



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Universitätsbibliothek Paderborn**

### **Jahresbericht ... des Faches Geographie im Fachbereich 1**

**Universität Paderborn / Fach Geographie**

**Paderborn, 1987(1988) - 1996(1997)**

6. Forschung

**urn:nbn:de:hbz:466:1-29548**

**4. Sammlung**

Die Bestände der kartographischen Sammlung konnten 1995 durch weitere topographische, geologische und bodenkundliche Karten ergänzt werden. Der Schwerpunkt der Neu- und Ergänzungsbeschaffungen lag bei Kartenblättern aus Nordrhein-Westfalen. Für Geländearbeiten und für die Arbeit in den kartographischen Seminaren wurden u.a. mehrere Übungssätze der farbigen Urneßtischblätter (Nachdrucke) beschafft.

**5. Forschung**

**VORDERER ORIENT**

**1. Golf-Forschung**  
(H.K. Barth, A. Niestlé, H.-J. Barth)

Nach Abschluß der Projektarbeiten vor Ort in Jubail, Saudi Arabien am 31. Juli 1995, erfolgte die Übergabe der abschließenden Berichte an die Förderorganisation der NCWCD (National Commission for Wildlife Conservation and Development) und an die Europäische Union. Teile dieser Berichte stellten die von dem Paderborner Geographenteam erarbeiteten Kartenblätter der „Geocological Units“-Karte dar, die von Herrn P. Blank kartographisch bearbeitet wurden und in vielen Tag- und Nachtschichten bis zu den finalen Druckvorlagen, einschließlich dem Andruck fertiggestellt wurden. Daß durch diesen gemeinsamen Kraftakt die engen Terminsetzungen eingehalten werden konnten, ist allein dem selbstlosen Einsatz von Herrn Blank zu verdanken.

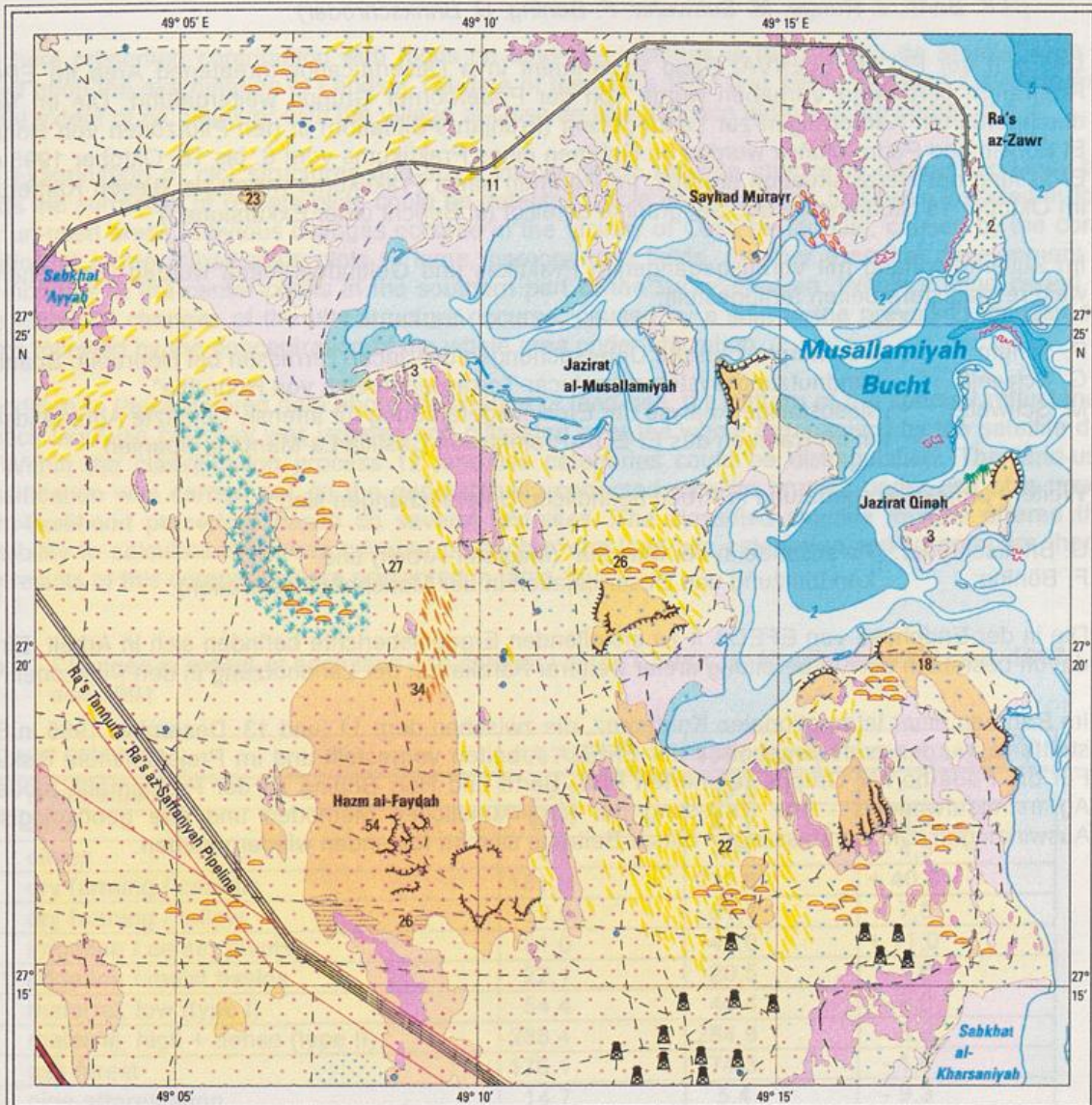
Der hier wiedergegebene Beleg ist ein Ausschnitt aus der originalen „arabischen“ Karte in deutscher Version, die für die landeskundliche Arbeit „Saudi Arabien“ im Klett-Verlag vorgesehen ist.

Inzwischen wurden das Forschungszentrum in Jubail mit der gesamten Forschungsinfrastruktur, den Labors, Geräten, Fahrzeugen und den Geländeinrichtungen an die saudische NCWCD übergeben. Das Zentrum bleibt so lange Projektstandort, bis das in Planung befindliche neue Research Institute fertiggestellt ist. Von hier aus soll in Zukunft ein permanentes „monitoring“ der als „Schutzgebiet“ ausgewiesenen Regionen am Golf erfolgen. Eine weitere Beteiligung der Geographen im Rahmen individueller Forschungsanträge ist beabsichtigt.

Zu verweisen ist auf ein Dissertationsvorhaben eines der Paderborner Mitarbeiter, das kurz vor dem Abschluß steht: H.-J. Barth, „Geoökologische Raumwirksamkeit von Schutzmaßnahmen in ariden Gebieten am Golf“. Die Geländearbeiten für dieses Vorhaben wurden im Februar/März 1995 sowie im November/Dezember 1995 durchgeführt. H.-J. Barth war es auch, der an einer Internationalen Konferenzveranstaltung in den Arabischen Emiraten im Dezember 1995 teilnahm, die unter der Thematik „Quaternary Deserts and Climatic Change“ stand.

10	100	1	1	1	1
12	50	1	1	1	1
14	20	1	1	1	1
16	10	1	1	1	1
18	5	1	1	1	1
20	2	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1
38	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1
44	1	1	1	1	1
46	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1
52	1	1	1	1	1
54	1	1	1	1	1
56	1	1	1	1	1
58	1	1	1	1	1
60	1	1	1	1	1
62	1	1	1	1	1
64	1	1	1	1	1
66	1	1	1	1	1
68	1	1	1	1	1
70	1	1	1	1	1
72	1	1	1	1	1
74	1	1	1	1	1
76	1	1	1	1	1
78	1	1	1	1	1
80	1	1	1	1	1
82	1	1	1	1	1
84	1	1	1	1	1
86	1	1	1	1	1
88	1	1	1	1	1
90	1	1	1	1	1
92	1	1	1	1	1
94	1	1	1	1	1
96	1	1	1	1	1
98	1	1	1	1	1
100	1	1	1	1	1





**Geoökologische Raumeinheiten am Golf nördlich Jubail**

**Marine Ökosysteme**

- Korallenriff
- Tiefe in Meter
- Intertidal-Bereich

**Semi-terrestische Ökosysteme**

- Salzmarsch
- Küstensabkha

**Terrestische Ökosysteme**

- Inlandsabkha
- Sand sheet
- Fossile Dünen
- Reaktivierte Dünen
- Felsaustritte
- Deflationsniederungen

**Einzelformen**

- Kliff, Stufenrand
- Hummock
- Mikro Düne

**Vegetationsbedeckung**

- unter 5%
- 5 - 10%
- über 10%
- Dattelpalmen
- Ansammlung von *Leptadenia pyrotechnica*

**Anthropogene Formen**

- Autobahn
- Asphaltstraße
- Piste
- Pipeline
- Elektroleitung
- Ölquelle
- Steinbruch
- Brunnen
- Höhenangabe

Entwurf: H.K. Barth  
Kartographie: P. Blank

Quelle: NCWCD / EU-Projekt "Jubail Marine Wildlife Sanctuary", 1993

Maßstab 1 : 200000  
0 1 2 3 4 5 km



## WESTLICHER MITTELMEERRAUM

### 1. EFEDA-Forschungsprojekt in La Mancha, Zentral-Spanien (H.K. Barth, J. Runge, M. Schweter, F. Böning, U. Brinkschröder)

Das von der EU als ECHIVAL-Field Experiment in a Desertification-threatened Area im EPOCH-Programm geförderte Vorhaben wurde von der Paderborner Gruppe weitergeführt. Die im Vorjahr durchgeführten Kartierungen zur Landnutzung (Frühjahrs-Situation) in den Pilotzonen von Honrubia, El Bonillo und Pedro Muñoz wurden im Rahmen eines Praktikums vom 8. bis 15. Oktober 1995 durch Erfassung der Herbstsituation ergänzt. Im Rahmen eines Praktikums waren bei diesen Kartierungen im Oktober 15 Studierende der Geographie beteiligt (s. Bericht unter Exkursionen).

Im Zusammenhang mit vorausgegangenen Praktikas und Geändearbeiten wurden inzwischen drei weitere Magisterarbeiten fertiggestellt:

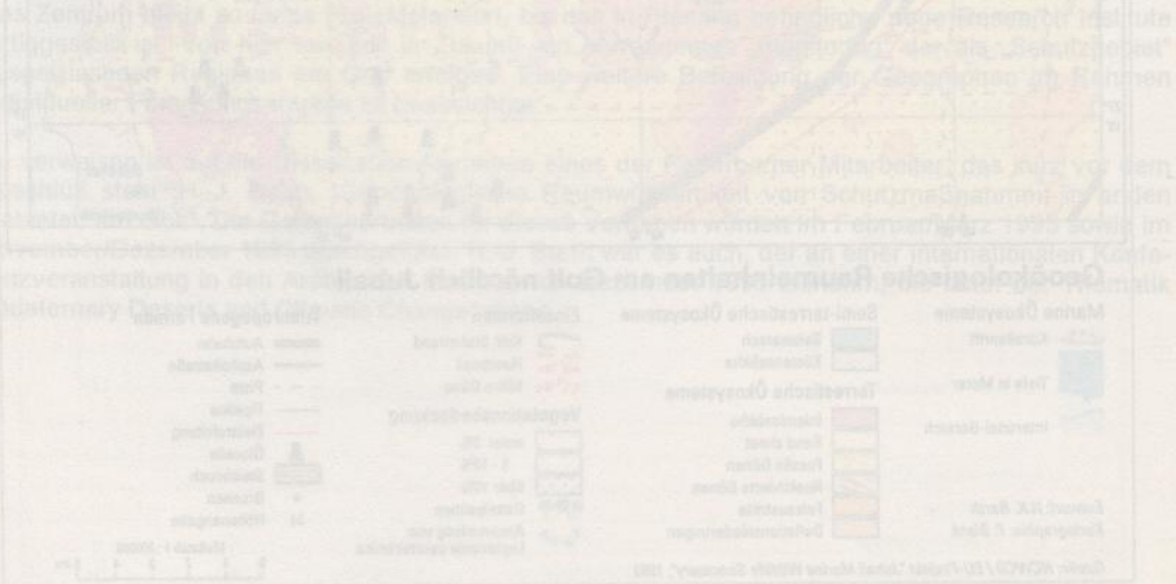
- P. Schuto: „Geomorphologische Untersuchungen der Jucar-Terrassen bei Honrubia, Spanien“.  
 G. Schweiß: „Landnutzungssysteme im Jucar-Terrassenbereich von Honrubia“.  
 M. Schweter: „Mesoskalige Analyse der Erosionsgefährdung für intensiv genutzte Agrarlandschaften im Rahmen des EFEDA-Projektes in Castilla La-Mancha, Spanien.“

Weitere projektbezogene und in Arbeit befindliche Untersuchungen sind:

- U. Brinkschröder: „Paläosande in der Mancha“ (Magister-Arbeit) und  
 F. Böning: „Landnutzung und Desertifikation in der Mancha“ (Dissertation).

