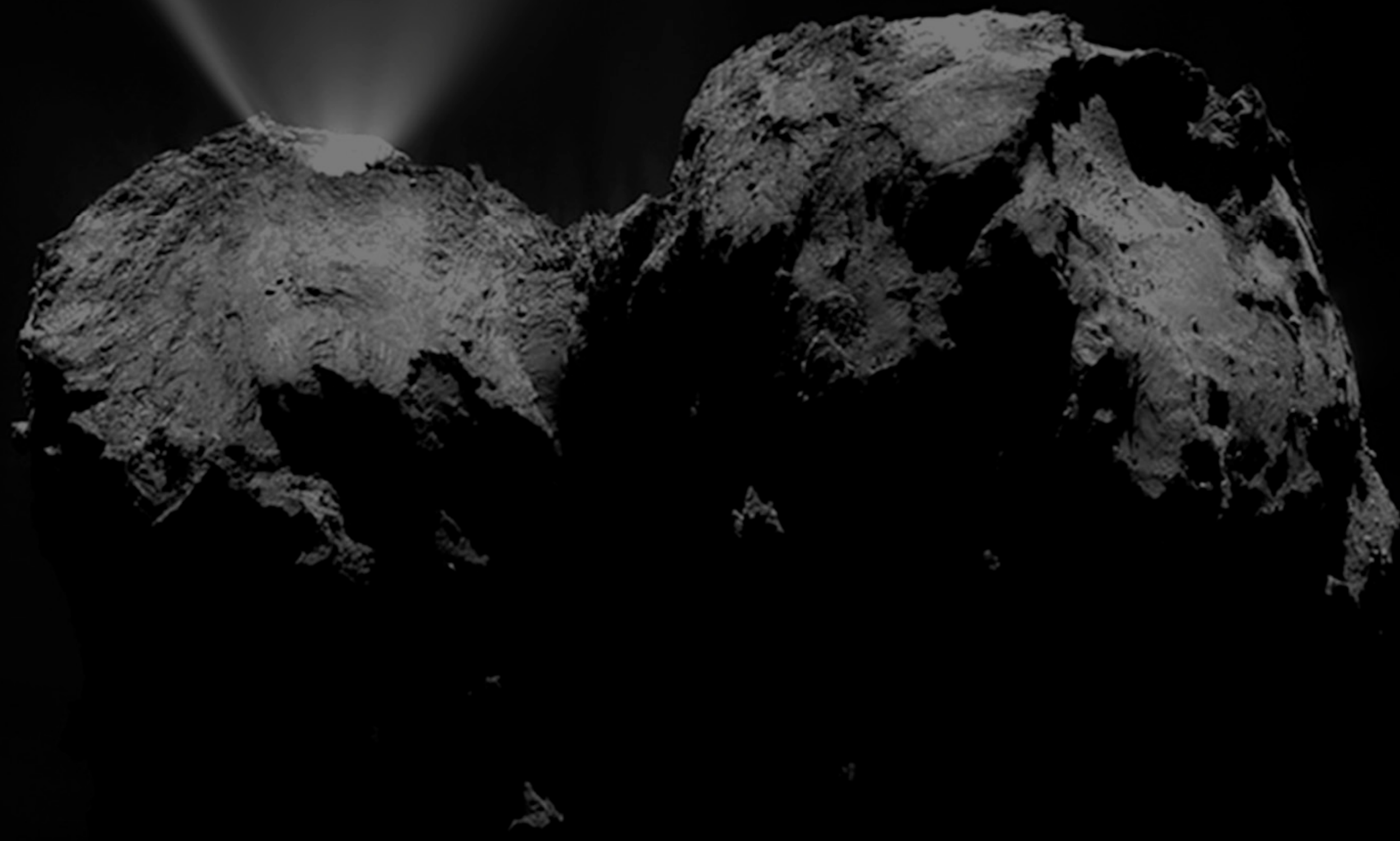


ROSETTA – ERGEBNISSE

ROSETTA – RESULTS



EINE VORLÄUFIGE BILANZ

Die Wissenschaftler haben bis heute eine Vielzahl von Beobachtungen und Schlussfolgerungen veröffentlicht.

Dies ist eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten bisherigen Ergebnisse.

Die Auswertung der Missionsdaten wird noch Jahre andauern.



