

Anhang 2

**Übersicht über die ausgewählten Testsites im Draa-Einzugsgebiet**



# ÜBERSICHT ÜBER DIE AUSGEWÄHLTEN TESTSITES IM DRAA-EINZUGSGEBIET

*Manfred Finckh, Bernd Diekkrüger, Michel Gastreich, Oliver Schulz, Hossein Yamout*

## 1.) Konzeption und Auswahlkriterien:

In Anbetracht der Größe des in der ersten Projektphase betrachteten oberen Draaeinzugsgebiets bis zum Lac Irici, wurde zur Beschreibung des Untersuchungsgebiets ein methodischer Ansatz mit unterschiedlichen Maßstabsebenen gewählt:

- Kleinmaßstäbliche Ebene, insbesondere mit Fernerkundungs- und Modellierungsmethoden, zur flächigen Beschreibung des oberen Draa-Catchments bis zum Lac Irici.
- Großmaßstäbliche Ebene, mit Arbeitsschwerpunkt auf ausgewählten Testsites, die als repräsentative Beispiele der wichtigsten naturräumlichen Einheiten des Untersuchungsgebiets dienen. Die dort von den geländegestützt und fernerkundlich arbeitenden Disziplinen gewonnenen Daten sollen dann mit Modellierungsansätzen auf die Gesamtfläche des Untersuchungsgebiets extrapoliert werden.

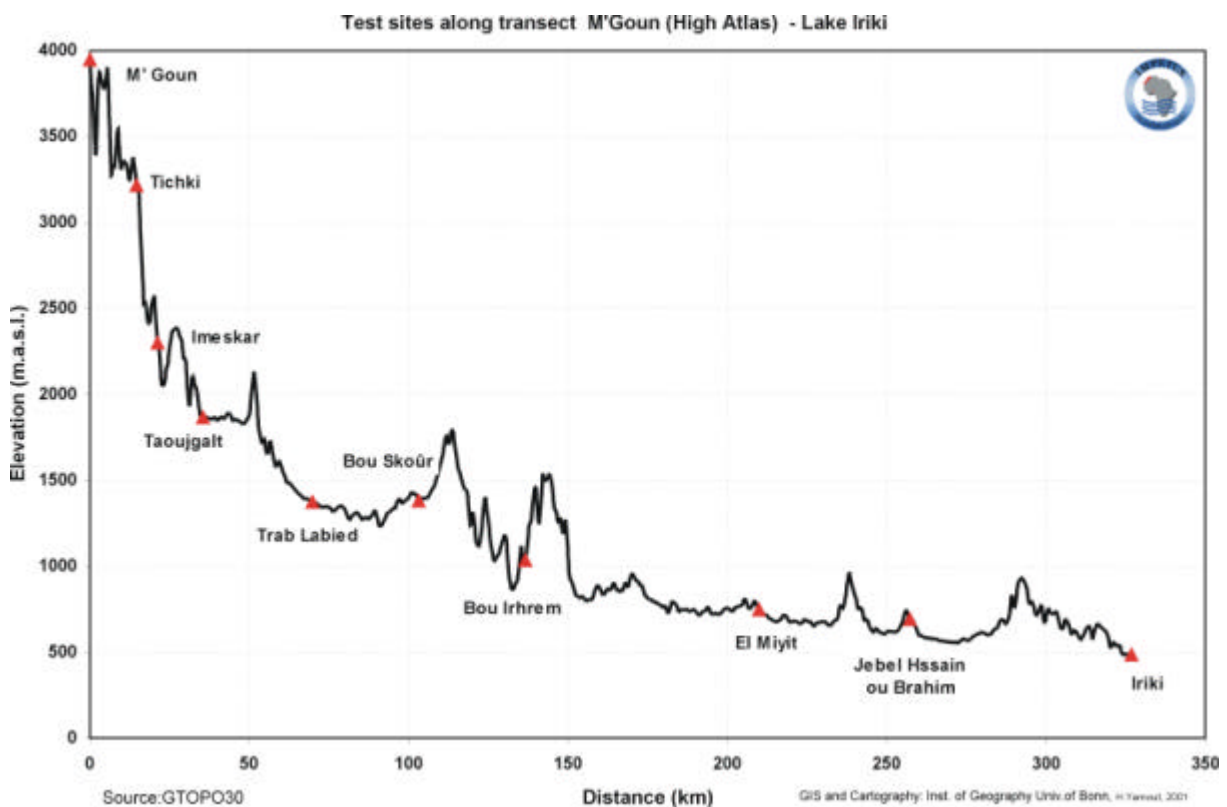


Fig. 1: Transekt der einzelnen IMPETUS-Testsites

Im Folgenden werden das Konzept und die wichtigsten Auswahlkriterien des Testsite-Transektes vorgestellt und die einzelnen Testsites kurz charakterisiert.

Der Verteilung der insgesamt 10 Testsites liegt der Ansatz zugrunde, mit einem hauptsächlich N-S ausgerichteten Großtransekt vom Hohen Atlas zum Saharavorland die wichtigsten ökologischen Gradienten des oberen Draa-Einzugsgebiets abzubilden.

Um die typischen geologischen Einheiten im Einzugsgebiet zu repräsentieren, wurden in Abstimmung der verschiedenen Teilprojekte im Hohen Atlas 4 Testflächen (M'Goun, Tichki, Imeskar, Taoujgalt), im Becken von Ouarzazate 1 Testfläche (Trab Labied), im Anti-Atlas 4 Testflächen (Bou Skour, Bou Ihrhem, El Miyit, Jebel Hssain) sowie Lac Iriki im Übergangsbereich zur Sahara festgelegt.

Jede der im folgenden beschriebenen Testsites ist mit einer Klimastation ausgestattet, mit der Temperatur, Wind, Strahlung, Niederschlag etc. zeitlich hochaufgelöst erfasst werden. Drei der Klimastationen sind im Gegensatz zu den anderen voll ausgestattete Bilanzstationen, d.h. die Messungen werden in zwei verschiedenen Niveaus vorgenommen und der Bodenwärmestrom wird zusätzlich erfasst. Nähere Informationen zu den Klimastationen und erste Ergebnisse sind im Bericht des Teilprojekt B2 zu finden.

