

((Hinweise zum Text: Kommentare stehen in Doppelklammern, und zwar:
rot: Grade der Überschriften, bezeichnet mit Ü1, Ü2, ...
blau: Links auf andere Wikipedia-Seiten;
grün: Platzierung der Abbildungen und Bildunterschrift))

((Ü1)) Korona (Atmosphärische Optik)

((Definition))

Als Korona bezeichnet man eine Leuchterscheinung um Mond oder Sonne, die aus konzentrischen farbigen Ringen besteht. Oft ist nur eine weiße Scheibe mit rötlichem Rand (die Aureole) zu sehen, die unter günstigen Bedingungen von mehreren farbigen Ringen umgeben ist. Koronen kommen durch [\(\(Link\)\) Beugung](#) des Sonnen- bzw. Mondlichtes an Wassertropfen von Wolken zustande.

((Ü2)) Aussehen und Auftreten

Schieben sich Wolken vor Sonne oder Mond, bilden sich unter bestimmten Bedingungen leuchtende Scheiben um die jeweilige Lichtquelle, die manchmal noch von Ringen in „Regenbogenfarben“ umgeben sind. Der wissenschaftliche Name für diese Leuchterscheinung ist „Korona“, die helle Scheibe im Zentrum der Korona nennt man „Aureole“. In der Alltagssprache wird diese oft „Hof“ genannt, während die farbigen Ringe auch „Kränze“ heißen. Allerdings werden die Begriffe nicht immer in dieser Weise benutzt und als weitere Quelle der Verwirrung werden in älteren Texten auch [\(\(Link\)\) Halos](#) als „Kränze“ bezeichnet.

Koronen sind meist um den Mond zu beobachten, seltener um die Sonne. Dies liegt jedoch nicht daran, dass sie um die Sonne weniger häufig auftreten, sondern daran, dass das Licht der Sonne die Koronaerscheinung überstrahlt und man darüberhinaus in der Regel den Blick in die Sonne meidet (und wegen der Gefahr für die Augen auch meiden sollte). Zur Beobachtung von Sonnenkoronen muss das Sonnenlicht daher abgeschwächt werden – durch die Verwendung von Filtern oder indem

man das Phänomen im Spiegelbild beobachtet, auf einem Gewässer oder einer Fensterscheibe. Meist ist auch um den Mond nur die Aureole zu sehen – eine weiße Scheibe, deren Rand in Gelb und Rot übergeht. Der Mond selbst wird von der Aureole oftmals überstrahlt. Ist er zu sehen, fällt der Größenunterschied zwischen ihm und der Aureole sofort auf. Während die Scheibe des Vollmonds unter einem [\(Link\)](#) **Schwinkel** von etwa $0,5^\circ$ zu sehen ist, erreicht der Durchmesser der Aureole eine Winkelausdehnung von $1,3^\circ$ bis 4° , je nach Größe der Tropfen. Aureolen findet man mehr oder weniger ausgeprägt in fast allen (nicht zu dicken) Arten von Wolken, weshalb sie vergleichsweise häufig auftreten.



((Abb. 1 – aureole.jpg))

Aureole um den Mond



((Abb. 2 – aureole_2.jpg))

Aureole um den Mond



((Abb. 3 – korona_um_sonne.jpg))

Korona um die Sonne in der Morgendämmerung

Unter günstigen Bedingungen schließen sich an die Aureole farbige Ringe an – mit der Farbreihenfolge (von innen nach außen): blau, grün, gelb, rot. Es wurden bis zu vier Ringsysteme beobachtet. Bei den äußeren fehlt das Blau, ansonsten sind die Farben ähnlich denen im ersten Ringsystem. Koronen können sehr unterschiedliche Ausdehnung haben, der Winkeldurchmesser der

äußersten Ringe kann bis zu 15° betragen. Beim Durchzug von Wolken kann sich die Korona verändern – der Durchmesser kann wachsen oder schrumpfen, Ringe erscheinen oder verschwinden wieder, je nachdem, wie sich die Tropfengrößen verändern.



((Abb. 4 – korona.jpg))

Korona mit farbigen Ringen um den Mond. Abweichungen von der Kreisform kommen zustande, wenn die Tropfengröße innerhalb der Wolke nicht einheitlich ist.

Man kann darüber hinaus auch „künstliche“ Koronen beobachten oder erzeugen, indem man beispielsweise durch eine beschlagene Scheibe oder Nebel auf eine Lampe blickt. Auch Staub in der Atmosphäre (nach Vulkanausbrüchen oder durch Pollenflug) kann Koronen verursachen.

Koronen dürfen nicht mit den ((Link)) Halos um Sonne oder Mond verwechselt werden – diese entstehen durch ((Link)) Brechung des Lichtes in Eiskörnern hoher Wolken. Sie haben einen größeren Durchmesser und eine andere Farbreihenfolge. Koronen dagegen sind eine Beugungserscheinung.

