

Die Pflanzenwelt der Karst-Ponikven — eine besondere Vegetationserscheinung

Von

Ivo HORVAT (Zagreb)

Mit 2 Abbildungen und 1 Tabelle

Eingelangt am 19. Mai 1961

Nach einem am 27. Februar 1961 im Naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark in Graz gehaltenen Vortrag.

Im internationalen Schrifttum werden seit langem die trichterförmigen Eintiefungen im Karst als „Dolinen“ bezeichnet, nämlich nach dem slawischen Worte „dolina“, das den Begriffen Tal, Bodensenke oder Niederung entspricht. Im Kroatischen sind aber für den gleichen Begriff die Ausdrücke „ponikva“ und „vrtača“ üblich; der erste bedeutet Talkessel (aus dem Zeitwort „poniknuti“ = versinken entstanden), der zweite bezieht sich auf die praktische Verwendung dieser Eintiefungen als Gärten („vrt“ = Garten). Im kargen Karstgelände sind nämlich öfters in diesen Eintiefungen Gemüse-, Trauben-, oder Obstgärten angelegt. Da das Wort „dolina“ (Tal) hauptsächlich für ein breiteres Flußtal (z. B. Donau-Tal, Save-Tal) verwendet wird und das Wort „vrtača“ morphologisch nicht gestützt erscheint, soll das Wort „ponikva“ als das treffendste und dem eigentlichen Sinn des Begriffes (einer geschlossenen, durch Senkung entstandenen Einheit) am besten entsprechende bevorzugt werden *).

Schon vor eineinhalb Jahrhunderten bemerkte KITAIBEL 1802, daß in einigen Ponikven (Dolinen) des Velebit-Gebirges die *Pinus mughus*-Bestände tief bis in die Stufe des hohen Buchenwaldes herabsteigen. KERNER 1876 erklärte diese auch anderswo verbreitete Tatsache durch die niedrige Temperatur infolge kalter in die Ponikve strömender Gebirgsluft. Bald danach folgen die glänzenden Beschreibungen dieser als Stufenumkehr benannten Erscheinung von GUTTENBERG 1882, POSPICHAL 1897 und BECK-MANNAGETTA 1906, welcher der Ponikvenvegetation sogar eine besondere Studie gewidmet hat. Auch dieser faßt die Vegetation der Ponikven im Sinne einer durch die niedrigere Temperatur, längere Schneebedeckung und feuchtere Luft in der Ponikve bedingten Stufenumkehr

*) Es ist zwar nicht vorteilhaft, die in der Wissenschaft schon eingebürgerten Namen umzuändern, aber in diesem Falle handelt es sich um die Gewißheit, daß wir einer Zweideutigkeit ausgewichen sind und die Genauigkeit des Begriffes festgelegt haben.

auf, wofür nach ihm auch einige Temperaturangaben sprechen. Die erste planmäßige Untersuchung des Mikroklimas in den Ponikven verdanken wir aber, soweit mir bekannt, SCHMIDT 1930, der die berühmte Ponikve Gtschetteralm bei Lunz in Österreich eingehend untersuchte. Dieser Ponikve, in der die tiefsten Minimum-Temperaturen in Mitteleuropa ermittelt wurden, widmete seine Aufmerksamkeit auch GEIGER 1950. Inzwischen wurde die eigenartige Vegetation der Ponikven von einer Anzahl von Forschern näher behandelt und mit vielen Beispielen belegt (vergl. z. B. HORVAT 1930, 1938, 1949, AICHINGER 1932, 1933, DEGEN 1936, BRAUN-BLANQUET & SUSPLUGAS 1937, REGEL 1942, WRABER 1949, RITTER-STUDNIČKA 1955 u. a.). In einem anderen Sinne behandeln die Ponikven-vegetation BALDACCI 1893 und ADAMOVIĆ 1909.

Erst vor kurzer Zeit versuchte HORVAT 1953 in einer besonderen Abhandlung das Problem der Ponikvenvegetation als Ganzheit zu erklären. Die genauen pflanzensoziologischen Untersuchungen und insbesondere die Vegetationskartierung im kroatischen Karste haben nämlich gezeigt, daß die Stufenumkehr nur einen, zwar sehr wichtigen und interessanten Teil der Ponikven-Fragen darstellt, daß sie aber bei weitem nicht deren Inhalt erschöpft. Es hat sich sogar herausgestellt, daß die Stufenumkehr auch außerhalb der Ponikven vorkommt und die Ponikvenvegetation ohne Rücksicht auf die Vegetationsstufen immer eine besondere Eigenart aufweist. Im Bakarski Zaljev, im nördlichen Teile des Kvarner-Golfes, befindet sich z. B. an nordexponierten, vor den stärksten Sonnenstrahlen geschützten Hängen die sonst in höheren Stufen verbreitete Subassoziation des Hopfenbuchenwaldes mit der Steineiche (*Seslerio-Ostryetum quercetosum petraeae*), während an sonnigen Hängen daneben der Flaumeichenwald mit der orientalischen Hainbuche (*Carpinetum orientalis croaticum*) in typischer Ausbildung vorkommt. Dies ist eine typische Stufenumkehr. Das Ponikvenvegetationsbild darf man aber auch darum nicht mit der Stufenumkehr gleichsetzen, weil in den Ponikven sehr oft Pflanzengesellschaften verbreitet sind, die an offenen Hängen überhaupt nicht vorkommen. Sogar das klassische Beispiel des Fichtenwaldes in den Ponikven kann nur in den Alpen, wo eine Stufe des Fichtenwaldes ausgebildet ist, als Stufenumkehr betrachtet werden, während man in kroatischen Gebirgen, wo die eigentliche Stufe des Fichtenwaldes überhaupt fehlt, in keinem Falle von Stufenumkehr sprechen darf. Die in Kroatien prächtig ausgebildeten Fichtenwälder befinden sich nämlich immer nur in den Ponikven, Uvalen *) (Duliben) und Poljen. Damit sei aber nicht gesagt, daß bei uns in den Ponikven die typische Stufenumkehr überhaupt nicht vorkommt.

In der Ponikvenvegetation begegnen uns besondere Züge, die mit den eigenartigen Relief- und Klimaverhältnissen der Ponikve im Zusammenhang stehen. Die Ponikven und Duliben sind nämlich geographisch umgrenzte

*) Lies: „Uvalen“

Lebensräume, die das Allgemeinklima in vieler Hinsicht umändern und dadurch eine eigenartige Vegetation bedingen.

