

### 6.3 Übergangsbereich zwischen der äquatorialen und den polaren Regionen

Die Untersuchung der globalen Variationen der spektralen Charakteristika der Ganymedoberfläche hat gezeigt, dass diese stark durch die Wechselwirkung mit dem Magnetfeld und thermisch bedingten Sublimations- und Kondensationsprozessen beeinflusst wird. Dies äußert sich vor allem in der Ausbildung der an Wassereis reichen Polkappen. Im Rahmen der Analyse der lokalen spektralen Variationen besteht die Möglichkeit, den Übergang zwischen den äquatorialen und den polaren Regionen näher zu untersuchen. Schwerpunkt bildet dabei der Vergleich, wie der Übergang zu den polaren Regionen innerhalb der einzelnen geologischen Einheiten erfolgt.

Der Übergang zwischen der äquatorialen und den polaren Regionen wurde insbesondere für die Regionen im Bereich von Sippar und Xibalba Sulcus sowie die jeweils angrenzenden Bereiche von Galileo, Mario und Perrine Regio untersucht, die im Bereich der beiden NIMS-Beobachtungen G2GNSIPPAR und C9DRKLIT liegen (Tab. 6.9, siehe auch Kap. 5, Abb. 5.2).

Die Abbildung 6.44 zeigt den beobachteten Bereich von Sippar Sulcus in einem Mosaik aus Bilddaten der ISS-Kamera an Bord der Raumsonden Voyager 2 und Galileo (G8GSERECH01). Die für die Analyse der lokalen spektralen Charakteristika wesentlichen geologischen Oberflächenstrukturen wurden in einer geologischen Karte festgehalten. Sippar Sulcus befindet sich in der südlichen Hemisphäre auf der von Jupiter abgewandten Seite von Ganymed. Er verläuft in ostwestlicher Richtung südlich von Marius Regio und schneidet bei 16°S und 180°W den von Norden nach Süden verlaufenden Erech Sulcus ab. Teilbereiche beider Sulci sind in der NIMS-Beobachtung G2GNSIPPAR mit einer räumlichen Auflösung von 37 km/Pixel abgebildet (Tab. 6.9).

Der von NIMS beobachtete Bereich liegt zwischen 11°S und 173°W bzw. 28°S und 182°W. Die Beobachtung schließt einen Teil der nördlich an den Sippar Sulcus grenzenden Marius Regio mit ein. Der etwa 105 km große Einschlagskrater Melkart (10.5°S/185.8°W) liegt zwar knapp außerhalb der NIMS-Beobachtung, jedoch dehnen sich seine Ejekta über den gesamten beobachteten Bereich von Marius Regio, des sich im Osten anschließenden Erech Sulcus und teilweise bis zum Sippar Sulcus aus. Die Ejekta von Melkart werden unterschieden nach kontinuierlichen und diskontinuierlichen Ejekta (*Melosh*, 1989). Die kontinuierlichen Ejekta umfassen die dichte Ablagerung von ausgeworfenem Material, welches sich bis zu etwa einem Kraterradius vom Kraterrand erstreckt. Des Weiteren sind diskontinuierliche Ejekta (*Schenk et al.*, 1996) vorhanden, die sich in Form von Strahlen (*Melosh*, 1989) bis zu 1000 km ausdehnen. Im Süden der NIMS-Beobachtung befindet sich der etwa 60 km große Einschlagskrater Bes. Der südliche Bereich der Aufnahme (bis etwa 20°S) wird zusätzlich durch die Ausläufer des ausgedehnten Strahlensystems des Einschlagskraters Osiris (Abb. 5.4 in Kapitel 5.1) beeinflusst.

Der von NIMS beobachtete Bereich von Xibalba Sulcus liegt zwischen 17° und 55°N sowie 100° und 110°W (Abb. 6.45). Die NIMS-Beobachtung C9DRKLIT zeigt das Gebiet in einer räumlichen Auflösung von 40 km/Pixel. Xibalba Sulcus grenzt im Westen direkt an das dunkle Gebiet von Galileo Regio und trennt dieses von Perrine Regio.

Innerhalb von Xibalba Sulcus und der Regiones befinden sich etliche Einschlagskrater wie zum Beispiel Harakhtes (38°N/100°W). Eine spezielle Einschlagsstruktur, die im Bereich von Galileo Regio auftritt, ist Penepalimpseste (*Smith et al.*, 1979b; *Passey & Shoemaker*, 1982; *Schenk & McKinnon*, 1991; *Schenk et al.*, 2004, siehe Kap. 2) wie zum Beispiel Bigeh Facula (30°S/95°W). Die Schwerpunkte der Untersuchung der lokalen spektralen Variationen der Reflexionseigenschaften im Übergangsbereich der äquatorialen und den polaren Regionen von Ganymed bilden vor allem:

- die vergleichende Analyse der Veränderungen des relativen Wassereisanteils innerhalb der geologischen Einheiten,

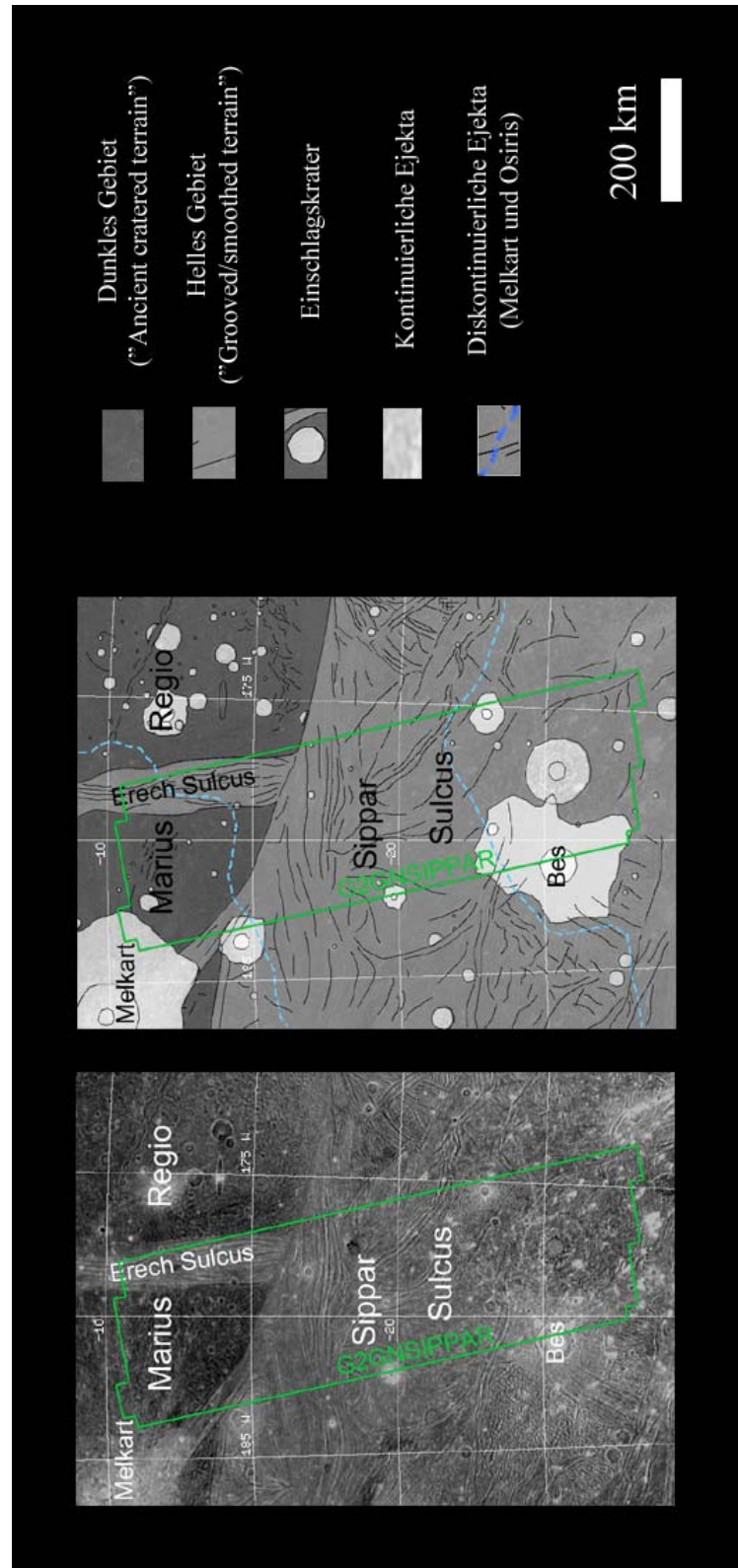


Abb. 6.44: Geologischer Kontext im Bereich des Sippur Sulcus basierend auf einem Mosaik aus Kameradaten der Raumsonde Voyager 2 und der Galileo-SSI-Beobachtung G8GSERECH01 (CLEAR-Filter) und überlagert mit den Grenzen der NIMS-Beobachtung G2GNSIPPAP (Beschreibung im Text).

