

# Lichtblitze auf dem Mond

*Einschläge kosmischer Gesteinsbrocken auf dem Mond verursachen Lichtblitze, die sich von der Erde aus nachweisen lassen. Amateurastronomen und Forscher nutzen hierfür moderne Videokameras. Schon bald bietet sich eine günstige Gelegenheit, um einen eigenen Versuch zu wagen: der Meteorstrom der Perseiden, der alljährlich in den Tagen um den 12. August seine größte Aktivität entfaltet.*

Von Bernd Gährken

**D**ie von unzähligen Kratern zernarbte Oberfläche unseres Mondes zeugt von einem heftigen Bombardement, dem der Erdtrabant vor mehreren Milliarden Jahren ausgesetzt war. Dabei entstanden zahlreiche große Krater, die seither neben den dunklen Maregebieten den Anblick unseres kosmischen Nachbarn bestimmen. Noch heute gibt es – wenngleich in viel geringerem Ausmaß – einen ständigen Zustrom von Gesteinsbrocken. Da der Mond keine dichte Atmosphäre besitzt, treffen sie seine Oberfläche völlig ungebremst. Die dabei als Wärme und Licht freigesetzte Energie hängt von der Masse und Geschwindigkeit des einschlagenden Himmelskörpers ab. Sie reicht häufig aus, um Leuchterscheinungen auszulösen, die von der Erde aus sichtbar sind. Die beobachtete Helligkeit lässt auf die Zerstörungskraft eines solchen Ereignisses schließen.

Die Impakte lassen sich auf der dunklen Seite der Mondoberfläche nachweisen, beispielsweise in der Zeit zwischen Neumond und dem ersten Viertel. Beim Auftreffen entstehen Lichtblitze, deren systematische Beobachtung sich dazu eignet, die Verteilung kleinerer und mittlerer Meteoroiden im Erde-Mond-System zu er-

fassen, die Satelliten und Raumstationen gefährlich werden könnten. Mit modernen Videokameras gelang es Forschern und Amateurastronomen, eine Reihe von Impakten im Bild festzuhalten.

Auch Sie können solche Ereignisse mit Ihrem Teleskop verfolgen. Vor allem während eines Meteorstroms ist die Einfallsrate kosmischer Partikel erhöht: Sie treffen dann nicht nur die Erde, sondern auch den Mond. Die nächste gute Gelegenheit, Impakte zu beobachten, bietet der Strom der Perseidenmeteore, der in den Tagen um den 12. August 2013 sein nächstes Aktivitätsmaximum erreichen wird (siehe Kasten S. 70).

