

Duilio LAUSI (Trieste, Italia)

## VORLÄUFIGER ÜBERBLICK ÜBER DIE VEGETATION DER TRIESTER KARSTDOLINEN

Obwohl das Studium der Karstdolinen und der damit verknüpften Stufenumkehrung der Vegetation schon seit Beck v. Mannagetta (1906) seine allgemeine phytogeographische Problemstellung erfahren hat, und die Ponikven Kroatiens von Horvat (1952) ergründet worden sind, entbehrten die Dolinen des Triester Karstgebietes bis jetzt einer phytozoologischen Untersuchung, abgesehen von der Arbeit Mortons (1936) über die Doline von Orlek, die ganz in der Nähe der Stadt Triest liegt.

Wir erachten es für angezeigt, die jüngste Hypothese über die Entstehung der Dolinen zu erwähnen. Der Triester Speläologe W. Maucci (1952) spricht von einer umgekehrten Erosion, d. h. im Schosse der Kalkmassen bilden sich Spalten, die durch das Zusammenfließen und gegenseitige Überschneidung ein spindelförmiges Gebilde entstehen lassen. Ein solches Spaltennetz bietet dem hinabsickernden Regenwasser einen verminderten Widerstand und die Erosion setzt von unten nach oben an, also in entgegengesetzter Wasserzustromrichtung (umgekehrte Erosion). Die Originalität der Theorie scheint uns darin zu bestehen, dass sie die Dolinen als im potentiellen Zustand vorexistierend im Innern der Gesteinsmasse ansieht.

Die von uns untersuchten Dolinen gehören einem älteren reifen Typus an, dessen Abflussgrund vom Schwemmboden verstopft worden ist.

Auf der nordexponierten Südseite der Dolinen entwickelt sich eine Vegetation, die nach unserer Meinung noch in das *Seslerio-Ostryetum carpinifoliae* hineingehört. Sie zeichnet sich aber schon dadurch aus, dass sie mehrere *Fagetalia*-Arten aufweist, wie *Isopyrum thalictroides*, *Asarum europaeum*, *Dentaria enneaphyllos* und andere, die wir als Differentialarten gewählt haben. In der Baumschicht herrscht *Corylus avellana* vor, die an und für sich 60% der Deckung ausmacht. Das Vorwiegen dieser Art hängt vielleicht von der Beschaffenheit des Hanges ab, der meistens felsig und grobsteinig ist. Die typischsten Vertreter des illyrischen Karstwaldes, wie *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus* und *Sesleria autumnalis*, machen nur 30% der Deckung aus. Schon hier beginnt man

das Abklingen der äusseren Umwelt zu spüren. Dieser Eindruck verstärkt sich, wenn man noch tiefer geht. Da kann man sich wirklich nicht des Staunens wehren, als man das vollkommene Verschwinden der bedeutendsten *Ostryo-Carpinion*-Arten sieht, die denen des *Fagion* weichen.

Hier glauben wir vor einer neuen Assoziation zu sein, die durchaus in den *Fagion*-Verband einzugliedern ist. In der Baumschicht herrscht konkurrenzlos *Carpinus betulus* vor und im Unterwuchs wird sogar die *Sesleria autumnalis*, eine der treuesten und im illyrischen Raum weitverbreiteten Charakterart des Kartswaldes, von den *Fagetalia*-Arten völlig verdrängt, ihre Exemplare zeigen eine sehr beeinträchtigte Vitalität.

Wir schlagen für diese Assoziation den Namen *Asaro-Carpinetum betuli* vor, weil sowohl *Asarum europaeum* wie auch *Carpinus betulus* im Triester Karst ausschliesslich in den Dolinen vorkommen.

