glas auf eine Glasplatte, und es zeigte sich, dass die Erscheinung dieselbe blieb. Dadurch ist es über allen Zweifel erhoben, dass die Höfe Beugungsbilder sind, hervorgerufen, in den gewöhnlichen Fällen, von den Wassertröpfchen der Wolken, durch die wir Mond oder Sonne ansehen.

Alle diese experimentellen Beweise sind in der Folge von der Theorie bestätigt worden und hat in den letzten Jahren besonders Karl Exner durch eingehende Untersuchungen die Theorie der Höfe in den Details ausgebildet. Es ist uns leider versagt, diese Details zu verfolgen, wir wollen aber doch das

Wesentlichste an der Hand der Erscheinungen zu verstehen suchen.

Wendet man statt des weißen Sonnenlichtes bei den Fraunhofer'schen Versuchen einfarbiges, monochromatisches Licht an, so wird das ganze Beugungsbild ebenfalls einfarbig. Es besteht dann aus einem hellen Kreise — sagen wir, das Licht wäre roth — also aus einem hellen rothen Kreise in der Mitte um den Ort der Lichtquelle; dieser Kreis ist im Mittelpunkte am hellsten und nimmt allmählich an Helligkeit ab bis zur Dunkelheit. Ein dunkler Kreis bildet daher das erste Minimum. Außerhalb dieses dunklen Kreises wächst die Helligkeit — immer nur roth — wieder an und erreicht bald ein Maximum, das aber weit hinter dem ersten Maximum in der Mitte der Erscheinung zurückbleibt. Von diesem zweiten Maximum fällt die Helligkeit wieder zur Dunkelheit ab, ein zweiter dunkler Kreis bildet das zweite Minimum. So folgt ein drittes und viertes Maximum, die sehr rasch an Helligkeit gegenüber der vorhergehenden abnehmen, so dass schwer ein fünftes Maximum noch zur Beobachtung gelangt. Die Theorie hat nun gelehrt, dass die Größe der Halbmesser der dunklen Kreise, der Minima, in einem bestimmten Zusammenhange steht mit der Art des angewendeten Lichtes, beziehungsweise mit der Wellenlänge desselben, und mit dem Durchmesser der lichtbeugenden Körperchen, so dass man in der Lage ist, aus der Größe der Durchmesser der dunklen Kreise die Größe der

Körperchen zu berechnen, welche die ganze Erscheinung hervorrufen.

Gehen wir nun zur Erscheinung zurück, wie sie vom weißen Lichte, von Sonne und Mond hervorgebracht wird. Hier finden wir keine dunklen Kreise als Minima. Der innere hellglänzende Raum um Sonne und Mond fällt in seiner Helligkeit ab bis zur äußeren Grenze des ersten rothen Saumes. Hier, an dieser äußeren Grenze des rothen Saumes des inneren hellen Raumes liegt das erste Minimum der Erscheinung. Man nennt diesen ganzen Theil der Erscheinung bis zum ersten Minimum, den rothen Saum mit inbegriffen, die Aureole des Hofes. Auf dieses erste Minimum an der Grenze des rothen Saumes der Aureole folgt dann der erste Ring, der beim weißen Lichte nicht mehr einfärbig, sondern in Farben — allerdings Mischfarben — aufgelöst erscheint, deren Reihenfolge ist: blau, grün, blassgelb, roth. An der äußeren Grenze dieses letzteren Roth liegt das zweite Minimum u. s. w.

Misst man daher die Halbmesser der äußeren Grenze der rothen Kreise, so kennt man die Halbmesser der Minima, wie sie bei weißem Lichte auftreten. Man kann daher mit Hilfe dieser Größe berechnen, wie groß die lichtbeugenden Körperchen bei jedem einzelnen Hofe sind. Damit ist uns ein Mittel an die Hand gegeben, aus den Höfen um Sonne und Mond die Größe der Tröpfchen in den Wolken zu berechnen, welche die Höfe erzeugen. Da die Messungen der Durchmesser der rothen Kreise — also der Minima

der Erscheinung — nicht allzuschwer auch von Laien ausgeführt werden können und es sehr wünschenswert ist, dass solche Messungen von möglichst vielen und an den verschiedensten Orten gemacht werden, so theile ich hier die Formel mit, nach welcher man, mit Hilfe der eben genannten Durchmesser, die Größe der Tröpfchen der Wolken berechnen kann; sie lautet mit genügender Genauigkeit (nach Karl Exner):

$$d = \frac{(n + 0.22) 0.00057}{\sin R}$$

In dieser Formel bedeutet R den in Graden gemessenen Halbmesser der äußeren Ränder der rothen Kreise; hat man den Halbmesser des ersten rothen Kreises (des Saumes der Aureole) gemessen, so ist $n = 1$ zu setzen, hat man den Halbmesser des zweiten rothen Kreises gemessen, so ist $n = 2$ zu setzen u. s. w. Die Zahl 0.00057 bedeutet die Wellenlänge des mittleren weißen Lichtes in Millimetern. Als Rechnungsergebnis erhält man dann d , d. h. den Durchmesser der lichtbeugenden Wassertröpfchen in der Wolke, und zwar in Millimetern.