((Ü2)) Entstehung

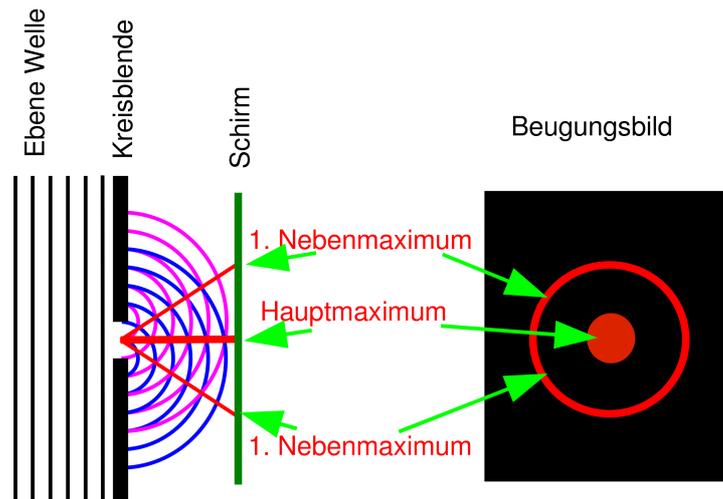
((Ü3)) Die Korona als Beugungsbild einer Kreisblende

Koronen entstehen durch [\(\(Link\)\) Beugung](#) des Sonnen- oder Mondlichtes an Wassertropfen – es müssen also [\(\(Link\)\) Wolken](#) vorhanden sein, wenn man eine Korona beobachten will. Diese Wolken dürfen andererseits aber auch nicht zu dick sein, da das Mond- bzw. Sonnenlicht sie durchdringen können muss.

Breitet sich eine Lichtwelle aus, ist nach dem [\(\(Link\)\) Huygensschen Prinzip](#) jeder Punkt einer [\(\(Link\)\) Wellenfront](#) Ausgangspunkt einer neuen Kugelwelle, genannt [\(\(Link\)\) Elementarwelle](#).

Betrachtet wird nun eine [\(\(Link\)\) ebene Welle](#). Die von der ungestörten Wellenfront ausgehenden Elementarwellen überlagern sich und es entsteht in der Summe eben die Wellenfront der ebenen Welle. Trifft diese nun auf eine Kreisblende, wird ein Stück aus der alten Wellenfront herausgeschnitten. Die Überlagerung der Elementarwellen ergibt nun also keine ebene Wellenfront mehr. Die Front krümmt sich und das ursprüngliche Lichtbündel weitet sich auf – das Licht wird aus seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt, es wird gebeugt.

Die Elementarwellen, die innerhalb der Kreisblende entstehen, breiten sich kugelförmig aus, überlagern sich und [\(\(Link\)\) Interferenz](#) führt hinter der Kreisblende je nach Ausbreitungswinkel zu Verstärkung oder Auslöschung. Stellt man einen Schirm hinter die Kreisblende, entsteht ein Beugungsbild aus einem hellen Scheibchen (dem Zentralbild; hier ist die Intensität am größten) und konzentrischen hellen und dunklen Ringen – wobei die Intensität der hellen Ringe nach außen abnimmt. Während das Zentralbild mehr oder weniger der ursprünglichen Ausbreitungsrichtung des Lichtes entspricht (der Ablenkungswinkel liegt um 0°), sind die Ringe um so weiter, je größer der Ablenkungswinkel ist.



((Abb. 5 – kreisblende.png))

Eine ebene Welle trifft auf eine Kreisblende.

Die Linien und Kreisbögen symbolisieren die Wellenberge. Vor der Blende bilden die Wellenfronten parallele Ebenen; die Blende schneidet den größten Teil der Wellenfront ab. Die Elementarwellen, die innerhalb der Blende entstehen (gezeichnet sind der Übersichtlichkeit wegen nur zwei, in blau und violett), überlagern sich hinter der Blende zu einem Beugungsbild (rechts). Das Bild auf dem Schirm entsteht durch Rotation der linken Skizze um die dicke rote Linie (diese symbolisiert den Ort des Hauptmaximums). An den Schnittpunkten der Kreisbögen addieren sich jeweils Wellenberge, es entstehen Intensitätsmaxima. Hier sind der Übersichtlichkeit wegen nur das Hauptmaximum, also das Zentralbild, und das erste Nebenmaximum skizziert und zur Verdeutlichung durch Linien verbunden. Nebenmaxima höherer Ordnungen bilden entsprechend weiter außen liegende Ringe.

Das Beugungsbild einer Kreisblende ist also ganz analog zu dem Streifenmuster hinter einem [\(Link\)](#) Spalt. Nach dem [\(Link\)](#) Babinet'schen Theorem entspricht das Beugungsbild einer Kreisscheibe in guter Näherung demjenigen einer Kreisblende gleichen Durchmessers, welches

wiederum annähernd demjenigen einer Kugel entspricht – entscheidend ist die kreisförmige Begrenzung des beugenden Hindernisses. Das durch die Wassertropfen erzeugte Beugungsbild kann also durch dasjenige einer kreisförmigen Lochblende beschrieben werden. Der Durchmesser der Beugungsringe hängt vom Durchmesser der Blende beziehungsweise der Scheibe und der [Lichtwellenlänge](#) ab. Die Ringe werden umso weiter, je größer die Wellenlänge und je kleiner die Blende oder Scheibe ist – und damit je kleiner der beugende Wassertropfen in der Wolke ist.

