

KOMETENJAGD

...oder die unterschiedlichen Möglichkeiten von Profis und Amateuren

VON DR. KAI-OLVER DETKEN, GRASBERG

Über den Aufbau und die Namensgebung von Kometen sowie die Kometenforschung im Allgemeinen hatte ich bereits in der HiPo-Ausgabe 38 [1] ausführlich berichtet. Die Rosetta-Mission der ESA, die momentan höchst aktuell ist und einen Meilenstein in der Raumfahrt darstellt, ist ebenfalls bereits in der Ausgabe 40 [2] im Rahmen unserer Vereinsreise angeschnitten worden. Da sich aber Anfang 2015 erneut ein Komet namens Lovejoy an unserem Himmel eindrucksvoll zeigte und die Rosetta-Mission erfolgreich ihren Lander Philae auf der Oberfläche eines Kometen aufsetzen konnte, machte es aus meiner Sicht durchaus Sinn, erneut über Kometen zu berichten. Diese unberechenbaren eisigen Schmutzbälle, die vielleicht den Schlüssel für das uns bekannte Leben enthalten, faszinieren die Menschheit auch weiterhin.

Am 12. November war es soweit: die Raumsonde Rosetta hatte ihren 10jährigen Flug mit der Landung der Einheit Philae auf dem Kometen 67P/Tschurjumow-Gerassimenko gekrönt. Etwas unspektakulär konnte man Live per Videostream auf den ESA- und DLR-Seiten verfolgen, wie das Wissenschaftsteam auf die Monitore starrte und gebannt das Manöver verfolgte. Als Zuschauer sah man leider weder Oberflächenbilder noch Messdaten, um mit fiebern zu können. Letztendlich war es nur an den Gesichtern der Wissenschaftler zu erkennen, dass die Mission erfolgreich verlief (Abbildung 1). Das hätten die Amerikaner sicherlich besser in Szene gesetzt, da es sich bei diesem Manöver schließlich um einen weiteren Meilenstein der Raumfahrttechnik gehandelt hat. Denn, nie zuvor war eine 20jährige Mission, die 10 Jahre Vorplanung und 10 Jahre Raumflug beinhaltete, zur Erreichung eines beweglichen Objektes im Welt- raum, so punktgenau abgeschlossen worden.

Erst einige Stunden später wurde klar, dass die Landung doch nicht ganz so reibungslos verlief, sondern das sich der Lander erst beim dritten Bodenkontakt an der Oberfläche halten konnte - allerdings nur auf zwei



Abb. 1: Rosetta-Team im europäischen Raumfahrtkontrollzentrum ESOC in Darmstadt [3].

statt drei Beinen. Trotzdem war die gesamte Mission ein toller Erfolg der europäischen Raumfahrt, über den dieser Artikel u.a. berichten möchte. Zusätzlich wird auch die Jagd nach dem aktuellen erdnahen Kometen Lovejoy (C/2014 Q2) mit einbezogen, wodurch die unterschiedlichen Möglichkeiten von Profi- und Hobbyastro-

nomen nebenbei verdeutlicht werden.

Die Rosetta-Mission der ESA

Die erste Planung der Rosetta-Mission begann bereits im Jahre 1992. Demnach sollte Rosetta im Januar 2003 aufbrechen, um den Kometen 46P/Wirtanen 10 Jahre später besuchen zu können. Aufgrund von Start-

schwierigkeiten der Ariane-5-Rakete musste der Start aber verschoben werden. Damit war der ursprünglich auserkorene Komet nicht mehr erreichbar. Auf der Suche nach einer Alternative wurde der Komet 67P/Tschurjumow-Gerassimenko ausgewählt und im März 2004 konnte die Raumsonde dann auch ohne Probleme starten. Da keine derzeit existierende Trägerrakete in der Lage ist, eine solche Nutzlast direkt auf die Bahn eines Kometen zu bringen, mussten verschiedene Swing-by-Manöver durchgeführt werden, die sie mehrmals zurück zur Erde brachte (2005, 2007 und 2009), um neuen Schwung zu holen. Dies funktioniert aufgrund der wesentlich größeren Masse eines Planeten gegenüber einer Raumsonde, so dass man durch solche Manöver Raumflugkörper beschleunigen, aber auch abbremsen kann. Zudem kann dadurch eine große Menge Treibstoff gespart werden, so dass eine Trägerrakete weniger Last in den Weltraum mitnehmen muss.