Ich will hier einige Beispiele folgen lassen. Newton beobachtete im Juni 1692 einen sehr gut ausgebildeten Mondhof. Er maß die Radien vom ersten, zweiten und dritten rothen Kreis und fand $R_1 = 2^\circ 33'$, $R_2 = 4^\circ 40'$, $R_3 = 6^\circ$ rund. Daraus findet man die Größe der Wassertröpfchen der Wolke aus R_1 zu 0.0151 Millimeter, aus R_2 zu 0.0155 Millimeter und aus der ungenauen Messung von R_3 zu 0.0176 Milli-

meter. Kämtz machte im Laufe der Jahre 1832, 1833 und 1834 eine große Anzahl von solchen Messungen und findet im Mittel aus denselben die Größe der Wassertröpfchen in den Wolken 0·0215 Millimeter. Die kleinsten Tröpfchen während dieser drei Jahre fand er zu 0·0095 Millimeter, die größten zu 0·0415 Millimeter. Es ist keinem Zweifel unterlegen, dass dies nicht die Grenzen sind, innerhalb welchen die Größe der Tröpfchen in den Wolken eingeschlossen sind, sondern dass es Fälle gibt, wo größere, und solche, wo kleinere Tröpfchen vorkommen. Kämtz glaubte aus seinen Beobachtungen den Schluss ziehen zu können, dass die Tröpfchen in den Wolken im Winter am größten, im Sommer am kleinsten seien. Leider hat man seit Kämtz sich nicht mehr die Mühe genommen, systematisch diese Messungen fortzusetzen, und doch sind sie das einzige Mittel über die Größe und Veränderlichkeit der Wolkenelemente Aufschluss zu erhalten. Sie sehen nun auch sofort, in welcher Weise es gerechtfertigt erscheint, aus den Höfen auf das kommende Wetter zu schließen. Ein kleiner, besonders ein sehr kleiner Hof ist ein Zeichen, dass die in der Wolke oder zuweilen auch unsichtbar in der Luft schwebenden Wassertröpfchen groß sind, und das deutet auf starke Condensation der Wasserdämpfe hin, die, wenn sie andauert, wahrscheinlich starke Bewölkung und Regen bringt. Dagegen lässt sich aus größeren Höfen unmittelbar kaum dieser Schluss ziehen. Beobachtet man aber, dass die Höfe, d. h. die Durch-

messer der rothen Kreise im Laufe eines Tages oder eines Abends immer kleiner werden, so ist mit Recht auf schlechtes Wetter zu schließen; wenn aber diese Durchmesser immer größer werden, so ist Ausheiterung zu gewärtigen.

Wir haben bisher vorausgesetzt, dass die Wassertropfchen, welche die Höfe erzeugen, alle gleich groß seien, daher die Höfe in der oben beschriebenen ausgebildeten Weise in Erscheinung treten. Es wird Ihnen von vorneherein unwahrscheinlich sein, dass diese Gleichheit der Wassertropfchen sehr oft vorhanden sei. In der That ist dies der seltenere Fall, ja es ist zweifelhaft, ob eine vollkommene Gleichheit der Größe überhaupt je vorkommt. Was ist es aber unter solchen Umständen mit der eben gegebenen Erklärung der Höfe? Es ist leicht durch den Versuch zu constatieren, was da geschieht. Die Ungleichheit der Theilchen, wenn sie nicht zu groß ist, zerstört die Erscheinung nicht gänzlich, sondern verwischt nur ihre Reinheit; es treten die äußeren Ringe nicht mehr in Erscheinung, sondern es zeigt sich entweder außer der Aureole mit dem rothen Saume nur mehr ein Ringsystem und dieses verwaschen, oder aber es reduciert sich die ganze Erscheinung nur auf die Aureole mit ihrem rothen Saume. Dies letztere ist ein so häufiger Fall bei den Höfen, dass ich nicht zu entscheiden wage, ob es nicht wohl der häufigste ist. Besonders jene Bruchtheile von Höfen, welche man so häufig bei durchbrochener Bewölkung an den Wolkenrändern bemerkt, sind meistens

dieser Art; aber auch der volle Hof besteht sehr oft nur aus der Aureole.

