

Landschaftsstrukturmaße zur Auswertung von Satellitenbildzeitreihen für Aussagen zur Fragmentierung tropischer Regenwälder am Beispiel des Kakamega Forest, Westkenia

Tobias LUNG & Gertrud SCHAAB *

03. Juni 2005

IALE-Workshop „Dynamik der Landschaftsstruktur“, UFZ Leipzig

* Fachhochschule Karlsruhe – Hochschule für Technik, Fakultät für Geoinformationswesen / IAF

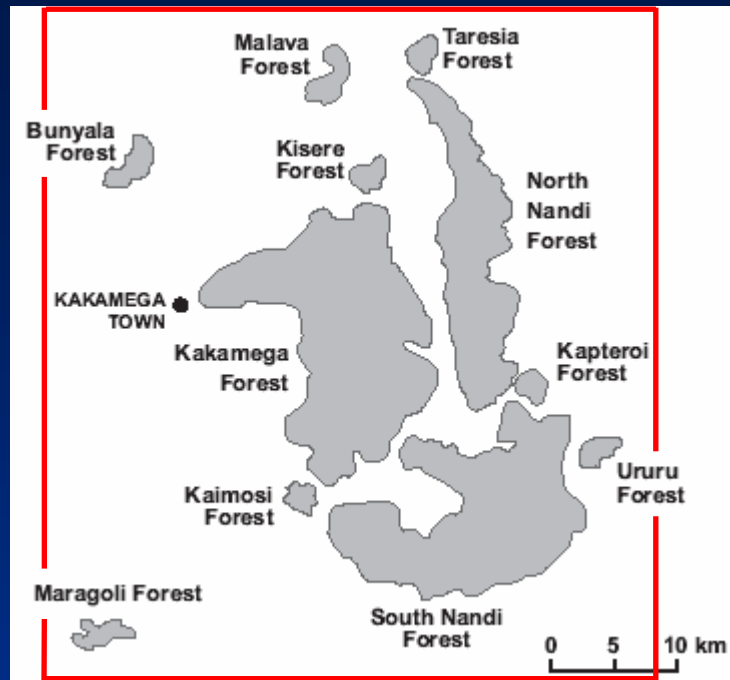
Inhaltsübersicht

- Das Untersuchungsgebiet
- Multispektrale Klassifizierung einer LANDSAT-Satellitenbildzeitreihe
- Ergebnisse und Analysen
 - Flächenberechnungen / Change-Detection-Analyse
 - Clusteranalyse
 - Landschaftsstrukturmaße – Standard-Metrics (Fragstats)
 - Landschaftsstrukturmaße – Moving-Window-Ansatz
- Fazit / Ausblick

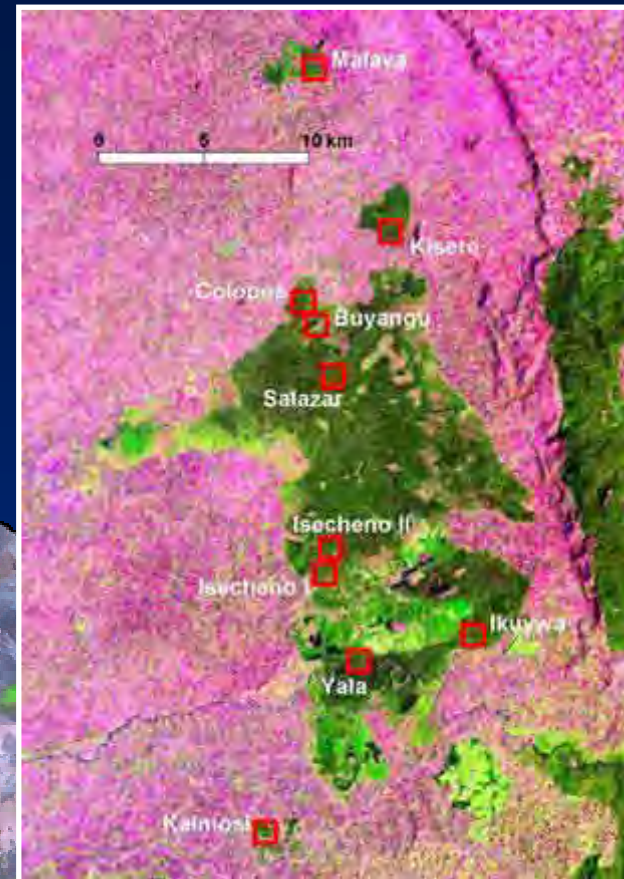
Das Untersuchungsgebiet



Kakamega Forest (Westkenia)