Karstbildungen

Bevor wir diesem Fragenbereich näher treten, wird es wohl vorteilhaft sein, einige Worte über die Morphologie des Karstes zu sagen. Beim Betreten des Karstgebietes begegnen uns nämlich viele geomorphologische Erscheinungen, die dem mitteleuropäischen, ja dem Alpen-Forscher fremd sind. Es sind die ausgeprägten Karstgebilde, die besonders im kroatisch-montenegrinischen oder dinarischen Karste voll ausgeprägt sind, aber auch anderswo vorkommen. Im Karstgebiete zeigt sich beim ersten Anblick, daß die steinige Kalk- oder Dolomitunterlage oft auf der Oberfläche vorherrscht und mit ihrer Öde und Baumlosigkeit weite Flächen des Geländes bestimmt. Damit im Zusammenhang spricht man nicht selten auch in Gebieten außerhalb des Karstes von der Verkarstung, wenn z. B. nach der Waldvernichtung die steinige Unterlage auf die Oberfläche gelangt. Diese Erscheinung hat aber mit dem Karst größtenteils sehr wenig zu tun. Für den Karst sind nämlich ganz eigenartige geomorphologische Bildungen bezeichnend, die man in folgenden Gruppen zusammenfassen kann. Es sind:

a) Die durch die Durchlässigkeit der Gesteine bedingte unterirdische Wasserführung und damit im Zusammenhang die Unterflüsse, leeren Hohlräume und großartigen Grotten mit ihrer eigenartigen Tierwelt.

b) Der Mangel an breiten Flußtälern und das Entstehen enger, tektonisch bedingter Canjons mit unzähligen, durch die Tuffbildung entstandenen Wasserfällen.

c) Die scharfen, tieferen oder seichteren Rinnen („škrape“) auf der Gesteinsoberfläche, welche die Felsen und Blöcke von oben nach unten überziehen und insbesondere an Kreidekalken in mannigfaltigsten Formen ausgebildet sind.

d) Verschiedenartige Eintiefungen und Einsenkungen auf der Karstoberfläche, welche die weiten Karstgebiete völlig beherrschen und dem Karste ein einzigartiges Gepräge verleihen. Es sind das eben die genannten Ponikven, Uvalen (Duliben) und Poljen, die neuerdings von POLJAK 1951 eingehend studiert wurden. Sie unterscheiden sich nach ihrem Entstehen und Aufbau und üben einen großen Einfluß auf die Vegetation aus. Die Ponikven (Dolinen) sind größere oder kleinere trichterförmige Einsenkungen, die durch die oberflächliche Erosion und Einschüttung der Gesteine in die leeren Lufträume entstehen. Die Uvalen oder Duliben (Mulden, Troge) sind dagegen verlängerte, infolge einer tektonischen Bruchlinie entstandene und nachträglich größtenteils aufgeschüttete Räume. Poljen sind die größten und eigenartigsten Bildungen des Karstes, die durch Senken oder Heben des Geländes entlang von zwei oder mehr Bruchlinien entstanden

sind und auf ihrer Oberfläche trotz mächtigen Aufschüttungen noch das ehemalige Karstrelief erkennen lassen.

Für die Vegetation sind einerseits die Ponikven und Uvalen, andererseits aber die Poljen nach ROGLIĆ 1954 als die wichtigsten Kulturstätten des Karstes von besonderer Bedeutung.

Die Ponikve als Lebensraum

Das Ponikven-Vegetationsbild ist in den Ponikven, Uvalen und Karstpoljen ausgebildet, wenn diese nicht zu breit sind und damit die Eigenart eines geschlossenen Raumes verlieren. In seichten, offenen Ponikven und Uvalen herrschen nämlich die Elemente des Allgemeinklimas gegen das Ponikven-Klima vor, weshalb sich die Vegetation eines offenen Hanges entwickelt. Für die Pflanzenwelt sind darum die Form und die klimatischen Verhältnisse der Ponikve als eines bestimmt umgrenzten Lebensraumes maßgebend.

Morphologie. Die Ponikven unterscheiden sich nach ihrer Lage im Gelände, nach Breite und Tiefe, Steilheit der Hänge, nach der Mächtigkeit der Bodenschicht sowie nach der Luftzirkulation. Die infolge der Tektonik und Erosion noch heute tätigen Ponikven zeichnen sich durch den steinigten Grund in Form eines engen Trichters aus, während die beruhigten größtenteils eine dickere Feinerdeschicht aufweisen, die sogar bis zum Rande des Trichters reichen kann. Die Ponikven können eine Tiefe von einigen Metern bis über 200 m und mehr erreichen und dadurch die großartigsten Karstgebilde darstellen. Auch ihre Breite ist recht verschieden. Für die Vegetation ist neben der Tiefe und Breite die Steilheit der Hänge sowie die Mächtigkeit der Bodenschicht von größtem Einfluß. An dicken Bodenprofilen wirken je nach der geographischen Lage die bodenbildenden Vorgänge und es entwickelt sich ein zonaler Boden mit entsprechender Vegetation. Auf schweren Böden befinden sich größtenteils die üppigen Bestände eines subalpinen *Deschampsietum caespitosae*. In größeren Reliefeinsenkungen mit undurchlässigem tonartigem Boden sammelt sich dagegen das Wasser und es bilden sich vorübergehende oder dauernde Karstseen aus.

Klima. Die bisherigen, zumeist nur zufälligen klimatischen Untersuchungen in den Ponikven haben einige Eigenschaften ihres Klimas ans Licht gezogen, aber bei weitem nicht das Klima endgültig erklärt. Die Ponikve als geschlossener Raum zeichnet sich durch eine Anzahl wichtiger Eigenschaften aus. Infolge herabgesetzter Beleuchtung (die Nordhänge erhalten nur diffuses Licht!) entwickelt sich in den Ponikven eine schattenliebende Vegetation. In breiteren Ponikven kommt es aber je nach der Hanglage zu Unterschieden in der Pflanzendecke. HORVAT 1953 hat in der 200 m tiefen Viljska Ponikva am Risnjak-Massiv die Belichtungsdauer in einzelnen Gesellschaften studiert und nach dem Vorbild LAUSCHERS

1934 (cit. GEIGER 1950) dargestellt. Es hat sich für die untersuchten Pflanzengesellschaften eine verschiedene jährliche und tägliche Belichtung ergeben.

