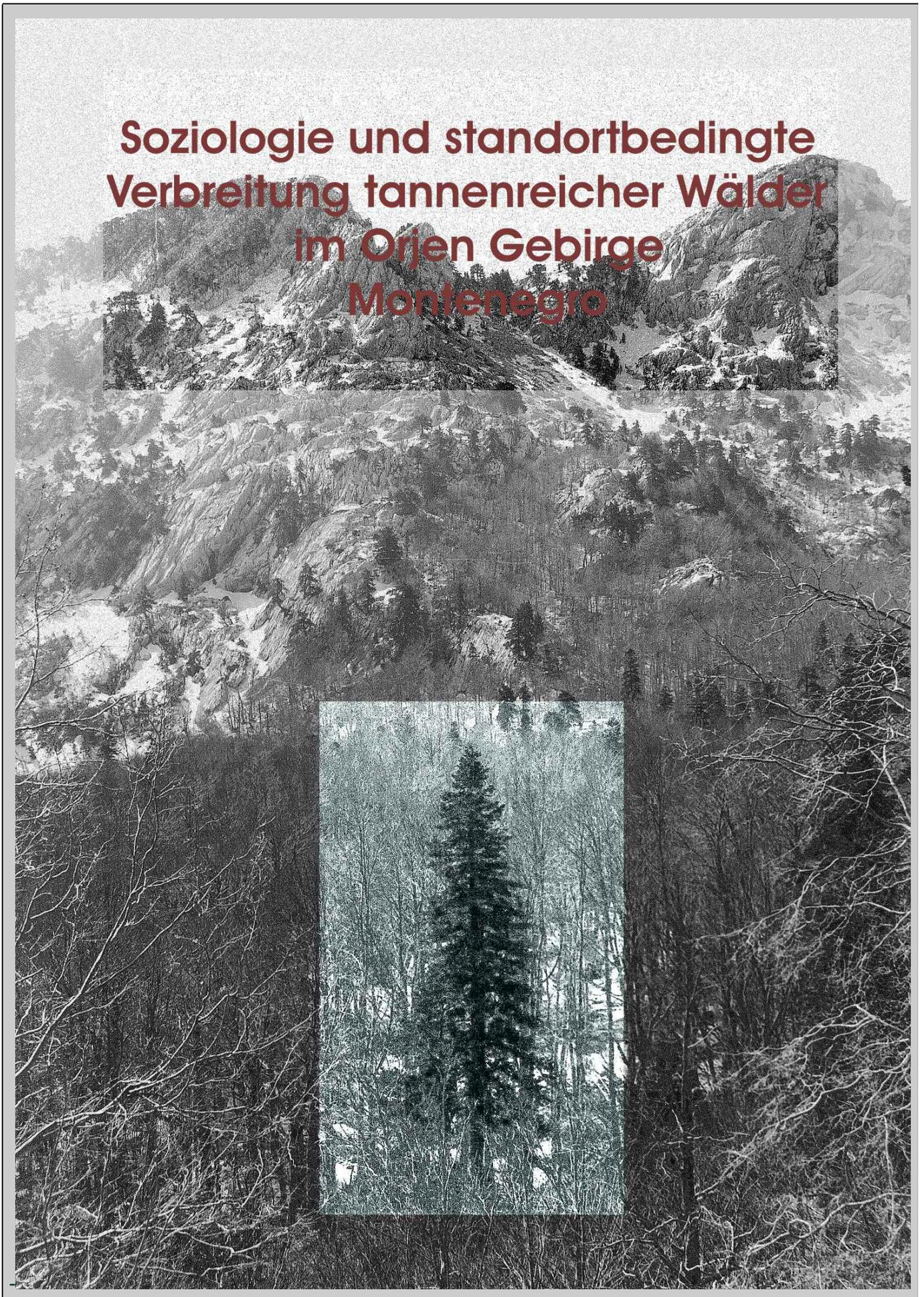


**Soziologie und standortbedingte
Verbreitung tannenreicher Wälder
im Orjen Gebirge
Montenegro**





*SOZIOLOGIE UND STANDORTBEDINGTE
VERBREITUNG TANNENREICHER WÄLDER
IM ORJEN - GEBIRGE MONTENEGRO*

MIT 21 ABBILDUNGEN, 17 GRAFIKEN, 15 KARTEN, 10 TABELLEN UND 39 PHOTOS

PAVLE CIKOVAC

In Dank, Nada Vujić, Hirtin der Bijela gora,

Familie Stijepović, Risan,

und den Angehörigen in Serbien und Deutschland

Durch vielseitige Hilfe von FRIEDRICH WIENEKE, VERKA JOVANOVIĆ, SEBASTIAN SCHMIDTLEIN, BRANKA STEVANOVIĆ, VLADIMIR STEVANOVIĆ, ZORAN KLJAJIĆ, RADMILA PAVLOVIĆ, und MIROSLAV MARKOVIĆ, war eine Forschungsreise im Sommer 2002 realisierbar. Basierend auf Kenntnissen von Vegetation und Flora der Region, Erwerb amtlichen Karten- und Luftbildmaterials des Militärgeographischen Instituts Belgrad, sowie Bereitstellung multispektraler Satellitendaten, war die Erfassung sämtlicher Tannenvorkommen im Orjen für diese Diplomarbeit möglich. Im Feld naturkundlicher Forschung wirkten Gelehrte aus Mitteleuropa lange Zeit im Orjen. Anknüpfend an den Abriss im ersten Weltkrieg trugen einheimische Wissenschaftler zu vielen Aspekten neue Erkenntnisse bei. Die hier vorgestellte Arbeit versucht an eine beachtliche Tradition anzuschließen.

Zulassungsarbeit des Departments für Geowissenschaften

an der Ludwigs Maximilians Universität München

Betreuung: prof. Dr. Friedrich Wieneke

München 2002

▼ *SOZIOLOGIE UND STANDORTBEDINGTE VERBREITUNG TANNENREICHER WÄLDER IM ORJEN GEBIRGE MONTENEGRO*

Vorwort

1. Vorgaben und Zielsetzung der Arbeit
2. Gegenstand
 - 2.1 Gattung Abies - Synsystematisch-taxonomische Stellung und Verbreitung
 - 2.2 Die Tannen Europas und Kleinasiens
 - 2.2.1 Verbreitung in Südosteuropa
 - 2.2.2 Quartäre Migration, Variabilität und Genetik der Weißtanne
 - 2.2.3 Waldbauliche Beurteilung und ökologische Einbindung
 - 2.3 Pflanzengeographische Gliederung der Balkanhalbinsel
 - 2.4 Flora und Vegetation in Montenegro
 - 2.5 Syntaxonomische Übersicht tannenreicher dinarischer Wälder
3. Untersuchungsgebiet
 - 3.1 Lage und physisch-geographische Grundlagen
 - 3.2 Naturräumliche Gliederung und Abgrenzung
 - 3.3 Geologie
 - 3.4 Geomorphologie
 - 3.4.1 Glazialmorphologie
 - 3.4.2 Karstmorphologie
 - 3.5 Böden
 - 3.5.1 Untersuchungsmethoden
 - 3.5.2 Böden im Orjen
 - 3.5.3 Faktoren der Bodenbildung
 - 3.6 Klimatische Differenzierung im Überblick
 - 3.6.1 Synoptik und Zirkulation
 - 3.6.2 Einstufung nach verschiedenen Klimaklassifikationen
 - 3.6.3 Temperatur
 - 3.6.4 Niederschlag
 - 3.6.5 Aridität der Vegetationsperiode
 - 3.6.6 Lokale Windsysteme Jugo und Bora
 - 3.7 Höhenstufen im Untersuchungsgebiet
 - 3.8 Synthese der Geofaktoren
 - 3.9 Vegetation
 - 3.9.1 Floristische und vegetationskundliche Erforschung
 - 3.9.2 Oromediterrane Vegetation
 - 3.9.3 Diversität und Endemismus
 - 3.9.4 Syntaxonomisch-systematische Übersicht der Waldvegetation
 - 3.9.5 Standörtliche Charakteristik und Verbreitung der Tanne im Orjen
 - 3.10 Sozialgeographische Grundlagen
 - 3.10.1 Historische Entwicklung und Besiedlung
 - 3.10.2 Weidewirtschaftliche Nutzung
4. Methoden
 - 4.1 Aufnahmemethodik
 - 4.2 Sample Design
 - 4.3 Ordination
 - 4.4 Klassifikation
 - 4.5 Zeigerwerte, Erhebung von Standortparametern
5. Ergebnisse
 - 5.1 Syntaxonomisch-systematische Einordnung
 - 5.2 Mesotherme basophile Tannen-Buchenwälder
 - 5.2.1 *Seslerio-autumnalis Abietetum*
 - 5.3 Xerophytische Karst-Blockhalden-Tannenwälder
 - 5.3.1 *Oreoherzogio-Abietetum*
 - 5.4 Vegetationskartierung
6. Aspekte des Naturschutzes
7. Diskussion
8. Zusammenfassung
9. Literatur
10. Anhang

