



### Comets and their Origin

Kometen sind primitive Objekte, die fernab der Sonne entstanden, und daher liefern sie wichtige Informationen über die Bildung des Sonnensystems. Diese Himmelskörper

könnten auch in Beziehung zu unserem eigenen Ursprung stehen: Das Auftreten der ersten Lebensformen könnte auf Asteroid- oder Kometen-Einschläge auf der frühen Erde zurückzuführen sein. Davon abgesehen bietet das nahe Vorüberziehen eines Kometen, mit seinem farbigen Schweif, vermutlich das aufregendste Schauspiel am nächtlichen Himmel. Kürzlich erregte die Landung von Philae, der Landeeinheit von Rosetta, auf einem Kometen weltweit Interesse.

Die Veröffentlichung dieses Buches gegen Ende des Jahres 2014 war zeitlich gut mit der Rosetta-Mission der ESA abgestimmt. Der Komet 67P/Tschurjumow-Gerasimenko (kurz: 67P) wurde während des Sommers 2014 angeflogen, und Philae landete am 12. November auf dessen Kern. Nachdem Philae in einer dunklen Zone des Kometen gelandet ist, verbleibt das Modul zurzeit auf 67P, während Rosetta den kleinen Himmelskörper auf seinem Weg in Richtung Sonne umkreist. Der größte Teil des wissenschaftlichen Programms von Rosetta wurde erfüllt, und für dieses Jahr werden weitere Resultate erwartet. Während der Orbiter normal arbeitet, wartet Philae auf eine zweite Gelegenheit, die Oberfläche des Kometen zu vermessen – vorausgesetzt, die Batterien werden im Sommer ausreichend aufgeladen.

Dieses Buch liefert die notwendigen Informationen, um die Ergebnisse von Kometenmissionen wie Rosetta zu interpretieren. Es ist sehr klar und didaktisch geschrieben und dadurch für Wissenschaftler aller Disziplinen zugänglich, was in dem multidisziplinären Feld der Kometenforschung unerlässlich ist. Ich kenne den Autor seit wir im Jahr 1998 an dem Rosetta-Instrument COSAC zusammenarbeiteten, mit dessen Hilfe Aminosäuren unter den beständigen Produkten der UV-Bestrahlung von Präkometen-Eis-Modellen identifiziert werden konnten. Damals beschäftigte ich mich als Doktorand mit Labor-Astrophysik, und Uwe Meierhenrich war ein Postdoktorand mit den Spezialgebieten analytische Chemie und Chiralität, der alles über Kometen und Astrochemie lernen wollte. Sein breit gefächertes Grundwissen ermöglicht es ihm, das Thema aus verschiedenen Richtungen zu beleuchten.

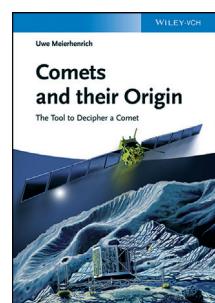
Der erste Teil des Buches fasst den Kenntnisstand zu Kometen und verwandten Themen zusammen. Kapitel 1 gibt eine allgemeine Einführung zu Kometen und Kometenmissionen vor Rosetta. Kapitel 2 diskutiert dann die Bildung von Kometen

und beschreibt die Modelle für Kometenkerne; überdies stellt es die analytischen Verfahren zur Ermittlung der Zusammensetzung von Kometen vor, die Rückschlüsse auf deren Ursprung zulässt. Während sich Kapitel 3 auf Wasser und astrobiologisch signifikante organische Materie in Kometen konzentriert (wobei Laborsimulationen von Prozessen in interstellarem Eis hilfreich sind), dreht sich Kapitel 4 um die Chiralität von Biomolekülen. Beide Kapitel bilden eine Präambel zur In-situ-Analyse organischer Kometenbestandteile durch die Instrumente der Rosetta-Mission, namentlich das Gaschromatographie-Massenspektrometer COSAC, das die Enantiomerenüberschüsse chiraler Verbindungen bestimmen kann.

Der zweite Teil des Buchs beschreibt dann die Rosetta-Mission. Kapitel 5 gibt einen historischen Abriss bis zum Start im Jahr 2004, der in Kapitel 6 bis zum „Aufwachen“ aus der Winterruhe am 20. Januar 2014 fortgeführt wird. Zwei Asteroiden, Steins und Lutetia, wurden angesteuert und mit verschiedenen Messinstrumenten untersucht. Kapitel 7 zeichnet dann die Ereignisse bei Rosettas Begegnung mit dem Kometen nach, beschreibt die Instrumente und ihre Fähigkeiten und skizziert die erwarteten wissenschaftlichen Resultate der Mission. Kapitel 8 stellt schließlich einige der technischen Verbesserungen als Folge der Rosetta-Mission vor und gibt einen Ausblick auf die Zukunft der Kometenforschung.

