

Randy Thomsen

Change Detection –
fernerkundungsgestützte Methoden zur
Ableitung des Landnutzungswandels
in den Tropen
(Fallbeispiel Dominikanische
Republik)

ERDSICHT - EINBLICKE IN GEOGRAPHISCHE UND GEOINFORMATIONSTECHNISCHE ARBEITSWEISEN

Schriftenreihe des Geographischen Instituts der Universität Göttingen,
Abteilung Kartographie, GIS und Fernerkundung

Herausgegeben von Prof. Dr. Martin Kappas

ISSN 1614-4716

- 1 *Claudia Sültmann*
GIS- und Satellitenbildgestützte Landnutzungsklassifikation mit
Change detection im Westen der Côte d'Ivoire
ISBN 3-89821-356-0
- 2 *Katharina Feiden*
GIS - gestützte Analyse der zeitlichen und räumlichen Verteilung
der Niederschlagsjahressummen (1961 - 1990) in der
Dominikanischen Republik
Charakteristika und Trends
ISBN 3-89821-368-4
- 3 *Nicole Erler*
GIS- und fernerkundungsgestützte Bewertung von „Natural Hazards“ im
oberen Einzugsgebiet des Rio Yaque del Norte (Dominikanische Republik)
ISBN 3-89821-409-5
- 4 *Martin Kappas, Frank Schöggel*
Bodenerosion in der Dominikanischen Republik
Eine vergleichende Studie zum Bodenabtrag auf Agrarflächen mit und ohne
Erosionsschutzmassnahmen
ISBN 3-89821-423-0
- 5 *Randy Thomsen*
Change Detection – fernerkundungsgestützte Methoden zur Ableitung des
Landnutzungswandels in den Tropen (Fallbeispiel Dominikanische Republik)
ISBN 3-89821-433-8

Randy Thomsen

**CHANGE DETECTION –
FERNERKUNDUNGSGESTÜTZTE METHODEN
ZUR ABLEITUNG DES
LANDNUTZUNGSWANDELS IN DEN TROPEN
(FALLBEISPIEL DOMINIKANISCHE REPUBLIK)**

ibidem-Verlag
Stuttgart

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

∞

© *ibidem*-Verlag
Stuttgart 2005
Alle Rechte vorbehalten

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und elektronische Speicherformen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Vorwort des Herausgebers:

Die Reihe „Erdsicht – Einblicke in geographische und geoinformationstechnische Arbeitsweisen“ soll Forschungsergebnisse und Arbeiten im Bereich der Erdsystemforschung vorstellen. Die Betrachtung der Erde als System ist als Inhalt heutiger und zukünftiger geowissenschaftlicher Gemeinschaftsforschung dringend gefordert. Die Herausforderungen liegen zum einen in der Erforschung der grundlegenden Erdsystemprozesse sowie in der Erforschung der vielfältigen Interaktionen zwischen den verschiedenen Teilbereichen des Systems Erde. Hierzu zählen Wechselwirkungen zwischen fester Erde und Atmosphäre, zwischen der Landoberfläche und der Hydrosphäre oder zwischen Biosphäre, Hydrosphäre und Atmosphäre. Der Mensch steht dabei mit seinen zentralen Nutzungsansprüchen (Ernährung – agrare Landnutzung – Ressourcennutzung) im Mittelpunkt eines vielfach vernetzten Erdsystems. Der Mensch verändert Landschaften und Atmosphäre und greift somit in alle Skalenbereiche des Erdsystems ein. Insofern müssen diese Veränderungen beobachtet und bewertet werden, damit Konzepte für ein nachhaltiges Erdsystemmanagement auf den unterschiedlichen Raum- und Zeitskalen entwickelt werden können. Die neuen Geoinformationstechniken (Geographische Informationssysteme – GIS; luft- und satellitengestützte Fernerkundungssysteme) helfen dabei das System Erde zu beobachten und zu begreifen. Ohne diese Techniken ist eine ganzheitliche Betrachtung der Erde und eine flächenhafte Bereitstellung von Informationen über das Erdsystem nicht möglich.

