

8 Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Abb. 2.1: Zeus entführt Ganymedes, Terrakottastatue, um 475 v. Chr. (Olympia/Griechenland, Museum)..... | 14 |
| Abb. 2.2: Die Galileischen Monde von Jupiter. | 15 |
| Abb. 2.3: Effektive Temperatur eines Schwarzkörpers im des Gasnebels des Protojupiters. | 18 |
| Abb. 2.4: Modelle der inneren Struktur von Ganymed (links) im Vergleich mit Callisto (rechts). | 19 |
| Abb. 2.5: Phasendiagramm von Wassereis | 20 |
| Abb. 2.6: Oberflächenstrukturen..... | 25 |
| Abb. 2.7: Übergang zwischen einem Teilbereich des dunklen Gebietes und dem hellen Gebiet. | 26 |
| Abb. 2.8: Detailansichten vom dunklen Gebiet: (a) – Galileo Regio und (b) – Nicholson Regio..... | 26 |
| Abb. 2.9: Schematische Darstellung der Interpretation des dunklen Gebietes..... | 27 |
| Abb. 2.10: Das helle Gebiet von Ganymed..... | 28 |
| Abb. 2.11: Übergangsbereich zwischen dem hellem Gebiet und dem dunklen Gebiet (Nicholson Regio)..... | 29 |
| Abb. 2.12: Einfluss von einfallenden Mikrometeoriten auf die Kratermorphologie..... | 30 |
| Abb. 2.13: Mosaik von Gilgamesh..... | 31 |
| Abb. 2.14: Palimpseste auf Ganymed. | 32 |
| Abb. 2.15: Palimpsest Buto Facula im dunklen Gebiet von Marius Regio..... | 32 |
| Abb. 2.16: Penepalimpseste auf Ganymed..... | 33 |
| Abb.2.17: Bildmosaik von Osiris, dem größten Strahlenkrater auf Ganymed. | 34 |
| Abb. 2.18: Dunkler Strahlenkrater Kittu. | 34 |
| Abb. 3.1: Schematische Darstellung der Beobachtungsgeometrie während eines Reflexionsvorganges | 36 |
| Abb. 3.2: Anregung einer Absorptionsbande im IR..... | 39 |
| Abb. 4.1: Reflexionsspektrum von Ganymed, | 44 |
| Abb. 4.2: Molekulare Grundschnitungen im Wassereismolekül. | 45 |
| Abb. 4.3: Modellspektren von Wassereis im Wellenlängenbereich von 2,5 bis 5µm..... | 46 |
| Abb. 4.4: Vergleich des Wellenlängenbereichs um 3µm der Modellspektren von Wassereis. | 47 |
| Abb. 4.5: Vergleich der Absorption von Wassereis bei 1,5µm in amorphem und kristallinem Wassereis..... | 47 |
| Abb. 5.1: Design des abbildenden Spektrometers NIMS..... | 53 |
| Abb. 5.2: Schematische Darstellung des Aufbaus und der Funktionsweise des NIMS-Instruments. | 54 |
| Abb. 5.3: Spektrales Empfindlichkeitsprofil von zwei Detektoren im „Nyquist sampling“ | 54 |
| Abb. 5.4: Galileo-NIMS-Beobachtungen..... | 59 |
| Abb. 5.5: Konzept eines „ <i>image cubes</i> “..... | 60 |
| Abb.5.6: Spektralbereiche der Breitbandfilter der Galileo-SSI-Kamera | 61 |
| Abb.5.7: Spektralbereiche der Breitbandfilter der Voyager-ISS-Kameras. | 63 |
| Abb. 5.8: Zunehmende Abweichungen der zentralen Wellenlängen (PSHIFT) im Verlauf der Galileo-Mission. | 65 |
| Abb. 5.9: Die Absorptionsbreiten der Spektralkanäle verbreitern sich (Inflation) im Verlauf der Mission..... | 66 |
| Abb. 5.10: Vergleich der Kamera- und NIMS-Daten vor und nach der Projizierung. | 72 |
| Abb. 5.11.: Hauptkomponentenanalyse der NIMS-Daten..... | 79 |
| Abb. 5.12: Eigenwerte der 228 Hauptkomponenten am Beispiel der NIMS-Beobachtung G1GNMEMPHIS | 80 |
| Abb. 5.13: Separierung des „echten“ Signals vom instrumentbedingten Störsignal..... | 80 |
| Abb. 5.14: Einfluss der Beobachtungsgeometrie auf den generellen Verlauf eines Reflexionsspektrums | 82 |
| Abb. 5.15: Normierung einer Absorption auf das korrespondierende Kontinuum. | 82 |
