

## **Die Vegetation im Wadi Aggag (Süd-Ägypten) – eine Herausforderung für die Phytozoölogie**

Reinhard Bornkamm & Frank Darius

### **Zusammenfassung**

Im Wadi Aggag bei Assuan wurde in den Jahren 1987 bis 2000 die Vegetation untersucht, die dort bei einer rechnerischen mittleren Niederschlagshöhe von 1 mm/Jahr gedeiht. Größere Niederschlagsereignisse treten im Einzugsgebiet des Wadis nur im Abstand von mehreren Jahren auf. Die mit dem Niederschlag verbundenen Sturzfluten zerstören die (eventuell noch vorhandene) Vegetation weitgehend, tragen aber auch neue Diasporen ein. Vegetationsaufnahmen zu verschiedenen Terminen führen daher zu unterschiedlichen Ergebnissen. Wegen der lang andauernden Trockenzeiten kommt es nicht zu einer geregelten Sukzession. Die stärkste Vegetationsentwicklung findet sich im Zentrum des Wadis. Auf den Terrassen im Randbereich wächst eine Pioniervegetation, die nur wenige Monate überlebt. An diesen Standorten ist die Pioniervegetation zugleich auch identisch mit der Klimaxvegetation.

### **1. Einleitung**

Die Arbeit der Phytozoölogie beruht auf einem klassischen Methodenkanon. Nach Auswahl einer geeigneten Probefläche wird eine vollständige Artenliste erhoben. Jede Art wird in ihrer Menge nach ihrem Deckungsgrad geschätzt, und die Aufnahmen werden nach ihrem Ähnlichkeitsgrad in Vegetationseinheiten gegliedert. Im Falle der Pflanzensoziologie werden diese nach einer ausgeklügelten Nomenklatur namentlich gekennzeichnet. Alle Teile dieses Vorgangs, also die Flächenauswahl, die Korrektheit der Artenliste, die Genauigkeit der Mengenschätzung und die Optimierung der Namensgebung können durch Hilfsmaßnahmen überprüft und verbessert werden. Diese komplexe Methodik wird seit fast 100 Jahren in aller Welt auf die verschiedensten Vegetationstypen angewandt. Trotzdem gibt es immer wieder Formen der Vegetation, bei denen die Anwendung der klassischen Methoden Schwierigkeiten bereitet und die damit zu einer Herausforderung des o. g. Methodenkanons führen. Ein solcher Fall liegt bei dem sehr spärlichen Pflanzenwuchs in den extremsten Wüstenbereichen vor. Als Beispiel soll der Pflanzenwuchs in einem Gebiet der Ost-Sahara, dem Wadi Aggag bei Assuan, vorgestellt werden. Die hier vorhandene Vegetation hat sich in Abhängigkeit von den seltenen Regenfällen auf gewaltige, mehr oder weniger rhythmische, Störungen einzustellen. Um diese zu erfassen haben Professor Irina Springuel und ihre Mitarbeiter, vor allem Dr. Mohamed G. Sheded, nach einem Starkregen im November 1987 mit Boden- und Vegetationsuntersuchungen begonnen und diese bis zum Jahr 2000 fortgeführt. Diese Untersuchungen schienen uns sehr interessant, weil es zwar eine große Zahl von Arbeiten darüber gibt, was geschieht, wenn Wassermangel eintritt, aber kaum Angaben darüber, was im Einzelnen passiert, wenn es dann ei-

nes Tages doch einmal wieder regnet. Daher haben wir uns im Jahre 1989 diesem Projekt angeschlossen (SPRINGUEL et al. 1990, 2006).

Das Wadi Aggag (Abb. 1) ist ein östliches Seitental des Nils, das in den ägyptischen Basement-Komplex, vor allem in die Formation des Nubischen Sandsteins, aber auch in Vulkanite, eingeschnitten ist. Die Mündung dieses Wadis liegt in ca. 100 m Meereshöhe am nördlichen Stadtrand von Assuan. Das über 300 km<sup>2</sup> große Einzugsgebiet umfasst mit seinem welligen Plateau eine Höhe von ca. 350 m über dem Meer. S1, S2 und S3 bezeichnen die Standorte der untersuchten Transekte, und zwar S1 im Unterlauf, S2 im Mittellauf und S3 im Oberlauf (SPRINGUEL et al. 1990, 2006). Im Folgenden sollen zunächst die Lebensbedingungen der hier vorhandenen Vegetation gekennzeichnet werden. Danach soll auf die Frage eingegangen werden, wie weit man hier von Pflanzengesellschaften sprechen kann, und welche Probleme sich ergeben, wenn die Vegetation auf ihre zeitliche Entwicklung sowie ihre räumliche Gliederung untersucht wird.