Im Jahr 2005 trat Rosetta dann erstmals in die Öffentlichkeit, da sie im Juli den Einschlag der Sonde Deep Impact auf den Kometen 9P/Tempel 1 aus 80 km Entfernung beobachtete. Deep Impact ist eine NASA-Mission, die den Kometen 9P/Tempel 1 zum Ziel hatte. Statt einen Lander auf die Oberfläche zu setzen, schoss man ein 372 kg schweres Projektil auf den Kometen ab. Das herausgeschleuderte Material wurde von den Instrumenten der Sonde analysiert und auch von Teleskopen auf der Erde beobachtet. So war es erstmals möglich einen Blick auf das Innere eines Kometen zu werfen, was besonders für die Erforschung der Entstehung des Sonnensystems von Vorteil ist, da dieses Material aus genau dieser Zeit stammt. Rosetta beobachtete dieses Ereignis u.a. durch das UV-Spektrometer ALICE, um die Gase und die chemische Zusammensetzung analysieren zu können [10]. Das freigesetzte Gas nach dem Aufprall auf dem Kometen breitete sich in einer Geschwindigkeit von 1 km/s aus, während die Staubteilchen größtenteils

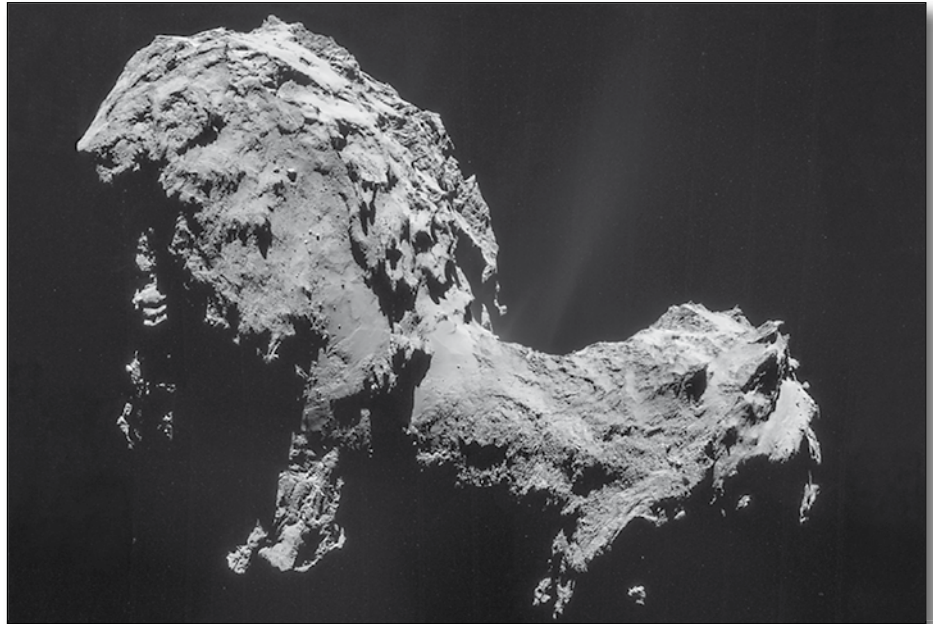


Abb. 2: Komet 67P/Churyumov-Gerasimenko, aufgenommen von Rosettas NAVCAM-Kamera [11]

wieder auf den Kometen zurückfielen. Es wurde dabei sehr viel pulverförmiges Material abgegeben, so dass die Sicht auf den Einschlagskrater leider völlig verdeckt wurde. Durch den Einschlag konnte Spuren von Wassereis und Kohlendioxid sowie Karbonate, komplexe organische Verbindungen, Silikate und Tonminerale nachgewiesen werden. Die Zusammensetzung und Menge des Auswurfmaterials ähnelte daher bereits untersuchten Kometen der Oortschen Wolke. Neu war allerdings, dass man zum ersten Mal verschiedene geologische Schichten ausmachen konnte, die evtl. durch den Zusammenschluss zweier unterschiedlicher Körper entstanden sein können.