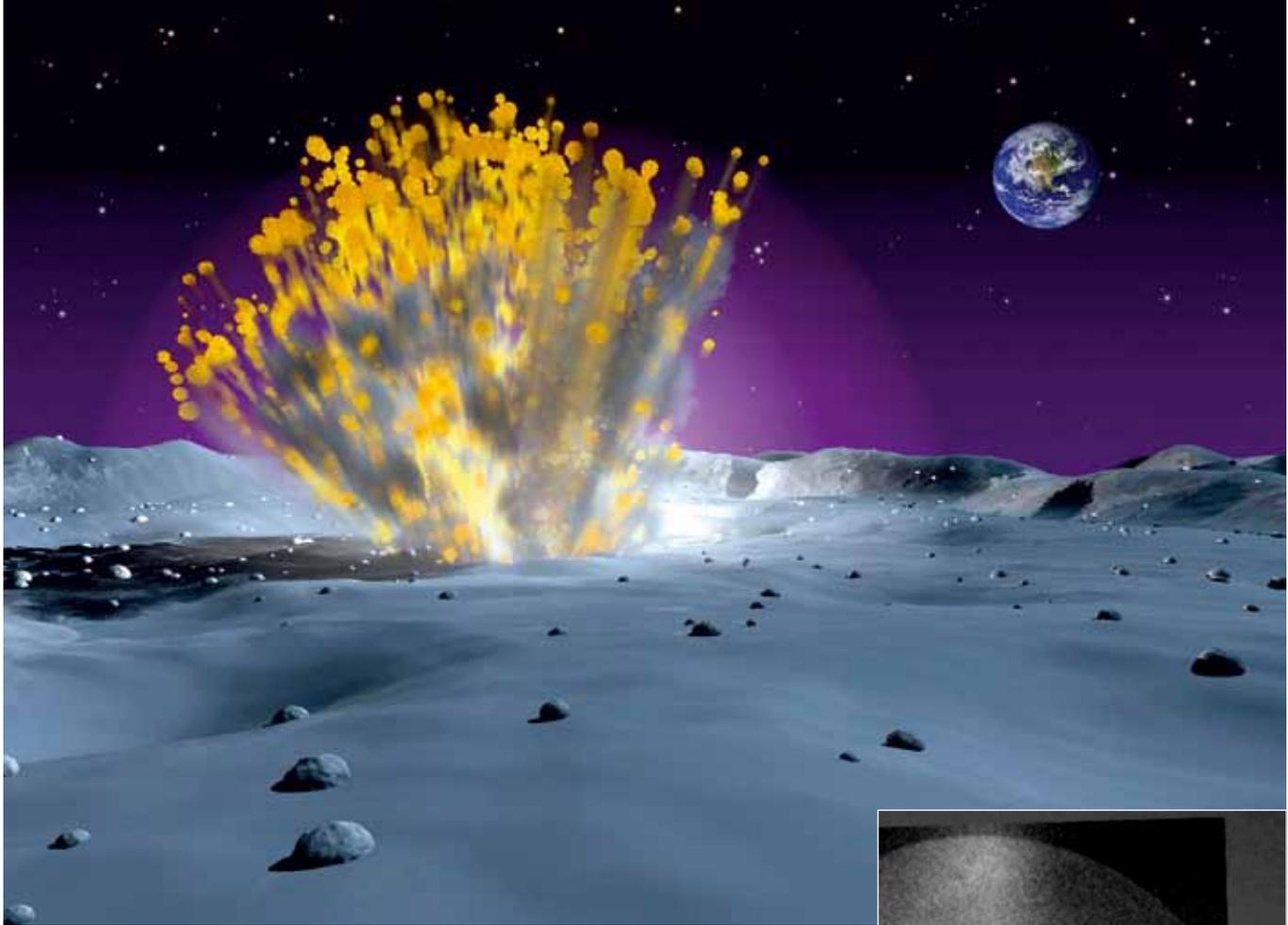
## **Leonidenstürme brachten erste Erfolge**

Die ersten fünf Einschläge auf dem Mond wurden während des starken Leonidenstroms 1999 nachgewiesen, als auf der Erde bis zu 3000 Meteore pro Stunde sichtbar waren. Damals ließ sich immerhin ein Impakt pro Stunde registrieren. Bei der nächsten Gelegenheit, im Jahr 2000, stand der Vollmond auf der Sichtlinie zum Radianten, so dass alle Impakte auf der Mondrückseite stattfanden. Erst im Jahr 2001 war die Geometrie wieder günstig, so dass die Beobachter bei vergleichbarer

Sturmstärke fünf weitere Ereignisse aufzeichneten. Die Forschung interessierte sich besonders für den Vergleich der Fallraten auf dem Mond und der Erde. Eine Feuerkugel mit einer Helligkeit von  $-10$  mag in der Erdatmosphäre sollte einem  $3$  mag hellen Einschlag auf dem Mond entsprechen. Während sich die Helligkeiten von Feuerkugeln in der Erdatmosphäre nur schwer schätzen lassen, sind sie bei Mondimpakten gut messbar.

Die damals veröffentlichten Berichte zeigten, dass die Rate der Einschläge etwas unterhalb des erwarteten Werts lag. Es gab also weiteren Forschungsbedarf, und in der Folgezeit griffen mehrere Arbeitsgruppen das Thema auf. Im Jahr 2000 startete die Association of Lunar and Planetary Observers (ALPO) ein erstes Programm zur regelmäßigen Beobachtung. Weitere Projekte gab es von der International Occultation Timing Association (IOTA) und der British Astronomical Association (BAA). Ab dem Jahr 2005 begann auch das Marshall Space Flight Center (MSFC) der US-Raumfahrtbehörde NASA mit regelmäßigen Messungen und widmete den Impakten eine eigene Website.