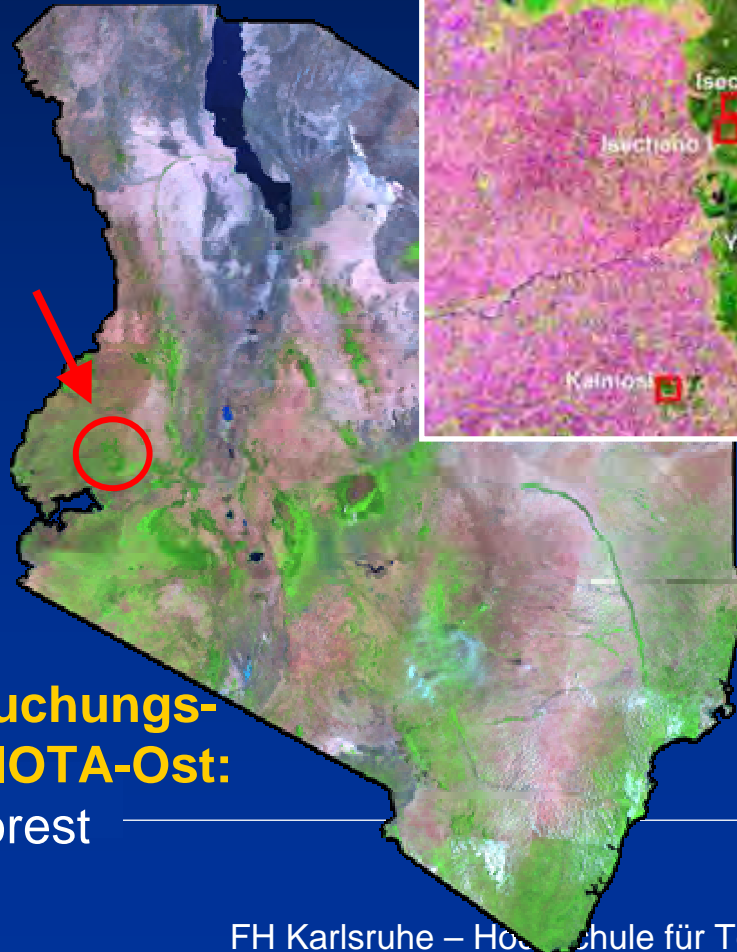


**BIOTA-Ost
Beobachtungs-
flächen:
10 BDOs**



**Untersuchungen zur
Landbedeckungsänderung:**
Kakamega Forest und
assoziierte Waldgebiete

**Hauptuntersuchungs-
gebiet von BIOTA-Ost:**
Kakamega Forest

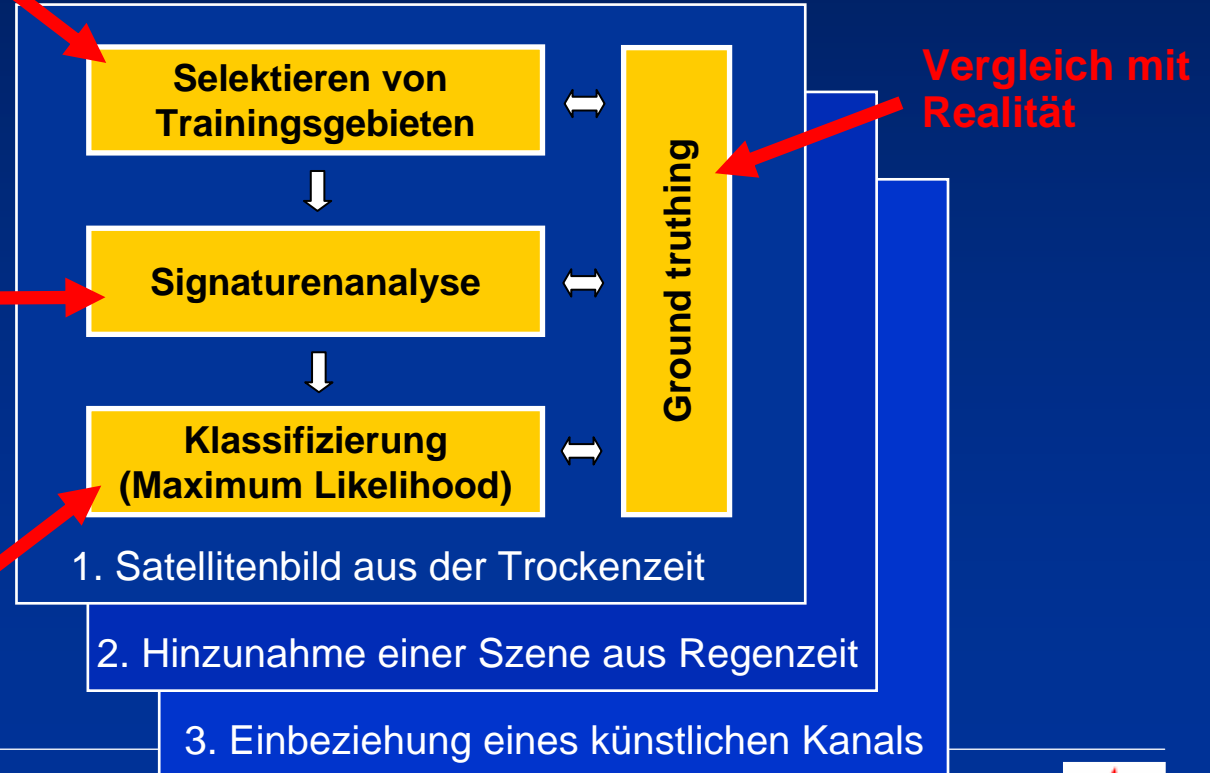
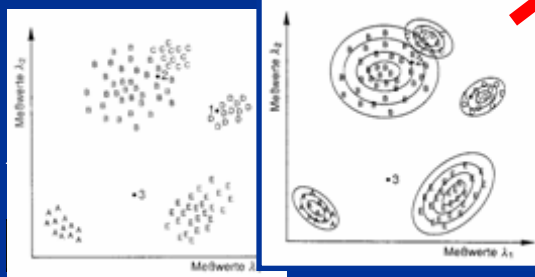
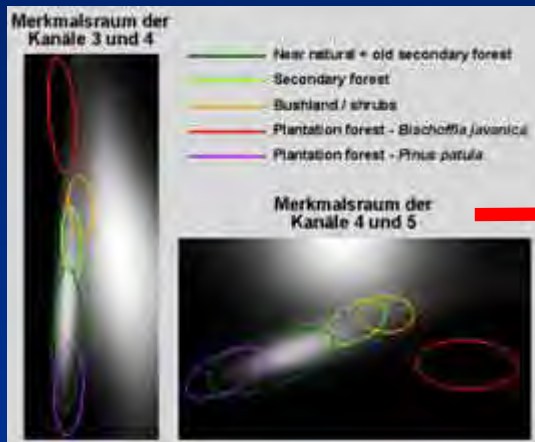
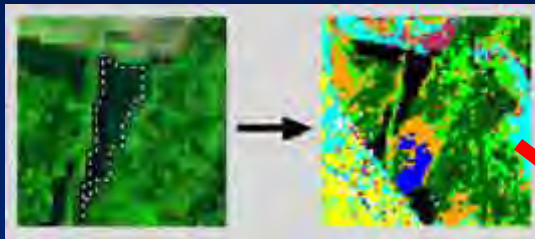


Das Preprocessing:

- Georeferenzierung
- Radiometrische Korrekturen

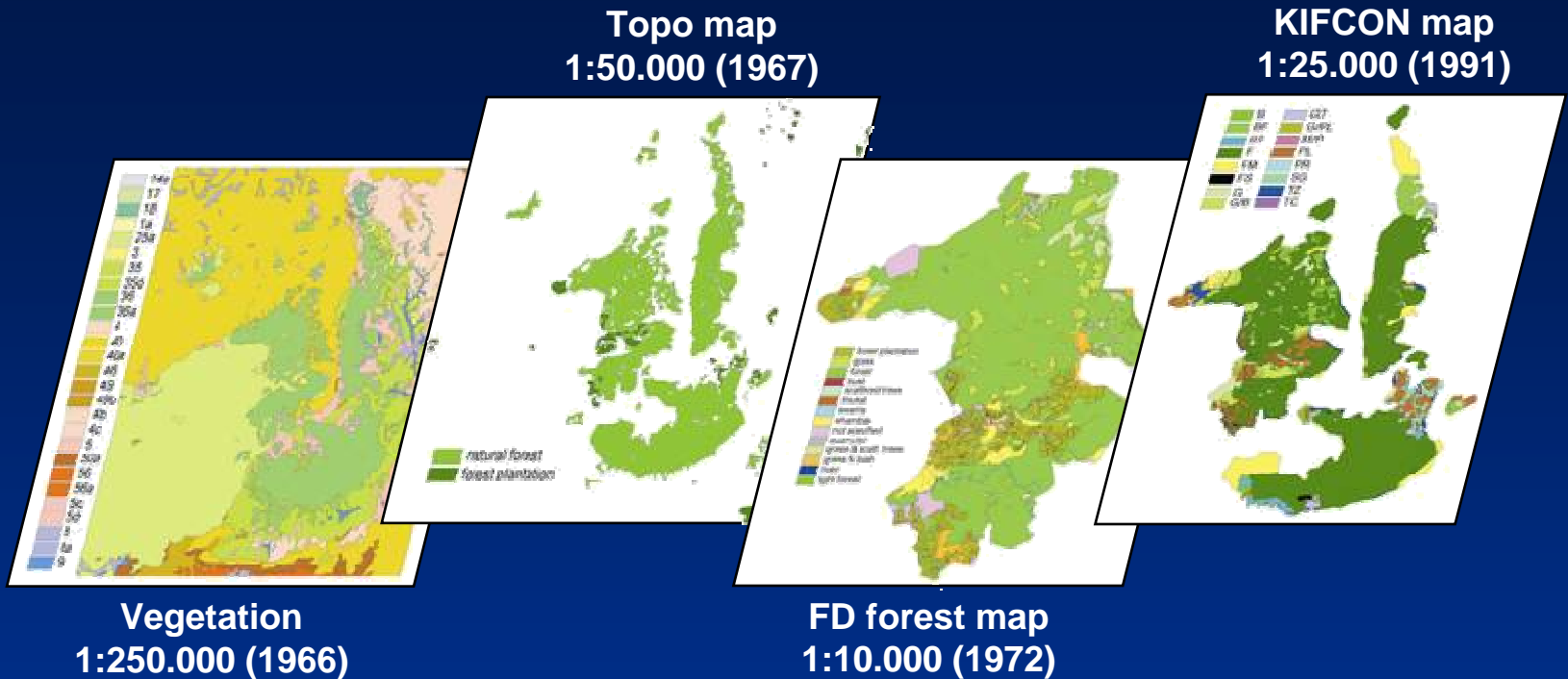
Überwachte multispektrale Landbedeckungsklassifizierung einer LANDSAT-Zeitreihe

für 7 Zeitschritte zwischen 1972 und 2001



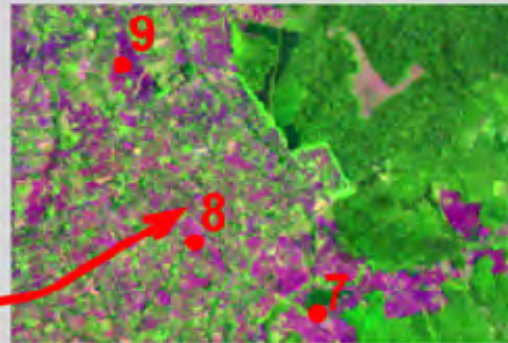
Ground Truthing

→ 1. Karten mit Vegetationsinformationen



→ 2. Photographien aus dem Flieger (Mai 2001)