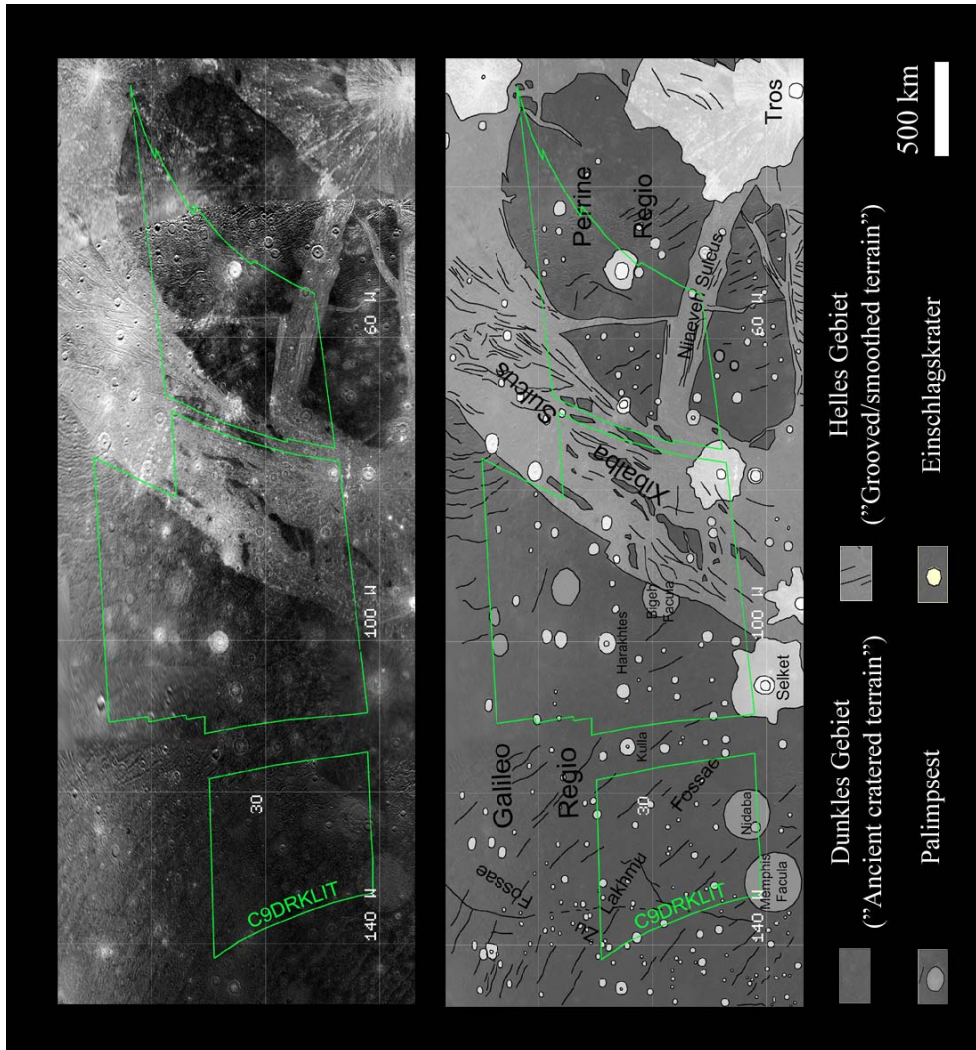


Abb. 6.45: Geologischer Kontext im Bereich des Xibalba Sulcus' basierend auf einem Mosaik aus Galileo SSI-Beobachtungen C9GSSULCUS01 und C9GSSULCUS01 (CLEAR-Filter) und überlagert mit den Grenzen der NIMS-Beobachtung C9DRKLIT (Beschreibung im Text).

- die Veränderungen in der Partikelgröße von Wassereis (vor allem der Vergleich zwischen den polaren Ablagerungen und an Wassereis reichen Einschlagskratern) und
- die Analyse nach Hinweisen, ob CO<sub>2</sub> entweder nicht in den polaren Ablagerungen enthalten oder nicht detektierbar ist.

<i>Beobachtete Gebiete</i>	<i>Geographische Position der beobachteten Region</i>	<i>NIMS-Beobachtung</i>	<i>Räumliche Auflösung</i>	<i>Analysierte Absorptionen</i>
<i>Xibalba Sulcus /Galileo und Perrine Regio</i>	17°N/100°W bis 55°N/110°W	C9DRKLIT	40 km/Pixel	1,5; 2; 3; 4,25µm
<i>Sippar Sulcus / Marius Regio</i>	11°S/173°W bis 28°S/182°W	G2GNSIPPAR	37 km/Pixel	1,25; 1,5; 2; 3; 4,25µm

Tab. 6.9: Übersicht der untersuchten Teilbereiche in der Übergangsregion zwischen äquatorialen und polaren Region auf Ganymed.

### 6.3.1 Relativer Anteil von Wassereis

Die Untersuchung der Veränderungen im relativen Anteil von Wassereis basieren, wie in den vorhergehenden Kapiteln, auf der Basis der Absorptionstiefen von Wassereis bei 1,5µm. Ähnlich den globalen Variationen variiert der relative Anteil von Wassereis zunächst in Abhängigkeit der geologischen Einheiten. Erst in geographischen Breiten größer als 30°N und 30°S macht sich der Einfluss der polaren Ablagerungen von Wassereis bemerkbar.

Der beobachtete Bereich um Sippar Sulcus reicht bis zu einer geographischen Breite von 28°S, also in einen Bereich, wo nach den globalen Untersuchungen die polaren Ablagerungen noch weniger dominant sind. Die Abbildung 6.46 zeigt die Variationen in der Absorptionstiefe bei 1,5µm im Bereich von Sippar Sulcus.

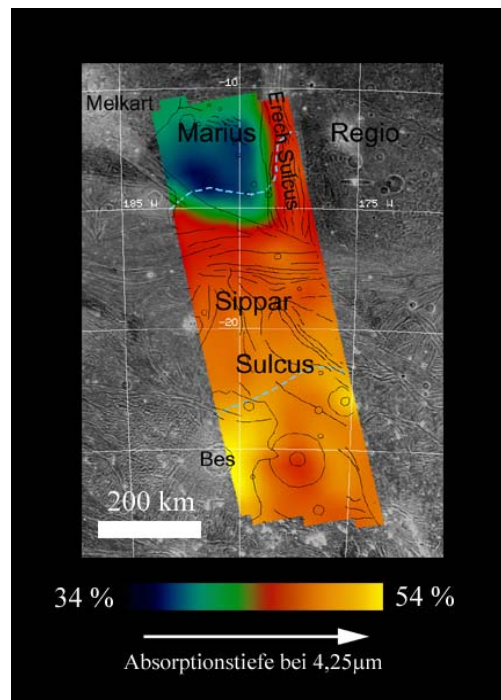


Abb. 6.46: Farbkodierte Darstellung der lokalen Variationen in den Absorptionstiefen von Wassereis bei 1,5µm im Bereich von Sippar Sulcus (NIMS-Beobachtung G2GNSIPPAR) überlagert mit den Grenzen der geologischen Einheiten aus Abb. 6.44 (Diskussion im Text).