Im Juli 2010 passierte Rosetta dann den Asteroiden (21) Lutetia in nur 3 km Entfernung. Neben der Erforschung des Asteroiden, der immerhin einen Umfang von 100 km besitzt, stand auch ein Test der Instrumente auf dem Programm, da die vorhandenen 10 wissenschaftlichen Experimente des Landers Philae bis dahin große Kälte aushalten mussten. Danach, rund ein Jahr später, versetzte man Rosetta allerdings in einen Tiefschlafmodus, da man Energie sparen wollte und dadurch nur den Bordcomputer sowie einige Heizelemente zur „Lebenshaltung“ anließ. Im Januar 2014 war

man daher im Kontrollzentrum recht angespannt, als man die Raumsonde wieder aufwecken wollte. Dies klappte aber problemlos, zu großer Erleichterung der verantwortlichen Ingenieure (siehe Abbildung 1). Anschließend wurden wieder alle Instrumente auf ihre Funktionsfähigkeit getestet und mit Software-Updates ausgestattet. Den Lander Philae weckte man im März 2014 auf. Nun konnte der letzte Kurs zum Kometen aufgenommen werden, den man im August 2014 endlich erreichte.

Erfolgreicher Abschluss der Mission und erste Ergebnisse

Im August 2014 schwenkte Rosetta in die Umlaufbahn des Kometen 67P/Tschurjumow-Gerassimenko ein. Erste Fotos wurden mit der NAVCAM-Kamera von Rosetta gemacht und die Bilder analysiert. Doch die ersten Aufnahmen waren ein Schock. Der Komet bestand nicht aus einem Einzelkörper, sondern schien sich aus zwei verschiedenen Körpern gebildet zu haben. Er erinnerte in seiner Zusammensetzung daher eher an eine Ente (siehe Abbildung 2), was das Finden eines geeigneten Landeplatzes um einiges mehr erschwerte. Zudem wusste man zu wenig über die Zusammensetzung der Oberfläche, weshalb

nicht klar war, ob die Harpunen und Eisschrauben überhaupt Halt finden würden. Da es nur einen Versuch gab und auch keine andere Alternative, wurde Philae am 12. November 2014 von Rosetta abgetrennt und in Richtung des Kometen abgestoßen. Nach ca. sieben Stunden berührte der Lander erstmals den Kometen, wobei er zwei weitere Anläufe benötigte, um auf der Oberfläche zur Ruhe zu kommen. Das lag u.a. auch daran, weil die Anpress-Rückstoßgasdüse sowie die Harpunen und Eisschrauben nicht funktionierten. Er konnte sich aber immerhin mit zwei Beinen festsetzen, wobei aber durch die neue Position kein optimales Bescheinen der Solarpanels mehr gegeben war. Daher konnte Philae nicht so lange am Leben erhalten werden, wie ursprünglich geplant: statt mehreren Wochen konnte die Sonde nur 2 Tage und 7 Stunden durchhalten. Die wesentlichen Messungen konnten aber trotzdem vorgenommen werden, so dass die Mission als voller Erfolg gewertet wird. Nach der Übertragung aller Messdaten ist sie wieder in einen Schlafmodus versetzt worden. Der Komet selbst ist nun in Richtung Sonne unterwegs, die er im August 2015 in einem Abstand von 193 km passieren wird. Bis dahin wird man versuchen Philae noch einmal zum Leben zu erwecken, wobei der Strahlungsdruck der Sonne jetzt zunimmt und negative Auswirkungen auf die Instrumente haben kann.