Die in der Endphase von EFEDA II zu erstellenden Ergebnisberichte befinden sich in Arbeit. Ein Teil davon besteht in der Vorbereitung dreier weiterer Farbkarten der Landnutzung in den Pilotzonen.

Im Rahmen einer Internationalen Konferenz, die zwischen dem 11. und 13. Dezember 1995 in Berlin stattfand, wurden erste Ergebnisse der EFEDA-Arbeiten vorgestellt und im Projektplenum diskutiert. Für die Paderborner Gruppe referierten Prof. Barth und Herr Böning zu der Problematik modernen Agrarstrukturwandels - ihre Erfassung mit fernerkundlichen Methoden und ihre geökologischen Auswirkungen. Die Kurzfassungen dieser Beiträge sind im folgenden wiedergegeben.





### Environmental impact of land-use and land-use changes in desertification-threatened Spain (MARTIN SCHWETER)

The here presented contribution with focus on land-use changes in the Campo de Montiel area is based upon the examination of Landsat TM-data of the years 1987 and 1991. The area surveyed has a total extent of ca. 930 km<sup>2</sup> with the village of Ossa de Montiel lying almost in the center of it.

The examination of plot structures and sizes visible in the satellite images, a distinct tendency towards the surrender of remote plots could be detected, while only few plots had been installed in former un-used areas. Obvious changes occurred in the vicinity of Ossa de Montiel, caused by the combination of former small-scale plots to large, homogenous fields. Another essential development is the increase of the center-pivots in the southern part of the surveyed area. Within a short period of time essential changes of the plot structure occurred, caused by a shift in the prevailing landuse systems followed by the concentration of the whole area under utilization.

In addition to these derived data about the change of land-use, the pattern of the spectral reflectance of each land-use category was isolated and classified over the whole area covered by the satellite data. Within the classification process 12 land-use categories could be distinguished. The land-use classification was carried out on the geometrically corrected satellite images under use of a maximum-likelihood procedure based on several test-sites. The classified satellite images offered the possibility to calculate the areas covered by each of the land-use categories and to compare them. The results of this comparison are presented in table 1.

Tab. 1: Changes in extent of each land-use category in the Campo de Montiel area between 1987 and 1991

land-use category	1987 (km <sup>2</sup> )	1991 (km <sup>2</sup> )	change (km <sup>2</sup> )
0 unclassified	20,1	39,6	--
1 wine	60,7	27,2	- 33,5
2 olives	8,9	4,4	- 4,5
3 dry farming / cereals	181,8	222,6	+ 40,8
4 dry farming / fallow	69,5	61,7	- 7,8
5 irrigation / center pivots	31,0	42,0	+ 11,0
5.1 irrigation / moist basins	22,1	20,5	- 1,6
6 matorral, low (type I)	54,4	46,4	- 8,0
7 matorral, high + dense (type II)	288,4	284,9	- 3,5
8 oak forest	176,1	174,3	- 1,8
9 pine afforestation	14,7	5,4	- 9,3
10 settlements	4,4	4,2	- 0,2
11 lakes, lagunas	7,0	6,9	- 0,1
12 roads	3,7	3,7	0,0
S	942,8	943,8	--

The presented results reveal a distinct extension for both, the dry farming and the irrigation systems. Massive decreases in extent could be calculated for the categories wine and olives, whereas the moist basins (cat. 5.1), the matorral-formations and the oak forests suffer only slight decreases. Altogether the extension of the traditional dry farming (cat. 3 + 4) amounts to 33 km<sup>2</sup>. The center pivots (cat. 5) were enlarged by 11,0 km<sup>2</sup> between 1987 and 1991. A more drastical reduction was detected for the traditional cultures wine and olives, which both decreased about 50 %. In total the dominant land-use systems, the dry farming and the irrigation farming, increased about 42,4 km<sup>2</sup>. In contrast to this extension a decrease of altogether 38,0 km<sup>2</sup> for the traditional land-use categories wine and olives was observed.



The digital map representing the landuse of the year 1991 was used, in combination with additional data concerning the geological, pedological, climatic and topographic situation of the surveyed area, as input to a GIS-based simulation model that outputs several categories of soil erosion-hazard. The combination of the digital maps follows the USLE (universal soil loss equation). The simulation-model calculates the specific erosion-hazard caused by each land-use category for approximately 1,04 million raster-cells covering the whole survey-area. The comparison of the multi-layered data by means of a GIS allows the revelation of correlations between the several data-layers that otherwise would be neglected, if only the erosive capacity of the land-use technique is regarded.

Fig. 1: Distribution of erosion hazard on the Campo de Montiel area (see following page)

The map in fig. 1 demonstrates the distribution of the erosion hazard for the Campo de Montiel area as a result of the calculations based on the distribution of land-use of 1991. It can easily be seen, that the class of very low erosion-hazard covers the largest part of the area under survey. Moreover it is obvious, that the distribution of the mean and higher hazard categories is very similar to the distribution of the agricultural plots. Especially the center pivots stand out very succinct against the remaining types of land-use.

The examination of interdependencies between the erosion-hazard categories and all the different factors that influenced the model output clearly focuses on the length of the plots and the type of land-use as the main determining factors. By means of a cross-classification between the plot length and the erosion-hazard categories could be revealed, that a length of more than 800 m carries even in combination with very low inclination angles a high potential for soil erosion. The same procedure carried out on the land-use categories detects a concentration of mean and higher potential for soil erosion on the categories irrigation and wine, followed by dry farming and olives. The natural vegetation shows for the greater part a very low erosion-hazard. With regard to the whole area surveyed the specific erosion-potential of each land-use category is set into relation to their total extent. The results of this procedure are presented in table 2, which demonstrates to what extent the land-use categories are responsible for a certain hazard of soil erosion.

Tab. 2: Distribution of the erosion-hazard on the type of land-use (km<sup>2</sup>)

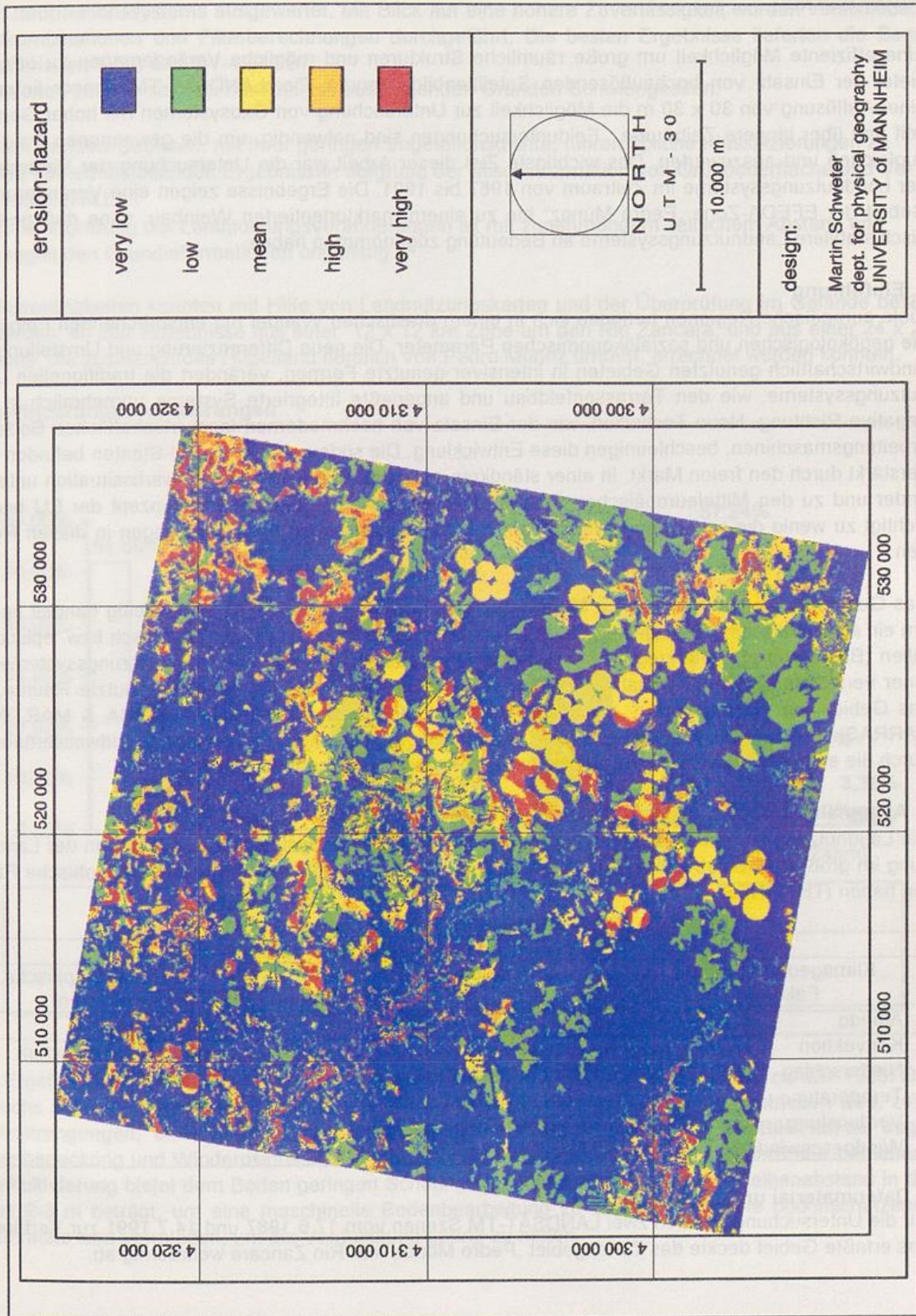
land-use categories	erosion-hazard				
	very low	low	mean	high	very high
lakes / settlements	54,4	--	--	--	--
oak forests	174,4	--	--	--	--
matorral II	280,8	3,7	0,3	--	--
matorral I	44,1	1,7	0,6	--	--
pine afforestation	4,2	0,5	0,5	0,2	--
dry farming	63,5	118,2	59,4	28,4	14,8
irrigation	0,1	7,8	36,9	6,9	10,9
olives	0,4	1,7	1,3	0,4	0,6
wine	2,5	8,1	10,3	2,8	3,3
S	624,4	141,7	109,3	38,7	29,6

#### Conclusion:

The presented results show, with regard to the degradation of soils or landscape as a whole, that the traditional dry farming is mainly responsible for the occurrence of low to very high erosion-hazard within the range of the Campo de Montiel, even though the irrigation systems are bearing definitely a higher potential or capacity for soil erosion. The almost 11 km<sup>2</sup> of very high erosion-hazard for the irrigation systems must be seen in relation to the total extent of this land-use category of merely about 42 km<sup>2</sup>. The consequences of the actual change in land-use for the future situation of soil in this area is obvious. With a further development of this type of land-use, an exponential increase of the erosion-hazard will be unavoidable.



Fig. 1: Distribution of erosion-hazard





## Die Erfassung mediterraner Ökosysteme mit Hilfe von LANDSAT-TM-Daten, dargestellt am Beispiel der EFEDA-Projektregion „Pedro Muñoz“ im Südosten Spaniens

(FRANK BÖNING)

Eine effiziente Möglichkeit um große räumliche Strukturen und mögliche Veränderungen zu erfassen, bietet der Einsatz von hochauflösenden Satellitenbildsensoren. Der LANDSAT-TM Sensor liefert bei einer Auflösung von 30 x 30 m die Möglichkeit zur Untersuchung von Ökosystemen mit hoher Genauigkeit und über längere Zeiträume. Felduntersuchungen sind notwendig, um die gewonnenen Daten abzugleichen und auszuwerten. Das wichtigste Ziel dieser Arbeit war die Untersuchung der Veränderung der Landnutzungssysteme im Zeitraum von 1987 bis 1991. Die Ergebnisse zeigen eine Veränderung im Gebiet der EFEDA-Zone „Pedro Muñoz“ hin zu einem marktorientierten Weinbau, ohne daß geökologisch stabilere Landnutzungssysteme an Bedeutung zugenommen haben.