Die vorliegende Arbeit von Frau Randy Thomsen entstand am Geographischen Institut der Universität Göttingen in der Abteilung Kartographie, GIS & Fernerkundung (Prof. Dr. M. Kappas) und beschäftigt sich mit dem Nachweis zeitlichen Landnutzungswandels in den Bergregionen der Dominikanischen Republik. Neben umfangreichen Feldarbeiten vor Ort, bilden Daten von Fernerkundungssatelliten (Landsat, Ikonos) die Grundlage zur Bewertung des Landschaftswandels. Frau Thomsen bearbeitet im Bereich der Fernerkundung das schwierige Gebiet der „Change Detection“. Satellitenbilddaten unterschiedlicher Aufnahmezeiten werden

genutzt, um den Wandel in der Landnutzung quantitativ zu belegen. Dabei kommt es zu vielseitigen Problemen, da Satellitendaten unterschiedlicher Aufnahmezeiten nicht ohne weiteres verglichen werden können, da jeweils andere Aufnahmebedingungen (Bewölkung, Wasserdampfgehalt der Atmosphäre, phänologische Veränderungen im Jahresverlauf etc.) vorherrschen. Es müssen aufwendige Vorverarbeitungen der Satellitendaten durchgeführt werden, bevor es zu abgesicherten Aussagen zum Landschaftswandel kommt. Die vorliegende Studie ist somit als Grundlagenarbeit im Bereich „Change Detection“ zu bewerten.

Martin Kappas

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IX
Tabellenverzeichnis	XI
Photoverzeichnis	XIII
Abkürzungsverzeichnis	XIV
1 Einführung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung dieser Studie	2
2 Untersuchungsgebiet	5
2.1 Geographische Lage	5
2.2 Geologie und naturräumliche Gliederung	6
2.2.1 <i>Geologie und naturräumliche Gliederung der Dominikanischen Republik..</i>	<i>6</i>
2.2.2 <i>Das Einzugsgebiet des Río Yaque del Norte</i>	<i>9</i>
2.3 Klima der Dominikanischen Republik	12
2.3.1 <i>Klimafaktoren</i>	<i>13</i>
2.3.1.1 Temperatur	13
2.3.1.2 Niederschlag	13
2.3.2 <i>Tropische Wirbelstürme</i>	<i>15</i>
2.3.3 <i>Das lokale Klima des Untersuchungsgebietes</i>	<i>17</i>
2.4 Natürliche Vegetation	19
2.5 Kulturpflanzen	21
3 Landnutzung	27
3.1 Exkurs: Entwicklung der Landnutzung seit der Kolonialzeit	27
3.1.1 <i>Historische Einflussfaktoren auf Landwirtschaft und Besiedlung</i>	<i>27</i>
3.1.2 <i>Kommerzialisierung der Landwirtschaft</i>	<i>28</i>
3.2 Deforestation	30
3.3 Aktuelle Probleme der Landnutzung in der Dominikanischen Republik	32
3.4 Landnutzung im Untersuchungsgebiet	35
4 Theoretische Grundlagen der Fernerkundung	37
4.1 Definition	37
4.2 Aufnahmetechnik und Aufnahmeparameter	37
4.3 Spektralbereiche und Spektralverhalten	39

