

Der Grüne Blitz

Der Name dieses Phänomens mag an den Superhelden eines Comics erinnern – tatsächlich steht er für das selten beobachtete Farbspektakel kurz vor Sonnenuntergang. >> Fred Schaaf

Vor vielen Jahren besuchte ich einen Strand in US-Bundesstaat New Jersey und beobachtete den Sonnenuntergang über dem Atlantik. Der Sand glühte in warmen Goldtönen. Vor mir dehnte sich die Delaware Bay aus, die von purpur schimmernden Wellen bedeckt war. Der riesige, abgeplattete Sonnenball leuchtete nur noch schwach, sodass ich ihn genau betrachten konnte, als er sich dem Horizont näherte.

Dieser großartige Anblick berührte mich sehr. Der Feuerball sank immer tiefer und tiefer und war schon fast verschwunden, als die faszinierende Szenerie plötzlich von einem atemberaubend

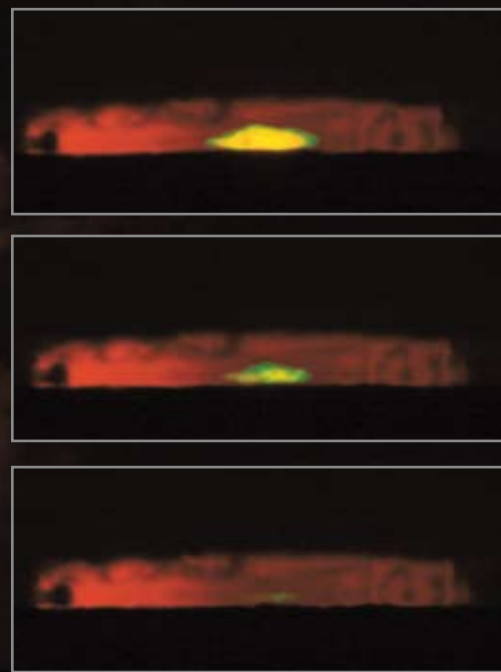
schönen Phänomen gekrönt wurde. Der Eindruck war so intensiv, dass mir im wahrsten Sinn des Wortes die Kinnlade herunterklappte. Ein, zwei Sekunden lang glänzte das oberste Stückchen Sonne in einem lebhaften Grün! Vor Überraschung und Freude brüllte ich über den leeren Strand. Ich hatte gerade den legendären »Grünen Blitz« gesehen.

Während mir verschiedene Leute oft davon berichtet haben, dass sie einen Meteor oder einen Halo um den Mond beobachtet haben, gibt es kaum jemanden, der davon erzählt, den Grünen Blitz gesehen zu haben. Warum werden nicht mehr Menschen Augenzeugen die-

se Erscheinung in der Erdatmosphäre? Fehlinformationen über die Häufigkeit dieses Ereignisses scheinen das größte Hindernis zu sein. In vielen Quellen wird behauptet, der Grüne Blitz sei sehr selten, nur in den Tropen oder nur bei Sonnenuntergängen über dem Meer zu sehen.

Ein Grün wie kein anderes

In Wirklichkeit sind schwache Versionen des Grünen Blitzes in den meisten Breiten zu Hause. Und selbst um die spektakulärsten Varianten zu beobachten, ist nicht unbedingt ein Besuch am Meer notwendig. Außerdem tritt diese Erschei-



nung nur selten als Blitz auf. Häufiger werden Sie eine rasche Verfärbung des letzten winzigen Leuchtflecks der Sonne sehen, während sie untergeht.