((Ü3)) Einfluss der Wellenlänge

Der Ringdurchmesser ist von der Wellenlänge abhängig – je größer die Wellenlänge, desto stärker die Beugung, d. h., desto größer die Ablenkung des Lichtes aus der ursprünglichen Richtung. Das Hauptmaximum liegt für alle Wellenlängen im Zentrum (um den Ablenkwinkel 0°), weshalb sich hier alle Farben zu Weiß überlagern und eine weiße Aureole erzeugen. Allerdings liegen die 1. Minima für jede Wellenlänge bei einem anderen Ablenkwinkel – blaues Licht hat den kleinsten, rotes den größten Ablenkwinkel. Die Hauptmaxima für gelbes und rotes Licht ragen also über den Bereich hinaus, indem alle Farben zusammen Weiß ergeben, das blaue Hauptmaximum dagegen verschwindet im Weiß. (Deshalb entsteht auf den ersten Blick der Eindruck, die Farbreihenfolge in der Korona beginne mit Rot. Wie oben festgestellt, beginnt sie jedoch mit Blau.) Die Nebenmaxima haben ebenfalls für jede Wellenlänge eine andere Position. Da rotes Licht eine größere Wellenlänge hat als blaues, wird es stärker gebeugt und bildet daher Ringe mit größerem Durchmesser als das blaue Licht. Das ursprünglich weiße Mond- oder Sonnenlicht wird auf die Weise durch die Beugung aufgespalten und es bilden sich die farbigen Ringe. Neben der Farbigkeit an sich erklärt dies auch die Reihenfolge der Farben von Blau über Grün und Gelb nach Rot – das stärker gebeugte rote Licht erzeugt weiter außen ein Helligkeitsmaximum, weshalb der rote Ring weiter außen liegt als der blaue.

Nach der Beugungstheorie lässt sich die Intensität in Abhängigkeit vom Ablenkwinkel mit

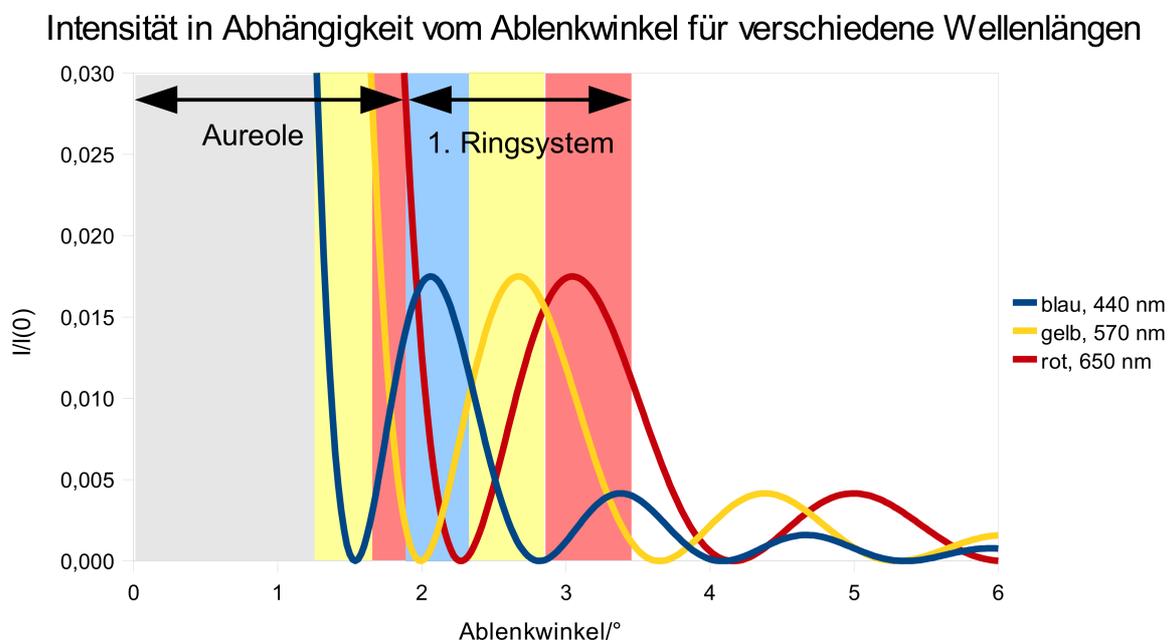
folgender Gleichung beschreiben:

$$I(\theta) = I(0) \left(\frac{2J_1\left(\frac{2\pi}{\lambda} R \sin \theta\right)}{\frac{2\pi}{\lambda} R \sin \theta} \right)^2 \quad (1)$$

In der Gleichung bezeichnen: I = Intensität; λ = Wellenlänge; θ = Ablenkwinkel; R = Radius des beugenden Hindernisses (hier also der Tropfenradius); J_1 = Besselfunktion 1. Art und 1. Ordnung.