Zur Bestimmung der Entwicklung der Vegetation ohne anthropogenen Einfluss werden an allen Testsites (Ausnahme Hochgebirge) Weideausschlussexperimente durchgeführt. Hierbei wird eine ausreichend große Fläche (ca. 1500 m<sup>2</sup>) eingezäunt und somit nicht mehr von den durchziehenden Herden beweidet. Mittels dieser Experimente soll das Entwicklungspotential der stark degradierten Landschaft erfasst und quantifiziert werden. Diese Informationen dienen zur Entwicklung von Weidemanagementstrategien, da dort das Vegetationspotential von entscheidender Bedeutung ist. Weitere Informationen zu diesen Untersuchungen sind im Bericht des Teilprojekt B3 vorhanden.

Das ausgewählte Transekt umfasst einen repräsentativen Höhengradienten (3.900 m – 445 m, siehe Höhenprofil Fig. 1), den Übergang der mediterranen Waldgesellschaften zu den saharischen Halbwüstenlandschaften, sowie die wichtigsten naturräumlichen Einheiten (Hoher Atlas, Beckenlandschaften des Atlasvorlands, präkambrisches Grundgebirge des Jebel Sarrho, paläozoische Gebirgszüge südlich der Antiatlasschwelle, randsaharische Beckenlandschaften).

Die einzige etwas nach Westen aus dem N-S Transekt herausfallende Testsite ist der Standort am Lac Iriki. Dieser liegt jedoch im Bereich des früheren sporadischen Endsees des oberen Draa und erscheint deshalb in besonderer Weise geeignet, langfristige, durch den Staudammbau verursachte Veränderungen des Gebietswasserhaushaltes zu dokumentieren.

Die Karte Fig. 2 gibt einen Überblick über die Ausrichtung des Groß-Transekts und die Lage der einzelnen Testsites im Draa-Catchment.

Die Testflächen dienen für die hydrologischen Untersuchungen dazu, repräsentative Landschaftseinheiten hydrologisch zu charakterisieren. Da die gewählten Testflächen die wichtigsten Einheiten in dem Gesamtuntersuchungsgebiet abdecken, sind sie für die in der 2. Phase geplante regionale Modellierung der Wasserflüsse von hoher Bedeutung.

Aus hydrologischer Sicht sind zwei Gruppen von Testflächen zu unterscheiden: 1. Testflächen mit einem abgeschlossenen Einzugsgebiet (Bou Skour, Jebel Hssain, Bou Ihrrem, El Miyit und gegebenenfalls Imesker) und 2. Testflächen ohne abgeschlossenes Einzugsgebiet (Taoujgalt, Lac Iriki, Skoura, Tichki und M'Goun). Alle Testflächen dienen dazu, die hydrologischen Prozesse zu charakterisieren und die wesentlichen bodenhydrologischen Eigenschaften zu beschreiben. Dabei ist die erste Gruppe der Testflächen für die Entwicklung und Überprüfung eines hydrologischen Modells von hoher Bedeutung, da hier die Abflussbildung aufgrund der kleinräumigen Variabilität der Bodeneigenschaften eine große Rolle spielt. Mittels den geplanten Abflussmessstellen kann die Wasserbilanz quantifiziert werden.

Die wenig reliefierten Testflächen der zweiten Gruppe weisen kein abgrenzbares Einzugsgebiet auf. Da auf diesen Flächen jedoch der vertikale Wassertransport dominiert, stellen diese Gebiete Orte potentieller Grundwasserneubildung dar. Anhand der kontinuierlichen Messung der Wassergehalte in verschiedenen Tiefen soll daher an diesen Flächen versucht werden, die Grundwasserneubildung abzuschätzen.

Die geringmächtigen Böden auf den Testflächen und im gesamten Einzugsgebiet weisen einen sehr hohen Skelettgehalt auf. Sie können daher wenig Wasser speichern, und es bildet sich aufgrund der hohen Steinbedeckung schnell Oberflächenabfluss, der jedoch am Hangfuß und in den Flussläufen wieder versickert. Die Böden werden daher hinsichtlich der Wasserhaltekapazität und der Abflussbildung untersucht. Von entscheidender Bedeutung ist dabei die kleinräumige Variabilität der Bodeneigenschaften, die durch die Variabilität der Vegetation und der erosiven Prozesse bedingt ist. Das abgestimmte Untersuchungskonzept dient dazu, die Auswirkung der Degradation von Böden und Vegetation auf die hydrologischen Prozesse zu untersuchen und zu quantifizieren.