Folgende 11 Instrumente stehen an Bord von Rosetta zur Verfügung:

ALICE: Ultraviolett-Spektrometer sucht nach Edelgasen, deren Verteilung etwas über die Umgebungstemperatur während der Entstehung des Sonnensystems vor ca. 4,5 Milliarden Jahren aussagen.

OSIRIS: Bildgebungssystem mit zwei Kameras zur Orientierung sowie Fotografie von Partikelwolken und Kometenoberfläche.

VIRTIS: Bildspektrometer, das gering bis mittel aufgelöste Bilder vom Kometenkern schießen soll, wodurch

sich die räumliche Verteilung gefundener Elemente erkennen lässt.

MIRO: Mikrowellen-Spektrometer misst für verschiedene Moleküle die Ausgasungsrate aus dem Kometenkern.

ROSINA: Massenspektrometer, das Ionen und Neutralgasteilchen nachweisen kann, wodurch die schwache Kometenatmosphäre untersucht werden soll.

COSIMA: ein weiteres Massenspektrometer, welches die Häufigkeit von Elementen, Isotopen und Molekülen bestimmen soll.

MIDAS: hochauflösendes Rastersonden-Mikroskop, das die Feinstruktur einzelner Staubteilchen abbilden kann.

RPC: beinhaltet einen Ionen- und Elektronendetektor sowie ein Magnetometer, um die physikalischen Eigenschaften des Kerns und seiner Koma sowie die Wechselwirkung mit der Sonne zu untersuchen.

CONSERT: überträgt Radiowellen zum Kometen, um damit dessen Struktur untersuchen zu können.

GIADA: untersucht die Koma und bestimmt die Anzahl, Größe und Geschwindigkeit der darin befindlichen Staubkörner.

RSI: bestimmt das Gravitationsfeld des Kometenkerns und daraus wiederum seine Masse sowie Massenverteilung.

Der Lander Philae beherbergt weitere zehn teilweise ähnliche Ins-

trumente, die mit Rosetta in Verbindung stehen, um sie als Relaisstation nutzen und per Funkverbindung die Daten zur Erde schicken zu können. Ihr Schwerpunkt liegt in der Untersuchung der Oberfläche des Kometen (z.B. durch den **APXS-Sensorkopf** unterhalb des Landers zur chemischen Analyse), indem u.a. auch Bodenproben mittels des Bohrers **SD2** entnommen und den Instrumenten **COSAC**, **CIVA** und **PTOLEMY** bereitgestellt werden können. Das stereoskopische Panorama-Kamerasystem Comet Nucleus Infrared and Visible Analyzer (CIVA) kann dafür auch als Mikroskop fungieren und zeigte mit größerer Verzögerung auch erste Panoramabilder des Kometen. Dies lag an der anfallenden Datenmenge, die erst einmal zur Erde übertragen und ausgewertet werden musste. Die Temperatur und Wärmeleitfähigkeit des Bodens wird durch **MUPUS** untersucht, während **SESAME** die Struktur des Materials durch Analyse der Schallausbreitung bestimmt. Weitere Instrumente sind **CONSERT** (misst die elektromagnetische Wellenausbreitung), **ROLIS** (ein Bilddatensystem) und **ROMAP** (bestehend aus Fluxgate-Magnetometer, elektrostatischen Analysator und Faraday-Becher).

Nach der Landung startete Philae (siehe Abbildung 3) sofort mit seinen verschiedenen physikalisch-chemischen Messungen. Der Untergrund



Abb. 3: Philae setzt auf dem Kometen auf, künstlerische Darstellung [12]

wurde, entgegen vorherigen Annahmen, als sehr hart empfunden. Dies liegt wahrscheinlich daran, dass der Boden aus Wassereis besteht, das von einer dicken Staubschicht bedeckt ist. Es wurde zusätzlich die Anwesenheit von organischen Molekülen festgestellt. Allerdings kann noch nicht gesagt werden, um welche Moleküle es sich hierbei handelt. Aktuelle Neuigkeiten können unter [9] auf den DLR-Webseite abgerufen werden.