Als zweiter grundlegender ökologischer Faktor in der Ponikve wirkt der Windschutz, der die Sättigung der Luft mit Wasserdampf vergrößert, die Transpiration herabsetzt und dadurch die feuchtigkeitsliebende Vegetation begünstigt. Damit im Einklang steht auch gegenüber dem freien Hang die größere Bodenfeuchtigkeit in den Ponikven. In höheren Lagen wird diese Feuchtigkeit noch durch die Schneemassen, die bis in den Frühsommer oder noch länger liegen bleiben, vergrößert.

Trotz dem Windschutz zeichnen sich die Ponikven meist durch eine eigenartige Luftzirkulation aus. Es gibt zwar vollkommen windfreie Ponikven und Duliben, die nach ihrer geographischen Lage keine kalten Strömungen enthalten. Sie weisen daher eine besonders üppige Waldvegetation auf und unterscheiden sich auffällig von den Ponikven, in denen die von höheren Gipfeln einströmende kalte Luft keinen Abfluß findet, weshalb sich ein Kaltluftsee bildet. Es sind das die bekannten Frostlöcher, die in den Alpen verbreitet sind, aber im Karstgebiete eine viel wichtigere Rolle spielen. Ihre Vegetation ist größtenteils aus Fichte oder Legföhre zusammengesetzt. Die tiefen und etwas breiteren Ponikven zeigen je nach der Tiefe und Exposition ökologische Unterschiede und werden von verschiedenen Vegetationseinheiten besiedelt. Wir sprechen in diesem Falle von einer Tiefen- und Seitenzonation der Ponikve.

Die Ponikvenvegetation am Höhenprofil Südwestkroatiens

Den besten Eindruck der eigenartigen Vegetation der Ponikven vermittelt das Vegetationsprofil südkroatischer Gebirge von der Meeresseite bis zu den Gipfeln des Risnjak- und Snježnik-Gebirges. Auf diesem Höhenprofil (Tab. 1) wechseln der Höhe nach verschiedene zonale Wälder ab und zeigen enge Beziehungen zum Gelände, Klima und Boden. In jedem Wohnraum begegnet uns aber in den Ponikven eine verschiedene, dem freien Hange entsprechende Ponikvenvegetation.

A. Quercion ilicis-Wohnraum. Die eumediterrane immergrüne Vegetation des kroatischen Küstengebietes gehört nach HORVATÍĆ 1934 dem Orno-Quercetum ilicis an, das in Form von Macchien, seltener gut erhaltenen Wäldern die südlichen Inseln und einen engen Streifen der Küste südlich von Zadar einnimmt. Ein bedeutender Teil der Wälder in diesem Gebiete ist seit langem verdrängt worden und durch bunte Garigues und Steinfluren ersetzt, die in letzter Zeit von HORVATÍĆ 1957, 1958 eingehend studiert wurden. Die mit dicker Roterdeschicht bedeckten Ponikven sind dagegen seit uralten Zeiten von der Kultur so stark in Anspruch genommen, daß ihre primäre Vegetation sehr selten geworden ist und bisher noch ungenügend untersucht wurde. Sie gehört jedoch allem Anschein nach den laubwerfenden Wäldern der Orientalischen Hainbuche an.

B. *Ostryo-Carpinion orientalis*-Wohnraum. Oberhalb immergrüner Wälder und an diese gegen das Innere des Landes anschließend breitet sich je nach den geomorphologischen Verhältnissen eine breitere oder engere Zone thermophiler, laubwerfender Wälder und Gebüsch aus mit zahlreichen Vertretern der submediterranen Vegetation. Es ist das Gebiet des „Karstwaldes“ im Sinne von BECK-MANNAGETTA 1901 oder des „Ornus-Mischwaldes“ im Sinne von ADAMOVIĆ 1909, das sich nach neueren pflanzensoziologischen Studien von HORVAT 1938, 1950 und HORVATÍČ 1939, 1950 in zwei ökologisch und geographisch verschiedene Stufen gliedert. Das untere, wärmere Glied ist durch die Wälder und Gebüsch der Orientalischen Hainbuche (*Carpinetum orientalis croaticum*) vertreten, während das obere, kältere dem Hopfenbuchenwald (*Seslerio-Ostryetum*) angehört. Auch die Steinfluren sowie die Wiesengesellschaften gehören ebenfalls submediterranen Gesellschaften an; sie sind in beiden Gebieten verschieden, zeigen aber eine ähnliche ökologische Gliederung.

a) *Carpinetum orientalis croaticum*-Stufe. Die zonale Waldgesellschaft dieser Stufe ist meist in Form stark devastierter Gebüsch erhalten; nur selten finden sich gut entwickelte Bestände. Die Gesellschaft enthält eine Anzahl relikter Elemente, die noch reichlicher in Steinfluren des *Chrysopogoni-Satureion*-Verbandes und in Trockenwiesen des *Scorzonerion villosae* verbreitet sind. Es ist ein unvergeßlicher Anblick, wenn die großen Herden des vorherrschenden Salbei (*Salvia officinalis*) mit ihren zauberhaften, violettblauen Blüten die ganzen Hänge des grauen Karstes beleben. In den Ponikven dieses ausgesprochen xerophilen Wohnraums ändert sich aber das Waldbild und neben xerophilen, submediterranen Arten der *Quercetalia pubescentis* erscheinen die *Fagetalia*-Arten und gelangen hier und da sogar zur Vorherrschaft, sodaß HORVATÍČ 1939 eine besondere feuchte Subassoziation des *Carpinetum orientalis* zu unterscheiden genötigt war. Von den Bäumen und Sträuchern sind neben verbreiteten xerophilen Arten die Gemeine Hainbuche (*Carpinus betulus*), der Ahorn (*Acer campestre*) und die Haselnuß (*Corylus avellana*), von den Kräutern insbesondere *Stellaria holostea*, *Galanthus nivalis* und *Asarum europaeum* ziemlich regelmäßig vertreten. In der Ponikve leben demnach die Arten verschiedener ökologischer Ansprüche und verschiedener Abstammung und beweisen, daß früher, als der Karst besser bewaldet war, im Vegetationsbilde die mesophilen Gesellschaften eine viel größere Rolle gespielt haben.

