

Inhaltsverzeichnis .....	I
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis .....	VII
Kartenverzeichnis .....	IX
<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>XI</b>
<b>0 EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>1 PROBLEMSTELLUNG.....</b>	<b>2</b>
1.1 Einführung in das Untersuchungsgebiet und seine aktuelle Problematik .....	2
1.2 Bisherige Arbeiten .....	5
1.3 Methodischer Hintergrund - Definitionen .....	6
1.3.1 Nachhaltigkeit - Sustainability als Leitprinzip .....	6
1.3.2 Ressourcen-Management als institutioneller Rahmen .....	7
1.3.3 Environmental Impact Assessment - Adaptive Environmental Assessment and Management als Verfahren und methodische Instrumente.....	8
1.3.4 Ökologische Planung und Ökosystemforschung als inhaltliche und methodische Rahmgebung .....	10
1.3.5 Fazit.....	11
1.4 Formulierung und Begründung des Themas - Zielsetzungen .....	13
1.5 Iteratives Arbeits- und Auswertungskonzept.....	15
<b>2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN UND METHODIK.....</b>	<b>16</b>
2.1 Landschaftsökologische Konzepte .....	16
2.1.1 Zum Ökosystem- und Standortbegriff, als räumlicher Bezug der Studie.....	16
2.1.2 Landnutzung als Schnittstelle zwischen landschaftsökologischer und sozio-ökonomischer Forschung .....	17
2.1.3 Hierarchischer Systemansatz .....	18
2.2 Das räumliche Informationssystem (Prinzip der Kleinsten Gemeinsamen Geometrie) .....	20
2.3 GIS-Konzepte, Datenmodelle.....	23
2.3.1 Projektion und kartographischer Bezug .....	24
2.3.2 Das Vektor-Datenmodell .....	26
2.3.3 Relationales Datenmodell - Attributverwaltung zur Kleinsten Gemeinsamen Geometrie.....	27
2.3.4 Topologisches Prinzip des TIN (Triangular Irregular Network) .....	29
2.4 Datenqualität und Fehlerquellen .....	31
2.4.1 Lagegenauigkeit und räumliche Auflösung .....	31
2.4.2 Logische Konsistenz.....	32
2.4.3 Attributive Genauigkeit.....	32
2.4.4 Zeitabhängigkeit und Vollständigkeit räumlicher Informationen.....	33
2.4.5 Fazit.....	34

2.5	Der räumliche Bezug der Studie.....	34
2.5.1	Die regionale Untersuchungsebene.....	34
2.5.2	Testgebietsebene.....	35
<b>3</b>	<b>DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET, DATENEbenen (LAYERS), VORANALYSE .....</b>	<b>40</b>
3.1	Klima-Datenbasis.....	40
3.1.1	Zum Klima von Laikipia East.....	40
3.1.1.1	Allgemeine Übersicht.....	40
3.1.1.2	Räumliche und zeitliche Variabilität der Niederschläge.....	41
3.1.1.3	Temperatur und potentielle Evaporation.....	42
3.1.2	Die Karte der agro-klimatischen Zonen nach BRAUN (1982).....	43
3.1.3	Die Karte der Isohyeten.....	46
3.1.4	Die Karte der Häufigkeit von Starkregenereignissen.....	50
3.1.5	Abschließende Betrachtungen zur klimatologischen Datenbasis.....	53
3.2	Geologie des Untersuchungsgebietes.....	54
3.2.1	Geschichtlicher Abriss der tektonischen und vulkanischen Ereignisse.....	54
3.2.1.1	Das Mozambique Orogen.....	54
3.2.1.2	Tertiärer Vulkanismus und Rift-Bildung.....	55
3.2.2	Digitale Datenbasis 'Lithologie Laikipia East'.....	56
3.2.2.1	Erstellung der Karten- und Datenbasis.....	56
3.2.2.2	Digitale lithologische Karte von Laikipia East.....	57
3.2.3	Stratigraphie und Geochemismus der Lithologien.....	61
3.2.3.1	Der Basement-Komplex.....	61
3.2.3.2	Vulkanite.....	66
3.2.3.3	Sedimentauflagen und -gesteine.....	72
3.2.4	Abschließende Betrachtung zur Datenbasis der Lithologie.....	75
3.3	Physiographie.....	76
3.3.1	Reliefformenkomplexe und Reliefformen.....	76
3.3.1.1	Rumpfflächen mit z.T. ausgeprägten Flachtälern (West-Mukogodo - nordwestlicher Teil von Laikipia East).....	76
3.3.1.2	Rumpfflächen mit Inselbergen und ausgeprägten Tälern sowie Flachtälern mit Rahmenhöhen (Testgebiet Mukogodo).....	79
3.3.1.3	Rumpfbergländer (Mukogodo Escarpment).....	84
3.3.1.4	Schwach zertalte oder rumpfflächenartige Vulkanitdecken (Testgebiet Matanya).....	85
3.3.1.5	Stark zertalte Vulkanitdecken in Kontakt mit vulkanischen Bergländern (Testgebiet Kalalu).....	88
3.3.2	Kompilierung der Kartenebene der Landformen in Anlehnung an das Kenyanische Konzept.....	89
3.3.3	Klassifikation Dränagenetz.....	95
3.3.4	Digitales Geländemodell (Digital Terrain Model - DTM).....	96
3.3.4.1	Generierung des DTM Laikipia East, 1:250.000, mit dem TIN-Ansatz.....	96
3.3.4.2	Digitale Geländemodelle Testgebiete 1:50.000.....	98
3.3.4.3	Ableitbare Datensätze (hier: Hangneigungsgradienten, Höhenstufen).....	100
3.3.5	Abschließende Beurteilung d. physiographischen Datenbasis.....	109

