Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 98 (2007)
Heft: 13

Artikel: Optische Phänomene am Himmel
Autor: Walker, Andreas
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-857453

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Optische Phänomene am Himmel

Wie entstehen Halos, Nebensonnen oder Luftspiegelungen?

Regenbogen, Halos, Nebensonnen und Farbkränze gehören wohl zu den eindrücklichsten Phänomenen aus farbigem Licht in unserer Atmosphäre. Einige dieser Erscheinungen sind relativ häufig, andere so selten, dass man sie vielleicht einmal im Leben sehen kann. Einige ganz spektakuläre Ereignisse dieser Art sind sogar in die Geschichte eingegangen.

Der Regenbogen ist zweifellos eine der schönsten Himmelserscheinungen. Er hat auch heute noch etwas Geheimnisvolles an sich, und deshalb ranken sich besonders viele Fantasien um ihn. So klar sich der Regenbogen manifestiert, er bleibt dennoch ungreifbar. Man kann den Radius des Regenbogens nur mit Winkelgraden angeben, da der Regenbogen nur einen «scheinbaren» Durchmesser vom Betrachter aus hat. Seine Grösse ist nicht mit einem Längenmass zu fassen, da seine Entfernung nicht klar festgelegt werden kann.

Andreas Walker

In der Natur kann der Regenbogen gesehen werden, wenn fallender Regen oder Wasser (z.B. Wasserfall) von der Sonne oder dem Mond beschienen wird. Dabei hat der Beobachter die Sonne im Rücken, und der Mittelpunkt des Regenbogens entspricht dem Gegenpunkt der Sonne.

Lichtbrechung erzeugt den Regenbogen

Das Phänomen des Regenbogens ist auf die Lichtbrechung zurückzuführen. Ähnlich wie in einem Glasprisma wird das weisse Licht durch die Regentropfen in seine Spektralfarben zerlegt – Rot, Gelb, Grün, Blau und Violett. Im Allgemeinen kann ein Regenbogen beobachtet werden, wenn eine punktförmige Lichtquelle auf Wassertröpfchen fällt. So können z.B. auch mehrere Scheinwerfer mehrere Regenbogen erzeugen.

Oft können zwei Regenbogen gleichzeitig gesehen werden (Bild 1) – ein innerer kräftiger Regenbogen (primärer Regenbogen) und ein äusserer schwächerer Regenbogen (sekundärer Regenbogen). Beim primären Regenbogen befindet sich die rote Farbe aussen, und das Blau ist an der Innenseite. Beim sekundären Regenbogen sind die Farben umgekehrt angeordnet. Man kann sich die Farbabfolge gut merken, indem man sich vorstellt, dass sich die beiden Rotanteile des primären und des sekundären Bogens einander zukehren. Bild 2 zeigt einen verzweigten Regenbogen, der entsteht, wenn die Sonne in der Nähe des Beobachters in einem flachen Winkel über ein Gewässer scheint und von diesem reflektiert wird.

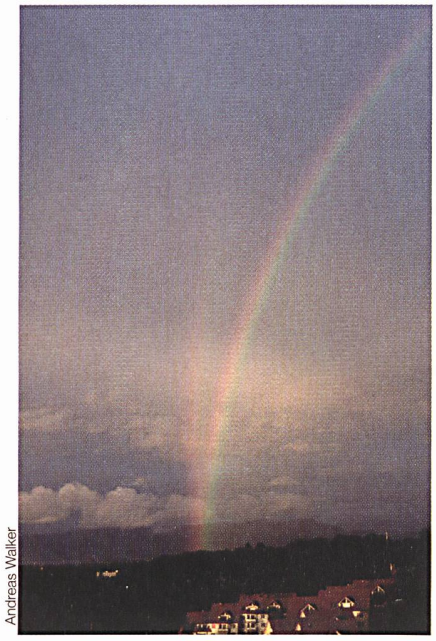
Je mehr Wassertropfen sich in der Luft befinden und je grösser diese Tropfen sind, desto kräftiger erscheint der Regenbogen. Schauerartige Regenfälle mit überdurchschnittlich grossen Tropfen bilden somit die beste Voraussetzung für einen kräftigen Regenbogen – immer unter der Voraussetzung, dass eine solche Regenwand von starkem Sonnenlicht beschienen wird. Solche Situationen treten vor allem nach einem abendlichen Gewitter auf.