Ein neuer Komet am Nachthimmel

Aber auch für die Hobbyastronomen bleiben Kometen spannende Himmelsobjekte. Am 17. August 2014 entdeckte der Hobbyastronom Terry Lovejoy einen neuen Kometen, den er seiner Sammlung erfolgreicher Entdeckungen hinzufügte. Der Komet besaß zu diesem Zeitpunkt eine scheinbare Helligkeit von nur 15 mag. Diese nahm aber rasch zu, so dass er bereits im Dezember eine Helligkeit von 7,4 mag und im Januar ca. 4,5 mag hatte. Dadurch wurde er so hell, dass man ihn bei gutem Landhimmel bereits mit bloßem Auge sehen konnte (allerdings in unseren Breitengraden eher durch „indirektes Sehen“). Leider machte das Wetter einen Strich durch diese Rechnung, da der Januar äußerst regen- und teilweise schneereich ausfiel, weshalb oftmals nur Wolkenlücken genutzt werden konnten.

So hetzte ich auch am 14. Januar von der Firma nach Hause, um diesen Abend für einen ersten Blick bzw. ein erstes Foto von Lovejoy zu nutzen. Zuerst suchte ich ihn mit meinem Fernglas auf und war erstaunt wie groß er ausfiel. Eine wolkenähnliche Struktur ließ sich ausmachen, die ungefähr die Größe der Andromeda-Galaxie(!) aufwies und wie ein Kugelsternhaufen aussah. Nur, dass an dieser Stelle normalerweise keiner zu sehen ist. Danach nordete ich meine Montierung ein und ging mit meinem ED70-Refraktor auf die Jagd. Nachdem ich zuerst keinen Erfolg mit der Eingabe der Ephemeriden (Koordinaten) des gleichen Tages hatte, gab



Abb. 4: Lovejoy (C/2014 Q2) mit Canon 1000Da, Brennweite 420 mm, 1.600 ASA. von K.-O. Detken

ich die Daten für den kommenden Abend ein und hatte ihn sofort mitig im Fokus. Daran konnte man sehen, dass der Komet doch recht schnell unterwegs war. Der Schweif ließ sich allerdings kaum erkennen - weder visuell noch fotografisch, wie auch die Abbildung 4 zeigt. Das lag zum einen sicherlich am Seeing, da andere Sternenfreunde mehr Erfolg hatten. Zum anderen lag es aber auch daran, dass der Schweif sehr filigran und unscheinbar war, den man nur unter besten Bedingungen aufnehmen, aber visuell nicht erkennen konnte. Immerhin wurden 82 Bilder á 60 sec aufaddiert, ohne den Schweif zufriedenstellend abbilden zu können. Da übrigens auf den Kometen die Bilder zentriert wurden sind die Sterne in Abbildung 4 zu Strichspuren verzogen.

Am 07. Januar kam Lovejoy der Erde immerhin auf 70 Mio. km nahe, was einer halben Sonnendistanz ungefähr entspricht. Er ist ein langperiodischer Komet, den wir leider in unserem kurzen Leben nicht mehr zu Gesicht bekommen werden, da er eine Umlaufzeit um die Sonne von ca. 14.000 Jahren besitzt. Der Komet erreichte sein Perihel (sonnennächsten Punkt) am 30. Januar 2015. Ab Februar 2015 wurde seine scheinbare Helligkeit wieder schlechter. Er bescherte uns im Januar und Februar aber trotzdem in den vorhandenen Wolkenlücken einige schöne Momente. So flog er am 17. Januar an den Plejaden vorbei, was in den Astroforen und der Kometenportalseite [8] durch einige schöne Bilder belegt wurde.