Die Zeit der Leonidenstürme war nach dem Jahr 2002 vorbei, weshalb normale Meteorströme sowie sporadische Stern-



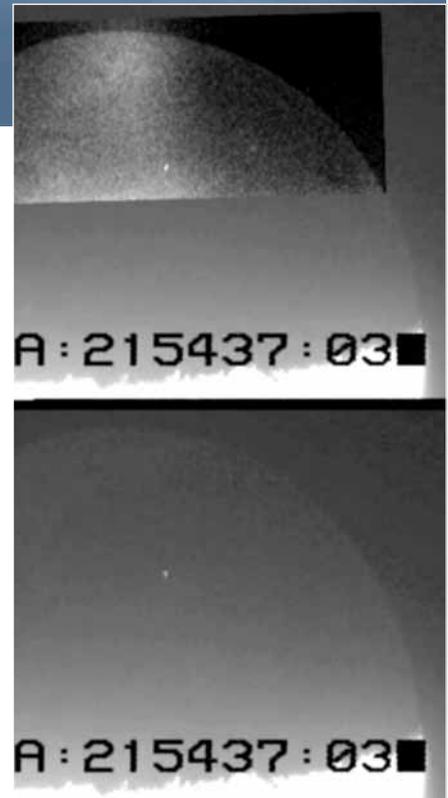
schnuppen zunehmend in den Fokus der Forschung gerieten. Alle Projekte bemühten sich von Anfang an darum, auch Amateurastronomen für ihre Ziele zu begeistern. Denn je größer die Zahl der Beobachter ist, desto größer ist auch die Chance, einen der viel selteneren sporadischen Impakte zu erwischen.

Ein ausdauerndes Hinsehen lohnt sich: Erst kürzlich, am frühen Morgen des 17. Mai 2013 gegen 5:50 Uhr MESZ beobachteten Forscher der NASA einen Einschlag, der rund zehnmals heller als alle bislang bekannten Ereignisse dieser Art war. Der Impakt erzeugte einen 4 mag hellen Lichtblitz, der sogar mit dem bloßen Auge sichtbar gewesen wäre. In der gleichen Nacht erfassten Weitwinkeloptiken, mit denen die NASA den Himmel überwacht, ebenso wie Kameras der University of Western Ontario, eine ungewöhnliche Häufung heller Meteore, die tief in die Erdatmosphäre eindringen. Die Rückberechnung ihrer Bahnen ergab, dass sie sich auf nahezu gleichen Wegen aus dem Asteroidengürtel der Erde angenähert hatten. Offenbar war das gesamte Erde-Mond-System gleichzeitig von diesem sporadischen Ereignis betroffen, dessen Ursache eine kosmische Trümmerwolke gewesen sein könnte.

Die Leuchterscheinungen der Impakte lassen sich nur auf der Nachtseite des Mondes nachweisen. Ideal ist die Zeit vor dem ersten Viertel und nach dem letzten Viertel. Der unbeleuchtete Mondabschnitt ist dann ausreichend groß, und die Sichel ist nicht so hell, dass sie die dunklen Partien überstrahlt. Ideal wäre es, die Beobachter so gleichmäßig um den Globus zu verteilen, dass der Mond permanent von mindestens zwei Stationen aus überwacht werden kann. Denn eine solche Doppelsichtung vermag eine Fehldetektion unzweifelhaft auszuschließen: Objekte in der Erdatmosphäre, Kameraartefakte oder blinkende Satellitenbruchstücke in einer Erdumlaufbahn wären nur von einem einzigen Standort aus vor der Mondscheibe sichtbar. Hingegen erscheint ein echter Mondimpakt von verschiedenen Beobachtungsorten aus an derselben Stelle auf der Mondoberfläche.

### Mit Amateuerteleskopen und Videokameras

Das Programm des MSFC läuft inzwischen kontinuierlich seit acht Jahren. Im Mittel wird in jedem Monat in etwa zehn Nächten beobachtet. Dabei werden Mondphasen mit Beleuchtungsanteilen von 10 bis 55 Prozent routinemäßig abge-



Bernd Gährken, Otto Farago

Ähnlich wie in der künstlerischen Darstellung ganz oben könnte einem hypothetischen Beobachter auf dem Mond ein kosmischer Impakt erscheinen. Während des Meteorstroms der Quadrantiden im Januar 2009 wurde ein solches Ereignis erstmals von Deutschland aus registriert: Durch zeitgleiche Videoaufnahmen hielten Bernd Gährken in Bayrischzell und Otto Farago in Stuttgart den Impakt im Bild fest. Die beiden Graustufenbilder zeigen ihn jeweils als kleinen Lichtpunkt.