Der innere kräftigere Primärregenbogen weist einen Radius von 40 bis 42 Grad auf und der äussere schwächere Sekundärregenbogen einen Radius von 51 bis 54 Grad. Das Bild des Regenbogens wird durch die im Lichte fallenden Regentropfen erzeugt, und mit dem Wandern des Betrachters wandert auch der Regenbogen.

So faszinierend der Regenbogen auf viele Menschen wirkt, so war er früher auch mit viel Aberglauben verbunden. Oft betrachtete man den Regenbogen als schlechtes Vorzeichen. Man sagte ihm nach, er ziehe an seinen Enden alles nach oben, auch Wasser, samt Fischen, für neue Gewitter. Der zweite schwächere Sekundärregenbogen mit umgekehrter Farbabfolge galt als teuflische Nachahmung des inneren Bogens, und unvollständige Re-

Andreas Walker

Bild 1 Lichtbrechung erzeugt zwei Regenbogen.
Wenn die Sonne in eine Wand von Regentropfen scheint, wird das Licht gebrochen, und es entstehen durch Lichtbrechung zwei Regenbogen – der primäre kräftigere und der sekundäre schwächere Regenbogen mit umgekehrter Farbabfolge.



Andreas Walker

Bild 2 Regenbogenverzweigung am Himmel.
In ganz seltenen Fällen scheint die Sonne in der Nähe des Beobachters in einem flachen Winkel über ein Gewässer und wird von diesem reflektiert. Dieser helle Lichtfleck wirkt in diesem Moment wie eine zweite Sonne, und es kann dadurch ein weiteres Fragment eines Regenbogens am Himmel entstehen. Dieses erscheint dann versetzt zum ursprünglichen Regenbogen und erzeugt ein völlig ungewöhnliches Bild, wie dies am Abend des 25. Mai in Rorschach am Bodensee zu sehen war.

genbogen wurden gar als gefährliche Wasser- oder Wetterereignisse betrachtet.

Auch der Mond erzeugt einen Regenbogen. Bei ganz schwachen Lichtverhältnissen verschwinden jedoch für unsere Augen die Farben, und das entsprechende Objekt wird nur noch schwarz-weiss wahrgenommen. Deshalb erscheint ein vom Mond erzeugter Regenbogen als weisslicher Ring am Nachthimmel. Auf einem Farbfilm weist er jedoch wieder die normalen Farben auf (Bild 3).

Wenn jemand die Sonne im Rücken hat und auf eine Nebelwand schaut, ist es möglich, einen weissen Nebelbogen zu sehen (Bild 4). Dieser ist ungefähr doppelt so breit wie ein gewöhnlicher Regenbogen. Da die Nebeltröpfchen jedoch sehr klein sind, brechen sie zwar das Licht zu einem Regenbogen, verursachen jedoch infolge ihrer geringen Grösse Lichtüberlagerungen. Aus den Lichtüberlagerungen der zerlegten Spektralfarben entsteht somit wieder weisses Licht, welches in der Form des Nebelbogens erscheint. Manchmal sind leichte Farben im Nebelbogen zu erkennen.

Lichtreflexion an Eiskristallen – Haloerscheinungen

Haloerscheinungen werden durch Reflexion und Brechung an Eiskristallen in hohen Eiswolken (Cirrostratus) verursacht. Nur die einfachsten Formen der Eiskristalle ermöglichen Haloentstehungen, nämlich sechseckige Platten und Säulen. Dabei handelt es sich um Kristalle, die langsam gewachsen sind (meistens bei einem Warmfrontaufzug), denn bei schnellem Kristallwachstum werden die Kristallflächen weniger rein ausgebildet.

