

Der Wert von Fernerkundungsdaten

für Raumplanungsaufgaben

in den wechselfeuchten Tropen West-Afrikas,

dargestellt am Beispiel der Provinzen von

Compienga und Sissili/Burkina Faso

VORWORT

Nach meiner Diplomarbeit galt mein Interesse zuerst dem Problem der Grundwasserverschmutzung in afrikanischen Städten, vor allem in Bamakou und Bobo-Dioulasso. Aus finanziellen Gründen konnte ich diese Arbeiten nicht weiterführen. Zu dieser Zeit verließ mein Mentor Prof. Dr. W. ANDRES die Philipps-Universität in Marburg, um an der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt eine Professur anzutreten. Dort übernahm er u. a. das Teilprojekt D5: „Naturraumpotential und Landschaftsentwicklung von ausgewählten Gebieten Burkina Faso“ im Sonderforschungsbereich 268. Im Rahmen dieses Teilprojekts eröffnete sich die Möglichkeit zur Durchführung einer Arbeit im Bereich des Einsatzes von Fernerkundungsdaten für Zwecke der Raumplanung in den wechselfeuchten Tropen.

Sokunnte ich eine Region Afrikas aus einem anderen Blickwinkel, dem der Satelliten, kennenlernen. Insbesondere interessierte es mich, die ländlichen Gebiete, meine Herkunft, wie auch den städtischen Raum Burkina Fasos, besser zu verstehen. Die vorliegende Studie ist das Ergebnis dieser Arbeiten im Rahmen des SFB 268.

Mein Dank gilt den Personen und Institutionen, die mich unterstützt, mich ermutigt und mir bei der Realisierung dieses Untersuchungsgeholfen haben.

Anerster Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. W. ANDRES danken, der mich zu dieser Arbeit anregte, mich mit fachlichem Rat unterstützte und mir darüber hinaus auch bei verschiedenen Problemen zur Seite stand. Dieser Dank gilt auch den Mitgliedern und Kollegen des SFB -268.

Herrn Prof. Dr. G. MERTINS danke ich für die Übernahme der Berichterstattung.

Weiterhin danke ich:

- dem CNRST für die Erlaubnis zu Geländearbeit in Burkina Faso
- den lokalen Verwaltungsbehörden der Städte Pama und Léou und der besuchten Gemeinden
- meinen Begleitern TALARDIATANCOUANO aus Pama und ZACHARIA NIAN aus Mouna, durch die es mir möglich war, eine tiefere Einsicht in die Regionen Komienga und Sissili zu gewinnen
- den staatlichen Vertretern der Städte Pama und Léou, des PNGT, des BUNASOLS und der „Direction de l'Aménagement du Territoire“ in Ouagadougou, die mir ihre Dokumente zur Verfügung stellten
- Herrn Prof. Dr. J. PREUSS an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz für die fachliche und moralische Unterstützung und die Bereitstellung von Arbeitsmitteln
- seiner Arbeitsgruppe für die Hilfe und Geduld bei der Einarbeitung in die digitale Bildverarbeitung und der rechnergestützten Auswertung sowie für die fachliche Diskussion, insbesondere A. MENSE und M. SCHMANKE, für die Korrektur der Arbeit sowie T. HENS und A. MUTH.

Zum Schluß möchte ich mich bei meiner Familie, meinen Freunden und meinen Bekannten für ihre Unterstützung bedanken.

Toro Drabo Frankfurt/Mainz Mai 1998

Der Wert von Fernerkundungsdaten für Raumplanungsaufgaben in den
wechselfeuchten Tropen West-Afrikas, dargestellt am Beispiel der Provinzen
Compienga und Sissili/Burkina Faso

Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaften
(Dr. rer. nat.)

dem

Fachbereich Geographie
der Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von
Toro Drabo
aus Couadalè/Westafrika

Marburg/Lahn 1998

Erklärung

Ich versichere, daß ich meine Dissertation

„Der Wert von Fernerkundungsdaten für Raumplanungsaufgaben in den wechselfeuchten Tropen West-Afrikas, dargestellt am Beispiel der Provinzen Compienga und Sissili/Burkina Faso“

selbständig ohne unerlaubte Hilfe angefertigt und mich dabei keiner anderen als der von mir ausdrücklich bezeichneten Quellen und Hilfen bedient habe.

Die Dissertation wurde in der jetzigen oder einer ähnlichen Form noch bei keiner anderen Hochschule eingereicht und hat noch keinen sonstigen Prüfungszwecken gedient.

Frankfurt, 11.05.1998

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG	2
1. Rahmen und Zielsetzung der Arbeit	2
2. Zur Problematik der Raumplanung in Burkina Faso	3
3. Zur Gliederung und Methodik der Arbeit	3
ERSTER TEIL: PROBLEMATIK DER RAUMPLANUNG IN BURKINA FASO	5
KAPITEL I.: NATURRÄUMLICHE UND SOZIOÖKONOMISCHE GRUNDLAGEN DER RAUMPLANUNG IN BURKINA FASO	6
1. Geographische Lage	6
2. Physische Bedingungen	7
2.1. Agrarklimatische Faktoren	7
2.2. Geologische und geomorphologische Grundzüge	9
2.3. Relief und hydrologische Merkmale	10
2.4. Böden und ihre Nutzung	11
2.5. Vegetation und Fauna	12
3. Sozioökonomische Grundlage	13
3.1. Bevölkerungsstruktur	13
3.2. Wirtschaftliche Struktur	15
3.3. Infrastruktur	16
KAPITEL II.: PRAXIS DER RAUMPLANUNG	18
1. Die Siedlungsgebiete als Zeug der afrikanischen Tradition der Raumnutzung	19
1.1. Typologie der Siedlungsgebiete	20
2. Die staatliche Raumplanung in Burkina Faso: Städtebau und Erschließung des ländlichen Raumes	29
KAPITEL III.: PLANUNGSSYSTEME: DIE TECHNISCHE UND GESETZLICHE GRUNDLAGE	32
1. Verbale Instrumente der Raumnutzung der Siedlungsgebiete	32
2. Staatliche Bodenordnungsschemata	32
2.1. Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT)	32
2.2. Schéma Régional d'Aménagement du Territoire (SRAT)	32
2.3. Schéma Provincial d'Aménagement du Territoire (SPAT)	33
2.4. Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (SDAU)	33
3. Umsetzung der Raumplanungsschemata in Burkina Faso	33
KAPITEL IV.: STRUKTUREN DER RAUMPLANUNG	35
1. Strukturen der Praxis der Raumplanung des Staates Burkina Faso	37
1.1. Die CNAT: Commission Nationale d'Aménagement du Territoire	37
1.2. Die Commission Provinciale d'Aménagement du Territoire (CPAT)	40
1.3. Die Commission Regionale d'Aménagement du Territoire (CRAT)	40
1.4. Die Conseils Municipaux (CM)	40
1.5. Die Direction du Plan (DP), Abteilung der Planung	40
1.6. Das Comité Technique d'Aménagement du Territoire (CTAT)	41
1.7. Cadre Technique de Concertation Provinciale (CTCP), Technischer Rahmen der provinziellen Konzertation	41

1.8. Bureau de Suivi des Organisations Non Gouvernementales (BSONG), Büro der Betreuung der Projekte der Nichtregierungsorganisationen	41
1.9. Die Direction Regionale du Plan et de la Coopération (DRPC)	42
1.10. Die Direction Regionale de l'Urbanisme et de la Topographie (DRUP)	42
1.11. Die Direction des Etudes et de la Planification (DEP)	42
1.11.1. Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST)	42
KAPITEL V.: DIE FACHÄMTER DER RAUMPLANUNG	44
1. Staaliche Fachämter	44
1.1.1. Institut de Recherches en Sciences Humaines et Sociales (IRSHS)	44
1.1.2. Institut Géographique du Burkina (IGB)	44
1.1.3. Das Bureau National des Sols (BUNASOLS)	44
1.1.4. Bureau des Mines et de la Géologie du Burkina (BUMIGEB)	45
1.2. Das Office National de l'Aménagement des Terroirs (ONAT)	45
1.3. Das Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA), nationales Amt des Wassers und der Entwässerung	45
2. Zwischenstaatliche Einrichtungsbehörden	45
2.1. Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH), Zwischenafrikanische Komitee für Hydraulische Forschungen	46
2.2. Autorité de Développement Intégré de la Région du Liptako-Gourma-(ADIRL-G)-Entwicklungsbehörden	46
2.3. Comité Interétats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS)	47
ZWEITER TEIL: INFORMATIONSBEDARF DER RAUMPLANUNG IN BURKINA FASO DURCH DIE AUSWERTUNG DER FERNERKUNDUNGS DATEN	48
KAPITEL VI.: ÜBERSICHT ÜBER DIE PHYSIKALISCHEN GRUNDLAGEN VON FERNERKUNDUNGS DATEN	49
1. Typen von Fernerkundungsdaten und ihre Anwendungsbereiche	50
1.1. Photographie im ultravioletten (UV)-Bereich	50
1.2. Photographien im sichtbaren Bereich	50
1.3. Infrarot-Photographie	51
1.4. Multispektralbilddaten	52
1.5. Radarbilddaten	53
1.6. Andere Fernerkundungsdaten	53
2. Merkmale und Identifikation von Luft- und Satellitenbilddaten	54
3. Eigenschaften von Fernerkundungsdaten für Zwecke der Raumplanung	55
3.1. Geometrische Eigenschaften	55
3.2. Räumliche Auflösung	55
3.3. Spektrale Auflösung	56
3.4. Radiometrische Auflösung	56
3.5. Zeitliche Auflösung bzw. Repetitionsrate der Fernerkundungsdaten	56
4. Bedeutung des Maßstabs und praktische Benutzung	57
5. Praktische Benutzung der Fernerkundungsdaten	58
5.1. Photographische Dokumente	58
5.2. Digitale Produkte	58
6. Fernerkundungsdaten und Karten in Burkina Faso	58
KAPITEL VII.: IDENTIFIZIERUNG DES INFORMATIONSBEDARFS DURCH DIE AKTEURE DER RAUMPLANUNG	60
1. Identifizierung des Informationsbedarfs im städtischen Raum	60
1.1. Inventar der Informationsdarstellungen im städtischen Raum nach Merkmalen und Maßstab	67

1.2. Beitrag der Fernerkundung zur Kartographie und zur Bewertung der urbanen Planungsformen	71
1.2.1. Problem der Schätzung des Beitrages der FE-Daten/GIS in Bedarfsanforderungen	71
2. Intervenierende Gruppen von Akteuren im ländlichen Milieu und ihr Informationsbedarf	76
2.1. Kartographie der Bodenordnungsformen der Siedlungsgebiete	86
2.1.1. Beiträge der Fernerkundungsdaten zur Kartographie der Ressourcen und natürlichen Bedingungen für die Planung der Siedlungsgebiete	90
<i>KAPITEL VIII.: DER STAAT ALS KOORDINATOR DER PRODUKTION UND VERTEILUNG DER INFORMATION AUS FERNERKUNDUNGS DATEN/ GEOGRAPHISCHEN INFORMATIONSSYSTEME</i>	96
1. Koordinierung der Produktion und Verteilung der Information aus Fernerkundungsdaten und GIS auf nationaler und provinzieller Ebene	96
2. Auf der Ebene des Programm National de Gestion des Terroirs (PNGT) durch den Staat, den Bürger des ländlichen Raumes und die Partner	101
3. Bewertung der Eignung der Fernerkundungsdaten für die Hauptkomponenten der Raumplanung	101
<i>KAPITEL IX.: BEITRAG DER FERNERKUNDUNGS DATEN/ GIS ALS RAUMPLANUNGSDOKUMENTE</i>	105
<i>DRITTER TEIL: FALLSTUDIE: ANWENDUNG DER LANDSAT-TM- UND SPOT-HRV-XS-DATEN IN DEN PROVINZEN VON COMPIANGA UND SÜDSISSILI</i>	114
<i>KAPITEL X.: ZIELSETZUNG, PRINZIPIEN, METHODEN UND ERGEBNISSE</i>	115
1. Zielsetzung	117
1.1. Konzeption und Produktion der synthetischen polythematischen Basiskarten	117
1.2. Prüfung der Leistung der Fernerkundungsdaten, der Software und der sozioökonomischen Befragung	117
2. Prinzipien und Methoden	118
2.1. Arbeitsmaterial	118
2.1.1. Die Karten	118
2.1.2. Die benutzten Luftbilder	120
2.1.3. Die vorliegenden Satellitenbilder	121
2.1.4. Software Erdas Imagine	122
2.1.5. Sozioökonomische Befragung	122
2.2. Methoden für die Produktion der Karten von Compiana und Südsissili	124
2.2.1. Transformation der Maßstäbe der benutzten Bilder	124
2.2.2. Auswahl der Kanäle der Landsat 4-TM 10- und SPOT-HRV 1-XS-Szenen	124
2.2.3. Der Farbkomposit	126
3. Verfahren für die Erstellung der Bodenordnungskarten	127
3.1. Entzerrung und die Georeferenzierung der Satelliten- und Luftbildern	127
3.2. Hauptkomponentenanalyse	128
3.3. Landbedeckungsindizes	129
3.4. Unüberwachte Klassifikation	130
3.5. Überwachte Klassifikation der Bodenbedeckung	130
3.5.1. Physische und sozioökonomische Grundlagen in Compiana	130
3.5.2. Physische und sozioökonomische Grundlagen in Südsissili	137
3.5.3. Bedeutung der Farben in TM 7, 4, 2 (Compiana) und XS 3, 2, 1 (Südsissili)	138
3.5.4. Auswahl der Trainingsgebiete	141
3.5.5. Durchführung der überwachten Klassifikation	149

3.5.6. Ergebnisse der überwachten Klassifikation	153
4. Produzierte Karten	155
<i>KAPITEL XI.: BEITRAG DER FERNERKUNDUNGS DATEN ZU DEN PROBLEMEN DER BODENORDNUNG IN COMPIANA</i>	156
1. Inhalt des Schemas der Bodenordnung in Compiana	156
2. Erläuterung der Karte der Bodenordnung von Compiana	158
2.1. Beitrag der Karte der Bodenbedeckung und -nutzung zu den Problemen der Bodenordnung in Compiana	158
2.2. Beitrag der Karte der Hauptkomponentenanalyse in Compiana	159
2.3. Beitrag der Karte der Vegetationsindizes in Compiana	160
2.4. Unzulänglichkeiten und Lücken der benutzten Sensoren von Landsat-4-TM 10 und des Luftbildes	160
2.5. Die Potentiale und Grenzen anderer Sensoren	161
<i>KAPITEL XII.: BEITRAG DER FERNERKUNDUNGS DATEN ZU DEN PROBLEMEN DER BODENORDNUNG IN SÜDSISSILI</i>	162
1. Lokalisierte Probleme der Bodenordnung in Südsissili	162
2. Erläuterung der Karte von Südsissili	164
2.1. Beitrag der Karte von Südsissili zu den Problemen der Bodenordnung in Südsissili	164
2.2. Beitrag der Karte der Hauptkomponentenanalyse in Südsissili	166
2.3. Beitrag der Karte des Vegetationsindex in Südsissili	167
2.4. Unzulänglichkeiten und Lücken der benutzten Sensoren Spot-HRV I Luftbild und Erdas Imagine	167
2.5. Mögliche Beiträge der Bilddaten anderer Sensoren	168
<i>KAPITEL XIII.: ANALYSE DER BENUTZTEN FERNERKUNDUNGS DATEN ALS BASIS DOKUMENTE FÜR ANDERE THEMATISCHE KARTEN</i>	169
<i>VIERTERTEIL: DISKUSSION, AUSBLICK UND ZUSAMMENFASSUNG</i>	171
<i>KAPITEL XIV.: DISKUSSION UND AUSBLICK</i>	172
1. Diskussion	172
2. Ausblick	177
<i>KAPITEL XV.: ZUSAMMENFASSUNG</i>	179
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	183
<i>KARTEN</i>	12

Verzeichnis der Abbildungen	
Abbildung 1: Geographische Lage von Burkina Faso	6
Abbildung 2: Klimatische Lage von Burkina Faso	8
Abbildung 3: Legend der Typen der Siedlungsgebiete	20
Abbildung 4: Bangoa als repräsentativer Typ des weidewirtschaftlichen Siedlungsgebietes im Nordosten	21
Abbildung 5: Streusiedlungsgebiet der Volksgruppen Songhai-Rimaibe-Peulim Nordosten (trockene Tropen)	22
Abbildung 6: Agrarsiedlungsgebiet am Beispiel von Daboura (Volksgruppe Bwa) im Westen	23
Abbildung 7: Streusiedlungsgebiet am Beispiel der Volksgruppe Mose in Dakolaim Zentrum (wechselfeuchte Tropen)	25
Abbildung 8: Agrar-Streusiedlungsgebiet der Volksgruppe Biriforim Südwesten am Mouhoun (feuchte bis wechselfeuchte Tropen)	27
Abbildung 9: Typ des Agrarsiedlungsgebietes der Volksgruppe Gurmancemaim Südosten (feuchte bis wechselfeuchte Tropen)	28
Abbildung 10: Aufbau der Strukturen der Raumnutzung in den Siedlungsgebieten	36
Abbildung 11: Aufbau der Strukturen der Raumplanung in Burkina Faso	38
Abbildung 12: Elektromagnetische Wellenbereiche sowie spektrale Empfindlichkeiten verschiedener Filmemulsionen	49
Abbildung 13: Kartographische Dokumentation der Raumplanung in Burkina Faso	113
Abbildung 14: Lage der Untersuchungsgebiete in den Provinzen Komienga und Sissili in Burkina Faso	116
Abbildung 15: Darstellung der Bedeckungsklassen für Compianaim zweidimensionalen Merkmalsraum der Kanäle TM5 und TM7	151
Abbildung 16: Darstellung der Bedeckungsklassen für Südsissiliim zweidimensionalen Merkmalsraum der Kanäle XS2 und XS3	152

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Verschiedene Trägersysteme	50
Tabelle 2: Maßstäbeder von einigen Fächern benutzten Fernerkundungsdaten	57
Tabelle 3: Typen von Akteuren im urbanen Raum mit ihren entsprechenden Planungsformen und ihrem Bedarf an Typen von Dokumenten	66
Tabelle 4: Klassifikation der Dokumentenstädtischer Einrichtungen nach verschiedenen Merkmalen und Maßstab	69
Tabelle 5: Struktur der Planungskartographie	70
Tabelle 6: Beitrag der Fernerkundung zur Kartographie und Bewertung der städtischen Bodenordnungsformen	73
Tabelle 7: Klassifizierung der ländlichen Bodennutzungstypen im Zusammenhang mit den großengeoökologischen Gebieten	77
Tabelle 8: Kartographie des Bodenordnungsformender Siedlungsgebieten	89
Tabelle 9: Beiträge der Fernerkundungsdaten zur Kartographie der Ressourcen und natürlichen Bedingungen für die Planung der Siedlungsgebieten	94
Tabelle 10: Typologie der Planungskartographie der Entwicklungspartner auf nationaler und provinzieller Ebene	99
Tabelle 11: Bewertung der Eignung der Fernerkundungsdaten für die Hauptkomponenten der Raumplanung	103
Tabelle 12: Beitrag der FE-Daten/GIS als Raumplanungsdokumente	108
Tabelle 13: Vorhandene Basiskarten	119
Tabelle 14: Luftbilder der Stadt Pama und ihrer Umgebung und Teile von Südsissili	120
Tabelle 15: Einige technische Parameter der Landsat-4-TM 10- und SPOT-HRV1-XS-Szenen	121
Tabelle 16: Auswahl der Kanäle nach Information und Qualität für Compiana (Landsat) und Südsissili (SPOT)	125
Tabelle 17: Eigenwert der Hauptkomponenten	128
Tabelle 18: Eigenmatrix für die erste, zweite und dritte Hauptkomponente	129
Tabelle 19: Bedeutung auffälliger Farbe einer ausgewählten Kanalkombination der Satellitenbilder von Compiana und Südsissili	140
Tabelle 20: Auswahl der Trainingsgebiete der Klassen der Bodenbedeckung in Compiana	143
Tabelle 21: Auswahl der Trainingsgebiete der Klassen der Bodenbedeckung in Südsissili	146
Tabelle 22: Verteilung der Klassen für Compiana	153
Tabelle 23: Verteilung der Klassen in Südsissili	154
Tabelle 24: Interpretation einiger Basisthemen für möglich thematische Karten mit Hilfe der benutzten Luft- und Satellitenbilddaten	170

Verzeichnis der Fotos

Foto1: Granitblöcke auf einer Granitinselbergkette an der Ostgrenze der Stadt Pama	131
Foto2: Lateritblöcke an einem Westhang eines Inselberges ca. 12 km von Pama, nach der RN18, November 1992	132
Foto3: Ausschnitt eines Laterithügels während des Bauseines Weges 1994, ca. 10 km südwestlich von Pama, Mai 1992	133
Foto4: Erosionsfläche bei Pognoaca, 30 km südwestlich von Pama 1993	134
Foto5: Offene Baumvegetation mit Galeriewald im Bildhintergrund ca. 5 km östlich von Pama	135
Foto6: Zweibenachbar te Karité Bäume ca. 5 km nördlich von Pama, November 1992	136
Foto7: Junge Brachfläche durch einen Weg von einem Buschhirsefeld getrennt	147
Foto8: Kreisförmige Delle auf einem Inselberg	147
Foto9: Etwa dreißigjährige edaphische Monokultur von <i>Acacia seyal</i> südlich von Longa, ca. 15 km nordwestlich von Léo	149
Foto10: Temporär überflutetes Gebiet als Weide bei Boutiourou, ca. 12 km nördlich von Léo, Juni 1994	162

Verzeichnis der Karten

Karte der Bodenbedeckung und -nutzung von Compiana

Karte der Bodenbedeckung und -nutzung von Südsicilien

Karte der Hauptkomponentenanalyse für Compiana

Karte der Hauptkomponentenanalyse für Südsicilien

Karte der Vegetationsindizes für Compiana

Karte der Vegetationsindizes für Südsicilien

Verzeichnis der Abkürzungen

Abkürzung	Beschreibung	Übersetzung
AL-G	Autorité du Liptako-Gourma	Hoheit der Liptako-Gourma
BDPA	Bureau pour le Développement de la Production Agricole	
CIEH	Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques	Zwischenafrikanische Komitee für Hydraulische Forschungen
CILSS	Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel	Zwischenstaatliches Komitee zum Kampf gegen die Dürre im Sahel
CNAT	Commission „nationale“ d'Aménagement du Territoire	
DRPC	Directions Régionales du Plan et de la Coopération	Regionale Technische Aufsichtsbehörde
FAC	Fond d'Aide et de Coopération	
GTZ	Gesellschaft für technische Zusammenarbeit	
NOR	Organisation non Gouvernementale	Nicht-Regierungsorganisationen
ONAT	Office National d'Aménagement du Territoire	
ONEA	Office National des Eaux	
PEC	Programme d'Équipement Communal	
PNGT	Programme National de Gestion des Terroirs	
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement	Programm der Vereinten Nationen für die Entwicklung
PO	Plan Opérationnel	
POS	Plan d'Occupation du Sol	
PUD	Plans d'Urbanisme de Détail	
RPP	Réserve Partielle de faune de Pama	
SDAU	Schema Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme	Leitplan der Einrichtung
SNAT	Schema National d'Aménagement du Territoire	
SRAT	Schéma Régional d'Aménagement du Territoire	
SPAT	Schéma provincial d'Aménagement du Territoire	Schemata der Raumplanung auf Provinzebene durch die CNAT

Der Wert von Fernerkundungsdaten für Raumplanungsaufgaben in den
wechselfeuchten Tropen West-Afrikas, dargestellt am Beispiel der Provinzen
Compienga und Sissili/Burkina Faso

EINLEITUNG

1. Rahmen und Zielsetzung der Arbeit

Das Verhältnis zwischen dem Menschen und seinem Raum drückt sich durch die Praxis der Raumnutzung bzw. -planung, die auf der Beobachtung einzelner Faktoren und Prozesse in der Umwelt durch den Menschen basiert, aus. Ein zu diesem Zweck mehr und mehr benutztes Hilfsmittel ist die Fernerkundung, ein Werkzeug der Beobachtung der Erde par excellence.

Die Fernerkundung liefert in ihren verschiedenen Daten und Auswertungsverfahren eine Fülle von Informationen, die sich für zahlreiche verschiedene Fragestellungen, wie z. B. Landnutzungskartierungen, geologische, forstwissenschaftliche, meteorologische oder geographische Analysen einsetzen lassen. Da sich die Raumplanung auf polythematische Untersuchungen des Raumes stützt, liegt auch hier ein breites Feld an Einsatzmöglichkeiten für die Fernerkundung. Der Vorteil der Fernerkundung gegenüber bisheriger Datenaufnahmen liegt außerdem in der schnellen und wiederholbaren Lieferung von Informationen.

Die vorliegende Arbeit macht sich daher zur Aufgabe, die Einsatzmöglichkeiten von Fernerkundungsdaten für die Zwecke der Raumplanung in Westafrika zu untersuchen. Sie wurde im Rahmen des Sonderforschungsbereichs (SFB) „Kulturentwicklung und Sprachgeschichte in Naturraum westafrikanischer Savanne“ der JOHANN WOLFGANG GOETHE-UNIVERSITÄT zu Frankfurt durchgeführt und durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) finanziert. Schwerpunktgebiete des Sonderforschungsbereichs sind Burkina Faso und Nigeria. Andere Forschungsteams nehmen Archäologen, Botaniker, Ethnologen, Linguisten und Geographen teil. Der Themenschwerpunkt der Geographie innerhalb des Sonderforschungsbereichs für Burkina Faso lautet „Naturraumpotential und Landschaftsentwicklung von ausgewählten Gebieten Burkina Fasos“.

Mit der in dieser Arbeit durchgeführten Auswertung von Fernerkundungsdaten, die in erster Linie Informationen über die Bodenbedeckung und -nutzung liefert, soll der Wert dieses Hilfsmittels für die Raumplanung und damit auch für andere Disziplinen erörtert werden. Denn Teile der gewonnenen Informationen bieten gleichzeitig Grundlagen für Nachbardisziplinen wie z. B. Botanik, Ethnologie oder auch Geologie.

Den Untersuchungsraum bilden zwei Provinzen im Südosten bzw. im Süden von Burkina Faso. Durch den Einsatz von Landsat-TM10 und Spot-HRV1-XS-Satellitendaten kombiniert mit stichprobenartigen Geländeuntersuchungen und Befragungen wird für diese Gebiete die Landnutzung bzw. Landbedeckung sowie die Verbreitung der Vegetation erfaßt.

2. Zur Problematik der Raumplanung in Burkina Faso

Die Raumnutzung sowie die heutige Raumplanung in Burkina Faso ist ein Ergebnis der französischen Kolonialmacht in Westafrika. Denn durch die Planungsziele der Franzosen und deren Umsetzung, wie die Erschließung des Landes durch Straßen, den Anbau von Baumwolle, die Errichtung von Verwaltungsortschaften, die Rekrutierung von Soldaten u. a., wurde der Raum nachhaltig verändert. Gleichzeitig löste die koloniale Besetzung Aufstände der Einheimischen aus, die letztendlich zur Bildung des Staates Burkina Faso geführt hat. Die heutige Raumplanung knüpft an die Erschließungs- bzw. „Inwertsetzungs“-maßnahmen der Franzosen an. Dabei ist sie maßgeblich mit einem Problem der Landressourcennutzung konfrontiert, deren Ursachen auch in der bisherigen Landnutzung zu sehen sind.

Der Konflikt der Ressourcennutzung zeigt sich in der latenten Hungersnot, durch unvorhersehbar ausbrechende akute Hungersnöte, wie z. B. die von 1969 bis 1973 und 1983 bis 1984, sowie in der andauernden Landflucht, der Migration und der Emigration. Diese Situation ist eine Folge der bisherigen kolonialen bzw. staatlichen Raumplanungspraxis in Burkina Faso. Sie trug zur Zerstörung der sozioökonomischen Grundlagen der ursprünglichen Siedlungsgebiete bei, ohne ausreichend wirtschaftliche und soziale Alternativen zu bieten.

In diesem Zusammenhang ist eine der heutigen Aufgaben der Raumplanung die Untersuchung der Frage, ob die Probleme der Landressourcennutzung auf mangelnde Transformationsmöglichkeiten oder auf das begrenzte Naturpotentiale der Umwelt oder auf die Logik der Landungsstrategie dieser Ressource durch die Siedlungsgebiete und den Staat zurückzuführen sind. Diesbezüglich sind Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen und als Planungsziele zu verankern.

Um die Strukturen und die Organisation sowie die Geschichte der Raumplanung zu verdeutlichen, wird im ersten Teil der Arbeit die Problematik der Raumplanung in Burkina Faso behandelt. Im zweiten Teil wird anschließend der Informationsbedarf der Raumplanung in Burkina Faso an der Auswertung von Fernerkundungsdaten besprochen, bevor im dritten und praktischen Teil der Arbeit die Auswertung von Landsat-TM10 und Spot-HRV1-XS-Satellitendaten in den ausgewählten Provinzen und die damit erzielten Ergebnisse dargestellt werden.

3. Zur Gliederung und Methodik der Arbeit

Nach einem Überblick über das Land Burkina Faso, die Praktiken der Raumplanung in Burkina Faso und die physikalischen Grundlagen der Fernerkundungsdaten, wird in der vorliegenden Arbeit das Informationsangebot der Fernerkundungsdaten allgemein im Zusammenhang mit dem Informationsverbrauch der Raumplanung bewertet.

Ferner werden die Prinzipien und Methoden der Fernerkundungsdaten kurz erläutert. Die Fernerkundungsdaten lassen sich nach Photographien, Multispektral- und Radardaten unterscheiden. Der Einsatz dieser Bilder oder Daten gibt die Möglichkeit den Informationsstand für zahlreiche Bereiche der Wissenschaft,

darunter der Raumplanung, die von der Entscheidung ihrer Träger abhängt, zu ergänzen und zu aktualisieren.

Die Weiterverarbeitung der gewonnenen Informationen und Planungsgrundlagen obliegt den Entscheidungsträgern der Raumplanung. Die Informationen, über die die Träger verfügen, liegen auf zwei Ebenen: Die Analyse der Informationen in Qualität, Quantität, Zuverlässigkeit und Aktualität und die Synthese, die eine Aussage, eine Diagnose über eine planungsrelevante Entscheidung erlaubt. Das Resultat ist demnach davon abhängig, welche Informationen zur Verfügung stehen.

Der Beitrag, den der Einsatz von Fernerkundungsdaten für die Erfassung und Analyse der unterschiedlichen Elemente der Landschaft leisten kann, wird abgeschätzt und bewertet. Diese Bilanz soll die Stärken und Schwächen, Einsatzmöglichkeiten und Grenzen der Fernerkundung verdeutlichen.

Dadurch wird der Wert der Fernerkundungsdaten zum Zweck der Raumplanung in Burkina Faso allgemein nach der Literatur und auf Grundlage eigener Erfahrung bewertet. Letztere verdeutlichen sich in der geschilderten Auswertung von Landsat-TM- und SPOT-HRV1-XS am Beispiel von den Provinzen Komienga und Sissili.

Das gesamte Ergebnis erlaubt eine Aussage über den Wert der Fernerkundungsdaten zum Zweck der Raumplanung in Burkina Faso und durch die Extrapolation in den gesamten wechselfeuchten Tropen in Westafrika.

Die Arbeit strukturiert sich folgenderweise:

- Der erste Teil ist den unterschiedlichen Aspekten der Problematik der Raumplanung in Burkina Faso mit konkreten Beispielen der städtischen und ländlichen Einrichtungen geweiht.
- Der zweite Teil behandelt an Hand eines systematischen Inventars den tatsächlichen möglichen Beitrag der Fernerkundung (FE) und geographischer Informationssysteme (GIS) für die unterschiedlichen Bereiche der Planungstechniken. Zur systematischen Auswertung und Bewertung der Einsatzmöglichkeit von Fernerkundung und GIS, werden die erforderlichen Planungsgrundlagen (Pläne und Karten) mit ihren technischen Parametern (z. B. Maßstab, räumliche Auflösung) die entsprechende einsetzbaren Fernerkundungsdaten und geographischen Systeme gegenübergestellt.
- Der dritte Teil veranschaulicht abschließend die tatsächlichen Leistungen und Grenzen bei der Anwendung der FE/GIS an Hand konkreter Fallstudien. Es werden zwei Gebiete, Komienga im Südosten und Sissili im Süden von Burkina Faso mit Hilfe von Satellitendaten, gestützt von Geländeuntersuchungen, in ihrer Landnutzung und Bodenbedeckung untersucht. Die konkreten Ergebnisse sind Basisplanungsdokumente, wie die Karten der Bodenbedeckung/Bodennutzung der genannten Gebiete und ihre Erläuterungen.

**ERSTERTEIL:
PROBEMATIKDERRAUMPLANUNG
INBURKINAFASO**

KAPITEL I.: NATURRÄUMLICHE UND SOZIOÖKONOMISCHE GRUNDLAGEN DER RAUMPLANUNG IN BURKINA FASO

Wichtige Basisinformationen für die Zwecke der Raumplanung ergeben sich aus den physischen und sozioökonomischen Bedingungen.

1. Geographische Lage

Burkina Faso liegt innerhalb der Nigerschleife, im Zentrum Westafrikas auf dem nordöstlichen Teil des westafrikanischen präkambrischen Sockels (Vgl. Karte der Verteilung des Präkambriums in Westafrika nach HAUGHTON (1963:8) und CARTE GEOLOGIQUE DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE (1968: Planche 7)). Es ist durch mehrere Arme des Flusses Volta im Zentrum sowie durch den Niger im Osten und den Comoé im Südwesten mit der Bucht von Guinea verbunden (Abbildung 1).

Abbildung 1: Geographische Lage von Burkina Faso

Quelle: MICHEL 1977:2



Seine Grenzen liegen zwischen 9° und 15° nördlicher Breite sowie zwischen 2° östlicher und 6° westlicher Länge. Die Fläche beträgt 274.200 km². Klima und Landschaft sind geprägt durch die Lage in den wechselfeuchten Tropen, die durch eine kurze Regenzeit und eine lange Trockenperiode gekennzeichnet ist. 1985 betrug die Einwohnerzahl 7.965.000. 90% der Einwohner leben von der Landwirtschaft. Die übrigen 10% sind im Dienstleistungssektor und in informellen Sektoren tätig.

Der Staat Burkina Faso, dessen Existenz eine Folge der französischen kolonialen Besetzung in Westafrika ist, wurde am 5. August 1960 mit Ouagadougou als Hauptstadt gegründet. Es besteht seit 1996 aus 45 Provinzen. Eine Provinz gliedert sich in Départements oder Kommunen, die sich wiederum aus Dörfern zusammensetzen.

Burkina Faso ist in vielen Bereichen unterentwickelt, u. a. in der Raumplanung. Erfüllt in die internationalen Entwicklungsländerkategorien „Most Seriously Affected Countries“ (MASAC) sowie „Least Developed Countries“, (LDC) ((STATISTISCHES BUNDESAMT - LÄNDERBERICHT - BURKINA FASO (StBA-LB-BF) 1992:14)).

2. *Physische Bedingungen*

2.1. Agrarklimatische Faktoren

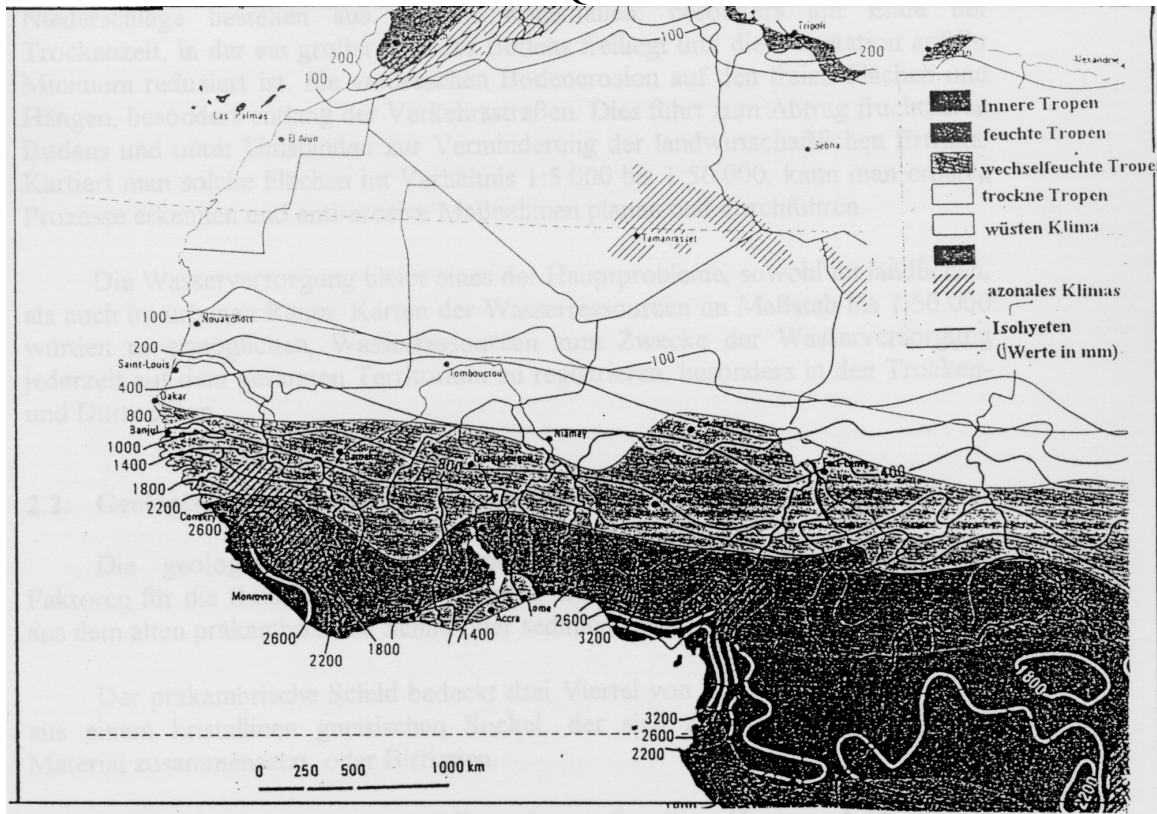
Burkina Faso liegt in den wechselfeuchten Tropen.

Die Trockensaison erstreckt sich von November bis April, darin liegt die kälteste Zeit des Jahres (Dezember bis Februar). In dieser kurzen Jahreszeit weht der Harmattan, ein kühler, trockener Wind, der an manchen Tagen die Sicht beeinträchtigt und zeitweise großflächige Ausbreitung der Buschbrände verursachen kann. Es ist die Zeit der Ernte, der Reisen, Märkte, der Renovierung und des Wohnhäuser- und Speicherbaus im ländlichen Raum. Das Vieh wird überall bis zur Bestellung der Äcker im Mai/Juni freigelassen. März und April entsprechen der wärmsten Zeit, in der die Evapotranspiration am höchsten ist. In dieser Periode werden alte und neue Anbauflächen vorbereitet und handwerkliche Arbeiten durchgeführt.

Die Regenzeit fängt im Süden des Landes im Mai und im Norden im Juni an und erreicht im Juli/August ihr Maximum. Es ist die Zeit des Anbauens. Das Vieh wird durch extensive Haltung gut mit Futter versorgt.

Abbildung 2: Klimatische Lage von Burkina Faso

Quelle: Van CHI-BONARDE Letal. 1973:35



In Burkina Faso lassen sich nach den Breiten- und Höhenlagen, von Norden nach Süden drei verschiedene klimatische Unterzonen unterscheiden (Abbildung 2):

- Die nördliche Unterzone liegt unterhalb der 600 mm-Isohyete mit 3 bis 4 Monaten Regenzeit.
- Die zentrale Unterzone liegt zwischen den 1.000- und 600 mm-Isohyeten. Die Niederschläge dauern bis zu 6 Monaten an.
- Die südliche Unterzone liegt oberhalb der 1.000 mm-Isohyete. Es regnet von Mai bis November.

Die Unterzonen können sich im Laufe eines Jahres oder in aufeinanderfolgenden Jahren insgesamt in nördliche oder südliche Richtung verschieben. Allgemein nimmt die Menge der Niederschläge sowie die Dauer der Regenzeit von Nord nach Süd zu. Die Variabilität der jährlichen mittleren Niederschläge im Raum kann von 350 mm im extremen Norden bis zu 1.400 mm im extremen Südwesten reichen. Dies lässt sich auch durch das relativ höhere Relief im Südosten, Zentrum und Südwesten, sowie durch den Einfluß der Baumvegetation des Mouhountalserklären (RENARD 1975:12). Letzteres bedeutet für die Raumplanung, daß die Erschließung der Flußtäler eine sorgfältige ökologische Analyse und Planungsbedarf.

Der Beginn der Regenzeit setzt früher oder später ein, wobei die Niederschläge entweder regelmäßig oder unregelmäßig verteilt sein können. Diese hohe Regenvariabilität ist eine der verursachenden Faktoren der (agronomischen) Dürren, der Quantität und Qualität der Wasserversorgung in Burkina Faso. Die

Niederschläge bestehen aus starken Regenfällen, besonders am Ende der Trockenzeit, in der ein großer Teil des Bodens freiliegt und die Vegetation auf ihr Minimum reduziert ist. Sie verursacht Bodenerosion auf den freien Flächen und Hängen, besonders entlang der Verkehrsstraßen. Dies führt zum Abtrag fruchtbarer Bodens und unter Umständen zur Verminderung der landwirtschaftlichen Erträge. Kartiert man solche Flächen im Verhältnis 1:5.000 bis 1:50.000, kann man erosive Prozesse erkennen und anti-erosive Maßnahmen planen und durchführen.

Die Wasserversorgung bleibt eines der Hauptprobleme, sowohl im ländlichen, als auch im urbanen Raum. Kartieren der Wasserressourcen im Maßstab bis 1:50.000 würde es ermöglichen, Wasserressourcen zum Zweck der Wasserversorgung jederzeit auf dem gesamten Territorium zu registrieren, besonders in den Trocken- und Dürrezeiten.

2.2. Geologische und geomorphologische Grundzüge

Die geologische und geomorphologische Struktur, als entscheidende Faktoren für die Raumbedeckung, -nutzung und -planung, besteht in Burkina Faso aus dem alten präkambrischen Schild oder sedimentärer Bedeckung.

Der präkambrische Schild bedeckt drei Viertel von Burkina Faso. Er besteht aus einem kristallinen gneisischen Sockel, der sich aus mittelpräkambrischem Material zusammensetzt, oder Birrimien.

Der kristalline Sockel ist aus differenzierten Graniten, Gneis und Migmatiten aufgebaut (FURON 1950:12). Der Birrimien ist auf dem gesamten alten Schild stellenweise verbreitet. Er unterteilt sich in:

- a) Vulkanite aus metamorphen basischen Gesteinen, Schisten, Quarziten und Andesiten, den sogenannten „grünen“ Gesteinen;
- b) plutonische saure Gesteine aus Granodiorit und Biotit-Graniten;
- c) sedimentäre Gesteine, wo Schisten, Quarzite und Sandsteine dominieren.

Diese sedimentären Bedeckungen sind mariner und terrestrischer Herkunft. Sie wurden auf den penenplainen Sockel abgelagert. Sie wurden kaum gefaltet und behielten daher ihre horizontale Schichtung (COLIN & TASTET 1972:73; VAN CHI-BONARDELET al. 1973:28).

Der Birrimien streicht Mineralien (FURON 1950:12; PERON et al. 1975:8). Aus seinen Erzen wurden z. B. Eisen, Gold, Kupfer, Zinn, Nickel und Chrom fast im ganzen Land von den Schmieden verarbeitet. Das Gold von Pourain der Provinz von Naouri ist heute noch der wichtigste Bergbau von Burkina Faso (HUOT, SATIRAN und ZIDA 1987:2034). Es machte das damalige Verwaltungsgebiet Burkina Faso zur erstengoldproduzierenden Region des „französischen“ Afrikas. Des Weiteren sind z. B. das Kupfer von Gongondy bei Gaoua, die Mangan- und Kalkstätte von Tamba von Bedeutung (BANNER et al. 1980:6-7).

Der Birrimien drei Viertel von Burkina Faso bedeckt, wurde eine weitere Erfassung der Mineralienressourcen vom Staat Burkina Faso unternommen. In diesem Rahmen wurde eine Karte der Mineralindikationen im Maßstab 1:1 Mill. durch Auswertung von Landsat-MSS-Daten durch JÖNS (1978:Karte 1) erstellt.

Kartender mineralen Ressourcen in größeren Maßstäben bis 1:50.000 würden mehr Informationen über die bekannten und neuen Lagerstätten bereitstellen.

Diese sedimentäre Bedeckung besteht aus:

- kambrischen und paläozoischen sedimentären Gesteinsformationen aus Sandstein, Kalken, Tonschiefer und Dolomiten im Norden, aus Sandsteinen von Gobnangou und Quarziten des Atakorasi im Südosten (DIAKITE 1979:90), aus Sandstein und Schist von Bobo-Dioulasso (PERON et al. 1975:8) und JÖNS (1978: Karte 1);
- kambrisch-tertiärer terrestrischer sedimentärer Bedeckung aus Sandstein und Mergel des „Continental Terminal“ in der Gondouebene im Nordwesten sowie aus Lateritgesteinen, die fast überall in Burkina Faso verstreut sind (COLIN & TASTET 1972:73);
- abgelagerte Paläodünen nach Lumineszenz-Datierung (ALBERT und ANDRES 1997) bzw. tertiäre und quartäre äolische Sanddünen liegen im Norden (COLIN & TASTET 1972:73; PERON et al. 1975:8). Rezente aktive Sanddünen mit Nord-Süd-Verlauf lassen sich nördlich der Mared’Oursi auf den quartären Sanddünen beobachten. Rezente Alluvionen, die eine wichtige Rolle in der Landwirtschaft (LACLAVERE et al. 1993:8), für die Töpferei und für den Bau spielen, lagern sich entlang der Hauptflüsse ab.

Die meisten Sedimente sind Baumaterialien. Großmaßstäbige Karten von 1:5.000 bis 1:25.000 wären für ihr systematische Erfassung notwendig.

Zuden beiden geologischen Hauptformationsspiegeln sind in den folgenden geomorphologischen Strukturen:

- a) Auf dem Birrimien oder über den Sedimentschichten befinden sich Einebnungsflächen mit lateritischer Bedeckung. Sie sind das Ergebnis der Abtragung der tertiären Oberflächen im Laufe der Zeit. Diese gepanzerten Zeitzeugen werden voneinander durch abgetragene Flächen in verschiedene Ebenen gegliedert (MARCHAL 1983:28)
- b) Die gehobenen granitischen bis gneisischen Gesteine zeigen sich als Wallrücken und Inselberge in der Landschaft.

2.3. Relief und hydrologische Merkmale

Das Relief besteht aus:

- einem zentralen Plateau, das in der Lage dem präkambrischen Sockel entspricht. Darauf befinden sich Hügel und Inselberge aus birrimischen Quarziten, die Widerstand gegen die Erosion leisten. Die niedrigen Ebenen entsprechen den Graniten und den Gneisen des Sockels.
- Sandsteinplateaus: Die höchsten und hügeligsten Gebiete aus Sandsteinen überragen den präkambrischen Sockel in der Region von Bobo-Dioulasso und Banfora im Südwesten. Hier steht der höchste Gipfel des Landes, der Tenakourou mit 749 m NN. Beide Regionen sind touristische Gebiete. Ähnliches Relief findet man im Südosten mit dem Sandsteinplateau von Gobnangou.

- Das Voltabecken mit einer Fläche von 171.105 km² beherrscht 62% der Landoberfläche von Burkina Faso (MONIOD, POUYAU & SECHET 1977:13). Es wird von Mouhoun im Westen und Nakam beim Zentrum sowie ihren Zuflüssen drainiert. Im gesamten Einzugsgebiet dieser Flüsse werden in der heutigen Zeit landwirtschaftlich Erschließungen und Besiedlung der Flußtäler geplant bzw. durchgeführt. Die Bekanntesten sind Sourou im Nordwesten, Kouim Südwesten, Komiengaim Südosten und Bagréim Süd des Zentrums.
- Das Comoébecken erstreckt sich über eine Fläche von 18.000 km². Der Comoé und sein wichtigster Nebenarm, Léraba, fließen im Südwesten von Norden nach Süden. Sie haben wieder Mouhoun ihre Wasserscheide im Südwesten auf den Steilwänden von Banfora. Eine Aufstauung des Comoé wie bei allen anderen Flüssen ist geplant.
- Das Nigerbecken, das eine Fläche von 72.000 km² besitzt, wird von Nordosten nach Südosten durch Beli, Yaga, Sirba und Bonsoaga, die rechten Arme des Nigers drainiert. Es wird durch zahlreiche permanente und temporäre Seen, darunter Soum, Oursi, Darkeo, charakterisiert. Sie spielen eine wichtige Rolle zur Deckung des Wasserbedarfs der Einwohner und des Viehs.

Durch eine adäquate Praxis der Raumplanung könnte das Fluß- und Seewasser für die Bevölkerung, das Vieh und die Landwirtschaft vermutlich ausreichen.

2.4. Böden und ihre Nutzung

Auf den unterschiedlichen geologischen und geomorphologischen Strukturen entstanden in Zusammenhang mit den klimatischen Bedingungen folgende Böden:

- Rohböden auf unterschiedlichen Gesteinen und Panzern bestehen aus anstehenden Sandsteinen und Eisenpanzern. Sie werden nicht kultiviert;
- Rohböden auf Geröllmaterial bzw. eisenhaltige Böden bedecken große Flächen im Zentrum und im Osten auf den Plateaus und Zeugenbergen. Sie sind flachgründig und nährstoffarm. Im Zentrum werden sie trotz dem bebaut;
- Vertisole auf Alluvium oder lehmigem Material bilden sich aus den basischen kristallinen Gesteinen oder lehmigem Alluvium (PERON et al. 1975:10). Sie sind reich an Nährstoffen. Diese Böden befinden sich in den Flußtälern und Ebenen (MÜLLER-HAUDE 1995:66). Auf ihnen werden Hirse, Sorghum, Baumwolle, Mais, Maniok und Bohnen angebaut. Sie speichern Feuchtigkeit, so daß einzelne Wurzeln des geernteten Sorghums die ganze Trockenzeit überleben. Sie werden meist zu den eutrophen Böden gerechnet;
- Braune eutrophe tropische Böden auf lehmigem Material entwickeln sich auf basischen (wie z. B. Doleriten) oder neutralen (wie z. B. Migmatiten) kristallinen Gesteinen. Sie unterscheiden sich von den Vertisolen durch ihre hohe Porosität und sind damit die besten Böden von Burkina Faso für den Anbau von Hirse, Sorghum, Baumwolle, Mais, Maniok, Bohnen, Erdnüssen (LA CLAVERE et al., 1993:12);
- lessivierte, eisenhaltige tropische Böden bestehen aus tiefgründig entwickelten Böden mit vorherrschend kräftig braunen bis roten Farben. Dazu gehören die

Oxisole, Latosole, Kaolisole, die lateritischen und ferrallitischen Böden (SEMMELE 1993:94). Sie befinden sich auf sandigen, sandig-lehmigen oder lehmig-sandigen Materialien (MÜLLER-HAUDE 1995:66). Sie kommen im Zentrum des Landes vor und treten bei allen anderen Bodentypen auf. Sie sind in unbedecktem Zustand anfällig für Erosion. Landwirtschaftliche Eignung sieht sich für den Anbau von Hirse, Sorghum, Mais, Erdnüsse;

- Hydromorphe Böden, wie Pseudogley bilden sich auf Gesteinsmaterialien mit variierender Textur liegen entlang der großen Flüsse. Aus ihnen entwickelt sich die braune neutroph tropischen Böden und lessivierten, eisenhaltigen tropischen Böden. Sie sind für Sorghum- und Reisanbau und Weidenutzung geeignet;
- Halomorphe Böden mit degradierten Strukturen, die sich vorwiegend im ariden Norden Burkina Fasos befinden, enthalten Salze, darunter Natrium und Kalium (PERON et al. 1975:10). Sie sind nicht geeignet für die Landwirtschaft, aber sie liefern Salz für Vieh und Wildtiere.

Die Verbreitung der landwirtschaftlichen Bodennutzung entspricht der Verbreitung der beschriebenen verschiedenen Böden. Die Hauptkulturen im Norden sind Hirse, Pennisetum und Erdnuß, in der Landesmitte und im Süden Sorghum, Hirse, Baumwolle, Mais und Yams. Sie werden oft zusammen mit Leguminosen, darunter Bohnen und Hibiscus angebaut. In den Niederungen, wo Bewässerungsfeldbau möglich ist, wird Gemüse auch während der Trockenzeit angebaut. Viehzüchtung wird überall praktiziert, insbesondere im Norden.

2.5. Vegetation und Fauna

In Burkina Faso lassen sich zwei Typen von holzigen und krautigen Vegetationsbedeckungen unterscheiden. Die holzigen Vegetationsbestände sind fast alle offen und meistens von den Grasschichten begleitet.

Die holzige Vegetationsbedeckung läßt sich klimatisch von Nord nach Süden in vier Haupttypen (MARCHAL 1983:31) unterscheiden:

- Die Strauchsavannen bestehen aus einer permanenten Strauchdecke aus Akazien *Balanites aegyptiaca*, *Acacia seyal*; *Guiera senegalensis*, *Bossia senegalensis*, sowie permanenten Grasteppchen aus *Ludetia togoensis*, *Pennisetum*, *Aristida adscensions*. Sie lassen sich, je nach Überwiegender Grasteppche oder der Strauchdecke, in offene oder geschlossene Strauchsavannen unterteilen;
- Die Baumsavannen bestehen aus Grasflächen mit gut entwickelter Grasdecke und einem Baumbewuchs mit Bäumen von 10 bis 15 m Höhe. Der charakteristische Baum dieser Vegetationseinheit ist der *Butyrospermum parkii*. Weitere typische Baumarten sind *Bombax costatum*, *Lanea acidula*, *Lanea microcarpa*, *Tamarindus indica*, *Parkia biglobosa*, *Kaya senegalensis*, *Anogeisus leiocarpus*, *Prosopis africana*, *Burkea africana*, *Pterocarpus lucens*, *Terminalia macroptera*, *Diospyros mespiliformis* und *Kaya senegalensis* (Vgl. GUINKO 1984, LeHOUEUR 1988). Auch hier unterscheidet man zwischen offener und geschlossener Baumsavanne;
- Die Gehölzsavannen bestehen aus Grasteppchen aus *Andropogon gayanus*, *A. amplexan*; *A. subamplexan*, die der kontinuierlichen, relativ homogenen und dichten Baumbewuchs trotzten. Diese besteht aus den oben genannten Baumarten;

- Die offenen Wälder bestehen meist aus den gleichen Arten wie die Baumsavanne, doch sind sie insgesamt dichter in ihrem Bestand, d.h. die Baumkronen sind mehr oder weniger fugendicht. Sie sind jedoch offen genug, um ein wenig dichte Grasschicht aus Gramineen und ein strauchiges Unterholz zu erlauben.

Die krautige Bedeckung tritt meist zusammen mit der Holzigen auf. Eine reine Grasbedeckung ist meist auf die Niederungen oder alluvialen Täler begrenzt (MARCHAL 1983:31). Außer diesen Vegetationsbedeckungen der Klimazonen sind edaphische und anthropogene Vegetationslandschaften vorhanden.

Die edaphischen Vegetationsbedeckungen bestehen hauptsächlich aus

- Combretaceen und Loudetia togoensis auf aufgetauchten kahlen Sandsteinen;
- diskontinuierlichen Strauchformationen aus allen Typen von Vegetationen auf Lateritdecken;
- einjährigen Gramineen teppichen hauptsächlich aus Aristida mutabilis, Schoenfeldia gracilis mit offenen Strauchdecken aus Combretum glutinosum und Terminalia avicinioides;
- Baumbewuchs, der hauptsächlich aus Myrtagyna Inermis, Berlinadocabe besteht, mit dichten Grasteppichen aus Vetiveranigrifiana, Cymbopogon giganteus grandifloraauf hydromorphen Böden.

Edaphische Vegetationsformationen sind begrenzt auf hydromorphe, sandige, schwerlehmige, kaolinische und steinige Böden. Sie können Indikatoren für die Erkennung der Böden sein. Die anthropogene Vegetationsformation sind durch agrarischen und pastoralen Gesellschaften angelegt worden. Einige davon sind die Parklandschaften von *Acacia albida*, Karité *Butyrospermum parkii* und Néré *Biglobosaparkia*, deren Verbreitung von Nord nach Süden abnimmt (MARCHAL 1983:34).

In Schutzgebieten werden gefährdete Vegetations- und Faunaarten geschützt. Schutz oder Bekämpfung der Fauna bedingt Informationen bzw. ökologische Karten der Maßstäbe von 1:5.000 bis 1:50.000.

3. Sozioökonomische Grundlage

3.1. Bevölkerungsstruktur

Nach der letzten Volkszählung 1985 hat Burkina Faso eine Gesamtbevölkerung von 7.964.705 Einwohnern (DIRECTION DE LA DEMOGRAPHIE 1985:1). Die Alterskurve zeigt zur Jahresmitte 1990, daß 44% der gesamten Einwohner unter 15 Jahren jung und 10,5% 50 älter sind (LDC) (StBA-LB-BF 1992:25). Dies ist ein günstiger Faktor bzgl. verfügbarer Arbeitskräfte für die Entwicklung von Landwirtschaft, Viehzucht, Handwerk sowie der Hauptproduktionszweige und einer Grundindustrialisation. Da die wirtschaftliche Situation des Landes es nicht erlaubt, die relativ hohe Anzahl von Arbeitskräften aufzunehmen, findet eine Emigration in die wirtschaftlicherschlossenen Gebiete der angrenzenden Staaten, insbesondere Elfenbeinküste und Ghana, statt.

Die Variation in der Zahl und Größe der Anbauflächen auf staatlicher, provinzieller, departementaler und regionaler Ebene kann die Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung erklären. Um die Zu- und Abnahme der Bevölkerung und damit potentieller Arbeitskräfte in ländlichen Gebieten und in den Städten zu verfolgen, werden Pläne und Karten mit großen Maßstäben von 1:5.000 bis 1:25.000 benötigt. Solche Dokumente müßten fortlaufend aktualisiert werden.

Die Bevölkerung in Bukina Faso ist insgesamt gleichverteilt. Die mittlere Bevölkerungsdichte beträgt 29 Einwohner/km². Die dichter besiedelten Provinzen stellen das Mossiland im Zentrum mit 55 bis 132 Einwohnern/km². Die am schwächsten besiedelten Gebiete mit 1 bis 14 Einwohnern/km² liegen im Norden, Osten, Süden und äußersten Westen (StBA-LB-BF 1992:28). Dies führte zu staatlich organisiertem sowie spontanem Transfer von Bevölkerung aus Mossiland in die Flußtäler und in das übrige Land, besonders in den Westen, Süden und Südosten als Hauptprojekt des staatlichen 1972-1976 Entwicklungsplans (.ONCHOCERCIASIS CONTROL 1973:56).

Ziel des staatlichen Transfers eines Teils der Mossi-Bevölkerung ist durch die Besiedlung der von der *Simulium damnosum*-Fliege befreiten Täler der Nebenflüsse von Volta und Comoé die Ernährungsbilanz zu verbessern und die Auswanderung zu vermindern bzw. zu stoppen (AMENAGEMENT DES VALLEES DES VOLTA (AVV) AVV 1976a:3). Insgesamt sollten offiziell innerhalb von 15 Jahren 650.000 Menschen der damaligen gesamten Bevölkerung des Landes (5.535.000 Einwohner) auf Gebiete mit 1.600.000 ha Fläche umgesiedelt werden. (ONCHOCERCIASIS CONTROL 1973:58; AVV 1976b:1, AVV 1976c:19). Die Einwanderungsgebiete wurden 1963 durch das Bodengesetz 29/AN/63 festgelegt. Für die Durchführung ist der 1974 gegründete AVV (AVV 1976a:2), zuständig, aus dem 1990 das „Office National d'Aménagement des Terroirs“ (ONAT), entstand.

Es ist bekannt, daß in Einwanderungsgebieten Spannungen zwischen Einwanderern und der autochthonen Bevölkerung, häufig in Form von Nutzungskonflikten auftreten (LA CLAVERE et al. 1993:24). Dies führt u. a. zu fundamentalen Spannungen zwischen ländlicher Bevölkerung und dem Staat. Die Einwanderer, insbesondere die Frauen, die ihre traditionellen Verantwortungsbereiche und Handlungsspielräume verlieren, sind am stärksten von diesen sozialen Problemen betroffen (SOCIETE AFRICAINE D'ETUDE SET DE DEVELOPPEMENT (SAED) 1976/1977:56).

Eine systematische Untersuchung der Einwanderungsgebiete, um ökologische Probleme wie z. B. die Wiederkehr der Damnosum-Fliege zu erfassen und unvorhergesehene Auseinandersetzungen der betroffenen Bürger zu beenden bzw. zu vermeiden, ist dringend notwendig.

Solche Untersuchungen benötigen zuverlässige Karten mit großen und mittleren Maßstäben zwischen 1:1.000 und 1:50.000, weil sich mit ihnen auch kleine Formen der Gefährdung der Landschaftskomponenten darstellen lassen, um einen Schutz durch sparsame Benutzung der Landressourcen, Böden, Vegetation und Wasser zu planen und durchzuführen.

3.2. Wirtschaftliche Struktur

Als Teil Westafrikas, eines der Zentren der Ausbreitung von Ackerbau und Viehzucht (VOLZ 1990:38ff; COMITESCIENTIFIQUEINTERNATIONAL 1987:427ff), ist Burkina Faso ein altes Landwirtschaftsgebiet.

Zu den ursprünglichen Grundnahrungsmitteln gehören Getreidearten, wie Hirse (*Sorghum* und *Penisetum*), Reis (*Oryza Breviligulata*, *Oryza Glaberima*) und Fonio (*Digitaria exilis* und *Digitaria iburua*). Daneben spielen Hülsenfrüchte (*Voanzou* und *Voandzeia subterranea*) und andere domestizierte Pflanzen eine Rolle. Hierzu zählen Baobab (*Andansonii digitata*) sowie Néré (*Biglobosaparkia*) (VOLZ 1990:38ff). Wilde Pflanzen, darunter das Karité (*Butyrospermum parkii*) und das Kapock (*Bombax costatum*), werden gesammelt. Rinder, Ziegen und Schafe werden überall gehalten.

Die Sozialökonomie wird bestimmt durch Agrar- und Viehwirtschaft, in der 1985 90% der arbeitenden Bevölkerung beschäftigt waren. Die übrigen 10% waren vorwiegend in den Städten beschäftigt, u. a. im Handel-, Banken- und Bildungssektor.

Die Agrarwirte stellen mit ca. 60% den größten Teil der arbeitenden Bevölkerung. Sie produzieren auf relativ kleinen Anbauflächen hauptsächlich Hirse, Sorghum, Bohnen, Sesam und Mais. Die teilweise kommerziellen Nebenkulturen sind Reis, Fonio, Yam, Sesam, Erdnüsse und Baumwolle. Die drei letzteren werden exportiert und vorwiegend im Südwesten sowie im Westen und Süden angebaut. Wildgewachsene Früchte, wie die ölhaltigen Karitékerne werden für den in- und ausländischen Gebrauch gesammelt. Industriell angebaut werden u. a. Baumwolle, Erdnüsse und Zuckerrohr. Im Umkreis der Städte und in den erschlossenen Flußtätern findet sich verstärkt Gemüse- und Obstbau.

Die Viehwirtschaft stellt ca. 30% der Beschäftigten. Sie nimmt von Norden nach Süden ab. Das Großvieh besteht aus Rindern, als Kleinvieh werden Ziegen und Schafe gehalten.

Die Agrarwirte und Hirten sind gleichzeitig auch Sammler und Handwerker, bei sich bietenden Gelegenheiten ebenso Fischer und Jäger. Die gesamte Landwirtschaft leidet unter einer pluviometrischen Begrenzung. Das Wasser ist quantitativ und qualitativ unzureichend. Weitere Probleme der Landwirtschaft sind die abnehmende Integration von Viehzucht und Ackerbau. Wie schon geschildert, sind weite Gebiete von Landflucht betroffen.

In den Städten leben ca. 10% der Bevölkerung. Der prozentuale Anteil nimmt jedoch aufgrund der Landflucht rapide zu. Die Arbeitsplätze liegen hauptsächlich im administrativen und industriellen, daneben auch im kommerziellen, informellen und landwirtschaftlichen Bereich. Die Industrie konzentriert sich zu 86% auf die Großstädte Ouagadougou (72%) und Bobo-Dioulasso (14%), mittlere Städten, insbesondere Banfora und Koudougou, haben zusammen einen Anteil von 14% (PROJETS INDUSTRIELSEN HAUTE 1979; LA CLAVÈRE et al. 1993:44). Eine strukturelle Entwicklung und regionale Planung der Wirtschaft zur Förderung des ländlichen Raums und zur Dekonzentrierung der Industriestandorte wäre

notwendig. Als raumplanerische Aufgabe erfordert dies aktuelle und detaillierte polythematische Pläne und Karten.

3.3. Infrastruktur

Die Infrastruktur in Burkina Faso weist insgesamt ein starkes Gefälle vom Zentrum des Landes zur Peripherie sowie von städtischen Gebieten hin zu ländlichen Regionen auf. Dies betrifft sowohl das Bildungswesen, als auch die medizinische Versorgung und die Verkehrsstruktur.

Das Bildungswesen in Burkina Faso umfaßte 1987/88 insgesamt ca. 2.108 Grundschulen, 122 Mittel- und höhere Schulen, 17 berufsbildende Schulen und eine Universität in Ouagadougou und Bobo-Dioulasso (StBA-LB-BF 1992:39).

Die Schulen konzentrieren sich auf die Städte und besonders auf die Provinzen im Zentrum und im Westend des Landes. Mehr als $\frac{3}{4}$ der Gymnasien und Realschulen befinden sich in 5 von den 45 Provinzen des Landes, davon liegen 3 Provinzen im Zentrum mit 47% und zwei im Westend des Landes mit 27% aller mittleren und höheren Schulen (LA CLAVERE et al 1993: 48).

Die Einschulungsquoten lag 1990/91 landesweit bei 23,8%, sie variiert jedoch je nach Provinz. 81,8% der Jugendlichen über 15 Jahre sind Analphabeten (StBA-LB-BF 1992:39).

Die Strukturen des Gesundheitswesens im Land, wie Krankenhäuser, Mutter-Kind-Betreuung, Versorgung mit Medikamenten und dem medizinische Laboratoriumsdienst sind unzureichend. Es gab z. B. für das ganze Land 1982 Zentralkrankenhäuser, eins in Bobo-Dioulasso und eins in Ouagadougou, 6 Regionalkrankenhäuser, 154 Dispensarien und 20 Entbindungsheimen mit insgesamt 5.580 Betten. Durchschnittlich gab es 1989 einen Arzt für 31.300 Einwohner und insgesamt 32 Tierärzte. Die Hälfte aller Ärzte lebt in den Städten (StBA-LB-BF 1992:35). Die generelle Sterblichkeitsrate betrug 1989 18‰ und die Säuglingssterblichkeit 145‰ (LA CLAVERE et al 1993: 49).

Ähnlich der medizinischen Versorgung konzentrieren sich auch die verkehrstechnischen Einrichtungen in Burkina Faso auf die Großstädte Ouagadougou und Bobo-Dioulasso. Dies gilt sowohl für Straßen als auch für die Flughäfen. Außer einer Eisenbahnverbindung zwischen Kaya, Ouagadougou, Bobo-Dioulasso und Abidjan (Côte d'Ivoire) existieren keine Schienenwege. Eine Fortsetzung von Kaya nach Tambaouim Norden, die eine große Bedeutung für den Abtransport des Manganerzes von Tambaouim hat, befindet sich zur Zeit in Planung.

Das Straßennetz ist insgesamt ca. 18.000 km lang. Es umfaßt das Netz der „routes nationales“ (RN) mit 4.606 km und der „routes régionales“ (Rr) mit ca. 13.000 km. Ein Großteil der „routes régionales“ ist allerdings in der Regenzeit nur beschränkt befahrbar (LA CLAVERE et al 1993: 46). Von den insgesamt 13.117 km Straßewaren 1987 1.500 km asphaltiert und 1.943 km mit Lateritböden befestigt. Die übrigen Straßengelten als unbefestigte Pisten (StBA-LB-BF 1992:64). Die asphaltierten Straßen verbinden Ouagadougou mit den großen Städten und die Küstenhäfen von Abidjan (Elfenbeinküste), Accra (Ghana), Lomé (Togo), Cotonou (Benin). Straßenverbindungen zwischen den Siedlungsgebieten und den erschlossenen Flußtälern werden gegenwärtig kaum gebaut bzw. existierende

StraßenwerdensenInstandgesetzt,wasdieohnehinvernachlässigtestrukturale EntwicklungderWirtschaftimländlichenRaumzusätzlichbehindert.

DieinternationaleFlughafenvonOuagadougouundBobo-Dioulassoergänzen dieInfrastruktur.

InsgesamtistdieInfrastrukturunzureichendunddiemangelndeAusstattung vernachlässigtundbehindertstrukturelleEntwicklungderWirtschaftimländlichen Raum.AlldiesführtletztlichzurLandfluchtundLand-LandEmigration.Diese wiederumüberfordertdieStrukturenderStädte,derDörfernundderneu erschlossenenGebiete,sodaßauchhierweiterstrukturellePlanungund Entwicklungnotwendigsind,undzwarinFormneuerParzellierungen,sowie Sanierung,RestrukturierungundErschließungweiterGebiete.Auchhierfürsind wiederumhinreichenddetaillierteundaktuellePläneundKartenerforderlich,und zwaraufallenPlanungsebenen.SolchePlanungsdokumentebenötigen Informationsquellen,darunterdieFernerkundungsdaten,sowiegeeigneteStrukturen zuderenBe-undVerarbeitung.

