

Teilprojekt B3**Funktionelle Beziehungen zwischen der Vegetationsdynamik,
dem Wasserkreislauf und dem Einfluß des Menschen**

Participants:	Discipline
Prof. Dr. N. Jürgens (Koordinator) Institut für Botanik I, Universität zu Köln	Vegetationsökologie
Prof. Dr. G. Menz Geographische Institute, Universität Bonn	Geographie: Fernerkundung
Prof. Dr. H. Goldbach / Dr. J. Burkhardt Agrikulturchemisches Institut, Universität Bonn	Ökophysiologie / Pflanzenernährung
Prof. Dr. M. Janssens Institut für Obstanbau und Gemüseanbau Abt. Tropischer Pflanzenbau	Ökophysiologie / Pflanzenbau

Zusammenfassung:

Der Berichtszeitraum beinhaltet für alle Arbeitsbereiche des Teilprojektes B3 den logistischen und konzeptuellen Projektbeginn. Der logistische Projektbeginn umfasste insbesondere die im Berichtszeitraum erfolgten Einstellungen der drei Doktoranden sowie des Nachwuchswissenschaftlers von B3, sodann die Beschaffung und Versendung von Geräten, Ausrüstung und Informationen (Satellitenbilder, Literatur, etc.), des weiteren den Aufbau und Ausbau von Kontakten zu mehreren marokkanischen Partnerinstitutionen, wobei der Anfang dieses Jahres erfolgte Abschluss eines Kooperationsvertrags mit dem Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II in Rabat betont werden soll.

Der konzeptuelle Projektbeginn beinhaltet die genauere Definition der thematischen Verknüpfungen und Schnittstellen mit den anderen Impetus-Teilprojekten sowie die Ausarbeitung der genauen wissenschaftlichen Teilvorhaben im Rahmen von geplanten Dissertationen. Ein wichtiger konzeptueller Schritt im Projektzeitraum war die endgültige Auswahl der exakten Standorte des Impetus-Testsite-Transektes in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit den anderen Teilprojekten. Zum Abschlußtermin dieses Berichtes waren fast alle Testsites bereits aufgebaut, bzw. die Arbeiten an der letzten Testsite waren gerade begonnen worden.

Erste fachliche Ergebnisse umfassen eine gründliche Literaturrecherche und -aufarbeitung sowie das Erproben und Modifizieren von Methoden und Instrumenten. Die Arbeitsgruppe Vegetationsökologie hat eine Übersicht über die aus dem Untersuchungsgebiet beschriebenen Vegetationseinheiten zusammengestellt sowie einen ersten Datensatz von Vegetationsaufnahmen im Südteil des Gebiets erhoben und vorläufig klassifiziert; die Einrichtung der vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsflächen ist ebenfalls weit fortgeschritten.

Die Arbeitsgruppe Fernerkundung hat Algorithmen einer Bearbeitungskette zur Prozessierung von NOAA-Daten entwickelt, und baut derzeit eine Datenbank hierfür auf. Darüber hinaus wur-

de eine erste Klassifizierungen von Landsat-Daten erarbeitet, im Gelände überprüft und korrigiert.

Die landwirtschaftliche Arbeitsgruppe hat den Einsatz von Blattnässesensoren zur Charakterisierung des Transpirationsverhaltens von Halbwüstenpflanzen getestet. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass diese Technik auch unter voll-ariden Bedingungen einsatzfähig ist. Nach dieser positiv verlaufenen Erprobungsphase sind erste Messkampagnen auf der Testsites El Miyit und Taoujgalt für April 2001 in Vorbereitung.

Die Arbeitsgruppen des Teilprojektes B3 „Funktionelle Beziehungen zwischen der Vegetationsdynamik, dem Wasserkreislauf und dem Einfluß des Menschen“ hatten im Berichtszeitraum einen sehr zufriedenstellenden Projektstart zu verzeichnen, wobei neben der Abwicklung der logistischen und konzeptuellen Ziele insbesondere die Integration der neuen Mitarbeiter und die Kooperation mit den Institutionen vor Ort sehr erfreulich verlief. Vor diesem Hintergrund stellte sich rasch ein motivierendes interdisziplinäres Teamverhalten ein, welches die rasche Umsetzung der im Antrag formulierten Teilprojektziele in die Praxis beschleunigte und eine sehr gute Prognose für die Abwicklung der weiteren Arbeitsschritte in B3 sowie für die Zusammenarbeit im gesamten Verbund absichert.

Vegetationsökologie

1 Organisatorischer Projektfortschritt

1.1 Materialbeschaffung und -verschickung

Die Beschaffung von Geräten und Verbrauchsmaterialien für 2000 wurde weitgehend abgewickelt. Der Transport der für die Basis in Ouarzazate vorgesehenen Geräte und Ausrüstungsgegenstände hat sich durch die erst relativ spät eingetroffene Forschungsgenehmigung bedauerlicherweise verzögert. Die Sendung ist (gemeinsam mit der Ausrüstung der anderen Teilprojekte) am 15.3.2001 per Container abgesandt worden, so dass voraussichtlich etwa ab Ende März 2001 die benötigte Ausrüstung vollständig vor Ort vorliegt.

1.2 Reisen

Prof. Dr. N. Jürgens und Dr. Manfred Finckh waren ab 10. Oktober 2000 auf einer gemeinsamen Explorationsreise durch das Untersuchungsgebiet, die speziell der endgültigen Festlegung der Testsites diente. Die sich daraus ergebende Vorschlagsliste wurde auf der gemeinsamen Startexkursion der Impetus-B Teilprojekte Ende Oktober 2000 als gemeinsame Testsiteauswahl angenommen. Mit Unterstützung der GTZ Zagora konnte bereits im Oktober 2000 die erste Testsite mit Weideausschlussfläche bei El Miyit eingerichtet werden. Seit Anfang März 2001 wurden die beiden Testsites bei Bou Ihrhem und am Jebel Hssain installiert, an der Vorbereitung der nächsten Testsites wird derzeit gearbeitet.

1.3 Kooperationen

Das Teilprojekt Impetus-B3 hat im Berichtszeitraum das Kooperationsabkommen mit der marokkanischen Partnerinstitution Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II abgeschlossen.

Vom Ansprechpartner Prof. Dr. Mohammed Rejdali wurde insbesondere Unterstützung bei taxonomischen und bibliographischen Arbeiten in Herbarium und Bibliothek der Institution sowie die Unterstützung bei der Erlangung der notwendigen Ausfuhrgenehmigungen für Probematerial zugesichert.

Abspraken über gemeinsame Forschungsarbeiten sollten nach Unterzeichnung des Abkommens aufgenommen werden.

Darüber hinaus wurden Kontakte zu wichtigen Arbeitsgruppen aufgenommen, insbesondere zur AG von Mohammed Fennane vom Institut Scientifique in Rabat (federführend für das Florenprojekt und Leiter des Nationalherbars) sowie zur AG von Prof. Dr. Ulrich Deil in Freiburg (mit langjährigem Arbeitsschwerpunkt in Marokko)

2 Methodischer Projektfortschritt

2.1 Definition der Schnittpunkte von B3 zu Arbeitsgruppen der anderen Teilprojekte

Auf der gemeinsamen Startexkursion der Impetus-B Teilprojekte im Oktober 2000 wurden die Schnittstellen von B3 zu den anderen Teilprojekten besprochen und genauer definiert. Die gemeinsamen Diskussionen vor Ort ergaben 3 vorrangige Regelfunktionen der Vegetation in Bezug auf den Wasserhaushalt des Draacatchments (siehe Fig.:1).