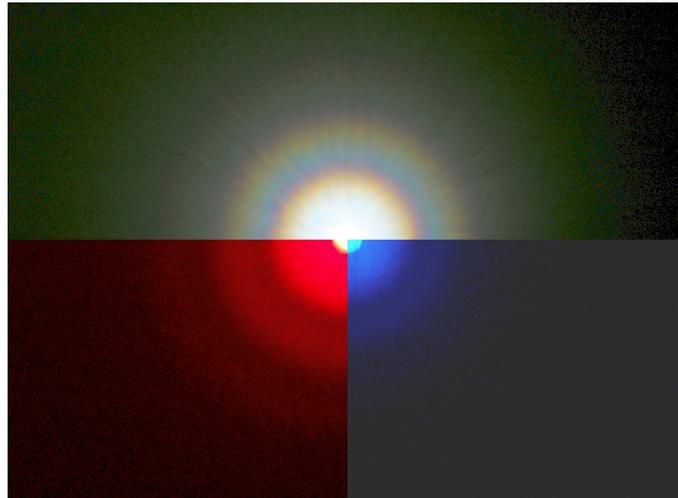
Für die Positionen der ersten Minima findet man für: 440 nm (blau): ca. 1,5°; 650 nm (rot): ca. 2,3°;

für die der ersten Nebenmaxima: 440 nm (blau): ca. 2°, 650 nm (rot): ca. 3°.



((Abb. 6 – intensitaeten_wellenlaengen.png))

Die Intensitäten in Abhängigkeit vom Ablenkwinkel θ für verschiedene Wellenlängen und einen Tropfenradius von 10 μm , normiert auf die Intensität $I(0)$ für $\theta = 0$, berechnet nach der Beugungstheorie (Gleichung (1); Besselfunktionen sind in Tabellenkalkulationsprogrammen wie dem von ((Link)) OpenOffice enthalten, mit dem diese Grafik erstellt wurde.) Zusätzlich wurde mit farbigen Balken die sich ergebende Lage der Aureole (einschließlich des gelb-rötlichen Randes) und des ersten Ringsystems skizziert (der Übersichtlichkeit halber ohne Grün).



((Abb. 7 – wellenlaengenabhaengigkeit.jpg))

Aufnahmen von mithilfe von Bärlappsporen künstlich erzeugten Koronen, zur Verdeutlichung des Einflusses der Wellenlänge auf den Radius der Beugungsringe. Unten links: rote LED; unten rechts: blaue LED; oben: weiße LED.

Meist wird nur ein Ringsystem beobachtet, nur mit Glück sieht man mehrere. Das liegt daran, dass die Nebenmaxima der verschiedenen Wellenlängen mit zunehmender Ordnung breiter werden und deshalb immer stärker übereinanderfallen, d.h., die Farben mischen sich mehr und mehr zu Weiß, und zudem nimmt die Intensität rasch ab.

((Ü3)) Einfluss der Tropfengröße

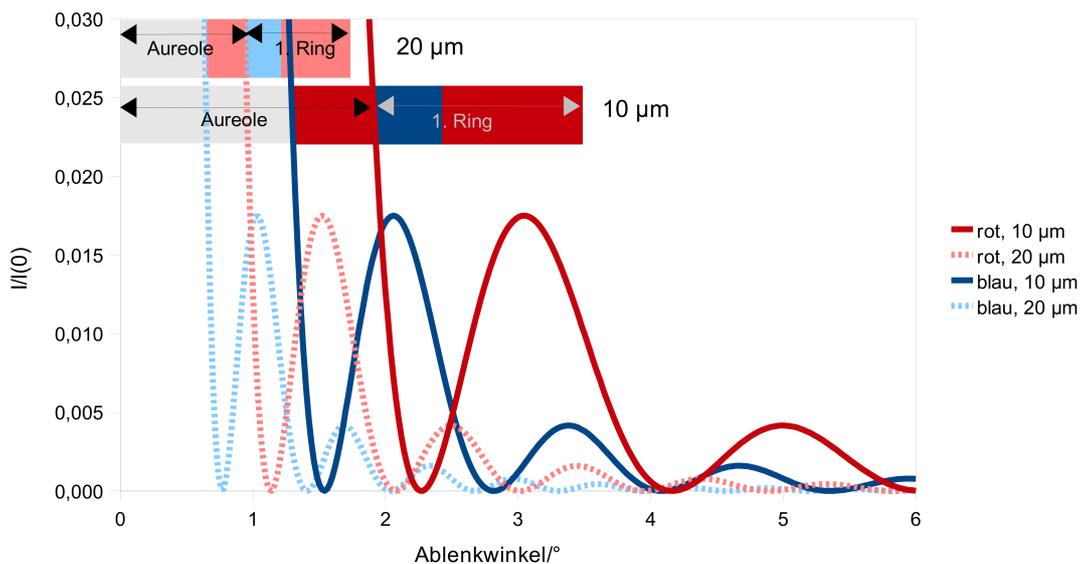
Der Durchmesser der Ringe ist auch von der Größe des beugenden Hindernisses abhängig, im Fall der Korona also von der Größe der Wassertropfen in den Wolken. Große Tropfen erzeugen kleine Koronen, kleine Tropfen erzeugen weite Koronen. Je größer also eine Korona ist, aus desto kleineren Tropfen besteht die Wolke, durch die das Licht hindurchgeht. Mithilfe von Gleichung (1) lässt sich die Abhängigkeit der Intensitätsverteilung von der Tropfengröße darstellen. Für blaues