KAPITEL II.: PRAXIS DER RAUMPLANUNG

„Raumplanung ist die Planung der Raumordnung, d.h. der, übergeordneten und zusammenfassenden Planung und Gestaltung des Landes nach wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Gesichtspunkten unter Berücksichtigung der natürlichen Gegebenheiten“ (WÖRTERBUCH BROCKHAUS WAHRIG 1983: 731 und DICTIONNAIRE DE L'ACADEMIE FRANCAISE 1992: 71). Sie, ist immer eine agierende Antwort auf räumliche Probleme im Sinne ihrer Bewältigung oder mindestens des Versuchs, sie in ihrer Entstehung, Entwicklung und Fortbildung steuernd und lenkend zu beeinflussen“ (LENDI 1988: 6: 24). Der Problemraum ist der Lebensraum für die Lebensgemeinschaft von Menschen, Pflanzen und Tieren, also die Umwelt (LENDI 1988: 1, 2 u. 3).

Die räumlichen Probleme in Burkina Faso liegen z.B. in der Auswanderung, darunter die Siedlungsgebiet-Siedlungsgebiet-Emigration oder die Landflucht, in der Zerstörung der Grünflächen oder in der Verschmutzung von Wasser und Luft in den Städten. Aufgrund der ungleichen infrastrukturellen Entwicklung zwischen den Großstädten und dem ländlichen Raum, finden viele Aufbauprojekte, wie z.B. der Bau von Fabriken, die mit Hilfe staatlicher und privater Mittel finanziert werden, in den Großstädten statt. Für den ländlichen Raum haben diese Maßnahmen keine positiven wirtschaftlichen Auswirkungen, sondern führen eher zu weiteren Abwanderungen in die Städte. Dort steigt der Bevölkerungsdruck und die Nachfrage nach Arbeit weiter an.

Die Aufgabe der Raumplanung ist die bestehenden Konflikte eines Landes, einer Region oder eines Gebietes durch entsprechende Verbesserungen, z.B. in der Infrastruktur zu planen und umzusetzen, um Voraussetzungen für eine wirtschaftliche, soziale oder auch ökologische Entwicklung zu schaffen.

Der Raumplanungsvorgang erfolgt anhand von Planungsgrundlagen, welche die Bedingungen eines Raumes und seine Ressourcen darstellen. Sie werden mit Beschreibungen in Form von Statistiken, Plänen und Karten analysiert, um Planungsvorstellungen über die Lebensbedingungen und die Nutzung der Flächen zu stellen. Die Plan- und Kartenmaßstäbe sind für die Raumprozeßplanung oder das Entwicklungsprogramm ab 1:10.000 und kleiner und für die Raumgestaltungsplanung entsprechend größer, bis 1:10.000 (SPITZER 1988: 18).

Die Informationen stammen aus angewandten Natur- und Sozialwissenschaften (SPITZER 1995: 17). Diese Fachinformationen sind notwendig für die Praxis der Raumplanung, wie z.B. Analyse und Beurteilung künftiger Entwicklungen als Prognose sowie für die Entwicklung und Durchführung der Planung (PLANUNGSBEGRIFFE, 1978: 332).

Die Praktiken der Raumplanung, die gegenwärtig in Burkina Faso angewandt werden, unterscheiden sich nach:

- traditioneller Raumplanung der Bevölkerung: Siedlungsgebiete als Zeugen der afrikanischen Tradition und
- staatlicher Raumplanung: Städtebau und Erschließung des ländlichen Raumes

1. Die Siedlungsgebiete als Zeugender afrikanischen Tradition der Raumnutzung

Als traditionelle Raumplanung in Burkina Faso kann man die traditionellen Lebens- und Wirtschaftsweisen der Bevölkerung in den einzelnen Siedlungsgebieten verstehen. Denn sie formte und formt, in ländlichen Gebieten den natürlichen Gegebenheiten weitgehend angepaßt, die Landschaft.

Das Siedlungsgebiet ist definiert als die Gesamtheit der kultivierten und nicht kultivierten, kultivierbaren und unkultivierbaren Böden einer Gruppe von Dörfern (MARCHAL 1983:6). Sie ist ein altsoziologisches, kohärentes territoriales Element einer Volksgruppe des ländlichen Raumes; der Erdteil, zu dem die Menschen religiöse Beziehungen sowie den Anspruch auf Aneignung der von ihnen kultivierten Landschaft haben (IMBS 1987: 10 und 11). Das Siedlungsgebiet ist eine durch einelange, „Bodenbesitzung“ geordnete Landschaft - im Gegensatz zu dem natürlichen Milieu - eine ausgewählte oder durch die Arbeit der Mensch gestaltete Agrarlandschaft (PELISSIER 1995: 10 u. 11).

Die Siedlungsgebiete lassen sich sowohl nach physischen als auch nach soziologischen Grundzügen nach verschiedenen Typen unterscheiden. Zur Illustration werden einige Beispiele angegeben. Dabei unterscheiden sich die verschiedenen Typen der Siedlungsgebiete nach klimatischen Gegebenheiten und können entsprechend der verschiedenen Landnutzungssystemen unterschieden werden.

Die Siedlungsgebiete Burkina Fasos wurden mit Hilfe der Luftbildinterpretation von MARCHAL (1983) systematisch identifiziert und kartiert. Nach Kriterien wie Bodenordnung, die kontinuierlich oder diskontinuierlich ist, nach Anordnung und Dichte der Siedlungen, nach Lage von Feldern und ihre Lage im Verhältnis zu den Siedlungskernen und Raumträgern sowie die parzelläre Morphologie wie z. B. Form, Größe und Verteilung, wurden von MARCHAL (1983: 10) für ganz Burkina Faso 90, „Unités Physiologiques Agraires“ im Maßstab 1:50.000, 125 Landschaftseinheiten oder „Unités Physiologiques“ und 17 Typen der Vegetationsformationen im Maßstab 1:500.000 und kartiert.

Auf diese Einteilung aufbauend wird im folgenden eine detaillierte Analyse und Beschreibung der von MARCHAL (1983) abgegrenzten Strukturen gegeben, die ähnliche Räume zu Typen zusammenfaßt. Diese Typisierung stützt sich auf folgende Methoden:

- Beschreibung der natürlichen Gegebenheiten der Landschaft sowie Schätzung der Organisation der vom Menschen resultierenden oder nicht resultierenden sichtbaren Elemente sowie
- die Art der Landbedeckung, die Landbedeckungsrate, die bevorzugte Gegend landwirtschaftlicher Tätigkeit.

Dies ist notwendig, um die daraus resultierenden verschiedenen Probleme der Bodenordnung, der gefundenen Diagnosen der Siedlungsgebietentwicklung zu extrapolieren. Insgesamt ergeben sich für Burkina Faso sechs Haupttypen von Siedlungsgebieten, die im folgenden beschrieben werden.

1.1. TypologiederSiedlungsgebiete



VonNordennachSüdenlassensichsechsHaupttypenvonSiedlungsgebieten unterscheiden.DiesewurdevonMARCHALmitHilfevonLuftbildinterpretation ermitteltundausgewertet.

In Abbildung 3istdieLegendederTypenderSiedlungsgebietenach MARCHAL(1983)mitDifferenzierungenhinsichtlichBedeckung,Nutzungund Morphologiedargestellt,diedenAbbildungendereinzelnenSiedlungsgebietstypen zugrundeliegt.

Abbildung 3:LegendederTypenderSiedlungsgebiete

Quelle:MARCHAL1983













Bedeckungstypen

-  Grasniederung
-  Büsche
-  degradierteBüsche
-  dichteSträucherderNiederungen
-  dichteSträucherderSteppe
-  degradierteSteppe
-  StrauchsavanneaufsandigenBöden
-  kontinuierlicheStrauchsavanne
-  StrauchsavannemiteinzelnenBäumen
-  lichteBaumsavannemitSträuchern
-  kont.lichteBaumsavanne(anthropogen)
-  kont.Baumsavanne(anthropogen)
-  dichteBaumsavanne
-  Holzsavanne
-  großeBäumerderNiederungen
-  dichteParkanlagenderDörfer
-  lockereParkanlagen

Bodennutzung

-  bewohnteGebiete(kont.Anbauflächen)
-  EinzelhöfeinDörfern
-  bewohnteGebietmitAnbauflächen(+kont.)
-  Buschfelder
-  zusammenhängendeFeldermit>50%Kulturfläche
-  zus.FelderundBrachemitca. 30%Kulturfläche
-  GebietealterFelder
-  FelderinNiederungenmitca. 50%Kulturfläche
-  FelderinNiederungen
-  schachbrettförmige,kleineFelderinNiederungen
-  FelderaufHügeln

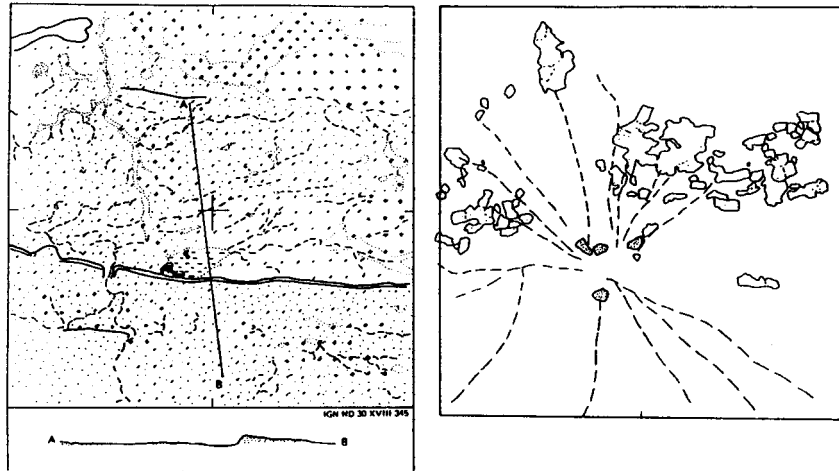
Morphologie

-  sehrschwachgeneigterHang
-  schwachgeneigterHang
-  mittelbisstarkgeneigterHang
-  Wasserflächen/Überschwemmungsgebiete
-  saisonal
-  NiederungmitZufluß
-  NiederungmitwenigZufluß
-  NiederungohneZufluß
-  HügelmitsteilenHängen
-  freiliegendesGestein
-  mehroderwenigerhoheHügel
-  kleineHügelausDünen

Typ1: Der nordöstliche Teil von Burkina Faso repräsentiert durch Bangoa-bildeteines Siedlungsgebietes des weidewirtschaftlichen Typs (Abbildung 4).

Abbildung 4: Bangoa als repräsentativer Typ des weidewirtschaftlichen Siedlungsgebietes im Nordosten

Quelle: MARCHAL 1983, Planche No. 2, Echantillon No. 46



Das Gebiet Bangoa liegt in den semiariden Tropen mit mittleren Jahresniederschlägen von 400 mm. Es wird von den Volksgruppen Fulbé, Kel Tamachek und Bellabewohnt, welche traditionell der Transhumans nachgehen, sich aber heute im Übergang zur Sesshaftigkeit befinden. Der Naturraum ist geprägt von einer Dünenlandschaft. Einige Senken, welche temporäre Seen und einen hohen Grundwasserspiegel tragen, durchziehen das Dünen-System.

Der Raum lässt sich in einem groß detailierten Maßstab in Biotope feiner unterscheiden. Diese sind:

1. steinige, relativ unfruchtbare Böden: Sie sind von Grasland mit eingestreuten Akaziengehölzen bedeckt und werden während der Trockenzeit hauptsächlich als Weide benutzt;
2. tropische eisenhaltige Böden mit begrenzter Drainage und begrenzter Fruchtbarkeit: sie tragen zwei Nutzungstypen: Regenbauflächen der Kel Tamachek und Bellas sowie Niederungsprärien, die während der Regenzeit als Weiden genutzt werden;
3. hydromorphe Böden und Salzböden der Senken, umgeben von Grasteppichen, besonders von *Vetiveriaspp.*, die in der Trockenzeit als Weiden benutzt werden;
4. wenig fruchtbares subaride braunrote Böden auf äolischen Formationen, die verschiedene Vegetationsformen tragen: verschiedene Typen von Weiden und Grasteppichen in Assoziation mit *Combretaceen*.

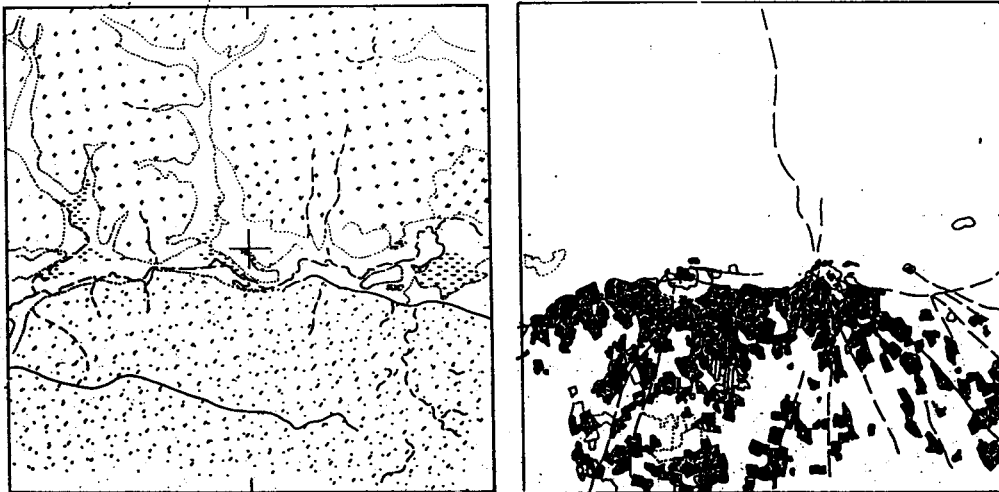
83% der Fläche des Gebietes wird als Weideland genutzt. 12,8% des Bodens werden permanent agrarwirtschaftlich bzw. für den Anbau genutzt, was durch eine ständige Düngung mit dem Mist der Rinder, Ziegen, Schafe und Kamele möglich wird. Auch wenn das Siedlungsgebiet nur begrenzte Ressourcen wie z. B. Wasser- und Weideflächen besitzt, ist deren Nutzung aufgrund der Flexibilität der Bevölkerung, der geringen Dichte der Siedlungen und der schwachen Besiedlung dennoch möglich.

Ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Lebenssituation der Bevölkerung und Tiere bezüglich Wasser- und Weideflächen wäre die Schaffung einiger permanenter Seen und Brunnen in Ergänzung zu den vorhandenen natürlichen Wasserflächen. Eine bessere, dezentrale Wasserversorgung würde der Bevölkerung eine Alternative bieten, die es ermöglicht ihre Lebens- und Wirtschaftsweisen aufrechtzuerhalten. Gleichzeitig besteht die Notwendigkeit, die Ordnung des Raumes zu regeln, damit die Ausbeutung bzw. der Raubbau an der Natur verhindert und Konflikte zwischen verschiedenen Interessengruppen vermieden werden können.

Typ2 : Die Entwicklung weg von der ausschließlichen Viehzucht hin zu einer Mischform von Viehzucht und Ackerbau läßt sich am Beispiel des Siedlungsgebietes der Volksgruppen Songhai, Rimaibe und Peul darstellen (Abbildung 5).

Abbildung 5: Streusiedlungsgebiet der Volksgruppen Songhai-Rimaibe-Peul im Nordosten (trockene Tropen)

Quelle: MARCHAL 1983: Planche No. 2, Echantillon No. 69



Im Nord-Osten des Gebietes, welches mittlere Jahresniederschläge unter 500 mm aufweist, ist die Unterscheidung zwischen zwei Landnutzungssystemen zu treffen, die sich einander ergänzen. So wird beispielsweise das Vieh nach der Ernte auf die Felder getrieben, um dort zu grasen und die Felder zu düngen.

Die Fulbe, ausschließlich Viehzüchter, bewohnen den Nordteil des Gebietes. Dort befinden sich auf den Dünen systemen zur Regenzeit Weiden mit eingestreuten Combretaceen-Gehölzen. Die Ackerbauer der Volksgruppen der Songhai sowie die der Rimaibe bewohnen hingegen die Hochebenen mit relativ drainierten subariden braun-roten Böden, die für die Regenkultur geeignet sind. Die Gehölzvegetation beherrschen Balanitenspp..

Die Siedlungen sind über das gesamte Gebiet des Siedlungsgebietes verstreut. Es handelt sich sowohl bei den Ackerbauern der Songhai als auch bei den Viehzüchtern der Fulbe hauptsächlich um permanente Siedlungen. Als Anbauflächen lassen sich die Hausgärten, die mit intensiver Düngung mit Hausabfällen und Tierdung bearbeitet werden, von den naheliegenden Feldern unterscheiden. In den Hausgärten werden in erster Linie Hirse (*Penisetum*) und Gemüse, auf den kleinen Feldern hingegen Hirse sowie Erdnüsse, Voanzou, Fonio

angebaut. Nach der Ernte werden die Felder als Weiden genutzt. Neben den kultivierten Flächen kommen in dieser Gegend alte Brachflächen vor, auf denen häufig Buschbrände, die überwiegend anthropogen verursacht wurden, auftreten.

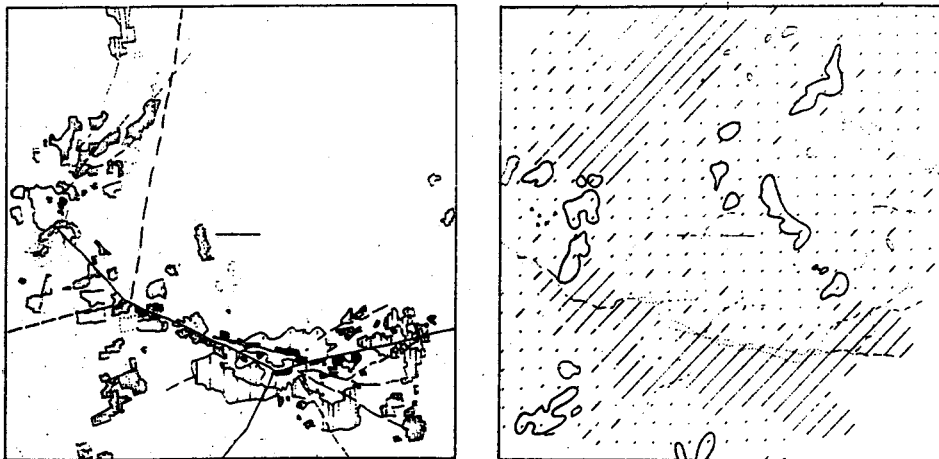
Der Anteil der Siedlungs- und Wirtschaftsfläche ist mit 28% für diese Gegend relativ hoch. Dies läßt sich mit dem Vorhandensein eines alten Siedlungszentrums begründen, welches sich auch nach der Ankunft der Fulbe und Rimaibe erhalten hat.

Die Problematik des Raumes, die in der Raumplanung berücksichtigt werden sollte, liegt in der Erschließung Wasserreserven zur Verbesserung der agraren und weidewirtschaftlichen Nutzung sowie dem Stoppen von Buschbränden, die die Umwelt beeinträchtigen.

Typ3: Das beschriebene Siedlungsgebiet geht im Süden allmählich in einen Typ über, wo der Ackerbau die Viehzüchtung zurückdrängt. Dieser Typ existiert vorwiegend im Westen und Süden von Burkina Faso (Abbildung 6).

Abbildung 6: Agrarsiedlungsgebiet am Beispiel von Daboura (Volksgruppe Bwa) im Westen

Quelle: MARCHAL 1983: Planche No. 6, Echantillon No. 17



Der Typ vom Siedlungsgebiet weist jährliche Niederschlagsmengen von 600 bis 1000 mm auf. Er befindet sich hauptsächlich im Westen und wird von Norden nach Süden von den Volksgruppen der Dogon, Kouroumba, San, Pana, Marka, Bwa, Bobo, Lele, Nouni, Bolon, usw. besiedelt. Als Beispiel wird hier das Siedlungsgebiet der Bwa im Gebiet Daboura näher beschrieben. Dieses Siedlungsgebiet ist unter dem Einfluß der Nebenflüsse des Mouhouns strukturiert worden. Sowohl Siedlungen als auch Anbauflächen ordnen sich den Drainageachsen der Täler entlang an.

Die kompakten Dörfer sind relativ weit voneinander getrennt. Die umliegenden Felder werden mit zunehmender Entfernung zur Siedlung extensiver genutzt.

Um die Siedlungen konzentrieren sich permanente Mischkulturen am Flußufer sowie Weiden für das Kleinvieh, Hausziegen und Schafenvieh und Großvieh, die Rinder der Volksgruppen Fulbe. Neben dem Haus liegen die Hausgärten. Auf ihnen werden permanent frühe Hirse, Sorghum und/oder Mais sowie Gemüsesorten, z.

B.

Aubergine, Chili, Gombo, Tomaten, Tabaku. a. angebaut. Der Boden ist meistens mit organischem Ziegen- und Schafdung und Müllabfällengedüngt.

Außerhalb der Siedlungen liegt eine Parklandschaft aus Bäumen der Arten *Bityrospermumparkii*, *Biglobosaparkia* und *Laneaacida* nah. In ihr liegen einige Wälder, die als Kultorte, die man nicht kultivieren oder verändern darf, erhalten geblieben sind. Zu solchen Kultorten zählen auch einige Hügel der Zwischentäler mit eisenhaltigen Böden, die von Strauchsavanne bedeckt sind, einige Streifen von Galeriewäldern sowie temporäre oder permanente natürliche Seen. An diesen Orten wurde es religiös verboten, jegliche organische oder mineralische Objekte ein- und auszuführen.

Außerhalb der Parklandschaft und der Zwischentäler liegen die Felder relativ weit, 5 bis 10 km von den Dörfern entfernt. Sie zeigen mehr Brache und große dichte Baumbestände. Die Dimensionen der Felder sind variabel, mit überwiegend großen Flächen. Die Formen erscheinen mehr geometrisch. Hier werden Sorghum, Hirse assoziiert mit Bohnen, Sesam und Oseille und Reis angebaut. In den feuchten Gebieten werden auch *Diocorea alata* (Yam), *Ipomea batatas* (Sußkartoffel) und *Manihott dulcis* (Manioc) angebaut.

Die Rotation der Fruchtfolge Sorghum, Hirse und Yam erfolgt relativ häufig. Die geernteten Pflanzensprosse und Kuhdung aus der Beweidung der Felder dienen als Dünger. Nach der Ernte beschäftigt sich die Bevölkerung mit dem Handwerk, wobei sie Holz-, Gras-, Boden- und Steinmaterialien benutzt, z. B. werden *Andropogon gayanus*, *Mitragyna inermis* Lateritsteinblöcke und Lehmmaterial als Baumaterial benutzt. *Anogeisus leiocarpus*, *Prosopis africana*, *Burkea africana*, *Pterocarpus lucens*, *Terminalia macroptera*, eignen sich für eine starke Wärmeerzeugung und werden daher bevorzugt als Feuerholz für die Metallverarbeitung genutzt (vgl. BOUGNOU zitiert bei JUNZO 1975). *Indigoferae*, *Anogeisus leiocarpus* eignen sich zur Färbung von Stoffen. In der Trockenzeit findet die Jagd statt, wobei einzelne Dorfgemeinschaften oder Gruppen von Dörfern im Februar und April bis zu ca. 5 Male auf die Jagd gehen. Dabei werden die Kenntnisse über den Raum, wie z. B. über Tiere, Pflanzen, Gebietshöhen etc., von den erwachsenen Männern an die Jugendlichen weitergegeben. Während früher die Jagd den Wildbestand reduzierte und zu einem ökologischen Gleichgewicht führte, sind heute viele Tiere in ihrer Anzahl stark dezimiert.

In einigen Flüssen mit permanenter Wasserführung, findet die individuelle Fischerei statt. In den übrigen Seen ist die Fischerei meistens kollektiv und erfolgt am Ende der Regenzeit. In dieser Jahreszeit fangen die Buschbrände an, dies bis zum April fortsetzen. Die ersten Buschfeuer werden wegendes neuen Jahres im November einmalig mit dem Abbrennen des Grases am Rand des Dorfes gefeiert. Buschfeuer werden bekämpft, um Flächen für neue Felder zu schützen, da die Brände die Vorbereitung der neuen Felder besonders schwierig machen. Heutzutage wird das Buschfeuer anarchistisch angelegt und ist dadurch ein Störfaktor der Umwelt, eine Bedrohung der Ernte und auch der Weiden.

Die anthropogene Bodennutzung in diesem Gebiet ist kontinuierlich und unter 25%. Das Siedlungsgebiet ist auf individuelle Kerne von Siedlungen in einer

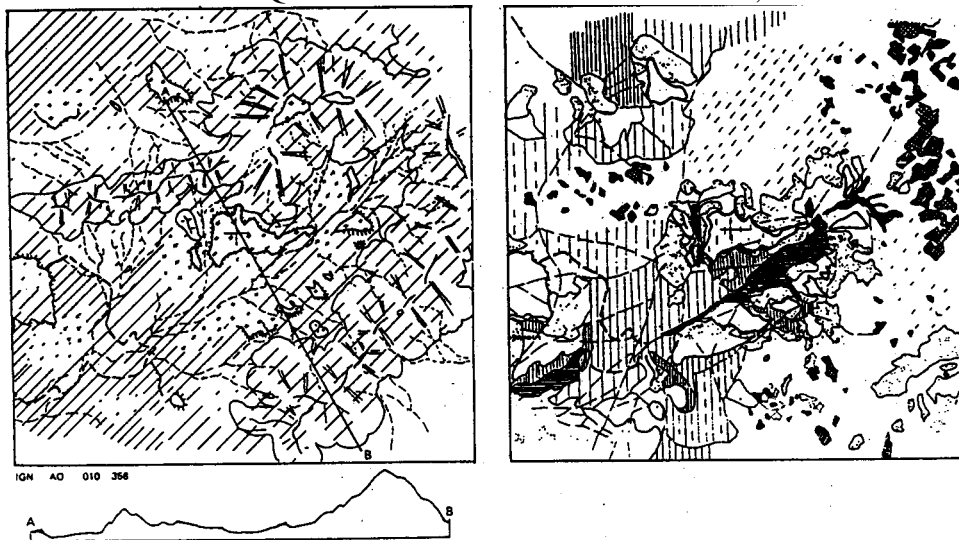
Parklandschaft aus *Acaciaalbida*, *Butyrospermumparkii* (Karité), *Parkia biglobosa* (Nere), *Laneaacida*, *Laneamicrocarpa* beschränkt. Die agrarische Landnutzung beträgt nur 9%, und weist in ihrer räumlichen Struktur eine lineare (z. B. entlang von Flüssen) und selektive Richtung auf. Das Gebiet bedarf einer gezielten Erschließung, z. B. für die Verarbeitung ihrer Produkte, um den Menschen eine gute Existenzgrundlage zu bieten. Das Siedlungsgebiet auch ein Einwanderungsgebiet der Bauern und Hirten ist, liegt dort das Problem einer verschwenderischen Nutzung der Ressourcen.

Dieses Bodennutzungssystem kann sich entwickeln und z. B. durch die Ausdehnung der Bewässerung auf die Zwischentäler verbessert werden. Zusätzlich könnte durch die Anlage von kleinen Staueisen sowie eine verbesserte Transport-Infrastruktur das Gebiet landwirtschaftlich besser erschlossen werden.

Typ 4: Der folgende Siedlungstyp unterscheidet sich von dem oben genannten aufgrund seiner Zerstreuung der Siedlungen. Er findet sich vorwiegend im Zentrum des Landes (Abbildung 7)

Abbildung 7: Streusiedlungsgebiet am Beispiel der Volksgruppe Mose in Dakolain Zentrum (wechselfeuchte Tropen)

Quelle: MARCHAL 1983: Planche No. 4, Echantillon No. 50b



Dieses Siedlungsgebiet von Dakolain Moseland illustriert gut, was als Bodennutzungs-„Krise“ der Siedlungsgebiete des zentralen Plateaus genannt wird. Die Rate der Bodennutzung ist hier mit 73,6% die höchste des Landes und fällt mit der höchsten ländlichen Bevölkerungsdichte zusammen. Hier ist der Widerspruch Mensch-Ressourcen hervorstechend.

Die Bodentypen tragen folgende Elemente der Landschaft:

- Lithosole auf freigelegten Lateritkrusten. Sie tragen eine offene Strauchsavanne, die für das Kleinvieh als Weideland dient;
- Hydromorphe Böden der Niederungen werden für den permanenten Pflanzenanbau benutzt und von einer offenen Baumsavanne, die Parklandschaft bedeckt;

- Auf dem Tiefplateau haben sich nurnährstoffarme Kiesböden gebildet, auf denen Buschfelder liegen;
- In Hanglagen befinden sich braune, tonige Böden, die durch Düngerverbessert und für Regenfeldbau benutzt werden. Sie unterliegen intensiven Erosion;
- Eutrophe Böden und damit assoziierte strukturierte hydromorphe Böden befinden sich in den Gebieten um die Dörfer;

Die Wohnhäuser der Streusiedlungen sind aus runden Mauern aus Ziegeln mit konischen Dächern aus Gras oder Hirseproben. Um die Häuser liegen die permanent gedüngten Hausgärten. Hier werden Mais, roter Sorghum, Tabac angebaut. Auf den Feldern, die wenig gedüngt werden, werden Hirse, Erdnüsse, Voanzou angebaut.

Noch weiter entfernt von den Siedlungen liegen die Felder von weißem Sorghum, Baumwolle und Reis in den Niederungen und von Hirse auf den wenig anspruchsvollen Böden. Hier sind die Felder extensiv innerhalb von jungen Brachen und Paläobrachen. In den Niederungen herrschen auch Dauerbaumkulturen von Mangobäumen hauptsächlich. Die gesamte Anbaufläche hat sich zu einer Parklandschaft aus *Bythurospermum parkii*, *Biglobosaparkia* und *Acidaleocarpus* entwickelt.

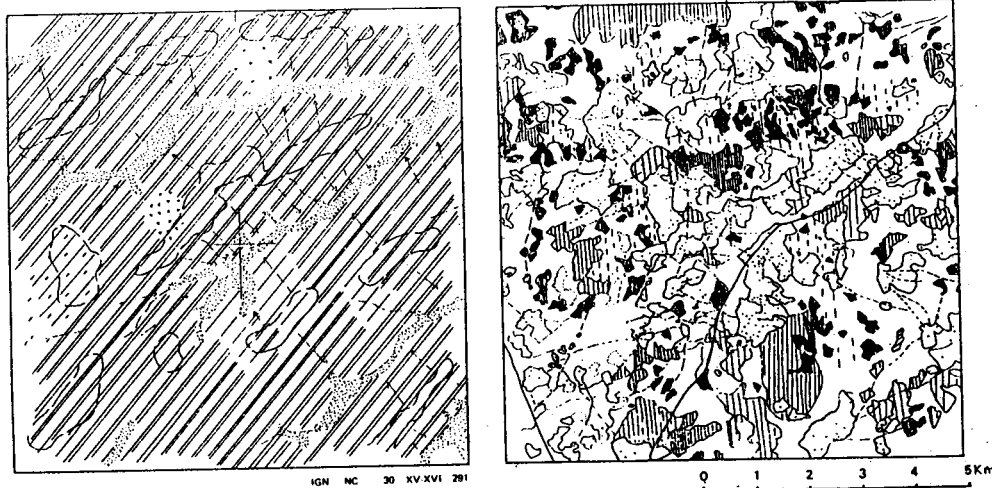
Die Brachen und nur einmalkultivierte Felder brennen jährlich nach der Regenzeit ab November ab. Die übrige Fläche dient als Weide für das Klein- und Großvieh. Das Großvieh gehört der Volksgruppe Fulbe, die in einigen Dörfern wohnen. Je nachdem Vorhandensein des Futterstrans humieren sie in Richtung Süden.

Das „Wunder“ des Überlebens dieser Gemeinden liegt in der maximalen Bodenordnung des Raumes, die den Zugang zu Boden für viele garantiert und durch eine Vielfalt von kultivierten Pflanzenarten gekennzeichnet ist. Die Technik der Bodenerhaltung durch z. B. Haltung des abfließenden Wassers, Stabilisierung der Terrassen und Hänge, und Rotation von Kulturen sollte systematisiert werden, um die Siedlungsgebiete zu stabilisieren und die Bürger davon abzuhalten, in andere Siedlungsgebiete zu emigrieren.

Typ5: Südlich von diesem Typ der Siedlungsgebiete im Zentrum des Landes läßt sich im Südwesten am Mouhoun der Typ der zerstreuten Agrarsiedlungsgebiete unterscheiden. Das Beispiel ist der Volksgruppe Birifor (Abbildung 8)

Abbildung 8: Agrar-Streusiedlungsgebiet der Volksgruppe Birifor im Südwesten am Mouhoun (feucht bis wechsellfeuchte Tropen)

Quelle: MARCHAL 1983: Planche No. 8, Echantillon No. 34



Dieses Siedlungsgebiet der Ethnie Birifor weist Niederschläge von unter 1.200 mm im Jahr auf. Es weist eine intensive Bodenbedeckung bis 47,5% auf. Dennoch kann man in diesem Gebiet nicht von einem starken Bevölkerungsdruck sprechen, da die Ressourcen und die Bevölkerung relativ im Gleichgewicht stehen. Das Siedlungsgebiet besteht aus folgenden Elementen: Die Siedlungen sind auf den Hängen der Hügel. In den Niederungen wird Regenfeldbau und Gemüseanbau praktiziert. Die Zwischentäler oder von Lateritpanzern bedeckten Standorte dienen den Buschfeldern.

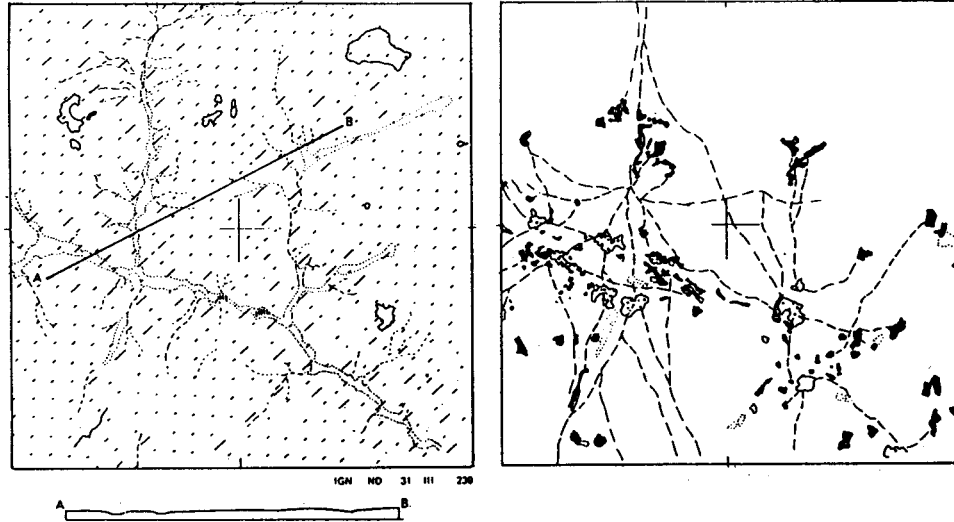
Die charakteristische Vegetation der Landschaft ist Baumvegetation der *Borassusaethiopum*, die durch die alte und relativ starke Besiedlung des Gebietes in eine Parklandschaft transformiert wurde, die heute weite Flächen des Gebietes bedeckt.

Eine Problematik der Ressourcennutzung ist in diesem Siedlungsgebiet nicht gegeben, da die Raumnutzung relativ im Einklang mit den natürlichen Gegebenheiten steht. Die Notwendigkeit raumplanerischer Intervention liegt in diesem Gebiet eher im Anschluß der Siedlungen an den überregionalen Verkehr, um für den Absatz der Produkte einen vereinfachten Zugang des Marktes zu gewährleisten. Ferner soll die Einrichtung sozialer Infrastrukturen wie Schulen, Gesundheitszentren, kleiner Industrie angestrebt werden, um die ansässige ländliche Bevölkerung in diesem Gebiet halten zu können und eine Abwanderung in die Städte zu verhindern.

Typ6: Der letzte Typ der Siedlungsgebiete ist im Südosten vertreten. Es handelt sich um einen Agrarraum der Gurmancebauern (Abbildung 9).

Abbildung 9: Typ des Agrarsiedlungsgebietes der Volksgruppe Gurmance im Südosten (feuchte bis wechsellfeuchte Tropen)

Quelle: MARCHAL 1983: Planche No. 3, Echantillon No. 89



Dieses Siedlungsgebiet ist naturräumlich durch folgende Elemente charakterisiert:

- Ein Sandsteinplateau, das Mineralrohboden trägt und Paläobrachen sowie eine dichte Strauchsavanne aufweist.
- Ein sandiges Pediment mit hydromorphem Boden ist zu einer polyvalenten, permanenten Nutzungsfläche geworden. Die Siedlungen sind zerstreut und von Hausfeldern sowie Dorffeldern umgeben, die in der Parklandschaft integriert sind.
- Die Niederungen mit hydromorphen Böden tragen entweder Wassergräser oder einmal urbar gemacht, permanente Reisfelder.
- Die Peneplainen mit Vertisolen tragen die Buschfelder und ihre temporären Regensaisonshäuser, Brachen, die von Galeriewäldern und dichten Baumsavannen überragt werden.

Alle diese vielfältigen Ressourcen sind nicht intensiv bewirtschaftet, da die Agrarlandschaft mit 10% an Bodenbedeckungsrate und einer niedrigen Bevölkerungsdichte noch nicht gesättigt ist. Das Buschfeuer vernichtet besonders auf großen unbewohnten Flächen die Vegetation jährlich in früher und später Trockenzeit. Es verändert die Umwelt durch starke Austrocknung des Bodens. Eine vorsichtige Strategie der Erhaltung der Ressourcen, die demographischen Druck vermeiden ist gefordert.

Aus staatlicher Sicht betrachtet ist dieses Gebiet, das vergleichsweise „unterbevölkert“ ist, ein potentieller Siedlungsraum, der den Druck aus den „überbevölkerten“ Gebieten nehmen könnte. Zieht man solche Überlegungen jedoch in Betracht, sollte eine sehr sensible Raumplanung erfolgen, die eine ökologisch und sozial vertretbare Transformation der extensiven hin zur intensiven Raumnutzung steuert. Ein langfristige und sparsame Nutzung ist dabei von großem Interesse.

Die Kenntnis des Siedlungsgebietes erlaubt einerseits den Praktikern, die für die Entwicklung der ländlichen Gemeinden arbeiten und andererseits allen, die hin zur

intensivenbeidemProblemderBodenordnungdesRaumesverweilen,eine differenzierteproblemorientierteRaumplanung.DieDarstellungdergesamten SiedlungsgebietewurdemitHilfenvonLuftbildern1:50.0001952-1956des französischen„InstitutGéographiqueNational“(IGN)(MARCHAL1983:3) durchgeführt.EinebessereKenntniswäremitHilfevonanderennochhöheren auflösendenFernerkundungsdatenwiez. B.KOSMOS-Serien,SPOT-pan,MOMS-01und-02undENVISATu.a.undeineKombinationvonFernerkundungs-wie z.B.Landsat-TM-undSpot-HRV-Datenmöglich.DieSatellitendatenkönnenauch aufgrundihrerhohenzeitlichenAuflösungendieDynamikderSiedlungsgebieten darstellen.Dannwäreesmöglich,diProduktions-undLandbausystemezukennen, bzw.alsPriorität,einequantitativeAuswertungderBöden,ErnteundWeiden durchzuführen.SiewerdeneinefeinereAnalysederElementederSiedlungsgebiete undeinepräzisereSchätzungihrerMerkmaleerlauben,alsdiebisherige Luftbildinterpretation.

AlledieseTypenderSiedlungsgebietewerdendurchdiebevölkerungseigenen LandnutzungssystemeundoraleRechtsgrundlagen(ORALETRADITION, KOUASSIGAN,1962:9,CISSOKO1966:88,OUOBA1976:76;KEZIE1997:23) derjeweiligenBevölkerungsgruppenrechtlichorganisiert.Doherfährdieseinterne OrganisationmehroderwenigerständigtiefeÄnderungen,seidiestaatliche PraxisderRaumplanungaufdieserlokalenEbeneeingreift.

2. *DiestaatlicheRaumplanunginBukinaFaso:StädtebauundErschließung desländlichenRaumes*

DiePraxisderstaatlicherRaumplanunginBukinaFasobeziehtsichinerster LinieaufdieGebietedesStädtebausunddieverkehrstechnischeErschließungdes ländlichenRaumes.

Ab1967fängtdieeigentlichePraxisderRaumplanungvonBurkinaFasomit derUmwandlungderinderKolonialzeitgegründeten45Kreisein10„Organismes RegionauxdeDéveloppement“(ORD),d.h.regionalenEntwicklungshoheiten,an (DIALLO1975:15).Siewurden1984in30dann1996in45Provinzen(Vgl. CARTEADMINISTRATIVE45PROVINCES1996,KI1996:5)umgewandelt.In diesenStrukturenfindetdiePraxisderRaumplanunginBurkinaFasountereigenen RechtsgrundlagenderRaumplanung,darunterderlaufenden,der„ReformeAgraire etFoncière“(RAF),statt.

IndenTextenderRAF(1991)inBurkinaFasoistdieRaumplanungdefiniert durchdenTITREIArtikel5:8als:

„einebesonderePolitik,dieneineharmonischeEntwicklungdesnationalen RaumesdurcheinebessereVerteilungderBevölkerungundderenAktivitätenunter Berücksichtigungvon:

- SchwächenundPotentialedesnatürlichenMilieus
- humanenundtechnischenKapazitäten
- nationalökonomischenBedürfnissen
- InteraktionenundregionalensozioökonomischenBesonderheiten zumZielhat.“

Die Durchführung der Raumplanung sieht zwei Anwendungsgebiete vor. Es sind einerseits der urbane und andererseits der ländliche Raum (Artikel 7). Der Stadtplanung unterliegen Einrichtungen auf der Ebene der urbanen Kommunen. Es geht um die vom Ministerium der Stadtplanung in Zusammenarbeit mit der Kommune erarbeiteten Bodenordnung, um Renovierungen und Restrukturierungen. Es ist praktisch die Präfiguration der Ansprüche der Stadt- und Umweltplanung.

Der urbane Raum entspricht hauptsächlich den Verwaltungszentren, d.h. den Hauptorten der Provinzen. Die Bevölkerungszuwachsraten der Hauptstadt Ouagadougou und der zweitgrößten Stadt Bobo-Dioulasso lagen 1980 bei 7% und 4,2% (GENDREAU 1982: 118) und 1996 bei 10% in Ouagadougou (JEUNE AFRIQUE No. 1873, 27.11.-3.12.1996). Sie haben sich z.B. zwischen 1970 und 1985 um 302% in Ouagadougou bzw. 194% in Bobo-Dioulasso erhöht (StBA-LB-BF) 1992: 30).

Die erforderliche Staatsstrategie und -politik zur Berücksichtigung und Einplanung dieser hohen Zuwachsraten, soll teils auf der Grundlage der Ausarbeitung von Stadtplanungskarten, die Verminderung bzw. Abschaffung von Teilen der spontan entstandenen Viertel bzw. Slums der Großstädte, besonders von Ouagadougou und Bobo-Dioulasso, bei gleichzeitiger Schaffung von ausreichendem Wohn- und Lebensraum sein. Dafür müssen Renovierung und neue Bodenordnungen, die die Städte vergrößern, durchgeführt werden. Dies bringt die Schaffung bzw. Verbesserung der existierenden Infrastruktur wie Straßen, Leitungswasser, Stromleitungen, Schul- und Gesundheitswesen, Amtgebäude, Banken, Märkte, Grünflächen und Wasserkanäle mit sich.

Die Raumplanung im ländlichen Raum konzentriert sich in Burkina Faso zur Zeit noch auf kleinere, konkrete Maßnahmen, wie z.B. die Errichtung von Hecken, Feuerschützern, Grenzzeichen oder irgend einer geeigneten Maßnahme zum Schutz der landwirtschaftlichen Produktionsflächen (Artikel 51). Mittelfristige und langfristige Planungen auf der Grundlage des Umweltschutzgedankens und der ausgewogenen Ressourcennutzung existierend gegenwärtig.

Weitere Planungen und Maßnahmen zur Verbesserung im Agrarsektor betreffenden Wasserbau und die Wasserversorgung (Leitungssysteme), die Bewässerung, Entwässerung, Fischerei und andere ähnliche Produktionsweisen. Diese Maßnahmen unterteilen sich wieder in zwei Arten: die volle Bewässerung, die mehrere Ernten im Jahr ermöglicht und die Ergänzung des Wasserbedarfes bei Regenkulturen (Artikel 56). Sie obliegen der Zuständigkeit der Förster und Umweltplaner.

Alle staatlichen und privaten Einrichtungen zur Agrarproduktion, die in der Regel eine Bevölkerungsmigration mit sich bringen, soll teils gleichzeitig soziale Basisinfrastrukturen für Gesundheit, Erziehung und allg. die Entfaltung der Menschen besitzen bzw. schaffen (Artikel 63).

Neu angelegte Weideflächen sollen Flächenverteilung, Begrenzung von Eingangspisten, Wasserstellen, Impfungsparks, Lager für Futter und soziale Basisausstattungen (Artikel 65) besitzen. Sie sollen rotierend beweidet werden

(Artikel66)undWasserstellenhaben(Artikel68).FürdieVerbesserungderWeiden könnenadaptierteFutterpflanzeneingeführtwerden(Artikel67).UmWasserstellen außerhalbzuerreichen,brauchtDasVieheinehundertMeterbreitePiste.DiePisten fürdieTranshumanzunddieViehmärktesolltenauchvorhandensein(Artikel71-81).

UmdenurbanenundländlichenRaumplanungdefinitionsgemäßdurchführen zukönnen,wurdenRaumplanungsinstrumentegeschaffen.

KAPITEL III.: PLANUNGSINSTRUMENTE: DIE TECHNISCHE UND GESETZLICHE GRUNDDOKUMENTE

Beiden Planungsinstrumenten handelt es sich um gesetzliche und technische Organe der Siedlungsgebiete und des Staates, die den Rahmen der Landressourcen-Nutzung bestimmen und damit die Strukturen des Raumes ordnen.

1. Verbale Instrumente der Raumnutzung der Siedlungsgebiete

Alle Siedlungsgebiete besitzen eigene Raumnutzungsschemata. Diese Schemata bestimmen die kurz- und langfristige Benutzung der Landressourcen. Sie sind oral, auf den Volksgruppenebenen und innerhalb der Siedlungsgebiete auf Regionen und Dörfern dezentralisiert. Doch werden die ursprünglichen Siedlungsgebiete durch heutige Staats- und Provinzengrenzen oftmals geteilt. Eine Entwicklung und Aktualisierung der Raumnutzungsschemata wird dadurch erschwert.

2. Staatliche Bodenordnungsschemata

Die Raumordnungsschemata sind nach dem Gesetz, Zatu N° AN VIII-0039 bis/FP/PRES vom 4. Juni 1991, in vier Typen unterteilt. Es sind die Raumordnungspläne auf nationaler, regionaler, provinzieller und urbaner Ebene.

2.1. Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT)

Das Schema National d'Aménagement du Territoire (SNAT) wurde vom dem Raumplanungsminister (Livre I; Titre I, Chapitre I Art. 4: 15), der auch Außen- und Zusammenarbeitsminister ist, aufgestellt. Er wird von allen Ministerien, die allein oder national den Kommissionen der Planung beteiligt sind, unterstützt. Sie stehen dem beauftragten Raumplanungsminister bei der Formulierung von Stellungnahmen und Empfehlungen bei. Außerdem unterstützen sie ihn bei der Entwicklung von Konzepten, die die Raumplanung auf nationaler Ebene langfristig festlegt. Der Plan enthält die Verwendungszwecke der Böden der Domänen, die Natur und Lokalisierung der Gemeinschaftsausstattungen auf der „nationalen“ Ebene und wird von der „Zatu“ genehmigt. Die kartographischen Dokumente des Plans sollen nach dem Artikel 5 der Raumplanung einen Maßstab von 1:1.000.000 haben.

2.2. Schéma Régional d'Aménagement du Territoire (SRAT)

Der SRAT oder Regionalentwicklungsplan ist eine Übertragung der SNAT auf die regionale Ebene. Er wird von der regionalen Leitung des Raumplanungsministeriums ausgearbeitet (Livre I; Titre I, Chapitre I Art. 7: 16), von der regionalen Kommission der Raumplanung geprüft und von der SNAT in Ministeratauf Vorschlag des Raumplanungsministers genehmigt (Livre I; Titre I, Chapitre I Art. 10: 16). Die Karte der PRD hat einen Maßstab von 1:500.000 (Livre I; Titre I, Chapitre I Art. 9: 16). Der PRD ist auch auf die provinzielle Ebene übertragen.

2.3. Schéma Provincial d'Aménagement du Territoire (SPAT)

Der Provinzielle Raumordnungsplan, setzt die Ziele des regionalen Raumordnungsplanes auf die Provinzebene um. Er wird von der provinziellen Leitung des Raumplanungsministeriums in Zusammenarbeit mit den kompetenten technischen Ämtern und von der Provinziellen Kommission der Raumplanung geprüft und von der Nationalen Kommission der Raumplanung im Ministerat auf Vorschlag des Raumplanungsministers genehmigt (Livre I; Titre I, Chapitre IV Art. 10:16). Die Karte der SPAT hat einen Maßstab von 1: 200.000.

Die Raumordnungspläne der Provinzen Senou und Yatenga werden derzeit aufgestellt. Sie werden von der Weltbank, „Programme des Nations Unies pour le Développement“ (PNUD), „Programm der Vereinten Nationen für die Entwicklung“ finanziert. Die Durchführung der Raumordnungspläne der übrigen Provinzen wartet noch auf Finanzierungsquellen und zwar aus den Industriestaaten und Institutionen der Vereinten Nationen. Um noch mehr Interventionsmöglichkeiten innerhalb der Gemeinden bis auf Dorfsebene für die politische Macht zu haben wurde der Leitplan der Einrichtung geschaffen.

2.4. Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (SDAU)

Der SDAU, Leitplan der Einrichtung, dient der mittel- und langfristigen Planung eines bestimmten Raumes, dessen Grenzen in mehrere Provinzen fallen. Hier ist eine regionsübergreifende Zusammenarbeit der jeweils zuständigen Ämter nötig. Er erlaubt dem Staat und den öffentlichen Gemeinden wie Kommunen und Départements und Dörfern die Entscheidung über die fundamentale Orientierung der Nutzung und Zwecke der Planung eines bestimmten Raumes. Er ist vorschriftsmäßig (Livre I; Titre I, Chapitre IV Art. 15:17). Der Raumordnungsplan wird gemeinsam von den betroffenen Ministerien hergestellt und auf Vorschlag des Planungs- und Kooperationsministeriums sowie aufgrund eines Gutachtens der nationalen Kommission verabschiedet (Livre I; Titre I, Chapitre IV Art. 16:17). Er hat verschiedene Maßstäbe (1:50.000 bis 1:200.000) (Livre I; Titre I, Chapitre IV Art. 17:17).

3. Umsetzung der Raumplanungsschemata in Bukina Faso

Die Raumplanungsschemata sind technische Dokumente. Es handelt sich um alphanumerische Berichte, Pläne, Karten, Tabellen und Statistiken. Ihre Analyse und Interpretation erlaubt das Verständnis der Raumplanungsrealität. Die Planungsgrundlagen der Siedlungsgebiete, sind dagegen nur informell und ein Verständnis der planungsrelevanten Problematiken kann man erst durch die Erkundung im Gelände gewinnen.

Der nationale Plan der Raumplanung existiert noch nicht und kann daher nicht weiter analysiert werden.

Provinzielle Pläne der Raumplanung wurden in mittleren Städten am Beispiele der Provinzen Senou und Yatenga erst kürzlich durchgeführt. Die anderen Provinzen warten dagegen auf eine Finanzierung einer Planentwicklung.

Die existierenden urbanen Raumplanungsschemata bzw. Stadtflächennutzungspläne bestehen aus:

- SDAU von Bobo Dioulassou und Ouagadougou;
- „Plan d'Occupation du Sol“ (POS) bzw. Flächennutzungspläne der mittleren Städte und sekundären Zentren und
- dem „Programme d'Équipement Communal“ (PEC) bzw. einem kommunalen Infrastrukturplan.

Sie sind unter der Finanzierung der Weltbank, des „Programme des Nations Unies pour le Développement“ (PNUD) erstellt worden (Vgl. JEUNE AFRIQUE von 27. 11.-3. 12. 1996: 117).

Die ländlichen Raumplanungsschemata, der „aménagement rural“, betreffen hauptsächlich die Flußtäler und die damit verbundenen Infrastrukturen. Ziel ist es, den ländlichen Raum zu entwickeln und die Produktion von Exportkulturen und Viehzucht zu steigern. Die Projekte werden sowohl staatlich als auch interstaatlich und privat finanziert und umgesetzt.

Der Informationsbedarf ist von den unterschiedlichen Raumplanungszielen und den Interessen der unterschiedlichen Gruppen von Akteuren bedingt. Sie benötigen räumliche Daten. Diese müssen gesammelt, analysiert und ausgewertet werden, um Informationen über die geographischen und räumlichen Gegebenheiten zu gewinnen. Die Art, Zahl, Nutzung und Zustand der vorhandenen Bauten und die Art, Umfang und Nutzung un bebauter Freiflächen werden in Form von Statistiken, Beschreibungen, Plänen und Kartendokumentiert.

KAPITELIV.: STRUKTUREN DER RAUMPLANUNG

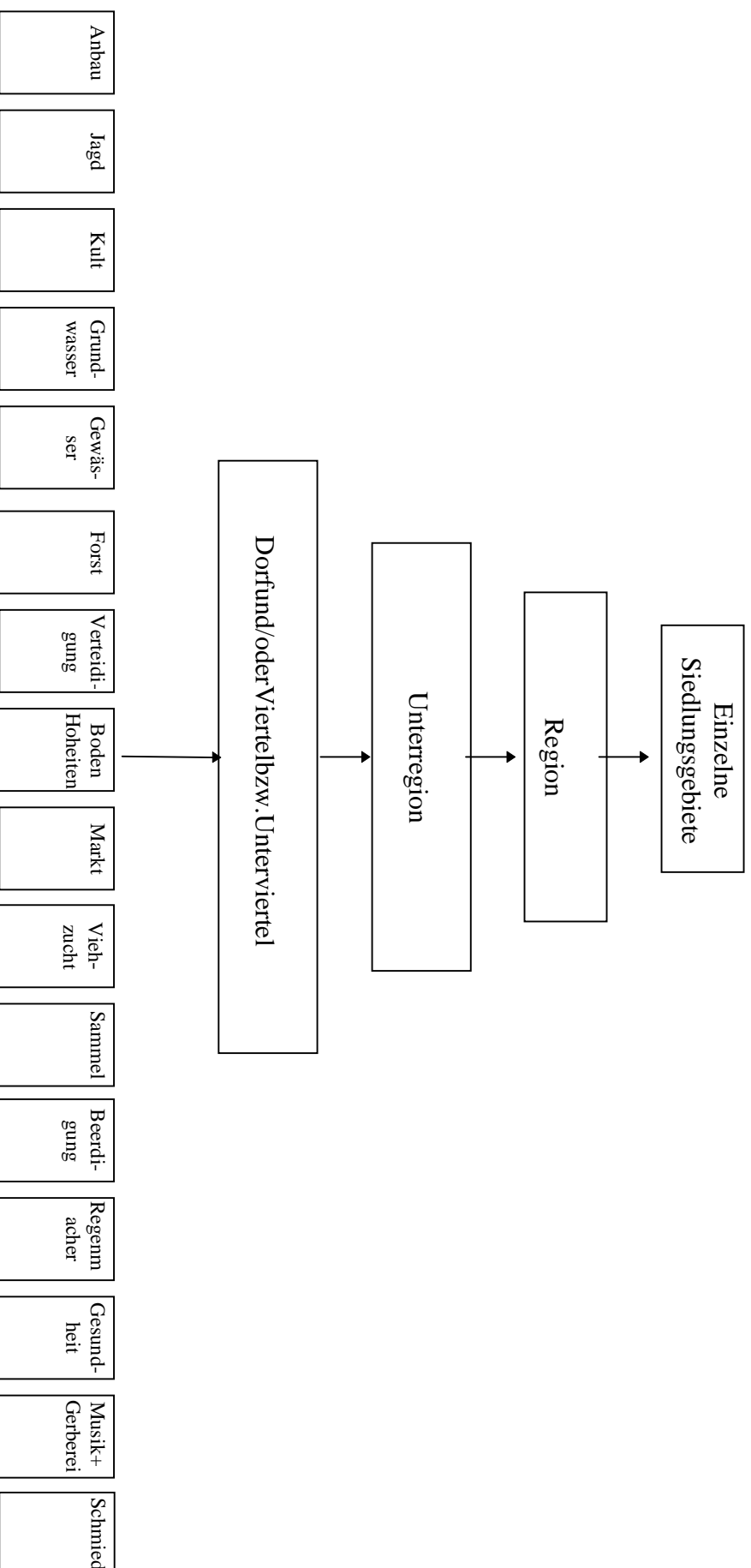
Die Raumplanungsstrukturen in Burkina Faso setzen sich zusammen aus Institutionen, die gleichzeitig Behörden sind. Sie sind mit der Ausführung der von den verschiedenen Planungskommissionen abgefaßten und bearbeiteten Raumplanungsprogrammen und -projekten beauftragt. Dabei existieren verschiedene Planungsbehörden, einmal auf der Ebene der Siedlungsgebiete und dann auf der staatlichen Ebene.

Die Raumplanungsstrukturen in den Siedlungsgebieten sind fast alle ähnlich strukturiert. Sie liegen hauptsächlich bei den einzelnen Dörfern, Unterregionen und Regionen (Abbildung 10).

Die „Planungshoheiten“ dieser Ebenen der Siedlungsgebiete regeln in erster Linie die gemeinschaftliche Raumnutzung in den Siedlungsgebieten, darunter z. B. die Aufteilung des Bodens zur Anlage von Feldern oder die Festlegung von Zeiten des Sammelns und Jagends. Gleichfalls regeln sie das politische und soziokulturelle Zusammenleben in den einzelnen Siedlungsgebieten. Die Dörfer und Viertel sind für eine bestimmte Nutzung, die an einen oder mehreren wirtschaftliche oder soziokulturelle Bereiche gebunden sind, verantwortlich (vgl. Abbildung 10). Es kommt häufig vor, daß Zuständigkeit der Siedlungsgebiete über nationale Grenzen hinausragen, da die Siedlungsgebiete zwischen verschiedenen Staaten liegen. Doch zeigt sich die Raumplanungsstruktur in den Siedlungsgebieten generell als eine von der staatlichen Raumplanungsstruktur unabhängige Organisation, für die staatliche Grenzziehungen irrelevant sind.

Die Erforschung der traditionellen Raumplanungsstrukturen in den Siedlungsgebieten ist bisher noch nicht erfolgt. Sie könnte jedoch eine Basis für die Raumplanung sein und zu einer Kooperation und gegenseitiger Anerkennung gemeinsamer Planungsziele beitragen.

Abbildung 10: Aufbau der Struktur der Raumnutzung in den Siedlungsgebieten



Quelle: eigener Entwurf

1. *StrukturenderPratikenderRaumplanungdesStaatesBurkinaFaso*

Die Institutionen bzw. Behörden, die beauftragt sind die Raumplanung vorzubereiten, den Raum zu diagnostizieren, Pläne zu entwerfen, auszuarbeiten und schließlich zu verwirklichen, sind nationale, provinzielle und regionale Kommissionen der Raumplanung (Abbildung 11).

Eshandelt sich um die Ministerien, ihre technischen Strukturen und ihre Vertretungen auf Provinzen-, Departements- und Regionalebene. Sie funktionieren als Kommissionen und Komitees unter der Leitung des Planungs- und Kooperationsministeriums, das für die Raumplanung zuständig ist. Die Strukturen können auch spezifisch sein, in diesem Fall geht es um Räume, deren Grenzen mehr als eine Provinz überschreiten.

1.1. Die CNAT: Commission Nationale d'Aménagement du Territoire

Die Zusammensetzung und Befugnis der angesiedelten Kommissionen für die Ausarbeitung der Raumordnungsziele und deren Umsetzung in Gesetz der Bodenreform bzw. „Texte portant Réorganisation Agricole et Foncière (R.A.F.)“ wurden durch den Artikel 18 der Verordnung N° AN. VII.-0328 TER/FP/PLAN-COOP durch die Auflegung der RA Fin Burkina Faso am 4. Juni 1991 definiert. Sie entsprechen einer hierarchischen Gliederung in Staat, Provinzen, Departements und Kommunen.

Die nationale Kommission der Raumplanung ist eine interministerielle Kommission, deren Vorsitz dem Ministerium für Planung und Zusammenarbeit zukommt. Er bestimmt die Organisation und Funktionsvorschriften. Das permanente Sekretariat ist von der Direktion der Raumplanung berufen. Die Mitglieder sind 19 Minister der Ministerien für Agrar- und Tierzucht, Urbanismus, Boden, Topographie, Wasser, Forst und Umwelt, Bauarbeit der öffentlichen Hand, nationale Verteidigung, Volksgesundheit, territoriale Verwaltung, Industrie und Bergwerke, wissenschaftliche und technologische Forschung, wirtschaftliche Promotion und Haushalt. Hinzukommen zwei Vertreter von öffentlichen Organisationen, das sind der revolutionäre Rat für Wirtschaft und Soziales und die Organisation nationaler Bodenkontrolle sowie ein lokaler Vertreter (RAF 1991: Titel II, Kapitel II: 17ff).

Die nationale Kommission der Raumplanung ist beauftragt mit der Prüfung, Adoption, und der periodischen Überprüfung der bearbeiteten Pläne und Dokumenten und Planungsprojekte der Raumplanung des gesamten Territoriums. Dies geschieht auf Vorschlag des Planungs- und Kooperationsministers in Zusammenarbeit mit den unterschiedlichen Ministern (RAF Titel II, Kapitel II, Artikel 20, 21, 22).

Commission Régionale
d'Aménagement du Territoire
(CRAT) 39

L'Action Sociale
Prevention des
Pollutions et
Nuisances
Représentants
des Communes

Secrétariat: Direction Régionale
d'Aménagement du Territoire

Membres: 51 Délégués par
Commission Provinciale,
dont le Président et le
Secrétaire

Commission Provinciale
d'Aménagement du Territoire
(CRAT)

Présidence:
Haut-Commissariat

Secrétaire:
Service Provinciale
l'Aménagement du
Territoire

Membres

Inst Géogr du
Burkina (IGB)

Secrétaire
Permanent du
CNLCD

UGO/PNGT

Prefectures de
la Province
Action
Coopérative
Paysanne de la

Urbanisme et
Habitat de la
Province
Travaux
Publics de la
Province

Domaines de
la Province
SONABEL de
la Province

Actions Sociales
de la Province
Région
Militaire de la
Province

Santé de la
Province
ONATEL de
la Province

Environnement
et du Tourisme
de la Province
Météorologie
de la Province

Elevage de la
Province
Eau de la
Province

Agriculture de
la Province
IR Représentant
du Pouvoir
Local

1.2. Die Commission Provinciale d'Aménagement du Territoire (CPAT)

Der Vorsitz der provinziellen Kommission wird vom dem Haut-Commissaire und dem Sekretariat des provinziellen Raumplanungsamtes übernommen. Die Mitglieder sind die Kreisoberhäupter (Préfets der Départements), provinzielle Verantwortliche der Landkreise (Domäne), die verschiedenen Fachplanungsämter und öffentliche Institutionen, wie z. B. die soziale Organisation für Gesundheit, Umwelt und Tourismus, die burkinische nationale Elektrizitätsgesellschaft, das nationale Telefonamt, etc. (vgl. Abbildung 11) sowie ein Vertreter der lokalen Macht. Hinzukommen Vertreter jeglicher, von der Raumplanung betroffener Ämter, die nicht in der Provinz vertreten sind und jede Person, deren Teilnahme von dem Vorsitzenden für richtig gehalten wird (Artikel 31).

Die provinzielle Kommission der Raumplanung, deren Regeln und Vorschriften vom Planungs- und Kooperationsminister erlassen werden (Artikel 33), prüft die Vorprojekte der Planung im urbanen Bereich und im Bereich des ländlichen Raumes. Sie begutachtet jedes Planungsprojekt für die Provinz (Artikel 34). Wenn die Einrichtung gleichzeitig mehrere Provinzen betreffen, ist die regionale Kommission der Raumplanung dafür zuständig.

1.3. Die Commission Regionale d'Aménagement du Territoire (CRAT)

Sie setzt sich aus einem Vorsitzenden, dem Generalsekretär des Planungs- und Kooperationsministers, und einem Sekretär des regionalen Leiters der Raumplanung zusammen. Die Mitglieder sind auf fünf Beauftragte festgelegt, darunter der Vorsitzende und der Sekretär der provinziellen Raumplanungs-kommission der jeweiligen provinziellen Raumplanung. Sie prüft und gibt eine Stellungnahme über jedes Raumplanungsprojekt und -dokument ab. Der provinziellen Raumplanung untergeordnet ist die des Départements bzw. die kommunale Raumplanung.

1.4. Die Conseils Municipaux (CM)

Diespezielle Conseils Municipaux besteht aus Einwohner der Kommune. Die Mitglieder wurden für fünf Jahre ernannt oder gewählt. Diespezielle Conseils Municipaux verwaltet temporär die Kommune. Sie entscheidet über Planungen, die von den verschiedenen Fachplanungsämtern auf kommunaler Ebene.

1.5. Die Direction du Plan (DP), Abteilung der Planung

Die Raumplanungsleitung besteht auf nationaler Ebene durch die Direktion des Ministeriums der Zusammenarbeit, auf regionaler und provinzieller Ebene durch die Vertretungsämter der Direktion des Zusammenarbeitsministeriums. Sie sammelt die Mittel, findet die Finanzierungsquellen (Minit. Coop., 1972-1976) und verteilt sie (PROGRAMME POPULAIRE DE DEVELOPPEMENT (PPD) 1984-85). Ihre Organisation wird per Verordnung des Planungs- und Kooperationsministeriums, vom dem Kooperationsminister geregelt.

Die Raumplanungsleitung spielt die Rolle eines Koordinierungssekretariates. Sie gewährt das Vorhandensein des Sitzungssekretariates und permanenten Sekretariates der Raumplanung. Aufgrund dieser Funktion dient sie als Verbindungs- und Koordinierungsorgan zwischen den unterschiedlichen Raumplanungskommissionen einerseits und zwischen den und dem technischen Komitee andererseits (Artikel 22). Sie beauftragt das Sekretariat jeglicher regionaler Kommission (Artikel 29), jegliche provinzielle Raumplanungsämter (Artikel 31) und das Sekretariat des technischen Komitees.

Die Raumplanungsleitung beauftragt auch die Vorsitzenden der zwei einzelnen technischen Ämter des Technischen Komitees der Raumplanung.

1.6. Das Comité Technique Aménagement du Territoire (CTAT)

Das Comité Technique d'Aménagement du Territoire setzt sich aus technischen Ämtern aller Raumplanungskommissionen zusammen (Artikel 23 und Schema I). Es unterteilt sich in einen Bereich, der sich mit urbanen Einrichtungen (Artikel 24) und einen, der sich mit ländlichen Einrichtungen beschäftigt (Artikel 25 und Schema I). Die Vorsitzenden des technischen Komitees der Raumplanung sind gleichzeitig das Generalsekretariat des Planungs- und Kooperationsministeriums und das Sekretariat, das mit der Raumplanungsleitung beauftragt ist (Artikel 24).

Das technische Komitee begutachtet jedes von der nationalen Raumplanungskommission geprüfte Dokument (Artikel 25). Es koordiniert und harmonisiert die Arbeit der zwei spezialisierten technischen Ämter für ländliche und städtische Planungen.

1.7. Cadre Technique de Concertation Provinciale (CTCP), Technischer Rahmender provinziellen Konzertation

Der CTCP setzt sich aus Mitgliedern der provinziellen Raumplanungskommissionen zusammen. Seine Vollmachten und Funktionen, die zur Zeit der Verordnung noch nicht definiert sind, sollen per Verordnung des Haut-Commissaires festgelegt werden (Artikel 32). Trotzdem könnten die Befugnisse des technischen Rahmens der provinziellen Konzertation nicht über den der technischen Komitees stehen. Die Komitees arbeiten mit den unterschiedlichen Büros im Rahmender Einrichtungen zusammen.

1.8. Bureau de Suivi des Organisations Non Gouvernementales (BSONG), Büro der Betreuung der Projekte der Nichtregierungsorganisationen

Das Planungs- und Kooperationsministerium bekommt und verteilt die ONG-Projekte und koordiniert die Finanzierung. Nach den Dürren Anfang der siebziger Jahre kamen viele Nicht-Regierungsorganisationen nach Burkina Faso. Um eine bessere Zusammenarbeit der ONG zu erreichen, wurde 1975 das „Secretariat Permanent des ONG“ (SPONG) ein permanentes Sekretariat der ONG, gegründet, das Ende 1976 30 Mitglieder hatte. Ihre Projekte und Arbeiten betrafen z. B. 1976 mit ca. 90% den ländlichen Raum und die öffentliche Gesundheit mit 10% (APERCU del' AIDE PUBLIQUE EXTERIEURE 1972-1976).

Das SPONG wurde 1984 in BSONG, „Büro der Betreuung der Projekte der Nichtregierungsorganisationen“ umbenannt, um seine Tätigkeiten zu koordinieren, obwohl seine Funktion trotz der Zunahme der Zahl der Organisationen nicht geändert hat. Der BSONG spielte eine Rolle in der Zusammenarbeit der Nicht-Regierungsarbeiten mit den regionalen Leitungen der Raumplanung.