▼ Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 2.0	Morphologische Kennzeichen von <i>Abies alba</i> Mill.	Seite 10
Abb. 2.5	Refugien und postglaziale Migration der Tanne	Seite 14
Abb. 2.6	Isopollenkarte von Abies	Seite 14
Abb. 2.9	Space Shuttle Aufnahme und Florenregionen Montenegros	Seite 21
Abb. 3.1	SPOT Pan Übersicht vom UG und Toponyme	Seite 24
Abb. 3.2	Space Shuttle Aufnahme 12.03.1997, Orjen und Bucht von Kotor	Seite 25
Abb. 3.21	Lage von Klimameßstationen im UG	Seite 35
Abb. 3.29	Synoptische Situation bei Bora	Seite 42
Abb. 3.30	Zyklonale Boralagen	Seite 42
Abb. 3.28	Spätwinterliche Satellitenaufnahme der Dinariden	Seite 39
Abb. 3.41	Variabilität des Juli Niederschlags Crkvice (1947-1984)	Seite 47
Abb. 3.46	Schaubild der Vegetation am Gumbar	Seite 51
Abb. 3.49	Risaner Tracht	Seite 53
Abb. 3.50	Weißtanne	Seite 53
Abb. 3.53	Spätantikes Bodenmosaik in Risan mit Darstellung von Hypnos	Seite 55
Abb. 3.54	Coronelli 1688, Bocche di Cattaro von	Seite 55
Abb. 3.55	Österreichisches Fort Mamula am Eingang der Bocche di Cattaro	Seite 55
Abb. 3.56	Miniatur – Sultan Süleyman bei der Belagerung Belgrads 1521	Seite 55
Abb. 3.57	Deutsche Uboote im 1 Weltkrieg in Kotor	Seite 55
Abb. 3.58	Polje von Vrbanj 1899	Seite 55
Abb. 3.59	Polje von Vrbanj 1953	Seite 55

▼ Verzeichnis der Karten

Abb. 2.1	Globale Verbreitung der Tannenarten	Seite 11
Abb. 2.2	Verbreitung der europäischen Tannen	Seite 12
Abb. 2.4	Verbreitung der Tanne in Südosteuropa	Seite 13
Abb. 2.8	Pflanzengeographische Gliederung der Balkanhalbinsel	Seite 19
Abb. 2.10	Potentielle Vegetation Montenegros	Seite 21
Abb. 3.0	Topographische Übersicht der Dinariden und Lage vom UG	Seite 24
Abb. 3.3	Geotektonisch-geomorphologische Großstrukturen im Orjen	Seite 25
Abb. 3.4	Geologie Montenegros	Seite 26
Abb. 3.5	Geologisch-tektonische Karte vom Orjen	Seite 26
Abb. 3.7	Geomorphologische Karte	Seite 27
Abb. 3.8	Tk25 und eiszeitliche Vergletscherung	Seite 28
Abb. 3.23	Infrarotbild Meteosat 30.01.2001	Seite 44
Abb. 3.24	Synoptische Bodenwetterkarte 30.01.2001	Seite 44
Abb. 4.0	Areal der Tanne und Sampleplots im UG	Seite 58
Abb. 5.4	Klassifikation der Vegetation im Orjen	Seite 65

▼ Verzeichnis der Grafiken

Abb. 2.3	Schematisches Ökokogramm europäischer Tannen	Seite 12
Abb. 2.7	Waldgesellschaftskomplexe im illyrische Buchenwald	Seite 17
Abb. 3.13	Pleistozäne und rezente Schneegrenzen im Mittelmeerraum	Seite 29
Abb. 3.16	Bodenprofile im Orjen	Seite 31
Abb. 3.22	Extrem und Durchschnittstemperaturen in Crkvice und Grahovo	Seite 37
Abb. 3.23	Niederschlagsprofil im UG	Seite 38
Abb. 3.24	Niederschlagstrend von Crkvice	Seite 38
Abb. 3.25	Klimadiagramm Crkvice 1931-1960	Seite 38
Abb. 3.26	Regentage und max Schneedecke Crkvice 1961-1984	Seite 39
Abb. 3.27	Schneefalltage und Länge der Schneedecke im UG 1961-1984	Seite 39
Abb. 3.31	Verteilung maritimer und kontinentaler Windrichtungen im UG 1953-1960	Seite 42
Abb. 3.32	Jahreszeitliche Verteilung kontinentaler N -Winde (Bora) im UG 1953-1960	Seite 42
Abb. 3.35	Vegetationshöhenstufen im Orjen	Seite 45

Abb. 3.44	Submediterraner Karst-Blockhalden-Mischwald	Seite 50
Abb. 3.50	Karst-Blockhalden Tannenwald	Seite 53
Abb. 3.51	Herbstblaugras Tannen-Buchenwald	Seite 53
Abb. 4.1	DCA Ordination	Seite 59
▼ Verzeichnis der Tabellen		
Abb. 2.0	Intragenetische Gliederung innerhalb Abies	Seite 11
Tab. 3.0	Laborchemische Bodenanalysen	Seite 31
Tab. 3.1	Zonale und horizontale Differenzierung dinarischer Pedotope	Seite 32
Tab. 3.2	Temperatur ausgewählter Stationen im UG	Seite 37
Tab. 3.3	Niederschlag in Südkroatien, der Herzegowina und Westmontenegro	Seite 38
Tab. 3.4	Hypsometrische Abhängigkeit der Schneedeckendauer im UG	Seite 39
Tab. 3.5	Quantitative Bestimmung von Niederschlagsdefizit/suffizit der Vegetationszeit	Seite 41
Tab. 3.6	Aridität-humiditäts Berechnung im UG	Seite 41
Tab. 3.7	Verteilung maritiomer und kontinentaler Windrichtungen im UG	Seite 42
Tab. 5.0	Syntaxonomische Tabelle tannenreicher Waldbestände im Orjen	Seite 61
▼ Verzeichnis der Photographien		
Abb. 1.0	Tannen-Buchenwald unterhalb Medugorje und Pazua	Umschlag
Abb. 1.1	<i>Abies alba</i> an der Žestikova kita	Seite 2
Abb. 2.11	Herbstblaugras Tannen-Buchenwald <i>Seslerio-Abieti-Fagetum</i>	Seite 22
Abb. 2.12	Tanne mit deformierter Krone und sekundären Gipfeln	Seite 22
Abb. 2.13	Karst-Blockhalden-Tannenwald unzugänglicher Schichttreppen	Seite 23
Abb. 2.14	<i>Abies alba</i> mit <i>Pinus heldreichii</i> im Tannen-Buchenwald	Seite 23
Abb. 2.15	Karst-Blockhalden-Tannenwald am Somulj	Seite 23
Abb. 3.6	Gebankte mesozoische Kalke am Vucji zub	Seite 26
Abb. 3.9	Trogtal von Dobri Do	Seite 28
Abb. 3.10	Rundhöckerlandschaft der Bajgorovica mit dem Reovačka greda	Seite 28
Abb. 3.11	Glazial gestalteter Pazua Kamm, Zungenbecken der Bijela gora	Seite 28
Abb. 3.12	Bijela gora mit der bewaldeten Moräne Gvozd	Seite 28
Abb. 3.14	Jama im Reovce Tal	Seite 30
Abb. 3.15	Rillenkarren am Vučji Zub	Seite 30
Abb. 3.17	Glaziokarst – Schichttreppen der Bijela gora	Seite 33
Abb. 3.18	Karst-Blockhalde mit <i>Abies alba</i>	Seite 33
Abb. 3.19	Soliflukstionsstufe an der Jastrebrica in 1750 m	Seite 34
Abb. 3.20	Flugstäube – Quarzsand in der Bajgorovica 1350 m	Seite 34
Abb. 3.36	Oromediterrane Stufe im Dobri do	Seite 45
Abb. 3.37	Schneetälchen im Pavlovica do unterhalb des Orjen Gipfels	Seite 46
Abb. 3.38	Durch Jugo stark deformierte Panzerkiefern am Grat der Jastrebrica	Seite 46
Abb. 3.39	Altomediterrane Stufe mit <i>Iris sp. nova</i> , <i>Juniperus</i> und <i>Sesleria robusta</i>	Seite 46
Abb. 3.40	Submediterrane Gesellschaften am südseitigen Luv des Velje Leto	Seite 46
Abb. 3.42	<i>Fritillaria messanensis ssp. gracilis</i>	Seite 49
Abb. 3.43	<i>Saxifraga griesebachii</i>	Seite 49
Abb. 3.44	<i>Tulipa sylvestris</i>	Seite 49
Abb. 3.47	<i>Seslerio-Abietetum</i>	Seite 52
Abb. 3.48	<i>Seslerio Abietetum</i>	Seite 52
Abb. 5.0	<i>Berberis illxrica</i>	Seite 64
Abb. 5.1	<i>Viburnum maculatum</i>	Seite 64
Abb. 5.2	<i>Lonicera glutinosa</i>	Seite 64
Abb. 5.3	<i>Abies alba</i>	Seite 64
Abb. 6.0	<i>Iris reichenbachii</i> und <i>Iris orientii</i>	Seite 66
Abb. 6.1	<i>Lacerta viridis</i> – Bajgorovica 1350 m	Seite 66
Abb. 6.2	<i>Acer heldreichii</i> – Pazua	Seite 66
Abb. 6.3	Bockkäfer (Cerambycidae) der Buchenstufe	Seite 66
Abb. 6.4	<i>Vipera ammodytes</i> in der oromediterranen Stufe	Seite 66

▼ ABKÜRZUNGEN

SHMZ	Savezni Hidrometeorološki Zavod, Hydrometrologische Vereinigung (Jugoslawien)		
VGI	Vojno Geografski Institut – Militärgeographisches Institut, Belgrad		
UG	Untersuchungsgebiet	P	precipitation, Niederschlag
Ka	tausend Jahre	E	Evapotranspiration
Bp	before present, vor heute	PE	potentielle Evapotranspiration
a. m.	ante meridiem, vormittags	BHD	Brusthöhendurchmesser
T	Temperatur	N, S, E, W	Nord, Süd, Ost, West

VORWORT

Koniferen sind in allen Orogenen der Mediterraneis verbreitet (QUÉZEL 1976). Tanne, Zeder, Kiefer und Wacholder bilden im einzelnen Stufen. Sommerliche Trockenheit unterstützt hier Nadelwälder, die weniger thermisch-, als hygrisch bedingt dominieren (SCHRÖDER: 274). Gebirge am Nordsaum des Mittelmeeres mit mediterranem Charakter in Meernähe und temperat- alpinen Hochlagen nehmen eine Zwischenstellung ein (RICHTER 2002: 315). Sie werden der submediterranen Serie angeschlossen (BARBERO).