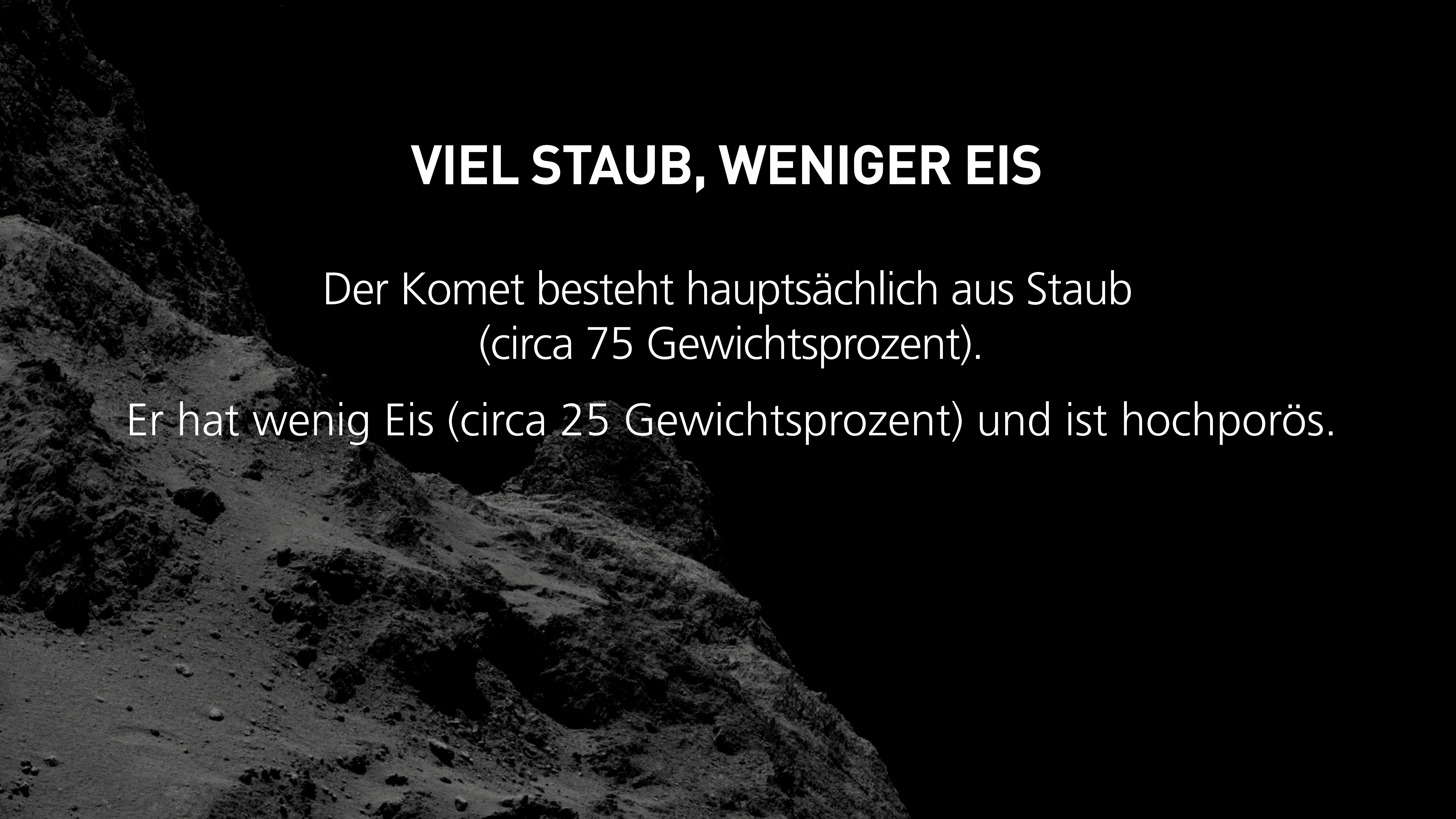
DIE BEDEUTENDSTEN BEOBACHTUNGEN

THE MOST IMPORTANT OBSERVATIONS



AUSSEHEN UND GESTALT DES KOMETEN

Morphologie und Materialeigenschaften sind erstaunlich vielfältig.



VIEL STAUB, WENIGER EIS

Der Komet besteht hauptsächlich aus Staub
(circa 75 Gewichtsprozent).

Er hat wenig Eis (circa 25 Gewichtsprozent) und ist hochporös.

GROSSE BANDBREITE AN STOFFEN

Der Kometenstaub beinhaltet zahlreiche organische Verbindungen.
Aber auch Mineralien wie zum Beispiel Eisensulfide, die bei hohen Temperaturen, also wahrscheinlich in Sonnennähe, entstanden sind.



KOMPLEXE UND INHOMOGENE KOMA

Die chemische Zusammensetzung der Koma ist nicht homogen.
Neben Staub, Wasser- und Kohlendioxideis wurden sowohl sehr flüchtige als auch hochkomplexe organische Moleküle gefunden.
Darunter eine Aminosäure.