1.9. Die Direction Regionale du Plan et de la Coopération (DRPC)

Die Regionale Leitung der Planung und Zusammenarbeit ist das Planungs- und Kooperationsministerium auf der regionalen administrativen Ebene. Sie arbeitet mit den Nicht-Regierungsorganisationen und Forschungsämtern zusammen auf regionalen und provinziellen Ebenen für die Verbesserung der vorhandenen und Schaffung der neuen Infrastrukturen. Es findet unter der regionalen Leitung des Urbanismus und der ländlichen Entwicklung statt.

1.10. Die Direction Regionale de l'Urbanisme et de la Topographie (DRUP)

Ein Ziel der Regierung ist die Verbesserung der Lebensbedingungen der Bürger. Die Aufgabe der regionalen Leitung des Städtebaus ist die Integration der Einrichtung der Städte in die Entwicklungsprogramme z. B. zur Förderung des Baus und der Renovierung von administrativen und privaten Gebäuden. Die Finanzierung ist wie bei allen Projekten von den ausländischen Quellen abhängig. Ihre Reduzierung ist möglich durch die topographische Lokalisierung des lokalen Baumaterials aus Vegetation (Holz, Gras), Mineralien (Erden, Sand, Steine) mit Hilfe von verschiedenen Forschungsbüros und Informationsquellen, darunter die Fernerkundung.

Zur Raumplanungsstruktur der regionalen Leitung des Urbanismus sind andere Ämter sowie unterschiedliche Forschungsbüros assoziiert.

1.11. Die Direction d'Etudes et de la Planification (DEP)

Die DEP hat die Aufgabe, die technische Unterlagen, Programme und Projekte der Raumplanung zu analysieren und sektoriellen Durchführungsbilanzen zu erstellen. Ihr obliegt die Leitung der technischen Studien und Planung der Ministerien.

1.11.1. Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST)

Das Nationale Zentrum der wissenschaftlichen und technologischen Forschung stammt dem 1948 gegründeten lokalen Zentrum des „Institut Français d'Afrique Noire“ (IFAN) ab. Das Amt, in dem gleichermaßen fundamentale wie angewandte Forschung durchgeführt wurde, wurde 1968 in „Centre Voltaïque de la Recherche Scientifique“ (CVRS) (BOUGNOU et al. 1970:9) und 1978 in (CNRST) umbenannt.

Ziele des Nationalen Zentrums für wissenschaftliche und technologische Forschung sind ein Beitrag zur Verwirklichung der Staatspolitik zu leisten durch

sorgfältige Ausarbeitung und Ausführung der wissenschaftlichen und technologischen Forschungsprogramme; Sicherung der Verbindung von Forschung und Planung; Förderung der wissenschaftlichen Ausbildung des Nachwuchses und sorgfältige Diffusion der technologischen und wissenschaftlichen Informationen. Das CNRST koordiniert, betreut alle wissenschaftlichen Forschungen und Veröffentlichungen in Burkina Faso.

KAPITEL V.: DIE FACHÄMTER DER RAUMPLANUNG

Die Beauftragten Ämter bestehen aus technischen Komitees, der Leitung der Raumplanung sowie den Forschungsämtern und -büros. Ihre Aufgabe ist den Lebensraum als Ganzes zu ordnen.

1. Staatliche Fachämter

Die staatlichen Fachämter unterteilen sich in „nationalen“ und zwischenstaatlichen Ämter bzw. Institutionen.

1.1.1. Institut de Recherches en Sciences Humaines et Sociales (IRSHS)

Das Institut für Forschungen in humanen und sozialen Wissenschaften, ist eine Regierungsinstitution. Sie wurde 1981 gegründet. Ihre Aufgabe ist die Forschung innerhalb der Geisteswissenschaften, um Kenntnisse über die Geschichte, die sozioökonomische Realität der Bürger, die Werte und die philosophischen, künstlerischen Reichtümer sowie die kulturelle Erbe des Landes zu gewinnen, um eine bessere Effektivität der Durchführung der Entwicklungsaktionen zu erreichen.

Bisher sind Forschungen über den ländlichen und urbanen Raum, über die Linguistik und Geschichte, Soziologie und Sozioökonomie durchgeführt worden. Aber die Ergebnisse sind für die Planer oft schwer zugänglich, da sie zerstreut sind und nicht einheitlich archiviert bzw. dezentral gelagert sind.

1.1.2. Institut Géographique du Burkina (IGB)

Das geographische Institut von Burkina Faso ist beauftragt Karten und notwendigen Dokumente zum Zweck der ländlichen und kommunalen Einrichtungen zu erstellen. Es nutzt Fernerkundungs-: Luft- und Satellitenbilddaten,. Das IGB druckt und vermarktet die topographische Karte 1: 200.000 von Burkina Faso und die verschiedenen Luftbilder in unterschiedlichen Maßstäben. Ziel des IGB ist die Umweltveränderung zu erfassen und zu verfolgen und damit eventuelle Gegenmaßnahmen darzustellen. Es arbeitet mit anderen Forschungsbüros zusammen, besonders mit dem nationalen Büro für Böden

1.1.3. Das Bureau National des Sols (BUNASOLS)

Das BUNASOLS, „Nationales Büro der Böden“ hängt hierarchisch vom Ministerium der Landwirtschaft ab. Es erteilt Aufträge über die Bodenanalyse, um ihre Eignung für die unterschiedlichen Kulturen und Beweidungen zu untersuchen. Die Eignung der Böden für die unterschiedlichen Bewässerungskulturen wie Reis, Zuckerrohr, Baumwolle und Gemüse in Rollen (Bohnen, Tomaten, Melon, u. a.) sind dabei von Interesse.

1.1.4. Bureau des Mines et de la Géologie du Burkina (BUMIGEB)

BUMIGEB ist seit 1978 ein Amt mit industriellen und kommerziellen Charakteren (DIALLO (1979:6) worden. Seine Zuständigkeit ist in die Definition, Durchführung und Kontrolle der geologischen Forschungsprogramme, Inwertsetzung und Entwicklung der wissenschaftlichen und angewandten Geologie.

1.2. Das Office National de l'Aménagement des Terroirs (ONAT)

Das ONAT ist das ehemalige AMENAGEMENT DES VALLEES DES VOLTA (AVV). Es ist zuständig für die Neuerschließung und Umsiedlungsprojekte des Staates.

Das 1959 eingestellte Sourou-Tal-Projekt (Südwest von Tougan) wurde 1965-1966 vom Staat Burkina Faso übernommen. Das eingerichtete Tal wurde offiziell 1966 gegründet und die Grundstücke, die den Dörfern Lanfiera, Gouran und Yaran angehören, wurden verstaatlicht (MARCHAL, 1976:58).

Seitdem haben sich die Zahl der erschlossenen Flußtäler nach der Anwendung des Bodengesetzes 29/AN/63 von 1963 vervielfacht. Teile der Mores sollen in den erschlossenen oder zu erschließenden Flusstälern von Compian in Südosten, von Nakambé und Nazinon und ihre Nebenflüsse (Bagre, Tanema, Bitou) und Sissili im Süden, Täler des Mouhous und seine Nebenflüsse Bougouriba, Poni, Nioumbel im Westen (ONCHOCERCIA SISOCONTROL 1973:64, AVV 1974:2) Die übrige Gebiete soll später erschlossen werden (AVV 1976a:4 u. 5). Die andere wichtigste erschlossene Flußtäler sind Koubei Bobo-Dioulaso, SOSUCO bei Banfora.

1.3. Das Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA), nationales Amt des Wassers und der Entwässerung

Das ONEA wurde 1989 gegründet. Es ist beauftragt für die Schaffung und die Gewinnung der Systeme des Leitungswassers und der Entwässerung in den Städten. Letzteres betrifft die Latrinisierung, die Evakuierung des benutzten häuslichen und industriellen Wassers. Die Leitungswasserversorgungssysteme des ONEA betreffen 36 Städte. Die adoptierte Strategie ist die Schaffung von großen Projekten für die Erhöhung der Wasserressourcen durch die Errichtung von Oberflächenwasserbecken. In diesem Programm sind die ausländischen Hilfen, darunter die der GTZ entscheidend (GTZ, 1996:7). Neben den gesamten inneren Ämtern sind auch die gemeinsamen Entwicklungshoheiten und Ämter gemeinsam mit einigen afrikanischen Staaten auf regionaler Ebene gegründet worden.

2. Zwischenstaatliche Einrichtungsbehörden

Es geht um die integrierten Hoheiten, die Burkina Faso gemeinsam mit anderen Staaten innehat. Die bekanntesten sind das „AUTORITE DE DEVELOPPEMENT INTEGRE DE LA REGION DULIPTAKO-GOURMA (ADIRL-G)“, Hoheit der integrierten Entwicklung der Region von Liptako-Gurma und das „Comité Interétats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel“

(CILLS), d.h. das zwischenstaatliche Komitee für den Kampf gegen die Dürre im Sahel.

2.1. Comité Inter-africain d'Etudes Hydrauliques (CIEH), Zwischenafrikanische Komitee für Hydraulische Forschungen

Das CIEH, deren Sitz seit 1975 in Ouagadougou ist, wurde 1960 gegründet. Mitglieder sind Benin, Burkina Faso, Kamerun, Kongo, Elfenbeinküste, Gabun, Guinea Bissau, Mali, Mauretanien, Niger, Zentralafrikanische Republik, Senegal, Tschad und Togo.

Ziele des Komitees sind die Schaffung einer regionalen Zusammenarbeit im Bereich der Wasserressourcen. Die wichtigsten Aktivitäten sind die technische Unterstützung der Mitgliedstaaten und die Diffusion des Wissens durch Ausbildung und Information. Das CIEH beschäftigt sich mit dem gewählten Inventar und der Analyse der Wasserressourcen der Flußbecken für Zwecke der Entwicklung.

Die Forschungsergebnisse sollen in Referenzdokumenten aller Anforderungen des internationalen Beckens des Volta, darunter den Projekt des Baus der heutigen Staudämme von Kompiéna, Bagré, Karankasso, Nioumbel, u. a. in Burkina Faso. Das Komitee hat auch Forschungsprogrammen für die Kenntnisse der Niederungen und Wasserläufe, um ihre optimalen landwirtschaftlichen Anforderungen (ZEPPELFELD und VLAAR 1990). Die urbane Entwässerung nach den heftigen Regendurch die gebauten Kanäle (DESBORDES und BOUVIER 1990) gehört zu den Forschungen des CIEH.

Die Erleichterung der Wasserversorgung findet unter Einsatz von Pumpen mit Hilfe von menschlicher Muskelkraft in der dörflichen Hydraulik statt (BARRY 1990).

2.2. Autorité de Développement Intégré de la Région du Liptako-Gourma (ADIRL-G)-Entwicklungsbehörden

Das ADIRL-G wurde am 4. November 1971 mit Sitz in Ouagadougou durch einen Ministerrat der Hohheit nach der Eröffnungsrede von YAMEOGO (1971) eingerichtet.

Die Region von Liptako-Gourma, deren Namen aus dem ehemaligen gemeinsamen Königreich stammt, entspricht der gemeinsamen Region der drei Staaten Burkina Faso, Mali, und Niger. Sie erstreckt sich von den Gebirgen der Adrardes im Norden bis zu den Ketten von Atakora an der gemeinsamen Grenze Burkina Faso-Benin. Die Breite entspricht von Ost nach West der Strecke Filingué östlich der Stadt Niamey in Niger bis Ouagadougou (ADIRL-G 1976:8). Die Region ist 470.000 km² groß und hatte 1976 5.000.000 Einwohner (ADIRL-G 1976:1) bzw. 34% der Gesamtbevölkerung der 3 Staaten.

Si liegt von Nord nach Süd nach der Karte von DAVY, MATTEI et SOLOMON (1977:7) zwischen den 100 mm und 1100 mm Isohyeten.

Die Hoheitsollte die Mittel und Wege finden, um die Ausbeutung, Verarbeitung und Vermarktung der Naturressourcen zu Gunsten der integrierten Entwicklung der Region zu ermöglichen. Der Liptako-Gourmabesitz viele Lagerstätten und der Fluß Niger, der eine Energiequelle, eine Lebensader und eine Verkehrsbindung darstellt (YAMEOGO, 1971:3; ADIRL-G1976:1), ist für die Viehzucht eine geeignete Gegend. Für den Transport dieser Produkte braucht die Region Straßen, Eisenbahnlinien und Telekommunikation (ADIRL-G1976:3).

Um die gesamten Kosten zu decken ist die Hoheit an Außenhilfen der „richtigen Freunde“ angewiesen (YAMEOGO 1971:5).

2.3. Comité Interétats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS)

Als Folge der Dürren wurde das CILSS, zwischenstaatliches Komitee zum Kampf gegen die Dürre im Sahel, am 12. September 1973 in Ougadougou durch die Konferenz der Staatschefs von Burkina Faso, Mali, Mauretanien, Niger, Senegal und Tschad gegründet. Später kam die Cap-Verdischen Inseln und Gambi adazu.

Die Strategie des Komitees ist eine Ernährungsselbstständigkeit des Sahels bis zum Jahr 2.000 zu erreichen. Bewässerungskulturen wie z. B. Zuckerrohr und Weizen sollen eine Rolle in der kurz-1980, mittel-1990 und langfristigen Lebensmittelproduktion 2.000 spielen. Dafür werden hydrolandwirtschaftliche Einrichtungen errichtet und gepflegt (Vgl. GRESILLON 1976). Das „Institut du Sahel“ wurde in Bamako 1977 nach Darstellung des Projektes gegründet, um Lösung gegen die Dürren zu finden (INSTITUT DUSAHEL 1977:4).

Das Komitee setzt die Durchführung der Aufgaben Gesundheit-Ernährung-Wasser, Erziehung-Ausbildung-Beschäftigung, Beteiligung der Bevölkerung zur Entwicklung und Forschung der Immigration des ländlichen Raumes ein (CILSS 1970).

Die Forschungsstrukturen, die mit der Ausführung der in den Raumplanungsdokumenten festgelegten Ziele und der Durchführung von Projekten beauftragt sind, sind an das Planungs- und Zusammenarbeitsministerium gebunden. Ihre Informationsbedarfsquellen und -verwaltung bestehen aus Fernerkundungsdaten (FE) und geographische Informationssysteme (GIS).

ZWEITERTEIL:

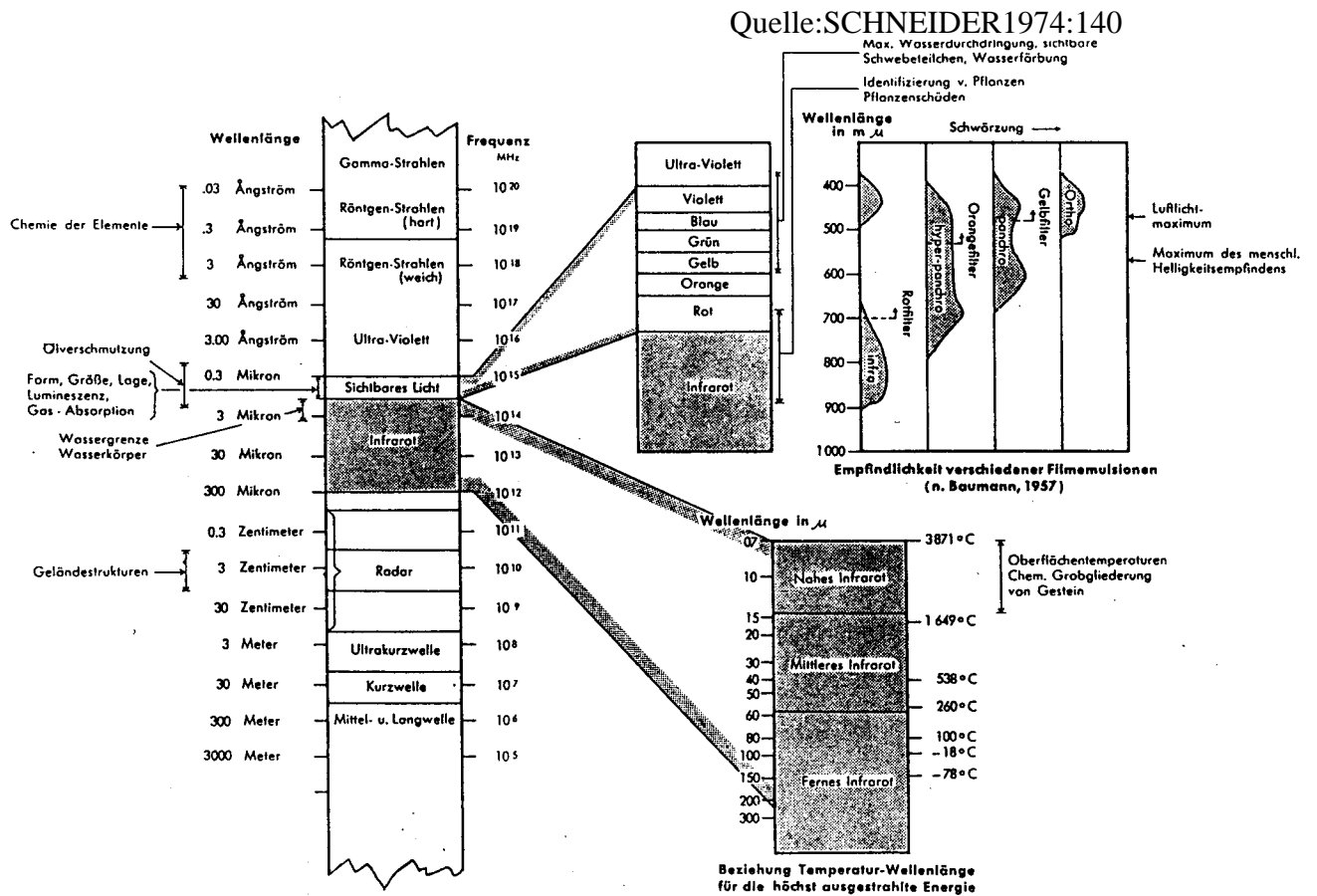
INFORMATIONSBEDARFDERRAUMPLANUNGIN

BURKINAFASODURCHDIEAUSWERTUNG
DER
FERNERKUNDUNGSDATEN

KAPITEL VI.: ÜBERSICHT ÜBER DIE PHYSIKALISCHEN GRUNDLAGEN VON FERNERKUNDUNGS DATEN

Fernerkundungsdaten sind Photographien, Thermalphotographien und Radardaten. Objekte werden dabei mittels der von ihnen reflektierten oder emittierten elektromagnetischen Wellenerfaßt, die in den Spektralbereichen von Ultraviolett über sichtbares Licht, Infrarot bis zu den Mikrowellen liegen (Abbildung 12).

Abbildung 12: Elektromagnetische Wellenbereiche sowie spektrale Empfindlichkeiten verschiedener Filmemulsionen



Beiden benutzten Aufnahmesystemen handelt es sich um Kameras, Scanner- und Radar-Sensoren auf Boden-, Luft- und Weltraumplattformen (Tabelle 1).

Aufnahmeplattform	Aufnahmehöhe	Aufnahmemaßstab	Anwendung
Hochstative, Türme, Hubschrauber	bis 300 m	1:100 bis 1:500	Stadt-, Verkehrsplanung, Architektur, Archäologie
Flugzeuge, Hubschrauber	300 m bis 3.500 m	1:500 bis 1:20.000	topographische und thematische Kartierung
Flugzeug mit Druckkammer	3.500 m bis 9.000 m	1:10.000 bis 1:60.000	Landnutzungsinventur

Aufnahmeplattform	Aufnahmehöhe	Aufnahmemaßstab	Anwendung
Düsenflugzeuge	9bis15 km	1:30.000bis1:100.000	Erderkundungund- überwachung,
Düsenflugzeuge	über15 km	1:100.000	Wetterbeobachtung,
Raketen,Satelliten, erdumkreisende Weltraumstationen	150bis1.500 km	1:1.000.000	Großrauminventuren, Aufklärung Nachrichtenübermittlung
geostationäreSatelliten	36.000km	-	Nachrichtenübermittlung
Raketen	Extraterrestisch	-	Weltraumforschung

Tabelle 1: Verschiedene Trägersysteme

Quelle: HUSS 1984:76

Photographische Kameras und Scannersensoren benutzen das vorhandene Sonnenlicht. Sie arbeiten passiv. Radar-Sensoren dagegen besitzen zur Abtastung eigene Strahlungsquellen und können daher zu jeder Tages- und Nachtzeit und bei jedem Wetter arbeiten. Sie arbeiten aktiv. (SCHNEIDER 1974:213)

1. Typen von Fernerkundungsdaten und ihre Anwendungsbereiche

Photographieren das Gelände in gleicher Weise wieder, wie es vom menschlichen Auge erfaßt wird. Sie erfassen den Spektralbereich zwischen Ultraviolett (UV) und nahem Infrarot (NIR) (SCHNEIDER 1974:200).

1.1. Photographie im ultravioletten (UV)-Bereich

Die UV-Photographie erfaßt den ultravioletten Spektralbereich unterhalb des sichtbaren Lichtes zwischen 0,32 und 0,38 μm (SCHNEIDER 1974:200). Anwendungsbereiche sind z. B. die zoologische Forschung (LILLESAND und KIEFER 1994:17 u. 18), das Auffinden von Ölflächen auf Wasser (LÖFFLER 1994:37), Luftverschmutzung, Suchen nach Kalksteinvorkommen, Feldfrucht- und Holzarten, Hochwasserschutz- und -kontrolle, Kartierung von geologischen Lineamenten, Exploration von Phosphoriten, bodenkundliche Aufnahmen und Geländeerkundung u. a. (SCHNEIDER 1974:201). In Burkina Faso sind Stadtnähe Seen, Mopeds, Autos und Öltanks gereinigt werden, könnte die UV-Photographie durch die Erfassung von Ölteppichen auf dem Wasser bei der ökologischen und gesundheitlichen Aufklärung in didaktischen Rollenspielen. Sie werden auch in der Erkundung von Kalksteinen, die im Norden vorkommen, eine Rolle spielen.

UV-Bilddaten werden aufgrund der starken UV-Streuung bei geringer Flughöhe und unter klaren Wetterbedingungen aufgenommen (LÖFFLER 1994:37).

1.2. Photographien im sichtbaren Bereich

Verwendet werden panchromatische Photographien, die für alle Spektralbereiche des sichtbaren Bereichs empfindlich sind und diese in Grautönen oder farbige abbilden. Das sichtbare Licht umfaßt den blauen Bereich mit elektromagnetischen Wellen zwischen 0,4 und 0,5 μm , den grünen Bereich mit

Wellenlängen zwischen 0,5 und 0,6 μm sowie den roten Bereich mit Wellenlängen zwischen 0,6 und 0,7 μm . Für den Bereich des sichtbaren Lichts ist die Erdatmosphäre zu fast 100% durchlässig. Man spricht vom „atmosphärischen Fenster“ (Abbildung 12; BÄHR 1991:2).

Aufnahmesysteme, die den sichtbaren Bereich photographieren, sind z. B. photographische Kammer für Luftbilder, Sojuz-MKF-6 (0,48, 0,54, 0,60, 0,66, 0,74 μm), KFA-1000 (0,57-0,69 μm), MK-4 (0,46-0,69 μm), Space Shuttle-Metric Camera (0,53-0,70 μm), High Resolution Classification Camera (0,51-0,89) und Large Format Camera (0,4-0,9) (BÄHR 1991:12-13; LÖFFLER 1994:25).

Photographien im sichtbaren Bereich eignen sich für die Erfassung von vitaler Vegetation, Böden (PERRY, LAUTENSCHLAGER 1984:170), Siedlungen, Bauten, Straßen, Anbauflächen, von Details auf Wasserflächen und geologischen Grenzen (ERDAS FIELD GUIDE 1990:23,24,27 u.29). Sie dienen zur photographischen Erfassung geologischer, geomorphologischer und hydrologischer Landschaftsmerkmale in ländlichen Entwicklungsgebieten und finden Anwendung in der urbanen und industriellen Forschung (BAKIS 1978:9). Sie tragen also zur Raumplanung bei. Panchromatische Luftbilder aus den Jahren 1952 und 1956 wurden die ersten Grundlagendokumente für die großen Erschließungsarbeiten in der französischen Kolonie Westafrika, zu dem auch das heutige Burkina Faso gehörte. Die amtliche topographische Karte von Burkina Faso wurde ebenfalls auf der Basis dieser Luftbilder erstellt. Aus der Auswertung derselben Luftbilder erhielt MARCHAL (1983) die unterschiedlichen Landschaftstypen, darunter die verschiedenen Typen von Siedlungsgebieten in Burkina Faso.

1.3. Infrarot-Photographie

Verwendet werden panchromatische Photographien, die für den nahen Infrarot-Bereich (NIR) und für einen Teil des sichtbaren Spektralbereichs empfindlich sind. Der sichtbare Anteil wird mittels Rot- oder Schwarzfilter unterdrückt (SCHNEIDER 1974: 201). Die IR-Photographie erfaßt den Spektralbereich des NIR oberhalb des sichtbaren Lichtes etwa zwischen 0,7 und 0,9 μm (Abbildung 12).

NIR-Bilder sind von großer praktischer Bedeutung. Denn das NIR wird von klaren Wasserflächen, auch wenn sie ganz flach sind, von feuchten Flächen, einigen Nadelbäumen und von abgestorbener oder verbrannter Vegetation absorbiert (KRONBERG 1985:53ff). Im Gegensatz zum Rotbereich wird das NIR von gesunder Vegetation (BÄHR 1991:2) aufgrund ihrer Chlorophyllaktivität stark reflektiert (BAKIS, 1978:83). Eine weitere wichtige Eigenschaft von NIR ist, daß es Nebel und Dunst durchdringt und ermöglicht, auch in Jahreszeiten vermehrter Nebelbildung klare Bilder zu erhalten (SCHNEIDER 1974:150). NIR-Daten werden zur Erkundung der Biomasse, von Kontrasten zwischen Anbauflächen und ihrer Umgebung sowie von Land- und Wasserflächen verwendet (ERDAS Field GUIDE 1990:23,24,27 u.29).

Bezogen auf Burkina Faso wären NIR-Bilder also geeignet zur raumplanerischen Erfassung gesunder und gestörter Vegetationsressourcen, kahler und abgebrannter Flächen, archaischer Untersuchungen, offener Wasserflächen

insbesonderewährendTrockenzeitenoderDürrejahren.Denkbarwäreaucheine VorhersagederunterschiedlichenErnte,umHungersnötezuvermeidenodereine ErfassungderkahlenWanderdüneninden„barren-lands“mitderimVergleichzur Radar-ErfassungökonomischgünstigerenIR-Photographie.BeiderErfassungder verschiedenenklimatischen,edaphischenundanthropogenenVegetations land-schaften,könnenIR-BilddateneinewichtigeRollespielen.

DieProduktions-undAuswertungskostenvonPhotographiendsind verhältnismäßiggeringunddaherauchfüreinenStaatmitbegrenztenfinanziellen Ressourcenerschwinglich.EinweitererVorteilliegtinderpolyvalenten NutzungsmöglichkeitderDatenfürverschiedeneNutzer,darunterdie Raumplanung.

1.4. Multispektralbilddaten

Umeinemöglichst differenzierte Aussage über Objekte zu erreichen, besitzen opto-elektronische und opto-elektronisch-mechanische Systeme, wiesiez. B.in Satelliten zum Einsatz kommen, Sensoren für Wellen aus dem gesamten Spektralbereich zwischen Ultraviolett und Infrarot (SCHNEIDER 1974: 201) bis 1.000 μm (LÖFFLER 1994: 21). Optisch-mechanische Bilddaten stammen z. B. von Landsat-MSS, -TM, NOAA-AVHRR und DAEDALUS. Die optisch-elektronischen Bilddaten werden zur Zeit nur im sichtbaren Licht und im nahen Infrarot abgetastet. Sie stammen aus Spot 1, -2, -3-HRV und MOMS-01, -02 (LÖFFLER 1994: 43-51).

Hinzukommen hier als die Bereiche des mittleren IR zwischen 1 und 3 μm , das von den beobachteten Objekten reflektiert wird, sowie der ferneren IR-Wellen zwischen 3 und 5,5 μm bzw. 8 und 14 μm , die vorwiegend thermale Emissionen der Erdoberfläche entstammen (Abbildung 12; SCHNEIDER 1974: 205). Die Bilddaten sind im Gegenteil zu analogen Photographien digital (ALBERTZ 1991: 85).

Da es bei Thermaldaten aufgrund der Sonneneinstrahlung am Tag zu einer störenden Überlagerung durch reflektierte IR-Strahlung kommt, werden Thermalbilddaten vorzugsweise nachts aufgenommen (LÖFFLER 1994: 21).

Kanäle, die im sichtbaren Bereich aufnehmen, sind beispielsweise Landsat-MSS 1 (0,50-0,60 μm), 2 (0,60-0,70 μm); Landsat-TM 1 (0,45-0,52 μm), 2 (0,52-0,60 μm), 3 (0,63-0,09 μm); Spacelab-MOMS-021 (0,440-0,505 μm), 2 (0,530-0,575 μm), 3 (0,645-0,680 μm); Spot-HRV-XS 1 (0,50-0,59 μm), 2 (0,61-0,68 μm). Die Anwendung von Daten aus dem sichtbaren Bereich wurde in Absatz 1.2, S. 50 näher erörtert.

Kanäle, die im NIR-Bereich aufnehmen, sind beispielsweise Landsat-MSS 3 (0,70-0,80 μm), Landsat-MSS 4 (0,80-1,10 μm), Landsat-TM 4 (0,76-0,90 μm), Spot-HRV-XS-3 (0,79-0,89 μm), AVHRR-2 (0,725-1,10 μm). Die Anwendung von Daten aus dem NIR-Bereich von 0,7 bis 0,9 μm wurde in Absatz 1.3, S. 51 näher erörtert.

Einer der Kanäle, die im IR-Bereichetwazwischen 1 und 3 μm aufnehmen, ist beispielsweise der Kanal 4 (0,80-1,10 μm) des Landsat-MSS. Er ist für die Vegetationskartierung und die Durchdringung des Dunstes geeignet. Ein weiteres Beispiel ist Kanal 5 (1,55-1,75 μm) im Landsat-TM, der den Wassergehalt in Böden und Vegetation abbildet oder zwischen Wolken, Schnee und Eis unterscheidet. Kanal 7 (2,08-2,35 μm) MIR dient der Erkundung von geologischen Gesteinen, Böden und Bodenfeuchtigkeit (ERDASFIELDGUIDE 1990:24).

Kanäle zur Aufnahme von Thermalbilddaten sind beispielsweise der AVHRR-3 (3,55-3,93 μm), der brennende Vegetation, Schnee- und Eisbedeckung erfasst, AVHRR-4 (10,50-11,50 μm), AVHRR-5 (11,50-12,50 μm) und Landsat-TM6 (10,40-12,50 μm). Sie erfassen gestreute Vegetation, kultivierte Pflanzen und geothermische Aktivitäten (ERDASFIELDGUIDE 1990:24 u. 29). Mit Hilfe des AVHRR-3 (3,55-3,93 μm) könnten die Buschbrände in Burkina Faso, die jährlich große Vegetationsflächen vernichten, lückenlos überwacht werden.

1.5. Radarbilddaten

Im Gegensatz zu den bisher behandelten passiven Aufnahmesystemen für reemittierte Strahlung, arbeiten Radarsysteme aktiv mit einer eigenen Strahlenquelle und einem Empfänger für Mikrowellen, die vom Beobachtungsobjekt reflektiert werden (SCHNEIDER 1974:212). Radarbilddaten werden auch passiv, wie Photographien und Thermalbilddaten aufgenommen (BAKIS 1978:97). Sie werden im Mikrowellenbereich zwischen 1 mm und 1 m Wellenlänge aufgenommen. Bedeutende Bänder zur Aufnahme von Radar Daten liegen beispielsweise im X-Band (ca. 3 cm), C-Band (ca. 5.65 cm) und im L-Band (23.5 cm) der Radarsensoren. Die Radarsensoren werden auf Satelliten wie SEASAT, ERS-1, JERS-1, RADARSAT eingesetzt (STIES 1991: 23)

Mikrowellen durchdringen Wolken, Dunst (SCHNEIDER 1974:213) und Rauch, leichte Regenschauer und Schnee sowie Wälder und dünne Bodenschichten (ALBERTZ 1991:53; LÖFFLER 1994:21 u. 22) und bringen Details in der Geomorphologie des erkundeten Raumes (BAKIS 1978:98-99). Aus diesen Gründen wäre das Radarbild für Burkina Faso zur Fernerkundung gut geeignet, besonders während der Regenzeit, in der andere Fernerkundungsdaten wetterbedingt unzuverlässig wären. Radarbilddaten könnten auch zur Erfassung der Bodenschichten zum Zweck der Landwirtschaft und des Bodenschutzes dienen.

Die Kombination von Radar Daten und sichtbaren/IR-Daten bringt komplettere Bilddaten der Erde (ERDASFIELDGUIDE 1991:74). Aus anderen Verfahren werden weitere Fernerkundungsdaten erbracht.

1.6. Andere Fernerkundungsdaten

Die Erkundung betrifft akustische und seismische Wellen der Druckfelder in verschiedenen Milieus und die Kraftfelder des Magnetismus, der Gravimetrie und der elektrischen Leitfähigkeit. Benutzt werden Sonar, Seismometer, Magnometer und Gravimeter. Die Bilddaten enthalten Messungen der physikalischen Eigenschaften von Materialien, Milieus und deren Veränderungen zur Erstellung von Karten

(BAKIS 1978:99-100) der Ressourcenvorkommen, wie z. B. Kupfer, Zink, Blei, und Nickel, Wasser und Erdöl (SCHNEIDER 1974:215-217). Die Anwendung solcher Fernerkundungsdaten in der Auswertung der Sedimentbedeckung, insbesondere der Birrimien in Burkina Faso, könnte einen Beitrag bei der Erkundung bisher unbekannter Lagerstätten leisten.

Fernerkundungsdaten werden bei Luft- und Satellitenaufnahmen nach bestimmten Parameter charakterisiert und identifiziert.

2. Merkmale und Identifikation von Luft- und Satellitenbilddaten

Luftbilddaten sind für bestimmte Zielsetzungen bereits verfügbar oder werden durch spezielle Flugmissionen, derer geplante Flugtrassen auf einer topographischen Karte eingetragen sind, hergestellt (SCHNEIDER 1974:58). Die Originalbilder der Befliegungen werden in Luftbildarchiven verwaltet und für Bestellungen vorgehalten. Informationen zu den einzelnen Bildern können dem Luftbild begleit-blatt entnommen werden, das Angaben über Flughöhe, Bildmaßstab, Überdeckungsverhältnis, Aufnahmezeit, Gebietsname und Freigabenummer enthält (SCHNEIDER 1974: 58; BAKIS 1978: 7-8). Die ersten Luftbilder von Burkina Faso stammen von der Befliegung für das ehemalige „Afrique Occidentale Française“ (AOF). Sie sind z. B. im „Institut Géographique National“ in Frankreich, IGN, und Institut Géographique du Burkina, IGB in Burkina Faso zu bekommen. Die Größe und Form von Luftbildern variiert.

Daten der in 36.000 km Entfernung um die Erde kreisende geostationären Satelliten werden für die Telekommunikation (Telefon und Fernsehen) und die meteorologische Überwachung genutzt (**Tabelle 1**), da die Satelliten auf der äquatorialen Umlaufbahn 24 Stunden für einen Erdumlauf benötigen (CAZENAVE 1995:37). Die Stationierung derartiger Satelliten zwischen 2° östlicher und 6° westlicher Länge wurde z. B. 12.500 km × 12.500 km große Bilddaten permanenter Visibilität von Burkina Faso stellen.

Satelliten, deren Daten für das Global Positioning System (GPS) CANBY 1983:309-310) benutzt werden, kreisen auf einer 20.000 km weit entfernten Umlaufbahn (CAZENAVE 1995:38.). Sie würden in Burkina Faso für die präzise Georeferenzierung der Karten benötigt. Sie wären auch für das Kataster bei der Festlegung der Koordinaten der Bodeneigentümer des Staates und der Siedlungsgebiete geeignet, da die ländlichen Bürger nicht von Staatshoheiten, die nach dem RAF (1991, Article 85:33) 4 km außerhalb der Dörfer liegen und von weiteren Planungsarbeiten wissen.

Bilddaten der sonnensynchronen Satelliten, deren Höhe zwischen ca. 700-800 km liegt, erlauben eine permanente globale Wiederholung der Messungen. Sie sind zwischen 60 km × 60 km für SPOT und 4.000 km × 4.000 km groß für SEASAT. Sie enthalten in unterschiedlichen Jahreszeiten bei identischer Sonnenbelichtung, am selben Punkt, Charakteristiken des Bodens und eventuelle temporale Evolutionen der Umweltveränderungen.

Satellitenszenen werden nach dem Parameter „Worldwide Reference System“ (WRS) identifiziert, bestellt und in magnetischen Bändern, „Compatible Computer Tapes“ (CCT) oder Disketten geliefert. Sie enthalten vorbearbeitete oder rohe Daten. Sie kosten z. B. 1998 ca. 4800 US-Dollar für eine Landsat-TM-Szene und je nach Auflösung zwischen 2.600 und 4.500 USDollar für multispektrale und zwischen 3.300 und 5.100 US-Dollar für panchromatische SPOT-HRV-Daten.

Luftbildbegleitblatt und WRS geben die Lage der Luftbilder bzw. der Satellitenszenen auf den Karten an, erlauben ihre präzise Aufbereitung, Vertrieb, Bestellung und erleichtern ihre visuelle und rechnergestützte Interpretation und ihre mögliche Verwaltung mit Hilfe geographischer Informationssysteme (GIS). Sie ermöglichen den unterschiedlichen Anwendern, darunter den Raumplanern, bessere Benutzung.

3. *Eigenschaften von Fernerkundungsdaten für Zwecke der Raumplanung*

3.1. Geometrische Eigenschaften

Fernerkundungsdaten werden schräg und senkrecht aufgenommen. Schrägbilddaten ermöglichen eine perspektivische Ansicht des Geländes, sind aber für kartographische Fragestellungen nicht interessant. Sie eignen sich zur Illustration der Landschaft (ALBERTZ 1991:66) und können damit didaktische Dokumenten für die Entscheidung und die Bürger im Rahmen der Raumplanung in Burkina Faso sein. Bilddaten aus Senkrechtaufnahmen sind wichtig für die Interpretation und die Kartographie. Sie erlauben das Sehen der Details, die Bestimmung von Strecken und Höhen (SCHNEIDER 1974:88-95). Sie sind im Gegenteil zur Karte verzerrt und benötigen damit Entzerrungen bzw. geometrische Korrekturen (ALBERTZ 1991:69). Weitere Eigenschaften der Fernerkundungsdaten liegen im Charakter der Bildelemente oder Pixel (picture element), der Erkennbarkeit von Objekten oder im Auflösungsvermögen (LÖFFLER 1994:55).

3.2. Räumliche Auflösung

Die räumliche Auflösung ist der Photographie der kleinste Abstand zwischen zwei benachbarten Bildpunkten. Sie wird in Linien pro Millimeter (l/mm) angegeben und ist ein Maß für die Wiedergabegenauigkeit des Bildmaterials (LÖFFLER 1994:56). Die hohe Auflösung erlaubt z. B. „photographische Bilder bis zur 8fachen optischen Vergrößerung zu betrachten, da das Verhältnis des Auflösungsvermögens photographischer Bilder zum menschlichen Auge bei 50 lp/mm zu 6 lp/mm liegt (ALBERTZ 1991:77). Räumlich hochauflösende Bilddaten stammen z. B. aus KOSMOS-Serien mit einem Pixel von 5-10 m x 5-10 m, SPOT-pan (10 m x 10 m), MOMS-02 (13,5 m x 13,5 m und 4,5 m x 4,5 m für Kanal 5) SPOT-HRV-XS (20 m x 20 m), SEASAT (25 m x 25 m), und Landsat-TM (30 m x 30 m und 120 m x 120 m für Kanal 6) (KRAMER 1996). Solche Bilddaten würden in Burkina Faso für die Erfassung raumplanerisch relevante Umweltdaten benötigt. Wettersatelliten wie z. B. SMS/GOES (5000 m x 5000 m) und NOAA-9 bis-10 (1100 m x 1100 m) sind räumlich gering auflösende Bilddaten.

3.3. Spektrale Auflösung

Die Auswahl der Spektralbereiche, die aus Wellenlänge und Anzahl der Kanäle auf dem elektromagnetischen Spektrum besteht, erlaubt eine äußerst feine und selektive Erforschung der Landschaftselemente. Landsat-TM, der 7 Kanäle hat, ist z. B. spektral höher auflösend, als der dreikanalige SPOT -HRV-XS (LÖFFLER 1994:56). Angesichts der geologischen, geomorphologischen und bodenkundlichen Strukturen, Mischvegetationen, und der geringen Größe der Anbauflächen in Burkina Faso, werden spektral hochauflösende Bilddaten, darunter Landsat-ETM mit 8 Kanälen, Landsat-TM, gegenüber Daten mit breiten spektralen Kanälen bevorzugt. Solche Bilddaten würden auch für die Kenntnis der Siedlungen, Straßen und Wege, deren Baumaterialien aus der direkten Umgebung bestehen, bevorzugt.

3.4. Radiometrische Auflösung

Die radiometrische Auflösung ist das Maß der Differenzierung der Helligkeitswerte. In der Photographie hängt sie von der Emulsion des Filmmaterials ab und ist theoretisch unendlich groß. Bei der analog-digital-Wandlung wird der Wertebereich für die nachfolgende rechnergestützte Datenauswertung definiert. Zumeist wird bei der Umwandlung panchromatischer Aufnahmen das 8-bit-Format gewählt. Dies entspricht einem Wertebereich von 256 Werten ($8\text{-bit} = 2^8$). In der Darstellung als Grauwerterscheint 0 schwarz und 255 weiß (LÖFFLER 1994:56). Im Gegensatz zur nachträglichen Digitalisierung, bei der das Ziel Datenformat mehr oder weniger frei wählbar ist, besitzen die Daten, wie sie von Satellitenscannern gespeichert werden, ein vorgegebenes Datenformat. Bei MSS sind dies 7 bit, bei TM und SPOT 8 bit (ALBERTZ 1991:75).

3.5. Zeitliche Auflösung bzw. Repetitionsrate der Fernerkundungsdaten

Die temporale Auflösung ist der zeitliche Abstand, mit dem ein Objekt von einem Sensor aufgenommen wird. Sie ist bei terrestrischen Aufnahmesystemen frei wählbar, beträgt 30 Minuten bei geostationären Satelliten wie z. B. METEOSAT, SMS/GOES, GMS, INSAT, 1x täglich bei NOAA-9, 2x täglich bei NOAA-10-12, 3-4 Tage bei Einzelmissionen der Kosmos-Serien und 16 Tage bei Landsat-4, 5, 6 (LÖFFLER 1994:25). Die Repetitionsrate erlaubt die Trennbarkeit zwischen spektraler Konfusion und Bedeckungstypen in unterschiedlichen Jahreszeiten. Sie ermöglicht detaillierte Klassifizierungsergebnisse (LICHTENEEGER 1980 zitiert bei HILL 1993:8). Dementsprechend könnten sie im Rahmen der Raumplanung einen Beitrag zur genauen Erfassung der Landesressourcen durch eine genaue Analyse der Variabilität von Vegetation und Böden, leisten. Die temporale Analyse der Fernerkundungsdaten wird in Burkina Faso oft vernachlässigt, obwohl sie für die Bilddateninterpretation bedeutend ist. Niedrige Repetitionsraten dominieren. Hierin liegt der entscheidende Vorteil multitemporaler Satellitendaten gegenüber den unitemporalen Daten und Karten.

4. Bedeutung des Maßstabs und praktische Benutzung

Die Nutzbarkeit der Maßstäbe variiert je nach wissenschaftlichen Disziplinen. Die Größe eines Objektes, dessen Identifikation durch die Luft- und Satellitenerkundungsdaten möglich ist, hängt vom Bildmaßstab ab (Tabelle 2).

Maßstab der Fernerkundungsdaten	Raumplanungsrelevante Fächer
1:500	Stadtplanung: Renovierungsarbeiten
1:200 bis 1:500	Stadtplanung, Forschung von Suburbanisierung, Stadtstruktur
1:5.000 bis 1:10.000	Bodenkunde
1:5.000 bis 1:25.000	Biogeographie, Botanik, Städte und ländliche Raumforschungen
1:15.000 bis 1:40.000	Geomorphologie
1:25.000 bis 1:100.000 1:1.000.000 (sehr kleiner Maßstab)	Geologie Kontinentale Strukturologie
1:1.000.000 bis 1:5.000.000	Meteorologie

Tabelle 2: Maßstäbe der von einigen Fächern benutzten Fernerkundungsdaten

Quelle: BAKIS 1978:14

Die geeignete Maßstäbe für die raumplanungsrelevanten Fächer variieren je nach Raumplanungsebenen. Nach SCHNEIDER (1974:342) werden aus Bilddaten mit einem Maßstab von 1:10.000 Karten mit einem Maßstab von 1:5.000 hergestellt. Für den bei der Landnutzungsinterpretation gebräuchlichen Kartenmaßstab 1:50.000 werden Aufnahmen zwischen 1:30.000 und 1:70.000 benötigt. Mit 1:1.000.000, einem kleinen Maßstab, werden z. B. große Flächen im Rahmen der räumlichen Planung auf zwischenstaatlicher Höhe Ebene wie ADIRL-G, CILSS, CIEH dargestellt. Demgegenüber wird bei der Planung von kleinen Flächen wie Stadtviertel oder Dorf mit größeren Maßstäben wie z. B. 1:500 gearbeitet.

Mit 1:500 ist es möglich, Gebäudegrundrisse darzustellen, während 1:200.000 bei kleinen Objekten keine Identifizierung von Einzelobjekten innerhalb von Gruppen zuläßt. In großen Maßstäben (größer 1:10.000) wird die Anordnung von Einzelobjekten geringer Größe, d.h. die Textur, dargestellt.

Je größer der Maßstab ist, desto größer ist die Quantität der Informationen pro km². Im Zentrum von Burkina Faso, wo die Dichte der Bevölkerung relativ hoch ist, und in den neuerschlossenen Flußtäälern im Westen und Süden, werden Karten mit großen Maßstäben notwendig. Die amtliche Basiskarte von Burkina Faso hat einen Maßstab von 1:200.000 gegenüber 1:25.000 Deutschland und Frankreich. Sie ist ungenügend für Planungsinformationen und sollte daher mit der Hilfe hoch auflösender Fernerkundungsdaten auf mindestens 1:25.000 vergrößert werden.

Die Qualität der Fernerkundungsdaten hängt von der Deutlichkeit, der geometrischen Verzerrungslosigkeit, den Fehlern und der Breite des spektralen Kanäle ab. Diese Faktoren werden von der Qualität der Plattformen, der Sensoren, der Helligkeit der Atmosphäre, der Tageszeit und vom Gelände reliefs bestimmt. Eine gute Qualität der Fernerkundungsdaten ist die erste Voraussetzung für ihre Benutzung.

5. *Praktische Benutzung der Fernerkundungsdaten*

5.1. Photographische Dokumente

Photographien können der Bestimmung der Ausdehnung von Objekten und damit auch der Flächenbilanzierung dienen. In Burkina Faso, wo Karten fehlen, könnten Photographien eine wichtige Rolle spielen. Sie wären für die Aktualisierung und Schaffung neuer topographischer und thematischer Karten, sowie für die Aktualisierung durch digitale Produkte, wichtig. Zusätzlich stellen diese Produkte auch didaktische Träger, wie Papier-, Filmprodukte (Diapositive für die Diaprojektion), Photoplan für die Entscheidungsträger in Raumplanung und -verwaltung dar.

5.2. Digitale Produkte

Die zugänglichsten digitalen Produkte basieren auf verschiedenen Standards. Der Vertrieber folgt auf magnetischen Bändern, „Compatible Computer Tapes“ oder Disketten. Sie enthalten entweder Rohdaten, ohne geometrische und radiometrische Korrekturen, oder vorbereitete Daten, bei denen bereits Korrekturen stattgefunden.

Die bearbeiteten digitalen Produkte bestehen aus farbigen Restitutionen unterschiedlicher Kanalkombinationen und/oder Indizes. Es stehen verschiedene Indizes (Vegetation, Mineralien), und Klassifikationen (Hauptkomponentenanalyse, Isocluster) zu Verfügung. Sie dienen der thematischen Interpretation und vereinfachen die Arbeit der Benutzer. Die Möglichkeit der selbständigen Bearbeitung dieser Produkte ist in Burkina Faso aufgrund des Mangels an geeigneten Einrichtungen begrenzt.

6. *Fernerkundungsdaten und Karten in Burkina Faso*

Fernerkundungsdaten dienen der systematischen topographischen und thematischen kartographischen Ausstattung, die eine Grundlage für die Raumplanung darstellen (GALTIER 1986:4). In Burkina Faso ist die topographische Karte eine Synthese der geographischen Sicht auf Kommunikationsnetze, Siedlungen, Landschaft und administrative Grenzen des Landes. Sie ist für jegliche provinzielle, regionale oder nationale Entwicklungsprojekte in prioritäre Investition für die Entwicklung. Die topographische Karte soll den aktuellen Stand darstellen, und somit zuverlässig, homogen und auf dem laufenden sein. Diesem Anspruch wird sie nicht gerecht. Aufgrund der ständigen Veränderungen, entsteht das Problem der Aktualisierung.

FernerkundungsdatengebenimGegensatzzurKartealleErscheinungender
erfaßtenAufnahmbereichederErdeunselektiertwieder.IhrinhaltlicherBildbauist
roh.InderKartesindVeränderungenwiez. B.Namen,Schriftzusätze,Grenzen
(ALBERTZ1980:34)undLegendevorhanden.

AusFernerkundungsdatenwerdentopographischenKarten, dieBasisaller
thematischenKartensind, hergestellt.IhreUmwandlunginKartenbenötigtBe-und
Verarbeitungsinfrastrukturenund-methoden.FürdieHerstellungvon
topographischenKartenuntergründensindFernerkundungsdatenpräziser,schneller
undbilligeralsdieklassischetopographischeKartierung(JOANNES,PARNOT,
RANTRUA&SOW1986:46).

DasInformationsangebotderFernerkundungsdatenistjetztbekannt.Eswird
mitdemInformationsbedarfderPratikenderRaumplanunginBurkinaFaso
verglichen.

KAPITEL VII.: IDENTIFIZIERUNG DES INFORMATIONSBEDARFS DURCH DIE AKTEURE DER RAUMPLANUNG

Obwohl der Staat die Aufgabe hat, alle Institutionen und Strukturen zu zentralisieren, besitzt er überraschenderweise nicht die Monopole der Planung und Ordnung des „nationalen“ Raumes. Sie sind sowohl im urbanen als auch im ländlichen Raum auf verschiedene Ebenen und auf verschiedene Planungsträger aus unterschiedlichen sozialen Gruppen aufgeteilt. Zuerst werden diese Gruppen in ihren Funktionen und in ihrer Stellung innerhalb der Raumordnung charakterisiert. Danach werden die bestehenden bzw. notwendigen Dokumente klassifiziert und ein möglicher Beitrag der Satellitenfernerkundung für die Verbesserung oder Erstellung dieser Dokumente geprüft.

Am Ende der Arbeit soll als wissenschaftliches und operationelles Ziel dieser Bilanz eine Reihe von Empfehlungen für den tatsächlichen Bedarf der Raumplanung und -verwaltung zu folgenden Themen stehen:

- Bewertung und Auswertung von Satellitenfernerkundungsdaten;
- Bewertung der verschiedenen Konzepte, Techniken und Methoden geographischer Informationssysteme.

Zwei soziale Hauptgruppen von Akteuren können unterschieden werden.

Die erste Gruppe unterteilt sich nach geökologischer Kriterien in Ackerbauer, Viehzüchter, Sammler, Jäger, Fischer, Handwerker, Händler und ihre mögliche Überschneidungen. Sie entsprechen diversen Typen von Siedlungsgebieten und Teilen des informellen Sektors in den Städten.

Die zweite Hauptgruppe von Akteuren besteht aus dem Staat, den durch die autorisierten Behörden für die Landes-, Regional-, Provinz- und kommunale oder departementale Planung (Zweiter Teil, Kapitel IV, II), aus den Ministerien und deren technischen Ämtern (RAF 1991: 18ff) und dem Parlament.

Nebendem Staat nehmen an der Planung auch private Personen und Organisationen teil. Dies sind im Einzelnen: wirtschaftliche Organisationen, einzelne Bürger, Bürgerinitiativen und soziale Gruppen aller Art. Alle tragen auf ihrer Art mehr oder weniger zur räumlichen Entwicklung sowohl im ländlichen als auch im städtischen Raum bei.

1. Identifizierung des Informationsbedarfs im städtischen Raum

Einer der bemerkenswertesten sozioökonomischen Phänomene in Burkina Faso, das der politischen Unabhängigkeit folgte, ist die starke Urbanisierung.

Der städtische Raum in Burkina Faso wird von zwei Hauptzentren geprägt: Ouagadougou mit 441.514 und Bobo -Dioulasso mit 228.000 Einwohnern. Daneben gibt es 30 sekundäre Zentren mit jeweils mehr als 10.000 Einwohnern und 89 Kleinzentren, die bei einer Einwohnerzahl zwischen 5.000 und 10.000 (DIRECTION DE LA DEMOGRAPHIE 1985) in der Entwicklung auf der Grenze zwischen ländlichem Raum und Urbanität liegen (LACLAVERE et al 1993: 24).

Die Bodenordnung wird von verschiedenen Gruppen von Raumplanungsträgern bestimmt. Die wichtigsten und entscheidend davon sind die technischen Ämter der Ministerien für Städtebau, die die Akteure der städtischen Raumplanung (öffentliche Hand, Stadtwerken, Kommunen) darstellen (Tabelle 3, erste Spalte). Sie bestimmen die urbane Raumprozeß- und gestaltungsplanung durch das SDAU bzw. den „Plan d'Urbanisme de Détail“ (PUD) oder „Plan Opérationnel“ (PO) (RAF: Chapitre II, Titre III, Art. 35:25). Sie bestimmen die Logik und die Form der städtischen Raumeinrichtung und -austattung (Tabelle 3, zweite Spalte).

Der SDAU bestimmt auf allgemeiner Ebene bis 1:100.000 die Abgrenzung der Städte und Grundstücke, lokalisiert die zu urbanisierenden Gebiete, weist schützenswerte Flächen aus und legt die Standorte der übergeordneten Infrastruktureinrichtungen fest (RAF, Chapitre I, Titre III, Art. 36:25). PUD oder PO legen die konkreten Arbeiten, die in den vom SDAU ausgewiesenen Gebieten stattfinden sollen, fest. Dies sind:

- Parzellierung: Teilung eines Geländes in vielfältig ausgetattete Anteile für Wohnen, Verwaltungen, Schulen, Kommerz, Industrie, Handwerk u. a. und deren abgeleitete Aktivitäten. Am Prozeß der Parzellierung nehmen die Städtebau- und Vermessungsämter teil (RAF: Chapitre II, Titre III, Art. 41:26)
- Restrukturierung: Reorganisierung und Ausstattung eines Teils des urbanen Gewebes (RAF: Chapitre II, Titre III, Art. 44:27),
- urbane Flurbereinigung: Gruppierung von Parzellen innerhalb eines bestimmten Gebietes, um sie für bestimmte Bauvorhaben nutzbar zu machen (RAF: Chapitre II, Titre III, Art. 45:26),
- Restaurierung: Bewahren und Hervorheben von Gebäuden oder Gebäudegruppen (RAF: Chapitre II, Titre III, Art. 46:26).
- Renovierung: Operation der Wiedereinrichtung, um zerfallene Gebäude zu erneuern (RAF: Chapitre II, Titre III, Art. 47:26)

SDAU und PUD und ihre Elemente benötigen bestimmte Typen von Dokumenten. Dies sind Karten und Pläne, ergänzt durch Berichte und Statistiken (RAF: Chapitre II, Titre III, Art. 43:26, Tabelle 3, dritte Spalte).

Der jetzige Prozeß der räumlichen Planung von Städten wird durch die Integration der Daten mit Hilfe von GIS (Tabelle 3, erste Spalte, 8 und 9) unterstützt. GIS inkorporiert die sozioökonomischen Daten aus den Bereichen, Soziales (Bevölkerung, Erziehung, soziale Organisation); Wirtschaft (alle Ebenen der lokalen und regionalen Produktionssysteme), Politik (politische administrative Verwaltungen, Staatsebene, Entwicklungs- und Umweltpolitik) und die wichtigsten Faktoren der Nutzung und Konservierung der Naturressourcen für die Diagnose der Landschaft (Vgl. DEVAUGES 1982; MARTINEZ M. und VANEGAS 1994).

Die Integration der Daten aus der Datenbank und den Plänen und Karten wird in der mittleren Stadt Kayaim zentralen Norden Burkina Fasos, mit Hilfe des Landinformationssystem (LIS) (Tabelle 3, erste Spalte, 13) im Rahmen des Projekts „Mittlere Städte“ durchgeführt (PNUD/UNCHS-Habitat in Burkina Faso 1989-1992). Eine Datenbank mit Informationen aus den Bereichen Boden-, urbane Gesetze, Wirtschaft, Soziologie und Geographie ist in den mittleren Städten

Dédougou, Gourcy, Léound Ziniaré bereitstellt (JEUNEAFRIQUE von 27.11.-3.12.1996:117).

Die Realisierung einer Datenbank mit Informationen aus den Bereichen Verkehrswesen, Märkte, Schlachthäuser und Abwasser der kleinen Städte Bogandé, Kongoussi, Pouytenga, Yako, Kombissiri, Niangologound Orodarawartetauf Finanzierung durch Organisation der internationalen Zusammenarbeit PNUD; FAC; UNICEF, u.a. (JEUNEAFRIQUE von 27.11.-3.12.1996:117-118; Tabelle 3, erste Spalte, 13).

Akteure bzw. Planungsträger	Logik und Formen der Raumeinrichtung und -ausstattung der staatlichen Organisationen	Dokumenttypen
1. Behörde für Bodenordnung (technische Bodengesellschaft)	Urbane und ländliche Bodenreserve; Finanzierung der Enteignung in der Bodenreserve; geordnete städtische und ländliche Einrichtungszone (es handelt sich um die „Zoned' Aménagement Différee“ (ZAD))	<ul style="list-style-type: none"> - topographische Karte - Parzellierungsplan - Restrukturierungsplan - Reorganisationsplan - Flurbereinigungsplan - Restaurierungsplan - Renovierungsplan
2. Organisation der öffentlichen Bodenordnung (zwischen lokalen Gemeinden wie z.B. Ouahigouya und Doré)	Bodenreserve, verwaltet durch die unterschiedlichen Ebenen der lokalen urbanen und ruralen oder peri urbanen Gemeinden (es handelt sich um die „Zoned' Aménagement Concertée“ (ZAC))	<ul style="list-style-type: none"> - topographische Karte - Leitpläne der Bodenordnung und des Städtebaus (SDAU) - Detaillierter Flächennutzungsplan (PUD)
3. Planer, Finanz- und Bauträger	Urbane Grundstücksausweisung durch zugelassene Bodenordnungsoperationen. Die Formen sind die Wiederherstellung und die Wiederherstellung	<ul style="list-style-type: none"> - Bodenstrukturierungsplan
4. öffentliches Immobilienamt mit kommerziellem Charakter: z. B. das SCOGIB (1)	Ausweisung urbaner Grundstücke: Gelände für Grundstücksbau, für die Vermietung und den Verkauf: z. B. „Zoned' Urbain“ „Cités AN I und AN II“ von Ouagadougou und Ouagadougou-2000“	<ul style="list-style-type: none"> - Flächennutzungsplan - dreidimensionale Geländemodelle
5. Städtischer Grundstücksverband wie z. B. Gewerkschaften/ Kooperativen	Zusammenschluss von Nachbarschaftsgruppen für die Straßenpflege und die städtische Müllabfuhr; Verwaltung der Dienstleistungen der Stadtwerke	<ul style="list-style-type: none"> - städtischer Müllabfuhrplan - Parzellierungsplan
6. Städtischer Grundstücksentwickler, -einrichter = Direction Générale de l'Urbanisme (DGU)	Detailstudie der Stadtplanung, Einrichtung von Freiräumen und private Parzellierungen. Erstellung von Berichten zu einzelnen Örtlichkeiten.	<ul style="list-style-type: none"> - Karte der Bodenbedeckung und -nutzung, „Plan d'état des lieux“ (Plan des Zustandes der Örtlichkeiten) - topographischer Plan
7. wirtschaftliche Operatoren	Unterstützung des Stadtämter durch den Kleinen und mittleren Unternehmen oder „Petites et Moyennes Entreprises“ (PME) und zusammen geschlossene Unternehmen oder „Groupements Economiques“ (GE)	<ul style="list-style-type: none"> - Stadtbauplan; sozioökonomische Statistiken; (GIS)
8. Städtische Kommune und semi-urbane Zentren	Programm zur Bodenordnung: <ul style="list-style-type: none"> - Flächennutzungsplan - Rehabilitation der Ausstattung von Infrastrukturen und -superstrukturen - Programm der gesamten Einrichtungen durch Vertrag zwischen Kommune und Unternehmer: Landplaner 	<ul style="list-style-type: none"> - Karte der Bodenbedeckung - topographische Karte im Maßstab von 1/10.000 - Katasterplan - Parzellierungsplan - Flächennutzungspläne
9. Régies des Quartiers (Verwaltung und Organisation der Viertel) ursprünglich bzw. Bodenbesitzer nach dem Brauch	ländlich-urbane Übergangsgebiete oder urbane Peripherie: Organisation der Grundstücksoperationen wie Parzellierung, Restrukturierung, Flurbereinigung und Instandsetzung	<ul style="list-style-type: none"> - Leitungsschemen der Stadtplanung - provinziales Schema der Raumausstattung - Parzellplan oder Zeilenplan - Plan der Stadtviertel

Akteure bzw. Planungsträger	Logik und Formen der Raumeinrichtung und -ausstattung der staatlichen Organisationen	Dokumenttypen
<p>Stadtwerke</p>	<p>Amt der Konzessionen und für Vergabe von Bauberlaubnissen, Bodennutzungsoperationen Flächennutzungsplan (FNP) Statistik und städtische Raumanalysen als Instrument für die finanziellen Operationen der urbanen Bodenordnung.</p>	<p>– Flächennutzungsplan für die Überwachung/Monitoring – GIS/Karte der Bodenbedeckung – Leitungsschemata der Stadtplanung</p>
<p>10. Direction Générale de l'Urbanisme et de la Topographie (DGUT) Direction des Analyses et Statistiques Urbaines (DASU) Direction de l'Aménagement Urbain (DAU) (Directorat der Stadtplanung) Direction du Transport (DT) (Directorat des Verkehrs)</p>	<p>Ausarbeitung des städtischen Leitungsschemas: Programmierung und Koordinierung aller Masterpläne der mittleren Städte und kleinen Städten Ausarbeitung der Leitungsschemata der mittleren Städte und urbanen Zentren</p>	<p>GIS/Flächennutzungsplan (Leitungsschemata der städtischen Einrichtung) Masterplan der Einrichtung und der Stadtplanung der Kommunen – topographischer urbaner Plan – Grundstückregister (vereinfachter Katasterplan) – Ausstattungsplan – Plan der Stadtplanung von einzelnen – Trassenplanung von klassifizierten Straßen</p>
<p>11. Finanzministerium (Directorat der Staatsvermögens-Verwaltung)</p>	<p>– Einnahme von Grundstückgebühren und Finanzierung der Grundstückseinrichtungen-Operationen, Verwaltung der privaten Grundstücke des Staates – Garantie der Gewährleistung der Bewahrung des öffentlichen und privaten Grundstückes, Bestandaufnahme von tatsächlichem Grundbesitzungsrecht</p>	<p>Katasterplan und topographischer Grundstücksplan (Grundstücksregister)</p>
<p>12. Konzessionäre Gesellschaften, z.B. -SONABEL (Société Nationale Burkinabéd'Electricité) -SONATEL (Société Nationale du Téléphone) -ONEA (Office National de l'Eau et de l'Assainissement) -BUNASOLS -BUMIGEB (Bureau de Recherches Minières et Géologiques du Burkina)</p>	<p>Spezifisches Korridor-Operationelle Einrichtung als notwendig öffentliche Behörde, aber zu unterschiedlichen privaten Verwaltungsmöglichkeiten gemacht. Beispiele sind die Wasser-, Stromversorgung, Telefon-ausstattung, Schemata der diversen Straßen- und Wegennetze (Schéma Voire et Réseaux Divers, VRD) und die einander Ausarbeitung und Durchführung als Bauherr und Meister des Werkes der Plan der diversen Straßen- und Wegennetze und Verwaltungsfeld des Stadtwerks</p>	<p>– Plan des Stadtwerks: Straßen- und Wegennetze in Zusammenhang mit städtische Mitflächenschema – Plan der Ausstattung – Plan der Begrünungsflächen – Plan der Bodenbedeckung – Plan der speziellen Stadtplanung von Details wie z.B. Ouagadougou-2000</p>

Akteure bzw. Planungsträger	Logik und Formen der Raumeinrichtung und -ausstattung der staatlichen Organisationen	Dokumententypen
13. Kulturministerium „Nationals Direktorater der Denkmalpflege“	<p>Inventar aller baulichen Anlagen, <u>heiligen</u> traditionellen Denkmäler und Orte, Ausarbeitung eines „Plans de Sauvegarde de Mises en Valeur (PSMV)“, Plans zur Rettung und zur Erschließung.</p> <p>Die PSMV können, müssen aber nicht, in den Grundstücksreserven zusammen treffen oder nebeneinander liegen, und die Begrünungsflächen zu vergrößern.</p> <p>Eine Karte der Bewertung der Böden ist notwendig</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Karteder Landbewertung - Karteder archäologischen und protohistorischen Stätte - Karteder Bodenbedeckung und des Untergrundes bzw. der Geologie - geomorphologische Karte - Plander Parzellierung - Geotektonische Auswertungskarte
14. Organisation für internationale Zusammenarbeit	<ul style="list-style-type: none"> - Urbanprojekt: Weltbank - Plander Entwicklung großer Metropolen: programmierte Operationen von Renovierung, Restrukturierung und der Wiederbauder öffentlichen Hand durch die Sanierung und Erweiterung des Stadtwirkes: Straßen-, Wegenerneuerung und städtische Müllabfuhr - Projekt „Mittlere Städte“: PNUD/UNCHS-Habitat - Ausarbeitung des kommunalen Ausstattungssprogramms („Programmes d'Equipement Communaux“ (PEC)) - Studierender Programmierung von Bodenordnung, Parzellierung, Wiederausstattung) - Projektedes Parzellierungsschemas - Einsetzung von technischen Behörden und der städtischen Verwaltung der Kommunen - Studierendes Investierungsplans und der Finanzierung der Grundstückeseinrichtungen - Einsetzung von Landinformationssystemen, LIS, wiez. B. des Projektmuster der Stadt Kaya 	<ul style="list-style-type: none"> - Leitungsschemader städtischen Einrichtung (SDAU) - Flächennutzungsplan und Stadtplanung von Bobo-Dioulassou und Ouagadougou - GIS, DGIUT/DAU - Karteder Flächennutzung - Plander Bodenbedeckung - Karteder Bodenbedeckung - Plander Bodenbedeckung/Programmer kommunalen Ausstattung - Informatisiertes Katasterplan wiez. B. Landinformationssystem (LIS) in Kaya
15. DRPC – Reg ionale Technische Direktoate DRPC/Bunassois-Kadiogo	<p>Ausarbeitung von Schemader urbanen Versorgung durch den peri-urbanen Gemischtbauartitel, Notwendigkeit der Auswertung der Böden und des Wassers.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Bodenkundliche Karte/periurbaner Landeskultursplan, SDAU
Centre Regional de Production Agricole (CRA) / BUNASOLS von Bobo-Dioulasso	<p>- Bewertungsschemader vegetalen Ressourcen wiez. B. die Fruchtbaukulturen in Zusammenhang mit dem SDAU von Bobo-Dioulasso. Es stellt ein Problem der Begrenzung der Flächennachher Bewertung der Böden</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Karteder Bodenbedeckung, Leitungsschemader Einrichtung und des Stadtplans

Akteur bzw. Planungsträger	Logik und Formen der Raumeinrichtung und -ausstattung der staatlichen Organisationen	Dokumenttypen
Directionel' Environnement, Direktorat der Umwelt	Einrichtung der Begrünungsflächen mit Pflanzung der Bäume in Zeilen. Schutz der peripheren Baumgürteln. Überwachung/Monitoring der Verschmutzung der Gewässer	<ul style="list-style-type: none"> - Karteder Bewertung der Landressourcen - Leitplander Bodenordnung und des Stadtbaus, SDA U der Stadt Bobo-Dioulasso - Vegetationskarte - SDA U sowie POS, - Schemades Wassers; Karteder Hydrologie und Hydrogeologie - Spezielle Karte: Hydrogrammsynthese
16. Informal-Gruppe	Urbane Gemeinwesen, die noch kein Grundstückrecht haben. Besetzung der noch nicht parzellierten Gebiete, aber bestimmt weder wirtschaftlich noch räumlich marginalisiert (so genannter informeller Sektor der Stadt): eine Einrichtung der factou und aber nicht de jure durch ein organisiertes räumliches und soziales Netz, die ein Angebot für die spätere Legislative schaffen.	<ul style="list-style-type: none"> - "Selbstinitiativ für Parzellierung": - Plander Schemata der diversen Straßen- und Wegenetze, VRD (Vgl. Stadtreserve und -netz) und - Schemata der Bodenstrukturierung des SDA U
17. Minister des Travaux Publics, de l'Urbanisme und del' Habitat (MTPUH) Direktorat des Verkehrswezens	Notwendigkeit des Stadtsverkehrs schemas und des öffentlichen Nutzen dienende Gegenstände und des städtischen Immobilien. Regieralle Transportinfrastrukturen, die Netze und die Knöten.	<ul style="list-style-type: none"> - SDA U - SCU (Schémade la Circulation Urbaine = Schemata der städtischen Verkehrs), und - VRD (= Schemata der diversen Straßen- und Wegenetze)

Tabelle 3: Typen von Akteuren im urbanen Raum mit ihrenentsprechenden Planungsformen und ihrem Bedarfan Typen von Dokumenten

Quelle: eigener Entwurf

(1) SOCOGIB (Société de Construction et de Gestion immobilière du Burkina) ist eine 1962 gegründete staatliche Gesellschaft für die Boden-, Immobilien- und Baumaterialproduktion

Die vorliegende Tabelle beinhaltet die folgenden Feststellungen:

- Die wichtigsten Organisationen auf Landesebene sind:
 - „Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST)“
 - „Institut National d'Études Statistiques“ (INES)
 - „Institut Géographique du Burkina“ (IGB),
 - „Institut de Recherche en Sciences Humaines et Sociales“ (IRSHS)
 - „Bureau National des Sols“ (BUNASOLS),
 - „Bureau de Recherches Minières et Géologiques du Burkina“ (BUMIGEB),
 - wirtschaftlichen Wissenschaften des geographischen Fachbereiches der Universität Ouagadougou, u. a. (Abbildung 11; Tabelle 3, erste Spalte, 13).
- Obwohl sie die Basisquellen der notwendigen wissenschaftlichen und operationellen Dokumentation darstellen, sind sie nicht als Akteure der Raumplanung zu erkennen, da sie zur Zeit kaum Raumordnungsoperationen durchführen. Läßt sich dies aufgrund ihres Status als technische Ämter oder Forschungsorgan rechtfertigen?
- Wenn man den Ämtern und Institutionen die Ausarbeitung und Durchführung der Planungsoperationen anvertraut bzw. sie daran teilnehmen ließe, wäre es möglich, die Zuverlässigkeit und die tatsächlichen Grenzen ihrer Arbeit objektiv zu prüfen. Zudem wäre es sinnvoll, den Anteil der Auto-Finanzierung dieser Institutionen zu erhöhen. Die Orientierung des Betriebsablaufs am Modell des öffentlichen produzierenden und vergüteten Dienstes könnte hier zu einem Beitrag leisten.
- Es besteht auch die Notwendigkeit der Koordinierung der wissenschaftlichen und operationellen Dokumentation: Die Auswahl eines geographischen Informationssystems (GIS), drängt sich im Zusammenhang mit den bestehenden informatischen Strukturen, wie z. B. der „Centre Nationale de Traitement Informatique“ (CENATRIN), auf. Notwendig wäre eine Institution, die zwischen den Strukturen auf zentraler und dezentraler Ebene vermittelt.
- Zum Schluß fällt auf, daß innerhalb der unterschiedlichen Typen bestehender oder notwendiger Dokumenten der unterschiedlichen Gruppensozialen Planungsträger Redundanzen existieren. Diese Redundanzen können mit einer Inventarisierung der urbanen Planungsdokumente minimiert werden. Danach ist es möglich, ein urbanes Informationssystem (UIS) als Dokumentation (ordentliche Folge von Dokumenten verschiedener Typen und Maßstäbe) aufzubauen. Speicherung, Zugriff und Analyse der Daten sind systematisiert, um Synthesen zu ermöglichen, die zu qualitativ neuen Kenntnissen oder Konzepten führen können.