Anreiz Wälder in einem meridional-ozeanischen Gebirge syntaxonomisch und ökologisch zu untersuchen bot die im südostdinarischen Orjen-Gebirge disjunkt auf-tretende Weißtanne. Das standörtliche Spektrum des südmitteleuropäischen Gebirgsbaumes weitet sich zwar nach Süden, verwandte Tannen ersetzen sie aber in mediterranen Gebirgen (FUKAREK 1964, MAYER 1984b, KRAMER). Im Einzelfall, wenn entsprechende Arten fehlen, kommt die Weißtanne an geeigneten Standorten Korsikas, des Apennins und den litoralen Dinariden vor (vgl. HORVAT, GLAVAC u. ELLENBERG, MAYER 1984b, QUÉZEL 1976, FARJON, SCHÜTT et al., FADY, BLOCK & BRANDES). Obwohl mediterrane Elemente in der oromediterranen Stufe im Orjen überwiegen (STEVANOVIĆ 1996), ist die mitteleuropäischen Florenregion analog dazu reich vertreten. Die Tanne findet sich im Orjen ökologisch bedingt nur an der Nordabdachung. Die humid thermo-philien Tannen-Buchenwälder (FUKAREK 1957: 114, LAKUSIĆ et al. 1984, BLEČIĆ 1958: 53, FUKAREK 1957, WILLNER) sind typisch illyrische Gesellschaften der Ordnung Fagitalia Pawl. 28 (FUKAREK 1964, MAYER 1984a, ELLENBERG 1996). Daneben tritt als xerisch-orophil-mediterraner Typ der Karst-Blockhalden-

Tannenwald auf (FUKAREK 1957).

Der Orjen ist noch sehr ursprünglich, Teile davon befinden sich im Urzustand. Stärkere anthropogene Eingriffe sind vergleichsweise wenig bemerkbar. Transhumante und alpine Weidewirtschaft ist ehemals verbreitet gewesen und kaum noch relevant. Das 1900m hohe Gebirge ragt 200 m über die Waldgrenze, (LAKUSIĆ 1987: 25, ADAMOVIĆ, 1929: 16). Die altomediterrane Rasenstufe nimmt nur unzugängliche Grate ein, Wasserquellen fehlen. Disperse Siedlungen liegen agronomisch begünstigt im Grahovo- und Dragalj Polje und dem Lastva Tal. Die ansässige Bevölkerung ist ohnedies ins pannonische Tiefland und die Küstenregion abgewandert. Die neue demographische Entwicklung hat die Weidewirtschaft auch in ortsnahe Gebiete der litoralen Zone verlagert (ROGLIĆ 1983). Ein objektiver Gewinn an ökonomischen Perspektiven und Verzicht traditioneller Lebensformen im agrarischen Kulturkreis der weder an geistigen Errungenschaften der Westnes, noch den technischen der Industrialisierung teilgenommen hat, ist durch das Dorfsterben (bela kuga-serbo.kroat. weißer Tod) und den Zuzug ruraler Bevölkerungsgruppen in urbane Gebiete aber eine kritische Entwicklung.

Die Weltwirtschaftskrise endete in der strukturschwachen Region die zwischen den Weltkriegen mit Nachdruck begonnene Nutzung der Waldressourcen. Kapitalintensive Investitionen mit Bau eines Sägewerkes (1925), einer Transportseilbahn (1926) und Schmalspurbahn, sowie Gründung einer Arbeitersiedlung im Orjen konnten durch Konkurs (1931) aber keine strukturelle Veränderung einleiten. Die ehemals weiträumigen Urwälder sind erst Ende der 1960er Jahre dezimiert worden,

gegenwärtig unterbindet die ökonomische Krise weitere Exploitation. Die erhaltenen überregional beachtenswerten Urwälder sind eine in Dalmatien nicht wiedergefundene Erscheinung (vgl. HORVAT 1941, FUKAREK 1969), die namentlich eine vom Arten- und Naturschutz induzierte Forschung nahe legt. Noch erhaltene Naturwälder verdienen mehr Schutz und Interesse, da sich als einzige relevante Perspektive eine touristische Inwertsetzung anbietet.

Aussagen über die Gefährdung der untersuchten Ökosysteme unter gegebenen Nutzungsintensitäten sind in Hinblick auf die seit Jahrzehnten geführte Diskussion einen Nationalpark im Orjen auszuweisen von Bedeutung (vgl. FUKAREK 1970). Die Arbeit soll Empfehlungen für Schutzmaßnahmen unterstützen und den momentanen Zustand bilanzieren. Um sinnvoll Perspektiven für Nutzung und Erhalt und deren planerische Umsetzung zu erörtern, fehlt in Montenegro oft die Grundlage.

Als die Kultur- und Naturlandschaft der Stadt Kotor und der namensgleichen Bucht nach dem verheerenden Erdbeben 1979 von der UNESCO als World Heritage Site ausgewiesen wurde, dachte man dabei nicht an Schutz und Erhalt der biologischen Diversität. Das mit der Konvention von Rio 1992 ein Paradigmen-wechsel stattgefunden hat sollte auch hier durch die eingegangene Verpflichtung zum tragen kommen. Aktuellstes Umweltschutzanliegen der Region ist nach wie vor die Meeresverschmutzung der Bucht von Kotor. Damit hängen Lebensqualität und Einnahmen aus dem Tourismus zusammen. An die jeden Sommer kritisch beäugte mangelhafte Verfügbarkeit von Trinkwasser, daß großteils aus den im Orjen gespeisten Karstquellen, der Bucht stammt, sei hier nachdrücklich erinnert (vgl. DUBLJEVIĆ, RIĐANOVIĆ 1991). Damit ist ein sorgsamer Umgang der Umwelt der Wassereinzugsgebiete Pflicht.

Für die Vegetation im Orjen ist bisher keine eingehende syntaxonomische Gliederung erarbeitet worden. FUKAREK (1970b) hat die Waldvegetation ohne syntaxonomische Analyse beschrieben. Auch die detaillierte Liste aller höheren Verbände von ANTONIĆ & LOVRIĆ, ist nur aus Literaturangaben aufgestellt und damit Diskussionsgrundlage potentieller Sachverhalte, die gesicherte Daten zur Erhebung syntaxonomischer Verbände nicht verwandte. Das schmälert deren Wert keineswegs, da sie das Wissen am genauesten zusammenfasst, verlangt aber die kritische Durchsicht. Entwicklung, Struktur, Dynamik und Sukzession der Vegetation behandeln LAKUSIĆ et al. Zur phänologischen Entwicklung gibt es noch keine Angaben. Die Lücken ökologischer Erforschung setzen damit den inhaltlichen Rahmen.

Organisatorische Probleme beeinflussen in mancher Hinsicht die akademischen Bezüge der Untersuchung beim erforderlich längeren Aufenthalt im entlegenen Karstgebiet. Eine vergleichbare Arbeit ist durch die in der komplexen Thematik liegenden Hindernisse und fordernde Gegend bis dato unterblieben. Das UG, trotz objektiv erwarteter Schwierigkeiten zu wählen, war gut überlegt. Die naturräumliche Eigenart, Lage und Position zu Florenregionen und damit Zentren floristischer Diversität und Endemismus, waren treibende Kriterien. Die lückenhafte floristische, aber vor allem unbefriedigende ökologisch-syntaxonomische Erforschung des Berges, war zudem Anreiz Neuland zu betreten.

Die relativ gute Florenkenntnis im UG, erlaubte Pflanzen während der Geländearbeit, zu determinieren. Auf Unterarten und taxonomisch unsichere Arten wird im speziellen hingewiesen. Bei einer *Iris* erhärtete sich der Verdacht einer unbeschriebenen Art, sie wurde an Spezialisten überantwortet, Belege nach Prag und Zagreb geschickt.

Die vorgestellte Arbeit liefert einen Beitrag zum standörtlichen Wirkungsgefüge und der ökologischen Differenzierung tannenreicher Wälder im mediterranen Karst. Wechselwirkungen zwischen Vegetation und Standort stehen dabei schwerpunktmäßig im Mittelpunkt.

