

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft

Band: 59 (2001)

Heft: 306

Artikel: Schattenbänder fürs Fotoalbum

Autor: Bersinger, Walter

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-897932>

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: 08.02.2026

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

Schattenbänder fürs Fotoalbum

WALTER BERSINGER

«Fliegende Schatten» treten bei totalen Sonnenfinsternissen selten auf und sind schwierig zu fotografieren. Um es gleich vorweg zu nehmen: Der nachfolgende Beitrag ist eine Geschichte ohne Happy End. Anlässlich der letzten Sonnenfinsternis vom 21. Juni in Madagaskar wartete der Autor vergeblich auf die Schattenbänder! Wie die Chancen tatsächlich stehen, diese Erscheinung fotografisch festzuhalten, soll aber im folgenden dennoch eingeschätzt werden.

Fliegende Schatten

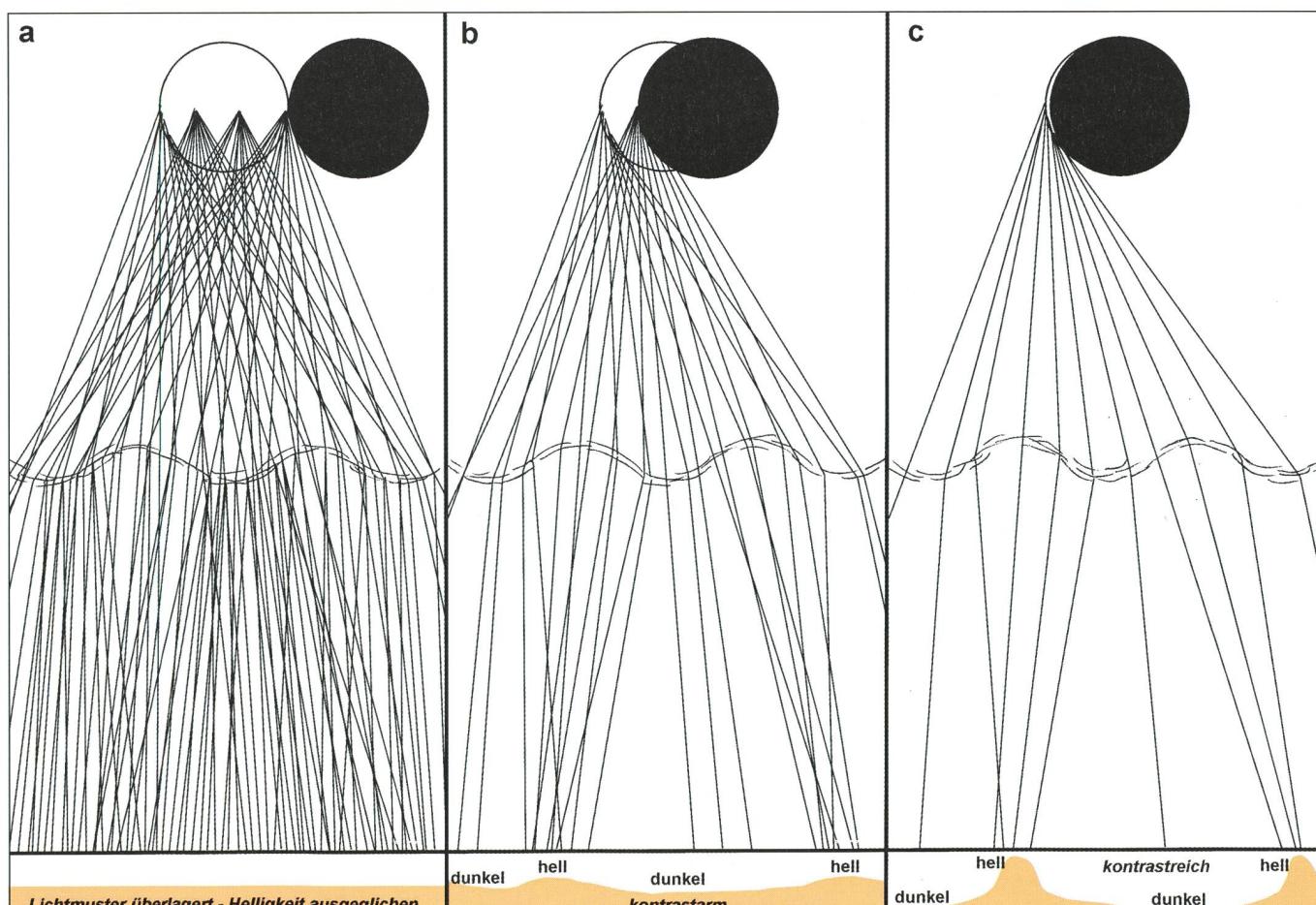
Zunächst einmal: Was sind eigentlich «fliegende Schatten» und wie kommen sie zustande? Bei totalen Sonnenfinsternissen treten sehr selten rätselhafte, dünne Wellenlinien auf, die über den Boden huschen. Sie haben mit dem Kernschatten des Mondes jedoch keinen direkten Zusammenhang und sind auf meteorologische Ursachen zurückzuführen. Besonders gut treten sie auf hellen, unifarbenen Flächen wie weißen Hausmauern oder hellen Bodenbelägen hervor.