b) *Seslerio-Ostryetum*-Stufe. Ungefähr bei 400 m überlassen die Wälder und Gebüsch der orientalischen Hainbuche dem verwandten Hopfenbuchenwalde mit *Sesleria autumnalis* den Platz. Das *Seslerio-Ostryetum* reicht etwa bis 900 m und gliedert sich in drei gut ausgeprägte Subassoziationen: die unterste ist das *Seslerio-Ostryetum quercetosum pubescentis*, in der Mitte befindet sich das *S.-O. quercetosum petraeae* und darüber das *S.-O. sorbetosum*, in welchem zwar die Eichenarten zurücktreten, aber trotzdem die submediterranen, xerophilen Arten der *Quercetalia pubes-*

centis vorherrschen. Auch die Steinfluren und Trockenwiesen in dieser Stufe haben ein ausgesprochen submediterranes Gepräge.

In den Ponikven und Uvalen begegnet uns aber der Hopfenbuchenwald in einem unerwarteten Reichtum. Auch hier sind die bezeichnendsten Arten der Assoziation, des Verbandes und der Ordnung Quercetalia pubescentis vertreten; daneben erscheinen noch zahlreiche Fagetalia-Arten und bilden eine eigenartige Subassoziaton, die ich als Seslerio-Ostryetum carpinetosum betuli beschrieben habe. Um einen Einblick in die Zusammensetzung dieser auf die Ponikven beschränkten Subassoziaton zu gewinnen, möchten wir die Bäume und Sträucher sowie die wichtigsten Kräuter erwähnen.

Bäume: *Ostrya carpinifolia*, *Carpinus betulus*, *Quercus pubescens* (= *Qu. lanuginosa*), *Quercus cerris*, *Quercus petraea*, *Fraxinus ornus*, *Acer monspessulanum*, *Acer campestre*, *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer obtusatum*, *Tilia platyphyllos*, *Tilia parviflora*, *Ulmus campestris*, *Fagus moesiaca* (r), *Sorbus torminalis*, *Sorbus aria*, *Pirus communis*, *Prunus avium*.

Sträucher: *Prunus mahaleb*, *Cornus mas*, *Cornus sanguinea*, *Coronilla emeroides*, *Cotinus coggygria*, *Colutea arborescens*, *Juniperus oxycedrus*, *Crataegus transalpina*, *Prunus spinosa*, *Ligustrum vulgare*, *Evonymus verrucosa*, *Evonymus europaea*, *Rhamnus cathartica*, *Corylus avellana*.

Kräuter: *Sesleria autumnalis*, *Mercurialis ovata*, *Trifolium rubens*, *Inula spiraeifolia*, *Asparagus tenuifolius*, *Cnidium silaifolium*, *Campanula cervicaria*, *Aristolochia pallida*, *Silene nemoralis*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Melittis melissophyllum*, *Geranium sanguineum*, *Polygonatum officinale* u. a.

Daneben treten aber mehr oder weniger reichlich auf: *Serratula tinctoria*, *Stellaria holostea*, *Aposeris foetida*, *Lamium orvala*, *Anemone nemorosa* u. a.

In einem einzigen Bestande von einigen hundert m² kommen nicht selten 25 Baum- und Straucharten verschiedener ökologischer Ansprüche vor. Diese auf die Ponikven beschränkten Wälder erinnern in ihrem Artenreichtum an die kolchischen Relikt-Wälder und geben uns eine annähernde Vorstellung von den ehemaligen tertiären Wäldern in unserem Raume.

C. Fagion illyricum-Wohnraum. Oberhalb thermophiler, dem Ostryo-Carpinion orientalis angehöriger Wälder breitet sich in Dinarischen Gebirgen die reich gegliederte Stufe des Buchenwaldes (Fagetum croaticum) aus, den wir in mehrere, ökologisch und floristisch gut ausgeprägte Subassoziatonen eingeteilt haben. Der kroatische Buchenwald in unserer Fassung stellt den artenreichsten europäischen Buchenwald dar, welcher neben allen mitteleuropäischen, als Verbands- und Ordnungsscharakterarten aufgeführten Arten noch eine Anzahl alter Tertiär-Relikte enthält. Die wichtigsten Bestandteile in der Baumschicht sind *Fagus moesiaca*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides* und *Ulmus montana*. In der

Tabelle 1

Die Verteilung der zonalen und ihnen entsprechenden Pflanzengesellschaften in
Ponikven am Höhenprofil Südwestkroatiens

Zonale Waldgesellschaften		Vegetation in Ponikven und Uvalen
Pinetum mughi croaticum		{ Seslerietalia- und Adenostyletalia- Gesellschaften Pinetum mughi croaticum sphagnetosum
Fagetum croaticum	{ subalpinum	{ Pinetum mughi croaticum Piceetum croaticum subalpinum Calamagrosti-Abietetum piceetosum
	{ abietetosum	{ Piceetum croaticum montanum Fagetum croaticum abietetosum (opt.)
	{ seslerietosum autumnalis	Fagetum croaticum abietetosum
Seslerio- Ostryetum	{ sorbetosum quercetosum petraeae	Seslerio-Ostryetum carpinetosum betuli
	{ quercetosum pubescentis	
Carpinetum orientalis croaticum	{ typicum	Carpinetum orientalis croaticum carpinetosum betuli
	{ lauretosum	

Strauchschicht kommen vor *Daphne mezereum*, *D. laureola*, *Ilex aquifolium*, *Rhamnus fallax*, *Lonicera alpigena*, *Evonymus latifolia* u. a. In der Krautschicht befinden sich neben verbreiteten mitteleuropäischen Buchenpflanzen *Ruscus hypoglossum*, *Lamium orvala*, *Vicia oroboides*, *Hacquetia epipactis*, *Omphalodes verna*, *Aremonia agrimonioides*, *Cardamine savensis*, *C. bulbifera*, *C. enneaphyllos*, *C. polyphylla*, *C. trifolia* u. a. Es gibt Bestände, in denen alle diese Arten gemeinsam auftreten.