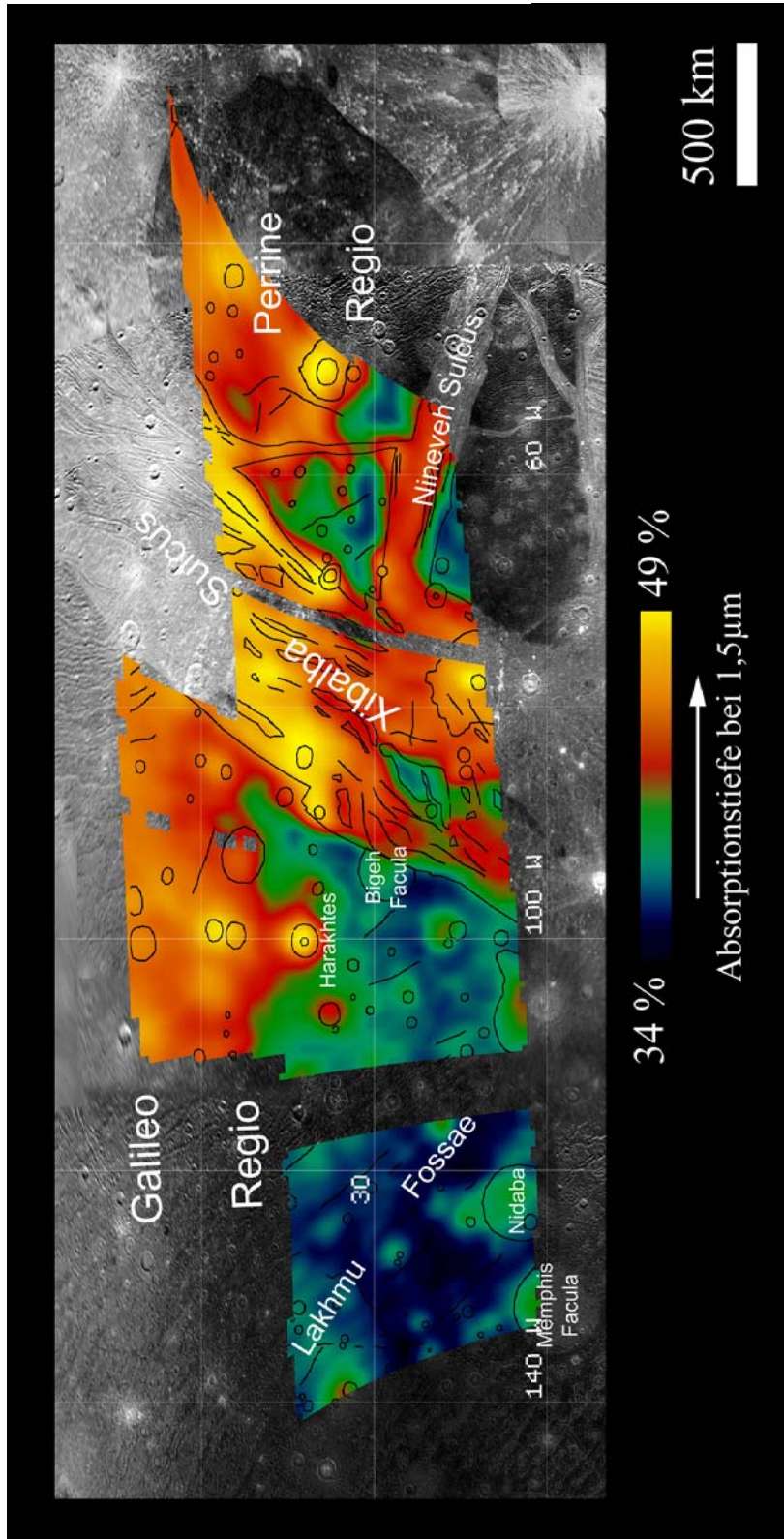


Abb. 6.47: Farbkodierte Darstellung der lokalen Variationen in den Absorptionstiefen von Wassereis bei 1,5µm im Bereich von Xibalba Sulcus (NIMS-Beobachtung C9DRKLLIT) überlagert mit den Grenzen der geologischen Einheiten aus Abb. 6.45 (Diskussion im Text).

Die Intensitäten schwanken deutlich in Abhängigkeit der geologischen Einheiten. In Tabelle 6.10 sind die Messwerte, aufgeschlüsselt nach den geologischen Einheiten, aufgeführt. So konzentrieren sich die niedrigsten Intensitäten mit im Mittel  $35,3 \pm 2,2$  % im Bereich von Marius Regio. Die Messwerte im hellen Gebiet (Sippar und Erech Sulcus) liegen mit im Mittel  $48,6 \pm 2,8$  % etwas höher und der Einschlagkrater Bes ist mit Intensitäten um  $53,6 \pm 2,7$  % durch die tiefsten Absorptionen charakterisiert. Die Messergebnisse folgen den bisherigen Ergebnissen mit dem geringsten Anteil von Wassereis im dunklen, einem etwas höheren Anteil im hellen Gebiet und die höchste Konzentration von Wassereis im Bereich des Einschlagskraters Bes. Einflüsse polarer Ablagerungen, die bisher unabhängig von den geologischen Einheiten aufgetreten sind, wurden im Bereich von Sippar Sulcus nicht beobachtet.

<i>Absorption (<math>\mu\text{m}</math>)</i>	<i>Sippar+Erech Sulcus</i>	<i>Marius Regio</i>	<i>Einschlagskrater Bes</i>
<b>1,5</b>	47,9 ( $\pm 1,9$ ) – 49,5 ( $\pm 2,8$ )	33,7 ( $\pm 1,7$ ) – 36,8 ( $\pm 2,2$ )	52,5 ( $\pm 3,1$ ) – 53,6 ( $\pm 2,7$ )

Tab. 6.10: Absorptionstiefen von Wassereis bei  $1,5\mu\text{m}$  (in %; + absoluter Fehler) im Bereich von Sippar Sulcus (NIMS-Beobachtung G2GNSIPPAR) aufgeschlüsselt für die drei geologischen Einheiten: die hellen Gebiete von Sippar und Erech Sulcus, das dunkle Gebiet von Marius Regio und der Einschlagskrater Bes. Die vollständige Statistik befindet sich im Anhang der Arbeit.

Im Gegensatz zu Sippar Sulcus ist der Einfluss polarer Ablagerungen im Bereich von Xibalba Sulcus deutlich ausgeprägt (Abb. 6.47). Der beobachtete Bereich reicht bis in geographische Breiten um  $55^\circ\text{N}$ . In geographischen Breiten um  $30^\circ\text{N}$  ist bereits ein Anstieg der Absorptionstiefen von Wassereis bei  $1,5\mu\text{m}$  zu beobachten. Variieren die Intensitäten südlich von  $30^\circ\text{N}$  noch in Abhängigkeit der geologischen Einheiten, wie im Bereich von Sippar Sulcus, gleichen sich die Messwerte nördlich von  $30^\circ\text{N}$  der geologischen Einheiten einander mehr und mehr an. In Tabelle 6.11 sind die Messwerte für die geologischen Einheiten unterteilt in äquatorial und polar. Deutlich ist der Anstieg der Absorptionstiefen für jede der drei geologischen Einheiten, d.h. die dunklen Gebieten der Regiones, des Xibalba Sulcus und der im sichtbaren Licht hellen Einschlagskrater, ebenso wie das Angleichen der Messwerte zwischen den dunklen Gebieten und dem Sulcus in den polaren Regionen in den Messwerten zu beobachten. Jedoch erfolgt der Übergang nicht gleichmäßig für die unterschiedlichen geologischen Einheiten. Im Bereich von Galileo und Perrine Regio verlagert sich die polaren Ablagerungen etwas nach Norden und im Bereich von Xibalba Sulcus nach Süden.

