

## 12 ANHANG

### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Administrative Gliederung (Aimag-Ebene).....	7
Abbildung 2:	Siedlungsstrukturen in Ulaanbaatar.....	8
Abbildung 3:	Reliefbezogene Großlandschaften der Mongolei.....	9
Abbildung 4:	Prozentualer Waldanteil zur Aimag-Fläche.....	11
Abbildung 5:	Übersicht der Lizenzvergabe zur Exploration und Rohstoffabbau in der Mongolei.....	14
Abbildung 6:	Tagebauaktivitäten in der westlichen Puffer-zone des Khan Khentii Schutzgebietes.....	15
Abbildung 7:	Einhaltung der Schutzabstände gemäß Forstgesetz von 1995 am Beispiel des Soums Batschireet.....	18
Abbildung 8:	Räumliche Verteilung der Schutzgebiete in der Mongolei.....	19
Abbildung 9:	Selektiver Holzschlag innerhalb einer Lärchenfläche ( <i>Larix sibirica</i> ) und Abtransport in der Nähe von Thunkel (Selenge Aimag).....	21
Abbildung 10:	Schwerpunkte der historischen Waldnutzung in den nördlichen Aimags der Mongolei.....	23
Abbildung 11:	Entwicklung der Holzexporte nach China 1992 bis 1998 in `000 m <sup>3</sup> .....	23
Abbildung 12:	Entwicklung der Holzverarbeitung 1980 bis 2000 in `000 m <sup>3</sup> .....	23
Abbildung 13:	Einzugsbereiche für den (illegalen) Holztransport nach Ulaanbaatar.....	25
Abbildung 14:	Resultierende Stammschäden nach der Zirbelnussernte mit Hilfe der „Hammermethode“.....	26
Abbildung 15:	Aufforstungsaktivitäten der Jahre 1991 bis 2000.....	27
Abbildung 16:	Ansichten von Thunkel (Selenge Aimag).....	28
Abbildung 17:	Gegenwärtige Struktur des MNE.....	30
Abbildung 18:	Forsteinrichtungskarte von Bugant (2001).....	33
Abbildung 19:	Eindrücke aus dem GTZ Workshop (2005).....	35
Abbildung 20:	Waldbrände in der Mongolei.....	37
Abbildung 21:	Zeitlicher Verlauf der Wald- und Steppenbrände in der Mongolei zwischen 1963 und 1999 ...	41
Abbildung 22:	Brandschäden.....	41
Abbildung 23:	Flächenausdehnung der Wald- und Steppenbrände von 1996 bis 1998.....	42
Abbildung 24:	Lage der GTZ-Programmregionen in der Mongolei.....	49
Abbildung 25:	GTZ-Projektmaßnahmen in der Pufferzone des Khan Khentii Schutzgebietes.....	50
Abbildung 26:	Landsat 7 ETM+ und MODIS-Produkte im Vergleich.....	61
Abbildung 27:	MODIS „Land Cover“ Klassifizierung von 2003 (IGBP).....	63
Abbildung 28:	Beispiel des Global Browse Productes: „Aktive Feuer“.....	63
Abbildung 29:	Optischer Vergleich von ASTER (VNIR) und Landsat ETM+.....	64
Abbildung 30:	Optischer Vergleich von QuickBird und Landsat ETM+.....	65
Abbildung 31:	Räumliche Verteilung von QUICKBIRD Archivdaten.....	66
Abbildung 32:	Vergleich von SRTM Höhendaten mit Isolinien und Höhenfestpunkten aus einer topographischen Karte.....	67
Abbildung 33:	FRA 2000 (Global Forest Resources Assessment).....	68
Abbildung 34:	Erkennung von Einzelbäumen und Aufforstungsrinnen in einer QuickBird-Aufnahme.....	70
Abbildung 35:	Segmentierungsergebnis einer LANDSAT 7 ETM+ Satellitenbildszene.....	71
Abbildung 36:	MODIS Rapid Response-System.....	73
Abbildung 37:	Visualisierung von aktiven Bränden im Südosten des Khovsgol-Nuur Sees, Khovsgol Aimag.....	74
Abbildung 38:	Ausschnitt aus dem „Web Fire Mapper“.....	75
Abbildung 39:	Felsplattengräber im Norden des Projektgebietes Mongonmorit, Töv Aimag.....	77

Abbildung 40: Lage der Projektgebiete innerhalb des Randzonenbereichs des Khan Khentii Schutzgebietes.....	78
Abbildung 41: Grenze zur Schutzzone des Khan Khentii Schutzgebietes .....	79