Diese zwei Vegetationstypen, die die Nordhänge der Dolinen bedecken, zeigen ja eine gewisse Beziehung mit der von Horvat (1953) beschriebenen Subassoziation *Seslerio-Ostryetum carpinetosum betuli*, die in den Dolinen des mediterranen bzw. submediterranen Bereiches vorkommt. In unserem Falle aber können wir beobachten, dass das *Seslerio-Ostryetum asaretosum* niemals *Carpinus betulus* in sich aufnimmt, während das *Asaro-Carpinetum betuli* von den Arten des *Carpinion orientalis* in der Weise bereinigt ist, dass es, unseres Erachtens, durchaus nicht als eine Subassoziation des *Seslerio-Ostryetum carpinifoliae* angesehen werden kann.

Dass in unseren Dolinen die Entwicklung bis zu einer *Fagio*-Gesellschaft fortschreitet, hängt wahrscheinlich davon ab, dass die von uns beschriebene Doline ziemlich nördlicher verlegt sind als die von Horvat im Betracht gezogene.

Der Submediterrancharakter der sie umrahmenden Aussenwelt ist deshalb sehr abgeschwächt.

Beide Cönososen stocken auf einem Humuskarbonatboden, während auf der südexponierten Nordseite eine zonale Braunerde oder gebräunte Roterde zu finden ist.

Zwei Faktoren regeln die Verbreitung dieser zwei Vegetationstypen im Bereich der Dolinen und zwar: die Tiefe und die Exposition. Von den beiden aber ist der erstere entscheidender. Die Verbreitungsgürtel der mesophilen Vegetation verengen sich mit der Exposition, ohne sich aufzulösen. Sie kommen aber niemals oberhalb einer gewissen Tiefe, die wir also als beschränkenden Faktor der Dolinenvegetation betrachten müssen und zwar dehnt sich an der Südseite das *Seslerio-Ostryetum asaretosum* zwischen 5—15 m Tiefe aus, *Asaro-Carpinetum betuli* braucht hingegen mindestens eine Tiefe zwischen 15—20 m.

Unsere Dolinen befinden sich in einer Hochebene von 300 m mittlerer Meereshöhe, wo der klimatogene Wald ein *Seslerio-Ostryetum* ist. In ihnen schreitet die Umkehrung der Vegetation, oder mit Horvat besser gesagt die Tiefenzonation, bis dahin, dass sich eine *Fagion*-Gesellschaft unter den obenangeführten Gegebenheiten einstellt. Das ist erst recht verständlich, wenn man die genauen Beziehungen zwischen Tiefe und Klimaveränderung klar vor sich hat.

Der Meteorologe S. Polli (1961) von Triest hat drei Jahre lang mikroklimatische Messungen in einigen Dolinen ausgeführt, die sehr aufschlussreich sind. Nach ihm ist der Luftwärmegradient in der Doline 12mal grösser als draussen. In der Tat beträgt der Gradient auf dem Karstplateau um  $0,6^{\circ}\text{C}$  je 100 m, ohne Jahresänderungen, in der Doline haben wir hingegen ein Temperaturgefälle von gut  $7^{\circ}\text{C}$  je 100 m. Als wir also im *Asaro-Carpinetum betuli* in einer Tiefe von 20 m sind, ist es, als wenn wir 20mal 12 m, also um 240 m hinaufgestiegen wären. Dazu kommt noch die Meereshöhe der Doline, d. h. 300 m ü. M. Zusammenfassend können wir sagen, dass der Gürtel, wo das *Asaro-Carpinetum betuli* in der Doline vorkommt, einer Meereshöhe von 540 m entspricht.

Es fragt sich nun, warum unter solchen Umweltsbedingungen *Fagus sylvatica*, die übrigens nicht weit entfernt von der Dolinenzone in der Hügelstufe bis 400 m hinunterkommt, gerade an dieser *Fagion*-Assoziation nicht teilnimmt, die mit vielen anderen *Fagetalia*-Kennarten reichlich ausgestattet ist. Hierbei sind andere klimatische Faktoren zu Rate zu ziehen, vor allem die Betonung der Kontinentalität, die das Klima des Karstes in der Doline erfährt.