- 1.) Regelgröße an der Schaltstelle Infiltration / Oberflächenabfluß (durch Beeinflussung der Oberflächenrauigkeit und der Bodenstruktur) (AG Dieckrüger, WP B2-3)
- 2.) Regelgröße für die Umlenkung von Bodenwasser und oberflächennahem Grundwasser in die Atmosphäre via Evapotranspiration (AG Goldbach, WP B3-1)
- 3.) Regelgröße für wichtige klimatische Faktoren auf Landschaftsebene (Albedo, Oberflächentemperatur, relative Feuchte, etc.), die in regionale Klimamodelle einfließen müssen (AG Menz, B3-1; AG Winiger, B2-1)

Die aufgeführten Regelfunktionen sind direkt von den jeweils standörtlich/naturräumlich unterschiedlichen Phytocönosen sowie deren jahreszeitlich/phänologisch bzw. langfristig ablaufenden Entwicklungen und Veränderungen abhängig. Die Beschreibung der raum-zeitlichen Dynamik der Vegetation im Draa-Einzugsgebiet ist deshalb eine notwendige Voraussetzung, um die Einflüsse von Klima und Nutzungswandel auf den Gebietswasserhaushalt zu modellieren.

Daraus ergeben sich als Kernaufgaben für Impetus B3 (vgl. Fig. 2):

- Die Beschreibung der standörtlichen/ naturräumlichen Variabilität der Vegetation
- Die Beschreibung ihrer jeweiligen zeitlichen Dynamik (jahreszeitlich sowie langfristige Veränderungsprozesse)
- Die Beschreibung der Steuerfunktionen/ Regelgrößen für die verschiedenen Entwicklungsstadien der Vegetation

Analyse der Steuerfunktionen der Vegetation

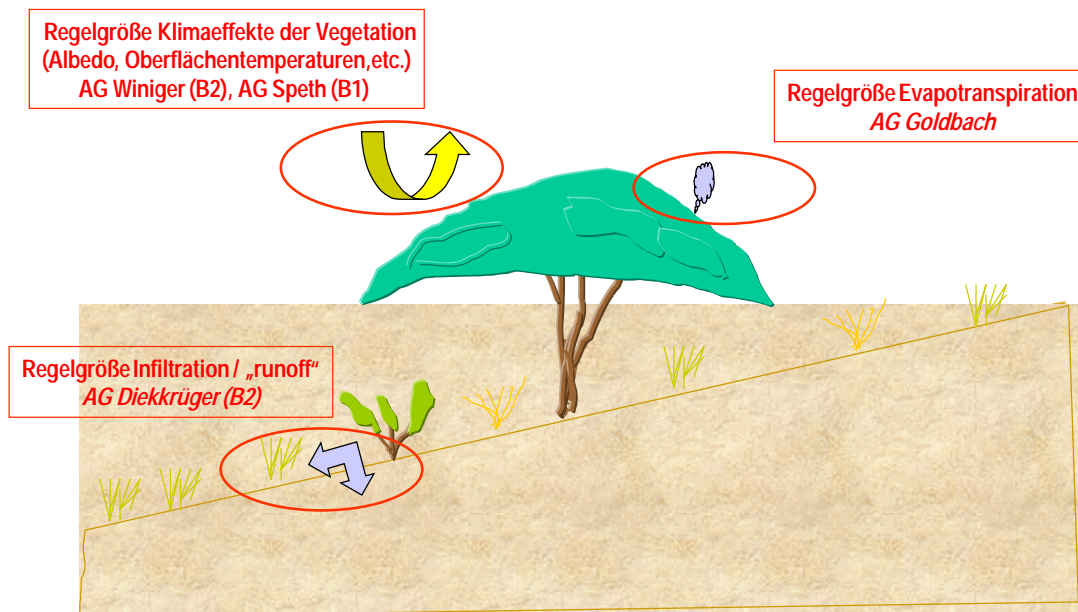


Abb.B3-1: Steuerfunktionen der Vegetation für den Gebietswasserhaushalt des Draacatchments

Aus der Bedeutung unterschiedlicher, insbesondere pastoraler Nutzungsregime für die Vegetation ergibt sich die Notwendigkeit intensiver Zusammenarbeit mit den Arbeitsgruppen Müller-Mahn und Casimir von Impetus B4. Als vorläufiger Schwerpunkt der Zusammenarbeit wurde dabei das Thema „Auswirkungen des sozioökonomischen und politischen Strukturwandels auf natürliche Ressourcen“ identifiziert. Am Beispiel der Region um Tagounite und M’Hamid soll in einem ersten konkreten gemeinsamen Schritt der Einfluß der Sedentarisierung von Nomadengruppen auf Landnutzungsmuster und –intensitäten untersucht werden.

2.2 Methodische Ansätze von Impetus B3

Die oben aufgeführten Kernaufgaben von Impetus B3 erfordern einen methodischen Ansatz in drei Arbeitsskalen, um das Gesamtuntersuchungsgebiet flächendeckend beschreiben zu können:

M a k r o s k a l a : Einzugsgebiet des Oued Draa

- GIS-gestützte Erstellung einer naturräumlichen Gliederung des Untersuchungsgebietes (Höhenmodell, geologische Information, Vegetationstransekte, agrarische Nutzungssys-

teme). Darauf basierend die Erstellung von Naturraummasken zur Interpretation der Satellitendaten.

- Vegetationsaufnahmen aus den flächenrelevanten Vegetationseinheiten der wichtigsten Naturräume. Klassifizierung der Vegetationseinheiten.
- Erarbeitung der Interpretationsalgorithmen für die verschiedenen Naturräume mit Hilfe der im Gelände erarbeiteten Vegetationsdaten (Knowledge-Based Classification).
- Interpretation der Fernerkundungsdaten: (Mustererkennung)
- Kombination der Teilkarten zu einer aktuellen Vegetationskarte des oberen Draa-Einzugsgebietes.
- Interpretation der Fernerkundungsdaten: Change Detection (Musterwandel)