Die Messung solcher Höfe beschränkt sich auf die Bestimmung der Halbmesser des äußeren Randes des rothen Saumes und die daraus berechnete Zahl der Wassertröpfchen besagt nur, dass die kleinsten Tröpfchen der Hof bildenden Wolke die aus der Rechnung resultierende Größe besitzen. Gar groß ist übrigens der Unterschied der kleinsten und größten Tröpfchen in Wolken, welche noch einen solchen Hof erzeugen, nicht, denn wenn der Größenunterschied derselben zu groß wird, so bildet sich überhaupt kein Hof mehr, sondern nur ein heller Schein.

Sie verstehen nun, warum ich eingangs sagte, dass die Größe der Erscheinung kein entscheidendes Merkmal dafür ist, ob wir es mit einem Hofe oder mit einem Ringe zu thun haben. Wenn uns auch die Erfahrung lehrt, dass so kleine Wassertröpfchen in den Hof bildenden Wolken nicht vorzukommen pflegen, dass ein Halbmesser des Saumes der Aureole, ja selbst der folgenden rothen Ringe, von 22 Grad sich zeige, so ist die Möglichkeit solcher großen Höfe doch nicht ausgeschlossen. Wir haben auch in der That durch Jahre hindurch einen solchen Hof gesehen; ich meine den nach dem Krakatau-Ausbruch fast drei Jahre lang sichtbar gebliebenen Bishop'schen Ring. Derselbe wurde wohl höchstwahrscheinlich nicht von Tröpfchen, aber jedenfalls von runden, in hohen Schichten der Atmosphäre schwebenden Körperchen erzeugt (es

können dabei Eiskügelchen mitgewirkt haben). Dieser Ring war nichts anderes als der rothe Saum der Aureole eines Hofes, dessen Halbmesser 22 Grad betrug. Wer da oberflächlich aus der Größe entscheiden hätte wollen, ob man es mit einem Hofe oder einem Ringe zu thun habe, der wäre seiner Unachtsamkeit zum Opfer gefallen. So ist es Herrn Rudolf Falb ergangen, der den Bishop'schen Ring als zu den gleich zu behandelnden Ringen gehörend erklärte, weil durch die Beugung von Kügelchen nur ein Hof von 1—6 Grad Radius, nie einer von 22 Grad Radius entstehen könne! Außer dem Bishop'schen Ringe ist uns allerdings in der Atmosphäre kein Hof von solchen Dimensionen vorgekommen.

Wir fassen denn das über die Höfe Gesagte kurz in die Worte zusammen: Die Höfe sind eine Beugungserscheinung, gewöhnlich hervorgerufen durch die Beugung an den die Wolke bildenden Wassertröpfchen. Besteht eine Wolke aus Eiskügelchen, so wird sie ebenfalls Höfe hervorrufen können. Ich unterlasse es, der Klarheit halber, auf andere mögliche Fälle und Bedingungen von Höfebildung einzugehen.

Eine von den Höfen wesentlich verschiedene Erscheinung sind die Ringe. Wie die Höfe sich nur im niedrigen Gewölke bilden, erscheinen die Ringe ausnahmslos nur in den hohen Circuswolken. Sie erscheinen dem oberflächlichen Beobachter viel seltener als die Höfe, doch sind sie doch öfter vorhanden, als man mit freiem Auge beurtheilen kann. Das Auge

zum Himmel gewendet, erhält von allen Seiten so viel Licht, dass es die meist lichtschwachen Ringe dann nicht unterscheidet; in einem schwarzen Spiegel bemerkt man aber ihr Vorhandensein fast ebenso oft als Circusgewölke am Himmel ist. Das Phänomen in seiner ausgebildetsten Form ist ein sehr compliciertes.

Eine Menge von Ringen und Bruchstücken von Ringen breitet sich am Himmel aus und an ausgezeichneten Stellen derselben tritt dann eine große Helligkeit auf, so sehr, dass man leuchtende Sonnen zu sehen glaubt; man nennt diese besonders hellen Stellen Nebensonnen. Man unterscheidet dreierlei Ringe: 1. solche, deren Mittelpunkt die Sonne ist; 2. solche, welche durch die Sonne selbst gehen, und 3. solche, welche ihre convexe Seite der Sonne zuwenden. Von den Ringen, deren Mittelpunkt die Sonne bildet, hat der erste einen Halbmesser von etwa 22 Graden, der zweite einen solchen von etwa 45 Graden, der dritte, sehr seltene und stets nur als Bruchstück erscheinende einen solchen von etwa 90 Graden. Der erste und zweite dieser Ringe sind in der Regel farbig, und zwar haben sie die rothe Farbe an der der Sonne zugekehrten Seite. Die Farben des ersten Ringes sind auf einen engen Raum von etwa 1 Grad Breite zusammengedrängt und erscheinen daher verwaschen. Roth, Orange und Gelb fallen theilweise ineinander und das Violett scheint mit dem blassblauen Himmel nach außen verwischt. Man sieht daher den Ring wohl innen scharf begrenzt, nach außen aber