Der große Raum des kroatischen Buchenwaldes gliedert sich in mehrere als Höhenstufen entwickelte Teilgebiete, die durch besondere Subassoziationen bezeichnet sind. Das Hauptgerüst bildet der artenreichste Buchen-Tannenwald (Fagetum croaticum abietetosum), den küstenländischen Saum umgrenzt der littorale Buchenwald (Fagetum croaticum seslerietosum), den kontinentalen dagegen der montane Buchenwald (Fagetum croaticum montanum). Oberhalb des Buchen-Tannenwaldes befindet sich noch der voralpine Buchenwald (Fagetum croaticum subalpinum).

Die Ponikvenvegetation unterscheidet sich in der Stufe des Buchen-

Tannen- und des subalpinen Buchenwaldes und wir werden sie getrennt betrachten.

a) Fagetum croaticum abietetosum-Stufe. Den physiognomisch und forstlich wichtigsten Teil des kroatischen Buchenwaldes bildet der Buchen-Tannenwald, welcher noch vor kurzem einen wirklichen Urwald darstellte und erst neuerdings der Waldwirtschaft eröffnet wurde. In den Ponikven und Uvalen im Bereiche dieses Waldes begegnen uns aber nach lokalen ökologischen Verhältnissen verschiedene Vegetationseinheiten, die innige Zusammenhänge mit der Umwelt zeigen.

α) Buchen-Tannenwald in optimaler Ausbildung. In geschützten, kälteluftfreien Uvalen entwickelt sich der Buchen-Tannenwald in bester Form. Trotz steiniger Kalkunterlage ist der Boden größtenteils gut erhalten, die Luft feucht, das Licht vermindert, der Windschutz vollkommen. Die Tanne und die Fichte erreichen Höhen von 65 bis 70 m und Dicken von 2 m. Diese Baumriesen erleben ein Alter von über 600 Jahren. Daneben stehen halbtrockene, halbfaulle, mit Moosen und Pilzen bewachsene Bäume und der prächtige Jungwuchs belebt die zerfallenden Riesen am Boden. Großartig waren diese Buchen-Tannenwälder mit vereinzelt Fichten noch in meinen Jugendjahren. Im nördlichen Velebit, in der Kapela und Plješevica weilte ich Tage und Tage in dem unberührten Walde, begeistert von der gewaltigen Natur, die in Europa kaum ihresgleichen gefunden hat.

β) Montaner Fichtenwald in Ponikven. Nicht weit davon steht innerhalb des Buchen-Tannenwaldes eine andere Ponikve oder Uvale. Ihr Grund ist von einem reinen Fichtenwald (*Piceetum croaticum montanum*) eingenommen. Es haben sich auch hier prächtige Fichtenstämme entwickelt, aber keine Tanne, keine oder nur verkrüppelte Buchen. Der Boden ist mit *Vaccinien*, *Lycopodien*, Moosen und *Luzula*-Arten dicht bewachsen. Es ist ein Frostloch, in welches infolge seiner Lage die kalte Luft zuströmt, jedoch keinen Abfluß findet. Die aus den Alpen beschriebene Erscheinung tritt uns in typischer Form entgegen. Aber schon einige Meter höher, außerhalb des eigentlichen Kältesees, entwickelt sich der Buchen-Tannenwald typisch; er zeigt keine Spur von Frostschäden. Die mikroklimatischen Untersuchungen in beiden Gesellschaften zeigen einen Temperaturunterschied von mehreren Celsiusgraden.

γ) Krummholzbestände innerhalb des Buchen-Tannenwaldes. Den extremsten Fall der Vegetation in der Buchen-Tannen-Stufe bilden die *Pinus mughus*-Bestände, die in tiefsten Ponikven auftreten. Das klassische Beispiel bieten uns die schneereichen Ponikven im Snježnik-Gebiete insbesondere Veliko Sniježno („Schneeloch“) (Abb. 1). Es liegt in einer Höhe von 1061 m und bietet nach seiner Vegetation ein typisches Bild von Stufenumkehr. Am tiefsten in der Ponikve befinden sich die dem Krummholz entsprechenden subalpinen Wiesen (*Nardetum subalpinum*, *Festucetum pungentis*, *Koelerio-Festucetum amethystinae*), weil das Krummholz von der Alpwirtschaft verdrängt wurde. In der nächsten

Ponikve sind z. B. kleinere Bestände des Krummholzes noch heute erhalten geblieben. Oberhalb subalpiner Wiesen, die den Bereich des ehemaligen Krummholzes einnehmen, befindet sich ein Gürtel des subalpinen Buchenwaldes, über diesem, schon außerhalb der eigentlichen Ponikve der Buchen-Tannenwald und darüber an den Hängen des Snježnik subalpiner Buchenwald, welchen bei 1400 m das *Pinus mughus*-Krummholz mit alpinen Rasengesellschaften abschließt.

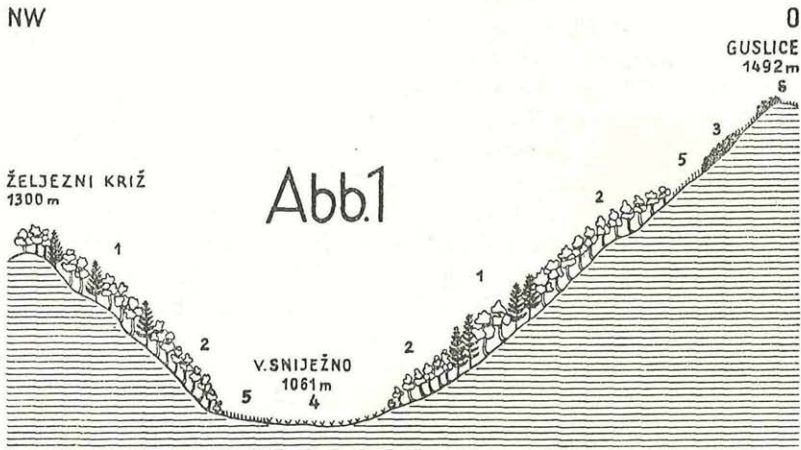


Abb. 1. Ponikva Veliko Sniježno im Snježnik-Gebiete als Beispiel von Stufenumkehr im kroatischen Gebirge: die subalpinen Rasengesellschaften an Stelle des verdrängten Krummholzes und der subalpine Buchenwald in der Ponikve, am offenen Grate Buchen-Tannen- und subalpiner Buchenwald, darüber Krummholz mit alpinen Rasengesellschaften. 1. Fagetum croaticum abietetosum, 2. Fagetum croaticum subalpinum, 3. Pinetum mughi croaticum, 4. Nardetum subalpinum, 5. Festucetum pungentis, 6. Caricetum firmiae croaticum.