## 2. Lebensbedingungen der Vegetation

Tabelle 1 zeigt die Niederschläge, die in Assuan und Umgebung für die Untersuchungsjahre 1987-2000 gemessen wurden (NOAA 2001). Die Übereinstimmung mit den in Stadtnähe und den im Wadi Aggag selbst beobachteten Regenfällen ist relativ gut. Das stimmt damit überein, dass tropische Starkregenzellen in der Regel höchstens eine Größe von etwa 100 – 200 km<sup>2</sup> besitzen (REID & FROSTICK 1997). Es ist daher wahrscheinlich, dass Regenfälle in Assuan auch das stadtnahe, untere Wadi Aggag erreichen. Es kann aber nicht erwartet werden, dass einzelne Niederschlagsereignisse das gesamte Einzugsgebiet des Wadis gleichzeitig ergreifen. Wenn man nicht mit Zehntel-Millimetern operieren will, kann man den mittleren Jahresniederschlag mit 1 mm pro Jahr ansetzen. Niederschläge von nahe 0 mm (Tab. 1) werden keine großen Abflussereignisse hervorrufen. Aber schon wenige mm genügen bereits, um starke Sturzfluten zu erzeugen, die selbst große Steinblöcke bewegen, im Wadizentrum vorhandene Bauten zerstören bzw. die im Wadikanal befindliche Vegetation stark verändern. Die Zuordnung der Hauptregenjahren des Untersuchungszeitraums (1987, 1991, 1996) sind aus Tab. 1 nicht zu entnehmen, weil hier vermutlich die Regenmengen nicht in Stadtnähe, sondern im oberen Teil des Einzugsgebietes gefallen sind. Offensichtlich wird nur wenig Wasser im Wadibett selbst gespeichert. Bei begleitenden Bodenuntersuchungen zeigte sich, dass der Wassergehalt des Feinbodens selbst nach den Regenfällen nur für wenige Monate den Wert 5 % übersteigt (SPRINGUEL et al. 1990, 2006).

Für die Kennzeichnung der Aridität eines Gebietes gibt es eine große Zahl von Ariditäts-Indizes. Benutzt man als einfachsten Index das Verhältnis des Jahresniederschlages (mm) zur Jahres-Mitteltemperatur so ergeben sich die in Tab. 2 wiedergegebenen Werte. Diese Zahlen für Assuan liegen um mehr als 3 Zehnerpotenzen unter den in Mitteleuropa üblichen Werten und sprechen für sich.

### 3. Pflanzengesellschaften im Untersuchungsgebiet

Zunächst muss erörtert werden, welche Art von Vegetation unter diesen Bedingungen entstehen kann und wie weit eine Gliederung in unterschiedliche Pflanzengesellschaften überhaupt vorgenommen werden kann. In Tab. 3 sind Vegetationsaufnahmen nicht nur aus dem Wadi Aggag selbst, sondern auch aus der Östlichen Wüste (Arabischen Wüste) nordöstlich von Assuan zusammengestellt. Insgesamt wurde in 63 Aufnahmen nur die geringe Zahl von 16 Arten gefunden. Das sind allerdings etwa ebenso viele wie die 15 Arten, die bei einer Untersuchung von Kleinoasen der westlichen Wüste Ägyptens auf 20 000 km<sup>2</sup> Fläche notiert werden konnten (BORNKAMM 1986). Es fällt auf, dass sich 10 von diesen 16 Arten auf nur 4 Familien verteilen. Die mittlere Artenzahl in unseren Aufnahmen liegt (bei einer Standardgröße der Aufnahmefläche von 25 m<sup>2</sup>) mit nur 3,6 Arten sehr niedrig.

Unter den in Tab. 3 wiedergegebenen Vegetationseinheiten befindet sich nur eine (A), die von einem Strauch bzw. strauchartigen Baum dominiert wird, und zwar von *Acacia ehrenbergiana*, die die günstigsten Positionen im Wadilauf nutzt. Diese Gesellschaft entspricht dem „*Acacia ehrenbergiana* - *Aerva javanica* community type VI“ von SPRINGUEL et al. (1991, s. auch SPRINGUEL & SHEDED 1991) und kann als *Acacia ehrenbergiana*-*Aerva javanica* - Ass. (Ass. nov.) bezeichnet werden. (Übrigens kommt im untersten Bereich des Wadi Aggag auch ein „echter“ Baum vor, *Acacia tortilis* ssp. *raddiana*, der von unserer Untersuchungen aber nicht erfasst wurde.)

In der Nähe von A kommen Bestände mit *Aerva javanica* vor (Tab. 3 B). Von „Gesellschaft“ kann man hier nicht sprechen, da die dominierende Art in der Regel nicht von einer weiteren Art begleitet wird. Solche Bestände finden sich mit unterschiedlichen Hauptarten auch in der Westlichen Wüste Ägyptens (BORNKAMM & KEHL 1990).

Ein zweiter Strauch, *Tamarix nilotica*, kommt am Standort S3 vor (Tab. 3 E), wo ein Transekt durch einen etwas breiteren, senkenartigen Teil des Wadis gelegt wurde. Hier kann sich Bodenwasser für etwas längere Zeit halten. Diese Gesellschaft entspricht dem „*Tamarix nilotica* – *Pulicaria crispa* community type X von SPRINGUEL et al. (1991) und kann als *Tamarix nilotica*-*Pulicaria crispa* – Ass. (Ass. nov.) bezeichnet werden.

Der größte Teil der Vegetation wird durch Tab. 3 (C + D) repräsentiert, wo mehrere Arten existieren, die in Floren unterschiedlichen Lebensformen zugeordnet werden. Diese Begriffe wie „Annuelle, Ephemere, Bienne, Perenne u. s. w.“ eignen sich im vorliegenden Falle aber nicht, da sie alle auf das Vorhandensein von Jahresrhythmen angelegt sind, die in hyperariden Gebieten wie dem Wadi Aggag nicht gegeben sind. Die hier wachsenden Arten können sowohl in kurzer Zeit ihren vollständigen Entwicklungszyklus durchführen, als auch, wenn die Bedingungen es erlauben, als mehrjährige Arten fungieren (HAINES 1954). Ihr Lebenszyklus wird also nicht biologisch determiniert, sondern durch einen äußeren Faktor, die Verfügbar-

keit von Wasser, geregelt. Sie sind daher „poikilorhythmisch“ (BORNKAMM 2001). Diese poikilorhythmischen Arten sind die typischen Arten der „akzidentellen Vegetation“ im Sinne von KASSAS (1952)