Bild Nr. 8



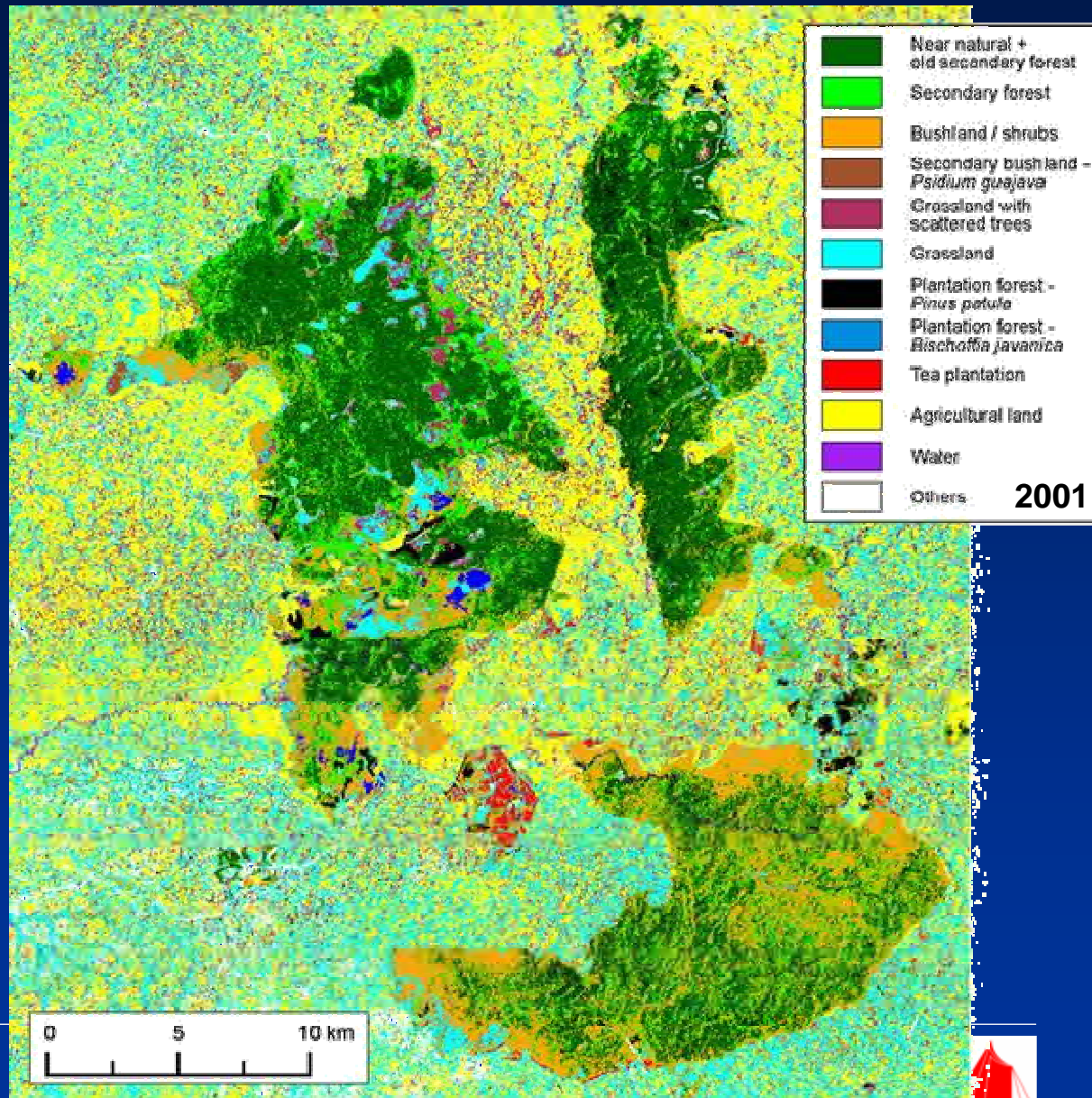
LANDSAT ETM+, April 2001, Kanalkombination 5/4/3

→ 3. Vor-Ort-Wissen von BIOTA-Projektpartnern



Klassifizierungsergebnisse

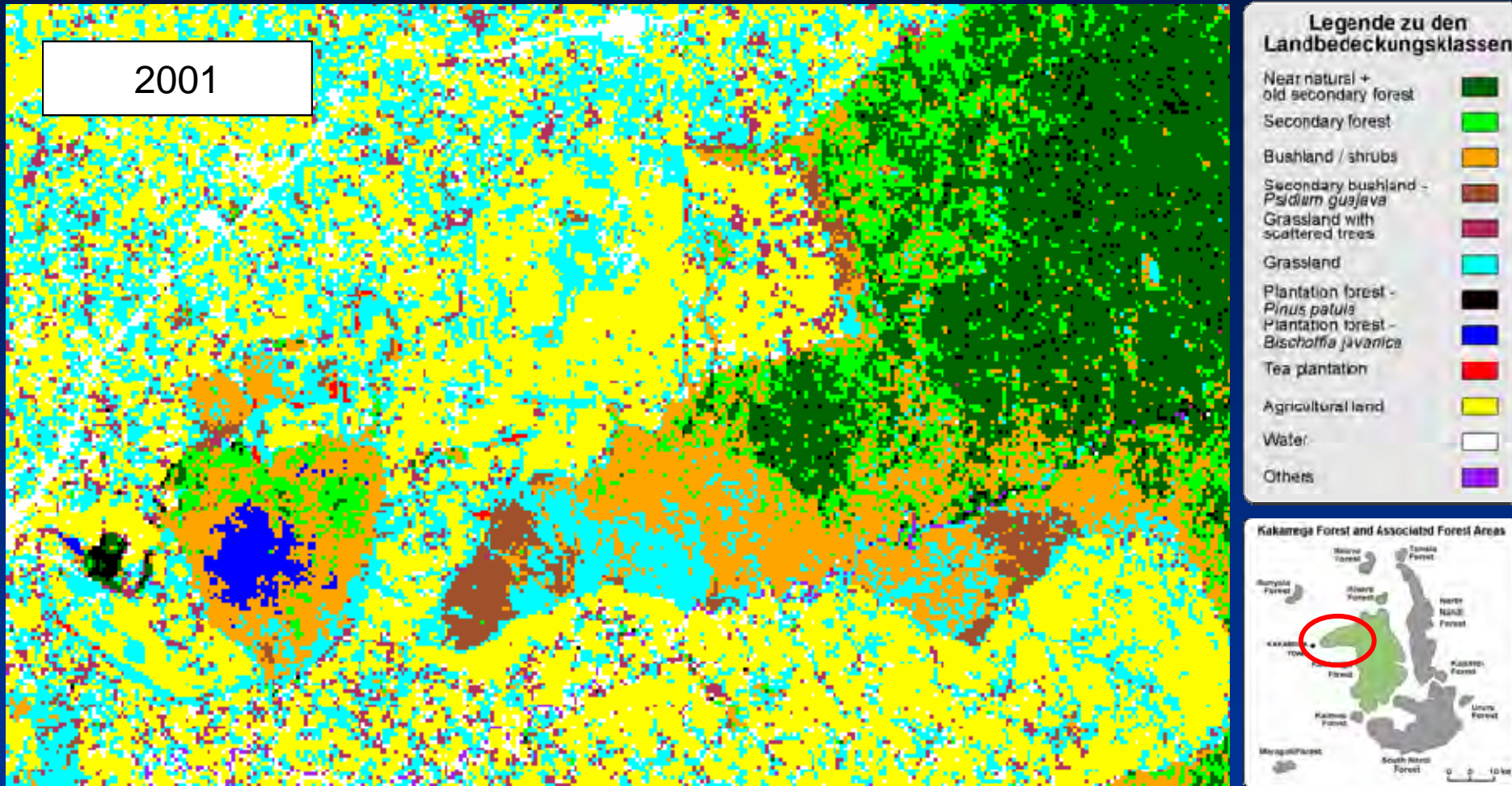
- Flächenabdeckung:
Kakamega Forest
und assoziierte
Waldgebiete
(60 km x 65 km)
- für 7 Zeitschritte
zwischen
1972 und 2001
- 12 Landbedeckungs-
klassen (6 davon
Waldformationen)
(*Maesopsis*-
Aufforstungen nicht
trennbar, in Klassen
2 & 3 enthalten)



Accuracy Assessment

zufallsverteilter Vergleich der Ergebnisse
multispektrale Klassifizierung vs. Original-
Satellitenbild, Photographien und Karten

Waldgebiete, um 1 km gepuffert	302 Pixel (2001)			[%]		
	Referenz	Klassifiz.	Anz. korrekt	Producer's Accuracy	User's Accuracy	Overall Classific. Acc.
Near natural + old secondary forest (1)	74	48	42	56,76	87,50	93,78
Secondary forest (2)	50	50	40	80,00	80,00	
Plantation forest - <i>Pinus patula</i> (7)	13	43	12	92,31	27,91	
Plant. forest - <i>Bischoffia javanica</i> (8)	30	41	30	100,00	73,17	
Forest	167	182	159	94,64	87,36	
Bushland / shrubs (3)	47	37	30	63,83	81,08	79,66
Second. Bushl. - <i>Psidium guajava</i> (4)	14	22	14	100,00	63,64	
Bushland	61	59	47	78,33	79,66	
Grassland with scattered trees (5)	18	10	5	27,78	50,00	
Grassland (6)	6	11	4	66,67	36,36	
Grassland	24	21	10	41,67	47,62	
Tea plantation (9)	21	23	20	95,24	86,96	
Agricultural land (10)	17	7	6	35,29	85,71	
Water (11)	7	6	4	57,14	66,67	
Others (12)	5	4	0	0,00	0,00	
Others	12	10	4	33,33	40,00	88,08
Summe	302	302	207			68,54
Summe	302	302	246			81,46