sind seine Contouren verwischt. Der Raum zwischen der Sonne und dem ersten Ringe erscheint wohl in der Nähe der Sonne etwas heller als die Umgebung, diese Helle schwindet mit der Annäherung an den Ring aber sehr rasch und in der Nähe des Ringes scheint er eher etwas verdunkelt, wodurch die innere Begrenzung des Ringes um so schärfer hervortritt. Der zweite Ring, mit einem Halbmesser von etwa 45 Graden, ist ebenfalls farbig und befindet sich auch hier das Roth der Sonne zugekehrt. Die Breite dieses Ringes beträgt etwa 3 Grade und deshalb sind die einzelnen Farben leichter und deutlicher zu unterscheiden, obwohl er lichtschwächer ist als der erste. Der dritte Ring, dessen Mittelpunkt die Sonne bildet und der, wie gesagt, einen Halbmesser von etwa 90 Graden hat, ist sehr lichtschwach und seine Färbung ist sehr unbestimmt.

Von den Ringen, welche durch die Sonne selbst gehen, will ich nur zwei beschreiben. Der eine, der sogenannte Horizontalkreis, ist ein weißer farbloser Ring, durchschneidet die Sonne und geht in der Höhe der Sonne parallel mit dem Horizonte um den ganzen Himmel, weshalb er eben Horizontalkreis heißt. Er besitzt die Breite der Sonne und fehlt fast nie bei diesen Ringphänomenen. Der zweite der die Sonne durchschneidenden Kreise, den ich anführen will, steht senkrecht auf dem Horizontalkreise und ist immer nur ein Bruchstück eines Ringes. Er bildet mit dem Horizontalkreise ein Kreuz, dessen Mitte die Sonne selbst

ist, was besonders auffallend hervortritt, wenn auch vom Horizontalkreise nur das der Sonne nächste Bruchstück sichtbar ist. Dieses vertical stehende Bruchstück eines Ringes ist eine seltenere Erscheinung und fast nur dann sichtbar, wenn die Sonne ganz nahe dem Horizonte ist, also bei Sonnenauf- oder Untergang, ja öfter sogar vor Sonnenauf- und nach Sonnenuntergang. Es erscheint dann stets als Lichtsäule von sehr starkem Glanze über der Sonne, und zählt es zu den größten Seltenheiten, dass man die Fortsetzung desselben unterhalb der Sonne, also das Kreuz, sehen kann.

Von der dritten Art der Ringe oder vielmehr der Bruchstücke von Ringen, welche die convexe Seite der Sonne zukehren, sei nur erwähnt, dass sie stets mit ihrer Convexität einen der Ringe berühren, deren Mittelpunkt die Sonne ist, und dass sie stets farbig sind, und zwar fast ausnahmslos roth auf der concaven Seite, violett auf der convexen Seite haben.

Die Nebensonnen treten stets dort auf, wo sich Ringe schneiden, und zwar hauptsächlich an den Durchschnittspunkten des Horizontalkreises mit dem ersten Ringe von 22 Grad, dessen Mittelpunkt die Sonne ist.

Die Pracht eines voll entwickelten Ringphänomenes spottet nach den Aussagen aller Beobachter jeder Beschreibung. Ich gebe in nachfolgender Zeichnung das von Hevel in Danzig am 20. Februar 1661 beobachtete, sogenannte Danziger Phänomen wieder.

Für die Erklärung der Ringe haben wir zwei Anhaltspunkte: wir wissen, dass sie stets in Circus-