| Abb. 5.16: Darstellung der initialen Bandenmodelle..... | 84 |
| Abb.5.17: Spektrale Parameter eines Absorptionsbandes. | 88 |
| Abb. 5.18: Wassereisspektren unterschiedlicher Partikelgröße. | 90 |
| Abb. 5.19: Absorptionstiefen in Abhängigkeit der Partikelgröße von Wassereis. | 91 |
| Abb. 5.20: Quotienten der Absorptionstiefen in Abhängigkeit der Partikelgröße von Wassereis. | 92 |
| Abb. 6.1: Oberflächenstrukturen im Bereich der globalen NIMS-Beobachtung G1GNGLOBAL..... | 95 |
| Abb. 6.2: Oberflächenstrukturen im Bereich der globalen NIMS-Beobachtung E6GNGLOBAL..... | 96 |
| Abb. 6.3: Variationen der Absorptionstiefen bei 1,5, 2, 2,4 und 3µm auf der vom Jupiter abgewandten Hemisphäre in Abhängigkeit der drei geologischen Einheiten: | 98 |
| Abb. 6.4: Variationen der Absorptionstiefen bei 1,5µm im Bereich der Heckseite. | 100 |
| Abb. 6.5: Mittelwertspektren der drei geologischen Einheiten | 103 |
| Abb. 6.6: Absorptionstiefen der Absorption bei 1,5µm in Abhängigkeit der geographischen Breite | 105 |
| Abb. 6.7: Schematische Darstellung des Verlaufs der Feldlinien von Jupiters und Ganymeds Magnetfeld..... | 106 |
| Abb. 6.8: Ganymeds Polkappen..... | 106 |

| | |
|--|-----|
| Abb. 6.9: Absorptionstiefen bei 1,04 und 1,25 μ m im Bereich der vom Jupiter abgewandten Hemisphäre in Abhängigkeit der drei geologischen Haupteinheiten. | 108 |
| Abb. 6.10: Absorptionstiefen von Wassereis bei 1,04 μ m für die Heckseite und die von Jupiter abgewandte Hemisphäre. | 109 |
| Abb. 6.11: Absorptionstiefen bei 1,25 μ m für die Heckseite und die von Jupiter abgewandte Hemisphäre. | 110 |
| Abb. 6.12: Absorptionstiefen bei 1,04 μ m in Abhängigkeit der geographischen Breite für die Heckseite und die von Jupiter abgewandte Hemisphäre. | 111 |
| Abb. 6.13: Absorptionstiefen bei 1,25 μ m in Abhängigkeit der geographischen Breite für die Heckseite und die von Jupiter abgewandte Hemisphäre. | 111 |
| Abb. 6.14: Quotientenbilder der gemessenen Absorptionstiefen am Beispiel der globalen Beobachtung G1GNGLOBAL. | 114 |
| Abb. 6.15: Verhältnis der Absorptionstiefen von Wassereis bei 2 und 1,5 μ m im Bereich der Heckseite und der von Jupiter abgewandten Hemisphäre. | 115 |
| Abb. 6.16: Vergleich der Verschiebung der Wellenlängenposition bei 2 μ m in Abhängigkeit der Intensität. | 116 |
| Abb. 6.17: Quotient der Absorptionstiefen bei 2 und 1,5 μ m in Abhängigkeit der Partikelgrößen von Wassereis. | 116 |
| Abb. 6.18: Mittelwertspektren der äquatorialen und polaren Regionen in G1GNGLOBAL. | 117 |
| Abb. 6.19: Vergleich der Tages- und Nachttemperaturen auf Ganymed. | 118 |
| Abb. 6.20: Variationen der Intensität der Absorptionen von CO ₂ in Abhängigkeit der drei geologischen Einheiten. | 119 |
| Abb. 6.21: Globale Variationen der Absorptionstiefen von CO ₂ bei 4,25 μ m im Bereich der Heckseite und der von Jupiter abgewandten Hemisphäre. | 120 |
| Abb. 6.22: Variationen in den Absorptionstiefen von CO ₂ bei 4,25 μ m in Abhängigkeit der geographischen Position im Bereich der Heckseite und der von Jupiter abgewandten Hemisphäre. | 121 |
| Abb. 6.23: Mittelwertspektren von Regionen der beiden globalen NIMS-Beobachtungen aus Abb. 6.21 unterschieden nach ihren Absorptionstiefen von CO ₂ bei 4,25 μ m. | 122 |