Auf das Vorkommen der Weißtanne im Orjen verwiß erstmals PANTOCSEK (1874: l.c.: 30):

„*P. abies* L. - In monte Jastrelica in Bjelagora (H.) et in monte Kom (M).“

Da *Pinus pecea* L. der linnaesche Name der Tanne ist, liegt hier eine Verwechslung mit Fichte vor. Die KuK Forstverwaltung war aber über die Verhältnisse im Orjen gut informiert (PETERMANN: 545):

„Nach freundlicher Mittheilung des k. k. Forst-Inspection-commissärs J. Bilisco in Cattaro, besteht der Wald am Orjen hauptsächlich aus Schwarzkiefern (*Pinus austriaca*), Edeltannen (*Abies pectinata*) und Buchen (*Fagus sylvatica*). In der Gipfelregion tritt auch die in Dalmatien sonst nur auf dem Velebit und auf der Dinara vorkommende Zwergkiefer (*Pinus mughus*) auf.“

Letzteres beruht auf der Verwechslung mit der Panzerkiefer (*Pinus heldreichii*) und Tanne tritt streng-genommen nur im Norden und wie ADAMOVIĆ betont mit besonderer Charakteristik auf (1913: l.c. 83, a. d. serbo.kroat.):

„*Abies alba* Mill.-auf unzugänglichen Karstblöcken der Jastrelica.“

Syntaxonomisch-systematische und ökologische Angaben macht FUKAREK (1970a: 247ff., a. d. serbo. kroat.):

„Fundorte (der Tanne) im Orjen sind Nordhänge des Gubars sowie weiter im O die Bijela gora. Sie wächst hier auf praktisch unzugänglichen Rundhöckern großer glazialer Tröge. Die spezielle xerophytische Sippe stellt wahrscheinlich eine eigene taxonomische Einheit (...) an vielen isolierten Standorten im adriatischen Orjen ist die Tanne in einer besonderen Gesellschaft optimal entwickelt. Es ist nicht auszuschließen daß weitere Prüfungen hier eine eigene illyrische Gruppe der Tanne belegen.“

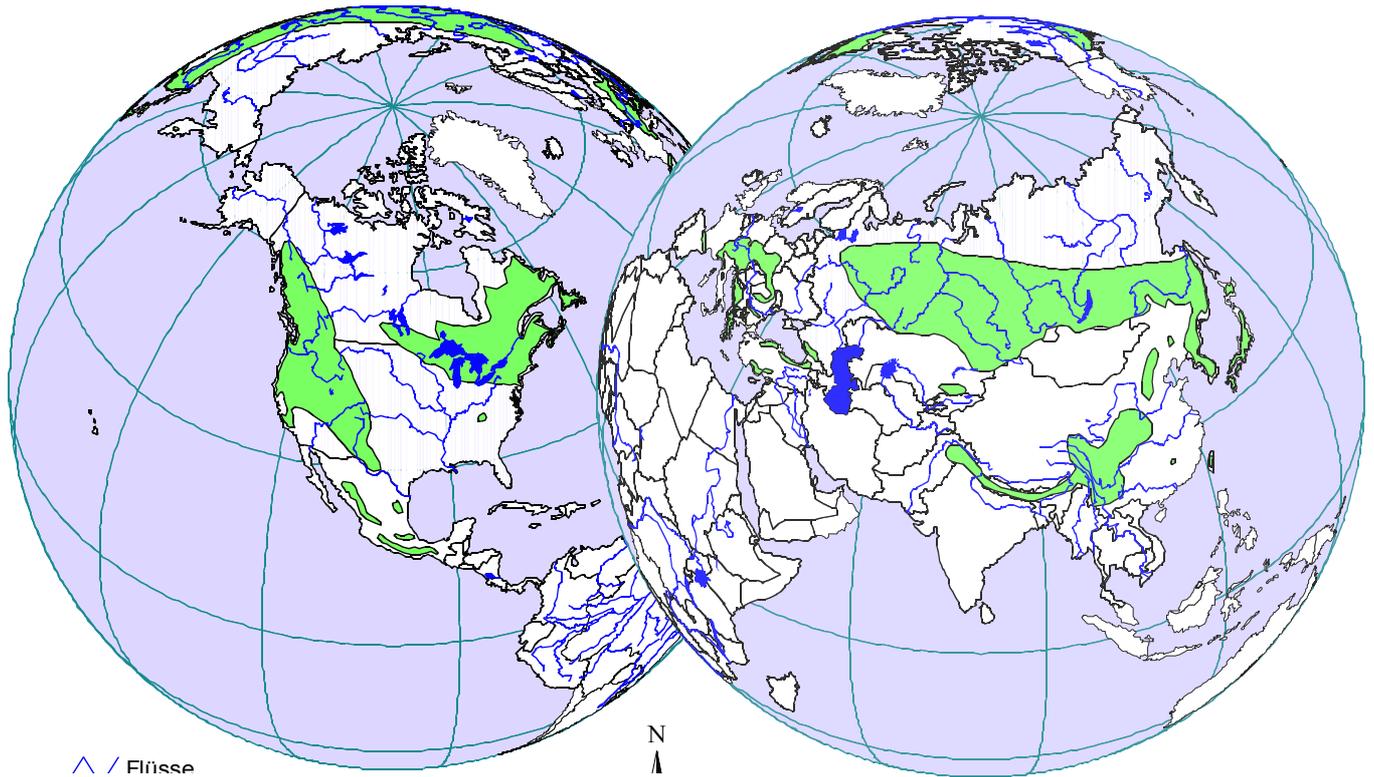
Darauf verweisen auch LAKUSIĆ et al. (1984: 288, a. d. serb.kroat.):

„(...) in ihren ökologischen und morphologischen Merkmalen ähnelt hier die Tanne mehr der Griechischen (*Abies cephalonica*) als der Europäischen (*Abies alba*).“

Das im Mittelmeerraum herausstechende Orjen-Massiv auf syntaxonomisch-standörtliche Beziehungen dinarischer Tannen-Buchenwälder hin zu Untersuchen profitiert vom Wert der Tanne als Phytoindikator (BLOCK & BRANDES: 331, MAYER 1984b). Das subtropische Karsthochgebirge zeichnet sich durch:

- ▼ die im Mediterrangebiet ausgeprägteste pleistozäne Vergletscherung (vgl. PENCK, CVIJIĆ 1924, MESSERLI)
- ▼ die niederschlagsreichste Lage in Europa (MELIK, WALTER & BRECKLE, WEISCHET & ENDLICHER) und
- ▼ den Artenreichtum der illyrischen und adriatischen Floren-provinz (TAKHTAJAN 1986: 21, 130, STEVANOVIĆ 1996) mit dem Orjen als Zentrum des illyrischen Endemismuses (ANTONIĆ & LOVRIĆ 1996, FUKARKEK 1970, STEVANOVIĆ 1996).

Die Bearbeitung von Flora und Vegetation ist bisher unvollständig geblieben. Dabei besteht, zwischen der floristischen Dokumentation (ASCHERSON, PANTOCSEK, PANČIĆ, ADAMOVIĆ 1913, TOMIĆ-STANKOVIĆ, vgl. PULEVIĆ 1976, 1984), durch Länderübersichten (VISIANI, ROHLENA) ergänzt und komplettiert und den nur im Einzelfall syntaxonomisch protokollierten vegetationskundlichen Synthesen (ADAMOVIĆ 1929, HORVAT 1941, GREBENŠČIKOV 1960, JANKOVIĆ 1965, 1967, FUKAREK 1967, LAKUŠIĆ, TEDŽIĆ, MURATSPAHIĆ 1984, ANTONIĆ & LOVRIĆ 1996) in Vollständigkeit der Darstellung eine große Diskrepanz. Im Standardwerk der Vegetation Südosteuropas (HORVAT, GLAVAC u. ELLENBERG: 607 ff.) ist nur eine einzige syntaxonomische Tabelle alpiner Kalkmagerrasen veröffentlicht. Die vorhandene Literatur erlaubt damit zwar eine sorgfältige floristische, aber keine zeitgemäße vegetationskundliche Beschreibung.



SEKTION	SUBSEKTION	SPEZIES
Abies Miller ASIEN	EUROPA – W.	<i>A. alba</i> (type), <i>A. cephalonica</i> , <i>A. nordmanniana</i> , <i>A. nebrodensis</i> , <i>A. cilicica</i>
Piceaster Spach emend. Farjon et Rushforth AFRIKA	EUROPA – N.	<i>A. pinsapo</i> (type), <i>A. numidica</i>
Bracteata Engelm. emend. Sargent AMERIKA	N.	<i>A. bracteata</i> (type)
Momi Franco (type: <i>A. firma</i>)	Homolepoides (Franco) Farjon et Rushforth	<i>A. homolepis</i> (type), <i>A. recurvata</i>
	Firmae (Franco) Farjon et Rushforth ASIEN	<i>A. firma</i> (type), <i>A. beshanzuensis</i>
	Holophyllae Farjon et Rushforth ASIEN	<i>A. holophylla</i> (type), <i>A. chensiensis</i> , <i>A. pindrow</i> , <i>A. ziyuanensis</i>
Amabilis (Matzenko) Farjon et Rushforth ASIEN	N. AMERIKA –	<i>A. amabilis</i> (type), <i>A. mariesii</i>
Pseudopicea Hickel emend. Farjon et Rushforth (type: <i>A. spectabilis</i>)	Delavayanae Farjon et Rushforth ASIEN	<i>A. delavayi</i> (type), <i>A. fabri</i> , <i>A. forrestii</i> , <i>A. chengii</i> , <i>A. densa</i> , <i>A. spectabilis</i> , <i>A. fargesii</i> , <i>A. fanjingshanensis</i> , <i>A. yuanbaoshanensis</i>
	Squamatae E. Murray ASIEN	<i>A. squamata</i> (type)
Balsamea Engelm. emend. Farjon et Rushforth (type: <i>A. balsamea</i>)	Laterales Patschke emend. Farjon et Rushforth N. AMERIKA – ASIEN	<i>A. kawakamii</i> (type), <i>A. balsamea</i> , <i>A. bifolia</i> , <i>A. lasiocarpa</i> , <i>A. sibirica</i>
	Medianae Patschke emend. Farjon et Rushforth N. AMERIKA – ASIEN	<i>A. sachalinensis</i> (type), <i>A. fraseri</i> , <i>A. koreana</i> , <i>A. nephrolepis</i> , <i>A. veitchii</i>
Grandis Engelm. emend. Farjon et Rushforth AMERIKA	N.	<i>A. grandis</i> (type), <i>A. concolor</i> , <i>A. durangensis</i> , <i>A. guatemalensis</i> , <i>A. lowiana</i>
Oiamel Franco (type: <i>A. religiosa</i>)	Religiosae (Matzenko) Farjon et Rushforth	<i>A. religiosa</i> (type), <i>A. vejarii</i>
	Hickelianae Farjon et Rushforth AMERIKA	<i>A. hickelii</i> (type)
Nobilis Engelm. AMERIKA	N.	<i>A. procera</i> (type), <i>A. magnifica</i>

Tab. 2.0 Verbreitung von *Abies* (nach: FARJON 1990).