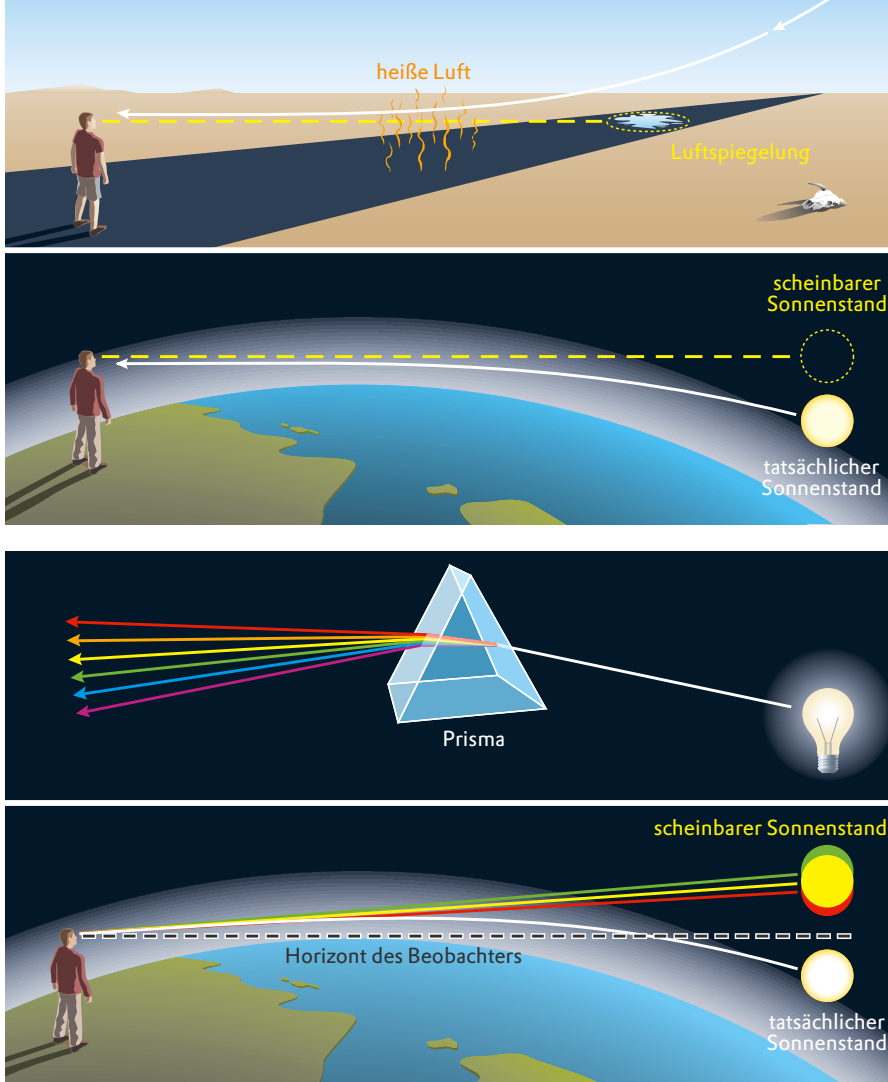
Bis zum Jahr 1882, als er in Jules Vernes Roman »Le Rayon Vert« beschrieben wurde, erfuhr der Grüne Blitz keinerlei öffentliche Beachtung. »Le Rayon Vert« heißt auf Deutsch so viel wie »Der grüne Strahl«, wie das Phänomen manchmal auch genannt wird. Verne beschreibt die Farbe des Blitzes in seinem Buch mit poetisch-blumigen Worten: »Das wundervollste Grün, ein Grün, das kein Maler auf seiner Palette erreicht, ein Grün, dem kein Farbton der Vegetation, keine

Schattierung des klaren Meeres nahe käme! Wenn es ein Grün im Paradiese gibt, dann kann es nur von dieser Tönung sein; es ist gewiss das wahre Grün der Hoffnung.«

Einer von Vernes Protagonisten erinnert sich an eine schottische Legende, wonach sich ein Mensch, der den Grünen Blitz einmal gesehen hat, in Herzensdingen nie wieder irren wird. Eine bezaubernde Idee, nur haben Forscher leider nie eine Spur dieser Legende in der schottischen Folklore gefunden. Der fantasievolle französische Autor scheint sie sich einfach selbst ausgedacht zu haben.

Nur einen Wimpernschlag

lang ist der grüne Farbsaum am oberen Rand der Sonne zu sehen. Diese Fotoserie aus den Tropen wurde nicht länger als eine Sekunde belichtet. In höheren Breiten geht die Sonne langsamer unter, was das Ereignis etwas in die Länge zieht.



Sonnenlicht wird gebrochen, wenn es durch dichtere Luftschichten läuft. Kalte (dichte) Luft über einem heißen Boden ruft ein verschobenes Sonnenbild hervor (ganz oben). Das gleiche Phänomen verschiebt das Sonnenscheibchen auch etwas nach oben, wenn dieses flach über dem Horizont steht (zweites Bild von oben).

Luft kann wie ein Prisma das Sonnenlicht in seine Einzelfarben aufspalten. Der Lichtstrahl wird in Abhängigkeit von seiner Farbe (Wellenlänge) gebrochen (zweites Bild von unten). Die Brechung ist dann am stärksten, wenn die Sonne direkt über dem Horizont steht. Dann bildet sich ein blaugrüner Fleck am oberen Rand der Sonne (ganz unten).