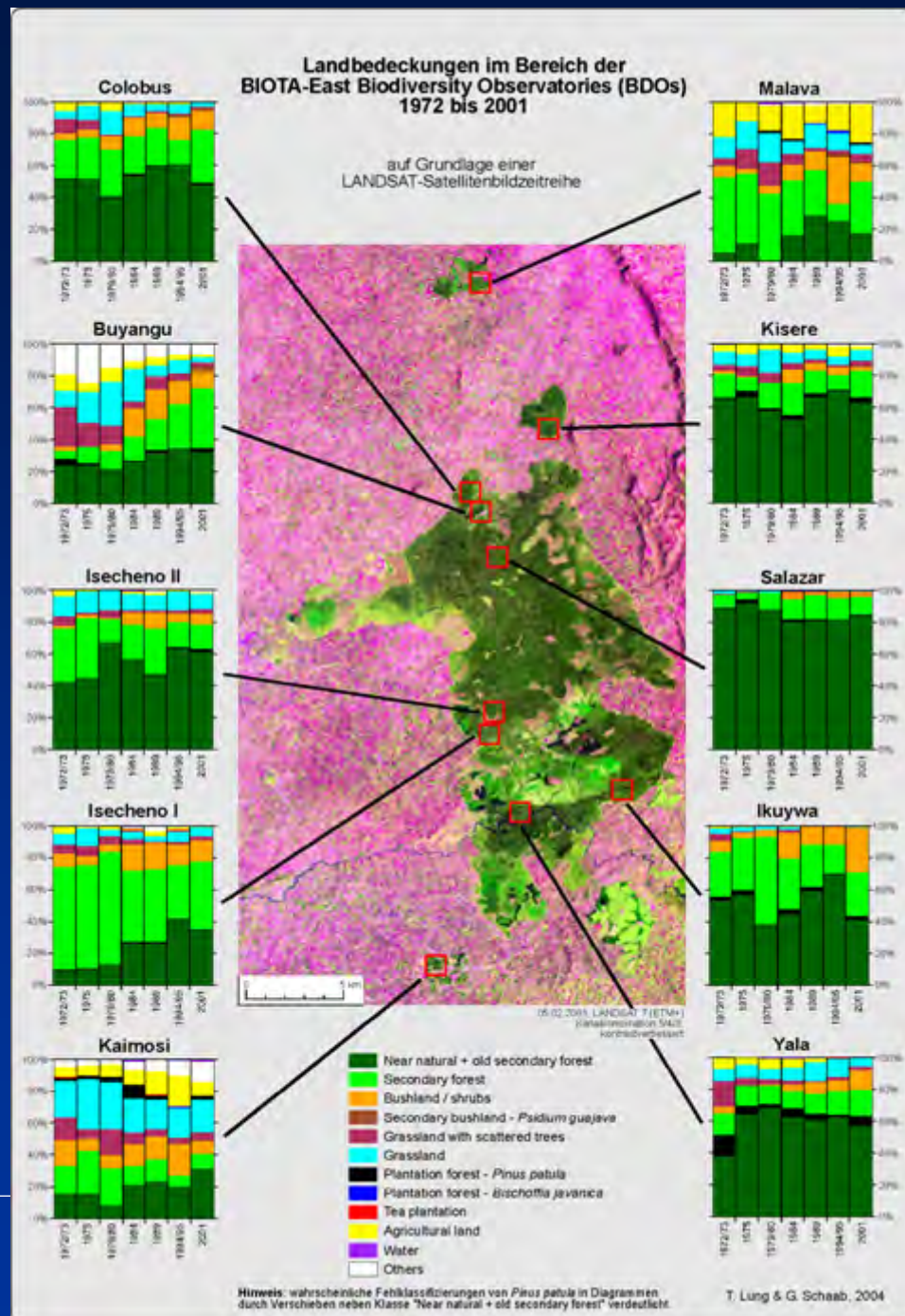


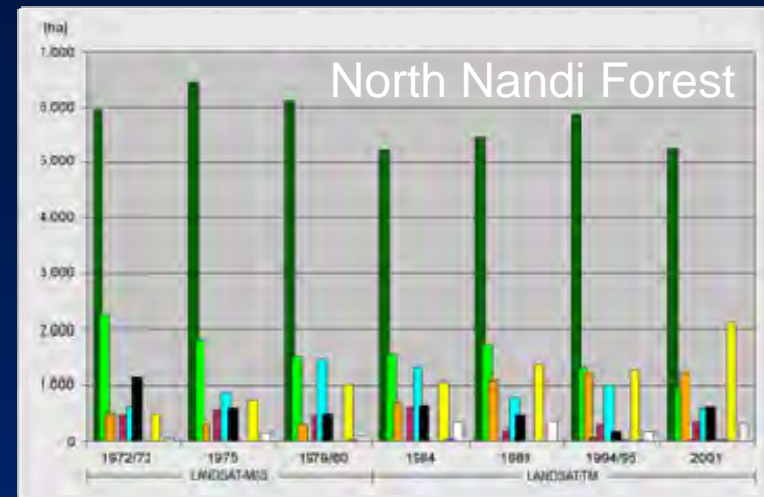
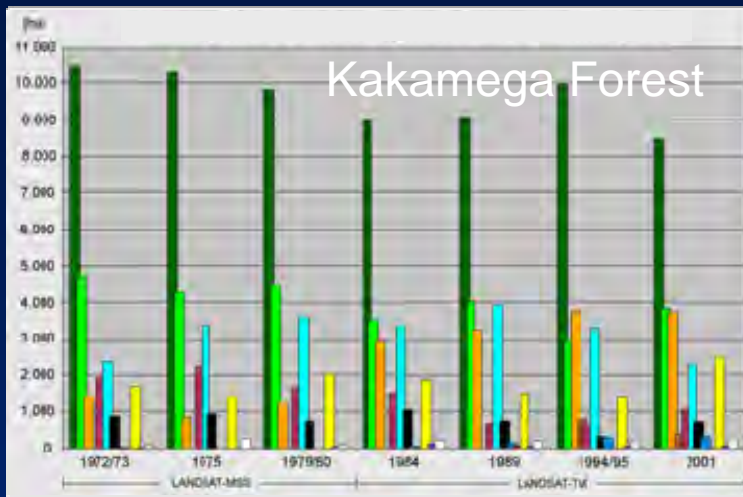
Ergebnisse und Analyse

Flächenberechnungen / Change-Detection- Analyse

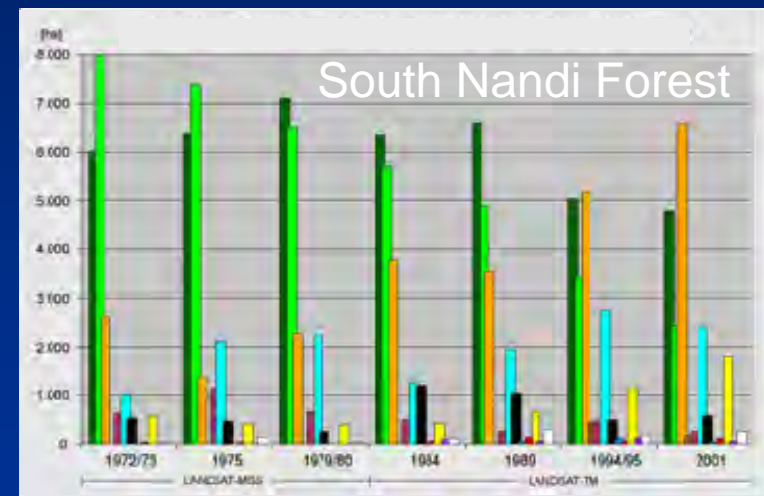
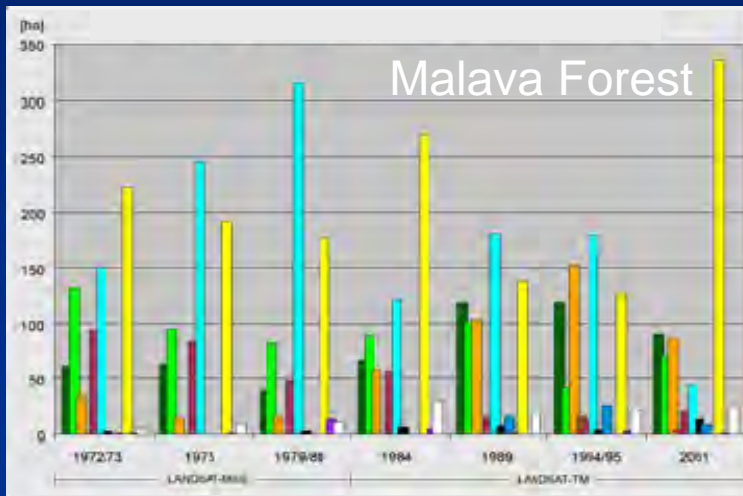
(Landbedeckungsänderungen
innerhalb der BDOs)

→ Unterschiede bzgl.
Geschichte des Waldes
(Waldnutzung und/oder
Störung)





(Fläche innerhalb der in den 1930er Jahren festgelegten offiziellen Waldgrenze)