Der subalpine Buchenwald am unteren Rande der Ponikve zeigt ein trauriges Bild. Die etwa 0,5 bis 1 m hohen, strauchartigen Buchen mit knorrigen stechenden Ästen zeugen von mehrmaligen jährlichen Frösten, welche die Jungtriebe vollkommen vernichten. Erst außerhalb des eigentlichen Kältesees kann ein niedriger Buchenwald gedeihen.

Veliko Sniježno beweist den großen Einfluß der Relieffaktoren auf das Lokalklima und die Vegetation und ist zugleich ein schönes Beispiel für Stufenumkehr in den kroatischen Gebirgen.

b) Ponikvenvegetation in der Stufe des subalpinen Buchenwaldes. Während in den Alpen und Karpaten — aber auch im ostbalkanischen Gebirge (Kopaonik, Rila, Rhodopen) — oberhalb des Buchen-Tannenwaldes die Fichte eine mächtige Waldstufe bildet, vermißt man diese in Kroatien und Bosnien vollkommen. Ihre Stelle nimmt der subalpine

Buchenwald ein, während der Fichtenwald größere Bestände nur in tiefen, geschützten Ponikven bildet. Die Ursache finden wir im maritimen Charakter unseres Klimas. Die Stufe des subalpinen Buchenwaldes zeichnet sich durch kurze Vegetationsperiode, große Schneemengen und niedrige Temperaturen aus. Diese Temperaturen können jedoch beim vorherrschenden Jugo (Südwestwind) bis zu 10°C höher sein, als im Buchen-Tannen- oder im Fichtenwalde. Das erklärt wohl, warum wir keine Fichtenstufe haben. Ganz eigenartig ist die Physiognomie des subalpinen Buchenwaldes, der am Risnjak in der Höhe von 1240 m oberhalb des Buchen-Tannenwaldes beginnt und bei 1400 m als niedriges Buchen-Krummholz die obere Grenze findet. Die noch im Buchen-Tannenwalde prächtigen Buchen reichen nach Zurückbleiben der Tanne noch etwa 200 m höher ins Gebirge, zuerst noch ziemlich hoch, geradstämmig, dann aber auf einmal am Grunde säbelförmig gekrümmt, mit steigender Meereshöhe gewunden, gebogen und knorrig verzweigt. Die kurze Vegetationsperiode, die großen, langdauernden Schneemassen und die regelmäßigen Spätfröste bewirken diese eigenartige Form der Buche an der oberen Grenze des Waldes.

In den Ponikven begegnen uns je nach der Meereshöhe und Tiefe der Ponikve verschiedene Vegetationsbilder.

α) Zwei Nadelwälder in einer Ponikve. In engeren Ponikven innerhalb des subalpinen Buchenwaldes sind zumeist zwei Waldassoziationen verbreitet: der subalpine Fichtenwald und der Tannenwald mit dem Reitgras. Der subalpine Fichtenwald (*Piceetum croaticum subalpinum*) ist floristisch, ökologisch und wirtschaftlich verschieden von dem montanen Fichtenwalde und bewohnt die lange schneebedeckten, nordexponierten Hänge in der Ponikve. Ganz fremdartig wirkt in unserer endemenreichen Waldvegetation die Erscheinung dieses nordischen Nadelwaldes mit *Vaccinien*, *Lycopodien*, *Moosen* und *Farnen* mit viel *Listera cordata*, *Pirola* u. s. w. Wir haben eine typische Tayga-Gesellschaft vor uns in unmittelbarer Nähe der blauen Adria! Die Südhänge der gleichen Ponikve sind dagegen von dem subalpinen Tannenwalde (*Calamagrosti-Abietetum*) eingenommen, der jedoch noch reichlicher außerhalb der Ponikven vorkommt.

In etwas breiteren Ponikven erscheint noch die dritte Waldgesellschaft, nämlich der zonale subalpine Buchenwald (*Fagetum croaticum subalpinum*), der an weniger steilen Ost- und Westhängen schöne Bestände bildet. Es ist demnach in einer Ponikve die Möglichkeit des Bestehens zweier oder dreier verschiedenen Waldgesellschaften vorhanden. In Entfernung von einigen hundert Metern befinden sich floristisch und ökologisch unterschiedliche Wälder, die sich auch in ihren Lebensbedingungen, insbesondere in der Temperatur, Evaporation, Schneedauer, Belichtung usw. sehr unterscheiden. Auch ihre Böden sind trotz gleicher Kalkunterlage grundverschieden: unter dem subalpinen Buchenwalde ist der mäßig podsolierte braune Kalkkarbonatboden entwickelt, unter dem subalpinen Fichtenwalde der extrem saure subalpine Humusboden, während

unter dem Tannenwalde ein skelettartiger Humusboden ausgebildet ist (GRAČANIN 1957).

β) *Pinus mughus*-Krummholz in Ponikven im Buchenbereich. In tieferen oder in höher liegenden Ponikven befinden sich nicht selten noch die Krummholzbestände, die schon von BECK-MANNAGETTA 1906, POSPICHAL 1897 u. a. aus dem slowenischen Karste beschrieben wurden. Im Risnjak- und Snježnik-Gebiet sind die schönsten Krummholz-Bestände in der Viljska Ponikva und in Ceglje vorhanden.