### 1. Einführung

Viele europäische Regionen befinden sich in einem drastischen Wandel mit entsprechenden Folgen für die geoökologischen und sozialökonomischen Parameter. Die neue Differenzierung und Umstellung von landwirtschaftlich genutzten Gebieten in intensiver genutzte Formen, verändert die traditionellen Landnutzungssysteme, wie den Terrassenfeldbau und angepaßte integrierte Systeme vornehmlich in eine negative Richtung. Neue Techniken, wie der Einsatz von hochmodernen landwirtschaftlichen Bodenbearbeitungsmaschinen, beschleunigen diese Entwicklung. Die südeuropäischen EU-Staaten befinden sich, verstärkt durch den freien Markt, in einer ständigen agrarwirtschaftlichen Wettbewerbssituation untereinander und zu den Mitteleuropäischen Staaten. Das gegenwärtige Subventionskonzept der EU berücksichtigt zu wenig die speziellen physisch- und sozialgeographischen Voraussetzungen in diesen Regionen.

Das Gebiet der Region Kastilien-La Mancha gilt als Kornkammer Spaniens, gleichzeitig handelt es sich um ein agronomisches Grenzgebiet, da die geringen Niederschläge meist nur periodisch bzw. episodisch fallen (BARTH et al.). Starkregenniederschläge führen bei den veränderten Landnutzungssystemen zu einer verstärkten Bodendegradation und -erosion. Gering reliefierte und intensiv genutzte Räume, wie das Gebiet von „Pedro Muñoz“, sind besonders der Winderosion ausgesetzt (LORCA & MARTINEZ-PARRAS). Die drohenden Probleme der Degradation, Erosion und der gestörte Grundwasserhaushalt durch die extensiven Bewässerungssysteme beschleunigen die negative Entwicklung.

### 2. Allgemeine Ziele

Die Landnutzung hat einen bedeutenden Einfluß auf ökologische Systeme. Veränderungen der Landnutzung im großen Maßstab können einen erheblichen Einfluß auf folgende physischgeographische Faktoren haben (THORNES):

Landnutzungsveränderungen		
Klimageographische Faktoren	Pedologische Faktoren	Hydrogeographische Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Albedo</li> <li>• Konvektion</li> <li>• Niederschlag</li> <li>• Temperatur</li> <li>• Verdunstung</li> <li>• Windgeschwindigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Äolisch- und fluvial bedingte Erosion</li> <li>• Bodennährstoffhaushalt</li> <li>• Bodenbildungsprozesse</li> <li>• Bodenstruktur</li> <li>• Kapillarsystem und Infiltration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abflußverhalten</li> <li>• Grundwasserhaushalt</li> <li>• Wasserbilanz</li> </ul>

### 3. Datenmaterial und Methoden

Für die Untersuchung standen zwei LANDSAT-TM Szenen vom 17.6.1987 und 14.7.1991 zur Verfügung. Das erfaßte Gebiet deckte das Zonengebiet „Pedro Muñoz“ am Rio Zancara weiträumig ab.



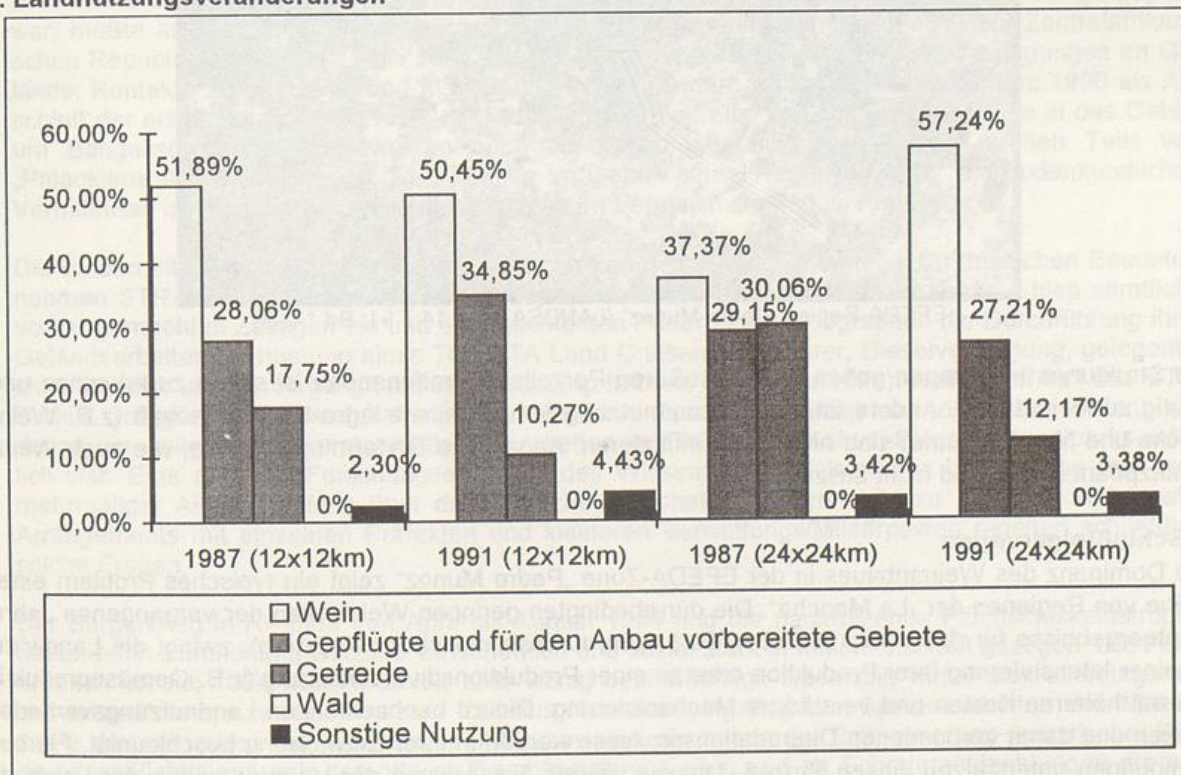
Nach geometrischen und atmosphärischen Korrekturen der Detailszene wurden die Bodendaten mit ihrem elektromagnetischen Spektrum durch Zuhilfenahme von Klassifikationsansätzen in ihre Grauwerte zerlegt (Maximum Likelihood u.a.) und mit Hilfe eines Statistikprogrammes innerhalb eines geographischen Informationssystems ausgewertet. Mit Blick auf eine höhere Zuverlässigkeit wurden verschiedene Kanalkombinationen und Filterberechnungen durchgeführt. Die besten Ergebnisse lieferten die Bandkombinationen 3-5-4 und 3-7-4 (RGB).

In Teilzonen zeigten sich bei der Analyse aus folgenden Gründen Schwierigkeiten:

- In semiariden Gebieten, mit ihrer geringen Vegetationsdichte, führen übliche Klassifizierungen zu nicht zufriedenstellenden Ergebnissen aufgrund der Mischinformation von Grundoberfläche und Vegetation (HILL).
- Die Überprüfung der Landnutzungsveränderungen ist mit zunehmendem zeitlichem Abstand und mangelnden Grundinformationen ungünstig.

Die Schwierigkeiten konnten mit Hilfe von Landnutzungskarten und der Überprüfung im Gelände beseitigt werden, so daß Ergebnisse aus einer 12 x 12 km Zone um den Rio Zancara, und aus einer 24 x 24 km Zone, die zusätzlich das Hügelland nördlich von Pedro Munoz umfaßt, errechnet werden konnten.

#### 4. Landnutzungsveränderungen



Das Ergebnis zeigt eine Intensivierung des Weinanbaues nach dem Beitritt Spaniens zur EU 1986. Der Zuwachs auf Kosten des Getreideanbaues, der z.T. unter künstlicher Bewässerung betrieben wird, zeigt die Anstrengungen, einen größeren Anteil am internationalen Markt zu erreichen. Mit Blick auf die Vegetationsbedeckung und Winderosionschäden zeigt sich keine Verbesserung. Die in Monokultur betriebene Weinkultivierung bietet dem Boden geringen Schutz gegenüber dem Wind, da der Reihenabstand in der Regel 2-3 m beträgt, um eine maschinelle Bodenbearbeitung zu ermöglichen. Eine bodenschützende Grünbrache wird vermieden, um die Verdunstung gering zu halten.



Der Getreideanbau geschieht, mit Ausnahme um den Rio Zancara, überwiegend in der marktorientierten Form des Trockenfeldbausystems „Año y yez“, einer Form der Zweifelderwirtschaft. Hier zeigt sich das Problem, daß in etwa 2/3 der Zeit eines Anbauzyklusses der Boden den Starkregenereignissen und dem Wind ungeschützt ausgesetzt ist.



EFEDA-Region „Pedro Munoz“ (LANDSAT-TM 14.7.91; Bd.1-2-3)

Die Strukturveränderungen gehen hin zu größeren Parzellen. Streifenanbau ist selten zu erkennen und häufig zu kleinräumig. Andere integrierte Landnutzungskonzepte, wie Agro-Silvi-Wirtschaft (z.B. Weinstöcke und Mandelbäume) sind nicht zu identifizieren. Angepaßte Dryfarmingkonzepte, wie auch Windschutzpflanzungen sind nicht auszumachen.

### 5. Schlußfolgerungen

Die Dominanz des Weinanbaues in der EFEDA-Zone „Pedro Munoz“ zeigt ein typisches Problem einer Reihe von Regionen der „La Mancha“. Die dürrebedingten geringen Weinernten der vergangenen Jahre (Ernteergebnisse für das Jahr 1995 etwa 60% vom durchschnittlichen HA-Ertrag), zwingt die Landwirte zu einer Intensivierung ihrer Produktion oder zu einer Produktionsdiversifizierung (z.B. Gemüseproduktion) mit höheren Kosten und verstärkter Mechanisierung. Die zu beobachtenden Landnutzungsveränderungen und damit verbundenen Degradationsprozesse werden in ihrer Entwicklung beschleunigt. Flurbereinigungen unterstützen diesen Prozeß. Um die weitere Entwicklung der Veränderungen der Landnutzung und der Degradationsprozesse zu überwachen, kann die Auswertung von Satellitendaten einen erheblichen Beitrag leisten.

BARTH, H. K. ET AL.: EFEDA: European field experiment in a desertification-threatened area. *Ann. Geophysicae* 11 (1993), 173-189.

HILL, J.: Data collection on Mediterranean Soils, erosion, land cover and Land use with remote sensing satellites, Proc. of the workshop on „Soils in the Mediterrean Region: Use, Management und Future Trends“. Tunis 16-17.11.1992.

LORCA, M.P. & J.M. MARTINEZ PARRAS: Castilla-La Mancha. In: *La Vegetacion de Espana*, Henares 1987.

THORNES, J.B.: *Vegetation and Erosion: Processes and Environments*. Chichester 1990.



## AFRIKA

### 1. Paläoklima Afrika, Zaire (Dr. J. Runge)

#### Arbeitsbericht 1994-1995

##### a) Geländekampagnen und Arbeitserfahrungen:

Im Rahmen des von der DFG geförderten Vorhabens wurden zwischen 1994 und 1995 in bisher wenig erforschten Regenwald- und Savannengebieten Zentralafrikas (Zaire, Zentralafrikanische Republik) Hinweise auf die spätquartäre Klima- und Vegetationsgeschichte dieses Großraums erarbeitet und interpretiert.

Folgende Feldkampagnen wurden bisher durchgeführt:

Januar-März 1994: Forschungen zwischen Bukavu und Walikale (Kivu-Provinz, Zaire); expeditionsartige Erkundung der „core-area“ des ostzairischen Regenwaldes.

Juli 1994: Forschungen zwischen Bukavu und Hombo sowie im Gebiet des Kivu-Sees und an den Flachmooren im Kahuzi-Biéga Nationalpark (Kivu-Provinz, Zaire).

März/April 1995: Vorfelderkundungen und Forschungen im Bereich der Regenwaldinsel bei Bangassou (Zentralafrikanische Republik).

Eine vierte Geländekampagne, die ursprünglich für den August 1995 in die Republik Congo geplant war, mußte aufgrund von Sicherheitsproblemen abgesetzt werden. Nachdem in der Zentralafrikanischen Republik im Frühjahr 1995 sehr gute Erfahrungen hinsichtlich der Arbeitsbedingungen im Gelände, Kontakte zu Behörden und Instituten gemacht wurden, ist für den Februar/März 1996 als Abschluß der ersten Phase des Projektes „Paläoklima Afrika“ eine weitere Feldkampagne in das Gebiet um Bangassou (RCA) geplant, wo auch ein zukünftiger Schwerpunkt des zweiten Teils von „Paläoklima Afrika“ liegen soll. Dort können im Gebiet einer „Regenwaldinsel“ die bodenkundlichen Verhältnisse im Regenwald und in der Savanne im Vergleich studiert werden.