Tannen sind durch Blattoorgane und Samenstände als typische Vertreter nacktsamiger Nadelgehölze (Klasse Pinatae der Conferophytina) der eigentlichen Koniferen (Unterklasse *Coniferae* = *Pinidae*, Abb. 2.0) leicht zu erkennen. Die Gattung *Abies* ist nach Kiefer (*Pinus*) am weitesten verbreitet und artenreichste Gattung (FARJON 1990, JOVANOVIĆ, SCHÜTT et al.). Daneben gehören noch Douglasie (*Pseudotsuga*), Hemlock (*Tsuga*), Lärche (*Larix*), Zeder (*Cedrus*), sowie vier disjunkte Gattungen Südwestchinas den Kieferngewächsen an (FARJON 1990). *Abies* gehört mit *Cedrus* zur Subfamilie Abietoideae und ist mit fünf Teilarealen eine holarktisch circumpolare Sippe (west-euroasiatisch, sibirisch-ostasiatisch, himalayisch-südost-asiatisch, boreo-kanadisch, westpazifisch, Abb. 2.0).

Geschlossen (temperat)-boreal/kontinental verbreitet sind *Abies balsamea* und *A. sibirica*, ohne hoch-kontinentale Bereiche in Nähe der Wald- und Baumgrenze zu besiedeln. Östliche Vorposten dieses Arealtyps finden sich disjunkten im pazifischen Ostsibirien, Sikhote Alin, Mandschurei und Hokkaido. Neben temperat-borealen-, sind kontinentale Arten in meridional-submeridionalen Forenzonen anzufinden (mexikanische und südwestchinesische Arten, *A. lasiocarpa* in den Rocky Mountains).

Formenreich ist *Abies* in montanen, subalpinen und oromediter-ranen Stufen temperater, submeridionaler und meridionaler Zonen, (sub)ozeanischer Gebirge (*A. spectabilis* u. *A. densa* im „cloud belt“ des perhumiden Ost-Himalayas, *A. squamata* in China noch in 4000 – 4500 m ü. NN). Weltweit gewöhnlich mit *Cedrus* sp. und *Pinus* sp. vergesellschaftet, kommen in den Subtropen auch Reinbestände vor. In Baumartenarmen gemäßigten Breiten Europas ist unter den Koniferen nur *Pinus* sp. sowie *Picea* sp. mit *Abies* sp. vorkommend, die temperat-submeridional, (sub)ozeanisch bis subkontinental verbreitete Weißtanne fällt in Nordeuropa aus. In den Pazifischen Gebirgen Nordamerikas (POTTER) sowie Hindukush-Himalaya (vgl. KUTRU), Huangshan, den japanischen Inseln und Taiwan kommen *Pseudotsuga* sp. *Tsuga* sp. und *Picea* sp. mit *Abies* sp. vor.

Absolutes Entwicklungszentrum ist die sino-

himalayische Region mit 17 Arten, herausragend der Huang Shan in Südwestchina (FARJON 1990: 16, Tab. 2.0). Weitere Diversitätszentren der 48 Arten umfassenden Gattung liegen in den pazifischen Kordilleren und dem Mediterrangebiet. Im temperat-(sub)meridional mediterranen Verbreitungsschwerpunkt besiedelt *Abies* (sub)ozeanische Gebirge. Mediterrane Tannen sind typisch pleistozäne Reliktendemiten (LANG) und bilden eine taxonomische Einheit, die sich von amerikanischen und asiatischen unterscheidet (FADY; Tab. 2.0). Sie sind intergenetisch den Reihen Septentionales und Meridionales (Sektion *Abies* und *Piceaster*) beizuordnen. Erstere enthält *Abies alba*, *A. nebrodensis*, *A. cephalonica*, *A. nordmanniana* und *A. cilicica*, letztere *A. pinsapo* und *A. numidica*. Die Fragmentierung der mediterranen Populationen ist ursächlich auf die Klimageschichte rückzuführen (TALLIS, BLOCK & BRANDES). Standortökologisch differenzieren sich mediterrane Tannen über den Zedern- und Buchenkomplex. In Gesellschaft der Buche (*Fagus* sp.) treten *A. alba*, *A. nebrodensis* und *A. nordmanniana* s.l. auf. Mit der Zeder (*Cedrus* sp.) sind *A. pinsapo* s.l., *A. numidica* und *A. cilicica* vergesellschaftet. *A. cephalonica* tritt nur rein auf (vgl. MAYER 1984b: 544).

Die holozäne Migration der Weißtanne, aus anscheinend nur minimalen Restpopulationen in Südeuropa, resultierte dagegen in einer beachtlichen Expansion bis Mitteleuropa (vgl. TALLIS: 138; siehe unter 2.2.2). Die erfolgte Trennung und anschließende Rückwanderung aus pleistozänen Teilrefugien zeitigte bei *Abies alba* in mehrfacher Hinsicht Auswirkungen. Sie ist zum Verständnis umweltbedingter Reaktionen der Art wesentlich und daher auch bei aktuellen molekularbiologischer Untersuchungen der Art im Mittelpunkt (vgl. BERGMANN & KONNERT, ZIEGENHAGEN). Die lange Isolierung ist an Genotypen, die sich aufgrund „(...) Mutationen, genetischer Drift und schwacher Selektion vor allem der Existenz seltener Allele.“ (BERGMANN 1995: 29) untereinander unterscheiden, festgehalten. Genetische und morphologische Modifikationen einzelner Herkünfte rechtfertigen aber keine taxonomischen Ansätze einer Differenzierung (BUCHER: 8).

2.2 Die Tannen Europas, Nordafrikas und Kleinasiens

Von 48 bekannten Tannen (FARJON 1990), sind 7 auf den mediterranen Raum beschränkt. Durch das fehlen gemeinsamer waldprägender Baumarten ist die aus-geprägte Isolation mediterraner Bergwälder hinreichend belegt. Darauf weisen insbesondere auch die Tannen und deren Gesellschaften, die sich in südwest-, zentral- und südostmediterrane differenzieren (Abb. 2.2, MAYER 1986: 37, MAYER 1984b: 467, QUÉZEL 1976).

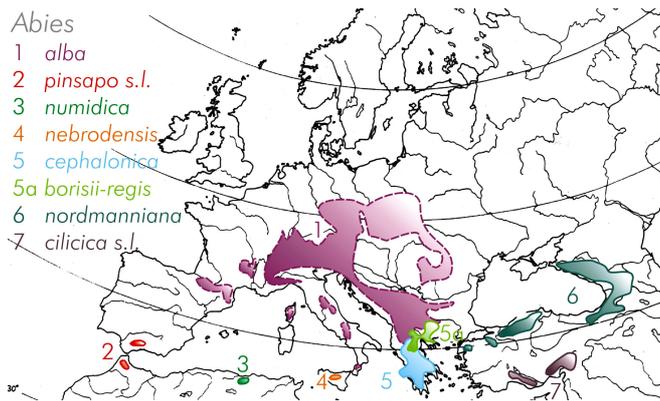


Abb. 2.2 Europäische Tannen (aus: SCHRÖDER: 50, verändert)

Eng verwandt sind *Abies pinsapo* und *A. marocana* sowie *Abies alba* und *A. nebrodensis*. Hybride sind *Abies borisii-regis* (*alba* x *cephalonica*) und *Abies equi-trojani* (*Abies bornmuelleriana* x *borisii-regis*). Vegetationskundlich differenzieren sich Tannen in Kleinasien und Südosteuropa stärker. In balkanischen Tannenwäldern geht die verwandschaftliche Linie von *Abies alba* ↔ *A. borisii-regis* ← *A. cephalonica*.

Überwiegend in mittleren Lagen, den montanen und oromediterranen Stufen verbreitet meidet *A. alba* schneereiche Lagen der Kampfzone des Waldes (ELLENBERG 1996). Schädigung durch Schneelast sowie Konkurrenz dürfte hier Hindernis der Etablierung sein. Mediterrane Tannen sind nach Schädigung besser ausschlagfähig, an die Waldgrenze reichen *Abies cilicica* wie *A. cephalonica*. Tieflagenvorkommen sind in nördlichsten Lagen von *Abies alba* und *A.s nordmanniana* anzutreffen.

Fagus und *Cedrus* grenzen mitteleuropäisch montane und oromediterrane Waldtypen ein und sind mit klimatischen Kennwerten korrelierbar. Sporadisch finden sich Buchenwaldarten auch im Areal von *Abies pinsapo*, *A.*

marocana, reliktsch selbst bei *A. numidica*. *Abies cephalonica*- und *A. cilicica* Wälder haben mit Fagion-Gesellschaften keine Verwandtschaft mehr. Die einzelnen Arten zeichnen den Übergang zwischen subkontinentalen-(sub)ozeanischen, zu mediterranen semiariden Klima nach (Abb. 2.3). Die klimaökologische Zwischenstellung von *A. cephalonica* und *A. pinsapo* s.s., ist durch das Fehlen von *Fagus* sp. und *Cedrus* sp. in beiden Arealteilen unterstrichen. Sie bauen auch weitgehend geschlossene, nahezu reine Bestände, meist plenterartiger Struktur auf (MAYER 1984b: 519, 547). Die Tannen-Areale lassen sich weniger nach dem Jahresniederschlag als vielmehr nach mäßig trockener, frischer und feuchterer Vegetationszeit gliedern (Abb. 2.3). Dabei erhöht sich von Norden nach Süden mit Abnahme des Niederschlages die Vegetations-zeitwärme (MAYER 1984b: 544). *A. pinsapo*, *A. numidica* sowie *A. nebrodensis* sind in ihrem natürlichen Habitat gefährdet (MAYER 1984b: 497, 519). Größere Flächen werden von *A. cilicica*, *A. cephalonica*, *A. alba* und *A. nordmanniana* eingenommen.