Also steht die Oberkante der Sonnenscheibe in Wirklichkeit bereits unter dem Horizont, während wir beobachten, dass ihre Unterkante gerade den Horizont berührt! Was wir sehen, ist das Bild der Sonne, das durch die Lichtbrechung um einen Sonnendurchmesser nach oben verschoben ist.

Doch die Brechung ist noch nicht alles. Sie haben sicher einmal einen Regenbogen gesehen oder ein Glasprisma benutzt, um das Sonnenlicht in sein Farbspektrum aufzuspalten. Das funktioniert, weil das Sonnenlicht aus mehreren Wellenlängen zusammengesetzt ist. Jede von ihnen wird in einem anderen Maß gebrochen. Je kürzer (blauer) die Wellenlänge, desto stärker bricht die Atmosphäre den entsprechenden Lichtstrahl.

Der für gewöhnlich weiße oder gelbweiße Anblick der Sonne ist also in Wirklichkeit aus verschiedenen Farbscheiben zusammengesetzt, die sich in minimal unterschiedlichen Höhen am Horizont befinden: Die bläuliche Sonne steht ein bisschen höher als die grünliche Sonne und so weiter bis zur rötlichen Sonne, die am tiefsten steht. Diese Dispersion der Wellenlängen ist jedoch so klein, dass sich die verschiedenfarbigen Sonnenscheibchen überlappen und das charakteristische Gelbweiß ergeben, in dem uns die Sonne normalerweise erscheint. Eben nur nicht an ihrer Unter- und Oberkante. Die Unterkante ist rot, die Oberkante dagegen blau.

> Auf Vernes Buch folgte eine Flut von Beobachtungen und viele Spekulationen über das Phänomen. Doch kamen diese oft von unkritischen Betrachtern und Autoren. Deren Berichte trugen dazu bei, eine umstrittene und vor allem falsche Theorie über die Ursache des Grünen Blitzes in die Welt zu setzen: Einigen Wissenschaftlern des späten 19. und frühen 20. Jahrhunderts zufolge war er überhaupt keine Erscheinung der Erdatmosphäre, sondern trat nur im Auge des Betrachters auf. Die Beobachter des Sonnenuntergangs, so behaupteten sie, hätten zu lange in den Feuerball gestarrt. Dadurch sei ein Nachbild in der Komplementärfarbe entstanden – der Grüne Blitz. Sie können diesen Effekt selbst einmal ausprobieren, wenn Sie in einem hell erleuchteten Raum auf ein rotes Objekt starren, beispielsweise auf eine reife Tomate. Nach ungefähr 15 Sekunden wenden Sie Ihren Blick ab und schauen auf eine weiße Oberfläche. Sie sehen dann eine geisterhaft blaugrüne »Negativ-Tomate«.

Erfahrene Beobachter wissen, dass diese Erscheinung kein Nachbild sein kann,

denn er wurde viele Male bei Sonnenaufgang beobachtet, wenn das Grün noch vor dem Rot der Sonne erscheint. Mitte des 20. Jahrhunderts bewiesen Fotografien schließlich ein für alle Mal, dass das Phänomen ein physikalisches war und kein physiologisches. Aber wie kommt es in der Atmosphäre zu dieser Erscheinung? Zwei optische Effekte spielen dabei eine Rolle: Brechung und Dispersion.

Verschiedenfarbige Sonnenscheiben

Wenn Licht vom Vakuum des Weltraums in die Erdatmosphäre eintritt, wird es in die Richtung der dichteren Mediums – also zum Erdboden hin – gebrochen. Dies hat eine erstaunliche Wirkung: Das Bild eines Objekts erscheint uns etwas höher, als es stünde, besäße die Erde keine Atmosphäre. Am stärksten ist dieser Effekt am Horizont ausgeprägt, wo das Licht die längstmögliche Strecke durch die Luft zurücklegt.

Die atmosphärische Brechung am Horizont macht typischerweise ein halbes Grad aus – das ist der scheinbare Durchmesser der Sonne oder des Vollmonds.



Ein verzerrter gelber Sonnenball

bei Sonnenuntergang ist ein guter Hinweis auf einen möglichen Grünen Blitz. Es bedeutet, dass Sie durch Luftschichten verschiedener Temperatur und Dichte schauen, die anomale Brechung verursachen können. Wenn die Sonne Ihnen tiefrot erscheint, ist nicht genug grünes Licht übrig, um diese Erscheinung zu erzeugen.