Im Gegensatz zum Regenbogen blickt der Beobachter beim Halo direkt zur Lichtquelle, und die Lichtquelle selbst bildet den Mittelpunkt des Halos, welcher schwach farbig ist. Ebenso sind im Gegensatz zum (primären) Regenbogen die Farben umgekehrt angeordnet, d.h., das Rot befindet sich auf der Innenseite des Bogens und Blau aussen.

Die häufigste Haloart ist ein Ring um die Sonne (oder den Mond) mit einem 22-Grad-Radius (Bild 5). Es existieren noch zahlreiche andere Komponenten, welche jedoch viel seltener sind, etwa der in Bild 6 dargestellte Zirkumzenitalbogen. Manchmal sind auch noch farbige oder weissliche Bögen, Lichtflächen oder Punkte am Himmel sichtbar. Besonders bekannt sind die Nebensonnen, die oft links und rechts neben der Sonne als helle farbige Punkte oder Flecken am Himmel erscheinen.

Die alte Bauernregel «Gibt Ring oder Hof sich Sonne und Mond, bald Regen und Wind uns nicht verschont» schildert zutreffend, dass ein solcher Ring (oder Halo) die Ankunft einer Warmfront anzeigt. Die warme Luftströmung gleitet allmählich über die tiefer liegende Kaltluftmasse auf, wo Feuchtigkeit zu feinem Eisstaub auskristallisiert. In diesen sechseckigen Eiskristallen wird das Sonnenlicht gebrochen und reflektiert, sodass ein Beobachter auf dem Boden einen Halo um die Sonne wahrnimmt.

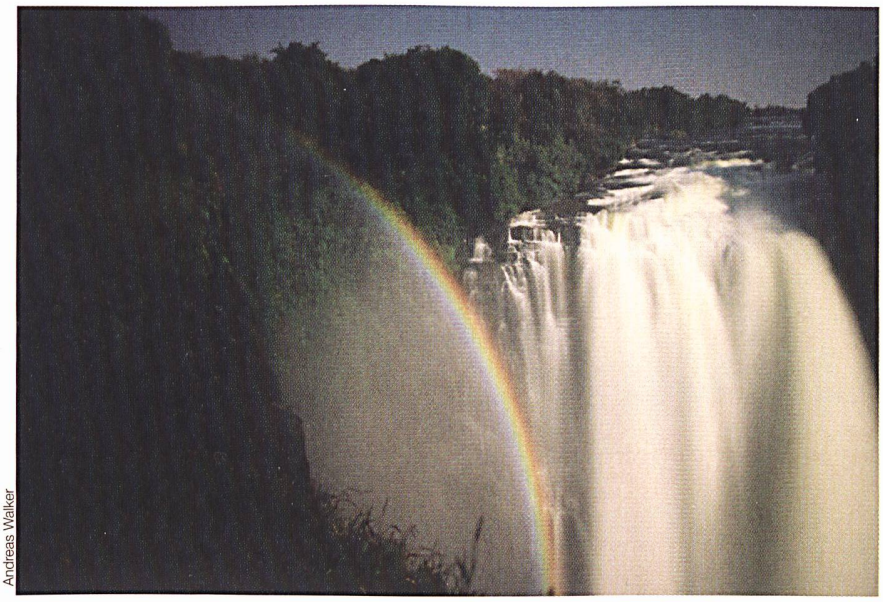
Offenbar wussten bereits die Babylonier den Halo als Schlechtwetterzeichen zu deuten. Auf einem 6000 Jahre alten babylonischen Tontäfelchen ist in Keilschrift unter anderem zu lesen: «Wenn ein Sonnenring die Sonne umgibt, wird Regen fallen.»

Die Lichtreflexe am Himmel wurden jedoch früher vom Volksmund nicht immer so nüchtern ausgelegt und auch nicht nur als Wetterzeichen betrachtet, denn der Mensch versuchte früher, diese Himmelszeichen zu deuten und daraus sein Schicksal abzuleiten. So galten gerade die Nebensonnen im Allgemeinen als ungünstiges Vorzeichen, denn man glaubte, dass drei Sonnen am Himmel Krieg bedeuteten. Deshalb machte man die Stellung der grössten von den dreien aus, um etwas über den Sieger zu erfahren.