Abb. 5: Lovejoy (C/2014 Q2) bei 200 mm Brennweite mit Canon 6D von N. Mrozek [5]

Ein Paradebeispiel einer solchen Aufnahme zeigt die Abbildung 5 von Norbert Mrozek, der ebenfalls wie ich der Fachgruppe „Astrofotografie“ der Vereinigung der Sternfreunde (VdS) [7] angehört. Die Fachgruppe hat über 50 Mitglieder und nimmt folgende Aufgaben wahr:

1. Beantwortung von Anfragen zu theoretischen Grundlagen und Praxis der Astrofotografie
2. Publikation von Artikeln in astronomischen Zeitschriften
3. Veranstaltung einer jährlichen astronomischen Tagung (BoHeTa) in Bochum zum Zwecke des Erfahrungsaustauschs mit anderen Sternfreunden
4. Deep-Sky-Treffen in Bebra, das jährlich mit der Fachgruppe „Visuelle Deep-Sky-Beobachtung“ durchgeführt wird



Die Aufnahme in Abbildung 5 zeigt, wie lang der Schweif bei einer Brennweite von 200 mm ist und wie filigran der Aufbau. Die Plejaden (M 45) sind ebenfalls hier abgebildet worden, weshalb man auch einen guten Größenvergleich hat. Da das Bild sich nur aus 15 Einzelbildern á 60 sec zusammensetzt, kann man erkennen, dass das Seeing und die Lichtempfindlichkeit des Objektivs ($f/3,5$) gerade hierbei wichtige Komponenten dargestellt haben.

Ein weiteres Schweifbild in der Abbildung 6 von Oliver Schneider, ebenfalls ein sehr aktives VdS-Fachgruppenmitglied, verdeutlicht ebenfalls sehr schön den Aufbau des Kometenschweifs. Diese Aufnahme wurde mit einer empfindlicheren CCD-Kamera aufgenommen, bei 560 mm Brennweite und einer hohen Lichtempfindlichkeit von $f/2$, die er durch den Einsatz eines C11-Schmidt-Cassegrains mit HyperStar erreichte. Die Einzelbelichtungen entsprechen dabei wieder 60 sec, aber es sind ungleich mehr Informationen auf diesem Bild vorhanden. Das Bild wurde zudem aus fünf Bildern zu einem Mosaik zusammengesetzt. Durch solche präzisen Aufnahmen sind Veränderungen des Schweifes bereits mit den Mitteln eines Hobbyastronomen erkennbar. So wurde Anfang Januar eine Verdickung des Schweifes festgestellt und Mitte Januar ein Schweifabriss dokumentiert. Letzterer ist ebenfalls ein Grund dafür, dass man zwar einen sehr langen Schweif sehen konnte, der aber sehr schwierig fotografisch festzuhalten war. An der Abbildung 6 kann man auch erkennen, dass der Komet verschiedene Schweife ausgebildet hat, die sehr fein aufgliedert werden, später fast ganz verschwinden und dann wieder zusammengeführt deutlicher hervortreten, letzteres ist nur auf dem Originalbild zu erkennen! Ohne diesen Schweifabriss wäre also der Komet noch etwas auffälliger am Himmel erschienen.

Dieser sog. Schweifabriss wurde auch von mir am 13. Februar zufällig aufge-

nommen. Ich hatte noch nicht aufgegeben, um den Schweif ebenfalls deutlicher abbilden zu können. Dieses Mal hatte ich allerdings meine Canon 700D im Einsatz, die lichtempfindlicher als meine Canon 1000D, aber nicht für Astroaufnahmen modifiziert ist. Das spielte in diesem Fall aber auch keine Rolle, da keine H-Alpha-Empfindlichkeit gefordert war. Daher nutze ich die höhere ISO-Zahl von 3.200 ASA, um den Schweif besser einfangen zu können, was mir auch gelang, wie die Abbildung 7 zeigt.

