



## Hayabusa erobert den Asteroiden Ryugu [3. Okt.]

Es ist soweit: nicht die Amerikaner und nicht die Europäer, sondern die japanische Raumfahrtbehörde JAXA landet als Erste auf einem **Asteroiden**.

Beginnen wir von vorn: die **Asteroidenmission Hayabusa 2** (jap. はやぶさ2, Wanderfalke, „Hayabusa 2“) ist die Nachfolgemission von *Hayabusa 1* (*Muses-C*) und fliegt zum **Asteroiden (162173) Ryugu** („Ryugu“) und zurück. Der Name des Asteroiden stammt von einem Unterwasserpalast einer Drachengottheit aus der japanischen Mythologie.



### Die **Ziele der Mission:**

- Untersuchung des Asteroiden Ryugu vom *Typ C*;
- der Wechselwirkungen zwischen Mineralien, Wasser und *organischem Material* im *primitiven Sonnensystem*;
- Erlangen neuer Erkenntnisse über den Ursprung und die Entwicklung der Erde, der Ozeane und des Lebens;
- Entwicklung von Technologien zur Untersuchung des Sonnensystems.

Vor wenigen Tagen ist Hayabusa 2 nach einer Reise von rund 3,2 Milliarden Kilometern am Asteroiden angekommen. Ryugu befindet sich zur Zeit in einer Entfernung von etwa 280 Millionen Kilometern von der Erde. Am 21. September entließ die Sonde zwei kompakte Rover, **MINERVA-III1**, mit den Bezeichnungen **Rover-1A** und **Rover-1B**. Dabei handelt es sich um die weltweit ersten Rover, die auf der Oberfläche eines Asteroiden landen und sich dort autonom bewegen.

Inzwischen sind die Rover auf der Oberfläche des Asteroiden wohlbehalten gelandet und haben bereits erste Daten und Aufnahmen zu Hayabusa 2 gesendet. Die Analyse der Daten ergab, daß sich zumindest einer der Rover bereits auf der Oberfläche bewegt.

Während sich der Asteroid am **24. Juni** mit der Weitwinkelkamera der Asteroidenmission noch ziemlich undeutlich präsentierte (Abb. 1, links), konnte ihn eine andere Kamera in einem Abstand von rund 40 Kilometern bereits viel deutlicher (Abb. 1, rechts) zeigen:

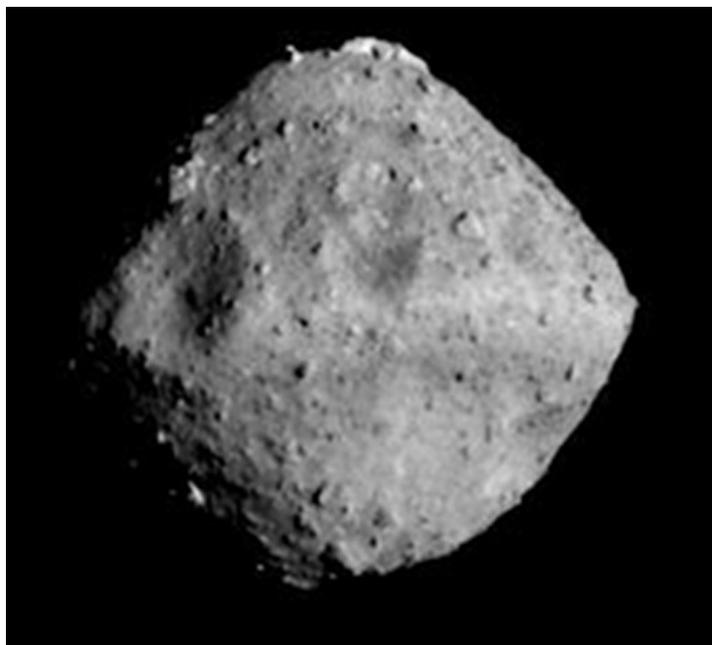


Abb. 1 Der Asteroid Ryugu aus einer Entfernung von rund 40 Kilometern.

Die Asteroidensonde Hayabusa 2 fotografierte den Asteroiden Ryugu bei ihrer Ankunft aus einer Entfernung von rund 40 Kilometern mit einer Weitwinkelkamera (links) und einer weiteren Kamera (rechts), die bereits zahlreiche Oberflächendetails erkennen konnte.