4.4	Satellitensysteme	42
4.4.1	<i>Bedeutende Satellitensysteme</i>	42
4.4.2	<i>Landsat</i>	43
4.5	Change Detection	46
5	Datengrundlage und Methodik	49
5.1	Datengrundlage.....	49
5.2	Geländearbeit/Aufnahme von Trainingsgebieten.....	51
5.2.1	<i>Global Positioning System (GPS)</i>	51
5.2.2	<i>Auswahl der Trainingsgebiete</i>	52
5.3	Datenbearbeitung.....	53
5.3.1	<i>Datenvorverarbeitung (Preprocessing)</i>	54
5.3.1.1	Bildverbesserung	54
5.3.1.2	Geometrische Entzerrung (Georeferenzierung).....	55
5.3.1.3	Erstellung einer Wolkenmaske	57
5.3.1.4	Definition des Untersuchungsgebietes	57
5.3.2	<i>NDVI</i>	59
5.3.3	<i>Klassifikation</i>	60
5.3.3.1	Unüberwachte Klassifikation	60
5.3.3.2	Überwachte Klassifikation	62
5.3.3.2.1	Interaktive Festlegung der Trainingsgebiete	63
5.3.3.2.2	Auswahl der Eingangskanäle für die überwachte Klassifikation	71
5.3.4	<i>Verbesserung der Klassifikationsergebnisse</i>	75
5.3.5	<i>Bestimmung der Klassifikationsgenauigkeit</i>	76
5.3.6	<i>Wald-/Nicht-Wald Klassifikation</i>	78
5.4	Change Detection	79
5.5	Zusammenfassung der Arbeitsschritte	81
6	Ergebnisdarstellung und Interpretation	83
6.1	Ergebnisse der unüberwachten Klassifikation.....	83
6.2	Ergebnisse der überwachten Klassifikation.....	84
6.3	Verifizierung der Klassifikationsergebnisse.....	86
6.3.1	<i>Betrachtung der Trennbarkeit der einzelnen Klassen</i>	87
6.3.1.1	Unüberwachte Klassifikation	87
6.3.1.2	Überwachte Klassifikation	88
6.3.2	<i>Betrachtung der Klassifikationsgenauigkeit</i>	91

6.3.2.1	Klassifikationsgenauigkeit der unüberwachten Klassifikation.....	92
6.3.2.2	Klassifikationsgenauigkeit der überwachten Klassifikation.....	94
6.4	Ergebnisse der <i>Change Detection</i>	100
7	Diskussion und kritische Betrachtung.....	105
7.1	Methodik und Ergebnisse	105
7.2	Betrachtung der ausgewiesenen Veränderungen.....	106
8	Zusammenfassung und Ausblick	111
9	Literatur	113
Anhang.....		i

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Die Dominikanische Republik.....	5
Abb. 2:	Zeiträume der Entstehung der geologischen Einheiten der Dominikanischen Republik.....	7
Abb. 3:	Die Gebirgszüge der Dominikanischen Republik und ihre höchsten Erhebungen	8
Abb. 4:	Die geologischen Einheiten des Untersuchungsgebietes.....	10
Abb. 5:	Isothermen der Monate Januar und August in der Dominikanischen Republik .	13
Abb. 6:	Durchschnittliche Jahressummen der Niederschläge in der Dominikanischen Republik.....	14
Abb. 7:	Schematisierter Vertikalschnitt durch einen tropischen Wirbelsturm	15
Abb. 8:	Jahresverlauf der monatlichen Mittelwerte von Niederschlag, Evaporation und Temperatur in den Jahren 1968-1988 an der Station Las Taveras (300m ü. NN) ..	18
Abb. 9:	Jahresverlauf der monatlichen Mittelwerte von Niederschlag, Evaporation und Temperatur in den Jahren 1968-1988 an der Station Jarabacoa (529m ü. NN)..	18
Abb. 10:	Vegetationsformationen der Dominikanischen Republik.....	19
Abb. 11:	Abnahme der Waldfläche in der Dominikanischen Republik (in Prozent)	30
Abb. 12:	Deckung des nationalen Energiebedarfs nach unterschiedlichen Energieträgern. .	31
Abb. 13:	Spektrale Charakteristik von a) Energiequellen, b) atmosphärischer Transmission und c) verschiedenen Fernerkundungssystemen.....	40
Abb. 14:	Spektrale Reflexion von Vegetation, Boden und Wasser.....	41
Abb. 15:	Schematische Darstellung der Aufnahme mit dem MSS-System der Landsat-Satelliten.....	45
Abb. 16:	Subset der Landsat-7-Szene vom 25.09.2000 mit Markierung des Untersuchungsgebietes, Kanalkombination 3-2-1.....	50
Abb. 17:	Subset der Landsat-5-Szene vom 20.01.1986 mit Markierung des Untersuchungsgebietes, Kanalkombination 3-2-1.....	50
Abb. 18:	Untersuchungsgebiet der Landsat-7-Szene vom 25.09.2000 in der Kanalkombination 5-4-3.....	58
Abb. 19:	Untersuchungsgebiet der Landsat-5-Szene vom 20.01.1986 in der Kanalkombination 5-4-3.....	58
Abb. 20:	Mittlere Grauwerte der Trainingsgebiete der überwachten Klassifikation 2000.	73