1.1. Inventar der Informationsdarstellungen im städtischen Raum nach Merkmalen und Maßstab

Es ist wichtig, die oben genannten Dokumenten der Tabelle 3 einer präzisen Analyse Merkmalen und Eigenschaften zu unterwerfen, wobei die Präzisionsebene, also der Maßstab, besonders berücksichtigt. Danach wird eine Typologie und eine

Klassifizierung der Dokumenter der städtischen Einrichtungen und Verwaltung im Verhältnis zu den Merkmalen von Fernerkundungsdaten durchgeführt (Tabelle 4).

Dokumente	Merkmale											
	Maßstab	Form	Quelle: Elementer Landschaft	Format	Anschaffungs modus	Stereos- kopie	Zeitliche Auflösung	Ziel	Bearbei- tungsmodus	Ebenen/Bear bei- tung:	Produk- tions- kosten	Verwal- tungs- struktur
a) Parzellierungsplan	1:2.000	graphisch	Geodesie/ Topographie	Vektor	Vermessung	nein	niedrig	operationell	analog/ digital	monothematisch	gering	einfach
b) Restrukturierungsplan	1:1.000	graphisch	Geodesie/ Topographie	Vektor	Vermessung	nein	mittel (10Jahre)	operationell	analog/ digital	monothematisch	mittel	einfach
c) Reorganisationsplan	1:1.000	graphisch	Geodesie/ Topographie	Vektor	Vermessung	nein	mittel (10Jahre)	gründlichund operationell	analog/ digital	polythematisch/ synthetisch	hoch	komplex
d) Flurbereinigungsplan	1:1.000	graphisch	Geodesie/ Topographie	Vektor	Vermessung	nein	mittel(10- 20Jahre)	operationell	analog/ digital	monothematisch	mittel	einfach
e) Restaurierungsplan	1:1.000	graphisch	Geodesie/ Topographie	Vektor	Vermessung	nein	niedrig (>20 Jahre)	gründlichund operationell	analog/ digital	polythematisch/ synthetisch	hoch	komplex
f) Renovierungsplan	1:1.000	graphisch	Geodesie/ Topographie	Vektor	Vermessung	nein	hoch(bis 10Jahre)	gründlichund operationell	analog/ digital	polythematisch/ synthetisch	hoch	komplex
g) Leitplander städtischen Einrichtung undesBaus (SDAU)	1:10.000 bis 1:2.000	graphisch/ schriftlich	Geodesie/ Topologie/ Photographie/ multispektrale Daten	Vektor/ Raster	Vermessung/ Photographie/ multispektrale Daten	ja	mittel (10Jahre)	gründlichund operationell	analog/ digital	polythematisch/ synthetisch	hoch	komplex
h) Städtebauplan	1:1.000bis 1:500	graphisch/ schriftlich	multispektral Daten	Vektor	Vermessung	nein	mittel(10- 20Jahre)	operationell	analog/ digital	polythematisch	mittel	mittel
i) Flächen-nutzungsplan	1:1.000	graphisch	Vermessung undsozio- ökonomische Analyse	Vektor	Vermessung/ Photographie	nein	niedrig >20 Jahre	operationell	analog/ digital	monothematisch	gering	einfach
j) Bebauungsplan	1:500bis 1:250	graphisch	Vermessung/ Photographie/ multispektrale Daten	Vektor/ Raster	Vermessung/ Photographie	ja 3-D	niedrig >20 Jahre	gründlich/ operationell	analog/ digital	monothematisch	mittel	einfach
k) Stadtwerkplan	1:2.000	graphisch/ schriftlich	Vermessung/ CAD	Vektor	Vermessung	ja	hoch (<10 Jahre)	gründlich/ operationell	digital	polythematisch	hoch	komplex
a) Karteder Bodenbedeckung	1:10.000 bis 1:20.000	graphisch/ schriftlich	Vermessung/ Photographie/ multispektrale Daten/CAD	Vektor/ Raster	Vermessung/ Photographie/ multispektrale Daten	ja	mittelbis hoch (bis 10Jahre)	gründlich	analog/ digital	polythematisch/ analytisch	hoch	komplex

Tabelle 4: Klassifikation der Dokumententypen nach verschiedenen Merkmalen und Maßstab

Die Tabelle stellt eine Klassifizierung der Dokumente der Stadtverwaltung und der städtischen Einrichtungen nach wichtigsten Merkmalen dar. Die Gesamten Charakteristiken entsprechen den Fernerkundungsdaten und anderen Daten der (urbane) geographische Informationssysteme. Die gesamten Merkmale erlauben die Bewertung des Beitrags, die Fernerkundungsdaten allein oder in Zusammenhang mit GIS zur Kartographie und zur Bewertung der urbanen Planungsformen zuleisten vermögen.

Die Kartographie der urbanen Planungsformen lässt sich je nach Anwendung und Thematik in basis- und operationelle, mono- und polythematische Karten strukturieren (Tabelle 5).

Integrations-/ Analyseebene	monothematisch		polythematisch	
	basis-	operationell	basis-	operationell
Analytisch	1/ analytische monothematische Basiskarte	2/ analytische monothematische operationelle Karte	3/ analytische polythematische Basiskarte	4/ analytische polythematische operationelle Karte
Synthetisch	5/ synthetische monothematische Basiskarte	6/ synthetische monothematische operationelle Karte	7/ synthetische polythematische Basiskarte	8/ synthetische polythematische operationelle Karte

Tabelle 5: Struktur der Planungskartographie

Quelle: Eigener Entwurf

1/ Eine Karte definiert sich als analytische monothematische Basiskarte, wenn sie nur ein einziges Thema, das nur faktuelle Informationen aus Sicht einer Analyse nachweist, aufdeckt;

2/ Eine Karte definiert sich als analytische monothematische operationelle Karte, wenn sie für die Analyse des Programmseines Planungssektors bestimmt ist;

3/ Eine analytische polythematische Basiskarte ist eine Karte, die zwei oder mehr Themen (die verschmelzen) abdeckt, um eine präzise Diagnose einer Situation zu bekommen, daraus verschiedenen Planungssektoren resultiert;

4/ Bei einer analytischen polythematischen operationellen Karte liegt eine Gesamtheit von Diagnosen nach Intervention von zwei oder mehr Planungssektoren vor. Es handelt sich um die Logik der sogenannten integrierten Planung;

5/ Dies synthetische monothematische Basiskarte stellt eine Serie von Daten, die ein einziges Thema betreffen, dar, mit dem Ziel, aus einer Synthese von Diagnosen einer aktuellen Situation, eine Planungsentscheidung zutreffen;

6/ Eine synthetische operationelle monothematische Planungskarte gleicht der oben genannten Karte, hat aber einen prospektiven Charakter, d.h. nach der Synthese eines Sektors reflektiert sie die Programmierung der Zeit (wann) und des Raumes (wo) des Planungssektors;

7/EinesynthetischepolythematischeBasiskartezeigt dieGesamtheitderDiagnosen allervorgesehenenPlanungssektoren.SiehebtdeutlichdieBeschränkungenund Grenzhervor;

8/EinesynthetischepolythematischeoperationelleKarteistdiekartographische VersionderFünfjahresentwicklungspläneundderstrukturellenintegrierten Entwicklungsplanungen.BeispieledafürsinddieSDAU,POS,SNATundSPAT.

DieProduktionskostenderPlanungsdokumente(Tabelle 4,Spalte 10)hängen abvon:

- derErhebungsmethodederLuft-undSatellitenbilddaten
- dentopographischenundthematischenVermessungenundAufnahmen
- derFlächedesausgewähltenGebietes
- demMaßstabdesPlanungsdokuments
- derAktualisierung
- deraltimetrischenundplanimetrischenPräzision
- derAuflagederPläneundKarten

(JOANNES,PARNOT,RANTRUAetSOW1986:47).

1.2. BeitragderFernerkundungzurKartographieundzurBewertungder urbanenPlanungsformen

1.2.1. ProblemderschätzungdesBeitragesderFE-Daten/GISinBedarfan Information

DieInformationisteineFolgevonordentlichenDaten.Waszähltist,istvon einerpräzisenEvaluierungdesInhaltesdeseinzelnenTypesvon(analytischeund synthetischemono-undpolythematischeBasis-undoperationelleanalytischeund synthetischemono-undpolythematische)Karte(Tabelle 4)dieGrenzender FernerkundungsdateninSachenderAuflösungenundderKapazitätder Aushilfssystemen(Tabelle 4)undinSachenvonKostenderAuswertung(vonder SchaffungbiszuendgültigenAusgabe)wahrzunehmen,umeine VorstellungsstrategiederDokumentationderBodenordnung(Tabelle 4)zu entheben.

KartographiederStadtplanung	Parameter							Fernerkundungsplattformen		Hilfssysteme		
	räuml. Aufl.	spektr. Aufl.	radiom. Aufl.	zeitl. Aufl.	3DDgm	topograp. Vermes.	Maßstab	TypenvonProduktenderentsprechenden SensorenundDetektoren	CAD	GIS	GPS	
-TopographischerGrundstücksplan -Hydromorphopedologische Karte	hoch	pan	nied	hoch	+	+	1:5.000	Satellitenkarte;Orthophoto+DGM+SPOT-HRV-IR ERS-RA;IRS-LIS;SPOT.ENVISAT-SAR; ERS-SAR;Resurs;MOMS;JERS-OMS; KFA-1000	+	+	+	
8 synthetischepolythematische operationelleKarte -Leitplanderstädtischen Einrichtung:(SDAU) -PlanderBodenbedeckung:(POS) -Provinzentwicklungsplan -KommunalesAusstattungsprogramm	hoch	pan/IR	hoch	nied	-	+	1:1.0000	Karten1+2+3+4+5+6+7				
	hoch	pan/IR	hoch	nied	+	+	1:1.000	Karten1+2+3+4+5+6+7+DGM	+	UGIS	-	
	nied	pan/IR	hoch	nied	+	-	1:50.000	Landsat-TM;KWR-1000;Resurs;SPOT; Satellitenkarte JERS-OMS;SPOT;IRS-pan/WIPS;ATKIS	-	+	-	
	hoch	pan/IR	hoch	nied	+	+			+	+	-	

Table 6: BeitragderFernerkundungzuderKartographieundBewertungderstädtischenBodenordnungsformen

Quelle:eigenerEntwurf

DiehierundinkommendenTabellenerwähntenSensorenundDetektoreninderrallgemeinenLiteraturundinsbesondereausKRAMER1996 entnommen.

Tabelle 6 stellt zwei verschiedenen Grundlagender Kartographieder Stadtplanung:

-der Vorgang der Erfassung der Daten findet durch die optimalen Parameter (Spalte 2) der Typen von Produktendertechnischen Fernerkundungssensoren und -detektoren (Spalte 3) statt. Die raumbezogene Informationen werden auf allen Ebenen geometrisch, spektral, zeitlich, 3dimensional und metrisch erfaßt.

-1. Analytische monothematische Basiskarten:

Für diese Typen von Karten (Parzellenplan, Gebäudeflächenplan, Stadtwerksplan, Begrünungsflächenpläne) haben FE-Daten/GIS nur zweirangige Bedeutung.

Die klassische Durchführung des kommunalen Parzellenplans kann durch die Anwendung von perfektionierten opto-elektronischen topographischen Vermessungsgeräten verbessert werden, auch ohne die teureren FE-Daten routinemäßig in Anspruch zu nehmen. Aber wenn es um ein Projekt auf regionaler und/oder nationaler Ebene geht, erweist sich die Anwendung des Hilfssystems Computer Aided Design (CAD) als sicherlich nützlich und ist für eine automatische Aktualisierung notwendig. Die Begrünungsflächen in den Städten Burkina Fasos sind sehr klein. Hieraus entsteht ein Problem: Die extrem hochauflösenden FE-Daten, die für diesen Zweck benötigt würden, sind sehr teuer und ihre Anwendung lohnt sich aus diesem Grund nicht.

-2. analytische monothematische operationelle Karte:

Die operationellen analytischen monothematischen Karten (Verwaltungsplan der Stadtwerke, Parzellenplan, Flächennutzungsplan, ZAD und ZAC) benötigen CAD/GIS für die Auswertung der Daten von Sensoren mit sehr hoher räumlicher Auflösung (NIR, MIR, TIR und Radar) für Baugrunduntersuchungen und die Bewertung der zukünftigen ZAC und ZAD, wobei hier für die Auswertung insbesondere UV -Infrarotkanäle von Interesse sind.

-3. analytische polythematische Basis Karte:

Der Katasterplan ist polythematisch. Mehrere Quellenebenen ihm, je nach den Benutzern, die Hauptkomponenten wie z. B. die Landbeziehungssysteme, finanzielle Werte der Parzellen und Immobilien und topographische Elemente. Er benötigt keine Rohdaten der FE-Daten, sondern die Derivate der ausgearbeiteten Fertigprodukte wie z. B. DEM und Photoplan. Die urbane Finanzverwaltung wird insbesondere durch Statistiken und quantitative Daten aus Berichten mit Hilfe eines GIS gesichert. Für die Bearbeitung dieser Grunddaten benötigt die statistischen Ämter sehr leistungsfähige Software. Diese sozioökonomischen Daten können in ein GIS integriert werden um deren Verknüpfung zu einer Adresse herzustellen. In Burkina Fasos sind hier zu derzeit Projekte im Planungsstadium.

-4 analytische polythematische operationelle Karte:

Das typische Beispiel solcher Karten ist der PSMV (Tabelle 3), der das Inventar des lokalen kulturellen Erbes durch Darstellung der symbolischen Stätte aufzeigt. Für die Erkundung der suboberflächlichen archäologischen Stätte eignen sich die Daten der Radarsensoren. Diese gewonnenen Informationen werden durch lokale sozioökonomische Angaben ergänzt und auf einen Photoplan auf großem Maßstab übertragen. Obwohl der PSMV traditionell in der Stadtplanung Burkina Fasos

vernachlässigt wird, verdient diese Karteerarbeit und in jede Stadtplanungsform integriert zu werden.

-5. synthetische monothematische Basiskarte, z.B. Topographische Karte:

Die aus Höheninformationen und Fernerkundungsdaten mit einer sehr hohen zeitlichen Auflösung hergestellt topographische Karte besitzt, wenn sie mit dem Hilfssysteme gekoppelt ist, folgende Vorteile: Zeitgewinn gegenüber gegenüber der traditionellen topographischen Aufnahme und ein geringerer Einsatz an menschlicher Arbeitskraft und Finanzen.

- 6. synthetische monothematische operationelle Karte (Parzellierungsplan, Verkehrsplan, Ausrüstungsplan):

Zur Parzellierung, der ältesten Bodenordnungsform in Burkina Faso, kommen spätere Formen, wie die Restrukturierung (RAF: Chapitre II, Titre III, Art. 44:27), urbane Flurbereinigung (RAF: Chapitre II, Titre III, Art. 45:26), Restaurierung (RAF: Chapitre II, Titre III, Art. 46:26) und die Renovierung (RAF: Chapitre II, Titre III, Art. 47:26). Was das qualitative der Parzellierung begrenzt, ist der Mangel an Informationen über zahlreiche Elemente der Landschaft, die zu Bewertung der Städte notwendig sind.

Der Bedarf an räumlicher Information kann durch die FE-Daten in Form von be- oder verarbeitete Daten (Tabelle 6) befriedigt werden. Eine andere Datenquelle stellt die öffentlichen Erhebungen, Analysen und Statistiken (Tabelle 4) dar. Die Verwendung von CAD/GIS ermöglicht es, beide Informationsquellen zu verarbeiten und zu verknüpfen. Damit ist sowohl die Kartographie, als auch die Finanz- und Immobilienverwaltung automatisierbar. Zudem ist eine einfache Verwaltung der Kartenwerke möglich.

-7 synthetische polythematische Basiskarte:

Der detailliert topographische Grundstücksplan ist per Definition operationell und begleitet die Form der Bodenordnung wie z. B. die Renovierung. Wenn die Anwendung der FE-Daten notwendig ist, dann muß die räumliche Auflösung die Größenordnung von Zentimetern erreichen. Es muß sich deshalb um Luftbilder und Photogrammetrie des KFA-, KVR- und KWR-1000 (LÖFFLER 1996:36) handeln.

-8 synthetische polythematische operationelle Karte :

Dieser Typ von Karten ist die Synthese der anderen Typen, die FE-Daten nicht direkt benutzen. Sie kann sich auf deren Derivate im Gegenteil kann sie sich auf den derivatenerarbeiteten Produkten, wie DGM oder Photokarten in 3-D stützen. Die typischsten Dokumente sind die SDAU, POS, PEC und der Provinzentwicklungsplan. Um sie zu produzieren ist die Kombination von GIS und CAD notwendig.

Diese städtische Baudokumentation läßt sich mit der des ländlichen Raum ergänzen. Die hier geförderte Planungsdokumente werden nach dem Gebrauch der einzelnen Planungsträger bestimmt.

2. *Intervenierende Gruppen von Akteuren im ländlichen Milieu und ihre Informationsbedarf*

Vom methodischen Standpunkt stützt sich die Identifizierung der Gruppen von Akteuren der Einrichtung im ländlichen Raum stützt sich ganz leicht auf den verschiedenen ruralen Heimatgegenden, die eine Abhängigkeit vom System der Bewirtschaftung nach dem Gradient der großen ökogeographischen Zonen bzw. natürlichen Regionen besitzen. Die Identifizierung findet z. B. von Nordost nach Südwest statt. Sie deckt damit alle möglichen Bodennutzungstypen von den Seminomadenvon Oudalan bis zu den Ackerbauern und neuen Ansiedler der subhumiden Tälern (Tabelle 7). Das Interesse besteht darin, die Strategien und Formen von sichtbaren Einrichtungen so gut wie möglich in der Landschaft zu evaluieren.

		Großgeographische Gebiete				
Landnutzungssystem	Landnutzungs- system	I	II	III	IV	V
		Sandliniensystem trockenenwechsel- feuchtenTropen	Semifeuchte wechselweicheTropen	PlateausundTälerder VoltasundComoe	Inselberge/Gebirgerder zentralenSavanne	Plateaufüße,-hängedes Südwestens
A	Viehhaltung	A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V
B	ViehhaltungundAckerbau	B-I	B-II	B-III	B-IV	B-V
C	GemischtesFarming: AckerbauundViehhaltung	C-I	C-II	C-III	C-IV	C-V
D	AckerbauundForstwirtschaft	D-I	D-II	D-III	D-IV	D-V
E	Fischerei	-	E-II	E-III	-	-
F1	Plantagen:z. B.Baumwolle, Erdnuß,Zuckerrohr	-	F1-II	F1-III	-	F1-V
F2	kommerzielleLandkulturen: Gemüseanbau	-	F2-II	F2-III	-	F2-V

Tabelle 7: Klassifizierung der ländlichen Bodennutzungstypen im Zusammenhang mit den großgeographischen Gebieten

Quelle: eigener Entwurf

-A.I. Das Weideland von Oudalan und Seno

Es geht um die Wirtschaftsformen des Nomadismus und des Halbnomadismus in Form von Transhumanz (GUILLAUD 1994:221). Sie besitzen räumlich konstante, zerstreut liegende Einrichtungsformen, die jedoch zeitlich stark variieren. Im Einzelnen sind dies:

- Wasserstellen
- saisonale oder perennierende Weiden
- Salztonebenen
- Wohngebiete der Regen- und Trockenzeit.

Dies impliziert eine kartographische Dokumentation in „Echtzeit“, die nach Möglichkeit prospektiv und verschiedene Varianten aufzeigt. Zudem geht es gleichzeitig um eine kartographische Basis- und operationelle Dokumentation, die folgende Informationen verlangt:

- *synchrone und diachrone Weidenwirtschaftsbasiskarte* und
- *Wasserressourcenkarte* durch angewandte Hydrologie, Limnologie und Hydrogeologie.

-A.II. Das Weideland der trockenen Täler und Ebenen der trockenen bis wechselfeuchten Tropen

Hier dominiert die Wirtschaftsform der Transhumanz. Die Einrichtungsformen sind grundsätzlich dieselben wie unter A.I. und verlangen daher praktisch dieselben Dokumentationen und Informationen. Hier liegt die Priorität auf Informationen zu weidewirtschaftlichen Ressourcen, da das Wasserproblem schonteilweise gelöst ist.

-A.III. Das Weideland der Täler der Voltas:

Es geht um ein mehr oder weniger rezente Strategie der Anpassung in einem neuen Ökosystem, das das Wasserproblem und den Bedarf an landwirtschaftlichen Ressourcen in Quantität aber nicht in Qualität löst. Zudem existieren weitere begrenzende Faktoren: Übertragung von Epizootien auf empfindliche Rinderarten wie z. B. *Ovis montanus* und *Bos indicus* bei Kontakt mit verseuchten Gebieten. Daraus ergeben sich neue Probleme: Wie kann es gelingen, die Gebiete mit hohem Potential an Wasser-Gras zu nutzen, ohne eine Infektion mit Glossin zu riskieren?

Es ist daher für diese Problemstellung notwendig, *eine Kartographie der spezifischen Biotope* zu besitzen .

-A.IV. Das Weideland der Inselberge/Pedimente

Das Wirtschaften in diesen Gebieten ist der Ausdruck einer temporären Überlebensstrategie, sie stellen eine Art Zufluchtsort dar. Die Weiden wirtschaftsressourcen sind sehr begrenzt und werden schnell degradiert. Nur die widerstandsfähigen Ziegen kommen in dieser Umgebung gut zurecht. Obwohl man nicht von besonders gut strukturierten Einrichtungen sprechen kann, müssen die begrenzten Ressourcen in Hinblick auf ihr Risiko hinsichtlich Bodendegradierung untersucht werden. Dafür ist *eine Desertifikationskarte* notwendig.

-A.V. Das subhumide Weideland des Südwestens

Hier lässt sich ein zootechnischer Erfolg beobachten, der sich durch eine Reihe von Strategien erklärt: Anpassung der trypanotoleranten Rinder und Ziegen und deren Auswahl und Kreuzung zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit und

Erweiterung der Nutzungsskala (Milch, Fleisch, Haut, Dünger, Transport, Vermarktung, usw.) und einer damit erhöhten ökonomischen Wertigkeit.

In diesen Gebieten lassen sich fast alle Wirtschaftsformen, wie z. B. Transhumanz und Seßhaftigkeit, finden. Das Problem liegt nicht in der Kenntnis der Ressourcen der Weidewirtschaft und des Wassers, die gut bekannt und bewirtschaftet sind, sondern in der fehlenden Kenntnis der Bewirtschaftung dieser Ressourcen im Verhältnis zu anderen zusammenhängenden Bewirtschaftungssystemen, mit denen sie manchmal vermischt sind.

Dieser Typ von Informationen lebt von einer Grund- und operationellen Kartographie, in diesem Fall *einer Karte der Bodenbedeckung/Bodennutzung und Pflanzendeckung (POS)/Bodennutzung*.

- B. I. Die Landwirtschaft in den Sanddünen-Zonen

Die natürliche Vegetation dieser Zone wird von diversen Arten mit großer ökologischer Amplitude wie z. B. die *Acacia albida* und manchmal *Balanites aegyptiaca* gebildet. Die resultierende Vegetationsform erinnert an eine Parklandschaft.

Der hier vorherrschende Einrichtungsmodus ist der am weitesten verbreitete in den gesamten tropischen Tropen. Die Landwirtschaft ist der Ausdruck einer lang andauernden Entwicklung: Diese ist nicht automatisch auf eine fortschreitende Seßhaftigkeit, sondern auf ein Erbder alten land- und forstwirtschaftlichen Strukturen zurückzuführen, die durch ihre Entstehung vereinfachte Einrichtungsformen erzeugte. Das Minimum der bestehenden landwirtschaftlichen Elemente sind:

- Geländekulturen für Regenfeldbau
- Beweidung der Dünen während der Regenzeit
- Beweidung der Niederungen in der Trockenzeit.

Diese Aktivitäten finden in unmittelbarer Umgebung der permanenten Siedlung in einer offenen Parklandschaft aus *Borassus ethiopicus*, *Acacia albida* und manchmal *Balanites aegyptiaca* statt. Die entscheidenden Faktoren aller Entwicklungstendenzen dieser Einrichtungsformen sind das Wasser als begrenzender Faktor und der Boden mit seinen wenig bekannten physikalischen und biochemischen Eigenschaften.

Die Dokumententypen, die Antwort auf die Einrichtungs- und Rehabilitierungsprobleme dieser Strukturen geben, sind:

- *Karte der agronomischen Bewertung der Böden*, die per Definition eine polythematische, analytische und synthetische Grundkarte ist
- *Karte der Landdegradierung*, zur deutlichen Hervorhebung aller Paläobrachen und „badlands“
- *Agrarklimatische Karte* (die anderen klimatischen Karten sind schon vorhanden)
- *ein landwirtschaftlicher Wasserversorgungsplan* für die Mikro-Bewässerung und die Rehabilitierung der Seen, Teiche und Bäche
- „*Schemata de l'Eau*“ in erweitertem Maßstab, d. h. eine Kombination von Wasserressourcen und Wassernutzungsplänen.

-B.II. Landwirtschaftliche Strukturen der Ebenen und Täler der trocken und halbtrockenen Tropen:

Hier finden sich die gleichen Einrichtungsformen wie unter B.I. Wenn die Bevölkerungs- und Tierdichte dem Optimum entspricht, können sich die pflanzlichen und tierischen Ressourcen aufgrund ihrer Verfügbarkeit und ihrer Reproduktionsfähigkeit wieder festigen und konsolidieren. Das Problem dieser Einrichtungen liegt viel mehr in der Kenntnis der graduellen Verbesserung der Kulturmethoden. Hier zu könnte die Systematisierung der geobiologischen Konservierungsmethoden der Böden einen Beitrag leisten. Zuden unter B.I. erwähnten Dokumenten plant man eine komplementäre Kartographie: *Bevölkerungsdichte und Dichte des Tierbestandes als Grundkarte* mit allen extrapolierbaren Daten der Verwaltung der ländlichen Grundstücke.

-B.III. Landwirtschaftliche Strukturen der Plateaus und Täler der Voltas:

Die Strategie, die die Grundlage der Genese dieser Strukturen ist, unterscheidet sich von den vorherigen. Diese Strukturen sind in erster Linie die Reliktformen ackerbaulicher Nutzung, deren Basis die Landkultursysteme in der subhumiden Zone darstellen. Nach der Integration resistenter Rinder, Ziegen oder Schafe, bildet es sich ebenfalls eine Parklandschaft. Sogenannte arme und schwierige Böden tragen ein Maximum an Bevölkerungsdichte, die nach unterschiedlichen Standpunkten geschätzt werden kann. Mängel bei der Konservierung der Wasser- und Bodenressourcen führen zu einer hohen Bevölkerungsdichte und damit zu einer relativen „Überbevölkerung“. Dies führt zu einer Strategie der Dekonzentration, der Landflucht und der Besiedlung der „neuen Räume“. Die Umkehrung dieser Prozesse ist die systematische Konservierung der Böden durch verbesserte Anbaupraktiken mit organischer Düngung. Das erlaubt dieser Form, sich zu erhalten und zeigt die Kapazitäten einer ländlichen Gemeinschaft auf, eine Herausforderung zu lösen.

- Aus diesem Grund sollte die Konzeption der notwendigen Dokumente mit dem Ziel der Sensibilisierung, konkreten Popularisierung durch Beweisführung und Animation erfolgen. Daher muß der Träger bei der Erstellung der Karte gewisse pädagogische und wissenschaftliche Grundsätze beachten. Die zu erstellenden Kartenwerke sind:

- *Karte der Morphogenese/Pedogenese Bilanz* (Übertragung von Risiken, Formen und Prozess der Degradierungen)
- *Karte der phyto-kinetischen Bewertung* (tendenzielle Entwicklung der Vegetationsformationen unter Berücksichtigung der Bodenbedeckung/ Bodennutzungspläne)
- *Rehabilitierungspläne der Böden* (Auf Ebene der Siedlungsgebiete)

- B.IV. Landwirtschaftliche Siedlungsgebiete der Inselberge/Pedimente der zentralen Savanne:

Diese Form der Einrichtung, unterscheidet sich nicht von der unter B.III. beschriebenen. Es grenzt an ein Wunder, daß dieses Gebiet demographischen Druck in Verbindung mit dem Druck, der durch das Vieh auf das Gebiet ausgeübt wird, erträgt. Es muß hinterfragt werden, ob es sich hier bei nicht tatsächlich um eine kohärente Strategie handelt, die von der Forschung nicht erkannt wird. Die Form der Einrichtungen kann zwei Aspekte aufweisen: auf der einen Seite stehen vollkommen erschöpfte Siedlungsgebietsreserven, die die reale Grenze der

Ressourcen zeigen, auf der anderen Seite existieren fast unbewohnte Gebiete, für deren Nutzung noch ein Konzept erstellt werden müßte. Sollte das Konzept „Ressource“, das die landwirtschaftlichen Anforderungen begrenzt, nicht um die Bedürfnisse des ländlichen Handwerks und kleiner lokal-verarbeitender Rohstofffabriken erweitert werden?

Das erfordert eine synthetische Karte der Bewertung der Ressourcen der Siedlungsgebiete basierend auf Geomorphologie, Photogeologie und Lagerstättenkunde.

- B.V. Landwirtschaftliche Strukturen der Plateaufüße und der Hänge des Südwestens

Diese Formen sind oft das Ergebnis des Eindringens der Hirten in alte ackerbauliche Strukturen. Wenn es gelungen ist, Konflikte zu lösen und ein dauerndes Zusammenleben zu ermöglichen, entsteht ein gegenseitiger Austausch von Kultur durch „Nachbarschaftsverwandtschaft“. Die tierischen, pflanzlichen und hydrischen Ressourcen bewegen sich im Raum nahe einer unterschiedlichen aber nicht antagonistischen Logik. Ein landwirtschaftlicher „Kalender“ bestimmt den Ablauf der Handlungen und stellt die Bodennutzungsordnung dar. Die klassische Form der Kartographie ist im allgemeinen von den Forschungsorganisationen durchgeführt (Vgl. ATLAS DES STRUKTURES AGRAIRES AU SUD DU SAHARA). Sie stellt die Grundlage für Durchführbarkeitsstudien der mikro-ländlichen Entwicklungsprojekte dar. Trotzdem sollte der operationelle Aspekt unter der Initiative der organisierten Gruppen für die dörfliche Selbst-Entwicklung wieder zurückkehren.

- C.I. Intensive Formen des Landbaus und der Tierzuchtungsintegration im Dünenrelief der trockenen Tropen:

Um jede Verwechslung mit den vorherigen Strukturen zu vermeiden: hier geht es um ein Konzept, das an das „mixed-farming“ erinnert. Es definiert sich als eine Einrichtungsform, die in einem intensiven Produktionssystem alle verfügbaren pflanzlichen und tierischen Ressourcen in einem Prozeß der funktionellen Identifizierung integriert. Die realen Bedingungen verlangen, daß man bei den kleinen Formen der dominierenden ackerbaulichen oder weidewirtschaftlichen Systeme beginnt.

Die auffälligen Weidebetriebe in Oudalan und Senos sind um die permanenten Siedlungen und Wasserflächen konzentriert. Eine Logik zur Systematisierung dieser Formen forderte eine Gesamtsicht

- *der großen Seendesrelikten exoreischen Systems des Nigerbeckens*
- *der Präzisierung der Verteilung der kleinen Wasserscheiden*

einer ausführlichen hydropedologischen Auswertung in Maßstab von höchstens 1:10.000 mit dem Ziel der Ausweisung von Flächen, die für gravitative Bewässerungssysteme geeignet sind.

Dafür sind *drei dimensionale hydrogeomorphologische Karten* in wünschenswert. Aufgrund der zukünftigen Erschließung dieser Gebiete könnte anders möglich sein: der Import aus den südlichen Regionen konzentriert auf Futter. Es werden leistungsfähige Einheiten entstehen, die sich in der Zone zerstreuen. Das wirtschaftliche Argument hätte gewonnen.

-C.II. Mixed Farming in den Ebenen und Tälern der trocken und halbtrocknen Tropen:

Diese Formen erinnern an die unter C.I. beschriebenen, besitzen aber den Vorteil, besser strukturiert zu sein. Alle pflanzlichen und tierischen Ressourcen sind hier vertreten. Der begrenzende Faktor liegt in der Gefahr der potentiellen genetischen Verbesserung in biologischer und zootecnischer Hinsicht, was nach Aussage bestimmter Biologen eine positive Entwicklung ist, die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen und Tiere jedoch vermindern könnte. So agiert man mehr auf Basis einer natürlichen Ernährungsbilanz und einer Massenprophylaxe.

Das entscheidende Element dieser Formen, das sich in der Parklandschaft entwickeln haben, ist die Verbindung von Futterkulturen zu der Ernährung dienenden Kulturen. Es geht um ein qualitatives mixed-farming, das nicht unbedingt die Maxima der zooökonomischen Parameter erreicht. Der komplementäre ackerbauliche Abschnitt ist die Systematisierung der Verwendung des Pfluges und die vorsichtige Annahme der ausgewählten, leistungsfähigeren Pflanzenvarietäten. Hierzu ist eine operationelle Karten notwendig, dies sogenannte *Karten der Wertbestimmung und Bestandsaufnahme der Flächen für Regen- und Bewässerungsanbau* (Vgl. FAO Soils bulletin no 52, 1976), die sich auf die klassischen agronomischen Karten stützt, jedoch besser ist.

- C.III. Mixed Farming in den Plateaus und Tälern der Voltas: Hier kehren sich die Prozesse der Genese der eingerichteten Strukturen um: Das Tier dient erst der vegetalen Produktion. Außerhalb der Plateaus mit Getreide/Leguminöse Kulturen unter Parklandschaft oder nichts in die Täler, in denen eine mal die notwendige Sanierung durchgeführt ist, die eine Grundlage zu einem leistungsfähigen Einrichtungsmodus von „mixed-farming“ anbieten. Der Reisanbau, der den gespannten Pflug nutzt, die Beherrschung des Wassers, die von einer einfachen und wirksamen, von der chinesischen Zusammenarbeit überbrachte Technik inspiriert wurden, soll sich von den Unterstützungsmaßnahmen der Produktion begleiten lassen. Erleichterung des Zuganges zu den Eintrenden und kleine Bearbeitungseinheiten von Reis und seine Derivate für den Ranchen

Es geht mehr um eine neue Orientierung der agronomischen Forschungen, der agraren Landtechnik und besonders der ländlichen Wirtschaft in Ergänzung der schon verfügbaren Basisforschungen (Vgl. Document techniques de l'ONAT, ex. AVV), die nur beschränkter Öffentlichkeit bekannt sind. Es ist die Informatisierung dieser Dokumente, die das Problem der Zerstreung der Information auf die der Planer stoßen. Dann ist für das Einrichtungssystem, das Mixed Farming in den Plateaus und Tälern der Voltas die GIS Anwendung notwendig.

-C.III. Mixed Farming auf den Plateaus und in Tälern der Voltas:

Hier kehren sich die Prozesse der Genese der eingerichteten Strukturen um: Das Tier dient in erster Linie der Pflanzenproduktion. Auf den Plateaus liegen sich Getreide und Leguminöse Kulturen, die sich teilweise unter Parklandschaft befinden. Daneben existieren die Täler, die eine Grundlage zu einem leistungsfähigen Einrichtungsmodus von „mixed-farming“ bieten, wenn die notwendigen Sanierungen durchgeführt werden. Der Reisanbau, der den Pflug nutzt und dessen einfache und wirksame Wassertechnik ein Erbe der chinesischen Zusammenarbeit ist, soll sich

vondenstaatlichenUnterstützungsmaßnahmenbegleitenlassen.DerZugangzuProduktenwiez. B.Dünger,InsektizideundPestizidesolltefürBauerneleichtertundkleineBearbeitungseinheitenvonReisundseinenDerivatenaufdenWeidebetriebsollteneingerichtetwerden.

EsgehtspeziellumeineneueOrientierungderagronomischenForschungen,deragrarenLandtechnikundbesondersderländlichenWirtschaftinErgänzungzuderschonverfügbarenBasisforschungen(Vgl.Documentstechniquesdel'ONAT,ex.AVV),dienureinereingeschränktenÖffentlichkeitbekanntsind.DiePlanerhabendasProblem,daßeskeinezentraleInformationstellefürdieseweitverstreutvorliegendenDokumentegibt.HierfüristfürdasEinrichtungssystemdesMixedFarmingindenPlateausundTälernderVolltaseineGISAnwendungnotwendig.

-C.IV. GrenzederIntegrationderLandwirtschaftindenInselbergenderzentalen Savanne:

EsistnichtrichtigdieseGebieteals„nutzloseGebiete“zubezeichnen.Ebensofalschistes,inderRaumplanungvon„natürlichenEinrichtungen“zusprechen.JedesGebietistimVerhältniszueinerbestimmtenEinrichtungsaktivitätanzweckvoll.DieseGebietestelleneineReserverderzoologischenRessourcenundderspezifischenBeständedar.DieDarstellungfindetmitderKartederFloraundFaunastatt.

-C.V. Potentialfür„mixed-farming“indenFußplateausdesSüdwestens:

HierfindetsicheineoptimaleKombinationvontierischen(Rinder,Ziegen,Schafen,usw.),pflanzlichen(reichlicheBeweidungen)undhydrischen(permanenteWasserflächen)Ressourcen.DiessindoptimaleVoraussetzungenfür„mixed-farming“.FastallderFoodcrops(ErnährungdienendenKulturen),GetreideundLeguminose,sindintensivangebaut,umdieOptimierungderTierproduktionzuermöglichlichen.

DerEinsatzdesPflugeszurBodenbearbeitungistbekannt,aberseine systematischeVerbreitungstößtaufSchwierigkeiten:KleinbauernundBetriebemitkleinenVerarbeitungseinheitenhabenschlechtenZugangzuKrediten.DieEinrichtungsformresultiertvonderEvolutionderaltenagrarenSiedlungsgebieten,diesichmehrdurchdiertierischeundvegetaleorganischeDüngungsstrukturieret,daherläßt sichdieDichtederhumanenundanimalenBevölkerunginPotentialität abernichtin„Überlastung“interpretieren.Zielmußsein,durchdieErhöhungdesProduktionsniveausdiegenutztenFlächenzuerhaltenundtrotzdemdasbiologischenPotentialdurchReproduktionzubewahren.DieübrigeSiedlungsgebietsreserveistdensemi-naturellenundden„heiligenWäldern“reserviert.

DieArtderangepaßten spezifischenKartographie zudieserProblematikist *dieKartederParklandschaften* ,diediephysionomischenundfloristischenAspekteunterdemAspektderBegrenzungderAnbauflächenunddersemi-natürlichenFlächenimVerwaltungskontextdesSiedlungsgebietesdarstellt.

-D.I. EinrichtungeninderAgro-ForstwirtschaftinderDünenregiondertrocknen Tropen:

Die Agro-Forstwirtschaft, die durch die Nutzung des Baumes eine Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktionssysteme darstellt, ist in dieser Zone bekannt, aber diese Strategie hat sich bereits gegenüber dem Prozeß der Desertifikation fixiert, um sich in eine einfache Wiederaufforstung durch importierte Arten (*Neem, Eukalyptus*,) zu karikieren. Die Einbeziehung der Forstwirtschaft ist ein tatsächliches und primordiales Ziel, d.h. die Nahrungsselbständigkeit ließe auch eine Energie selbständigkeit vermuten. Die beiden dominierenden Formen sind die Wiederaufforstung durch Bepflanzung mit Eukalyptus, für Schutz und Brennholz. Die Rehabilitierung der Parklandschaften mit den Arten *Acacia albida, Acacia senegal* ist noch durchzuführen. Für die Spezialisten sollte das Konzept „Agro-Forstwirtschaft“ mittelssystematischer Aufforstung noch weitergehen. Karten der Holzarten mit einer starken Wärmeerzeugung sind zu erstellen. Im Zusammenhang mit der Verwaltung der Weideländer bleiben noch Probleme aufgrund der Mobilität des Viehs.

-D.II. Agro-Forstwirtschaft in den Ebenen und Tälern:

Diese Einrichtungsform der trockenen und halbtrockenen Tropen ist der unter D.I. aufgeführten ähnlich, sie ist aber aufgrund der höheren Bevölkerungsdichte besser strukturiert. Das perennierende Gras der feuchten Niederungen und die Sträucher spielen dieselbe Rolle wie die Bäume bei Konservierung der Böden. Die Gräser (*Vitiveria nigritiana*, etc.) die Sträucher (*Piliostigma reticulata* und *P. thoningii*, *Combretum micrathum*) ergänzen die Viehdüngung. Die Bedrohung dieser Einrichtungsformen liegt vor allem in der Gefahr, technische Modelle, die sich anderswo als nützlich erwiesen haben, direkt zu übernehmen. Die Forderung für eine operationelle Kartographie ist eine Karte des Inventars der Baumartentypen und der perennierenden Grasteppiche durch Interpretation der detaillierten klassischen Vegetationskarten in Maßstab bis ca. 1:50.000.

-D.III. Agro-Forstwirtschaft auf den Plateaus und in den Ebenen der Voltas

Es ist eine Einrichtungsform, die aus physiognomischer und funktioneller Sicht zwischen der eigentlichen Baumkultur und der Parklandschaft, die sich innerhalb der Siedlungen jedoch nicht auf den Anbauflächen befindet, steht. Es ist oft sehr schwierig zu unterscheiden, ob es sich um semi-natürliche Vegetation der Parklandschaft oder um „heilige Wälder“ handelt. Diese Gebiete besitzen vielfältige Komponenten, deren Ausstattung auf unterschiedlicher Logik basiert. Auf dem Maßstab des gesamten Ökosystems ist es interessant die Typen von Ausstattungssystemen nach Art und Kombinationsmodus zu kartieren. Es sind Agrarstrukturkarten, die hier für erstellt werden müssen.

-D.IV. Schwierigkeit der Agrar-Forstwirtschaft auf den Inselbergen der zentralen Savanne:

Die traditionelle Agro-Forstwirtschaft ist nur schwach entwickelt, danur geringe Waldressourcen, in Form von Holzsavannen in Inseln aus Relikten der semi-natürlichen Vegetation, vorhanden sind. Diese stammen von trockenen Combretaceen-Wäldern, sich ausdehnenden Akazienbeständen an den Hängen oder isolierten Baumarten, die Zeugendeshumideren Paläoklimas sind. Sie sind von großem wissenschaftlichem und touristischem Interesse. Aus diesem Grund müssen diese Vorkommnisse geschützt und konserviert werden. Es wäre übertrieben zu sagen, daß die beste Art und Weise der Einrichtung „nicht einrichten“ ist. Es sind lokale Entwicklungsprojekte, die ausreichende Mittel und Organisation für die Erstellung

von Mikrostrukturen wie Ministauseen und Pisten für die Verkehrserschließung, mobilisieren können. In erster Linie gilt es, das Ausmaß der Degradierung zu identifizieren und daraus eine operationelle Karte der Aufforstung und Begrünung zu erstellen.

-D.V. Potential für Agro-Forstwirtschaft auf den Plateaus des Südwestens:

E handelt sich hier um die aus Agro-Forstsystemen stammenden besser fixierten Einrichtungen mit industriellen Absatzmärkten. Die traditionelle Baumkultur liegt neben der modernen Plantage in der Nähe einiger industrieller Einheiten der Städte des Südwestens, nämlich Bobo-Dioulassou und Banfora. Sie konkurrieren nicht direkt mit anderen Nutzungssystemen, da die Böden verfügbar sind und die „Reforme Agraire et Foncière“, (RAF) ländliche Konzessionssysteme für diese Art von Einrichtungen vorsieht. Was die Einrichtungen begrenzt, ist, daß sie von den verarbeitenden Fabriken, die selbst den Fluktuationen der Märkte und oft ihrer tatsächlichen Betriebskapazität unterliegen, abhängig sind.

Die notwendigen monothematischen Karten sind die Karte des Inventars der domestizierenden Baumarten nämlich die *Andansonias digitata*, *Ficus gnafalocarpa* *Manguifera indica* durch Interpretation der Vegetationskarten.

-E. Fluß- und Seefischerei

Man kann hier nicht von einer reinen Fischereiwirtschaft sprechen, abgesehen von einigen Ausnahmen wie den Sourou und den Mouhoun in den Provinzen von Sourou und Mouhoun. Die Fischerei ist immer mit Ackerbau assoziiert und variiert mit der jährlichen Niederschlagsmenge. Die Aktivität nimmt aufgrund der modernen hydroelektrischen Stauseen zu. Die Stauseen enthalten Ressourcen für die Fischerei, deren systematische Bewertung durchzuführen bleibt. Die durchgeführten hydrobiologischen Forschungen im Rahmen der Sanierungsprojekte der Täler der Voltass sind vorhanden. Es wäre von Nutzen, sie in *eingographisches Informationssystem der limnologischen Daten* der Stauseen von Kompenga, Bagré und anderen zu integrieren.

-F1. Die Reihe von „Cashcrops“: Baumwolle, Sesam, Erdnuß und Suckerrohr

Für sie besteht im eigentlichen Sinn kein besonderer Einrichtungsmodus. Sie sind in die ursprünglichen Kulturformen der Grundnahrungsmittel integriert. Zum einen geht es um eine dualistische Strategie, „Cashcrop“ gegenüber „foodcrop“, zum anderen um eine Ergänzungsstrategie, „cash und foodcrops“. Diese Formen liegen hauptsächlich im Westen, entlang des Sourou zwischen Di und Gassan in der Sourou Provinz, des Mouhoun über Bobo-Dioulassou zwischen Dedougou und Banfora und in den Perimetern auf dem Bougouriba, Nakmbé (Bagré), Nazinon und Compiana.

Die Art adäquater operationeller monothematischer Kartographie ist die *agrar-meteorologische Karte* mit einer großen räumlichen und zeitlichen Auflösung für Ernteaussichten und Terminen über das Erwachen der Zugheuschrecken (Vgl. Karte der Biotope). Als Basis Karte dient die aus bodenkundlichen und hydrologischen Forschungen stammende *Karte der Boden- und Wasserbewertung* mit großem Maßstab (1:10.000 bis 1:25.000).

-F2. Reiheintensiver, „cashcrops“ Kulturen: Frucht- und Gemüseanbau:

Zwei Formen lassen sich je nach Lage unterscheiden. Die Erste befindet sich in den urbanen peripheren Gürteln der Städte Ouagadougou, Bobo Dioulasso, Ouahigouya, Koudougou, Banfora und Dedougou, die Zweite liegt in den Ebenen und Tälern der Flüsse Sourou, Kou, Nakambe bei Bagré, Lac Bam, und Lac Kaya.

Die erste Form untersteht der *urbanen Einrichtungskartographie*, wie dem Leitungsschemader Einrichtungen und der Stadtplanung und dem *Plan der Bodenordnung*, in deren besonderen Abschnitten sie ausgewiesen werden. Die zweite Form integriert sich in die *Kartographie der Siedlungsgebiete* (Vgl. F2).

Diese detaillierte Darstellung zeigt den Bedarf an Basis- und operationeller Kartographie in großem Maßstab.

2.1. Kartographie der Bodenordnungsformender Siedlungsgebiete

Die Bodenordnungsformender Siedlungsgebiete sind die Formender Nutzung der Böden. Ihre Kartographie hängt wie bei den urbanen Planungsformen (Vgl. 1.3.), von den räumlichen, sachlichen und zeitlichen Informationen und weiterendirekten und abgeleiteten Informationen aus Planungsformengruppen ab. Sie lässt sich wie bei den städtischen Planungsformen (Tabelle 5) strukturieren

Hinsichtlich der Bereiche Kartenproduktion, über die Anwendung bis zur Verwaltung sind Karten durch eine Reihe wichtiger Merkmale (Tabelle 8) gekennzeichnet. Ein Ziel der Karten ist, politischen Entscheidungsträgern und Raumplanern zu ermöglichen, Vorstellungen und Erkenntnisse über die Vergangenheit, den Ist-Zustand und die geplante Wirklichkeit schnell und preiswert darzustellen.

Kartographie		Merkmale						
Basis- und Operationskartographie (Dokumentation)	Thematische Komponenten (Quellen oder Derivative)	Maßstab	Form	Format	Zeitliche Auflösung	Stereoskopie	Produktionskosten	Verwaltungsmodus
1. Weidewirtschaftsressourcen	- Botanische Karte (große Vegetationsgruppen) - Phytosoziologische Karte (Dynamik der Vegetationsformationen) - Kartedepotentialen Phytomas (NDVI)	1:10.000 1:10.000 1:200.000	digital analog analog/digital	Raster Raster Raster	mittelfür Holzgewächse hochfürGras mittelfür Holzgewächsehoch fürGras hoch	nein nein nein	mitte teuer billig	einfach einfach einfach
2. Wasserressourcen	- Hydrologische Karte/hydrologische Modelle - Hydrogeologische und hydrogeomorphologische Karte - Agrar-meteorologische Karte - agrar-hydraulisches Schema	1:50.000 1:50.000 1:50.000 1:200.000	analog/digital digital digital analog/digital	Vektor Vektor Vektor Vektor	mittelfür (Modelle) hochfür(Karte) mittel sehrhoch niedrig	ja ja nein ja	teuer teuer mittel mittel (verfügbar)	komplex komplex einfach einfach
3. Kartederspezifischen Biotop (verseuchte Gebiete mit Risiken)	- Hydromorphologische Karte - Kartedepotentialen Phytomas - Forschung der Ökologier der Schädlinge (Heuschrecke und Raupen) - Fliegen (Tse-Tse; Onchocerciasis)	1:50.000 1:200.000 -	digital analog/digital Text	Vektor Raster Raster	mittel hoch	(ja)	mittel teuer	komplex komplex
4. Karte der Boden-degradierung (Erosion und Desertifikation)	- Morphobodenkundliche Karte (Formen und Prozesse der Erosion) - Ortho-Photo/Satellitenkarte - Karte der Bodenbedeckung	1:50.000 1:50.000 1:50.000	analog/digital analog/digital analog/digital	Vektor/Raster Vektor/Raster Vektor/Raster	mittel/niedrig mittel/hoch mittel/hoch	ja ja nein	mittel hoch mittel	komplex komplex einfach
5. Karte der Bodenbedeckung und -nutzung (Siedlungsgebietmanagement)	- Photogrammetrische und digitale Bilddateninterpretation - Aufnahme der Siedlungsgebiete (Plan der Agrarstrukturen) - Sozioökonomische Befragung	1:50.000 1:10.000	analog analog	Raster/Vektor Raster/Vektor	hoch mittel	ja nein	teuer billig	komplex einfach

Kartographie		Merkmale						
Basis- und Operationskartographie (Dokumentation)	Thematische Komponenten (QuellenoderDerivative)	Maßstab	Form	Format	Zeitliche Auflösung	Stereoskopie	Produktionskosten	Verwaltungsmodus
6. Topographische Karte	-Ortho-Photo Satelliten-Karte	1:5.000bis 1:50.000	analog/digital	Raster/Vektor	niedrig/ mittler/hoch	ja ja	teuer teuer	einfach komplex
7. KartederBodenbewertung	-Bodenkarte -bodenkundlicheKarte -hydromorphologischeKarte -VermessungdesStedlungsgebietes -KartederWasseres-sourcen	1:50.000	analog	Raster	niedrig	nein	billig/be-kann) teuer	einfach
8. PlanderEinrichtungund SanierungderStedlungsgebieten	-(poly)thema-tischeSynthesevon Kartographien1+2+3+4+5+6+7	(vielfältig) GIS	digital/analog	Raster/Vektor	hoch/niedrig	ja	teuer	komplex
9. SynthetischeKarteder BewertungderBodmessourcen	-GeologischeKarte(Fotographien) -KartederErzstätten -HydromorphologischeKarte	1:50.000	analog	Raster	niedrig	nein	teuer	komplex
10. Kartederhydropedologischen BewertungderMikro-Wasserscheiden	-PedologischeVermessung -HydrologischeVermessung -Ortho-Photokarte/Satellitenkarte	1:10.000	analog	Raster	niedrig	ja	teuer	einfach
11. Karteder Vegetation/Zoogeographie	-AgrarklimatischeKarte -sehenKarteNr.1+Inventarnach derlokalenTradition	1:50.000	digital	Vektor	hoch niedrig	nein	mittel	einfach
12. KartederParkland schaft (PhysiognomieundPhytokinetik) undpermenntHerbaceenteppiche	-BotanischeKarte +vereinfachtePflanzensoziologische Karten Ortho-Photo/Satellitenkarte	1:10.000 1:50.000	analog/digital digital	Raster/Vektor Raster/Vektor	mittel mittel	nein nein	mittel mitte	einfach einfach
		1:10.000	analog/digital	Raster/Vektor	hoch	ja	teuer	komplex

Kartographie		Merkmale						
Basis- und Operationskartographie (Dokumentation)	Thematische Komponenten (Quellen oder Derivative)	Maßstab	Form	Format	Zeitliche Auflösung	Stereoskopie	Produktionskosten	Verwaltungsmodus
13. PlanderRehabilitierung der Siedlungsgebiete (sektorielle Einrichtung)	-Karten Nr. 4+5+12 für die finanzielle Bewertung und das Schemader ländlichen Infrastruktur	1:10.000	digital/analog	Vektor/Raster	mittel	nein	mittel	einfach
14. Prospektive agrarmeteorologische Karte	Alphanumerische Satellitendaten	1:100.000 und kleiner	digital/analog	Vektor	sehr hoch	nein	billig	einfach
15. Flächennutzungsplander mittleren Städte und urbanen Zentren (intra- und periurbane Felder- und Gartenbau)	Siehe tatsächliche Bodenordnung	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 8: Kartographisches Bodenordnungsform der Siedlungsgebiete
 Quelle: eigener Entwurf

Tabelle 8 stellt zwei Grundlager der Kartographie der ländlichen Raumplanung dar: den Vorgang der Datenerfassung, der den Erfassungsparametern der Fernerkundungsdaten entspricht, und die Parameter für den Gebrauch der Werkzeuge zur Verarbeitung, Speicherung und Darstellung der Daten mit den dafür vorgesehenen Hilfssystemen wie z. B. CAD, GIS und GPS. Die raumbezogenen Informationen werden auf allen Ebenen geometrisch, spektral, radiometrisch, zeitlich, 3dimensional für die Basis- und Operationelle Karten, besonders der Wasser-, Bodenressourcen und topographischen Kartenerfaßt (Vgl. Tabelle 6).

Auf dem Stadium der ländlichen Bodenordnung stellt sich das Problem nicht mehr in Sachen von einfachen klassischen Basis- und/oder operationellen Karten, deren Informationsbedarf, der teilweise von der Fernerkundung abstammend, durch thematischen Komponenten bewertet wurden (Tabelle 8).

Die Erfordernisse der ländlichen Bodenordnung, Hauptaspekt der Raumplanung in Burkina Faso, stellt sich aufgrund seiner Komplexität wie eine Synthese der gesamten Kartographie dar, angereichert mit qualitativen und quantitativen sozioökonomischen Berichten, die zur Bodenordnungsdokumentation führen. Das Konzept der Bodenordnungsdokumentation kann nicht mehr alle Informationsbedürfnisse befriedigen. Es läuft dabei Gefahr, sich in vagen Verallgemeinerungen zu verlieren. Das Problem löst sich auf der Ebene der abgeleiteten Karten (Tabelle 8: Spalte 2), wo sich die meisten ab der Bestimmung der genannten Bedürfnisse selbst entwerfen. Es handelt sich um eine Kompromisslösung zwischen den Basis- und operationellen kartographischen Zielen auf der einen und den Qualitäten und Merkmalen der in Informationen umgewandelten Daten auf der anderen Seite.

Das GIS, das bisher ein Hilfssystem der Fernerkundung ist, erweist sich als notwendiges Werkzeug für die Verwaltung eines regionalen Bodenordnungssystems. Diese Situation impliziert die Wahl eines Projektes auf provinziellem, regionalem und sogar nationalem Maßstab mit allen institutionellen Maßnahmen der Restrukturierung, die dies fordern.

Der Raumplaner in ländlichen Räumen benötigt die klassische thematische Kartographie, deren Qualität durch schlechte Entwürfe oder mangelnde Präzisionen limitiert ist. In Bezug auf die Auswahl der abgeleiteten thematischen Karten entspricht der Art der Bodenoperationsoperationen entsteht ein doppeltes Problem: Entweder die basisthematischen Karten sind mangelhaft oder überholt oder das theoretische Konzept der abgeleiteten Karte selbst ist unzureichend.

Es wird geprüft, welchen Beitrag Fernerkundungsdaten bei der Lieferung der von den Karten der Bodenordnung verlangten Informationen leisten können.

2.1.1. Beiträge der Fernerkundungsdaten zur Kartographie der Ressourcen und natürlichen Bedingungen für die Planung der Siedlungsgebiete

Die Ressourcen des Landes, die für die Menschen notwendig sind, sind Boden, Wasser, Vegetation, natürliche Energiequellen und mineralische Rohstoffe. Information über sie wird auf supra- und innerstaatlichen, regionalen, Siedlungsgebieten oder lokalen Ebenen der Raumplanung gebraucht. Diese große

Menge von Daten, die die Bewertung der Landressourcen erlaubt, wird mehr und mehr mit Hilfssystemen verwaltet.

Die Funktionalität der benutzten Hilfssysteme ermöglicht die Be- und Verarbeitung der Bilddaten und die Produktion der Kartographier Ressourcen und natürlichen Bedingungen für die Planung des ländlichen Raums. Sie erlauben die Auswertung, Berechnung und Ergänzung von Information in Abhängigkeit von den Bedürfnissen unterschiedlicher Nutzer, darunter die Regierung und die Akteure der Raumordnung/-planung. Solche Serien von koordinierten Operationen benötigen Hilfssysteme wie CAD, GIS/LIS und GPS (Tabelle 9 Spalte 3.).

Als besonders wichtig ist die Möglichkeit einzuschätzen, dass der räumlichen Aspekte der betrachteten Gebiete, der Lebensweise der Bewohner und der räumlichen Potentialen nicht nur zu speichern, sondern sie in Modellen von Prozess der Umwelt und der Sozioökonomie mit dem Ziele einzusetzen, Raumplanung auf nationaler, provinzieller und regionaler Ebene optimal durchzuführen.

KartographierländlichenPlanung	OptimaleParameter.							ProdukttypenderangepaßtenSensorenundDetektoren	Hilfssysteme		
	Kartenypen/synthetischeBasisund operationelleDokumentation	räuml. Aufl.	spektr. Aufl.	radion .Aufl.	zeitl. Aufl.	3-D DGM	topo. Verm.		Maßstab	cad	gis/ lls
I. SynthetischeBasisdokumentation:											
1. agrostologischeRessourcen											
-GroßeVegetationsgruppen	hoch	IR hoch	hoch	nied	+	-	1:10.000	TM-3;JRS;MOMS;SPOT-VMI;HIRIS;Resurs;-MS-4; Radarsat;IRS	-	+	+
-Phyrodynamik	hoch	IR hoch	hoch	hoch	-	-	1:10.000	IRS-LIS;SPOT-VMI;AVHRR;Resurs;Radarsat	-	+	+
-Biomassentpotentiale(NDVI)	nied	hoch IR	hoch	hoch	-	-	1:200.000	SPOT-VMI;TM2.4;IRS-VMI;AVHRR;ENVVISAT-ASAR/MERIS	-	*	*
2. Wasserressourcen											
-hydrogeologischeKarte	hoch	hoch VIS IR	hoch	hoch	+	-	1:50.000	SPOT-HRV;TM.5,6,7;SAR-TK-360;ERS-RA;Radarsat;MOMS	+	+	+
-KartederhydrologischenModelle	hoch	hoch IR	hoch	hoch	+	-	1:50.000	ERS-SAR;JERS-SAR;RESURS-MK-4;ERS-AR; RADARSAT;MOMS;IRS-LISS;SPOT-HRV	*	*	*
-hydroklimatischeKarte	nied	-	-	nied	-	-	-	-	+	+	+
-landwirtschaftlichehydrologisches Schemata(vorhanden)											
-hydromorphobodenkundlicheKarte	hoch	pan IR	hoch	nied	+	+	1:50.000	SAR;ENVISAT-ASAR;MOMS;IRS-LIS/PAN; SHUTTLE-SIR-CIX-SAR;SPOT-HRV;RESURS-MK-5; KFA-1000;JERS-OMS	+	+	+
-ozeanographischeAufnahmenund kontinentaleGewässer(großeSeen, BeckenderMouhoun,Nakambe, NazinonundihreZweige								ADEOSII-GLI(GlobalImager)(Klassifizierungder Phytoplanton) ALMAZ-SROM BewertungderBioproktivität)			
3. KartederspezifischenBiotopie (gefährdeteGebiete)											
-HydromorphologischeKarte (Geländeanalyse)	hoch	pan IR	hoch	nied	+	-	1:50.000	SPOT-HRV;ENVVISAT-ASAR/MIPAS;IRS-LISS/PAN;ERS-SAR;JERS-SAR/OPS;RESURS-MK-4/KFA-1000;MOMS	*	*	*
-KartederPotentialederBiomasse	hoch	pan IR	hoch	hoch	-	-	1:20.0000	IRS-VMI+SPOT-VMI+KWR-1000+TM2.4,5	-	+	+
-StudienderÖkologiederTräger derErregernundbiochemischen Zyklen	-	-	-	-	-	-	-		-	+	-
4. KartederDegradierungderBöden											

KartographiederländlichenPlanung	OptimaleParameter.							ProdukttypenderangepaßtenSensorenundDetektoren	Hilfssysteme			
	räuml. Aufl.	spektr. Aufl.	radion .Aufl.	zeitl. Aufl.	3-D DGM	topo. Verm.	Maßstab		cad	gis/ lls	gps	
Kartenypen/synthetischeBasisund operationelleDokumentation												
-bodenkundlicheVermessung	hoch	pan	hoch	nied	+	+	1:10.000	MOMS-02;KVR-1000+RESURS-F2;ASAR;TM-4,5,6	+	+	+	
-hydrologischeVermessung	hoch	pan IR	hoch	hoch	+	+	1:1.000	„„, DGM/stereo	+	+	+	
-agrar/klimatischeKarte	hoch	IR	hoch	nied			1:50.000	Ortho-photo/Satellitenkarte ERS-LBR;AVHRR;TOPEX-POSEIDON;TRMM	*	-	-	
10. KartederVegetation												
-Bewertungenachderlokalen Perspektive	hoch	pan IR	hoch	hoch	nied hoch	+	-	Satellitenkarte;Orthophoto;SPOT-VMI;IRS-LIS;AVHRR; KVR-1000;TM	-	+	+	
11. KartederParklandschaftund perenierenderGrasstepiche												
-GeobotanischeVermessung (MusterbestimmungaufGelände)	hoch	pan IR	hoch	hoch	nied hoch	+	+	SPOT-HRV;KWR-1000;IRS-OPS;TM3,4;MOMS;IRS-PAN;SHUTTLE-SIR-SAR;RADARSAT				
-phytozoziologischeBewertungund Vermessung(NDVI)	siehe1.											
II. Operationellesynthetische Dokumentation												
12. PlanungundPlanterRehabilitation derSiedlungsgebieten	siehe1.-8.						1:10.000					
13. PlanderWiederaufForstungder Siedlungsgebieten(sektorrelle Planungundfundamentale Forschung)	Siehe4.,5. und12.						1:10.000	RäumlicheKarten/DGM+MOMS, IRS-Liss	+	+	+	
14. Prospektivaagrammeteorologische Karte	hoch nied	nied	hoch	sehr hoch	-	-	1:	alphanume-rischeSatellitenkartenTRM,NOAAH,AVHRR, Topex-Poseidon	-	-	-	
15. POS,SDA UderStädte(Inter-und perturban)	Siehe urbane Planung											

Tabelle 9: BeiträgederFernerkundungsdatenzurderKartographiederRessourcenundnatürlichenBedingungenfürdiePlanungder Siedlungsgebieten

Quelle:eigenerEntwurf

Die Tabelle zeigt ein breites Spektrum von Möglichkeiten für die Ausarbeitung von fast allen Typen von Karten. Aber unter Berücksichtigung der begrenzten technischen und finanziellen Mittel Burkina Fasos, wäre es nicht vernünftig alle Angebote zu nutzen. Eine Benutzungsstrategie, die wenige Sensoren kombiniert, ein Maximum an räumlicher, spektraler und zeitlicher Auflösung bietet und die Erarbeitung und Produktion, wäre opportun. Sie würde es erlauben, viele thematische Karten gleichzeitig zu erarbeiten und auszugeben.

Wie muß ein Auswahl in mindesten Kosten konzipiert sein, ohne Leistungen zu opfern? Die Staaten der westafrikanischen wechselfeuchten Tropen, darunter Burkina Faso, haben sich angewöhnt, die Produkte der Sensoren Landsat-1, 2, 3, -TM4, 5 und SPOT-HRV-pan, -XS, die vergleicht mit den anderen Angeboten (**Tabelle 8**, Spalte 4) nicht die Besseren sind. Ihre Vorteile sind, dass sie zugänglich sind.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Auswahl zu treffen:

- Auf empirischer Art wird die professionelle Erfahrung des Raumplaners berücksichtigt;
- Auf der systematischen Art, bei der ein kleiner Datenverwalter - er besteht aus allen Parametern aller Sensoren und alle Merkmale der Informationen - in Sicht eine Hilfe zur Entscheidung, d.h. den endgültigen Auswahl der Produkten von einigen Sensoren zu treffen.

Über dies macht die Spezifität einiger Karten wie z. B. Karte Nr. 3 (spezifische Biotope) und Nr. 9 (Karte hydro-pedologische der Microwasserscheiden) aus einer standarden Auswahl aus, weil die Komplexität der Forschung - die Forschung von mehreren Parametern findet in Laboren statt - nicht ganz durch die Fernerkundung bedeckt werden kann.

Es ist auch interessant, den Bedarf an Informationen der Bodenordnungspartnern von Burkina Faso, die sich in den zentralen Institutionen und Strukturen wiederfinden, und auch der Organismen der internationalen Zusammenarbeit zu prüfen.

KAPITEL VIII.: DERS TAATLSKOORDINATOR DER PRODUKTION UND VERTEILUNG DER INFORMATION AUS FERNERKUNDUNGS DATEN/ GEOGRAPHISCHEN INFORMATIONSSYSTEME

Die öffentlichen Partner, d. h. die Ministerien und die ihnen angeschlossenen Fachbehörden, intervenieren sowohl auf „nationaler“ Raumbene als auch auf der Ebene der lokalen Gemeinden (Abbildung 11). Sie sind zuständig für die Koordinierung der Produktion und Verteilung der Information aus Fernerkundungsdaten und GIS. Auf der lokalen Verwaltungsebene übernimmt das „Programme National de Gestion des Terroirs“ (PNGT) der ONAT diese Aufgabe, auf der Maßstabsebene der Provinz die DRPC.

Zusätzlich ergänzen zwischenstaatliche Organisationen wie CIEH, ADIRL-G und CILSS sowie internationale Organisationen der bilateralen und multinationalen (System der Vereinten Nationen) Zusammenarbeit mit eigenen Projekten oder durch finanzielle Unterstützung die Arbeit der staatlichen Behörden im Bereich der Raumplanung.