Findet die Sonnenfinsternis bei Hochdruckwetterlage und Windstille statt, so ist die Luft weitläufig homogen und meist ruhig. Man hält dann (wie ich) in Madagaskar vergeblich nach Schattenbändern Ausschau. Treffen hingegen kalte und warme Luftmassen aufeinander, so entstehen Zonen turbulenter Luft, auch Luftscherben genannt. Hauptursache ist aber die Konvektion (durch Temperaturunterschiede hervorgerufene Ausgleichsströmungen), welche durch die von der Sonne aufgeheizte Bodenschicht angetrieben wird. Effekte also, die wir von der über einem Feuer aufsteigenden Luft her kennen. Die unterschiedlich warmen Luftblasen wirken wie Sammel- und Streulinzen (Abb. 1). Die Lichtstrahlen werden darin gebrochen und treffen stellenweise konzentriert, stellenweise spärlich auf

den Erdboden auf. Nur bei einer Sonnenfinsternis, wenn sich die Sonnenscheibe zu einer extrem kleinen Lichtquelle verschmälert, werden diese Helligkeitsunterschiede als welliges Lichtmuster auf dem Boden sichtbar. Der gleiche Atmosphärenzustand ist auch für das Funkeln der Sterne verantwortlich.

Seltener wird auch eine andere Entstehungstheorie angeführt. Durch Beugung des Sonnenlichtes an der Mondkante soll ein Interferenzmuster auf die Oberfläche projiziert werden. Der Beugungswinkel ist verschwindend klein und wirkt sich nur auf die grosse Entfernung des Mondes von rund 400 000 km

Fig. 1: (Strahlendiagramm)
Bei unverfinsterter Sonne (a) wird das Lichtmuster von den zahlreichen Lichtpunkten vielfach überlagert, die Hell-Dunkel-Stellen verschwimmen ineinander. Je kleiner die Sonnensichel (b), umso geringer die Überlagerung, allmählich treten hellere und dunklere Stellen mit geringem Kontrast auf. Wenn nahe der totalen Phase (c) nur noch ein schmaler Lichtspalt übrig bleibt, tritt das Lichtmuster am deutlichsten hervor.
Übertriebene Darstellung.



für uns sichtbar aus. Dass sich die meisten Autoren in der Literatur der meteorologischen Ursache zuwenden, lässt vermuten, dass die Beugungstheorie nicht viel wissenschaftlichen Boden geniesst. Wenn Interferenzmuster tatsächlich auf diese Ursache zurückzuführen sind, so müssten die Schattenbänder voraussagbar sein und bei jeder Sonnenfinsternis auftreten. Außerdem müssten sie in sich starr sein, und nur das Fortschreiten des Mondes würde eine Bewegung mit einer Geschwindigkeit von mindestens 600 m/sec. über die Erdoberfläche vortäuschen. Laut den weitaus überwiegenden Augenzeugenberichten sind es aber ondulierende, flimmernde Muster, die deutlich an thermisches Luftflimmern erinnern.

Das Auftreten und die Ausprägung der geheimnisvollen Hell-Dunkel-Linien hängt von vielen meist sehr stark schwankenden Einflussfaktoren ab. Laut SMA Meteo Schweiz sind Luftscheren der Normalfall und können in beliebiger Höhe vom Boden bis zur Tropopause (ca. 9000 bis 17000 m) entstehen. Nicht nur die Höhe, sondern auch die Zahl der turbulenten Schichten, der Organisationsgrad der Schlieren, der Einfallsinkel der Sonnenstrahlen, die Temperaturunterschiede der sich mischenden Luftpakete, die Transparenz der Atmosphäre, Windrichtung und -geschwindigkeiten haben ihre Hand im Spiel. So kommt es, dass Schattenbänder unvorhersehbar sind und örtlich sehr verschieden auftauchen. Werden an einem Beobachtungsort welche gesichtet, so kann es gut sein, dass sie nur wenige Kilometer entfernt ausbleiben. Eine generelle Aussage, ob die dunklen Linien bei Turbulenzen in hohen oder tiefen Luftscheren entstehen, kann meiner Meinung nach nicht gemacht werden. Entscheidend ist sozusagen die «Brennweite» der Luftscheren aus dem Zusammenspiel von Dichteunterschieden (sprich: Temperaturunterschieden), Ausdehnung der Schlieren, etc. Reist das Licht durch mehrere solcher Turbulenzzonen, ist davon auszugehen, dass die Projektion der Lichtmuster diffundiert wird und die Schattenbänder ausbleiben. Schliesslich verharren solche flimmernden Muster nicht unbedingt stationär, sondern werden von Winden fortgetragen. Gabriele Vannin [3] ist einer der wenigen Autoren, der die Turbulenzen unter anderem dem jähren Temperaturabfall beim Herannahen des Kernschattens zuschreibt.

Noch immer haben die berühmten Schattenbänder ihren Mythos nicht ganz verloren, und viele zweifeln gar an ihrer Existenz! Aber zweifellos gibt es sie, und sie verleihen einer Sonnenfin-

sternis einen ganz besonderen Reiz, selbst wenn sie (gemessen am Farbenspiel der totalen Phase) im wahrsten Sinn des Wortes ein Schattendasein fristen. Sogar auf die Gefahr hin, die Randphänomene wie Perlschnur und Diamantring zu verpassen, sollten sich besonders Wiederholungsbeobachter diese lohnende Alternative einmal gönnen. Sie werden es – das nötige Glück vorausgesetzt – nicht bereuen!