Abb. 21: Mittlere Grauwerte der Trainingsgebiete der überwachten Klassifikation 1986.	74
Abb. 22: Zusammenfassende Darstellung der methodischen Arbeitsschritte.....	81
Abb. 23: Ergebnis der unüberwachten Klassifikation der Landsat-7-Szene vom 25.09.2000 nach Anwendung des SIEVE-Filters mit der Polygongröße 4.	83
Abb. 24: Ergebnis der unüberwachten Klassifikation der Landsat-5-Szene vom 20.01.1986 nach Anwendung des SIEVE-Filters mit der Polygongröße 4.	84
Abb. 25: Ergebnis der überwachten Klassifikation der Landsat-7-Szene vom 25.09.2000 nach Anwendung des SIEVE-Filters mit der Polygongröße 4.	85
Abb. 26: Ergebnis der überwachten Klassifikation der Landsat-5-Szene vom 20.01.1986 nach Anwendung des SIEVE-Filters mit der Polygongröße 4.	86
Abb. 27: Landnutzungsveränderung im Untersuchungsgebiet im Zeitraum von 1996-2000.	101

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Hangneigungsstufen im oberen Einzugsgebiet des Río Yaque del Norte.	11
Tab. 2:	Ökophysiologische Anbaubedingungen von Kaffee.....	22
Tab. 3:	Ökophysiologische Anbaubedingungen von Tabak.	23
Tab. 4:	Ökophysiologische Anbaubedingungen von Banane.	24
Tab. 5:	Ökophysiologische Anbaubedingungen von Bohne.	25
Tab. 6:	Ökophysiologische Anbaubedingungen von Mais.	25
Tab. 7:	Ökophysiologische Anbaubedingungen von Maniok.	26
Tab. 8:	Betriebsgrößenstruktur im Agrarsektor, Veränderung 1971-1981.	33
Tab. 9:	Betriebsgrößenstruktur im Untersuchungsgebiet.....	36
Tab. 10:	Eigenschaften von LANDSAT 1-3.....	43
Tab. 11:	Eigenschaften von LANDSAT 4-5.....	44
Tab. 12:	Eigenschaften von LANDSAT 7.....	44
Tab. 13:	Anwendungspotential der TM- und ETM+-Kanäle.....	46
Tab. 14:	Datengrundlage.....	49
Tab. 15:	Visuell unterscheidbare Eigenschaften der Trainingsklassen 2000 (Kanalkombi- nation 5-4-3).....	70
Tab. 16:	Visuell unterscheidbare Eigenschaften der Trainingsklassen 1986 (Kanalkombi- nation 5-4-3).....	70
Tab. 17:	Trainingsklassen für die überwachte Klassifikation 2000.....	71
Tab. 18:	Trainingsklassen für die überwachte Klassifikation 1986.....	71
Tab. 19:	Ergebnis der unüberwachten Klassifikation 2000.	83
Tab. 20:	Ergebnis der unüberwachten Klassifikation 1986.	84
Tab. 21:	Ergebnis der überwachten Klassifikation 2000.	85
Tab. 22:	Ergebnis der überwachten Klassifikation 1986.	86
Tab. 23:	Trennbarkeit der spektralen Signaturen (nach <i>Bhattacharrya Distance</i>) der definierten Trainingsgebiete der überwachten Klassifikation 2000 mit acht Eingangskanälen	89
Tab. 24:	Trennbarkeit der spektralen Signaturen (nach <i>Bhattacharrya Distance</i>) der defi- nierten Trainingsgebiete der überwachten Klassifikation 1986 mit acht Ein- gangskanälen.....	90
Tab. 25:	<i>Confusion Matrix</i> der unüberwachten Klassifikation der 2000er-Szene (<i>Accuracy Assessment</i>) nach Anwendung des SIEVE-Filters mit der Polygongröße 4.	92