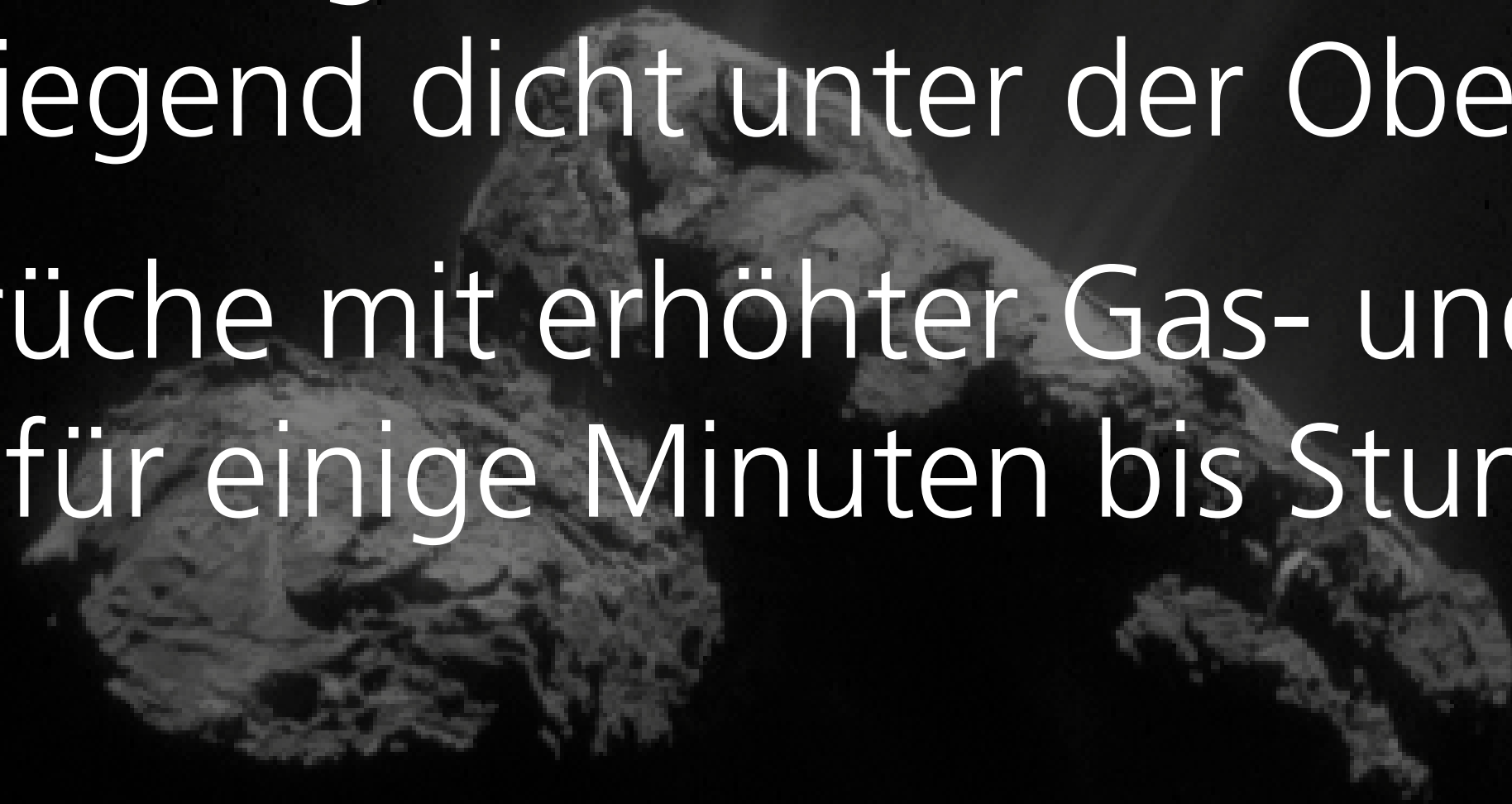


DIE SONNE STEUERT DIE AKTIVITÄT

Die Aktivität des Kometen hängt von der Sonneneinstrahlung ab.

Sie ist über den ganzen Kern verteilt und entsteht vorwiegend dicht unter der Oberfläche.

Zahlreiche Ausbrüche mit erhöhter Gas- und Staubproduktion treten für einige Minuten bis Stunden auf.