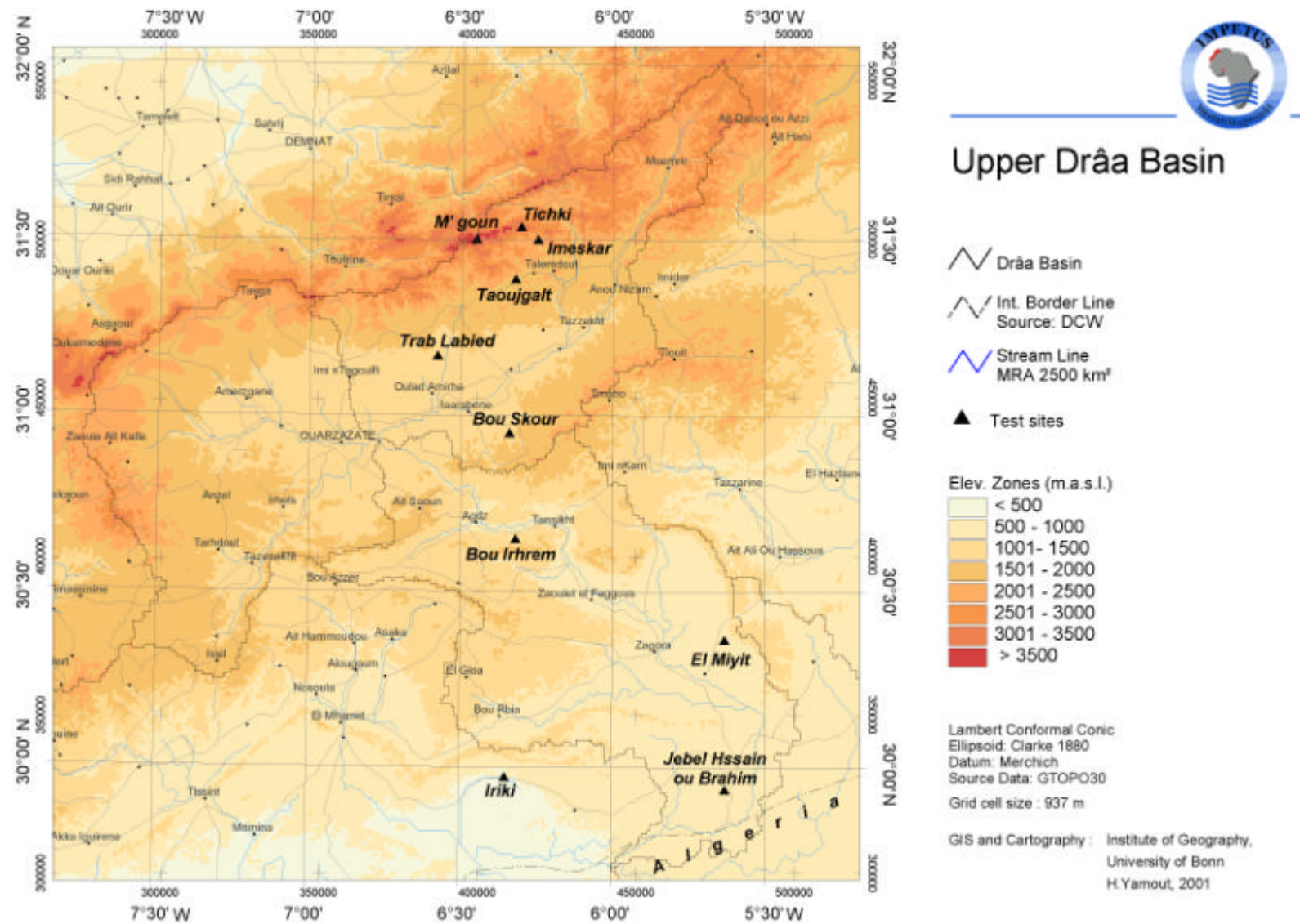


Fig. 2: Position der einzelnen IMPETUS-Testsites im Draa-Catchment

## 2.) Beschreibung der einzelnen Testsites:

### Testsite 1: Lac Iriki (IRK)

Die Testsite Lac Iriki liegt 40 km südöstlich der Ortschaft Foum Zguid auf knapp 450 m ü NN im Bereich des gleichnamigen sporadischen Draa-Endsees in einer weiten Salztonpfanne. Seit Bau des Draa-Staudammes bei Ouarzazate wurde dieser Endsee nicht mehr gefüllt.

Die in einer weiten flachen Ebene gelegene Testsite repräsentiert das zonale Klima der Randsahara ohne nennenswerte Reliefeinflüsse und eignet sich auch unter diesem Gesichtspunkt gut als Ausgangspunkt des Klimatransektes.

Die Testsite ist eingeschlossen von den Fußflächen des Jebel Bani im Norden und devonischen und karbonischen Sedimentgesteinen im Süden. Das flache Becken des Lac Iriki ist von quartären Lockersedimenten des Draa gefüllt, die Böden sind stark salzbeeinflusst und zeigen deutliche Zeichen für Quellungs- und Schrumpfungsvorgänge.

Die Vegetation der Testsite wird sehr von Halophyten geprägt, je nach Kleinstandort und anthropogener Beeinflussung wechseln sich *Tamarix*-Arten, *Zygophyllum gaetulum*-Bestände und vegetationsfreie Bereiche ab.

In Jahren mit Niederschlägen pflügen die im Bereich lebenden Nomadengruppen die Salzböden und säen Weizen aus; ansonsten unterliegt das Gebiet lediglich Weidenutzung durch Ziegen und Dromedare.

Die Testsite wurde unter zwei Gesichtspunkten ausgewählt:

- Als zonale Referenz für die südlich an das Draa Gebiet angrenzenden saharischen Klimazonen und damit als Anfangspunkt des Klimatransekts
- Als Endsee des oberen Draa vor Bau des Staudammes und damit als geeigneter Monitoringpunkt für langfristige Einflüsse des Staudammbaues.





**Fig. 3: Blick über die Salzpflanne des Lac Iriki (Foto M. Schmidt)**

## **Testsite 2: Jebel Hssain / Jebel Brâhîm (JHB)**

Südwestlich der Ortschaft Tagounite liegt die Testsite Jebel Hssain in 725 m auf der Schichtstufe des 2<sup>ème</sup> Bani. Der nach Südwesten hin abfallende Quarzitriegel bildet die letzte Grenze vor der Sahara. Nach Süden und Südwesten offen, unterliegt die Testsite damit bereits voll saharischem Klima.

Die Schichtstufe, auf der die Testsite Jebel Hssain liegt, wird von Sedimentgesteinen des oberen Untersilur gebildet (Service de la Carte Géologique 1959). Nach Michard (1976) hat der 2<sup>ème</sup> Bani oberordovizisches Alter.

Die Schichten bestehen aus mächtigen Quarziten und quarzitischen Sandsteinen als Stufenbildnern sowie Schiefern, die durch die Verwitterung morphologisch deutlich zurücktreten. In diese Silikatdominierten Folgen sind vereinzelt Kalke und Mergel eingeschaltet. Im Süden wird die Einheit von den quartären Sedimenten der Hammada du Drâa transgredierte. Die Quarzite weisen eine ausgeprägte Klüftung auf.

Die Testsite liegt in einem Tal, dessen breiter terrassenartiger Boden schichtparallel verläuft. Grosse Anteile der Oberfläche bestehen aus glatten Schichtflächen, die den Oberflächenabfluss begünstigen. Häufig existiert eine flachgründige Auflage von verfestigten Konglomeraten. Bereichsweise treten



auch mit Kalksinter zementierte Konglomerate auf, sogenannte quartäre Calcretes. Eine Folge der stellenweise anstehenden Karbonat-Gesteine ist die auf dem Talboden immer wieder beobachtete Caliche-Bildung.