Kombinierte Halophänomene entstehen dann, wenn gleichzeitig verschiedene Typen von Eiskristallen vorhanden sind. Einige prachtvolle und sehr seltene Halophänomene wurden allgemein bekannt. So beispielsweise das Petersburger Halophänomen von 1794 und das Stockholmer Phänomen von 1535, welches auf einem Bild in der Stockholmer «Storkyrka» dargestellt ist.

Lichtbeugung an Wassertröpfchen – Farbkränze und Glorie

Fällt ein Lichtstrahl durch einen schmalen Spalt und wird das Licht hinter dem



Andreas Walker

Bild 3 Vollmondregenbogen im Wasserstaub der Viktoriafälle (Sambia, Afrika).
Auch der Mond kann einen Regenbogen erzeugen. Da unsere Augen bei geringer Lichtstärke die Umgebung jedoch schwarz-weiss wahrnehmen, entsteht ein vom Mond erzeugter Regenbogen als weisslicher Ring. Auf dem Farbfilm weist er jedoch die gewohnten Farben auf.

Spalt auf einen Schirm projiziert, entstehen mehrere helle und dunkle Streifen, die mit zunehmender Entfernung vom Zentrum immer schwächer werden. Es findet eine Beugung des Lichtes statt. Da langwelliges Licht (rot) stärker gebeugt wird als kurzwelliges Licht (blau), entsteht ein Beugungsmuster für jede Farbe, also wieder eine Zerlegung des Lichtes in seine Farbkomponenten.

Andreas Walker

Bild 4 Nebelbogen.
Hat ein Beobachter die Sonne im Rücken und schaut auf eine Nebelwand, sieht er einen weissen Nebelbogen, der ungefähr doppelt so breit ist wie der gewöhnliche Regenbogen. Da die Nebeltröpfchen sehr klein sind, brechen sie zwar das Licht zu einem Regenbogen, verursachen jedoch infolge ihrer geringen Grösse Lichtüberlagerungen. Aus den Lichtüberlagerungen der zerlegten Spektralfarben entsteht somit wieder weisses Licht, welches in der Form des Nebelbogens erscheint.

Andreas Walker

Bild 5 22-Grad-Halo mit 2 Nebensonnen und Gegenbogen.
Oft sind Sonne oder Mond von einem weissen, manchmal sogar leicht farbigen Ring umgeben, der in hohen Eiswolken erscheint. Oben links im Bild ist noch ein Teil eines 46-Grad-Halos erkennbar.

Andreas Walker

Bild 6 Seltene Halokomponente, die im Zenit des Betrachters erscheint.
Wie ein verkehrter Regenbogen am blauen Himmel entsteht diese Erscheinung in hohen Eiswolken, deren Eiskristalle das Licht brechen.

Ein Wassertröpfchen hat eine ähnliche Beugungswirkung wie eine runde Öffnung in einer Wand. Eine aus gleich grossen Tröpfchen bestehende, nicht allzu dichte Wolke hat die gleiche Beugungswirkung wie ein einzelner Tropfen, nur dass die Menge des gebeugten Lichtes grösser ist. In der Natur führen die Wolkentröpfchen zu Beugungserscheinungen, besonders dann, wenn sie alle eine bestimmte Grösse haben und gleichmässig verteilt sind. Daraus entstehen Erscheinungen wie die Aureole und Farbkränze um Sonne oder Mond, irisierende Wolken meistens im Bereich um Sonne oder Mond sowie die Glorie im Gegenpunkt der Sonne.

Farbkränze

Oft erscheinen Sonne und Mond durch dünne Wolken hindurch von einer farblosen kreisförmigen Fläche mit einem leicht gefärbten orangen Rand umgeben. Dieses Phänomen entsteht durch Beugung der Lichtstrahlen durch die Wolkentröpfchen und wird Aureole genannt. Das Wort Aureole ist aus dem lateinischen aureolus abgeleitet und heisst golden, aus Gold bestehend.

