



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Universitätsbibliothek Paderborn**

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

**Universität Paderborn / Fach Geographie**

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

11. Sonstiges

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

## 11. Sonstiges

### Studentenkreis Tourismus Universität Paderborn e. V. (S.T.U.P.)

Unser Studentenkreis existiert mittlerweile 5 Jahre, wobei wir seit gut einem Jahr nun auch ein eingetragener Verein sind. Im Jahr '96 konnten wir zahlreiche neue Mitglieder, insbesondere auch junge Semester, in unseren Reihen begrüßen, so daß sich heute ca. 80 interessierte Studenten in den unterschiedlichen Projekten engagieren möchten.

Ein wichtiger Schritt für die Zukunft des S.T.U.P. war der Beitritt in die „Futurista“, den Dachverband studentischer Organisationen im Tourismus, im Februar dieses Jahres. Ziel dieses internationalen Verbandes ist die Förderung von Kontakten zur Tourismusbranche. Im Rahmen dessen wurde eine neue Projektgruppe im S.T.U.P. gebildet, die das Ressort „Sponsoring“ für die „Futurista“ übernommen hat.

Auch 1996 organisierte das Projekt „Reisen“ zwei große Fahrten: Zunächst ging es über Pfingsten für 10 Tage in die Toskana, im Herbst folgte eine Wochenendfahrt nach Paris. Beide Reisen waren ausbuchet und verliefen problemlos - neben viel Kultur, kam auch der Spaß nicht zu kurz.

Das „Messeprojekt“ stand in diesem Jahr schon ganz im Zeichen der ITB'97, auf der wir das erste Mal mit einem eigenen Stand im Wissenschaftszentrum vertreten sein werden. Dies wird hoffentlich der Auftakt für eine Anzahl weiterer Messen sein, auf denen wir uns in Zukunft präsentieren möchten, um den Bekanntheitsgrad unseres Vereins zu steigern.

Die Notwendigkeit hierfür ist deutlich aus einer im Sommer gestarteten Umfrage zu ersehen, die schon im Januar während eines allgemeinen Planungswochenendes in Schmallenberg ausgearbeitet wurde. Wir wollten wissen, wie unsere Perspektiven in Hinblick auf Praktika und spätere Arbeitsplätze in der Tourismusbranche aussehen. So erstellte das „PR- Projekt“ (Public Relation) in Zusammenarbeit mit dem Vorstand einen Fragebogen zu diesem Thema, der an verschiedene regionale und überregionale Unternehmen verschickt wurde. Das Ergebnis ist im Anschluß dieses Artikels zu sehen.

Zum Jahresende eröffnete sich für uns die Möglichkeit, für zwei Jahre an einem Forschungsauftrag der InBit GmbH mitzuwirken. Dieser beinhaltet die touristische Erschließung des Landkreises Soest, wobei der S.T.U.P. beauftragt wurde, hierfür eine Image-Analyse zu erstellen und auszuwerten. Neben den schon etablierten Projekten „Event“, das mit den zweimal im Jahr stattfindenden Parties maßgeblich zu unserem Etat beiträgt, und „Finanzen“ sollen im neuen Jahr besondere Schwerpunkte auf die neu-aktivierte Praktikantenbörse und das Projekt „Außeruniversitäre Fortbildungsmöglichkeiten“ gesetzt werden.

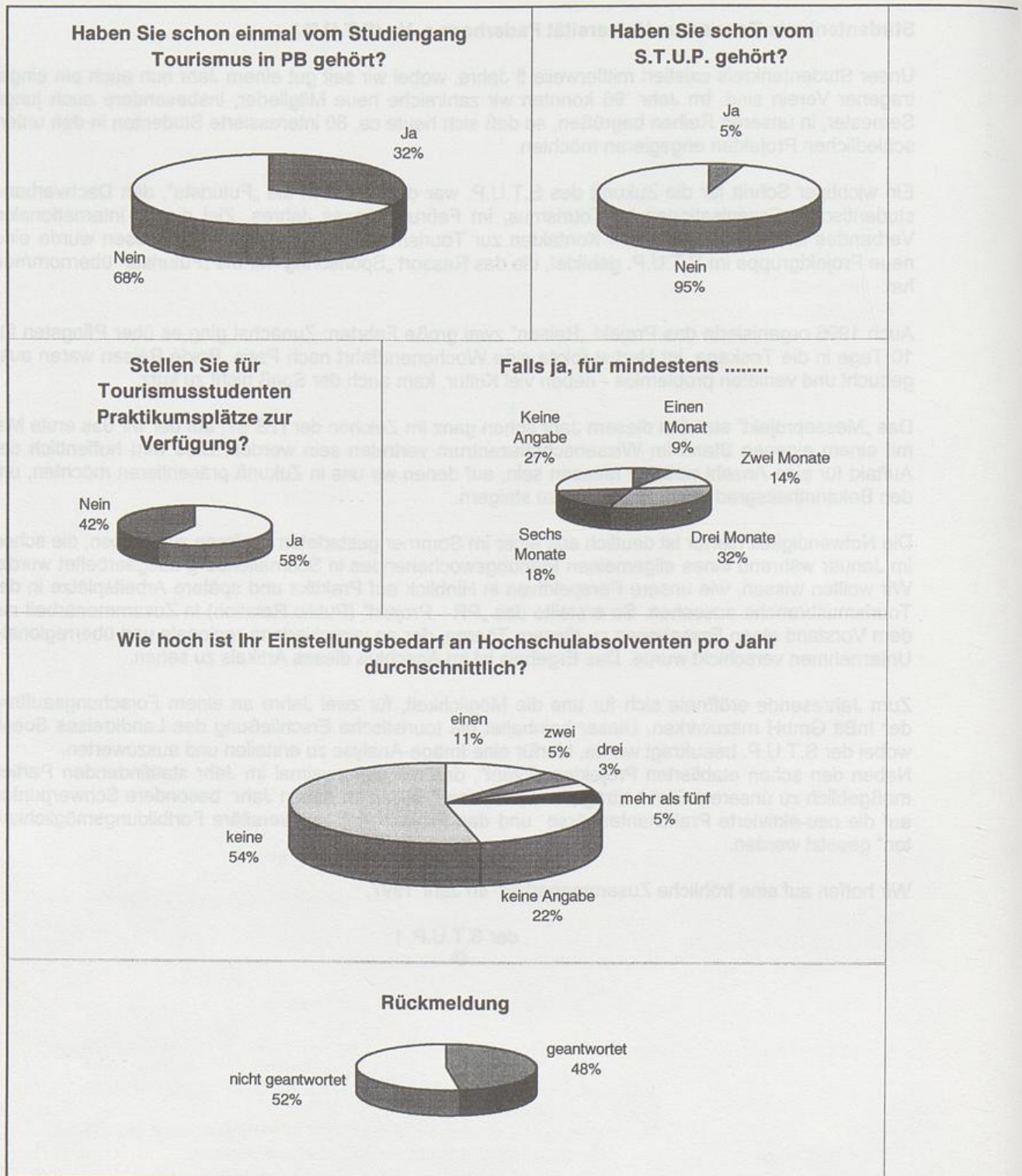
Wir hoffen auf eine fröhliche Zusammenarbeit im Jahr 1997,

der S.T.U.P. !