## Gute Kandidaten für Mondimpakte: die Perseiden 2013

Der Meteorstrom der Perseiden wird alljährlich in der Zeit vom 17. Juli bis zum 24. August erwartet. Die Phase der höchsten Aktivität ist erheblich kürzer als dieser Zeitraum, sie dauert nur wenige Tage. Die International Meteor Organisation prognostiziert das kommende Maximum für den 12. August 2013, in der Zeit von 18:15 bis 20:45 Uhr UT. Die Neumondphase liegt dann nur wenige Tage zurück – eine gute Gelegenheit, auf der dunklen Seite des Erdtrabanten nach Impakten zu suchen. Da sich der Ausstrahlungspunkt der Meteore, der so genannte Radiant, nördlich der Ekliptik befindet, genügt es, nur die nördliche Mondhalbkugel zu überwachen. Daher bieten sich auch gute Chancen für Optiken mit längeren Brennweiten.

Einen Beobachtungsauftrag gibt es vom US-amerikanischen Beobachter Brian Cudnik. Er möchte die intensive Überwachung auch in den Folgemonaten fortsetzen, denn im September 2013 beabsichtigt die NASA, den Lunar Atmosphere and Dust Environ-

ment Explorer (LADEE) zu starten, um den Staub im Mondumfeld genauer zu untersuchen. Diese Mission soll unter anderem den Zusammenhang zwischen Mondimpakten und der sehr dünnen Mondatmosphäre erforschen. Mit ein wenig Glück lassen sich einzelne von LADEE detektierte Staubkörner sogar den aufgezeichneten Impakten zuordnen. So gäbe es lokal zuweisbare »Bodenproben« – ohne dass eine aufwändige Mondlandung nötig wäre.

Während des Perseidenmaximums befindet sich der Mond im südlichen Teil der Ekliptik: Vom 10. bis zum 14. August durchläuft er die Sternbilder Jungfrau, Waage und Skorpion. Das Maximum ist sehr breit, somit lässt sich die Aktivität während des gesamten Zeitraums überwachen. Geometrisch ideal wäre die Situation auf

**Die Mondphasen am 11., 12. und 13. August 2013, jeweils um 21 Uhr MESZ (von links).**

NASA / GSFC / Arizona State University, Virtual Moon Atlas



deckt. Der Erfolg blieb nicht aus: Bis zum Jahr 2013 registrierten die Forscher 294 Impaktkandidaten. Die dabei eingesetzte Ausrüstung ist auch bei manchen Amateurastronomen vorhanden. Ideal ist eine lichtstarke Optik mit geringer Brennweite, um einen möglichst großen Bereich auf dem Mond abzudecken. Das MSFC nutzt zwei Schmidt-Cassegrain-Teleskope mit 14 Zoll Öffnung, deren Brennweite mit einem Reducer auf  $f/3,3$  verringert wird.

Bei Brennweiten um 1,2 Meter können handelsübliche Videochips große Teile des Mondes erfassen. Sie arbeiten mit Raten von 50 oder 60 Einzelbildern pro Sekunde (englisch: frames per second, fps). Damit lassen sich die Impakte auf mehreren Frames ablichten und auf diese Weise zeitlich auflösen. Als ideal erwiesen sich Überwachungskameras mit hochempfindlichen rauscharmen Mikrolinsenchips. Im Amateurbereich sind diese Kameras unter den Markennamen Mintron und Watec weit verbreitet. Sie

liefern ein analoges Signal, das sich mit einem Framegrabber in ein digitales Bild umwandeln lässt und dann mit einem Computer verarbeitet wird. Für PCs gibt es Framegrabber als passende Steckkarten. Jedoch sind auch externe Geräte erhältlich, so genannte Video-Konverter, die meist über USB-Anschluss verfügen.