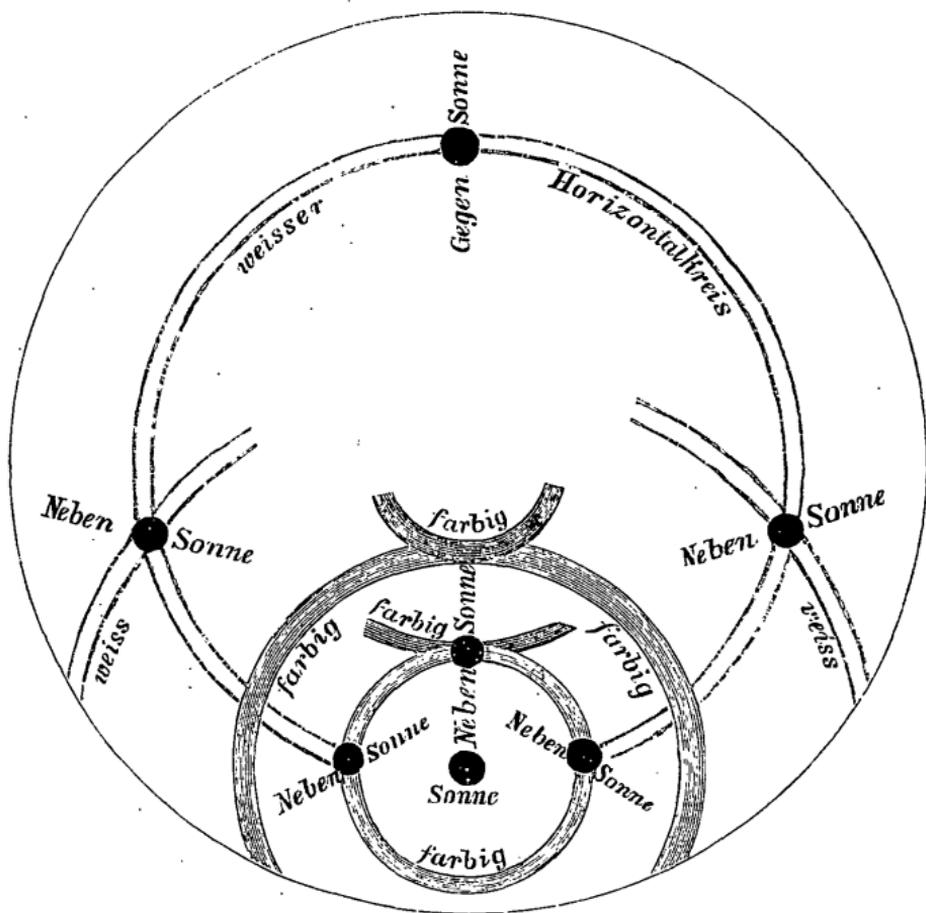


Fig. 1.

wolken erscheinen; die Circuswolken bestehen aber aus Eisknadeln. Die Eiskristalle spielen daher gewiss die Hauptrolle bei dem Phänomene der Ringe. Wir

wissen aber auch, dass die Farbenfolge der farbigen Ringe eine solche ist, dass das Roth weniger abgelenkt erscheint als das Violett, dass in den Ringen, deren Mittelpunkt die Sonne ist, das Roth auf der Seite der Sonne liegt. Diese Reihenfolge der Farben ist aber nur möglich, wenn die Erscheinung durch Brechung des Lichtes hervorgerufen wird. Für die farbigen Ringe steht es daher fest, dass dieselben durch Brechung der Sonnenstrahlen in den Eiskrystallen hervorgebracht werden. Um die Halbmesser dieser Ringe von 22, 45 und 90 Grad zu erklären, muss man den Gang der Lichtstrahlen bei der Brechung in Eiskrystallen verfolgen. Einen Eiskrystall müssen wir uns als ein sechsseitiges Prisma vorstellen.

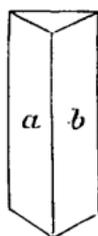


Fig. 3.

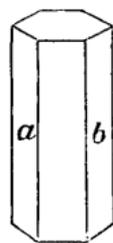


Fig. 2.

Wir nehmen weiters naturgemäß an, dass diese Eiskrystalle (Eisnadeln) in ihrer großen Mehrheit vertical oder nahe vertical in der Luft schweben, da sie in ihrem natürlichen Bestreben, zu fallen, sich stets so zu richten trachten werden, dass dem Falle der geringste Widerstand geboten wird. Fig. 2 stellt einen Eiskrystall in dieser Lage vor.

Untersucht man nun, unter welchen Bedingungen durch Brechung der Lichtstrahlen der Sonne oder des Mondes zunächst ein Ring von 22 Grad Halbmesser entstehen kann, so findet man, dass dies der Fall ist; wenn die Lichtstrahlen, welche auf *b* fallen, so

gebrochen werden, dass die von *a* austreten, d. h. also, wenn sich der sechsseitige Eiskrystall wie ein dreiseitiges Prisma (Fig. 3) verhält. Fig. 4 zeigt den Gang dieser Lichtstrahlen. Es entsteht also auf diese Weise ein Ring um die Sonne von 22 Grad Halbmesser. Dieser Ring wird aber farbig sein; denn die rothen Strahlen werden durch dieses Prisma nach Ihnen allen gut bekannten Gesetzen weniger abgelenkt als die blauen und violetten, und eine Rechnung zeigt, dass der Unterschied dieser Ablenkung beiläufig einen Grad beträgt, um welchen Betrag das Roth der Sonne näher

