Helligkeitsprognosen für lunare Schattenspiele : wie dunkel wird die Dezember-Mondfinsternis?

Autor(en): **Baer, Thomas**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **50 (1992)**

Heft 250

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-898993

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Helligkeitsprognosen für lunare Schattenspiele

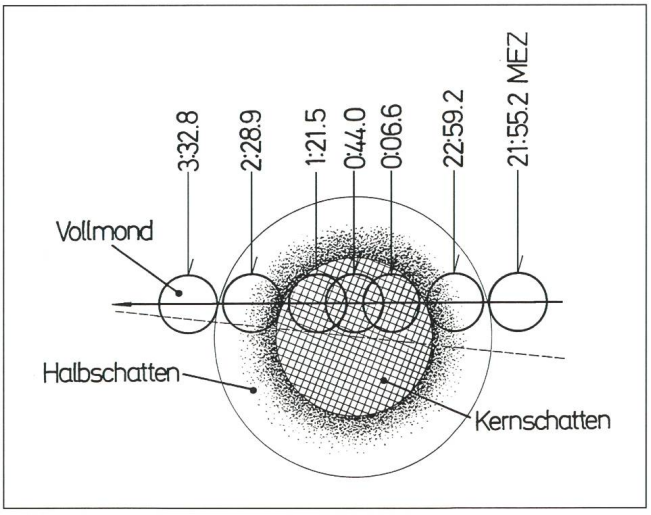
Wie dunkel wird die Dezember-Mondfinsternis?

THOMAS BAER

1992 ereignen sich zwei Mondfinsternisse, von denen die totale in der Nacht vom 9. auf den 10. Dezember in ihrer gesamten Länge von Mitteleuropa aus mitverfolgt werden kann (Abbildung & Tabelle 1). Zum Zeitpunkt des Kernschatteneintritts steht der Erdsatellit schon weit über dem ostnordöstlichen Horizont und strebt bei zunehmender Verfinsterung der höchsten Vollmondkulmination in diesem Jahr entgegen. Die Grösse der Erscheinung beträgt das 1,276-fache des Mondscheibendurchmessers, wodurch sich die Finsternis bezüglich ihrer Dauer und Tiefe nur unwesentlich von derjenigen am Abend des 17. Oktobers 1986 unterscheidet.

Bekanntlich fallen totale Mondfinsternisse nicht immer gleich hell oder dunkel aus, wie dies die letzte hierzulande beobachtbare am Abend des 9. Februars 1990 im Vergleich mit derjenigen vom Oktober 1986 besonders deutlich zeigt. Wir erinnern uns, wie ausgesprochen hell der Vollmond an jenem 9. Februar trotz Totalität schien (Mitte der Finsternis um 20:11 Uhr MEZ), und wie die für eine Mondfinsternis charakteristische, kupferrote Färbung nahezu ausblieb. Vielmehr schummerte unser Nachbar damals in einem hellen orange-beigen Ton (vergl. Abbildungen 2 bis 4). Ganz anders dagegen hat der Verfasser die 86er-Finsternis in Erinnerung: Sie trat etwa so ein, wie man aufgrund von Beschreibungen in Astronomiebüchern eine Mondfinsternis erwarten durfte; nicht sehr dunkel, die Vollmondscheibe aber tiefrot verfärbt und der Kernschattenrand orangegelb eingesäumt.

Der folgende Beitrag beschreibt die Faktoren, denen Helligkeit und Färbung einer Mondfinsternis zugrunde liegen und zeigt auf, wie es unter Berücksichtigung der einzelnen Punkte möglich ist, für die bevorstehende Totalverfinsterung im kommenden Dezember eine Helligkeitsprognose abzugeben.