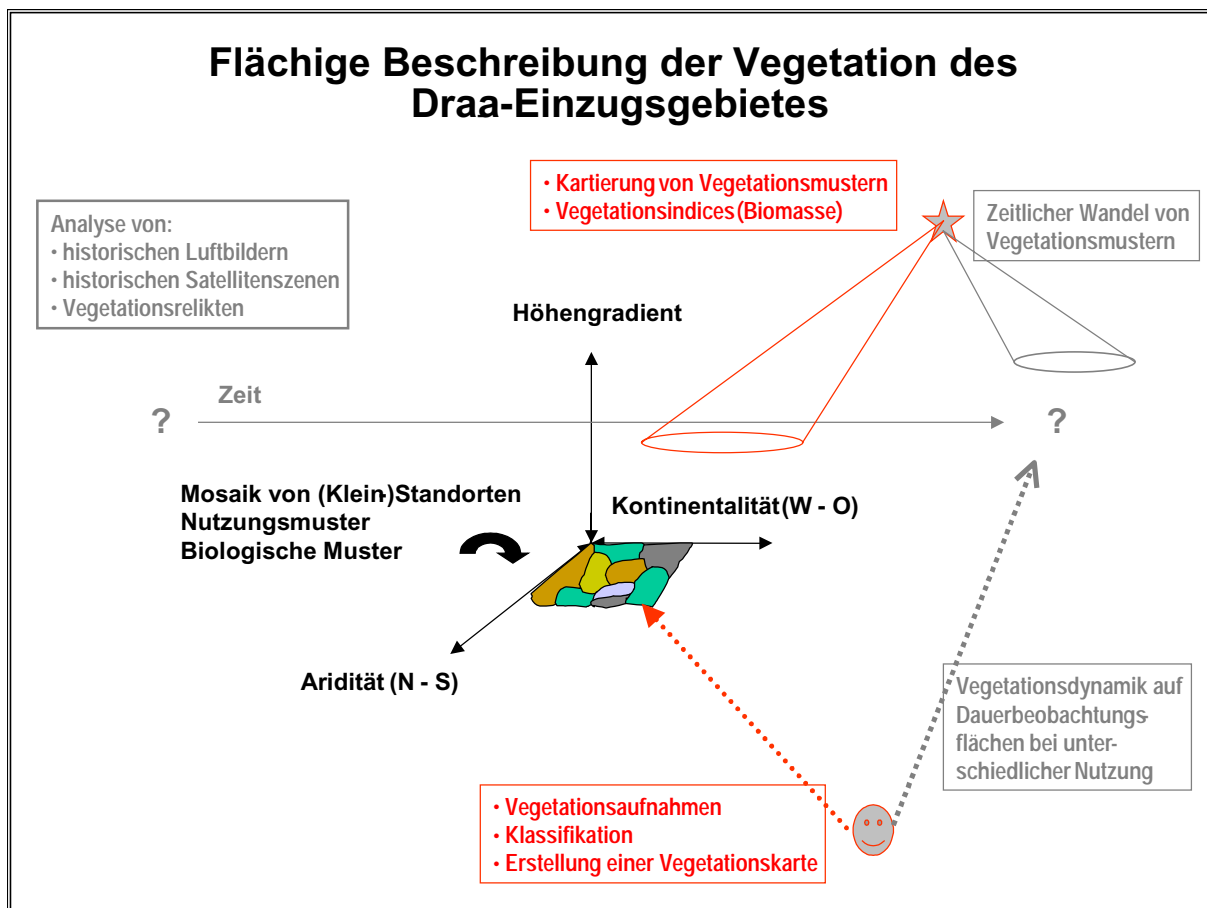


Abb.B3-2: Übersichtsschema zur flächigen Vegetationsanalyse im Draagebiet

M e s o s k a l a : Luftbildausschnitt um Testgebiete (abhängig vom verfügbaren Maßstab der Befliegungen, vermutlich 1:50.000) etwa 10 km x 10 km

- Vegetationsaufnahmen - Vegetationsklassifizierung - Vegetationskartierung (Musterzuordnung/ Ground Check)
- Analyse der Standortansprüche der unterschiedlichen Vegetationseinheiten: (Schwerpunkt in Dauerflächen)

- Retrospektive Analyse der Vegetationsveränderungen (Vergleich historischer und aktueller Luft- oder Satellitenbilder)

M i k r o s k a l a : Dauerbeobachtungsflächen, im Regelfall 100m²

- Prozessanalyse der Vegetationsdynamik unter unterschiedlichen Nutzungsregimen: (Schwerpunkt auf den Testsites)
 - Verbreitungsbiologisch (Samenproduktivität-Dispersion-Samenbank-Keimung-Etablierung-Life History)
 - Strukturell (Entwicklung der Vegetationsstrukturen auf Dauerbeobachtungsflächen unter unterschiedlichen Nutzungsregimen)
- Strategieanalyse dominanter Arten: Anpassung an mechanische (Fraß, Tritt, Sandschliff, Bodenbewegung,...), klimatische (T, L, H₂O, ...) oder chemische Faktoren (Salz, Nährstoffangebot, pH, ...)

A u f u n t e r s c h i e d l i c h e n S k a l e n :

- Modelling: Degradation-Rehabilitation in Abhängigkeit von Standort/Klima/-Nutzungsdruck

Arbeitsskalen für die Vegetationsanalyse im Draa-Einzugsgebiet

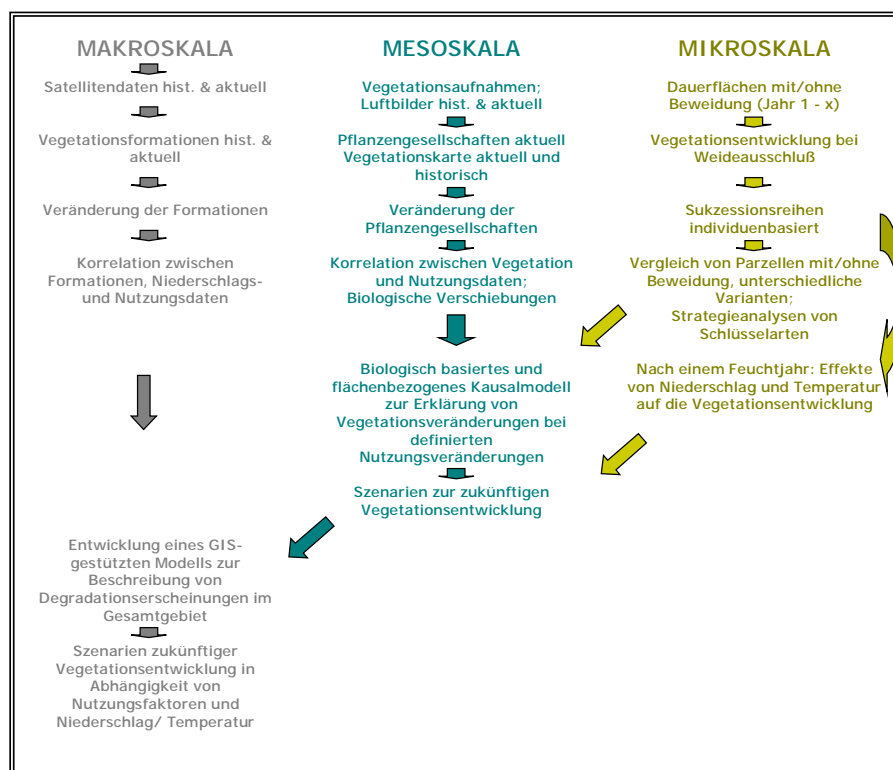


Abb. B3-3: Ablaufschema der Vegetationsanalyse im Draa-Gebiet

2.3 Testsiteauswahl und Einrichtung der Dauerbeobachtungsflächen

2.3.1 Testsiteauswahl

Es wurde versucht, mit einem hauptsächlich N-S ausgerichteten Großtransekt vom Hohen Atlas zum Saharavorland die wichtigsten ökologischen Gradienten des Untersuchungsgebietes abzubilden. Die Tabelle im Abschnitt zur Testsitebeschreibung gibt einen Überblick über die Lage und naturräumlichen Charakteristika der ausgewählte Testsites.

Das ausgewählte Transekt umfasst somit den Übergang der mediterranen Waldgesellschaften zu den saharischen Halbwüstenlandschaften, die wichtigsten naturräumlichen Einheiten (Hoher Atlas, Beckenlandschaften des Atlasvorlands, praekambrisches Grundgebirge des Jebel Sarrho, paläozoische Gebirgszüge südlich der Antiatlasschwelle, randsaharische Beckenlandschaften), sowie einen repräsentativen Höhengradienten (3.900 m – 445 m).