Bei den sonst sehr ähnlichen Beständen C und D kann sogar noch nach dem Vorkommen von *Zygophyllum simplex* und *Astragalus vogelii* differenziert werden. Diese Arten kennzeichnen in weiten Teilen Ägyptens randliche Bereiche von Senken oder initiale Bereiche von Rinnen, d. h. Standorten, an denen der Anteil von gelegentlichem fließendem Wasser etwas höher ist als in den Zentren größerer Rinnen und von Senken. Wegen der großen Ähnlichkeit empfiehlt sich keine Differenzierung von C und D in unterschiedliche Assoziationen. Die Pflanzengesellschaft in Tab. 3 C, die Ähnlichkeit mit dem „*Zilla spinosa community type XI*“ bei SPRINGUEL et al. (1991) hat, kann als *Zilla spinosa – Fagonia indica* Ass. (Ass. nov.) Typ. Subass. bezeichnet werden, Tab. 3 D als Subass. von *Zygophyllum simplex*. Letztere hat Ähnlichkeit mit dem „*Fagonia indica community type XII*“ (SPRINGUEL et al. 1991).

Abb. 2 zeigt die Vegetation am Standort S 1.; *Zilla spinosa* dominiert. Im Zentrum befindet sich ein Exemplar von *Acacia ehrenbergiana*, das bei der Sturzflut von 1991 umgerissen wurde, aber neu nach oben austreibt.

Abb. 3 zeigt die Vegetation am Standort S2. Auch hier dominiert *Zilla spinosa*. Die im Hintergrund sichtbare Bahnstrecke wurde ebenso wie die begleitende Straße bei der Sturzflut 1991 zerstört.

Abb. 4. zeigt die Vegetation am Standort S3. Rechts ist ein Exemplar von *Tamarix nilotica* zu sehen, im übrigen Teil vorwiegend *Salsola imbricata ssp. imbricata*. Wo sich Vegetation entwickelt hat, wenn auch nur für wenige Monate in einer Zeitspanne von mehreren Jahren, sind Pflanzenfresser nicht weit (Abb. 5). Hier handelt es sich um Dorcas-Gazellen, aber gelegentlich werden auch Kamelherden durch die Wadis getrieben.

Tab. 3 zeigt, dass auch im hyperariden Wadi Aggag mit üblichen vegetationskundlichen Methoden gearbeitet kann. Zwar ist die Zahl der verfügbaren Arten sehr gering, sodass jede Art einzeln gewertet werden muss. Aber es entsteht immerhin der Anschein einer Normalität. Dieser Anschein soll allerdings durch die letzten beiden Betrachtungen, nämlich die der räumlichen Verteilung und der zeitlichen Verteilung, in Frage gestellt werden. Als Übergang soll Tab. 4 dienen. Hier wurde die Frage gestellt, ob sich der Unterwuchs der Bestände von *Acacia ehrenbergiana* in irgendeiner Weise von der Umgebung unterscheidet. Hierzu wurden in einem Gebiet, in dem die Gehölzart häufiger vorkommt als im Wadi Aggag, nämlich dem Wadi Quleib (ca. 160 km südlich von Assuan) 52 Flächen teils unter der Krone teils zwischen den Kronen der Bäume aufgenommen. Diese Aufnahmen machen deutlich, dass kein Unterschied zu finden ist.

#### 4. Zeitliche Verteilung der Vegetation

Die zeitliche Verteilung der Vegetation soll am Standort S1 betrachtet werden. Hier wurde unmittelbar nach einem starken Niederschlag am 12.11.1987 ein offener Transekt mit 20 Flächen von je 1 m<sup>2</sup> Größe quer über den bewachsenen Teil des Wadis angelegt. Sodann wurden in den ersten Jahren wöchentlich, in den späteren Jahren seltener, mit Ausnahme der Jahre 1992 und 1999, bis zum 26.10.2000 alle lebenden Individuen in den Probeflächen ausgezählt. Während dieses Zeitraums ereigneten sich zwei weitere Starkregenfälle, nämlich am 16.1.1991 und 29.12.1996, also etwa im vierjährigen Rhythmus. Tab. 5 zeigt die Aufnahme unmittelbar nach den drei Regenfällen und jeweils eine typische Auszählung aus den übrigen fast regenlosen Jahren. Zwei Erscheinungen sind zu beobachten: 1) Nur zwei Arten sind fast ständig vorhanden, die übrigen zeigen mehr oder weniger große Lücken. 2) Ganze Artengruppen fallen mit der Zeit aus, während andere Arten neu auftreten. Das wird noch einmal verdeutlicht, wenn die prozentualen Anteile der verschiedenen Arten betrachtet werden, wie sie in Abb. 6 für sämtliche Untersuchungstermine dargestellt werden. *Zilla spinosa* erreicht nach jedem Regenfall hohe Anteile, nimmt allerdings langfristig ab, während die Gruppe ("Rest") zunimmt. *Morettia philaeana* schwankt sehr stark, während *Fagonia indica* in jeder Trockenphase prozentual zunimmt. Zahlenmäßig nimmt natürlich auch diese Art in der regenlosen Zeit ab und ist Anfang Januar 1991 nur noch mit einem Individuum vertreten, das allerdings zu diesem Zeitpunkt das einzige lebende Individuum und damit 100 % der Vegetation darstellt. Geobotaniker, die in diesem Gebiet Aufnahmen machen, würden also völlig unterschiedliche Ergebnisse erzielen, je nachdem zu welchem Zeitpunkt sie ihre Notizen machen. In diesen Zahlen spiegelt sich die doppelte Rolle der Flutwelle wider. Das Wasser verändert die Oberflächenstruktur, zerstört einerseits einen großen Teil der Vegetation (vgl. Abb. 2) und räumt die Diasporenbank aus, bringt aber andererseits auch neues Bodenmaterial und neue Diasporen ein.