Vage Anhaltspunkte für Fotografie

Bei einer Auslegeordnung der Fakten, die für das Fotografieren von Schattenbändern berücksichtigt werden müssen, fiel mir sofort ein fast unüberwindlicher Konflikt auf. In verschiedenen Publikationen wird die Zeitspanne für Schattenbänder vor und nach der Totalität mit «wenigen» Minuten, bisweilen mit bis zu drei Minuten angegeben. Die Kontrastdynamik wird meist mit nur 1 bis 2 Prozent beziffert [1, 2], mutige Autoren gehen bis 3 Prozent. Um solche Feinheiten von Helligkeitsunterschieden auf Film sichtbar zu machen, wäre niederempfindlicher, kontrastreicher Film wünschenswert. Da die Schatten sehr schnell ondulieren, ist eine sehr kurze Belichtungszeit erforderlich, um die rasche Bewegung auf dem Film «einzufrieren». Weil aber die Lichtintensität infolge der teilweisen Bedeckung durch den Mond um Faktoren von rund 20 (3 Minuten vor Totalität) bis unendlich abnimmt, drängt sich ein hochempfindlicher Film auf, mit welchem genügend kurze Verschlusszeiten erzielt werden könnten. Ein schneller Film wiedergibt dann aber den niederen Kontrast nicht oder nur ungenügend.

Die Idee, Schattenbänder ins Visier zu nehmen, kam mir erst wenige Tage vor der Abreise nach Madagaskar. Viel Zeit für eine Recherche blieb also nicht. Referenzfotos mit Aufnahmedaten suchte ich in der mir zur Verfügung stehenden Literatur vergeblich. Mit meinem Werbewissen befand ich mich offensichtlich in guter Gesellschaft, denn selbst im Web kommen Fragen über die Schattenbänderfotografie reichlicher vor als Patentrezepte. Auch das Jux-Foto eines afrikanischen «Pferdes» mit Schattenbändern (ein Zebra!), das ich im Internet zufällig fand, lieferte wenig Aufschluss! Trotzdem – oder gerade deshalb – wollte ich einen Versuch unternehmen, diesen Themen auf den Grund zu kommen.

Voreilige Schlüsse

Eiligst stellte ich einige Überlegungen zu den fotografischen Erfordernissen an. Die Wahl des Filmes richtete ich

angesichts der geringen Chancen, überhaupt Schattenbänder zu erleben, überwiegend auf die sonst geplanten Aufnahmen des Horizontleuchtens während der Totalität aus. Da ich formatfüllende Koronaaufnahmen bereits von früheren Finsternissen besass, plante ich nur Umgebungsaufnahmen mit dem Normalobjektiv 50 mm F/1.4. Diese Brennweite erlaubte in Madagaskar den Einbezug des Meereshorizontes und liess außerdem ohne Nachführung recht lange Belichtungszeiten bis etwa zehn Sekunden zu. Die lange Verschlusszeit wiederum ermöglichte die Wahl eines sehr niederempfindlichen, feinkörnigen Filmes, der gerade die Farbstimmung gut zur Geltung bringen sollte. Ich ging also für einmal ans Limit und besorgte mir einen Kodachrome 25. Mit dieser Wahl war aber vorprogrammiert, dass auch allfällige Schattenbänder Minuten oder Sekunden vor der Totalität mit demselben Film aufgenommen werden müssten. Ein Filmwechsel so knapp vor den kostbarsten Momenten kam nicht in Frage, und ein zweites Kameragehäuse mitzuschleppen war mir zuviel. Mein Entschluss für den 25-ASA Film war aber trotz des offensichtlichen Konfliktes unumstösslich. Zu abenteuerlich? Vielleicht, aber auf jeden Fall einen Versuch wert.

Meine weiteren Überlegungen mussten sich also auf diese Voraussetzung abstützen. Würde ich mit einem Normalobjektiv 50 mm mit Anfangsblende 1.4 eine Chance haben? Um dies herauszufinden, begann ich zu messen und zu rechnen. Mein Sonnenfinsternis-Programm EclipseComplete von Zephyr ermittelte mir für einen Zeitpunkt von 1 Minute vor dem 2. Kontakt einen Bedekungsgrad von 98.9 Flächenprozenten. Die verbleibenden 1.1 % der Sonnenscheibenfläche lieferten also noch rund 1/90 der vollen Sonnenintensität. Dieser Faktor entspricht etwa 6.5 fotografischen Blendenstufen. Ich konnte also die Beleuchtungsverhältnisse an einem gewöhnlichen sonnigen Tag mit einer Blende messen, die ich ausgehend von meiner Anfangsblende 1.4 um die ermittelte Anzahl Stufen (6.5) verkleinerte, also zwischen Blende 11 und 16 einstellte. An meinem Wohnort in Rümlang wählte ich eine Tageszeit, zu der die Sonne genau gleich hoch über dem Horizont stand wie in Madagaskar zur Zeit der Totalität (12°). Bei 25 ASA zeigten mir sowohl die Kamera als auch mein Minolta-Belichtungsmesser einen Wert von 1/30 Sekunde an. Zwar musste ich damit rechnen, dass dies weit ungenügend für eine «Einfrierung» der flinken Schattenbänder wäre. Andererseits sagte ich mir, eine Unterbelichtung von

max. 1 Stufe, also eine Verkürzung der Belichtungszeit auf etwa 1/60 Sekunde, würde sicherlich drinliegen und erst noch die ohnehin düstere Stimmung über der Landschaft unterstreichen. Eine voll ausgeleuchtete Aufnahme ist ja so knapp vor der Totalität gar nicht erwünscht. Mehr als eine Blendenstufe verträgt Diafilm allerdings nicht, da sonst die Detailzeichnung in den abgedunkelten Bildpartien untergeht. Immerhin, der Wert von 1/60 Sekunde, gab mir Mut, denn vorerst stützte ich mich blindlings auf die in der Literatur genannten 2 oder 3 Minuten vor der Totalität, in denen die tanzenden Bänder auftreten sollen (nach gewissen Quellen bis 10 Minuten! [5]). Jede Minute früher wäre noch wesentlich mehr Licht vorhanden als im berechneten Beispiel (1 Minute).