Licht (440 nm) findet sich das 1. Minimum für einen Tropfenradius von 10 μm bei ca. $1,5^\circ$, für einen Tropfenradius von 20 μm bei ca. $0,8^\circ$.

Nicht nur der Radius der Ringe nimmt mit abnehmender Tropfengröße zu, auch der Abstand der Maxima bzw. Minima zueinander und damit die Breite der Ringe. Der Winkelunterschied zwischen Rot (650 nm) und Blau (440 nm) im 1. Nebenmaximum beträgt für einen Tropfenradius von 10 μm beispielsweise etwa $0,7^\circ$, bei 20 μm nur etwa $0,3^\circ$ (berechnet mit Gleichung (1)).

Die am besten sichtbaren Koronen werden bei Tropfenradien zwischen 5 und 20 μm erzeugt. (Zum Vergleich: ((Link)) [Regenbögen](#) entstehen bei Tropfengrößen im Bereich von Millimetern, wie man sie bei Regentropfen findet.)

Intensitäten in Abhängigkeit vom Ablenkwinkel für verschiedene Tropfenradien



((Abb. 8 – intensitaeten_tropfengroesse.png))

Die Intensitäten in Abhängigkeit vom Ablenkwinkel θ für verschiedene Tropfenradien, normiert auf die Intensität $I(0)$ für $\theta = 0$, berechnet nach der Beugungstheorie (Gleichung (1);

Besselfunktionen sind in Tabellenkalkulationsprogrammen wie dem von ((Link)) [OpenOffice](#) enthalten, mit dem diese Grafik erstellt wurde.) Zusätzlich wurde mit farbigen Balken die sich

ergebenden Lagen der Aureolen (einschließlich des rötlichen Randes) und des ersten Ringsystems skizziert (der Übersichtlichkeit halber nur Blau (440 nm) und Rot (650 nm)).

Die Mond- und die Sonnenscheibe sind keine punktförmigen Lichtquellen, sondern haben einen Winkeldurchmesser von etwa $0,5^\circ$, weshalb das von ihnen ausgesandte Licht nicht wirklich parallel ist. Das führt zu einer Verschmierung der Ringe, die sich umso deutlicher bemerkbar macht, je geringer die Farbaufspaltung ist. Da andererseits die Farbaufspaltung umso kleiner ist, je größer die Tropfen sind, sind für Tropfen mit Radien größer als etwa $30\ \mu\text{m}$ keine Ringstrukturen mehr zu erkennen.

Zu kleine Tropfen (weniger als $5\ \mu\text{m}$ Radius) dagegen beugen das Licht in einen großen Winkel und erzeugen breite Ringe, weshalb die Intensität entsprechend sinkt und der Kontrast und damit die Sichtbarkeit gegenüber dem Hintergrund abnimmt.

Die Tropfengröße darf nicht zu unterschiedlich sein – da jede Tropfengröße ihre eigenen Ringdurchmesser erzeugt, fallen bei einer zu breiten Verteilung der Tropfengröße schließlich Ringe unterschiedlicher Farben übereinander und das Ringmuster verschwindet. Da die Tropfengröße in Wolken aber nie völlig einheitlich ist, kommt es immer zu Überlagerungen verschiedener Farben. Die Farben in Koronen sind deshalb keine reinen Farben.

Ändert sich die Tropfengröße im Laufe der Zeit, ändert sich entsprechend auch die Ausdehnung der Ringe. Nähert sich beispielsweise ein Regengebiet, wachsen die Tropfen rasch und die Korona wird enger. Da die Tropfengröße auch uneinheitlicher wird, verschwinden die farbigen Ringe und die Korona geht in eine weiße Scheibe über.

Kann man nur die Aureole beobachten, haben die Tropfen in der Wolke daher meistens eine uneinheitliche Größe. Da solche Wolken häufiger sind als solche mit einheitlicher (und passender) Tropfengröße, sind nur aus Aureolen bestehende Koronen häufiger zu beobachten als solche mit farbigen Ringen.

((Ü3)) Bestimmung der Tropfengröße aus dem Ringradius

Zur Bestimmung der Position des 1. Minimums lässt sich Gleichung (1) vereinfachen zu:

$$\sin \theta = \frac{3,83}{\pi} \cdot \frac{\lambda}{2R} = 1,22 \cdot \frac{\lambda}{2R} \quad (2)$$

In der Gleichung sind: θ = Winkelposition des 1. Minimums; λ = Wellenlänge des gebeugten Lichtes; R = Radius des Tropfens.