| Abb. 6.24: Graphische Darstellung des globalen Zusammenhangs zwischen der Intensität der Absorption von CO ₂ bei 4,25 μ m und dem Reflexionsgrad im Bereich des Absorptionsmaximums. | 122 |
| Abb. 6.25: Reduktion der spektralen Signatur von Wassereis. | 124 |
| Abb. 6.26: Beispielspektren von typischen hydratisierten und hydroxylierten Mineralen im Vergleich mit den Reflexionsspektren von Ganymed. | 125 |
| Abb. 6.27: Vergleich der Reflexionsspektren von Ganymed und Callisto. | 126 |
| Abb. 6.28: Vergleich der Reflexionsspektren von Ganymed, Callisto, Phyrrotin und Graphit. | 128 |
| Abb. 6.29: Vergleich der Reflexionsspektren von Ganymed und Callisto mit dem Meteoriten Tagish Lake als Beispiel eines primitiven kohligen CM- oder CI-Chondriten. | 129 |
| Abb. 6.30: Vergleich der NIMS-Spektren des Gesteinsmaterials von Callisto und Ganymed mit chondritischen Meteoriten vom Typ Allende (CV), Murchison (CM) und Orgueil (CI). | 129 |
| Abb. 6.31: Vergleich der NIMS-Spektren des Gesteinsmaterials von Callisto und Ganymed mit Asteroiden vom Typ C und D. | 130 |
| Abb. 6.32: Vergleich der NIMS-Spektren des Gesteinsmaterials von Callisto und Ganymed mit den Reflexionsspektren im sichtbaren Licht dunkler Himmelskörper. | 131 |
| Abb. 6.33: Geologischer Kontext im Bereich des Uruk Sulcus. | 134 |
| Abb. 6.34: Variationen in den Absorptionstiefen bei 1,5 μ m im Bereich von Uruk Sulcus. | 135 |
| Abb. 6.35: Dreidimensionale Darstellung der Variationen in der Absorptionstiefe bei 1,5 μ m aus Abb. 6.34. | 135 |
| Abb. 6.36: Farbkodierte Darstellung des Verhältnisses: 1. der Absorptionstiefen bei 2 und 1,5 μ m (links) und 2. der Helligkeitsvariationen im sichtbaren Licht und den Absorptionstiefen bei 1,5 μ m im Bereich von Uruk Sulcus. | 138 |
| Abb.: 6.37: Dreidimensionale Darstellung der Variationen der Absorptionstiefe bei 1,5 μ m aus Abb. 6.36. | 140 |
| Abb. 6.38: Entwicklungsphasen einer einfachen schüsselförmigen Einschlagsstruktur. | 140 |
| Abb. 6.39: Variationen der Absorptionstiefen von CO ₂ im Bereich von Uruk Sulcus. | 141 |
| Abb.: 6.40: Dreidimensionale Darstellung der Variationen der Absorptionstiefe von CO ₂ aus Abb. 6.39. | 142 |
| Abb. 6.41: Vergleich des Reflexionsgrades bei 4,25 μ m mit den Absorptionstiefen von CO ₂ im Bereich von Uruk Sulcus (NIMS-Beobachtung G8GNURUK) separat für die geologischen Einheiten. | 143 |
| Abb. 6.42: Vergleich der Absorptionstiefen von CO ₂ bei 4,25 μ m mit dem Quotienten der Absorptionstiefen von Wassereis bei 2 und 1,5 μ m im Bereich des Uruk Sulcus für die geologischen Haupteinheiten. | 143 |
| Abb. 6.43: Phasendiagramm für CO ₂ -Klathrate. | 144 |

| | |
|--|-----|
| Abb. 6.44: Geologischer Kontext im Bereich des Sippar Sulcus..... | 147 |
| Abb. 6.45: Geologischer Kontext im Bereich des Xibalba Sulcus' | 148 |
| Abb. 6.46: Variationen in den Absorptionstiefen bei 1,5 μ m im Bereich von Sippar Sulcus | 149 |
| Abb. 6.47: Variationen in den Absorptionstiefen bei 1,5 μ m im Bereich von Xibalba Sulcus..... | 150 |
| Abb. 6.48: Einschlagskrater Harakhtes im Bereich des Galileo Regios..... | 152 |
| Abb. 6.49: Variationen der Absorptionstiefen bei 1,04 und 1,25 sowie des Verhältnisses der Absorptionstiefen bei 1,5 und 104 μ m im Bereich von Sippar Sulcus | 153 |
| Abb. 6.50: Variationen des Verhältnisses der Absorptionstiefen bei 2 und 1,5 μ m im Bereich von Xibalba Sulcus | 154 |