Herzlich willkommen bei der Touristik-Gruppe der TU Paderborn. Mitglieder: Oliver Meyer, Ralf Jander, Heiko Appelbach, Joachim Lemberg, Oliver Döhninghaus

Von 80 angeschriebenen Unternehmen antworteten uns nur 32:



### **SIGMA: Eine studentische Interessengemeinschaft wird ins Leben gerufen.**

**(HA)** Am Anfang war das Ende. Das Ende einer sogenannten O-Phase für die Studierenden, die ihr Uni-Leben soeben begannen. Jene Veranstaltung wurde vor einigen Semestern von SIGMA-Mitbegründer Joachim Eisenberg miterlebt. "Da standen zwei Geschichts-Studenten, die uns Infos über die Magisterstudiengänge im Allgemeinen gaben. Doch in puncto Geographie-Studium war ich am Ende genauso schlau wie zuvor." Ein Mangel, der darin begründet lag, daß die Fachschaft des FB 1 zu jener Zeit jeglicher geographischer Beteiligung entbehrte.

Dann vergingen einige Semester, an die sich SIGMA-Mitglied Oliver Dünninghaus nicht gerne zurück-erinnert: "Die organisatorischen Dinge des Studiums waren nicht gerade optimal. Wenn es um Exkursionsplätze ging, kam es auf dem Flur der vierten Etage des N-Gebäudes oft zu tumultartigen Szenen. Und um die für den Laufzettel benötigten Unterschriften der Lehrenden zu bekommen, war viel Zeit aufzuwenden."

Eines Tages trafen sich dann zufällig die SIGMA-Begründer Oliver Dünninghaus, Joachim Eisenberg, Oliver Müller, Ralf Sander und Heiko Appelbaum in einer Vorlesungspause, wobei sie ihrem Ärger Luft machten. Und bei diesem denkwürdigen Zusammentreffen wurde der Entschluß gefaßt, die studentischen Interessen fortan selbst in die Hände zu nehmen, und zwar soweit wie möglich unabhängig von der Fachschaft des FB 1.

Schnell war das Einverständnis der Geographie-Lehrenden gesichert. Und so stand einer Gründung der **Studentischen Interessengemeinschaft Geographie MA**gister nichts mehr im Weg. Kurz darauf organisierte das Quintett eine Vollversammlung, um von der Studierendenschaft legitimiert zu werden. Mittlerweile hat SIGMA die ersten Erfolge zu verzeichnen: Gute Ergebnisse bei den Fachschaftswahlen 1996, eine erfolgreiche O-Phase für Geographiestudierende im ersten Semester und die Vorstellung der Arbeit in der PUZ.

Auch die erfolgreiche Einrichtung eines Studierendensekretariats, in dem die organisatorischen Dinge des Geographenlebens seit diesem Jahr gemanagt werden, schreibt sich SIGMA insgeheim auf seine Fahne. Lediglich ein Problem schleppt die geographische Vertretung innerhalb der FB 1-Fachschaft mit sich herum: Es mangelt an mitarbeitwilligem Nachwuchs. Aber dieses Manko soll spätestens Mitte 1997 beseitigt sein.



Hoben zusammen SIGMA aus der Taufe: Oliver Müller, Ralf Sander, Heiko Appelbaum, Joachim Eisenberg, Oliver Dünninghaus

### Forschung Paderborner Geographen in Arabischen Emiraten

Zum Jahresende erreichte uns ein Forschungsbericht von einem Paderborner Geographen-Team in Abu Dhabi, UAE, über die Feldarbeiten zur Vermehrung indigener arabischer Pflanzen. Die Autoren sind B. Boer, Doktorant der Physischen Geographie und T. Oppermann, Studierender der Geographie, der als Praktikant für die Dauer eines Jahres in dem Projekt mitgearbeitet hat, und seit Herbst 1996 wieder in Paderborn ist (s. auch PUZ Nr. 3, 1996). Der im folgenden wiedergegebene Bericht stellt einen wesentlichen Beitrag zu der Eindämmung von Vorgängen der Desertifikation auf der Arabischen Halbinsel dar.

### EDV-Ausstattung

Eine ansonsten gezielt sparsame Mittelverwendung und die Umwidmung von Sondermitteln aus den Bereichen „Qualität der Lehre“ und NAZ (Notzuschlag auf Zeit) ermöglichten kurz vor Jahresabschluß einen weiteren Ausbau der EDV-Ausstattung des Faches.

Durch Ergänzungs- und Neubeschaffungen konnte erreicht werden, daß nun alle Dauerarbeitsplätze und zwei weitere studentische Arbeitsplätze eine eigene PC-Ausrüstung erhalten. Durch einen facheigenen Server werden alle miteinander vernetzt und die Speicherkapazität - u.a. auch für Daten der METEOSAT-Empfangsanlage und digitalisierter Luftbilder - wesentlich erweitert. Die zusätzliche Beschaffung eines CD-Rom-Brenners wird in Zukunft die Anlage eines Daten-Archives ermöglichen.



# National Avian Research Center

## Internal Research Report

**No. 51. Plant propagation - Volume 2**  
**Propagation experiments with indigenous**  
**Arabian plants species**

Benno Böer  
December 1996

Benno Böer (B.Sc., M.Sc.) is in charge of the Houbara Habitats Programme of the National Avian Research Center.

Contact address:  
National Avian Research Center  
PO Box 9903  
Sweihan  
Abu Dhabi  
United Arab Emirates

*The contents of this report may not be quoted or referenced in publications without the prior consent of both the author and the Head of the Ecology Department, National Avian Research Center*

**Copyright NARC 1996**

### Internal Research Report Series

The Internal Research Report Series is administered by the Public Relations Department of the National Avian Research Center (NARC) and provides a forum for the rapid dissemination of research findings to other NARC staff. In most cases, the material is confidential and may not be circulated outside NARC owing to its preliminary nature and the need for proper publications in the scientific literature at a future date.

Reports may be of any length and may be based on any subject matter of interest to NARC. Little structure is imposed on the reports but prospective authors are asked to contact the Public Relations Department for guidelines. Manuscripts for inclusion in the series and any questions should be addressed to the Public Relations Department at the above address.

## NARC Internal Research Report

Plant propagation.

Volume 2

Propagation experiments with indigenous Arabian plant species.

by B. Böer & T. Oppermann

### Summary

Propagation trials and experiments with indigenous Arabian plant species were carried out at the NARC Sweihan site. The two volumes of this report provide information on how, when and where to collect propagation material from more than forty plant species, and how to cultivate it.

### Introduction

Habitat manipulation is a poorly researched subject which relies more on practical demonstration than science (Buckley 1992). There are only a few documented accounts of the propagation and production of indigenous Arabian plants (Wood *et al.*, 1975; Mandaville 1990; Böer 1994; Suda & Al-Kuwari 1995), and the majority refer to the intertidal zone of the Arabian Gulf. Some basic propagation experiments may prove useful as a starting point for trials on a broader scale in order to avoid mistakes due to incorrect timing or handling of the propagation material.

The second volume of this report summarises our experiments and field observations towards plant propagation. The results will provide useful knowledge on the manipulation of houbara habitat in Abu Dhabi Emirate.

### Materials and Methods

#### -Field observations at the NARC Sweihan Research Station (SRS)

In March 1995 an irrigation system and green areas have been established at the SRS. In the area around the houbara aviaries, irrigation lines with drip valves were installed, and no shrubs were planted. However, many *Zygophyllum mandavillei*, *Haloxylon salicornicum* and *Cornulaca monacantha* shrubs became established from wild seeds on the wet soils near the drip valves. In July 1996 we removed this irrigation system and in October 1996 we observed the vegetation here for vegetation cover and the condition of the shrubs.

#### -Transplantation experiment

Small shoots of *Dipterygium glaucum*, *Fagonia ovalifolia* and *Tribulus* sp. were collected in mid August 1995 along the Dubai-Al Ain Highway.