© JAXA, University of Tokyo, Kochi University, Rikkyo University, Nagoya University, Chiba Institute of Technology, Meiji University, Aizu University, AIST [\*]

Dabei konnten die Forscher erkennen, daß Ryugu aus der Ferne zwar rund erscheint, jedoch eher viereckig, wenn man sich ihm weiter nähert. In diesem Fall vergleichen die Wissenschaftler das Aussehen des Asteroiden mit einem *Fluorit*, einem in Japan beliebten Mineral. Zudem zeigten sich Krater und Felsen sowie örtlich variierende Oberflächenstrukturen. Die *Rotationsachse* des Asteroiden scheint senkrecht auf der Bahnebene zu stehen. Am Äquator beobachteten die Forscher eine Erhöhung sowie mehrere größere Krater, was die Auswahl des Landeortes schwieriger gestaltete. (Abb. 2)

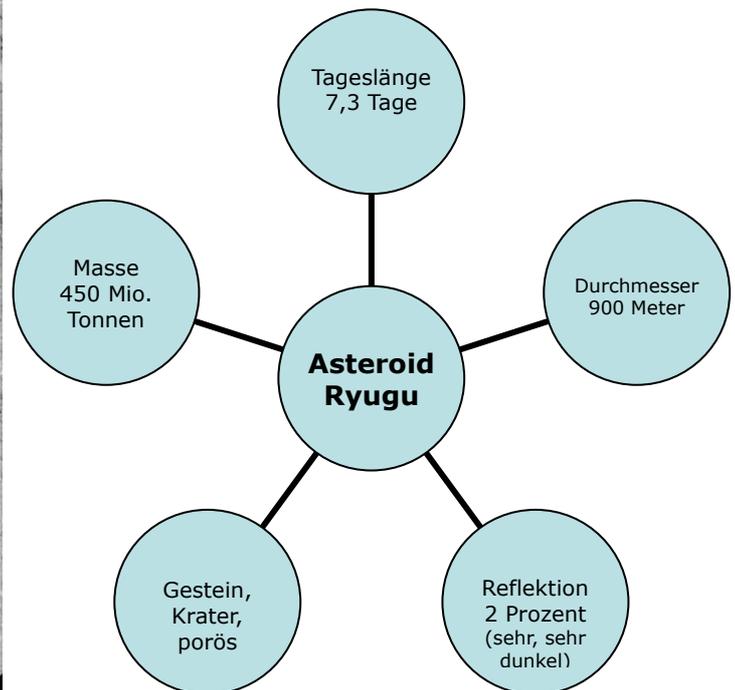
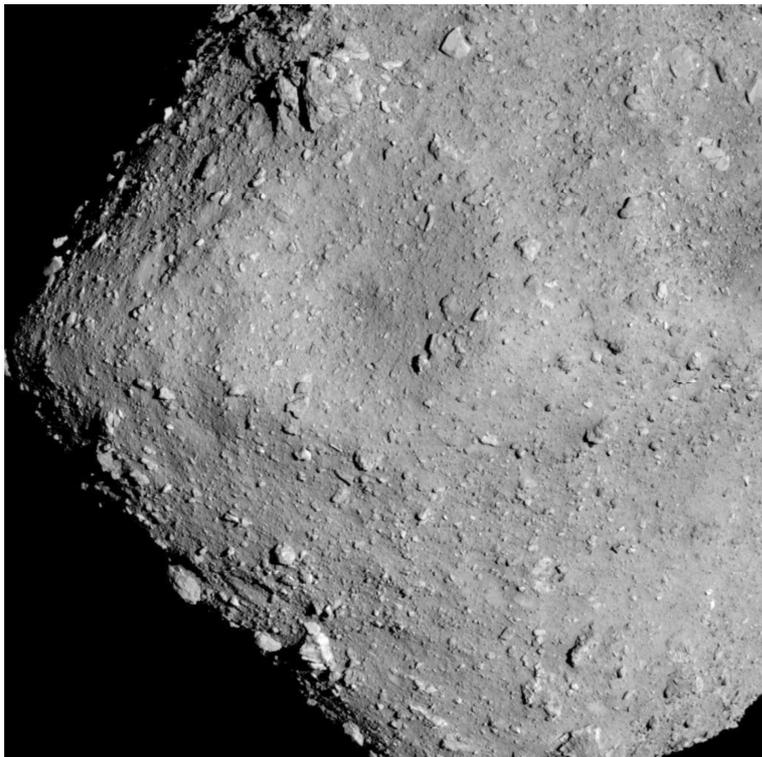


Abb. 2 Der Asteroid Ryugu und seine Eigenschaften.

Der Asteroid Ryugu zeigt aus rund 65 Kilometern Entfernung seine steinige Oberfläche. Das Asteroidengestein ist relativ porös, die Oberfläche sehr dunkel, sie reflektiert lediglich rund 2 Prozent Sonnenlicht, weniger als die Mondoberfläche und ist damit sehr, sehr dunkel.