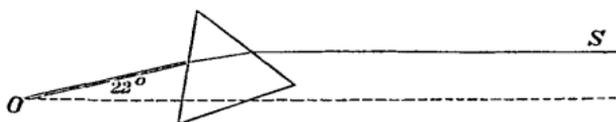


Fig. 4.

steht als das Violett. Da dies alles vollkommen mit der Beobachtung stimmt, so müssen wir annehmen, dass es gelungen ist, den ersten farbigen Ring um die Sonne von 22 Grad Halbmesser auf diese Weise zu erklären.

Der zweite farbige Ring von 45 Grad Halbmesser erklärt sich aus dem Umstande, dass wohl die größte Anzahl der Eisprismen vertical in der Luft schweben, dass aber eine beträchtliche Anzahl gewiss etwas geneigt gegen die Verticale liegen wird. Tritt dann der Lichtstrahl statt durch *b* durch *c* ein und durch *a* aus, also, wie man sich ausdrückt, bei einem brechenden Winkel von 90 Grad, welchen ja die Flächen *c* und *a* miteinander bilden, so ergibt die Rechnung, dass dann

ein Ring von 45 Grad Halbmesser sich bilden müsse. Dabei wird nun aber das Violett um 3 Grad stärker abgelenkt als das Roth, und muss daher dieser Ring eine Breite von 3 Graden besitzen. Wir wissen schon, dass dies mit der Beobachtung harmoniert. Es ist aber aus dem Gesagten auch leicht zu ersehen, warum dieser zweite farbige Ring seltener erscheint als der erste, und wenn er erscheint, beträchtlich lichtschwächer ist. Befinden sich zu wenig Eiskrystalle in der erforderlichen geneigten Lage, so wird er gar nicht sichtbar sein, sind aber eine genügende Anzahl so geneigt, so werden deren immer wenigere solche sein als verticale und wird dadurch schon eine geringere Lichtstärke bedingt. Dazu kommt aber noch, dass die Farben in diesem Ringe mehr zerstreut als im ersten auftreten und infolge dieser geringeren Concentration ebenfalls schwächer, wenn auch reiner erscheinen werden.

Man hat wohl versucht, diesen zweiten Ring auch dadurch zu erklären, dass auf dem Eisprisma (Fig. 2) eine Eispyramide, deren gegenüberstehende Flächen eine Neigung von 90 Grad gegeneinander haben, aufsitzen soll, zu erklären. Allein diese Form der Eiskrystalle ist jedenfalls äußerst selten und nur schlecht nachgewiesen.

Um den dritten Ring von 90 Grad Halbmesser zu erklären, muss man einen Gang der Lichtstrahlen annehmen, wie der in Fig. 5 dargestellte ist. Die Lichtstrahlen treten von der Seite *b* ein und werden unter

einem solchen Winkel gebrochen, dass sie von a total reflectiert werden. Es ist gewiss, dass nur eine geringe Anzahl von Eiskrystallen eine solche Lage einnehmen werden, dass sie diese Bedingung erfüllen, daher wird dieser Ring sehr selten und immer sehr lichtschwach sein, auch werden infolge der Totalreflexion die Farben sehr verwaschen und unbestimmt erscheinen, so dass derselbe meist weiß scheinen wird.

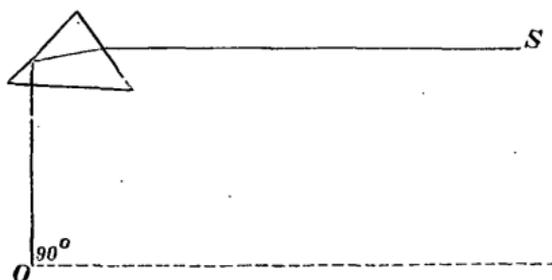


Fig. 5.

Zur Erklärung des weißen Horizontalkreises braucht man nicht zur Brechung der Lichtstrahlen die Zuflucht zu nehmen. Er erklärt sich schlechtweg durch die Reflexion der Lichtstrahlen an den äußeren Flächen der Eisprismen, von denen immer eine Menge in gleicher Höhe mit der Sonne jene Neigung der äußeren Flächen gegen die Sonnenstrahlen besitzen werden, um letztere in das Auge des Beobachters zu reflectieren. Dadurch wird ein in der Höhe der Sonne parallel mit dem Horizonte verlaufender Ring erzeugt, der durch die Sonne selbst gehen muss. Dass er farblos weiß erscheint, ist eine Folge der Reflexion, wobei

kein Anlass geboten wird, dass sich der weiße Strahl in seine prismatischen Farben auflöse.