| Abb. 6.51: Variationen in den Absorptionstiefen von CO ₂ bei 4,25 μ m im Bereich von Sippar Sulcus..... | 157 |
| Abb. 6.52: Vergleich des Reflexionsgrades bei 4,25 μ m mit den Absorptionstiefen von CO ₂ im Bereich von Sippar Sulcus. | 157 |
| Abb. 6.53: Vergleich der Absorptionstiefen von CO ₂ bei 4,25 μ m mit dem Verhältnis der Absorptionstiefen bei 2 und 1,5 μ m im Bereich von Sippar Sulcus..... | 157 |
| Abb. 6.54: Variationen im Verhältnis der Absorptionstiefen von CO ₂ bei 4,25 μ m im Bereich von Xibalba Sulcus | 158 |
| Abb. 6.55: Geologischer Kontext im Bereich von Epigeus | 161 |
| Abb. 6.56: Variationen in den Absorptionstiefen bei 1,5 μ m im Bereich von Epigeus. | 163 |
| Abb.: 6.57: Dreidimensionale Darstellung der Variationen aus Abb. 6.56. | 163 |
| Abb. 6.58: Variationen im Quotient der Absorptionstiefen bei 2 und 1,5 μ m im Bereich von Epigeus..... | 165 |
| Abb.: 6.59: Dreidimensionale Darstellung der Variationen aus Abb. 6.58..... | 165 |
| Abb. 6.60: Variationen in den Absorptionstiefen von CO ₂ bei 4,25 μ m im Bereich von Epigeus | 166 |
| Abb.: 6.61: Dreidimensionale Darstellung der Variationen aus Abb. 6.60. | 166 |
| Abb. 6.62: Vergleich des Reflexionsgrades bei 4,25 μ m mit den Absorptionstiefen von CO ₂ im Bereich von Epigeus..... | 168 |
| Abb. 6.63: Vergleich der Absorptionstiefen von CO ₂ mit dem Verhältnis der Absorptionstiefen von Wassereis bei 2 und 1,5 μ m im Bereich von Epigeus | 168 |
| Abb. 6.64: Geologischer Kontext im Bereich des hellen Strahlenkraters Osiris..... | 171 |
| Abb.6.65: Geologischer Kontext im Bereich des hellen Strahlenkraters Melkart..... | 172 |
| Abb. 6.66: Geologischer Kontext im Bereich eines unbenannten hellen Einschlagskraters in Marius Regio | 173 |
| Abb. 6.67: Variationen in der Absorptionstiefe bei 1,5 μ m im Bereich des Einschlagskraters Osiris..... | 175 |
| Abb. 6.68: Variationen in der Absorptionstiefe bei 1,5 μ m im Bereich des Einschlagskraters Melkart..... | 177 |
| Abb.: 6.69: Dreidimensionale Darstellung der Variationen aus Abb. 6.68..... | 177 |
| Abb. 6.70: Variationen in der Absorptionstiefe bei 1,5 μ m im Bereich des unbenannten Einschlagskrater in Marius Regio..... | 178 |
| Abb.6.71: Variationen im Verhältnis der Absorptionstiefen bei 2 und 1,5 μ m im Bereich von Osiris..... | 180 |
| Abb. 6.72: Variationen im Verhältnis zwischen den Absorptionstiefen bei 2 und 1,5 μ m im Bereich von Melkart. | 181 |
| Abb.: 6.73: Dreidimensionale Darstellung der Variationen aus Abb. 6.72..... | 181 |
| Abb. 6.74: Variationen im Verhältnis der Absorptionstiefen bei 2 und 1,5 μ m im Bereich des unbenannten Einschlagskrater in Marius Regio | 183 |
| Abb. 6.75: Vergleich der Quotienten der Absorptionstiefen bei 2 und 1,5 μ m für die hellen Strahlenkrater mit theoretischen Wassereismodellen. | 183 |
| Abb. 6.76: Variationen in der Absorptionstiefe von CO ₂ bei 4,25 μ m im Bereich von Osiris | 185 |
| Abb. 6.77: Vergleich der Absorptionstiefen von CO ₂ bei 4,25 μ m mit dem Reflexionsgrad bei 4,25 μ m im Bereich von Osiris | 186 |
| Abb. 6.78: Variationen der Absorptionstiefen von CO ₂ bei 4,25 μ m im Bereich von Melkart | 187 |
| Abb.: 6.79: Dreidimensionale Darstellung der Variationen aus Abb. 6.78..... | 187 |