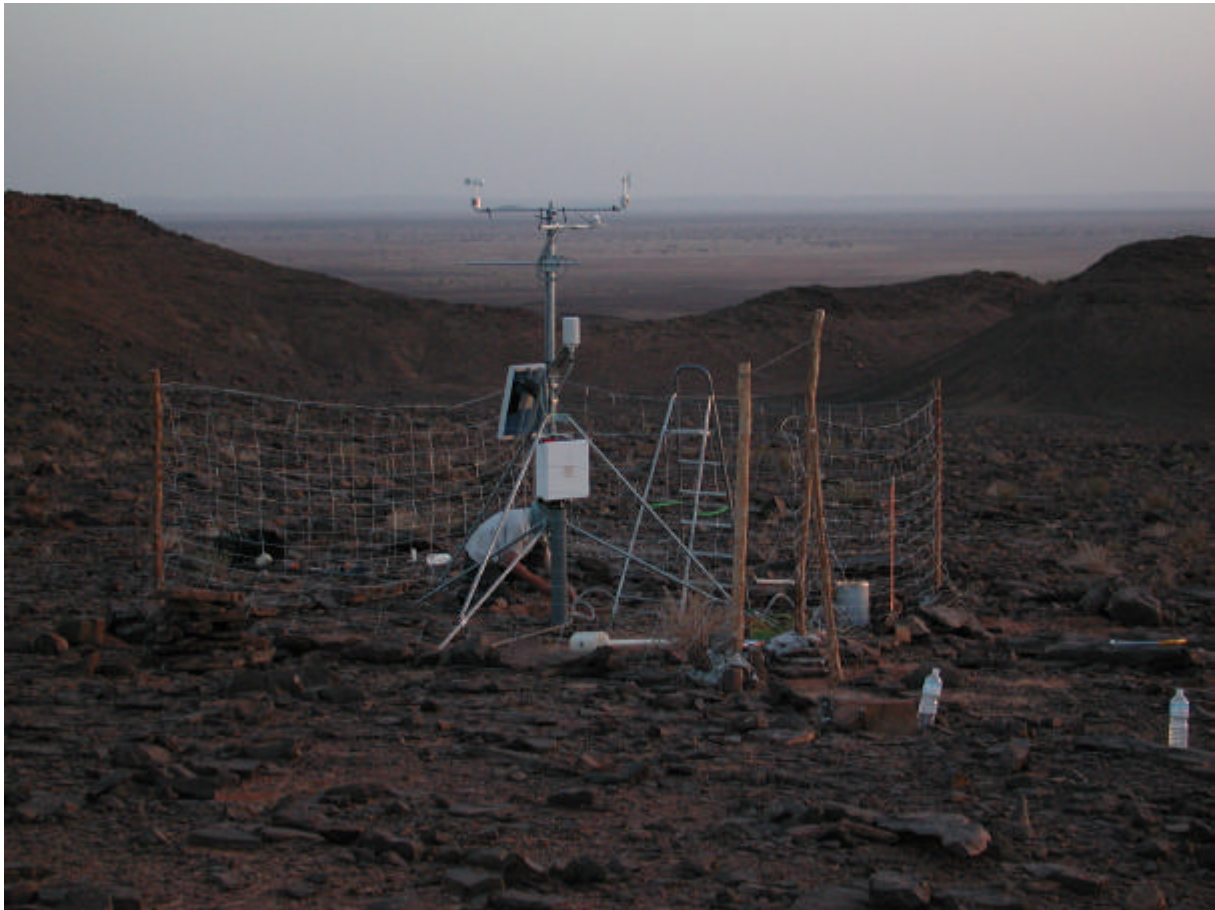


**Fig. 4: Weideausschlussversuch auf der Testsite Jebel Hssain (Foto M. Finckh)**

Die Vegetation der Testsite ist stark vom felsigen Untergrund und den extremen Klimabedingungen geprägt, nur wenige Arten konnten sich hier anpassen. Zu nennen sind insbesondere *Limoniastrum feei*, *Ephedra mayor* und *Hammada scoparia*.

Mangels nahegelegener Brunnen gibt es keine dauerhaften Ansiedlungen in der Umgebung der Testsite. Die Vegetation wird entsprechend von berber- und arabischstämmigen Nomadengruppen nur durch sporadische Beweidung mit Ziegen und Dromedaren genutzt. Hügelgräber an der Zufahrt zu der Testsite deuten auf eine sehr frühe menschliche Nutzung dieses Raumes hin.

Die Testsite dient einerseits als naturräumlicher Referenzpunkt für die im Einzugsgebiet stark flächenrelevanten parallelen Ketten des Jebel Bani, andererseits dient sie im klimatologischen Großtransekt als Referenzstation für den Südrand des AntiAtlas-Systems.



**Fig. 5: Aufbau der Klimastation der Testsite Jebel Hssain (Foto M. Finckh)**

### **Testsite 3: El Miyit (EMY)**

Die Testsite El Miyit liegt in einem großen, nach Osten von der Schichtstufe des Jebel Bani begrenzten Becken, ca. 30 km östlich von Zagora in etwa 790 m Höhe. Sie liegt auf den quartären Wadi-Schottern einer Tiefebene mit E-fallenden Schiefern, die vom Bani-Quarzit umrahmt wird. Die Quarzite sind stark geklüftet und enthalten Kalkstein-Einschaltungen, so daß auch in diesem Caliche-Bildung vorhanden ist. Die Ebene ist deutlich terrassiert, wobei nach dem ersten Eindruck Felsterrassen mit nur geringmächtiger Kiesbedeckung überwiegen.

Die rezenten Oueds sind durch mächtige Quartärablagerungen gekennzeichnet, die als lokale Porengrundwasserleiter von Bedeutung sind. Als Grundwasserstauer fungieren blaue, z.T. grünlich verwitternde Schiefer des Ordoviziums.



Als erste der Testsites des Impetus-Projekts vollständig implementiert, misst die Klimastation bereits seit Mitte November 2000. Erste Ergebnisse folgen im Kapitel des Teilprojekts B2. Laut den Daten der offiziellen Wetterstation von Zagora empfängt das Becken von Zagora im Mittel 70 mm Niederschlag pro Jahr, von Norden kommend zeigen sich hier erste Sanddünen. Energiebilanzen, Verdunstungsraten und regionalklimatische Betrachtungen sind spezifische Ziele der Arbeit im 800 m hoch gelegenen Becken.

Die Vegetation der Testfläche ist stark in den Tiefenlinien kontrahiert, mit *Acacia raddiana* und *Panicum turgidum* in den größeren Abflusslinien und mit von *Anvillea radiata* und *Convolvulus trabutianus* dominierten Zwergstrauchgesellschaften in den schwach ausgeprägten Abflußlinien. Die eigentlichen Steinpflasterbereiche der Regs sind im Regelfall frei von perennierenden Pflanzen.