Die jährliche Temperaturexkursion auf dem Karst beträgt  $19,8^{\circ}\text{C}$ , die der Doline erhebt sich bis  $22,8^{\circ}\text{C}$ . Schuld daran ist die Verschärfung der Winterkälte, so dass die Mitteltemperaturen von Januar und Februar bis  $-2^{\circ}\text{C}$  herabsinken, zum Unterschied der umliegenden Gegend, wo die Mitteltemperatur die Null niemals überschreitet. Die Temperaturexkursion in der Doline geht also weit über das Optimum der Buche, das nur ausnahmsweise über  $20^{\circ}\text{C}$  geht. Man muss auch bedenken, dass die empfindlichste Zeit für die Buche der Spätfrühling und der Frühsommer sind, als der Wasserrückstand des Winters in Begriff ist erschöpft zu werden und das neue, zarte Laubwerk der Buche einer grossen Verdunstungsgefahr ausgesetzt ist. Gerade in dieser Zeit sind die Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsunterschiede zwischen Doline und Aussenwelt fast ausgeglichen.

Daraus können wir schliessen, dass das *Asaro-Carpinetum betuli* eine räumlich begrenzte Assoziation ist, die dem besonderen Topoklima angepasst ist, das sich in Dolinen von 100—200 m Durchmesser, in einer Tiefe zwischen 20—30 m, unter dem Zusammenwirken der anderen schon erwähnten Faktoren bilden kann. Sie ist der genaueste Zeiger des Vorhandenseins dieses verwickelten Faktorenmosaiks und die einheitliche Antwort auf seine ineinander greifende Wirkung.

An Hand unserer Untersuchungen über die Mediterranrelikte des Triester Gebietes, woran sich das *Seslerio-Quercetum petraeae*, das von Kollegen Poldini beschrieben worden wird, anschliesst, glauben wir, dass im Subboreal ein an Mediterranarten reicher Karstwald, welcher dem von uns schon beschriebenen *Seslerio-Ostryetum quercetosum ilicis* (Lausi-Poldini 1962) ähnlich sein sollte, auch auf diesem Karstplateau verbreitet war. Für die Dolinen-Vegetation war diese Periode die kritischste, das *Asaro-Carpinetum* oder eine gleichwertige Assoziation (den heutigen Eichen-Hainbuchenwäldern entsprechend) wurde von der

SESLERIO-OSTRYETUM ASARETOSUM

	Präsenz	% Bedeckung
Differentialarten der Subassoziation asaretosum:		
<i>Isopyrum thalictroides</i>	4	24
<i>Asarum europaeum</i>	4	20
<i>Lamium orvula</i>	3	2,5
<i>Lamium galeobdolon</i>	3	+
<i>Dentaria enneaphyllos</i>	2	15
<i>Hepatica nobilis</i>	2	7,5
<i>Viola riviniana</i>	2	5
<i>Salvia glutinosa</i>	2	2,5
<i>Anemone nemorosa</i>	2	2,5
Verbands- u. Ordnungscharakterarten		
Ostryo-Carpinion orientalis:		
Quercetalia pubescentis:		
<i>Ostrya carpinifolia</i>	4	10
<i>Fraxinus ornus</i>	4	2,5
<i>Sesleria autumnalis</i>	3	7,5
<i>Polygonatum officinale</i>	3	+
<i>Cornus sanguinea</i>	3	+
<i>Campanula persicifolia</i>	3	+
<i>Mercurialis ovata</i>	2	+
<i>Melittis melissophyllum</i>	2	+
<i>Juniperus communis</i>	2	+
<i>Cyclamen purpurascens</i>	2	+
<i>Quercus petraea</i>	1	2,5
<i>Asparagus tenuifolius</i>	2	+
<i>Veronica chamaedrys</i>	1	+
<i>Helleborus dumetorum</i>	1	+
<i>Cnidium silaifolium</i>	1	+
<i>Cynanchum vincetoxicum</i>	1	+
<i>Paeonia peregrina</i>	1	+
<i>Tilia platyphyllos</i>	1	+
<i>Aristolochia pallida</i>	1	+
<i>Crataegus monogyna</i>	1	+
Klassencharakterarten		
Querceto-Fagetea:		
<i>Corylus avellana</i>	4	60
<i>Galanthus nivalis</i>	4	7,5
<i>Campanula trachelium</i>	4	2,5
<i>Carex digitata</i>	3	5
<i>Primula acaulis</i>	3	5
<i>Orobus vernus</i>	3	2,5
<i>Hedera helix</i>	3	2,5
<i>Symphytum tuberosum</i>	3	+
<i>Acer campestre</i>	2	2,5
<i>Mycelis muralis</i>	1	+
<i>Convallaria majalis</i>	1	+
Begleiter:		
<i>Valeriana officinalis</i>	2	+
<i>Allium carinatum</i>	2	+
<i>Brachypodium pinnatum</i>	1	2,5