Hoffnungsvoll nach Madagaskar

Mit diesen dürftigen und – wie sich nach der Reise herausstellte – teils auch unzutreffenden Informationen brach ich also zuversichtlich nach Madagaskar auf. Bereichert durch eine zwar spektakuläre Sonnenfinsternis knapp über dem Meereshorizont kehrte ich jedoch ganz ohne fotografische Ausbeute der Sonnenfinsternis zurück, geschweige denn mit Schattenbändern im Kasten! Obwohl dies meine vierte Sonnenfinsternis war, übermannte mich die sprichwörtliche Aufregung, die alles vermasselte, was auch durchaus hätte richtig laufen können. Viel zu lange konzentrierte ich mich auf die Schattenbänder am Boden, ehe ich die Kamera aufs Stativ schraubte. Mein akribisch einstudiertes Fotoprogramm war plötzlich wie vom Finsterniswinde verweht, und eine falsche Reflexhandlung reihte sich an die andere. Ein labiler Stand des Stativen im Sand und möglicherweise die nicht festgeschraubte Mittelsäule verwackelten zudem sämtliche Bilder!

Das Thema liess mir aber fortan keine Ruhe, und ich versuchte mich weiter in die Geheimnisse der Schattenbänder zu vertiefen. Dabei muss ich aber betonen, dass viele der dargelegten Gedankengänge auf Annahmen und Schätzungen beruhen.

Versuch einer Analyse

Unter der Prämisse, in diesem Beitrag in erster Linie die mühe los erlebbaren Erscheinungen zu behandeln, will ich den Versuch einer Analyse wagen. Zunächst erinnerte ich mich zurück an die Sonnenfinsternis von 1998 in Curaçao. Es ist die einzige, bei der ich Schattenbänder beobachten konnte. Jemand von unserer Gruppe schrie da-

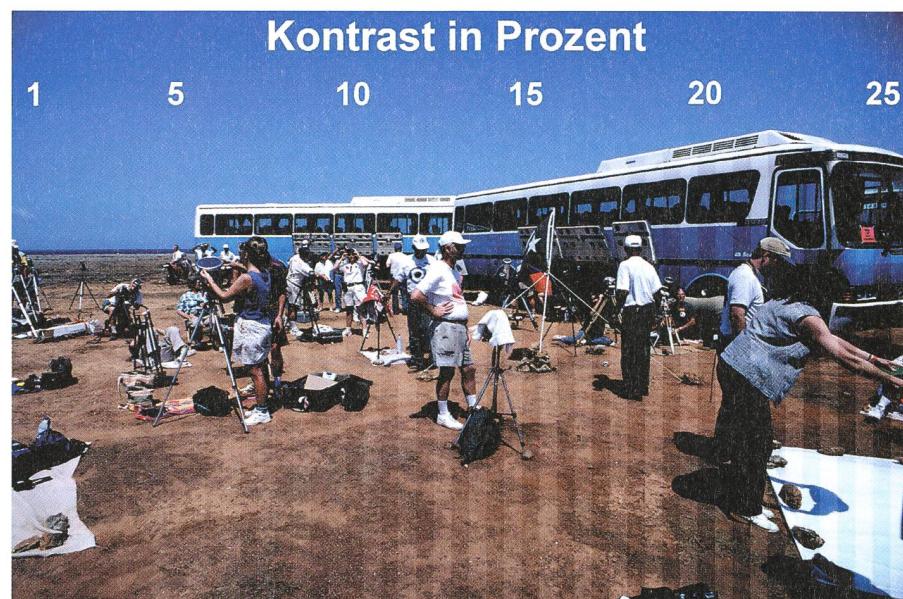
mals «shadow bands, shadow bands...». Ich blickte auf den Boden und verfolgte das seltsame Phänomen mit grosser Bewunderung. Wie viele Sekunden oder Minuten vor der Totalität es auftrat, hätte ich heute nicht mehr genau sagen können – jedenfalls eher im Bereich von 20-40 Sekunden als 2, 3 oder gar 10 Minuten. ERIC H. STRACH [7] half meinem Gedächtnis mit seiner Videoaufnahme nach: 32 Sekunden! Niemand mochte sich so kurz vor der Totalität von der Stelle rühren und zum weissen Bettlaken gehen, den wir ein paar Schritte entfernt eigens für die dunklen Streifen am Boden ausgebretet hatten. Dies erwies sich auch als völlig unnötig, denn das Flimmern war mühelos und nach meiner Erinnerung verblüffend kontrastreich direkt auf dem steinigen Grund zu erkennen. Die Wellenlinien lagen in der Grössenordnung von Dezimetern auseinander und flimmerten in einer Frequenz von wenigen Schwingungen pro Sekunde, vielleicht geringfügig schneller als das Lichtspiel am Boden von Schwimmbädern.