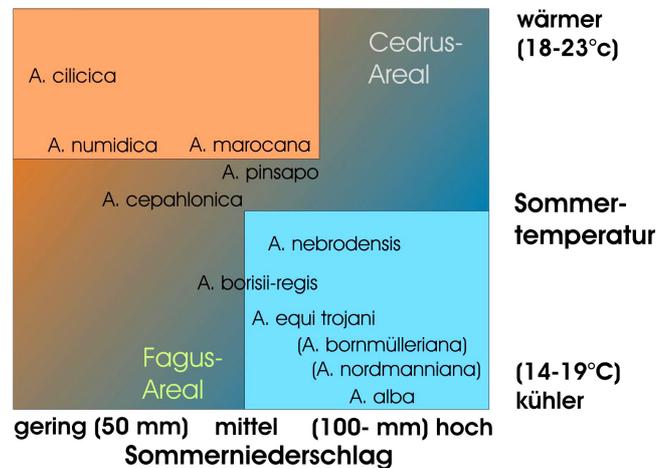


Abb. 2.3 Klimaökologie der Tanne (aus: MAYER 1984b: 540)

Die Kilikische Tanne (*Abies cilicica*) ist im zentralen und östlichen Taurus ohne Washtaurus beheimatet und reicht in relativ geschlossener Verbreitung nach Nordsyrien und Libanon. Hier wie auch bei *A. cephalonica* werden überwiegend gebankte Kalke mit spaltengründigen entwickelten Kalkstein-(Rotlehmböden) bestockt. Am meernäheren Abfall der Gebirge ist die mediterrane Stufenfolge ausgebildet (vgl. QUÉZEL 1976). Durch Besiedlung initialer Kalkrohböden hat sie den Charakter einer gewissen Pionierart (MAYER 1984b: 567) mit der, für

Die Griechische Tanne ist auf den Süden der Halbinsel beschränkt. Hier ändert sich der Gesellschaftscharakter, da Buche im Areal von *A. cephalonica* ausfällt damit keine Fagion-Verbände bestehen (HORVAT et al.: 545). Reinbestände der Griechischen Tanne (600-1700/400-2100 m; Chelmos 2300 m) sind überwiegend auf Hartkalk und Dolomit stockende Klimaxwälder, die weithin die Waldgrenze bilden (MAYER 1984b: 547). Durch Weide, Brand und Rodung sind sie stark dezimiert (BLOCK & BRANDES). Im Norden noch im Pindos und der makedonischen Galičica gefunden, ist die genaue Zuordnung von Populationen durch intermediäre Formen schwierig. Morphologische und biochemische Merkmale belegen, dass klimale Veränderungen der Variationsmuster von *A. cephalonica* zu *A. borisii-regis* generell einem N-S, südlich 38°50' N auch einem W-O -Trend folgen (MITSOPOULOS & PANETSOS). MITSOPOULOS & PANETSOS (S.14) geben der König-Boris Tanne, LIU (1971) folgend, daher nicht den Rang einer eigenen Art (*Abies x borisii-regis* emend. Liu.). Der sukzessive Übergang zwischen *A. alba* und *A. cephalonica* über *A. x borisii-regis* wird mit der Merkmalsvariation gestützt. FARJON reiht *Abies x borisii-regis* Mattf. Emend. Liu dann auch als Hybride unter *A. alba* ein und notiert zu *A. cephalonica*:

„The genetic purity of *A. cephalonica* is apparently lacking in much of the range of this species. (...) Variation is considerable, but none of these forms deserve recognition as independent taxa in view of past (and possibly present) hybridization in the area.“ (S. 23)

Auf die Verbreitung der typischen Mischbaumart Weißtanne wirken Konkurrenzverhältnisse stark ein (KRAMER: 5). Alle besprochenen Tannen vertragen stärker kontinentale und/oder mediterrane Klimaverhältnisse besser als Buche. Konkurrenzfähigste Art der ozeanischen Dinariden ist daher die Buche. Tanne ist hier seltener, als im Landesinneren (HORVAT et al.: 417). Erst in

sommertrockenen mediterranen Lagen wird die Wettbewerbsfähigkeit der Laubbaumart herabgesetzt.

Allgemein gilt (HORVAT et al.: 539): „Nadelwälder bilden in Südosteuropa nur ausnahmsweise die klimazonale Vegetation und zwar nur in Gebirgslagen, und auch in diesen nur dort, wo die sonst allmächtigen Buchen weniger gute Lebensbedingungen finden.“ An Gebirgszüge und -stöcke gebunden wird die Tanne weder in vertikaler, als auch horizontaler Verbreitung außerhalb des Buchenareals gefunden (vgl. FUKAREK 1964, KRAMER, Abb. 2.7). Edaphisch flachgründige und auch sehr feinerdearme, sowie bodensaure Standorte verschieben das Gleichgewicht auch in ozeanischen Lagen im gesamten natürlichen Buchenareal der Dinariden auf Seite der Nadelwälder. Von Tannen abgesehen finden sich Fichte (*Picea abies*, *Picea omorika*- Serbische Fichte) und Kiefer (*Pinus heldreichii*- Panzerkiefer, *Pinus peuce*- Mazedonische Kiefer, *Pinus nigra*- Schwarzkiefer).

An Sonderstandorten kann Buche fehlen. Im UG sind Vorposten von *A. alba* Fragmente der Nordseite. Auf durchschnittlichen Standorten dominieren hier Buchen. Gleichwertig erscheint Tanne auf würmzeitlichen Moränen und an exponierten, feinerdearmen Felsen erlangt Tanne Dominanz. Diesen Karst-Blockhalden-Tannenwäldern galt deshalb auch ein Hauptaugenmerk dieser Untersuchung. Karst-Blockhalden-Tannenwälder finden sich als azonale Dauergesellschaften (*Oreoherzohio-Abietum*, *Calamagrotisio-Abietum*, *Rhamno-Abietum*, FUKAREK 1958, HORVAT 1962) einzig im dinarischen Karst mit Häufung im NW (Julische Alpen - Velebit), und SO (Herzegowina und Westmontenegro) (vgl. FUKAREK 1958, 1962, 1963, 1964, 1970, BORHIDI 1965: 91, HORVAT et al.: 443.). Als auffällige Pioniergesellschaften der Weißtanne sind sie mit Standorten mediterraner Tannen ökologisch verbunden (BERTOVIĆ & LOVRIĆ 1990). Im Artenspektrum sind daher thermophile und xerophytische Pflanzen typisch.

2.2.2 Genetik und Variabilität der Weißtanne

Infolge umweltbedingter Stressoren war bei der Tanne in Teilbereichen des Areals seit langem ein teilweise alarmierender Rückgang zu verzeichnen (vgl. MAYER 1984a: 80, WOLF 1992). Betroffen sind überwiegend

mitteleuropäische Standorte an den Arealrändern mit nord- bis nordöstlichem Schwerpunkt. Das Tannensterben ist schon seit dem 16. Jh. aus Böhmer- und Frankenwald bekannt und trat mit kürzeren oder längeren aktiven Perioden und längeren

Erholungsabschnitten auf. Betroffen sind Schwarzwald, Thüringer Wald und Erzgebirge, Frankenwald, Wienerwald, sowie Slowenien (MAYER 1984a: 79). Als ‚Mimose des Waldes‘ in Verruf (LARSEN), ignorierte man diese bei forstlichen Anbauten geflissentlich. Die Bestände sind im überwiegenden Teil der Verbreitung daher auch aus autohtonen Beständen aufgebaut.

Ihr wechselhaftes Schicksal im Bergwald und die komplexe innerartliche Variabilität, wurde durch ökologisch-waldbauliche Langzeituntersuchungen und molekularbiologische Analysen innerhalb der natürlichen Arealgrenzen erkundet (vgl. WOLF 1993a, ZIEGENHAGEN et al. 2001a). Langzeitbeobachtungen (Provenienzforschung) und experimentelle Forschung zur Erfassung von Anpassungsvorgängen der Populationen an Umweltveränderungen und neuerdings molekularbiologische Untersuchungen, haben das heterogene Adaptionsvermögen der einzelnen Populationen an herrschende Standortfaktoren mit der größeren genetischen Vielfalt südlicher Herkünfte geklärt (LARSEN, WOLF, ZIEGENHAGEN et al. 2001b, KONNERT & BERGMANN).

Erkenntnisse der genetischen Unterschiede innerhalb der Art sind daher natürlich in der forstwirtschaftlichen Praxis relevant (ZIEGENHAGEN & SCHOLZ 1995). Vom ökologischen Aspekt wirkt der in den Teilpopulationen andersgeartete Genpool und das resultierende unterschiedliche Adaptionsvermögen der anspruchsvollen Waldbäume in der Standortsindikation erschwerend, auf das schon FUKAREK (1964) hinwies. Die Tanne gehört zu den Schlüsselarten montaner Waldökosysteme in Europa. Durch Schatttoleranz, Sturmfestigkeit, Salztoleranz und hohe Resistenz gegen Rotfäule (*Heterobasidion annosum*) besitzt sie, trotz der nur disjunkten Verbreitung und untergeordneten wirtschaftlichen Bedeutung, eine Sonderrolle im europäischen Waldbau (LARSEN: 1). Dies wird durch die unentbehrliche ökologische und bestandesstrukturelle Rolle als Stabilisator des Gebirgswaldes unterstrichen (MAYER 1979b).