Über diese Gleichung lässt sich aus dem Ringdurchmesser die Größe der verursachenden Tropfen abschätzen. Die äußeren Ränder der roten Ringe liegen etwa an der Position der gelben Minima, wie bereits [\(\(Link\)\) Joseph Fraunhofer](#) herausfand. Löst man also Gleichung (2) nach dem Tropfendurchmesser $2R$ auf, setzt $\lambda = 571 \text{ nm}$ (gelbes Licht) und bestimmt die Winkelausdehnung des roten Randes der Aureole einer beobachteten Korona, erhält man eine Abschätzung für die Größe der Tropfen, die diese Korona erzeugt haben.



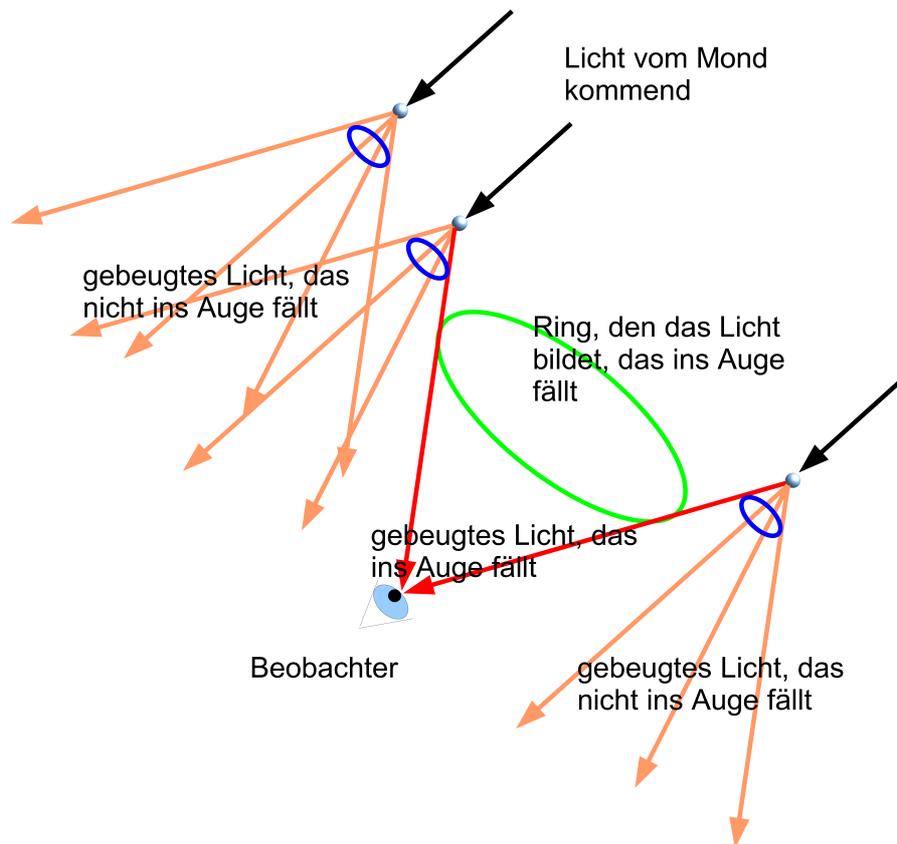
[\(\(Abb. 9 – hof_mit_mond.jpg\)\)](#)

Mondkorona, in die mittels Bildbearbeitung die bei derselben Brennweite aufgenommene Mondscheibe hineinkopiert wurde, um über deren bekannte Ausdehnung von $0,5^\circ$ die Ausdehnung der Ringe abschätzen zu können. Die Ausdehnung des roten äußeren Randes der Aureole lässt sich

(wegen der Abweichungen der Ringe von der Kreisform nur grob) abschätzen zu etwa $1,3^\circ$. In Gleichung (2) ist θ der Winkelabstand vom Mittelpunkt des Beugungsbildes zum 1. Minimum, also die halbe Winkelausdehnung des roten Aureolenrandes und damit etwa $0,7^\circ$. Daraus ergibt sich ein Tropfenradius von knapp $30\ \mu\text{m}$ – wobei die Abweichungen der Ringe von der Kreisform darauf hinweist, dass die Tropfengröße sich innerhalb der Wolke ändert.