A small hand shovel was used to loosen the soil and to get the shoots out of the soil. This was carried out with great care in order to avoid damaging the roots. 28 *Tribulus* sp. plants were collected from a sand substrate fifteen km south of Al Hayer. They were left in a bucket of water for one day before being planted into small biodegradable pots.



53 *Dipterygium glaucum* and 24 *Fagonia ovalifolia* shoots were collected six km south of Al Hayer, also from a sandy substrate. These plants were transplanted soon after they were dug out.

The biodegradable pots ("Erin peat pots", 8 cm, 3") were supplied with a sand/topsoil mixture (10:1), placed in the shadehouse, and kept moist. During the experiment four countings were carried out, in order to document the survival rate. Also transplants of the following species were collected during field trips, and placed into areas of the SRS with irrigation water supply: *Avicennia marina*, *Aloë vera*, *Cyperus conglomeratus*, *Cyperus arenarius*, *Stipagrostis plumosa*.

#### -Propagation experiments

Propagation material of the following plant species was collected and tested for the possibility of propagation:

*Aeluropus lagopoides*, *Aloë vera*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Avicennia marina*, *Biennertia cycloptera*, *Calligonum comosum*, *Calotropis procera*, *Caralluma* sp., *Chenopodium murale*, *Cyperus arenarius*, *Cyperus conglomeratus*, *Dipterygium glaucum*, *Euphorbia larica*, *Fagonia* sp., *Frankenia pulverulenta*, *Halocnemum strobilaceum*, *Halopeplis perfoliata*, *Haloxylon salicornicum*, *Ipomea pes-caprae*, *Lasiurus scindicus*, *Launaea* sp., *Leptadenia pyrotechnica*, *Limonium axillare*, *Lycium shawii*, *Panicum turgidum*, *Pennisetum divisum*, *Phoenix dactylifera*, *Portulaca oleracea*, *Portulaca* cf. *pilosa*, *Prosopis cineraria*, *Prosopis juliflora*, *Salsola drummondii*, *Salsola imbricata*, *Salvadora persica*, *Seidlitzia rosmarinus*, *Sesuvium verrucosum*, *Sporobolus ioclodus*, *Sporobolus spicatus*, *Stipagrostis* spp., *Tamarix aphylla*, *Tamarix* sp., *Tribulus* sp., *Zygophyllum mandavillei*, *Zygophyllum simplex*.

The seeds, transplants and cuttings respectively were put into pots with substrate and a water supply. They were kept in the shadehouse for several weeks. Healthy looking plants were then transplanted with their biodegradable pots into irrigated areas of the CP or elsewhere at the SRS. Non-healthy looking material was either discarded or remained in the shadehouse.

#### -Experiments with cuttings and rooting hormones

Experiments with cuttings of nine species, with and without rooting hormones, were carried out. Wooden twigs with fresh green leaves of each species were collected in the month of February 1996 in Abu Dhabi Emirate. The material was transported to the SRS shadehouse, and 50% of the twigs of each species were placed into plastic containers filled with tap water. Fifty % of the twigs were placed into plastic containers filled with tap water + rooting hormone. The twigs then remained for several weeks in these containers, until they were transplanted into biodegradable pots which were filled with substrate (sand and topsoil and wood chips, 10:1:1). The species were as follows:

*Arthrocnemum macrostachyum*, *Calligonum comosum*, *Halocnemum strobilaceum*, *Halopeplis perfoliata*, *Haloxylon salicornicum*, *Lycium shawii*, *Suada vermiculata*, *Tamarix* sp. and *Zygophyllum mandavillei*.

#### -Direct sowing

Some experiments were carried out using the seeds of various species, such as *Biennertia cycloptera*, *Portulaca oleracea*, *Prosopis juliflora*, *Salsola imbricata*, *Seidlitzia rosmarinus*, *Zygophyllum mandavillei*. These

seeds were directly sown onto some irrigated and permanently wet sand sheet areas in front of the office building and in front of the restaurant building in mid April 1996.

## Results

### -Field observations at the SRS site

The *Z. mandavillei*, *H. salicornicum* and *C. monacantha* shrubs around the houbara aviaries remained in very good condition without an irrigation supply. However, in comparison with those specimens of the same species that were non-irrigated since July 1996, the continuously irrigated *Z. mandavillei* shrubs appeared slightly greener in colour, and less succulent (flatter leaves). The vegetation cover was >10% when the irrigation system was removed in July 1996, and remained >10% until now (October 1996).

### -Transplantation experiments

Table 1 shows the highest survival rate after transplantation for *D. glaucum*; 15 of the original 53 plants were still in a good condition after two months. All plants but one *Fagonia* seedling had died before the end of October 1995.

Table 1: The survival rate of the transplantation experiment.

	live (fresh green tissue) 10.9.95	live (fresh green tissue) 4.10.95	live (fresh green tissue) 14.10.95	live (fresh green tissue) 23.10.95	total transplants
<i>D. glaucum</i>	39	29	17	15	53
<i>F. ovalifolia</i>	10	6	4	1	24
<i>Tribulus</i> sp.	0	0	0	0	28

The transplants from *A. marina*, *A. vera*, *C. conglomeratus*, *C. arenarius* and *S. plumosa* established themselves and have survived until now in the irrigated plots. Only the *A. marina* specimen started to wither after some months, became brown and dry and died.

#### -Experiments with cuttings and rooting hormones

Table 2 shows the results of the experiments with cuttings with and without the use of rooting hormones.

Table 2: Results of trials to propagate plants from cuttings, with or without rooting hormones.

Species	Total cuttings established with hormone treatment	Percentage survived with hormone treatment	Total cuttings established without hormone treatment	Percentage survived without hormone treatment
<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>	10 of 15	67%	6 of 15	40%
<i>Calligonum comosum</i>	0 of 12	0%	0 of 12	0%
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	0 of 3	0%	0 of 3	0%
<i>Halopeplis perfoliata</i>	0 of 8	0%	0 of 8	0%
<i>Haloxylon salicornicum</i>	0 of 14	0%	0 of 14	0%
<i>Lycium shawii</i>	1 of 18	6%	7 of 18	39%
<i>Suaeda vermiculata</i>	6 of 8	75%	6 of 8	75%
<i>Tamarix</i> sp.	0 of 4	0%	0 of 4	0%
<i>Zygophyllum mandavillei</i>	0 of 7	0%	0 of 7	0%

#### -Direct sowing

The following species germinated in the months of January to April after the seeds were directly sown on to moist substrate:

*Biennertia cycloptera*, *Prosopis juliflora*, *Salsola imbricata*, *Seidlitzia rosmarinus*, *Suaeda vermiculata*, *Zygophyllum mandavillei*.

### -Propagation experiments

Table 3 provides an overview of the plant species that were successfully propagated between January 1995 and July 1996 at the SRS. It also indicates suitable propagation techniques.

Table 3: Overview of all plant species which were successfully propagated at the SRS between January 1995 and July 1996 (X=propagated successfully). The Table also includes the species that we did not manage to propagate (failed).