Geographische Muster in der genetischen Variation zeichnen Herkunftsverhältnisse, Hybridisierungsvorgänge und Migrationswege einzelner Provenienzen nach (KONNERT & BERGMANN, Abb. 2.5). Paläontologische Daten bestärkten Hypothesen über Glazialrefugien und

Migrationsrouten, eine Klärung der Dynamik der genetischen Diversität in Zeit und Raum, war aber erst mit molekularbiologischen Methoden möglich. Diese tragen überdies zum Verständnis von Reaktionen auf umweltbedingte Krankheitssymptome bei und klären Unterschiede der Adaptionsfähigkeit von Provenienzen der Weißtanne. Genetische Gesetzmäßigkeiten innerhalb von Waldbaumpopulationen sind eine Basis für das Verständnis der Dynamik von Ökosystemen überhaupt. Die genetischen Strukturen bilden dabei Grundlage für Anpassungsprozesse, das genetische Potential bestimmt die Konstitution der Art, deren individuelle und sippenspezifische Konkurrenzfähigkeit. Das evolutionäre Anpassungspotential, d.h. die genetische Flexibilität einer Baumart auf Populationsebene, läßt sich durch die Reaktion auf Selektionsdruck, der durch geographisch-klimatische Gradienten erzeugt wird, über mehrere Generationen beurteilen (LARSEN: 5).

Artspezifische populationsdynamische Prozesse wirkten verstärkt in eiszeitlichen Refugien zusammen. Sie waren in Süd- und Südosteuropäischen Refugien spezifisch unterschieden und führten zu einer deutlichen Untergliederung der Genpools der Schlüssel- und Begleitarten von Waldökosystemen (ZIEGENHAGEN & SCHOLZ: 53). Hieraus erklären sich die heutigen räumlichen Muster der Verbreitung der Arten, wie auch z.T. bereits gefundene Muster der intraspezifischen genetischen Variation. Die Bedeutung der genetischen Vielfalt von Populationen für die Reaktionsnorm und die langfristige Anpassungsfähigkeit verlangt die vermehrte Integration solcher Gesichtspunkte in die ökologische Forschung. Vielfalt innerhalb der Art drückt sich als Vielfalt der Merkmale der Art aus. Die Merkmalsausprägung steht am Ende einer Wirkungskette, an deren Anfang die genetische Information steht. Neu entwickelte Markerkategorien ermöglichen im großen geographischen Rahmen bei Weißtanne Indikationen über verlorene genetische Variation zu erhalten (ZIEGENHAGEN & FLADUNG). Solche Indikationen tragen wiederum zum Verständnis von Biodiversität auf Artebene bei und sind wichtige Voraussetzungen für Maßnahmen zur Erhaltung von genetischer Variation. Isolierte Populationen sind besonders anfällig für genetische Einengung, paläoklimatisch/ökologische Flaschenhalseffekte führen hier leicht zu einem Verlust der Variationsvielfalt.

2.2.3 Quartäre Migration der Weißtanne

Die wesentliche Ursache für das heutige Verbreitungsmuster sowie die genetische Landkarte innerhalb von *Abies alba* ist wie angedeutet durch die Entwicklung der letzten Eiszeit gekennzeichnet. Im Verlauf der Abkühlung und den Vorstoß des Inlandeises kam es in weiten Teilen Europas zur völligen Vernichtung der tertiären Vegetation und Aussterben großer Teile der Flora (u. a. PANTIĆ et al.). An tertiären Relikten am reichsten sind heute noch Gebiete der mittleren und südlichen Balkanhalbinsel (TRINAJSTIĆ 1991). Auch das Verbreitungsgebiet der Weißtanne wurde auf sogenannte eiszeitliche Refugien eingeeengt. Heutige Unterschiede der genetischen Struktur resultieren aus in pleistozänen Refugien gebildeten Genpools, sowie der Jahrtausende währenden nachpleistozänen Wanderungs- und Ausbreitungsgeschichte der Weißtanne (Abb. 2.5).

Um bestehende Hypothesen zur Lage glazialer Refugien und nacheiszeitliche Rückwanderungswege der Tanne zu prüfen, bzw. neue Erkenntnisse hierüber zu gewinnen, kommen molekular-biologische Methoden, bei der DNA-Variationen von Zellorganellen als Marker eingesetzt werden, zur Anwendung (ZIEGENHAGEN et al. 2001b). Genmarker lassen allgemein den eindeutigen Schluss vom Phänotyp auf Genotyp zu und sind auf unterschiedlichen Ebenen anwendbar. Grundsätzlich werden phänotypische Variationen genetisch getestet um Aussagen über den Genotyp machen zu können und Vererbungslinien zu rekonstruieren. Zur Charakterisierung der Genotypen eignen sich zudem Isoenzyme des pflanzlichen Primärstoffwechsels. Sie spielen im primären und sekundären Stoffwechsel eine wichtige Rolle und sind direkte Produkte der Gene. Daher hängen die Aminosäurenketten von der DNA Sequenz der codierenden Gene ab. Unterschiede an einigen Isoenzym-Genloci der europäischen Weißtannenprovenienzen gaben anhand des genetischen Abstandes unter Einbeziehung von Cluster- und Faktorenanalyse eine räumliche Differenzierung der genetischen Diversität (BERGMANN, KONNERT & BERGMANN). Isoenzyme haben zu molekularen DNA-Markern aber den Nachteil, daß nur eine geringe Anzahl von Isoenzym-Gen-Systeme zur Verfügung steht (ZIEGENHAGEN & FLADUNG). Außerdem repräsentieren

Isoenzyme nur einen, den kodierenden Teil des Erbguts. Sie brachten noch keine Hinweise auf eine korrelative Beziehung zu anpassungsrelevanten phänologischen Merkmalen. Deshalb eignen sich für die Fragestellung der raumzeitlichen Variation genetischer Merkmale bei *Abies alba* insbesondere Variationen, deren räumliche Weitergabe ausschließlich an die Verbreitung durch Samen gebunden ist. Ein solcher Marker wurde im mitochondrialen Genom der Tanne gefunden. In kontrollierten Kreuzungen wurde die rein mütterliche Vererbung der Varianten bestätigt (VENDRAMIN & ZIEGENHAGEN 1997, ZIEGENHAGEN et al. 1998). Auf diese Weise validiert, wurde der Marker daraufhin in 75 Weißtannenpopulationen Europas eingesetzt (ZIEGENHAGEN et al. 2001a und b, ZIEGENHAGEN & SCHOLZ 2002). Dabei ließ sich eine deutliche Zweiteilung der Locus Typen im natürlichen Verbreitungsgebiet erkennen, mit einem westlichen Teil (Iberische Halbinsel, Massif Central, Vogesen, Schwarzwald, Schweiz und mittleres/südliches Italien), sowie einem östlichen Teil mit Teilen des Balkans und der Karpaten. In den Populationen im westlichen Teil findet sich danach nur die eine und im östlichen Teil nur die andere Variante. Daneben wurden Mischpopulationen bisher vor allem in Norditalien und Kroatien identifiziert (ZIEGENHAGEN et al. 2001a, Abb. 2.5). Die populationsgenetische Analyse der Daten offenbarte eine bei Tanne bis jetzt nicht gefundene ausgeprägte Differenzierung der genetischen Diversität (VENDRAMIN et al. 1999). Die selektiv neutralen und hochpolymorphen Mikrosatelliten erwiesen sich als besonders empfindliche Marker für den zufallsbedingten Verlust von genetischer Variation, sogenannter genetischer Drift. Die untersuchte Population aus den Pyrenäen mit der dort gefundenen geringsten genetischen Diversität läßt eine drastische Verringerung der Populationsgröße in der Vegetationsgeschichte als Grund der Merkmalsausprägung zu. Die untersuchten Populationen aus Kroatien sind mit der höchsten genetischen Diversität ausgezeichnet, die auf eine ‚ungestörte‘ Populationsgröße und Durchmischung von genetischen Varianten aus zwei verschiedenen Refugien zurückgeführt wird (ZIEGENHAGEN & SCHOLZ 2002: 54).

Mithilfe dieses Markers konnten bei der Tanne erstmalig deutliche mütterliche Rückwanderungslinien sowie deren Durchmischungen rekonstruiert werden. Da der Polymorphismus der mtDNA die postglaziale geographische Herkunft der Populationen reflektiert, lassen sich damit Rückschlüsse auf Evidenz und Lage glazialer Refugien und Prozesse der Rekolonisation rekonstruieren (ZIEGENHAGEN & FLADUNG). Für italienische Teilareale belegen PARDUCCI et al. das die Populationen der Abruzzen aus einer postglazialen Vermischung von zwei unterschiedlichen Gruppen herrühren, die süditalienischen Populationen blieben genetisch isoliert. Drei pleistozäne Refugien in Südeuropa sind lange vermutet worden. Aufgrund der Verteilung von Gen-Varianten wird heute auf fünf Refugien geschlossen (KONNERT & BERGMANN: 26). Die Rekolonisation Mittel- und Westeuropa ist von drei Refugien ausgegangen. Die Kalabrische und Pyrenäen Population haben an der Wanderung nicht teilgenommen (Abb. 2.5).