An dieser Stelle wäre es auch angebracht, die gebräuchlichen Begriffe für dieses Phänomen zu hinterfragen; fliegende Schatten, *shadow bands*, Schattenbänder. Sind es Bänder? Schatten? Fliegen sie? Von Schatten zu sprechen ist nicht zutreffend. Auf eine bestimmte Fläche fällt genau gleich viel Licht, unabhängig davon, ob die Luft gerade ruhig ist oder flimmert und Schattenbänder erzeugt. Denn dem Licht steht in der Atmosphäre kein Gegenstand im Weg, der es aufhält und Schatten wirft. Viel-

mehr wird das verbleibende Licht, das der Mond passieren lässt, in den Luftscherien gebrochen und vom geradlinigen Kurs leicht abgelenkt. Dies hat zur Folge, dass an den einen Stellen die Lichtkonzentration zunimmt und an anderen durch die Aussparung dunklere Stellen entstehen (Abb. 1). So gesehen sind es also Hell-Dunkel-Stellen und keine Schatten. Die Gesamtmenge des auf diese Fläche einfallenden Lichtes bleibt also mit und ohne Luftscherien gleich. Auch der Begriff Bänder scheint mir keine allgemeingültige Bezeichnung dieses Phänomens zu sein. Trotz der meist deutlichen Längsausrichtung entsprechend der Lage des Lichtspaltes am Sonnenrand kann es je nach Sichelform und -grösse auch zu einem wabernden Lichtspiel mit undefinierten, auslaufenden Hell-Dunkel-Flecken kommen.

Diese Lichtumverteilung ist für das Fotoexperiment ein glücklicher Umstand, denn er begünstigt meine Vermutung, dass der Kontrast möglicherweise viel höher ausfallen kann als meist angegeben. Je kleiner die Ausdehnung der Lichtquelle, also das noch unverdeckte Stück Sonnenrand zusammenschrumpft, umso stärker wird der Kontrast gesteigert. Der Überlagerungsfaktor des projizierten Lichtmusters nimmt dann stetig ab, und die Formen der Luftscherien treten immer klarer hervor. Was dem freilich zuwider läuft, ist der späte Zeitpunkt, zu dem die erwünschte Kontraststeigerung auftritt, denn nur wenige Sekunden vor der Totalität ist fast alles Licht weg, das für kurze Verschlusszeiten nötig wäre.

Fig. 2: Beobachtungsplatz auf Curaçao 1998. Mit einem Bildverarbeitungsprogramm künstlich erzeugtes Kontrastmuster. Die dort visuell beobachteten fliegenden Schatten lagen im Bereich von etwa 8 bis 15%.



Kontrast

In der Absicht, den Kontrast drei Jahre nach dem Ereignis von 1998 prozentual abzuschätzen, unternahm ich folgenden Versuch: In meiner Diasammlung wählte ich ein Bild, das viel vom rötlichen Grund des Beobachtungsplatzes in Curaçao zeigte und liess es einscannen. Mit Hilfe eines Bildbearbeitungsprogrammes versah ich das Bild mit einem feinen Streifenmuster. Jeden einzelnen Streifeninhalt dunkelte ich um eine bestimmte Prozentzahl ab (siehe Abb. 2). Wenn ich das Bild betrachte, dürfte der Kontrast im Bereich von etwa 8 bis 15 % gelegen haben. Ein Streifenmuster im Bereich von 1-2 %, wie es in einigen Quellen beschrieben wird, wäre mir in Curaçao mit Sicherheit entgangen!

Wenn wir für den Lichtweg des Sonnenlichtes 1 bis 5 Kilometer annehmen, für den Abstand der Streifen auf dem Boden aus meiner Erinnerung von Curaçao die Größenordnung von 2 bis 5 Dezimeter, so läge die Ablenkung der Sonnenstrahlen (bei senkrechtem Lichteinfall) zwischen rund 10 und 100''. Dabei bin ich mir aber bewusst, dass sich die Erscheinung (je nach den Temperaturunterschieden) in der Mischzone der Luftschichten, je nach ihrer Höhe über dem Erdboden sowie dem Einfallswinkel der Sonnenstrahlen bei jeder Sonnenfinsternis sehr unterschiedlich ausprägen kann. Meine Beobachtungen in Curaçao sind also keineswegs allgemeingültig oder stellvertretend für jede Finsternis. Ich stelle mir vor, dass die Abstände der Streifen möglicherweise einen, zwei oder sogar mehrere Meter erreichen können, dann aber für das menschliche Auge wiederum unerfassbar sind.

Betrachten wir zum Vergleich das Phänomen im Schwimmbecken, so fällt auf, dass auch ohne Sonnenfinsternis ein gut definiertes, kontrastreiches Lichtmuster schon nach einem viel kür-

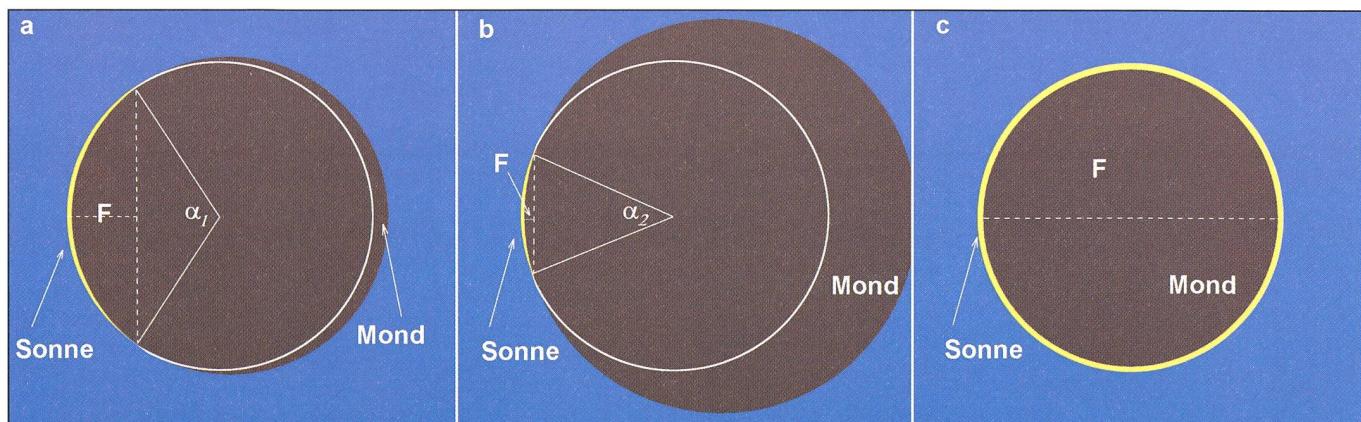
zeren Lichtweg ab der refraktierenden (lichtbrechenden) Wasseroberfläche entsteht. Dies liegt am viel stärkeren Brechungsindex am Saum zwischen Wasser und Luft in der Größenordnung von mehreren Grad. Angenommene 5° übersteigen den Öffnungswinkel der Sonne von einem halben Grad um einen Faktor 10. Der Index von Luftscherien liegt aber im Bereich von nur 10 bis 100 Bogensekunden. Um ein vergleichbar scharfes Muster von fliegenden Schatten zu erzeugen, müsste sich also die spaltförmige Lichtquelle um einen Faktor 10 auf die Grösse von vielleicht 1-10 Bogensekunden verengen. Und diese wenigen Bogensekunden bis zur totalen Bedeckung legt der Mond in blos 2 bis 25 Sekunden zurück. Selbstverständlich können je nach den jeweiligen Umständen die Parameter stark variieren. Dennoch lassen solche Zahlenspielereien den Schluss zu, dass ein für menschliche Sinne erfassbares Phänomen erst in den allerletzten (bzw. allerersten) Momenten um die totale Phase auftritt.