Videokameras liefern bis zu 50 Halbbilder pro Sekunde. So entstehen innerhalb einer Nacht hunderttausende einzelner Aufnahmen. Um diese gewaltige Datenflut verwalten zu können, wird in das Videobild eine Uhr eingeblendet, die jede Aufnahme mit einem exakten Zeitstempel versieht (siehe Bilder S. 69). Die dazu verwendeten Timeinserter arbeiten mit einer Funkuhr, die eine zeitliche Auflösung von 0,01 Sekunden besitzt. Die notwendige Genauigkeit wird bei älteren Geräten durch die Abstimmung mit dem Funksignal von DCF 77 erreicht, eines in Mainflingen betriebenen Langwellensenders der Physikalisch-Technischen Bun-

desanstalt. Neuere Timeinserter arbeiten mit dem weltweit verfügbaren Zeitsignal des Global Positioning System (GPS) der NASA.

Außerhalb starker Meteorströme werden sporadische Ereignisse registriert. Irdische Beobachter sehen dann etwa sechs sporadische Meteore pro Stunde am Himmel und innerhalb von 24 Stunden etwa einen sporadischen Impakt auf dem Mond. Bei Meteorstürmen ist die Aktivität jedoch erheblich größer: Die Perseiden können leicht 60 Meteore pro Stunde erreichen, die Geminiden sogar mehr als 120 Meteore pro Stunde. In diesen Fällen genügen oft schon zweieinhalb Stunden Beobachtungszeit, um ein Einschlagereignis auf dem Mond nachzuweisen.

Anlässlich der Quadrantiden 2009 unternahm Otto Farago von der Volkssternwarte Stuttgart und Bernd Gärhken von der Bayerischen Volkssternwarte München ihren ersten Versuch, einen Mondimpakt von Deutschland aus zu

der Südhalbkugel, denn dort verläuft die Ekliptik steiler zum Horizont als in Mitteleuropa, so dass der Mond für mehrere Stunden am dunklen Nachthimmel steht. Eine vergleichbar gute Gelegenheit wird es erst während der Eta-Aquariden im Mai 2014 geben.

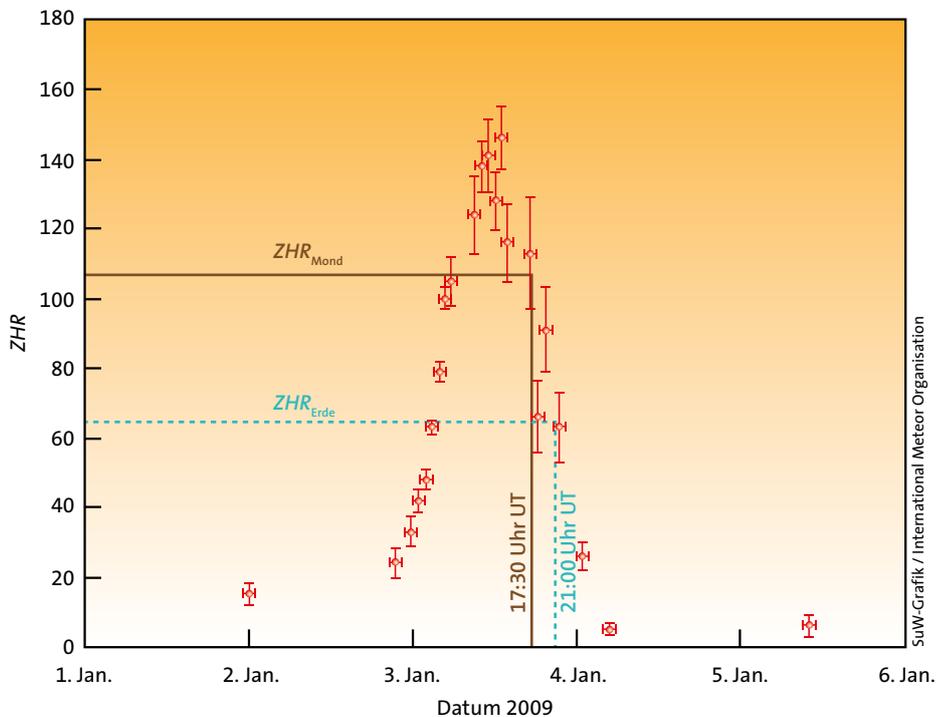


NASA / Ames / GSFC

Die von der NASA entworfene Sonde LADEE wird die äußerst dünne Gashülle des Mondes, die so genannte Exosphäre, und die Verteilung des Staubs in seiner Umgebung erforschen.