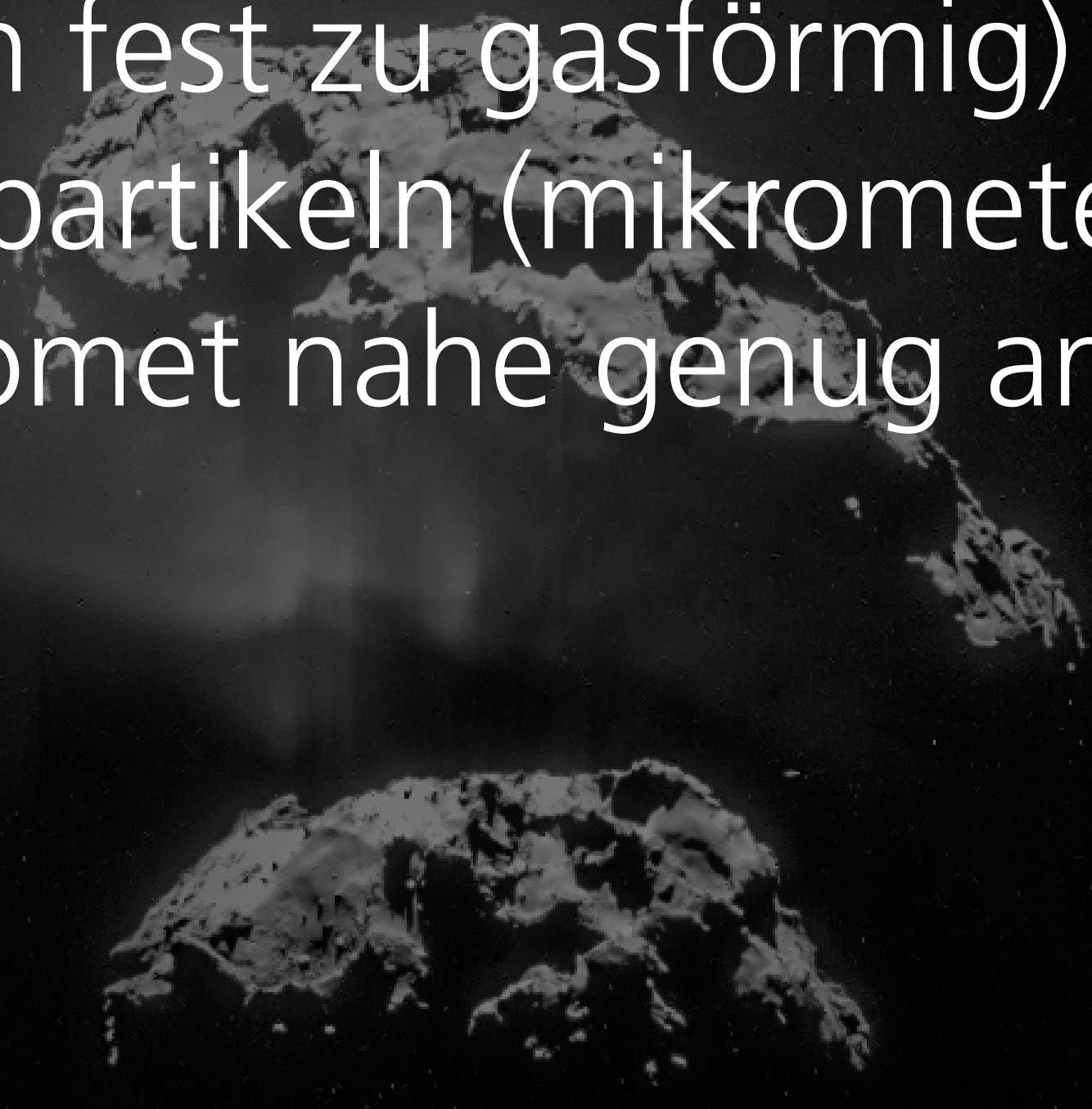
WIE FUNKTIONIEREN KOMETEN?

HOW DO COMETS WORK?



SUBLIMATION VON EIS – DAS GAS REISST STAUB MIT SICH

Rosetta hat bestätigt, dass Koma und Schweif durch Sublimation (direkter Übergang von fest zu gasförmig) von Eis und durch Wegreißen von Staubpartikeln (Mikrometer- bis Metergröße) entstehen, wenn der Komet nahe genug an die Sonne kommt.