Nur schon eine fadendünne Sonnensichel, die sich vielleicht noch über einen Drittel der Mondkalotte erstreckt, würde die Bänderstrukturen auf dem Boden zu stark diffundieren, denn die Lichtpunkte entlang dieser gekrümmten Linie sind über eine Breite von mehreren Bogenminuten des Kreisdurchmessers verteilt, was die Auslenkung der Lichtstrahlen in der Atmosphäre von höchstens ein paar Bogensekunden massiv übersteigt. Es kommt also zur Überlagerung viel zu vieler Dunkel-Hell-Strukturen, die ineinander verschwimmen. Für Schattenbänder ist ein hauchdünnes und möglichst kurzes und gerades Lichtstrichlein erforderlich, wie es nur ganz wenige Sekunden vor oder nach der Totalität auftritt. Dann aber ist die Lichtintensität um Faktoren von über 200 geschrumpft, und nicht bloss 20, wie von mir ursprünglich vermutet. In der Regel erheben sich zu diesem

Zeitpunkt alle Augenpaare zu den Perl schnur- und Diamantringeffekten empor, was der Grund für die seltenen Augenzeugenberichte sein dürfte!

Bei einer kleinen Finsternis, wenn also das Verhältnis von den scheinbaren Mond- und Sonnenradien gering ist, verharrrt die partielle Phase viel länger in der Sichelform (Abb. 3a). Erst in den letzten Augenblicken laufen die Sichelenden zusammen, und allfällige Schattenbänder treten äusserst flüchtig auf. Je grösser hingegen die Finsternis, umso grösser fällt auch das Radiusverhältnis zwischen Sonne und Mond aus. Bei einer grossen, langen Finsternis entsteht also ein feiner, kurzer Lichtspalt schon etwas früher (Abb. 3b). Aufgrund der Verteilung der Lichtpunkte rings um die Mondkante herum können bei ringförmigen Sonnenfinsternissen keine Schattenbänder auftauchen, denn das Licht fällt aus einem Öffnungswinkel von einem halben Grad auf die Luftscherien auf und überlagert das Wellenbild so stark, als ob die Sonne unverdeckt schiene (Abb. 3c). JOHAN CODONA hält zwar Hell-Dunkel-Muster auch bei einer Ringfinsternis für möglich, dann aber nicht als Bänder, sondern als ein sehr unartikuliertes, rauchiges Flackern [1].

Fig. 3: Radius-Verhältnisse: Bei einem kleinen Verhältnis zwischen scheinbarem Sonnen- und Mondradius (a) entsteht nahe der Totalität eine Sichel über einen grösseren Winkel (α_1) als bei einem grossen Radiusverhältnis (b: α_2). Die Überlagerungsrate ist bei der kleinen Finsternis (a) aufgrund der weiträumigen Verteilung der Lichtpunkte über die Fläche F grösser als bei einer langen Finsternis (b). Bei einer ringförmigen Sonnenfinsternis (c) erstreckt sich die Verteilung der Lichtpunkte über den gesamten Sonnendurchmesser, obwohl nur als dünne Ringlinie entlang der Mondkante. Übertriebene Darstellung.



Aus diesen Erklärungen, die in der Grafik veranschaulicht werden, meinte man schliessen zu können, dass die Wahrscheinlichkeit für fliegende Schatten bei einer langen Totalfinsternis grösser sein muss als bei einer kurzen. Doch Augenzeugeberichte scheinen dies nicht generell zu bestätigen. Zu viele weitere Faktoren haben hier ebenfalls das Sagen. So hat beispielsweise GABRIELE VANIN [3] bei der sehr kurzen Finsternis vom 24. Oktober 1995 in Indien ausgesprochen deutliche Streifen gesehen. Viele Beobachter wurden aber bei der fast sieben Minuten dauernden Eklipse von 1991 enttäuscht!