Die eingerichteten Zäunungsversuche sollen insbesondere Auskunft geben über den Einfluß der Weidenutzung auf die Halbwüstenvegetation und die Gehölzverjüngung.



**Fig. 6: Weideausschlussexperiment an der Testsite El Miyit (Foto M. Finckh)**

Genutzt wird das Gebiet der Testsite in Weidenutzung von den Ziegen- und Dromedarherden der Bewohner der Ansiedlung El Miyit sowie von durchziehenden berberischen Nomadengruppen. Die GTZ plant das Gebiet in eine Reserve Naturelle einzubeziehen.

Das Gebiet repräsentiert im Rahmen des Impetus-Transektivs die randsaharischen Beckenlandschaften am Südrand des Antiatlases.



**Fig.7: Klimastation der Testsite El Miyit (Foto M. Finckh)**

#### **Testsite 4: Bou Ihrhem (BIH)**

Die im März 2001 in Betrieb genommene Testsite Bou Ihrhem liegt im hier West-Ost verlaufenden Draa-Tal ca. 15 km östlich von Agdz in Hanglage südlich oberhalb der Flussoase des Draa. Die Klimastation und die Weideausschlussexperimente wurden auf einem Hangsporn in 1020 m Höhe eingerichtet, direkt über dem Durchbruch des Seitentals von Argioun. Erste Beobachtungen zeigen vorherrschende Winde aus West und Südwest.

Die Testsite Bou Ihrhem befindet sich im Gebiet oberkambrischer Quarzite und Sandsteine, in die ab und zu Kalke eingeschaltet sind. Die Schichten tauchen an der N-Flanke einer großen Antiklinale mit etwa 30° ab. In der im Norden anschließenden Synklinale steht der Bani-Quarzit im Muldenkern als Härtling an. Das Draa-Tal selbst liegt in den weichen, ausgeräumten Schieferen des untersten Silur. Das für den Raum dominierende Bruchsystem ist SW-NE orientiert, eine entsprechende Ausrichtung



kennzeichnet das prominent entwickelte Kluftsystem. Auch geomorphologisch findet sich dieses Bruchmuster in der Orientierung von kleineren bis mittleren Tälern wieder.

Typisch für die Felsfluren der Gebirgszüge südlich vom AntiAtlas ist diese Testsite sehr stark von Zwergsträuchern dominiert. Neben den charakteristischen 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.

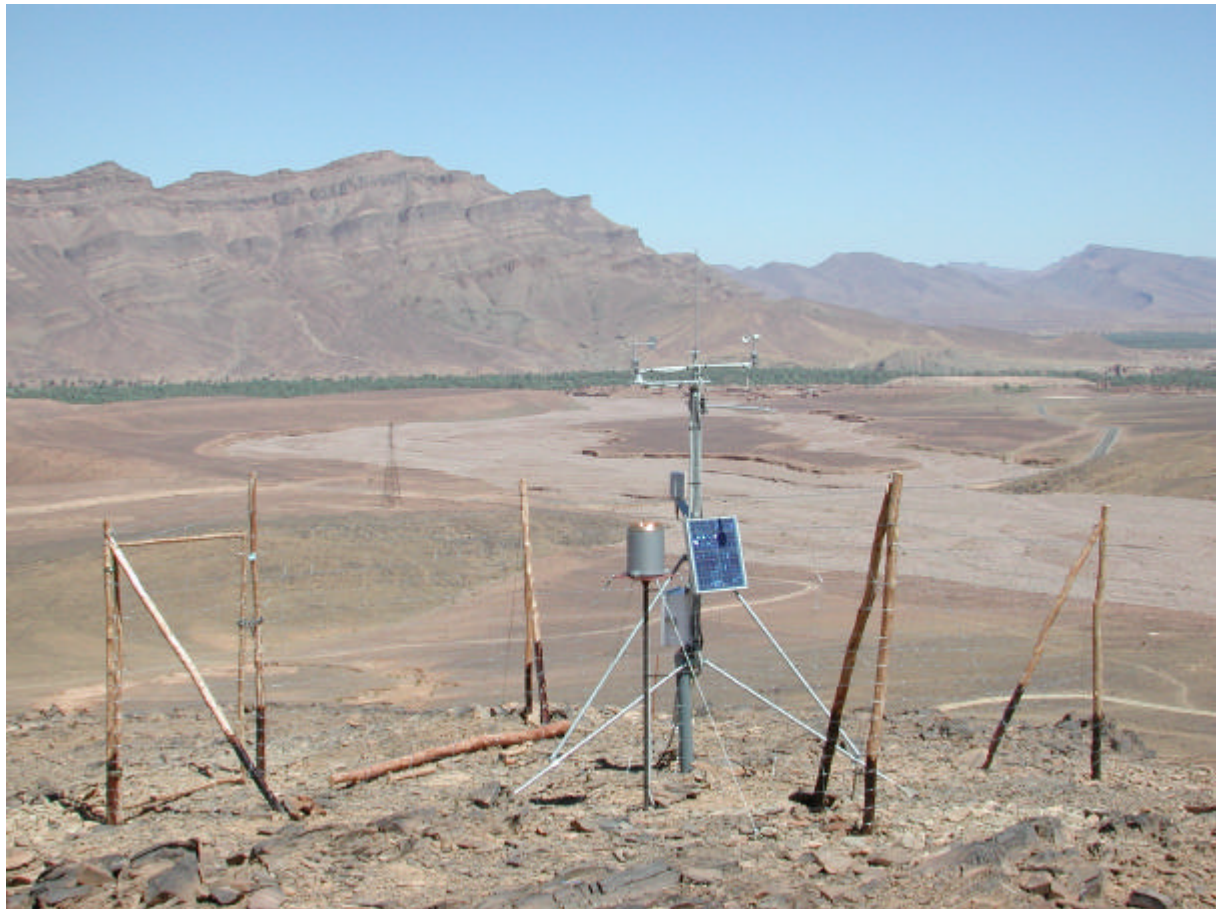


**Fig.8: Weideausschlussversuch an der Testsite Bou Ihrhem (Foto M. Finckh)**

Die Felsflächen der Testsite werden von den Schaf- und Ziegenherden der Bewohner von Argiouun extensiv beweidet, andere Nutzungen liegen derzeit nicht vor. Auch diese Testsite wird durch ein Hügelgrab am Fuß der Testsite als Altsiedellandschaft gekennzeichnet.