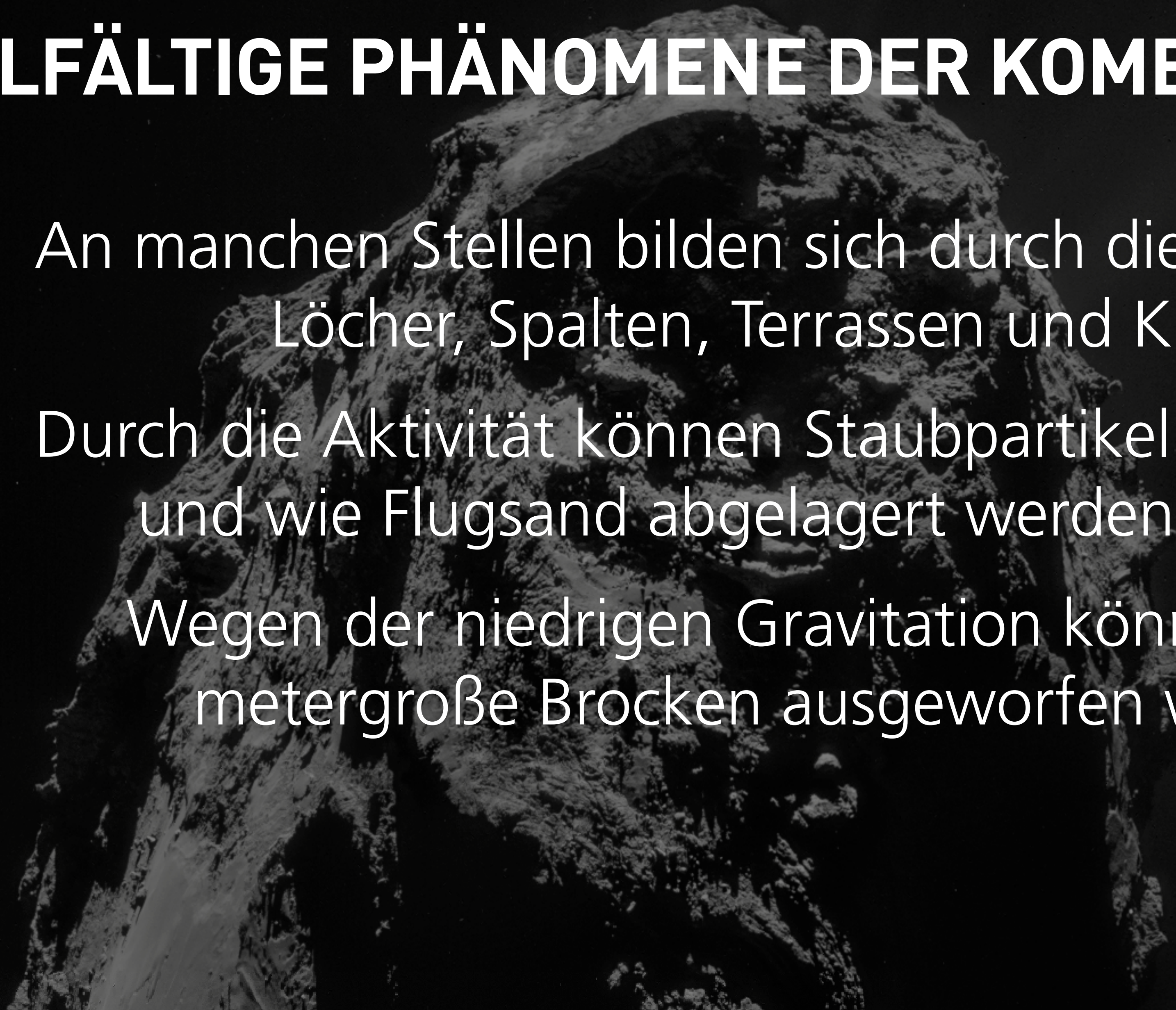
WASSEREIS SOWIE CO- UND CO₂-EIS

Die wichtigsten Eise dabei bestehen aus Wasser, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid („Trockeneis“).

Der zum Teil in den porösen Kometen strömende Dampf schlägt sich in oberflächennahen Schichten nieder und verhärtet diese dadurch.

Thermische Spannungen können die Oberfläche aufreißen und schachbrettartige Muster (Polygone) bilden.

VIELFÄLTIGE PHÄNOMENE DER KOMETENAKTIVITÄT



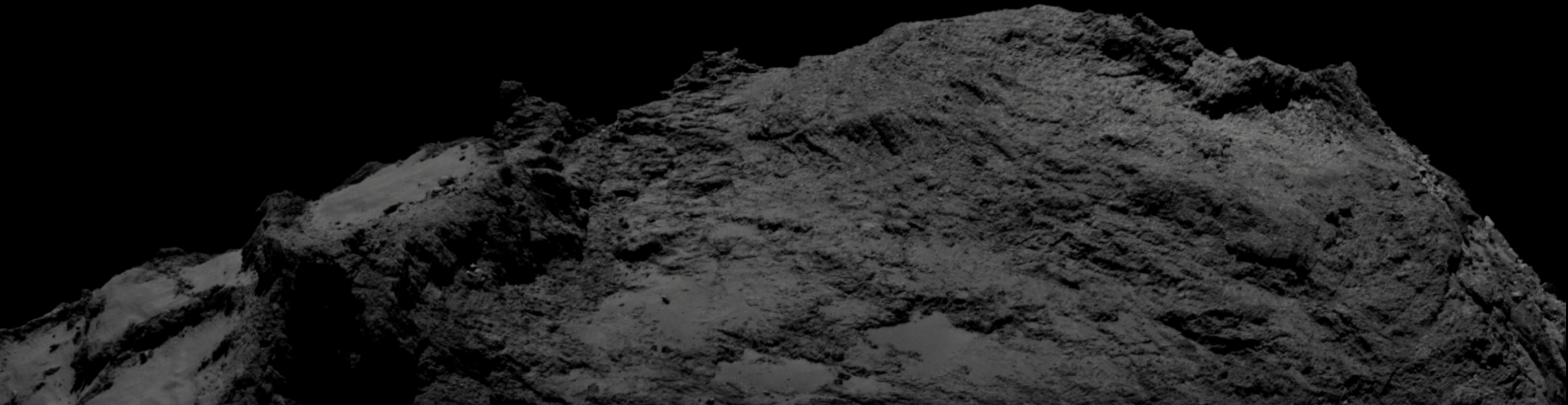
An manchen Stellen bilden sich durch die Sublimation
Löcher, Spalten, Terrassen und Krater.