In seltenen Fällen, wenn der Himmel extrem klar ist, kann die Sonne sogar einen blauen Blitz zeigen. Die Bildfolge ganz oben wurde in Finnland aufgenommen. Die gleiche Situation kann auch beim Sonnenaufgang auftreten. Doch um sie zu sehen, müssen Sie ganz genau wissen, wo und wann die Sonne aufgeht.

Ich kann jetzt schon hören, wie Sie sagen: »Müsste der letzte Lichtfleck der untergehenden Sonne dann nicht blau sein?« Das ist richtig, gilt aber nur dann, wenn die Atmosphäre außergewöhnlich klar ist. Unsere Lufthülle streut kurzwelliges Licht sehr effektiv – nur sehr wenig von dem blauen Sonnenlicht erreicht unsere Augen auf direktem Weg. Der blaue Himmel an einem wolkenlosen Tag ist

der beste Beweis dafür. Die Streuung des Sonnenlichts ist in der Regel stark genug, um sämtliches Blau aus ihrer Strahlung zu entfernen und nur das Grün übrig zu lassen, das unter bestimmten Bedingungen am oberen Rand der Sonnenscheibe in Erscheinung tritt.

Außerdem absorbiert der Wasserdampf in der Erdatmosphäre den größten Teil des gelben und orangefarbenen Lichts, wenn die Sonne tief steht. Nur ein bisschen Grün und eine Menge Rot bleiben zurück. Daher das Rot bei Sonnenauf- oder Sonnenuntergang. Nehmen Sie einmal an, Sie sehen, wie die Sonne tiefrot am Horizont steht und immer schwächer leuchtet, nur wenige Minuten bevor sie untergeht. Ist das der Fall, so ist die Atmosphäre so stark mit Wasserdampf gesättigt, dass sie selbst das grüne Licht absorbiert. An einem solchen Tag kann der Grüne Blitz nicht auftauchen.

Wenn die Sonne aber bis kurz vor ihrem Untergang hell und gelbweiß bleibt, ist das ein Signal für Sie, nach dem Phänomen Ausschau zu halten. Doch wird er auch an jedem derartigen Tag zu sehen sein? Experten zufolge ja – es gibt aber einen Haken.

An den meisten wolkenlosen Tagen mit klarer Luft ist der Grüne Blitz so ein winziger Lichtsplitter, dass Sie ein op-

tisches Hilfsmittel benutzen müssen, um ihn zu entdecken. Doch Vorsicht! Wenn Sie durch ein Fernglas oder ein Teleskop zur Sonne schauen, ohne einen vernünftigen Sonnenfilter zu benutzen, gefährden Sie Ihr Augenlicht. Selbst mit einem kleinen Feldstecher sollten Sie auf keinen Fall in die Sonne gucken. Es sei denn, zwei Bedingungen sind erfüllt:

1. Die Sonne steht so tief, dass ihr unterer Rand bereits den Horizont berührt.

2. Die Sonne muss schwach genug scheinen, dass man selbst mit bloßem Auge gefahrlos hineinschauen kann.

Die meisten Anfänger, die nach der Erscheinung Ausschau halten, sind besser damit bedient, wenn sie sich ohne Fernglas und Teleskop allein auf ihre Augen verlassen und darauf warten, bis die Sonne tief am Horizont steht.