2.3.2 Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen:

Die Einrichtung der vegetationsökologischen Dauerbeobachtungsflächen an den Testsites erfolgt nach dem folgenden Schema:

Es wird eine für die naturräumliche Einheit repräsentativ erscheinende Fläche von etwa jeweils ca. 1.200 m² gezäunt und nach Vegetationseinheiten untergliedert. In jede Vegetationseinheit/Kleinstandort wird dann mindestens eine vegetationskundliche Dauerbeobachtungsfläche von ca. 100 m² hineingelegt. Vergleichbare Vegetationseinheiten/Kleinstandorte werden dann auch durch Dauerbeobachtungsflächen außerhalb des Weideausschlusszauns erfaßt. Dieses Versuchsdesign ergibt am Beispiel der Testsite in El Miyit 6 Varianten:

Kleinstandort	Steinpflaster (Reg)	Tiefenlinie auf Reg	Wadibett
Weideausschluß	V 1	V 2	V 3
Beweidung	V 4	V 5	V 6

Tab. B3-1: Dauerflächendesign an der Testsite El Miyit

Je nach Standort und ortsüblicher Nutzung sind weitere Versuchsvarianten geplant:

- Auf den ursprünglich waldbedeckten Testsites Beschattungsexperimente zur leichteren Keimlingsetablierung der Gehölzarten: Testsite Imeskar, evtl. auch Tichki, Taoujgalt und Skoura.
- Einmaliger Umbruch zur Beobachtung der Vegetationsentwicklung auf Bracheflächen nach ackerbaulicher Nutzung: Testsites Taoujgalt, Skoura
- Simulation eines Feuchtjahres auf einer der südlichen Testsites: Evtl. sinnvoll auf einer der südlichen Testsites, aus logistischen Gründen vorzugsweise El Miyit.
- Künstlicher Sameneintrag seltener aber gebietstypischer Gehölzarten auf Zäunungsflächen, zur Evaluierung des Einflusses von Beweidung auf die Baumartendiversität: (z.B. *Maerua crassifolia*, *Rhus tripartitum* in El Miyit)

Zum Berichtszeitpunkt (März 2001) sind die Weideausschlussexperimente an den Testsites El Miyit, Bou Ihrhem und Jebel Hssain angelegt, die Anlage der Zäune an den Atlas-Testsites ist gerade in Vorbereitung.

3 Stand der Arbeiten und erste Ergebnisse

3.1 Bibliographische Arbeiten

3.1.1 Literaturrecherche zu Südmarokko

In einer ausführlichen Literaturrecherche wurden die wichtigsten Vegetationskundlichen und vegetationsökologischen Arbeiten über Südmarokko und angrenzende Gebiete ermittelt und beschafft. Die gebietsbezogene (vegetations-)ökologische Literatursammlung umfasst derzeit ca. 150 Titel und wird von der Arbeitsgruppe fortlaufend komplettiert und ergänzt.

Der Stand der Literaturrecherche erlaubt bereits eine erste Übersicht über wichtige im Untersuchungsgebiet zu erwartende Vegetationseinheiten.

3.1.2 Auswertungen der Literatur zur Vegetation des AG

In der folgenden Tabelle 2 findet sich eine erste Auflistung der aus dem oberen Draatal beschriebenen Vegetationseinheiten.

Die Literaturübersicht bestätigt die ersten Geländebefunde von der Großgliederung der Vegetationseinheiten des Untersuchungsgebietes: Die komplette Höhenstufung mediterraner Vegetationseinheiten am Südrand des hohen Atlas sowie lokal im Jebel Sarrho, westmediterrane Steppengesellschaften in den Hochtälern und Hochebenen von Atlas, Jebel Sirua und Jebel Sarrho sowie saharische Akaziensteppen und Halbwüsten im Südteil des Gebietes (genauer siehe auch Kap. III.2 Floristische und vegetationskundliche Ergebnisse der Geländearbeiten).

Tab. B3-2: Auflistung der aus dem oberen Draatal beschriebenen Vegetationseinheiten

I) Gesellschaften des mediterranen Vegetationskreises.

1.) *Quercetea ilicis* (Klasse der mediterranen Steineichenwälder) (Testsite Imeskar)

Ephedro majoris -Juniperetalia phoeniceae Quezel & Barbero 1981

Ephedro majoris -Juniperion phoeniceae Quezel & Barbero 1981

***Zizipho loti-Rhuscetum tripartiti* Quezel et al 1994**

Junipero thuriferae-Quercion rotundifoliae Quezel & Barbero 1981

***Adenocarpus bacquei-Buxetum balearicae* Quezel & Barbero 1981**

(Kalksteine, 1.200 - 1.800 m, stärker ausgebildet im Tafilalt)

***Retamo dasycarpae-Juniperetum phoeniceae* Quezel & Barbero 1981**

(Mergel und Effusivgesteine, 1.700-2.200 m)

***Bupleuro spinosi-Juniperetum phoeniceae* Quezel & Barbero 1981**

(Substratindifferent, 1.700 - 2.100 m, Jebel Sarhro , Hoher Atlas bei Telouat)

***Berberido hispanicae-Fraxinetum dimorphae* Quezel & Barbero 1981**

(Westlicher H. Atlas, Westgipfel des J. Sarhro, >2.000 m)

***Ormenido scariosae-Quercetum rotundifoliae* Quezel & Barbero 1981**

(Westbereiche des Östlichen Hohen Atlas, 1.800 - 2.400 m, Kalkmergel)

2.) *Ononido-Rosmarinetea* (Klasse der mediterranen Macchiengesellschaften auf basischen Substraten)

(Testsite Imeskar)

Anarrhino fruticosi-Astragaletales armati Quezel et al. 1992

Lavandulo mairei-Carthamion fruticosi Quezel et al. 1994

(Südabfall östlicher Hoher Atlas und östlicher Anti Atlas)

***Genisto myrianthae-Carthametum fruticosi* Quezel et al. 1994**

(substratindifferent, Hoher Atlas 1.300 - 1.800 m, Sarhro 1.600 - 2.000 m)

***Adenocarpus leiocarpus-Retametum dasycarpae* Quezel et al. 1994**

(vulkanische Substrate, 1.400 - 1.900 m)

Erinacetales anthyllidis Quezel 1952 (**Ordnung der Dornpolstergesellschaften der mediterranen Hochgebirge**)

(Testsite Tichki)

Ormenion scariosae Quezel 1952

(Südhang hoher Atlas auf Kalk, 1.900 m - 2.400 m; oft von *Artemisia*-Steppen ersetzt)

***Genisto myrianthae-Bupleuretum atlanticae* Quezel 1956**

***Teucrio malenconiani-Thymetum brevidentis* Quezel et al. 1994**

(Vulkanische Hochlagen des Jebel Sarhro)

Arenarion pungentis Quezel 1952

***Velletum mairei* Quezel 1952**

(Südhang Hoher Atlas >2.300 m)

II) Steppengesellschaften unklarer Stellung, mit starker Beteiligung von Taxa mit irano-turanischen Arealtyp

Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae (Klasse der westmediterranen Espartogras- und Halfa-Steppengesellschaften) (**Testsites Taoujgalt & Trab Labied**)

Artemisia-Steppen (Testsites Taoujgalt & Trab Labied)

(Südhang Hoher Atlas, insbesondere Dadès und Todrah-Gebiet, 1.300 m - 2.300 m)

Anzeiger langandauernder intensiver Beweidung

***Artemisia inculta* Steppe**

(meso- und supramediterran, auf kalkhaltigen Substraten)

***Artemisia mesatlantica* - *A. negrei* Steppe**

(montan-mediterran, oft in Depressionen auf fein texturierten Substraten.

