

Beobachtungen zur vertikalen Verteilung der Moosarten in der Doline Sterna-Filaria im Karstgebiet von Buje/Buie in Istrien (Kroatien)

Claudio Pericin & Hans Hürlimann

The distribution of moss species at different levels in an Istrian karst doline shows some gradual variation due to an increase in air humidity rather than to the decrease in temperature in greater depth. This variation seems to be less pronounced in Istria than in some areas situated at higher altitude farther north in the karst region.

Dolinen sind schüssel- bis trichterförmige Vertiefungen, die sich in Kalkgebieten gebildet haben und vor allem in den zentralen Regionen Istriens eine charakteristisch siebartige Landschaft hervorrufen. Innerhalb der einzelnen Dolinen verursachen meteorologische Phänomene bedeutende Temperaturunterschiede zwischen oben und unten. Man hat berechnet, dass die Lufttemperatur in den Dolinen im Mittel um etwa 7 °C pro 100 m Tiefe sinkt (POLLI 1961). In der Tat kann man beim Abstieg in eine Doline den Temperaturabfall und den Anstieg der Luftfeuchtigkeit am eigenen Leib spüren. Während die Temperatur beim Aufstieg auf einen Bergkamm durchschnittlich um 0.6 °C pro 100 Höhenmeter sinkt, ist die beobachtete Abnahme in umgekehrter Richtung in den Dolinen somit viel deutlicher. Diese Erscheinung beeinflusst die Vegetation der Dolinen, wie es BECK v. MANNAGETTA schon 1906 beschrieben hat. Seither haben sich weitere Autoren mit der «Umkehrung der Pflanzenregionen» befasst wie zum Beispiel MORTON (1936), HORVAT (1953), TOMAŽIČ (1946), GROM (1959), SAULI (1972, 1976) und FAVRETTO & POLDINI (1985). WEISS (1920) hat eine komplette Bibliographie über die Bryophyten mit Bezug auf Istrien bis 1920 zusammengestellt, und POLLI (1998) eine solche über die Geschichte der speläobotanischen Forschung im Karstgebiet. POLLI & SGUAZZIN (1998) haben übereinstimmend mit SAULI (1976) festgestellt, dass die Moose bei den Botanikern insgesamt wenig Beachtung finden. Es gab und gibt aber viele Forscher, die sich der Faszination der Moose nicht entziehen können, vgl. BECK v. MANNAGETTA (1906): «Sehr schön ist der Wechsel der Vegetation mit zunehmender Tiefe auch an der Moosvegetation zu beobachten».

Es schien deshalb interessant, diese Erscheinung an einem Einzelbeispiel zu untersuchen. Die Doline Sterna-Filaria ist die grösste Istriens mit einem äusseren Durchmesser von 300 m und einer Tiefe von 110 m (FORTI 1996). (Abb. 1). Der Geologe D'AMBROSI (1949–1950) aus Buie d'Istria/Buje bezeichnet sie als «halbe Doline». Nachfolgend bezeichnet FORTI (1998) sie als «Schluckloch». Kürzlich hat bei einem internationalen Kongress über «Buie und sein Karstgebiet in der Geologie Istriens» der

Keywords: Bryophytes, Karst dolines, Ecological factors

Adressen der Autoren:

Claudio Pericin
Speiserstrasse 107
4052 Basel/Schweiz

Dr. Hans Hürlimann
Bruderholzallee 160
4059 Basel/Schweiz

Angenommen: 9. 12. 2000



Abb. 1: Lage des Karstgebietes von Buje/Buie auf der Halbinsel Istrien

Triestiner Geologe Fabio Forti den Begriff «dolina-pozzo» vorgeschlagen. Der Rand der Doline befindet sich 293 m über Meer. Die Wand hat im südlichen Teil eine Neigung von beinahe 45°, während die nördliche Seite aus nacktem Fels besteht und senkrecht in die Tiefe geht (D'AMBROSI 1949–1950).