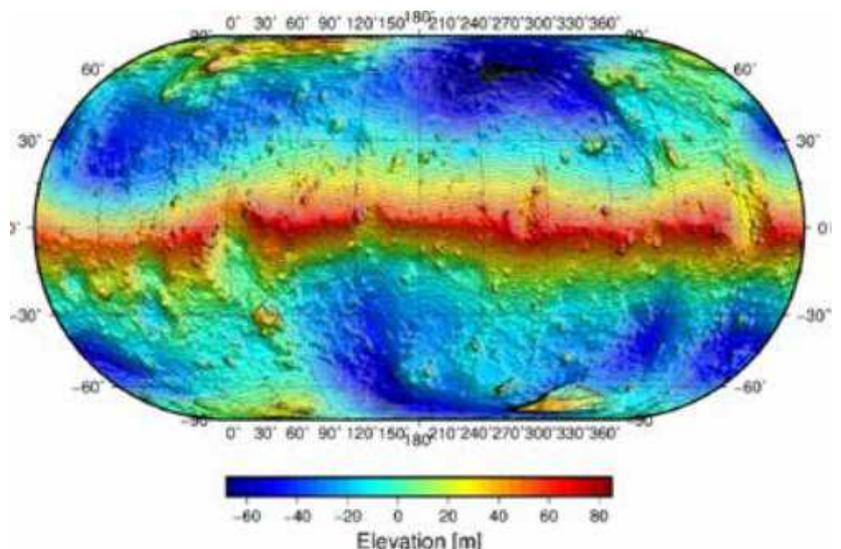
© JAXA, University of Tokyo, Kochi University, Rikkyo University, Nagoya University, Chiba Institute of Technology, Meiji University, Aizu University, AIST

Auch das **Höhenprofil** des Asteroiden (Abb. 3) zeigt, daß der Asteroid keinesfalls einheitliche Strukturen besitzt.

Abb. 3 Höhenprofil des Asteroid Ryugu.

Die Oberfläche des Asteroiden zeigt in Äquatornähe ein deutlich erhöhtes Profil (rot entspricht höheren Regionen). Dagegen sind die polaren Regionen relativ flach (blau).

© JAXA [\*]



## Die beiden Asteroiden-Rover

Als **Landeplatz** für die beiden Rover wurde eine Region in der Nähe der Äquatorregion ausgewählt (Abb. 4):

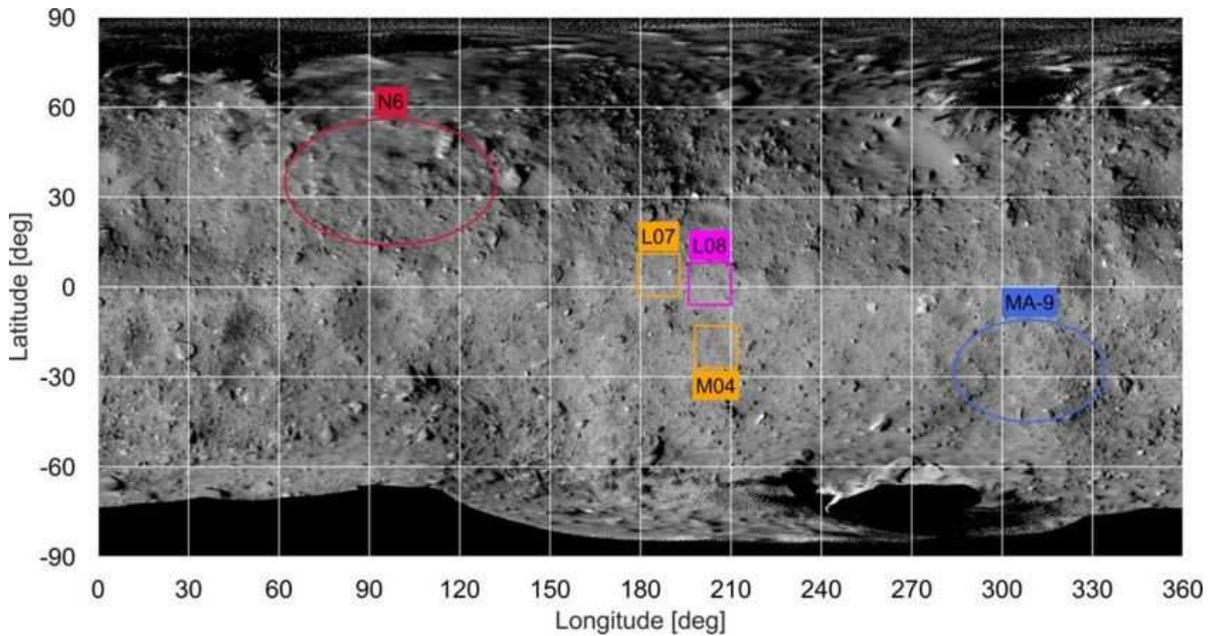


Abb. 4 Landeplätze für die Rover der Asteroidenregion.