Chenopodiaceen-Steppe mit *Hammada scoparia*: (Testsite Bou Skour)

(degradierte Steppengesellschaften, oft auf flachgründigen Böden, Randbereiche des Jebel Sarhro)

III) Gesellschaften des saharischen Vegetationskreises**1.) *Asterisco graveolentis*-*Forskhaletia tenacissimae* (Vegetation der Regs) (Testsite El Miyit, evtl auch Bou Irhrem und Jebel Hssain)**

Gymnocarpo decandris-*Atractyltia serratuloidis* Quezel 1965

Atractylon babelii Quezel 1965

***Fredolietum aretioidis* Quezel 1965**

anabasetosum oropediori Quezel et al. 1994

(Randbereiche des Jebel Sarhro)

2.) *Pergulario tomentosae*-*Pulicarietia crispae* Quezel 1965 (Vegetation sandiger Wadi- und Dünenbereiche) (Testsite El Miyit)

Pergulario tomentosae-*Pulicarietia crispae* Quezel 1965

Antirrhino ramosissimi-*Zillion macropterae* Quezel 1965

***Rhantherio adpressi*-*Fagonietum zilloides* Quezel et al. 1994**

(Abflussrinnen, Ränder felsiger Wadis, étage thermosaharien, 70-110 mm)

***Zizipho loti*-*Retametum sphaerocarpae* Coquillard 1982**

(stark sandige Bereiche)

***Zizipho loti*-*Acacietum raddianae* Quezel 1965**

(Südrand Jebel Sarhro, substratindifferent, thermosaharisch)

Panico turgidi-*Acacietum raddianae* Quezel 1954

***Foleyolo billotii*-*Acacietum raddianae* Quezel et al. 1995**

(sandig schluffige Wadibetten mit zugerundeten Blöcken und Grobschottern)

***Rottboellio hirsutae*-*Maeruetum crassifoliae* Quezel et al. 1995**

(übersandete Felsriegel)

***Stipagrostido pungentis*-*Acacietum raddiana* Quezel et al. 1995**

(Grosse Wadis mit mobilen Dünen, Gebiet von Zagora-M'Hamid,)

3.2 Floristische und vegetationskundliche Ergebnisse der Geländearbeiten

Die ersten vegetationskundlichen Arbeiten im Untersuchungsgebiet konzentrierten sich auf die flächenrelevanten Steppen- und Halbwüstengesellschaften im Südteil des Untersuchungsgebiets (d.h. südlich von Jebel Sarrho und Antiatlas). Tab. 3 im Anhang zeigt erste Ergebnisse der Vegetationsanalyse.

Aufgrund des im Untersuchungsgebiet sehr trockenen Winters 2000/2001 sind fast keine annuelle Arten zur Entwicklung gekommen, die Vegetationstabelle beschränkt sich deshalb vorwiegend auf mehrjährige Arten.

Die wichtigsten differenzierenden Faktoren für die Vegetation im Untersuchungsgebiet scheinen Substrattyp, Spüleinfluß von fließendem Wasser und Salzgehalt zu sein.

Bisher unterschiedene Vegetationseinheiten:

Tamariskendünen:

Von *Tamarix aphylla* akkumulierte Sanddünen finden sich im Draatal vorwiegend südlich von Zagora und insbesondere südlich des Jebel Bani. Die oft mehrere Meter hohen Dünen werden von den Tamarisken durch die Brechung des Windfeldes selbst akkumuliert, die Rodung der Tamarisken für Brennholzzwecke mobilisiert die angehäuften Flugsände wieder.

Außer *Tamarix aphylla* finden sich fast keine weiteren höheren Pflanzen in diesen Dünenbereichen, in den Randbereichen wachsen gelegentlich andere Tamariskenarten, *Nitraria retusa* oder *Zygophyllum gaetulum*. Die Dünenbereiche sind meistens mit *Zygophyllum* dominierten Tonpfannen vergesellschaftet.

Zygophyllum-Salzpflanzen:

Von *Zygophyllum gaetulum* dominierte Salztonpfannen finden sich insbesondere vor den Taldurchbruchstellen des Draa durch die Ketten des Jebel Bani. Die von Hochfluten hier abgelagerten Feinsedimente, die durch kapillaren Aufstieg vom Grundwasser her stark mit Salzen angereichert wurden, sind fast nur von *Zygophyllum gaetulum* besiedelt. In den Mündungsbereichen von Wadis finden sich vereinzelt weitere salztolerante Arten, je nachdem wie stark der Wadieinfluß sich bemerkbar macht.

Salzbeeinflusste Acacia raddiana-Wadis:

Die Unterläufe grösserer Wadis in den Becken von Tamgrout und Tagounite sowie der Umgebung von M'Hamid scheinen bereits stärker salzbeeinflusst zu sein. *Acacia raddiana* und *Panicum turgidum* dominieren diese Gesellschaften, aber Arten wie *Zygophyllum gaetulum*, *Antirrhinum ramosissimum* und *Zilla macroptera* zeigen deutlich den Salzeinfluß.

Diese Bereiche stellen wichtige Weidegründe für die Ziegen- und Dromedarherden der nomadischen wie auch der ansässigen Bewohner des Gebiets dar, sie werden jedoch zunehmend auch für dauerhafte Ansiedlungen ehemals nomadischer Bevölkerungsgruppen genutzt.

Salzunbeeinflusste *Acacia raddiana* - Wadis

Südlich der Antiatlasschwelle finden sich besonders auf den Pedimenten und Fußflächen der Beckenlandschaften des Draatals und seiner Zuflüsse *Acacia raddiana* Bestände in den oft schwach ausgeprägten Tiefenlinien. Diese „Wadioberläufe“ ohne ausgeprägtere Spüleffekte und ohne nah anstehendes Grundwasser zeigen keinen deutlichen Salzeinfluß, hier finden sich als Begleiter Arten der Trockensteppen, viele von ihnen mit saharischem Arealtyp. Unter den charakteristischen aufbauenden Arten sind höchstet insbesondere die Asteracee *Anvillea radiata* und der Zwergstrauch *Convolvulus trautmanianus* zu nennen.

Die Vegetation dieser Gebiete ist in den Tiefenlinien kontrahiert, die umgebenden Regflächen sind im Regelfall frei von perennierenden Pflanzen.

Hammada scoparia - Steppen

Erst am Nordrand des bisher untersuchten Gebiets, im bereits höher gelegenen Übergangsbereich zum Antiatlas und zum Jebel Sarrho finden sich auf den Fußflächen Chenopodiaceen-Steppen, die von *Hammada scoparia* dominiert werden. Diese Vegetationseinheit ist im Regelfall deutlich artenärmer als die Wadis, hier finden sich neben *Hammada* noch spärlich andere Zwergsträucher der Trockensteppen, jedoch noch keine eigenständige Flora. Ob dies ein Effekt der sehr starken Beweidung oder ein natürliches Phänomen ist, wird eines der Untersuchungsthemen der Zäunungsexperimente an den Testsites sein.