Die Vegetation ringsherum am äussersten Rand der Doline ist eine typische Karst-Waldvegetation, wo die Assoziation *Ostryo-Quercetum pubescentis* dominiert, die bald im südlichen Teil in eine bestellte Ebene übergeht. Im Wald findet man einen sehr reichen Bestand von Bäumen und Sträuchern wie *Carpinus orientalis*¹, *Cotinus coggygria*, *Ligustrum vulgare*, *Robinia pseudo-acacia*, *Fraxinus ornus*, *Cornus sanguinea*, *Acer monspessulanum*, *Prunus mahaleb*, *Crataegus monogyna*, *Juniperus communis*, *Sorbus domestica*, *Sorbus torminalis*, *Castanea sativa*, *Rubus ulmifolius*, *Rosa canina*, *Rosa agrestis*, *Clematis vitalba*, *Coronilla emerus* subsp. *emeroides*, *Lonicera caprifolium*, *Asparagus acutifolius*, *Ruscus aculeatus*, *Hedera helix* und dazwischen den Farn *Ceterach officinarum*. Auf der Nordseite der Doline wurde *Berberis vulgaris* gesehen, eine lokal seltene Pflanze, die das Verbreitungsgebiet in Istrien neben den von MARCHESSETTI (1896–97) erwähnten Standorten in Cere bei Koper/Capodistria und auf dem Slavnik/Monte Taiano, sowie auf dem Učka/Monte Maggiore, ROSSI (1930), erweitert. Wenn man langsam in die Tiefe steigt, findet man in der Baumschicht *Quercus cerris*, *Corylus avellana*, *Euonymus verrucosus*, *Cornus mas*, *Ulmus minor*, *Acer campestre*, *Fraxinus ornus*, *Carpinus betulus*. Besonderes ist die Präsenz der Buche, *Fagus sylvatica*, hervorzuheben, die in einem imposanten Exemplar bei ca. 1/3 des Abstiegs vorzufinden ist, obwohl LAUSI (1964) die Buche als eine fehlende Species für die Karstdolinen bezeichnet hat.

Im Unterwuchs wurden beobachtet: *Helleborus multifidus* subsp. *istriacus*, *Solidago virgaurea*, *Inula salicina*, *Bupthalmum salicifolium*, *Thalictrum minus*, *Campanula trachelium*, *Lathyrus vernus*, *Tanacetum corymbosum*, *Asparagus tenuifolius*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Sesleria autumnalis*, *Melica nutans*, *Muscari botryoides*, *Mercurialis perennis*, *Mycelis muralis*, *Hepatica nobilis*, *Primula vulgaris*, *Melittis melissophyllum*, *Viola riviniana*, *Cyclamen purpurascens*, *Moehringia trinervia*, *Moehringia muscosa*. Folgende *Hieracium*-Arten wurde von Herrn G. Gottschlich bestimmt: *Hieracium piloselloides*, *Hieracium murorum* und *Hieracium pallescens*. Letztere wurde ausser auf dem Monte Maggiore/Učka (GOTTSCHLICH & PERICIN 1999) jetzt auch hier gefunden, einem neuen Fundort. Im April ist es jeweils eine grosse Augenweide, den in voller Blüte stehenden *Galanthus nivalis* zu sehen, der den südlichen Teil der Doline bedeckt. Auf dem Grund der Doline (Länge ca. 65 m und variable Breite von 17 bis 21 m) findet sich feinste, gebräunte Roterde. Am westlichen Rand öffnet sich eine grosse Höhle, die sich nach innen zu verengt. Im Innern der Höhle auf dem Boden erscheinen ca. 6 m vor dem Höhlenausgang die ersten Spuren des Lebermooses *Conocephalum conicum*,

¹ Nomenklatur nach TUTIN TG et al. 1964–1983: Flora Europaea. 5 Bde., 2346 S., Cambridge.