| Abb. 6.80: Vergleich der Absorptionstiefen von CO ₂ bei 4,25 μ m mit dem Reflexionsgrad bei 4,25 μ m im Bereich von Melkart..... | 188 |
| Abb. 6.81: Variationen in der Absorptionstiefe von CO ₂ bei 4,25 μ m im Bereich des unbenannten Einschlagskrater in Marius Regio | 189 |
| Abb. 6.82: Vergleich der Absorptionstiefen von CO ₂ bei 4,25 μ m aus Abb. 6.81 mit dem Reflexionsgrad bei 4,25 μ m im Bereich des unbenannten Einschlagskraters im Marius Regio | 190 |
| Abb. 6.83: Geologischer Kontext im Bereich des dunklen Strahlenkraters Mir | 194 |
| Abb. 6.84: Geologischer Kontext im Bereich des dunklen Strahlenkraters Tammuz | 196 |

| | |
|--|-----|
| Abb. 6.85: Geologischer Kontext im Bereich des dunklen Strahlenkraters Kittu..... | 197 |
| Abb. 6.86: Variationen in der Absorptionstiefe bei 1,5µm im Bereich des dunklen Strahlenkraters Mir..... | 199 |
| Abb. 6.87: Variationen in der Absorptionstiefe bei 1,5µm im Bereich des dunklen Strahlenkraters Tammuz. . | 200 |
| Abb. 6.88: Querschnitt eines dunklen Strahlenkraters im dunklen Gebiet zur Zeit des Impaktprozesses. | 201 |
| Abb. 6.89: Variationen in der Absorptionstiefe bei 1,5µm im Bereich des dunklen Strahlenkraters Kittu | 202 |
| Abb.6.90: NIMS-Spektren der dunklen Auswurfmaterialien von Tammuz, Kittu und Mir im Vergleich mit einem Mittelwertspektrum des dunklen Gebiets von Galileo Regio..... | 203 |
| Abb. 6.91: Variationen im Verhältnis der Absorptionstiefen bei 1,5 und 1,04µm bzw. 2 und 1,5µm im Bereich des dunklen Strahlenkraters Mir | 204 |
| Abb. 6.92: Variationen im Verhältnis der Absorptionstiefen bei 1,5 und 1,04 µm bzw. 2 und 1,5 µm im Bereich des dunklen Strahlenkraters Tammuz. | 205 |
| Abb. 6.93: Quotienten der Absorptionstiefen bei 1,5 und 1,04µm der dunklen Strahlenkrater mit den Messwerten für spezifische Partikelgrößen von Wassereis..... | 208 |
| Abb. 6.94: Quotienten der Absorptionstiefen bei 2 und 1,5µm der dunklen Strahlenkrater mit den Messwerten für spezifische Partikelgrößen von Wassereis..... | 208 |
| Abb. 6.95: Variationen im Verhältnis der Absorptionstiefen von Wassereis bei 2 und 1,5µm im Bereich des dunklen Strahlenkraters Kittu. | 209 |
| Abb. 6.96: Grautonbild des CLEAR-Filters (~0,5µm) im Vergleich mit dem Verhältnis des Reflexionsgrades der Filter OR (~0,6µm) und VIO (~0,42µm) im Bereich des dunklen Strahlenkraters Kittu (NIMS-Beobachtung G7GNKITTU) basierend auf Kameradaten der Raumsonde Voyager 2 (Diskussion im Text). | 210 |
| Abb. 6.97: Effekt der Partikelgröße von Wassereis mit einem Anteil von 20% an einer räumlichen Mischung (engl.: „areal mixture“) von Wassereis und Gesteinsmaterial im Bereich der Voyager-Filter OR und VIO. | 211 |
| Abb. 6.98: Variationen in der Absorptionstiefe von CO ₂ bei 4,25µm im Bereich des dunklen Strahlenkraters Mir | 212 |
| Abb. 6.99: Variationen in der Absorptionstiefe von CO ₂ bei 4,25µm im Bereich des dunklen Strahlenkraters Tammuz. | 213 |
| Abb. 6.100: Vergleich der Absorptionstiefen von CO ₂ bei 4,25µm mit dem Reflexionsgrad bei 4,25µm im Bereich des dunklen Strahlenkraters Tammuz. | 213 |
| Abb. 6.101: Variationen in der Absorptionstiefe von CO ₂ bei 4,25µm im Bereich des dunklen Strahlenkraters Kittu. | 214 |
| Abb. 6.102: Vergleich der Absorptionstiefen von CO ₂ bei 4,25µm mit dem Reflexionsgrad bei 4,25µm im Bereich des dunklen Strahlenkraters Kittu..... | 215 |