1. Koordinierung der Produktion und Verteilung der Information aus Fernerkundungsdaten und GIS auf nationaler und provinzieller Ebene

Das zentrale nationale Organ der Raumplanung, welches für die Koordinierung der gesamten Planungsaufgaben zuständig ist, ist die Commission Nationale d'Aménagement du Territoire (Abbildung 11). Ihr obliegt die Förderung und Durchführung des Schema National d'Aménagement du Territoire (RAFLivre 1 Titre 1 Chapitre 1 Article 4: 15).

Die Finanzierung der Umsetzung, der im SNAT vorgesehenen Ziele ist allerdings von staatlicher Seite nur teilweise gewährleistet, so daß die Durchführung vieler Projekte häufig auf die finanzielle Unterstützung durch internationale Partner angewiesen ist. Zur Zeit sind nur die kurzfristigen Fünfjahrespläne vorhanden, deren multisektorielle Natur mit Mühe die integrierende Rolle zeigt. Ein Versuch, der Gesamtheit der betroffenen Sektoreneine innere Kohärenz zugeben, ist dank des regionalen Planungs- und Informationssystems des Ministeriums für Planung und Zusammenarbeit in einer experimentellen Phase. Die kartographische Komponente dieser fünfjährigen Entwicklungspläne ist eher monothematisch.

Bei der Überprüfung der Durchführung der SNAT, insbesondere ihrer Regionalisierung im Kontext der Dezentralisierung des Landes durch die im Juli 1994 offiziell installierte „Commission Nationale de la Décentralisation“ vom Décret no. 93-359/PRES/PM vom 16. November 1993, ist festzustellen, daß die Provinz der Senodie einzige Gebietskörperschaft ist, die zur Zeit über ein provinzielles Schema der Raumplanung verfügt. Die Bezirksgemeinschaften besitzen keine Raumplanungsschemata, die Gebietskörperschaft, in Form von Kommunen und mittleren Städten, haben die Flächennutzungspläne (POS). Es entsteht ein Problem der Koordinierung zwischen den schon vorhandenen lokalen ländlichen oder urbanen Planungen und einer zukunftsorientierten globalen Planung:

darausergibt sich zwischen den unterschiedlichen Raumplanungsebenen eine Ungleichheit.

Das Nichtvorhandensein des SNAT bedeutet nicht unmittelbare Blockierung der Planung. Es gibt eine Förderung der Basisdokumentation, um sie später in operationelle Dokumentation zu übersetzen. Aber sie ist sehr zerstreut und selten vollständig vorhanden. Aus diesem Grund ist eine Inventarisierung und Einschätzung der Dokumenten notwendig, die danach mit Hilfe des Werkzeugs GIS zusammengeführt werden können. Die Mehrheit dieser Dokumente sind die spezifischen Pläne der technischen Ämter, der privaten Planungsbüros, der internationalen Organisationen für bilaterale und / oder multilaterale Zusammenarbeit und seltener der Nicht-Regierungsorganisationen (NRO).

Das Prinzip der Klassifizierung der Dokumente, die für die CNAT erzeugt werden, besitzt gut bestimmbare Subziele, denen folgende Funktionen entsprechen:

- ⇒ Strukturierung des Landes
- ⇒ Programme zur Nutzung der Ressourcen und der produktiven Kräfte
- ⇒ Überwachung der zivilen Sicherheit und des Umweltschutzes
- ⇒ periodische Evaluierung des territorialen Ist-Zustandes.

Es soll nun eine Typologie der thematischen Karten bzw. Komponenten erstellt werden, deren Merkmale die Möglichkeit der Evaluierung des Informationsbedarfes ermöglichen (Tabelle 10).

Thematischer funktionell eindeutige Zusammensetzung				
Partner	Strukturierung	Programme	Überwachung	Bewertung
I Öffentliche Organisationen				
1. auf zentraler Ebene:				
<ul style="list-style-type: none"> - „Nationales Raumplanungsschema, SNAT durch die „Commission „nationale“ d'Aménagement du Territoire (CNAT) 	<ul style="list-style-type: none"> - Plansuperieur (Landesentwicklungsplan) (1:200.000 bis 1:500.000) - Schemader Verwendung der Böden 1:200.000 bis 1:500.000 	<ul style="list-style-type: none"> - Fahrgeschwindigkeit Entwicklungsplan - Kartederspezifischen Operationsgebiete/ Intervention der öffentlichen Entwicklungsämter, wie z. B. ONAT - Spezifisches Schemader technischen Abteilungen (1:200.000): - Wasser - Energie - Transport/Telekommunikation 	<ul style="list-style-type: none"> - Aktualisierte digitale „nationale“ Topographie - Karteder Umweltschmutzung: -Wasser - Luft - Boden - agrarmeteorologische Karte für die Vorhersage der Ernte und Futter (bis 1:500.000) 	<ul style="list-style-type: none"> - Informationssystemder natürlichen Ressourcen - Sozioökonomische und demographische Datenbanken
2. auf der Ebene der lokalen Gemeinden:				
<ul style="list-style-type: none"> - SPAT (Regionalisierung der Dokumentenauf zentraler Ebene) - Problemeder Koordinierung der Gebietemit „Programmede Gestion des Territoirs“ (PGT) auf dem Maßstab der Provinzen durch die DRPC 	<ul style="list-style-type: none"> - Strukturpläne der mittleren Städte (Ebeneder Polarisierung und der strukturierenden Netze) (1:100.000 bis 1:50.000) - Schemader Programmregionen (1:100.000) 	<ul style="list-style-type: none"> - Regionalisierung der Investitions- und Finanzplanung der Projekte 		<ul style="list-style-type: none"> - Analyse und Statistik der DRPC: - Sozioökonomische Bereiche für die Planung
II Internationale Organisationen der bilateralen und multinationalen Zusammenarbeit:				
3. Zwischenstaatlich:				
<ul style="list-style-type: none"> - CIEH - ADIRL-G - CIJSS 		<ul style="list-style-type: none"> - Infrastrukturplanung auf Landesebene (1:500.000) 		<ul style="list-style-type: none"> - Basisstudien für die sozioökonomische Planung und subregionalen Integration
4. Multinational:				
<ul style="list-style-type: none"> - System der Vereinten Nationen: - PNUD-Koordinierung 	<ul style="list-style-type: none"> - Gebietemit Sonderprogrammen (1:200.000 bis 1:100.000) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sektorielle spezielle Projekte (mittelfristige Planung) 1:100.000 und Investitions- und Finanzplanung der Projekte in den Bereichen Landwirtschaft, Gesundheit, Erziehung, kleine und mittlere Industriebetriebe, usw. 	<ul style="list-style-type: none"> - Plander Zukunftsforsorientierten Überwachungen der Ernährungssicherheit (PNUD/FAO) 	

Thematischer funktionell entscheidende Zusammensetzung				
Partner	Strukturierung	Programme	Überwachung	Bewertung
- Welbank - Habitat	Sektorielle Programm-Gebiete 1:200.000 bis 1:100.000 (Planungsstrukturellen/Passung)	Sektorielle spezielle Projekte (mittelfristige Planung) 1:100.000 und Investitions- und Finanzplanungs der Projekte in den Bereichen Landwirtschaft, Gesundheit, Erziehung, Kleingewerbe und mittelere Industriebetriebe, usw. Sektorielle Finanzierung Prozedur der Investition und der Finanzierung	Sozioökonomische Beobachtungen des Landes	Bewertung der Vorprojekte (Studien der Durchführbarkeit)
- Bilaterale Zusammenarbeit				Basistudien und thematische Kartographie (im Kontext der Abkommen zur wissenschaftlichen Zusammenarbeit) technische Ausbildung 1:200.000
III Nicht-Regierungsorganisationen (NRO):				
- Die NRO werden zur sektorellen Planung und der Durchführung von Zielender Fünfjahrespläne auf nationaler und provinzieller Ebene eingesetzt. - Einige NRO führen integrierte Programme durch, die sogenannte „Mikroprojekte realisieren“. Diese sollten auf dem Maßstab der Siedlungsgebiete der ONAT stattfinden, die auch eine Rolle der technischen Überwachungs spielt.	lokaler Richtentwicklungsplan der Siedlungsgebiete (Vgl. ONAT, Versuchte Siedlungsgebiete) 1:10.000 bis 1:50.000	Sektorender Siedlungsgebieteplanung und entwicklung (1:50.000 bis 1:10.000)		Studien der Bewertung der Produktionsfaktoren und der nachhaltigen Auswirkungen 1:50.000 bis 1:10.000

Tabelle 10: Typologie der Planungs- und Kartographischer Entwicklungs- und Partneraufnationaler und provinzieller Ebene

Quelle: eigener Entwurf

Wenn die Partner sich als privilegierte Akteure (aus Sicht der Koordinierung und Durchführung der Planungsaktionen) definieren, ist zu bemerken, daß die große Zahl der graphischen und textlichen Dokumente eine gewisse Klassifizierungslogik besitzt, die in Form eines Organigramms und eines Chronogramms dargestellt werden kann.

Es ist nochmals anzumerken, daß fast die gesamte Dokumentation der Grundlagenkartographie und der operationellen Kartographie durch die Planungspartner (im Sinne der gleichzeitig integrierten und differenziellen Zusammensetzung) grundsetzlich synthetisch geprägt ist. Das bedeutet, daß dieselben Merkmale in unterschiedlichen Typen von Dokumenten erkennbar sind. Neue Merkmale können aufgrund einer qualitativen Integrationslogik erscheinen. Sie unterliegen der Zuständigkeit der Funktionen der objektiven und subjektiven Entscheidungen, aus einer Gesamtheit soziopolitischer Optionen, die nicht immer „rationell“ sind. Es geht eher um die innere Kohärenz eines Werkzeugs zur Konzeption und Verifizierung von Planungsaktionen, um deren Auswirkungen in ihrer Gesamtheit zu erkennen.

Das Werkzeug ist nicht gleichbedeutend mit der Entscheidung selbst. Neue qualitative Charakteristika stammen aus der Integration von Absichten, Taten und Daten, ihr Informationsniveau ist jedoch höher als das der Einzelkomponenten. Dieser Aspekt würd die Rolle der Fernerkundung in der Problematik der Raumplanung besser einordnen: Es wird aus Sicht des Empfangs, der Bearbeitung und Benutzung der Daten festgestellt, daß sie nicht allen Anforderungen des Informationsbedarfes genügen. Diese werden genauer durch folgenden Tabellen angegeben:

a/ Tabelle 11: Bewertung der Eignung der Fernerkundungsdaten für die Hauptkomponenten der Raumplanung ,

b/ Tabelle 5: Struktur der Planungskartographie .

Eine umfangreiche Bilanz der planungsrelevanten Dokumente für Burkina Faso wird gemacht.

Die Grenzen der Fernerkundungsdaten werden, gemäß dem aktuellen Stand der Technologie, im Zusammenhang mit der Problematik des Planungsgegenstands, aufgezeigt. Dies ist die beste Art, „ewiges Experimentieren“ zu verhindern, was besonders für ein Land wie Burkina Faso wichtig ist, das keine technisch-industriellen Strukturen für Fernerkundung hat. Im Zusammenhang mit dem Ziel, eine klare Problematik auszudrücken, werden das Potential von Fernerkundungsdaten zur Informationsbeschaffung dargestellt und bessere Nutzungsmöglichkeiten bestehender Informationen aufgezeigt.

Diese Erfordernisse der Bewertungsstrategie und -nutzung, der Beitrag der Fernerkundungsdaten/GIS für einige spezielle Bereiche der Raumplanung, können zu interessanten Perspektiven führen: eine beherrschte, kreative Praxis der Interpretation der Fernerkundung (durch die integrierte Kombination aller Bereiche der Planung zu allen Produkten der Fernerkundung) würd weitere Möglichkeiten der Anwendung, die von vornherein nicht vorgesehen sind, aufdecken.

Die Beziehungen von Planungs- und Fernerkundungsdaten zum GIS, werden sicher weitern. Schwierigkeiten, die durch spezifische Anforderungen einiger

Planungsfacetten verursacht werden, können zu einer neuen Konfiguration bzw. einer neuen Konzeption der Sensoren führen.

2. *Auf der Ebene des Programme National de Gestion des Terroirs (PNGT) durch den Staat, den Bürger des ländlichen Raumes und die Partnern*

Das PNGT ist ein langfristiges Programm des „Ministère de l’Agriculture et des Ressources Animales“, das sich über 15 bis 20 Jahre erstreckt. Es ist in fünfjährige Pläne gegliedert, begann im April 1992 und befindet sich in seiner zweiten Phase 1996-2001. Ziel ist die optimierte Nutzung der Naturressourcen, hierzu zählt auch deren Schutz, und die gerechte Verteilung des Bodens zwischen Ackerbau und Viehzüchtung für ihre beste gegenseitige Integration durch den Staat, die Partner der Raumplanung und die Bürger des ländlichen Raums.

Die Aktivitäten fördern die Ausarbeitung und Ausführung von integrierten Plänen für die Planung der Siedlungsgebiete und der Wälder. Dafür werden von Experten und Technikern Pilotprojekte errichtet und unterstützt und Menschen vor Ort ausgebildet um die Methoden und Techniken der Planung der Siedlungsgebiete innerhalb der Einwohner zu verbreiten. Das PNGT wird finanziert durch die bi- und multilaterale Zusammenarbeit.

Nach der Kenntnis der Ziele und Aktivitäten des PNGT, werden die Beiträge der Fernerkundungsdaten zur Kartographie der Ressourcen und natürlichen Bedingungen für die Planung der Siedlungsgebiete geprüft.

3. *Bewertung der Eignung der Fernerkundungsdaten für die Hauptkomponenten der Raumplanung*

Die Hauptkomponenten der Raumplanung, die nichts anders als die Basisdaten der Landschaft sind, sind die Themen der klassischen Natur- und Geisteswissenschaften. Sie sind die Quelle von Typen von Grunddaten und thematischen Informationen, die der Raumplaner braucht. Aufgrund der spezifischen Parameter der Fernerkundungsdaten, werden sie mit unterschiedlicher Qualität erfaßt, was eine Einstufung der Eignung zuläßt (Tabelle 11).

Datensensoren der wichtigsten Fernerkundungsplattformen

	Luftbilddaten		Landsat		Resource						ERS				JERS-1		NOAA	CCRS Radersat	MOMS	
			MSS	TM	KFA-1000	KWR-1000 (GIS)	TK-350 (Stereo)	MK-4 (6m)	MSTU-REnahe derrealenZeit	SAR	LBR	ATSR	Radar Altimeter	SAR	(Stereo)	AVHRR	(SAR)	01	02	
Hauptkomponenten der Raumplanung																				
Meer	E	K	G	G	K	K	G	K	G	E	G	E	E	E	G	E	E	E	G	
Zufällige Ereignisse	-	G	E	E	K	E	K	K	G	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Geowissenschaftliche Kartierung	E	G	E	E	K	G	K-DEM	K	G	E	G	E	E-Boden	E-Erosion	K	E	E	E		
Landnutzung		E	E	E	E	E	G	E	E- Vegetat.	G	K	G	G	G	G	E	E	E	G	
Hydrologie	E	K	G	E	E	G	K	E	K	E	K	E	E	E	K	E	E	E	E	E
Atmosphäre	E	-	-	-	-	-	-	-	-	E	K	E	-	-	G	K	-	-		
Meteorologie	E	-	-	-	-	-	-	-	-	E	K	E	-	-	E	K	-	-		
Eis	E	K	G	G	-	K	G	K	E	E	K	G	G	G	E	E	E	G		
Globale Kartierung	K	G	K	E(6m)	-	G	-	-	E	K	E	G	K	K	E	E	E	E		
Kartierung	E	E	G	E (1:10.000)	E(2 m)	E-DDEM	E	E-Agrikult Forst	E-DHM	-		G	Esterco		K	E				
Stadtplanung	E	K	G		E	E	E		E	-			Esterco							

Fortsetzung(1)

Hauptkomponenten der Raumplanung	DatenderSensorenderwichtigstenFernerkundungsplattformen																
	IRSAC-C			SPOT			SHUTTLE			ENVISAT							
	Liss	Pan	E	HRV1	VMI	Telemeter	Topex Possidon	TRMM	ATSR	MERIS	MIPAS	RA-2	ASAR	MWI	SOMOS	DORIS	ACHY
Meer	G	-		-	-	G	E	K	E								
Zufällige Ereignisse	G	-	E-Erosion	E	E	G	-	E									
Geowissenschaftliche Kartierung	G	G	EDeforestation, Desertifikation	E	-	EStruktur Tektonik		-					E				
Landnutzung	E	E	EBöden	E	E	EErntevorhersage, Ertragsmonitoring, Bodenhumidität, Forst	G	-	E	E	G	E	E				
Hydrologie	E	E	E G	E	G	Efeuchte Gebiete, Siedlung		-									
Atmosphäre	-	-	-	-	-	K	E	G									
Meteorologie	-	-	G	G	G	K	E	E									
Globale Kartierung	-	-	G	G	E	K	E	-									
Kartierung	-	E	G	E	-	EStereo topographie	E-Wolken	-									
Stadtplanung	K	G	-	E	-	Eurbare Landnutzung	-	-									

Tabelle 11: Bewertung der Eignung der Fernerkundungsdaten für die Hauptkomponenten der Raumplanung

E=exzellent, keine zusätzliche Informationsquellen nötig; G=geeignet, benötigte Informationsquellen; K=konditionell, kann einen Informationsbeitrag leisten)

Quelle: eigener Entwurf

Diese Tabelle zeigt natürlich Grenzen, solange sie die Verfügbarkeit der Fernerkundungsdaten von den Zielen ableitet, die die Konzeption der Sensoren rechtfertigt. Es ist besonders die Ebene der Be- und Verarbeitung der Bilddaten und deren Integration zu anderen Daten, die zu den spezifischen Anforderungen der Planung die Quellen von Basisdokumenten oder operationellen Dokumenten anbieten können. Für Ziele der Planung eignen sich besonders die zu den spezifischen alphanumerischen Basisdatengeeigneten Satellitenkarten. Damit keine Unklarheiten entstehen, kann jede thematische Satellitenkarte, einmal geokodiert, einer oder mehreren Planungszielendiensten, im Gegensatz dazu ist aber nicht unbedingt jede thematische Satellitenkarte eine Planungskarte. Diese Bemerkung ist wichtig, um Unordnung in der kartographischen Planungsbewertung zu vermeiden.

Eine gute geologische Karte, deren Hauptinhalt durch die Fernerkundungsdaten nachgewiesen werden kann, ist z. B. sensu striktum noch keine Planungskarte: sie muß transformiert und orientiert in der Karte der mineralischen und hydrischen Ressourcen integriert sein, um sich als „für die Planung geeignet“ zu qualifizieren. Genauso ist eine Karte der Böden nicht unmittelbar eine Planungskarte: sie wird in eine bodenkundliche Karte umgesetzt, danach erfolgt eine Auswertung unter pedologischen Aspekten, um schließlich als Karte der Bewertung und Verwendung der Böden, ein Beispiel für Basis- und operationelle Planungskarten, benutzt zu werden. Für eine solche Klassifizierung der Planungskarten ist eine Klassifizierungsstruktur erforderlich (vgl. Tabelle 5, S. 70).

Die Struktur der Planungskartographie zeigt die Basis- und thematischen Karten auf den verschiedenen Integrations- und Analyseebenen. Sie sind sowohl für die urbane als auch für die ländliche Raumplanung, darunter das PNGT, geeignet. Der mögliche Beitrag der Fernerkundungsdaten zur Planungskartographie hängt maßgeblich von der Leistungsfähigkeit des ausgewählten GIS ab.

KAPITELIX.: BEITRAG DER FERNERKUNDUNGS DATEN/GIS ALS RAUMPLANUNGSDOKUMENTE

Die Inhalte der Raumplanung sind aufgrund ihrer Natur sehr komplex. Daher benötigen sie eine auf hohem Niveau stehende Dokumentation und ein hochfunktionales Bearbeitungswerkzeug. Dies ist die Gelegenheit für den Einsatz eines GIS. Das GIS kann geographisch lokalisierbare Information sammeln, speichern, manipulieren und darstellen. Diese Operationen laufen nacheinander in einem bestimmten Schema ab: Sammeln von Informationen unterschiedlicher Quellen, deren Integration und Strukturierung mit dem Ziel, ein Modell einzusetzen zu können. Die Besonderheit des GIS liegt in der Art, Karten und andere Typen von Daten zu integrieren, um eine umfassendere neue Form der Informationsspeicherung für komplexere und komplettere Analysen zu ermöglichen (Tabelle 12).

Operationelle Raumplanungs-dokumentation	Alphanumerische Datenfelder und Fernerkundung	Raumplanungseigene geographische Informationssysteme ²
1. <u>Aufzentralebene</u>		
„Nationale“ Infrastrukturplan (1:200.000 bis 1:500.000)	SPOT-HRV; ADOS-AVRIR; KVR-1000; RESURS-Serien; ETM; IRIS-VMI	ATLAS-GIS, AUTO-CAD, ERDAS, GIS-PLUS, ARC-INFO, MGE-Intergraph, CATALAS,
Schemader Bodennutzung (Verwendung) (1:200.000 bis 1:500.000)	MOMS; RESURS-Serie; ALMAZ-MSU; ALMAZ-BALKAN	ARC-INFO, ARC-CAD, ARC-VIEW, ERDAS, MGE-Intergraph, ILWIS, EPP17
Fünftägiger Entwicklungsplan (alphanumerisch)	-	ADR-GIS, AMCAD, Business Strategic Planning, Integrated Government Management System
Kartenspezifischen Operationsebenen der Entwicklungsbehörde (1:200.000 bis 1:500.000)	MOMS, RESURS-Serie; SPOT-HRV; ADEOS-HVHR; ETM; IRS-VMI, ALMAZ-OSSI	ERDAS, ILWIS, AUTOMAP, SYSTEM
Spezifische Schemader Fachplanung: (1:200.000 bis 1:500.000)		
Schemader Wasserversorgung	MOMS/DGM, METEOSAT	AUTOCAD, ARC-INFO, GISELLE, GIRIS, Water Resource Decision Support System, DMS
Schemader Energieversorgung	MOMS/DGM	SynetGIS
Transport- und Telekommunikationsschema	MOMS/DGM	GISELLE, ROAD INFORMATION SYSTEM, TRANSPQ, DMS
Aktualisiertedigitale „nationale“ Topographie (1:10.000-1:5.000)	Photogrammetrie: - Luftbilddaten - RESURS-Serie - Metric Camera, - TopSAR Video grammetrie: - Pitroda-TV Radar grammetrie: Radar sat	KORKMAPPING, GEOCATALOG, BRHVIEW, AUTOMAP, DMS

²Die in der Tabelle erwähnten GIS sind der allgemeinen Literatur und besonders EHLERS 1993: 87 entnommen.

Operationeller Raumplanungs-dokumentation	Alphanumerische Datentypen und Fernerkundung	Raumplanungseigene geographische Informationssysteme ²
Karteder (urbanen) Umweltverschmutzung (1:10.000)	siehe Karten: Plandes Bestandortes -Plandes PSMV (Tab. 3, 13, zweite Spalte) ENVISAT-MERIS, MWR, SPOT-VMI-Band2	ENVIRONNEMENT, ASSESSMENT, Mac-GIS, Maphox+RESSURS
Karteder agrarometeorologischen Vorhersage der Ernte (1:500.000-1:100.000) Informationssysteme der natürlichen Ressourcen Sozioökonomischen und demographischen Datenbanken	NOAA-AVHRR; SPOT-VMI; IRS-VMI; (Siehe AGRHYMET) MOMS; RESURS-Serie; +Data Management, ADEOS-AVNIR MOMS; Aktualisiert digitale, nationale "Topographie, RMK	Maphox, Idrisi, MGE-Itergraph, HAPEX-SAHEL (Experiment) MGE-Itergraph, ILWIS, HORIZON, FINDAR, SYSTEM, CARIS, IMGRI, ER-MAPPER CARIS, CLARTAS
2. Auf zentraler Ebene (Ebene der Gemeinden) Strukturschemata der mittleren Städte (1:50.000-1:10.000) Schemata der Regionen unter Programmen (1:100.000) Investitions- und Finanzierungsplanung der Projekte Statistiken und Analysen der Provinzen Sozioökonomische Angaben für die Planung	Stadtplanung RMK, MOMS SPOT-HRV; ADEOS-AVNIR; KVR-1000; RESURS-Serie; ETM; IRIS-VMI+ Kartender Siedlungsgebieten - -	Logical Ricardo, SITE-COMP, EPP1, 7, ERKIS, UDMs, STABIS, Local Government, and Use MasterPlan, UrbanPlans ILWIS, GeoGraphics Business Strategic Planning
3. Internationale Organen multinationaler Zusammenarbeit:	-	IGIS, Horizon, ARC-INFO, Smallword-GIS IGIS, Horizon, Claritas
Plandes speziellen Gebiete unter Programmen (1:200.000-1:100.000) Plandes Ausstattung der Superstrukturen (bis 1:500.000) Plandes speziellen sektoriellen Projekte (1:100.000)	siehe Schemata der Verwendung der Böden; (MOMS; RESURS-Serie) siehe Leitungsschemata der Ausstattung der Infrastruktur	ILWIS, Smallword-GIS, Idrisi (Kombination Smallword-GIS+Idrisi) ATLAS-GIS, HORIZON, Facility Siting, EPP1, 7 Market Analysis, DMS

Operationeller Raumplanungs-dokumentation	Alphanumerische Datentiger und Fernerkundung	Raumplanungs-eigene geographische Informationssysteme ²
Investitions- und Finanzierungssplan	siehe Schemader Regionen unter Programm (+Data-management)	Business Strategie Planning
Investitions- und Finanzierungsoptionen	-	Market Analysis
Plander Überwachung und der Prospektiver der Ernährungssicherheit	NOAA-AVRR; SPOT-VM; IRS-VM (siehe CL, SS), AGRHYMET	ATLAS-GIS, HORIZON, SYSTEM
Sozioökonomisches Observatorium des Landes	Datamanagement	Geomangement System
Basisstudien für die sozioökonomische Planung und subregionale Integration	MOMS; RESURS-Serie; +, nationale "digitale aktualisierte Topographie	ADR-GIS, Geomangement System
Studien der Bewertung der Vorprojekte (Studien der Durchführbarkeit)		MAPINFO, ATLAS-GIS
Thematische Kartographien (im Kontext der Vertragender Zusammenarbeit) (1:500.000-1:200.000)	siehe Schemader Verwendung der Böden + thematische Karten	ADR-GIS, <u>ERDAS</u> ,
4. Nicht-Regierungsorganisationen (NRO)		
Musterplander lokaler Entwicklungsplander Siedlungsgebiete (1:50.000-1:10.000)	siehe ONAT, Versuche Siedlungsgebiete)	IDRISI, MAPINFO
Studien der Bewertung der Produktionsfaktoren und nachhaltigen Auswirkungen (1:50.000 bis 1:10.000)	siehe Karte der Bodenbedeckung + Schemader Verwendung der Böden	ADDE (Application Development Environment)
Karteder zoographischen und kontinentalen Wasserressourcen (Wasser der Stauesendes Volla Beckens)	ADEOS-II, GLI (Global Imager) (Klassifikation des Phytoplanktons) ALMAZ-SROM Evaluierung der Bioproduktion	<u>ERDAS</u> , Tigris, TerraMar, ILWIS
Kartographie der Städte und der Siedlungsgebiete	Metric Camera; TOPSAR; ALMAZ-OSS (Optronic Sensor) für Stereo-Bilder HIROS-AVENIR (Advanced Very High Resolution Radiometer) für Topomapping; (Large Format Camera) LFC	<u>ERDAS</u> , Tigris, TerraMar, ILWIS

Tabelle 12: Beitrag der FE-Daten/GIS als Raumplanungsdokumente

Quelle: eigener Entwurf

Auf einer praktischen Weise ist das GIS ein High-Tech-Werkzeug, äquivalent zu einer Super-Karte, das gewöhnliche Probleme der Karte, wie Dynamik, Flexibilität, niedrige Produktionskosten und besonders schnelle Befriedigung, präzisieren und den spezifischen Bedürfnissen der Benutzer anpassen kann.

Für einen unterentwickelten Staat wie Burkina Faso, der über keine eigene Softwareentwicklung verfügt, muß ein GIS der internationalen Marktes gewählt werden. Aus bestimmten Gründen muß dies mit Vorsicht geschehen:

-a/ Um aus dem großen Angebot das optimale Produkt zu, muß man eine präzise Idee über die Funktionalität der Software, d.h. über die Gesamtheit der Konzeptionsbedürfnisse und -produktion der Planungsdokumente, haben;

-b/ Keine Software ist in ihrer Funktionalität ganz befriedigend. Es ist die Kombination der GIS-Module, die die erwartete Lösung anbieten. Dies impliziert mittel- und langfristige Entwicklungen eigener GIS in einem Kontext von Planungsstruktur bzw. -institution.

Um die Funktionalität der GIS-Software abschätzen zu können, ist eine Gesamtheit von Charakteristika notwendig:

-1. Die Bestimmung des Typus der Software findet in Zusammenhang mit der Hauptfunktion statt. (Er hat dann beigeordnete Hilfsfunktion). Die meiste, nicht georeferenzielle Software, stellt sich als GIS dar. Die Hauptfunktionen von GIS sind: 1./ die automatische Kartographie, 2./ CAD, 3./ Ver- und Bearbeitung der Basisdaten, 4./ Verarbeitung der Dokumente, 5./ Verwaltung der Ämter bzw. Einrichtungen, 6./ Bildverarbeitung (Verarbeitung der Fernerkundungsdaten), 7./ Konvertierung zwischen unterschiedlichen Ein- und Ausgabeformaten, 8./ Digitalisierung und schließlich 9./ die Anpassung an GPS.

-2. Einschätzung der Vor- und Nachteile des Betriebssystems: Die klassischen Rechnersysteme sind: UNIX, DOS/Windows, Macintosh, Windows NT etc.. Jedes dieser Systeme besitzt charakteristische Eigenschaften, die es für den Einsatz von GIS mehr oder weniger geeignet machen. Probleme treten häufiger bei der Integration mehrerer Programmmodule auf.

-3. Die Daten werden entweder als Vektoren (Punkte, Linien, Flächen) oder als Raster (Bildpunkt, Pixel) gespeichert und dargestellt. Ideal ist also ein GIS, das mit beiden Datenformaten arbeiten und die Formate ineinander überführen kann (hybrides GIS). Zudem soll tendenziell dreidimensionale Darstellungen möglich sein.

-4. Koordinatensysteme: geographische Daten besitzen einen Raumbezug. Dieser wird mit Hilfe von Koordinatensystemen hergestellt (geogr. Länge und Breite, UTM, selbstdefinierte Koordinatensysteme, etc.). Ein GIS sollte die Funktionalität der Koordinatentransformation besitzen.

-5. Datentypen und -eingabe: Daten können in analoger oder digitaler Form vorliegen. Analoge Daten müssen für die Verarbeitung zuerst mit Hilfe von

Scannern oder Digitalisierstationen in eine digitale Form umgewandelt werden. Andere Verfahren, z. B. verschiedene photogrammetrische Verfahren oder GPS, arbeiten unmittelbar auf digitaler Ebene.

-6. Austauschformate georäumlicher Daten: Geographische Informationssysteme sollten Möglichkeiten des Datenaustausches mit anderen Datenformaten bieten, sog. Import bzw. Export-Funktionen. Es handelt sich um Import, wenn das GIS Daten für die Verarbeitung einlesen kann, und um Export, wenn das GIS Roh- oder bearbeitete Daten weiterleiten kann. Die georäumlichen Daten können z. B. Satellitenaufnahmen sein. Häufig benutzte Standardaustauschformate sind z. B. ARC, DGM, CEM (Computer Graphic Metafile), DIGEST (Digital Geographic Information Exchange Standard) DLG (Digital Line Graphic), DTED (Digital Terrain Elevation Data), DXF (Digital Exchange Format), TIGER (Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing). Viele GIS' unterstützen nur wenige andere Formate. Dies wird sich in Zukunft durch eine bessere Konzeption der Software und eine höhere Standardisierung der Austauschformate ändern.

-7. Basisfunktion der Datenverwaltung: Nicht jedes Datenverwaltungssystem ist ein GIS, aber jedes GIS verfügt per Definition über Funktionen zur Datenverwaltung oder zumindest über Basisfunktionen zur Verwaltung räumlicher und nicht-räumlicher Daten. GIS' greifen zumeist auf Funktionalitäten klassischer Datenbanken wie z. B. DB2, dBase, Foxbase, Info, Informix, IMS, Oracle, OS-2, E.E., Database Manager, Sybase, u. s. w. zurück. Hier bestehen besonders die Probleme der Kompatibilität im Vordergrund. Es muß gewährleistet sein, daß Bezüge von räumlichen und nicht-räumlichen Daten möglich sind.

-8. Bestimmende Analysefunktion der Daten: es handelt sich hierbei um die Funktionsebene, die besonders die Entscheidungsträger interessiert für die Raumplanerarbeit. In Fakten reflektiert die Analyse der Daten verschiedene Annäherungen, verschiedene Facetten, sodaß von Unterfunktionen der Analyse gesprochen wird. Die am meisten verlangten sind:

-a/ Funktionen zur Bemaßung von Distanzen (in geraden, gekrümmten Linien), von Flächen und von Volumina (im Fall von dreidimensionalen Modellen);

-b/ die Unterfunktion der Flächenanalyse bieten Möglichkeiten zur Verschneidung von Polygonen, und zur Addition/Subtraktion von Punkten und/oder Linien von Polygonen;

-c/ die Unterfunktion zur Reliefanalyse von Höhenmodellen auf Vektorbasis (z. B. TIN = triangulated irregular network) wertend sie hinsichtlich Exposition und Neigung aus, berechnen Konturlinien und bestimmen Diskontinuitäten (plötzlicher Erkenntnisgewinn über Tatsachen oder spezifische Phänomene). Eine weitere Möglichkeit der Auswertung stellen Sichtbarkeitsanalysen dar. Einige GIS sind in der Lage, Höhenmodelle aus bestehenden Eingangsdaten teilweise automatisch zu erzeugen und auszuwerten;

-d/ die Unterfunktion der Netzwerkanalyse können, nach Durchführung der notwendigen Berechnungen, beispielsweise den kürzesten Weg im Netz bestimmen oder die zentrale Stellung eines Ortes bewerten. Als Basis können einfache

sektorielle Pläne vom topographischen Typ der Stadtpläne dienen. Mit Hilfe von Methoden der Nachbarschaftsanalyse und der integrierten Adressfunktionalität kann die Verwendung der Straßen und Wegen analysiert werden;

-e/die Unterfunktion der Bildverarbeitung werden sowohl bei der Verarbeitung von Satellitendaten, wie auch bei Luftbildern eingesetzt. Es können 4 Gruppen von Funktionen unterschieden werden:

- Unterfunktion der Bildverbesserung:
Kontrastverbesserung, Histogrammanpassung, Filterung, Hauptkomponentenanalyse, Erstellung von Indexen, etc.
- Unterfunktion der Klassifikation:
unüberwachte Klassifikation, überwachte Klassifikation
- Unterfunktion der Entzerrung:
geometrische Transformation (Entzerrung), Erstellen von Mosaiken
- Unterfunktion der Oberflächenanalyse
Neigung, Exposition, „Shaded Relief“, etc.
- Unterfunktion der GIS-Analyse:
Rekodierung, Nachbarschaftsanalyse, Verschneidung, etc.

Die Unterfunktion der digitalen Bildanalyse besitzen oft Hilfsfunktionen, die sich für eine Auswertung z. T. als notwendig erweisen: Erstellen von Kreuztabellen, Exportierung der zusammengefaßten Statistiken, Integration von Metadaten.

-9. das Benutzerinterface steht im Zusammenhang mit der benutzten Umgebung und den Charakteristika des Betriebssystems. Die Frage, ob es sich um eine Multi-Benutzerumgebung handelt, ist hier besonders wichtig. Aus operationeller Sicht ist dieser Aspekt für die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Raumplanungsstrukturen bzw. -institutionen ganz wesentlich. Zudem weisen sich Hilfsfunktionen, wie die Konfiguration von Menüs, im Zusammenhang mit den spezifischen Bedürfnissen der Planungsorganismen als angemessen. Es bestehen gegenseitige Abhängigkeiten zwischen Softwareentwicklern und Anwendern;

-10. Funktionen zur Ausgabe der Daten: Die Kapazität und die Flexibilität der Datenausgabe eines GIS zeigen sich durch folgende Unter-Funktionen:

- Erstellung mehrerer Kartenauf einem Ausgabemedium mit der Möglichkeit des Seriendrucks
- Darstellung des Reliefs mit Schattenwurf (Shaded Relief), zu Vermittlung eines dreidimensionalen Eindrucks;
- Anordnung bzw. Hierarchisierung der thematischen Ebenen für polythematische Karten;
- Animation, besonders dann, wenn es um die Dynamik eines Phänomens oder ein sequenzielles Planungsereignis geht;
- Undendliche eine Funktion zur Aktualisierung der Text- oder kartographischen Elementen, wie z. B. Titel, Legende, Maßstab, Erklärungsnotizen, usw..

-11. die Ausgabegeräte ermöglichen die Erstellung der Endprodukte in alphanumerischer und graphischer Form. Im Einzelnen sind dies Plotter, Drucker und Belichter. Die Probleme der Anpassung und Kompatibilität lösen sich dank der generellen Tendenz der Standardisierung.

-12. die Form der Datenspeicherung von Ausgangsdaten und Endprodukten:
 prinzipiell existieren verschiedene Speichermedien für digitale (Diskette, CD, Bänder, Festplatten, etc.) und analoge Daten (spezielle Papiere, Filme). Für ein Land wie Burkina Faso, wo ein großes Speicherungs- und Konservierungsproblem der Daten herrscht und wovon besonders der Datenaustausch zwischen den Akteuren und Planungspartnern problematisch ist, hat die Wahl eines geeigneten Datenträgers grundlegende Bedeutung. Ihr Versagen ist oft die Ursache von Mißerfolg der Einrichtung der GIS im Kontext des „technologischen Transfers“.

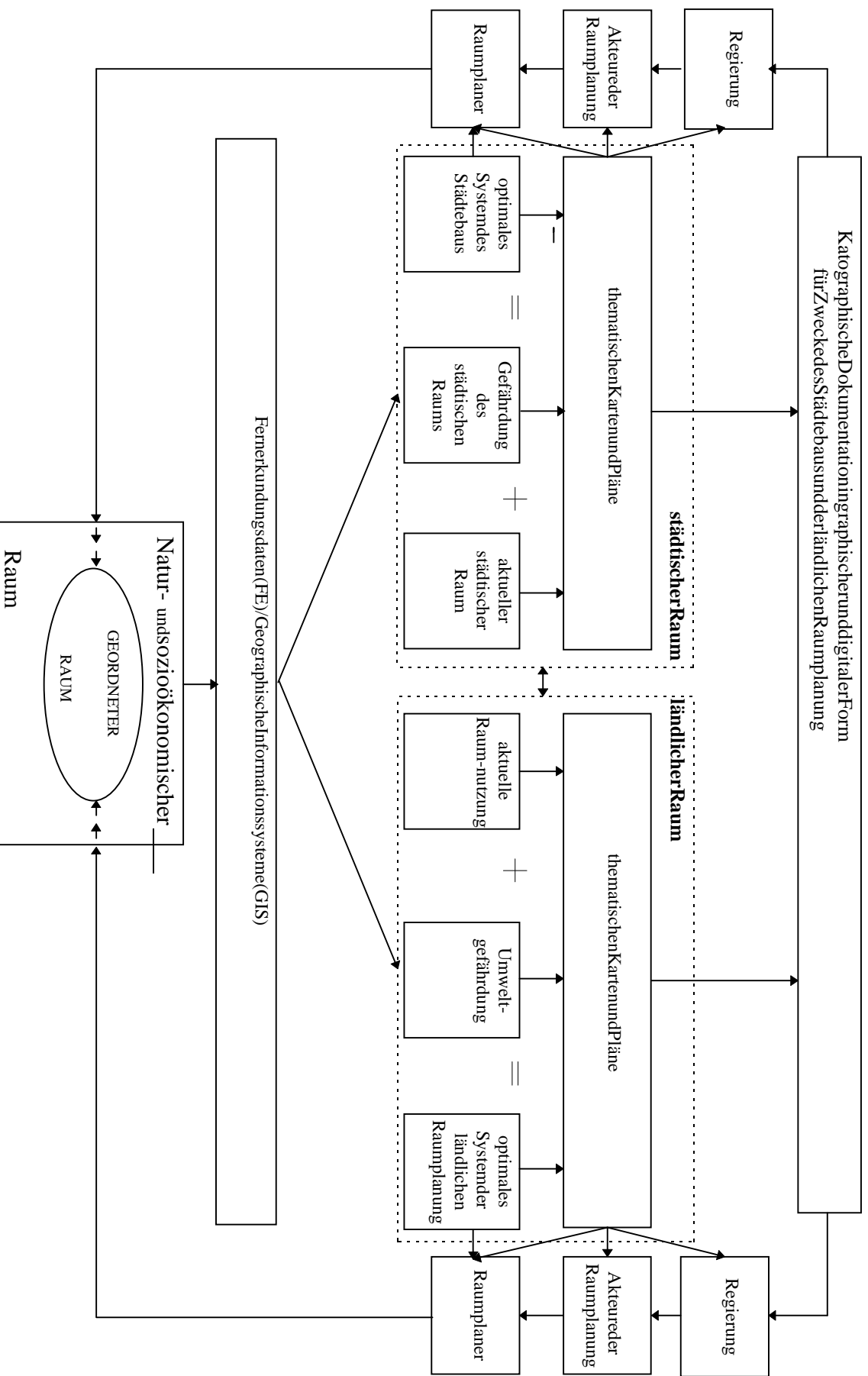
Diese Übersicht über die Basisfunktionen der GIS-Software, stellt, in Zusammenhang mit den kartographischen Charakteristika der Raumplanungs-dokumente, die Grundlage der Argumente zur Prüfung der bekannten Softwaretypen auf der Marktdar.

Diese Synthese würde auch die objektiven Grenzen des ausgewählten GIS, so langemannicht ein eigenes GIS entwirft, zeigen. Primär geht es um einen Technologie-Transfer. Der zweite Schritt muß jedoch die Auslösung eines technologischen Prozesses sein, der aufgrund seiner fundamentalen kreativen Eigenschaften nicht transferierbar ist. Hierzu müssen entweder Möglichkeiten zur Schulung im Umgang mit den benötigten Soft- und Hardwarekomponenten in einem konzeptuellen präzisen Raumplanungsrahmengeschaffen werden. Oder die Raumplanungsträger müssen mit autonomen finanziellen Mitteln ausgestattet werden, um ihnen Gelegenheit zu geben, sich zu entwickeln, wobei auf präzise Organisationsformen (Organigramme/Chronogramme) und Transparenz zu achten ist.

Die Mehrheit der oben erwähnten GIS besitzen alle Voraussetzungen zur Bearbeitung von Fernerkundungsdaten, egal wie die Zuverlässigkeit einiger ihrer Funktionen auch sein mag. Es handelt sich hier bei einer Gruppe von GIS, die auf dem internationalen Markt frei verfügbar sind. Während die operationelle Dokumentation der Raumplanung Geographische Informationssysteme für die Verwaltung des Territoriums benötigt, befinden sich die derzeitigen Projekte in Burkina Faso noch im Versuchsstadium. Die existierenden Informationssysteme der Unternehmensverwaltung und der Ämter, sind aufgrund ihres sektoriellen Charakters weit davon entfernt, befriedigend zu sein.

Ein Teil der notwendigen Informationen für Zwecke der Raumplanung läßt sich aus dem Natur- und sozioökonomischen Raum durch die Verbindung von Fernerkundungsdaten/geographischen Informationssystemen erfassen. Die übrige notwendige Information wird mit dem GIS inkorporiert und ausgearbeitet, um eine Planungsdocumentation zu verwirklichen und zu verwalten. Die Gesamtheit läßt sich nach der Übersicht der Anwendung der Fernerkundungsdaten/GIS zur Raumplanung in Burkina Faso und durch Extrapolation in den westafrikanischen wechselfeuchten Tropen darstellen (Abbildung 13).

Abbildung 13: Kartographische Dokumentation der Raumplanung in Burkina Faso



**DRITTERTEIL:
FALLSTUDIE:ANWENDUNGDERLANDSAT-TM-UND
SPOT-HRV-XS-DATENINDENPROVINZENVON
KOMPIENGAUNDSISSILI**

KAPITELX.: ZIELSETZUNG, PRINZIPIEN, METHODEN UND ERGEBNISSE

Die Provinzen von Komieng mit der Provinzhauptstadt Pama und Sissili mit der Provinzhauptstadt Léoli liegen im Südosten bzw. im Süden von Burkina Faso, auf dem metamorphen Kristallin und dem Birrimien und metamorphen Kristallin. Sie liegen zwischen den Isohyeten 900 mm im Norden und 1000 mm im Süden und gehören damit zu den feuchtesten Regionen Burkina Fasos (Abbildung 14). Die Vegetation ist der Baumsavanne zuzuordnen und wird von *Bityrospermum parkii* und *Biglobosaparkii* dominiert.

Die Bevölkerung setzt sich hauptsächlich aus Bauern und Hirten zusammen. In der Provinz Komieng leben 23.962, davon 3.526 in Pama (DIRECTION DE LA DEMOGRAPHIE 1985: 101-102). Die genaue Größe der Fläche Komiengs ist noch nicht bekannt, da es von der Reform der Verwaltungseinheiten im Jahre 1996 betroffen ist (Vgl. Carte Administrative des 45 Provinces der IGB (1996); KI 1996: 5). Komieng war bisher ein Département der Provinz Gourma, dessen Bevölkerungsdichte 1985 bei 11,1 Einwohner/km² lag (StBA-LB-BF 1992: 29). Die sichtbaren Einrichtungen sind für Komieng das Reservat Partielle de Faune de Pama und der Stausee im Flußlauf des Compiana, der Strom liefert und der Bewässerung dient. In Sissili beträgt die Bevölkerungszahl 24.919, 10.961 davon leben in Léoli (DIRECTION DE LA DEMOGRAPHIE 1985: 263 und 269). Die Bevölkerungsdichte liegt 1985 bei 17,8 Einwohner/km² (StBA-LB-BF) 1992: 29). Im Gegensatz zu Komieng gibt es hier nur wenige kleine Stauseen, die Trinkwasser für das Vieh liefern und der Bewässerung dienen.

Für die Anwendung der Fernerkundungsdaten in den Provinzen von Komieng und Sissili wurden Landsat-4-TM 10- und SPOT-HRV 1-XS-szenen ausgewählt. Die eigentlichen Untersuchungsgebiete werden in der Arbeit „Compiana“ bzw. „Südsissili“ bezeichnet. Compiana liegt zwischen 0°50' und 0°25' Obzw. 11°02' und 11°30' N. Seine Fläche beträgt 38,60 km × 30 km. Südsissili liegt auf der waderselben Breite wie Compiana (11°03' bis 11°25' N), befindet sich jedoch zwischen 2°00' und 2°38' W und 63 km × 36 km (Abbildung 14).

1. Zielsetzung

Die Arbeit verfolgt zwei Ziele:

- Die Konzeption und Erstellung von zwei synthetischen polythematischen Basiskarten auf Grundlage der Auswertung der Landsat-4-TM 10- und SPOT-HRV1-XS-Szenen. Diese Karten stellen aktualisierte Basisdokumente für die operationelle Kartographie der ländlichen Bodenordnung von Compiana und Südsissili dar.
- Die Prüfung der Leistungsfähigkeit der Landsat-4-TM 10-, SPOT-HRV1-XS-Szenen, der Luftbilder und der Software Erdas Imagine in Hinsicht auf ihre Anwendung für die oben genannte Bodenordnung.

1.1. Konzeption und Produktion der synthetischen polythematischen Basiskarten

Innerhalb der internationalen Legende der Klassifizierung der Bodenbedeckung und -nutzung ist dieses ITCS-System von GILS, HUISING, KANNEGIETER und vander ZE (1991: 139) bedeutend für diese Arbeit. Sie wurde spezifisch durch und für die Interpretation von Fernerkundungsdaten erstellt. Sie ist das Resultat der unterschiedlichen Klassifikation der Bodenbedeckung und ihrer unterschiedlichen tatsächlichen und möglichen entsprechenden Nutzungsklassen in verschiedenen Breiten in Klassen, Unterklassen und Modifikationen.

In Anlehnung an diese internationale Legende, läßt sich eine entsprechende Legende für den spezifischen Fall der wechselfeuchten Tropen Westafrikas erstellen. Das Erkennen und die Abgrenzung der Unterklassen der Bodenbedeckung und ihrer Variationen fordert genaue Beobachtungen und tiefe Kenntnisse der unterschiedlichen Bodenbedeckung und ihrer Phänologie. Die Bestimmung der entsprechenden Bodennutzungsklassen benötigt zudem Kenntnisse über die Lebensweise der Bewohner, die durch Befragung im Gelände mit sozioökonomischen Schwerpunkt gewonnen werden kann. Nach der Erfüllung aller oben genannten Bedingungen in Compiana und Südsissili wurde jeweils eine entsprechende spezifische Legende der Karte der ländlichen Bodenordnung entworfen.

1.2. Prüfung der Leistung der Fernerkundungsdaten, der Software und der sozioökonomischen Befragung

Die Landsat-4-TM 10- und SPOT-HRV1-XS-Szenen werden durch ihre Be- und Verarbeitungsanalyse, ausgewertet und hinsichtlich ihres Nutzens für die Erstellung von polythematischen synthetischen Basiskarten in Compiana und Südsissili bewertet. Durch die gewonnenen Karten wird geprüft, wie leistungsfähig sie für die Darstellung planungsrelevanter Informationen sind. Hieraus werden ihre

Qualität, Unzulänglichkeiten und Lücken abgeleitet und eventuell durch Bilddaten anderer leistungsfähiger Sensoren ergänzt oder durch diese ersetzt.

Die Durchführung dieser Arbeiten mit dem Softwaresystem „Erdas Imagine“ erlaubt die Prüfung der Leistungsfähigkeit der Funktionen der Bildbe- und -verarbeitung und des GIS. Die Daten, die auf der Grundlage von Karten und der sozioökonomischen Befragungen ermittelt wurden, werden hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit geprüft.

2. Prinzipien und Methoden

2.1. Arbeitsmaterial

Der Arbeitsmaterial besteht aus Karten, Luftbildern, einer Landsat-4-TM 10-Szene, einer SPOT-HRV1-XS-Szene, Erdas Imagine und der sozioökonomischen Befragung.

2.1.1. Die Karten

Für die Arbeit wurde versucht, möglichst viele der vorhandenen Basiskarten zu beschaffen. Einiges ist aufgrund ihrer kleinen Maßstäbe für Compiana und Südsissilina nicht detailliert genug. Sie werden nicht digitalisiert, da sie keine bessere Information liefern, sondern vielmehr die Information der benutzten Fernerkundungsdaten verschlechtern würden (Tabelle 13).

Karte	Identifikation	Maßstab	Datum	Quelle	Qualität
topographische Karte	BurkinaFaso PamaNC-31-XIX 2eed.IGN	1:200.000	1980	IGN deFrance	ErfehlenInformationenüberreinenBodenbedeckungund-nutzungsklasseninDerProvinz undbesondersinCompiana:dieAsphaltierungderRouteNationaleNo.18,neueDörfer, neueWegundderCompianaStauseefehlen.DieKarteistüberholundbenötigteine Reaktualisierung.
topographische Karte	BurkinaFaso LéonC-30-XXII 2eed.IGB	1:200.000	1981	IGB deBurkinaFaso	VielLandstraßenderKarte sindimGelände1997fastverschwunden.Entwederistdie VegetationdaraufgewachsenoderstiesindvonderRegenerosionzerstört.Neue AnsiedlungenundErweiterungenvonDörfernfehlenaufderKarte.Steistüberholund benötigteineReaktualisierung.
geologische Karte	RépubliquedeHaute-Volta Carte géologique de la République de Haute-Volta	1:1.000.000	1975	HOTTIN,G.et OUEDRAOGO,O.-F.	DerMaßstaberauffürCompiana kaumDifferenzierungen,Südsissiliisiganzlich undifferenziert.
photo-geologische Karte	RépubliquedeHaute-Volta Léo-Cartedereconnaissance photogéologique	1:200.000	1968	Directionde laGéologie etdesMines VOUTE,M.C.et SAGATSKY,M.J. (AssistanceTechnique Néerlandaise)	ImBereichvonSüdsissiliexistiereninDerKartekeinebedeutendLinienationen. EntwederistalsoderMaßstabdafürzunkleinoderSüdsissilientsprichtdemTeildes Kratons,derkaumbedeutendektonischeBewegungenerfahrenhat.DieVerlaufder Wasserläufe weisenjedochaufmaskierteBrüchehin. DerMaßstabistrelativkleinundbesitztdamitnurgrobetktonischeInformationen.
morpho-pedologische Karte	RépubliquedeHaute-Volta Cartemorphopédologique de la zone demarnagedufuturL.acde Kompienga	1:20.000	1983	ServiceNationales Solst(Assistance duProjetPNUD/FAO-82- 007et,Coopération Bilatérale(Néerlandaise)	DieKarte istsehrdetailliert,decktabernurdasCompiana Becken bis zu einer Höhe von 180mü. NNab.Diese Flächen liegen heute unter dem Stausee.
Karteder Boden-ressourcen	RépubliquedeHaute-Volta Ressourcesensols-Carteà1500.000 desunitésagronomiquesduitede lacartepédologiqueEst-Sud	1:500.000	1976	BOULETORSTOM 1975)	DieBöden sind nach Tiefendifferenziert.DieKarte ist für ZweckerderBodenordnung insgesamt nichtdetailliertgenug.
pedologische Karte(in Vorbereitung)	BurkinaFaso Ministèredel'Agricultureetde l'Elevage,SecretariatGénéral EsquissePédologique de la Province de la Sissili(zoneouest-sud-ouest)	1:200.000	1990	BUNASOLS (Assistance duProjet PNUD/FAO- BKF/87/020)	DieKartensindaufgrunddeskleinenMaßstabesausderSichtderLandwirtschaftin Südsissili nichtausreichenddetailliert.Lessiviertetropischeeisenhaltige,eutrophebraune sowieeisenhaltigeBöden sindalsHauptbodentypen angegeben. DieKarte unterscheidet sich inhaltlich kaum von der topographischen Karte LéonC-30- XXII2eed.IGB.
Vegetationskarte	Végétation de la Haute-Volta carte provisoire	1:1.000.000	1977	TERRIBLE,P.B.	DerMaßstaberaufdievonDerBodenordnunggeforderte feine Differenzierung der Vegetationsformationen in Compiana und Südsissili nicht.

Tabelle 13: Vorhandene Basiskarten

Aus der Tabelle sind nur die topographischen Karten und die Karte der Bodenressourcen zu digitalisieren, um sie den Satellitenbildern mit dem Ziel zu überlagern, mehr Informationen über die Bodenbedeckung und -nutzung zu erhalten. Aus der Höheninformation der Topographischen Karte von Südsizilien wurde ein Digitales Höhenmodell (DHM) erstellt, um Neigung und Exposition darzustellen. Das Gelände ist so flach, daß Aspekte des Reliefs kaum neue Informationen für die Bodenordnung liefern. Für Compiana wird aus diesem Grund kein DHM erstellt.

2.1.2. Die benutzten Luftbilder

Die Luftbilder (Tabelle 14) bedecken die Städte Pama und Léon in Südsizilien und ihre Umgebungen. Die Stadt Pama wurde in Rahmen der Asphaltierung der RN 18 und des Stauens des Flusses Compiana aufgenommen. Das Luftbild ist damit älter als die Landsat-4-TM 10-Szene. Das Luftbild der Stadt Léon wurde im Rahmen der Einrichtungsarbeiten in der Provinz Sizilien 1994 aufgenommen. Es ist jünger als die entsprechende SPOT-HRV 1-XS-Szene.

Mission	Luftbild Nr.	Untersuchungsgebiet	Maßstab	Datum	Inhalt
SAGII2110 88,03	6759	Pama und Umgebung	1:50.000	3.3.1988	Das Luftbild zeigt Morphologie und Struktur der Stadt und ihrer Umgebung. Wichtige Gebäude (Haut-Commissariat, Polizei, Gendarmerie, Schule und die Jagdhotels) sind deutlich erkennbar. Sie befinden sich im staatlichen Verwaltungsviertel. Die übrigen Häuser und Hütten sind weder hier, noch im autochthonen Viertel unterscheidbar. Die Auflösung ist für die Stadt insgesamt gut. Sie entspricht einer Pixelgröße von 1 m x 1 m.
UAGII3094 152,98	1979-1985; 2057-2070; 2294-2298; 2349-2354; 2419-2324; 2542-2548	Teile von Südsizilien	1:20.000	20.12.1995	Das Luftbild zeigt Morphologie und Struktur der bedeckten Flächen. Artefakte lassen sich deutlich identifizieren. Die Auflösung ist sowohl für die Stadt als auch für den ländlichen Raum sehr gut. Sie entspricht einer Pixelgröße von weniger als 1 m x 1 m.

Tabelle 14: Luftbilder der Stadt Pama und ihrer Umgebung und Teile von Südsizilien

Quelle: Rahmeninformation der Luftbilder

Die Luftbilder werden für die Städte Pama und Léon nach ihrer Auswertung bewertet. Sie wurden gescannt, und mit Hilfe der entsprechenden Satellitenbilder mit Erda's Imagine entzerrt. Nach der Entzerrung können die Luftbilder den Satellitenbildern überlagert werden, um komplementäre Informationen zu gewinnen. Für eine detaillierte Auswertung der Städte Pama und Léon ist der Maßstab der Bilder, insbesondere in Léon, ausreichend. Für das Umland ist die räumliche Auflösung der Luftbilder vollkommen ausreichend.

2.1.3. Die vorliegende Satellitenbilder

Die Parameter der einzelnen Bildersind in den Begleitblättern des Datenbandes der Landsat-4-TM 10 bzw. der CD der SPOT-HRV1-Szene enthalten (Tabelle 15).

Szenedes Satellitentyps	Identifikation	Aufnahmedatum	Aufnahmezeit(GMT)	Aufnahmesystem	Spektraler Modus	Zahl der Kanäle
Landsat-4-TM10	92126015-01	10.01.91	10h20'	TM10	XS	7
SPOT-HRV1	353-32794/02/19 10:40:281X	19.02.94	10h40'28''	HRV1	XS	3

Szenedes Satellitentyps	Spektrale Identifikation der Kanäle (µm)	Räumliche Auflösung (m)	Zeitliche Auflösung (Tage)	Streifenbreite (km)	Pixel pro Zeile	Anzahl der Zeilen
Landsat-4-TM10	TM1=0,45-0,52	28,5	16	185×185	6967	5965
	TM2=0,52-0,60	28,5				
	TM3=0,62-0,69	28,5				
	TM4=0,76-0,90	28,5				
	TM5=1,55-1,75	28,5				
	TM6=10,40-12,50	120				
	TM7=2,08-2,35	28,5				
SPOT-HRV1	XS1=0,50-0,59	20	26	60×60	3296	3296
	XS2=0,61-0,68	20				
	XS3=0,79-0,89	20				

Tabelle 15: Einige technische Parameter der Landsat-4-TM 10- und SPOT-HRV1-XS-Szenen

Quelle: Begleitungsblätter der Landsat-4-TM 10 und SPOT-HRV1-XS-Szenen

Das Satellitenbild des Aufnahmesystems Landsat-4-TM 10 hat gegenüber dem des SPOT-HRV1-XS einige Vorteile. Es erfasst die Komponenten der Landschaft in Complanamiteiner wesentlich höheren spektralen Auflösung (7 Kanäle gegenüber 3 Kanälen). Zudem spielt der Kanal TM6 trotz seiner sehr geringen räumlichen Auflösung (120 m) eine nützliche Rolle bei der Unterscheidung von Buschbränden und der Erfassung warmer Flächen. Die Landsat-4-TM10-Szene deckt mit einer Größe von 185 km x 185 km gegenüber der SPOT-Szene eine dreimal größere Fläche ab. Die räumliche Auflösung ist jedoch 1,5 mal geringer. Die bessere räumliche Auflösung ist zugleich das Hauptvorteil, denn die SPOT-HRV1-Szene besitzt bei der Identifikation von ländlicher Bodenordnungsinformation.

Die Prüfung einiger dieser Parameter wird durch die Be- und Verarbeitung der Bilddaten mit der Software Erdas Imagine und dem Vergleich mit der Realität im Gelände ermöglicht.

2.1.4. Software Erdas Imagine

Die Kartender Bodenordnung in Compiana und Südsissili werden vollständig mit Hilfe der Software Erdas Imagine erstellt.

Die Funktionen zur Bearbeitung von Rasterdaten erlauben u. a. die Visualisierung von Luft- und Satellitenbildern als Graustufen- und Farbbild, ihre radiometrische Korrektur, ihre Entzerrung und Geokodierung, z. B. in das UTM-System, und die Erstellung von Statistiken.

Die Funktion zur atmosphärischen Korrektur leistet bei den vorliegenden Landsat- und Spot-Bilddaten selten zufriedenstellende Ergebnisse. Die zugrundeliegenden Parameterdateien sind dem Raum schlecht angepaßt, dasiefür nordamerikanischen Bedingungen gedacht sind.

Die Funktionen zur Bearbeitung von Vektordatendienenzur Digitalisierung und Attributierung der topographischen Basisdaten und zur Erzeugung der Ebene der Bodennutzung.

Erdas Imagine bietet eine Vielzahl verschiedener Funktionen zur Klassifizierung, die von der automatischen bis zur überwachten Klassifikation reichen.

Zur Erzeugung von Karten steht der sog. „Mapcomposer“ zur Verfügung, der Funktionen zur automatischen Rand- und Legendengestaltung zur Verfügung stellt, ein maßstabsunabhängige Kartengestaltung ermöglicht und die Druckausgabe steuert.

Bei der Überlagerung der farbigen Klassifizierung mit Mustern für die Bodennutzungsklassen entstanden Probleme hinsichtlich der Lesbarkeit der Karte, die nur bedingt durch Bearbeitung der Muster ausgeglichen werden können. Es handelt sich hier bei einem grundsätzlichen kartographischen Problem, das bei der gemeinsamen Darstellung einer farbigen, feinstrukturierten Basis Karte mit Mustern entsteht. Auf die Verwendung von Mustern wurde daraufhin zugunsten einer Beschriftung der einzelnen Flächen verzichtet.

Insgesamt ist Erdas Imagine ein hybrides GIS, das sich für die Erstellung der Karten von Compiana und Südsissili als geeigneter erwies.

2.1.5. Sozioökonomische Befragung

Diese sozioökonomische Befragung hatte die landwirtschaftlichen Aktivitäten und Produktion zum Thema. Die Ergebnisse werden im folgenden dargestellt.

Die dörfliche Bodenautorität ist gefordert, wenn Konflikte bezüglich der Nutzung der Böden auftreten. Sie steht zur Zeit im Konflikt mit der Bodenbemächtigung und -nutzung durch den Staat. Die traditionelle Erstreckung des Grundbesitzes eines Dorfes bis zu den angrenzenden Besitzarealen des nächsten Dorfes, und zwar über staatliche Grenzen in Benin und Togo in

Compiana und in Ghanain Südsissili hinweg, wird von den staatlichen Behörden ignoriert.

Das Verhältnis zwischen Ackerbauern und Viehhalterneinerseits und autochthoner Bevölkerung und neuen Immigranten andererseits verschlechtert sich, je stärker sich die staatlichen Verwaltungsstrukturen den Dörfern nähern.

Die Bodentypen werden nach ihrem Ertragspotential für die Landwirtschaft und ihrem Nutzen für das Handwerk bewertet. Sie werden nach ihrer Farbe und der Art und Dichte der daraufstehenden Pflanzen unterschieden.

Die dunkleren Böden sind die schluffig-tonigen Böden und Vertisole, die weiß die Sand- und sandige Böden. Rote Farben stehen für steinige Böden mit pisolithischen Konkretionen. Die dunkleren Böden werden im allgemeinen gegenüber den weißen und roten höher bewertet, da sie einen hohen Wasser- und Humusgehalt haben. Sie werden von der autochthonen Bevölkerung bewirtschaftet, während die meisten neuen Ansiedler die roten Böden zugewiesen bekommen.

Die meisten sozioökonomischen Aktivitäten der Bevölkerung in Compiana und Südsissili sind direkt von den Klassen der Boden- und Vegetation bedeckung abhängig. Der saisonalen Grasvegetation folgen die Rinderherden, die Baumformationen produzieren die Nahrung (wie z. B. Blätter und Frucht von Baobab und Tamarin), das Futter (Blätter und Frucht der meist dornigen Akazien), das Holz (Brenn-, Bau-, Handwerk-), Fasern (*Piliostigma thonningii*, *P. reculata*), Medikament (Rinde von *Nere* und *Cailcedra*) u. a..

Die Befragung geht in Zusammenhang mit einer oder mehreren Klassen der Oberflächenbedeckung in die Nutzungsklassen ein. Letztere zeigen damit den Stand der Bodenordnung und den Grad der Bodennutzung in Compiana und Südsissili. Diejenigen Nutzungen, die mit Hilfe der benutzten Fernerkundungsdaten nicht direkt identifizierbar sind, werden am Bildschirm digitalisiert.

Eines der ungelösten Probleme ist die Bestimmung des Alters der Brachen. Für Flächen, die seit mehr als 50 Jahren brach liegen, gibt es kaum Angaben. Hieraus leitet sich die Problematik bei der Unterscheidung des Alters der Brachen und bei der Differenzierung zwischen nicht-natürlicher, seminatürlicher und natürlicher Vegetation in Compiana und Südsissili ab.

2.2. Methoden für die Produktion der Karten von Compiana und Südsissili

2.2.1. Transformation der Maßstäbe der benutzten Bilder

In der RA F wird für offizielle Bodenordnungsdokumente des CP A Tein Maßstab von 1:200.000 oder größer vorgeschlagen. Aus diesem Grund beträgt der Ausgabemaßstab der Landsat-4-TM 10-Szene und des Luftbildes von Pama 1:100.000. Für den Ausschnitt der SPOT-HRV1-XS-Szene und das Luftbild von Léowurde aufgrund der größeren Fläche ein Maßstab von 1:150.000 gewählt.

2.2.2. Auswahl der Kanäle der Landsat-4-TM 10- und SPOT-HRV1-XS-Szenen

Die Bilddaten TM 1-5 und 7 und XS1-3 repräsentieren das Gelände in Compiana und Südsissili als Ausdruck effektiver Strahlung zwischen 0,45 und 2,35 bzw. 0,50 und 0,89 μm . Der Kanal TM6 repräsentiert die durch den Boden emittierte Thermalstrahlung zwischen 10,4 und 12,5 μm (Tabelle 15). Insgesamt wird der spektrale Charakter der Pixel von der oberflächlichen Bedeckung dominiert.

Die Auswahl der Kanäle ist unmittelbar von der vorgesehenen Legende der Karte von Compiana und Südsissili abhängig. Es handelt sich um diejenige Kanalkombination, die die maximale Information über die Bodenbedeckung und -nutzung beinhaltet, deren Inhalt sich also gegenseitig ergänzt. Im Falle eines Qualitätsproblems, in Form einer Nebel- bzw. Wolkenbedeckung oder eines technischen Defekts, kann für das Landsat-4-TM 10-Bild der spektral am nächsten liegende Kanal ausgewählt werden (Tabelle 16).

Kanal	Information	möglicher Beitrag zu Fachkarten
Landsat-4-TM10		
TM1	Die Informationsgestört durch Aufnahme streifen.	-
TM2	Zeigt bebauten Flächen (Siedlungen, Staunauer, Betonflächen, Straßen und Wege), Anbauflächen (Felder) und unbedeckte Flächen. Die Evapotranspiration ist sichtbar durch den Dunst über dem Flachwasserebereich des Sees erkennen, das das Wasser sichtbar ist. Die relative Feuchtigkeit ist direkt im Umgebungswärme.	Karte des Straßennetzes Karte der unbedeckten Flächen Karte der flachen Gewässer und Sumpfbereiche.
TM3	Die lateritischen, eisenreichen Böden lassen sich deutlich erkennen.	Karte der lateritischen Böden und Plinthiten.
TM4	Die Vegetation lässt sich machen der Photosynthese differenzieren. Die lateritischen Flächen und besonders die jungen und frischen Brandflächen erscheinen dunkel bis schwarz. Der See und das Wasser im Compiana Flussbett sind an der Mündung tiefschwarz. Hinter der Staunauer ist das Wasser heller. Es ist verschmutzt, sehr flach, wärmer und fließt. Asphaltierte Straßen erscheinen deutlich als Sandere.	Karte der Vegetation. Karte der Oberflächengewässer Karte des Zustandes der Oberflächlichen Gewässer Karte der asphaltierten Flächen.
TM5	Geologische und geomorphologische Strukturen sind deutlich sichtbar: das Plateau unterscheidet sich von der Niederung, in der der See liegt. Die Inselberge sind alle erkennbar. Wasser- und/oder feuchte Flächen der Flussbetten sind sichtbar. Straßen, Pisten und Wege erscheinen wie Anbauflächen, Sand-, Betonflächen und nackte lateritböden und -gesteine.	geologische Karte geomorphologische Karte Karte der Gewässer Karte der Straßen und Wege Karte der eisenreichen Böden und Gesteine.
TM6	Die wärmsten (hellsten) Flächen sprechen den jungen und frischen Brandflächen und den aktuellen Flammen. Sie liegen meist entlang des Flusses Compiana, nördlich des Staues, wo die unkontrollierte Rodung der Anbauflächen stattfindet. Andere warme Flächen sprechen den Granit-Inselbergen im Süden und den Sandböden unter der schroffen Strauchvegetation am Stauee.	Karte der Brände und Brandflächen Karte der Granitgesteine, der drei dritten Böden. Karte der Gewässer
TM7	Die kühle (dunkle) Flächen entsprechen den Wolken und dem Stauee. Die Strukturen der geologischen Einheiten sind eindeutig zu identifizieren. Die Wasserläufe sind sehr detailliert, in dem Wasser im Flussbett und den Feuchtflächen, dargestellt. Ihre verzweigte Verzweigung zeigt das Kontaktgebiet zwischen Gneis und Schichtgesteinen. Die Inselberge sind ebenfalls sehr detailliert dargestellt. Lehmige Flächen und rote lateritgesteine lassen sich beobachten.	Geologische Karte Karte der Hydrogeologie geomorphologische Karte oberflächliche Gewässerkarte Karte der eisenhaltigen (roten) Böden.
SPOT-HRV1-XS		
XS1	Unterschied zwischen Siedlungen, Anbauflächen, jungen Brachen, Gruben und übrigen Flächen sind deutlich.	Karte der Bodenbedeckung
XS2	Siedlungen, Anbauflächen, Straßen, Wege und Gruben sind erkennbar.	Karte der Artefakte
XS3	Der Kanal ist kontrastreich als XS2 und XS1. Es besteht aus dem BAR DINET (1988) schon bemerkbar. Die photosynthetische Vegetation ist genau so wie die oberflächlichen Gewässer und feuchten Flächen lokal sichtbar. Die jungen und frischen Brandflächen sind nach ihrem relativen Alter differenziert.	Karte der Vegetation mit aktiven Photosynthese Karte der oberflächlichen Gewässer Karte der Brandflächen.