Das rote Sonnenlicht

Die Erdatmosphäre bricht gleich einem festen transparenten Körper schräg einfallendes, weisses Sonnenlicht in die einzelnen Regenbogenfarben. Der für uns sichtbare Teil des elektromagnetischen Spektrums liegt im Wellenlängenbereich von 390 (Violett) bis 690 Nanometer (Rot). Kurzwellige Strahlen werden in der Luft viel stärker gestreut als das langwellige rote Licht. Dies ist auch der Grund dafür, weshalb die auf- oder untergehende Sonne meist nach rot hin verfärbt wird. Diese Wirkung ist umso stärker, je mehr Dunst, Staub oder Smog (über Städten und Industriegebieten) in der Luft liegt. Grundsätzlich wäre das Problem der atmosphärischen Brechung in physikalischer Betrachtungsweise recht einfach, würde sich die Gashülle wie ein homogener Körper der Form einer Hohlkugel verhalten. Wegen des geschichteten Aufbaus der Erdatmosphäre ist die Lichtbrechung in diesem Medium aber äusserst kompliziert. Nicht nur die starke Temperaturzunahme in der Strato- und Thermosphäre, sondern auch die unterschiedliche Dichte und chemische Zusammensetzung der einzelnen Atmosphärenschichten tragen zu dieser Inhomogenität bei und beeinflussen im wesentlichen den Verlauf des Strahlengangs. Die Refraktion hängt also nicht allein von der Wellenlänge des Lichtes, sondern auch vom Zustand des lichtbrechenden Gasgemisches über dem Erdterminator (Licht-Schatten-Grenze) ab. Dieser Zustand ist aber aufgrund regional bedingter und ständig ändernder Temperatur-, Druck- und Dichteschwankungen vollkommen instabil und der Brechungskoeffizient des Lichtes dadurch in allen Bereichen der Atmosphäre verschieden.

Vulkanischer Staub trübt die Stratosphäre

Der komplexe Aufbau der irdischen Atmosphäre macht es an sich schon schwierig, das Brechungsverhalten des Sonnenlichtes in diesen verschiedenen Medien exakt zu beschreiben.

Tabelle 1:

Zeitlicher Verlauf der totalen Mondfinsternis vom 9. und 10. Dezember 1992

16: 10	Uhr MEZ	Mondaufgang
21: 00	Uhr MEZ	Vollmond 8° südwestlich Nath, 9° nordöstlich Aldebaran
21: 55. 2	Uhr MEZ	Eintritt in den Halbschatten
22: 40	Uhr MEZ	Halbschatten wird allmählich von blossem Auge sichtbar
22: 59. 2	Uhr MEZ	Eintritt in den Kernschatten (P 109°)
00: 06. 6	Uhr MEZ	Beginn der Totalität
00: 41	Uhr MEZ	Vollmond, Stier
00: 44. 0	Uhr MEZ	Mitte der Finsternis (Grösse: 1 ,276)
01: 21. 5	Uhr MEZ	Ende der Totalität
02: 28. 9	Uhr MEZ	Austritt aus dem Kernschatten (P 253°)
02: 50	Uhr MEZ	Halbschatten verblasst
03: 32. 8	Uhr MEZ	Austritt aus dem Halbschatten

Nach: Fred Espenak; Fifty Year Canon of Lunar Eclipses, 1986-2035

Abbildung 2:
Mondfinsternis vom 9.2.1990. Newton-Teleskop 200/1000 mm, 1/2 sek auf Kodachrome 200. Das Bild gibt am ehesten den visuellen Eindruck wieder. (Aufnahme: J. Alean, Sternwarte Bülach)

Abbildung 3:
9.2.1990, 20:45 Uhr MEZ. Daten wie in Abbildung 2, aber 60 sek belichtet. Auf dieser überlang belichteten Aufnahme werden die Hintergrundsterne sichtbar (der Mond befand sich zur Zeit der Finsternis im Sternbild Löwe). Weil auf den Mond nachgeführt wurde, sind die Sterne zu Strichen verschmiert (Aufnahme: J. Alean, Sternwarte Bülach)

