

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	IX
1. EINLEITUNG.....	1
1.1 PROBLEMSTELLUNG UND ZIELSETZUNG	1
1.2 FRAGESTELLUNG UND AUFBAU DER ARBEIT.....	5
A. GRUNDLAGEN	
2. THEMATISCHER BEZUGSRAHMEN.....	9
2.2 HINTERGRUND: ENERGIE IM SÜDLICHEN AFRIKA	9
2.2.1 <i>Zusammenhänge zwischen Energie und nachhaltiger Entwicklung</i>	9
2.2.1.1 Energie und wirtschaftliche und soziale Entwicklung	12
2.2.1.2 Zugang zu Energie.....	15
2.2.1.3 Energiesicherheit	17
2.2.1.4 Energie, Klima- und Umweltschutz.....	18
2.2.1.5 Energie und Entwicklungszusammenarbeit	19
2.2.2 <i>Überblick: Energiesituation afrikanischer Staaten südlich der Sahara</i>	22
2.2 ENERGIE AUS BIOMASSE	27
2.2.1 <i>Überblick: Biomasse als Energieträger</i>	27
2.2.2 <i>Die Rolle von Bioenergie im globalen Energiesystem</i>	31
2.2.3 <i>Energie- und Nahrungspflanzen als potentielle Energieträger</i>	34
2.2.4 <i>Reststoffe, Nebenprodukte und Abfälle als potentielle Energieträger</i>	37
2.2.5 <i>Energieerzeugung mit Biomasse: Überblick Konversionsverfahren</i>	42
2.2.3.1 <i>Direkte thermochemische Umwandlung (Verbrennung)</i>	43
2.2.3.2 <i>Biogas zur Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung</i>	45
3. FESTLEGUNG DES UNTERSUCHUNGSRAHMENS: BIOMASSEFRAKTIONEN UND NUTZUNGSPFADE	49
4. THEORETISCHER BEZUGSRAHMEN: EINORDNUNG DES THEMAS IN DIE THEORIEGELEITETE GEOGRAPHISCHE FORSCHUNG	55
4.1 MENSCH-UMWELT-FORSCHUNG IN DER GEOGRAPHIE	55
4.2 GEOGRAPHISCHE ENERGIEFORSCHUNG	63

5. METHODEN	73
5.1 EMPIRISCHE ERHEBUNGSMETHODEN	74
5.1.1 <i>Experteninterviews</i>	75
5.1.2 <i>Feldforschung</i>	80
5.2 POTENTIALANALYSE.....	81
5.2.1 <i>Forschungsbedarf</i>	81
5.2.2 <i>Berechnung Reststoffmenge</i>	83
5.2.2.1 <i>Theoretische Reststoffpotentiale Pflanzenproduktion</i>	83
5.2.2.2 <i>Theoretische Reststoffpotentiale Nutztierhaltung</i>	87
5.2.2.3 <i>Verfügbare Reststoffpotentiale</i>	89
5.2.3 <i>Berechnung Energiepotential</i>	91
5.2.3.1 <i>Theoretische Energiepotentiale</i>	91
5.2.3.2 <i>Technische Energiepotentiale</i>	94
5.3 AUSWERTUNGSMETHODE: NACHHALTIGKEITSBEWERTUNG MULTIKRITERIENANALYSE (MCA) 96	
6. UNTERSUCHUNGSGEBIET: TANSANIA.....	103
6.1 TANSANIA ÜBERBLICK.....	103
6.1.1 <i>Lage und Territorium</i>	103
6.1.2 <i>Naturraum</i>	105
6.1.2.1 <i>Relief</i>	105
6.1.2.2 <i>Böden</i>	105
6.1.2.3 <i>Klima</i>	107
6.1.2.4 <i>Vegetation</i>	109
6.1.3 <i>Bevölkerung und Siedlungsstruktur</i>	110
6.1.4 <i>Wirtschaft</i>	110
6.2 ENERGIESEKTOR	112
6.2.1 <i>Überblick Energiewirtschaft: Versorgung, Verbrauch und Nachfrage</i>	112
6.2.2 <i>Potentiale und Nutzung der wichtigsten Energieträger</i>	115
6.2.2.1 <i>Traditionelle Biomassennutzung</i>	115
6.2.2.2 <i>Fossile Brennstoffe</i>	117
6.2.2.3 <i>Elektrizität</i>	118
6.2.2.4 <i>Erneuerbare Energien</i>	123
6.2.3 <i>Energiepolitik, Regulierungen und rechtliche Grundlagen</i>	129
6.2.4 <i>Rahmenbedingungen für die Nutzung erneuerbarer Energien in Tansania</i> 132	
6.3 AGRARSEKTOR TANSANIA.....	136
6.3.1 <i>Überblick Agrarsektor</i>	136
6.3.1.1 <i>Anbauggebiete</i>	136
6.3.1.2 <i>Agrarstruktur</i>	137