Tabelle 16: Auswähler der Kanäle nach Information und Qualität für Compiana (Landsat) und Südsissili (SPOT)
Quelle: Eigener Entwurf

In XS-Bildern ist es schwierig, Hügel und Inselberge spektral von den frischen Buschbränden zu unterscheiden. Die Gründe liegen in den niedrigen Reflexion des sichtbaren Lichts und der Absorption des NIR der lateritischen Hügel und Inselberge und der frischen Brandflächen.

Mit den Kanälen TM 1-5 und 7 und XS 1-3 ist es nicht möglich, das absolute Alter der Brandflächen zu bestimmen. Ähnliches gilt für TM 6, bei dem aus der Helligkeit der Pixel keine absolute Temperatur abgeleitet werden kann.

Durch die große zeitliche Differenz zwischen dem Aktualisierungsstand der Topographischen Karten und dem Aufnahmezeitpunkt der Satellitenbilder zeigen sich bei einiger Klasse der Oberflächenbedeckung erhebliche Unterschiede. Es handelt sich um den Compiana Stausee mit seinen umgesiedelten und neu gegründeten Dörfern und Anbauflächen. In beiden Gebieten sind neue Dörfer entstanden, Straßen und Wege sind nahezu verschwunden, während andere renoviert wurden. All dies an Neuerungen fehlen in den topographischen Karten, die nach ca. 20 Jahren eine Reaktualisierung benötigen.

Es wurden die Kanäle TM 2, TM 4, TM 7 und XS 1, XS 2, XS 3 ausgewählt. Sie sind am besten geeignet, die relevanten Daten der Bodenordnung in Compiana und Südsissili visuell zu erfassen und die beiden Untersuchungsgebiete eingehend kennenzulernen. Durch unterschiedliche Überlagerung von jeweils drei Kanälen eines Bildes entstehen verschiedene Farbkomposite.

2.2.3. Der Farbkomposit

Farbkomposite sind die gleichzeitige Darstellung einzelner Bildkanäle in den drei zur Verfügung stehenden Kanälen eines Farbbildschirms: Rot, Grün und Blau (RGB). Die Zahl der möglichen Kanal kombinationen erhöht die Zahl der potentiell möglichen Farben eines Objektes am Bildschirm, was zu einer Erleichterung seiner Identifizierung führen kann. Der Auswahl der Bildkanäle für die Farbkomposit ist von deren spektralen Eigenschaften abhängig.

Innerhalb der potentiell möglichen Farbkompositen, sind nur TM 7, 4, 2 (RGB) für Landsat-4-TM 10- und XS 3, 2, 1 (RGB) für SPOT-HRV 1-XS-Bilder als geeignet befunden worden.

Die meisten geologischen und geomorphologischen Strukturen sind erkennbar, ebenso bestimmte Klassen der Bodenbedeckung und -nutzung. Die Vegetation in ihrer unterschiedlich ausgeprägten Phänologie, Städte, Dörfer und ihre Anbauflächen sind schnell identifiziert. Brandflächen und aktuelle Brände sind weniger gut zu erkennen. Die übrigen Objekte wie steinige Böden, tonige Ablagerungen der Ebenen, abgedecktes Grundgebirge in Léou und Umgebungen sind überhaupt nicht erkennbar.

Für die Schwierigkeiten gibt es folgende Erklärungen:

- Die räumliche und spektrale Auflösung der Landsat-4-TM 10- und SPOT-HRV 1-Kanäle sind für einige Bereiche nur schlecht geeignet. Die Luftbilder, die

- die Städte Compiana und Léo räumlich besser erfassen, bleiben trotzdem, besonders für Pama, unzureichend;
- Die Satelliten- und Luftbilder sind alle unitemporal. Multitemporale Aufnahmen derselben Sensoren zu unterschiedlichen Jahreszeiten hätten wahrscheinlich genauere inhaltliche Differenzierungen erlaubt;
 - Die Vegetation der wechselfeuchten Tropen hat einen sehr schnell wechselnden Charakter. Die abgebrannte Vegetation bekommt z. B. bereits nach vier Wochen schon wieder treibende Blätter. Dies kompliziert die Erkennung und Interpretation solcher Flächen. Junge Brachelästsich in vielen Fällen nicht von älteren Anbauflächen trennen. Aus diesen Gründen ist ein Geländeaufenthalt des Interpreters zum Aufnahmezeitpunkt wünschenswert.

Durch Evaluierung der Interpretation auf dem Gelände mittels Photointerpretation konnten Zweifel behoben und Ergebnisse bestätigt werden.

3. Verfahren für die Erstellung der Bodenordnungskarten

Folgende Operationen sind für die Produktion der Karten notwendig.

3.1. Entzerrung und die Georeferenzierung der Satelliten- und Luftbildern

Die Bilder sind aufgrund der Erdkrümmung und der Vibration der Aufnahmeträger verzerrt. Aus diesem Grund müssen sie geometrisch korrigiert werden. Sie können dann an anderen Bildern und Karten in unterschiedlichen Maßstäben von Compiana und Südsissili überlagert werden und zur Erstellung von Photokarten benutzt werden. Die Entzerrung erfolgt mit Hilfe von Paßpunkten.

Die Aufnahme von Koordinaten für Paßpunkte erfolgte mit Hilfe von GPS in Compiana und Südsissili. Aufgrund technischer Probleme konnten diese Daten nicht verwendet werden. Die Paßpunkte wurden deshalb aus den Topographischen Karten (Blätter Pama und Léo) auf dem Digitalisierten Tablett gewonnen.

Die Bilder werden bei einer Ausgangspixelgröße von 28,5 m für Landsat-4-TM 10- und 20 m für SPOT-HRV 1-XS auf eine Pixelgröße von 25 m × 25 m entzerrt. Die Lagegenauigkeit wird durch den RMS (= Root Means Square)-Fehler angegeben. Für das Landsatbild beträgt der Fehler 2,0 Pixel (ca. 57 m), für die SPOT-Szenen liegt der Fehler bei 3,7 Pixel (ca. 74 m). Die Fehler erklären sich durch den kleinen Maßstab der Topographischen Karten und die Qualität der Satellitenbilder.

Da die Topographischen Karten im UTM-Projektionssystem vorliegen, werden die Satellitenbilder nicht nur entzerrt, sondern tatsächlich georeferenziert. So können die zu beobachtenden Klassen und Objekte der Landsat-TM- und SPOT-Szenen mit einem maximalen Fehler von 57 bzw. 74 m lokalisiert werden.

3.2. Hauptkomponentenanalyse

Die Hauptkomponentenanalyse dient der Eliminierung redundanter Information unterstellt aus einer Anzahl von Eingangskanälen maximal neue Kanäle, die Hauptkomponenten. Die erste Hauptkomponente enthält einen großen Anteil (80% oder mehr) der Gesamtvarianz der Bilddaten. Der Inhalt und damit die Notwendigkeit zur Berechnung weiterer Komponenten hängt maßgeblich von der Informationsdichte der Ausgangsdaten ab (ERDASFIELD-GUIDE 1991:179).

Durch diese spezielle Art der Datenkomprimierung wird in den Hauptkomponenten die Bildinformation sehr klar dargestellt. Die einzelnen Kanäle der Hauptkomponentenanalyse lassen sich oft besser interpretieren als die Originaldaten. Als Beispiele wurden Hauptkomponentenanalysen für die Landsat-TM10- und die Spot-HRV1-Subszenen berechnet, wobei alle Ausgangskanäle in die Berechnung eingingen. Ausgegeben wurden jeweils die ersten drei Hauptkomponenten. Die erste Hauptkomponente besitzt 86,33 (TM) bzw. 91,49% (SPOT) der gesamten Varianz des Bildes. Zusammen mit der zweiten und dritten Hauptkomponente, stellen die drei Kanäle der Hauptkomponentenanalyse 99 bzw. 100% der Ausgangsinformation dar (Tabelle 17).

Subszenen	Landsat-TM10		Spot-HRV1	
	Eigenwert	%	Eigenwert	%
1	1367.56	86,33	280,15	91,49
2	150.87	9,52	23,01	7,51
3	45.00	2,84	3,06	1,00
4	12.90	0,81		
5	4.14	0,26		
6	2.92	0,18		
7	0.64	0,04		
Gesamt	1584.04		306,22	

Tabelle 17: Eigenwert der Hauptkomponenten

Auf die erste Hauptkomponente der Landsat-TM 10-Subszenen lädt Kanal 5 sehr hoch, Kanal 7 und 4 besitzen ebenfalls eine relative hohe Ladung. Die 1. Hauptkomponente ist also durch Informationen aus IR-Kanälen geprägt. Auf die zweite Hauptkomponente lädt neben Kanal 6 auch Kanal 1 noch relativ hoch. Kanal 4 und 7 laden auch auf die dritte Hauptkomponente hoch. Die Hauptkomponentenanalyse zeigt, daß die Landsat-TM 10-Subszenen maßgeblich von Kanälen aus dem IR-Spektralbereich geprägt ist und damit Informationen zu Vegetation, Böden und Geologie liefern kann. Auf die erste Hauptkomponente laden die Kanäle der Spot-HRV1-Szenen fast ausgeglichen. Bei der zweiten Hauptkomponente stammen die Informationen hauptsächlich aus Kanal 3 und 1 und bei der dritten aus Kanal 2 und 1 (Tabelle 18)

Kanal	HauptkomponenteLandsat-TM 10			HauptkomponenteSpot-HRV1		
	HK1	HK2	HK3	HK1	HK2	HK3
1	0,21	-0,46	-0,30	0,50	-0,55	0,67
2	0,16	-0,20	-0,08	0,66	-0,26	-0,70
3	0,28	-0,19	0,08	0,56	0,80	0,23
4	0,35	-0,12	0,60			
5	0,74	0,12	0,19			
6	0,09	0,81	0,02			
7	0,42	0,15	-0,71			

Tabelle 18: Eigenmatrix für die erste, zweite und dritte Hauptkomponente

Die Hauptkomponenten können alleine oder zusammen mit den Ausgangskanälen bzw. den Kanälen der Indizes in Farbkompositen angezeigt werden.

3.3. Landbedeckungsindizes

Indizes sind Indikatoren der Eigenschaften unterschiedlicher Bodenbedeckungen und können benutzt werden, um deren Sichtbarkeit zu erhöhen. Zum Einsatz kommen jeweils diejenigen Kanäle, die das spektrale Verhalten der ausgewählten Bodenbedeckung am besten zeigen. Indizes lassen sich durch einfache und komplexe Kanalberechnungen erzeugen, um Bodentypen, Gesteine und Mineralien einschließlich verwitterter mineralischer Ansammlungen und Vegetation zu erfassen (PERRY, LAUTENSCHLAGER 1984: 179, HUETE, JACKSON, POST 1985: 37 ff, DEVINEAU et KALOGA noch nicht veröffentlicht: 32).

Der einfache Vegetationsindex (VI) = NIR - Rot ist in semi-ariden Gebieten häufiger benutzt, „normalised developed Vegetation index“ (NDVI) = $(NIR - R) / (NIR + R)$ (CURRAN 1983: 86). Er berücksichtigt die Heterogenität der Bodenbedeckung und die topographischen Schatten (WESTER, LUNDÉN, BAX 1990: 447). Er erlaubt auch die Diskriminierung der nackten Böden (SERPANTIE, TEZNAS DUMONTCEL, SABATIER 1991: 21). In den wechselfeuchten Tropen hat sich die Anwendung des „perpendicular vegetation index“ (PVI) = $((R_{\text{Boden}} - R_{\text{vegetation}})^2 + (IR_{\text{Boden}} - IR_{\text{vegetation}})^2)^{1/2}$ als noch besser erwiesen (EL VIGE and LYON 1985, zitiert bei HUTCHINSON 1991: 227).

In dieser Arbeit wird der NDVI benutzt.

Bei der Kombination der Ergebnisse der Indexberechnung, separat oder zusammen mit Originalkanälen, können pseudoräumliche Ansichten der Landschaft entstehen. Bei der gemeinsamen Darstellung von Farbindex $(XS_2 - XS_1) / (XS_2 + XS_1)$, Rot- oder Hematitindex (XS_2^2 / XS_1^3) (DEVINEAU et KALOGA noch nicht veröffentlicht: 32) und VI werden alle durch Menschen rezent strapazierten Oberflächen (Anbauflächen und Gruben), Viehwege und Erosionsflächen und -rinnen reliefartig dargestellt. Eine derartige Sichterlaubnis eine bessere Unterscheidung der Klassen und Unterklassen der Bodenbedeckung und -nutzung. Für die Legende der Karten von Compiana und Südsissileibensie trotzdem unzureichend.

3.4. Unüberwachte Klassifikation

Die unüberwachte Klassifikation ist die Unterteilung der Pixel in spektrale Klassen mit Hilfe einer Clusteranalyse. Das Ziel ist der Gewinn von statistischer Information zu den einzelnen Klassen und der Verhältnisse zwischen den Klassen (Trennbarkeit). Zudem können Kenntnisse über die Abhängigkeit des spektralen Verhaltens von anderen Einflußgrößen (Bewölkung/Vernässung) gewonnen werden.

Die Differenzierung dieser Klassen sollte so fein wie möglich sein, um die Legende der Karten von Compiana und Südsissili abdecken zu können. Aus diesem Grund wird die Anzahl von 10 Klassen willkürlich für die Landsat-4-TM 10- und SPOT-HRV1-Bildern angegeben. Nach diesem Verfahren lassen sich frische Brand- und Wasserflächen, einige Siedlungen sowie Felder und Vegetationsflächen identifizieren. Alle Klassen der unüberwachten Klassifikation werden nach der Geländeausgabe in Zusammenhang mit der Legende und den Trainingsgebieten geprüft.

Das Verfahren der unüberwachten Klassifikation kann zudem bei der Auswahl der zur visuellen Interpretation am besten geeigneten Kanalkombination eingesetzt werden. Für die Landsat-4-TM 10-Szenen wurde diese Analyse durchgeführt und zeigte, daß die Kanalkombination TM7,4,2 am besten geeignet ist.

Ein derartiges Verfahren wurde für die SPOT-Szenen nicht durchgeführt, da die Standardkanalkombination XS3,2,1 nach BARDINET (1988:23) für trockene Gebiete und nach den Arbeiten von SCHUCHMANN (1996) und SCHMID (1997) für die wechselfeuchten Tropen Westafrikas geeignet ist.

Das Ergebnis zeigt, daß in den Kanalkombinationen TM7,4,2 (RGB) bzw. XS3,2,1 (RGB) die 10 Klassen der Oberflächenbedeckung und Landnutzung am besten identifizierbar sind. Ein Vergleich mit der Legende der Karten von Compiana und Südsissili zeigt, daß nicht alle Klassen in den ausgewählten Kanalkombinationen sichtbar sind. Alle Klassen der unüberwachten Klassifizierung werden nach der Geländeausgabe in Zusammenhang mit der Legende und den Trainingsgebieten geprüft.

3.5. Überwachte Klassifikation der Bodenbedeckung

Für die Wahl von Trainingsgebieten sind vor allem Kenntnis und Verständnis der physischen und sozioökonomischen Grundlagen nötig. Sie werden durch Geländearbeit, darunter die Befragung und die Auswahl möglichst charakteristischer Flächen, ergänzt.

3.5.1. Physische und sozioökonomische Grundlagen in Compiana

Compiana gehört zum kristallinen Sockel und zu den birrimischen Formationen. Zwei distinkte geologische Einheiten teilen es in ein Plateau und

dessen abgesunkenen Teil, das Becken von Compiana und seine Zweige (Vgl. topographische Karte, Blatt Pama, 1981).

Vermutlich ist das Plateau in Bezug zum Compianabecken ein Horst. Der östliche Teil des Plateaus trägt das Réserve Partielle de faune de Pama (RPP). Seine Grenze mit dem Becken ist bis nach Pama fast identisch mit der RN. Dort knickt sie fast rechtwinklig nach Südosten ab. Der westliche Plateauteil ist dicht bewohnt.

18.

Das Becken befindet sich derzeit in einer Auffüllungsphase durch pluviale und fluviale Erosionsprodukte der Hänge des Plateaus.

Der größte Fluß auf dem Plateau hat eine NW-SE-Richtung und ist parallel zur Ausrichtung des Compianas. Seine Hauptzweige und der zweitgrößte Fluß auf dem Plateau, Opkemboulos, sind NE-SW ausgerichtet und sind damit senkrecht zu den ersten beiden. Diese Struktur weist auf den kristallinen Kraton hin, entlang dessen Lineamentes sich die Flüsse eingebettet haben. Die geomorphologische Strukturen können dies bestätigen.

Die Inselberge des Beckens, die wahrscheinlich kompakt wie die des Plateaus waren, wurden verwittert und abgetragen. Sie sind anskeptische Relikten in Form von Granit- und des aggregierten Blöcken aus Lateritgestein zu erkennen (Foto 1 und Foto 2). Sie haben auf dem Plateau E-W- und im Becken N-S-Richtung. Somit ist der Winkel der Nebenflüsse des Plateaus senkrecht zur Drainageachse des Flusses Compiana, der hier 1986 gestaut wurde.

Foto 1: Granitblöcke auf einer Granitinselbergkette an der Ostgrenze der Stadt Pama



Foto 2: Lateritblöcke an einem Westhange eines Inselberges ca. 12 km von Pama, nach der RN 18, November 1992



Der mittlere jährliche Niederschlag beträgt 923 mm, die mittlere jährliche Evaporation 774 mm (WALTER INTERNATIONAL 1987: Annexe 2). Es besteht eine hohe Variabilität des Niederschlagsregimes. Die Minima der Wetterstation in Pama lagen 1985 bei 500 mm, 1983 und 1984 bei 600 mm. Die Maxima liegen 1970 und 1974 bei 1010 mm, 1979 und 1981 bei 1050 mm und 1991 bei 1150 mm. Das Regime bestimmt den Ertrag der Landwirtschaft und besonders die zur Verfügung stehende Menge des Wassers für die Produktion des Stroms in Compiana.

Die Lateritböden (Foto 3) und die steinigten Böden (Foto 2) befinden sich auf den Hügeln und Inselbergen. In den Niederungen sind sie nur dort vorhanden, wo das Grundgebirge auftaucht.

Foto 3: Ausschnitt eines Laterithügels während des Bauseines Weges 1994, ca. 10 km südwestlich von Pama, Mai 1992



Die Erosion ist hier insbesondere bei Abwesenheit von Vegetation sehr aktiv (Foto 4). Braune Böden aus unterschiedlichen Substraten liegen auf den Ebenen, den konkaven Hängen der Hügel und den Inselbergen. Dunkeltonige, sandig-lehmige, hydromorphe Böden und Vertisole befinden sich in Dellen, Becken, Niederungen und flachen Flußbetten. Auf diesen Böden wachsen entsprechende Vegetationsformationen.

Foto 4: Erosionsfläche bei Pognoaca, 30 km südwestlich von Pama 1993



Die Baumvegetation ist offen (Foto 5). Sie besteht hauptsächlich aus Karité, Néré, *Laneaacida*, *L.microcarpa*, *Bombaxcostatum*, *Ficusgnafalocarpa*, *Tamarindusindica* in den Ebenen, auf den Plateaus und den konkaven Hängender Inselberge.

Foto 5: Offene Baumvegetation mit Galeriewald im Bildhintergrund ca. 5 km östlich von Pama



Pflanzen unterschiedlicher Arten wachsen oft auf engstem Raum zusammen. Sie bilden um die Dörfer eine Parklandschaft. In den alten Siedlungen dominiert *Acacia albida* und in den Niederungen tritt *Borassus aethiopicum* hinzu. Auf Foto 6 sind zwei Karité-Bäume zu erkennen, bei denen einer eng mit einem *Lanea microcarpa* verwachsen ist, auf dem zweiten wurde ein Bienenstock befestigt. In den Niederungen und Wasserläufen dominieren *Cailcedra*, *Ficus gnaphalocarpa*, *F. platyphylla*, *Myraginainermis*. Die Combretaceen besetzen die Hügel, die Akazi die Hänge und die alten Brachen innerhalb der Grasformationen.

Die Grasformationen dominieren den Norden von Compiana und das Becken von Opkemboulo auf dem Plateau im NE von Pama. (Vgl. Karte der Vegetation von TERRIBLE 1977). Sie ziehen große und kleine Wildtiere an.

**Foto 6: Zweibenachbarte Karité Bäume ca.
November 1992**

5 km nördlich von Pama,



Compiana ist eines der faunareichsten Gebiete in Burkina Faso. Aus diesem Grund existieren zwei Jagdhotels, eines in Pama und ein zweites 7 km nördlich von Pama. Das Jagdgebiet ist das RPP.

Compiana gehört zum Gourmanceba Streusiedlungsgebiet (Kapitel II, 1.1). Die Bevölkerung besteht, mit Ausnahme der Stadt Pama, hauptsächlich aus Gourmanceba (48,7%), Yance (30%), Foulbé (11%) und Mose (9,9%) (SAED 1986 zitiert bei WALTER INTERNATIONAL 1987:56).

Die Bevölkerung nimmt sehr stark zu, nicht aufgrund des natürlichen Bevölkerungswachstums, sondern durch eine breite Immigration der Mose. Dies lässt sich anhand der ethnischen Bevölkerungszusammensetzung aufzeigen: Die Volkszählung von 1975 zeigt noch folgende Verteilung: Gourmanceba 60%, Yance 31%, Foulbe 3% und Mose 2% (WALTER INTERNATIONAL 1987:56).

Diese Bevölkerungsbewegung begann bereits 1963 (AVV 1976a:2) und verstärkte sich seit 1986 mit der Asphaltierung der RN 18 Ougadougou-Fada-N' Gourma-Pama bis zum Hafenvon Cotonou (Benin) und der RN 24, von Pama bis zum Hafenvon Lomé (Togo) (Vgl. topographische Karte Blatt Pama) und der Nutzung der Uferbereiche des Staueses.

Auf der westlichen Seite des Sees sind die Dörfer klein. Ausnahmen bilden Pama mit 3526 Einwohnern und das nächstgrößere Dorf, Kompianbiga (1200 Einwohner) im Nord des Sees (DIRECTION DE LA DEMOGRAPHIE 1985:101,102) Die Bevölkerung besteht hier zu meist aus Gourmanceba und im äußersten Westen aus Yance. Die permanenten und temporären Siedlungen der

Foulbé liegen westlich und nördlich des Sees, wo es keinen Ackerbau gibt. Es existieren sehrausgedehnte Weideflächen, die Rinder aus angrenzenden Gebieten, einschließlich Benin und Togo, anziehen. Die Mose wohnen im Nordosten, entlang der RN 18 und zwischender RN 18 und dem Fluß Compiana.

Auf einigen Ruinen, die aufgrund des Staudammbaus verlegten Dörfer, wurden Fischerdörfer gegründet. Die Fischer kommen zum Zeitpunkt der Umfrage aus den Siedlungsgebieten der Mose, Bozo (Zentralbecken des Fluß Niger, Mali) und Sorkho (Ostbecken des Fluß Niger, Niger).

Die Nutzung der Landressourcen durch die autochthone Bevölkerung und die neuen Siedler verursacht latente, manchmal offene Konflikte zwischen diesen Gruppen und fundamental mit dem Staat. Ihre Lösungen benötigen eine Verwirklichung von tatsächlich integrierenden ländlichen Einrichtungsprojekten in Compiana.

Die Bodennutzung ist aufgrund des Bevölkerungszuwachses sehr dynamisch. Compiana benötigt Straßen, Pisten und Wege zwischen den Dörfern und die Renovierung der schon vorhandenen Verkehrswege. Die Mehrheit der Dörfer soll eigene Schulen, Krankenstationen, permanente Brunnen erhalten. In Abhängigkeit von den traditionellen Achsen der Beweidung sollen räumlich verteilte, permanente Viehtränken eingerichtet werden, mit dem Ziel dieser dezentrierten Wanderwege zu erhalten.

Die Infrastruktur soll durch Verarbeitungsbetriebe der landwirtschaftlichen Produkte ergänzt werden. Die Durchführung solcher Projekte wird die Landflucht reduzieren und die Unterbeschäftigung der Bevölkerung, besonders während der Trockenzeit, kompensieren. Das Problem der Energie wird mit dem Anschluß der Siedlungsgebiete an den Strom von Compiana gelöst. Die Benutzung von Brennholz würde zugunsten der Ökologie reduziert.

3.5.2. *Physische und sozioökonomische Grundlagen in Südsissili*

Südsissili liegt auf dem granitisch-gneissischen Kern des präkambrischen kristallinen Sockels.

Die Niederschlagsdaten der Wetterstation von Léozeigen zwischen 1978 und 1994 zeigen eine starke Variabilität in der Zeit. Das Minimum der Niederschläge beträgt für diese Zeitspanne 581,4 mm, die 1982-83 innerhalb von 34 Tagen fielen. Das Maximum fiel 1994 -95 mit 1439,8 mm innerhalb von 63 Tagen. 1979 -80 fielen 1208,7 mm in 84(!) Tagen.

Die mittlere jährliche Temperatur liegt bei 27,7°C mit einem Minimum von 20,8°C und einem Maximum von 34,8°C. Außer in den Monaten Juli, August und September ist die Evapotranspiration höher als der Niederschlag. Dies stellt ein Problem bei der Schaffung künstlicher offener Wasserflächen dar.

Südsissili wird im Westen durch die Nebenflüsse des Mouhouns und im Osten durch den Sissili und seine Nebenflüsse gegliedert. Das Relief zeigt

Zeugenberge und Plateaus über die Pedimente und Niederungen. Freilegende Gesteine in Form von rötlichen bis grauen Gesteinsblöcken finden sich an den Inselbergen und in den Niederungen mit einer strauchartigen Vegetation.

Die Baumvegetation besteht hauptsächlich aus Karité, Néré und *Detarium microcarpum*. Die Strauchvegetation besteht aus *Piliostima* und *Combretaceen*. Die Vegetation steht unter einer starken Nutzung.

Die Hauptböden sind eisenreiche Böden, Lithosole und in verwitterten montmorillonitreichen Gebieten Vertisole und deutrophe Böden (Vgl. BOULET et FAUCK 1976). Sie werden von der Landwirtschaft genutzt.

In Südsissili dominierte ein kompakter Siedlungsgebietstyp.

Der Volkszählung von 1975 ermittelte 10 Einwohner/km². Die autochthone Bevölkerung besteht aus Nouna (Gourounsi), Foulbé, Dagara und Sissala. Die Volkszählung von 1985 spricht von 20 Einwohner/km². Dieser Zuwachs beginnt mit der Anwendung des Bodengesetzes 29/AN/63 von 1963, das Sissili zu einem Einwanderungsgebiet der Mosemacht (AVV 1976a:2). Die Anwendung des RAF, das die lokale Bodenautorität der Siedlungsgebiete bekämpft, hat den gleichen Einfluß. Innerhalb von 10 Jahren hat die Einwohnerzahl von Léoum 114,30% zugenommen (BERGERSARL 1987:22).

Durch die Konkurrenz um die Nutzung der Böden kommt es zu latenten und offenen Konflikten, bei denen die autochthone Bevölkerung den Immigranten vorwirft, gegen ihre Bodennutzungsgesetze zu verstoßen, da eine Nutzung durchgeführt wird, die den Charakter der Parklandschaft zerstört.

Es gibt Dörfer, die älter sind als die anderen und in der Geschichte eine wichtigere sozioökonomische Funktion hatten als heute. Ein Beispiel hierfür ist Mounain Südsissili. Mounain ist ein kleines Dorf mit ca. 300 Einwohnern. Es liegt 7 km nördlich von Léo (Vgl. TOPOGRAPHISCHE KARTE LÉONC-30-XXII, 1981). Mounain besitzt den Boden in einem Umkreis von mehr als 20 km. Die Nutzung des Bodens, insbesondere durch Immigranten, wird mit dem Einverständnis der Familie Nian ohne irgendeine Gegenleistung gewährleistet. Die Immigranten dürfen jedoch keinen Baum auf den Anbauflächen pflanzen, da es Brauch ist, daß, solange der Baum lebt, ihn die Bodenfläche gehören würde.

3.5.3. Bedeutung der Farben in TM7,4,2 (Compiana) und XS3,2,1 (Südsissili)

Im Gelände ist es nützlich die Bedeutung der Farben der Farbkompositen TM7,4,2 und XS3,2,1 (RGB) zu prüfen (Tabelle 19). Dadurch lassen sich die Klassen der Oberflächenbedeckung und der Landnutzungen erkennen und besser verstehen.

Farbe		Bedeutung der Farbe	
		TM7,4,2in Compiana	XS3,2,1in Sudsisilli
Blau	weiß-blau	-Wolken, Dunst, Staunauer	
	hellblau	-Vegetation (mit intensiver Chlorophyll-Aktivität) der Niederungen, mit hochanstehendem Grundwasser	-junge Brandflächen -Strause der Stadt Léó
	bläulichgrün	-Vegetation auf freigelegten Gesteinen	-dunkeltonig (mit organischem Material) Bodenoberflächen
	blau-grün	-Vegetation auf sandig-lehmigem Boden	-dünne, tonige Böden auf oberflächennahem Grundgebirge oder anderen, lateritgesteinen
	blau-braun	-	-Brandfläche, alt
Grün	dunkelgrün	-Galeriewälder	-
	grünlichbraun	Treibende Vegetation auf 3 bis 4 Wochen alten Brandflächen	
	gelb-grün		-noch nicht oxidierte eisenreiche Oberflächen der rezenten Gruben, deren Böden der Renovierung der Straßendienen
			-Renovierte Straßensacke mit lateritböden
			-freigelegte unteroxidierter eisenreiche und kaolinitische Böden
Rot			
	rotmagenta	Plinhtund Schatten	-Galeriewälder
	dunkelrot	freiliegende, lateritgesteine	-Plantagen
	blutrot		-bewässerte Kulturen
			-Vegetation mit sehr starker Chlorophyll-Aktivität. Sie stehen in den Niederungen. Es handelt sich meistens um <i>Ptilostigma thomningii</i>
	hellrot	rotlehmige Böden mit spärlicher Vegetation oder unbedeckt	
Gelb			
	hellgelb		steinige Böden mit Eisen-/Mangan Konkretionen
	strohgelb		dichtestrockenes Gras und Hirsesproß
	gelblich	Felder, Brache, Siedlung	
Hellorange			Holzvegetation, meistens alte Brache bzw. seminatürliche Vegetation

Farbe		Bedeutung der Farbe	
		TM7,4,2in Compiana	XS3,2,1in Südsissili
Weiß		Siedlungen, Sandflächen, Zementflächen, Anbauflächen mit geringem Anteil an organischem Material, offenes Gelände, Straßenbaugrube	-Siedlungen, Anbauflächen -neue Gruben nach der Abfuhr von Straßenbaumaterial
	weißlich	Argillit, auf dem die Bäume gefällt wurden	
Dunkel		Schatten,	-Laterit-, Plinthitgesteine
	Dunkelbraun	Brandfläche, frisch	-dunkle Böden der Niederung und abgebrannte Abflurbetten
		Brandfläche, jung	freiliegendes Grundgestein in Léou und Umgebung, Eshandelt sich um ein Teil des Léoner Rückens
Braun			
Schwarz			
	tiefschwarz	Tiefe Bereiche des Staueses	-Wasserflächen im Flußbett
			-Feuchte Flächen
	blau-schwarz	Flache Bereiche des Staueses	-Aluminium des Wasserturms
	grünlich-schwarz	Schatten	
	körnig-schwarz		-Brandflächen, frisch
			-Flammen
Braun		Abgebrannte dunkle Böden der Niederungen	-Baumsavanne, allgemein auf mehr oder weniger junger Brache bzw. Parksavanne
	dunkelbraun	Lateritflächen, alte Brandflächen	
	hellbraun	schrale Brandflächen	-Dichte Strauch- bis Baumsavanne
Violett			
	dunkelviolett	Asphaltierte Straße	
	hellviolett	Wohn- und Amtshöfe in Pama	

Tabelle 19: Bedeutung auffälliger Farbenerausgewählten Kanal kombination der Satellitenbilder von Compiana und Südsissili

Quelle: Eigener Entwurf

Die Farbsind unterschiedlich in Compiana und Südsissili. In Compiana besteht die Farbkomposita aus einem sichtbaren Kanal (TM2) und zwei IR-Kanälen (TM4 und TM7) und entspricht ungefähr den Farben im Gelände. Sie vereinfacht die Identifizierung der Daten am Boden. In Südsissili sind dagegen zwei sichtbare Kanäle (XS1 und XS2) und ein IR-Kanal (XS3). Die daraus resultierenden Farbsind den realen Farben nicht ähnlich. Die Farbe rot weist hier auf die Merkmale der Photosynthese treibenden Gewebe, also grüne Vegetation hin.

Die Farbe geben in ihrer Intensität Auskunft über Art und Zustand der Bodenbedeckung und Landnutzung. Die Pflanzen sind unterscheidbar nach der Stärke ihrer Photosyntheseaktivität jedoch nicht nach ihrer Art. Bestände mit laubabwerfende Arten, wie z. B. Karité, Néré, Baobab und Nadelbäume lassen sich jedoch zur aufgenommenen Jahreszeit (Trockenzeit) durch die geringe Photosyntheseaktivität und die abgestorbenen gelben Blätter im Satellitenbild erkennen.

Die Farbe Gelb steht in XS3, 2, 1 für steinige Böden mit sandigen Oberflächen, auf denen sich neue Ansiedlungen und Anbauflächen der neuen Siedler befinden. Die dichten Bestände trockener Gräser und geernteten, liegenden Hirsesprossen zeigen ebenfalls die gelbe Farbe, daher die Vegetation durch lang anhaltende Trockenheit oder die Ernte vertrocknet und vergilbt und dabei ihr Spektralverhalten ändert. Durch die Abnahme des Chlorophyll- und Wassergehalts der Pflanze nimmt die Absorption im blauen und roten Spektrum ab und die IR-Reflexion zu, was die gelbe Farbe verursacht.

Für die Erstellung der Legend der Karten für Compiana und Südsissili reichtes jedoch nicht aus, die Objekte und Strukturen sowohl auf dem Satellitenbild als auch im Gelände identifiziert zu haben. Eine konkrete Auswahl von Trainingsgebieten für jede einzelne Klasse ist daher notwendig.

3.5.4. Auswahl der Trainingsgebiete

Für eine überwachte Klassifizierung müssen Trainingsgebieten für jede zu unterscheidende Klasse, Unterklassen und Modifikationen ausgewählt werden (Tabelle 20 und Tabelle 21). Die Vegetationsklassen in den Tabellen stehen in Zusammenhang mit dem im Untersuchungsgebiet vorhandenen Bedeckungsgrad der Baum-, Strauch- und Grasschichten nach der phytogeographischen Klassifizierungen (Vgl. DRABO 1994:3).

Oberflächenbedeckung		Informationsquelle		
Klasse, Subklasse	Satellitenbild (TM7_4,2)	Luftbild	Gelände	
1. Siedlung und Anbauflächen	Mischpixel aus kleinen Siedlungen und Anbauflächen erscheinen gelblich, größere Siedlungen und abgeerntete Flächen erscheinen weiß, unbedeckter Bodenschicht rötlich; insgesamt unruhige Textur; wenig leuchtende, violette Objekte (Straßen)	einzelne Objekte (Häuser, Straßen, Wege, Bäume) lassen sich identifizieren	Alten Siedlungen sind Hausfelder, Dorffelder und Buschfelder zugeordnet, neue Siedlungen liegen zum Teil in mittleren Anbauflächen. Die meisten Bäume in den Siedlungen wurden gepflanzt. Im Vergleich zur Zeit vor dem Handelsschiffbau sind die meisten großen, alten Cajeput- und Mangobäume aus der Kolonialzeit, zum Teil jedoch sind Neem (<i>Azadirachta indica</i>), einige <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , <i>Casipia</i> , <i>Gmelina arborea</i> , <i>Prosopis juliflora</i> .	
2. Natürliche und naturnahe offene Strauch-, Baumsavanne und Wälder	(Anmerkung: da die Aufnahme zur Trockenzeit erfolgte, haben viele Pflanzen eine reduzierte Photosyntheseleistung)	-	Die Vegetation wird gebildet von Combrataceen- und domingischen Akaziensträuchern mit geringer Dichte, die auf Rohböden wachsen.	
2.A. schroffene Strauchsavanne	blaugrün, rötlich grün (Hinweis auf geringe Photosyntheseaktivität)	-	Die einzelnen Pflanzen sind nicht so wertvoll wie in der Klasse „sehr offene Strauchsavanne“. Es handelt sich um Combrataceen, domingische Akazien und die Pflanzenarten Karité, Lanéa, Diospyros mespiliformis, die sich hier als Sträucher verhalten sind. Sie befinden sich auf Rohböden, Geröllmaterial bzw. eisenhaltigen Böden.	
2.C. Strauchsavanne	grün gelb, körnige Textur	-	Es herrscht die gleiche Artenzusammensetzung wie bei der Klasse „offene Strauchsavanne“, die Pflanzen sind jedoch dichter und höher.	
2.D. offene Baumsavanne	grün-bläulich, körnige Textur (durch Einzelbäume, bzw. Baumgruppen)	-	Die Bäume Karité, Néré, Lanéa, Andonsoniadi gitata, überragende Sträucher Sies sind auf den Ebenen, auf den konkaven Hängen und den Füßen von Inselbergen zu beobachten. Die Hauptgräser sind Togoensis, Elefantengras, Sissigna.	
2.E. Baumsavanne	grün gelb, bläulich	-	Die Vegetation ist der Klasse „offene Baumsavanne“ ähnlich, sie ist jedoch dichter und höher.	
2.F. Holzsavanne	dunkelbläulich grün, intensive Photosyntheseaktivität; Hauptvorkommen in Dellen und Niederungen, sowie wenige Einzelbäume (Plantagen)	-	Große Bäume stehen dicht beieinander, ohne daß sich die Kronen berühren. Es sind die gleichen Pflanzen wie in der Baumsavanne. Der wichtigste Strauch ist der Zentchin, der unter den Bäumen wächst. Gras ist wenig vertreten.	
2.G. Wald	dunkel grün, intensive Photosyntheseaktivität; entlang von Wasserläufen	-	Der Wald begrenzt sich zum Teil auf feuchte Vorkommen auf den Ebenen und Niederungen und zum Teil auf die Galeriewälder entlang der Wasserläufe. Der Wald wird bestimmten Orten in der letzten Fahrt um den Compiana-Stausee gefällt.	
3. Wasserflächen	-	-	-	
3.A. künstliche Gewässer, tief	tief schwarz, ca. 2/3 des Sees	-	Tiefe Bereich des Compiana-Stausees.	

Oberflächenbedeckung		Informationsquelle	
Klasse, Subklasse	Satellitenbild (TM7_4,2)	Luftbild	Gelände
3. B. künstliche Gewässer, flach	blauschwarz, ca. 1/3 des Sees, v.a. periphere Bereiche	-	Flache Bereiche des Compianastausees, die durch Akkumulation von Erosionsmaterial weiterhin verflachen.
4. Böden	(Anmerkung: die intensive Rückstrahlung der Böden überdeckte die Information von evtl. vorhandener Vegetation)	-	
4. A. Lateritböden	dunkelbraun bis dunkelrot	-	Eshandelschumlateritgestein, rotlehminge Böden und Schotterflächen. Sträucher dominieren.
4. B. hydromorphe Böden	grau bis dunkelgrau v. a. auf den Ebenen, in Dellen und breiten Flußbetten	-	Auf den Ebenen und in Dellen kommt tonreiche, durch Regenerosion entstandene Böden vor. In der Trockenzeit entstehen tiefe Risse. Hier wachsen bis zu zwei Meter hohe Gräser. Anbau von Sorghum und Reis.
4. C. lehmig-sandige Böden	hellrot	-	Auf den Anbauflächen dominieren sandige, sandig-lehminge, lehmige Böden
4. D. sandige Böden		-	Auf den Anbauflächen liegt feiner, freigespülter Sand an der Oberfläche. In den tiefen Flußbetten handelt es sich um reinen Sand.
4. E. degradierte Flächen	weiß	-	Lagerfläche für Abfall aus dem Straßenbau an der RN 18
5. A. Buschbrand, jung	braun bis dunkelbraun, auf Niederung und Flußgebiete beschränkt	-	Zum Zeitpunkt der Aufnahme sind die Flächen in den Niederungen trocken genug, um sie abzubrennen zu können
5. B. Buschbrand, alt	dunkelbraun	-	Die Asche ist verweht, nur noch wenig direkte Brandspuren sind sichtbar. Die Vegetation beginnt nach ca. 4 Wochen wieder auszutreiben.
6. Wolken	weiß-blau	-	-
7. Schatten	grünlich-schwarz	-	-

Tab. 20: Auswahl der Trainingsgebiete der Klassen der Bodenbedeckung in Compiana

+ : identifiziert; ± : kaum identifiziert; - : nicht identifiziert und - : keine Information

Quelle: Eigener Entwurf

Oberflächenbedeckung		Informationsquelle	
Klasse, Subklasse	Satellitenbild (XS3, 2, 1)	Luftbild	Gelände
1. Siedlung und Anbauflächen			
1.A. Siedlung und Anbauflächen, neu	Mischpixel aus Siedlung und Anbauflächen erscheinen weiß (die Reflexion des Bodens mit geringem Gehalt an organischem Material überlagert die Information der vorhandenen Vegetation)	Einzelne Objekte (Grundstücke, Häuser, Wege, Bäume, Plantagen, Grenzen zwischen Feldern) lassen sich identifizieren	Die relativ jungen Siedlungen besitzen kein <i>Acacia albida</i> und liegen meistens innerhalb der Anbauflächen. Die Böden sind an organischem Material, Stehbaum gepflanzte Bäume.
1.B. Siedlung und Anbauflächen, alt	Mischpixel aus Siedlungs- und Anbauflächen erscheinen blauweiß, größere Siedlungen erscheinen weißmilchig-blau (Tomitorganischem Material). Die Vegetation innerhalb der Siedlungen erscheint in Form einzelner roter, punktförmiger Flächen bzw. linienhafter Objekte, vorzugsweise in der Nähe von Wasserflächen und entlang von Straßen. Straßenscheiteln zeigen nach Alter und Art des Belags weiß (ohne Belag), gelb oder gelb-grün (frischer Lateritbelag). Sie sind z.T. gitterförmig angeordnet. Der Flugplatz ist als weiß-bläuliche, bandartige Fläche im Nordosten von <i>é</i> identifizierbar.	Einzelne Objekte (Grundstücke, Häuser, Straßen, Wege, der Flugplatz, Einzelbäume, Plantagen, Stauseen und deren feuchte Ufer, Staumauern, geometrische Flächen von Vegetation und Freiflächen entlang der Wasserläufe) lassen sich deutlich identifizieren.	Die Häuser der alten Siedlungen bestehen aus Baumaterial der direkten Umgebung. Die Mauern und Dächer sind aus lehmigem Boden, in <i>l'é</i> jedoch auch aus Wellblech. Die Bodenoberfläche ist aufgrund der Zersetzung von organischem Material (Unkraut, Abfälle) relativ dunkel und tonig. Indem neue Dörfer isolisches Material noch nicht vorhanden, wodurch sie voneinander direkt angrenzenden Anbauflächen schlecht zu unterscheiden sind.
1.C. Anbauflächen und junge Brache	weiß-bläulich (Anbauflächen und junge Brachen) bläulich (Trockenpflanzenreste: Gras, Unkraut und Blätter) und weiß (Böden mit wenig organischem Material, deren Reflexion die eventuelle vorhandene grüne Vegetation überlagert)	-	Die Anbauflächen und die jungen Brachen sehen ähnlich aus, unterscheiden aber sich nach den Pflanzenresten und dem Alter der Bearbeitung des Bodens Foto 9
2. Natürliche und naturnah geöffnete Strauch-, Baumsavanne und Wälder	(Anmerkung: da die Aufnahme zur Trockenzeit erfolgte, haben viele Pflanzen eine reduzierte Photosyntheseleistung)		

Oberflächenbedeckung		Informationsquelle	
Klasse, Subklasse	Satellitenbild (XS3, 2, 1)	Luftbild	Gelände
2.A. sehnoffene Strauchsavanne	rötlich-gelb, körnig (geringe Photosyntheseaktivität)	zerstreute, einzelneschwarze Punkte auf relativ hellem Hintergrund	Frischausstreibende Sträucher, die für die Anlegung der Anbauflächen geeignet wurden, prägendes Bild. Zudem existieren große Einzelbäume der Parksavanne, die nicht geeignet werden dürften. Sie befinden sich auf Feldern junger Brachen.
2.B. Strauchsavanne	rötlich, körnig auf dunkel hintergrund (relativ starke Photosyntheseaktivität)	kaum differenzierte einzelne kleine Punkte auf ruhiger Textur von weiß-grau-schwarzen Flächen	Es dominieren Sträucher. Sie wachsen auf Rohböden, eisenhaltige Böden, Geröllmaterial bzw. zwischen Blöcken von Lateritgestein. Termitenhügel sind hier häufig.
2.C. offene Baumsavanne	rötlichbraune, flächenhafte Objekte mit selbsthafter Verteilung in der Nähe von Siedlungs- und Anbauflächen.	einzelne zerstreute schwarze Punkte	Außen Hügelwachsen in Dellen Gräser und Kräuter. Termitenhügel und Blöcke sind sehn häufig (Foto 8). Der dunkel bis schwarze Boden ist fast immer feucht.
2.D. Baumsavanne	rotbraunliche flächenhafte Objekte, deren Richtung der Fluss nimmt. Die Flächen befinden sich hauptsächlich in den Flussläufen. Sie sind durch Siedlungen und Anbauflächen unterbrochen.	Relativ dichte, schwarze, punkthafte Objekte. Die Größe der Punkte nimmt in Richtung der Flussläufe zu. Sie sind auf den Anbauflächen und jungen Brachen deutlicher, als auf den nicht angebauten Flächen.	Die Bäume übertreffen die Sträucher. Die Liannengewächse alleine oder auf anderen Bäumen. Combretaceen, Akazien, <i>Piliostigma reticulata</i> , <i>P. thomningii</i> kommen außerhalb der Anbauflächen und jungen Brachen in baumartiger Gestalt vor.
2.E. Holzsavanne	rot-braune, flächenhafte Objekte in Inselhaftem Vorkommen. Die größten Flächen relativ weit von Siedlungs- und Anbauflächen entfernt.	dichte, schwarze, punkthafte Objekte	Die Wälder werden stark zur Brennholzgewinnung in Anspruch genommen.
2.F. Wald	rote, flächenhafte Objekte. Hauptvorkommen an Wasserläufen, in den östlichen und nördlichen Straßennetzen in einigen Höfen. In der Umgebung von Léo zudem zwei kleine Quadrate (Mangopflanzungen).	deutlich schwarze Linien- und flächenhafte Objekte entlang der Wasserläufe, der Straßen und quadratisch in den Höfen in Léo.	Die Flächen von Holzsavanne liegen in der relativ schwach besiedelten Gebieten, die jährlich gebrannt werden.
3. Wasseroberflächen			Die Flächen von Holzsavanne liegen in der relativ schwach besiedelten Gebieten, die jährlich gebrannt werden.

Oberflächenbedeckung		Informationsquelle		
Klasse, Subklasse	Satellitenbild (XS3, 2, 1)	Luftbild	Gelände	
3.A. künstliche Gewässer in der Stadt Léo	Blau bis hellblau, flächenhafte Objekte. Das Wasser enthält suspendierte Sedimente, derisofläch, daß Reflexionsstratfinder.	hellgrau. Darsichtbare Licht wird von suspendierten Sedimenten oder vom Bodendes Seereflektiert.	Das Stausee wurde in den achtziger Jahren gebaut. Der Wasserstand ist aufgrund seiner funktionalen Viehtränke und der hohen Evapotranspiration sehr gering.	
3.B. künstliche Gewässer, auf dem Land	schwarze, flächenhafte Objekte	-	Ehandelt sich um kleine Stauseen, die in den siebziger Jahren gebaut wurden.	
4.Böden	(Anmerkung: die intensive Rückstrahlung der Böden überdeckt die Information von evtl. vorhandener Vegetation)	-		
4.A. Lateritböden	dunkel	schwarz	Ehandelt sich um Lateritgestein und rot lehmige Böden	
4.B. verschiedene Böden	grau bis dunkelgrau; n	schwarze, punkthafte Objekt.	Buschbrände ändern die Reflexion von Vegetation und Böden. Derartige Flächen wurden als verschiedene Böden zusammengefaßt.	
5.Brandflächen		-		
5.A. Buschbrand, frisch	körnig-schwarz	schwarz	Zum Zeitpunkt der Aufnahme sind die Flächen in den Niederrungen trocken genug, um sie abzubrennen zu können. Brände lassen sich lokalisieren	
5.B. Buschbrand, jung	hellblau	grau	Esen spricht hauptsächlich den Westen, wobei die Besiedlung dünner ist als der Rest von Kohlean Holz und Gras	
5.B. Buschbrand, alt	blau-braun	undifferenziert	läßt sich anhand von Resten von Kohlean Holz und Gras besonders auf Termitenhügel bestimmen.	

Tabella 21: Auswahl der Trainingsgebiete der Klassen der Bodenbedeckung in Südsissili

+ : identifiziert; ± : kaum identifiziert; - : nicht identifiziert und - : keine Information

Foto 7 zeigt ein Beispiel für die enge Verquickung zwischen Brachflächen und Anbauflächen, dies spektral sehr ähnliche Eigenschaften besitzen und dadurch bei einem monotonen temporalen Klassifizierungsniveau schwer zu trennen sind.

Foto 8 zeigt ein Beispiel für die Strauchsavanne in einem kreisförmigen Delle auf einem Inselberg, die mit *aneacida* (auf der linken Seite), *Bombax costatum* (in der Mitte) und *Rechts*, und verschiedenen Gräsern und Kräutern bewachsen ist. Auffallend sind die vielen Termitenhügel.

Quelle: Eigener Entwurf

Foto 7: Junge Brachflächendurch einen Weg von einem Buschhirsefeld getrennt



Foto 8: Kreisförmige Delle auf einem Inselberg



Die Klassifizierung der Oberflächenbedeckung nach den Legenden der Karten von Compiana und Südsissil zeigt, daß die Klassen viele gemeinsame Elemente

besitzen, die deren Trennbarkeit erschweren. Es ist anzumerken, daß die aus der Oberflächenbedeckung abgeleiteten Nutzungsklassen auf den Fernerkundungsdaten nicht direkt beobachtbar sind.

Die beiden Tabellen der Klassen der Bodenbedeckung und -nutzung in Compiana und Südsissili führen zu einigen Ergebnissen:

- Die Klasse und Unterklasse der „Buschbrände“, die temporäre Phänomene darstellen, existieren in ihren Grenzen nicht mehr auf dem Gelände. Eine Extrapolation der Flächen ist unter Berücksichtigung der Topographie und mit Hilfe von Befragungen möglich;
- Manche Klassen oder Objekte sind weder in den Satellitenbilddaten noch in den Luftbildern identifizierbar. Nur eine Analyse während der Prüfung im Gelände läßt einen Rückschluß zu. Beispiele dafür sind die Subklasse „Siedlung, neu“. Diese Flächen lassen sich sowohl in Landsat-TM als auch in SPOT-HRV1-XS nicht von der Klasse „Anbaufläche“ trennen;
- Sozioökonomische und kulturelle Fakten lassen sich von der aktuellen Situation ableiten: Die autochthonen Stadtteile von Pama und Léos sind in ihrer Größe stabil, evtl. haben sie sogar eine abnehmende Tendenz. Im Gegensatz dazu kann ein langsames Wachstum der Flächen der staatlichen Administration beobachtet werden. Das Flächenanspruchs der Bevölkerung die unterschiedlichen Beschäftigungsnachgeht wächst am stärksten.
- Der *Karité*, die zum Zeitpunkt der Aufnahme seine Blätter abgeworfen hat und eine gelbliche Blüträgt, verhält sich im Satellitenbild wie vegetationslose Flächen. Er ist auf den Satellitenbildern nicht zu erkennen. Das gleiche gilt für einige edaphische Monokulturen von *Acaciaseyal* (Foto 9) oder *Piliostigma reticulata* und *P.thoningii*, die als Sekundärvegetation nach in adaptierten Anbaumethoden entstanden sind.

Foto 9: Etwadreißigjährigeedaphische Monokultur von *Acaciaseyal* südlich von Longa, ca. 15 km nordwestlich von Léo



Trotz der oben erwähnten Schwierigkeiten bei der Identifizierung und Trennung einiger Klassen, Subklassen und ihrer Modifikationen, ist die Durchführung der Klassifikation der Klassen der Bodenbedeckung und -nutzung gemäß der Legende der Karten von Compiana und Südsissili visuell gelungen.

Die Karte der Bodenbedeckung und -nutzung in Compiana und Südsissili könnten jetzt erstellt werden. Es wäre schneller und preiswerter gewesen als den Klassifizierungsprozess weiterfortzusetzen. Doch die Arbeit wäre dann mühsamer Hand zu machen, und würde andere Schwierigkeiten mit sich bringen; Der Vergleich mit anderen Bodenordnungsdokumenten würde erschwert, weil die Methoden nicht standardisiert, und nicht frei von der Subjektivität des Bearbeiters ist. Aus diesen Gründen werden Trennbarkeit und Überschneidung der Klassen, Subklassen und Modifikationen durch die überwachte Klassifikation geprüft und dargestellt.

3.5.5. Durchführung der überwachten Klassifikation

Die hier durchgeführten überwachten Klassifizierungen mit Hilfe von Trainingsgebieten zeigte, daß sich Vegetationsklassen, Klassen der pedologischen Einheiten und Klassen der Brandflächen mit unterschiedlichem Alterschwierig trennen lassen. Die Varianzen zwischen diesen o.a. Gruppen sind gering. Die Innergruppenvarianzen jedoch zumeist sehr groß. Die Trennung einzelner Pflanzenarten ist unmöglich, da der kleinste Ausschnitt der Erdoberfläche, der

durch einen Bildpunkt (Pixel) erfaßt wird, nicht in mehreren einzelnen Objekten entspricht, sondern in einem Gemenge von Objekten repräsentiert. Somit besteht ein Pixel meist aus Vegetationsgesellschaften mit unterschiedlichen Baum-, Strauch- und Grasarten, die nicht einzeln, sondern als Gemenge die gemessene Rückstrahlung bedingen. Es lassen sich lediglich diejenigen Objekte genauer über die Klassifizierung erfassen, deren Fläche größer ist als ein Pixel von Landsat-4-TM10 oder SPOT-HRV1-XS. Aufgrund der vor Ort gewonnenen Geländekenntnis, können jedoch die Trainingsgebiete und die daraus gebildeten Klassen nach ihren vorherrschenden Pflanzenarten näher beschrieben werden.

Für die genaue Erfassung einzelner Pflanzenarten, im konkreten Fall die Spezifität der westafrikanischen Savanne, benötigt man hochauflösende Fernerkundungsdaten. Zusätzlich bedarf es einer multitemporalen Auswertung, um die jahreszeitlichen phänotypischen Veränderungen einzelner Pflanzen zu erfassen und damit die Vegetation besser typisieren zu können. Dies belegt SCHMID (1997), der durch die Auswertung multitemporaler SPOT-Satellitendaten, prägnante Vegetationstypen im Süden Burkina Fasos extrahieren konnte. Generell ist das spektrale Verhalten der Pflanzen jedoch noch wenig bekannt und befindet sich eher auf einer experimentellen Ebene.

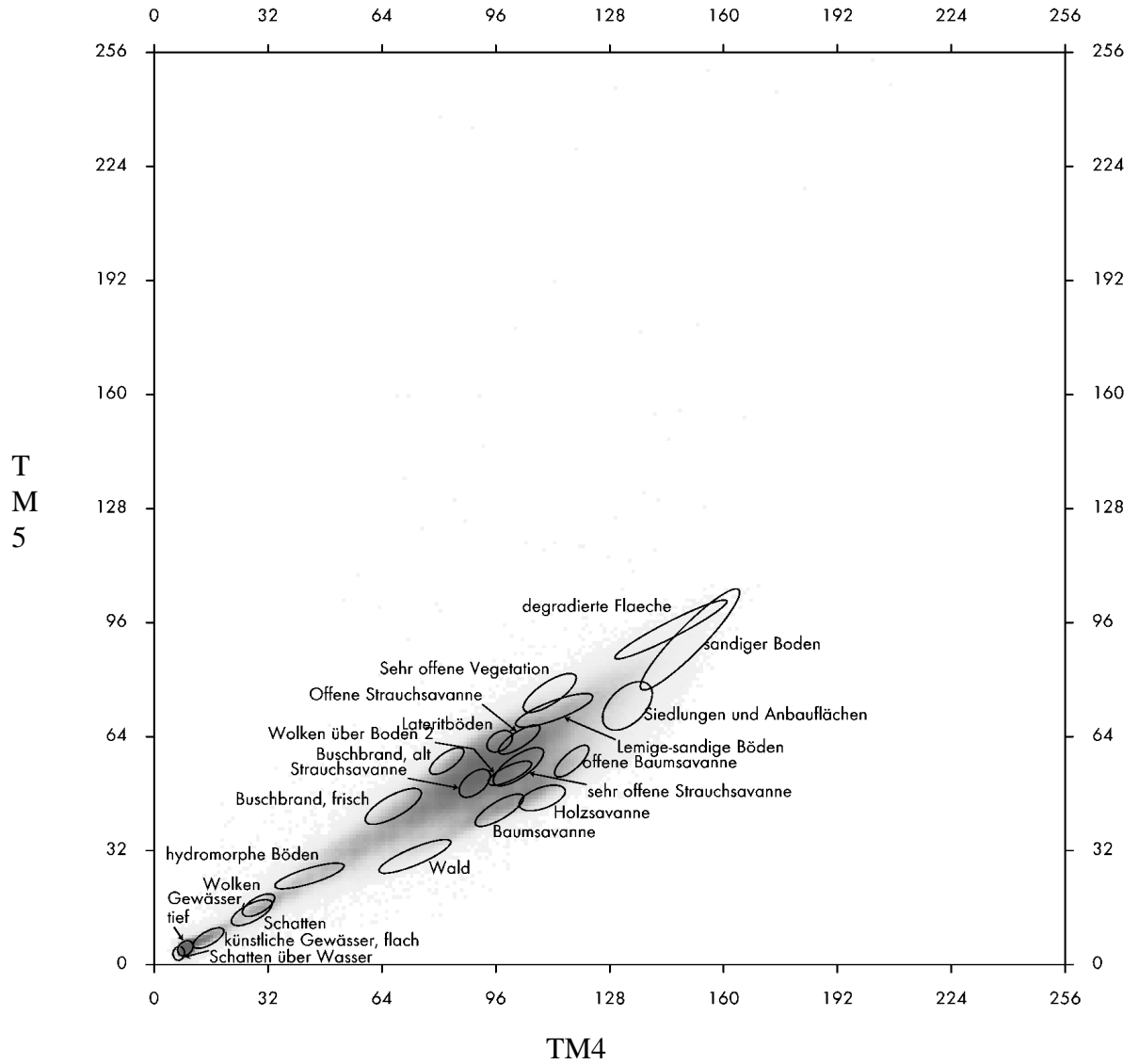
Genauere Informationen über das spektrale Verhalten der Pflanzen würden eine Zustandsfeststellung einzelner Vegetationsarten, z. B. im Rahmen der ländlichen und auch städtischen Bodenordnung erlauben und dadurch eine Planungsgrundlage für die Begrünung einzelner Flächen bieten.

Ein quantitatives Maß zur Trennbarkeit der einzelnen Klassen bietet die Divergenzmatrix. Dabei werden statistische Distanzen zwischen den Signaturen der Musterklassen paarweise, unter Berücksichtigung aller Kanäle, berechnet und in einer Kreuztabelle ausgedruckt. Die Analyse der Matrix gibt einen ersten Überblick, wie eng die Wertebereiche der Signaturen beieinander liegen und damit den Grad der Trennbarkeit der Musterklassen an. Je niedriger die Werte (Distanzen), umso geringer ist die Trennbarkeit der Klassen.

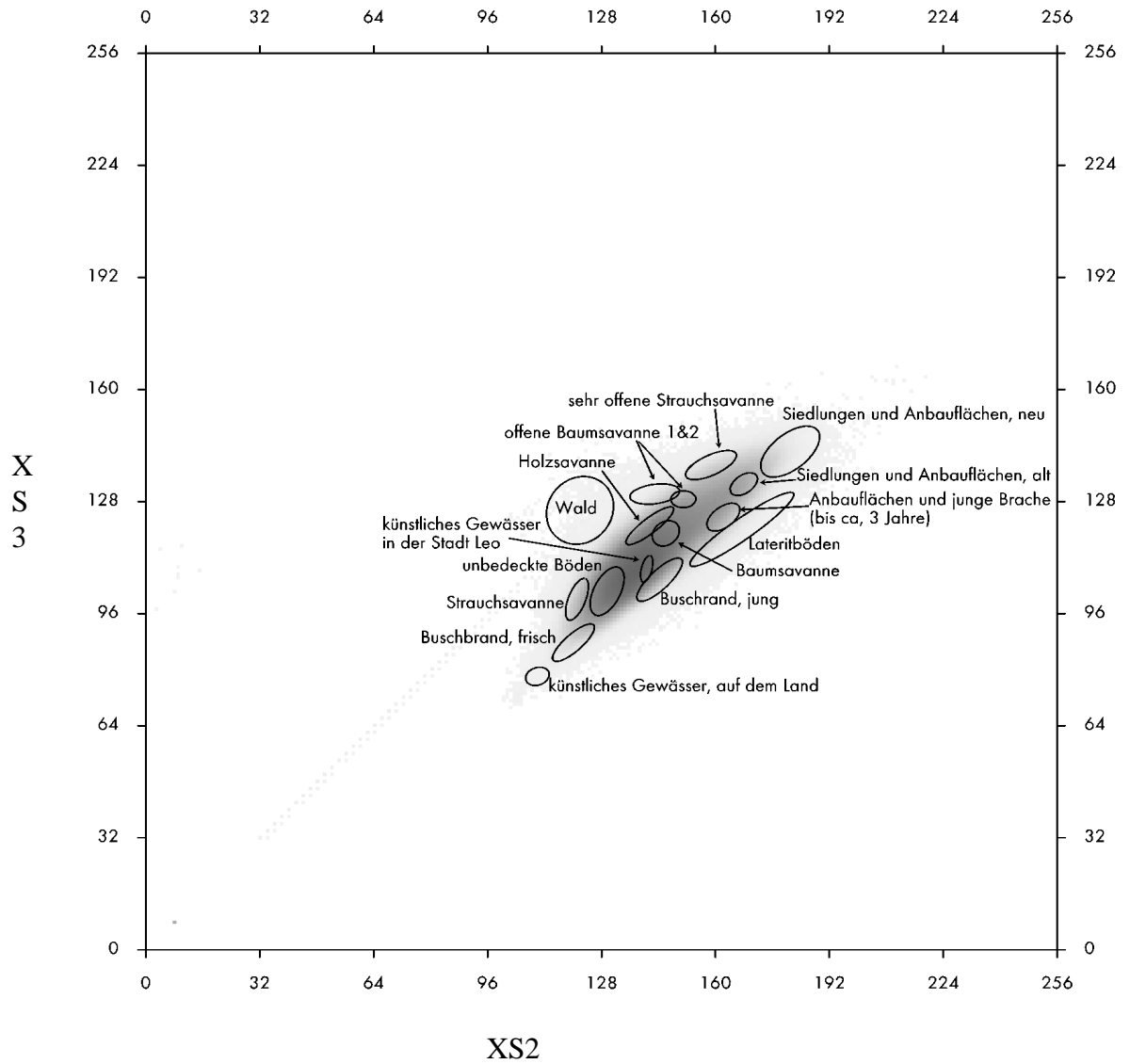
Ein weitere Überprüfungs Methode bietet die Darstellung der Klassen in einem zweidimensionalen Merkmalsraum (Abbildung 15 und Abbildung 16). Hier werden jedoch jeweils nur zwei Kanäle gegeneinander aufgetragen. Bildelemente mit ähnlichen spektralen Merkmalen liegen im Merkmalsraum nah beieinander, unabhängig von ihrer Lage im Bild bzw. unabhängig von ihrer geographischen Lage (QUIL 1986, S. 20 zitiert bei MENSE 1997: 21). Die Klassen werden hier als Ellipsen dargestellt. Je stärker die Ellipsen überlappen, umso geringer ist die Trennbarkeit der Klassen in den dargestellten Kanälen. Um genauere Aussagen über die gesamte Trennbarkeit treffen zu können, muß man jedoch alle Kanäle betrachten.

Die Klassifizierungsoperationen wurden solange wiederholt, bis eine minimale Überschneidung der Klassen in allen Kanälen außer TM1 und TM6 (Abbildung 15) vorlag. Für die Durchführung der überwachten Klassifizierung wurde das Maximum Likelihood Verfahren ausgewählt, da es als das zuverlässigste Klassifikationsverfahren für Bilddaten gilt (MEGIER, HILL, KOHL 1991: 452)

**Abbildung 15: Darstellung der Bedeckungsklassen für Compienaim
zweidimensionalen Merkmalsraum der Kanäle TM4 und TM5**



**Abbildung 16: Darstellung der Bedeckungsklassen für Südsissiliim
zweidimensionalen Merkmalsraum der Kanäle XS2 und XS3**



3.5.6. Ergebnisse der überwachten Klassifikation

Die Klassifizierungsergebnisse in Compiana und Südsissili sind in Tabelle 22 und Tabelle 23 dargestellt.

	Klasse	Anzahl der Pixel	Anteil an der Gesamtfläche in Prozent
	Gesamt pixel des Bildes (ohne Rand)	2.676.393	100,0
	Unklassifiziert	0	0,0
1	Siedlung und Anbaufläche	152.243	5,7
2	Sehroffene Strauchsavanne	467.194	17,5
3	Offene Strauchsavanne	146.131	5,5
4	Strauchsavanne	553.703	20,7
5	Sehroffene Baumsavanne	103.509	3,9
6	Baumsavanne	97.752	3,7
7	Holz savanne	105.281	3,9
8	Wald	52.770	2,0
9	Künstliches Wasser, tief	127.466	4,8
10	Künstliches Wasser, flach	48.522	1,8
11	Lateritböden	132.820	5,0
12	Hydromorphe Böden	34.575	1,3
13	Lehmige-sandige Böden	52.167	1,9
14	Sandige Böden	4.419	0,2
15	Degradierete Böden	3.017	0,1
16	Buschbrand, jung	204.327	7,6
17	Buschbrand, alt	111.223	4,2
18	Wolken	53.418	2,0
19	Schatten	12.138	0,5
20	Schatten, selbstdefiniert	213.718	8,0

Tabelle 22: Verteilung der Klassen für Compiana

Die Siedlungen und Anbauflächen bedecken 5,7%, die Böden 8% der gesamten Fläche von Compiana. Zu den Böden zählen auch die für den Ackerbau gesuchten gut sandigen, lehmigen und hydromorphen Böden (3,4%). Zusammen bestätigen diese Angaben damit den Charakter eines dünn besiedelten und ackerbaulich wenig genutzten Gebietes. Trotz dem repräsentieren die Savannen nur wenig mehr als die Hälfte (57,1%) von Compiana.

Die Erklärungen hierfür liegen in der Rodung der Bäume in allen zur Überschwemmung vorgesehenen Gebieten in der Umgebung des Stausees, so daß der Flächenanteil der Strauchsavanne auf 43,7% der Gesamtfläche Compianas zugenommen hat.

Baumsavannen und Wälder bedecken nur 13,4% der gesamten Fläche. Dieser Betrag ist für diese Region unter normalen natürlichen Bedingungen zu wenig. Die Gefahr der Desertifikation ist vorhanden, wenn die natürliche Regeneration weiter behindert werden und Wiederaufforstung nicht stattfinden. Außerdem existieren weitere Hindernisse bei der Regeneration der Vegetation: fast ein Drittel des

Stauseesistflach, die Buschbrände umfassen 11,8% der Gesamtfläche Compianas und die neuen Siedler praktizieren eine unkontrollierte landwirtschaftliche Nutzung. Ausmaß und Intensität der Buschbrände variieren von Jahr zu Jahr. Sie sind nicht nur abhängig von Intensität und Dauer des Regens und des Windes sondern werden besonders durch Reaktion der Einwohner beeinflusst, die sich gegen die Bodengesetze des Staates richten.