Die Feldarbeiten in der Provinz Kivu profitierten von den guten Kontakten zum deutschen Bauunternehmen STRABAG International GmbH, Bujumbura und Bukavu. Das Unternehmen hielt sämtliche vorher gemachten Zusagen ein und ermöglichte den Paderborner Geographen die Durchführung ihrer Geländearbeiten (Anmietung eines TOYOTA Land Cruisers mit Fahrer, Dieselloserversorgung, gelegentliches Quartier und Versorgung im Baustellencamp Itebero, logistische Hilfe). Außerdem half das GTZ-Projekt „Integrierter Naturschutz“ mit Sitz in Bukavu durch Ausstellung von „ordre de mission“, mit denen ein weitgehend unproblematisches Arbeiten im Gebiet des Kahuzi-Biéga Nationalparks möglich war. Eine offizielle Forschungserlaubnis des Wissenschaftsministeriums in Kinshasa war trotz mehrmaliger Antragsstellung über die Deutsche Botschaft für Zaire nicht zu erhalten. Individuelle Arrangements mit einzelnen Präfekten und kleineren Verwaltungs/Militärposten regelten schließlich solche Fragen.

Der Bürgerkrieg in Rwanda von April bis August 1994 und die nachfolgende Flüchtlingskatastrophe haben auch Burundi und Ostzaire wirtschaftlich und sozial stark in Mitleidenschaft gezogen. Die Feldarbeiten im Juli 1994 wurden davon aber wenig beeinträchtigt. Nachteilig wirkte sich allerdings die zeitweise Präsenz zahlreicher, zum Teil aus Kinshasa eingeflogener Spezialeinheiten des Militärs sowie des zairischen Geheimdienstes in Bukavu aus, die neben der Schikanierung rwandischer Bürgerkriegsflüchtlinge auch des öfteren Europäer provozierten und zu Schmiergeldzahlungen erpreßten. Die Präsenz französischer Soldaten im Rahmen der Operation „Turquoise“ in Südwest Rwanda und in Bukavu wirkte dagegen stabilisierend auf die innenpolitischen Verhältnisse rund um den Kivu-See. Außerhalb der größeren Städte konnte man sich nach Passieren von Straßensperren problemlos bewegen. Auf eine intensivere Bereisung von Oberzaire, wie ursprünglich geplant, wurde nach Rücksprache und Anraten der DFG verzichtet.

Bei den Arbeiten in der Zentralafrikanischen Republik im Frühjahr 1995 war durch Vermittlung der Deutschen Botschaft innerhalb weniger Tage eine Forschungsgenehmigung für die Präfektur Mbo-mou (Bangassou) verfügbar. Das GTZ-Büro in Bangui unterstützte uns ebenso wie das Büro des WWF (World Wildlife Fund). Beide Organisationen zeigten an den Forschungen über die Wald- und Klimageschichte in diesem Raum großes Interesse und kündigten ihre Unterstützung an. Wegen dieser für Afrika ungewöhnlich guten Arbeitsbedingungen und der positiven Erfahrungen sowie dem zu



untersuchenden, eng nebeneinander auftretenden Mosaik von Feuchtsavanne und tropischem Regenwald sollen die regionalen Bezüge zur Zentralafrikanischen Republik im Rahmen der zweiten Phase des Projektes 1996-1998 gestärkt und intensiviert werden.

## b) Wissenschaftliche Ergebnisse

Mit bodenkundlich-geomorphologischen, sedimentologischen und geochemischen Methoden wurden zahlreiche Aufschlüsse und Bodenprofile in Ostzaire unter rezenter Regenwaldbedeckung untersucht. Der erst 1993 abgeschlossene Straßenbau in der Region hat eine Vielzahl von Positionen kurzfristig der Beobachtung und Beprobung zugänglich gemacht. In vielen vegetationskundlichen Arbeiten wurde und wird dieses Gebiet als eine der eiszeitlichen Rückzugsgebiete des tropischen Regenwaldes („core-area“, Endemismuszentrum) mit relativ stabilen Klimaverhältnissen (feucht-tropisch) während des Spätquartärs angesehen. Die Untersuchungen verfolgten die Frage, ob die aufgenommenen Böden für eine Kontinuität der Klima- und Umweltverhältnisse (geomorphologische Stabilität) in Ostzaire sprechen, oder ob sich im Bodenprofil klimatisch gesteuerte Einschnitte bezüglich der subrezentemorphodynamischen Prozesse (geomorphologische Instabilität i.S. von Erosion und Sedimentation) abzeichnen.

Die aus geochemischen und sedimentologischen Befunden abgeleiteten Erkenntnisse werden in den Sonderdrucken und Manuskripten dargestellt. Studien über amorphe Kieselkörper in Pflanzen (Opal-Phytolithe) aus einzelnen ostzairischen Profilen und ihre stratigraphische Relevanz erfolgten durch Frau Dr. Freya Runge, die im Rahmen eines Lise-Meitner Habilitationsstipendiums mit dem Afrika-Projekt assoziiert ist.

Besonders aufschlußreich für Paläoklimafragen erwies sich im Frühjahr 1994 ein mehrere hundert Meter langer Aufschluß in der Nähe des Flusses Osokari, ca. 38 km westlich des Ortes Walikale. (Foto 1). Am Osokari Aufschluß läßt sich eine deutliche Mehrphasigkeit der Bodenbildung bzw. Pedimentation des Bodenbildungsmaterials nachweisen. Unter einem phasenweise gegliederten sandig-lehmigen Decksediment, das nur vereinzelt Grobkomponenten wie gerundete bis kantengerundete Quarze enthält, folgt in 1,5-2 m Tiefe eine Lage von Pisolithbildungen, die auf einen rezenten Grund-/Hangwasserhorizont, bzw. dessen periodische Schwankungen im flachwelligen Interfluviebereich hinweisen. Eine Erosionsdiskordanz in Form einer geschwungenen „stone-line“ (20-90 cm mächtig mit gerundeten Quarzen, im Durchschnitt 2-5 cm groß, durchmischt mit Fragmenten älterer, im Studiengebiet nur selten anzutreffender Lateritkrusten) schließt sich an die Zone mit Fe/Al-Konkretionen an. Im Liegenden folgt über fünf Meter eine mächtige gut entwickelte, stark kaolinitische Flecken- und Bleichzone. Der Übergang zum anstehenden, tonigen, permo-karbonischen Sandstein (*Série de Lukuga*) erfolgt abrupt. Eine Saprolithisierung des Anstehenden, wie sonst häufig im Studiengebiet zu beobachten, ist hier nicht festzustellen. Auffälligstes Merkmal im Osokari-Aufschluß sind in die Flecken- und Bleichzone inkorporierte fossile Baumstämme, die im Dünnschliff noch Jahrringstrukturen zeigen. Zusammen mit Kollegen vom *Musée Royale de l'Afrique Centrale* in Tervuren bei Brüssel wurde die Bestimmung der Holzart versucht - allerdings vergeblich. Bei 9-12 Gew.-% Restkohlenstoff waren die morphologisch signifikanten Zellstrukturen des Holzes nicht mehr zu erkennen. „Phantom-Effekt“ wurde diese Form eines verwitterten, visuell wahrnehmbaren, morphologisch aber nicht zu diagnostizierenden Baumstammes von H. Doutrelepon vom Musée Royale genannt.

Der Fund belegt die Allochthonie und genetische Mehrphasigkeit des gesamten Profils. Nicht nur die Decksedimente und das stone-line bildende Material, sondern auch das im Liegenden auftretende ferrallitische Latosol-Profil war ursprünglich ein stark vorverwitterter tertiärer Boden, der von höheren Lagen der westlichen Monts Mitumba abgetragen und dem Becken von Osokari zugeführt wurde. Anschließend erfolgte eine intensive pedogentische Differenzierung des abgelagerten Materials. Durch das verbreitete Auftreten von fossilen Hölzern und Baumstämmen (Foto 2) in unterschiedlichen Tiefen konnte der Osokari-Komplex mittels C14-Datierungen (Miniaturnproben und AMS) entstellungsgeschichtlich eingeordnet werden. Die C14-Analysen stammen vom Labor Prof. Geyh, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover und vom Labor BETA ANALYTIC in Florida, USA (AMS-Analysen). Die mit AMS gemessenen Proben sind dabei durchweg etwas älter als die mit konventioneller C14-Methode gemessenen Proben.





Foto 1: Übersicht des Osokari Aufschlusses mit Decksedimenten, stone-line und allochthonem Unterboden (Flecken- und Bleichzone)



Foto 2: Mächtiger fossiler Baumstamm in 6 Metern Tiefe im Bereich des Aufschlusses Osokari (C14 Alter:  $21725 \pm 855$ ). Die ursprünglichen Holzstrukturen sind fast vollkommen kaolinitisch verwittert (Restkohlenstoff: 9,1 Gew.%), dennoch ist die ursprüngliche Stammform deutlich abgebildet („Phantom-Effekt“)



Die Probengruppe der fossilen Hölzer und der Baumstämme aus dem Osokari-Komplex (bei 1°17'16"S/27°48'32"E) bestätigen die aus zwei früheren Proben (Hv18843, 18844, Geländekampagne Zaire 1992) festgestellten, hochglazialen bis spätquartären Alter von 27825±1525 bis 12960±330 Jahren (Probe Hv20277 mit einem Alter von 5795±205 aus dem „Osokari-Decksediment“ in 2 m Tiefe fügt sich stratigraphisch gut in den Gesamtkomplex ein). Die aus der Flecken- und Bleichzone entnommenen Proben (ca. 4-8 m Tiefe) zeigen mit zunehmender Tiefe stets ein höheres Alter, so daß sie als methodisch zuverlässig gelten können. Bemerkenswert sind die Unterschiede bei den absoluten Altern innerhalb verschiedener Positionen entlang der über 0,8 km horizontal aufgeschlossenen Lokalität. Zwei, möglicherweise sogar drei Phasen verstärkter alluvialer und fluvialer Akkumulation sind denkbar. Eine *prä-LGM* (*Last Glacial Maximum*) Phase verstärkter Sedimentation von 30-28 ka; eine Erosions- und Ablagerungsphase während eines durch semi-aride bis semi-humide Klimaverhältnisse gekennzeichneten *Letzten Glazialen Maximums* (*LGM*) um 21-18 ka sowie eine *post-LGM* Phase von etwa 13-12 ka, die zum Ende der Sedimentation mit einem skelettreichen Sediment (z.T. nur als Steinpflaster ausgebildet) unterschiedlicher Mächtigkeit (wenige Zentimeter bis zwei Meter) abschloß und stratigraphisch etwa die Grenze zum Holozän bildet. Die holozänen Umweltverhältnisse im Untersuchungsgebiet waren dabei ebenfalls nicht gleichförmig. Verstärkte, zeitweise sandig-lehmige Sedimentation (Hillwash-Decke) konnte durch die Datierung von Holzkohlen auf rund 2 ka eingeordnet werden. Eine weitergehende Gliederung des Holozäns im Bereich der Decksedimente war bisher nicht möglich. Alle gemachten Beobachtungen deuten auf eine von den heutigen Verhältnissen stark abweichende fluviale Geomorphodynamik im Spätquartär und zeitweise auch im Holozän hin. Klimatische Faktoren haben diese Prozesse ursächlich gesteuert. Größere Modifikationen der Flußgeometrie, schütterere (Ufer-) Vegetation und ein jahreszeitlich tropisch-wechselfeuchtes Klima mit etwa 1000-1200 mm Jahresniederschlag werden als klimatische und ökologische Rahmenbedingungen für das LGM in Ostzaire angenommen.

Diese Beobachtungen sind nicht nur auf den Osokari-Komplex beschränkt, sondern lassen sich über eine Distanz von 220 km (Walikale-Lubutu) in SE-NW Richtung durch den heutigen Regenwald verfolgen. Die aufgrund botanischer Forschungen (Artenverteilung und Artenhäufigkeit) postulierte „core-area“ des Feuchtwaldes war nach den Untersuchungen von „Paläoklima Afrika“ im Spätquartär in Ostzaire stark reduziert, bzw. durch eine savannenartige Vegetation ersetzt. Bemerkenswert ist auch die Beobachtung, daß in Richtung Beckeninneres (Kisangani) die Häufigkeit und die Mächtigkeit der gefundenen *stone-line*-Phänomene im Verhältnis zu weiter östlich gelegenen Aufschlüssen abnimmt. Landschaftsgeschichtlich interpretiert deutet dies auf eine größere geomorphodynamische Stabilität im zentraleren westlichen Teil des Zaire-Beckens aufgrund einer geschlosseneren Vegetation während des LGM hin. Zusätzliche Daten aus diesem Gebiet könnten zur Aufklärung dieser Frage beitragen.