Durch die Aktivität können Staubpartikel aufgewirbelt
und wie Flugsand abgelagert werden („Airfall“).

Wegen der niedrigen Gravitation können selbst
metergroße Brocken ausgeworfen werden.

UND WIE IST DAS SONNENSYSTEM ENTSTANDEN?

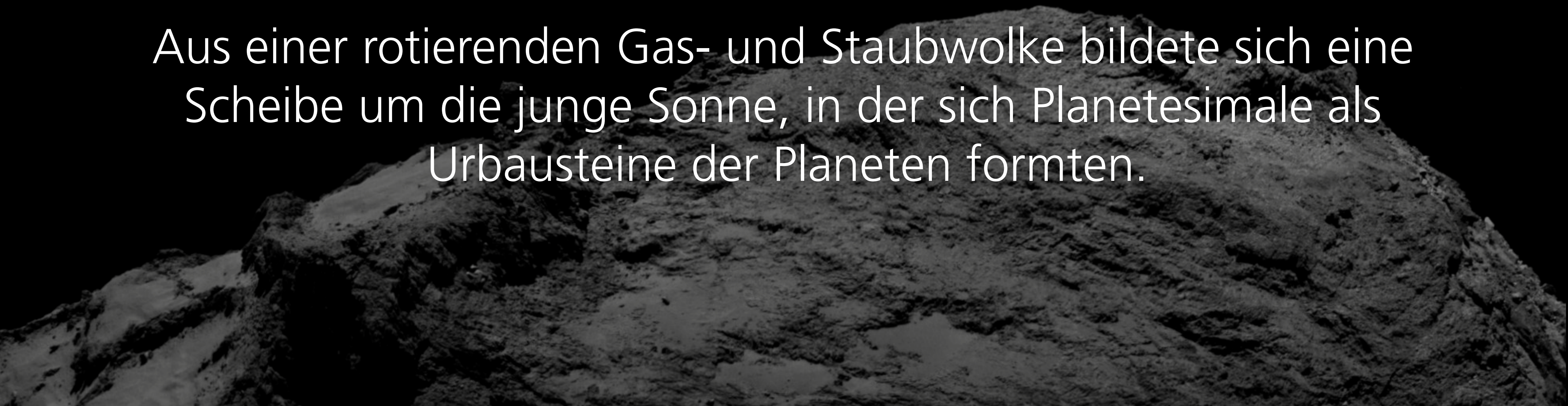
AND HOW DID THE SOLAR SYSTEM FORM?



PLANETESIMALE ENTSTANDEN IN DER AKKRETIONSSCHEIBE

Auch nach Rosetta wird die grundlegende Vorstellung von Immanuel Kant und Pierre-Simon Laplace gültig bleiben:

Aus einer rotierenden Gas- und Staubwolke bildete sich eine Scheibe um die junge Sonne, in der sich Planetesimale als Urbausteine der Planeten formten.