Species:	Cuttings	Seeds	Transplants
<i>Aeluropus lagopoides</i>	X	-	-
<i>Aloë vera</i>	-	-	X
<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>	X	-	-
<i>Avicennia marina</i>	-	X	X
<i>Biennertia cycloptera</i>	-	X	-
<i>Calligonum comosum</i>	X	X	-
<i>Cyperus arenarius</i>	-	-	X
<i>Cyperus conglomeratus</i>	-	-	X
<i>Dipterygium glaucum</i>	-	X	-
<i>Euphorbia lanca</i>	-	-	X
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	X	-	-
<i>Halopeplis perfoliata</i>	failed		
<i>Haloxylon salicornicum</i>		X	
<i>Ipomea pes-caprae</i>	X		
<i>Leptadenia pyrotechnica</i>		X	
<i>Limonium axillare</i>	failed		failed
<i>Lycium shawii</i>	X	X	
<i>Panicum turgidum</i>			failed
<i>Pennisetum divisum</i>	X		failed
<i>Phoenix dactylifera</i>		X	
<i>Portulaca oleracea</i>	X		
<i>Potulaca cf. pilosa</i>			X
<i>Prosopis cineraria</i>		X	
<i>Prosopis juliflora</i>		X	
<i>Salsola drummondii</i>	X		
<i>Salsola imbricata</i>		X	
<i>Salvadora persica</i>		X	
<i>Seidlitzia rosmarinus</i>		X	

<i>Sesuvium verrucosum</i>	X		
<i>Sporobolus iocladius</i>	X		
<i>Sporobolus spicatus</i>		failed	
<i>Stipagrostis</i> spp.			X
<i>Suaeda vermiculata</i>	X	X	
<i>Tamarix</i> sp.	X		
<i>Tribulus</i> sp.		X	
<i>Zygophyllum mandavillei</i>		X	

## Discussion

### -Field observations at the SRS

Most seeds are fairly resistant to extreme environmental conditions, and can retain their ability to germinate for considerable periods. The first process which occurs during germination is the uptake of water by the seed due to imbibition (water absorption through the cell pores) (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1989). If the environmental conditions become suitable, the seeds usually germinate. The observations indicate that initial freshwater irrigation during the period of seed germination until the establishment of an adult plant might be sufficient to rehabilitate *Zygophyllum* shrub vegetation. Batanouny & Ziegler (1971) state a similar effect of moisture on a closely related species in Egypt, *Zygophyllum coccineum*, which germinates at high rates when supplied with freshwater, and in comparatively low rates under saline conditions. Ismail & El-Ghazaly (1990) state similar results for another closely related species from Qatar, *Zygophyllum qatarense*. Once the shrubs are fully established and the irrigation supply stops, the shrubs seem to be able to survive with the naturally available moisture sources, such as rain, soil moisture and condensed water after increased air humidity. It is not known whether or not these shrubs will survive for a long time, and

therefore these observations should be followed up in the future. However, the observations indicate that initial freshwater irrigation might be an economically and ecologically sustainable technique for the rehabilitation of vegetation in small areas. Hunter *et al.* (1980) showed that shrubs that were subject to initial irrigation in the Mojave desert in Nevada developed a larger biomass over at least four years, after irrigation was fully switched off, in comparison with non-irrigated shrubs.-

#### Transplantation trials

Little is known concerning the transplantation of Arabian desert plants. Desert plants develop generally a taproot soon after germination. One of the transplantation experiment failed. All of the plants died within three months. This was probably due to initial damage to the root system, incorrect transportation timing, and possibly too small pots. However, we managed to transplant other species, such as *Avicennia marina*, *Cyperus conglomeratus*, *Cyperus cf. arenarius*, *Euphorbia larica*, *Sporobolus ioclodus* and *Stipagrostis cf. plumosa*. The successful trials were all carried out with adult plants. Plant propagators suggest giving the seedling enough time to accumulate carbohydrates, making the plants better able to withstand adverse environmental conditions (Price & Zandstra, 1988). It seems that adult plants are hardened and somewhat more tolerant to the stress caused by the transplantation process than are juvenile plants.

#### -Experiments with cuttings and rooting hormones

The success rate of this experiment was low for most species. It is assumed that the low success rate was mainly caused by incorrect seasonal timing, which is crucial (Stoltz & Hess 1942). It is therefore suggested that cuttings should be collected with the beginning of the local cool seasons around the end of November, and stored during the transportation in a cool and humid environment.

It is also possible that the cuttings were kept for too long a period in water, thus obstructing the free passage of oxygen to develop root initials (Loach 1985). Three species developed roots, and six species did not develop roots. We did not find any differences between plants treated with hormones and those that were not treated. We learnt that it is possible to develop plants from cuttings of *Arthrocnemum*, *Lycium* and *Suaeda*. As for *Suaeda* and *Arthrocnemum*, the relatively high success rate might be due to the fact that these species are naturally tolerant to oxygen-depleted habitats. The plants were placed into glass containers with the hormone solutions and water for a long time.

#### -Direct sowing

Direct sowing in arid deserts is not always successful and subject to a variety of problems. Ungar (1967) suggests that salinity in combination with surface temperatures is amongst the most important environmental factor that controls germination of arid desert plants. El-Sharkawi *et al.* (1989) suggest that the main environmental factors do not influence germination separately. Beadle (1952) stated that the failure of establishing vegetation from sowing is largely due to a lack of knowledge



of the conditions necessary for the establishment of plants from seeds. Abu-Irmaileh (1994) stressed the difficulties in restoring vegetation from seeds in degraded grasslands in Jordan. McKell (1986) addressed the possibility of establishing plants on arid saline land after soil surface preparation and careful species selection.

In our experiments we sowed at the end of the cool season, after the soil was supplied with a permanent sprinkler irrigation system, and eleven species were successfully established using the direct sowing technique. Direct sowing proved to be a successful method, provided there was sufficient low salinity irrigation water, moist ground, and the right season. During the cool season sowing seems to be one of the best methods, especially for the fast growing perennial and annual shrubs. *Haloxylon* seems to be dependent upon very correct timing, and it germinates only in the cool season.

### Conclusion

- An initial freshwater supply seems to be a good method to establish long-lasting *Zygophyllum*, *Haloxylon* and *Cornulaca* dominated vegetation.
- Short rooted adult plants seem to be suitable for transplanting in hot arid deserts, whereas seedlings seem to be unsuitable.
- Our cutting trials showed only limited success. Correct timing and handling seem to be crucial. Based on these experiments, no comment can be offered concerning the efficiency of rooting hormones.
- Direct sowing is a successful method for the establishment of vegetation in the Sweihan area, providing sufficient initial moisture, correct timing and carefully selected seeds.

-Knowledge of the propagation of more than forty indigenous Arabian desert plants was gained. We know how to propagate the majority (75%) of the indigenous desert plants that we studied.

### Acknowledgements

The authors thank the Crown Prince of Abu Dhabi, H.H Sheikh Khalifa bin Zayed Al Nahyan, the President of the National Avian Research Center, as well as H.H Sheikh Mohammed bin Zayed Al Nahyan the Chairman of the Board and Mr. Mohammed Al Bowardi, the Center's Managing Director, for their support and interest in the practical and research work carried out by the Ecology Department.

The propagation trials and experiments could only have been carried out with the commitment and hard work of Ms. Donna Sargeant and Mr. Shadi bin Akram al Zubayyidi. Thank you very much. We would also like to thank Mrs. Hannelore Böer, Mr. Dieter Böer, Mr. Oystein Mortensen, the Abu Dhabi National Hotel Company, the Sweihan Municipality and the Al Ain Municipality for their help.

We also express our thanks to Dr. Fred Launay and Dr. Olivier Combreau for comments on the manuscript.

### References

- Abu - Irmaileh, B. E., 1994. Problems in revegetation from seed of rangelands on calcareous silty clay soils in Jordan. *Journal of Arid Environments*. 27: 375-385.
- Batanouny, K. H. and H. Ziegler, 1971. Eco-physiological studies on desert plants. II. Germination of *Zygophyllum coccineum* L. seeds under different conditions. *Oecologia* (Berl.). 8: 52-63.
- Beadle, N. C. W., 1952. Studies in halophytes. I. The germination of the seed and establishment of the seedlings of five species of *Atriplex* in Australia. *Ecology*. 33(1): 49-62.
- Böer, B., 1994. Status, environmental factors and recovery of the intertidal and terrestrial vegetation between Ras az Zawr and Abu Ali Island after the Gulf War oil spill. pp. 229-253. In: F. Krupp, Establishment of a Marine Habitat and Wildlife Sanctuary for the Gulf Region. Final Report for Phase II. CEC and NCWCD, Brussels and Riyadh.
- Buckley, G.P. (ed.), 1992: Biological habitat reconstruction. John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore.