Der faszinierendste Aspekt des Buchs ist die Möglichkeit, die Ergebnisse einer Kometenmission vorherzusagen, oder zumindest die wissenschaftliche Bedeutung von Rosetta und früheren Missionen einzuschätzen. Glücklicherweise kann dies nun versucht werden, da die ersten wissenschaftlichen Studien von Rosetta erfolgreich abgeschlossen sind. Es war befriedigend, in dem Buch nach Informationen zu stöbern, die bei der Interpretation der Rosetta-Daten von Nutzen waren, oder zu prüfen, ob unser derzeitiges Bild von Kometen modifiziert werden muss. Ich habe mit großem Interesse die Liste bekannter Spezies auf Kometen mit der Zusammenstellung von Molekülen an der staubigen Oberfläche von 67P verglichen, die auf der Grundlage der Daten von COSAC nach der ersten Landung erstellt wurde. Nicht weniger spannend war die Beobachtung, dass sich unter diesen Molekülen einige der Produkte wiederfinden, die nach Bestrahlung und Aufwärmung von Präkometen-Eis-Modellen entstehen. Das Buch ist somit ein nützlicher Leitfaden für verschiedene Forschungen auf dem Gebiet der Kometen.

Versuchen wir also nun, mithilfe des Buches, einige der Ergebnisse von Rosetta einzuschätzen. Der Nachweis organischer Moleküle in Staub von 67P stellt sicherlich eines der wichtigsten Resultate der Rosetta-Mission dar, zusammen mit der langen Liste von Molekülen, die in der Gasphase entdeckt



Comets and their Origin  
The Tools to Decipher a Comet. Von Uwe Meierhenrich.  
Wiley-VCH, Weinheim  
2014. 352 S., geb.,  
125,00 €—ISBN 978-  
3527412815

wurden, als der Komet den sonnenächsten Punkt erreichte, dem großen Deuterium/Wasserstoff-Verhältnis in Wassermolekülen als Hinweis auf die Bildung des ursprünglichen Materials bei tiefen Temperaturen, beispiellosen Bildern von der Oberfläche des zweilappigen Kometenkerns, auf denen Berge, Krater und Felsen zu erkennen sind, dem Fehlen eines Magnetfelds in diesem Komet und vielem mehr. Der Staub, der fast die gesamte Oberfläche von 67P bedeckt, fiel sofort auf. Viele fragten nach seiner Herkunft, und die plausibelste Antwort findet sich auf S. 7 des Buchs: Nach Rickman und Huebner gibt es eine Maximalgröße für Staubpartikel, die von einem Kometenkern abheben können, und diese hängt von der Aktivität des Kometen ab. Im Fall von 67P sammelt sich der Staub auf der Oberfläche während seiner 6.5-jährigen Sonnenumlaufzeit, bis es nahe dem sonnenächsten Punkt zur größten Staubfreisetzung kommt. Interessant ist außerdem die Möglichkeit, dass Kometen der Jupiter-Familie zuvor langperiodische Kometen waren, deren Umlaufbahnen durch die Schwerkraft des Jupiter verändert wurden, sodass 67P in weiter Entfernung von der

Sonne entstanden sein könnte. Das wäre in Einklang mit dem hohen Deuteriumgehalt, den Messungen des Massenspektrometers ROSINA im Rosetta-Orbiter ergaben.

Zusammenfassend hat Rosetta bereits viele neue wissenschaftliche Daten geliefert, und für das Jahr 2015 sind weitere zu erwarten. 67P ist ein aktiver Komet mit allem, was dazugehört – Eis, Minerale und komplexe organische Materie – und möglicherweise ursprünglicher als zuvor gedacht. Dieses Buch ist mit seinen zahlreichen Literaturverweisen ein perfekter Begleiter für die Erforschung von Kometen. Es leitet uns entlang einer Abfolge von Ursprüngen: das Sonnensystem – Eis und Staub – Chiralität – komplexe organische Materie – Kometen – Planeten – frühes Leben – bis hin zu uns selbst.

*Guillermo Manuel Muñoz Caro*  
Center of Astrobiology (INTA-CSIC)  
Torrejon de Ardoz, Madrid (Spanien)

**Internationale Ausgabe:** DOI: 10.1002/anie.201503887  
**Deutsche Ausgabe:** DOI: 10.1002/ange.201503887