6.3.1.3 Wirtschaftliche Bedeutung des Agrarsektors	141
6.3.1.4 Agrarproduktion	144
6.3.1.5 Agrarpolitik	148
6.3.1.6: Barrieren und Chancen Agrarsektor Tansania	149
6.3.2 <i>Agrarverarbeitung in Tansania</i>	152
6.3.2.1 Was wird unter Agrarverarbeitung verstanden?	152
6.3.2.2 Struktur und Kapazitäten der Agrarverarbeitung in Tansania	158
6.3.2.3 Zusammenfassung: Agrarverarbeitung in Tansania	171
6.4 DIE DOPPELROLLE DER AGRARWIRTSCHAFT: ENERGIEVERBRAUCHER UND POTENTIELLER ENERGIEERZEUGER	173
6.4.1 <i>Überblick Energiebedarf im Agrarsektor</i>	174
6.4.2 <i>Energiebedarf der Agrarindustrie in Tansania</i>	177
6.4.3 <i>Energieerzeugung in der Agrarindustrie in Tansania</i>	182

B. POTENTIALANALYSE

7. QUANTIFIZIERUNG VON VERFÜGBAREN RESTSTOFF- UND ENERGIEPOTENTIALEN IN TANSANIA	185
7.1 PFLANZLICHE AGRARRESTSTOFFE	185
7.1.1 <i>Mehrfährige Anbaupflanzen und Zuckerrohr</i>	185
7.1.1.1. Zuckerrohr	187
7.1.1.2 Baumwolle	190
7.1.1.3 Cashewnuss	193
7.1.1.4 Kaffee.....	196
7.1.1.5 Kakao	199
7.1.1.6 Kokosnuss	201
7.1.1.7 Sisal	203
7.1.1.8 Tee	207
7.1.1.9 Tabak	208
7.1.2 <i>Getreide</i>	212
7.1.3 <i>Früchte</i>	218
7.1.4 <i>Wurzel-, Knollen- und Ölpflanzen</i>	223
7.1.5 <i>Ölsaaten</i>	224
7.2 NUTZTIERHALTUNG	229
7.2.1 <i>Direkte Reststoffe: Exkremente aus der Nutztierhaltung</i>	229
7.2.1 <i>Indirekte Reststoffe: Schlachtabfälle</i>	232
7.3 ZUSAMMENFASSUNG ERGEBNISSE POTENTIALANALYSE	236

C. NACHHALTIGE NUTZUNGSSTRATEGIEN FÜR AGRAR- RESTSTOFFE IN TANSANIA

8. ZIELBESTIMMUNG.....	249
8.1 THEORETISCHE GRUNDLAGEN: WIE KÖNNEN ZIELE BESTIMMT WERDEN?.....	249
8.2 ZIELE DER NUTZUNG VON AGRARRESTSTOFFEN ZUR ENERGIEERZEUGUNG.....	251
9. KRITERIENAUSWAHL.....	255
9.1 THEORETISCHE GRUNDLAGEN ZUR AUSWAHL VON BEWERTUNGSKRITERIEN	255
9.1.1 Überblick Kriterienauswahl.....	255
9.1.2 Methoden zur Auswahl von Kriterien	256
9.1.3 Anforderungen an die Kriterien	257
9.2 AUSWAHL DER NACHHALTIGKEITSKRITERIEN ZUR BEWERTUNG VON ENERGETISCHEN NUTZUNGSSTRATEGIEN	259
9.2.1 Kriterienauswahl mittels Literaturstudie	260
9.2.1.1 Literaturstudie zu Nachhaltigkeitskriterien in MCAs	260
9.2.1.2 Analyse verschiedener Nachhaltigkeitskriterienkataloge	269
9.2.2 Kriterien aus der Expertenbefragung.....	274
9.2.3 Kriterien aus der Analyse der Prozesskette.....	282
9.3 ZUSAMMENSTELLUNG DER FINALEN KRITERIENAUSWAHL.....	284
9.3.1 Relevanz und Operationalisierbarkeit der Kriterien.....	286
9.3.2 Vollständigkeit, Verständlichkeit, Messbarkeit, Minimierung	288
9.4 ZUSAMMENFASSUNG KRITERIENAUSWAHL.....	290
10. ALTERNATIVEN.....	293
10.1 THEORETISCHE GRUNDLAGEN ZUR AUSWAHL VON ALTERNATIVEN	293
10.1.1 Auswahl.....	293
10.1.2 Anzahl der Alternativen.....	295
10.1.3 Anforderungen an die Alternativen	295
10.1.4 Methoden zur Auswahl von Alternativen	296
10.2 ENTWICKLUNG VON ALTERNATIVEN NUTZUNGSSTRATEGIEN FÜR AGRARRESTSTOFFE.....	296
10.3 ZUSAMMENFASSUNG ALTERNATIVENAUSWAHL	307
11. QUANTIFIZIERUNG KRITERIEN	309
11.1 THEORETISCHE GRUNDLAGEN ZUR QUANTIFIZIERUNG VON KRITERIEN.....	309
11.1.1 Evaluierungsmatrix.....	309
11.1.2 Indikatoren und Skalierung.....	310
11.1.3 Standardisierung	313