Abbildung 42: Brücke in der Nähe des Projektgebietes Bugant.....	79
Abbildung 43: Lage der Untersuchungsgebiete in den westlichen und östlichen Einzugsbereichen des Khentii-Gebirges.....	80
Abbildung 44: Waldsteppenbereiche mit expositionsbedingte Trennlinie zwischen Nord- und Südhang .....	81
Abbildung 45: Steppengebiete in Nähe der Hauptstadt Ulaanbaatar .....	82
Abbildung 46: Dunkle Bergtaiga in der westlichen Randzone des Khan Khentii Schutzgebietes.....	82
Abbildung 47: Zirbelkieferbestände der oberen Bergtaiga und Fichtenwald .....	83
Abbildung 48: Helle Subtaigawälder der unteren Bergstufe .....	84
Abbildung 49: Waldbrand und natürliche Verjüngung.....	84
Abbildung 50: Helle Subtaigawälder der unteren Bergstufe .....	85
Abbildung 51: Baumartenzusammensetzung an den Waldrändern der unteren Bergstufe .....	85
Abbildung 52: Auenvegetation .....	85
Abbildung 53: Abdeckung des Khan Khentii Schutzgebietes durch Landsat ETM/TM Satellitenbilddaten.....	88
Abbildung 54: Flächenvergleich von Waldkartierungen.....	89
Abbildung 55: Visuelle Interpretation von Satellitenbildkarten.....	90
Abbildung 56: Arbeitsablauf zur qualitativen und quantitativen Erfassung von Waldbeständen .....	91
Abbildung 57: Übersicht der Modellgebiete in der westlichen und östlichen Pufferzone des Khan Khentii Schutzgebietes.....	92
Abbildung 58: Datenfusion am Beispiel eines Landsat 7 ETM+ Satellitenbildausschnitts .....	93
Abbildung 59: Vergleich von verschiedenen Bandkombinationen eines ETM+ Satellitenbildausschnittes..	94/95
Abbildung 60: Visuelle Interpretationsbeispiele auf der Basis multitemporaler Landsat ETM+ Satellitenbilddaten.....	98
Abbildung 61: Blattschnittsweise visuelle Klassifizierung im Maßstab 1: 50.000.....	99
Abbildung 62: Bereinigung von Interpretations- und Kodierungsfehlern entlang der Blattränder .....	99
Abbildung 63: Zusammenführung von acht Kartenblättern im Maßstab 1: 50.000 .....	100
Abbildung 64: Integration von traditionellen Forsteinrichtungskarten .....	102
Abbildung 65: Statistische Verteilung der neu interpretierten Objekttypen aus der FEK in Prozent der Gesamtfläche .....	103
Abbildung 66: Trainingsmaßnahmen im Projektgebiet Mongonmorit .....	103
Abbildung 67: Räumliche Verteilung der Stichprobenpunkte innerhalb der Schutzzonen des Khan Khentii im Projektgebiet Mongonmorit .....	104
Abbildung 68: Erfassung von baumbezogenen Parametern im Projektgebiet Mongonmorit .....	105
Abbildung 69: Berechnung des Holzvolumens in m <sup>3</sup> pro ha für die dominierenden Baumarten nach Altersstufen .....	106
Abbildung 70: Objektbezogene Waldinventur auf Stichprobenbasis und flächenbezogene Hochrechnung des Holzvorrates am Beispiel der Lärche .....	107
Abbildung 71: Arbeitsmethodik zur wissensbasierten hierarchischen Klassifikation von Satellitenbilddaten ..	111
Abbildung 72: Beispiel für die Ratiobildung ETM4 / ETM5 am Beispiel des Projektgebietes Thunkel.....	112
Abbildung 73: Berechnung des NDVI zur Abgrenzung von Kiefernbeständen im Landsat ETM+ Winterbild des Jahres 2000.....	113
Abbildung 74: Bildbeispiele für die hierarchische Klassifizierung von Waldbeständen .....	114
Abbildung 75: Klassenverteilung innerhalb der Projektgebiete Mongonmorit und Batshireet in Prozent der Gesamtfläche.....	116
Abbildung 76: Statistik der Wald- und Steppenbrände („Aktive Feuer“) von 2000 bis 2005 im 8-tages Rhythmus .....	119