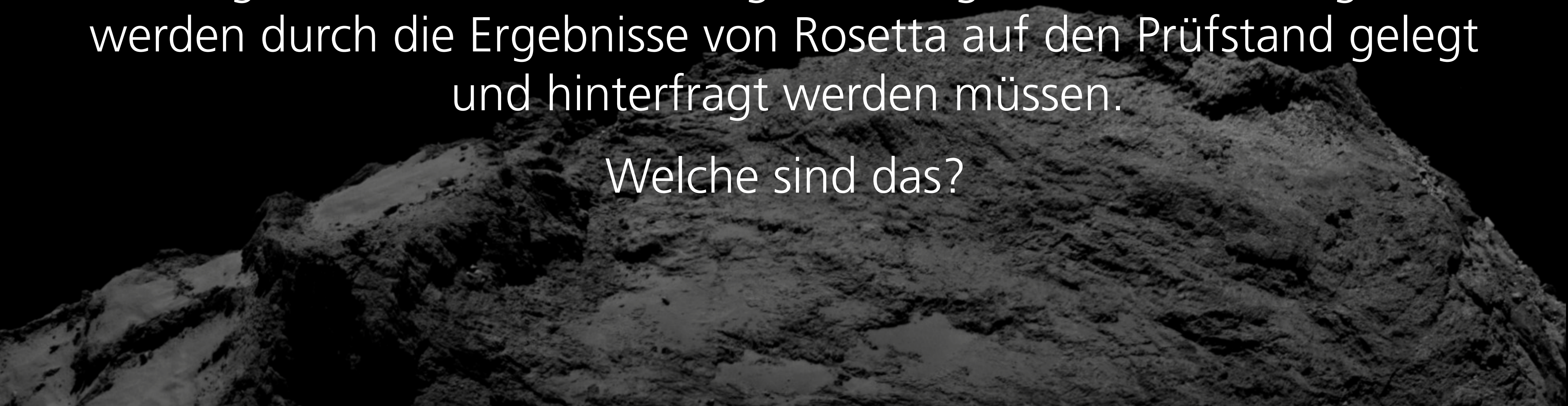


TEST UND VERBESSERUNG BESTEHENDER MODELLE

Dieses Akkretionsscheiben-Modell wurde in der jüngeren Forschung ausgestaltet und verfeinert.

Einige der diesem Modell zugrunde liegenden Vorstellungen werden durch die Ergebnisse von Rosetta auf den Prüfstand gelegt und hinterfragt werden müssen.

Welche sind das?





HYPOTHESEN UND BEOBACHTUNGEN DURCH ROSETTA

HYPOTHESES AND ROSETTA OBSERVATIONS

DIE ERSTE HYPOTHESE:
**KOMETEN BESTEHEN AUS
URSPRÜNGLICHEM MATERIAL**

Kometen haben sich in den ersten Millionen Jahren des Sonnensystems bei sehr tiefen Temperaturen gebildet.

Deshalb verkörpern sie das ursprünglichste noch verfügbare Material aus der Zeit der Planetenentstehung.

DIE BEOBACHTUNG:
**„TSCHURI“ IST EIN ZEITZEUGE DER
PLANETENENTSTEHUNG**

Churyumov-Gerasimenko ist sehr früh bei tiefen
Temperaturen von unter -235 Grad Celsius entstanden
und besitzt bis heute eine hohe Porosität.

Die ursprünglichen Eigenschaften sind also bis heute konserviert.

DIE ZWEITE HYPOTHESE:
**ZUSAMMENSETZUNG DER PLANETEN SPIEGELT DAS
TEMPERATURGEFÄLLE IM SOLAREN URNEBEL WIDER**

Daher findet man nahe der Sonne die Gesteinsplaneten und weiter
draußen Gas- und Eisplaneten, Eismonde und Kometen.



DIE BEOBACHTUNG: **DIE CHEMISCHE DURCHMISCHUNG DES SOLARNEBELS**

Rosetta hat gezeigt, dass ein am Rand des Sonnensystems gebildeter Körper staubreich sein und bei hohen Temperaturen, wahrscheinlich in Sonnennähe, entstandene Mineralien enthalten kann, die dann in weiter entfernten kalten Regionen eingebaut wurden.

Offenbar wurde der Solarnebel vor der ersten Bildung von Planetesimalen stärker durchmischt als bisher angenommen.

DIE DRITTE HYPOTHESE: **KOMETEN ERLEBEN IN IHRER ENTWICKLUNG VIELE HARTE STÖSSE**

Einige Merkmale des Sonnensystems lassen sich mit einem intensiv diskutierten, aber von vielen Wissenschaftlern akzeptierten Modell erklären:

Nach diesem Modell haben die vier äußeren Planeten als Folge einer Bahnresonanz ihre Bahnen geändert und Uranus und Neptun sogar ihre Plätze getauscht. Diese Vorstellung über die Bewegung der jungen Riesenplaneten lässt den Schluss zu, dass die Kometesimale stark durcheinandergewirbelt wurden und viele heftige Zusammenstöße erfahren haben.

DIE BEOBACHTUNG: **WENIGE UND SANFTE KOLLISIONEN UNTER PLANETESIMALEN**

Rosetta belegt diese Hypothese jedoch nicht. Churyumov-Gerasimenko hat nur tiefe Temperaturen erlebt und ist auch heute noch hochporös.

Das heißt, Churyumov-Gerasimenko scheint nur sehr sanfte Stöße erfahren zu haben.

Das Modell stimmt also nicht mit den Beobachtungen überein.