Völlig unmöglich erscheint dies infolge der vorhin erwähnten Inhomogenitäten. In der Troposphäre, den untersten zehn Kilometern, sorgt das Wettergeschehen, also Wolkenbildung und Wind, für Unruhe. Ebenso bedeutungsvoll ist die Reibung bodennaher Luftmassen an der Erdoberfläche durch die Erdrotation und Vorgänge wie Vulkanausbrüche und extreme Wald- oder Buschbrände. Dass heftige vulkanische Tätigkeit mit enormem Ascheauswurf einen Einfluss auf den Helligkeitsgrad einer Mondfinsternis ausübt, geht aus geschichtlichen Quellen hervor, in denen von einem vollständigen Verschwinden des Mondes zum Zeitpunkt der Totalität die Rede ist. So auch am 16. Juni 1816 nach der gewaltigen Explosion des Tambora auf Java im März 1815. Vulkanologen schätzen, dass bei dieser grössten Eruption in historischer Zeit nicht weniger als 30 Kubikkilometer (3 Milliarden Kubikmeter) pulverisierte Asche und andere Auswurfsmaterialien (Schwefelsäure-Aerosolwolken) in die Stratosphäre geschleudert wurden, die in einem Umkreis von 500 km während rund vier Tagen vollkommene Dunkelheit verursachten. Auch die verheerende Explosion der Insel Krakatau (Sundastrasse) vom 27. und 28. August 1883 liess den Vollmond am 4. Oktober des darauffolgenden Jahres sehr dunkel erscheinen. Feinster Staub wurde durch die gigantische Eruptionssäule bis 40 km hoch an den oberen Rand der Stratosphäre geschleudert und durch die starken Höhenwinde (jet streams) praktisch in der ganzen Erdatmosphäre verteilt. Diese Staubpartikel bewirken eine zusätzliche Abschwächung des roten Sonnenlichtes. Da dieser feine "Film" über Monate hinweg die hohen Sphären trüben kann, muss die Wirkung nicht unbedingt schon bei der nächsten Mondfinsternis zur Geltung kommen, sondern kann sich unter Umständen bis zu einem Jahr oder länger verzögern.

Abbildung 4:
9.2.1990, 20:05 Uhr MEZ. Newton-Teleskop 500/2500 mm, 2 sek auf Kodachrome 200. Die Aufnahme wurde nachträglich durch Umkopieren auf Kodachrome 25 kontrastverstärkt. Die Farben kommen dadurch übertrieben stark zur Geltung, das Bild entspricht also keinesfalls dem visuellen Eindruck. Allerdings lassen sich so die Albedounterschiede der Mondoberfläche besser darstellen. Besonders auffällig ist links der sehr helle Krater Aristarchus, obwohl er im tiefsten Kernschattenbereich liegt. Es handelt sich bei ihm um eine der hellsten Mondformationen. Bei Aristarchus wurden wiederholt sogenannte "Lunar Transient Phenomena", also kurzzeitige, aussergewöhnliche Lichterscheinungen beobachtet. Seine Helligkeit ist auf dieser Aufnahme allerdings normal (Aufnahme: J. Alean, Sternwarte Bülach).

Ausserirdische Faktoren

Im Zusammenhang mit den turbulenten Vorgängen in der Troposphäre spielt auch die jahreszeitlich unterschiedliche Sonneneinstrahlung eine wichtige Rolle. So wie der ständige Wechsel von Tag und Nacht Temperaturunterschiede mit sich bringt, äussern sich jahreszeitliche Unterschiede durch Veränderungen der darüberliegenden Atmosphärenschichten. Dort fallen zusätzlich auch ausserirdische Einflüsse ins Gewicht. So bewirkt der Mond beispielsweise atmosphärische Gezeiten. Noch bedeutungsvoller dürften aber die je nach Sonnenaktivität unterschiedlich starken Teilchenströme der Sonne sein,

welche sowohl die Elektronendichte als auch die Höhe der Atmosphäre beeinflussen. Nach einem besonders heftigen Sonnenflare, wie wir ihn am 19. Oktober 1989 im H-α-Licht mitverfolgen konnten, löst der Sonnenwind eigentliche Ionosphärenstürme aus.