11.2 QUANTIFIZIERUNGEN DER KRITERIEN ZUR BEWERTUNG DER NUTZUNGSSTRATEGIEN	315
11.2.1 <i>Technologiekriterien</i>	315
11.2.2 <i>Umweltkriterien</i>	318
11.2.3 <i>Kriterien aus dem Bereich Wirtschaft</i>	326
11.2.4 <i>Kriterien aus dem Bereich Soziales und Gesellschaft</i>	335
11.3 BEWERTUNG DER ALTERNATIVEN ZUSAMMENGEFASST IN DER EVALUIERUNGSMATRIX	339
12. GEWICHTUNG	343
12.1 THEORETISCHE GRUNDLAGEN ZUR ERMITTLUNG DER GEWICHTUNGEN	343
12.2 ERMITTLUNG DER GEWICHTUNGEN FÜR DIE BEWERTUNG DER NUTZUNGSSTRATEGIEN	347
12.2.1 <i>Gewichtung durch das Expertenteam Wissenschaft</i>	347
12.2.2 <i>Politische Gewichtungen</i>	352
12.3 ZUSAMMENFASSUNG GEWICHTUNG	355
13. BEWERTUNGSREGELN	359
13.1 EINFACHE ADDITIVE GEWICHTUNGSMETHODE (SAW)	363
13.1.1 <i>Methodische Grundlagen: Einfache additive Gewichtung (SAW)</i>	363
13.1.2 <i>Anwendungen der einfachen additiven Gewichtung</i>	364
13.1.3 <i>Auswertung der Ergebnisse – einfache additive Gewichtung</i>	366
13.2 TOPSIS	371
13.2.1 <i>Methodische Grundlagen TOPSIS</i>	371
13.2.2 <i>Anwendung von TOPSIS auf das Entscheidungsproblem</i>	374
13.2.3 <i>Auswertung Ergebnisse – TOPSIS</i>	376
13.3 PROMETHEE	379
13.3.1 <i>Methodische Grundlagen PROMETHEE</i>	379
13.3.2 <i>Anwendung von PROMETHEE auf das Entscheidungsproblem</i>	383
13.3.3 <i>Auswertung Ergebnisse – PROMETHEE</i>	385
13.4 ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION DER ANALYSEERESULTATE	389
14. SENSITIVITÄTSANALYSEN	395
14.1 VARIATION DER GEWICHTUNGSFAKTOREN	396
14.2 BESTIMMUNG DES KRITISCHSTEN KRITERIUMS	399
14.2.1 <i>Methode zur Bestimmung des kritischsten Kriteriums</i>	399
14.2.2 <i>Anwendung der Methode: Analyse des kritischsten Kriteriums</i>	400
14.3 BESTIMMUNG DER KRITISCHSTEN KRITERIENAUSPRÄGUNGEN	403
14.3.1 <i>Methode zur Bestimmung der kritischsten Kriterienausprägung</i>	403
14.3.2 <i>Anwendung und Ergebnisse</i>	404
14.4 SENSITIVITÄTSANALYSE PROMETHEE	406
14.5 ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION SENSITIVITÄTSANALYSE	410

D. DISKUSSION UND AUSBLICK

15. ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE	413
15.1 ZUSAMMENFASSUNG DER WICHTIGSTEN FORSCHUNGSERGEBNISSE	413
15.2 GRENZEN DER UNTERSUCHUNG.....	418
15.3 DISKUSSION DER ERGEBNISSE.....	420
16. AUSBLICK.....	429
16.1 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	429
16.2 FORSCHUNGSEMPFEHLUNGEN.....	434
LITERATURVERZEICHNIS.....	439
ANHANG	466