Zufällige ..

ASARO-CARPINETUM BETULI

Assoziationscharakterarten:	Präsenz	% Bedeckung
<i>Carpinus betulus</i>	3	64
<i>Anemone nemorosa</i>	3	36
<i>Asarum europaeum</i>	3	22
<i>Thamnium alopecurum</i>	3	16

Verbands- u. Ordnungs-Charakterarten

Fagion illyricum:

Fagetalia silvaticae:

<i>Dentaria enneaphyllos</i>	3	30
<i>Isopyrum thalictroides</i>	3	6
<i>Primula acaulis</i>	3	3
<i>Corydalis cava</i>	2	3
<i>Viola riviniana</i>	2	+
<i>Anemone ranunculoides</i>	2	+
<i>Glechoma hirsuta</i>	2	+
<i>Lamium galeobdolon</i>	1	+
<i>Hepatica nobilis</i>	1	+
<i>Heracleum sphondylium</i>	1	+
<i>Scilla bifolia</i>	1	+
<i>Gagea lutea</i>	1	+
<i>Ranunculus ficaria</i>	1	+

Klassencharakterarten

Querceto-Fagetea:

<i>Hedera helix</i>	3	16
<i>Corylus avellana</i>	3	30
<i>Carex digitata</i>	3	+
<i>Galanthus nivalis</i>	2	6
<i>Acer campestre</i>	2	3
<i>Campanula trachelium</i>	2	+
<i>Lathraea squamaria</i>	2	+
<i>Orobus vernus</i>	2	+
<i>Symphytum tuberosum</i>	2	+
<i>Convallaria majalis</i>	1	+

Begleiter:

<i>Polygonatum officinale</i>	3	3
<i>Viola hirta</i> L. <i>memorum</i> Kittel	3	+
<i>Mercurialis ovata</i>	3	+
<i>Fraxinus ornus</i>	2	6
<i>Sesleria autumnalis</i>	2	+
<i>Melittis melissophyllum</i>	2	+
<i>Asparagus tenuifolius</i>	2	+
<i>Iris graminea</i>	2	+
<i>Lilium bulbiferum</i>	2	+
<i>Serratula tinctoria</i>	1	3
<i>Erythronium-dens canis</i>	1	3

Zufällige ...

umliegenden Vegetation stark bedroht. Wir sind aber der Meinung, dass die Doline doch diesem Wald einen Schutz für seinen Fortbestand darbot. Es liegt nahe, dass das kontinentale Topoklima der Doline die Buche abgewiesen hat, indem es aber zugleich zuließ, dass diejenigen unter den *Fagetalia*-Arten, die doch mesophil, aber nicht ozeanisch getönt waren, von der nahen Montanstufe in die Doline hinuntersteigen und von ihr in Schutz genommen werden konnten.