Die Mondlumineszenz

Der französische Astronom André Danjon entdeckte, dass ein offensichtlicher Zusammenhang zwischen dem Dunkelgrad einer Mondfinsternis und dem elfjährigen Sonnenzyklus besteht. Er beobachtete die hellsten Mondfinsternisse (Tabelle 2, Stufe 3 und 4), jene mit der stärksten Lumineszenz, stets kurz vor einem Sonnenfleckenminimum, nämlich dann, wenn die aktivsten Zonen auf der Sonne nahe des Äquators liegen. Zwischen 1900 und 1965 traten zum Beispiel sieben Sonnenminima ein, welche alle von einem Absinken der Helligkeit der Mondfinsternisse begleitet waren. In zwei Fällen musste vulkanische Aktivität als Störfaktor berücksichtigt werden. Eine Erklärung für die Beziehung zwischen der Helligkeit einer Mondfinsternis und der Sonnenaktivität können wir in der bereits erwähnten Mondlumineszenz suchen. Dieses "kalte Leuchten", darunter versteht man eine nicht durch hohe Temperatur verursachte Lichtemission eines Körpers, hat seinen Ursprung in der Bestrahlung mit andersartigem Licht. Im zentralen Erdkernschatten, wo das direkte Sonnenlicht fehlt und die Beleuchtung auf etwa 1:10000 des ursprünglichen Wertes bei Vollmond reduziert ist, leuchtet die Mondoberfläche zum Zeitpunkt einer Finsternis im Lumineszenzlicht der Korpuskularstrahlung der Sonne, dem sogenannten Sonnenwind. Dieser Teilchenstrom bombardiert die von keiner Atmosphäre geschützte Mondoberfläche ungehindert, da er sich im Gegensatz zu Licht nicht geradlinig fortpflanzt und daher in den Kernschatten eindringen kann. Die Sonnenkorpuskeln werden hauptsächlich aus den Aktivitätszonen auf der Sonne (wo sich auch die Sonnenflecken befinden) durch Eruptionen in den Weltraum hinausgeschleudert. Nach dem Spörerschen Gesetz verlagern sich die Aktivitätszonen nach einem Fleckenminimum von hohen heliografischen Breiten gegen den Äquator hin. Dadurch steigt gleichzeitig die Zahl der auf den Mond niederfallenden Korpuskeln an, wodurch die Lumineszenz seiner Oberfläche zunimmt. Im Minimum wandert die Fleckenzone plötzlich wieder in die hohen heliografischen Breiten zurück; ein neuer Sonnenzyklus kann beginnen.

Tabelle 2:

Fünfteilige Mondfinsternis-Helligkeitsskala nach André Danjon

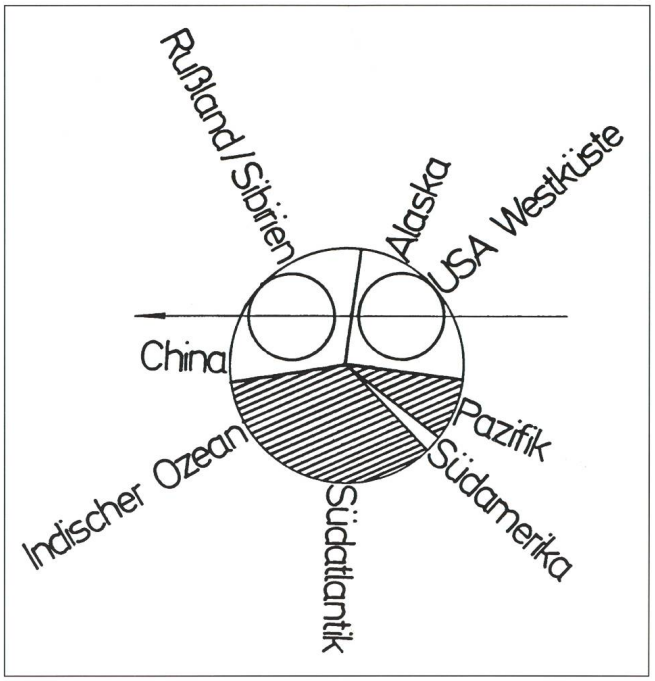
Stufe (L = 0)	Sehr dunkle Mondfinsternisse, bei denen der Vollmond um die Mitte der Totalität nahezu oder völlig unsichtbar wird.
Stufe (L = 1)	Dunkle Mondfinsternisse mit grauer oder bräunlicher Verfärbung.
Stufe (L = 2)	Dunkelrote bis rostfarbene Mondfinsternisse mit einem dunklen Fleck im Schattenzentrum und ziemlich hellen Randpartien.
Stufe (L = 3)	Ziegelrote Mondfinsternisse, bei denen der Schatten oft mit einem hellen oder gelblichen Rand eingesäumt ist.
Stufe (L = 4)	Sehr helle, kupferrote bis orangefarbene Mondfinsternisse mit bläulichem Schattenrand.