Mit einem Flächenanteil 10,5% bedecken Wolken und Schatten eine relativ große Fläche, so daß sie ausmaskiert wurden („selbstdefinierte Fläche“), daher kein Zugang zu der unter den Wolken verdeckten bzw. von den Schatten beeinflussten Information besteht. Die Wolken zeigen die starke Evapotranspiration in Compiana. Die Qualität der Landsat-Szene leidet unter diesen Bedingungen.

	Klasse	Anzahl der Pixel	Anteil an Gesamtfläche in Prozent
	Gesamtpixel des Bildes (ohne Rand)	4.222.151	100,0
	Unklassifiziert		
1	Siedlung und Anbaufläche, neu	70.512	1,7
2	Siedlung und Anbaufläche, alt	129.521	3,1
3	Anbaufläche und junge Brache	154.771	3,7
4	Sehroffene Strauchsavanne	73.246	1,7
5	Strauchsavanne	35.126	0,8
6	offene Baumsavanne	214.063	5,1
7	Baumsavanne	526.173	12,5
8	Holzsavanne	288.473	6,8
9	Wald	205.023	4,9
10	Künstliches Wasser, in der Stadt Léo	3.880	0,1
11	Künstliches Wasser, auf dem Land	579	0,0
12	unbedeckter Boden	667.695	15,8
13	Lateritböden	26.561	0,6
14	Buschbrand, frisch	70.142	1,7
15	Buschbrand, jung	1.756.386	41,6

Tabelle 23: Verteilung der Klassen in Südsissili

Die Klassen Siedlung und Anbauflächen sowie junge Brache repräsentieren 8% der Gesamtfläche von Südsissili. 31,8% der Fläche wird von grüner Vegetation bedeckt, den größten Anteil davon nimmt die Baumvegetation mit 12,5% ein. Insgesamt ist der Flächenanteil der grünen Vegetation kleiner als der Anteil der Brandflächen (43,3%), die in ihrer Größe zeitlich variieren.

Die Buschbrände fanden einige Wochen vor und während des Aufnahmedatums (2. 2. 1994) statt. Fast die Hälfte der gesamten Fläche von Südsissili wurde innerhalb von drei Wochen (ca. 10. 1. bis 2. 2. 1994) von den Bränden erfaßt. Im Satellitenbild sind die Brandflächen sichtbar, da die Asche noch frisch genug ist, um IR zu absorbieren. Die ganz frischen Buschbrände, die höchstens eine Woche alt sein können, fanden zwischen dem 26. 1. und 2. 2. 1994 statt. Ihr Flächenanteil (1,7%) ist als dynamische einzustufen, da aktuelle Brände identifiziert, z. B. auf den Hoheit des Dorfes Tiessou rouim nördlichen Teiles des Bildes, und von dort geführten sozioökonomischen Befragungen bestätigt werden konnten.

Die Klasse „Wald“ bedeckt 4,9% der Fläche. Der Anteil könnte in der Realität noch kleiner sein, da die Mangopflanzungen einbezogen sind. Jedoch fehlen bestimmte Galeriewälder z. B. aus *Anogeissus leocarpus*, die ihre Blätter in dieser Jahreszeit abwerfen.

Der Anteil des unbedeckten Bodens ist mit 15,8% der Gesamtfläche von Südsizilien relativ groß. Diese Klasse setzt sich aus unterschiedlich charakterisierten Flächen zusammen:

- Brandflächen, die nicht mehr unmittelbar als solche identifizierbar sind, da die Asche nicht mehr frisch ist und vom Wind verweht wurde, erscheinen als „unbedeckter Boden“. Die Bodenreflexion, die aufgrund der starken Dehydratation nach den Buschbränden hoch ist, überlagert hier die Information der Vegetation
- trockene Gräser und Sträucher, die ihre Blätter abgeworfen haben
- derzeit nicht kultiviertes andige, lehmige Böden und nicht kultivierbare, steinige Böden
- Vegetation, deren Reflexion der des Bodens unterliegt

Die offenen Wasserflächen sind in Südsizilien mit 0,1% unbedeutend, obwohl die Niederschläge relativ hoch (1439,8 mm) und gut verteilt (63 Tage) sind.

Beide Satellitenbildszenen sind klassifiziert worden. Der menschliche Eingriff in die Umwelt zeigt sich sehr deutlich. Er ist in Compiana stärker als in Südsizilien. In Compiana und Südsizilien ist die gleiche Anzahl von Bodenbedeckungsklassen vorhanden. Hinsichtlich der Buschbrände, die variable Phänomene darstellen, sind die Bilddaten schwierig zu vergleichen, da sich die Aufnahmezeitpunkte unterscheiden.

Jede Bodenbedeckungsklasse entspricht einer oder mehreren effektiven und möglichen Bodennutzungsklassen. Unter Berücksichtigung der Kenntnisse und der Ergebnisse der sozioökonomischen Befragung, wurden die Nutzungsklassen auf dem klassifizierten Bild digitalisiert und in der Karte dargestellt.

4. Produzierte Karten

Die endgültigen Ergebnisse sind als Karten im Anhang beigelegt. Im Einzelnen sind dies:

- a) Karte der Bodenbedeckung und -nutzung von Compiana
- b) Karte der Bodenbedeckung und -nutzung von Südsizilien
- c) Karte der Hauptkomponentenanalyse für Compiana
- d) Karte der Hauptkomponentenanalyse für Südsizilien
- e) Karte der Vegetationsindizes für Compiana
- f) Karte der Vegetationsindizes für Südsizilien

KAPITEL XI.: BEITRAG DER FERNERKUNDUNGS DATEN ZU DEN PROBLEMEN DER BODENORDNUNG IN COMPIANA

Die Bewertung des Beitrages der Fernerkundungsdaten/GIS zu den Problemen der Bodenordnung in Compiana benötigt Kenntnis und Verständnis des Inhalts der Pläne zur Erschließung eines Raumes.

1. Inhalt des Schemas der Bodenordnung in Compiana

Die Bodenordnung in Compiana betrifft den Bau der Straßen und den Bau übergeordneter Infrastruktureinrichtungen in Pama und einigen Dörfern, die Abgrenzung des RPP, die bereits während der Kolonialzeit stattfand, und die Einrichtung des Compianastausees.

Der Compianastausee wurde 1954 geplant. Die Baumaßnahmen begannen 1986 während einer Phase, in der im Land viele Staudämme errichtet wurden um Ougadougou mit Strom zu versorgen. Er entwickelt sich schnell in einer multifunktionalen, multisektorialen Perspektive, um langfristige in einem mehr oder weniger integrierte ländliche Einrichtungsart zu sein.

Der Stausee betrifft 5826 km² des Einzugsgebietes des Flusses Compiana, liegt 280 km südöstlich von Ougadougou und besteht aus folgenden Elementen:

- 1) einer Staumauer;
- 2) einem hydroelektrischen Kraftwerk;
- 3) einer Überlandleitung,
ergänzt von
- 4) einem Reservoir;
- 5) einem hydroagraren Umfeld und
- 6) dem Ausdehnungsbereich des Sees.

Aus Sicht ihrer Nutzung strukturiert diese Einrichtungsart das Einzugsgebiet des Compiana in folgender Art und Weise: 1) das Speicherbecken, als Gebiet, das von der lokalen Bevölkerung zu verlassen ist, 2) das Empfangs- bzw. Transfergebiet außerhalb des Reservoirs und 3) das flussabwärts gelegene Gebiet. Der Stausee befindet sich innerhalb eines bewohnten Gebietes mit geringer Bevölkerungsdichte und unzureichender Infrastruktur.

Beim Bau des Stausees mußten verschiedene Arbeiten ausgeführt werden:

- 1) das Roden der Randbereiche des Stausees, zur Gewinnung von Holzkohle, Bau- und Schreinerholz und neuer Agrarflächen;
- 2) Schaffung von Bewässerungsflächen;
- 3) Einrichtung der Niederungen und Besiedlung der Bereiche zwischen den Tälern;
- 4) Die hochliegenden Bereiche zwischen den Tälern werden als Pisten für die Verkehrserschließung des Gebietes dienen. Für die einzelnen Maßnahmen sind begleitende Programme zur Infrastrukturausstattung geplant, deren Ziele sich darstellen:

- Verkehrsanbindung: 38 km ländlicher, 9 m breiter Pisten mit Drainage, die asphaltiert sein werden, um einen permanenten Betrieb des regionalen Verkehrs zu erlauben. 41 km 6 m breiter landwirtschaftlicher Pisten mit Lateritbelag, um den Dörfern den Zugang zu den Produktionszentren und Ämtern zu ermöglichen. 15 km Pisten zur Überquerung der Wasserläufe mit Hilfe von Holzbrücken;
- Trinkwasserversorgung: Bohrung von Brunnen mit einer Förderleistung von 10 m³/Tag für durchschnittlich jeweils 35 Familien bzw. 500 Personen. 12 Brunnen verteilen sich auf die erhaltenen und die umgesiedelten Dörfer;
- Sozioökonomische Ausstattung der Gemeinden: Es handelt sich um funktionelle Gebäude: 3 Grundschulen, 9 Wohnungen für Lehrer, 9 Krankenpflegestellen und 15 administrative Behörden.

Beim Bau des Stausees mußten verschiedene Arbeiten ausgeführt werden:

- 1) das Roden der Randbereiche des Stausees, zur Gewinnung von Holzkohle, Bau- und Schreinerholz und neuer Agrarflächen;
- 2) Schaffung von Bewässerungsflächen;
- 3) Einrichtung der Niederungen und Besiedlung der Bereiche zwischen den Tälern;
- 4) Die hochliegenden Bereiche zwischen den Tälern werden als Pisten für die Verkehrserschließung des Gebietes dienen. Für die einzelnen Maßnahmen sind begleitende Programme zur Infrastrukturausstattung geplant, deren Ziele sich so darstellen:

- Verkehrsanbindung: 38 km ländlicher, 9 m breiter Pisten mit Drainage, die asphaltiert sein werden, um einen permanenten Betrieb des regionalen Verkehrs zu erlauben. 41 km 6 m breiter landwirtschaftlicher Pisten mit Lateritbelag, um den Dörfern den Zugang zu den Produktionszentren und Ämtern zu ermöglichen. 15 km Pisten zur Überquerung der Wasserläufe mit Hilfe von Holzbrücken;
- Trinkwasserversorgung: Bohrung von Brunnen mit einer Förderleistung von 10 m³/Tag für durchschnittlich jeweils 35 Familien bzw. 500 Personen. 12 Brunnen verteilen sich auf die erhaltenen und die umgesiedelten Dörfer;
- Sozioökonomische Ausstattung der Gemeinden: Es handelt sich um funktionelle Gebäude: 3 Grundschulen, 9 Wohnungen für Lehrer, 9 Krankenpflegestellen und 15 administrative Behörden.

Der Stausee in Compiana führt zu Problemen, zu denen die Fernerkundung Teilantworten liefern kann.

- a) Entspricht die Strukturierung des Raumes tatsächlich dem Stand der technischen Dokumente? Beispiele dafür sind Wirkung der neu entstandenen Wasserflächen auf ihre Umgebung, Schätzung der tatsächlich kultivierten Flächen, Überprüfung der Zuverlässigkeit der Höhenlinien zur Bestimmung der Uferlinie;
- b) Bewertung des Potentials an Fisch durch Analyse der hydrographischen Faktoren und der geomorphologischen Eigenschaften. Dies findet durch die Identifizierung der Formen und der morphologischen Prozesse statt: „... Das Einzugsgebiet des (Kompiana) Compiana ist relativ flach; ... die Hügel im Osten und im Norden erreichen ca. 300 m, die Neigung des Bettes ist gering, ... permanente Seen und ausgeprägte Mäander innerhalb der überschwemmbar Gebiete und der Sumpfgebiete säumenden Verlauf des Bettes. Einesolche Morphologie erklärt die Langsamkeit des Abflusses, der zudem durch eine dichte Vegetation gebremst wird. Das Tal ist durch die Erosion des Plateaus und die Lateritisierung geprägt. Granitkörper bildenden Flußsäumende Plateaus.

- Der KOMPIENGA (Compiana) anastomosiert aufgrund vieler alluvialen Terrassen. Granitische Massen bilden die Stütze des Staueses... (GOPA-CONSULT 1981:6). Eine vergleichende, diachronische Betrachtung des Zustandes vor und nach dem Baude des Staues scheint angezeigt. Danach ist eine Bewertung der biologischen und physikalischen Voraussetzungen durchzuführen. Letzteres wird auch als „morphoedaphische Index“ (MEI) bezeichnet, der aus dem Verhältnis der allergelösten Substanzen zur Tiefe des Sees berechnet wird. Es stellt sich die Frage, ob diese zwei Parameter mit Landsat-4-TM 10 oder anderen Sensoren und Radiometern geschätzt werden können. Die mittlere Tiefe des Sees ist bekannt: bei einer Höhe des Seespiegels von 180 m sind es 9,8 m, bei 173 m 7,4 m und bei einer Höhe von 171 m beträgt die mittlere Höhe noch 7 m. Die „Total Dissolved Substance“ (TDS) ist jedoch noch unbekannt (GOPA-CONSULT 1981:8). Von Interesse ist die Bewertung der Fischpopulation hinsichtlich Zusammensetzung und Quantität im Verhältnis zum MEI;
- c) Komparative Schätzung der Dynamik der Bodenbedeckung/-nutzung vor und nach der Stauung, besonders die Auswirkung der Rodungen, neue Besiedlungslagen und Schätzung der nützlichen landwirtschaftlichen Flächen.

2. Erläuterung der Karte der Bodenordnung von Compiana

Die Karte der Bodenbedeckung und -nutzung erlaubt, Elemente der Einrichtungen in Compiana im Raum darzustellen und ihre Auswirkungen einzuschätzen. Schwächen und Mängel der Landsat-4-TM 10-Szenen werden kennensich zeigen. In einem solchen Fall könnten Bilddaten anderer leistungsfähiger Sensoren hinzugezogen werden.

2.1. Beitrag der Karte der Bodenbedeckung und -nutzung zu den Problemen der Bodenordnung in Compiana

Die Karte von Compiana erlaubt den Entscheidungsträgern und Planern das Relief und die Drainage zu erkennen und die unterschiedlichen Klassen der Bodenbedeckung und der realen und potentiellen Bodennutzung wahrzunehmen. Sie stellt den Istzustand und die Auswirkung der Bodeneinrichtung in Compiana dar.

Die Vegetationsklassen sind detailliert genug, um ihre entsprechende Nutzung als Nahrung, Futter, Brennholz, eigenem Holzbedarf (Vgl. Legende und Kapitel XI) darzustellen.

Zu diesen unterschiedlichen Vegetationsklassen kommen die Klassen der „Brandflächen“ hinzu. Die jungen Brandflächen bedecken die Niederungen, die während der Regensaison fast permanent überschwemmt sind.

Die alten Brandflächen entsprechen den frühzeitig abgebrannten Grasflächen, die hauptsächlich aus *Loudetia togoensis* bestehen. Es wächst auf Hügeln, Schotterböden der Ebenen und in den Niederungen mit Gesteinsausbissen.

Die Karte verifiziert die Lage, die von den Erschließungsplänen angegebenen Tiefen des Stausees, zumindest wird die doppelte Bathymetrie deutlich. Die im Bild sichtbaren Wolkendemonstrieren die hohe Evaporation der freien Wasserfläche und geben einen Eindruck davon, daß nur relativ kurze Zeit Stromerzeugt werden kann. Dieser Eindruck wird durch die Sichtbarkeit der Flachwasserbereiche, die durch die anhaltende Erosion weiter verflachen, noch verstärkt.

Einige Klassen der Bodenbedeckung, ausgegangen von ihrer Nutzung, sind nicht detailliert genug oder fehlen sogar. Dies liegt an den Unzulänglichkeiten und Lücken der Sensoren des Landsat-4-TM 10 und wahrscheinlich an der Verwendung eines unitemporalen Datensatzes. Die Verwendung multitemporaler Bilddaten hätte ohne Zweifel bessere Ergebnisse geliefert.

2.2. Beitrag der Karte der Hauptkomponentenanalyse in Compiana

Die Karte der ersten Hauptkomponente erlaubt die Einordnung geologischer Strukturen durch die gut differenzierten Wasserläufe. Das selbe gilt für das Plateau, seine Senke, die den Compianasee enthält, und die Lagen der kleinsten Inselberge. Das Wasser erscheint ganz schwarz, so sind die Wasserflächen leicht identifizierbar.

Nackte Böden und Flächen, auf denen die Reflexion des Bodens und die Bodenemission des spektralen Eigenschaft der Vegetation überlagern, erscheinen deutlich hell. Es handelt sich um lehmigen Oberböden, wie sie z. B. auf dem Plateau im Nord der Karte vorkommen, um Siedlungen und Anbauflächen, junge Brachen, Straßen und Wege, auch wenn diese nicht mehr befahren sind.

Ganz weiß sind die Sandböden und zementierte Flächen. Die weniger als einen Pixel große zementierte Fläche (17 m × 14 m) auf der östlichen Seite des Sees ist sichtbar. Diese Karte kann benutzt werden, um die nackten hellen Böden, dargestellt durch lehmigen, ferralitische, sandige Böden und zementierten Flächen, zu identifizieren.

Die jungen und frischen Buschbrände sind dunkel bis schwarz. Außer in den Schatten, ist Dunst nicht sichtbar. Diese Karte kann demnach auch für die Diskriminierung der jungen und frischen Buschbrände benutzt werden, unabhängig von Dunst bzw. dünnen Wolken.

In der zweiten Hauptkomponente unterscheiden sich unbedeckte Flächen bzw. Flächen mit Vegetation ohne Photosynthese von Flächen mit aktiver Vegetation, Wasserflächen und Schatten.

Die Vegetation erscheint dunkel, das Wasser schwarz und der Dunst bzw. Wolkensehr schwarz. Das Licht und das IR werden aufgrund der im Wasser enthaltenen Partikel und dem Erreichen des flachen Seebodens weniger absorbiert. Diese zweite Hauptkomponente erlaubt es, die Menge der Partikel einzustufen, das Vorhandensein von Plankton im See zu bestimmen, die jungen, frischen und aktuellen Buschbrände zu diskriminieren und die durch Evapotranspiration gestreßten Pflanzen und stark dehydrierten Bodenflächen auszuweisen.

Die dritte Hauptkomponente zeigt die Vegetation mit Photosynthese in weiß, die Wasserflächen in dunkelgrau, die Wolken dunkel, die jungen und frischen Buschbrände schwarz, die dunkel-rötlichen Böden in schwarz bis sehr schwarz. Somit ist die dritte Hauptkomponente in weiten Teilen invers zur Darstellung der zweiten Hauptkomponente.

2.3. Beitrag der Karte der Vegetationsindizes in Compiana

Die Vegetation erscheint je nach Intensität der Photosynthese in hellgrau bis weiß. Sie ist an Gebieten mit hochanstehendem Grundwasser, wie Depressionen, Dellen, Niederungen, Uferbereiche und Überschwemmungsgebieten der Wasserläufe gebunden. Entlang der Ufer und in den Überschwemmungsbereichen regeneriert sich die Vegetation nach Buschbränden sehr schnell und zeichnet sich mit der Wasserläufe nach.

Die dunkelgrauen bis schwarzen Grauwerte entsprechen den Flächen ohne Vegetation bzw. Flächen mit Vegetation ohne aktive Photosynthese sowie den unbedeckten Oberflächen wie z. B. dem ausgetrockneten Flußbett des Compiana. Die Wasserfläche ist tief schwarz, weil sie sowohl das sichtbare Licht als auch das IR absorbiert.

Die Karte des Vegetationsindex kann benutzt werden, um die Lage der Vegetation, der nackten, degradierten Böden, der Wasserflächen zu zeigen und die Zustände der Straßen und Wege insbesondere an Flußübergängen darzustellen.

2.4. Unzulänglichkeiten und Lücken der benutzten Sensoren von Landsat-4-TM10 und des Luftbildes

Die Landschaftsformen werden im Luftbild detaillierter abgebildet als im Satellitenbild. Fünf Bodentypen sind auf der Karte von Compiana angegeben. Ihre feinere Unterteilung wäre mit Hilfe von mehreren Luftbildern im selben Maßstab wahrscheinlich möglich. Hilfreich könnten hier auch andere Produkte anderer Sensoren mit höherer räumlicher und spektraler Auflösung sein.

Eine Unterscheidung von Siedlungen und Anbauflächen fehlt in der Karte. Eine Aufnahme während der unterschiedlichen Pflanzenzyklen hätte das Problem gelöst. Das spektrale Verhalten der Siedlungen und Pflanzen und die räumliche Auflösung der Luftbilder hätte eine feinere Unterteilung der Klassen Siedlung und Anbauflächen erlaubt.

Die gesamten Unzulänglichkeiten und Lücken lassen sich mit der Anwendung von Bilddaten anderer Sensoren, deren Parameterleistungsfähiger als die von TM10 und des Luftbildes sind, minimieren oder sogar beheben.

2.5. Die Potentiale und Grenzen anderer Sensoren

Das benutzte Luftbild (Auflösung: 1 m × 1 m) ist hinsichtlich seiner räumlichen Auflösung ausreichend für die Stadt Pama und sogar mehr als ausreichend für das Umland. Farbluftbilder in derselben Auflösung würdendie vorliegende Karte noch verbessern. Für die Erstellung ähnlicher Karten sind Fernerkundungsdaten mit einer räumlichen Auflösung zu fordern, die gleich oder größer zur Verwendung ist. Solche Bilddaten können außerdem von Luftbildern auch von Satellitenbildern geliefert werden. Einiges davon sind die Bilder der KFA-, KVR- und KWR-1000, MOMS 02, AMI, ATSR (Tabelle 6)

Viele Pflanzen sind durch Buschbrände gestreift, aufgrund des natürlichen Zyklus kahler oder tragen nur Blüten. Die meisten Pflanzen zeigen keine photosynthetischen Aktivitäten während der Aufnahmezeit der benutzten Landsat-Szene. Feinere und spektral höher auflösende Bilddaten würden entsprechende Antworten geben. Einiges davon sind z. B. Landsat ETM+ oder ENVISAT (Tabelle 9).

Die vorliegende Karte von Compian stellt keine Landformendar. Der Grund liegt daran, dass für nicht geeigneten Landsat-4-TM 10-Szene. Bilddaten der Sensoren wie z. B. TK-350 (Vgl. Tabelle 12) könnten diese Lücke beheben, da sie die Landschaft dreidimensional erfassen.

Die Aufnahme des TM 10-Bildes erfolgte um 10h Ortszeit in der kühlen, trockenen, staubigen Jahreszeit, die eine gute Sicht und eine schnelle Erwärmung der Umwelt, insbesondere in der Umgebung des Stausees, vermeidet. Die Trennung der Klassen die gemeinsame Elemente haben, z. B. der Vegetations- und der Brandflächen, erfolgte unter Verwendung des Kanals TM6. Seiner radiometrische Auflösung ist sehr gering und erlaubt keine feinere Teilung der Brandflächen als TM4. Die durch Buschbrände gestreifte Vegetation konnte ebenfalls nicht eindeutig identifiziert werden. Die Anwendung anderer, leistungsfähigerer Thermalbilddaten (Vgl. Kapitel VI, 1.4) hätte die Informationsqualität über die Klassen der Bodenbedeckung und -nutzung der Karte von Compian mit Sicherheit verbessert.

Um nicht von der Witterung und der Tageszeit abhängig zu sein, sollte die Anwendung von Radardaten (Vgl. Kapitel VI, 1.5) angestrebt werden. Die Aufnahmen wären von der Qualität sicherer und die Emissionen von Boden und Vegetation wären besser trennbar.

KAPITELXII.: BEITRAG DER FERNERKUNDUNGS DATEN ZU DEN PROBLEMEN DER BODENORDNUNG IN SÜDSISSILI

1. Lokalisierte Probleme der Bodenordnung in Südsissili

Im Zuge der Bodenordnung im Rahmen der AVV, sollten die Täler des Sissili und seine Nebenflüsse einen Teil der zu gründenden 190 Dörfern bzw. 11.500 Familien im Westen und im zentralen Süden empfangen. Ziel war, die Produktion von Baumwolle, Sorghum, Mais, Reis und Zuckerrohr zu erhöhen.

Das Projekt von Sissili fand aufgrund zugehöriger Finanzmittel nicht statt, hat aber eine spontane Immigration verursacht. Einige Nebenflüsse des Sissili wurden gestaut. Die meisten sind nach der Regensaison trocken. Die temporär überfluteten Gebiete tragen keine holzige Vegetation mehr. Foto 10 zeigt ein nach der verzögerten Regensaison im Juni 1994 temporär überflutetes Gebiet bei Boutiourou auf der Fläche eines ehemaligen Stausees. Wenn sich kein Wasser darin befindet, dient die Fläche als Weide, da ausgedehnte, baumlose Grasflächen vorhanden sind.

Foto 10: Temporär überflutetes Gebiet als Weide bei Boutiourou, ca. 12 km nördlich von Léo, Juni 1994



Andererseits zeigen mit Pflügen und Traktoren bearbeitete Flächen Monovegetation von (*Piliostigma reticulata* und *P. thoningii*) auf sandig-lehmigen Böden der Niederungen und *Dornakazien* (Foto 10) auf vertischen Böden. Einige dieser Ökosysteme sind auf der Suche nach dem initialen Gleichgewicht. Ist das

SPOT-Bild -oder sind andere Sensoren - in der Lage, diesen Sachverhalt zu erfassen? Dies wäre ein positives Beispiel für weitere Bodenordnungsprojekte in Sissili.

Der laufende Plan zur Erschließung des Raumes der Provinz von Sissili startete im Jahr 1986. Die Finanzierung wird durch den „Fonds Européen de Développement“ (FED) getragen. Der Inhalt basiert auf dem Zuwachs, der Speicherung, Konservierung der landwirtschaftlichen Erträge und dem Ausbau der Infrastrukturen und Ausstattungen. Er ist aus dem „Programme de Développement et d'Aménagement rural en Sissili“ von BERGERSARL (1989) für das Ministère du Plan et de la Coopération zusammengefaßt.

Die landwirtschaftliche Produktion soll gesteigert werden, ohne dabei ökologische Aspekte zu vernachlässigen. Hier besteht die Abschaffung der Degradierung der Vegetationsbedeckung und des Bodens im Vordergrund, wie sie durch exzessive Rodungen und Buschbrände entsteht. Langfristig geht es darum, produktive Anbau- und Tierzuchtssysteme zu garantieren und aufrechtzuerhalten. Die Maßnahmen werden von der Integration des gespannten Pflugs, der Produktion und Verwertung des Holzes als Brenn- und Kohleholz, der Jagd, des Tourismus und der Schaffung günstiger Bedingungen für die Besiedlung und die Inwertsetzung des „freien“ Bodens begleitet.

Zur Durchführung kann aus folgende Maßnahmen gewählt werden:

- Reduzierung der erodierten Flächen durch die Betreuung der Bauern;
- Begrenzung der Buschfeuer durch Brandschutzschneisen;
- Schaffung von Trink- und Bewässerungswasserflächen für die neu erschlossenen Gebiete;
- Verbesserung des Wachstums und Diversifikation der pflanzlichen Produktion durch die Anwendung von Dünger und des gespannten Pflugs;
- Die Organisation und Diffusion der Kommerzialisierung der landwirtschaftlichen Produkte durch die Verbesserung des Straßennetzes und die Restrukturierung des Bauernmilieus.

Die Maßnahmen erstreckten sich seit 1989 auf 12 Jahre. Sie begannen 1989 mit der Vorbereitungsphase. 1990-91 folgte die Einführungsphase, die 1992-1996 von der Entwicklungsphase abgelöst wurde. Zwischen 1997-2008 sollte die Konsolidierung erfolgen. Werden diese Fakten durch das SPOT-Bild oder durch einen anderen Sensor dargestellt?

Der Schutz der Umwelt und die Entwicklung der Holzressourcen basieren auf der Erhaltung und Verstärkung der Vegetationsbedeckung, dem Kampf gegen die Erosion der Anbauflächen, dem Gewässerschutz und der Wiederaufforstung. Die Entwicklung der Fischerei, der Schutz und die Nutzung der Fauna findet in Kombination mit dem Agroforst und der Verbreitung des verbesserten Herds statt. Alle Maßnahmen setzen das Einverständnis der einzelnen Dörfer voraus.

Die Straßen werden für die Erschließung der Zentren und Subzentren renoviert. Auf der Ebene der Dörfer werden Brunnen, Schulen, Krankenpflegehäuser und Wohnhäuser gebaut. Zusätzlich werden das dazugehörige

Personal und landwirtschaftliche Berater eingesetzt. Patientenaufnahmeräume und Wohnhäuser werden in der Stadt Léo gebaut.

Es ist angebracht, die Dynamik der Bodenbedeckung und -nutzung während der Immigrationsphase und während der Durchführung der Maßnahmen in Südsissili zu überwachen und besonders ihre Auswirkungen abzuschätzen. Diese Abschätzung basiert auf der Erläuterung der synthetischen polythematischen Basiskarte von Südsissili.

2. Erläuterung der Karte von Südsissili

Die Karte von Südsissili gibt die Klassen der Bodenbedeckung und -nutzung detailliert wieder. Sie kann den Entscheidungsträgern und Planern als polythematisches synthetisches Basiskartedienen. Bei der Nutzung des Spot-Bildes und des Luftbildes (im Bereich der Stadt Léo), sowie bei der Verwendung der Software Erdas Imagine traten jedoch auch Unzulänglichkeiten der Quellen und Systeme auf. Diese könnten durch multitemporale Anwendung dergleichen Daten und die Programmierung fehlender Module kompensiert werden. Eine Verbesserung der Karte wäre auch unter Verwendung anderer Bilddaten anderer Sensoren möglich.

2.1. Beitrag der Karte von Südsissili zu den Problemen der Bodenordnung in Südsissili

Die Klassen und Unterklassen der Bodenbedeckung und -nutzung erlauben es, natürliche und sozioökonomische Ereignisse zu prüfen oder zu erkennen.

Die Streuung der Siedlungen auf der Karte zeigt, daß Südsissili zu den Siedlungsgebieten mit lockerer Wohnflächengruppierung gehört.

Die Unterklasse „Siedlungen und Anbaufläche, alt“ entspricht weitgehend den autochthonen Dörfern und den Wohngebieten der frühen Immigranten. Sie befinden sich auf den Ebenen und Niederungen mittiefentwickelten Böden, die einen relativ hohen Anteil an organischem Material besitzen. Die Vegetation ist geprägt durch einen parkartigen Bewuchs der Baumarten *Acacia albida*, *Karité* und *Néré*, der hier dichter als in den Gebieten der Klasse „Siedlungen und Anbauflächen, neu“. Diese Gebiete sind zudem geprägt durch skelettreiche, humusarme Böden und werden selten von der autochthonen Bevölkerung sondern vielmehr von Immigrantengenenutzt, die großflächig Anbaubetriebe betreiben. Die Anbaumethoden sind auf maximalen Ertrag in kurzer Zeitausgerichtet. Große Teile der Produktion werden in die Herkunftsgebiete der Immigranten exportiert oder auf den Märkten von Léo und hauptsächlich von Ougadougou angeboten.

Der Prozeß der Degradierung solcher ökologisch empfindlichen Flächen kann wahrgenommen werden. Mit diesem Wissen können im Rahmen des Schemas der Inwertsetzung auf Provinzebene Maßnahmen ergriffen werden.

Die Unterklasse der Vegetationsindumfänglich dargestellt, um der land- und forstwirtschaftlichen Bodenordnung die Nutzung und den Schutz der entsprechenden Faunen, wie es im „Programme de Développement et d'Aménagement de la région de la Sicile“ (PDARS) bestimmt worden ist, zu ermöglichen. Brände reduzieren die Ausdehnung der Unterklasse der Vegetation.

Die Klasse „frische und junge Buschbrände“ findet sich hauptsächlich in den Gebieten der Vegetationsunterklasse „Strauch-“, bzw. „offene Baum- und Baumsavanne“. Die Grasteppiche waren zum Zeitpunkt der Aufnahme dicht und trocken genug, um große Flammen, die das Unterholz und manchmal die Kronen der großen Bäume erreichen, ernähren zu können. Die alten Brandflächen sind an Flächen gebunden, auf denen Gräser mit kurzen Zyklen vorhanden sind, d.h. Gräser, die bereits kurz nach der Regenzeit wieder trocken sind.

Die „Brandflächen“ deuten an, daß die Buschbrände in Südsizilien ein Problem hinsichtlich der Bodenordnung und der Ökologie darstellen. Trotz dem Kampf gegen die Buschfeuer seit Beginn der Kolonialzeit bis zu den Umweltministerien aller Regierungen in Ougadougou, bleibt das Problem ungelöst. Die Brandflächen haben mehr als 60 % der gesamten Fläche von Südsizilien erreicht. Sie zeigen auch, daß die Anwendung des Programmes des PDARS nach fünf Jahren kein nennenswertes Ergebnis liefert. Doch eine mittelgroße Fläche von Holzsavanne im Westend des Zentrums auf der Karte besitzt gerade Grenzen. Dies sind Wege, die eine Rolle als Feuerblende gespielt haben, im Sinne der traditionell angewandten Strategie der Bauern, die im RA nach dem Artikel 51:27 und im PDARS wiederholt und verbessert wurde.

Die Wasserflächen begrenzen sich auf die einzigen Stauseen der Stadt Léo und zwei im Flußbett eines Zweiges des Sissili im Norden von Léo. Sie zeigen, daß die Trinkwasserversorgung der Menschen und Tiere und die Bewässerung durch freie Wasserflächen ein reales Problem ist. Trotz der relativ hohen Niederschläge von 1439,8 mm innerhalb von 63 Tagen 1994-95 gibt es kaum bedeutende Wasserflächen.

Auf der Karte von Südsizilien existiert die Unterklasse „Lateritböden“. Solche Flächen tragen wenig Vegetation und sind empfindlich für Bodenerosion, und neigen damit zur schnellen Degradierung. Ihre Identifikation erlaubt die Durchführung geeigneter Maßnahmen für ihre Nutzung und besonders zu ihrem Schutz. Ihre Nutzung für den Straßenbau ist bekannt.

Die Hauptstraßen, die der RN entsprechen, sind mit Lateritböden renoviert worden. Sie stellen die einzigen Verkehrswege in Südsizilien dar, die sich im, relativ gesehen, besten Zustand befinden und am stärksten genutzt werden. Die übrigen Straßen, die auf der topographischen Karte existieren, sind in der Realität kaum befahrbar.

Allen Klassen und Unterklassen der Bodenbedeckung entsprechen Klassen der effektiven und möglichen Bodennutzung. Sie zeigen, daß Südsizilien stark genutzt ist und weitere Immigration, und der damit verbundene Anbau auf ökologisch empfindlichen Flächen, eine allgemeine Degradierung der Böden hervorrufen könnte.

2.2. Beitrag der Karte der Hauptkomponentenanalyse in Südsissili

Der Beitrag der Hauptkomponentenanalyse erfolgt durch Karte der ersten, zweiten und dritten Hauptkomponente.

Die Karte der ersten Hauptkomponente zeigt eine deutliche Differenzierung zwischen den zur Zeit bearbeiteten Flächen in weiß und den übrigen Flächen, die dunkel bis schwarz dargestellt sind. Unter die bearbeiteten Flächen fallen die Nutzungsklassen „Siedlungs-, Anbauflächen“, „junge Brache“, „Straßen und Wege“ und „Steinbrüche“. Sie lassen sich kaum voneinander unterscheiden. Die weißen Flächen deuten auf Böden mit wenig organischem Material hin. Diese bearbeiteten Flächen befinden sich vor allem im Nordost der Karte. Besonders charakteristisch sind hier die Siedlungs- und Anbauflächen in den Tälern entlang des Flusses Sissili und seiner Nebenflüsse und im Umkreis der Stadt Léo.

Die zweite Gruppe von Flächen entspricht den rückenden in Reihe stehenden Hügeln, jungen und frischen Buschbrände. Sie lassen sich kaum voneinander wie bei den berührten Flächen trennen.

Die Karte der zweiten Hauptkomponente zeigt die Vegetation in weiß. Die Vegetation konzentriert sich auf kleine Inseln mit dichtem Bewuchs. In einigen Flußläufen, besonders in den Enden des Flusses Sissili und seiner Hauptnebenflüsse, ist die Vegetation körnig dargestellt. Es handelt sich um die großen Bäume der Galeriewälder. Ein ähnliches, jedoch noch feineres, Muster findet sich im Umkreis von Léo. Es handelt sich hier bei um die Parklandschaft um Léo, wo die Anbauflächen großflächige Buschbrände verhindern. Wasserflächen werden in der zweiten Hauptkomponente ebenfalls deutlich dargestellt.

Die Karte der dritten Hauptkomponente zeigt ein Qualitätsdefizit der SPOT-HRV 1-Subszene. Ein technischer Aufnahmefehler, zu einem Verlust von Information führt, läßt sich durch senkrechte Streifen erkennen.

Auf dem vom Aufnahmefehler wenig beeinflussten Arealen, sind die Wasserläufe deutlicher zu erkennen, als in anderen Karten und Bilddaten. Die Vegetation, die weiß dargestellt ist, ist auf den Hügeln mit Ausnahme der Käme klar dargestellt. Je weißer die Flächen sind, desto feuchter sind die Böden auf denen die Vegetation steht. Besonders auffällig sind daher die bewässerten Flächen, wie z. B. die Gemüseanbauflächen unter den Borassusaethiopum in der Nähe des Staudammes in Léo und die Mangoplantagen auf beiden Seiten der Stadt Léo in Ost-West-Richtung, entlang der zweiten Hauptstraße.

Die Karte der dritten Hauptkomponente ermöglicht die Diskriminierung der dunkel bis schwarz dargestellten unbedeckten Böden. Diese schwarzen Flächen entsprechen eisenhaltigen Böden und Gesteinen. So lassen sich kontrastreich die Lateritflächen, wie z. B. die Hügel und die neu renovierten Straßen, erkennen.

Die Karte der einzelnen Hauptkomponenten können Basisdokumente der Raumplanung sein. Sie enthalten zahlreiche Informationen über die räumliche Verteilung der Klassen der Bodenbedeckung und Nutzung.

2.3. Beitrag der Karte des Vegetationsindex in Südsissili

Im NDVI werden Flächen mit Vegetation hellgrau bis weiß, unbedeckter Boden dunkel bis schwarz dargestellt. Die Vegetation ist auf unregelmäßige Flächen reduziert. Sie steht in mitten von Anbauflächen oder Buschbränden. Um die Stadt Léó, wo die Bevölkerungsdichte und die Dichte der Nutzungsflächen höher ist als anderswo, sind die Buschbrände auf kleinere Flächen beschränkt, danur wenige ausdauernde Gräser vorhanden sind, die eine ungehinderte Ausbreitung der Feuer begünstigen. Es zeigt sich also, daß die Buschbrände und die Anbauflächen eine große Rolle bei der Reduzierung der natürlichen Vegetation in Südsissili spielen.

Die Karte des Vegetationsindex läßt sich durch die Information der Hauptkomponenten ergänzen. Sie bietet zusätzliche Information zur Karte der Bodenbedeckung und -nutzung.

2.4. Unzulänglichkeiten und Lücken der benutzten Sensoren Spot-HRV1 Luftbild und Erdas Imagine

Die alten Siedlungen sind im Gegensatz zu den neuem nicht von ihren jeweiligen Anbauflächen getrennt. Ebenso lassen sich Anbauflächen nicht von bis zu zweijährigen Brachen unterscheiden. Sie sind im SPOT-Bild weder räumlich noch spektral zu trennen. Für die Stadt Léó konnte mit Hilfe des hochauflösenden Luftbildes eine derartige Unterscheidung vorgenommen werden. Die auf diese Weise gewonnenen Erkenntnisse wurden in die Fläche extrapoliert. Es ist auch anzumerken, daß die Siedlungen und Anbauflächen auf tonigen lehmigen Böden im Westen von Südsissili sich spektral wie die neuen Siedlungen und ihre Anbauflächen auf steinigem Boden verhalten, auch wenn sie nicht unbedingt dazugehören. Die Emission der Bodenflächen im mittleren und fernem IR, die die der Vegetation überlagert, kann nicht durch Spot-HRV1 ermittelt werden. Es fehlt dafür ein entsprechender Sensor.

Einige einmal gejetete Felder tragen, besonders wenn sie sich auf Vertisolen und lehmigen Böden befinden, neben der Parkvegetation stark treibende Sträucher. Solche Felder verhalten sich spektral im SPOT-Bild wie junge Brachflächen.

Wenngleich die Karte unterschiedliche Unterklassen der Vegetation enthält, gibt sie weder Informationen zur Pflanzenart noch zur Höhe der Vegetation. Viele Pflanzen tragen zum Zeitpunkt der Aufnahmen mehr oder wenig vergilbte Blätter, die aufgrund des jährlichen Zyklus fallen. Sie tragen Blüten, deren Farben hauptsächlich violett und von gelb bis rot sind. Einige dieser Pflanzen gehören den Galeriewäldern an, wie *Anogeisus leiocarpus*, der Holz- und Baumsavanne wie Karité, Néré oder der Strauchsavanne, wie Acacia sp. und Combretaceen. Dieses Verhalten variiert mit nach der Topographie und dem Alter der Pflanzen. Je jünger die Pflanzen sind, desto früher werfen sie ihre Blätter ab. In den Niederungen auf tiefen Böden findet das Abwerfen später statt. All diese feinen Unterschiede konnten aufgrund der ungenügenden räumlichen und spektralen Auflösung nicht wahrgenommen werden.

Beider Klasse, „verschiedene Böden“ handelt es sich um eine Zusammenfassung nicht näher differenzierbarer, extrem ausgetrockneter Böden. Die Austrocknung rührt entweder von Buschbränden her, oder ist edaphisch begründet. Ihre Reflexion überlagert die, die evtl. auf diesen Flächen vorhandene Vegetation. Aufgrund der beschriebenen Eigenschaften läßt sich diese Klasse schlecht von der Klasse, „alten Brandflächen“ trennen, Fehlklassifikationen sind daher nicht auszuschließen. Dieser Mangel ist ein normales Defizit untemporaler Klassifikationen.

Die Schwierigkeiten, die bei der kartographischen Umsetzung bestanden, sind in Kapitel IX (Punkt 2.1.4, S. 115) erläutert.

2.5. Mögliche Beiträge der Bilddaten anderer Sensoren

Einige Sensoren besitzen im Vergleich zu den verwendeten Spot-HRV1-Daten eine höhere räumliche und/oder spektrale Auflösung (Vgl. Tabelle 9). Diese Daten können wichtige zusätzliche Informationen liefern, dafür Entscheidungsträger und Planer insbesondere die Trennung zwischen Siedlung, Anbaufläche und Brache für die Beurteilung und die zukünftige Entwicklung relevant ist.

Sensoren im thermalen IR-Bereich könnten bei der Abgrenzung der durch die hohe Evapotranspiration und die Buschbrände gestreßten Vegetation von unbedeckten Arealen helfen.

Radardaten bieten den Vorteil, weder witterungs- noch tageszeitabhängig zu sein. Somit könnten einige Beschränkungen bei der Identifizierung der Bodenbedeckungsklassen umgangen werden, die im Zusammenhang mit der Notwendigkeit stehen, Spot-Daten, aufgrund der geringen Bewölkung, während der Trockenzeit aufnehmen zu müssen. Die Trennung von Siedlungs- und Anbauflächen wäre bei Aufnahmen in der Regenzeit durch den vorhandenen Bewuchsmöglich.

Daten von Sensoren wie z. B. TK350 (Vgl. Tabelle 12) sind in der Lage, ein dreidimensionales Abbild der Landschaft zu erstellen. Sie könnten als Hilfsmittel bei der Abgrenzung potentieller erosionsgefährdeter Flächen genutzt werden.

**KAPITEL XIII.: ANALYSE DER BENUTZTEN
FERNERKUNDUNGSDATEN ALS
BASISDOKUMENTE FÜR ANDERE THEMATISCHE
KARTEN**

Die Luftbilder wurden zuerst visuell interpretiert, danach mit Hilfe eines Scanners digitalisiert, um sie mit den entsprechenden Landsat-TM- und Spot-HRV1-Bildern zu vergleichen und sie ihnen überlagern zu können. Umgekehrt wurden letztere als einzelne Kanäle bzw. Farbkomposita ausgedruckt, also in analoger Form ausgegeben.

Die Vorteile der Luftbild- gegenüber den Satellitenbilddaten reduzieren sich auf den höheren Maßstab und die damit verbundene höhere räumliche Auflösung (Tabelle 14) sowie auf die Möglichkeit der stereoskopischen Betrachtung. Dem gegenüber steht die höhere spektrale Auflösung der Landsat-TM 10 NIR-, MIR- und TIR- und Spot-HRV1 (Vgl. Tabelle 15).

Die beiden Luftbilder und die Landsat-TM 10- bzw. Spot-HRV1-Szenen sind Basisdaten der physischen und anthropogenen Umwelt von Compiana und Südsissili. Derartige Daten sind eine Voraussetzung für die Erstellung kartographischer Dokumente. An erster Stelle stehen hier Referenzdaten oder topographische Grunddaten.

Topographische Karten können mit Hilfe photogrammetrischer Verfahren präzise, schnell und mit hoher Qualität erstellt werden. Ein Nachteil ist die zu geringe Rentabilität dieser Verfahren für kleine Flächen zusehen, zudem auch Compiana und Südsissili zählen.

Der Maßstab für topographische Karten, die auf der Grundlage von Luftbildern erstellt werden, kann groß (bis 1:10.000) bis mittel sein. Die Anwendung der Landsat-TM 10- und Spot-HRV1-Szenen, deren räumliche Auflösung im Vergleich zu den Luftbildern niedrig ist, erlaubt die schnelle Erstellung präziser topographischer Grundlagen, deren Maßstab mittel (bis 1:50.000) bis klein ist. Sie benötigen jedoch kurze Aktualisierungszyklen, da nicht immer alle Straßen und Wege auf den Szenen identifizierbar sind.

Die unterschiedlichen Typen von Basisdaten besitzen je nach den räumlichen, spektralen, radiometrischen und stereoskopischen Parametern unterschiedlichen Wert für die einzelnen Themen (Tabelle 24)

Thematische Basisdaten	Luftbilder in		Satellitenszenen in		Kombination der Luft- und Satellitenbilder Compiana und Südsissili
	Compiana	Südsissili	Compiana	Südsissili	
Physische Umwelt					
Geologie					
Allgemeine	++	++	+++	+++	+++
Strukturelle	++	++	+++	+++	+++
Lithologische	+	+	++	++	++
Lagerstätten					

Thematische Basisdaten	Luftbilder in		Satellitenszenen in		Kombination der Luft- und Satellitenbilder Compiana und Südsissili
	Compiana	Südsissili	Compiana	Südsissili	
Geomorphologie					
Regionale	++	++	+++	+++	+++
Morphodynamische	+++	+++	+++	+++	+++
Erosion	++	++	++	++	++
Bewertung der Hänge	+++	+++	++	++	+++
Pedologie					
Regionale	+	+	++	++	++
Morphopedologie	++	++	++	++	++
Wasser					
Hydrologie	++	++	+++	+++	+++
Hydrogeologie	+++	+++	+++	+++	+++
Bathymetrie	-	-	++	+	++/+
Vegetation					
Ökosysteme	+	+	+++	+++	+++
Botanik	+	+	++	++	++
Biomasse	+	+	+	+	+
Anthropogene Umwelt					
Typologien der	+++	+++	++	++	+++
Siedlungsgebiete					
Urbaner Raum	++	+++	+	++	+++ / ++
Erschließung	+++	+++	++	++	+++
Landwirtschaft					
Anbaugelände	+++	+++	++	++	+++
Agrarsysteme	+++	+++	++	++	+++
Atmosphärische Phänomene					
Buschbrände	++	++	+++	++	+++ / ++
Evapotranspiration	-	-	++	+	++ / +

Tabelle 24: Interpretation einiger Basisthemen für mögliche thematische Karten mit Hilfe der benutzten Luft- und Satellitenbilddaten

-: nicht geeignet ;+: teilweise geeignet ;++: gut geeignet ;+++: sehr gut geeignet
Quelle: eigener Entwurf

Die benutzten Luftbilder und Landsat-TM 10- und Spot-HRV1-XS-Szenen leisten unterschiedlich hohe Beiträge zur Erstellung thematischer Karten. Der Wert der gut und sehr gut geeigneten Basisthemen erhöht sich durch Kombination von Luftbild- und Satellitendaten.

Die potentiell herstellbaren topographischen Grundlagen bzw. Karten würden die offizielle topographische Karte 1:200.000 ergänzen und aktualisieren und das Kartenwerk um Karten mit höheren Maßstäben (bis 1:10.000) erweitern. Die Herstellung anderer thematischer Karten würde den akuten Mangel an einigen notwendigen Karten für den Städtebau, die Planung in den Siedlungsgebieten sowie die landwirtschaftliche und industrielle Erschließung auf regionalen Ebenen in Burkina Faso beseitigen. Ein Beitrag zur thematischen Darstellung der Bodenbedeckung und -nutzung würde geleistet. Die Schwierigkeit dies zu überwinden gilt, sind jedoch nicht zu unterschätzen.

**VIERTERTEIL:
DISKUSSION,AUSBLICKUND
ZUSAMMENFASSUNG**

KAPITELXIV.: DISKUSSIONUNDAUSBLICK

1. Diskussion

Diese Arbeit wurde im Rahmen des SFB 268 der Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt durch das Teil-Projekt D5: Physische Geographie unterstützt.

Ziel der Arbeit war die Bewertung der Fernerkundungsdaten zum Zweck der Raumplanung in Burkina Faso mit folgenden Fragestellungen:

1. Welche natürlichen und sozioökonomischen Grundlagen der Raumplanung bestehen in Burkina Faso?
2. Welche Struktur und Organisation hat die Raumplanung in Burkina Faso: Planungsinstrumente, -strukturen und -institutionen?
3. Welcher Informationsbedarf besteht für die Raumplanung in Burkina Faso?
4. Wie lassen sich die Fernerkundungsdaten einsetzen, um die benötigten Informationen zu gewinnen?
5. Ergebnisse.

Das Untersuchungsgebiet ist Burkina Faso, das im Zentrum Westafrikas liegt. Es ist großräumig geprägt durch seine Lage in den wechselfeuchten Tropen. Die Niederschläge sind variabel und können zu meteorologischen und agronomischen Dürren führen. Sie können auch die Trinkwasserversorgung der Menschen und des Viehs in verschiedenen Gebieten, besonders im Norden, gefährden.

Der kristalline Sockel, der im Land weit verbreitet ist, besitzt den mittelpräkambrischen Grünstein, der Birrimien, der zahlreiche minerale Ressourcen aufweist. Für die Landwirtschaft gut geeignete Böden befinden sich allgemein in den Ebenen und in den Flußtäälern. Die charakteristische Vegetation ist die Savanne, die von Galeriewäldern begleitet wird.

Da Westafrika eines der Zentren des Ackerbaus und der Viehzucht ist, entspricht Burkina Faso einem Land von alten agrarischen, viehhaltenden und agrarviehhaltenden Gesellschaften. Die Aktivitäten der Einwohner haben die Landschaft und die Siedlungsgebiete auf Dauer zu Parklandschaften umgestaltet und zum Teil stark verändert. Dies gilt vor allem für die Siedlungsgebiete im Zentrum des Landes, die in den letzten Jahrzehnten „übervölkert“ wurden. Sie sind Zentren der Landflucht, der Emigration in die Provinzen des Südens und des Westens sowie in die Städte und Plantagen der Küstenländer des Südens geworden. Die ökologische Krise äußert sich immer deutlicher in auftretenden Dürren, der Degradierung der Vegetation und einer zunehmenden Desertifikation.

Durch die Einführung von Vegetationsarten wie z. B. *Eucalyptus camaldulensis*, *Cacia siama*, *Gmelina arborea*, *Prosopis juliflora* und *Azadirachta indica*, die die natürliche Vegetation bedrohen, versucht man gegen diese Situation anzukämpfen und die Täler der Flußläufe „in Wert zu setzen“. Staatliche (ONAT, BUNASOLS, BUMIGEB) und zwischenstaatliche Strukturen und Institutionen (CIEH, ADIRL-G, CILSS) wurden geschaffen, um solche Projekte zu organisieren

undumzusetzen. Sie sind gleichzeitig Teiler der Raumplanungsstrukturen, zu denen außerdem bi- und multilaterale sowie internationale Organisationen für Zusammenarbeit und NRO zählen.

Die konkreten Untersuchungsgebiete in Burkina Faso, an denen der Einsatz von Fernerkundungsdaten für die Zwecke der Raumplanung in dieser Arbeit untersucht wurde, sind Compian in der Provinz Koupela und Südsissili in Sissili. Compian gehört zu den Streusiedlungsgebieten der Gourmanceba und hat den Badesstrom versorgenden Koupelastausee erfahren. Südsissili liegt in einem etwas dichter besiedelten Raum der Nouni (Gourounsi) und weist nur kleine Projekte von Brunnenbau, Agrar- und Viehproduktion auf, die im Rahmen der Raumordnung in Burkina Faso durchgeführt wurden. Die Prüfung der Ergebnisse und deren Auswirkungen hängt von geeigneten Studien ab.

Um die Probleme des Raumes, die Geschichte und die Praktiken der Raumplanung aus der Sicht der Siedlungsgebiete und des Staates Burkina Faso zu erfassen und zu beschreiben, wurden Informationen über die Lage, den Naturraum und die Sozioökonomie Burkina Fasos zusammengetragen und ausgewertet. Sie zeigten, daß die ersten und die ältesten Formen der Raumplanung mit der Organisation der Siedlungsgebiete verbunden ist. Diese Formen der Raumplanung zeigen sich in der Gestaltung der Landschaft, die sie bei Interpretation von aufgenommenen Luftbildern im Rahmen der Kartierung der französischen Kolonie Westafrika erkennen lassen. Je nach Spezialisierung in Richtung Viehhaltung und/oder Ackerbau und der Art der Besiedlung, wurden die Siedlungsgebiete in 5 Haupttypen unterteilt. Ihre Instrumente, Strukturen bzw. Institutionen der Raumnutzung sind weniger forschend und im Vergleich zu den staatlichen Praktiken der Raumplanung noch unbekannt.

Die Praktiken der Raumplanung von staatlicher Seite zeigen sich in erster Linie in größeren Projekten, wie in der Erschließung von Flußtätern als Siedlungs- und Anbaugebiete oder der Erschließung geologischer Ressourcen. Instrumente, Strukturen bzw. Institutionen der Raumnutzung, die die Planungen und Organisation der Maßnahmen zur Verbesserung der allgemeinen Lebensbedingungen koordinieren, wurden dafür geschaffen. Doch die Gesellschaft erfährt Disparitäten in der Infrastruktur und es existiert ein starkes Gefälle zwischen den Regionen, Provinzen, Städten und Siedlungsgebieten. Der Bedarf an detaillierten und flächendeckenden Informationen ist hoch und darüber hinaus eine Voraussetzung für die Planung und Schaffung einheitlicher Infrastrukturen und Lebensbedingungen.

Um den Informationsbedarf der Raumplanung genauer bestimmen zu können, wurden zunächst die Gruppen von Akteuren in der Raumplanung, sowohl in den urbanen als auch in ländlichen Räumen und auf Staatsebene, analysiert.

Auf urbaner Ebene handelt es sich um öffentliche und private Strukturen bzw. Institutionen der Raumplanung. Je nach Aufgabenbereich (Parzellierung, Wasser- und Stromversorgung, usw.) läßt sich der Bedarf an verschiedenen Typen von Dokumenten auf Raumprozeß- und gestaltungsplanung durch das SDAU bzw. den „Plans d'Urbanisme de Détail“ (PUD) oder „Plan Opérationnel“ (PO) bestimmen. Die benutzten Dokumenten lassen sich typisieren und klassifizieren.

Die Akteure der Raumplanung im ländlichen Raum sind die technischen Organe der Ministerien. Ihr Aufgabenbereich ist die Analyse und Entwicklung der Systeme der Bewirtschaftung vor dem Hintergrund der natürlichen Bedingungen und Ressourcen. Ihre Planungsvorhaben und -konzepte werden durch die Strukturen und Institutionen der Raumplanung geprüft. Wie im städtischen Raum lassen sich ihre Bedürfnisse nach den Form der Bodenordnung (Böden, Vegetation), Bewässerung, Schutz, Kampf gegen Seuchen, usw., bestimmen. Die Informationen stammen auch aus Ableitungen bereitvorhandener Karten, aus sozioökonomischen Berichten, Boden- und Landinformationssystemen.

Die Dokumente der Raumplanung sind nach Bedarf des Staates (CNAT, CNRST, BUNASOLS, ...), der interstaatlichen (CIEH, ADIRL-G, CILSS) und bi- und multilateralen Organisationen (UN-Komplex) und NRO klassifiziert worden. Sie dienen dem Ziel der Strukturierung des Landes, Programme für die Nutzung der Landressourcen und der Produktion zu schaffen, Monitoring der zivilen Sicherheit und des Schutzes der Umwelt und schließlich der periodischen Bewertung des Ist-Zustandes des Raumes.

Die erforderlichen Dokumente wurden dann nach ihren Merkmalen (Tabelle 4) dargestellt und den Parameter der bekannten Fernerkundungssensoren (Tabelle 9) gegenübergestellt. Das Resultat zeigt, daß die Fernerkundungssensoren nicht alle Merkmale befriedigend beliefern können. Bei den Informationen, die nicht aus diesen Fernerkundungsdaten gewonnen werden können, handelt es sich um Quellen wie schon vorhandene Pläne und Karten, Texte, sozioökonomische Befragungen im ländlichen Raum (Vgl. LILLESAND und KIEFER 1994:39). Ihre Inkorporierung zu den Fernerkundungsdaten findet mit Hilfe von GIS statt, um ein komplettes Raumplanungsdokument zu erstellen. Fernerkundungsdaten, die für ihre Be- und Verarbeitung und Umsetzung in Dokumente immer die Anwendung eines GIS brauchen, werden der FE/GIS-Einheit zugeordnet. Alle FE/GIS-Einheiten, deren Parameter die Ansprüche der operationellen Raumplanungsdokumente in Burkina Faso befriedigen, wurden nach dem potentiellen Beitrag als Raumplanungsdokumente betrachtet (Tabelle 12).

Nach einem Überblick über einige Parameter der Bildverarbeitung-GIS, wurde ein Schema über benötigte Planungsdokumentation dargestellt. Der FE/GIS erlaubt den aufgenommenen Raum für urbane und ländliche Räume, aktuelle Raumordnung, Umweltgefährdung, optimales System der Raumnutzung darzustellen.

Ein praktische Beispiele der Anwendung von FE/GIS an ausgesuchten Landsat-TM10/bzw. Spot-HRV1-XS-Daten wurden nach dem oben genannten Schema der Produktion von Planungsdokumenten für die Provinzen von Koupela und Sissili im Süden Burkina Faso angewandt. Ziel ist es, Karten der Bodenbedeckung und -nutzung der ländlichen Raumplanung zu entwerfen und produzieren.

Die Durchführung dieser Arbeit erfolgte im Rahmen der Untersuchung von Auswirkungen des menschlichen Eingriffs in die Natur im Süden Burkina Faso durch Anwendung von Fernerkundungsdaten/GIS DRABO (1994). Das Arbeitsmaterial

bestand zusätzlich zu den Satellitendaten aus Geländebeobachtungen unterstützt von Karten und Luftbildern und einer sozioökonomischen Befragung.

Die ersten Geländearbeiten wurden gemeinsam mit dem damaligen Doktoranden Dr. P. MÜLLER-HAUDE, dessen Thema sich mit der Landschaftsökologie und der traditionellen Bodennutzung in der Provinz Gourma beschäftigte, im Mai 1992 durchgeführt. Dann wurde die Arbeit allein bis Ende Juni, zu Beginn der Regenzeit, in dem damaligen Département de Kompenga fortgesetzt. Es ging darum, die Bodenbedeckungs- und -nutzungsklassen rund um den Stausee von Kompenga zu sehen, kennenzulernen und zu verstehen und das Untersuchungsgebiet Compiana abzugrenzen.

Um diese Klassen und die ansiegebundenen Phänomene besser einordnen zu können, wurden die Landsat-TM 10-Daten nach der topographischen Karte „Feuille de Pama“ entzerrt bzw. georeferenziert. Die Daten wurden als Arbeitsdokument für die Geländearbeit in der Farbkompositen TM7,4,2, ausgedruckt.

Danach fand die zweite Geländebegehung von Oktober bis 10. Dezember 1992 für eine allgemeine Sichtung der östlichen Hälfte des Südens und des gesamten Südostens von Burkina Faso statt. Sie umfaßte eine Exkursion unter der Leitung von Prof. Dr. W. ANDRES, der die Geomorphologie des Gebietes analysiert hat, von Ougadougou im Zentrum bis nach Poim Süden und von Ouagadougou nach Diapaga im Südosten über Fada N'Gourma und von Diapaga nach Garango über Pama und Tenkodogo (Abbildung 14). Die Arbeit verlief dabei multidisziplinär mit einer SFB-Arbeitsgruppe aus Botanikern, Ethnologen und Geographen.

Der Auswahl der Trainingsgebiete fand zwischen November und 10. Dezember statt. Die Bestimmung der Unterklassen der „Klasse Vegetation“ wurde nach DRABO (1994:3) durchgeführt.

Eine dritte Geländearbeiterlaubnis zwischen Mai und Juli die Abgrenzung der Untersuchungsgebiete Südsissili und die Auswahl der Trainingsgebiete in beiden Räumen nach der internationalen Legende von GILS, HUISING, KANNEGIETER und vanderZE (1991:139).

Die Be- und Verarbeitung der Bilddaten fand in der JOHANNES GUTENBERG-Universität zu Mainz, Fachrichtung Geowissenschaften, Arbeitsgruppe von Prof. Dr. J. Preuß statt. Die Entzerrung bzw. Georeferenzierung wurde auf der Grundlage von Paßpunkten aus dem topographischen Basiskarten „Feuille de Pama“, für Compiana und „Feuille de Léo“ für Südsissili durchgeführt.

Die Auswertung des gesammelten Arbeitsmaterials (Karten, Luftbilder) erlaubte die Digitalisierung der topographischen Karten und die Berechnung eines Digitalen Höhenmodells (DHM) für Südsissili. Sie konnten dem Satellitenbild überlagert werden. Die Luftbilder wurden visuell interpretiert, gescannt, entzerrt und mit den Landsat-TM 10 und Spot-HRV1-Daten verglichen. Da die thematische Karten kleinmaßstäbig sind, wurden sie nicht digitalisiert. Die digitale Auswertung in Form von Berechnungen von Indizes, Hauptkomponentenanalyse und

überwachter Klassifizierung zusammen mit der sozioökonomischen Befragungen führten zu folgenden Ergebnissen.

Die Ergebnisse der Arbeit befinden sich zu einem auf nationaler Ebene von Burkina Faso und zu anderen auf der Ebene der Provinzen Komi und Sissili:

A) Ergebnisse auf nationaler Ebene:

1) Im urbanen Raum handelt es sich um:

- a) Form der Bodenordnung und Ausstattungen und ihrer notwendigen Typen von Dokumenten (Tabelle 3);
- b) Typen von Daten aus Fernerkundungssensoren und von Hilfssystemen (CAD, GIS, GPS), die eine kartographische Umsetzung und eine Bewertung der urbanen Bodenordnungsformen erlauben (Tabelle 6)

2) Außerhalb des urbanen Raums handelt es sich um:

- a) Operationelle- und Basis kartographische der ländlichen Bodenordnung nach ihren thematischen Komponenten (Tabelle 8);
- b) Typen von Daten aus Fernerkundungssensoren und von Hilfssystemen (CAD, GIS, GPS), die die Erstellung von Karten der Ressourcen und der natürlichen Bedingungen für die Planung des ländlichen Raumes erlauben und eine Bewertung der ländlichen Bodenordnungsformen ermöglichen (Tabelle 9);

B) Auf nationaler und provinzieller Ebene

- a) Typologie der Planungskartographie der Entwicklungspartner (Tabelle 10);
- b) Tabellen der Bewertung der Eignung der Fernerkundungsdaten für die Hauptkomponenten der Raumplanung (Tabelle 11);
- c) Beitrag der FE-Daten/GIS als Raumplanungsdokument für Organisationen auf zentraler, regionaler, provinzieller, interstaatlicher, bi- und multilateraler Ebene (Tabelle 12);

C) Schemata des allgemeinen Prozesses für die Erstellung der kartographischen Dokumentation zum Zweck der Raumplanung in Burkina Faso durch die Anwendung des FE/GIS (Abbildung 13)

B) Ergebnisse auf der Ebene der Provinzen Komi und Sissili: Hier handelt es sich um:

- 1) Dokument der ländlichen Bodenordnung von Compiana,
 - a) Karte der Bodenbedeckung und -nutzung von Compiana,
 - b) Karte der Hauptkomponentenanalyse für Compiana,
 - c) Karte des Vegetationsindex für Compiana;
- 2) Dokument der ländlichen Bodenordnung von Südsissili,
 - a) Karte der Bodenbedeckung und -nutzung von Südsissili,
 - b) Karte der Hauptkomponentenanalyse für Südsissili,
 - c) Karte des Vegetationsindex für Südsissili;

Diese Ergebnisse führen zu einigen Bemerkungen:

2. *Ausblick*

Die meisten der aufgezählten erforderlichen Planungsdokumente für Burkina Faso existieren in der Realität nicht. Die vorhandenen Planungsdokumente sind zudem häufig entweder zu kleinmaßstäbig oder überholt und benötigen eine Aktualisierung. Zudem sind sie in den Ämtern und Institutionen dezentral gelagert, so daß ihr Zugang schwierig ist. Diese Situation resultiert aus einer Raumplanungspraxis, die aus einem nicht optimal koordinierten Katalog an Projekten besteht.

Die erforderlichen Dokumentenlieferungsich auf der Ebene der Provinzen gemäß FE/GIS unter Nutzung geeigneter Daten erstellen.

Die Karten „Klassen der Bodenbedeckung und -nutzung“, „Hauptkomponentenanalyse“ und „Vegetationsindex“ für Compiana Südsissili sind für Zwecke der ländlichen Raumplanung in Compiana und Südsissili geeignet. Sie zeigen jedoch auch Unzulänglichkeiten, die auf technische Schwierigkeiten im Gelände und während der Be- und Verarbeitung der Landsat-TM 10- und Spot- HRV1-Daten zurückzuführen sind.

Im Gelände treten folgende Schwierigkeiten auf:

- Die kartographischen Dokumente, für eine Erhebung thematischer Informationen unabdingbar notwendig, sind nicht vorhanden oder unbekannt. Die zur Verfügung stehenden Karten haben kleine Maßstäbe und sind inhaltlich überholt, so daß sie nur eingeschränkt verwendbar sind. FE/GIS bietet, im Gegensatz zu den sozioökonomischen Befragungen, die Möglichkeit, diesen Mangel zu beheben.

- Bei der Anwendung des Atmosphärenkorrekturmoduls der Software Erdas Imagine trat eine technische Problematik auf: Dunst und Wolken bedecken Informationen in bestimmten Bereichen der Landsat-Szene. Dies führt zu einem Verlust und einer Verfälschung der Information. Ein Versuch dies auszugleichen, war nicht erfolgreich. Der Grund liegt in den einflussgebenden Parametern, die auf nordamerikanische, für Landsat-TM 10, bzw. westeuropäische, für Spot-HRV1, Umweltbedingungen optimiert sind. Eine Erweiterung des Moduls mit anderen wechselfeuchten tropischen Raumangepaßten Parameterdateien würde solche Operationen erleichtern.

Die Klassifizierung der Bodenbedeckung und -nutzung bereitet viele Probleme. Dies liegt an der Spezifität der Umwelt der wechselfeuchten Tropen. Gemeinsame Elemente erschweren innerhalb der einzelnen Klassen die Unterscheidung der Unterklassen. Dies gilt insbesondere für die Vegetation, Brandflächen und Böden. Zudem gibt es besonders bei Spot-HRV1 Schwierigkeiten bei der Trennung der alten Brandflächen von Lateritböden. Die Böden, die stark dehydriert sind, weil sie entweder wenig Humus haben oder abgebrannt sind, haben hohe Reflexions- und Emissionswerte, die die Information eventuell vorhandener Vegetation überlagern und damit unbedeckter erscheinen. Auf diesem Grund konnte die Klasse „Siedlungen“ nicht von der Klasse „Anbauflächen“ getrennt werden. Dies ist die einzige Unterscheidung zu der Legende von GILS, HUISING, KANNEGIETER und von der ZE (1991: 139). Solche Verfahren bedingte Klassifizierungsfehler können durch Verwendung multitemporaler Daten oder

Daten von Sensoren mit höherer räumlicher und spektraler Auflösung verhindert werden.

Weitere Schwierigkeiten, die nicht zu unterschätzen sind, bestehen im Stand der Ausbildung des Bildinterpreters in Hinblick auf die notwendigen Fähigkeiten zur Beherrschung des GIS. Die Konzeption und die Produktion der Dokumente muß die Auswahl der FE/GIS diktiert werden und nicht umgekehrt. Eine derartige Vorgehensweise würde die Praxis der Raumplanung in Burkina Faso qualitativ verbessern. Die Planungsdokumente könnten gleichzeitig für angewandte- und Grundlagenforschung genutzt werden. Die hierfür notwendigen Metainformationen sollten in einer Datenbank gespeichert werden, aus der sich mit Hilfe geeigneter Kriterien die optimalen Informationen für die jeweilige Form der Bodenordnung extrahieren ließe.

Diese Bedingungen fordern eine Zusammenarbeit zwischen denen, die das „Know How“ im Umgang mit FE/GIS -Technologie besitzen und denendieses erlernen möchten. Dies würde eine bessere Praxis der Raumplanung auf globaler Ebene ermöglichen. Die Erde scheint aus der Sicht des Menschen auf dem Boden geteilt zu sein, aber aus der Ferne, insbesondere im Blickwinkel der Sensoren der Satelliten, existiert tatsächlich nur eine.