Abbildung 1 zeigt sämtliche C14-Datierungen des Projekts in einem Tiefen-Alter-Diagramm. Im Bereich der Hillwash-Decken (0-2 Meter) zeigt sich eine größere Streuung der Werte, was evt. auf jüngere Kontamination und erosive Umlagerung der Proben und auf bioturbate Materialverlagerung (Termiten) zurückzuführen ist. Die Korngrößenanalyse von sechs im Regenwald vorkommenden Termitengattungen (u.a. *Macrotermes*) zeigten aber keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Baumaterial der Termitenhügel und der Zusammensetzung der korrespondierenden Decksedimente. Selektive Erosion durch spüldenudative Prozesse mögen vereinzelt zu einer Anreicherung von sandigen Texturen geführt haben. Bioturbation ist aber offensichtlich nicht der genetische Prozeß, der zur weitflächigen Akkumulation von Decksedimenten unter heutiger Regenwaldvegetation geführt hat.



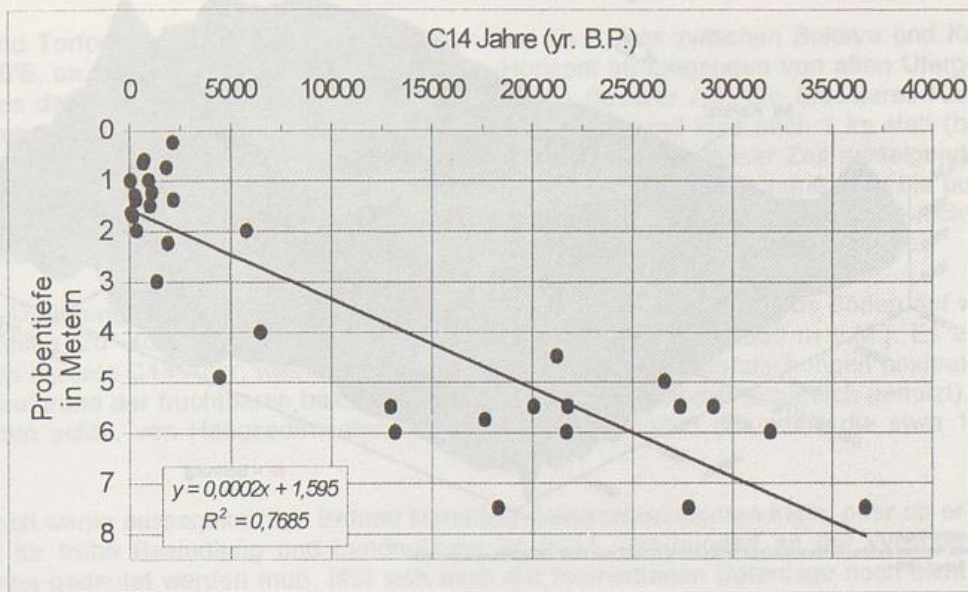


Abb. 1: Tiefen-Alter-Diagramm der im Projekt durchgeführten C14/AMS Analysen (Niedersächsisches Landesamt für Bodenfor-schung, Prof. Geyh, Hannover und BETA ANALYTIC, Florida, USA).

Die im Sommer 1994 im Kahuzi-Biéga Gebiet (Musisi Karashoma-Sumpf, ca. 2°20'S/28°40'E) gefundenen Torfe und die heute mit *Cyperus denudatus* und *Cyperus nigrans* bewachsenen „Schwing“- und „Flach“-Moore sowie Holzkohlen aus Hangsedimenten und weiteren Bodenprofilen westlich der Monts Mitumba werden paläoklimatisch wie folgt interpretiert:

Die ausgedehnten Flachmoore zwischen den Bergen *Mt. Kahuzi* (3308 m ü.M.) und *Mt. Biéga* (2700 m ü.M.) (siehe Abb. 2, Foto 3) in einer Höhenlage von ca. 2200 m ü.M. gehen entstehungsgeschichtlich in das mittlere Holozän zurück (C14-Alter von zwei Bohrungen an der Basis des Sumpfes/Übergang zum Anstehenden ergaben  $5150 \pm 60$  und  $6495 \pm 205$  Jahre). Eine lokale Sumpf-/Seenbildung unter ständig feuchten und kühleren Klimabedingungen als heute bei gleichzeitig schlechter Drainage in die Cuvette des *Lowa-Oso-Lualaba* Systems wird angenommen. Das Pollenspektrum einer Bohrung (Auswertung Dr. J. Mworja-Maitima, *National Museums of Kenya*, Nairobi) stützt diese Vermutung durch den Nachweis von afro-subalpinen Pflanzenarten wie *Hypericum* und *Erica*, die im mittleren Teil des Profils verschwinden und durch einen höheren Anteil von *Gramineen* abgelöst werden. Dies deutet auf wärmere und trockenere Verhältnisse nach einer kühl-feuchten Phase um 6-5 ka hin. Erst in den oberflächennahen Profilssequenzen nehmen die *Cyperus* Pollen deutlich zu (bis zu 50% an den Gesamtpollen) und kennzeichnen das gegenwärtige Milieu gemäßigte, kühl-feuchter, montaner Klima- und Vegetationsverhältnisse. Weitergehende Pollenanalysen aus zwei weiteren Sumpfbohrungen dauern zur Zeit noch an.



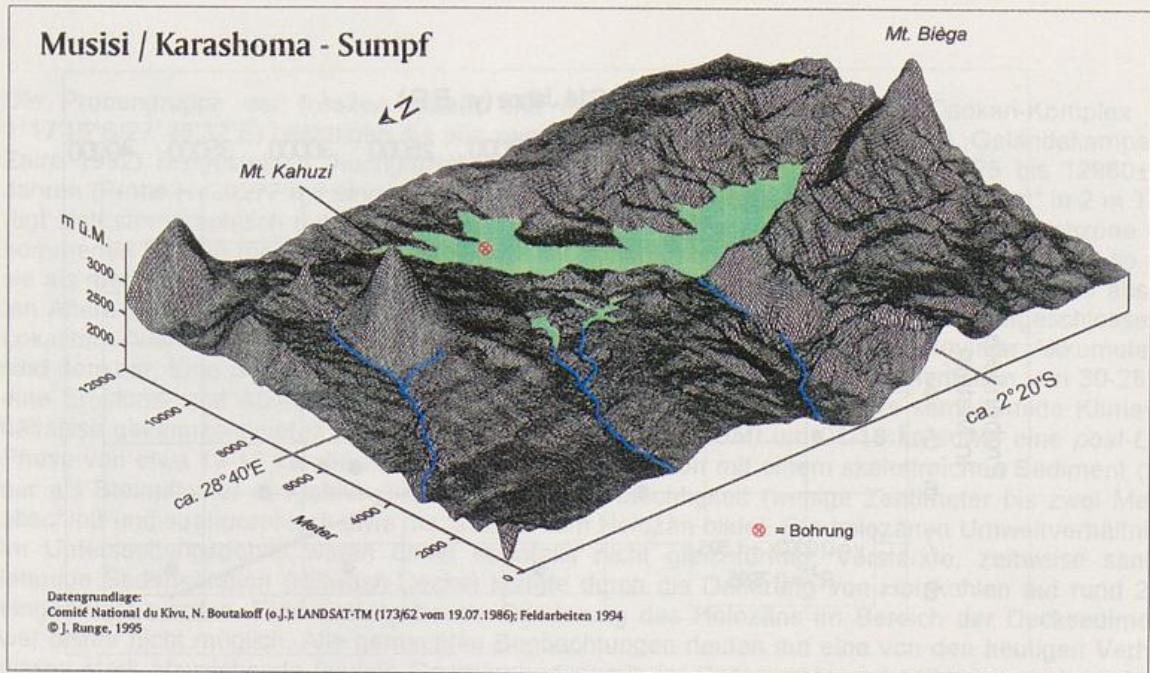


Abb. 2: Digitales Geländemodell der westlichen Grabenschulter der Monts Mitumba mit den granitischen Massiven von Kahuzi und Bièga. Darin eingebettet das untersuchte Flachmoor/Schwing-Moor mit dichtem Bewuchs aus *Cyperus denudatus* und *Cyperus nigrans*.

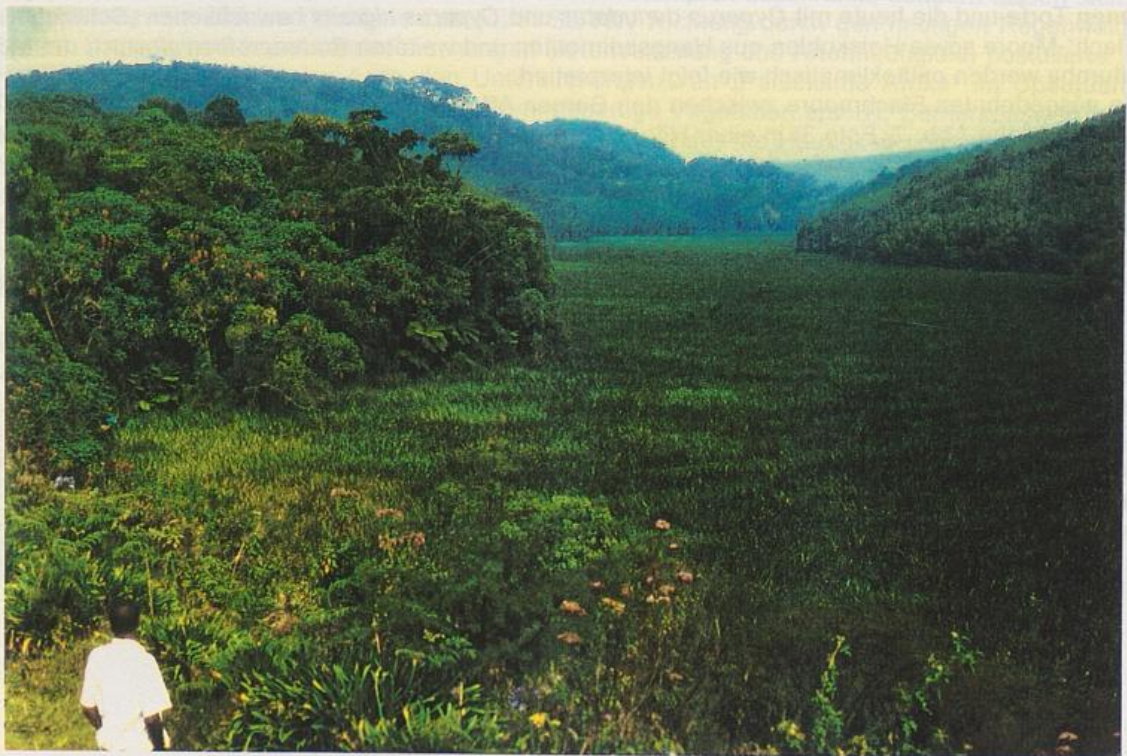


Foto 3: Musisi-Karashoma Sumpf in ca. 2200 m ü.M. Das mit *Cyperus denudatus* und *Cyperus nigrans* bestandene Moor wird umgeben von einem Vegetationsmosaik aus Sekundärwald mit *Hagenia abyssinica* und *Arundinaria* (Bambus) Gesellschaften. Erbohrte Tiefe der sumpfigen Bereiche 2,5-6 m unter Flur.



Torfprofile und Torfproben aus ufernahen Bereichen des Kivu-Sees zwischen Bukavu und Kavumu ( $2^{\circ}15'S/28^{\circ}50'E$ , ca. 1500 m ü.M.) und ein fossiler  $A_h$ -Horizont im Liegenden von alten Ufergeröllen des Kivu-Sees datieren auf  $745\pm35$  (Torfbasis) und  $970\pm65$  (fossiler  $A_h$ ). Ein feuchteres Klima mit einem höheren Seespiegel und der Ablagerung von Ufergeröllen fand kurz nach 1 ka statt (höheres Niederschlagsaufkommen an der Ostseite der Monts Mitumba). Der zu dieser Zeit ansteigende Seespiegel des Kivu-Sees und die damit einhergehende Überflutung des im Grundriß oval bis buchtförmigen Fundortes initiierte anschließend die Torfbildung. Pollen konnten in diesen Torfen nicht nachgewiesen werden.