- El-Sharkawi, H. M.; K.A. Farghali; S.A. Sayed, 1989. Interactive effects of water stress, temperature and nutrients in the seed germination of three desert plants. *Journal of Arid Environments*. 17: 307-317.
- Hunter, R.B., E.M. Romney, A. Wallace & J.E. Kinnear, 1980: Residual effects of supplemental moisture on the plant populations of plots in the Northern Mojave Desert. Nevada Desert Ecology. *Great Basin Naturalist Memoires*, pp. 24-27.
- Ismail, A. M. A. & G A. El-Ghazaly, 1990. Phenological studies on *Zygophyllum gatarense* Hadidi from contrasting habitats. *Journal of Arid Environments*. 18: 195-205.
- Loach, K., 1985. Rooting of cuttings in relation to the propagation medium. *Proc. Inter. Plant Prop. Soc.* 35: 472-485.
- Mandaville, J.P., 1990: Flora of Eastern Saudi Arabia. Kegan Paul Ltd., London. 482p.
- Mayer, A.M. & A. Poljakoff-Mayber, 1989: The germination of seeds, 4th ed. Pergamon Press, Oxford, pp. 118.
- McKell, C.M., 1986: Propagation and establishment of plants on arid saline land. *Revegetation and reclamation research*, Vol.5, pp. 363-375.
- Price, H.C. & B.H. Zandstra, 1988: Maximize transplant performance. *Amer. Veg. Grower* 36(4): 10-16.
- Stoltz, L.P. & C.E. Hess, 1942. The propagation of *Chionanthus retusus* by cuttings. *Nat. Hort. Mag.* 21(4):175-178.
- Suda, S.; S.I. Al Kuwari, 1995. Mangrove afforestation methods in Qatar using *Avicennia marina*. Department of Agriculture Development, Ministry of Municipal Affairs & Agriculture. pp. 1-23.
- Ungar, I. A., 1967. Influence of salinity and temperature on seed germination. *Ohio Journal of Science*. 67(2): 120-123.
- Wood, P.J., A.F. Willens and G.A. Willens, 1975: An irrigated plantation project in Abu Dhabi. *Commonw. For. Rev.*, 54, 2, pp. 139-146

**Reise nach Chiles Süden und Norden, vom 15.10. bis 14.11.1996**

(PROF. DR. W. SCHLEGEL)

Vorausgeschickt werden muß die Bemerkung, daß es sich um eine private Reise handelte, die meine Frau und ich unternommen haben, um in der Hafenstadt Lebu, Región VIII, rund 750 km südlich von Santiago, unseren Sohn Michael zu besuchen. Selbstverständlich hatten wir auch vor, wenigstens Teile des sich über 4200 km in Nord-Süd-Richtung erstreckenden Landes Chile kennenzulernen.

Mit dem Überlandbus - in Chile wird fast der gesamte Personenverkehr mit Überlandbussen unterschiedlicher Qualitätsklassen abgewickelt - erreichten wir über Temuco im südlichen Längstal und über das Zentrum des Siedlungsgebietes der deutschen Volksgruppe, Osorno, am südlichen Rand des von der pleistozänen Vorlandvereisung geprägten Seelands die Hafenstadt Puerto Montt. Bei Puerto Montt, über 1000 km südlich von Santiago, sinkt die Sohle des Längstals unter den Meeresspiegel, und die Küstenkordillere löst sich in eine Reihe von Inseln (die größte ist Chiloé) auf, während die von vielen Vulkanen besetzte Hauptkette der Anden gegen Süden zunehmend von Gletschern bedeckt und durch zahlreiche Fjorde gegliedert wird. In Puerto Montt endet auch die aus Santiago kommende Bahnlinie. Fast der gesamte Personen- und Güterverkehr nach Patagonien, außer einigen Flügen pro Tag, wird übers Meer abgewickelt, da hier die Carretera Panamericana nach Südwesten zur Insel Chiloé abbiegt, wo sie ihr südliches Ende erreicht, und die Carretera Austral auf dem Festland wegen vieler Schiffspassagen über die Fjorde eine sehr schwierige und zeitraubende Landverbindung darstellt. Puerto Montt hat deshalb als Hafen Bedeutung sowohl für die Fischerei wie auch für den innerchilenischen Frachtverkehr. Es ist auch Exporthafen für Rohmaterial zur Zellulose-Herstellung, das aus den schnellwüchsigen Eukalyptus- und Kiefernwäldern Süchiles gewonnen wird. Ziel dieser Exporte ist Japan.

Die Stadt Puerto Montt zeigt einen amphitheaterartigen Aufbau über dem breiten Meersarm zwischen Chiloé und dem Festland. Sie besteht aus einem eigenartigen Gemisch älterer, meist aus Holz gebauter Häuser und sehr moderner, teilweise durchaus ansprechender Geschäfts- und Bürohäuser sowie von Hotels jeder Kategorie, woran ihre Bedeutung auch für den Tourismus sichtbar wird. Sie ist die Drehscheibe für den Besuch Patagoniens, sowohl des chilenischen als auch des argentinischen Teils. Der Besucher sollte nicht versäumen, den Hafen San Angelmó zu besuchen. Sein Fischmarkt weist ein überwältigendes Angebot an Fischen und Meeresfrüchten auf. Verlockend sind auch die Angebote der zahlreichen kleinen Spezialitätenrestaurants, die zum Teil recht malerisch in der oberen Etage eines hölzernen Pfahlbaus untergebracht sind. Der Fischmarkt ist die Hauptattraktion der Stadt.

Da eine Schiffsreise in die südlichen Fjord- und Gletschergebiete sich aus Zeitgründen als nicht durchführbar erwies, entschlossen wir uns zu einer Bus- und Schiffsreise durch die Anden nach San Carlos de Bariloche im argentinischen Patagonien. Die Fahrt wird vom Reisebüro Andina del Sud in Puerto Montt angeboten. Sie führt, auf den Spuren ehemaliger Tragtierkarawanen, von Puerto Montt und Pueto Varas am Südufer des Lago Llanquihue entlang, am V. Osorno (2652 m), dem Modellvulkan Chiles, vorbei zum Parque Nacional Perez Rosales. Der Petrohue, Abfluß des Lago Todos Los Santos, durchbricht im Westen des Parks auf seinem Weg zum Meer einen jungen Lavastrom des V. Calbuco (2003 m) mit den Saltos del Petrohue. Nach wenigen Kilometern endet die erste Busetappe im Weiler Petrohue am Lago Todos Los Santos.

Es folgt eine über 30 km lange Schiffspassage (1 Std. 40 Min.) mitten durch die Hochgebirgswelt der Anden. Nur gelegentlich erkennt man ein einzelnes kleines Haus, eine Bootsanlegestelle im dichten Regenwald. Zwischendurch wird auf dem See Post für die benachbarten Bewohner an ein kleines Motorboot übergeben. Beim Passieren eines Inselchens, auf dem ein stattliches Landhaus steht, grüßt der Kapitän mit dreimaligem Hupen den Begründer (1913) der Anden-Tour, Ricardo Roth, der hier begraben ist. Die Insel ist, ebenso wie das Unternehmen Andina del Sud, bis heute in den Händen der Familie Roth. Ricardo Roth hatte nach dem Niedergang des Frachtverkehrs mit Tragtieren und Booten als Folge der Eröffnung des Panama-Kanals die Idee, künftig Touristen auf derselben Route durch die Anden zu führen.