Tab. 26: Genauigkeitsauswertung der unüberwachten Klassifikation der 2000er-Szene (<i>Accuracy Assessment</i>) nach Anwendung des SIEVE-Filters mit der Polygongröße 4.....	92
Tab. 27: <i>Confusion Matrix</i> der unüberwachten Klassifikation der 1986er-Szene (<i>Accuracy Assessment</i>) nach Anwendung des SIEVE-Filters mit der Polygongröße 4.....	93
Tab. 28: Genauigkeitsauswertung der unüberwachten Klassifikation der 1986er-Szene (<i>Accuracy Assessment</i>) nach Anwendung des SIEVE-Filters mit der Polygongröße 4.....	93
Tab. 29: <i>Confusion Matrix</i> der überwachten Klassifikation der 2000er-Szene (Trainingsgebiete).....	95
Tab. 30: Genauigkeitsauswertung der überwachten Klassifikation der 2000er-Szene (Trainingsgebiete).....	95
Tab. 31: <i>Confusion Matrix</i> der überwachten Klassifikation der 1986er-Szene (Trainingsgebiete).....	95
Tab. 32: Genauigkeitsauswertung der überwachten Klassifikation der 1986er-Szene (Trainingsgebiete).....	96
Tab. 33: <i>Confusion Matrix</i> der überwachten Klassifikation der 2000er-Szene (<i>Accuracy Assessment</i>) nach Anwendung des SIEVE-Filters mit der Polygongröße 4.....	97
Tab. 34: Genauigkeitsauswertung der überwachten Klassifikation der 2000er-Szene (<i>Accuracy Assessment</i>) nach Anwendung des SIEVE-Filters mit der Polygongröße 4.....	97
Tab. 35: <i>Confusion Matrix</i> der überwachten Klassifikation der 1986er-Szene (<i>Accuracy Assessment</i>) nach Anwendung des SIEVE-Filters mit der Polygongröße 4.....	98
Tab. 36: Genauigkeitsauswertung der überwachten Klassifikation der 1986er-Szene (<i>Accuracy Assessment</i>) nach Anwendung des SIEVE-Filters mit der Polygongröße 4.....	98
Tab. 37: Darstellung der <i>Change Detection Matrix</i>	102
Tab. 38: Veränderung der Landnutzung nach Klassen.....	102
Tab. 39: Flächenanteile der verschiedenen Klassen.....	103
Tab. 40: <i>Per-Category</i> Kappa-Koeffizient.....	104

Photoverzeichnis

Photo 1: Geschlossener Wald, südwestlich von La Ciénaga.....	65
Photo 2: Tayota.....	67
Photo 3: Kaffee.....	68
Photo 4: Banane, im Unterwuchs Yams.....	68
Photo 5: Ananas.....	68
Photo 6: Kaffee ohne Schattenbäume, im Hintergrund Weideflächen, südl.von Manabao..	
.....	69

Abkürzungsverzeichnis

Allgemeine Abkürzungen

PROCARYN Proyecto Cuenca Alta del Río Yaque del Norte

RD República Dominicana

Organisationen

BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

DED Deutscher Entwicklungsdienst GmbH

DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

DNP Dirección Nacional de Parques Dirección

DGF General de Foresta

EDC EROS Data Center

FAO Food and Agricultural Organization of the United Nations

GTZ Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit GmbH

KfW Kreditanstalt für Wiederaufbau

NASA National Aeronautics and Space Administratory

SMRN Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SURENA Subsecretaría de Recursos Naturales