#### 5. Räumliche Gliederung der Vegetation

Während bisher die Vegetation in einem Abschnitt des Wadis immer in ihrer Gesamtheit betrachtet wurde, soll im Folgenden die räumliche Gliederung betrachtet werden. Hierzu soll der Transekt am Standort S2 verwendet werden, der im November 1997 (also knapp ein Jahr nach dem zweiten Regenereignis am 16.01.1996) eingerichtet wurde. Es handelt sich um einen geschlossenen Transekt mit 25 m<sup>2</sup> großen Teilflächen (Länge 8,3 m; Breite 3 m), der auf beiden Wadi-Seiten über die mit Vegetation bewachsene Fläche hinausgreift. Dieser Transekt läuft von der südlichen Seite des Wadis über einen oberen (Hang 1) und unteren Hang (Hang 2) über eine schmale, südliche Terrasse (Terrasse 1), das Zentrum des Wadis sowie eine breitere nördliche Terrasse (Terrasse 2) und endet auf der nördlichen Seite des Wadis an einer steilen Böschung (Hang 3). In den Teilflächen wurde für alle Arten die Individuendichte pro m<sup>2</sup> sowie

Deckungsgrad und Höhe der lebenden Individuen bestimmt (Tab. 6). Die Hänge 1 und 3 sind vegetationsfrei. Hang 2 ist mit besonders zahlreichen (aber sehr kleinen) Individuen von fünf verschiedenen Arten spärlich bewachsen. Kein Individuum hat hier die 10 Monate nach dem Regenfall lebend überstanden. Der Hauptteil der Vegetation findet sich in etwa gleichmäßiger Stärke im Wadi-Zentrum und in Terrasse 2. Hier hat besonders eine Reihe von Individuen von *Zilla spinosa*, *Salsola imbricata* und *Fagonia indica* überlebt. Die mittlere Flächendeckung fast aller Arten liegt im Wadizentrum und im Wadibett um ein Vielfaches höher als auf Hang 2 (Tab. 7). Auch bei der Höhenentwicklung der lebenden Individuen zeigt sich die gleiche Tendenz (Tab. 8). Die einzige Ausnahme ist *Fagonia indica*, die vom peripheren zum günstigeren zentralen Standort weder in der Flächendeckung noch im Höhenwuchs eine erkennbare Änderung zeigt. Vielleicht ist es gerade diese Eigenschaft des begrenzten Wachstums, das diese Art befähigt, regenlose Zeiten besonders ausdauernd zu überstehen (s. Abb. 7). Die Zahlen, die für Wadizentrum und Terrasse 3 sehr ähnlich sind, zeigen auch, dass vom bloßen Augenschein her, nicht leicht erkannt werden kann, wo die Hauptablauf-Kanäle bzw. die günstigsten Wasserbedingungen in solch einem fels- und blockreichen Wadi liegen.

## 6. Schlussfolgerungen

Die Vegetation des Wadi Aggag zeigt eine zeitliche Variation, die das Ansprechen unter pflanzensoziologischen Gesichtspunkten schwierig macht, weil das Ergebnis der Untersuchungen stark von ihrem Zeitpunkt abhängt. Der Zeitgeber ist dabei der Niederschlag, der sich in dem von uns untersuchten Intervall anscheinend in Abständen der Größenordnung von etwa 4 Jahren wiederholt. Von da aus kann aber nicht auf längere Zeiträume geschlossen werden. Die Vegetationsentwicklung kann daher nicht eindeutig als rhythmisch charakterisiert werden. Ebenso wenig ist es möglich, eine Sukzessionsreihe in den Veränderungen zu finden. Im Wadi-Zentrum könnte möglicherweise der Schritt von der Strauch- bzw. Perennen – Stufe zur Gehölzstufe, z. B. der Wechsel von *Zilla* zu *Acacia* + *Zilla*, als ein Sukzessionsschritt gewertet werden. Nichts dergleichen ist an den Hängen möglich. Hier ist nur eine kurzfristige Vegetation von poikilohydrischen Arten vorhanden. Diese Pionier-Arten sind an dieser Stelle die einzige mögliche Vegetationsform. Oder mit anderen Worten: Die Pioniervegetation stellt zugleich auch die Klimaxvegetation dar!

## Literaturverzeichnis

- BORNKAMM, R. (1986): Flora and vegetation of some small oases in S-Egypt. - *Phytoceonologia* 14: 273-284.
- BORNKAMM, R. (2001): Allochthonous ecosystems – ecosystems without producers. – *Bocconeia* 13: 201-208.
- BORNKAMM, R., KEHL, H. (1990): The plant communities of the Western Desert of Egypt. - *Phytocoenologia* 19: 149-231.