Die Testsite wurde ausgewählt, weil sie die geomorphologischen, hydrologischen und vegetationsökologischen Bedingungen der weit verbreiteten kambrischen und ordovizischen Sedimentgesteine im AntiAtlas gut charakterisiert. Gleichzeitig entspricht die Lage außerhalb der Oase

dem westlich gelegenen Hinterland und markiert den nördlichsten Transektpunkt im tiefer gelegenen eigentlichen Draa-Tal.



**Fig.9: Klimastation von Bou Irhrem, im Hintergrund die Draa-Oase östlich von Agdz (Foto M. Finckh)**

### **Testsite 5: Bou Skour (BSK)**

Die Testsite Bou Skour liegt in der hier flachen Hügellandschaft des Jebel Sarrho etwa 6 km NW der gleichnamigen Bergbausiedlung in etwa 1420 m Höhe. Diese Landschaftseinheit gehört zum AntiAtlas, der das Becken von Ouarzazate im Süden begrenzt, der Hauptvorfluter dieser Testsite ist der Dades.

Auf dem Transekt vom Hohen Atlas in das hocharide südliche Draagebiet stellt sich an dieser Testsite für die klimatologischen Untersuchungen insbesondere die Frage, ob die Niederschläge höhenbedingt im AntiAtlas noch einmal zunehmen können und ob allgemein die Trockenheit des Südens durch orographische Effekte gemildert wird.



Unter geomorphologischer und hydrogeologischer Sicht wurde die Testsite Bou Skour als Repräsentant für die präkambrischen Einheiten des Anti Atlas gewählt. Hier stehen präkambrische Vulkanite und Sedimente sowie untergeordnet brecciöse Kalklinsen an. Die Hochlagen weisen eine bis zu 20 m mächtige Überlagerung aus Grobkonglomeraten auf. In den Tälern dominieren junge, fluviatile Ablagerungen des Holozän. In der Nähe der Testfläche findet sich eine alte Cu-Lagerstätte, deren Abraumhalden im SE unabgedeckt zu finden sind.

Auf dieser Testsite am Nordabfall des Antiatlas finden sich auf den Fußflächen Chenopodiaceen-Steppen, die von *Hammada scoparia* dominiert werden. Auf den felsdurchsetzten Flächen der eigentlichen Testsite dominieren daneben noch *Zilla spinosa*, und *Launaea arborescens*, *Withania arborescens* findet sich in Felsspalten.



**Fig. 10: Blick auf die vorgesehene Testsite bei Bou Skour im präkambrischen Bereich des Antiatlas (Foto M. Gastreich)**

Genutzt wird diese Fläche von den Tieren einiger benachbarter Häuser, die im Bett eines angrenzenden größeren Wadis Feldbau betreiben, insbesondere jedoch wohl von den Herden einer



nomadisierenden Fraktion der Ait Atta. Eine genauere Beschreibung des Weidesystems auf dieser Testsite steht noch aus.

Die Testsite Bou Skour repräsentiert im Rahmen des Impetus-Transektivs die präkambrischen Bereiche der AntiAtlas-Schwelle. Zu den spezifischen vegetationsökologischen Themen an dieser Testsite gehört die (in der Literatur umstrittene) Frage, ob die artenarmen *Hammada scoparia*-Steppen südlich des Hohen Atlas als Degradationserscheinungen oder als natürliche Steppengesellschaften zu interpretieren sind.

### **Testsite 6: Trab Labied (TRL)**

Die Testsite Trab Labied nördlich der Oase Skoura liegt auf ca. 1380 m im Becken von Ouarzazate, am Südrand des Hohen Atlas. Es dient als Sammelbecken der niederschlagsgespeisten Zuflüsse aus den Bergen. Bis zu 100 km lange Transportwege legt das Wasser unter den klimatischen Bedingungen des 1150 (W) bis 1500 m (O) hoch gelegenen Beckens zurück.

Kennzeichnend sind alluviale Ablagerungen sowie 5 unterschiedliche Generationen von quartären Terrassen die jeweils 10 bis 15 m Mächtigkeit erreichen. Die Schotter spiegeln das nördlich gelegene Liefergebiet des Hohen Atlas (triassische Dolerite, liassische und eozäne Kalke, rote Sandsteine) wider. Das Quartär lagert diskordant auf den Red Bed-Sedimenten des Mio-Pliozäns auf (Mergel, Ton- und Siltsteine, teilweise auch feinsandige Partien des Pontico-Pliozän), die deutlich geschichtet sind und ein fluvio-lakustrines Milieu anzeigen. Die genaue Schichtenfolge der zwischen 2000 und 3000 m mächtigen Serie (Service Géologique 1977) ist noch nicht bekannt. Die gesamte Folge lagert nach Jakobshagen (1988) in Winkeldiskordanz präkambrischen Andesiten auf.

Verdunstungspotential und Niederschläge sind die Hauptanliegen bei dieser Klimastation, die das zonale Klima des Beckens südlich des Hohen Atlas charakterisieren soll.

Auch diese Testsite ist wie die von Bou Skour von *Hammada scoparia*-Steppe als Vegetationseinheit bedeckt, allerdings ohne eingeschaltete Felsbereiche. *Launaea arborescens* und *Ononis natrix* sind die häufigsten perennierenden Begleitarten. In der weiteren Umgebung ist als einziger größerer Strauch sehr sporadisch *Ziziphus lotus* zu finden. Auch an dieser Testsite stellt sich die Frage nach der „Natürlichkeit“ der aktuell anzutreffenden Vegetationseinheiten.

Genutzt wird diese Fläche von den Schaf- und Ziegenherden der angrenzenden Ortschaften. Ein ausgedehntes Feld von Hügelgräbern weist auf das Alter der menschlichen Besiedlung in diesem Raum hin.



**Fig. 11: Terrassenfläche der Ebene von Trab Labied, im Vordergrund Sandverwehungen in einer Abflusslinie (Foto M.Gastreich)**

Trab Labied dient unter geomorphologischen und hydrogeologischen Gesichtspunkten als repräsentative Testfläche für die känozoische Sedimentfüllung des Beckens von Ouarzazate. Es ist für das Klimatranspekt von besonderer Bedeutung durch die Aufstellung einer Bilanzstation, mit deren Ausstattung Daten für die Erstellung von Energiebilanzen gewonnen werden (Bilanzstation: Bodenwärmefluß, Bodenfeuchte; Globalstrahlung, Albedo; Temperatur und Luftfeuchte in zwei Meßhöhen).