Frequenz des Lichtmusters

Die Angaben über die Schnelligkeit, mit welcher Schattenbänder über den Boden huschen, variieren je nach Quelle enorm: Zwischen Schritttempo und bis zu 60 km/sec. [4, 5]! Solche auseinanderklaffenden Werte bedürfen einer näheren Erklärung. Theoretisch sind sehr hohe Bewegungstempi gewiss zutreffend, dann aber nur mit feinen Messgeräten registrierbar. Die Zahl der Schwingungen der in Curaçao 1998 beobachteten Bänder schätzte ich auf höchstens etwa 5 pro Sekunde. Denn eine wesentlich schnellere Bewegung bei so tiefem Kontrast würden weder die menschlichen Sinne noch fotografische Filme registrieren.

Obwohl die genannte Frequenz keineswegs die Regel zu sein braucht, wollen wir für unsere Zwecke einmal von dieser Annahme ausgehen. Nehmen wir einen Wellenausschlag von einem halben Meter und eine «Breite» des Licht- oder Dunkelbandes von 5 cm an – obwohl es bei dieser Erscheinung freilich keine scharfen Konturen gibt wie beim gestreiften «afrikanischen Pferd»! Ein solches Band verschiebt sich in 1/50 Sek. um seine «Breite». Die Verwischung der Bänderstrukturen auf fotografischem Film hätte eine Kontrastsenkung um Faktor 2 zur Folge. Je mehr die Belichtungszeit verkürzt werden kann, umso weniger Kontrast geht verloren.

Dazu wieder ein etwas unkonventioneller Vergleich: Ein Flugzeugpropeller, den das menschliche Auge schon im Standlauf nur als getönte runde Scheibe wahrnimmt, kann bereits mit 1/250 Sekunde auf dem Film fast «angehalten» oder wenigstens stark abgebremst werden (Abb. 4). Diese Bewegung ist aber extrem schnell, und für unser Fotoalbum interessieren uns ja nicht jene Schattenbänder, welche sich auf Grund ihrer hohen Frequenz unseren Sinnen entziehen, sondern die langsameren, von denen wir auch in natura einen Ein-



Fig. 4: Flugzeugpropeller, Belichtungszeit 1/250 Sekunde. Von Auge war nur eine «getönte runde Scheibe» sichtbar!

druck gewinnen. Demnach halte ich es für durchaus denkbar, dass das tanzende Lichtmuster u. U. schon mit Zeiten ab 1/60 erfasst werden kann.

Schlussfolgerungen

Selbst wenn die in der Literatur häufig genannten Angaben wie 1 bis 2% Kontrast ihre Richtigkeit haben mögen, so treffen sie wohl nur für einen Zeitpunkt zu, der um die ebenso oft erwähnten 2, 3 oder «wenigen» Minuten von der Totalität entfernt liegt. Dann aber – dies meine Überzeugung – sind Schattenbänder bestenfalls mit feinen Messgeräten nachweisbar, nicht aber für das menschliche Auge wahrnehmbar. Wenn tatsächlich im Minutenbereich, dann nur bei aussergewöhnlich starker Luftunruhe und markanten Temperaturunterschieden in den Luftsichten, was eine starke Refraktion des Lichtes in den Luftsichten zur Folge hätte. Je näher der Zeitpunkt der Totalität rückt, umso stärker steigt der Kontrast.

Und wie fotografieren?

Was für ein Fazit kann aus den geschilderten Erkenntnissen für die Fotografie gezogen werden? Erfahrene Sonnenfinsternisbeobachter wissen, dass sich die Lichtverhältnisse in diesen kritischen Augenblicken äusserst rasant verändern, deshalb ist es aussichtslos, manuell messen und einstellen zu wollen. Für diese Aufnahmen eignen sich Kameras mit manueller Blendenvorwahl und Zeitautomatik am besten. Trotz der grimmigen Aussichten auf Erfolg könnte sich ein Versuch mit niedrigempfindlichem Film durchaus lohnen. Im Interesse einer guten Kontrastwiedergabe würde ich aber 200 ASA auf keinen Fall übersteigen. Wenn immer möglich sollte ein Objektiv mit einer

Anfangsblende von 1.8 oder besser (= kleinere Zahl) verwendet und dieses auf die maximale Öffnung eingestellt werden. Solche Lichtstärken kommen praktisch nur bei Standardobjektiven mit 50 mm Brennweite bei älteren Kleinbildkameras vor. Zoom-Objektive mit vergleichbaren Öffnungen sind mir keine bekannt, ihre Anfangsblenden liegen in der Regel bei 3.5 oder sogar 4. Verfügt man über eine 1.4er Linse, so gewinnt man gegenüber gängigen Zoomobjektiven genau jene 2 bis 3 Blendenstufen, die einem den Weg zu einer niedrigeren Filmempfindlichkeit frei machen. Die Verschlusszeit sollte der Elektronik der Kamera überlassen werden, sie reagiert viel schneller auf die dramatischen Helligkeitsveränderungen als der Mensch mit manuellem Einstellen. Wie weiter oben bereits erwähnt, ist es jedoch ratsam, die Belichtungskorrektur auf minus 2/3 oder sogar -1 Blendenstufe einzustellen. Dadurch erzielt man einerseits eine leichte, erwünschte Unterbelichtung, und andererseits eine mindestens ebenso erwünschte Verkürzung der Verschlusszeit (nicht vergessen, für andere Zwecke die Korrektur hinterher wieder auf Null zurückzusetzen!). Ein Stativ ist entbehrlich, ja wäre vielleicht sogar hinderlich. Mit Freihandfotografie ist man viel wendiger, und die Aufnahmen können ohnehin nur bei sehr kurzen Verschlusszeiten gelingen. ERIC H. STRACH [7] hält ein Polarisationsfilter zur Kontraststeigerung für hilfreich, allerdings rauben solche Filter mindestens einen Faktor 2 an Licht. Weil die Beleuchtung sehr knapp ist, kann es ratsam sein, den Autofokus abzuschalten und die Entfernung fix auf etwa 2 bis 5 Meter einzustellen.