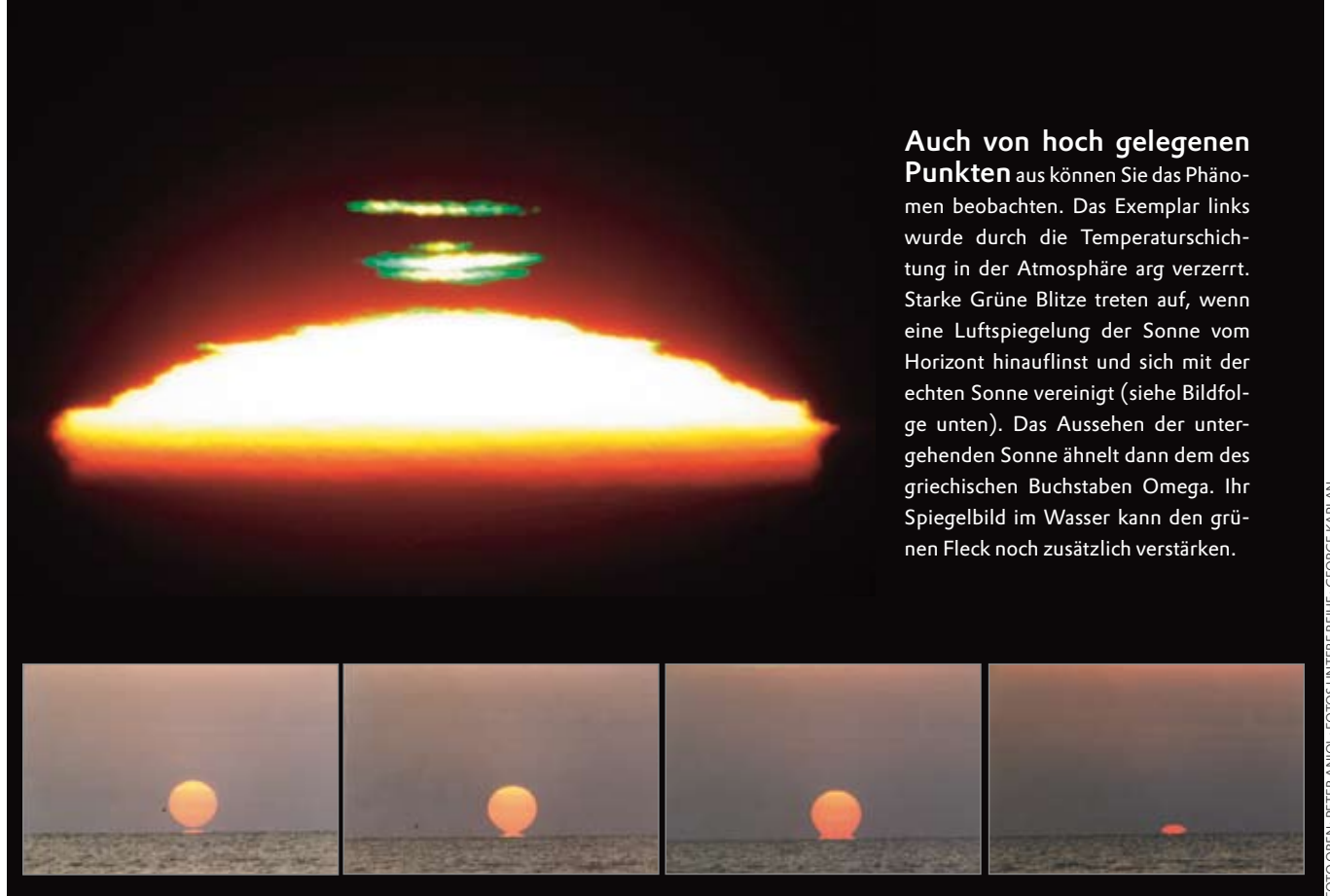
Ein deutlicher, auch mit bloßem Auge sichtbarer Grüner Blitz entsteht dann, wenn in der Atmosphäre starke Temperaturunterschiede herrschen, die das Sonnenlicht stärker als normal brechen. Das kann über Land passieren, wahrscheinlicher ist dies aber über Wasser. Genau genommen tritt er am häufigsten auf, wenn die Erdoberfläche deutlich wärmer ist als die Luftschicht über ihr. Das geschieht meistens über großen Wassermassen, und aus eben diesem

Grüner Blitz

WiS

wissenschaft in die schulen!

In der Natur ist der Grüne Blitz nur unter besonders günstigen Umständen zu beobachten. Im Klassenzimmer lässt sich aber ein einfaches Experiment durchführen, mit dem ein zum Grünen Blitz analoges Phänomen demonstriert werden kann. Führen Sie Ihre Schüler in die Grundlagen Johann Wolfgang von Goethes Farbenlehre ein und diskutieren Sie Ähnlichkeiten und Unterschiede zu Newtons Experimenten. Schauen Sie doch einfach mal auf unsere WiS-Internetseite: www.wissenschaft-schulen.de



Auch von hoch gelegenen Punkten aus können Sie das Phänomen beobachten. Das Exemplar links wurde durch die Temperaturschichtung in der Atmosphäre arg verzerrt. Starke Grüne Blitze treten auf, wenn eine Luftspiegelung der Sonne vom Horizont hinauflinst und sich mit der echten Sonne vereinigt (siehe Bildfolge unten). Das Aussehen der untergehenden Sonne ähnelt dann dem des griechischen Buchstaben Omega. Ihr Spiegelbild im Wasser kann den grünen Fleck noch zusätzlich verstärken.