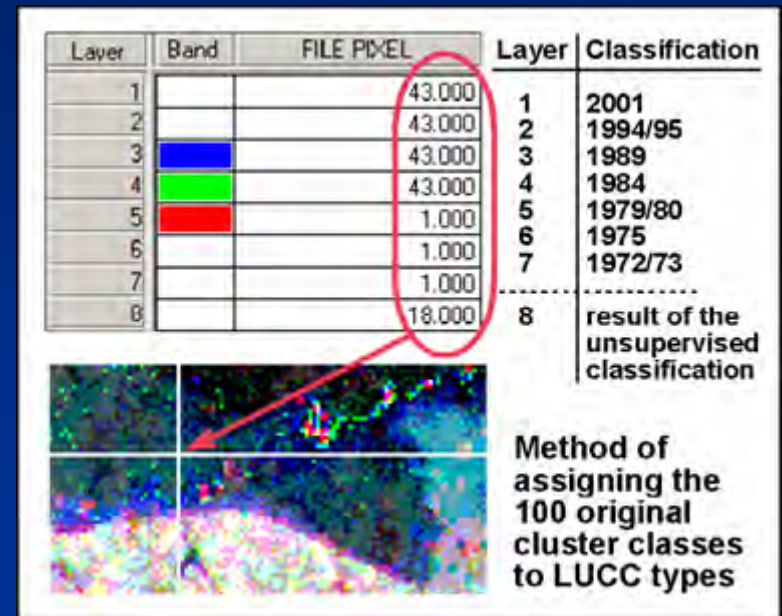
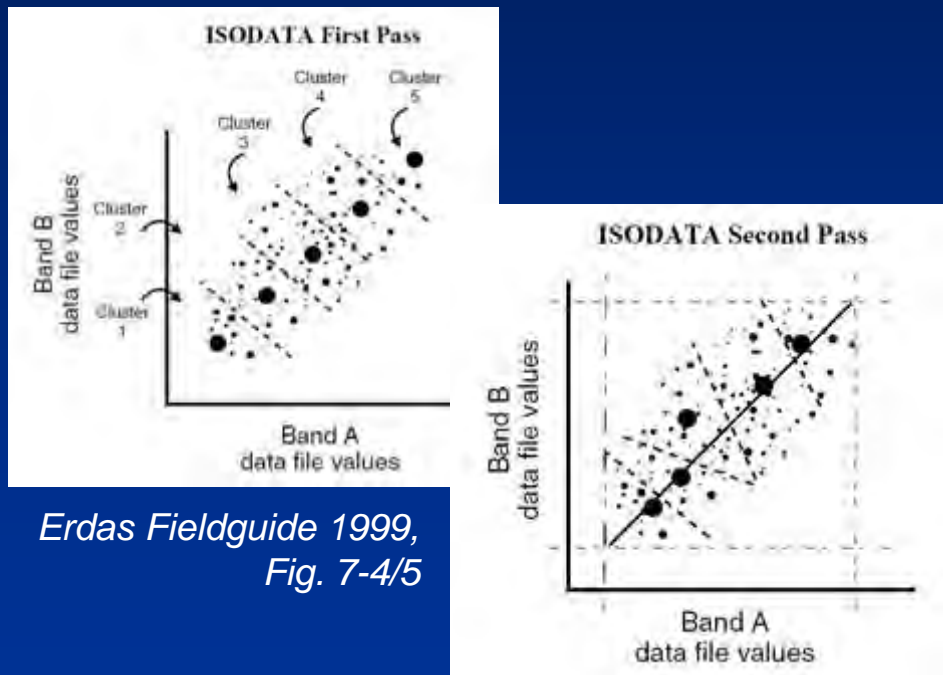
→ zum Teil markante gegenläufige Entwicklungen bei den natürlichen Waldformationen

Clusteranalyse

a) Gewichtete Normierung:
Klassen 1 bis 12 → Werte 1 bis 212

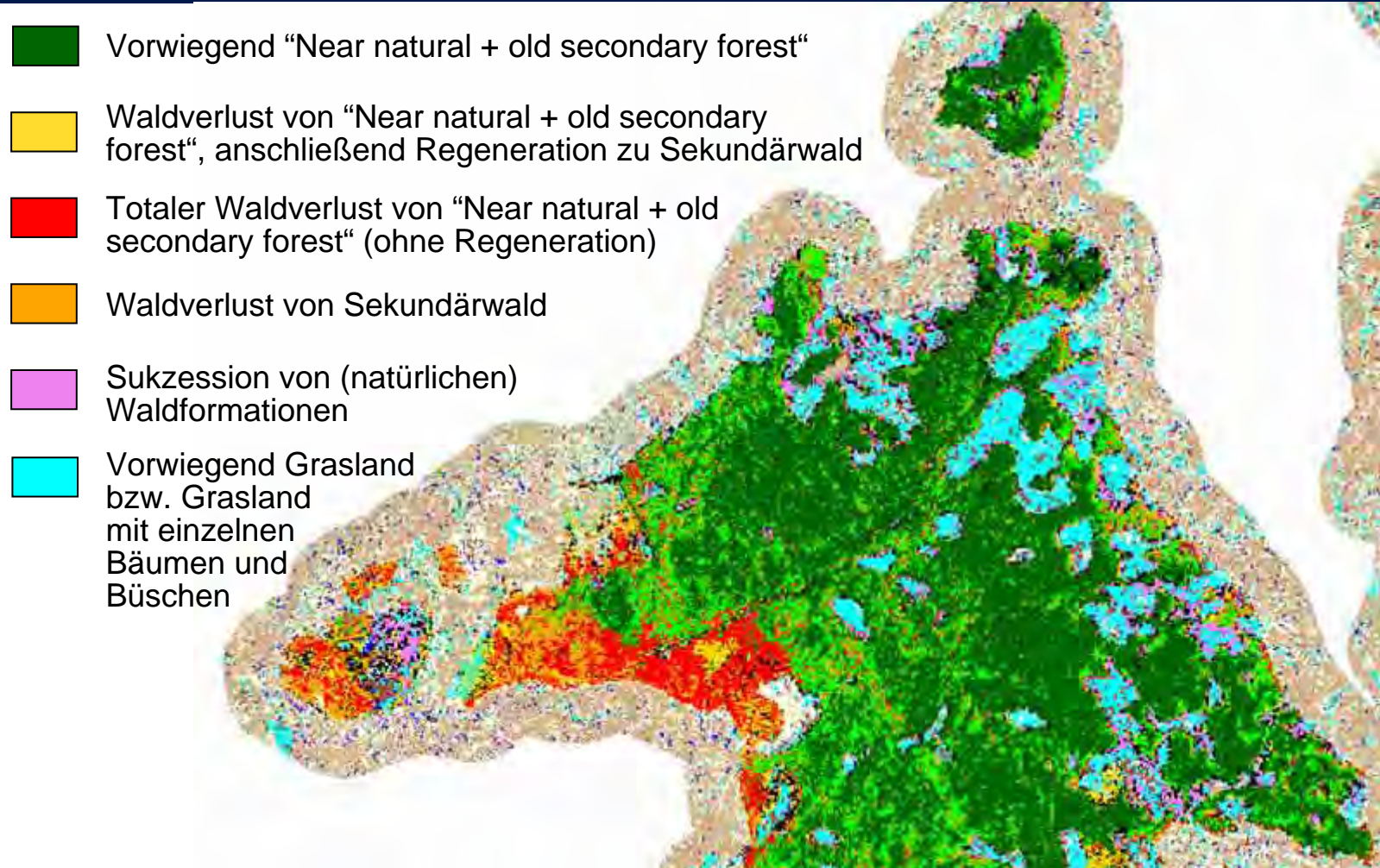
b) Unüberwachte Klassifizierung
(Isodata-Algorithmus) → 100 Cluster

c) Aggregation der 100 Cluster
zu 13 sinnvollen Typen der
Landbedeckungsentwicklung
über visuelle Beurteilung und
Interpretation



(Synthetische Karte)

(Waldgebiete, um 1 km gepuffert)



→ 13 Typen zur Entwicklung der Landbedeckung (1972 bis 2001)

Landschaftsstrukturmaße – Standard-Fragstats-Metrics

2001



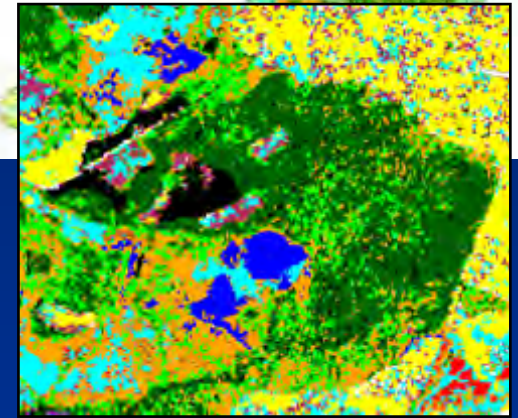
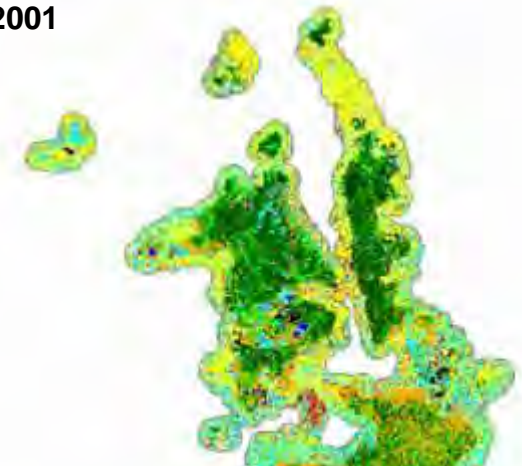
a) Klassenebene,
(„Near natural + old
secondary forest“)

2001



b) Klassenebene,
(„Near natural + old
secondary forest“ und
„Secondary forest“)

2001



c) Landschaftsebene,
(12 Klassen)