Beim Peulla-Hotel am Ostende des Lago Todos Los Santos, mitten im unberührten Regenwald, war die Seefahrt zu Ende. Eine weitere Busfahrt (27 km) über schmale Schotterstraßen führte zum Paso de Perez Rosales (1022 m), und in einem steilen Abstieg auf der Ostseite im argentinischen Parque Nacional Nahuel Huapi nach Puerto Frias. Anschließend wurde in 20 Minuten der kleine, von senkrechten Felswänden flankierte Lago Frias längs durchfahren. Von dort führte ein Bus die Reisegruppe ins 6 km entfernte Puerto Blest am Lago Nahuel Huapi, nach dem der argentinische Nationalpark benannt ist. Es handelt sich um einen vielverzweigten Fjord mitten im Kontinent, der im Osten bis ins patagonische Tafelland hinausreicht. Vom Schiff aus konnte man auf der folgenden 1 1/2-stündigen Fahrt den allmählichen Übergang vom Regen- und Nebelwald, mit Nothofagus-Arten und Bambus als Unterwuchs, zur patagonischen Trockensteppe beobachten. Eine Busfahrt von Puerto Pañuelo nach San Carlos de Bariloche (ca. 25 km) durch das Fremdenverkehrsgebiet am Ufer des Nahuel Huapi beschloß ein eindrucksvolles Tagesprogramm. San Carlos ist eine moderne, nicht gerade schöne, aber sehr saubere Großstadt am steilen Seeufer, geprägt vom Fremdenverkehr und von aus Deutschland, der Schweiz und Österreich kommenden Bewohnern. Die Restaurants haben reichhaltige Speisen- und Getränkekarten, selbstverständlich auch in Englisch und Deutsch. Die Preise sind allerdings, im Vergleich zu Chile, sehr hoch, da der argentinische Peso im Wert an den US-\$ gebunden ist.

Für die Rückfahrt nach Puerto Montt buchten wir am frühen Morgen des folgenden Tages am Bus-Terminal Plätze in einem direkten Überlandbus. Das östliche Ende des Nahuel Huapi mit mächtigen Moränenbögen wurde umfahren. Auf dem Weg zum weiter nördlich gelegenen Paso Puyehue (rund 1300 m) konnten wir nochmals die ganze Abfolge der Vegetationszonen in umgekehrter Reihung von der Steppe über den relativ trockenen Bergwald im Osten bis zum Regen- und Nebelwald am Paß und auf der westlichen Rampe erleben. Am Lago Puyehue entlang erreichten wir wieder das von Gletschern geformte Seeland, von dessen deutschen Bewohnern der "Kuchen" als Gebäck verbreitet und zugleich als Wort in das chilenische Spanisch eingebürgert wurde, eine Tatsache, die der "Slaby-Grossmann" immer noch nicht zur Kenntnis genommen hat. Am späten Nachmittag erreichten wir wieder Puerto Montt.

Unser nächstes Reiseziel war Valdivia. Die 1552 von Pedro de Valdivia gegründete, ab 1850 stark von Deutschen geprägte Stadt erlebten wir bei strömendem Regen. Die Universität (Teil der Universidad Austral) liegt, aufgegliedert in zahlreiche Pavillons, mitten in einem parkähnlichen Campus, an den sich der weitläufige botanische Garten mit wohl allen im südlichen Regen- und Nebelwald vorkommenden Baum- und Straucharten anschließt. Sehenswert ist auch das historische Museum. Die Stadt wurde beim Erdbeben von 1960 weitgehend zerstört und zeigt heute nur noch wenig historische Bausubstanz.

Auf der Flucht vor dem Regen erreichten wir am folgenden Tag Pucón, einen Fremdenverkehrsort am Lago de Villarica im nördlichen Seengebiet. Über die Dächer erhebt sich der schneebedeckte Vulkan Villarica (2847 m). Tagsüber zeigt er seine anhaltende Aktivität (letzter Ausbruch 1987) durch eine Rauchfahne, bei Nacht durch Feuerschein. Pucón ist ebenfalls eine von Deutschen, Schweizern und Österreichern geprägte Stadt. Die Namen von Straßen, Hotels und Gasthöfen erinnern daran: Salzburger Hof, Konditorei Holzapfel, Schweizer Haus, auch wenn heute nicht mehr viel deutsch gesprochen wird. In Pucón sind wir auf Klaus Thiele, einen aus Winterberg gebürtigen ehemaligen Extrembergsteiger, gestoßen, der heute Touren zum V. Villarica und in die Anden im Grenzgebiet zu Argentinien führt. Wir schlossen uns ihm auf einer Fahrt zum Salto del León und zum recht urtümlichen Thermalbad Palguin, mitten im Nothofagus-Wald einer engen Schlucht gelegen, an. Auf der Rückfahrt wurde auf der Farm einer Mapuche-Familie angehalten. Wir wurden im geräumigen Holzhaus mit Schmalzgebäck, Brot, Butter und Käse, alles selbst hergestellt, und mit Kaffee und Tee bewirtet. Die Mapuche-Indianer führten im mittleren Süden Chiles gegen die spanischen Eroberer blutige Kriege. Erst im vorigen Jahrhundert gaben sie, nach schweren Auseinandersetzungen mit den deutschen Einwanderern, ihren Widerstand auf, leben aber seither eher abseits auf ihren Farmen oder als sozial benachteiligte Bevölkerung in den Städten. Allerdings erleben sie heute, politisch und ins Bildungswesen voll integriert, einen starken Aufschwung ihres Selbstbewußtseins, verbunden mit der Pflege ihrer alten Kultur, die in besonderen Museen, z.B. in Cañete, auch der weißen Bevölkerung zugänglich gemacht wird.