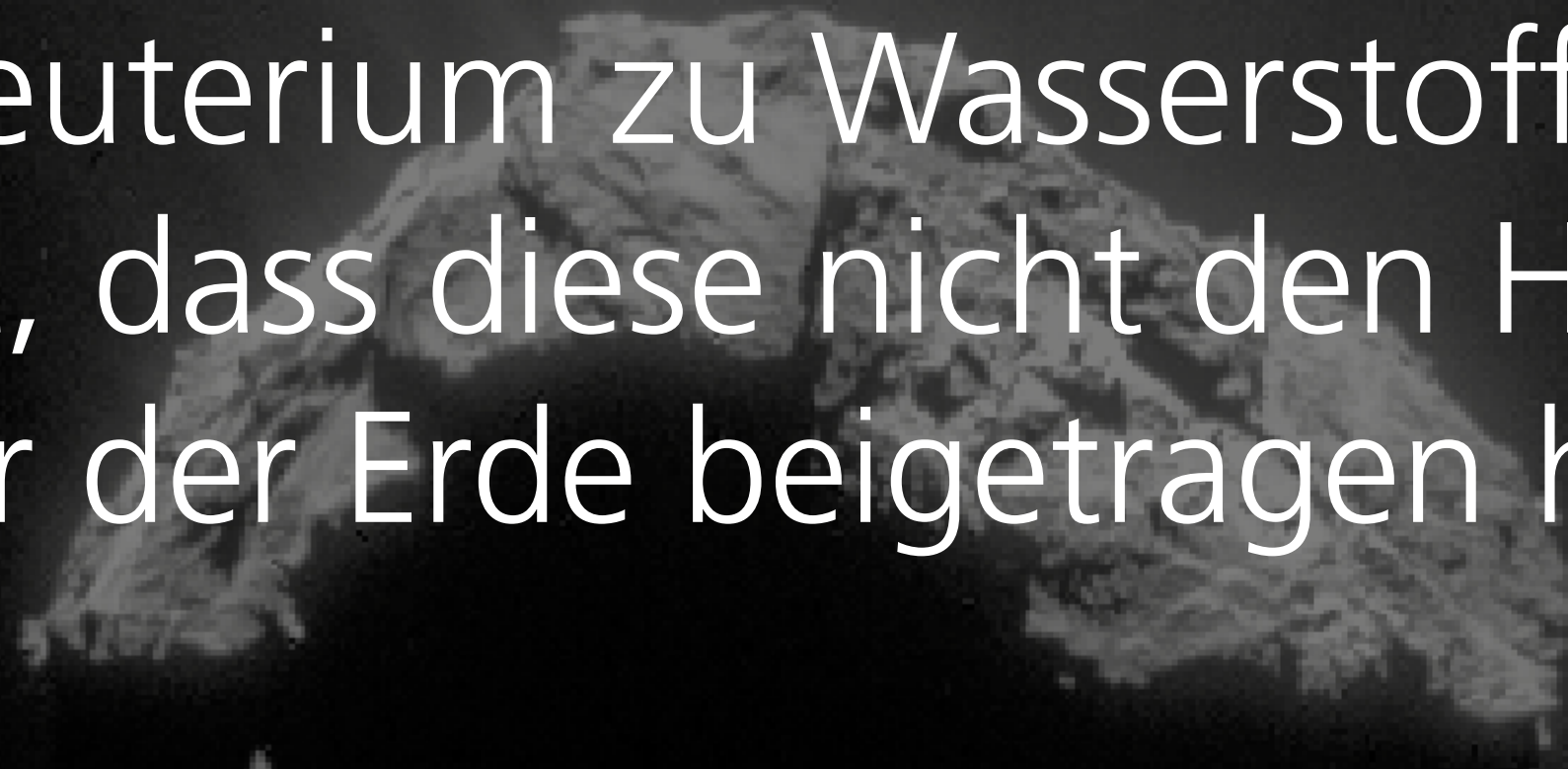
DIE VIERTE HYPOTHESE:
DAS WASSER DER ERDE KOMMT VON KOMETEN

Kometeneinschläge haben – relativ spät in der Bildungsgeschichte der Erde – das Wasser auf die Erde geliefert.



DIE BEOBACHTUNG:
**DAS MEISTE WASSER KOMMT NICHT
VON DIESEN KOMETEN**

Das Verhältnis von Deuterium zu Wasserstoff im Eis von Kometen wie 67P zeigt, dass diese nicht den Hauptteil zum Wasser der Erde beigetragen haben.



DIE FÜNFTE HYPOTHESE: **KOMETEN BRACHTEN ‚LEBENSWICHTIGE‘ MOLEKÜLE**

Schon vor der Rosetta-Mission war bekannt, dass im Eis und Staub der Kometen neben anorganischen Stoffen auch zahlreiche organische Moleküle vorhanden sind:

Kohlenstoff- und Kohlenwasserstoff-Verbindungen, die auch die Grundlage des Lebens auf der Erde sind.

DIE BEOBACHTUNG: AUF KOMETEN ENTSTEHEN KOMPLEXE ORGANISCHE STOFFE

Rosetta hat bestätigt, dass Kometen Aminosäuren beherbergen. Diese Beobachtung belegt nicht, dass Leben von den Kometen stammt.

Aber sie zeigt, dass komplexe organische Moleküle auf anderen Körpern entstehen konnten.

Das kann als Hinweis gedeutet werden, dass Leben nicht nur auf der Erde entstanden ist.

BILDER IMAGES

© ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA

© ESA/Rosetta/Navcam – CC BY-SA IGO 3.0.



WEITERE INFORMATIONEN

MORE INFORMATION

DLR.DE/ROSETTA-AUSSTELLUNG