Das Bruchstück des Verticalkreises, der durch die Sonne geht, und das meist nur als leuchtende Säule über der Sonne erscheint, lässt sich ebenfalls nicht aus der Brechung, wohl aber aus der Reflexion erklären. Wenn die Sonne im Horizonte oder knapp darunter steht, so werden häufig eine große Anzahl von Lichtstrahlen an den Grundflächen (*c* oder gegenüberliegende Fläche in Fig. 2) so reflectiert werden, dass sie ins Auge des Beobachters fallen. Es erscheint dann über der Sonne eine ruhige weiße Lichtsäule. Diese Erklärung bedarf einer Ergänzung, falls die Lichtsäule nicht ruhig erscheint, sondern wogendes, zitterndes weißes Licht gibt. Ich habe selbst auf dem Sonnblick im Februar 1888 eine derartige Lichtsäule beobachtet, die wie ein blendender Lichtwirbel über der Sonne aufstieg. In solchen Fällen ist es offenbar, dass die Eiskristalle nicht ruhig schweben, sondern von einem Luftstrome in lebhafter drehender Bewegung erhalten werden. Dabei werden aber dennoch immer gleichzeitig ein große Anzahl von Flächen der Eisprismen abwechselnd eine solche Lage einnehmen, dass die Lichtstrahlen in das Auge des Beobachters reflectiert werden.

Für die Erklärung der Nebensonnen sei nur darauf hingewiesen, dass sie stets an Orten erscheinen, wo sich wenigstens zwei Ringe schneiden, wo also zum mindesten eine doppelte Ursache der Helligkeit

vorhanden ist. Ein tieferes Eingehen in diesen Gegenstand, sowie die Erklärungsursache für anderweitige Ringe würde uns weit über die Grenzen eines gemeinverständlichen Vortrages hinausführen.

Ich habe Ihnen so an einigen Beispielen gezeigt, dass es gelingt, die Erscheinung der Ringe theils aus der Brechung der Lichtstrahlen in den Eiskrystallen, theils aus der Reflexion an den Flächen derselben zu erklären. Wir erkennen also jetzt den wesentlichen Unterschied zwischen Höfen und Ringen. Die Höfe sind Beugungserscheinungen, die Ringe verdanken ihre Entstehung der Brechung und der Reflexion.

Es wäre nun noch zu erklären, warum man die Ringe als Vorboten von Sturm ansieht. Wir wissen, dass die Ringe nur im Circusgewölk erscheinen. Vor jedem Sturmcentrum geht aber ein Gebiet voraus, welches durch eine Circusbewölkung gekennzeichnet ist. Die Circuswolken sind also meist die Vorboten des nachrückenden Sturmcentrums. Da die Ringe gerade nur im Circusgewölke auftreten können, so sind auch sie Vorboten des Sturmes.

Ich möchte Sie sofort darauf hinweisen, dass es durchaus nicht ausgeschlossen ist, dass Beugungserscheinungen auch durch die Eiskrystalle der Circuswolken hervorgerufen werden; nur sind dann diese Beugungserscheinungen leicht zu erkennen und von den oben beschriebenen und erklärten Ringen ganz verschieden. Eine solche Beugungserscheinung, durch Eiskrystalle der Circuswolken hervorgerufen, sind die

sogenannten irisierenden Wolken. Die Erscheinung ist folgende: In Cirrostratuswolken, deren Ränder dem Horizonte meist parallel sind, bemerkt man in der Nähe der Sonne zuweilen lebhaft prismatische Farben in Gestalt von Streifen, welche mit dem Rande der Wolke parallel sind. Sie bilden keine Höfe um die Sonne, sondern sind Streifen, welche in der Wolke fast unregelmäßig vertheilt scheinen und die bis zu einem Abstände von der Sonne von 10 Grad und mehr reichen. Sie sind häufig außen und innen roth und in der Mitte grün. Diese Erscheinung hat MacConnel als eine Beugungserscheinung erkannt. Die Eiskrystalle, wenn sie alle in eine Richtung gleich gelagert sind, und wenn der seltene Fall eintritt, dass ihre Abstände ziemlich gleich sind, bilden ja ein Stabgitter, und es ist Ihnen bekannt, dass solche Gitter Beugungserscheinungen hervorrufen. MacConnel hat eine Anzahl eigener Beobachtungen irisierender Wolken auf diese Theorie rechnerisch geprüft und Theorie und Beobachtung in bester Übereinstimmung gefunden.