- HAINES, B. W. (1951): Potential annuals of the Egyptian desert. – Bull. Inst. Dés. Egypte 1: 103-118.
- KASSAS, M. (1952): Habitat and plant communities in the Egyptian desert. I. – J. Ecol. 40: 342-351.
- NOAA (2001): National Oceanic and Atmospheric Administration, Ashville N. C. *Global Surface Summary of the Day*. (online at <ftp.ncdc.noaa.gov>).
- REID, I., FROSTICK, L. E. (1997): Channel form, flows and sediments in deserts. In: D. S. G. THOMAS (ed.) *Arid Zone Geomorphology*, pp. 205-229. J. Wiley & Sons, Chichester.
- SPRINGUEL, I., SHEDED, M., ABED, W. (1990): Plant growth in relation to a rain incident in Wadi Agag, South Egypt. – *Vegetatio* 90: 159-165.
- SPRINGUEL, I., SHEDED, M. (1991): Spatial analysis of the plant communities in the southern part of the Eastern Desert (Arabian Desert) of Egypt. – *J. Arid. Env.* 21: 319-325.
- SPRINGUEL, I., EL-HADIDI, M. N., SHEDED, M. (1991): Plant communities in the southern part of the Eastern Desert (Arabian Desert) of Egypt. – *J. Arid Env.* 21: 201-217.
- SPRINGUEL, I., SHEDED, M., DARIUS, F., BORNKAMM, R. (2006): Vegetation dynamics in an extreme desert wadi under the influence of episodic rainfall. – *Polish Botan. Studies* 22: 459-472.

**Adresse der Autoren:**

Prof. Dr. Reinhard Bornkamm  
Dr. Frank Darius  
Technische Universität Berlin, Institut für Ökologie  
Rothenburgstr. 12, D - 12165 Berlin,  
e-mail: [frank.darius@tu-berlin.de](mailto:frank.darius@tu-berlin.de)

## Abbildungen

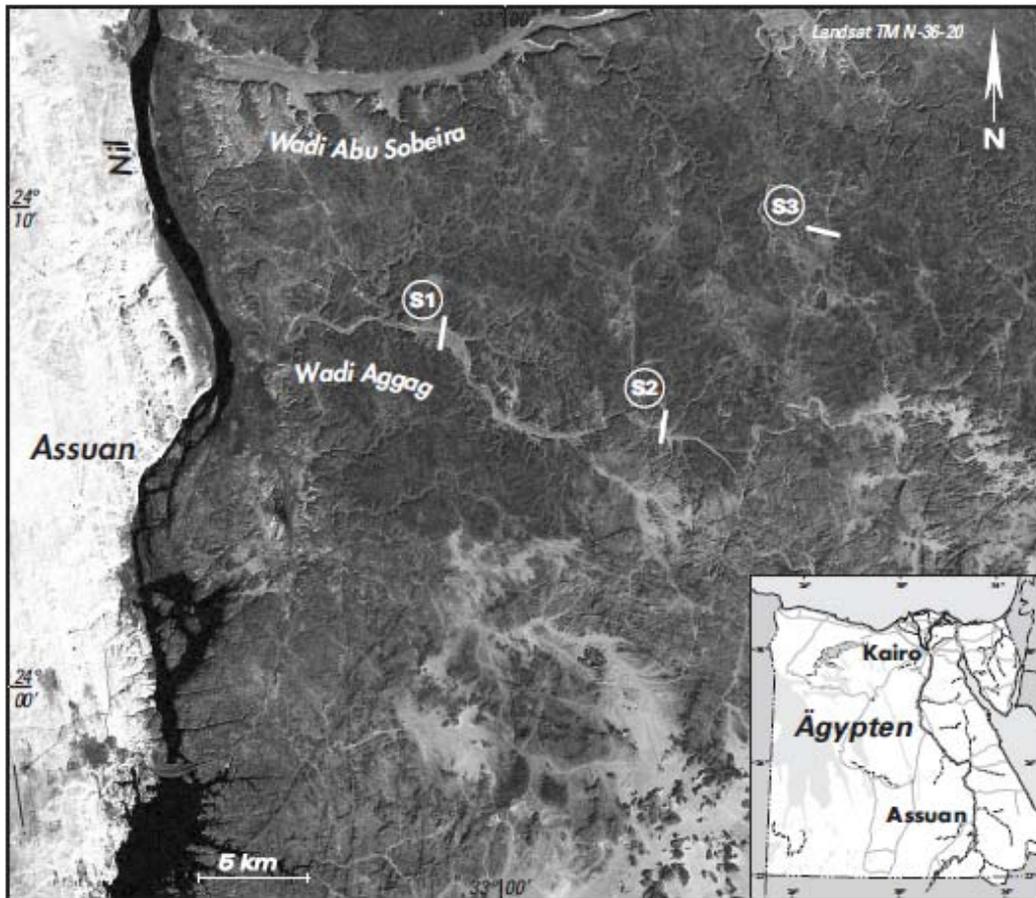


Abb. 1: Einzugsgebiet des Wadi Aggag; S1, S2 und S3 = untersuchte Transekte.



Abb. 2: Vegetation am Standort S1.