Die großartige, 200 m tiefe Viljska Ponikva liegt in einer Höhe von 1184 m innerhalb des subalpinen Buchenwaldes. An steilen nordexponierten Hängen ist eine imposante Fläche von *Pinetum mughi croaticum*

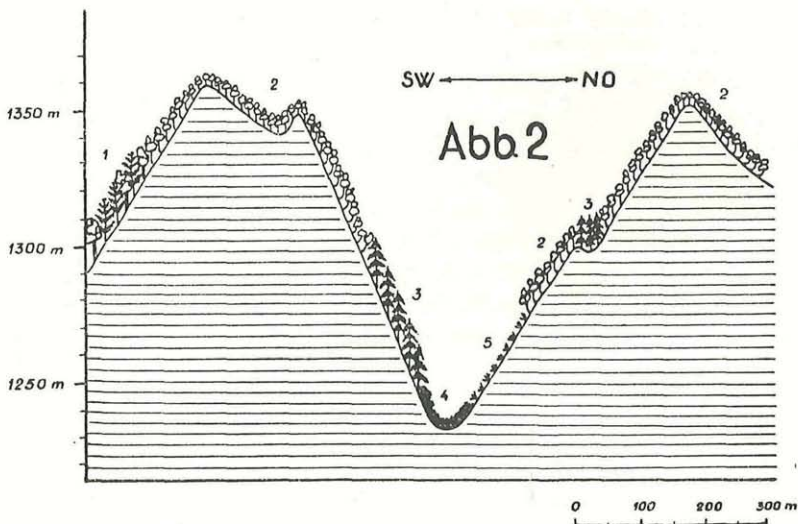


Abb. 2. Ponikva Ceglje im Snježnik-Gebiete: Subalpiner Fichtenwald, Krummholz und subalpine Rasengesellschaften in der Ponikve innerhalb subalpinen Buchenwaldes. 1. Fagetum croaticum abietetosum, 2. Fagetum croaticum subalpinum, 3. Piceetum croaticum subalpinum, 4. Pinetum mughi croaticum, 5. Festucetum pungentis.

entwickelt, welches an beiden Seiten von Piceetum subalpinum umgrenzt ist. Das Pinetum besiedelt in verschiedener Ausbildung den steilen Hang einer großen Geröllhalde. Die Initialstadien werden von *Rhododendron hirsutum* gebildet, in optimalen herrschen die *Vaccinium*-Arten vor, während die terminalen Stadien durch *Sphagnum rubellum* abgelöst werden.

Die gleiche Erscheinung begegnet uns in der Ponikve Ceglje (Abb.2), die im Snježnik-Massiv in der Höhe von 1232 m liegt, während die darüber liegenden Hänge bis auf 1450 m reichen. Die große Ponikve gliedert sich

eigentlich in drei kleinere, von denen die größte eine Tiefe von 1232 m erreicht. Am Grunde, wo der Schnee am längsten überdauert, hat sich ein kleiner Bestand von *Salix retusa* entwickelt. Als die wichtigsten Bestandteile dieses „Salicetums“ treten *Carex capillaris*, *Arabis scopoliiana*, *Crepis kernerii* u. a. auf. Den größten Teil der Ponikve nehmen jedoch die Krummholzbestände ein, die sich auf steilen Kalkhalden entwickeln. Ähnlich wie in der Viljska Ponikva bilden auch hier *Rhododendron hirsutum* und *Dryas octopetala* die Initialstadien, während *Sphagnum*-Arten an dicker Torfdecke von etwa 90 cm die Terminalstadien darstellen, in welchen *Pinus mughus* zugrundegeht.

Den oberen Rand der Ponikve Ceklje nimmt der subalpine Fichtenwald (*Piceetum croaticum subalpinum*) prächtig gedeihend ein, während darüber ungeheure Bestände des subalpinen Buchenwaldes die Ponikve umranden.

D. Pinion mughi-Wohnraum. Die höchste „Waldstufe“ in der Dinarischen Hochgebirgen bildet der Krummholzgürtel, der je nach der Höhe und Mächtigkeit des Massives bei 1400 m oder bei 1800 m beginnt und am Durmitor bei 2300 m die natürliche obere Grenze erreicht. Wir vermissen deshalb in den ziemlich niedrigen, kroatischen und bosnisch-herzegowinischen Hochgebirgen eine echte Stufe von alpiner Vegetation. Trotzdem ist die eigentliche Hochgebirgsvegetation prächtig entwickelt; sie bewohnt aber die Standorte, die für das Leben des Krummholzes ungünstig sind, z. B. die windexponierten Grate, die lange schneebedeckten Hänge in den Ponikven u. a.

α) *Pinus mughus*-Bestände in Ponikven. Das an steilen Kalkhängen verbreitete *Pinetum mughi croaticum* bildet in feuchten, lange schneebedeckten Ponikven größtenteils eine dicke Torfschicht mit hochmoorartigen *Sphagnum*-Bulten, was im trockenwarmen Klima Kroatiens nur in Ponikven möglich ist.

β) Alpine Rasengesellschaften in Ponikven. Die noch ungünstigeren Standorte in den Ponikven, die infolge großer Schneemengen auf das Krummholz feindlich einwirken, nehmen die *Seslerietalia*-Gesellschaften ein, an trockenen Hängen das *Festucetum pungentis*, an feuchteren dagegen die *Caricion ferrugineae*-Wiesen oder die Hochstaudenfluren des *Adenostylion*-Verbandes.

γ) Schneeboden-Gesellschaften am Grunde der Ponikven. Die merkwürdigste Erscheinung in den Ponikven des *Pinetum mughi*-Bereiches sind jedoch die zwar sehr beschränkten, aber doch schön ausgebildeten Schneebodengesellschaften der *Arabadion*- und *Salicion retusae*-Verbände. Sie sind pflanzengeographisch wichtig als Vertreter arktalpiner Vegetation im heutigen Waldgebiete Südwestkroatiens und als Überreste pleistozäner Wandergruppen, die von den Alpen gegen die höheren südosteuropäischen Gebirge strömten. (BECK-MANNAGETTA 1906, HORVAT 1953).

Zusammenfassung

Das Höhenprofil südkroatischer Gebirge zeigt, daß in jeder Höhenstufe in den Ponikven eine besondere, dem Ponikvenklima angepaßte Vegetation vorkommt, die man nur zum Teil durch Stufenumkehr erklären darf, da sie außerhalb der Ponikven größtenteils nicht vorkommt. Die Ponikve als ein umgrenzter Lebensraum ändert die Elemente des Allgemeinklimas und bewirkt das Entstehen einer besonderen Ponikvenvegetation.

1. In den Ponikven des immergrünen, eumediterranen Orno-Quercion ilicis-Wohnraums war, soweit man dies nach spärlichen Resten überblicken kann, eine laubwerfende Vegetation submediterranen Charakters verbreitet.