Der Schweifabriss, der auch als „Disconnect Event“ bezeichnet wird, wird durch zwei Randbedingungen ermöglicht. Zum einen zeigt der Kometenkern eine erhöhte Aktivität, die anschließend schnell wieder weniger wird. Zum anderen schließt sich das an den Sonnenwind gekoppelte interplanetare Magnetfeld um den Kometen-Ionenschweif. Der Ionenschweif ist allgemein von der Sonne weggerichtet, weil die elektrisch geladenen Gasatome und -moleküle an die ebenfalls geladenen Atome und Moleküle des Sonnenwindes angekoppelt sind. Bei erhöhter Kometenaktivität schließen sich die Feldlinien schneller um den Schweif herum, verbinden sich schneller an die Ionen im Schweif und beschleunigen die dünnen Schweifteile stärker als die zuvor ausgestoßene Gaswolke darüber. Es scheint der Schweif abzureißen, so dass man eine dichte Gaswolke beobachten kann, die von einem dünneren Schweif verfolgt wird. Je höher die Sonnenaktivität ist, desto häufiger kann es einen solchen sog. Schweifabriss geben, da dann das Magnetfeld auch stärker ist und die Ionendichte im Sonnenwind höher. [4] Allerdings sind die Umstände, die zu einem Schweifabriss führen, noch nicht endgültig erforscht. Ein interessantes Gebiet daher auch für Hobbyastronomen. Aber auch die Zusammensetzung des Kometenkerns kann durch Amateuraufnahmen analysiert werden, indem Spalt-Spektrographen zum Einsatz kommen. Dadurch

Abb. 6: Lovejoy (C/2014 Q2) bei 560 mm Brennweite mit Moravian G2-8300m.

sind auch Hobbyastronomen in der Lage das Farbspektrum zu untersuchen und den Kern auf seine Bestandteile zu zerlegen. So lässt sich auch aus der Ferne die Zusammensetzung erkennen und einen kleinen Teil zur Kometenforschung beitragen - und das, mit wesentlich geringerem Aufwand.

Fazit

An den vier unterschiedlichen Bildern von Lovejoy lässt sich auf jeden Fall erkennen, dass man mit sehr unterschiedlichen Ausrüstungen die Kometenjagd antreten kann. So reicht es bei größeren Kometen durchaus aus (und ist teilweise auch vorteilhaft) kleinere Brennweiten zu verwenden, um den Schweif in seiner ganzen Länge abbilden zu können. Eine DSLR-Kamera mit 200 mm Teleobjektiv auf einer Reisemontierung nachgeführt, kann dann bereits erste gute Ergebnisse erzielen. Wenn man allerdings die Schweifstruktur und den Kometen selbst detaillierter abbilden will, sind größere Brennweiten unabdingbar. Hier gilt aber auch wieder ein möglichst schnelles Öffnungsverhältnis zu verwenden, da Kometen so rasant unterwegs sind, dass längere Belichtungszeiten den Kometen bzw. den Schweif regelrecht verwischen lassen. Belichtungszeiten von über 1 min sind dann bereits ein Problem. Bei kleineren Brennweiten kann man durchaus auch bis zu 3 min belichten, da der Komet sich langsamer durch das Blickfeld bewegt. Mehr sollte aber auch hier nicht die Regel sein, so dass es auch hier auf eine hohe Lichtstärke des Objektivs ankommt. Zusätzlich sollte die Kamera ebenfalls über eine hohe Lichtempfindlichkeit verfügen.

Kometen sind nach wie vor faszinierende Himmelsobjekte. Dies liegt besonders an ihren unberechenbaren Eigenschaften, was den Zeitpunkt und ihr Erscheinen am Himmel betrifft. Dabei gehen Profi- und Hobbyastronomen sehr unterschiedlich bei der Erforschung der eisigen Schmutzbälle vor. Während der Profiastronom inzwischen per Raumsonde zu den Kometen selbst unterwegs ist, um direkt Bodenproben zu nehmen und Messungen vor Ort durch-



Abb. 7: Lovejoy (C/2014 Q2) mit Canon 700D, 420 mm Brennweite, 3.200 ASA.