STBA Statistisches Bundesamt

Fernerkundung

CCD charge coupled device

CZCS Coastal Zone Colour Scanner

ETM+ Enhanced Thematic Mapper Plus

GCP Ground Control Points

GIS Geographisches Informationssystem

Goes Geostationary Operational Environmental Satellite

GPS	Global Positioning Systems
HyMap	Hyperspektral Mapper
HRVIR	High resolution visible and infrared
IRS	Indian Remote Sensing Program
Lidar	Light detection and ranging
LISS	Linear Imaging Self-Scanning Sensor
MOS	Modulare Optoelektronische Scanner
MSS	Multispectral Scanner
Noaa	National Oceanic and Atmospheric Administration
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
Radar	Radio detecting and ranging
RBV	Return Beam Vidicon
SPOT	Système Probatoire d'Observation de la Terre
TM	Thematic-Mapper
USGS	United States Geological Survey
UTM	Universal Transverse Mercator
WGS	World Geodetic System
WiFS	Wide Field Sensor
WRS	Worldwide Reference System

Spektralbereiche

MIR	mittleres Infrarot
NIR	nahes Infrarot
PAN	panchromatisch
THIR	thermales Infrarot
VIS	sichtbares Licht: Blau, Grün, Rot

1 Einführung

1.1 Problemstellung

Seit der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro ist die sog. nachhaltige Entwicklung (*sustainable development*) zu einem Leitbild des zukünftigen globalen Handelns geworden. Dieses Leitbild sollte jedoch nicht nur auf ökologische Aspekte abzielen, sondern muss im politischen Kontext gesehen werden, der sowohl die ökologische als auch die ökonomische und soziale Dimension der nachhaltigen Entwicklung berücksichtigt (BMU 2000).

In den letzten 30 Jahren stand die Zukunft bäuerlicher Wirtschaftsweise in Lateinamerika häufig im Mittelpunkt kontrovers geführter Diskussionen von Soziologen und Ökonomen. Dabei waren vor allem die Fragen der Marginalisierung und Proletarisierung der ländlichen Bevölkerung durch die Einbindung in kapitalwirtschaftliche Zusammenhänge von Interesse. Im Rahmen der sog. „Grünen Revolution“ erhoffte man sich andererseits aber auch durch den Einsatz von Kapital und modernen Technologien eine Entwicklung hin zu einer marktorientierten, unternehmerischen Landwirtschaft. In diesen sozialwissenschaftlichen Diskussionen wurden jedoch die Bedeutung des Standortes und die ökologischen Folgen der Landbewirtschaftung auf marginalen Standorten kaum beachtet (HELLSTERN 1993).

Vielfältige endogene und exogene Ursachen, zu denen u. a. eine ungleiche Verteilung von Macht und Reichtum und eine wirtschaftliche Entwicklung, die auf einen exportabhängigen Wachstumsprozess hin orientiert ist, gehören, haben im karibischen Raum gravierende ökologische Veränderungen herbeigeführt. Sichtbar werden diese Veränderungen am großflächigen Kahlschlag der Wälder mit Folgeschäden wie Artenschwund, Bodenerosion und abnehmender Bodenfruchtbarkeit (ULBERT 1999). Die daraus folgende Knappheit an kultivierbarem und fruchtbarem Land in tieferen Lagen hat das Vordringen des landwirtschaftlichen Anbaus in die ökologisch labileren Gebirgsregionen nach sich gezogen (MAY 1997).

Gerade auf diesen marginalen Standorten wird der nachhaltige Umgang mit den natürlichen Ressourcen mittel- und langfristig überlebensnotwendig und somit entscheidend für die Zukunft bäuerlichen Wirtschaftens sein (HELLSTERN 1993). Denn

Einführung

gerade tropische Böden sind ohnehin besonders anfällig für Degradation und Erosion, so dass eine wirtschaftliche Nutzung marginaler Standorte besonders sorgfältig geplant werden muss, um eine nachhaltige Nutzung und Entwicklung sicherzustellen (SHARKOV 1998). Um dieses Ziel der nachhaltigen Landnutzung zu erreichen, muss gewährleistet sein, dass bei Eingriffen in das Ökosystem dessen Struktur erhalten bleibt und irreversible Änderungen im Wasser- und Nährstoffumsatz vermieden werden (GEROLD 2002).