Klassenebenen:

Waldgebiete, um 1 km gepuffert

a) Klassenebene - Landbedeckungsklasse 1 (30 m Auflösung)

Zeitschritt	CA	NP	AREA_MN	LPI	LSI ✓	GYRATE_A ✓	PLADJ ✓	COHESION ✗	DIVISION ?
1972/73	23679,63	1610	14,71	29,8297	69,0224	2791,66	86,5422	99,4077	0,8565
1975	24261,39	1197	20,27	27,3175	60,3580	2878,27	88,3682	99,4867	0,8599
1979/80	23751,27	907	26,19	27,8269	47,3016	3445,76	90,7871	99,5723	0,8137
1984	21524,94	6240	3,45	26,9424	140,8836	3208,43	71,1654	99,4609	0,8490
1989	22386,69	5701	3,93	27,5081	133,9910	3437,01	73,1200	99,5594	0,8266
1994/95	22079,07	5478	4,03	30,7118	111,6902	3116,73	77,4410	99,3981	0,8333
2001	19410,39	6287	3,09	30,5312	127,2002	2859,67	72,6043	99,3684	0,8381

b) Klassenebene - Landbedeckungsklassen 1 und 2 (30 m Auflösung)

Zeitschritt	CA	NP	AREA_MN	LPI	LSI ✓	GYRATE_AM ?	PLADJ ✓	COHESION ✗	DIVISION ?
1972/73	40725,72	1517	26,85	33,9406	49,5379	4332,98	92,6324	99,7191	0,7815
1975	39746,16	1965	20,23	33,4837	46,1511	3888,52	93,0505	99,6443	0,8016
1979/80	37658,52	1474	25,55	36,5798	36,0031	4995,48	94,4330	99,7268	0,7130
1984	33392,07	4966	6,72	33,8966	112,7572	4225,86	81,4768	99,7251	0,7727
1989	34509,78	11001	3,14	30,7705	101,2098	3995,42	83,6482	99,6087	0,7932
1994/95	30402,45	5717	5,32	29,7974	103,1221	4068,44	82,2485	99,6835	0,7881
2001	27241,02	5948	4,58	33,7322	117,9700	4040,94	78,5440	99,6978	0,7707

Landschaftsebene:

Waldgebiete, um 1 km gepuffert

c) Landschaftsebene - alle Landbedeckungsklassen (30 m Auflösung)

Zeitschritt	LPI	LSI ✓	NP	CONTAG ✓	IJI	DIV X ION	PR	SIDI ?	SIEI ?
1972/73	6,9917	123,5462	32983	43,8904	64,2510	0,9892	11	0,8255	0,9080
1975	11,4297	117,7112	29619	46,5879	60,5978	0,9772	11	0,8059	0,8865
1979/80	6,5420	109,5847	25490	43,1171	65,4076	0,9831	9	0,8042	0,9047
1984	5,7401	246,1953	131371	33,4427	65,7858	0,9916	11	0,8341	0,9175
1989	6,0953	239,6165	129351	34,8800	65,0102	0,9888	11	0,8257	0,9083
1994/95	6,7117	223,6925	128040	37,3299	65,7372	0,9879	12	0,8216	0,8963
2001	5,8657	224,3880	127867	36,1372	66,4451	0,9898	12	0,8320	0,9076

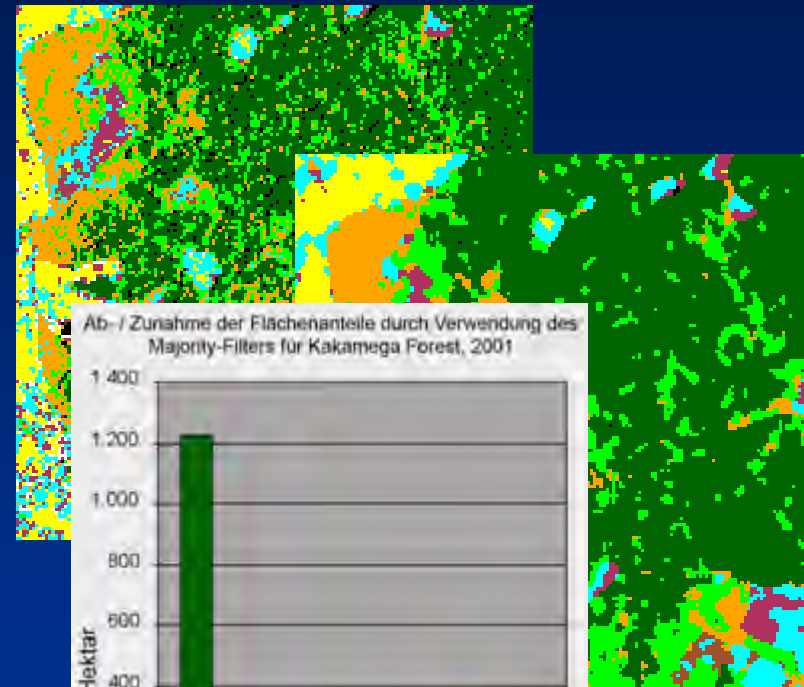
Patchebene:

- a) Visuelle Interpretation (nur 2001)
→ hoher Zeitaufwand
(alle Wälder, alle Zeitschritte)

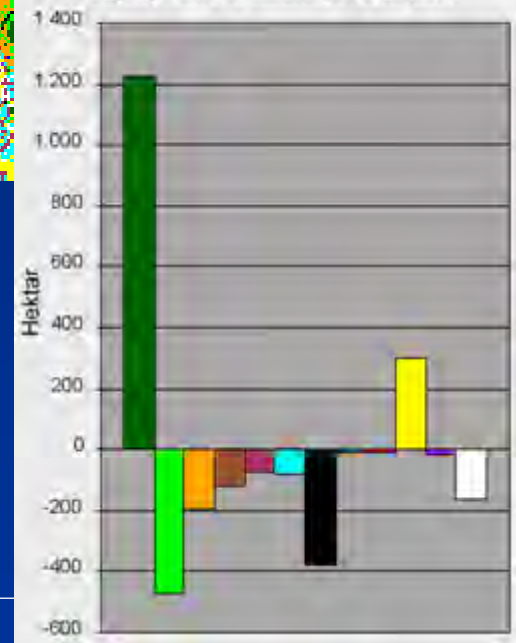


05.02.2001, Kanalkombination 5/4/3

- b) Filterung der Klassifizierungsergebnisse
→ z. T. unerwünschte Verschiebungen
zwischen Klassen



Ab- / Zunahme der Flächenanteile durch Verwendung des Majority-Filters für Kakamega Forest, 2001

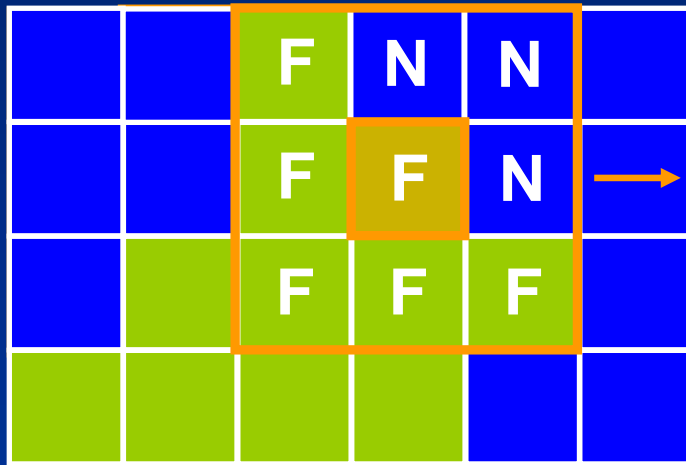


Landschaftsstrukturmaße – Moving-Window-basierter Ansatz

Methodik:

- a) Umklassifizierung: „Near natural + old secondary forest“ und „Secondary forest“ → Wald (F)
alle anderen Landbedeckungsklassen → Nicht-Wald (N)
WADE et al. 2003 (Conservation Ecology 7(2):7)

b) Moving-Window-Algorithmus:



F-N edges: 4

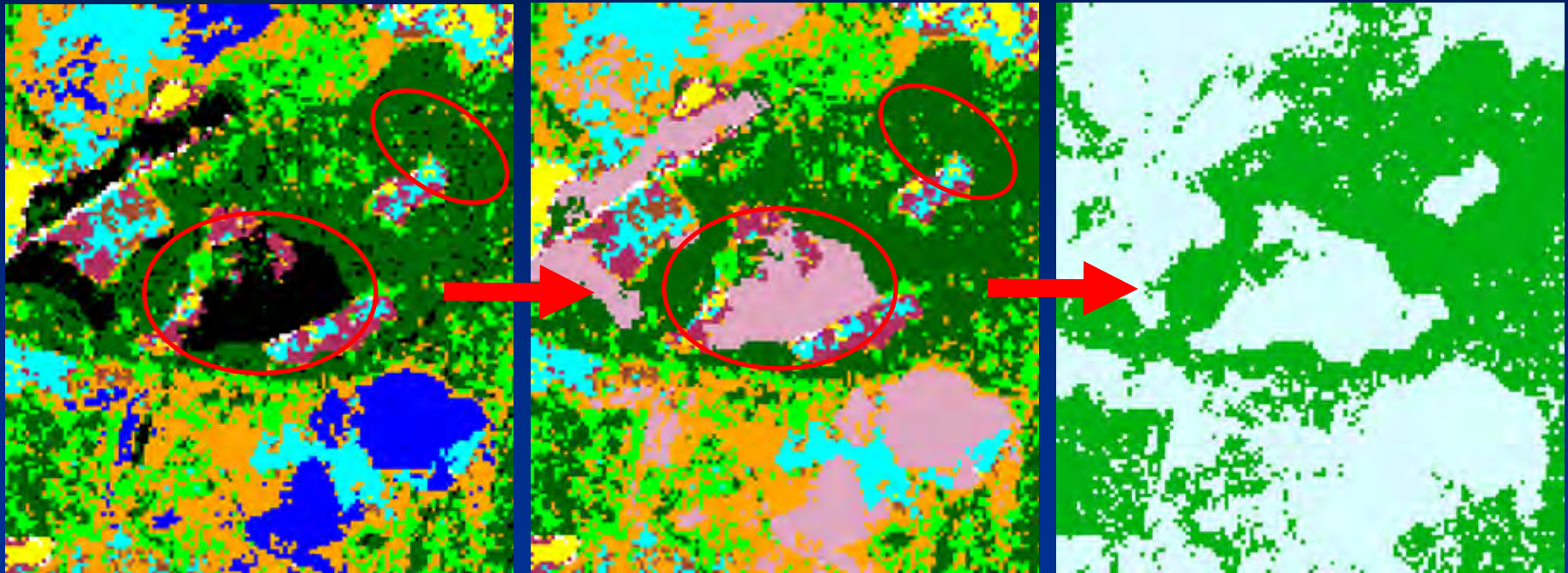
F-any edges: 7

Fragmentierungsindex = $4/7 \rightarrow 0,571$

nötige Datenaufbereitung:

1.
Manuelle Korrekturen von
Fehlklassifizierungen
bzgl. *Pinus patula*

2.
Umklassifizierung in
„Wald“ und „Nicht-Wald“



■ *Bischoffia jav.* ■ *Pinus patula*

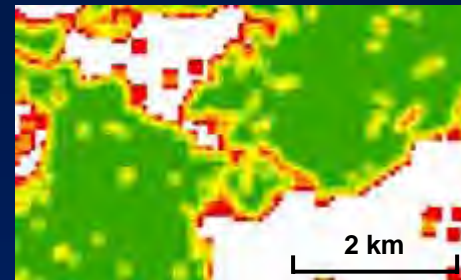
■ Aufforstungen

■ Wald ■ Nicht-Wald

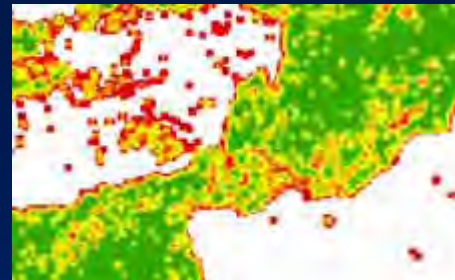
Ikuywa / Yala Korridor



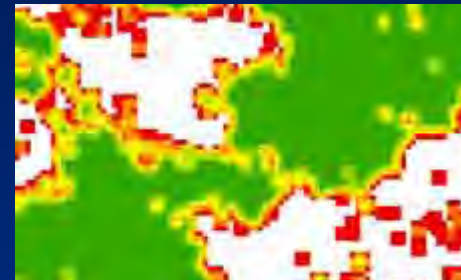
1972/73



1984



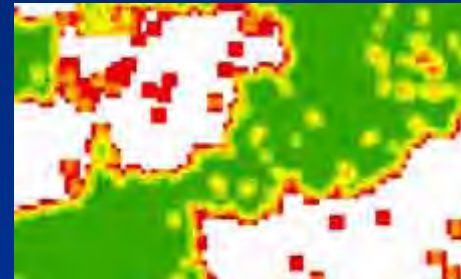
1975



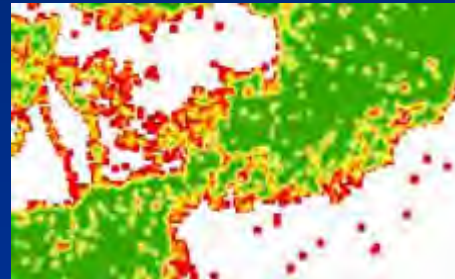
1989



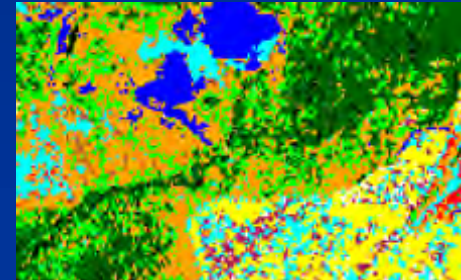
1979/80



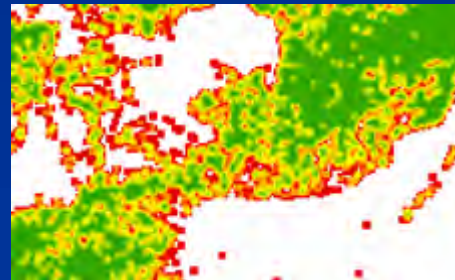
1994/95



2001



2001

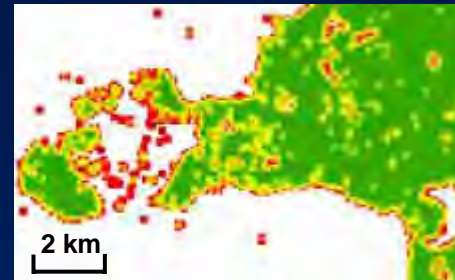


→ Auseinanderbrechen in 2 Fragmente

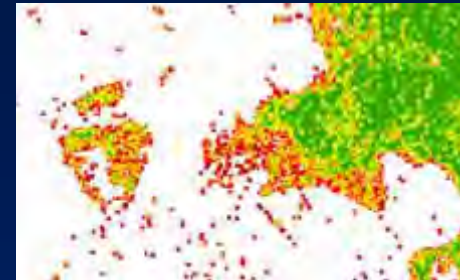
Kakamega Fuel Area



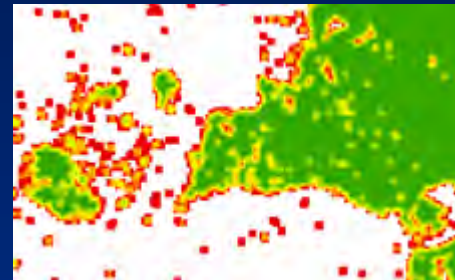
1972/73



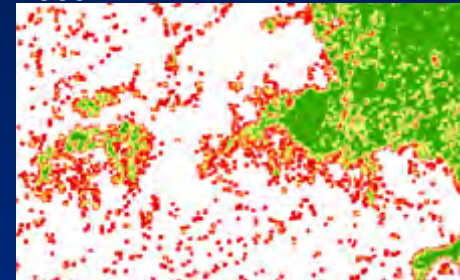
1984



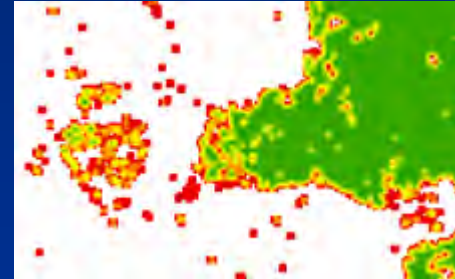
1975



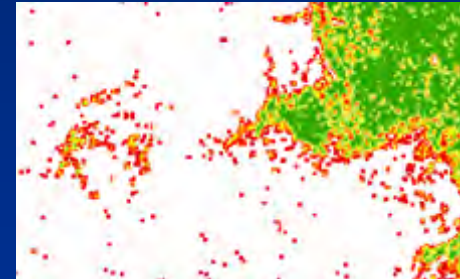
1989



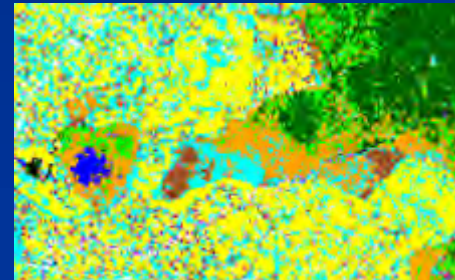
1979/80



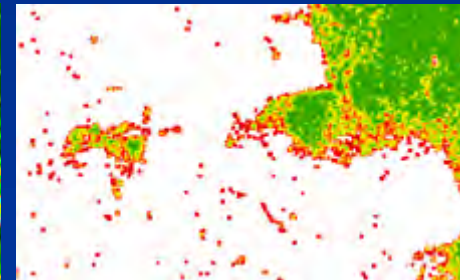
1994/95



2001



2001



→ stetiger Waldrückgang

Fragmentierungsindex

Mittelwert je
BDO für 2001

Korrelation mit
Management?