Nach: Storm Dunlop; Astronomie für Einsteiger

Wie ist das Wetter am Erdterminator?

Die Helligkeitsprognose für die bevorstehende totale Mondfinsternis vom 9./10. Dezember 1992 gestaltet sich in einem Punkt als besonders schwierig. Wie steht es mit den regionalen Wetterverhältnissen am Terminator während der Finsternisnacht? Es ist leicht verständlich, dass Schlechtwetterfronten mit starker Wolkenbildung weniger Sonnenlicht passieren lassen, als wenn keine "Hindernisse" den Strahlengang beeinträchtigen. Trotzdem können wir aufgrund meteorologischer Erfahrungswerte wichtige Angaben bezüglich der Wetterverhältnisse am Erdterminator zum Finsterniszeitpunkt machen. Dazu unterteilen wir den Erdkernschatten in die verschiedenen Zonen unseres Planeten, von denen er während der Totalität indirekt erhellt wird (*Abbildung 5). Da der Vollmond bei dieser Finsternis durch die nördliche Schattenhälfte wandert, sind die Gebiete der Nordhemisphäre unserer Erde wichtiger als die der Südhemisphäre. Im Norden herrscht Winter, was eine starke Abkühlung der grossen Landmassen Asien und Nordamerika zur Folge hat. Hochdruck ist vorherrschend, Wolken und Niederschläge sind rar. Über den noch relativ "warmen" Ozeanen dagegen (das Meer kühlt sich viel langsamer ab als die Kontinente) bilden sich Tiefdruckgebiete, in denen die Luft aufsteigt und zur Wolkenbildung führt. Wie Abbildung 5 zeigt, wird am 9./10. Dezember das Sonnenlicht ausschliesslich über Landflächen gebrochen. Weil in jenen Gebieten mit mehrheitlich gutem Wetter zu rechnen ist, begünstigt dies eine helle Finsternis.

**Abbildung 5:*
Der Erdkernschatten lässt sich bei jeder Mondfinsternis in die Regionen unseres Planeten unterteilen, von denen er während der Totalität indirekt beleuchtet wird. Unter Umständen liefern uns solche Karten nachträglich interessante Informationen bezüglich "Durchsichtigkeit" der Atmosphärenschichten über dem Erdterminator während der Finsternisnacht.
** Vergl. dazu den Beitrag von J. Alean in dieser ORION-Ausgabe.*



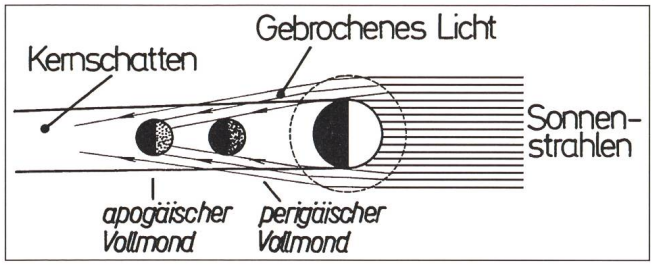


Abbildung 6:
Perigäische und apogäische Mondfinsternisse sind nicht gleich dunkel. Der Grund: Ein in Erdnähe stehender Vollmond steht wesentlich weiter vom Scheitel der Kernschattenspitze entfernt und empfängt dadurch weniger indirektes Sonnenlicht als ein apogäischer Vollmond.