Weitere C14-Datierungen erfolgten an Holzkohlen und fossilen  $A_h$ -Horizonten aus Böden auf westexponierten, steilen ( $20^{\circ}$ - $40^{\circ}$ ) Hängen bei Bunyakiri ( $2^{\circ}10'S/28^{\circ}37'E$ , 1600-1800 m ü.M.). Es ergaben sich einerseits rezente C14-Alter, was auf gegenwärtige episodische Hangrutschungen hindeutet (das Gebiet wird aufgrund der fruchtbaren basaltbürtigen Böden intensiv landwirtschaftlich genutzt). Andererseits wurden echte, von Hangsedimenten begrabene fossile Böden gefunden, die etwa 1 ka alt waren.

Ob dieser noch wenig aussagekräftige Befund klimatisch interpretiert werden kann, oder ob er als ein Mindestalter für frühe Besiedlung und Landnutzung im 9.-11. Jahrhundert an der Westflanke der Monts Mitumba gedeutet werden muß, läßt sich nach der momentanen Datenlage noch nicht beantworten.

### c) Diskussion

Die hochglazialzeitliche Existenz oder Nichtexistenz feucht-tropischer Rückzugsgebiete des Regenwaldes war eine der Kernfragen des Projektes. Nachdem in früheren Arbeiten, besonders von HAMILTON (1976), daß pleistozäne Auftreten disjunkter Areale von Pflanzen und Tieren zur Annahme einer ausgedehnten „core-area“ in Ostzaire führte, wurde an dieser Vorstellung bis Anfang der neunziger Jahre festgehalten. Verbreitungskarten der LGM-zeitlichen Vegetation von MALEY (1987) zeigen zwei periphere Refugialräume im Westen (Kamerun/Gabun/Congo-Block) und im Osten (Ostzaire, Ituri/Kivu-Block) des Congo-Zaire Beckens. In den dazwischen liegenden Gebieten dominierten um 20 ka Feucht- und Trocken-Savannen mit z.T. aktiven Pedimentationsprozessen. Nachdem das ostzairische Refugialgebiet aufgrund der neuen Erkenntnisse des DFG-Projektes nun in Frage gestellt worden ist, zeichnet sich bei Fachkollegen eine Tendenz zum Umdenken ab. In dem kürzlich publizierten neuen Lehrbuch „Tropical Geomorphology“ von M.F. THOMAS (1994) wird auf erste Beobachtungen von RUNGE (1992) über einschneidende pleistozäne Klimaverschlechterungen (Aridisierung) in Ostzaire eingegangen. Auch KADOMURA (1995) und MALEY (1995) schließen sich jetzt der Auffassung an, daß es hochwürmzeitlich zu einer starken Beeinträchtigung des Regenwaldes in Ostzaire kam. Die Ausdehnung der „core-area“ wird nun häufig auf die klimatisch auch unter trockeneren Bedingungen hygriisch begünstigten ostafrikanischen Berglagen ( $>1000$  m ü.M., „montanes Refugium“) begrenzt. Bereiche unterhalb von 700-800 m ü.M. werden als savannenartig eingestuft. Eine bisher wenig beachtete Studie von COLYN et al. (1991) kommt aufgrund von Faunenvergleichen zur Annahme eines „fluvialen Wald-Refugiums“ im Einzugsbereich des Zaire-Systems, wo sich auch bei zunehmender „Savannisation“ (AUBREVILLE 1962) im LGM noch hygriisch begünstigte Standorte für die Pflanzen- und Tierwelt entlang der Flüsse fanden. Die hieraus abgeleitete Vorstellung von RUNGE (1995) eines „aufgelockerten Vegetationsmosaiks“ aus Regenwaldinseln und lichter Savannen mit Galeriewaldsystemen während des LGM kann rezent im Bereich der Zentralafrikanischen Republik („Waldinsel“ bei Bangassou) mit Hilfe von LANDSAT-TM Daten beobachtet und kartiert werden. Durchschnittlich 2400 mm jährlicher Niederschlag im ostzairischen Regenwald stehen hier 1400-1700 mm jährlichem Niederschlag mit beginnender Auflösung der geschlossenen Regenwaldflächen gegenüber.

Semi-aride bis semi-humide Klimakonditionen unterschiedlich starker Ausprägung herrschten nach Erkenntnissen des DFG-Projektes von 30-12 ka in Ostzaire. Diese von Trockenheit geprägte Zeit stimmt auffallend überein mit der von DE PLOEY (1965, 1969) für das westliche Kongo-Zaire Becken postulierten ariden Klimaphase des *Léopoldvillien*. Insgesamt einheitlichere klimatische Bedingungen im LGM für das gesamte Zaire Becken und dessen Randgebiete können daraus gefolgert werden.

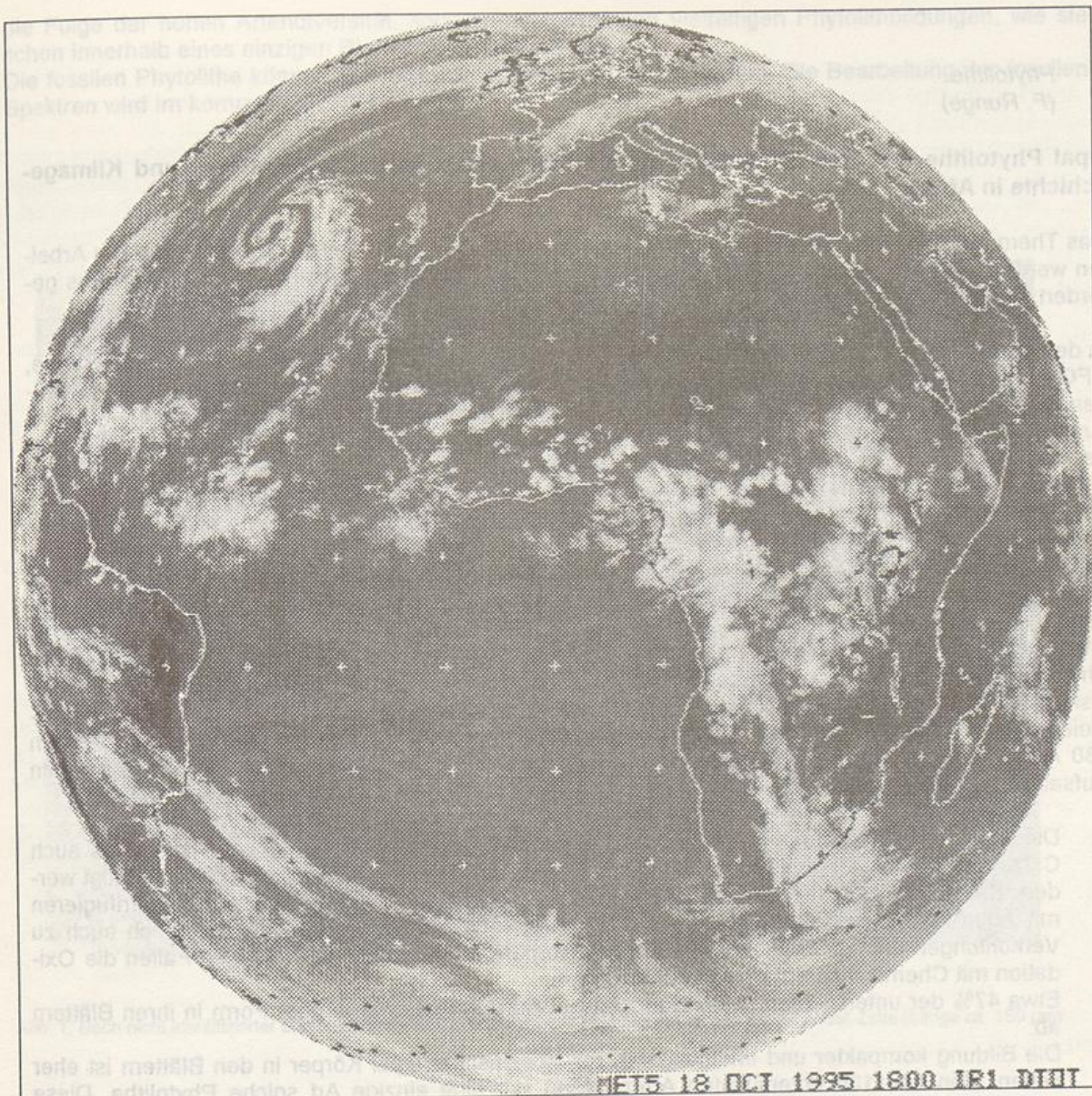


Hinsichtlich der jüngeren Hillwash-Decken und deren Genese spricht vieles für eine jüngste Austrocknungsphase, begleitet von intensiveren morphodynamischen Prozessen. MALEY (1992) liefert mehrere Hinweise auf eine sog. „péjoration climatique“ in den afrikanischen Feuchtwaldgebieten. Ein jüngerer hoher Seespiegel des Kivu-Sees wurde durch das Forschungsprojekt auf etwa 1 ka bestimmt. Untersuchungen von HECKY (1978) bestätigen dies durch ebenfalls feuchtere Bedingungen um 1,3 ka. Ob dies bereits Anzeichen einer Umkehr zu insgesamt feuchteren Verhältnissen nach der von Trockenheit geprägten „péjoration climatique“ von MALEY (1992) sind, oder ob zwischen der west- und der ostexponierten Seite der Monts Mitumba grundsätzliche Unterschiede bestanden haben, läßt sich gegenwärtig noch nicht beurteilen.

#### Literatur

- AUBREVILLE, A. (1962): Savanisation tropical et glaciations quaternaires.- *Adansonia* 2:16-84.
- COLYN, M., GAUTIER-HION, A. & W. VERHEYEN (1991): A re-appraisal of palaeoenvironmental history in Central Africa: evidence for a major fluvial refuge in the Zaire basin.- *Journal of Biogeography* 18:403-407.
- DE PLOEY, J. (1965): Position géomorphologique, g n se et chronologie de certains d p ts superficiels au Congo Occidentale.- *Quaternaria* 7:131-154.
- DE PLOEY, J. (1969): Report on the Quaternary of the Western Congo.- *Palaeoecology of Africa* 4:65-70.
- HAMILTON, I. (1976): The significance of patterns of distribution shown by forest plants and animals in tropical Africa for the reconstruction of upper Pleistocene palaeoenvironments: a review.- *Palaeoecology of Africa* 9:63-97.
- HECKY, R.E. (1978): The Kivu-Tanganyika basin: the last 14000 years.- *Polske Archiwum Hydrobiologii* 25:159-165.
- KADOMURA, H. (1995): Palaeoecological and Palaeohydrological changes in the humid tropics during the last 20000 years, with reference to Equatorial Africa.- in: GREGORY, K.J., STARKEL, L. & V.R. BAKER (eds.): *Global Continental Palaeohydrology*, Wiley & Sons, 177-202.
- MALEY, J. (1987): Fragmentation de la forêt dense humide africaine et extension des biotopes montagnards au Quaternaire récent: Nouvelles données polliniques et chronologiques. Implications paléoclimatiques et biogéographiques.- *Palaeoecology of Africa* 18:307-334.
- MALEY, J. (1992): Mise en évidence d'une péjoration climatique entre ca. 2500 et 2000 ans B.P. en Afrique tropicale humide.- *Bull. Soc. Géol. France*, 163:363-365.
- MALEY, J. (1995): Les fluctuations majeures de la forêt dense humide africaine au cours des vingt dernières millenaires.- in: HLADIK, C.M. et al. (Eds.): *L'alimentation en forêt tropicale: interactions bioculturelles et applications au développement*, 1-12.
- RUNGE, J. (1992): Geomorphological observations concerning palaeoenvironmental conditions in eastern Zaire.- *Z.Geomorph.,N.F., Suppl.-Bd.* 91:109-122.
- RUNGE, J. (1995): New results on late Quaternary landscape and vegetation dynamics in eastern Zaire (Central Africa).- *Z.Geomorph. N.F., Suppl.-Bd.* 99:65-74.
- THOMAS, M.F. (1994): *Geomorphology in the Tropics. A study of weathering and denudation in low latitudes.* Wiley & Sons, New York, Brisbane...,1-460.





### METEOSAT-Datensammlung des DFG-Projektes „Paläoklima Afrika“

Im Rahmen des von Dr. J. Runge durchgeführten Paläoklima-Projektes mit dem regionalen Schwerpunkt „Zentralafrika“ wurden zwischen 1993 und 1995 unter Einsatz der hauseigenen METEOSAT-Empfangsanlage mehrere hundert Satellitenaufnahmen zur Dokumentation der rezenten Witterungs- und Zirkulationsverhältnisse in Zentralafrika aufgezeichnet (I. Rothkirch, J. Hemeke).