	Seite
3.4 Vegetation .....	110
3.4.1 Zur Vegetationsökologie von Laikipia East .....	110
3.4.1.1 Zum Gliederungsprinzip Biome, Ökotope, Orobiome .....	110
3.4.1.2 Zonale, azonale und extrazonale Vegetation - zum Begriff der relativen Standortkonstanz .....	111
3.4.1.3 Zum Savannenbegriff und Antagonismus Grasland-Gehölze .....	113
3.4.1.4 Die Rolle des Feuers und der Beweidung im Hinblick auf Vegetationsveränderungen .....	116
3.4.1.5 Abschließende Bemerkungen .....	118
3.4.2 Zur Vegetationskartierung von Laikipia East .....	118
3.4.2.1 Diskussion des phytognomisch-floristischen Kartieransatzes und seines methodischen Umfeldes im Untersuchungsraum .....	118
3.4.2.2 Die Vegetationskarte Laikipia East M 1:250.000 .....	121
3.4.3.3 Teilkorrektur der Datenbasis und Aufnahmeverfahren in den Testgebieten M 1:50.000 .....	133
3.4.4 Abschließende Beurteilung zur Datenbasis der Vegetation .....	148
3.5 Landnutzung als Schnittstelle zwischen der Geo-Biosphäre und dem sozio-ökonomischen System .....	149
3.5.1 Bedeutung des Landnutzungsregimes für die Risiken der Bodenwasser- und Bodenverluste, im Kontext dieser Studie .....	149
3.5.2 Landnutzung und Viehdichten Laikipia East .....	157
3.5.2.1 Charakterisierung der Landnutzungstypen und Nutzergruppen .....	163
3.5.3 Zusätzliche Erhebung der Überweidung in den Testgebieten als Modellvariable des aktuellen Nutzungsdrucks .....	168
3.5.4 Abschließende Beurteilung zur Datenbasis 'Land Use - Land Ownership' .....	175
<b>4 GENERIERUNG SYNTHETISCHER BODENKARTEN MIT DEM GIS .....</b>	<b>176</b>
4.1 Prozesse der Gesteins- und Bodenverwitterung .....	176
4.1.1 Physikalische Gesteinsverwitterung .....	177
4.1.2 Chemische Verwitterung (Bodenverwitterung) .....	178
4.1.3 Oxidation .....	179
4.1.4 Bildung und Umwandlung von Tonmineralien .....	179
4.1.5 Tonverlagerung .....	181
4.1.6 Karbonatanreicherung .....	182
4.1.7 Bildung von Eisen und Mangankonkretionen - Lateritisierung .....	182
4.2 Faktoren der Bodenbildung im Untersuchungsgebiet (eine Zusammenschau der wesentlichen Einflüsse für die Ableitung der synthetischen Bodenkarte) .....	184
4.2.1 Klima .....	185
4.2.2 Lithologie .....	188
4.2.3 Topographie .....	192
4.2.4 Vegetation .....	196
4.2.5 Zeit .....	197
4.3 Konzeption der synthetischen Bodenkarte .....	198
4.3.1 Geostatistische Voranalyse .....	199
4.3.2 Rechenvorschriften - Zuordnungsmatrizen .....	204
4.3.2.1 Testgebiet Mukogodo .....	204
4.3.2.2 Testgebiet Kalalu .....	205
4.3.2.3 Testgebiet Matanya .....	207