von K.-O. Detken

zuführen, ist der Hobbyastronom auf seine eigenen Bilder angewiesen. Diese werden allerdings immer besser und detaillierter, so dass hierüber auch bereits Erforschungen des Schweifs oder des Kometenkerns vorgenommen werden können, um Rückschlüsse über seine Zusammensetzung und Beschaffenheit zu erhalten. Daher ergänzen sich die

Ergebnisse von Profi- und Hobbyastronomen durchaus. Nicht ohne Grund werden inzwischen ein Großteil der unbekannteren Kometen von eben Hobbyastronomen wie Terry Lovejoy überhaupt erst entdeckt.

Kai-Oliver Detken



LITERATURHINWEISE

- [1] Kai-Oliver Detken: Besucher aus dem All - über schmutzige Schnee- oder eisige Schmutzbälle. Die Himmelspolizey, Ausgabe 02/14, Heft-Nr. 38, Vereinszeitschrift der Astronomische Vereinigung Lilienthal e.V., ISSN 1861-2547, Lilienthal 2014
- [2] Kai-Oliver Detken: Berlin, Berlin, wir fahren nach Berlin: AVL-Vereinsfahrt zwischen astronomischer Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Die Himmelspolizey, Ausgabe 04/14, Heft-Nr. 40, Vereinszeitschrift der Astronomische Vereinigung Lilienthal e.V., ISSN 1861-2547, Lilienthal 2014
- [3] Jürgen Mai: Signal received from Rosetta. Lizenz: CC-BY-SA-2.0, Haupt-Kontrollraum Europäisches Raumflugkontrollzentrum (ESOC) in Darmstadt, Hessen, Deutschland. Freude über das „Erwachen aus dem Winterschlaf“ der Rosetta-Kometenonde am 20. Januar 2014
- [4] R. Wegmann: Kometen im Sonnenwind. Erläuterung zum Schweifabriss, URL: http://www.mpa-garching.mpg.de/HIGHLIGHT/1999/highlight9910_d.html, zuletzt abgerufen: 28.02.2015
- [5] Norbert Mrozek: Comet Lovejoy C/2014 Q2 am 2015.01.17. 21:11 UT, Teleobjektiv 200 mm, L bei Blende 3.5, Canon 6D, 15 x 60s
- [6] Oliver Schneider: Lovejoy C/2014 Q2 am 21.01.2015. Helligkeit: 5,2 mag, Aufnahmezeitpunkt: 21.01.2015 / 17:25 - 18:16 UT, Kamera: Moravian G2-8300m, Instrument: C11 HyperStar, Gesichtsfeld: 111x84 Bogenminuten, Filter: Baader L, Einzelbelichtungszeit: 5x1 min für jedes Bild des Mosaiks, Gesamtbelichtungszeit: 25 min, kein Guiding, Aufnahmeort: Leopoldshöhe
- [7] VdS Fachgruppe Astrofotografie: <http://www.vds-astro.de/fachgruppen/astrofotografie.html>, zuletzt abgerufen: 28.02.2015
- [8] Portalseite zum Thema Kometen: <http://www.kometen.info>, zuletzt abgerufen: 28.02.2015
- [9] Europas Kometenjäger: Die Mission Rosetta. <http://www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10394/>, zuletzt abgerufen: 28.02.2015
- [10] ESA: Rosetta monitors Deep Impact. http://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Rosetta_monitors_Deep_Impact, 20. Juni 2005, zuletzt abgerufen am 14. Februar 2015
- [11] ESA/Rosetta/NAVCAM: Mosaic of four images taken by Rosetta's navigation camera (NAVCAM). On 19 September 2014 at 28.6 km (17.8 mi) from the centre of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, Lizenz: CC BY-SA IGO 3.0, zuletzt abgerufen: 28.02.2015
- [12] DLR German Aerospace Center: Philae setzt auf dem Kometen auf. Lizenz: CC-BY 3.0, https://www.flickr.com/photos/dlr_de/15307802908/