Im Kapitel 6.1.2 wurde darauf hingewiesen, dass sich Wassereispartikel vor allem in relativ kalten Regionen der Pole wieder ablagern und dass die lokalen Oberflächentemperaturen zusätzlich abhängig vom Oberflächenmaterial sind (Orton *et al.*, 1996). Aufgrund des geringeren Anteils von Wassereis bzw. dem höheren Anteil von Gesteinsmaterial sind die dunklen Gebiete während des Tages im Schnitt um 5K wärmer als die Sulci (Spencer, 1987a; Orton *et al.*, 1996). Dieser Unterschied besteht auch bei geographischen Breiten um  $30^\circ\text{N}$ . Beginnt Wassereis, sich im hellen Gebiet von Xibalba Sulcus bei einer bestimmten geographische Breite von etwa  $30^\circ\text{N}$  verstärkt abzulagern, so geschieht dies im dunklen Gebiet von Galileo Regio erst in etwas höheren geographischen Breiten ( $>35^\circ\text{N}$ ).

<i>Absorption (<math>\mu\text{m}</math>)</i>	<i>Xibalba Sulcus</i>	<i>Galileo + Perrine Regio</i>	<i>Einschlagskrater</i>
<b>1,5 (äquatorial)</b>	38,5 ( $\pm 2,7$ ) – 45,7 ( $\pm 2,3$ )	16,8 ( $\pm 1,2$ ) – 35,5 ( $\pm 1,8$ )	37,6 ( $\pm 2,3$ ) – 38,9 ( $\pm 2,3$ )
<b>1,5 (polar)</b>	47,9 ( $\pm 2,4$ ) – 55,2 ( $\pm 2,2$ )	43,6 ( $\pm 2,6$ ) – 49,1 ( $\pm 2,5$ )	52,3 ( $\pm 2,6$ ) – 55,2 ( $\pm 2,8$ )

Tab. 6.11: Absorptionstiefen von Wassereis bei  $1,5\mu\text{m}$  (in %; + absoluter Fehler) im äquatorialen bzw. polaren Bereich von Xibalba Sulcus (NIMS-Beobachtung C9DRKLIT). Die Messwerte sind aufgeschlüsselt für die drei geologischen Einheiten: das helle Gebiet von Xibalba Sulcus, die dunklen Gebiete von Galileo und Perrine Regio und im sichtbaren Licht helle Einschlagskrater. Die vollständige Statistik befindet sich im Anhang der Arbeit.

Im Bereich von Einschlagskratern, die sich in Galileo und Perrine Regio befinden, verlagern sich die polaren Ablagerungen ebenfalls in Richtung Süden. Die Abbildung 6.48 zeigt einen Ausschnitt der Abbildung 6.47 für den Teilbereich von Galileo Regio, in dem sich der Einschlagskrater Harakhtes befindet. In der Regel erwiesen sich Einschlagskrater mit einem hohen Anteil von Wassereis als geologisch relativ jung. Jedoch ergaben Zählungen der Einschlagshäufigkeiten im Bereich der kontinuierlichen Ejekta von Harakhtes nach dem Modell von *Neukum* (1997) und *Neukum et al.* (1998) ein Modellalter von  $3,94 \pm 0,05$  Milliarden Jahren (*Stephan et al.*, 2003). Je älter ein Einschlagskrater ist, desto länger war das ausgeworfene Material dem interplanetaren Raum und hier vor allem dem Bombardement mit (Mikro-) Meteoriten ausgesetzt. Dieses bewirkt eine Vermischung des Materials im Bereich des Einschlagskraters mit dem der Umgebung, bis ein Gleichgewicht in der Oberflächenzusammensetzung zwischen dem Material des Einschlagskraters und dem der Umgebung erreicht ist. *Shoemaker et al.* (1982) gibt für die Ganymedoberfläche Erosionsraten infolge mikrometeoritischen Bombardements von etwa 1 (Heckseite) bis 20 m/Mrd. Jahre (Bugseite) an. Demnach sollte sich in einem Zeitraum von fast 4 Mrd. Jahren ein Gleichgewicht zwischen dem relativen Wassereisanteil im Kratermaterial und der Umgebung eingestellt haben, ähnlich den Einschlagskratern in der Umgebung von Harakhtes, die ihrer Helligkeit nach kaum von ihrer unmittelbaren Umgebung zu unterscheiden sind.

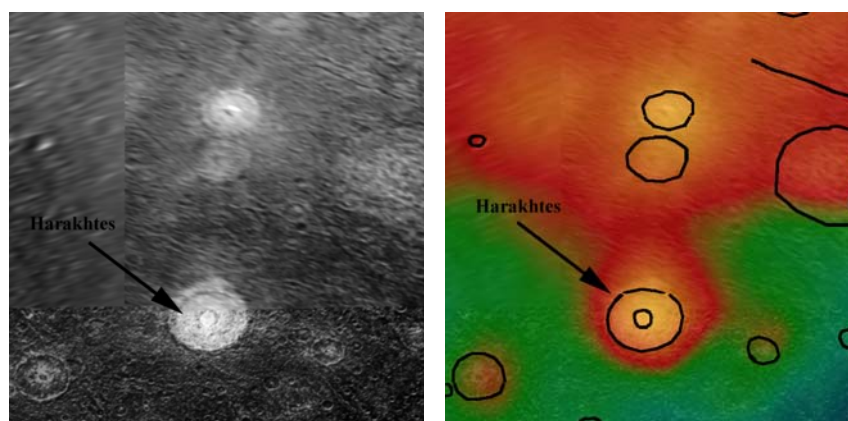


Abb. 6.48: Einschlagskrater Harakhtes im Bereich des Galileo Regios: Mosaik aus Voyager und Galileo-Kameradaten (links), Ausschnitt der NIMS-Beobachtung C9DRKLIT aus Abb. 6.46 mit den Variationen in den Absorptionstiefen von Wassereis bei  $1,5\mu\text{m}$  (rechts) (Diskussion im Text).

### 6.3.2 Partikelgröße von Wassereis

Im Rahmen der globalen Untersuchung wurde gezeigt, dass die Partikelgrößen von Wassereis zum einen unabhängig von den geologischen Einheiten zum anderen jedoch deutlich mit dem steigenden Einfluss der polaren Ablagerungen von Wassereis variieren. Sie weisen auf eine kontinuierlich abnehmende Partikelgröße in Richtung der polaren Regionen hin. Zur Analyse der Variationen der Partikelgröße erwiesen sich die Absorptionstiefen von Wassereis bei  $1,04$  und  $1,25\mu\text{m}$  aufgrund ihrer erhöhten Empfindlichkeit gegenüber Veränderungen der Partikelgröße und des Verhältnisses zwischen dem Reflexionsgrad im sichtbaren Licht und den Absorptionstiefen bei  $1,5\mu\text{m}$  (Kap. 6.2.1.2) als besonders geeignet. Die beiden Absorptionen bei  $1,04$  und  $1,25\mu\text{m}$  zeigen jedoch stets einen, wenn auch geringen, Einfluss des relativen Anteils von Wassereis (Kap. 6.1.2). Dieser zeigt sich insbesondere in Regionen, in denen die Partikelgröße konstant ist. Bisher wurde vor allem das Verhältnis zwischen jeweils zwei der Absorptionen von Wassereis bei  $1,04$ ,  $1,25$ ,  $1,5$  und  $2\mu\text{m}$  erfolgreich genutzt um Variationen in der Partikelgröße unabhängig vom relativen Anteil von Wassereis zu untersuchen (siehe Kap. 6.1.2).