FOTO OBEN: PETER ANIOL; FOTOS UNTERE REIHE: GEORGE KAPLAN

> Grund werden Grüne Blitze oft über dem Meer beobachtet.

Jene Bedingung – Luft, die beim Sonnenuntergang kälter ist als das Wasser – tritt vor allem im Winter auf oder nach dem Durchgang von Kaltfronten im Spätsommer und im Herbst. Doch in den meisten Klimazonen kann sie das ganze Jahr über auftreten, und wenn das passiert, dann haben Sie die reelle Chance, dieses Phänomen mit dem bloßen Auge zu erhaschen.

Solche Temperaturbedingungen ermöglichen häufig Luftspiegelungen. Wenn man eine bemerkt, dann ist das ein gutes Vorzeichen für einen Grünen Blitz. Haben Sie schon einmal eine Fata Morgana gesehen? Vielleicht glauben Sie, dass Sie noch nie eine gesehen haben. Aber das muss nicht stimmen, denn neben der klassischen imaginären Oase, die den erschöpften Wanderer in der Wüste narret, gibt es noch viele andere Arten von Luftspiegelungen. Fast jeder ist schon einmal an einem warmen, sonnigen Tag auf einer Straße gefahren und hat eine Art Wasserpfütze darauf bemerkt – eine Pfütze, die verschwindet, wenn man sich ihr nähert. Das »Wasser« ist in Wirklichkeit ein Blick auf den Himmel, der zu uns hin gebrochen wird, weil die Luft wenige Millimeter über der Straße enorm aufgeheizt ist – sie ist viel heißer als die Luft ei-

nige Zentimeter darüber. Das ist ein Beispiel für eine so genannte untere Luftspiegelung. »Untere« bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das Phantombild unterhalb des eigentlichen Gegenstands erscheint.

Ultimative Vorzeichen

Das ultimative Vorzeichen der häufigsten Spielart des Grünen Blitzes ist eine untere Luftspiegelung der Sonne selbst. Diese Spiegelung linst genau in dem Moment über den Horizont, wenn der untere Rand der Sonne gerade kurz davor ist, den Horizont zu berühren.

Innerhalb weniger Sekunden fließen die beiden Sonnen zusammen und bilden eine Gestalt, die ungefähr so aussieht wie der griechische Buchstabe Omega (siehe Bildsequenz oben). Das letzte Stück über dem Horizont ist eine vergrößerte Kombination der grünen Ränder der Sonne und ihrer Spiegelung. Es ist groß genug, um es mit bloßem Auge erkennen zu können, und es leuchtet grün – eine bis zwei atemberaubende Sekunden lang.

Um den Grünen Blitz zu sehen, der von einer unteren Luftspiegelung verursacht wird, müssen Sie in der Regel auf gleicher Höhe mit dem Horizont sein. Doch es gibt noch eine andere Art der Luftspiegelung, die einen starken Grü-

nen Blitz hervorrufen kann. Sie ist dann sichtbar, wenn Sie sich hoch über dem Bodenniveau befinden, vielleicht in den Bergen oder auf dem Dach eines Gebäudes. Diese Variante setzt allerdings eine Inversionswetterlage voraus (dabei liegt warme Luft in der Höhe über kalter Luft am Boden). Wenn Sie ein Paar Zacken sehen, die rechts und links aus der Sonne herausstechen, und diese Zacken die Sonnenscheibe hinaufwandern, dann können Sie sich schon einmal darauf gefasst machen, dass sie sich von dem Oberrand der Sonne lösen und in einem grünen Leuchten verschwinden werden.

Bis Sie Ihren ersten Grünen Blitz sehen, müssen Sie möglicherweise einige Geduld aufbringen, doch das sollte es Ihnen wert sein. Außerdem werden Sie viele spektakuläre Sonnenuntergänge und andere Himmelsphänomene beobachten. Alle mögen schöne Sonnenuntergänge – warum sollten Sie also kein Experte für Sonnenuntergänge werden? Eines Tages werden Sie mit der smaragd-farbenen oder blaugrünen Sonnenflamme belohnt, deren Anblick beeindruckender ist, als es selbst ein Jules Verne beschreiben konnte. <<

Fred Schaaf hat mehrere Bücher zur Himmelsbeobachtung veröffentlicht.