Abbildung 77:	Räumliche Verbreitung der Wald- und Steppenbrände in den Jahren 2000 bis 2005.....	120
Abbildung 78:	Räumliche Verteilung und Qualität der „National Climatic Data Center“ (NCDC) Klimastationen .....	121
Abbildung 79:	Klimadiagramme mit Angabe der mittleren Monatsniederschläge (in 0.1 Inches) und mittlere Temperaturen im Jahresverlauf (2000, 2002, 2003, 2004) .....	122
Abbildung 80:	Räumliche Dichte der Wald- und Steppenbrände (2000 bis 2005) in Korrelation zur Siedlungsstruktur und zum Wegenetz.....	123
Abbildung 81:	Anzahl und Verteilung der Wald- und Steppenbrandpixel auf Soum-Ebene für die Jahre 2000 bis 2005.....	124
Abbildung 82:	Anzahl der Brandpixel innerhalb der MODIS Landnutzungsklassifizierung von 2003.....	124
Abbildung 83:	Räumliche Verteilung der MODIS und NOAA-AVHRR Auswertungen für die Jahre 2000 bis 2005 .....	125
Abbildung 84:	Verifizierung und Vergleich der erfassten Waldbrände (MODIS, NOAA-AVHRR) für den Zeitraum 2000 bis 2002 .....	125
Abbildung 85:	Optischer Vergleich der Sensoren Landsat ETM+ und MODIS Terra „Surface Reflectance“ zur Brandflächenerfassung.....	126
Abbildung 86:	Zeitnahe Überlagerung von Landsat 7 ETM+ und MODIS (MOD14) Satellitenbilddaten zur Verifizierung der MODIS „Active Fire“-Produkte.....	127
Abbildung 87:	Zeitliche Dokumentation der Brandausbreitung .....	128
Abbildung 88:	Zeitliche Einordnung von Brandflächen.....	129
Abbildung 89:	Optischer Vergleich von Landsat ETM+ und ASTER zur Brandflächenerfassung.....	129
Abbildung 90:	Vergleich von Brandflächen in Landsat TM (1989) und Landsat ETM+(2002)-Aufnahmen ...	130
Abbildung 91:	Flächenverluste durch Waldbrand in den Jahren 1989 bis 2002 im Projektgebiet Batschireet .....	130
Abbildung 92:	Vergleich von NDVI-Werten für die Aimags Khentii, Töv und Selenge.....	131
Abbildung 93:	Visualisierung von Brandschäden durch die Differenzbildung von NDVI-Produkten .....	132
Abbildung 94:	Struktur und Komponenten zur Brandgefährdungsabschätzung .....	133
Abbildung 95:	Histogramme der prozentualen Verteilung von Brandpixeln innerhalb der topographischen Parameter Höhengschichtung, Hangausrichtung, Hangneigung und TWI.....	134
Abbildung 96:	Beispielhafte Ableitung einer Brandgefährdungskarte.....	136
Abbildung 97:	Fotodokumentation .....	168-172
Abbildung 98:	Reliefanalysen .....	173-176
Abbildung 99:	Karte I – Satellitenbildkarte („Worksheet“) Sommer .....	179
Abbildung 100:	Karte II – Satellitenbildkarte („Worksheet“) Winter .....	181
Abbildung 101:	Karte III – Forsteinrichtungskarte mit Haupt- und Nebenabteilungen sowie Angabe der dominierenden Baumart.....	183
Abbildung 102:	Karte IV – Forsteinrichtungskarte (Thematisch).....	185
Abbildung 103:	Karte V – Höhengschichtung („Elevation“).....	187
Abbildung 104:	Karte VI – Hangneigung („Slope“) .....	189
Abbildung 105:	Karte VII – Exposition („Aspect“).....	191
Abbildung 106:	Karte VIII – Potentielle Bodenfeuchte („Topographic Wetness Index“, TWI) .....	193
Abbildung 107:	Karte IX – Räumliche Verteilung von Nadelbäumen (undifferenziert).....	195
Abbildung 108:	Karte X – Digitale Klassifizierung („Classification of Land cover types“) .....	197
Abbildung 109:	Karte XI – Räumliche Verteilung von Nadelbäumen (Klassifiziert) .....	199
Abbildung 110:	Karte XII – Klassifizierungsergebnis und Stichprobenverteilung im Projektgebiet Bashireet .	201
Abbildung 111:	Karte XIII – Nutzungsbeschränkungen im Hinblick auf Hangneigung und Exposition.....	203