Als Landeplätze für die beiden Rover wurden vor der genauen Kenntnis der Oberflächendetails mehrere Regionen ausgewählt. Der primär vorgesehene Landeplatz liegt in der Region L08 (pink), als Backup-Regionen galten die Regionen L07 und M04 (beide gelb).

© JAXA [\*]

Zum **Absetzen der beiden Rover** wurde die Bahn der Asteroidenmission Hayabusa von rund 20 Kilometer auf lediglich etwa 60 Meter abgesenkt (Abb. 5), dabei entstanden diese beiden eindrucksvollen Aufnahmen:

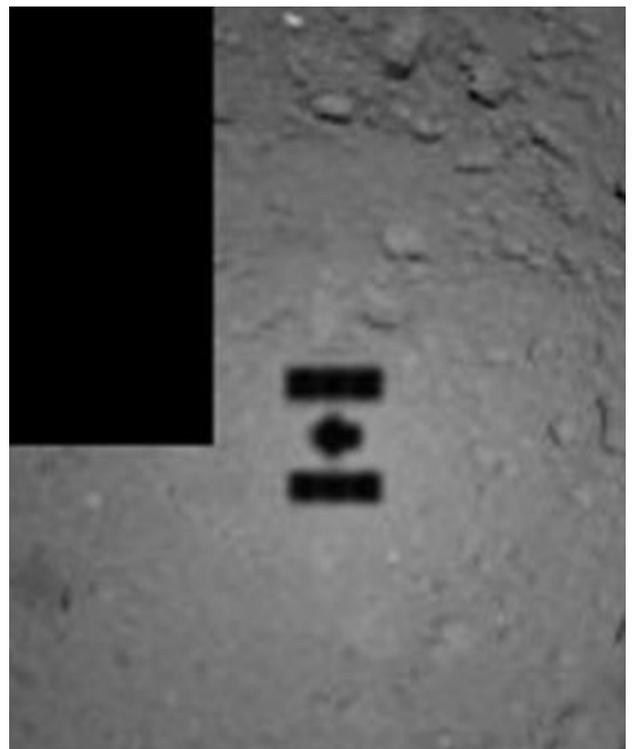
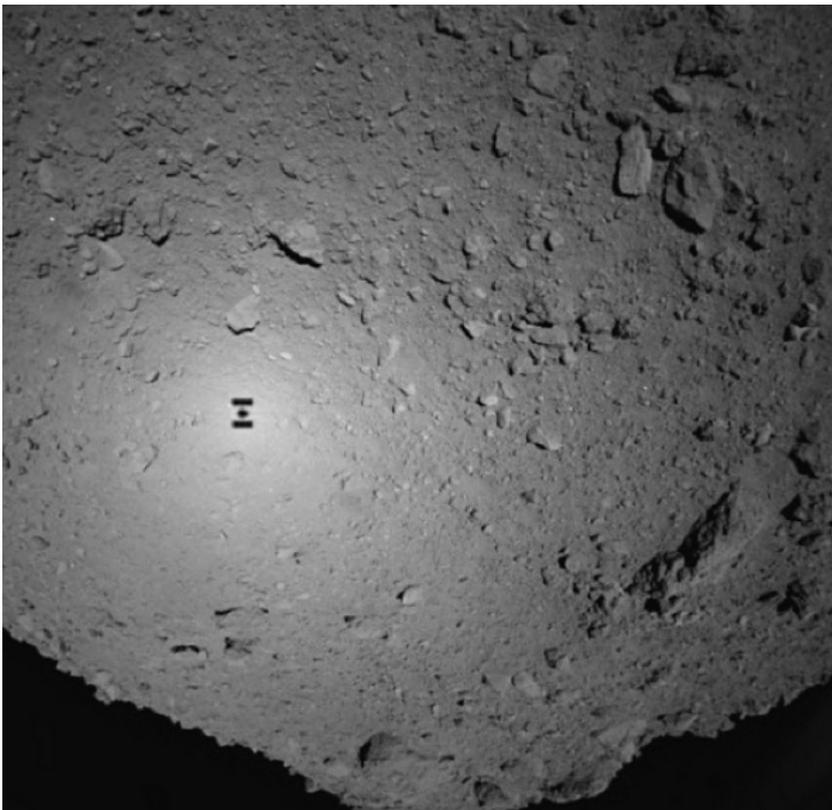


Abb. 5 Sinkflug zum Aussetzen der Rover auf den Asteroiden Ryugu.