Gut die Hälfte der Landesfläche der Dominikanischen Republik ist wegen steiler Hangneigungen und flachgründiger Böden als nur für die forstliche Nutzung geeignet ausgewiesen worden. In diese Kategorie sind sowohl geschützte Gebiete, als auch solche, die forstwirtschaftlich genutzt werden können, eingeschlossen. Der tatsächliche Bewaldungsgrad liegt heute jedoch bei 10-15% und damit wesentlich niedriger. Insbesondere auch der durch die Insellage bedingte hohe Anteil endemischer Arten, die zum Teil ein eng begrenztes Verbreitungsareal in den Bergwäldern der Dominikanischen Republik haben, zeigt ihre große Bedeutung für den Erhalt der globalen biologischen Vielfalt. Denn schon die Zerstörung relativ begrenzter Waldflächen kann das endgültige Aussterben einer größeren Anzahl von Arten bedeuten. Das gilt natürlich nicht nur für die endemischen Arten, sondern allgemein für Arten mit einem begrenzten Areal (MAY 1997).

Ein laut MAY (1997) häufig auftretendes Problem in der Dominikanischen Republik ist auch die Abgrenzung der Schutzgebiete. Denn nahezu in allen Nationalparks und wissenschaftlichen Naturreservaten befinden sich auch degradierte Flächen sowie Sekundärwälder, land- und viehwirtschaftlich genutzte Areale oder Aufforstungen mit exotischen Baumarten. Dieser Zustand ist vor allem auf willkürliche Kriterien bei der Abgrenzung der Schutzgebiete zurück zu führen. Daneben spielt aber auch die noch unzureichende Qualität der vorliegenden biologischen und auch kartographischen Basisinformationen eine entscheidende Rolle.

1.2 Zielsetzung dieser Studie

Im Rahmen der vorliegenden Studie soll anhand multitemporaler Satellitenbilder eines Gebietes in der Dominikanischen Republik der Landnutzungswandel exemplarisch für eine tropische Region berechnet und dargestellt werden (*Change Detection*). Für diese Untersuchungen stehen zwei Satellitenbildszenen des Satellitensystems Landsat aus den Jahren 1986 (Landsat-5 TM) und 2000 (Landsat-7 ETM+) zur Verfügung. Das Unter-

suchungsgebiet, das obere Einzugsgebiet des Río Yaque del Norte, stellt aufgrund seiner Bedeutung für die Wasser- und Energieversorgung der Bevölkerung das wichtigste hydrologische System der Dominikanischen Republik dar. Landnutzungsveränderungen können u. a. weitreichende Veränderungen des Wasserhaushaltes bewirken (VICIOSO 2002). In dieser Studie soll der Landnutzungswandel im Zeitraum von 1986 bis 2000 mit Methoden der Fernerkundung ermittelt werden mit dem Ziel, eine Karte zu erstellen, aus der ersichtlich wird, welcher Landnutzungswandel sich vollzogen hat. Zu diesem Zweck sollen die beiden Satelliten-Bilder zunächst geometrisch korrigiert und unabhängig voneinander klassifiziert werden. Abschließend werden die Bilder so miteinander verrechnet, dass die Veränderung erfasst und quantifiziert wird.

Neben einer Einschätzung der aktuellen Lage und der Veränderungen innerhalb des betrachteten Zeitraums soll diese Studie auch eine Grundlage für weitergehende Planungen zur nachhaltigen Bewirtschaftung dieses Gebietes zu liefern. Von besonderem Interesse ist dabei die Quantifizierung der Veränderung der Waldflächen im Untersuchungsgebiet, da der Wald nicht nur den Boden vor Abtragung schützt, sondern auch eine wichtige Funktion als Wasserspeicher übernimmt.

In Kap. 2 wird zunächst das Untersuchungsgebiet vorgestellt, es folgt in Kap. 3 eine Darstellung der Entwicklung und aktuellen Problematik der Landnutzung. Im Anschluss werden in Kap. 4 Grundlagen der Fernerkundung erläutert. Darauf folgend werden in Kap. 5 die Datengrundlage sowie die Methodik vorgestellt und in Kap. 6 die Ergebnisse dargestellt und interpretiert. Es folgt eine Diskussion der Ergebnisse in Kap. 7 und abschließend eine Zusammenfassung der Untersuchungen in Kap. 8.