

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 dunklem 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 1,5 μ m im Bereich des dunklen Strahlenkraters Mir.....	199
Abb. 6.87: Variationen in der Absorptionstiefe bei 1,5 μ m 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 1,5 μ m 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 1,04 μ m bzw. 2 und 1,5 μ m im Bereich des dunklen Strahlenkraters Mir	204
Abb. 6.92: Variationen im Verhältnis der Absorptionstiefen bei 1,5 und 1,04 μ m bzw. 2 und 1,5 μ m im Bereich des dunklen Strahlenkraters Tammuz.	205
Abb. 6.93: Quotienten der Absorptionstiefen bei 1,5 und 1,04 μ m der dunklen Strahlenkrater mit den Messwerten für spezifische Partikelgrößen von Wassereis.....	208
Abb. 6.94: Quotienten der Absorptionstiefen bei 2 und 1,5 μ m 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 1,5 μ m im Bereich des dunklen Strahlenkraters Kittu.	209
Abb. 6.96: Grautonbild des CLEAR-Filters (~0,5 μ m) im Vergleich mit dem Verhältnis des Reflexionsgrades der Filter OR (~0,6 μ m) und VIO (~0,42 μ m) 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 4,25 μ m im Bereich des dunklen Strahlenkraters Mir	212
Abb. 6.99: Variationen in der Absorptionstiefe von CO ₂ bei 4,25 μ m im Bereich des dunklen Strahlenkraters Tammuz.	213
Abb. 6.100: Vergleich der Absorptionstiefen von CO ₂ bei 4,25 μ m mit dem Reflexionsgrad bei 4,25 μ m im Bereich des dunklen Strahlenkraters Tammuz.	213
Abb. 6.101: Variationen in der Absorptionstiefe von CO ₂ bei 4,25 μ m im Bereich des dunklen Strahlenkraters Kittu.	214
Abb. 6.102: Vergleich der Absorptionstiefen von CO ₂ bei 4,25 μ m mit dem Reflexionsgrad bei 4,25 μ m im Bereich des dunklen Strahlenkraters Kittu.....	215