((Ü3)) Entstehung von Ringen um den Mond

Bislang wurde das Beugungsbild eines einzelnen Tropfens behandelt und stillschweigend mit der Korona gleichgesetzt. Dass das tatsächlich geht, obwohl sich eine Korona aus den Beugungsbildern vieler Tropfen zusammensetzt, soll nun erläutert werden. Das Beugungsbild hinter einem Tropfen besteht aus konzentrischen Ringen. Ohne einen Schirm, auf dem diese Ringe erscheinen, muss man sich das Licht als in Kegelmäntel hineingebeugt vorstellen. Zur Entstehung einer Korona sind zwar sehr viele solcher Wassertropfen erforderlich; jedoch wird jeder Lichtstrahl im Mittel nur an einem Tropfen gebeugt, weil die Tropfen in den Wolken recht große Abstände voneinander haben. Zunächst erzeugt also jeder Tropfen sein eigenes Beugungsbild bzw. seine eigenen Kegelmäntel gebeugten Lichtes. Von dem Licht, das von einem Tropfen gebeugt wird, kann jedoch nur dasjenige vom Beobachter wahrgenommen werden, welches in sein Auge fällt. Das Licht etlicher Kegelmäntel wird man deshalb gar nicht sehen, weil deren Licht am Auge vorbeiläuft. Die Kegelmäntel, deren Licht man wahrnimmt, haben alle denselben Öffnungswinkel (einheitliche Tropfengröße vorausgesetzt). Deshalb kommt das Licht, das man wahrnimmt, aus einem kreisförmigen Gebiet um die Lichtquelle.

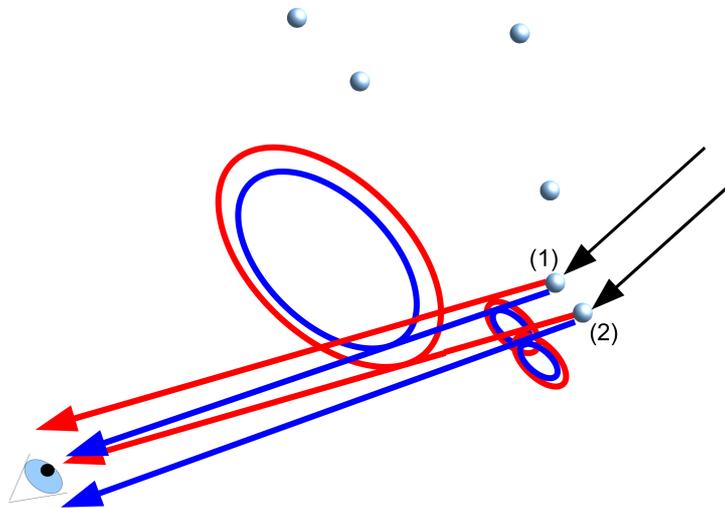


((Abb. 10 – ringenstehung.png))

Jeder Tropfen erzeugt seinen eigenen Kegelmantel gebeugten Lichtes (blassrot, blau). Der Beobachter nimmt nur das Licht wahr, das in sein Auge fällt (kräftig rot). Alle wahrgenommenen Lichtstrahlen kommen aus einem kreisförmigen Gebiet (grün) – dies ist die für den Beobachter sichtbare Korona.

Auch die Farbreihenfolge lässt sich auf die Weise veranschaulichen. Zunächst wird ein weit *außen* liegender Tropfen betrachtet, der rotes und blaues Licht beugt. Das rote Licht wird stark gebeugt und gelangt somit ins Auge des Beobachters. Das blaue Licht wird weniger stark gebeugt und geht deshalb außen am Beobachterauge vorbei. Nun nehmen wir einen Tropfen, der weiter *innen* liegt. Das rote Licht, das von diesem gebeugt wird, trifft nicht ins Auge, sondern geht innen vorbei. Statt dessen gelangt nun das blaue, schwächer gebeugte Licht ins Auge des Beobachters. Von den außen

liegenden Tropfen nimmt der Beobachter also das rote, von den innen liegenden das blaue Licht wahr. Er sieht deshalb innen einen blauen Ring, außen einen roten.



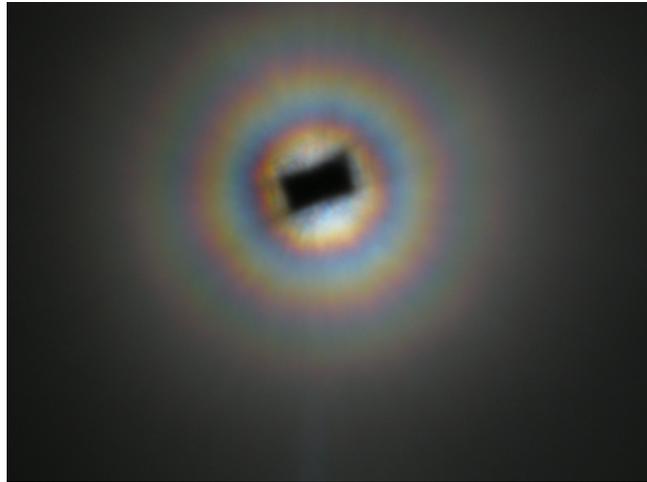
((Abb. 11 – ringfarben.png))

Das blaue Licht, das ein Beobachter wahrnimmt, kommt von weiter innen liegenden Tropfen (1) als das rote (2). Deshalb liegt der blaue Ring weiter innen als der rote.