**Abb. 3:** Vegetation am Standort S2.



**Abb. 4:** Vegetation am Standort S3.



Abb. 5: Dorcas-Gazellen im Wadi Aggag

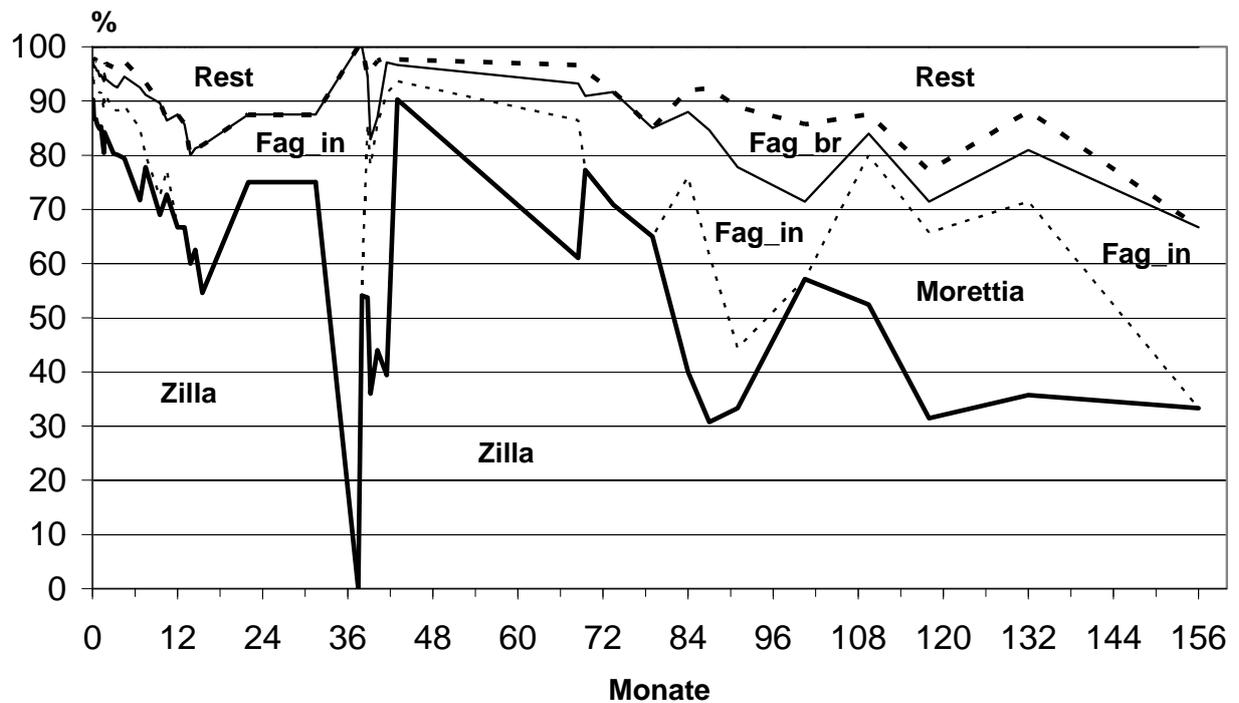


Abb. 6: Laufende prozentuale Zusammensetzung der Vegetation im Transekt am Standort S1 in den Jahren 1987-2000. Fag\_br = *Fagonia bruguieri*, Fag\_in = *Fagonia indica*.

**Tab. 1:** Niederschläge in Assuan und im Wadi Aggag während des Untersuchungszeitraumes (nach NOAA 2001);

Zahlen = Niederschlag (mm)

. = kein Regen

**t** = Spuren

\* = Regen im Wadi Aggag

nach eigenen Beobachtungen (aus SPRINGUEL et al. 2006).

| Jahr | J        | F        | M        | A | M         | J | J | A         | S | O         | N         | D         | Total |
|------|----------|----------|----------|---|-----------|---|---|-----------|---|-----------|-----------|-----------|-------|
| 1987 | .        | .        | .        | . | .         | . | . | .         | . | <b>0*</b> | .         | .         | 0     |
| 1988 | .        | .        | .        | . | <b>0*</b> | . | . | <b>0*</b> | . | .         | .         | .         | 0     |
| 1989 | .        | .        | .        | . | .         | . | . | .         | . | .         | .         | .         | 0     |
| 1990 | .        | .        | .        | . | .         | . | . | .         | . | .         | .         | <b>0*</b> | 0     |
| 1991 | .        | .        | .        | . | .         | . | . | .         | . | .         | .         | .         | 0     |
| 1992 | .        | .        | .        | . | .         | . | . | .         | . | <b>0*</b> | .         | .         | 0     |
| 1993 | .        | .        | .        | . | <b>t*</b> | . | . | .         | . | .         | <b>t</b>  | .         | 1     |
| 1994 | <b>t</b> | .        | .        | . | .         | . | . | .         | . | <b>7*</b> | .         | .         | 8     |
| 1995 | .        | <b>t</b> | .        | . | .         | . | . | .         | . | .         | .         | .         | 0     |
| 1996 | .        | .        | <b>1</b> | . | .         | . | . | .         | . | .         | <b>t*</b> | .         | 1     |
| 1997 | .        | .        | <b>1</b> | . | .         | . | . | .         | . | <b>1*</b> | .         | .         | 2     |
| 1998 | .        | .        | .        | . | <b>2</b>  | . | . | .         | . | .         | .         | .         | 2     |
| 1999 | .        | .        | .        | . | .         | . | . | .         | . | .         | .         | .         | 0     |
| 2000 | .        | <b>t</b> | .        | . | .         | . | . | .         | . | .         | .         | .         | 0     |

**Tab. 2:** Verhältnis von Jahres-Mitteltemperatur zu mittlerem Jahres-Niederschlag in einigen Städten Europas und Nordafrikas.

| Ort       | Niederschlag | Temperatur | N/T  |
|-----------|--------------|------------|------|
| Hohenheim | 685 mm       | 8,4°       | 81,5 |
| Odessa    | 392 mm       | 9,9°       | 39,6 |
| Cairo     | 26 mm        | 20,8°      | 1,25 |
| Assuan    | 1 mm         | 25,8°      | 0,04 |