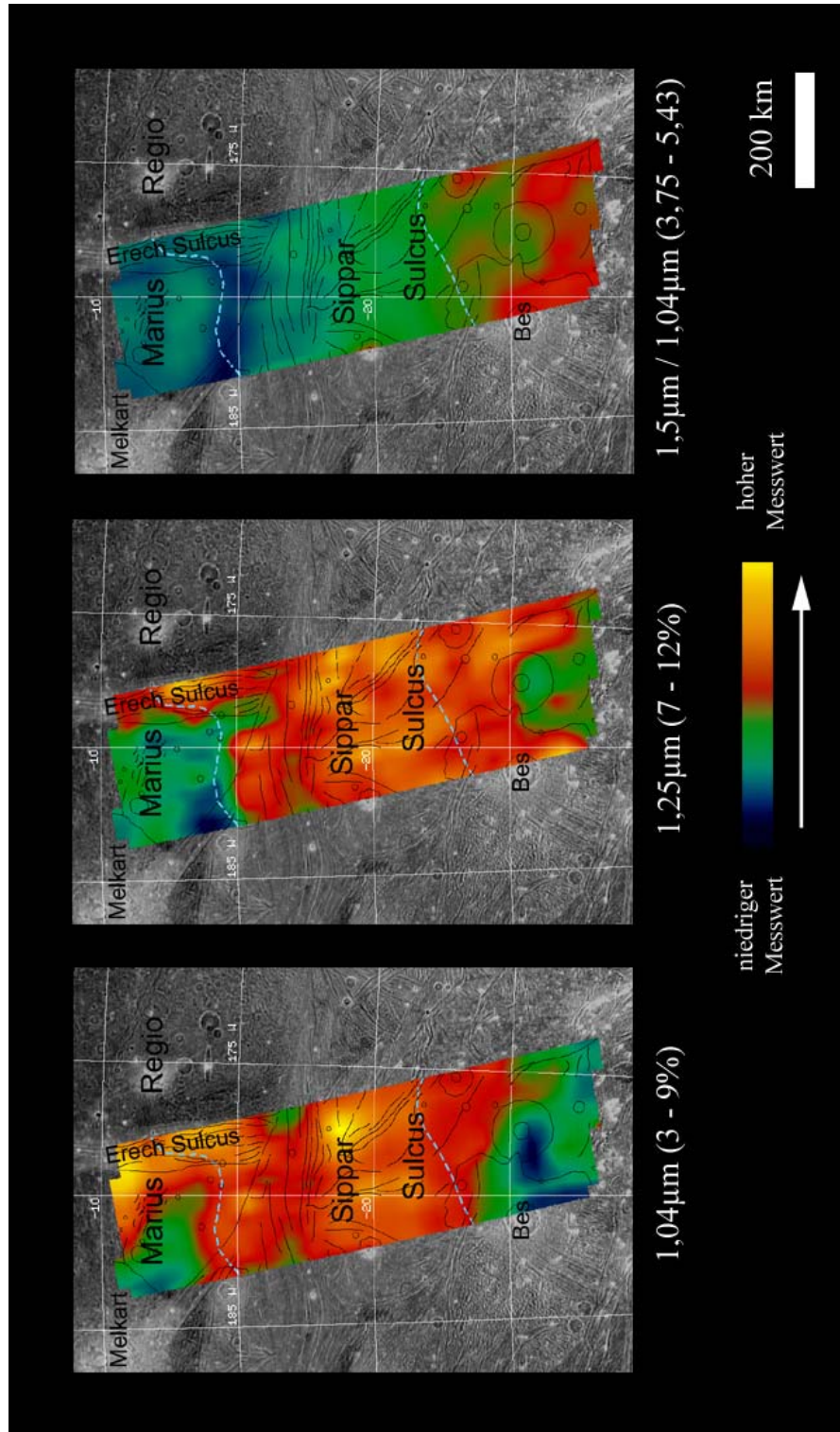


Abb. 6.49: Farbkodierte Darstellung der lokalen Variationen der Absorptionstiefen von Wasseris bei 1,04 und 1,25 sowie des Verhältnisses der Absorptionstiefen bei 1,5 und 104µm im Bereich von Sipparsulcus (NIMS-Beobachtung G2GNSIPPAR) überlagert mit den Grenzen der geologischen Einheiten aus Abb. 6.44 (Diskussion im Text).



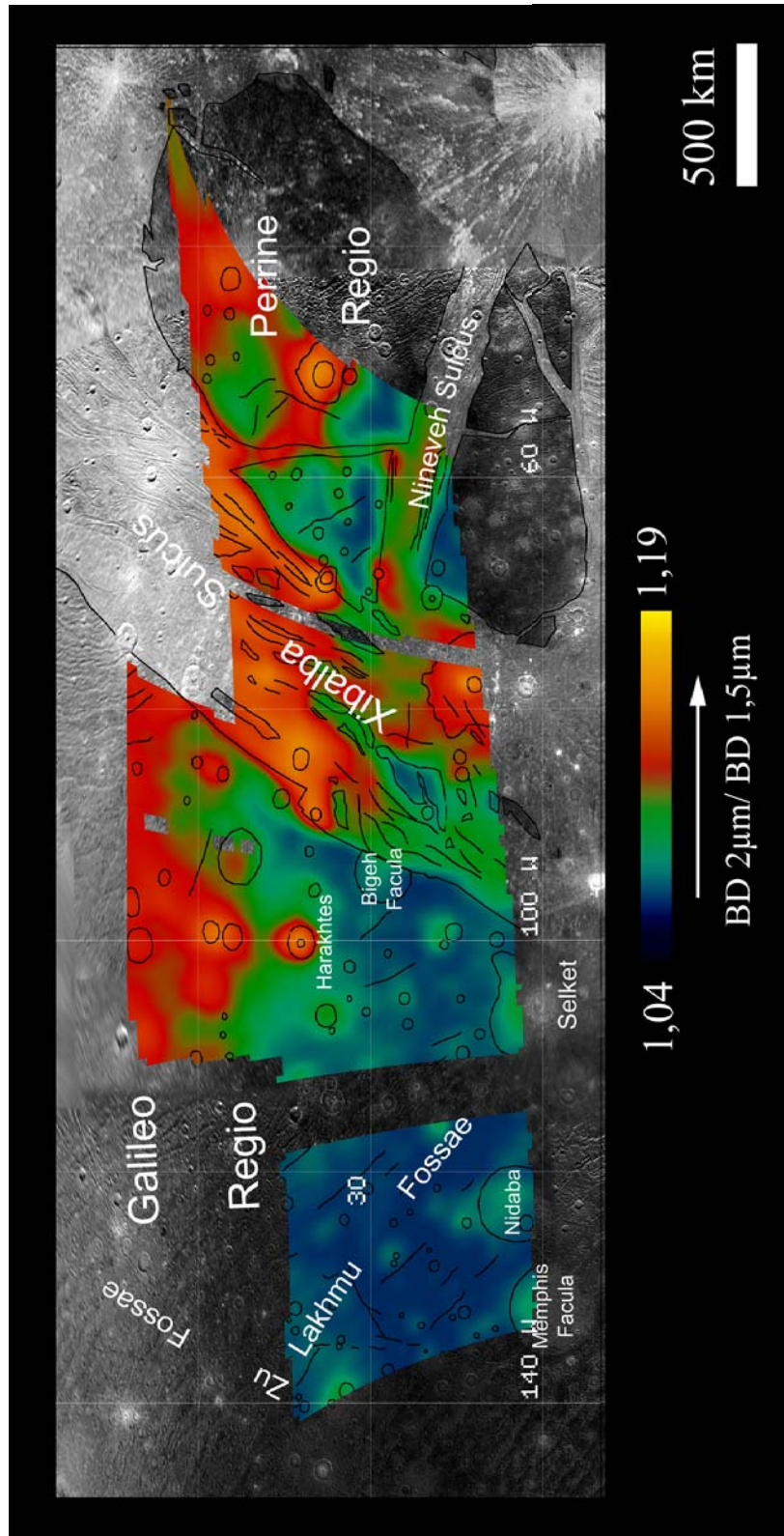


Abb. 6.50: Farbkodierte Darstellung der lokalen Variationen des Verhältnisses der Absorptionstiefen von Wasser bei 2 und 1,5µm im Bereich von Xibalba Sulcus (NIMS-Beobachtung C9DRKLLT) überlagert mit den Grenzen der geologischen Einheiten aus Abb. 6.45 (Diskussion im Text).