fotografieren. Die Quadrantiden sind ein Meteorstrom mit einem sehr spitzen Maximum, das nur wenige Stunden dauert, und die Fallraten sind stark variabel. Für den 3. Januar 2009 wurde ein besonders starkes Maximum vorhergesagt. Tatsächlich ergaben Messungen der International Meteor Organisation um die Mittagszeit eine auf den Zenit bezogene Rate (englisch: zenithal hourly rate, ZHR) von 146 Meteoren pro Stunde (siehe Diagramm rechts oben).

Der Mond befand sich zu dieser Zeit im ersten Viertel. An dieser Position folgt er der Erde auf ihrer Bahn um die Sonne im Abstand von wenigen Stunden. Das Maximum der Quadrantiden sollte den Mond demnach am Nachmittag erreichen. In Stuttgart standen ein Vier-Zoll-Refraktor und eine daran angeschlossene Watec-Kamera bereit. In München war an diesem Abend Hochnebel zu erwarten. Deswegen verlagerte ich meinen Standort um 90 Kilometer in südöstlicher Richtung



SuW-Grafik / International Meteor Organisation

Die Datenpunkte zeigen den Verlauf der im Jahr 2009 auf der Erde beobachteten ZHR des Quadrantidenstroms. Am 3. Januar folgte der Mond der Erde auf ihrer Bahn um rund 3,5 Stunden nach: Kurz vor 21 Uhr UT, als die Beobachter den Impakt registrierten, durchlief der Mond denjenigen Teil des Stroms, den die Erde bereits gegen 17:30 Uhr UT passiert hatte. Dementsprechend lag die ZHR auf dem Mond zur Zeit des Impakts höher als auf der Erde.



Bernd Gährken, NASA / GSFC / Arizona State University, Virtual Moon Atlas

Der Mondimpakt vom 3. Januar 2009 (Pfeil) ereignete sich südwestlich des Kraters Kepler. Der rechteckige Streifen links ist ein Ausschnitt aus der Videoaufnahme von Bernd Gährken. Das Bild wurde einer für den Beobachtungszeitpunkt berechneten Karte des Mondes überlagert.



Marat Achmetwalejew

**Kosmische Geschosse wie der Meteoritenfall im russischen Tscheljabinsk sind relativ selten – darauf deuten die aus Mondimpakten gewonnenen Daten hin.**

nach Bayrischzell, um auf 1200 Meter Höhe dem Dunst zu entgehen. Als mobiles Gerät nutzte ich ein Newton-Teleskop mit sechs Zoll Öffnung sowie eine Mintron-Kamera. Die Wetterbedingungen waren an beiden Standorten wechselhaft, doch gelang es, mehrere Stunden Videomaterial aufzuzeichnen. Die Auswertung war allerdings schwieriger als gedacht.

**Aufwändige Suche nach Lichtblitzen**

Die NASA bietet eine kostenlose Software für das Betriebssystem DOS im Internet an, die Videosequenzen automatisch durchsucht. Die erfolgreiche Anwendung des Programms erfordert allerdings Daten in professioneller Qualität – ohne wechselnde Mondpositionen, durchziehende Wolken und sich ändernde Helligkeiten. Unsere Daten vom 3. Januar 2009 entstanden leider mit schlecht abgestimmten Montierungen bei Wind und durchziehenden Wolken. Versuche, sie dem NASA-Format anzupassen, scheiterten kläglich.

Die Kameras arbeiteten mit 50 Halbbildern pro Sekunde. Pro Stunde ergibt dies 90 000 Vollbilder, und wir mussten einige 100 000 Aufnahmen bewältigen.

Ohne eine technische Lösung blieb das Material fast zwei Jahre lang unangetastet. Statistische Überlegungen ergaben jedoch, dass die Daten sehr wahrscheinlich ein Impakt ereignis enthalten mussten. Zudem meldeten US-amerikanische Beobachter in der gleichen Nacht eine weitere positive Sichtung – und dies bei geometrisch deutlich schlechteren Bedingungen.