Zwergstrauchdominierte Felsfluren und Regs

Sehr stark Zwergstrauch dominiert sind die Felsfluren der Gebirgszüge südlich vom Antiatlas. Neben den typischen Arten der Trockensteppen sind hier zusätzlich einige Arten felsiger Standorte zu finden, *Salvia aegyptiaca* und *Lavandula cf. tenuisecta* scheinen z.B. in diese Gruppe zu gehören.

Kleine Depressionen auf den Regflächen weisen eine gewisse floristische Ähnlichkeit zu den Felsfluren auf, eine genauere Analyse kann jedoch erst gemacht werden, wenn im Verlauf der derzeitigen Geländeperiode eine größere Datenbasis zur Verfügung steht.

Fernerkundung

1 Organisatorischer Projektfortschritt

1.1 Datenrecherche und Datenerwerb

Mit Beginn des Projektes IMPETUS im Mai 2000 war es zunächst wichtig möglichst viele Informationen, in Rahmen einer umfangreichen (Internet-) Daten-Recherche, zu sammeln. Insbesondere gilt dies im fernerkundlichen Bereich. Fernerkundungsdaten werden von verschiedenen Anbietern kommerziell angeboten und verkauft, wie z.B. Eurimage, US Gelologic Survey, Spaceimaging etc.. Fernerkundungsdaten werden in der Regel mit Empfangsstationen aufgezeichnet, bei denen diese Daten ggf. zu besseren Konditionen erhältlich sind. Im Falle der NOAA Daten ergab die Recherche für den Raum Marokko, dass diese Roh-Daten (LAC-Level 1b) vom Satellite Active Archive täglich kostenfrei über das Internet erhältlich sind. Mit der Räumlichen Auflösung von 1.1 km sind die NOAA AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) Daten sehr grob aufgelöst, eignen sich aber gerade für Untersuchungen der Vegetationsdynamik. Diese Daten sind nun vom 1.1.1999 in der Arbeitsgruppe Fernerkundung zur Verfügung. Die Verarbeitung dieser Daten konnte bereits im Vorfeld des 1. Geländeaufenthaltes durchgeführt werden. Da die Prozessierung dieser Zeitreihendaten über einen Zeitraum von 2 Jahren stattfinden soll bedarf es einer zuverlässigen und reproduzierbaren Prozessierung. Ein großer Teil der Zeit wurde in die Verarbeitung der NOAA Daten investiert.

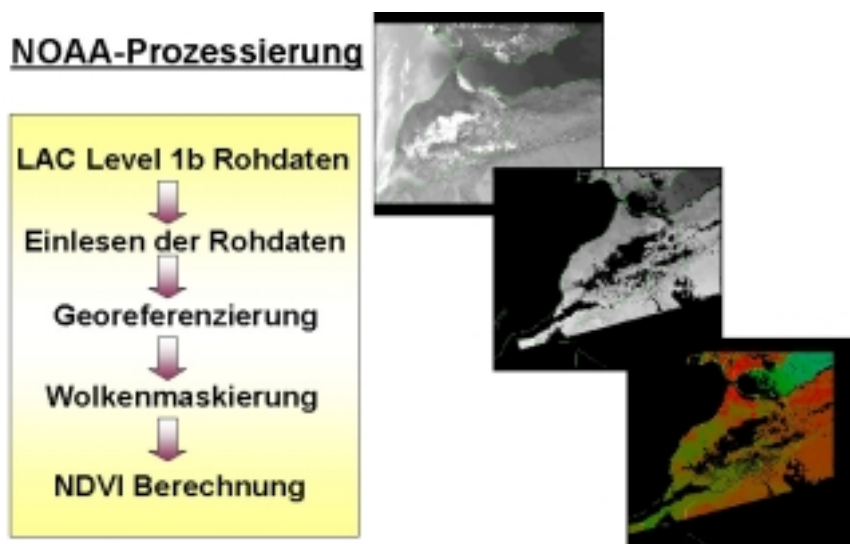


Abb.B3-4: NOAA AVHRR Daten Prozessierung

Mit Hilfe des auf einer UNIX Plattform betriebenen Softwarepaketes wurde eine Bearbeitungskette erstellt, die skriptgesteuert ein Datenprodukt erstellt (Siehe Abbildung B3-1). Zur besseren Verwaltungsmöglichkeit der Daten wurde MYSQL als Datenbanksystem implementiert. Eine Internetabfrage der Datenbank mithilfe der Programmiersprache PHP ist im Aufbau und daher (noch) nicht öffentlich zugänglich.

2 Methodischer Projektfortschritt:

Die Betrachtung und Untersuchung des Raumes vollzieht sich auf unterschiedlichen Maßstabsebenen und zu der jeweiligen Fragestellung kann die Fernerkundung unterschiedliche Beiträge leisten. Um den Raum in seinem komplexen Wirkungsgefüge zu verstehen und somit auch weitere Entscheidungen über zu beschaffende Daten zu erhalten, war der erste Geländeaufenthalt von Michael Schmidt und Prof. G. Menz im Oktober 2000 enorm wichtig. Dies gilt insbesondere für die Auswahl der LANDSAT Daten, die vom US Geologic Survey bestellt wurden. Es wurde insbesondere darauf geachtet, dass eine vollständige Abdeckung des Einzugsgebietes zu 2 Zeitschnitten gewährleistet ist. Ziel ist es zum einen, eine qualitative Erfassung und Analyse der aktuellen Vegetation zu erreichen und die Erstellung einer aktuellen Landnutzungskarte. Darüber hinaus soll eine Analyse der Vegetationsdynamik im Jahresgang durchgeführt werden. Als weiteres wichtiges Ziel wurde die Rekonstruktion von einer "historischen" Landnutzungskarte formuliert, um die Veränderungen im System darstellen zu können. Gerade an dieser Stelle ergeben sich sehr viele Überschneidungspunkte mit den Wissenschaftlern aus den anderen Teilprojekten, da unter Hinzunahme verschiedenster Informationen, wie z.B. Bevölkerungsveränderungen, Schwankungen der Klimatischen Parameter uvm. diese Veränderungsmuster erklärt und ggf. auch modelliert werden können.

3 Stand der Arbeiten und erste Ergebnisse:

Während des Geländeaufenthaltes hat es sich als sehr gut erwiesen bereits eine LANDSAT Szene im Vorfeld beschafft zu haben, anhand derer eine erste unüberwachte Klassifizierung vor Ort überprüft werden konnte. Zusammen mit modernen Feldgeräten, wie Laptop, Global Positioning System (GPS) und einer Software zur direkten Standortdarstellung war somit ein effektives Arbeiten und Geländekartieren gewährleistet. Besonders die Anbindung des GPS an eine Digitalkamera (Kodak DC290) mit der Möglichkeit, ein Foto mit Koordinaten zu versehen hat sich als hervorragendes Hilfsmittel zum Datenmanagement erwiesen. Die im Feld gewonnenen Informationen können so auch in einem Nachbearbeitungsschritt in einem Geographischen Informationssystem gut nachvollzogen werden. Diese Satellitendaten erwiesen sich auch als wertvoll bei der Auswahl der 10 Testflächen, die als repräsentative Standorte des Einzugsgebietes für detaillierte Studien ausgewählt wurden. Die auf diesen Flächen gewonnenen Daten (wie zum Beispiel Albedo, Strahlungsbilanz, Bodenfeuchte, Bodentemperatur, Transpiration) eignen sich in der Ferner-

kundung hervorragend als Stützstellen für die Validierung einer Datenextrapolation biophysikalischer Parameter auf Einzugsgebietsebene.