Für den Bereich von Sippar Sulcus konnten die Intensitäten aller Absorptionen von Wassereis, gemessen werden. In Abbildung 6.49 sind die Variationen der gemessenen Absorptionstiefen bei 1,04, 1,25 $\mu\text{m}$  und das Verhältnis zwischen den Absorptionen von 1,5 $\mu\text{m}$  und 1,25 $\mu\text{m}$  dargestellt. Die drei Messvarianten zeigen verglichen mit den Variationen im relativen Anteil von Wassereis deutliche Unterschiede. Die Variationen in den Absorptionstiefen bei 1,04 $\mu\text{m}$  und 1,25 $\mu\text{m}$  sind einander ähnlich. Beide zeigen im Mittel geringe Intensitäten sowohl im Bereich von Marius Regio als auch im südlichen Bereich von Sippar Sulcus nahe dem Einschlagkrater Bes. In den übrigen Bereichen von Sippar und Erech Sulcus sind die gemessenen Intensitäten dagegen im Mittel etwas höher (Tab. 6.12). Dies impliziert relativ geringe Partikelgrößen sowohl für Marius Regio als auch für den Einschlagkrater Bes, wobei nicht ausgeschlossen ist, dass die Messwerte eher den südlichen Bereich von Sippar Sulcus charakterisieren.

Die Messwerte könnten wieder mit Einschlagsprozessen in Verbindung gebracht werden. Geringe Partikelgrößen von Wassereis im Bereich des Einschlagkrater Bes wären plausibel. Sie würden mit dem relativ hohen Anteil von Wassereis des Einschlagkraters korrelieren und zusammen ein Indiz für dessen geologisch relativ junges Alter sein. Sie könnten jedoch auch das Resultat der Modifizierung der Oberfläche durch die ausgedehnten Strahlen des Einschlagkraters Osiris im Südosten des Sippar Sulcus sein. Dies wäre auch im Bereich von Marius Regio möglich. Die geringen Partikelgrößen könnten das Resultat der Modifizierung der Ganymedoberfläche durch die Ejekta des nahe gelegenen Einschlagkraters Melkart sein.

Die Variationen im Verhältnis der Absorptionstiefen bei 1,5 und 1,04  $\mu\text{m}$  zeigen eine andere Verbreitung. Sie lassen eher ein kontinuierliches Ansteigen des Quotienten bzw. eine kontinuierliche Abnahme der Partikelgröße von Wassereis in südlicher Richtung erkennen. Aus den Untersuchungen der globalen Variationen der Absorptionstiefen bei 1,04 und 1,25 $\mu\text{m}$  ist bekannt, dass diese vor allem in Bereichen, wo die Partikelgröße relativ konstant ist noch vom relativen Anteil von Wassereis beeinflusst werden. Dies scheint auch für Sippar Sulcus der Fall zu sein. Demnach reflektieren die niedrigen Intensitäten im Bereich von Marius Regio eher dessen relativ niedrigen Anteil von Wassereis. Die geringen Partikelgrößen im Süden der Beobachtung erscheinen dagegen real, da sie mit den Variationen im Verhältnis der Intensitäten bei 1,5 $\mu\text{m}$  und 1,04 $\mu\text{m}$  übereinstimmen. Demnach nehmen die Partikelgrößen im Bereich von Sippar Sulcus in südlicher Richtung kontinuierlich zu. Dieser Bereich befindet sich in geographischen Breiten um 30°S, was bereits nahe der südlichen Polkappe liegt. Ein kontinuierlich ansteigender Einfluss feinkristalliner polarer Ablagerungen von Wassereis wird deshalb als Ursache für die Variationen in der Partikelgröße von Sippar Sulcus favorisiert.

<i>Absorption (<math>\mu\text{m}</math>)</i>	<i>Sippar+Erech Sulcus</i>	<i>Marius Regio</i>	<i>Einschlagkrater Bes</i>
1,04	5,6 ( $\pm 0,6$ ) – 6,4 ( $\pm 0,6$ )	4,5 ( $\pm 0,5$ ) – 5,9 ( $\pm 0,6$ )	3,7 ( $\pm 0,4$ ) – 4,4 ( $\pm 0,5$ )
1,25	9,8 ( $\pm 1,0$ ) – 11,1 ( $\pm 1,1$ )	7,7 ( $\pm 0,8$ ) – 9,4 ( $\pm 1,0$ )	9,7 ( $\pm 1,0$ ) – 10,9 ( $\pm 1,1$ )

Tab. 6.12: Absorptionstiefen von Wassereis bei 1,04 und 1,25 $\mu\text{m}$  (in %; + absoluter Fehler) im Bereich von Sippar Sulcus (NIMS-Beobachtung G2GNSIPPAR) aufgeschlüsselt für die geologischen Einheiten: das helle Gebiet von Sippar und Erech Sulcus, das dunkle Gebiet von Marius Regio und der Einschlagkrater Bes. Die vollständige Statistik befindet sich im Anhang der Arbeit.

Für die Beobachtung von Xibalba Sulcus konnten die Absorptionen bei 1,04 und 1,25 $\mu\text{m}$  wegen des Ausfalles der entsprechenden Detektoren nicht untersucht werden (siehe Kap. 5). Die Abbildung 6.50 zeigt daher stattdessen die Variationen im Verhältnis der Absorptionstiefen von Wassereis bei 2 und 1,5 $\mu\text{m}$ . Die Variationen des Quotienten folgen im Wesentlichen denen des relativen Anteils von

Wassereis (Abb. 6.47). So steigt der Quotient in nördlicher Richtung kontinuierlich an, was ein Abnehmen der Partikelgröße mit zunehmendem relativem Anteil von Wassereis signalisiert.

Die Messwerte sind für den gesamten Bereich größer als 1 mit einem Maximum bei 1,19 (Abb. 6.50), was andeutet, dass die Absorption bei  $2\mu\text{m}$  stets tiefer ist als die bei  $1,5\mu\text{m}$ . Im Rahmen der globalen Beobachtungen wurde gezeigt, dass dieses Verhältnis typisch für feinkristallines Wassereis mit Partikelgrößen kleiner als  $50\mu\text{m}$  ist (Kap. 6.1.2) und vor allem in den polaren Regionen vermutet wird. Die lokalen Variationen bestätigen dies. Die Unterschiede zwischen den geologischen Einheiten, das heißt zwischen den dunklen Gebieten und Xibalba Sulcus, sind verhältnismäßig gering. Nur die Einschlagskrater, welche südlich von  $30^\circ\text{N}$  liegen, unterscheiden sich durch deutlich geringere Partikelgrößen von ihrer Umgebung. In den nördlich von  $30^\circ\text{N}$  gelegenen Regionen gleichen sich deren Messwerte wegen der zunehmenden Dominanz der polaren Ablagerungen von Wassereis der Umgebung an. Der Unterschied zwischen den Messwerten von Einschlagskratern in polaren und äquatorialen Bereich ist verschwindend gering. Sie erreichen jeweils ein Maximum bei 1,19. Im Vergleich mit der Abbildung 6.17 in Kapitel 6.1.2 entspricht dies einer Partikelgröße von etwa  $10\mu\text{m}$ . Die Größen der Wassereispartikel, welche aufgrund der Wechselwirkung mit der Jupitermagnetosphäre in den polaren Regionen abgelagert werden, sind somit mit denen, die durch Einschlagsprozesse verursacht werden, vergleichbar.