Im Mai 2011 hatte sich noch immer keine brauchbare Auswertungssoftware gefunden, und so wurden die Videos noch einmal herausgesucht und per Hand ausgewertet. Die sehr mühsame Prozedur dauerte bei acht Stunden Arbeitszeit pro Tag mehrere Wochen. Doch die Quälerei war nicht umsonst: Tatsächlich fand sich ein sehr vielversprechender Kandidat! Er war auf dem Video aus Bayrischzell auf sieben Bildern mit jeweils  $\frac{1}{50}$  Sekunde Belichtungszeit nachweisbar. Die Freude war groß, als sich dieser Impakt auch in den Daten aus Stuttgart verifizieren ließ. Dort wurde mit 25 fps gearbeitet, und der Lichtblitz ist bei schlechterem Signal-zu-Rauschverhältnis und Kompressionsartefakten auch nur auf zwei Bildern zu

erkennen. Für eine Bestätigung war die Datenqualität jedoch völlig ausreichend. Der Zeitpunkt und die Position auf dem Mond passten perfekt (siehe Bilder S. 69).

Hilfreich bei der Auswertung war, dass auf dem dunklen Teil der Mondoberfläche gewöhnlich noch Einzelheiten sichtbar sind, an denen sich ein Beobachter orientieren kann. Dank des von der Erde auf den Mond reflektierten Sonnenlichts, des so genannten sekundären Lichts oder Erdscheins, zeichneten sich in unseren Aufnahmen einige Mare sowie der helle Krater Aristarch ab. Dies ermöglichte es, das registrierte Ereignis mit einer Mondkarte zu überlagern. Demnach liegt der Einschlagsort bei 40 Grad westlicher Länge und 5,5 Grad nördlicher Breite – unweit des Kraters Kepler (siehe Bild S. 71 unten).

Auch die Helligkeit des Impakts ließ sich bestimmen. Ein Vergleich mit Sternen, die auf den Videos gut sichtbar sind, ergab für den Lichtblitz eine scheinbare Helligkeit von rund 6 mag. Die Masse eines etwas helleren Leoniden-Impaktors aus dem Jahr 2001 wurde zu 2,5 Kilogramm berechnet. Bei dem Impakt vom 3. Januar 2009 handelte es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um einen Quadrantiden. Berücksichtigt man, dass sich die Par-

tikel dieses Meteorstroms viel langsamer bewegen als diejenigen der Leoniden, so kommt eine Masse des Impaktors von bis zu fünf Kilogramm in Betracht. Der beim Impakt neu entstandene Krater könnte einen Durchmesser von etwa zehn Metern besitzen.

Unsere Beobachtung reichten wir beim Marshall Space Flight Center ein. Dort erfasst die NASA diejenigen als bestätigt geltenden Impaktereignisse, die nicht gleichzeitig von ihren Mitarbeitern nachgewiesen werden konnten, in einer Liste. Unser Eintrag erhielt die Nummer 13 und ist dort der erste bekannte Nachweis aus Deutschland. Die Nummer 12 ist der erste Eintrag aus der Schweiz: Steffano Sposetti und Marco Iten wurden am 11. Februar 2011 erstmals fündig. Ihr Impakt wurde zwar später aufgezeichnet, aber früher entdeckt. Inzwischen gelang es den beiden Beobachtern, zehn weitere Ereignisse erfolgreich nachzuweisen! Und die Chancen stehen gut, dass es im Jahr 2013 weitere Einträge in die Liste der NASA geben könnte (siehe Kasten S. 70).