die in immer dichteren Kolonien stehen je mehr das Licht zunimmt und die Höhle sich Richtung Höhlenausgang verbreitert. Nach weiteren ca. 1 ½ m beginnen vereinzelt *Phyllitis scolopendrium*, *Orlaya grandiflora* und *Lamium galeobdolon* zu wachsen, wobei letztere beide Species den gesamten Grund der Doline bedecken. Ebenfalls gut vertreten sind *Conocephalum conicum* und das Moos *Plagiomnium undulatum*. Fast im Zentrum finden sich einzelne Exemplare von *Rubus spec.* und 3 kleine Exemplare von *Corylus avellana* sowie einige *Salvia glutinosa*-Pflanzen. Von den Farnen beobachtet man einzelne Bestände von *Athyrium filix-femina* und *Dryopteris filix-mas* und an den Rändern *Gymnocarpium robertianum*, *Polypodium vulgare*, *Asplenium ruta-muraria* und *Asplenium trichomanes*. Vom Grund der Doline aus kann man auf der südöstlichen Seite (vgl. auch Abb. 2) Kolonien von *Phyllitis scolopendrium* von grosser Schönheit und Frische bewundern, die dem ganzen Ambiente eine exotische Note verleihen. Man fühlt sich wohl an diesem Ort, wo die Stille absolut ist, auch wenn die Temperatur an einem klaren Junitag um 10.35 Uhr nur 11.4 °C misst, während sie draussen am Eingang der Doline um 9.30 Uhr 25 °C mass.

Proben der Moosvegetation wurden absteigend alle 10 bis 20 m auf der südlichen Seite der Doline vom Erstautor am 6. Oktober 1999 gesammelt und vom Zweitautor bestimmt. Bei Mischproben steht die vorherrschende Art an erster Stelle, die übrigen werden mit «+»-Zeichen angeführt.

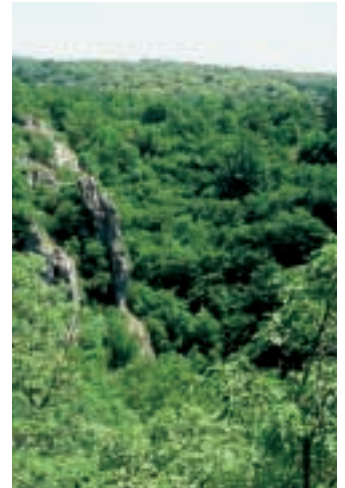


Abb. 2: Blick auf die Doline aus Nordwesten

Es wurden folgende Species beobachtet:

Bis 10 m Tiefe:

Dicranum scoparium Hedw.
Plagiomnium affine (Bland.) T. Kop.
Scleropodium purum (Hedw.) Limpr.
Brachythecium velutinum (Hedw.) Schimp.
 + *Frullania dilatata* (L.) Dum.
Hypnum cupressiforme Hedw.

Bis 20 m Tiefe:

Brachythecium velutinum (Hedw.) Schimp.
Homalothecium sericeum (Hedw.) Schimp.
Hypnum cupressiforme Hedw.
Hypnum cupressiforme Hedw.
 + *Homalothecium lutescens* (Hedw.) Robins. – auf Erde, – auf Holz

Bis 40 m Tiefe:

Plagiomnium affine (Bland.) T. Kop.
Plagiomnium undulatum (Hedw.) T. Kop.
Neckera complanata (Hedw.) Hüb.
Neckera crispa Hedw.
Anomodon attenuatus (Hedw.) Hüb.
Thuidium recognitum (Hedw.) Lindb.
Amblystegium confervoides (Brud.) Schimp.
Eurhynchium striatum (Hedw.) Schimp.
 + *Fissidens adianthoides* Hedw. ssp. *cristatus* (Mitt.) Kindb.
Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.
 + *Ditrichum flexicaule* (Schwaegr.) Hampe

Bis 60 m Tiefe:

Tortella humilis (Hedw.) Jenn.
Plagiomnium undulatum (Hedw.) T. Kop.
Neckera complanata (Hedw.) Hüb.
 + *Ditrichum flexicaule* (Schwaegr.) Hampe
 + *Pedinophyllum interruptum* (Nees) Kaal.
Neckera crispa Hedw.
Thuidium recognitum (Hedw.) Lindb.
Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.