Nach kurzem Zwischenaufenthalt in Lebu fuhren wir, unterbrochen durch einen 7-stündigen Aufenthalt in Santiago in den trockenen Norden Chiles, in die Atacama. In Antofagasta, nach 22-stündiger Busfahrt ab Santiago, erwartete uns Iván Lara, ein gebürtiger Franzose, aber seit rund 40 Jahren in Chile, wie ein Einsiedler in Paniri, rund 120 km von Calama entfernt, in 3600 m Höhe lebend. Mit Iván, von Beruf Weltenbummler, zeitweise Lektor für Philosophie an der Universidad de Chile, Stadtplaner (z.B. in Calama), heute hauptsächlich kultureller und sozialer Betreuer der Atacameño-Indianer in der Provinz Calama, fuhren wir mit dessen Chevrolet Camionette in den folgenden acht Tagen zunächst der Küste entlang nach Norden bis Iquique, dann nach Osten auf das Wüsten-Hochplateau östlich der Küstenkordillere nach Calama. Von hier aus wurde uns von unserem Begleiter die ganze vielfältige Schönheit, aber auch die Härte der Extremwüste erschlossen. Der Weg ging über Waschbrett-Pisten und steinübersäte Flächen, über Pässe bis 4800 m Höhe, durch Flüsse, welche am Rand der Hochanden unversehens aus dem Wüstenboden entspringen, über unendlich weite Pedimentflächen und durch wilde Cañons, über abenteuerliche Brücken, durch Kakteen-"Wälder" und Zwergstrauchfluren der Puna oberhalb 3300 m, über die aufgebrochenen Salzflächen des Salars de Atacama. Wir beobachteten die Lama- und Alpaca-Herden der Atacameños auf der Weide und im Corral, sahen aber auch verwilderte Esel und scheue Vikunjas und Nandus. Wir besuchten mit Iván einsame Indianerdörfer und bewunderten die arbeitsintensive Anbau- und Bewässerungstechnik auf vielstufigen Terrassenhängen. Wir lernten auch die von Touristen vielbesuchte Oasenstadt San Pedro de Atacama mit ihrer alten Kirche unter einem aus Kakteenstämmen gezimmerten Dach und dem modernen Atacama-Museum der Universidad del Norte, deren Exponate zum größten Teil von dem belgischen Jesuiten P. Paine, ehemals Pastor in San Pedro, gesammelt worden sind. Er gilt als der beste Kenner der verschiedenen Indianerkulturen (über mehrere Jahrtausende) der Atacama. Wir erlebten in Chuquicamata das gräßliche Beispiel der Ausbeutung der Erde durch die Hochtechnologie. Aber wir entdeckten in Iquique an der Küste in wüstenartiger Umgebung auch die wohl schönste Stadt des chilenischen Nordens mit zahlreichen gut gepflegten Häusern im nördlichen Kolonialstil und mit der ehemaligen Oper aus der Zeit des Salpeterbooms, heute Museum und lokale Ballettschule. Wir lernten den Durst unter der glühenden Sonne kennen, die eisige Kälte auf den Hochflächen bei Nacht, und wir erreichten die Geysire von El Tatio (ca. 4500 m hoch) noch vor Sonnenaufgang, umgeben von Eisflächen, erlebten die aufsteigenden Dampfsäulen der hunderte von Springquellen nach Sonnenaufgang und wärmten uns schließlich im mehr als 40° C heißen Wasser am Rand des Thermenfeldes wieder auf. Zum Schluß bot sich uns im Valle de la Luna ein fast unreal anmutendes Landschaftsbild der Cuesta de la Sal mit phantastischer Weitsicht auf die Hochandenkette und ihre Vulkane an der Grenze zu Bolivien, hoch über dem ehemaligen Ozeanbecken des Salars de Atacama mit seiner graubraun bis hellweißen Salzkruste: eine Geisterwelt. Nach acht Tagen hieß es "Zurück in die Zivilisation". Eine gründliche Dusche bei Freunden von Iván, ausgerechnet in Chuquicamata, erleichterte den unmittelbaren Schritt direkt zum Überlandbus nach Santiago.

Nach fast 24 Stunden Busfahrt ab Calama waren wir wieder in Santiago. Wir nahmen uns Zeit, um Eindrücke von der fast 7 Mio Einwohner zählenden Landeshauptstadt zu sammeln, die voll ist von Verkehr, Geschäften, sich zwischen den Banken, Versicherungen, Palästen aus der Barockzeit neben modernen Glaspalästen bewegend Menschenmassen. Es gibt Luxusviertel neben elenden Wohnquartieren, eine supermoderne Metro neben einem kümmerlichen Rest der ehemaligen chilenischen Bahn. Santiago ist keine schöne, aber eine fast europäische Stadt, die, umrahmt von den schneebedeckten Gipfeln der Hochanden, mitten im fruchtbaren chilenische Längstal in herrlicher Umgebung liegt, gleichzeitig aber fast erstickt in den Abgasen von Industrie, Verkehr und Hausbrand. Wohltuend ist die immer wieder erfahrene Freundlichkeit und Hilfsbereitschaft der Menschen, die, auch wenn sie selbst ihren Geschäften hinterherjagen, immer noch einen Blick für die Hilfsbedürftigkeit von anderen haben.

Es gäbe noch viel zu berichten: über die aufstrebende Wirtschaft und die schlechte soziale Situation der Mehrheit des chilenischen Volkes, über das politische System nach der Ära Pinochet, über das Bildungs- und Ausbildungswesen, über Umweltzerstörung und großzügigen Naturschutz. Aber das würde den Rahmen des Jahresberichts des Faches Geographie sprengen. Außerdem fehlt die Möglichkeit der Veranschaulichung. Wir verließen Chile nach einem Monat Aufenthalt mit dankbarem Gefühl für die großzügige Gastfreundschaft und Hilfsbereitschaft, mit Dankbarkeit insbesondere für Iván Lara, der uns die Wüste erleben ließ, wie es sonst kaum möglich wäre. Wir haben den Wunsch, Chile wieder einmal zu besuchen, dann aber den tiefen Süden und den mittleren Norden, Landesteile, die wir noch nicht kennen, zu besuchen.

### Sebkhas als Ausdruck von Landschaftsdegradation im zentralen Küstentiefland der Ostprovinz Saudi Arabiens

Zusammenfassung der beim FB Geowissenschaften der Universität Bochum vorgelegten Dissertation von H.-J. Barth

Das Problem der Degradation weiter Flächen in der Ostprovinz Saudi Arabiens ist keineswegs ein neues Phänomen, sondern ein Prozeß, der bereits Anfang des 20. Jahrhunderts mit den rasanten, gesellschaftlichen Veränderungen durch die Ölexploration in dieser Region einsetzte. Während der letzten zwei Jahrzehnte allerdings wurde diese Entwicklung durch eine signifikante Zunahme der Sanddynamik zu einer ernstzunehmenden Bedrohung für die empfindlichen Ökosysteme einerseits und für rasch wachsende Industriestädte andererseits. Der ökonomische Schaden durch den Verlust ehemals ergiebiger Weideflächen und die Beeinträchtigung empfindlicher Industrieanlagen sowie die Minderung der Lebensqualität ist beträchtlich.

Die starken Winde im Untersuchungsgebiet haben ein beträchtliches Sandtransportpotential, so daß es bei einem weiteren Rückgang der Vegetation zu einer erheblichen Verstärkung der Erosion des Sandes kommt. Die zahlreichen Sebkhas im Untersuchungsgebiet, bei denen es sich um salzverkrustete Ebenen handelt, die einen Gleichgewichtszustand zwischen Erosion und Akkumulation darstellen, der von dem lokalen Grundwasserspiegel kontrolliert wird, sind überwiegend in der Hauptwindrichtung orientiert. Daher wurden sie bei der Untersuchung der Erosionsvorgänge besonders berücksichtigt.

Ziel der Untersuchung war es, das Ausmaß der bisher entstandenen Schäden zu erfassen, den Prozeß der Sebkhabildung als Teil der Landschaftsdegradation herauszustellen und anhand von Vergleichsuntersuchungen auf geschützten Flächen Kriterien für die Bewertung des Zustandes der Ökosysteme zu finden.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich an der Küste des Arabischen Golfes nördlich von Jubail, wo es etwa 20 km in das Inland hineinreicht und eine Fläche von ca. 1000 km<sup>2</sup> aufweist.

Bei der Bestandsaufnahme der Vegetation im Untersuchungsgebiet wurden, ausgehend von den dominanten und ko-dominanten Arten, acht Vegetationstypen klassifiziert. Vergleichende Untersuchungen auf geschützten Flächen, die nicht oder nur in sehr geringem Umfang der Beweidung ausgesetzt waren, zeigten, daß der andauernde Weideimpakt sowie Freizeitaktivitäten der erholungssuchenden Bevölkerung eine erhebliche Reduzierung der Vegetationsdichte und eine veränderte Artenzusammensetzung zur Folge haben. Aufgrund ihrer Abundanz und Ausprägung haben sich folgende Arten zur Bewertung der ökologischen Situation als besonders geeignet erwiesen: *Erucaria classifolia*, *Rhanterium epapposum*, *Erodium sp.*, *Moltkiopsis ciliata*, *Cyperus conglomeratus*, *Plantago boissieri*, *Panicum turgidum* und *Stipagrostis plumosa*.