### Mondimpakte und irdische Treffer

Nach dem Meteorfall von Tscheljabinsk am 15. Februar 2013 mit mehr als tausend Verletzten gab es in Russland zahlreiche Stimmen, die eine genauere Überwachung des Himmels forderten (siehe SuW 4/2013, S. 22). Hierzu kann die Beobachtung von Mondimpakten einiges beitragen: Der Erdtrabant eignet sich ideal als Detektor, um die Masseverteilung von Kleinstkörpern in unserer näheren kosmischen Umgebung zu erforschen, die sich wegen

ihrer geringen Größe der direkten Sichtung entziehen. Eine im Jahr 2006 publizierte Arbeit schätzt auf der Grundlage von Mondimpakten die Zahl der irdischen Treffer mit mehr als einem Kilogramm Masse auf rund 80000 pro Jahr. Große Einschläge mit einer Explosionskraft von mehr als 15 Kilotonnen sollten demnach nur einmal pro Jahr vorkommen. Der Einschlag bei Tscheljabinsk entfaltete eine Explosionskraft von etwa 500 Kilotonnen und kann als seltenes Ereignis gewertet werden. Auf der Grundlage des herkömmlichen Datenmaterials ist ein derartiger Treffer statistisch nur im Abstand von mehreren Jahrzehnten zu erwarten.

Die DSP-Satelliten des US-Militärs, welche die gesamte Erdoberfläche überwachen, liefern jedoch eine erweiterte Datenbasis. Sie suchen nach Raketenstarts, registrieren aber auch die Wärmestrahlung von Feuerkugeln. Die Auswertungen deuten darauf hin, dass sogar wöchentlich Meteoriten die Erdoberfläche erreichen. Die meisten von ihnen gehen aber – glücklicherweise – über menschenleeren Regionen wie Ozeanen oder Wüsten nieder. ©



**BERND GÄHRKEN** ist Mitglied der Volkssternwarten in München und Paderborn. Zudem engagiert er sich in der Fachgruppe Astrofotografie der Vereinigung der Sternfreunde e. V. Er besitzt

jahrzehntelange Erfahrung in der Amateurastronomie und ist nicht nur als Beobachter, sondern auch als Autor und Referent auf Tagungen aktiv.

### Literaturhinweise

**Bellot Rubio, L. R. et al.:** Luminous Efficiency in Hypervelocity Impacts from the 1999 Lunar Leonids. In: *Astrophysical Journal* 542, S. 65–68, 2000

**Cudnik, B.:** Lunar Meteoroid Impacts and how to observe them. Springer, Berlin 2010

**Cudnik, B.:** Lunar Meteor Impact Monitoring and the 2013 LADEE Mission. In: *The Society for Astronomical Sciences 31st Annual Symposium on Telescope Science*, S. 29–35, 2012

**Ortiz, J. L. et al.:** Observation and Interpretation of Leonid Impact Flashes on the Moon in 2001. In: *Astrophysical Journal* 576, S. 567–573, 2002

**Ortiz, J. L. et al.:** Detection of Sporadic Impact Flashes on the Moon: Implications for the Luminous Efficiency of Hypervelocity Impacts and Derived Terrestrial Impact Rates. In: *Icarus* 184, S. 319–326, 2006

**Yanagisawa, M. et al.:** Lightcurves of 1999 Leonid Impact Flashes on the Moon. In: *Icarus* 159, S. 31–38, 2002

Youtube-Video des hellen Mondimpakts am 17. Mai 2013:

[www.youtube.com/watch?v=IYloGuUZCFM](http://www.youtube.com/watch?v=IYloGuUZCFM)



Weblinks zum Thema finden Sie unter [www.sterne-und-weltraum.de/artikel/1199615](http://www.sterne-und-weltraum.de/artikel/1199615)

**Neuer APM - Pierro Astro Atmospheric Korrektor mit beidseitigem T2 Anschluß**





*Dieses kleine Teil wird Ihren Blick in den Kosmos für immer verändern.*

Sie brauchen nicht mehr lange zu warten, bis das zu beobachtende Objekt hoch genug am Himmel steht um eine akzeptable Beobachtung zu ermöglichen. Nun können Sie zu jeder Zeit in brillianter Qualität beobachten.

Unser Preis: € 379,-

Der ADC ist ein optisch-mechanisches Zubehörteil, das diese chromatische Abberation korrigiert mittels zwei verdrehbarer Prismen. Durch die Verwendung des ADC erhalten Sie durch Vermeidung von Verzeichnung und Bildverschiebungen ein erheblich besser aufgelöstes Bild.

Artikelnummer: 1126751



Poststrasse 79 • 66780 Rehlingen-Siersburg • Tel: 06835 - 923949-0

www.apm-telescopes.de