Geometrische Faktoren

Etwas einfacher ist die Prognose für die Finsternis unter Berücksichtigung der geometrischen Bedingungen. Es ist ein grosser Unterschied, ob die Vollmondscheibe zentral oder randnah durch den Erdkernschatten zieht. Am 9. Februar 1990 betrug die Grösse der Finsternis lediglich das 1,080-fache des Mondscheibendurchmessers, weshalb es keineswegs verwunderlich ist, dass sie so hell war. Im kommenden Dezember dagegen wird der Trabant einiges tiefer eintauchen, ohne jedoch mit seinem Südrand das Schattenzentrum zu berühren (Abbildung 1). Daher dürfen wir annehmen, dass die Erscheinung dunkler ausfallen wird als diejenige von 1990. Wissen wir zusätzlich noch über die Abstandsverhältnisse zwischen Erde und Mond Bescheid, können wir unsere Helligkeitsprognose präzisieren. Perigäische Mondfinsternisse fallen im allgemeinen dunkler aus als apogäische, weil der Mond im ersten Fall weiter vom Scheitel der Kernschattenspitze entfernt steht und dadurch weniger "Rotlicht" empfängt als ein apogäischer Vollmond (Abbildung 6). Die Mondfinsternis im Februar 1990 war eher eine apogäische Finsternis (Erdferne am 2. Februar), was ebenfalls für ihre extreme Helligkeit sprechen würde. Im Dezember 1992 erwartet uns aber eine typische perigäische Verfinsterung (Erdnähe am 13. Dezember). Folglich können wir in diesem Punkt einer eher dunklen Mondfinsternis entgegenblicken.

Sonnenaktivität oder Pinatubo-Staub?

Überprüfen wir als nächstes die Sonnenaktivität: Die 90er-Finsternis fiel unmittelbar ins Fleckenmaximum Ende 1989, Anfang 1990, welches sich mit gigantischen Eruptionen und Flares am 9. Februar 1990 vermutlich ebenfalls bemerkbar machte. Die bevorstehende Finsternis müssten wir konsequenterweise, nach dem Spörerschen Schema, "eher" in Richtung Minimum ansiedeln. Doch scheint dies in der Tat unrealistisch: Die Sonnenfleckenrelativzahlen bleiben vorderhand wider Erwarten hoch. Bis zum Minimum könnte es noch "lange" gehen. Trotzdem bedeutet dies einen Helligkeits-Pluspunkt für die kommende Finsternis, denn die Aktivitätszonen tendieren allmählich zum Äquator hin zu verlaufen. Zudem war in den Monaten vor der 90er-Finsternis die Erdatmosphäre durch keine grössere Vulkaneruption verschmutzt worden, was für die bevorstehende totale Mondfinsternis mit Sicherheit nicht zutrifft. Die im Sommer 1991 wieder mächtig ausgebrochenen Vulkane Unzen (Japan) und Pinatubo (Philippinen) haben enorme Aschemengen in die Stratosphäre hinausgeworfen. Mittlerweile hat der Pinatubo-Staub die gesamte Nordhemisphäre der Erde und Teile der Südhalbkugel "eingeäschert" und sorgt selbst in der Schweiz seit mehreren Monaten für farbenprächtige Dämmerungsbögen (Abbildung 7). Meiner Meinung nach wird sich diese Verunreinigung am 9./10. Dezember durch eine sehr dunkle Totalität bemerkbar machen.

Synthese aller Faktoren und die Prognose

Die Synthese aller beschriebenen Faktoren habe ich in Tabelle 3 zusammengestellt und sie versucht nach der Danjonschen Helligkeitsskala einzustufen. Interessant ist dabei der Vergleich mit der Mondfinsternis vom 9. Februar 1990. Die damals vorgängig prognostizierte Helligkeit traf tatsächlich mit geringer Abweichung ein. Zur Verfeinerung der Danjon-

Abbildung 7:
Knapp einen Monat nach der Explosion des philippinischen Vulkans Pinatubo konnten wir anlässlich unserer Sonnenfinsternisexpedition auf Hawaii farbenprächtigen Sonnenauf- und -untergängen beiwohnen. Auch die Dämmerungsfarben waren viel kräftiger nach rot hin verfärbt als wenn die Stratosphäre frei von vulkanischer Asche gewesen wäre. (Aufnahme: T. Baer: 50mm, 5 sek auf Kodachrome 64, Hawaii)

Tabelle 3:

Helligkeitsprognose für die Mondfinsternis vom 9./10. Dezember 1992

Faktor:	**Mondfinsternis vom 9. Februar 1990**	**Mondfinsternis vom 9./10. Dezember 1992**
	Danjonstufe (L)	Danjonstufe (L)
Grösse der Finsternis (Tiefe):	3,5	2,5
Abstandsverhältnis Erde-Mond:	2,5	1,5
Sonnenaktivität:	4,0	3,5
Vulkanismus:	4,0	0,5
Wetter am Terminator:	3,0	3,0
TOTAL:	17,0 : 5 =	11,0 : 5 =
Helligkeit (L):	**3,4**	**2,2**
	(helle Finsternis zwischen Stufe 3 und 4)	(dunkle Finsternis zwischen Stufe 2 und 3)

skala habe ich Halbschritte wie 1,5 oder 2,5 eingeführt, um die Beurteilung etwas zu verfeinern. So bedeutet zum Beispiel die Helligkeit L = 2,5 nicht "zwischen 2 und 3", sondern "2 oder 3". Die erfreuliche Übereinstimmung der damaligen Finsternisprognose mit der tatsächlich eingetretenen Helligkeit des Mondes während der Totalität hat mich dazu bewogen, für 1992 eine ähnliche Prognose abzugeben. Die für die kommende Finsternis in Tabelle 3 aufgelisteten Helligkeitswerte stehen in Abstimmung mit den Werten von 1990. Auffallend ist, dass mit Ausnahme der Sonnenaktivität und dem Wetter die 92er-Finsternis eher in Richtung "dunkel" tendiert, was einerseits auf die bahngeometrischen Gegebenheiten, andererseits aber vor allem auf den vulkanischen Einfluss zurückgeführt werden muss. Meine Prognose sagt demnach eine Finsternishelligkeit der Stufe L = 2,2 voraus.

Literatur

H. U. Keller: Das Himmelsjahr 1992; Fred Espenak: Fifty Year Canon of Lunar Eclipses: 1986-2035; DTV-Atlas zur Astronomie, Argyris Sfountouris: Kometen, Meteore und Meteoriten, Spektrum der Wissenschaft: Die Dynamik der Erde; "Die Atmosphäre" Katia und Maurice Krafft †: Die Vulkane der Welt; Mondo-Verlag, Storm Dunlop: Astronomie für Einsteiger; Kosmos Naturführer

Adresse des Autors:
THOMAS BAER, AGZU, Taleggstrasse 12, CH – 8424 Embrach

Meteorite

Urmaterie aus dem interplanetaren Raum

direkt vom spezialisierten Museum

Neufunde sowie klassische Fund- und Fall-Lokalitäten
Kleinstufen – Museumsstücke

Verlangen Sie unsere kostenlose Angebotsliste!

Swiss Meteorite Laboratory

Postfach 126 CH-8750 Glarus
Tél. 077/57 26 01
Fax: 058/61 86 38

Der CELESTRON Händler Ihrer Region gibt Ihnen gerne weitere Informationen.

Ramstein Optik AG
Sattelgasse 4
Basel
061 261 58 88

Daniel Baumann
Rue du Château 10
La Sarraz
024 53 10 59

Brillen Trotter AG
Martin-Disteli-Str. 46
Olten
062 26 23 10

Bärtschi Optik AG
Zeitglockenlaube 4
Bern
031 22 77 44

Muller de Malm Optique SA
Place St-François 4
Lausanne
021 312 85 31

Optik Walz AG
Unterer Graben 1
St. Gallen
071 22 63 01

Droguerie-Photo Ledermann SA
Rue du Canal 24
Bienne
032 22 41 51

Ottico P. Michel
Via Nassa 9
Lugano
091 23 36 51

Schwarz-Gloor Opticien SA
Rue du Lac 48
Yverdon-les-Bains
024 21 22 60

Ottico Michel
Corso S. Gottardo 32
Chiasso
091 44 50 66

Ecker AG
Kapellplatz 10
Luzern
041 51 29 30

Kochoptik AG
Bahnhofstrasse 11
Zürich
01 221 23 50

Photo Hall SA
Confédération 5
Genève
022 310 14 24

Valcentre Optique
Rue de la Poste 3
Martigny
026 22 54 54

Foto Shop Schaerer
Pelikanstrasse 8
Zürich
01 221 21 44

Generalvertretung
für die Schweiz:

proastro
P. WYSS PHOTO-VIDEO EN GROS
Dufourstr. 124 Tel. 01 383 01 08
8034 Zürich Fax 01 383 00 94