**Tab. 3:** Pflanzengesellschaften im Wadi Aggag und seiner Umgebung.

| Assoziation  | A   |     |    | B   |   |   | C  |     |    | D   |     |   | E   |     |   |
|--|-----|-----|----|-----|---|---|----|-----|----|-----|-----|---|-----|-----|---|
| Zahl der Aufnahmen                                       | 5   |     |    | 12  |   |   | 22 |     |    | 17  |     |   | 7   |     |   |
| mittl.Artenzahl  | 2,4 |     |    | 1,1 |   |   | 4  |     |    | 4,4 |     |   | 5,3 |     |   |
| Typ.Aufn.(T); Präsenz (P); mittl.Deckung (D,%)           | T   | P   | D  | T   | P | D | T  | P   | D  | T   | P   | D | T   | P   | D |
| <i>Acacia ehrenbergiana</i> ( <i>Fabaceae</i> )          | 5   | V   | 41 |     |   |   |    |     |    |     |     |   |     |     |   |
| <i>Morettia philaeana</i> ( <i>Brassicaceae</i> )        | 2!  | III | 5  |     |   |   | 2! | V   | 4  | 1   | V   | 3 | +   | V   | 2 |
| <i>Aerva javanica</i> ( <i>Amaranthaceae</i> )           | 2   | II  | 1  | 10  | V | 7 |    |     |    |     |     |   |     |     |   |
| <i>Zilla spinosa</i> ( <i>Brassicaceae</i> )             |     | I   | 1  |     |   |   | 2  | V   | 11 | 2!  | IV  | 4 |     |     |   |
| <i>Zygophyllum simplex</i> ( <i>Zygophyllaceae</i> )     |     |     |    |     |   |   |    |     |    |     | V   | 3 |     |     |   |
| <i>Astragalus vogelii</i> ( <i>Fabaceae</i> )            |     |     |    |     |   |   |    |     |    |     | IV  | 0 |     |     |   |
| <i>Glinus lotoides</i> ( <i>Molluginaceae</i> )          |     |     |    |     |   |   |    |     |    |     |     |   | +   | V   | 1 |
| <i>Tamarix nilotica</i> ( <i>Tamaricaceae</i> )          |     |     |    |     |   |   |    |     |    |     |     |   | 2   | III | 1 |
| <i>Salsola imbricata</i> ( <i>Chenopodiaceae</i> )       |     |     |    |     |   |   | 2! | III | 2  | 2   | IV  | 5 | 2   | V   | 4 |
| <i>Fagonia indica</i> ( <i>Zygophyllaceae</i> )          |     | I   | 0  |     |   |   | 2  | V   | 2  | 2   | III | 1 |     |     |   |
| <i>Polycarpaea robbeiraea</i> ( <i>Caryophyllaceae</i> ) |     |     |    |     |   |   |    | II  | 0  |     | I   | 0 |     |     |   |
| <i>Senna italica</i> ( <i>Fabaceae</i> )                 |     |     |    |     | I | 0 | +  | I   | 1  |     |     |   |     |     |   |
| <i>Pulicaria incisa</i> ( <i>Asteraceae</i> )            |     |     |    |     |   |   | 2! | III | 2  |     | II  | 1 | +   | V   | 0 |
| <i>Pulicaria crispa</i> ( <i>Asteraceae</i> )            |     |     |    |     |   |   |    | II  | 0  | 1   | II  | 2 | 1   | V   | 2 |
| <i>Crotalaria aegyptiaca</i> ( <i>Fabaceae</i> )         |     |     |    |     |   |   |    | I   | 0  | +   | I   | 0 |     |     |   |
| <i>Stipagrostis plumosa</i> ( <i>Poaceae</i> )           |     |     |    |     |   |   |    | I   | 0  |     |     |   |     |     |   |

A *Acacia ehr.* - *Morettia phil.* Ass. typ. Subass.; B *Aerva jav.* Subass.; C *Zilla spi.*- *Morettia phil.* Ass.typ.Subass.;  
D *Zygophyllum sim.* Subass.; E *Glinus lot.* - *Tamarix nil.* Ass.

**Tab. 4:** Vergleich zwischen der Vegetation innerhalb und außerhalb der Kronenregion von *Acacia ehrenbergiana*.

| Wadi Quleib 30.10.2000      | Deckung ih. Krone | Deckung ah. Krone |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| <i>Acacia ehrenbergiana</i> | 27.5 %            | 0.0 %             |
| <i>Aerva javanica</i>       | 1.6 %             | 0.6 %             |
| <i>Morettia philaeana</i>   | 0.3 %             | 2.1 %             |
| <i>Fagonia indica</i>       | < 0.1 %           | 0.1 %             |
| <i>Senna alexandrina</i>    | 0.0 %             | < 0.1 %           |
| <i>Stipagrostis plumosa</i> | 0.0 %             | < 0.1 %           |

**Tab. 5:** Zusammensetzung der Vegetation im Transekt am Standort S1 in den Jahren 1987-2000 (Individuen/20 m<sup>2</sup>).