Zum Aussetzen der Rover wurde die Bahn von Hayabusa 2 von rund 20 Kilometer auf lediglich 60 Meter gesenkt. Auf der Aufnahme ist der Schatten der Sonde zu sehen. Eine **Animation** finden Sie unter <https://t.co/JydE0GTTY>

© JAXA [\*]

Wo genau befand sich die Asteroidensonde zur Zeit der Aufnahme (Abb. 5)? Die obige Aufnahme (Abb. 5) entstand auf dem unten gezeigten Bereich der Oberfläche (Abb. 6): Die **Schattenaufnahme** entstand über einem relativ felsigen Gebiet (Abb. 6, links); die Markierung (gelb, roter Pfeil) der linken Aufnahme ist auf der rechten Aufnahme im Detail dargestellt (gelbes Quadrat).

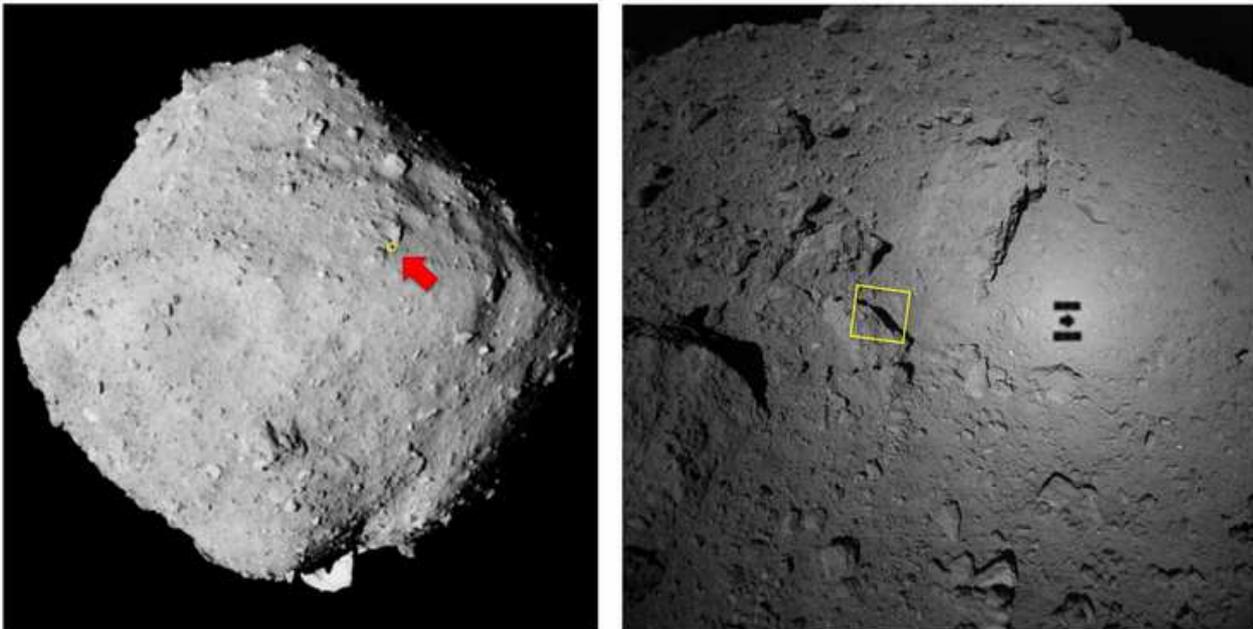


Abb. 6 Überflugaufnahme von Hayabusa 2.

Die Schattenaufnahme (Abb. 5) entstand am 21. September aus einer Höhe von 70 Metern über einem relativ felsigen Gebiet. die Markierung (gelb, roter Pfeil) der linken Aufnahme ist auf der rechten Aufnahme im Detail dargestellt (gelbes Quadrat).