Hin und wieder sind Sonne oder Mond von farbigen Ringen umgeben, in denen die Farben Purpur und Grün vorherrschen. Je nach Grösse der Wolkentröpfchen verändert sich der Radius der einzelnen Ringe. Je weiter sie von der Lichtquelle entfernt sind, desto schwächer werden sie. Im Maximum können sie bis zu einem Abstand von etwa 10 Grad von der Sonne oder dem Mond gesehen werden. Je kleiner die Wolkentröpfchen sind, desto grösser werden die Kränze (Bild 7). Wenn die Tropfen gleichmässig gross sind, sind die Kränze schön geformt und weisen klare Farben auf.

Glorie und Brockengespenst

Steht ein Wanderer auf einem Gebirgsgrat, sodass er die Sonne im Rücken hat und sein Schatten auf eine Nebelwand fällt, entstehen farbige Ringe um den Schatten des Kopfes – eine Glorie. Diese Gebilde sehen ähnlich aus wie die Farbkränze. Da der projizierte Schatten meist übergross und geisterhaft auf die Nebelwand projiziert wird, ist diese Erscheinung auch unter dem Namen «Brockengespenst» bekannt. Es hat seinen Namen vom 1142 Meter hohen Berg «Brocken» im Harz (Deutschland). Er war der Sage nach der Versammlungsort der Hexen. An vielen Tagen im Jahr herrscht hier dicker Nebel. Die Erscheinung des Brockengespenstes hat man vermutlich auf diesem Berg zum ersten Mal bewusst wahrgenommen und dokumentiert.

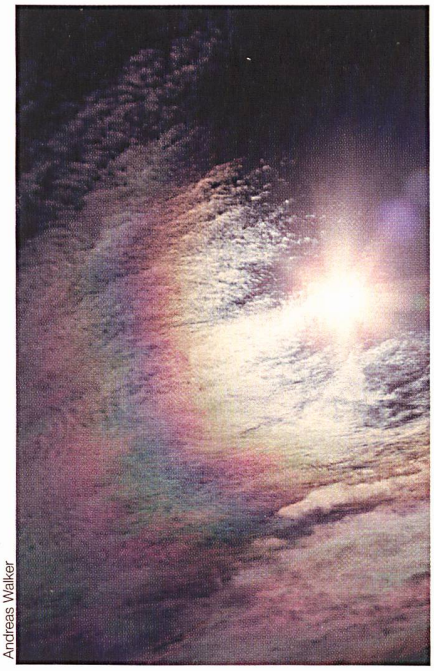
Auch diese Erscheinungen entstehen durch Lichtbeugung. Wie bei den Farbkränzen wird hier am Gegenpunkt der Sonne das reflektierte Licht in den Wolkentröpfchen in seine Farbkomponenten zerlegt.

Eine Glorie kann ebenfalls vom Flugzeug oder Gleitschirm aus beobachtet werden (Bild 8). Sie erscheint auf einer Wolkenschicht mit regelmässigen Wolkentröpfchen, und in ihrem Zentrum liegt der Flugzeug- oder Gleitschirmschatten.

Das Aussehen der Farben von Glorien und Farbkränzen ist mit dem Schillern von Seifenblasen oder von Ölflecken auf Wasser verwandt. Manchmal sind nur Fragmente solcher Erscheinungen zu sehen, die vorwiegend in grünen und rosa Farbtönen schillern und als irisierende Wolken sichtbar werden.

Himmelsblau und Dämmerungsfarben

Wenn das Sonnenlicht durch unsere Atmosphäre dringt, wird es durch die Luftmoleküle und die Staubteilchen gestreut. Das kurzwellige blaue Licht wird dabei stärker gestreut als das langwellige rote Licht. Da der Weltraum schwarz ist, sehen wir die Erdatmosphäre, also unseren Himmel, in einem blauen Farbton leuchten. Bei sinkendem Sonnenstand legen die Sonnenstrahlen einen immer längeren Weg durch die Erdatmosphäre zurück. Die Lichtstreuung wird dabei immer stärker erfasst, auch die langwelligen Lichtstrahlen. Es entstehen die Himmelsfarben Blau (Grün), Gelb, Orange und bei Sonnenuntergang schliesslich Rot.