### **Testsite 7: Taoujgalt (TJG)**

Der Standort der Testsite Taoujgalt liegt auf einer Höhe von 1900 m am Auslaufbereich eines Schwemmfächers in der breiten Hochebene von Ait Tountert.

Die Kenntnis der klimatischen Bedingungen in einem inneratlassischen Tal parallel zu den Gebirgsketten erlaubt Rückschlüsse auf Luv-Lee-Effekte und die Modifikation von Großwetterlagen.

Die Talfüllung wird in diesem Gebiet durch ein verwittertes, pliozänes Konglomerat gebildet. Unweit der Testfläche findet sich an einem Taldurchbruch der Ursprung des mächtigen Schwemmfächers, auf dem die Ortschaft Taoujgalt steht. Die Testfläche ist Teil der "South Atlas Marginal Zone" bekannt (Service Géologique 1977). Der nördliche Berghang besteht aus nach S einfallenden Kalken (unterer bis mittlerer Lias), die ab dem Hangfuß von pliozänen Konglomeraten, seinen Verwitterungsrückständen und von den Schottern der Schwemmfächer bedeckt sind. Tertiäre Gesteine bilden unmittelbar südlich der Testfläche steilstehende Geländerippen. Das orographische Einzugsgebiet der Hochebene spiegelt mit den tektonisch verstellten, mesozoischen und tertiären Einheiten die geologische Situation in der South Atlas Marginal Zone wider.



**Fig. 12: Artemisia-Steppen der Hochfläche von Ait Toumert, Standort der Testsite Taoujgalt (Foto M.Gastreich)**

Die Vegetation der Hochebene von Ait Toumert wird von Wermutarten aus der *Artemisia herba-alba* Gruppe dominiert. Die starke Präsenz von Espartogras (*Lygeum spartum*) auf Friedhöfen in dieser Einheit legt jedoch nahe, dass es sich ursprünglich um Esparto- und Halfagrassteppen gehandelt hat,

die erst durch Überweidung zu Wermutsteppen degradiert wurden. Die Weideausschlußexperimente auf dieser Einheit sollen hierüber Informationen erbringen.

Die traditionelle Nutzung dieser Hochsteppen ist die Weidenutzung, mit überlappenden Nutzungsrechten von transhumanten Berbergruppen und den Bewohnern der in die Ebene eingesprengten Ortschaften. Örtlich wird inzwischen die Wermutsteppe umgebrochen für Bewässerungsfeldbau mit Pumpen.

Die Testsite Taoujgalt soll die im Hohen Atlas häufig angetroffenen inneren Hochtäler vertreten und besitzt damit hohe Flächenrepräsentanz. Auch unter vegetationsökologischen Gesichtspunkten wird durch diese Testsite im Bereich der *Artemisia*-Steppen eine der wichtigsten Großvegetationseinheiten des Untersuchungsgebiets vertreten.

### **Testsite 8: Imeskar (IMS)**

Die Testsite von Imeskar liegt auf etwa 2.250 m am südexponierten Unterhang des Tals von Ameskar, bereits in der unteren winterlichen Schneezone. Für die klimatologischen Untersuchungen stehen hier die Niederschlags- (und insbesondere Schnee-)dynamik im Mittelpunkt. Bodentemperaturmessungen geben Aufschluß über Wachstumsbedingungen der lichten *Juniperus*-Wälder.

Die im Bereich der Testfläche Imeskar angetroffene Schichtenfolge umfasst kontinentale Trias bis unteren Lias, denen in Tälern und in lokalen Senken Quartärbedeckung aufliegt. Die kontinentale Trias besteht aus roten Sandsteinen mit einzelnen Konglomeratbänken, die im oberen Bereich in Siltsteine mit Gipsen übergehen (Mudplanes und Salzpfannen). Vereinzelt sind lakustrine Kalkbänke von ca. 5 – 10 m Mächtigkeit entwickelt. Darüber liegen meist triassische Basalte und Dolerite, die lokal von feinklastischen Rotsedimenten abgedeckt sind. Auf die Trias folgen diskordant die Kalke des unteren Lias, in Flachwasserfazies (häufig feinlamierte Schichten, vereinzelt mit grauen Peloidbänken sowie Mergelhorizonte; nach oben eine Zunahme der Bioklastika mit einzelnen Schillbänken).

Tektonisch ist das Gebiet durch Störungen, Falten und Überschiebungen gekennzeichnet. Die Störungen sind teilweise triassischen Alters und können in den liassischen Kalken nicht weiter verfolgt werden. Andere Störungen sowie die Falten hängen mit der spätkretazischen bis känozoischen Kompressionstektonik zusammen. Die Faltung der liassischen Kalke in Bereichen von Störungen ist dabei sehr komplex. Die Klüftung ist räumlich sehr variabel ausgebildet.

Hydrogeologisch ist der wichtigste Wasserstauer die feinklastische Trias, diese Grenze bildet den Hauptquellhorizont. Aquifere sind meist die darüber liegenden Basalte oder Hangschuttmassen. Ein weiterer wichtiger Aquifer sind die alluvialen Konglomerate der Täler. Bei höheren Abflußraten ist es

wahrscheinlich, dass auch die Basalte als Wasserstauer fungieren und der verkarstete Lias den Aquifer darstellt.

Die Vegetation der Testsite war ursprünglich wohl in den Verwandtschaftskreis der mediterranen Steineichenwälder zu stellen, in den Verband *Junipero thuriferae-Quercion rotundifoliae* (Quezel & Barbero 1981). Durch Überweidung und Brennholznutzung stark degradiert, finden sich heute vorwiegend lichte Macchiengesellschaften aus der Klasse der *Ononido-Rosmarinetea*.

Die aktuelle Nutzung ist insbesondere silvopastoral, von den Schaf- und Ziegenherden sowie durch den Brennholzbedarf der beiden Ortschaften Ameskar el Fougani und Imeskar el Tahtani. Ob im Bereich der Testsite auch Holzkohle gewonnen und verkauft wird, wie es in einigen benachbarten Tälern der Fall ist, ist noch unklar.

Der Standort oberhalb des Tales von Ameskar auf 2050 m ist repräsentativ für die Bedingungen der unteren winterlichen Schneezone und für die hochgelegende Gebirgslandschaft zwischen Imeskar und Ait Tournert. Die Klimastation bildet einen wichtigen Stützpunkt für die Bestimmung des Niederschlagsgradienten am Hauptkamm des Hohen Atlas.