Bis 70 m Tiefe:

Porella platyphylla (L.) Pfeiff. ssp. *baueri* (Schiffn.) Vandenb.
Plagiomnium affine (Bland.) T. Kop.
Neckera crispa Hedw.
 + *Neckera complanata* (Hedw.) Hüb.
 + *Hylocomium brevirostre* (Brid.) Schimp.
 + *Metzgeria conjugata* Lindb.
Eurhynchium striatum (Hedw.) Schimp.
Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.
 + *Anomodon attenuatus* (Hedw.) Hüb.
Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.
 + *Homalothecium sericeum* (Hedw.) Robins.

Bis 90 m Tiefe:

Conocephalum conicum (L.) Underw.
Plagiomnium undulatum (Hedw.) T. Kop.
Thamnobryum alopecurum (Hedw.) Gang.
 + *Neckera crispa* Hedw.
 + *Eurhynchium striatum* (Hedw.) Schimp.

Bis 100 m Tiefe:

Conocephalum conicum (L.) Underw.
 + *Plagiomnium rostratum* (Schrad.) T. Kop.
Lophocolea bidentata (L.) Dum.
 + *Eurhynchium striatum* (Hedw.) Schimp.
 + *Frullania dilatata* (L.) Dum.
 + *Rhizomnium punctatum* (Hedw.) T. Kop.
Plagiomnium undulatum (Hedw.) T. Kop.
Neckera crispa Hedw.
 + *Neckera complanata* (Hedw.) Hüb.
Thamnobryum alopecurum (Hedw.) Gang.
 + *Pedinophyllum interruptum* (Nees) Kaal.

Bis 110 m Tiefe:

Conocephalum conicum (L.) Underw.
Pedinophyllum interruptum (Nees) Kaal.
Fissidens adianthoides Hedw. ssp. *cristatus* (Mitt.) Kindb.
Tortella humilis (Hedw.) Jenn.
Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr.
Plagiomnium undulatum (Hedw.) T. Kop.
Eurhynchium striatum (Hedw.) Schimp.

Was sagen nun diese zugegebenermassen nur stichprobenartigen Befunde aus? Liegen Beweise für lokalklimatisch bedingte Unterschiede des Vorkommens der Moosarten in verschiedenen Tiefen einer Doline vor? Wenn man die ökologischen Ansprüche der verschiedenen Arten betrachtet, kann der Einfluss der Temperatur an sich weitgehend ausgeschlossen werden. Mit der Ausnahme von *Tortella humilis*, die in 60 m Tiefe

wie auch am Grund der Doline gefunden wurde, handelt es sich bei allen Arten um weit verbreitete Moose, die bezüglich der Temperatur wenig Ansprüche stellen. Dagegen dürften Unterschiede der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Verteilung der Arten eher von Bedeutung sein, wobei der Einfluss des Mikroklimas am Standort wichtig erscheint. Die langdauernde Schneebedeckung in tieferen Abschnitten der Dolinen fördert auch den Feuchtigkeitsgehalt der Luft in der bodennahen Zone (vgl. Abb. 3, aufgenommen in Mai 2000!). Speziell hygrophil sind die Lebermoose *Conocephalum conicum* (Abb. 4), *Lophocolea bidentata* und *Pedinophyllum interruptum*, aber auch die Laubmoose *Plagiomnium undulatum*, *Thamnobryum alopecurum* und die beiden *Neckera*-Arten sowie *Eurhynchium striatum* wachsen gerne an schattigen und feuchten Stellen. Auf der anderen Seite sind Moose wie *Dicranum scoparium*, *Scleropodium purum*, *Brachythecium velutinum* und *Hypnum cupressiforme* typische Waldbodenmoose mesophiler Standorte, die in der Doline in den oberen Stufen vermehrt auftreten.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass die Moosflora der Doline Sterna-Filaria auch in tieferen Lagen keine spezifisch alpinen Arten aufweist, dagegen vermehrt mitteleuropäische hygrophile Formen, die unter den besonderen lokal-klimatischen Bedingungen am Rand des Mittelmeergebiets vorkommen können. Verglichen mit den Angaben von BECK v. MANNAGETTA (1906) aus den Dolinen des Trnowaner Waldes mit größeren floristischen Unterschieden in verschiedenen Tiefen ist festzuhalten, dass in diesem nördlicher gelegenen Gebiet die Karstoberfläche gegen 1000 m höher liegt als in der untersuchten Gegend in Istrien und dass damit alpine bzw. subalpine Arten sich dort eher ansiedeln konnten.