2. In den Ponikven des submediterranen, laubwerfenden Wohnraums des Ostryo-Carpinion-Verbandes entwickeln sich besondere, durch die mitteleuropäischen Fagetalia-Arten ausgezeichnete Subassoziationen des Carpinetum orientalis croaticum und des Seslerio-Ostryetum, die an Baum- und Straucharten sehr reich sind.

3. In den Ponikven des Fagion illyricum-Wohnraums erscheinen dagegen die borealen Fichtenwälder des Vaccinio-Piceion-Verbandes und zwar in niedrigeren Stufen das Piceetum croaticum montanum, in höheren das Piceetum croaticum subalpinum. Im Bereiche des subalpinen Buchenwaldes ist neben dem Piceetum subalpinum gewöhnlich auch ein Pinetum mughi croaticum vorhanden, welches eigenartig entwickelt ist und in terminalen Stadien trotz dem steilen Kalkhang eine dicke Torfschicht ausbildet.

4. In den Ponikven des Pinion mughi-Wohnraums erscheinen neben endemischen, mediterran-montanen auch arкто-alpine Vegetationseinheiten, welche die Reste pleistozäner Wanderungen darstellen und große pflanzengeographische Bedeutung haben.

Die oft als Stufenumkehr gedeutete Vegetation der Karstponikven, Uvalen und Poljen stellt demnach ein besonderes, durch das Relief bedingtes Vegetationsbild dar, welches enge Beziehungen zu der zonalen Vegetation aufweist, die aber je nach der Morphologie der Ponikven mehr oder weniger umgewandelt ist.

Schrifttum

- ADAMOVIĆ L. 1909. Die Vegetationsverhältnisse der Balkanländer (Mösische Länder). Leipzig.
- AICHINGER E. 1932. Höhenstufenumkehr der Vegetation durch Frostlöcher in der montanen Stufe der Karawanken. Forstarchiv.
- 1933. Vegetationskunde der Karawanken. Pflanzensoziologie 2. Jena.
- BALDACCI A. 1893. La stazione delle „Dolline“. Nuov. giorn. bot. ital. 25.

- BECK-MANNAGETTA G. 1901. Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder. Leipzig.
- 1906. Die Umkehrung der Pflanzenregionen in den Dolinen des Karstes. Sitzb. Akad. Wiss. Wien. 115.
- BRAUN-BLANQUET J. & SUSPLUGAS J. 1937. Reconnaissance phytogéographique dans les Corbières. Comm. SIGMA 61. Montpellier.
- DEGEN A. 1936. Flora Velebitica I. Budapest.
- GEIGER R. 1950. Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig.
- GRAČANIN Z. 1957. Tla biljnih zajednica Gorskog Kotara. Die Böden der Pflanzengesellschaften von Gorski Kotar. (Manuskript.)
- GUTTENBERG H. 1882. Die forstlichen Verhältnisse des Karstes. Triest.
- HORVAT I. 1930. Vegetacijske studije o hrvatskim planinama I. Zadruga na planinskim goletima. Vegetationsstudien in den kroatischen Alpen. I. Die alpinen Rasengesellschaften. Rad Akad. Zagreb, 238.
- 1938. Biljnosociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj. Pflanzensoziologische Walduntersuchungen in Kroatien. Glasn. šum. pokuse, Zagreb, 6.
- 1949. Nauka o biljnim zajednicama. Zagreb.
- 1950. Šumske zajednice Jugoslavije. Les associations forestières en Yougoslavie. Zagreb.
- 1953. Vegetacija ponikava. Die Vegetation der Karstdolinen. Geogr. Glasn. Zagreb, 14—15.
- 1961. Vegetacija planina zapadne Hrvatske. La végétation des montagnes de la Croatie du Ouest. Institut za šum. istraž. Zagreb.
- HORVATÍĆ S. 1934. Flora i vegetacija otoka Paga. Flora und Vegetation der nordadriatischen Insel Pag. Prirod. istraž. Akad. Zagreb, 19.
- 1939. Nastavak istraživanja vegetacije otoka Krka. Ljet. Akad. Zagreb, 51.
- 1957. Pflanzengeographische Gliederung des Karstes Kroatiens und der angrenzenden Gebiete Jugoslawiens. Acta bot. croatica, 16.
- 1958. Tipološko raščlanjenje primorske vegetacije gariga i borovih šuma. Typologische Gliederung der Garrigues- und Kiefernwälder-vegetation des ostadriatischen Küstenlandes. Acta bot. croatica, 17.
- KERNER A. 1876. Die Entstehung relativ hoher Lufttemperaturen in der Mittelhöhe der Talbecken der Alpen. Z. österr. Ges. Meteorol. 11.
- KITAIBEL P. 1802. Diarium itineris croatici 1802. (cit. Degen: Flora Velebitica 1: 389).
- LAUSCHER F. 1934. Grundlagen d. Strahlklimas d. Lunzerkleinklimastation. Beih. Jb. Zentralanst. Meteorol. Wien, 1931.
- POLJAK J. 1951. Je li krška uvala prijelazan oblik izmetu ponikve i krškog polja? Ist die Karstmulde eine Übergangsform, die die Verbindung zwischen Doline und Karstpoljen herstellt? Geogr. glasn. Zagreb, 13.
- POSPICAL E. 1897. Flora des österreichischen Küstenlandes. Leipzig—Wien.
- REGEL C. 1942. Über die Umkehrung der Vegetationsstufen in Griechenland. Ber. schweiz. bot. Ges. 52.
- RITTER-STUDNIČKA H. 1955. Ökologische Beobachtungen in Karstdolinen der Hochregion auf der Bjelašnica. Bot. Jb. 76 (4).
- ROGLIĆ J. 1954. Polja zapadne Bosne i Hercegovine. III. kongr. geogr. Jugoslavije 1953. Sarajevo.

SCHMIDT W. 1930. Die tiefsten Minimumtemperaturen in Mitteleuropa. Naturwiss. 18.

WRABER M. 1949. O pojavu kraških mrazišč i njihovi gozdarski problematiki. Les 7/8. Ljubljana.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn](#)

Jahr/Year: 1961

Band/Volume: [9_3_4](#)

Autor(en)/Author(s): Horwarth Ivo

Artikel/Article: [Die Pflanzenwelt der Karst-Ponikven. 268-283](#)