((Ü2)) Beugung an anderen Teilchen

Es müssen nicht Wassertropfen sein, die das Licht beugen – auch wenn dies bei den weitaus meisten Koronen der Fall ist. Auch Pollenkörner, Aerosole (wie beispielsweise nach Vulkanausbrüchen) oder Eiskristalle kommen in Frage. Zwar haben Eiskristalle keine Kugelform, sondern erzeugen als langgestreckte Nadeln das Beugungsbild eines Spaltes, da die Eisnadeln aber völlig unregelmäßig in den Wolken ausgerichtet sind, addieren sich die Linien der Spalt-Beugungsbilder zu Ringen. Pollenkoronen dagegen können ellipsen- oder rautenförmig sein, da Pollen oftmals eine bestimmte Ausrichtung bevorzugt einnehmen. Nach Vulkanausbrüchen findet sich viel Staub in der Atmosphäre, der ebenfalls Koronen hervorrufen kann. Da diese Aerosole mit 2–3 μm Durchmesser

eine geringere Ausdehnung haben, ist die Aureole entsprechend größer, nämlich 13° – 20° , Winkel von bis zu 30° wurden beobachtet. Sie werden Bishop'sche Ringe genannt, nach S. E. Bishop, der sie 1883 nach dem Ausbruch des Vulkans [\(\(Link\)\) Krakatau](#) erstmals beschrieben hat.



[\(\(Abb. 12 – baerlapp.jpg\)\)](#)

Mithilfe von [\(\(Link\)\) Bärlappsporen](#) künstlich erzeugte Korona um eine Lampe. Bärlappsporen gibt es unter der Bezeichnung „Lycopodiumpulver“ in Apotheken zu kaufen. Das Pulver wurde auf eine Glasplatte gestäubt und diese von hinten mit einer weißen LED (Mini-Taschenlampe) beleuchtet. Die Lichtquelle selbst wurde mit schwarzem Textilklebeband abgedeckt. Der Abstand zwischen Lampe und Glasplatte betrug ca. 59 cm; Kameraeinstellungen: 64 ISO; Blende 5,8; 4 s Belichtung.

[\(\(Ü2\)\) Mie-Theorie](#)

Die oben verwendeten Gleichungen (1) und (2) stammen aus der Beugungstheorie. Diese ist zur Beschreibung von Koronen jedoch nur geeignet, wenn die Tropfen größer als $10\ \mu\text{m}$ sind. Werden sie kleiner, muss die exakte Theorie von [\(\(Link\)\) Gustav Mie](#) verwendet werden. Diese berücksichtigt nicht nur die Beugung, sondern sämtliche stattfindenden Wechselwirkungen zwischen der Lichtwelle und dem Hindernis, also auch Reflexionen und das durch den Tropfen hindurchgehende Licht.

((Ü2)) Koronen und das Wetter

Ausgeprägte Koronen treten auf, wenn sich in großen Höhen Schichtwolken aus kleinen Wassertröpfchen bilden – ((Link)) [Alto cumulus](#) oder ((Link)) [Cirrocumulus](#). Da die meisten Koronen durch Beugung an Wassertropfen entstehen, Wolken aus Wassertropfen aber oftmals entweder gar keinen oder nur Nieselregen bringen, entstanden ((Link)) [Bauernregeln](#) wie diese:

Ist der Ring nahe Sonne oder Mond,

uns der Regen verschont,

ist der Ring aber weit,

hat er Regen im Geleit.

Die zweite Hälfte dieser Regel beziehen sich auf den ((Link)) [Halo](#), der zum einen weiter ist als eine Korona und leichter um die Sonne beobachtet werden kann als die Korona und seltener um den Mond. Ein Halo entsteht in dünnen hohen Eiswolken (((Link)) [Cirrostratus](#)), die zu den Vorboten eines ((Link)) [Sturmtiefs](#) gehören.

((Ü2)) Literatur

Michael Vollmer: Lichtspiele in der Luft. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2006, S. 193–215.

Kristian Schlegel: Vom Regenbogen zum Polarlicht. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2001, S. 61–65.

Les Cowley, Philip Laven, Michael Vollmer: Farbige Ringe um Mond und Sonne. Physik in unserer Zeit, Vol. 36, Heft 6, Wiley-VCH, Weinheim, 2005, S. 266–273.

((Ü2)) Links

Commons: Corona – Album mit Bildern, Videos und Audiodateien

Bilder von Koronen, Grundlagen, sowie Simulationen mit IRIS zum Einfluss von Wellenlänge und

Tropfengröße (in Englisch) [<http://www.atoptics.co.uk/droplets/corona.htm>]

Simulationsprogramm IRIS von Les Cowley zu Koronen (in Englisch)

[<http://www.atoptics.co.uk/droplets/iris.htm>]

Simulationen mit IRIS zum Einfluss von Wellenlänge und Tropfengröße

[<http://www.wissenstexte.de/beugung.htm>]

Arbeitskreis Meteore e.V.: Höfe und Kränze um Sonne und Mond

[<http://www.meteoros.de/kranz/kranz.htm>]