Vegetationsökologisch liegt die Testsite im südlichen Grenzbereich mediterraner Waldökosysteme und stellt damit ein notwendiges Element im Großtransekt von saharischen zu mediterranen Ökosystemen dar.





**Fig. 13: Wacholder Heiden in der Umgebung der Testsite Imeskar (Foto M. Schmidt)**



### Testsite 9: Tichki (TIC)

Die geplante Testsite Tichki liegt in 3165 m Höhe auf einer Hangschulter nordöstlich oberhalb des gleichnamigen Weilers. Sie charakterisiert die mittlere Schneezone des Hohen Atlas und dient als mittlere Station für die Bestimmung des Niederschlagsgradienten am Hauptkamm des Hohen Atlas.

Die geologischen Bedingungen entsprechen den in der vorigen Testsite besprochenen Gegebenheiten.

Die Vegetation dieser Höhenlage entspricht der oromediterranen Stufe, d.h. den Dornpolstergesellschaften der mediterranen Hochgebirge (*Erinacetalia anthyllidis*, Quezel 1952). Es ist unklar, ob und in welchem Umfang hier ursprünglich *Juniperus thurifera*-Bestände ausgebildet waren. Wenn die technischen Mittel und das Gelände es zulassen, soll auch auf dieser Testsite eine Weideausschlussfläche eingerichtet werden, um die Vegetationsentwicklung ohne Verbiss zu untersuchen.

Die Nutzung der Fläche erfolgt derzeit durch transhumante Berbergruppen, welche die Fläche als Sommerweide nutzen. Direkt östlich der Testsite sind Sommerlagerplätze zu finden.



Fig. 14: Klimastation der Testsite Tichki (Foto M. Finckh)



Die Testsite Tichki repräsentiert im Impetus-Transekt die flächenrelevante oromediterrane Höhenstufe des Hohen Atlas und soll Daten über den mesoskaligen Klimagradient zwischen Gipfelgrat des Jebel M’Goun (4000 m) und dem Tal vom Imeskar (2050 m) liefern.

### **Testsite 10: M’Goun (MGO)**

Eine Klimastation auf ca. 3.900 m südlich unterhalb des Gipfelkamms des Jbel M’Goun soll zusammen mit den anderen Stationen im Hohen Atlas und dessen Vorland Daten zur Höhenentwicklung der Niederschläge am Atlashauptkamm liefern.

Die M’Goun-Kette ist Teil des Hauptkamms des Hohen Atlas und erreicht im Jebel M’Goun mit 4068m ihre größte Höhe. Die Kenntnis der Temperatur- und Feuchtebedingungen in der obersten winterlichen Schneezone ist grundlegend wichtig für das Verständnis des Auf- und Abbaus der Schneedecke als wichtigem Wasserspeicher für das Draa-Einzugsgebiet.

Mit einer Höhe von 3900 m ü. NN und schwer zugänglich, ist diese Station vor allem für die Gewinnung von Klimadaten wichtig. Die geologische Situation ähnelt der von der Testfläche Imeskar (v.a. liassische Kalke, triassische Rotsedimente und Basalte).

Die Vegetation ist nur noch sehr lückig, Kalkschuttfuren dominieren hier. Entsprechend extensiv ist die Nutzung, sehr sporadische Weidenutzung mit Ziegen durch transhumante Berbergruppen, die weiter hangabwärts ihre Sommerlager haben, ist die einzige nennenswerte Nutzung. Entsprechend ist dies die einzige Impetus-Testsite, auf der keine Weideausschlussexperimente geplant sind.

Die Testsite M’Goun repräsentiert den nördlichsten und höchstgelegenen Punkt des Impetus-Transeks, und dient zur Beschreibung des Hochgebirgsklimas im Atlas.

### Zusammenfassung:

Die abschließende Tabelle gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Lage und wichtige naturräumliche Charakteristika der ausgewählte Testsites

Testsite	Nr.	Code	Breite*	Länge	Höhe ü NN	Naturräumliche Einheit/Geologie	Formation	Vegetationskreis
Lac Iriki	1	IRK	29° 58' 23,1" N	6° 20' 56,50" W	445 m	Salzpfanne, Endsee des Draa, quartär	Tamarix-Gebüsch	saharisch
Jebel Hssain	2	JHB	29° 56' 12,12" N	5° 37' 43,21" W	725 m	Quarzitischer Gebirgsriegel, Silur	Zwergstrauchgeprägte Felsfluren	saharisch
El Miyit	3	EMY	30° 21' 49,21" N	5° 37' 44,4" W	792 m	Beckenlandschaft mit quartären Füllungen	Akaziensteppe und Halbwüste	saharisch
Bou Ihrhem	4	ARG	30° 39' 0" N	6° 19' 0,12" W	1020 m	Gebirgsriegel, Oberkambrium	Zwergstrauchgeprägte Felsfluren	saharisch
Bou Skour	5	BSK	30° 57' 6" N	6° 20' 23,39" W	1420 m	Präkambrisches Grundgebirge des Jebel Sarrho	Zwergstrauchgeprägte Felsfluren	irano-turanisch
Trab Labied	6	TRL	31° 10' 15,6" N	6° 34' 42,6" W	1383 m	Becken von Ouarzazate, känozoisch und quartär verfüllt	Chenopodiaceensteppe	irano-turanisch
Taoujgalt	7	TJG	31° 23' 23,78" N	6° 19' 19,3" W	1900 m	Inneratlassisches Hochtal, quartär verfüllt	Wermutsteppen	irano-turanisch
Imeskar	8	IMS	31° 30' 5,22" N	6° 14' 51,18" W	2245 m	Kalkatlas, Trias / Jura	Steineichen-Wacholderwald	Montan-mediterran
Tichki	9	TIC	31° 32' 14,78" N	6° 18' 10,33" W	3165 m	Kalkatlas, Trias / Jura	Igelheiden	oromediterran
M'Goun	10	MGO	31° 30' 8,1" N	6° 27' 3,67" W	ca. 3.900 m	Kalkatlas, Trias / Jura	Kalkschuttfuren	oromediterran

\* Geogr. Koordinaten in WGS 84

**Tab.1: Übersicht über die Auswahl der Testsites**