Andreas Walker

Bild 7 Farbkränze um die Sonne.
Farbkränze um die Sonne entstehen, wenn das Licht in Wolkentröpfchen gebeugt und dadurch in seine Farben zerlegt wird.

Andreas Walker

Bild 8 (links) Glorie vom Segelflugzeug aus gesehen.
Sie erscheint im Sonnengegenpunkt auf einer Wolkenschicht mit regelmässigen Wolkentröpfchen, und in ihrem Zentrum liegt der Flugzeugschatten.

Bild 9 (rechts) Luftspiegelungen.
Der warme See und die darüber liegende Kaltluft führen zu einer Luftspiegelung. So scheint die Kirche von Konstanz (Bildmitte, unten) und der Wald (rechts) in der Luft zu schweben (Standort Friedrichshafen). Tatsächlich liegt Konstanz aus dieser Entfernung eigentlich unter dem Horizont und wird bei diesen Wetterverhältnissen als Zerrbild über dem Horizont sichtbar.

Die Farben unseres Himmels variieren je nach Sonnenstand, Bewölkung und Staubgehalt unserer Lufthülle. Unser Himmel ist blau, wenn die Sonne hoch steht und die Luft rein ist, d.h., wenn wenig Staubteilchen vorhanden sind. Je grösser die Schichtdicke der Atmosphäre ist, die ein Sonnenstrahl zu durchwandern hat, desto grösser wird der Rotanteil der Himmelsfarbe, wie es beim Sonnenauf- und -untergang und den Dämmerungsfarben zum Ausdruck kommt. Befinden sich sehr grosse Teilchen in der Luft (z.B. Wolkentröpfchen oder Eiskristalle), sodass alle Farbanteile des Lichtes gestreut und sogar reflektiert werden, erscheint der Himmel weiss. Deshalb erscheinen die Wolken meistens in einem weissen oder grauen Farbton.

Wenn die Luft sehr staubhaltig ist und die Staubteilchen gross sind, erscheint der Himmel oftmals grau oder braun. Je nach Zustand der Atmosphäre sind unzählige Farbvariationen möglich.

Luftspiegelungen: Fata Morganas

Wenn der Boden durch die Sonnenstrahlung extrem aufgeheizt wird, entstehen über dem Boden mehrere Luftschichten mit verschiedenen Temperaturen und dadurch verschiedenen Dichten. Dadurch werden die Lichtstrahlen umgelenkt. Dies führt zu Spiegelungen und damit zur Wahrnehmung von Gegenständen an Orten, wo sie in Wirklichkeit gar nicht vorhanden sind. Der Beobachter sieht eine Fata Morgana. In der Wüste werden durch dieses Phänomen oft Palmen oder Dünen an Orten sichtbar, wo gar keine sind. Sie werden von irgendeinem Ort unter dem Horizont als Zerrbild in der flirrend heissen Luft an einem anderen Ort sichtbar.