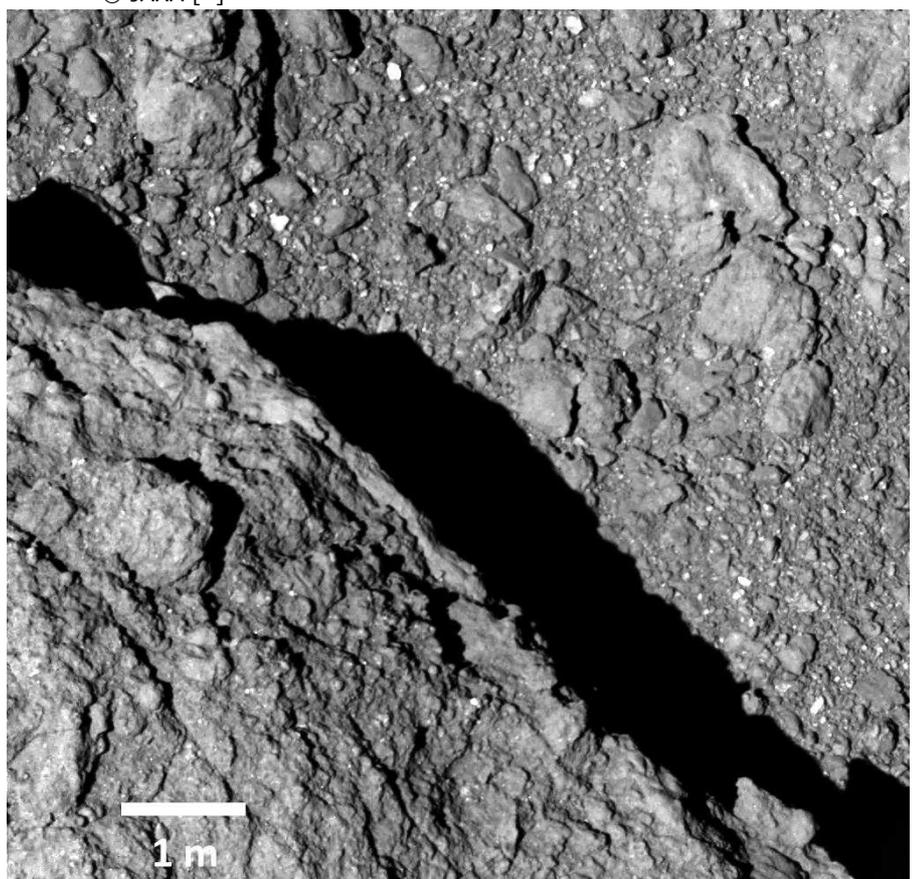
© JAXA [\*]

Im Bereich der quadratischen Markierung (Abb. 6, rechts) entstand zudem die bisher hochauflösendste Aufnahme der Asteroidenmission um Ryugu (Abb. 7).

Abb. 7 Hochauflösende Aufnahme der Asteroidenoberfläche.

Ein der Detail der Schattenaufnahme (Abb. 6, rechts) demonstriert die extrem hohe Auflösung der Kamera der Asteroidenmission. Der unten angegebene Maßstab von einem Meter wird deutlich unterschritten und zeigt, daß Ryugus Oberfläche auch von zahlreichen kleineren Gesteinsbrocken und Steinen übersät ist, ähnlich von Schotterflächen auf der Erde.

© JAXA [\*]



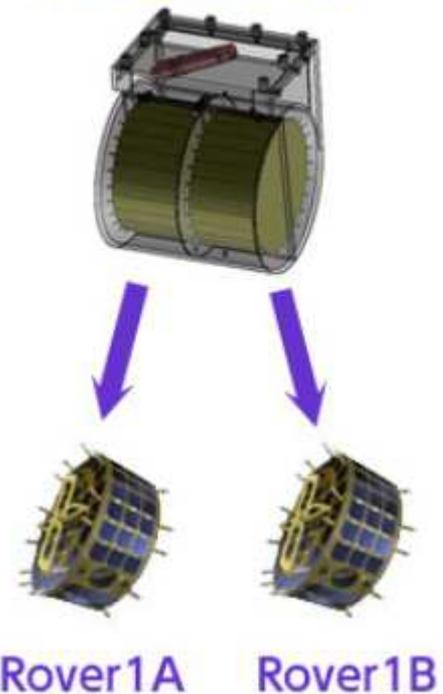
## MINERVA-II1

Die beiden kleinen zylindrischen Roboter, **Rover-1A** und **Rover-1B**, sind nicht viel größer als eine Keksdose, 18x7 Zentimeter, und wiegen lediglich rund ein Kilogramm (Abb. 8). Sie sollen Aufnahmen der Asteroidenoberfläche sammeln.

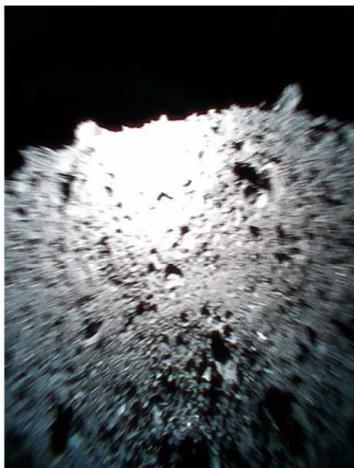
Zum Zweck der Fortbewegung besitzen die Rover allerdings keine Räder, vielmehr sollen sie über die Asteroidenoberfläche „**hüpfen**“. In einem Jahr soll ein größerer Rover, Rover-2, dazustoßen. Eine Animation finden Sie unter [3].