Während des Geländeaufenthaltes entstand auch der Gedanke unterschiedliche Fragestellungen mit hochauflösenden Satellitendaten zu untersuchen. Es wurde z.B. eine Untersuchungsfläche für eine gemeinsame Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) südlich von M'hamid ausgesucht. Im Rahmen dieser Zusammenarbeit soll untersucht werden, wie sich die Tamariskenhügel in den 30 Jahren – nach dem Bau des Staudamms Mansour Eddabhi, 1972 – verändert haben. Dieser Staudamm hat das gesamte hydrologische System des Unterlaufes verändert, wobei die Auswirkungen im aktuellen Versickerungsbereich am ausgeprägtesten sind.

Eine weitere Besonderheit des Gebietes ist der zunehmende Tourismus, in dessen Rahmen vermehrt Tamariskenholz für Lagerfeuer verwendet wird und somit eine weitere Dezimierung der Bestände vorangetrieben wird. Diese Untersuchungen werden zum einen mit bereits beschafften CORONA Daten aus dem Jahre 1972 und mit noch zu beschaffenden IKONOS Daten durchgeführt. Es konnte aus dem Haushaltsjahr 2000 bereits eine IKONOS Szene für das Gebiet einer Testflächen bei Skoura bestellt werden. Hier soll im Rahmen einer Diplomarbeit eine Änderungs-Detektion ebenfalls mit CORONA und IKONOS Daten durchgeführt werden. Erste Ergebnisse der CORONA Datenverarbeitungsmöglichkeit werden in einer im Frühjahr stattfindenden Fernerkundungstagung präsentiert (European Association of Remote Sensing Laboratories - EARSeL 2001 in Paris). Es werden dort unterschiedliche Methoden der Datenprozessierung und die Erstellung eines hochauflösenden Digitalen Geländemodells vorgestellt und diskutiert. Dieses Geländemodell ist auch wichtig für eine Orthorektifizierung der CORONA Bilder wie auch der IKONOS Szene. Dies ist ein kosteneffizientes Verfahren, da orthorektifizierte IKONOS Produkte der Firma SPACEIMAGING 79 \$US/km² kosten und nicht-orthorektifizierte Daten 29 \$US/km². Diese Ergebnisse entstanden in Zusammenarbeit und im wissenschaftlichen Austausch mit Prof. Goossens an der Universität Gent während zwei (Kurz-) Aufenthalten.

Eine Übersicht über die zeitliche Verteilung der in Teilprojekt B3 beschafften und aufbereiteten Daten ist Abbildung B3-2 wiedergegeben.

Der Zeitpunkt 1972 eignet sich sehr gut als Bestandsaufnahme des Gebietes, da der El Mansour Eddabhi Staudamm bei Ouarzazate, 1972 in Betrieb genommen wurde und die Auswirkungen auf das hydrologische System und die daraus resultierenden Veränderungen der Vegetation untersucht und dargestellt werden sollen.

Abbildung B3-3 gibt einen räumlichen Überblick über die bisher beschafften Daten:

Die Auswertung und Integration der verschiedenen Datensätzen mit unterschiedlichen zeitlichen und räumlichen Auflösungen stellt eine Herausforderung für das kommende Jahr dar.

Aufnahmezeitraum	Sensoren	Auflösung	
		Räumlich	Spektral
1972	CORONA	1.8 m	Panchromatisch
1972-1974	LANDSAT MSS	79 m	Multispektral
1984-1996	LANDSAT TM	30 m	Multispektral
2000	IKONOS	1 m	Panchromatisch
1999-2001	LANDSAT ETM	30 m	Multispektral
1999-2001	NOAA	1.1 Km	Multispektral

Abb. B3-5: Zeitlicher Überblick der beschafften Daten.

Übersicht der Fernerkundungsdaten im Drâa-Einzugsgebiet

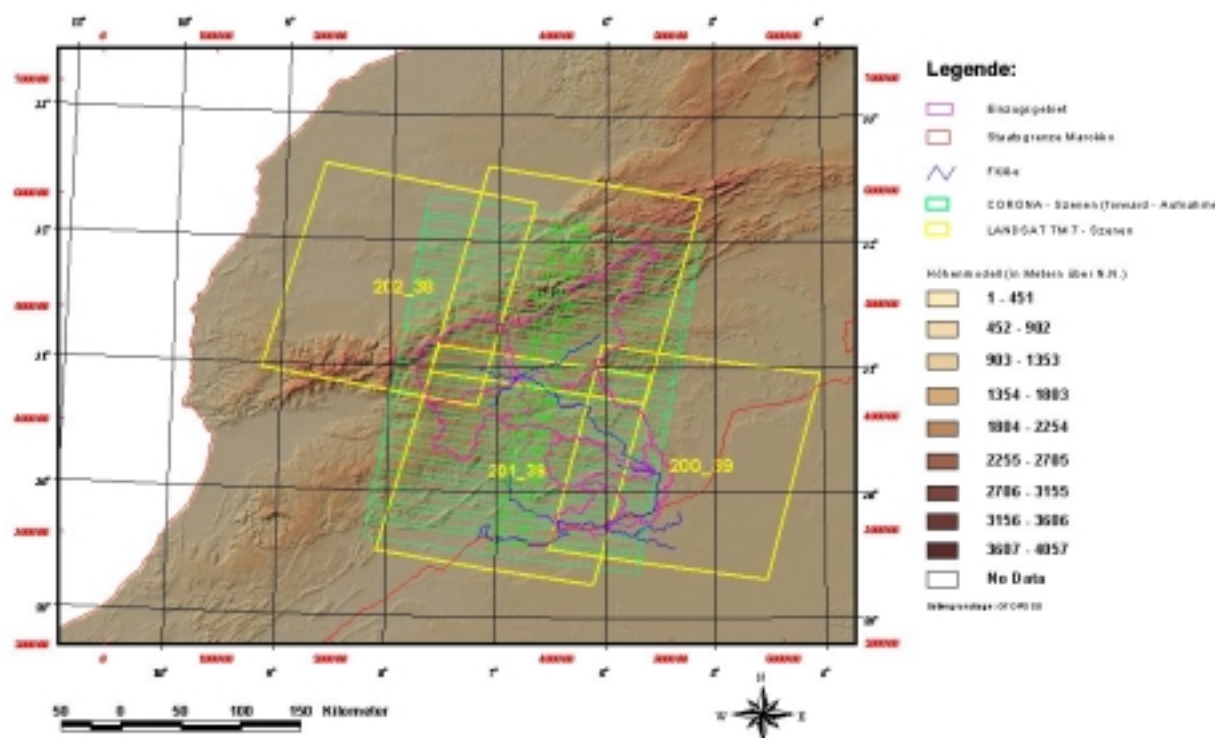


Abb.B3-6: Räumlicher Überblick über die im Teilprojekt B3 beschafften Daten.

Landwirtschaft

1 Stand der Arbeiten und erste Ergebnisse

1.1 Ziel der Arbeiten

Es wird eine Charakterisierung des Transpirationsverhaltens verschiedener dominanter Pflanzenarten in den „Rangelands“ vorgenommen, die dann gemeinsam mit einer Abschätzung des Anteils der jeweiligen Pflanzenart und Biomassenbestimmung zur Gesamttranspiration flächenbezogener Vegetationseinheiten aufsummiert werden soll. Aufgrund der dispersen Verteilung sind dabei Überlagerungseffekte zwischen den einzelnen Pflanzen von nachgeordneter Bedeutung.