KAPITEL XV.: ZUSAMMENFASSUNG

Die Arbeit hat zum Ziel, den Wert von Fernerkundungsdaten in ihrer Anwendung für die Raumplanung in den wechselfeuchten Tropen Westafrikas zu bewerten. Als Beispiele dienen Landsat-TM 10 -Daten für Compiègne in der Provinz Kompiègne im Südosten und Spot-1-XS-Daten für Südsissili in der Provinz Sissili im Süden Burkina Faso.

Der Staat Burkina Faso liegt im Zentrum Westafrikas, gehört geologisch zum westafrikanischen Kraton und ist klimatisch den wechselfeuchten Tropen zuzuordnen. Administrativ ist er in Provinzen, Départements bzw. Kommunen und Dörfer strukturiert. Die physischen und sozioökonomischen Grundlagen des Landes sind dominiert von der Variabilität des Niederschlags und der ungleichen Verteilung der sozioökonomischen Infrastruktur.

Die ländliche Struktur des Landes wird geprägt durch traditionelle Siedlungsgebiete, die nach dem Grad der Streuung unterteilt sind und sich von Nordosten nach Südwesten in fünf Haupttypen gliedern lassen: weide wirtschaftliche Siedlungsgebiete, Siedlungsgebiete mit einer Mischform aus Viehzucht und Ackerbau, Agrarsiedlungsgebiete, Streusiedlungsgebiete, zerstreute Agrarsiedlungsgebiete. Die Typen im Zentrum sind dichter besiedelt, so daß sie die Zentren sowohl der staatlich organisierten als auch der spontanen Bevölkerungsbewegung in die Staaten des Südens und in die anderen Siedlungsgebiete sind.

Die Definition der Bodenordnung zeigt, daß sozioökonomische Probleme in Burkina Faso bestehen. Die Durchführung der Raumplanung findet mit Berichten, Plänen und Karten der physischen und sozioökonomischen Bedingungen durch die angewandte Wissenschaft statt.

Die Raumplanung begann in Burkina Faso Ende der sechziger Jahre. Der unabhängige Staat Burkina Faso übernahm die bestehenden Einrichtungen und führt seit 1984 auf Grundlage der RAF den Bau von Verkehrs- und Verwaltungsinfrastrukturen und die Projekte zur Erschließung der Täler und der Wasserläufe fort. Die RAF definiert die Raumordnungsinstrumente auf staatlicher Ebene.

Zwei Praktiken der Raumplanung lassen sich in Burkina Faso unterscheiden:

1) Die staatlich organisierte Raumplanung. Sie ist zentralisiert und besteht aus verschiedenen Kommissionen, den Ministerien und der technischen Ämtern auf den unterschiedlichen Ebenen der administrativen Strukturen. Die Bodenordnung hat auf staatlicher und zwischenstaatlicher Ebene spezialisierte Institutionen, die gleichzeitig Ämter, Hoheiten und Komitees sind.

2) Die benutzten Instrumente der Raumordnung, auf der Ebene der Siedlungsgebiete, sind rein informell, bestimmen jedoch die Nutzungsrechte der Landressourcen auf Ebene der Dörfer. Hier ist Forschung notwendig, da aus diesen Gebieten die vorwiegende Mehrheit der Bevölkerung ernährt wird und nur wenige Informationen vorliegen.

Ein Überblick über die physikalischen Grundlagen der Fernerkundungsdaten zeigt die Eigenschaften der unterschiedlichen Aufnahmesysteme, ihre Sensoren,

Wellenlängenbereiche und Plattformen. Die Eigenschaften von Photographien, multispektralen Aufnahmen und Aufnahmen im reflektiven und thermischen Bereich und von Radardaten werden näher beschrieben. Der Wert von Fernerkundungsdaten für die Bodenordnung kann aus diesen Parametern abgeleitet werden. Ein wichtiger Faktor bei der Wahl der geeigneten Datengrundlage ist jedoch auch der Preis. Die praktische Anwendung der Daten ermöglicht es, Teile des Bedarfs an Planungskarten abzudecken.

Die Identifizierung des Bedarfs an Information wird bedingt durch die Ansprüche der Akteure auf städtischer und ländlicher Ebene. Ihre Logik und die existierenden Einrichtungs- und Ausstattungsformen fordern Bodenordnungs dokumente (Karten, Pläne und Kataster). Sie werden nach Inhalt und Eigenschaften geordnet. Die kartographischen Erzeugnisse lassen sich je nach Anwendung in analytische oder synthetische, mono- oder polythematische und Basis- oder operationelle Karten gliedern. Die Beschaffung der Information findet im Zusammenhang mit der Analyse der gemeinsamen Parameter zu den Fernerkundungsdaten statt. Das Mittel zur Extrahierung der Information ist ein entsprechendes GIS.

Die Identifizierung der Gruppen von Akteuren im ländlichen Milieu sowie deren Bedarf an Information ist abhängig vom jeweiligen Landnutzungssystem der großen ökologischen Gebiete. Die benötigten Dokumente werden erfasst. Die Kartographie der ländlichen Bodenordnung, fundamentaler Aspekt der Raumplanung in Burkina Faso, muß in erster Linie eine einfache Basis- oder operationelle Karten liefern. Durch die Synthese von Gesamtkartographie und quantitativen und qualitativen sozioökonomischen Berichten, gelangt man zu einer komplexen Bodenordnungsdokumentation. Geographische Informationssysteme, die bis zu diesem Punkt lediglich zur Auswertung der Fernerkundungsdaten dienten, werden zum fundamentalen Verwaltungswerkzeug eines regionalen und sogar „nationalen“ Planungssystems.

Die Koordinierung und Verteilung der Information aus Fernerkundungsdaten/GIS findet auf zentraler und provinzieller Ebene und auf der Ebene des PNGT durch den Staat statt. Die Akteure sind die Ämter bzw. Hoheiten. Sie werden von zwischenstaatlichen und privaten Organisationen internationaler Zusammenarbeit ergänzt.

Die Bewertung der Eignung der Fernerkundungsdaten für die Hauptkomponenten der Raumplanung hängt von den unterschiedlichen Parametern der entsprechenden Sensoren der wichtigsten Fernerkundungsplattformen ab. Das Finden von Antworten auf spezifische Bedürfnisse der Planung, hängt von einer sinnvollen Be- und Verarbeitung der Daten und deren Anbindung an andere Daten ab.

Die Inhalte der Raumplanung sind komplex und benötigen daher eine qualitativ hochwertige Dokumentation. Ihre Eigenschaften sollten von den Parametern der alphanumerischen Datenträger, der Fernerkundungsdaten und der hochfunktionalen GIS abgedeckt werden. Um ein sinnvolles Auswahl aus der Masse an Angeboten an GIS-Treffenzukönnen ist es empfehlenswert, diese Produkte unter dem Aspekt der benötigten Eigenschaften zu analysieren.

Ein Schemader Herstellung der kartographischen Basisdokumentation der Raumplanung durch Beiträge von Fernerkundungsdaten und GIS in Burkina Faso wird erstellt.

Als Fallstudie werden Daten der Sensoren Landsat-TM 10 und Spot-HRV1-XS benutzt. Die Landsat-Daten stammen aus Compiana in der Provinz Kompinga mit dem Hauptort Pama, die Spot-Daten stellen Südsissili in der Provinz Sissili mit dem Hauptort Léodar.

Aus den Landsat- und Spot-Daten soll einerseits eine synthetische polythematische Basiskarte erstellt werden. Andererseits soll die Leistungsfähigkeit von Satellitendaten unter Zuhilfenahme anderer Datenquellen in Hinblick auf ihre Anwendungsmöglichkeiten für die ländliche Bodenordnung in Compiana und Südsissili geprüft werden.

Entwurf und Produktion der Kartenstützen sich auf die Grundlagen der internationalen Legendeder ITC von 1991. Das Arbeitsmaterial besteht aus topographischen und thematischen Karten, Luftbildern, den vorliegenden Satellitendaten, der Software Erdas Imagine und einer sozioökonomischen Befragung.

Die notwendigen topographische Basis- und Bodenkarten werden digitalisiert, um ein digitales Höhenmodell zu erstellen und die Daten der Satellitenbilder mit dem Ziel zu überlagern, zusätzliche Informationen zu gewinnen. Die Luftbilder werden visuell interpretiert. Zudem werden sie gescannt, um sie den Satellitenbildern zu überlagern und deren Informationen zu ergänzen. Dies alles wird durch die Ergebnisse der sozioökonomischen Befragungen in Compiana und Südsissili vervollständigt.

Die Satellitenbilder werden auf die topographischen Basiskarten im UTM-System georeferenziert, wobei Fehlerquoten (RMS-Fehler) von 57 m für Compiana und 74 m für Südsissili erzielt werden. Der Vegetationsindex (NDVI) wird berechnet, eine Hauptkomponentenanalyse und eine überwachte Klassifizierung werden durchgeführt. Diese Methoden bestätigten nochmals den Wert der Kanalkombinationen TM7,4,2 und X3,2,1 für Auswertungen in den westafrikanischen wechselfeuchten Tropen, der bereits durch andere Arbeiten beschrieben wurden. Die Auswertungen können im Maßstab der offiziellen Bodenordnungsdokumente ausgegeben werden.

Nach der Kenntnis und Verständnis der physischen und sozioökonomischen Bedingungen in Compiana und Südsissili wird die Analyse der Bedeutung der Farbkompositen durchgeführt. Danach erfolgt die Auswahl der Trainingsgebiete für eine Klassifizierung der Bodenbedeckung nach der a priori Legende. Die überwachte Klassifizierung wird solange verbessert, bis eine ausreichende Trennung der Klassen vorliegt. Die Qualität der Klassifizierung läßt sich u.a. durch Visualisierung der Klassen im zweidimensionalen Merkmalsraum beurteilen. Nach der Klassifizierung, unter Verwendung des Maximum Likelihood Verfahrens, werden noch einige Klassen zusammengefaßt. Über die Integration der sozioökonomischen Befragung werden die Bedeckungsklassen Landnutzungs-klassen zugeordnet.

Die Ergebnisse sind: eine synthetische polythematische Basiskarte, eine Karte der ersten, zweiten und dritten Hauptkomponente und eine Karte des Vegetationsindex, jeweils für Compiana und Südsissili.

Nach einem Überblick über den Inhalt des Bodenordnungsschemas in Compiana und Südsissili folgt die Erläuterung der Karten. Der Beitrag der Karten zur Darstellung der Probleme der Bodenordnung in Compiana und Südsissili wird positiv bewertet. Sie zeigen die Raumstruktur und Bodennutzung. Einige Unzulänglichkeiten und Lücken der Karten haben ihre Ursachen in den genutzten Fernerkundungsdaten. Mit Hilfe multitemporaler Auswertungsmethoden oder Daten anderer Sensoren mit höherer räumlicher und/oder spektraler Auflösung sowie der Nutzung stereoskopischer auswertbarer Quellen, könnten diese Defizite umgangen oder aufgehoben werden.

Die Analyse der benutzten Fernerkundungsdaten führt zum Ergebnis, daß sie Basisdaten für zahlreiche thematische Kartendarstellungen. Ihr Wert erhöht sich noch weiter, wenn sie sich gegenseitig ergänzen können.

Die Ergebnisse der Arbeit und die Diskussion zeigen, daß Fernerkundungsdaten, insbesondere in der Verbindung mit Geographischen Informationssystemen, notwendige Raumplanungsdokumentation liefern können.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBERT, D.-K., ANDRES, W. and LANG, A. (1997): Paläodunes NE Burkina Faso; Pedo- and morphogenesis in a chronological framework provided by luminescence dating. - In ANDRES, W. et al. (Hrsg.): Z. Geomorph. N.F. 41, 2, 167-182; Berlin-Stuttgart.
- ALBERTZ, J. (1991): Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern. Eine Einführung in die Fernerkundung. Wiss. Buchgesell., 204 S. Darmstadt
- ATLAS DES STRUCTURES AGRAIRES AU SUD DU SAHARA Ed. ORSTOM, Paris.
- AUTORITE DE DEVELOPPEMENT INTEGRE DE LA REGION DU LIPTAKO-GOURMA (1976): Basic papers, 8 S.
- AUTORITE DES AMENAGEMENTS DES VALLEES DES VOLTAS, AVV (1974): Rapports succincts sur les activités de l'Autorité des Aménagements des Vallées des Volta: In Ministère du Développement Rural, de l'Environnement et du Tourisme, République de Haute-Volta, 19 p
- AUTORITE DES AMENAGEMENTS DES VALLEES DES VOLTAS, AVV (1975): Notes sur l'Etat d'avancement de la mise en valeur des terres libérées de l'onchocercose: In République de Haute-Volta, Ministère du Développement Rural, de l'Environnement et du Tourisme.
- AUTORITE DES AMENAGEMENTS DES VALLEES DES VOLTAS, AVV (1976a): Demande d'Aide à l'US/AID: in République de Haute-Volta, Ministère du Développement Rural, de l'Environnement et du Tourisme, 21 S. Ougadougou
- AUTORITE DES AMENAGEMENTS DES VALLEES DES VOLTAS, AVV (1976b): Fiche de Projet Aide Canadienne, Note de présentation sur les projets à financer par l'aide canadienne dans le cadre de l'AVV: 1-2, in: République de Haute-Volta, Ministère du Développement
- AUTORITE DES AMENAGEMENTS DES VALLEES DES VOLTAS, AVV (1976c): Barrage de Bagré. Fiche technique. in: République de Haute-Volta, Ministère du Développement Rural, de l'Environnement et du Tourisme, Ougadougou
- AUTORITE DES AMENAGEMENTS DES VALLEES DES VOLTAS, AVV (1976-1977): Etude sur les besoins des Femmes dans les villages de l'AVV et proposition d'un programme d'intervention: Ministère du Développement Rural, Société Africaine d'Etudes et de Développement
- BÄHR, H.-P.: (1991): Grundlage. - In: BÄHR, H.-P., & VÖGTL, T. (Hrsg) 2. Aufl. Diditale Bildverarbeitung: Anwendung in Photogrammetrie, Kartographie und Fernerkundung: 1-32; Karlsruhe
- BAKIS, H. (1978): La photographie aérienne spatiale. - Quesais-je? PUF., 126; Vendôme
- BANNERT, D., HOFFMANN, R., JÖNS, H.P. und KRUCK, W. (1980): Etudes de recherche multidisciplinaire à l'aide d'images satellites en République de

Haute-Volta: géologie, hydrologie, pédologie et utilisation de l'espace, in: Etude de reconnaissance des ressources en Afrique à l'aide d'images satellites Coopération technique Nodu Projet 75.2210.5

- BARDINET, C. (1988): Infographies des paysages par données satellitaires; Application au Djebel Amour par Spot. Bull. de la Soc. Langedoc. Géogr. Tome 22 fasc. 1-2 Montpellier
- BARRY, A.M. (1990): Rapport d'activités sur l'expérimentation de pompes motricité humaine en hydraulique villageoise, 84p. Ouagadougou
- BOUGNOUNOU, O., et al. (1970): Table ronde sur la recherche scientifique en Haute-Volta: In centre Voltaïque de la Recherche Scientifique, 50p. Ouagadougou
- BOULET, R. et FAUCK, R. (1976): Ressources en Sols Carte à 1:500.000 des unités agronomiques déduites de la carte pédologique Centre-sud, Rép. de Haute-Volta ORSTOM
- CANBY, Y.T. (1983): Satellites that serve us. In: National Geographic Society, Vol: 164, No. 3: 281-335 Washington D.C.
- CARTE ADMINISTRATIVE 45 PROVINCES (1996), IGB, Minst. des Infrastr., del' Habitat et del' Urbanisme, Secretariat Général, Burkina Faso Ouagadougou
- CARTE GEOLOGIQUE DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE à 1:5.000.000 (1968). In: Atlas International del'Ouest africain Organisation del'Unité Africaine Commission Scientifique, Technique et de la Recherche. Première Livraison
- CONSEIL SCIENTIFIQUE POUR L'AFRIQUE AU SUD DU SAHARA "(CSA) (1956): Réunion de spécialistes du CSA en matière de Phytogéographie; publiés sous l'égide de la Commission de Coopération Technique au Sud du Sahara (CCTA), Publ. No. 53, 33S. Yangambi
- CISSOKO, S.-M. (1966): Histoire de l'Afrique Occidentale, moyen-âge et temps modernes VIIe siècle-1850.-333S. Paris
- COLIN, F. et TASTET, J.-P. (1972): Observations nouvelles sur l'Infracambrien (Sinien) de la bordure sud-est du Synclinal de Taoudéni; (sud-est du Mali et ouest de la Haute-Volta) Région de Banfora, Bobo-Dioulasso, Sikasso, Bandiagara, Douenza et Hombori:
- COMITE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL pour la rédaction d'une Histoire Générale de l'Afrique (1987): L'Afrique de l'Ouest avant le VIIe siècle. Histoire Générale de l'Afrique. Présence Africaine/Edicef/Unesco.
- CURRAN, J.P. (1983): Problems in the remote sensing of vegetation canopies for biomass estimation, in: R.M. Full (ed). ecological Mapping from Ground Air and Space. Institut of Terrestrial ecology. Symposium No. 10 Cambridge UK: 84-100
- DAVY, G.E., MATTEI, F. et SOLOMON, I.S. (1977): Une évaluation des ressources du climat et de l'eau pour le développement de l'agriculture dans les zones soudano-sahéliennes de l'Afrique de l'Ouest: Rapport Spécial: In Organ. Meteor. Mond. (OMM) No. 459

- DEVAUGES, P. (1982): Fichiers informatisés, géomatique et recherche en sciences humaines. - Bull. Soc. Langued. Géogr., 16: 1-2, 187-197; Montpellier
- DEVINEAU, J.L., KALOGA, B. (Unter Druck): Cartographie préliminaire des sols et de la végétation par télédétection in: DEVINEAU, J.L., FOURNIER, A., KALOGA, B. Les sols et la végétation de la région de Bondoukuy (sud-ouest burkinabe) Présentation générale
- DIAKITE, G. (1979): L'aménagement du territoire en pays sahéliens. Nouvelles Editions Africaines Dakar-Abidjan-Lomé
- DIALLO, H.M. (1975): Relation Plan d'aménagement économique - Plan. Plan de transport Ougadougou
- DIALLO, A. (1979): Avant-propos, In: Rapport 1978 du Bureau Voltaïque de la Géologie et des Mines (BUVOGMI), Minst. du Comm., du Dévelop. Indust. et des Mines, Rép. de Haute-Volta, 77p. Ouagadougou
- DIRECTION DE LA DEMOGRAPHIE (1985): Recensement général de la population 1985. Structure par âge et sexe des villages du Burkina Faso: In Institut. Nat. de la Statist. et de la Démogr., Minist. du Plan et de la Coop., 330S. Ouagadougou
- DIRECTION DE LA GÉOLOGIE ET DES MINES (1972-1973): Rapport d'activité 1972-1973 - Minst. du Comm., du Dévelop. Indust. et des Mines, Rép. de Haute-Volta
- DRABO, T. (1990):
- DRABO, T. (1994, nicht veröffentlicht): Erfassung von Vegetationsbedeckung und Landnutzung durch die Anwendung von Landsat-TM-Daten in den Becken von Compienga und Okpemboulo/Gourma/Burkina Faso/Westafrika in Abhängigkeit von dem natürlichen Rahmen
- EHLERS, M. (1993): Hybrid Workstations in Geoinformatics: Requirements and potential. Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft Bd. 9, 85-88
- ERDAS FIELD GUIDE (1990) Version 7.4.: 401 S.; Atlanta, Georgia/USA
- ERDAS FIELD GUIDE (1991): Version 6.28 S.; 3. Aufl. Atlanta, Georgia/USA
- FAO Soils bulletin no 52 (1976): Framework for Land Evaluation for irrigation, Soil Bulletin series Rome
- FURON, R. (1950): Géologie de l'Afrique. Payot, Paris
- GALTIER, B.: Spot: un regard sur la Terre pour une meilleure gestion des ressources: in Etudes, Afrique Contemporaine, no. 140 Paris, 1986
- GTZ (Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit) (1996): Programme National de Gestion des Terroirs (PNGT). - Coop. B. Faso-Allem., 11; KfW, GTZ, DED, DAAD.
- GOPA-CONSULT (1981): Projet de Pêches sur le barrage de la Compienga, Rapport définitif S.; Bad-Homburg.

- GUILLAUD, D. (1994): Des pasteurs chez les villageois. L'élevage dans l'Aribinda (Burkina Faso). - In Dynamique des systèmes agraires. A la croisée des parcours pasteurs, éleveurs, cultivateurs. 215-236. ORSTOM 336S. Paris
- GUINKO, S. (1984): Végétation de la Haute-Volta. Tome 1. Université de Bordeaux III. Thèse de Doctorat
- HAUGHTON, H.S. (1963): The Stratigraphic History of Africa South of the Sahara. Oliver & Boyd 365S. Edinburgh and London
- HILL, J. (1993): High precision land cover mapping and inventory with multi-temporal earth observations satellite data. The Ardèche Experiment. Ph.D. dissertation Institut for Remote Sensing Applications. Trier
- HUETE, R.A., JACKSON, D.R., POSTF, D. (1985): Spektral Response of a Plant Canopy with Different Soil Backgrounds, in: Remote Sensing of Environment 17, 37-53
- HUOT, D., SATTRAN, V. & ZIDA, P. (1987): Gold in Birrimian Greenstone Belts of Burkina Faso, W. Afrika: In Economic Geology, Vol. 82 2033-2044
- HUSS, J. (1984): Luftbildmessung und Fernerkundung Forstwirtschaft. Wichmann Karlsruhe 406S.
- HUTCHINSON, F.C. (1991): Uses of satellite Data for famine early warning in Sub-Saharan Africa, in: Inst. J. Remote Sensing, Vol. 12, No. 6: 1405-1421
- IMBS, F. (1987): Kumtaaboune collectivité rurale mossiet son rapport à l'espace (Burkina Faso). - In: (Hrsg.): Atlas des Structures Agraires au Suddu Sahara, no. 12, Ed. ORSTOM, 233p., 44 Cartes, Paris.
- INSTITUT DUSAHEL (1977): Note de présentation du projet de statut et du projet d'organisation de l'Institut du Sahel
- JEUNE AFRIQUE (No. 1873, von 27.11.-3.12.1996): Ouaga: sommet France-Afrique: 55-121; Paris
- JOHANNES, H., PARNOT, J., RANTRUA, F., SOW, A.N. (1986): Possibilité d'utilisation de la télédétection dans le domaine de l'eau en Afrique. Comité Inter africain d'Etudes Hydrologiques, CIEH, Centre Régionale de Télédétection de Ouagadougou, CRTO, Ouagadougou
- JÖNS, H.-P. (1980): Landsat-Bildauswertung und Mineralindikationen im Kristallin Obervoltas (Karte 1). Etudes multidisciplinaires sur images de satellites en République de Haute Volta: géologie, hydrologie, pédologie et utilisation du sol. Etude de reconnaissance des ressources en Afrique à l'aide d'images satellites Coopération technique Nodu Projet 75.2210.5
- JUNZO, K. (1975): Technologie Voltaïque Direction des Affaires Culturelles Min. de la Jeunes., des Sports et de la Cult. Rép. de H.-V Ouagadougou
- KI, V.-M. (1996): Redecoupage administratif du Burkina Faso: In Racines, 4-5, Ouagadougou
- KRAMER, J.H. (1996): Observation of the Earth and its Environment. Survey of Missions and Sensors. 3rd. Ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 960p.

- KRONBERG, P. (1985): Fernerkundung der Erde: Grundlagen und Methoden der Fernerkundung in der Geologie, Stuttgart
- LACLAVERE, G. et al (1993): Atlas du Burkina Faso. Ed. Jeune Afrique, les Edt. J.A. 54p. Paris
- LeHOUEIROU, H.N. (1988): Le climat, la végétation naturelle, les forêts, l'occupation des terres et l'érosion. Conséquences écologiques de la mise en fonction du barrage. Développement agricole, aménagement et gestion de l'espace rural agricole (Schéma
- LENDI, M. (1988): Grundrisseiner Theorie der Raumplanung. - 115 S. Zürich
- LILLESAND, M.T. and KIEFER, W.R. (1994): Remote sensing and image interpretation Third Edition, John Wiley & Sons, Inc. 750 S. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore
- LÖFFLER, E. (1994): Geographie und Fernerkundung. 2. Aufl. Stuttgart: Teubner
- MARCHAL, M. (1983): Les paysages agraires de Haute-Volta: analyse structurale par la méthode graphique. - In: (Hrsg.): Atlas des Structures Agraires au Suddu Sahara, no. 18, Ed. ORSTOM, 115 p., Cartes et planches, Paris.
- MARTINEZ M., J.L., VANEGAS, R.E.D. (1994): GIS Application for spatial planning in the Colombian Amazon Region: a case study of the Guaviare Colonization area Part 1 - Diagnosis - In ITC Journal 1994-3215
- MEGIER, R.J., HILL, J., KOHL, H. (1991): Land-use inventory and mapping in a mountainous area: the Ardèche experiment. Int. J. Remote Sensing, Vol. 12 No. 3, 445-462
- MENSE, A. (1997): Landschaftsökologische Vorerkennung in den Südomo-Region (Äthiopien) - digitale und analoge Auswertung einer Landsat-TM-Szene auf der Basis örtlicher Erkundungen. Diplomarbeit Univ. Mainz
- MICHEL, P. (1977): Recherche du Quaternaire en Afrique Occidentale. Recherches Françaises du Quaternaire 1977, Bull. No. 150
- MINISTERE DU COMMERCE, DU DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET DES MINES (1973): Rapport d'activité 1972-73 Rép. de Haute-Volta, 40 S. Ouagadougou
- MINISTERE DU COMMERCE, DU DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET DES MINES (1979): Rapport d'activité 1978 du Bureau Voltaïque de la Géologie et des Mines (BUVOGMI), Rép. de Haute-Volta, 77 p. Ouagadougou
- MÜLLER-HAUDE, P. (1995): Landschaftsökologie und traditionelle Bodennutzung in Gbongou (SE-Burkina Faso, Westafrika: - In Frankfurter Geowiss. Arb. Serie D, 19170 S. 65 Abb. 2 Tab. 1 Kt. Frankfurt a.M.
- ONCHOCERCIA SIS CONTROL IN THE VOLTARIVER BASIN AREA (1973): report prepared for the Governments of Dahomey, Ghana, Ivory Coast, Mali, Niger, Togo and Upper Volta, 86 S. Geneva
- OUOBA, B. (1986): Elements de l'identité culturelle des Gulmanceba. - In: Organisation de l'Unité Africaine, Centre d'Etudes Linguistique et Historique par Tradition orale -- 145 S.; Niamey

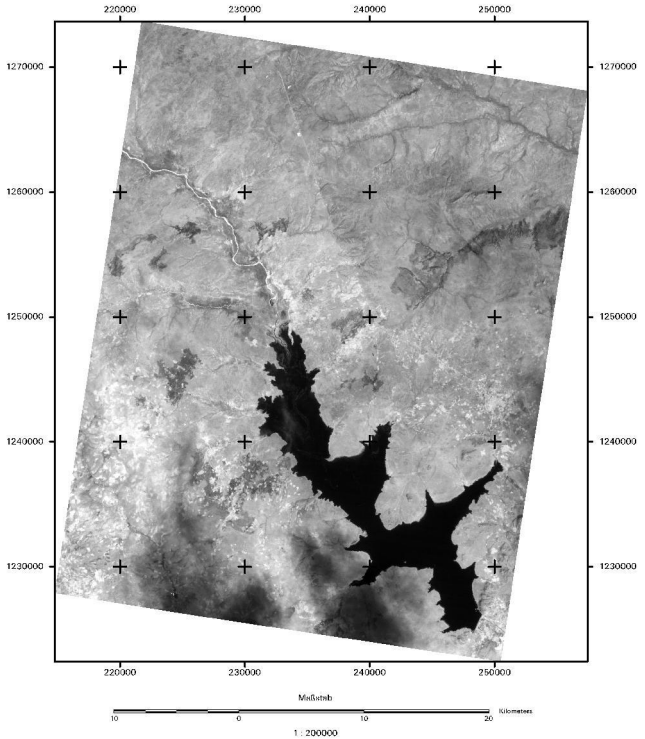
- PELLISSIER, P. (1995): Campagnes Africaines en Devenir. - 318 S.; Paris
- PERON, Y. et al. (1973): Atlas de la Haute-Volta. - Editions Jeunes Afrique. Paris
- PERON, Y. et al. (1975): Atlas de la Haute-Volta, Les Atlas Jeune Afrique, Editions Jeune. Afrique Paris
- PERON, Y. et al. (1973): Atlas de la Haute-Volta. - Editions Jeunes Afrique. Paris
- PERRY Jr., R. C., LAUTENSCHLAGER, F. L. (1984): Functional Equivalence of Spectral Vegetation Indices in: Remote Sensing of Environment 14: 169-182
- PLANUNGSBEGRIFFE (1978): Institut Wohnen und Umwelt: (Hrsg.): „Leitfaden durch das Labyrinth der Planersprache“: 250 S.; Darmstadt
- PROGRAMME POPULAIRE DE DEVELOPEMENT (PPD) Octobre 1984- Décembre 1985. Ministère de la Planification et du Développement populaire Coseil National de la Révolution An II 62p. Burkina Faso
- PROJETS INDUSTRIELS EN Haute-Volta classés par secteurs économiques in République de Haute-Volta Ougadougou, 1979
- RENARD, J. (1975): Le Climat de la Haute-Volta: In Atlas de la Haute-Volta, Les Atlas Jeune Afrique, Editions Jeune. Afrique Paris
- SOCIÉTÉ AFRICAINE D'ÉTUDES ET DE DÉVELOPPEMENT (SAED) (1976-1977): Études sur les besoins des Femmes dans les villages de l'AV et proposition d'un programme d'intervention: In: Ministère du Développement Rural
- SERPANTIE, G., TEZENAS DUMONTCEL, L., SABATIER, S. (1991): Cartographie des ressources végétales au nord Yatenga (Burkina Faso), in: ORSTOM MAA 3G Programme DSAPet PROG. Salt ENGREF PROG. SALT. 46 S.
- SCHMID, S. (1997): Untersuchungen zum Informationsgehalt von multitemporalen Spot-Satelliten am Beispiel der Savannen im Süden von Burkina Faso (Westafrika). DiSSERTATION Fachbereich Geowissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt am Main, Frankfurt am Main
- SCHNEIDER, S. (1974): Luftbild und Luftbildinterpretation. - 530 S.; Berlin, New York.
- SCHUCHMANN, S. (1996): Die Erkenntnisvorschrift durch Methoden der Geoinformatik für die Naturraumanalyse. Dargestellt am Beispiel der westafrikanischen Savanne in Nordost-Nigeria. DiSSERTATION Fachbereich Geowissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt am Main 200 S. Frankfurt am Main
- SEMMELE, A.: Grundzüge der Bodengeographie. Teubner Studienbücher Geographie. Stuttgart, 1993
- SPITZER, H. (1995): Einführung in die raumplanerische Planung. - 225 S., 7 Farbabbildungen, 31 Schwarzweißabbildungen 26 Tabellen; UTB Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.

- STATISTISCHESBUNDESAMTLÄNDERBERICHT-BURKINAFASO1992
S.
- STIES,M.(1991):Grundlage23).-In:BÄHR,H.-P.,&VÖGTL,T.(Hrsg)2.
Aufl.DiditaleBildverarbeitung:AnwendunginPhotogrammetrie,
KartographieundFernerkundung:1-32;Karlsruhe.
- VANCHI-BONARDEL,R.etal.(1973):LaHaute.Volta:InGrandAtlasAfricain,
127-130,Edt.JeuneAfrique,335SParis
- VOLZ,A.(1989):TraditionelleAnbaustrategienwestafrikanischerBauernkulturen.
Freiburg/Bresgau,Univ.,Diss.,EthnologischeStudienBd.13:243S,
Münster,Hanburg
- YAMEOGO,M.E.M.(1971):Allocutiond´ouverturedelacérémonie
d´installationofficielledelaDirectionGénéraledel´AutoritéduLiptako-
Gourma.AutoritédeDévelop.Intég.delàRég.duLipt.-Gourma,5S.
Ougadougou
- WESTER;K.;LUNDËN,B.andBAX,G.(1990):AnalyticlyprocessedLandsat
TMimagesforvisualgeologicalinterpretationinthenorthernScandinavian
Caledonides,in:ISPRSJournalofPhotogrammetryandRemoteSensing,
45,442-460EsevierSciencePublishersB.

Compiana

Hauptkomponentenanalyse

1. Hauptkomponente



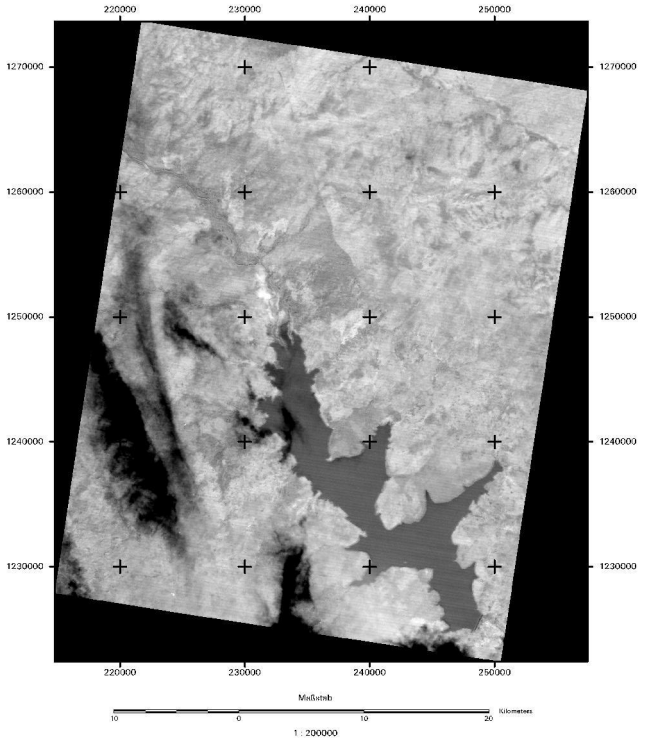
Sensor: Landsat TM
Path / Row: 193 / 052
Aufnahmedatum: 10.01.1991

Bearbeitung: T. Drabo
Betreuung: Prof. Dr. W. ANDRES

Compiana

Hauptkomponentenanalyse

2. Hauptkomponente



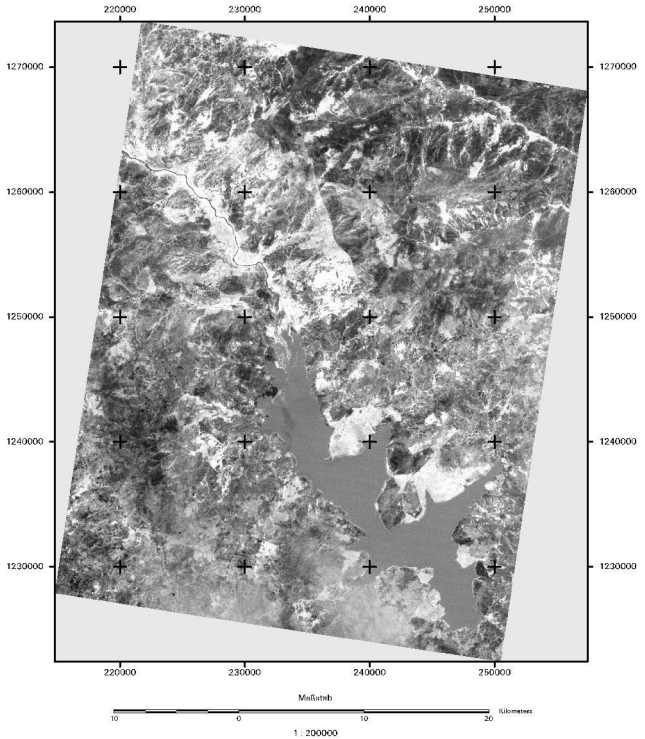
Sensor: Landsat TM
Path / Row: 193 / 052
Aufnahmedatum: 10.01.1991

Bearbeitung: T. Drabo
Betreuung: Prof. Dr. W. ANDRES

Compiana

Hauptkomponentenanalyse

3. Hauptkomponente

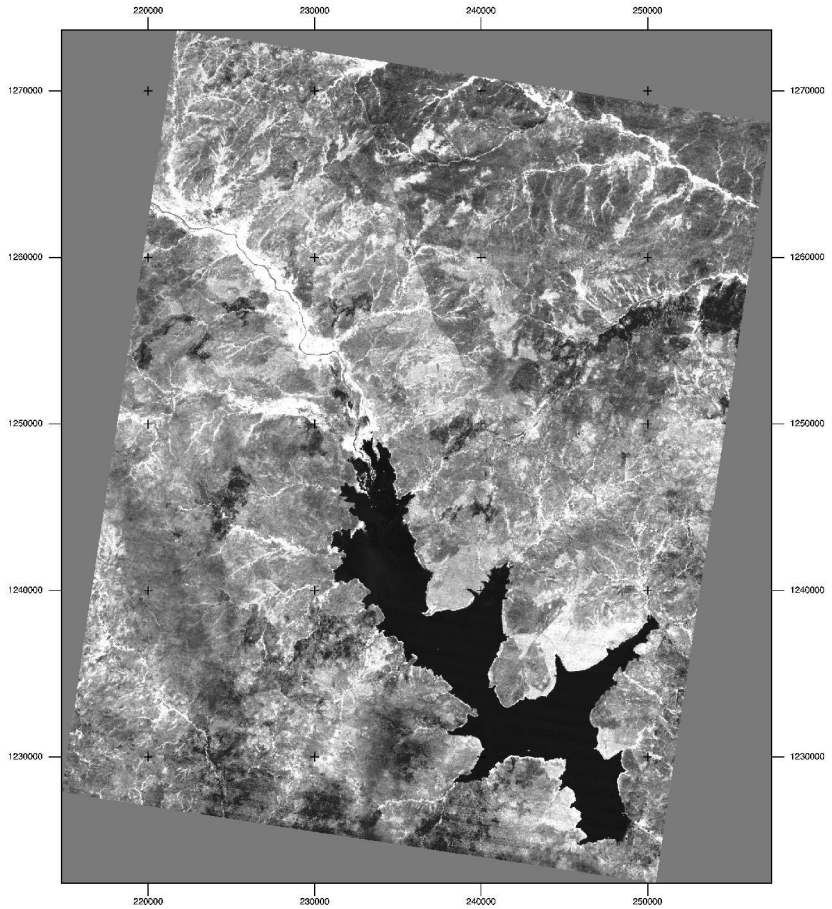


Sensor: Landsat TM
Path / Row: 193 / 052
Aufnahmedatum: 10.01.1991

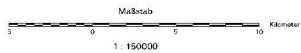
Bearbeitung: T. Drabo
Betreuung: Prof. Dr. W. ANDRES

Compiana

Vegetationsindex



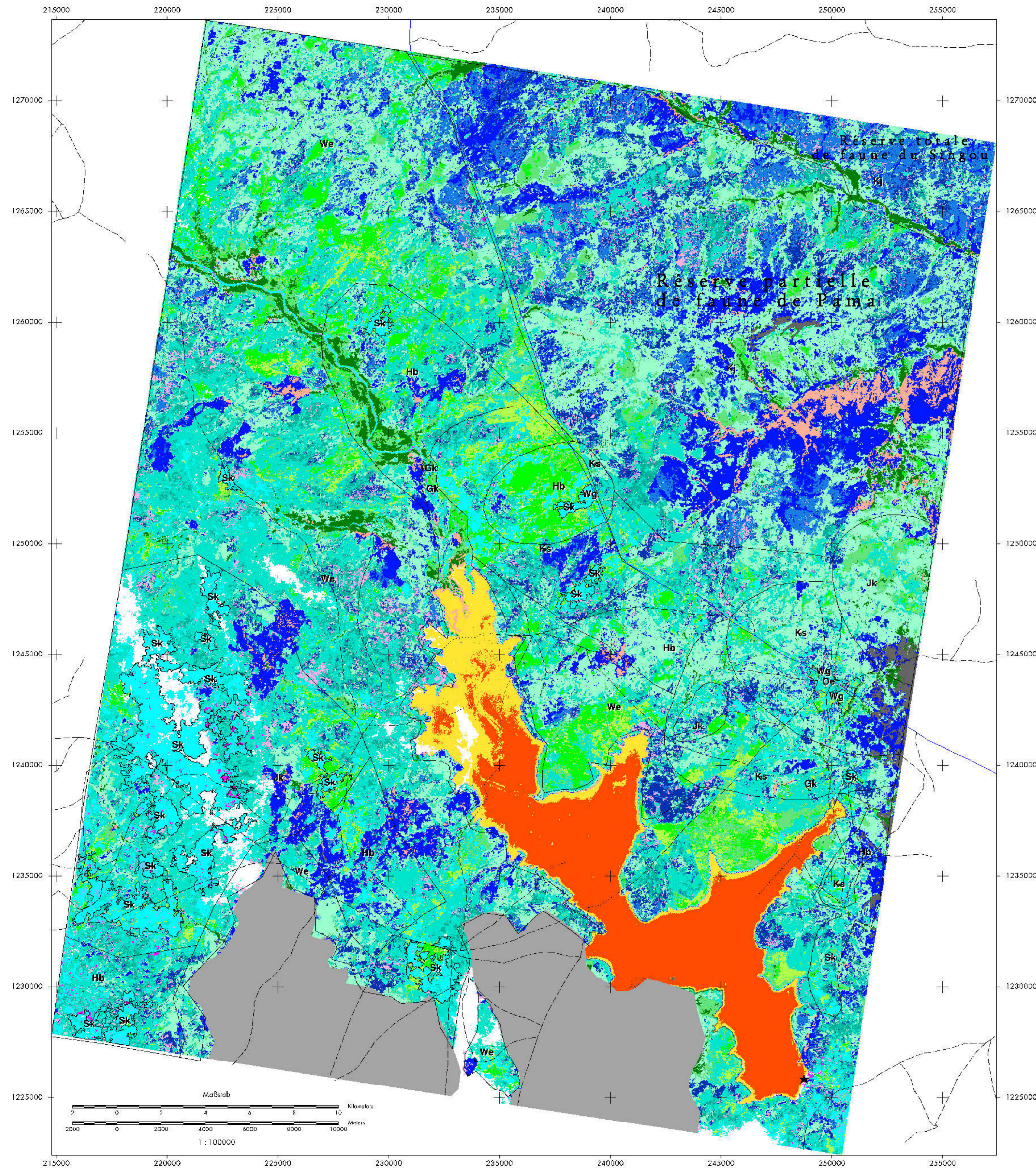
Sensor: Landsat TM
Path / Row: 193 / 052
Aufnahmedatum: 10.01.1991



Bearbeitung: T. Drabo
Betreuung: Prof. Dr. W. ANDRES

Compiana

Überwachte Klassifikation - Raumplanungsgrundkarte



Landbedeckung

- 1. Siedlungen und Anbauflächen
 - 2. Natürliche und naturnahe offene Strauch-, Baumsavanne und Wälder
 - 2.A. Sehr offene Strauchsavanne
 - 2.B. Offene Strauchsavanne
 - 2.C. Strauchsavanne
 - 2.D. Offene Baumsavanne
 - 2.E. Baumsavanne
 - 2.F. Holzsavanne
 - 2.G. Wald
 - 3. Wasserflächen
 - 3.A. künstliche Gewässer, tief
 - 3.B. künstliche Gewässer, flach
 - 4. Böden
 - 4.A. Lateritböden
 - 4.B. hydromorphe Böden
 - 4.C. lehmige-sandige Böden
 - 4.D. sandige Böden
 - 4.E. degradierte Fläche
 - 5. Brandflächen
 - 5.A. Buschbrand, jung
 - 5.B. Buschbrand, alt
 - 6. Wolken
 - 7. Schatten
 - 8. Schatten, selbst definiert
- Stasse (asphaltiert)
 - - - Wege
 ····· Heute überflutete Wege

Sensor: Landsat TM
 Path / Row: 193 / 052
 Aufnahme datum: 10.01.1991

Projektion UTM
 Zone 31
 Spheroid Clarke 1880
 Datum Adindan (Burkina Faso)

Bearbeitung: Dipl. Geogr. T. Drabo

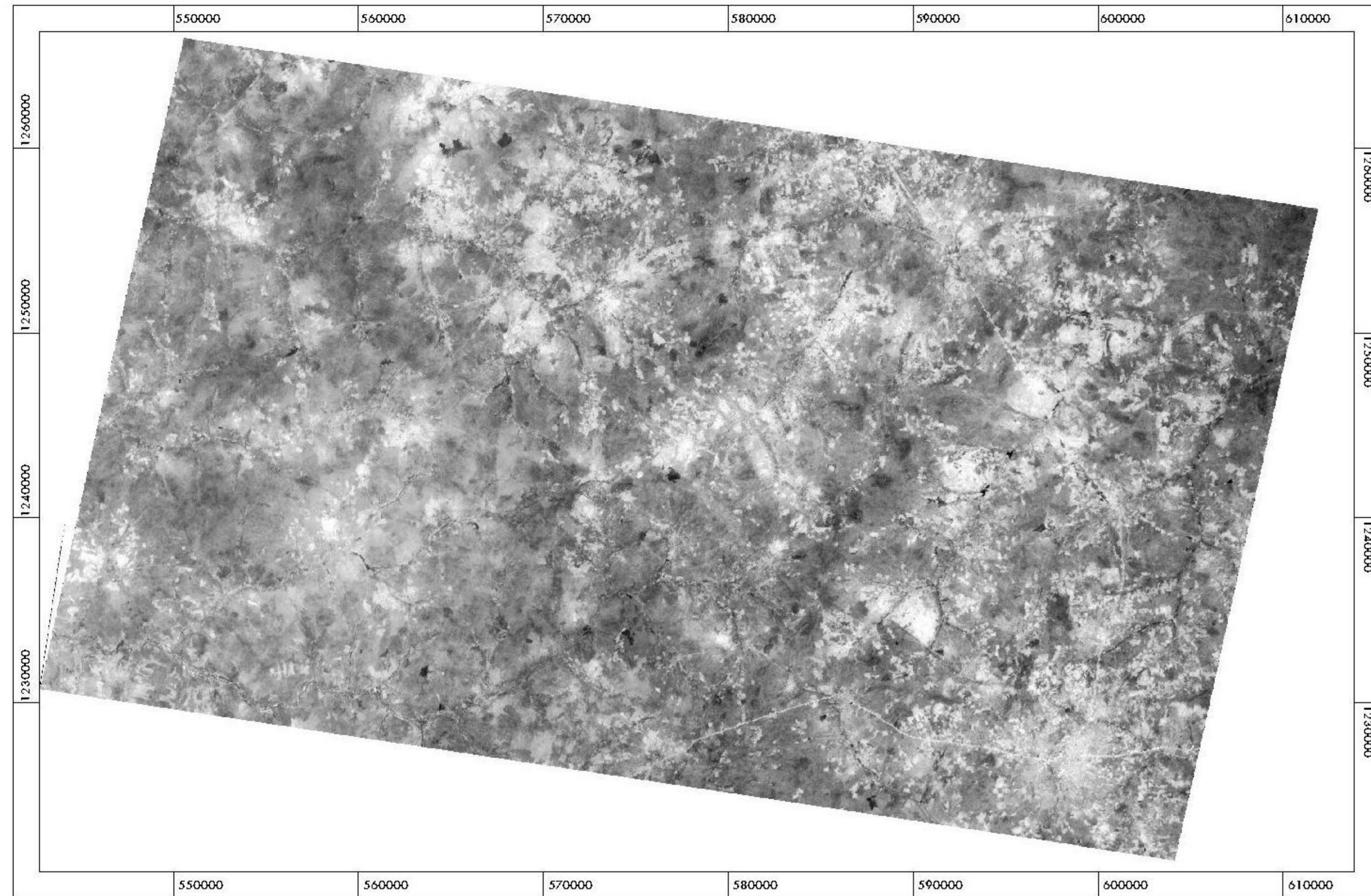
Landnutzung

(im Bild nicht immer zu differenzieren)

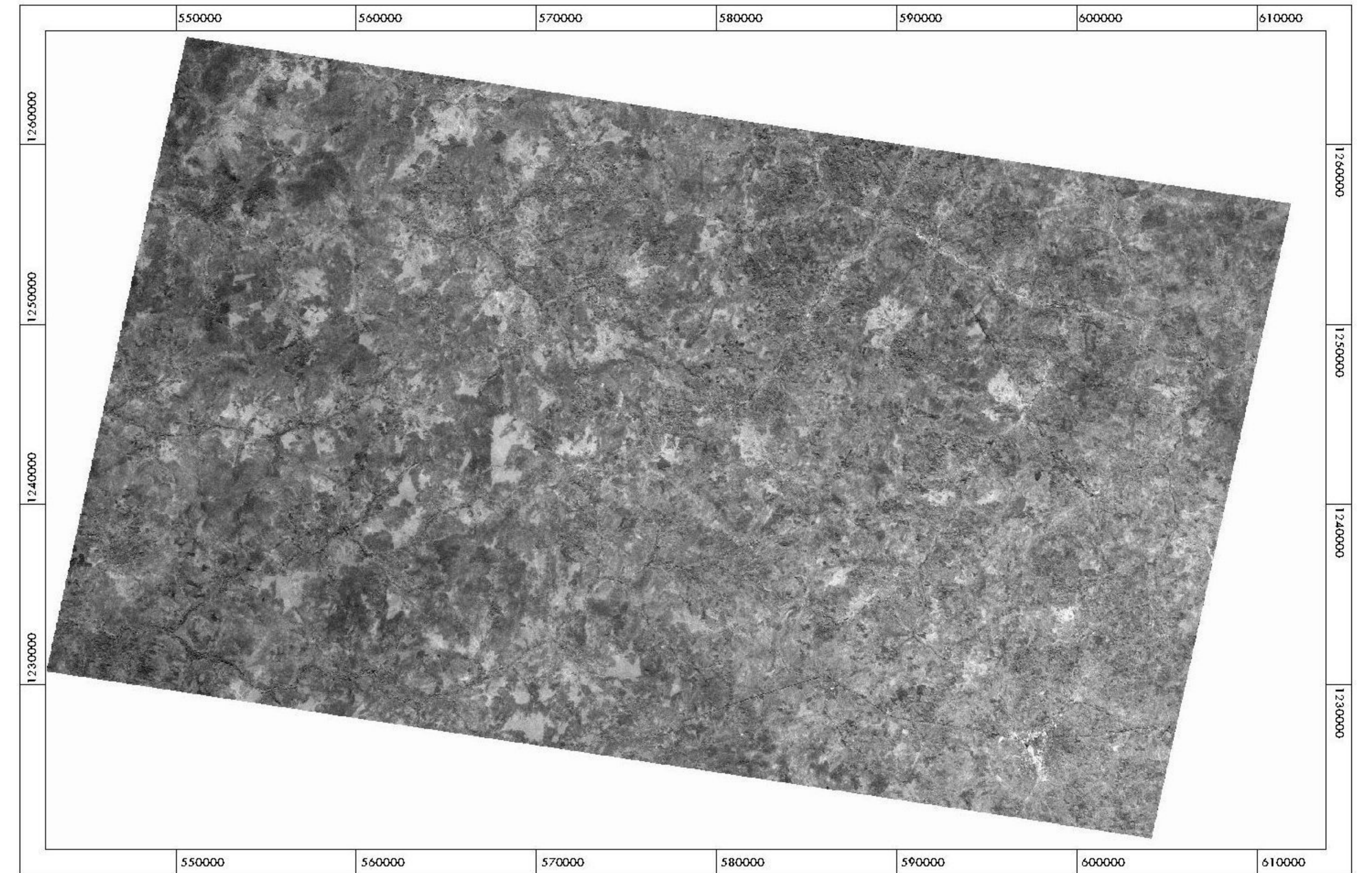
- We 1.a.1. Wohngebiete
- Oe 1.a.2. Öffentliche Gebäude
- Sk 1.b.1. Saisonale Kulturen: Sorghum, Hirse, Mais, Erdnuß
- GK 1.b.2. Gemüsekulturen: Aubergine, Tomate, Melone
- We 2.a. Extensive Weide
- We 2.b. Extensive Weide
- We 2.c.1. Extensive Weide
- Hb 2.c.2. Deckung des eigenen Holzbedarfs
- Hb 2.c.3. Bau- und Brennholz
- We 2.d.1. Extensive Weide
- Hb 2.d.2. Brennholz
- Hb 2.d.3. Deckung des eigenen Holzbedarfs
- Ks 2.d.4. Sammlung von Karité, Néré- und Baobabprodukten
- Jk 2.d.5. Kollektive Jagd
- We 2.e.1. Extensive Weide
- Hb 2.e.2. Brennholz
- Hb 2.e.3. Deckung des eigenen Holzbedarfs
- Ks 2.e.4. Sammlung von Karité, Néré- und Baobabprodukten
- Jk 2.e.5. Kollektive Jagd
- Kj 2.e.6. Kommerzielle Jagd
- We 2.f.1. Extensive Weide
- Ks 2.f.2. Sammlung von Karité
- Hb 2.f.3. Deckung des eigenen Holzbedarfs
- Hb 2.g.1. Deckung des eigenen Holzbedarfs
- Lv 2.g.2. Landnutzung vorgeschrieben
- E 3.a. Energiegewinnung
- Gb 3.b. Bewässerung für Gemüseanbau
- 3.c. Binnenfischerei
- 3.d. Wasserversorgung des Dorfes Kombinga
- 3.e. Trinkwasser des Viehs
- 4.a. Baumaterial und Werkstein
- 4.b. Anbau von Sorghum, Baumaterial keramischer Ton
- 4.c. Anbau von Sorghum und Hirse
- 4.d. Anbau von Hirse, Erdnüssen und Fonio
- 4.e. aufgelassene Gewerbefläche

Hauptkomponentenanalyse Süd-Sissili (Spot-XS-Szene vom 19.02.1994)

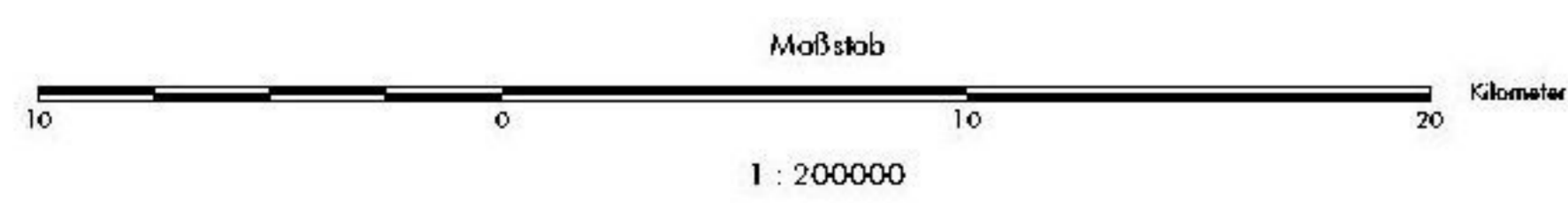
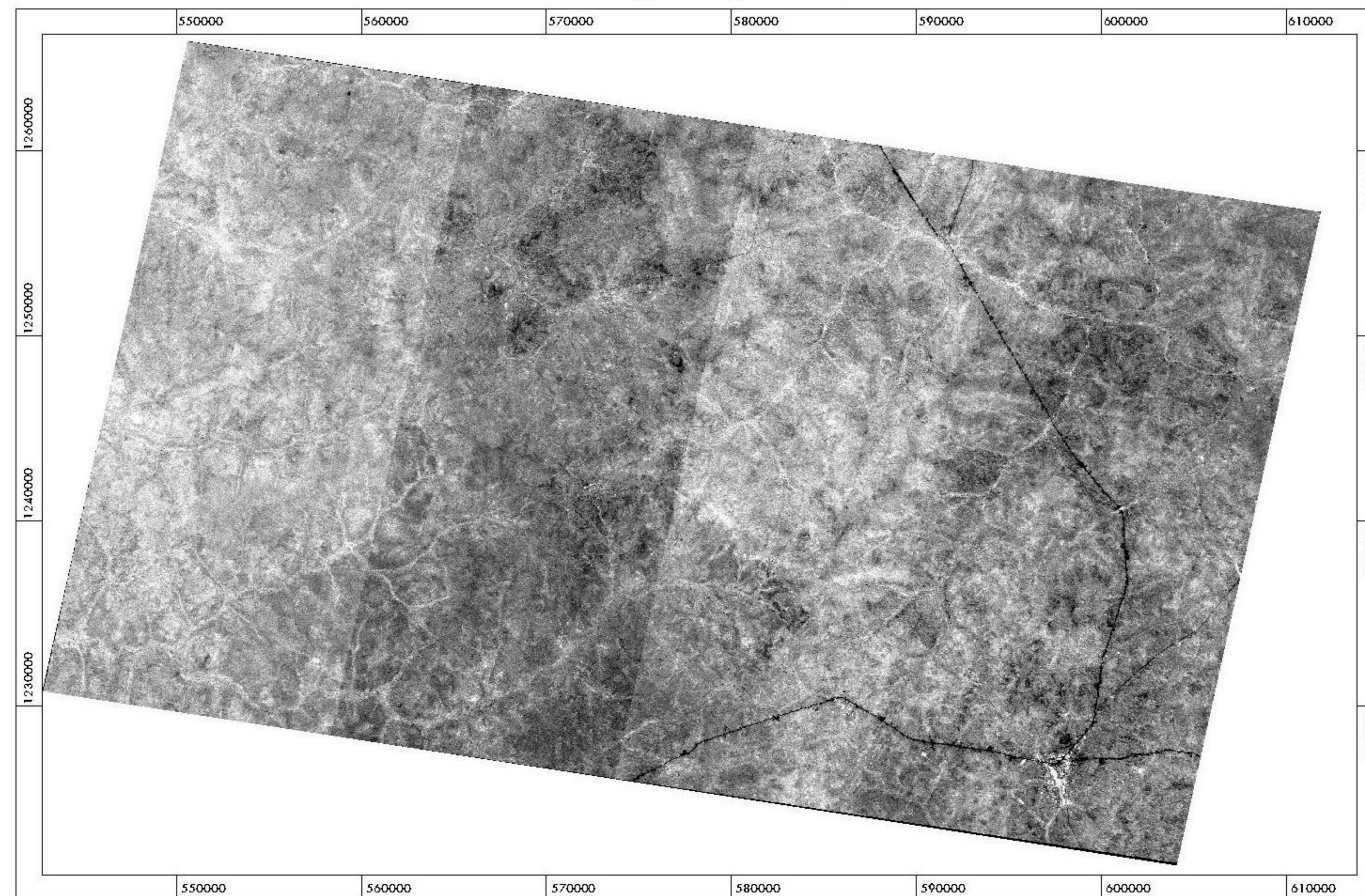
1. Hauptkomponente



2. Hauptkomponente



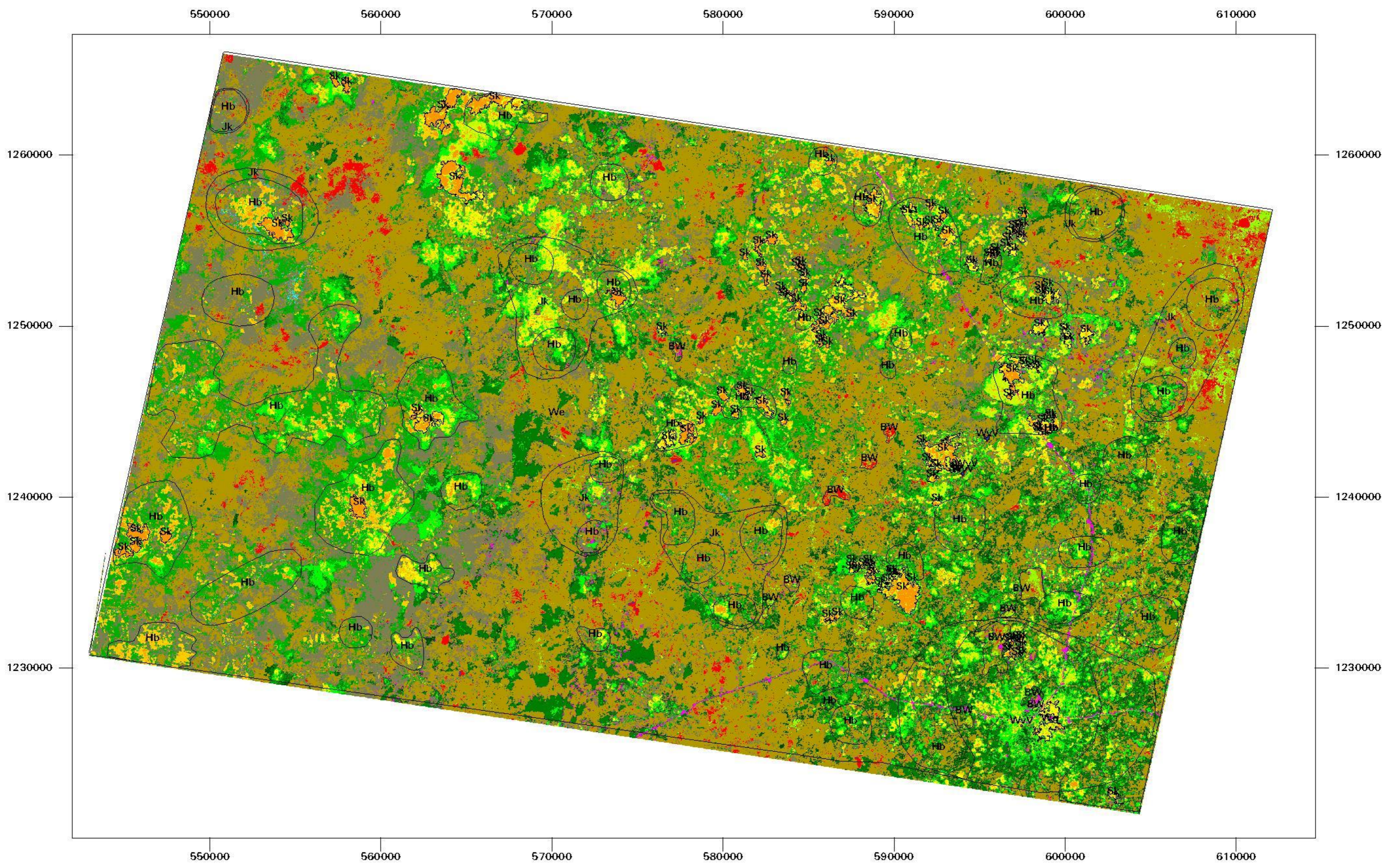
3. Hauptkomponente



Projektion UTM
Zone 30
Spheroid Clarke 1860
Datum Adindan (Burkina Faso)

Bearbeitung: Dipl. Geogr. T. Drabo

Landbedeckungsklassifizierung Süd-Sissili (SPOT-XS-Szene vom 19.02.1994)



Landbedeckung

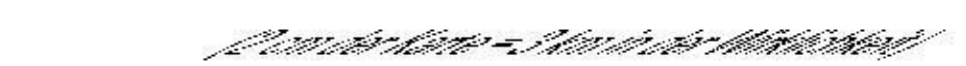
- 1. Siedlungen und Anbauflächen
 - 1.A. Siedlungen und Anbauflächen, neu
 - 1.B. Siedlungen und Anbauflächen, alt
 - 1.C. Anbauflächen und junge (ca. 2 Jahre alt) Brache
- 2. Natürliche und naturnahe offene Strauch-, Baumsavanne und Wälder
 - 2.A. Sehr offenen Strauchsavanne
 - 2.B. Strauchsavanne
 - 2.C. Offenen Baumsavanne
 - 2.D. Baumsavanne
 - 2.E. Holzsavanne
 - 2.F. Wald
- 3. Wasserflächen
 - 3.A. Künstliche Gewässer, in der Stadt Leo
 - 3.B. Künstliche Gewässer, auf dem Land
- 4. Böden
 - 4.A. Lateritböden
 - 4.B. verschiedene Böden
- 5. Brandflächen
 - 5.A. Buschbrand, frisch
 - 5.B. Buschbrand, jung

Landnutzung

- We 1.a.1. Wohngebiete
- Sk 1.a.2. Saisonale Kulturen: Sorghum, Hirse, Erdnuß
- We 1.b.1. Wohngebiete
- Sk 1.b.2. Saisonale Kulturen: Sorghum, Hirse, Erdnuß, Yam, Baumwolle
- Sk 1.c.1. Saisonale Kulturen: Sorghum, Hirse, Erdnuß, Yam, Baumwolle
- We 1.c.2. Extensive Weide
- We 2.a. Extensive Weide
- We 2.b.1. Extensive Weide
- Hb 2.b.2. Deckung des eigenen Holzbedarfs
- Hb 2.b.3. Bau- und Brennholz
- We 2.c.1. Extensive Weide
- Hb 2.c.2. Brennholz
- Hb 2.c.3. Deckung des eigenen Holzbedarfs
- 2.c.4. Sammlung von Karle-, Nereprodukte
- Jk 2.c.5. kollektive Jagd
- We 2.d.1. Extensive Weide
- Hb 2.d.2. Brennholz
- Hb 2.d.3. Deckung des eigenen Holzbedarfs
- 2.d.4. Sammlung von Karle-, Nereprodukte
- Jk 2.d.5. Kollektive Jagd
- We 2.e.1. Extensive Weide
- 2.e.2. Sammlung von Karle- und Nereprodukte
- Hb 2.e.3. Deckung des eigenen Holzbedarfs
- Hb 2.f.1. Deckung des eigenen Holzbedarfs
- TVV 3.a. Trinkwasser des Viehs
- TVV 3.b. Trinkwasser des Viehs
- BW 4.a. Baumaterial und Werkstein
- 4.b. unterschiedliche Nutzung
- 5.a. Buschbrand, frisch
- 5.b. Buschbrand, jung

Maßstab 1: 150000

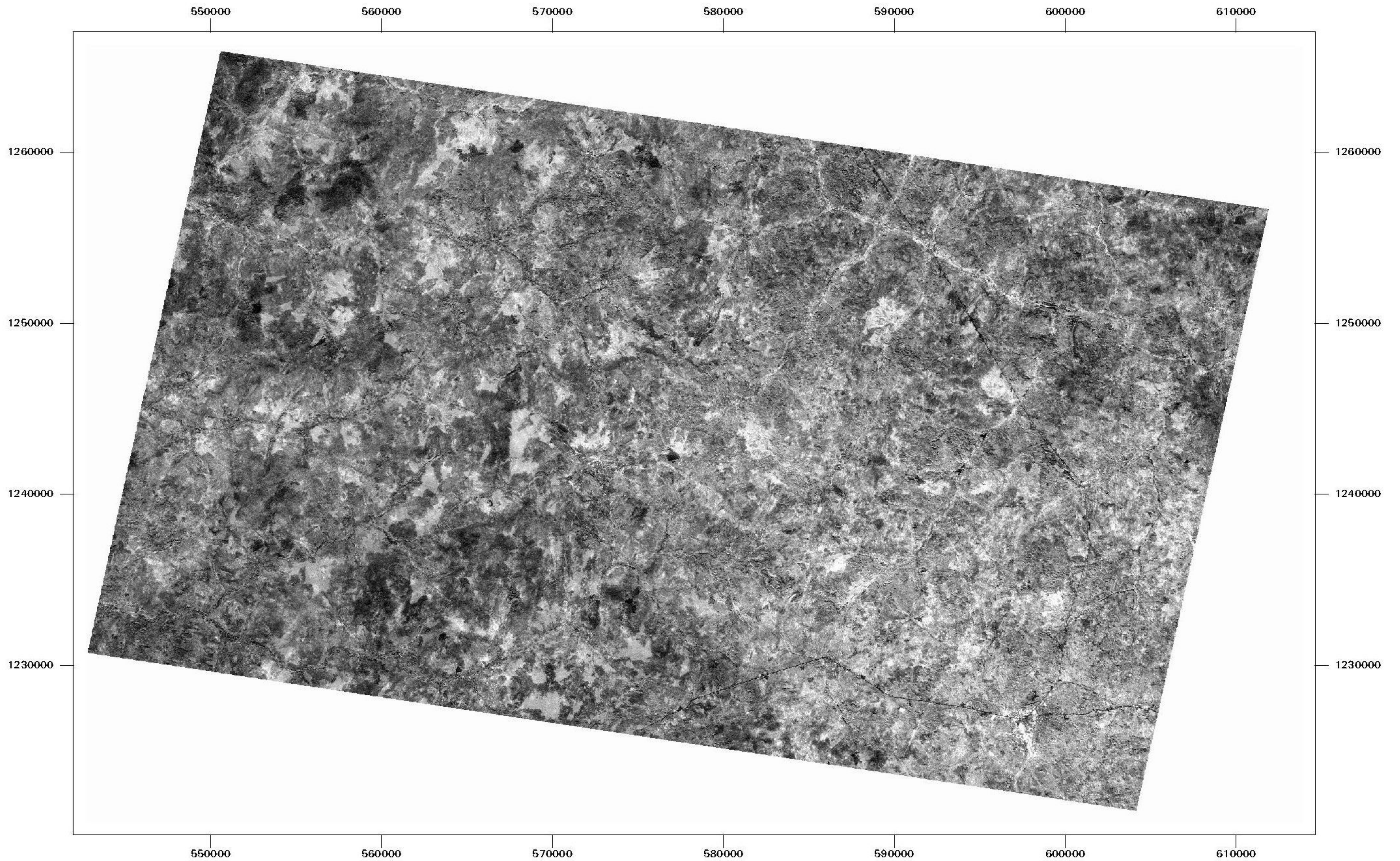
5 0 5 10 Kilometer



Projektion UTM
Zone 30
Spheroid Clarke 1860
Datum Adindan (Burkina Faso)

Bearbeitung: Dipl. Geogr. T. Drabo

Vegetationsindex (NDVI) Süd-Sissili (SPOT-XS-Szene vom 19.02.1994)



Maßstab 1: 150000



Drabo

Projektion UTM
Zone 30
Spheroid Clarke 1860
Datum Adindan (Burkina Faso)

Bearbeitung: Dipl. Geogr. T. Drabo