### 6.3.3 Gehalt an $\text{CO}_2$

Im Bereich der an feinkristallinem Wassereis reichen polaren Ablagerungen wurde auf der Basis der globalen Untersuchungen bisher kein  $\text{CO}_2$  festgestellt. Ebenso konnte bis zumgegenwärtigen Zeitpunkt nicht vollständig geklärt werden, ob sich kein  $\text{CO}_2$  in den Ablagerungen befindet oder ob aufgrund des hohen Wassereisanteils und des dem entsprechenden niedrigen Reflexionsgrades nahe  $4\mu\text{m}$  die Absorption von  $\text{CO}_2$  bei  $4,25\mu\text{m}$  im Reflexionsspektrum nur nicht detektierbar ist.

Die Absorptionstiefen von  $\text{CO}_2$  bei  $4,25\mu\text{m}$  schwanken im Bereich von Sippar Sulcus relativ stark zwischen  $25,8\% \pm 2,6\%$  und dem vollständigen Verschwinden der Absorption (Abb. 6.51). Die hohen Messwerte konzentrieren sich im Norden der Beobachtung vor allem im Bereich von Marius Regio und teilweise bis in den Erech Sulcus hinein. Sippar Sulcus ist dagegen durch relativ geringe Intensitäten charakterisiert, zeigt aber auch Bereiche, in denen die Absorption vollständig verschwindet. Innerhalb des Sulcus ist vereinzelt ein lokales Ansteigen der Intensitäten zu beobachten, das jedoch weder mit Einschlagskratern noch mit anderen Oberflächenstrukturen eindeutig korreliert ist.

In der graphischen Darstellung von Abbildung 6.52 sind die gemessenen Absorptionstiefen von  $\text{CO}_2$  dem Reflexionsgrad bei  $4,25\mu\text{m}$  gegenübergestellt. Mit zunehmendem Reflexionsgrad bei  $4,25\mu\text{m}$  nimmt die Absorptionstiefe zu. Dies deutet eher auf eine Abhängigkeit vom Reflexionsvermögen hin und steht vermutlich nicht mit dem Gehalt von  $\text{CO}_2$  im Oberflächenmaterial in Zusammenhang. Die Korrelation ist jedoch aufgrund der hohen Streuung der Messwerte nicht eindeutig. Möglicherweise besteht auch ein Zusammenhang mit dem wachsenden Einfluss der feinkristallinen polaren Wassereisablagerungen. Die Abbildung 6.53 zeigt die graphische Darstellung der Absorptionstiefen von  $\text{CO}_2$  bei  $4,25\mu\text{m}$  und den Variationen in der Partikelgröße bzw. dem Verhältnis der Intensitäten der beiden Absorptionen bei  $1,5$  und  $1,25\mu\text{m}$  der Abbildung 6.49. Sie deuten sinkende Absorptionstiefen von  $\text{CO}_2$  bei  $4,25\mu\text{m}$  mit sinkender Partikelgröße an.

Im Kapitel 6.1.3 wurde gezeigt, dass  $\text{CO}_2$  im Bereich von Einschlagskratern, welche durch einen relativ hohen Anteil und durch geringe Partikelgrößen von Wassereis charakterisiert sind, detektierbar ist. Die generell in Richtung Süden abnehmenden Absorptionstiefen von  $\text{CO}_2$ , die sinkenden Partikelgrößen und der relativ hohe Anteil von Wassereis deuten darauf hin, dass in den feinkristallinen polaren Wassereisablagerungen kein  $\text{CO}_2$  enthalten ist.

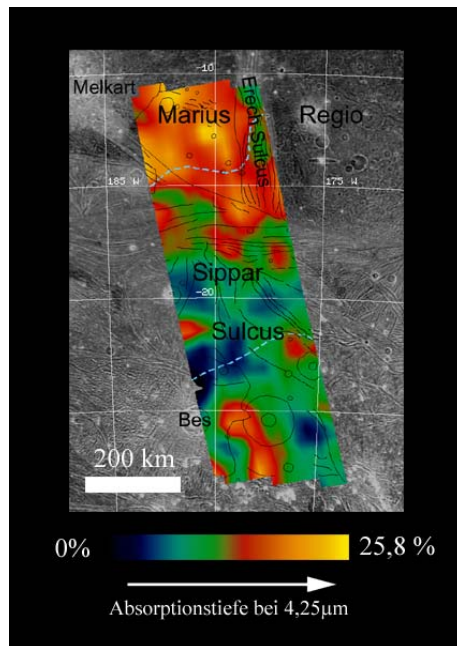


Abb. 6.51: Farbkodierte Darstellung der lokalen Variationen in den Absorptionstiefen von  $\text{CO}_2$  bei  $4,25\mu\text{m}$  im Bereich von Sippar Sulcus (NIMS-Beobachtung G2GNSIPPAR) überlagert mit den Grenzen der geologischen Einheiten aus Abb. 6.40 (Diskussion im Text).

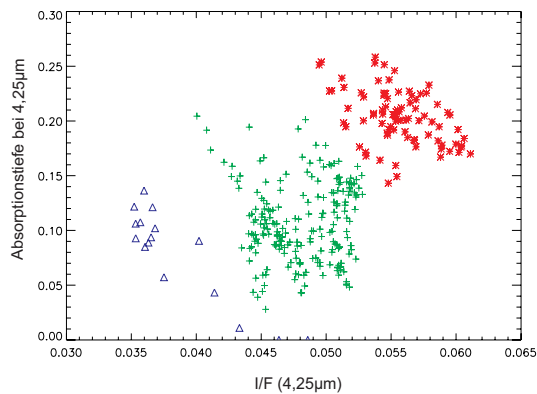


Abb. 6.52: Vergleich des Reflexionsgrades bei  $4,25\mu\text{m}$  mit den Absorptionstiefen von  $\text{CO}_2$  im Bereich von Sippar Sulcus (NIMS-Beobachtung G2GNSIPPAR) separat für die geologischen Einheiten: 1. Galileo Regio (rot), 2. Marius Regio (violett), 3. Sippar Sulcus (grün) und 4. Einschlagskrater Bes (blau) (Diskussion im Text).

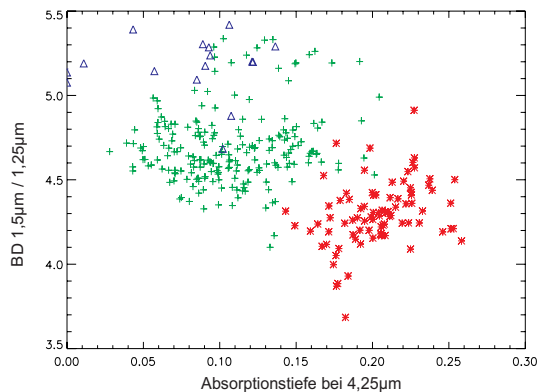


Abb. 6.53: Vergleich der Absorptionstiefen von  $\text{CO}_2$  bei  $4,25\mu\text{m}$  mit dem Verhältnis der Absorptionstiefen von Wassereis bei  $2$  und  $1,5\mu\text{m}$  im Bereich von Sippar Sulcus (NIMS-Beobachtung G2GNSIPPAR) separat für die geologischen Einheiten: 1. Galileo Regio (rot), 2. Marius Regio (violett), 3. Sippar Sulcus (grün) und 4. Einschlagskrater Bes (blau) (Diskussion im Text).