Die originären \*.MET Software-Formate des Herstellers KOEL-Electronic wurden mit Hilfe des ERDAS Bildverarbeitungssystems in \*.LAN Formate konvertiert und abschließend als vielfältig einsetzbare TIFF Bilddateien ausgegeben und auf Disketten und Wechselplatten-Laufwerken (SYQUEST) gespeichert. Ein ausführlicher Katalog dieser kontinuierlichen Bilderfassung von Gesamtansichten des afrikanischen Kontinents (s.o.) und von Teilansichten (D6-Auschnitte der Region Äthiopien-Kenia-Ostzaire) in den Wellenlängenbereichen  $0,5-0,9\mu\text{m}$ ,  $5,7-7,1\mu\text{m}$  und  $10,5-12,5\mu\text{m}$  stehen jetzt den Mitarbeitern des Projektes zur Auswertung zur Verfügung.

Außerdem wurden Movie-Bildsequenzen einzelner Tage (jeweils um 6.00, 9.00, 12.00, 15.00, 21.00 WZ) in Form von D6-Szenen aufgezeichnet, die typische und auch singuläre Witterungsverläufe in der Region als Zeitraffer-Film anschaulich dokumentieren.



2. *Phytolithe*  
(F. Runge)

**Opal Phytolithe und ihre Bedeutung für die Rekonstruktion der Vegetations- und Klimaschichte in Afrika**

Das Thema wird im Rahmen eines Habilitationsvorhabens von Dr. Freya Runge bearbeitet. Die Arbeiten werden seit zwei Jahren (01.1994 - 12.1995) durch ein Lise-Meitner-Stipendium des Landes gefördert. Der Antrag auf Verlängerung um ein weiteres Jahr (bis 12.1996) wurde genehmigt.

In den Boden-, Sediment- und Moorproben aus dem östlichen Zaire (Arbeitsgebiet Dr. Jürgen Runge, DFG-Forschungsvorhaben "Paläoklima Afrika") konnte eine große Vielfalt an fossilen pflanzenbürtigen Kieselkörpern, sog. Opal Phytolithen, extrahiert werden. Die Phytolithspektren sind je nach Herkunft deutlich verschieden. Die Vielfalt, die u.a. mit dem Artenreichtum des Regenwaldes erklärt wurde, ist jedoch kaum klassifizierbar. Um die Spektren dennoch möglichst detailliert interpretieren zu können, sollten die Kieselkörper aus rezenten Pflanzen verstärkt untersucht werden. Da die Phytolithe von Gräsern bekannt sind, sollten speziell Blätter (die die Laubstreu bilden) von dikotylen Pflanzen untersucht werden. Herr Professor Lösch, Geobotanik Düsseldorf, stellte mir das von ihm 1991 in Ostzair und Rwanda gesammelte und von Dr. E. Fischer, Botanisches Institut Bonn, bestimmte Pflanzenmaterial (speziell die Blätter) freundlicherweise zur Verfügung. Ergänzt wurde die Kollektion durch Lebendmaterial von Dr. E. Fischer, Proben aus Botanischen Gärten (Berlin-Dahlem, München) und einer kleinen Eigensammlung (J. Runge u. D. Gebbers). Um mögliche Unterschiede der Blatt-Phytolithformen in Pflanzen aus feuchten (humiden) und trockenen (semi-ariden) Klimaregionen Ostafrikas nachzuweisen, wurde eine eigene Pflanzensammlung aus dem östlichen Kenia zum Vergleich herangezogen (F. Runge u. S. Rehling, Göttingen, 1988). Insgesamt wurden die Blätter von 130 Arten aus 52 Familien untersucht. Die Forschungsergebnisse wurden in einem umfangreichen Aufsatz mit 31 mikroskopischen Aufnahmen dargestellt. Sie sind im folgenden zusammengefaßt:

1. Die Methode, Pflanzenmaterial bei 500°C zu veraschen, um sowohl Verkieselungen als auch Calciumoxalatkristalle und Raphidenbündel zu erhalten, konnte als sehr brauchbar bestätigt werden. Die anschließende Behandlung mit 10 %iger Salzsäure und das sorgfältige zentrifugieren mit Aqua dest. erbrachte die besten Ergebnisse. Da die trockene Veraschung jedoch auch zu Verkohlungen und zur Maskierung von Kieselkörpern führen kann, ist in einigen Fällen die Oxidation mit Chemikalien ergänzend durchzuführen.
2. Etwa 47% der untersuchten Arten lagern Kieselsäure in fester, amorpher Form in ihren Blättern ab.
3. Die Bildung kompakter und erhaltungsfähiger, spezifischer Opal Körper in den Blättern ist eher selten. Von den 130 untersuchten Arten besaß nur eine einzige Art solche Phytolithe. Diese Spezies, *Annonidium mannij*, gehört zu den Annonaceae und ist ein Regenwaldbaum.
4. Sehr häufig sind pflanzliche Kieselskelette, deren Erhaltungsfähigkeit vergleichsweise gering ist. Sie bleiben jedoch nachweislich erhalten, wenn sie nicht durch Wind oder Wasser transportiert werden. Der taxonomische Wert wurde noch kaum untersucht. Es konnten mindestens 15 Arten mit spezifischen Kieselskeletten gefunden werden. Hierunter fällt der "Leberwurstbaum", *Kigelia africana* (Bignoniaceae), mit einer fast komplett verkieselten Blattepidermis, die äußerst stabil ist, und *Hagenia abyssinica* (Rosaceae), eine Charakterart des oberen Bergwaldes in den Gebirgen Ostafrikas.
5. Die verschiedenen, meist kompakten und gut erhaltungsfähigen Kieselkörper aus den Leitbahnen sind wenig aussagefähig, was die Arten oder Gattungen betrifft. Sie sind jedoch immer ein Zeichen für eine von Holzpflanzen und nicht von Gräsern dominierte Vegetation. Hier konnte außerdem festgestellt werden, daß die silifizierten Tracheidenenden von POSTEK (1981) scheinbar vornehmlich in Pflanzen aus trockenen Räumen gebildet werden. Sie wurden nur in den Blättern aus Kenia gefunden.

Die in den rezenten Pflanzen gefundenen Opal Phytolithformen ermöglichen die Ansprache der fossilen Spektren und zwar besonders aufgrund der Feststellung, daß die kompakten Körper häufig aus dem Leitgewebe und den Gefäßsystemen der Blätter stammen. Diese sind nicht artspezifisch und daher nur als Zeiger für Wald- oder Buschformationen zu interpretieren. Die große Vielfalt der Formen in Böden und Sedimenten unter Regenwald ist daher vermutlich nicht, wie zuvor angenommen,



die Folge der hohen Artendiversität, sondern entspricht den vielfältigen Phytolithbildungen, wie sie schon innerhalb eines einzigen Blattes vorkommen können.

Die fossilen Phytolithe können nun klassifiziert und interpretiert werden. Die Bearbeitung der fossilen Spektren wird im kommenden Jahr erfolgen.

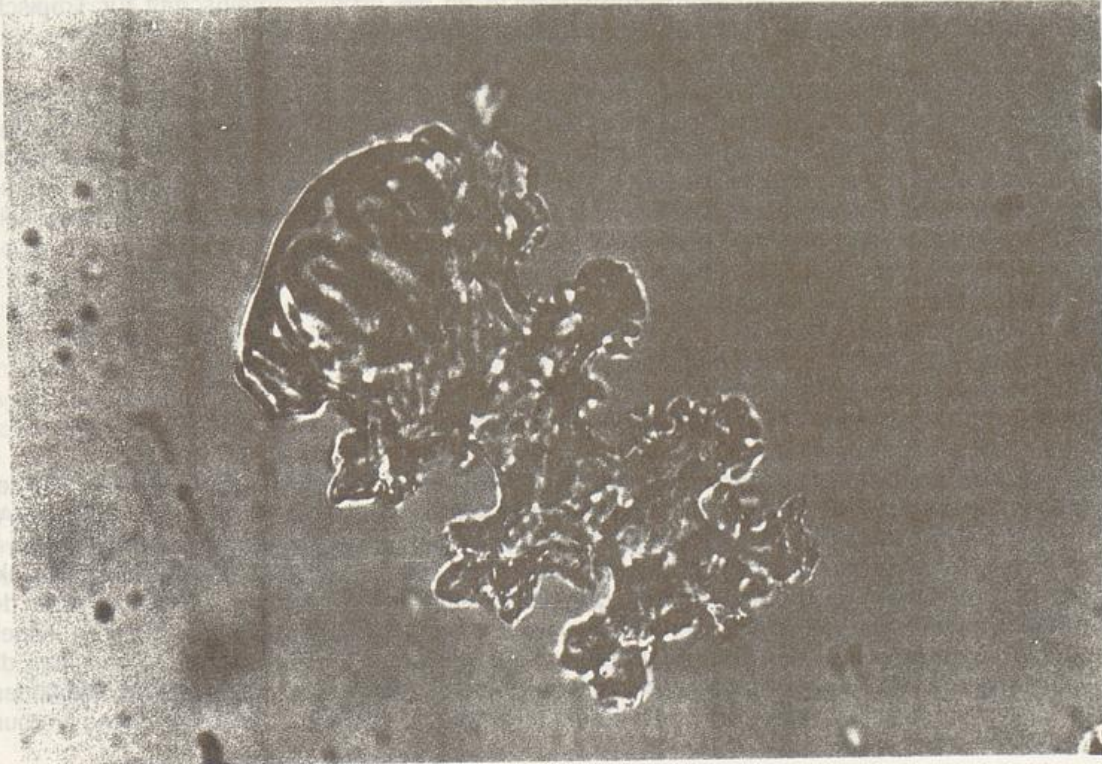


Abb. 1: Noch nicht identifizierter aber sehr spezifischer, fossiler Opal Phytolith aus einem Boden in Ost-Zaire (Länge ca. 150 µm)

### 3. *Maghreb-Staaten* (H.K. Barth)

In Zusammenarbeit mit dem PIK (Potsdamer Institut für Klimaforschung) wurden die Planungen für ein Forschungsprogramm zu Desertifikation und Klimawandel im Maghreb in Planung genommen. In Kooperation mit europäischen und afrikanischen Forschungsinstitutionen sollen Auswirkungen klimatischer Variabilität auf den Naturhaushalt ebenso wie die damit verbundenen sozio-ökonomischen Folgewirkungen im weiteren Mittelmeerraum und besonders in den Maghreb-Staaten untersucht werden.

Auftakt dieser Aktivitäten war ein internationaler Planungskongress, der zwischen dem 22. und 24. März 1995 in Potsdam stattfand. In Form von Vorträgen verdeutlichten 35 Wissenschaftler aus 12 Ländern wo die Schwerpunkte zukünftiger Mediterran-Forschung liegen sollten bzw. in welchen Bereichen prioritäre Forschungsbedarfe gesehen werden.

Die Präsentation und ein zusammenfassender Ergebnisbericht wurden in einem Proceedingsband zusammengefaßt, der Grundlage für Projektvorschläge einzelner Arbeitsgruppen ist, welche im Rahmen des langfristig angelegten CLIMAGHS-Projektes koordiniert werden sollen.



#### 4. Sahel-Forschung (H.K. Barth)

Mit Beginn des Jahres 1995 wurde die „Allianz der International Ausgerichteten Deutschen Agrarforschung“ (AIDA) ins Leben gerufen. Die AIDA ist ein Forum, in dem sich Anwender, Förderer und Nutzer von Agrar-, Umwelt- und Entwicklungsforschung zusammenfinden, um Forschungsnotwendigkeiten von internationaler Bedeutung zu identifizieren, zu konkretisieren und zu umsetzbaren Programmen weiterzuentwickeln. Organisatorisch wurde die AIDA an die Arbeitsgemeinschaft für Tropische und Subtropische Agrarforschung (ATSAP) e.V. mit Sitz in Bonn angeschlossen.

Die Arbeitsweise von AIDA ist durch die Einrichtung von befristeten, disziplinen- und institutionenübergreifend besetzten Arbeitsgruppen charakterisiert. Inhaltlich werden Forschungsprobleme aufgegriffen und in einem Angebots- und Nachfragedialog zwischen den Allianzpartnern bewertet. Diese Prioritätensetzung nach den „Regeln des freien Marktes“ macht es erforderlich, daß in jeder AG neben der Anbieterseite (universitäre, staatliche und private Forschung) auch die Nachfrageseite (Politik, Organisationen der Forschungsförderung, NOGs) vertreten sind.