Abb. 3: Der Grund der Doline mit der Basis der nördlichen Felswand (Schneereste am 15. Mai 2000!)



Abb. 4: *Conocephalum conicum*, dominierend auf dem Boden der Doline

Dank

Wir danken Herrn Bruno Faraguna für die metrische Schätzung der Doline.

Literatur

- BECK VON MANNAGETTA G (1906) Die Umkehrung der Pflanzenregionen in den Dolinen des Karstes. Sitzungsber K Akad Wiss Wien Math natw Klasse 65: 3–4
- D'AMBROSI C (1949–1950) Considerazioni in merito ad una dolina dimezzata da una faglia presso Portole in Istria. Boll Soc adriat Sci nat Trieste 45: 61–76
- FAVRETTO D & POLDINI L (1985) The vegetation in the dolinas of the karst region near Trieste (Italy). Studia Geobotanica 5: 5–18, Trieste
- FORTI F (1996) La geologia dell'Istria nel ricordo di Carlo D'Ambrosi (Il carso di Buie e di Rovigno). Museo Civico di Storia Naturale, Trieste
- FORTI F (1998) Bibliografia. In Calligaris R, Forti F, Peraldo D, Tanfani M (Hrsg) Carlo D'Ambrosi 1898–1998. Museo Civico di Storia Naturale, Trieste. pp 22 (Note)
- GOTTSCHLICH G & PERICIN C (1999) Das Artenspektrum der Gattung *Hieracium* L. (Compositae) in Istrien. Bauhinia 13: 29–40
- GROM S (1959) Mahovna flora naših jama. Naše Jame, Ljubljana, I: 17–19
- HORVAT I (1953) Vegetacija ponikava (Die Vegetation der Karstdolinen). Geogr glas 14–15, Zagreb
- LAUSI D (1964) Vorläufiger Überblick über die Vegetation der Triester Karstdolinen. Acta Botanica Croatica Vol extraord 65–71, Zagreb
- MORTON F (1936) Relazione sulla vegetazione delle doline del Carso triestino. I. Comunicazione. «Alpi Giulie» 37(2): 57–70, Trieste
- MARCHESETTI C (1896–1897) Flora di Trieste e de' suoi dintorni. Trieste
- POLLI E (1998) Storia delle Ricerche Speleobotaniche sul carso classico. Atti e Memorie della Commissione Grotte «E. Boegan» 36: 27–42, Trieste 1999
- POLLI E & SGUAZZIN F (1998) Aspetti vegetazionali della grotta Gigante (2VG): le piante vascolari ed il componente briologico. Atti e Memorie della Commissione Grotte «E. Boegan» 35: 63–80, Trieste
- POLLI S (1961) Il clima delle doline del Carso triestino. Atti XVIII Congr Geogr Ital Trieste 4–9 aprile 1961: 1–9
- ROSSI LJ (1930) Pregled Flore Hrvatskoga Primorja. Prirod Istraz Kralj Jug, Jug Akad Znan Umjet 17: 1–368, Zagreb
- SAULI G (1972) Dati floristici e microclimatici di un pozzo naturale carsico. Atti Mus civ Stor nat Trieste 28(1): 101–110
- SAULI G (1976) Il componente briologico delle associazioni vegetali del Carso triestino. Atti Mus Civ Stor Nat Trieste 29(2): 55–68
- TOMAŽIČ G (1946) Flora in vegetacija kraških jam. Zbornik prirod dr Ljubljana 4: 74–78
- WEISS E (1920) Contributo alla briologia della Venezia Giulia. Boll Soc Adr Sc Nat Trieste 27:20–34