Abb. 8 Schematische Darstellung der Asteroiden-Rover. Die beiden Rover, die die Oberfläche des Asteroiden Ryugu erkunden sollen, sind nicht viel größer als eine Keksdose. Sie sollen sich hüpfend über die Asteroidenoberfläche bewegen.

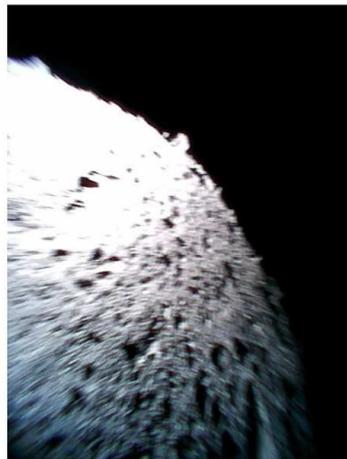
© JAXA [\*]



Während des **Hüpfens des Rover 1B** entstanden diese Beweisaufnahmen (Abb. 9):



2018/09/23 09:50



2018/09/23 09:55



2018/09/23 10:00

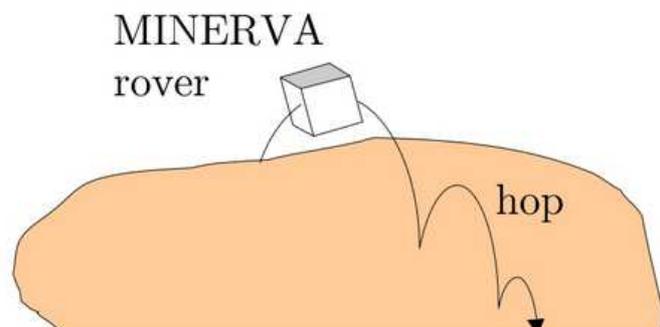


Abb. 9 Aufnahmen des auf der Asteroidenoberfläche hüpfenden Rover 1B.

Oben: 3 Beweisfotos vom 23. September, daß sich der Rover tatsächlich hüpfend über die Asteroidenoberfläche fortbewegt hat. Der Abstand zwischen den Aufnahmen beträgt jeweils 5 Sekunden.

– Unten: Künstlerische Darstellung des hüpfenden Rovers.

© JAXA [\*] // DLR/NASA

## MASCOT

Hayabusa 2 hat heute morgen, am 3. Oktober, das deutsch-französische "Mitbringsel" **MASCOT** (*Mobile Asteroid Surface Scout*) auf der Asteroidenoberfläche abgesetzt (Abb. 10). Der Mobile Asteroiden-Oberflächen-Erkunder klinkte sich um 03:58 Uhr aus.