4.3.2.4	Untersuchungsgebiet Laikipia East.....	208
4.3.3	Erläuterung der ausgewiesenen Bodeneinheiten.....	210
4.3.3.1	Beschreibung der ausgewiesenen Bodeneinheiten.....	210
4.3.3.2	Physikalische Bodeneigenschaften.....	218
4.4	Resultate (inkl. Modellkritik und Verifikation).....	219
4.4.1	Testgebiet Mukogodo als Beispiel für Catenen auf relativ uniformen Lithologien.....	219
4.4.2	Testgebiet Kalalu als Beispiel für zusammengesetzte Catenen auf komplexen lithologischen Verhältnissen.....	225
4.4.3	Testgebiet Matanya, als Beispiel für Catenen auf vulkanischen Sedimenten.....	231
4.4.4	Untersuchungsgebiet Laikipia East.....	235
4.5	Abschließende Betrachtungen zum Konzept der synthetischen Bodenkarte, Diskussion der Validität, Empfehlungen.....	242
<b>5</b>	<b>RISIKOANALYSE DER BODENWASSER- UND BODENVERLUSTE.....</b>	<b>245</b>
5.1	Zur Methodik des Risikobewertungsmodells Laikipia East.....	246
5.1.1	Aufbau der Modellverknüpfungsstrukturen, nach Ökosystem-Bilanzmodellen und empirischen Modellen zur Abschätzung des Bodenabtrags.....	246
5.1.2	Ökologische Risikoanalyse und Einsatz von Bewertungsmatrizes als Mittel zur Lösung der Teilschritte.....	250
5.1.2.1	Indikatoren und relative Eichung des Modells.....	252
5.1.2.2	Aggregationsverfahren.....	254
5.1.2.3	Zur Problematik semi-quantitativer Matrix-Modelle.....	255
5.2	Das räumliche Bewertungsmodell zur Beurteilung der Risiken von Bodenwasser- und Bodenverlusten in Laikipia East.....	256
5.3	Resultate und Diskussionen.....	280
5.3.1	Testgebiet Mukogodo.....	280
5.3.1.1	Risiken der Bodenverluste.....	280
5.3.1.2	Risiken der Bodenwasserverluste.....	283
5.3.2	Testgebiet Kalalu.....	286
5.3.2.1	Risiken der Bodenverluste.....	286
5.3.2.2	Risiken der Bodenwasserverluste.....	289
5.3.3	Testgebiet Matanya.....	292
5.3.3.1	Risiken der Bodenverluste.....	292
5.3.3.2	Risiken der Bodenwasserverluste.....	295
5.3.4	Untersuchungsgebiet Laikipia East.....	298
5.3.4.1	Risiken der Bodenverluste.....	298
5.3.4.2	Risiken der Bodenwasserverluste.....	304
5.4	Abschließende Beurteilung des Modellansatzes.....	309
5.4.1	Aussagefähigkeit und Gültigkeitsbereich der Resultate.....	309
5.4.2	Bemerkungen zur (Teil-) Dynamisierbarkeit der Modellaussagen.....	310
5.4.3	Erforderliche Überprüfung der Modellsensivität.....	310

<b>6</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN</b> .....	<b>311</b>
6.1	Methodenspezifische Möglichkeiten der Weiterentwicklung GIS-basierter räumlicher Analysen .....	311
6.2	GIS als Management-Grundlage in Dritt-Welt Projekten .....	312
6.2.1	Möglichkeiten des Methodik-Transfers unter Einbezug von Partnerorganisationen.....	312
6.2.2	Konsequenzen für die projektinterne GIS-Ausbildung .....	312
6.3	GIS als Mittel der Entscheidungshilfe für die lokale Administration und Planung .....	313
<b>7</b>	<b>SCHLUSSWORT</b> .....	<b>314</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>315</b>

#### **ABBILDUNGSVERZEICHNIS:**

Abb. 1:	Leitbild, methodische und institutionelle Rahmumgebung der Arbeit .....	12
Abb. 2:	Zielsetzungen der aktuellen Studie .....	14
Abb. 3:	Iterative Vorgehensweise bei der aktuellen Studie .....	15
Abb. 4:	Schematische Darstellung eines regionalen Mensch-Umwelt-Systems .....	18
Abb. 5:	Darstellung des hierarchischen Systemansatzes.....	20
Abb. 6:	Aufbau des flächenbezogenen Informationssystems SCG - KGG .....	22
Abb. 7:	Topologisches Datenmodell .....	27
Abb. 8:	Zusammenhang zwischen Geometrie und Verknüpfung der Merkmalsebenen der KGG.....	28
Abb. 9:	Topologische Struktur des TIN-Datenmodells.....	30
Abb. 10:	Repräsentatives Klimadiagramm für das Laikipia Plateau .....	43
Abb. 11:	Histogramm der Flächenstatistik, Lithologie Laikipia East .....	61
Abb. 12:	Idealisierte Darstellung der 'Superficial Deposits' .....	73
Abb. 13:	Inselbergtypen .....	80
Abb. 14:	Landformen- und Hangmodell in neun Einheiten .....	89
Abb. 15:	Histogramm der Flächenstatistik, Landformen Laikipia East .....	92
Abb. 16:	Flußdiagramm der iterativen Vorgehensweise bei Erstellung der DTMs.....	99
Abb. 17:	Histogramm des Hangneigungsspektrums Laikipia East .....	103
Abb. 18:	Histogramm der Hangneigungsspektren Testgebiet Mukogodo.....	104
Abb. 19:	Histogramm der Hangneigungsspektren, Testgebiet Kalalu .....	104
Abb. 20:	Histogramm der Hangneigungsspektren, Testgebiet Matanya.....	106
Abb. 21:	Histogramm der Höhenverteilung Laikipia East .....	106
Abb. 22:	Blick auf einen degradierten Ausläufer des Mukogodo Forests.....	117
Abb. 23:	Blick auf die Il Polei - Inselberggruppe.....	128