Zwei mit den oben besprochenen verwandte Erscheinungen dürften noch Ihr Interesse erregen. Die eine derselben ist unter dem Namen des „Brockengespenstes“ am bekanntesten; man könnte sie allgemeiner „Glorie“ nennen, in den Alpen heißt sie „Nebelbild“. Die andere hat die Bezeichnung „Heiligenschein“ erhalten.

Das Nebelbild ist ein den Höfen analoges Phänomen. Wenn man an einem nebeligen Tage die Sonne

im Rücken hat und vor sich eine Nebelwand oder einen Nebelboden, eine Wolkenbank unter sich, wie dies auf Bergen häufig zutrifft, so erblickt man auf dem Nebel seinen eigenen Schatten, häufig in riesigen Dimensionen, umgeben von einer Reihe glänzend farbiger Ringe, einem wahren Glorienscheine. Das Zustandekommen dieser Erscheinung hat Fraunhofer folgendermaßen erklärt. Die in der Nähe des Kopfes des Beobachters schwebenden Wassertröpfchen beugen die Lichtstrahlen und es trennen sich die Farben nach den Gesetzen der Beugung und fallen in die einzelnen Farben aufgelöst auf die vorgelagerte Nebelwand. Die Tröpfchen des Nebels reflectieren aber die Farben in das Auge des Beobachters so, dass immer nur diejenigen Strahlen ins Auge zurückgelangen können, welche ungebrochen in die Wassertröpfchen einge drungen sind und, an der Rückwand derselben reflectiert, wieder ungebrochen zurückkehren. Dadurch sieht der Beobachter gerade seinen eigenen Schatten von den Beugungsringen umgeben. Verstärkt werden die farbigen Ringe, wie Clausius bemerkt, dadurch, dass jene Lichtstrahlen, welche ungebeugt tiefer in den Nebel eindringen und dort parallel reflectiert werden, an den Tröpfchen der äußersten Schichte des Nebels auf ihrem Rückwege zum Beobachter ebenfalls gebeugt werden und so den Farbenglanz der ganzen Erscheinung erhöhen. Daraus ist ersichtlich, dass jeder Beobachter stets nur seinen Schatten in Mitte der Farbenringe sieht, während er die Erscheinung

um den Schatten seines Begleiters nicht bemerkt. Diese Erscheinung ist von einer ausnehmenden Pracht und hinterlässt jedem, der sie gesehen, einen unauslöschlichen Eindruck. Man sieht auch den Schatten von Berggipfeln und daraufstehender Häuser von diesen farbenprächtigen Höfen umgeben. So habe ich wiederholt das herrliche Schauspiel bewundert: den Schatten des Sonnblickhauses auf darunter befindlichen Wolkenbänken, umgeben von drei Reihen farbiger Ringe. Obwohl man dabei sicher wähnt, diese Farbringe um den Schatten des Berges oder des Hauses zu sehen, sieht man dennoch eigentlich nur die Erscheinung um seinen eigenen Schatten. Diese Erscheinung ist also ebenfalls eine Beugungserscheinung. Ob alle Fälle derselben vollständig erklärt sind, möchte man in Zweifel ziehen können. Die Fraunhofer'sche Erklärung setzt Wassertröpfchen oder wenigstens Eiskügelchen voraus. Sie wurde aber wiederholt — auch von mir — zu Zeiten beobachtet, wo die Wolken gewiss kein flüssiges Wasser enthielten und wo es wahrscheinlicher ist, dass man es mit Eiskristallen als mit Eiskügelchen zu thun hatte.

Der Heiligenschein ist ebenfalls um den Schatten des Kopfes des Beobachters zu sehen, wenn derselbe auf bethaute Wiesen oder auch Flächen glatten Grases oder glatter Halme fällt. Man sieht dann den Schatten des Kopfes von einem hellen Scheine umgeben. Dieser Schein ist unschwer zu erklären. Die Tropfen oder die glatten Flächen des Grases oder der Halme werfen wegen

ihrer Oberflächenkrümmung in der Nähe des Kopfschattens mehr Licht in das Auge des Beobachters zurück als die weiter seitlich vom Schatten befindlichen, und dadurch muss der Beobachter den Schatten des Kopfes in einem hellen, nach außen erlassenden Scheine sehen. Dieser Heiligenschein hat zwei große Eigenthümlichkeiten: erstens sieht jeder nur sich selbst im Heiligenschein und nie einen anderen, und zweitens sieht er auch nicht einmal seinen eigenen Heiligenschein, sondern nur den seines Schattens.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Pernter Josef Maria

Artikel/Article: [Über die Höfe und Ringe um Sonne und Mond und verwandte Erscheinungen. 197-226](#)