→ KWS oder FD

Korrelation mit
Störung?

s. BLEHER et al. in print

→ "Busch-Pixel"
bei Yala, Buyangu

Korrelation mit
Bevölkerungsverteilung
und Erreichbarkeit?

→ Isecheno I, Ikuywa,
Malava

0,188

0,288

0,183

0,258

0,481

Population density 1999 (per km²)



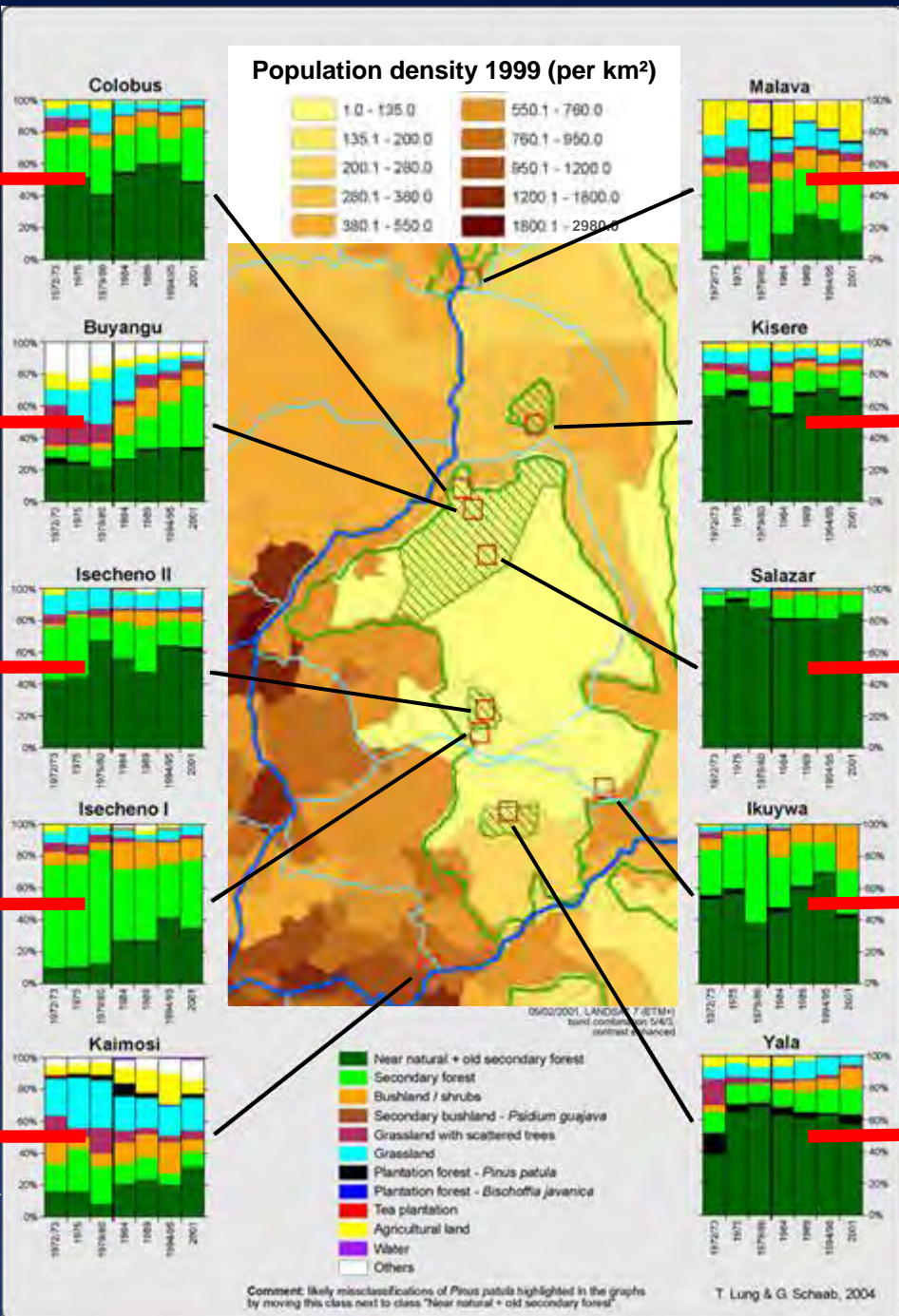
0,397

0,091

0,077

0,378

0,198



- **Flächenberechnungen / Change-Detection-Analyse**

→ Werte zu Veränderungen von Flächengrößen plus Veränderungsrichtungen

Nachteil: Verlust räumlich expliziter Information

Aussagen zum Fragmentierungsprozeß umständlich

- **Clusteranalyse**

→ räumliche Verteilungsmuster typischer Veränderungen auf einen Blick

Nachteil: keine numerischen Werte, d.h. Korrelation mit Erhebungsdaten schwierig,

- **Landschaftsstrukturmaße – Standard Metrics**

→ bislang nur für erste Aussagen zur Entwicklung von Waldfragmentierung/-störung

Nachteil: Interpretation der Indices fällt schwer

- **Landschaftsstrukturmaße – Moving-Window-Ansatz**

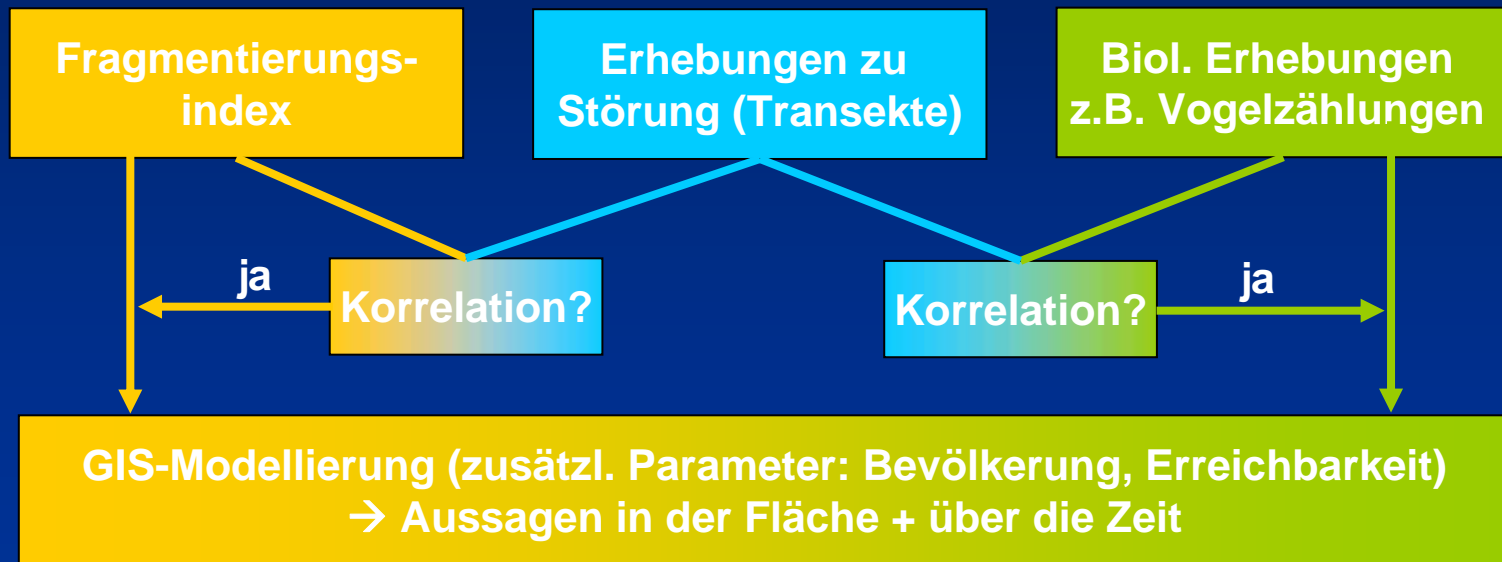
→ Waldfragmentierung in räumlicher Verteilung

Nachteil: Bild pro Zeitschritt, d.h. Aussagen zu Veränderungen mühsam

Vorteil: weitere Auswertungen über statistische Analysen möglich

Ausblick

- Fragmentierungsindex für Budongo und Mabira Forests, evtl. zusätzlich Unterscheidung zw. anthropogen bedingter und natürlicher Fragmentierung
 - Vergleich von drei ostafrikanischen Regenwaldgebieten bzgl. Fragmentierung (in Raum und Zeit)
- Korrelation mit Ergebnissen aus anderen BIOTA-Teilprojekten:



(Photos
teilweise
von E11)



Danksagung

- BIOTA-Ost-Projektpartner (Arnhild Althof, Bärbel Bleher, Tanja Kraus, Nick Mitchell)
- Projektleitung und –koordination (E01): C. Naumann (†), J.W. Wägele, J. Köhler
- Kenianische Counterparts: NMK, KWS, WAC/ICRAF (Alex Awiti)
- BMBF für die Finanzierung
- S. Schneid (FH KA) für Programmierungsarbeiten

