

## Kryptoendolithische Flechten als Beispiel einer Anpassung an extrem trocken-kalte Klimabedingungen

Ludger Kappen und Imre Friedmann

In Antarctica the bare rocks of the Dry Valleys, Victoria Land, provide for lichens a large area for colonization. However, the rock surfaces are almost free of any plant life. The local abundance of cryptoendolithic lichens (lichen thallus totally inside the porous space of sandstone) shows that this life form allows the existence of plants under the generally harsh environmental conditions. The lichen habitats are strictly exposure dependent. The microclimate in the colonized rock layers differs significantly from the outer environment of the rock. The optimum temperatures of net photosynthesis are between +2 and +9 °C. On a calm day lichens are able to photosynthesize for about 13 hours at their habitat, however, temperatures were never observed to be optimal. Thus, dry matter production proves to be very low. Adaptation results here from qualities of the lichens as well as from the restriction of the lichen to a kind of a micro-oasis.

*Antarctica, cryptoendolithic lichens, Dry Valleys, microclimate, micro-oasis, net photosynthesis.*

### 1. Einführung

Flechten gelten heute schon gemeinhin als an extreme Standorte besonders angepaßt. Diese Auffassung stützt sich auf die Beobachtung, daß eine Reihe von Flechten in extremen Trockengebieten der Erde den höheren Pflanzen an Art- und Individuenzahl überlegen sein können. In solchen konkurrenzarmen Bereichen werden Flechten gelegentlich vegetationsbeherrschend, während sie in anderen Klimaten in der Vegetation eine sehr untergeordnete Rolle spielen. Flechten sind außerordentlich resistent gegen Trockenheit, gegen Kälte und - im trockenen Zustand - gegen Hitze (KAPPEN 1973). Für ihre metabolische Aktivität benötigen alle bisher untersuchten Flechtenarten gemäßigte bis kühle Bedingungen.

### 2. Flechtenvorkommen in den Dry Valleys/Antarktika

Flechten bilden in der Antarktis den Hauptanteil der Vegetation. In Nord-Victoria Land unweit der Dry Valleys gibt es etwa 20 Flechtenarten (LINDSAY 1977). Aber in den eisfreien Gebirgen der Dry Valleys selbst sind trotz reichlichen Substratangebots Flechten ziemlich selten. Das Klima ist hier gewöhnlich extrem trocken, jedoch relativ mild (Mitteltemperatur der wärmsten Monate ca. -5 °C). Im Talgrund beschränkt sich das Vorkommen von Flechten auf Bereiche mit fließendem Gletscherwasser. In höheren Gebirgslagen und auf den Trogschultern findet man vereinzelt Krustenflechten in Felsspalten und örtlich größere Flächen mit kryptoendolithischen Flechtenarten der Gattungen *Lecidea* und *Buellia*. Die Thalli befinden sich bis ca. 1 cm tief im Porenraum des hier verbreiteten Beacon-Sandsteines. Apothecien werden an geschützten Stellen auf der Felsoberfläche gebildet. Das Vorkommen von Flechten ist meist an einer rotbraunen Eisenoxidkruste auf dem Gestein erkennbar. Wittert die äußere Rinde des Gesteins schalig ab, so verlagert sich die Flechte tiefer in das Gestein (FRIEDMANN 1977; FRIEDMANN et al. 1980).

Nordexponierte, seltener westexponierte Gesteinspartien sind mit Flechten besiedelt. Die den katabatischen Südwinden exponierte Südseite ist stets frei von Flechten. Wesentlich für die Existenz der Flechten ist auch, daß das Gestein in Nordexposition eine genügend schwachgeneigte oder horizontale Fläche bietet, auf der sich Schnee ansammeln kann. Steile Wände sind daher stets frei von Flechten. Die primäre Bedeutung des Schnees als einziger Wasserquelle wird hierin erkennbar (KAPPEN et al. 1981).

Messungen der Temperaturen, der Feuchte und der Lichtintensität im Gestein in Nord- und Südexposition zeigen die starken mikroklimatischen Unterschiede in beiden Expositionen auf. Während einer zehntägigen Beobachtungsphase wurden mehrere Schneefälle im Gebiet registriert. An klaren, milden Tagen steigen in Südexposition die Temperaturen im Gestein nur wenig über die Lufttemperatur an und erreichen nie 0 °C. Aufliegender Schnee sublimiert nur langsam in die trockene Luft. In Nordexposition erwärmt sich das Gestein bis zu +7 °C und bleibt bis zu 10 Stunden über dem Gefrierpunkt. Frischgefallener Schnee schmilzt rasch, und Schmelzwasser dringt tief in das Gestein ein. So erhalten die Flechten eine Wasserreserve für mehrere Tage (KAPPEN et al. 1981).

### 3. Ökophysiologische Besonderheiten der kryptoendolithischen Flechten

Die im Labor gemessene Nettophotosyntheseaktivität ist bei den gegebenen Lichtbedingungen (bis zu 551  $\mu\text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{sec}$ ) im Temperaturbereich von -6 bis +16 °C über dem Kompensationspunkt. Die Temperaturoptima der Nettophotosynthese bewegen sich je nach Lichtintensität zwischen 2 und 9 °C. Unter natürlichen Bedingungen am Standort wurde das Temperaturoptimum der Nettophotosynthese nicht erreicht. Für die Flechte war es also stets zu kalt (KAPPEN, FRIEDMANN in Vorb.).

Die maximalen Nettophotosyntheseraten der untersuchten Proben sind sehr niedrig (unter 0.1 mg  $\text{CO}_2/\text{mg Chlorophyll} \cdot \text{h}$ ). Sie liegen in der Größenordnung einiger anderer antarktischer Krustenflechten, doch weit unter den Raten von Flechten anderer Klimagebiete. Es wird vermutet, daß die niedrige Stoffproduktion die Thalli vor einem Ausbrechen aus dem engen endolithischen Lebensraum bewahrt.