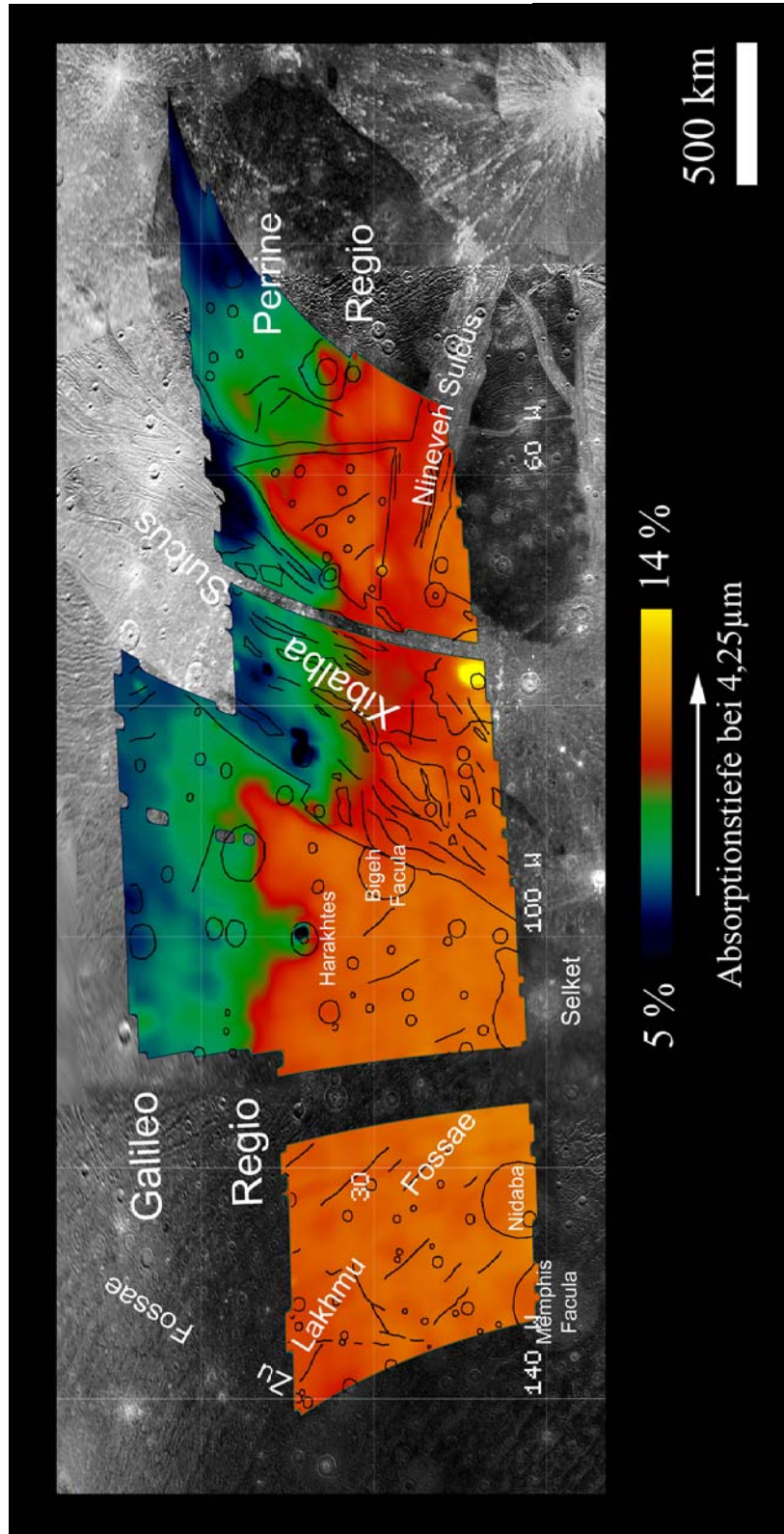


Abb. 6.54: Farbkodierte Darstellung der lokalen Variationen im Verhältnis der Absorptionstiefen von CO<sub>2</sub> bei 4,25µm im Bereich von Xibalba Sulcus (NIMS-Beobachtung C9DRKLLT) überlagert mit den Grenzen der geologischen Einheiten aus Abb. 6.45 (Diskussion im Text).

Im Bereich von Xibalba Sulcus schwanken die Absorptionstiefen von CO<sub>2</sub> bei 4,25µm zwischen etwa 5 und 14% (Abb. 6.54). Die Intensitäten sinken kontinuierlich in Richtung Norden. Jedoch sinken sie in den dunklen Gebieten von Galileo und Perrine Regio, verglichen mit Xibalba Sulcus, in unterschiedlichem Maße. Weder in der äquatorialen noch in der polaren Region sind signifikante Unterschiede in den Absorptionstiefen von CO<sub>2</sub> zwischen diesen geologischen Einheiten zu beobachten (Tab. 6.14). Eine Ausnahme bilden die im sichtbaren Licht hellen Einschlagskrater. Sie sind im äquatorialen und im polaren Bereich durch einen hohen Anteil von feinkristallinem Wassereis charakterisiert. Jedoch weisen sie deutliche Unterschiede in den Absorptionstiefen von CO<sub>2</sub> bei 4,25µm auf. Ähnlich den geologisch jungen Einschlagskratern in Uruk Sulcus (Kap. 6.2.1.3) zeichnet sich ebenfalls ein Einschlagskrater im südlichen Bereich von Xibalba Sulcus durch eine, im Vergleich zu seiner Umgebung, relativ hohe Absorptionstiefe von CO<sub>2</sub> aus. Einschlagskrater, welche im Bereich der polaren Ablagerungen von Wassereis liegen, zeigen nur geringe Intensitäten.

Dies weist auf real bestehende Unterschiede im Gehalt von CO<sub>2</sub> im Wassereis der Einschlagskrater und der polaren Ablagerungen hin. Zum einen unterstützt diese Beobachtung den engen Zusammenhang zwischen Einschlagsprozessen und der Verbreitung von CO<sub>2</sub>. Zum anderen wird dadurch der Nachweis erbracht, dass die polaren Ablagerungen kein CO<sub>2</sub> enthalten. Die im Rahmen der globalen Untersuchungen beobachtete generell abnehmende Absorptionstiefe von CO<sub>2</sub> bei 4,25µm (Kap. 6.1.3) hängt demnach nicht ausschließlich mit dem Reflexionsgrad bei 4,25µm zusammen, sondern mit dem abnehmenden Gehalt von CO<sub>2</sub> im Oberflächenmaterial.

<i>Absorption (µm)</i>	<i>Sippar + Erech Sulcus</i>	<i>Marius Regio</i>	<i>Einschlagskrater Bes</i>
<b>4,25</b>	5,4 (±0,6) - 16 (±1,6)	16,8 (±1,7) - 25,8 (±2,6)	7,2 (±0,7) - 12,3 (±1,3)

Tab. 6.13: Absorptionstiefen von CO<sub>2</sub> bei 4,25µm (in %; + absoluter Fehler) im Bereich von Sippar Sulcus (NIMS-Beobachtung G2GNSIPPAR) aufgeschlüsselt für die drei geologischen Einheiten: die hellen Gebiete von Sippar und Erech Sulcus, das dunkle Gebiet von Marius Regio und der Einschlagskrater Bes. Die vollständige Statistik befindet sich im Anhang der Arbeit.

<i>Absorption (µm)</i>	<i>Xibalba Sulcus</i>	<i>Galileo + Perrine Regio</i>	<i>Einschlagskrater</i>
<b>4,25 (äquatorial)</b>	10,9 (±1,1) - 11,0 (±1,1)	11,1 (±1,2) - 11,7 (±1,2)	11,0 (±1,1) - 14,1 (±1,4)
<b>4,25(polar)</b>	5,4 (±0,6) - 10,8 (±1,1)	5,7 (±0,6) - 10,9 (±1,1)	5,4 (±0,6) - 10,5 (±1,1)

Tab. 6.14: Absorptionstiefen von CO<sub>2</sub> bei 4,25µm im äquatorialen bzw. polaren Bereich von Xibalba Sulcus (NIMS-Beobachtung C9DRKLIT). Die Messwerte sind aufgeschlüsselt für die drei geologischen Einheiten: das helle Gebiet von Xibalba Sulcus, die dunklen Gebiete von Galileo und Perrine Regio und im sichtbaren Licht helle Einschlagskrater. Die vollständige Statistik befindet sich im Anhang der Arbeit.