## REZIME

Autor ukratko opisuje vegetaciju i klimatske prilike u dolinama Tršćanskog Krasa u području ilirske klimatogene zajednice *Seslerio-Ostryetum*. U tim dolinama pojavljuje se inverzija vegetacijskih pojaseva kao posljedica vrlo brzo mijenjajućih se temperaturnih prilika prema dnu dolina. Kao posebna asocijacija opisana je zajednica *Asaro-Carpinetum betuli*, koja se odlikuje mnogobrojnim *fagetalnim* vrstama.

## ZUSAMMENFASSUNG

Der Bericht ist eine kurze Beschreibung der Vegetation und der klimatischen Verhältnisse der Triester Karstdolinen, die sich im Bereich des illyrischen klimatogenen Waldes *Seslerio-Ostryetum* finden, und als Umkehr der Vegetationsstufen wird eine besondere neue Assoziation beschrieben: das *Asaro-Carpinetum betuli*, das durch zahlreiche *Fagetalia*-Arten gekennzeichnet ist.

## RIASSUNTO

Vengono sinteticamente descritte la vegetazione e le condizioni climatiche delle doline del Carso triestino, che si trovano nell'ambito del bosco illirico climatogeno: il *Seslerio-Ostryetum* e, come inversione della vegetazione, viene individuata e descritta una nuova associazione: l'*Asaro-Carpinetum betuli*, caratterizzata da numerose specie dei *Fagetalia*.

## AUSSPRACHE

**Horvath:** In Europa gibt es kein natürliches reines *Carpinetum*; alle *Carpineta* sind anthropogen, sie haben sich unter menschlichem Einfluss aus *Quercu-Carpinetum* und *Fagetum* entwickelt. Jedoch kommt in frostgefährdeten Tälern im Bereiche der Buchenwälder extrazonal eine *Carpinus*-Zone vor.

**Aichinger:** In Frostlöchern haben wir folgende Stufenumkehr: *Fagetum-Piceetum-Mughetum*. Es ist nicht nur ein Klima-, sondern auch ein Boden-Problem, weil von den Hängen die Feinerde heruntergeschwemmt wird. Der Boden ist für die Buche nicht günstig.

**Wraber:** Die Ausführungen von Lausi sind sehr interessant und gut unterbaut. Die neubeschriebene Assoziation *Asaro-Carpinetum betuli* scheint eine leicht thermophile Variante des *Quercu-Carpinetum submediterraneum* (Wraber 1954) darzustellen, welches auf dem slowenischen Karstgebiete, in der Klimaxzone des *Seslerio-Ostryetum*, unzählige pflanzen-

oder trichterartige Einsenkungen (vrtače) bestockt und hier als Reliktgesellschaft aus einer kälteren geologischen Periode zu deuten wäre. Der fagetal-mesophile Charakter des *Quercus-Carpinetum submediterraneum* ist viel stärker betont als beim *Asaro-Carpinetum*, welches demzufolge als eine verarmte Randausbildung der vorgenannten Gesellschaft gelten dürfte. Es wäre sehr ratsam, beide Gesellschaften in den Vergleich zu ziehen, um damit die floristischen, genetischen und oekologischen Zusammenhänge herausarbeiten zu können.

**Poldini:** Der Ausdruck »mesophil« ist nur relativ zu fassen und bezieht sich hier auf das die Dolinen umgebende *Seslerio-Ostryetum*. Um den relativ mesophilen Charakter der Dolinen-Vegetation hervorzuheben, möchte ich daran erinnern, dass wir sogar im *Seslerio-Ostryetum asaretosum* drei für die Triesterflora neue Arten gefunden haben: *Omphalodes verna*, *Helleborus macranthus* und *Dentaria pinnata*.

**Aichinger:** Selbstverständlich mag *Asarum europaeum* für Slowenien als thermophil gelten, weil es in diesem Lande kälter ist als in der Triester Gegend.