Derzeit bestehen vier Arbeitsgruppen:

- AG 1: Ernährungssicherung
- AG 2: Nachhaltige Produktionssteigerung
- AG 3: Ressourcenschutz
- AG 4: Agrarforschung in Mittel- und Osteuropa

Nach der ersten Forumsveranstaltung im Februar 1995 haben sich die Arbeitsgruppen konstituiert und ihre Arbeit aufgenommen. Als Mitglied der AG 2 und AG 3 nahm Prof. Barth an jeweils zwei Arbeitssitzungen teil, in denen Forschungsthemen konkretisiert und nach Prioritäten bewertet wurden. In beiden AGs bildet Afrika - und hier besonders der sahelische Raum - einen regionalen Schwerpunkt. Inhaltliche und methodische Themenbereiche gruppieren sich um die zentralen Problemfelder der „angepaßten“ Landnutzung und der Desertifikation, wobei besonders der sozio-ökonomische Aspekt als vorrangig eingestuft wird. Auf dem für Februar 1996 geplanten 2. Forum von AIDA sollen die Weichen entsprechender Forschungsaktivitäten gestellt werden, wobei von den jeweiligen Mitgliedern der AG Projekte vorgestellt werden, die vom Forum bewertet und im Sinne eines Forschungsverbundes koordiniert werden sollen.

## WESTFALEN

### 1. Bodenerosion und Gewässerschutz in Ostwestfalen (H.K. Barth, N. Luetke-Entrup, F.-F. Gröbblinghoff, Th. Jülich, J. Runge, H.-J. Warnecke)

Die schon in den Vorjahren intensiv betriebenen Vorarbeiten zu einem gemeinsamen Projekt mit dem FB 9, Landbau der Abteilung Soest, mündeten ein in einen umfangreichen Projektantrag an das Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen. Der Projektantrag wurde positiv beschieden und in mehreren Evaluierungs- bzw. Planungsgesprächen inhaltlich in den größeren Rahmen eines Verbundprojektes mit der Universität Bonn eingepaßt. Zu den ursprünglichen Zielsetzungen

- Quantitative Bestimmung der verursachenden Komponenten und des Ausmaßes der Erosion;
- Auswirkungen der Methoden „integrierten Landbaus“, wie sie seit längerem von Prof. Luetke-Entrup in Soest untersucht und praktiziert werden, auf das Erosionsgeschehen;

konnten nunmehr die zweifellos wichtigen Aspekte des Nährstoffhaushalts in den Böden und des Schadstoffeintrags durch Pflanzenschutzmittel in die Oberflächen- und Grundwässer aufgenommen werden. Hinzu kommt ebenso noch die quantitative und qualitative Erfassung des Zwischenabflusses.



Durch diese Erweiterung des Zielkataloges gewinnt vor allem die chemische Analytik erhebliches Gewicht - auch im Blick auf die erforderlichen Mittel. Dankenswerterweise hat sich Prof. H.-J. Warnecke vom FB 13, Chemische Verfahrenstechnik, bereiterklärt, diese analytische Komponente in seiner Abteilung abzudecken. Auf diese Weise ist dem bedeutsamen Gesichtspunkt inneruniversitärer und interdisziplinärer Forschung an unserer Hochschule zusätzlich Genüge getan.

Der Projektbeginn ist für April 1996 geplant, jedoch wurden schon im Spätherbst bei der Ausbringung der Wintersaat den Erfordernissen der Test- bzw. Meßparzellen im Raum Rüthen am Haarstrang durch entsprechende Bearbeitung Rechnung getragen.

## 2. Projekt METEOSAT (H.K. Barth, J. Runge, J. Voß)

Nachdem mit Unterstützung von Prof. Wichert, FB 14, eine provisorische Empfangsanlage für METEOSAT-Wetterbilder in Betrieb genommen wurde, erfuhr diese seit 1992 einen schrittweisen Ausbau durch die Installation einer größeren Antenne (1,5 m Durchmesser) auf dem Fahrstuhldach des N-Gebäudes. Mit der Software METEOMASTER und einem 486er Personalcomputer erfolgt die kontinuierliche Datenerfassung und die Bildverarbeitung der METEOSAT Wetterdaten. In Vorbereitung ist der Anschluß der Empfangsanlage an das Hochschuldatennetz, um somit anderen Fachbereichen die Bilddaten leicht verfügbar zu machen.

Der „alte“ Empfänger im 4. Stockwerk des N-Gebäudes sendet weiterhin halbstündig aktuelle Meteorat-Bilder im visuellen und im infraroten Spektralbereich, die durch ein Gangfenster in Monitorgröße den Studierenden und der weiteren Öffentlichkeit frei zugänglich sind. Eine begleitende Dauerposter-ausstellung liefert weitere Informationen zum Bildempfang und zur Sendetechnik des Satelliten.

## 3. Projekt UNIWIND (H.K. Barth, J. Voß, E. Ortjohann)

Als ein weiteres interdisziplinäres und fachbereichsübergreifendes Projekt stehen nach wie vor die Fachgebiete Elektrische Energieversorgung des FB 14 und Geographie des FB 1 in enger Zusammenarbeit. Diese bezieht sich einerseits auf den mit der PESAG erstellten Windkataster im Bereich der Paderborner Hochfläche und der Egge. Auf die räumliche Planung zur Erstellung von Windgeneratoren werden Regionen intensiven Strömungspotentials ausgewiesen. Den Klimastationen, die vom Fach Geographie schon seit Jahren am Standort Uni-Stadion betrieben und Anfang 1994 auf der Paderborner Hochfläche neu errichtet wurden, kommt dabei erhebliche Bedeutung zu. Die Ausweisung von Regionen relativ günstiger Windpotentiale, insbesondere auf der Paderborner Hochfläche, führt inzwischen zu einem Boom von Nachfragen und Erteilung von Genehmigungen. Inzwischen wurden insgesamt 28 Generatoren im Bereich der Paderborner Hochfläche in Dienst gestellt. Weitere 50 sind in Planung. In Zusammenhang mit den Baugenehmigungsverfahren hat Prof. Barth mit Standort-Gutachten Beiträge des Fachgebietes der Physischen Geographie erbracht. Die dazu erforderlichen Bohrungen wurden im Juli 1995 auf dem Turmberg durchgeführt.

Ein weiteres Gebiet der Zusammenarbeit ist die Mitnutzung der in der Geographie betriebenen METEOSAT-Anlage durch die Elektrische Energieversorgung (Prof. Voß). Eine Auswertung der empfangenen Bilddaten im Hinblick auf Strahlungsintensitäten zur Nutzung in der Photo-Voltaik könnte durch eine entsprechende Vernetzung des Empfangsteils mit dem FB 14 erzielt werden. Die dafür erforderlichen Installationen sowie die Anschaffung eines Servers sind in Planung.



#### 4 Historische Gewerbekarte Westfalens (D. Düsterloh)

Für den Atlas von Westfalen, der von der Geographischen Kommission für Westfalen herausgegeben wird, konnten dank der Bereitstellung von Reisemitteln und der Gewährung eines Forschungssemesters (1995/96) die Untersuchungen intensiviert und erheblich vorangetrieben werden. Die Hauptkarte wird die Beschäftigten in den produzierenden Bereichen für alle Städte und das "platte Land" aller westfälischen Kreise und lippischen Verwaltungsämter Mitte des 19. Jahrhunderts bringen. Das ist gerade der Zeitpunkt vor (bzw. in einzelnen Kreisen bei Beginn) der modernen Industrialisierung. Archivalienfunde im Staatsarchiv Detmold für das damalige Fürstentum Lippe und den früheren Reg.-Bez. Minden für das Jahr 1861 ließen auf gleiche Erhebungen im übrigen Westfalen schließen. Obwohl auf dieser Basis bereits viel Auswertungsarbeit investiert worden war, mußte das Basisjahr 1861 wieder aufgegeben werden. Weder für den gesamten Reg.-Bez. Münster noch für das platte Land einer größeren Reihe von Kreisen im Reg.-Bez. Arnsberg waren die entsprechenden Tabellen auffindbar. Weder im Staatsarchiv Münster noch in den Stadt- und Kreisarchiven noch in den beiden Preußischen Staatsarchiven in Berlin waren die Tabellen zu erhalten. Für das ehemals preußische Westfalen konnte aber eine entsprechend gute, lückenlose und unter statistischen Gesichtspunkten fast als einmalig zu bezeichnende Datensammlung in den 6 Bänden "Tabellen und amtliche Nachrichten über den preußischen Staat für das Jahr 1849" gefunden werden. Sie werden z. Zt. bearbeitet und werden die qualitative und quantitative Grundlage der Gewerbedarstellung bilden. Der Hauptkarte werden 2 Nebenkarten zum gewerblichen Arbeitsplatzbesatz in Westfalen (Kreisbasis) und ein entsprechender Vergleich für Preußen (Reg.-Bez.-Basis) an die Seite gestellt werden.

#### Drittmittelprojekte

*Golf-Forschung.* Untersuchungen zu Ausmaß und Schädfolgen an der Golfküste Saudi Arabiens im Gefolge des Golf-Krieges (H.K. Barth, A. Niestlé, H.-J. Barth). Finanzierung: Europäische Union und National Commission for Wildlife Resources and Development, Saudi Arabia.

*EFEDA-Projekt: Landuse and Degradation in selected areas of La Mancha, Spain.* Forschungen im Rahmen des EPOCH-Programms der Europäischen Union (H.K. Barth, J. Runge, F. Böning, U. Brinkschröder, R. Eberhard, P. Schuto, G. Schweiß, M. Schweter). Finanzierung: Europäische Union.

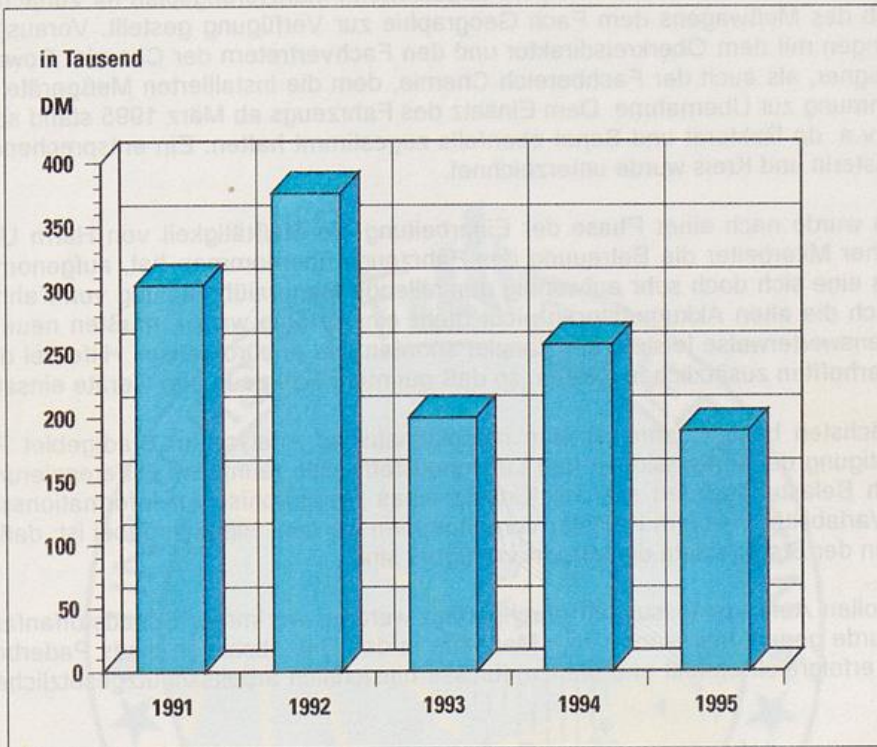
*Erosions-Forschung: Untersuchungen zum Boden- und Gewässerschutz am Haarstrang unter Anwendung von Methoden des „Integrierten Landbaus“* (H.K. Barth, J. Runge, Th. Jülich, in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. N. Luetke-Entrup und F.-F. Gröblichhoff, Fachbereich Landbau, Soest). Finanzierung: Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes NRW.

*Klima- und Landschaftsentwicklung in Zaire* (J. Runge). Finanzierung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG).

*Phytolithforschung - quartärwissenschaftlich-botanisches Arbeitsvorhaben in Zusammenhang mit dem Zaire-Projekt mit dem Ziel der Datierung von Sedimenten* (F. Runge). Finanzierung: MWF (Lise-Meitner-Stipendium).



**Das Drittmittelaufkommen in der Physischen Geographie der letzten 5 Jahre**



WIR MESSEN FÜR  
DIE UMWELT