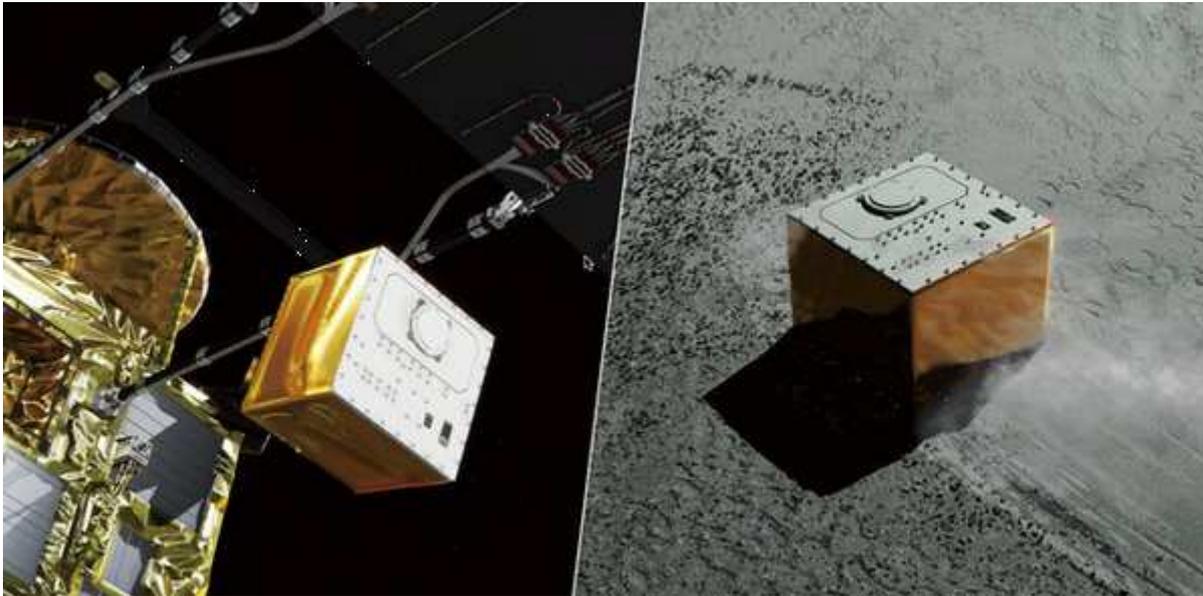


Abb. 10 Künstlerische Darstellung des Absetzens und der Landung von MASCOT.  
Vor wenigen Stunden klinkte sich der deutsch-französische Oberflächenerkunder aus und landete unbeschadet auf der Asteroidenoberfläche. MASCOT ist nicht größer als ein Schuhkarton.  
© JAXA [\*]

Mithilfe von **4 Meßgeräten** sollen die Temperatur (*Radiometer* des DLR) und die Oberfläche (Weitwinkelkamera des DLR), insbesondere die Feinstruktur der Asteroidenoberfläche, dokumentiert, außerdem das *Magnetfeld* (*Magnetometer, TU Braunschweig*) gemessen und das Gestein auf *Minerale* (*Spektrometer, Frankreich*) analysiert werden.



Abb. 11  
MASCOT auf dem Weg zur Asteroidenoberfläche.  
Am 3. Oktober erreichte MASCOT die Asteroidenoberfläche. Während der etwa 20-minütigen Landung auf Ryugu entstand diese beeindruckende Aufnahme.  
© DLR

Leider besteht derzeit ein Datenproblem: die langsame Weiterleitung der Messungen und den bisher 20 Aufnahmen (Abb. 11) werden durch die geringe Bandbreite behindert.

## Das Missionshighlight

Im Oktober wird das **Highlight** folgen: Bei einer Annäherung von Hayabusa 2 an die Oberfläche des Asteroiden soll ein 5 Gramm schweres *Tantal-Pellet (Impaktor)* auf die Oberfläche geschossen werden und einen **künstlichen Krater erzeugen**. Dabei wird die Sonde versuchen Material zu sammeln, das in einer Kapsel Ende 2019 zurück zur Erde geschossen werden soll - vermutliche Ankunft im Dezember 2020 – sicherlich eines der exklusivsten Weihnachtsgeschenke ...

## Ausblick

Die Wissenschaftler erhoffen sich von den Messungen Aufschluß darüber, ob ein Asteroid wie Ryugu in der Vergangenheit mit **Wasser** in Berührung gekommen ist. Asteroiden konservieren typischerweise Material aus dem Zeitraum, in dem unser Sonnensystem entstanden ist. Dabei könnte die Frage, ob sich auf der Oberfläche von Asteroiden **organisches Material** befindet, geklärt werden. Wasser und organische Verbindungen könnten in der Vergangenheit durch Asteroiden auf die Erde gebracht worden sein.

Zudem könnten Asteroiden zukünftig als Zielobjekte für die **interstellare Ausbeutung** durch die Industrie dienen. Beispielsweise war einer der Gründe für die Gründung einer Raumfahrtbehörde in Luxemburg die zukünftige Ausbeutung von Himmelsobjekten wie Asteroiden. Metalle, die auf der Erde immer seltener werden, könnten auf einfache Art und Weise von Asteroiden beschafft werden.

Neben Hayabusa 2 wird auch die Mission **Osiris-Rex**, die sich auf dem Weg zum **Asteroiden Bennu** befindet und diesen in rund 2 Monaten erreicht, zu einem vollständigeren Verständnis unseres Planetensystems dienen.

Falls Sie Fragen und Anregungen zu diesem Thema haben, schreiben Sie uns unter **[kontakt@ig-hutzi-spechtler.eu](mailto:kontakt@ig-hutzi-spechtler.eu)**

Ihre  
IG Hutzi Spechtler – Yasmin A. Walter

### Quellenangaben:

[1] Mehr Information über Objekte des Sonnensystems und astronomische Begriffe (*kursive Schreibweise*)  
[www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)

[2] Mehr Information über die Hayabusa 2-Mission  
<http://www.hayabusa2.jaxa.jp>

[3] Animation der beiden Rover  
<https://www.youtube.com/watch?v=b9fITBmQt1Y>