

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Oberflächenzusammensetzung des Jupitermondes Ganymed. Ziel der Arbeit ist es, die Verbreitung der einzelnen Oberflächenkomponenten Wassereis, Gesteinsmaterial und leichtflüchtiger Verbindungen aber auch die Partikelgröße von Wassereis auf Ganymed zu kartieren und deren Zusammenhänge mit der chemisch-physikalischen Zusammensetzung und der Geologie zu untersuchen.

Die Arbeit basiert auf Daten des abbildenden Spektrometers NIMS an Bord der Raumsonde Galileo, das die Ganymedoberfläche in einem Wellenlängenbereich von 0,7 bis 5,2 μm detektiert. Den geologischen Kontext liefern Kameradaten der Raumsonden Galileo und Voyager 1 und 2. Die Verarbeitung der vorliegenden Spektraldaten einschließlich der quantitativen Analyse der spektralen Signaturen in den Reflexionsspektren von Ganymed und die Charakterisierung von deren räumlichen Variationen in Abhängigkeit der geologischen Oberflächenstrukturen bildet den zentralen Teil der Arbeit.

Die Ergebnisse zeigen, dass Veränderungen der Reflexionseigenschaften der Ganymedoberfläche auf den wechselnden Anteil von Wassereis und Gesteinsmaterial und dem Gehalt an CO_2 zurückzuführen sind. Diese Variationen konnten auf der Basis der Absorptionen von Wassereis bei 1,04, 1,25, 1,5, 2, 2,4 und 3 μm und von CO_2 bei 4,25 μm untersucht und kartiert werden. Die simultane Analyse der Absorptionen von Wassereis erlaubt es ferner, Veränderungen des relativen Anteils und der Partikelgröße von Wassereis getrennt voneinander zu erfassen.

Es wurden Veränderungen festgestellt, die eng mit der Geologie in Zusammenhang stehen und auch die Wechselwirkung zwischen Ganymed und dem interplanetaren Raum widerspiegeln. So konzentriert sich Gesteinsmaterial in den Regionen, welche die geologisch ältesten Regionen Ganymeds repräsentieren. Dagegen sind die geologisch jüngsten Oberflächenstrukturen, die Einschlagskrater, durch einen hohen Anteil von feinkristallinem Wassereis charakterisiert. Die NIMS-Daten geben keine Anzeichen für eine endogene Herkunft des Gesteinsmaterials. Vielmehr wird dies als Resultat des Bombardements mit (mikro-) meteoritischem Material angesehen, das reich an Kohlenstoff ist. Durch den Einschlagsprozess wird dieses mit dem auf der Oberfläche befindlichen Wassereis vermischt. Sublimationsprozesse tragen wiederum zur Trennung von Wassereis und Gesteinsmaterial und somit zur Konzentration des Gesteinsmaterials an der Oberfläche bei. Eine Ausnahme bilden die an Gesteinsmaterial reichen Ejekta vereinzelter geologisch junger Einschlagskrater. Jedoch repräsentiert dies eher aufgearbeitetes Oberflächenmaterial und nicht neu eingebrachtes Material.

Die Wechselwirkung der Ganymedoberfläche mit dem interplanetaren Raum zeigt sich hauptsächlich in den Veränderungen der Partikelgröße von Wassereis. Relativ große Partikel ($> 500\mu\text{m}$) wurden nahe dem Äquator ($\sim 30^\circ\text{N}$ bis $\sim 30^\circ\text{S}$) gefunden und als Resultat der hier dominierenden Sublimationsprozesse interpretiert. Dagegen konzentrieren sich in den polaren Regionen von Ganymed ($> 30^\circ\text{N}$ bzw. S) relativ kleine Partikel ($< 10\mu\text{m}$). Wird die Oberfläche nahe dem Äquator durch Ganymeds selbsterzeugtes Magnetfeld vor einfallender Strahlung aus dem interplanetaren Raum geschützt, verursacht diese an den Polen die Zerstörung der Wassereiskristalle. Dies resultiert in einer dünnen Schicht von feinkristallinem Wassereis, welches die Reflexionseigenschaften des darunterliegenden Materials maskiert.

Im Oberflächenmaterial eingelagertes gasförmiges CO_2 wurde durch die Absorption bei 4,25 μm identifiziert. Wegen der Korrelation der Absorptionstiefe bei 4,25 μm mit dem Reflexionsgrad nahe 4,25 μm kann der Gehalt an CO_2 nur dann abgeschätzt werden, wenn der Reflexionsgrad der zu vergleichenden Gebiete annähernd konstant ist. Entgegen bisheriger Annahmen zeigen die Ergebnisse der Arbeit, dass zwischen dem Vorhandensein von Gesteinsmaterial und dem Gehalt an CO_2 kein Zusammenhang besteht. Es wurde ebenfalls nachgewiesen, dass sich in den polaren Wassereisablage-

rungen kein CO₂ befindet und somit dessen Bildung durch die Wechselwirkung mit einfallender Strahlung ausscheidet. Dagegen deuten die NIMS-Daten darauf hin, dass CO₂ vorwiegend im Wassereis der äquatorialen Region eingelagert ist. Die vorliegenden Daten ermöglichen erstmals die eindeutige Identifizierung höherer Konzentrationen von CO₂ in an feinkristallinem Wassereis reichen, morphologisch frischen Einschlagskratern. Dies ist ein direktes Resultat des Einschlagsprozesses. Die Klärung der Frage, ob CO₂, dem Untergrund bzw. dem Einschlagskörper entstammt oder während des Einschlagsprozesses gebildet wurde, ist jedoch auf der Basis der vorliegenden Daten nicht möglich. Die NIMS-Daten zeigen darüber hinaus, dass mit zunehmendem Alter der Einschlagskrater nicht nur eine Angleichung des relativen Anteils und der Partikelgröße von Wassereis an die der unmittelbaren Umgebung erfolgt, sondern dies auch den Gehalt an CO₂ mit einschließt. Entgegen der Abgabe von CO₂ an eine Atmosphäre, wie im Falle des Nachbarmonds Callisto, verbleibt das CO₂ im Oberflächenmaterial von Ganymed. Es wird im Allgemeinen an die Atmosphäre abgegeben, wenn Wassereis thermisch bedingt von dem amorphen in den kristallinen Zustand wechselt. Dies ist verstärkt auf Callisto der Fall. Dagegen herrscht auf Ganymed ein Gleichgewicht zwischen der thermisch bedingten Kristallisation und der erneuten Amorphisierung von Wassereis durch einfallende (Mikro-) Meteorite und Partikel aus Jupiters Magnetosphäre.