Ein Beitrag zur Bestimmung der Oasentranspiration soll mit Hilfe von Wägelysimeter-Messungen sowie Saftflussmessungen an einzelnen Pflanzen abgeschätzt werden. Es sind weiterhin Untersuchungen mit Hydrogelen (Superabsorber) zur Etablierung verschiedener perennierender Futterpflanzen geplant.

1.2 Durchgeführte Arbeiten und erste Ergebnisse

Es wurden erste Messungen mit den Blattnässe-Sensoren an *Acacia raddiana*, einzelnen Palmenarten sowie einzelnen Arten der *Hammada*-Steppe durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die Anbringung trotz der vorherrschenden relativ kleinen Größe der Blätter unproblematisch war und auch, etwa an *Acacia tortilis ssp. raddiana*, eine hohe Stabilität bei starkem Wind gegeben ist. Die auf der Blattoberfläche wirkende Luftfeuchte ist bei relativen Luftfeuchten von oft unter 20% dominiert von der Blatt-Transpiration, so dass günstige Bedingungen gegeben sind, um die stomatäre Öffnung zu detektieren. Erste Messungen bestätigen die Einsatz-Möglichkeiten der Methode, wenngleich genauere Porometer-Messungen oder Saftflussmessungen zur Eichung noch durchgeführt werden müssen. (s. Abb.B3-7 und 8).

In der Transpirationsmessstation der ORMVAO in Zagora wurden geeignete Flächen zur Durchführung der Messungen in der Oase gefunden. Vorteile sind die vorhandene Infrastruktur (Bewachung, Strom), die dort von der ORMVAO seit längerem durchgeführten Messungen (bestehende Lysimeterstation, klimatologische Messungen, diese allerdings in schlechtem Zustand). Außerdem besteht auch von Seiten der ORMVAO ein starkes Interesse an einer Zusammenarbeit in diesem Bereich. Bei einem Gespräch im März 2001 wurde daher beschlossen, das Wägelysimeter sowie eine Wetterstation dort aufzubauen und zu betreiben. Die von der ORMVAO angebotene Anlegung kleinerer Feldversuche wird ebenfalls weiter verfolgt.

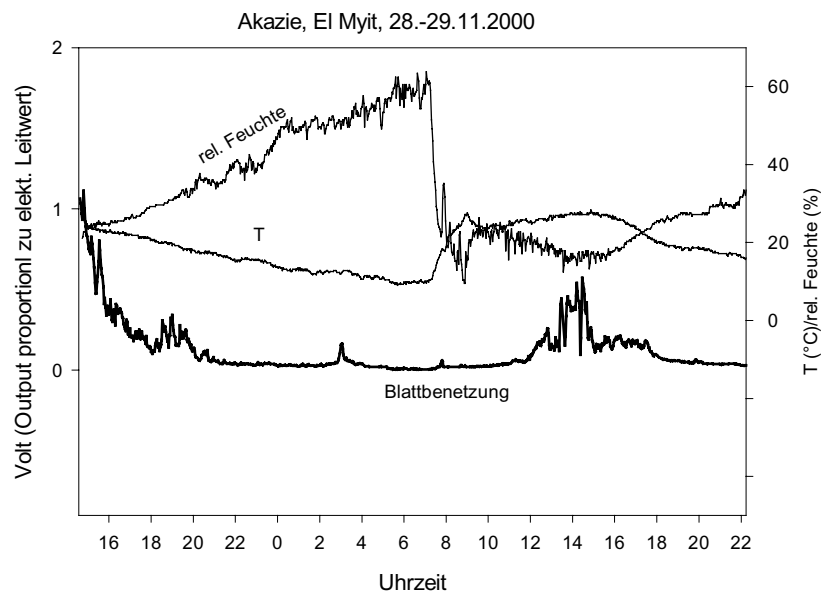


Abb. B3-7: Messung der Blattbenetzung in El Myit. Trotz insgesamt niedriger Luftfeuchten lässt sich tagsüber auf den Blättern ein vermutlich durch stomatäre Transpiration erzeugter Anstieg der Blattbenetzung erkennen.

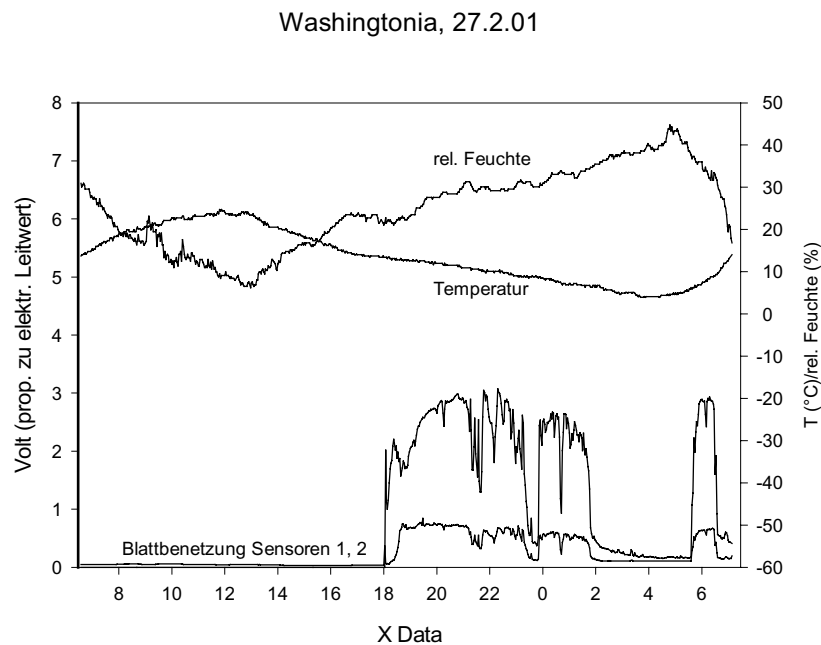


Abb. B3-8: Messung an Fächerpalme in Ouarzazate. Zwei voneinander unabhängige Sensoren zeigen einen Anstieg der Blattbenetzung nachts an. Bei der niedrigen Luftfeuchte ist dieser vermutlich auf nächtliche Transpiration der Pflanze (CAM –Aktivität) zurückzuführen, was auch durch den plötzlichen Abbruch bei Absinken der Temperatur unter 5°C gestützt wird.

Einen erheblichen Anteil hatten in der Anfangsphase der Arbeiten Beschaffung, Test und Einarbeitung in die Gerätebedienung (Wetterstationen, Photosynthesemessgerät, Wägelysimeter). Frank Gresens hatte neben dem Beginn der Arbeiten an seiner Dissertation zusätzlich noch die Koordinatorenstelle in der IMPETUS-Basis in Ouarzazate inne, was gerade in der Anfangsphase erheblichen Zeitaufwand erforderte.

1.3 Zusammenarbeit mit anderen Arbeitsgruppen

Es wurden vor Ort mehrere gemeinsame Feldbegehungen mit den anderen in B3 tätigen Gruppen durchgeführt. Der Aufbau gemeinsamer Testsites in El Miyit, Bou Ihrhem und Jebel Hssain (Zaunbau, Aufbau der Wetterstationen) wurde gemeinsam von B3 und B2 durchgeführt und beendet.