## Konvergierende Bildung von „Oasen“ für Flechten in extrem ariden Gebieten

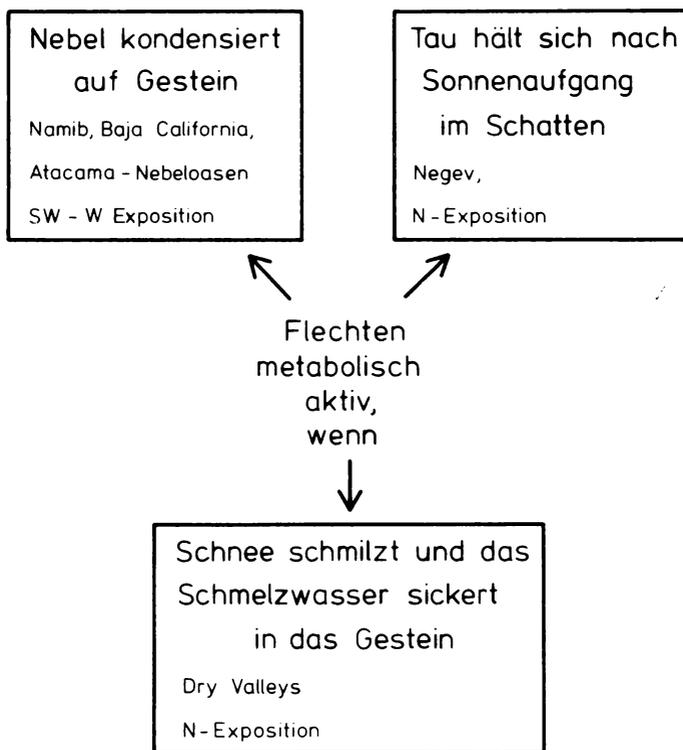


Abb. 1: Konvergente ökologische Bedingungen für Flechten in extrem ariden Gebieten.

Die sog. Anpassung der kryptoendolithischen Flechten der extrem trockenen und kalten Dry Valleys besteht folglich in einer hohen Gefrier- und Austrocknungsresistenz, in relativ niedrigen Temperaturgrenzen und Optima der Nettphotosynthese und in der Fähigkeit, den Gesteinsinnenraum zu besiedeln. Diese Eigenschaften wären jedoch ohne Effekt, wenn im Gestein nicht ein Mikroklima herrschen würde, das der Flechte die Aufnahme von flüssigem Wasser ermöglichte. Das Vorkommen von Flechten ist also auf eine Art von Mikro-Oasen beschränkt. Diese Situation erscheint analog zu der in Tau- [Negev] und Nebelwüsten [Namib] (KAPPEN et al. 1980). Während sich in diesen die Mikrooase für Flechten dadurch ergibt, daß der Standort möglichst kühl ist und keine direkte Strahlung erhält oder wenn durch Kondensation Wasser zur Aufsättigung der Thalli zur Verfügung steht (Abb. 1), so bildet sie sich in den Dry Valleys durch das Zusammenwirken von starker Sonnenstrahlung und Schneeschmelze, also in ganz andersartiger Standortsfaktorenkombination, jedoch mit dem gleichen Effekt für die poikilohydrischen Flechten. Man kann dies als konvergierende Bildung von Mikrooasen auffassen. Wesentlich ist also, daß die Existenz der Flechten nicht allein durch ihre physiologische Disposition (Anpassungsfähigkeit), sondern auch von der ökologischen Konstellation her erklärbar wird. Der häufig gebrauchte Begriff 'Anpassung' allein scheint also die Existenz der Flechten in extremen Klimagebieten nur unzureichend zu beschreiben.

#### Literatur

- FRIEDMANN E.I., 1977: Microorganisms in Antarctic desert rocks from dry valleys and Dufek Massif. *Antarct. J. of the U.S.* 12: 26-29.
- FRIEDMANN E.I., GARTY J., KAPPEN L., 1980: Fertile stages of cryptoendolithic lichens in the valleys of southern Victoria Land. *Antarct. J. Review* 15: 166-167.
- KAPPEN L., 1973: Response to extreme environments. In: AHMADJIAN V., HALE M.E.: *The Lichens* 3/10. New York (Academic Press): 311-380.
- KAPPEN L., LANGE O.L., SCHULZE E.-D., BUSCHBOM U., EVENARI M., 1980: Ecophysiological investigations on lichens of the Negev desert VII. The influence of the habitat exposure on dew inhibition and photosynthetic productivity. *Flora* 169: 216-229.
- KAPPEN L., FRIEDMANN E.I., GARTY J., 1981: Ecophysiology of lichens in the dry valleys of southern Victoria Land, Antarctica I. Microclimate of the cryptoendolithic lichen habitat. *Flora* 171: 216-235.
- LINDSAY D.C., 1977: Lichens in cold deserts. In: (Ed. SEAWARD M.R.D.) *Lichen ecology*. New York (Academic Press): 183-209.

#### Adressen

Prof. Dr. Ludger Kappen  
Botanisches Institut Univ.  
Olshausenstr. 40-60  
D-2300 Kiel

Prof. Dr. E. Imre Friedmann  
Dept. of Biological Science  
Florida State University  
Tallahassee, Florida 32306  
U.S.A.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [10\\_1983](#)

Autor(en)/Author(s): Kappen Ludger, Friedmann E. Imre

Artikel/Article: [Kryptoendolithische Flechten als Beispiel einer Anpassung an extrem trocken-kalte Klimabedingungen 517-519](#)