Mit einer neuen Technik des Videomonitoring wurde bei Helikopterflügen die flächenmäßige Ausdehnung der einzelnen Vegetationstypen sowie ihr Deckungsgrad für das gesamte Untersuchungsgebiet kartiert. Die Reduzierung der Vegetation führt auf den lockeren Sandböden zu einer verstärkten, windbedingten Dynamik mit zahlreichen, charakteristischen Erosionserscheinungen. Windrippeln verschiedener Ausprägung, freigelegte Wurzelsysteme von Pflanzen, Nebkhas, Leedünen, Parabeldünen und Sandsheets sind Anzeichen starker äolischer Erosion im gesamten Arbeitsgebiet. Materialdefizite von 100 bis 200 kg/m<sup>2</sup> sind auf exponierten Flächen keine Seltenheit.

Die zahlreichen Sebkhas im Untersuchungsgebiet sind hinsichtlich ihrer Dynamik und Entstehung zentraler Bestandteil der Arbeit. Sedimentologische und grundwasserchemische Untersuchungen, Vergleiche zwischen Inland-Sebkhas und Küsten-Sebkhas, eine Analyse der Vegetationszonierung an den Sebkharändern und Messungen von räumlichen Veränderungen der Sebkharänder führten zu folgenden Ergebnissen:

Die Inland-Sebkhas sind zum größten Teil rezente, geomorphologische Formen und Ausdruck einer stark defizitären Sandbilanz eines großräumigen Wind-Aktions-Systems. Sie sind eindeutige Deflationsformen, deren Dynamik in hohem Maße von den herrschenden, geökologischen Rahmenbedingungen abhängig ist. Es ist aus diesem Grund davon auszugehen, daß es sich bei den Inland-Sebkhas der Ostprovinz Saudi Arabiens um Formen handelt, die vom marinen Einfluß unabhängig und einzig auf die Faktoren des oberflächennahen Grundwassers im Zusammenhang mit starken Deflationvorgängen unter den gegebenen klimatischen Bedingungen zurückzuführen sind.

Die folgenden Phänomene sprechen für diese Aussage:

1. Die räumliche Ausdehnung von Gipslagen, die in der beobachteten Form nur in einer Sebkhha entstehen können, und deren Ausbildung in den süd- bis südöstlichen Teilen der Sebkhhas meist wenig entwickelt ist.
2. Pflanzliche Reste und Nebkhas, die eine ehemalige, weitere Ausdehnung der Sandsheets dokumentieren.
3. Typische Erosionsoberflächen in Sebkhhas.
4. Aktuelle Rückverlegung des Verlaufs von südlichen bis südöstlichen Sebkhharändern um mehr als fünf Meter in neun Monaten.
5. Der Zusammenhang des Deckungsgrades der Vegetation in den an die Sebkhhas angrenzenden Sandsheets und der süd- bis südostwärtigen Ausdehnung der Sebkhhas.
6. Die Längen-Breiten-Verhältnisse der Sebkhhas von 2,8:1 und ihre Orientierung in der Hauptwindrichtung.
7. Die im Satellitenbild erkennbaren, auffälligen Schleier in Lee der Sebkhhas, bei denen es sich vermutlich um aus der Sebkhha ausgewehte Salz- und Feinsedimentanreicherungen handelt.
8. Die Lage der nördlichen, zentralen Küstentiefländer im Bereich der negativen Sandbilanz des großräumigen Wind-Aktions-Systems Ostarabiens, für das Erosions- und Deflationsformen charakteristisch sind.

Die Erosionsvorgänge im Sebkhharandbereich können aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse als weiterer Indikator für die ökologische Beeinträchtigung dieses Raumes durch Überweidung herangezogen werden, zumal ein großräumiges Monitoring mit Hilfe von Luft- oder hochauflösenden Satellitendaten problemlos möglich ist.

Die Hauptursache für die Degradation weiter Gebiete in der Ostprovinz sind eine bei weitem zu hohe Bestockungsdichte und an die empfindlichen Ökosysteme nicht angepaßte Weidepraktiken. Besonders in der Nähe von Städten kommt es seit wenigen Jahren immer mehr zu Beeinträchtigungen der Vegetation durch Camping und das Befahren von Dünen mit Geländefahrzeugen als Freizeitvergnügen der städtischen Bevölkerung. Diese Erkenntnis erfordert ein, den jeweiligen Ökosystemen angepaßtes Weidemanagement und gesetzliche Grundlagen, um diese sowie Regulierungen hinsichtlich der Freizeitaktivitäten der Bevölkerung durchzusetzen. Berechnungen des derzeitigen Weidepotentials im Untersuchungsgebiet zeigen, daß dreiviertel der Tiere von den Weiden genommen werden müßten, um eine volle Regeneration der Pflanzen zu gewährleisten. Bei einem pflanzlichen Produktionspotential, das um das drei- bis fünffache über der derzeitigen Produktion perennierender Pflanzen liegt, könnte nach einer ein- bis zweijährigen Regenerationsphase und anschließendem, angepaßtem Weidemanagement, entsprechend dem Zuwachs der pflanzlichen Produktion, auch die Anzahl der Tiere im Untersuchungsgebiet wieder erhöht werden, wobei die derzeit aktuellen Zahlen von ca. 2 UBT/km<sup>2</sup> als realistisches Ziel angesehen werden können.



Sollte sich die gegenwärtige Entwicklung aber unverändert fortsetzen, dann ist mit einer weiteren, extremen Vergrößerung der Flächen reaktiver Dünenysteme zu rechnen. Beobachtungen aktiver Dünenfelder im Arbeitsgebiet zeigten, daß sich deren Fläche innerhalb von 15 Monaten verdoppeln kann. Im Gegensatz zu den verbreiteten Sandsheets ist das Regenerationspotential der Vegetation auf aktivierten Dünen sehr viel geringer, wodurch sich der Prozeß der Stabilisierung solcher Flächen sehr viel schwieriger und vor allem langwieriger und daher kostenintensiver gestaltet. Bei einer zu erwartenden, flächenmäßig überproportionalen Zunahme solcher Areale ist es tatsächlich angebracht, von Desertifikation zu sprechen. Angesichts der Tatsache, daß derzeit schon 80% der Ernährung des Viehs auf der Basis von Zufütterung beruhen, und ein Ansteigen auf Werte gegen 90-95% in naher Zukunft realistisch anzusehen sind, ist es schon aus ökonomischen Gründen nicht vertretbar, eine sofortige Umsetzung eines umfangreichen Maßnahmenkataloges zur Wiederherstellung bzw. anschließenden, nachhaltigen Nutzung der Weiden zu unterlassen.

Die Entwicklung der Dünenvegetation ist ein komplexer Vorgang, der von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst wird. In den letzten Jahren haben sich die Flächen reaktiver Dünen in erheblichem Maße vergrößert, was auf eine fortschreitende Desertifikation hindeutet. Die Ursachen dafür sind vielfältig, darunter die Überweidung durch das Vieh, die Abnahme der Nährstoffzufuhr durch die Düngung und die Zunahme der Windstärke. Die Folgen sind eine Verringerung der Pflanzendichte, eine Zunahme der Sandtiefe und eine Verringerung der Wasserhaltefähigkeit des Bodens. Dies führt zu einer Verringerung der Biomasse und damit zu einer Verringerung der Nahrung für das Vieh. Um die Flächen wieder stabil zu machen, sind Maßnahmen erforderlich, die die Vegetation fördern und die Weidung kontrollieren. Dazu gehören die Anlage von Windschutzstreifen, die Düngung mit organischen Düngemitteln und die Reduzierung der Viehdichte. Nur durch eine ganzheitliche Herangehensweise kann die Desertifikation gestoppt und die Weiden nachhaltig genutzt werden.