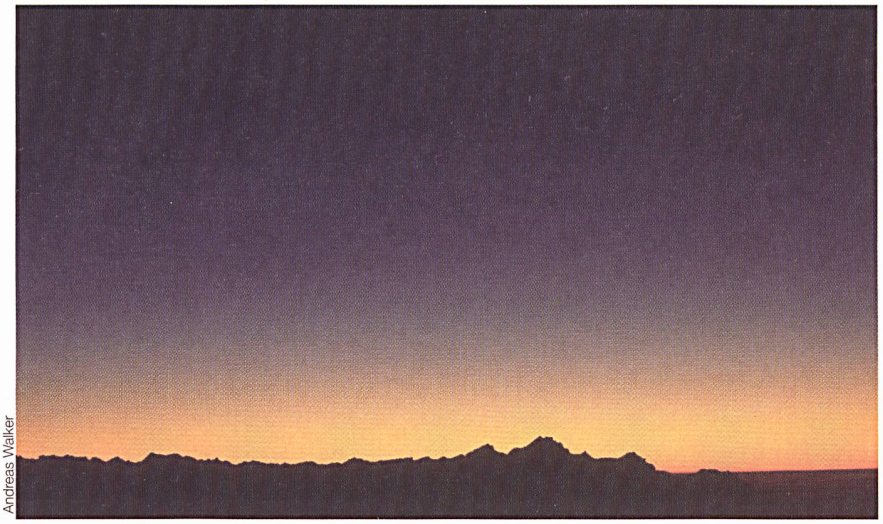
Die gleichen Effekte können manchmal auch in polaren Regionen über dem Meerwasser beobachtet werden. Über Seen ist dieses Phänomen ebenfalls hin und wieder zu beobachten. Im Hochsommer werden bei uns auch Luftspiegelungen von verzerrten Autos über dem erhitzten Asphalt sichtbar. Bild 8 zeigt eine am Bodensee fotografierte Luftspiegelung. Auch bei Sonnenauf- und -untergängen sind jeweils solche Phänomene sichtbar. Die sinkende Sonne wird immer röter, und gleichzeitig wird ihre runde Form zu einem Oval gestaucht, als würde man in einen Zerrspiegel schauen. Diese Verformung des Sonnenbildes wird durch den langen Weg ihrer Strahlen durch verschiedene Luftschichten verursacht. Zahlreiche Luftschichten von unterschiedlichen

Andreas Walker

Bild 10 Verzerrung der aufgehenden Sonne.
Aufgehende Sonne in Mallorca: Die Luftschichten über dem Meerwasser weisen eine andere Temperatur auf, als die darüber liegenden Luftschichten. Dies führt zu einer Verzerrung der aufgehenden Sonne. Je höher die Sonne sich erhebt, desto klarer wird das Bild.

Temperaturen und damit unterschiedlichen Dichten lenken die Sonnenstrahlen von ihrem geradlinigen Weg ab und gaukeln dem Betrachter während des Sonnenauf- und -untergangs ein Fremdbild unseres Muttersterns vor (Bild 10).

Hinter dem Namen Fata Morgana verbirgt sich die keltische Zauberin Morgain. In der Artus-Sage führt die Fee Morgain den König in ihr Reich – in die «Anderswelt». Im «Parzival» heisst dieses Land Feimurgan, der «Raum hinter den Dingen». Die Figur der Morgain oder Morgane ist der Schlüssel zur Erklärung zahlreicher Trugbilder, die viele Jahrhunderte lang in der Literatur und im Volksglauben auftauchten.



Andreas Walker

Bild 11 Die Sonne ist untergegangen, und am klaren Himmel erscheinen die Dämmerungsfarben.

Weiterführende Literatur

Andreas Walker: Zeichen am Himmel, Wolkenbilder und Wetterphänomene richtig verstehen. Birkhäuserverlag, Basel, 1997.

Andreas Walker: Sonnenfinsternisse und andere faszinierende Erscheinungen am Himmel. Birkhäuserverlag, Basel, 1999.

Andreas Walker: Himmelszauber über der Schweiz. Mondo-Verlag, Vevey, 2003.

Andreas Walker: Ciel de Suisse – Phénomènes merveilleux. Editions Mondo, Vevey, 2003.

Angaben zum Autor

Dr. *Andreas Walker* ist promovierter Meteorologe, Buchautor, Fotograf, Wissenschaftsjornalist und besitzt eine Bildagentur mit über 50 000 selbst aufgenommenen Farbdias über Natur- und Wetterphänomene.

5705 Hallwil, andreaswalker@gmx.ch, www.meteobild.ch

Résumé

Phénomènes optiques dans le ciel

A quoi sont dus les halos, parhélies et réflexions? Les arcs-en-ciel, halos, parhélies et cercles parhéliques comptent certainement parmi les phénomènes lumineux chromatiques les plus remarquables de notre atmosphère. Certains de ces phénomènes sont relativement fréquents, d'autres si rares qu'on les voit peut-être une fois dans sa vie. Certains événements très spectaculaires de ce genre ont même passé à l'histoire.

Andreas Walker

Bild 12 Die untergehende Abendsonne verursacht ein feuriges Abendrot.