| Jahr                         | 1987       | 1988 | 1989 | 1990 | 1991      | 1993 | 1994 | 1995 | 1996       | 1997 | 1998 | 2000 |
|------------------------------|------------|------|------|------|-----------|------|------|------|------------|------|------|------|
| <i>Zilla spinosa</i>         | <b>275</b> | 16   | 6    | 6    | <b>30</b> | 17   | 10   | 3    | <b>118</b> | 33   | 15   | 4    |
| <i>Morettia philaeana</i>    | <b>15</b>  |      |      |      | <b>29</b> |      | 9    | 1    | <b>62</b>  | 36   | 15   |      |
| <i>Fagonia indica</i>        | <b>8</b>   | 5    | 1    | 1    | <b>1</b>  | 5    | 3    | 3    | <b>9</b>   | 6    | 4    | 4    |
| <i>Senna italica</i>         | <b>2</b>   | 2    | 1    | 1    |           |      |      |      |            |      |      | 1    |
| <i>Zygophyllum simplex</i>   | <b>1</b>   |      |      |      |           |      |      |      | <b>2</b>   |      |      |      |
| <i>Cistanche phelypaea</i>   | <b>1</b>   |      |      |      |           |      |      |      |            |      |      |      |
| <i>Euphorbia granulata</i>   | <b>1</b>   |      |      |      |           |      |      |      |            |      |      |      |
| <i>Crotalaria aegyptiaca</i> | <b>3</b>   | 1    |      |      |           |      | 1    | 1    | <b>2</b>   | 1    |      |      |
| <i>Fagonia bruguieri</i>     | <b>1</b>   |      |      |      | <b>1</b>  |      | 1    | 1    | <b>8</b>   | 6    | 3    |      |
| <i>Astragalus vogelii</i>    |            |      |      | 1    |           |      |      |      |            |      |      |      |
| <i>Salsola imbricata</i>     |            |      |      |      |           | 1    | 1    |      | <b>4</b>   | 3    | 2    | 4    |
| <i>Pulicaria crispa</i>      |            |      |      |      |           | 1    |      |      | <b>5</b>   | 15   |      |      |
| <i>Pulicaria incisa</i>      |            |      |      |      |           |      |      |      | <b>6</b>   | 5    | 1    |      |
| <i>Lotononis platycarpa</i>  |            |      |      |      |           |      |      |      | <b>2</b>   |      | 1    |      |
| <i>Polycarpaea robbeirea</i> |            |      |      |      |           |      |      |      | <b>7</b>   |      |      |      |

**Tab. 6:** Individuendichte der Vegetation im Querschnitt des Wadis am Standort S2 (November 1997).

| Individuen/m <sup>2</sup> (tot;lebend) | Oberhang | Unterhang | Terasse-W   | Wadibett   | Terasse-O  | Osthang |
|--|----------|-----------|-------------|------------|------------|---------|
| Gesamtfläche (m <sup>2</sup> )         | 50       | 50        | 50          | 400        | 350        | 25      |
| <i>Zilla spinosa</i>                   |          | 2.5       | 1.7         | 0.2        | 1.0        |         |
| "                                      |          |           | <b>0.1</b>  | <b>0.5</b> | <b>0.9</b> |         |
| <i>Salsola imbricata</i>               |          | 8.7       | 0.8         |            | 0.3        |         |
| "                                      |          |           | <b>0.4</b>  |            | <b>2.3</b> |         |
| <i>Morettia philaeana</i>              |          | 4.8       | 2.3         | 1.1        | 3.5        |         |
| <i>Pulicaria crispa</i>                |          | 2.3       | 2.4         | 0.1        | 4.3        |         |
| "                                      |          |           |             |            |            |         |
| <i>Zyphophyllum simplex</i>            |          | 2.0       |             |            | 0.3        |         |
| <i>Fagonia indica</i>                  |          |           | 0.1         | 0.5        | 2.7        |         |
| "                                      |          |           | <b>0.02</b> | <b>0.8</b> | <b>0.2</b> |         |
| <i>Polycarphaeae robbairea</i>         |          |           | 0.05        | 0.04       |            |         |
| <i>Crotalaria aegyptiaca</i>           |          |           |             |            |            |         |
| "                                      |          |           |             | <b>0.2</b> |            |         |
| <i>Stipagrostis plumosa</i>            |          |           |             |            | 0.04       |         |
| <i>Senna italica</i>                   |          |           |             |            | 0.04       |         |
| <i>Astragalus vogelii</i>              |          |           |             |            | 0.3        |         |

**Tab. 7:** Mittlerer Deckungsgrad der lebenden Individuen im Querschnitt des Wadi am Standort S2.

| Deckung/Individuum (dm <sup>2</sup> ) |           |           |          |           |
|---------------------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|
| Arten                                 | Unterhang | Terasse-W | Wadibett | Terasse-O |
| <i>Zilla spinosa</i>                  | 2         | 3         | 88       | 103       |
| <i>Salsola imbricata</i>              | 0.3       | 8         |          | 32        |
| <i>Morettia philaeana</i>             | 0.6       | 3         | 13       | 14        |
| <i>Fagonia indica</i>                 |           | 19        | 19       | 3         |
| Übrige Arten                          | 0.5       | 1         | 29       | 29        |
| Alle Arten                            | 2         | 3         | 27       | 28        |

**Tab. 8:** Mittlere Höhe der lebenden Individuen im Querschnitt des Wadi am Standort S2.

| Mittlere Höhe leb. Individuen Site 2 (cm) |           |          |           |
|---|-----------|----------|-----------|
| Arten                                     | Terasse-W | Wadibett | Terasse-O |
| <i>Zilla spinosa</i>                      | 16        | 24       | 75        |
| <i>Crotalaria aegyptiaca</i>              |           | 23       |           |
| <i>Salsola imbricata</i>                  | 40        |          | 59        |
| <i>Fagonia indica</i>                     | 20        | 19       | 20        |