Ob eine hochweiße Fläche künstlich in die Aufnahme einbezogen werden soll, hängt vom Vorhaben sowie vom Ästhetik-Empfinden jedes einzelnen ab. Für Forschungszwecke sind grosse, reinweiße Flächen mit Richtungsmarken und Größenvergleichsskalen sehr hilfreich, Ästheten werden solche unnatürlichen Fremdobjekte wohl eher meiden.

Die vorgeschlagene Vorgehensweise stösst freilich in jeder Beziehung an Limiten. Vom Kontrast der Schatten auf dem natürlichen Grund sind gewiss keine Wunder zu erwarten. Bei einem Öffnungsverhältnis von 1.4 oder 1.8 geht man Kompromisse bezüglich Tiefenschärfe und Randverzeichnungen ein, und schliesslich ist es fraglich, ob die erreichbare Belichtungszeit kurz genug ist, um die Bewegung einzufrieren. Gelingt dieses Experiment überhaupt, so können selbstverständlich keine hohen

Erwartungen an die Bilder geknüpft werden. Aber vielleicht stehen die Chancen gar nicht so schlecht wie häufig angenommen.

Meist werden Videoaufnahmen als aussichtsreicher qualifiziert. Video-Experten raten, die Aufnahmen im Schwarzweiss-Modus und zur Kontraststeigerung mit Orange- oder Rotfiltern zu machen.

Die nächste Sonnenfinsternis kommt bestimmt, und ich hoffe, einigen Sofi-Jägern mit diesen Ausführungen einen Impuls zum Probieren gegeben zu haben.

WALTER BERSINGER
 CH-8153 Rümlang
 bersingerw@bluewin.ch

Bibliographie

- [1] *The Enigma of Shadow Bands*, von JOHANN L. CODONA, Sky & Telescope, May 1991.
- [2] *Die totale Sonnenfinsternis vom 11. August 1999*, von ANDREAS VERDUN, Astronomisches Institut Universität Bern.
- [3] *Grosse kosmische Phänomene*, von GABRIELE VANIN, Bechtermünz Verlag.
- [4] *Sonnenfinsternis – das Mysterium der reisenden Nacht*, von WERNER RAFFETSEDER, Verlag Hugendubel
- [5] *Totale Sonnenfinsternis 11. August 1999*, herausgegeben von MARTIN BIRKMAIER (Intercon)
- Internet**
- [6] <http://mreclipse.com/SEN1/SEN19908/SEN19908a2.htm#aby>
- [7] ERIC H. STRACH von der Liverpool Astronomical Society:
<http://www.liv.ac.uk/~ggastro/ES.obs.html>



AN- UND VERKAUF ACHAT ET VENTE

• Zu Verkaufen

Wegen zunehmender Luftverschmutzung an meinem Wohnort verkaufe ich: **Badener-Montierung** mit motorischem Rektaszensionstrieb und Feinregulierung für Nachführung (Frequenzwandler und Steuergerät). **20 cm Cassegrain-Teleskop** mit zwei Sekundärspiegeln (für 220 cm und 600 cm Brennweite), zwei Okularen und Sucherfernrohr. **Maksutow-Kamera** 146/200/350 mm mit zugehörigem Filmstanzgerät. Preise nach Vereinbarung: H. STRÜBIN, Route des Préalpes 98, 1723 Marly, Tel. 026 436 33 59.

• Zu Verkaufen

Aus Nachlass zu verkaufen: **2 Newton-Teleskope**, Öffnung je 200 mm f:8, 2 deutsche Würfelmontierungen mit Antrieb in Rektaszension 6 Volt Synchronmotor, Feinbewegung in Deklination, Okularfassung 35 mm, 1 Sucherfernrohr 60 mm Öffnung mit Zenitprisma, 1 Sucherfernrohr 40 mm Öffnung, 1 Stativ, div. Zubehör wie Reduzierhülsen, Kameraadapter, Okulare etc., alles neuwertig: Preis nach Vereinbarung. Anfragen an: Arnold von Rotz, Seefeldstrasse 247, 8008 Zürich, Tel. 01 381 22 57

Totale Sonnenfinsternis

Foto der totalen Sonnenfinsternis am 21. 6. 01. Es zeigt u. a. den Diamantring. Es wurde mit 1/60 Sek auf Kodak Positivfilm 200 mit einem 400 mm Teleobjektiv in Chekwenya auf 14,6 ° südl. Breite und 29,3 ° östl. Länge aufgenommen.

PROF. DR. R. SCHMITZ-SCHERZER
 Meinrad Liener Weg 7
 CH - 8590 Romanshorn

Diagramme annuel 2001

Soleil, Lune et planètes

Le diagramme annuel qui indique les lever, coucher et temps de culmination du Soleil, de la Lune et des planètes, en impression deux couleurs, pendant toute l'année 2001 sous forme de tableau synoptique est à nouveau en vente dès fin octobre.

Le diagramme est plié à plat, en A4 et disponible pour deux latitudes géographiques:

Suisse: 47° nord

Allemagne: 50° nord.

Il est livré avec une description détaillée.

Prix: **Fr. 14.- / DM 16.-**
 plus port et emballage. Je vous remercie d'avance de votre commande!

HANS BODMER,
 Schlottenbühlstrasse 9b,
 CH-8625 Gossau/ZH

Commandes téléphoniques:
 01/936 18 30 (soir)