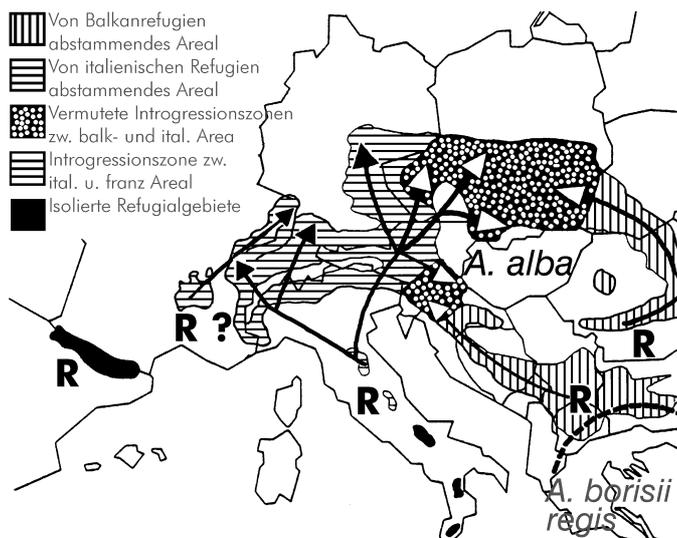


Abb. 2.5 Refugien, postglaziale Wanderwege und introgressionszonen von *Abies*. (aus: BERGMANN 1995, verändert)

Die postglaziale Wiederbesiedlung erfolgte von:

- (1) einem Refugium in Zentral Italien via der „West Alpen“ und „Ost Alpen“ Route;
- (2) Ein Refugium im zentralen oder östlichen Frankreich (Massif Central?), daß die Tannenpopulationen im Westen Mitteleuropas beeinflusst hat (Vogesen, Schwarzwald, Schweizer Jura);
- (3) Refugien im südlichen und südöstlichen Balkan.

Die nacheiszeitliche Expansion von den Balkanrefugien ging über die Dinariden nach Slowenien und zu den Karpaten. Im

slowenisch Nordost-italienischen Bereich kreuzten sich die Routen, die durch eine Gruppe mit introgressiven genetischem Charakter belegt sind (Allele italienischer und balkanischer Populationen). Eine Gruppe aus dem südlichen Balkan hat überdies ein einzigartiges Allel das sonst noch nicht aufgetreten ist. Es ist sonst nur noch in *Abies borisii-regis* vorkommend und lässt einen Genfluß zwischen *alba* und *borisii-regis* Populationen in Überlappungsbereichen der Areale annehmen (BERGMANN & KONNERT). Bis zum Ende des Spätglazials waren 10 % des heutigen Areals wiederbesiedelt (LANG). Die Rückwanderung aus Apennin und Dinariden erfolgte auf dem Alpenweg nach Mitteleuropa. Im Osten auch über die Karpaten.

Zu modernen molekularbiologischen Erkenntnissen paßt auch MAYERs (1984a: 76) ökologische Gliederung der Arealtypen in eine Westtanne (Frankreich, Korsika), Südtanne (Apennin), Osttanne (Dinariden, Karpaten) zu unterscheiden. Ohne molekularbiologische Kenntnisse genutzt zu haben ist diese empirische Aufteilung, die teilweise mit Provenienz Versuchen belegt wurde nah an realen Verhältnissen.

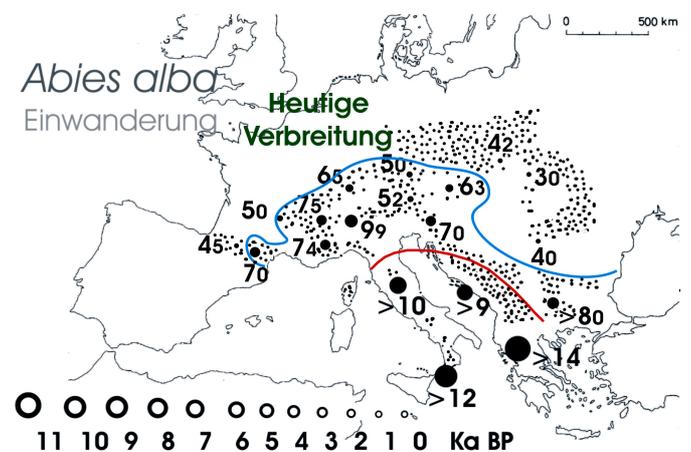


Abb. 2.6 Die Isopollenkarte veranschaulicht Ausbreitung und Arealgröße von *Abies* um 10 Ka BP (rot), 5 Ka BP (blau) und heute (gepunktet) auf. (aus: LANG: , verändert).

MAYER (1984b: 544) setzt die Differenzierung zwischen *Abies alba*, *A. pinsapo*, *A. cilicica*, und *A. cephalonica* prädiluvial an. Nach FADY stützen Monoterpen- und Isoenzym-Analysen die Hypothese von der Existenz einer einzigen ursprünglichen Tannenart im Pliozän. Ausgehend von dieser sog. Mesogäischen *Abies*-Art können nach ihm drei Gruppen von „Paläo-Arten“ nach der im Pleistozän erfolgten Bildung des Ägäischen Grabens entstanden sein: eine griechische, eine pontische und eine europäische. Aus diesen Gruppen wiederum entwickelten sich

im Pleistozän dank vertikaler und horizontaler Mobilisierung und sporadische genetische Kontakte der verwandten Arten die heutigen Sippen und intermediären Formen (MITSOPOULOS & PANETSOS). FUKAREK (1964) vermutet den Ausgangspunkt der Tannen der Balkanländer alleine in *Abies cephalonica*. Einer solcherart polymorphen Antwort auf einen breiten ökologischen Gradienten, widersprechen MITSOPOULOS & PANETSOS.

Ein Glazialrefugium von *Abies alba* in Nordwestgriechenland wird verschiedentlich befürwortet. Indizien für einen positiven Beweis introgressiver Hybridisierung geben intermediäre Genotypen.

Die drei morphologisch-anatomische Gruppen von *Abies* Mill. sind in Griechenland mit sukzessiver Verschiebung der genotypischen Ausprägung an einen Nord-Süd Gradienten angereicht. *Abies alba* sowie *A. cephalonica* traten demnach in der pleistozänen Kaltphase im Südbalkan sympatrisch auf. BUCHER sieht für den Polymorphismus in Griechenland aber auch andere Erklärungsmöglichkeiten. RUSHFORTH (1987) findet, daß die Abstammung intermediärer Formen aus Ursprungsgruppen der europäischen und kleinasiatischen Tannen insgesamt ein besseres Verständnis bringe als ‚rezente‘ Hybridisierung (pleistozän). Die Präsenz bulgarischer Tannen, mit Nadelmerkmalen der Nordmannstanne könnte dies bekräftigen.

2.2.4 Waldbauliche Beurteilung und ökologische Einbindung der Weißtanne

Die Weißtanne nimmt unter den europäischen Nadelbaumarten in der gesellschaftlichen Einbindung eine Sonderstellung ein (ELLENBERG 1996: 321):

„Die Weißtanne (hat) viele Beziehungen zur Rotbuche und bildet mit *Fagus* so häufig Mischbestände, daß sie von den meisten Autoren als Charakterbaum des *Fagion*-Verbandes oder der Ordnung *Fagetalia* angesehen wird. Überhaupt verhält sie sich von allen Koniferen Mitteleuropas am ‚laubholzähnlichsten‘, obwohl sie, im Gegensatz zur Lärche, ihre dunklen Nadeln im Winter nicht verliert und im Wuchs eher der Fichte ähnelt“.

In den Dinariden ist Buche vom Tiefland bis zur Baumgrenze dominierendes Strukturelement zonaler Waldgesellschaften (MARINČEK 1986, Abb. 2.7). Nur die untere Grenze steigt von N nach S an: 300 m im slowenisch-kroatischen Karstgebiet, 900 m in Montenegro. Die Tanne ist auf montane

Nach palynologischen Untersuchungen in Gebirgsmooren in Serbien (ČERNJAVSKI) ist *Abies* Mill. in der präborealen (Kiefern) und in der borealen Phase nur spärlich beigemischt, in der atlantischen Phase massenhaft. In der subborealen Phase vermindert sich der Anteil und ist erst in der subatlantischen Phase wieder in großem Prozentsatz anzutreffen (FUKAREK 1964). GIGOV (1956) fand in Pollenprofilen aus den Hochmooren Vlasina und Mitrovac, daß *Abies* in Serbien schon in den ersten nacheiszeitlich warmen Klimaphase spärlich aufzufinden ist, sie später verschwindet und in den jüngsten Klimaphasen (Atlantikum) wieder zu größerer Ausbreitung gelangt. Tannepollen sind im westlichen illyrischen Teil der Balkanhalbinsel in jeder nacheiszeitlichen Klimaphase viel reichlicher aufzufinden als im mittleren und östlichen, balkanischen Teil. FUKAREK (1964) sieht darin einen Hinweis auf kontinentalere Bedingungen im frühen Holozän des Ostens der Balkanhalbinsel. BEUG (1961) hat in den ältesten Schichten des bis 9000 BP reichenden Pollenprofils der südadratischen Insel Mljet *Abies* mit 0,3 % Pollenanteil gefunden. Da dieser nur durch Ferntransport zur Insel gelangen konnte, kommen als Ursprungsorte die nächstgelegenen Gebirgskzüge Orjen (80 km) und Biokovo, in denen rezent Tanne vorkommt, in Betracht (BEUG).

Lagen beschränkt und bildet mit der konkurrenzstarken Laubbaumart den vorratsreichen dinarischen Tannen-Buchenwald. In diesem sind beide Arten etwa paritätisch vertreten. Andere Laub- und Nadelbaumarten sind untergemischt doch tritt hochmontan/ subalpin nur Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Griechischer Ahorn (*Acer heldreichii*) und Fichte (*Picea abies*, lokal *Picea omorika*) stärker hervor (vgl. Abb. 2.7).

Die überwiegende Einbindung in mittleren Lagen montaner Wälder ozeanischer und gemäßigt kontinentaler Klimaverhältnisse, bekräftigt das *Abies alba* vor allem luftfeuchte Gebirgslagen mit abgeschwächten Extremen

besiedelt. Sie wächst überdies im Regen-schatten von Gebirgen sowie in inneralpinen Tälern.

Im südmitteleuropäischen Verbreitungsschwerpunkt stimmt das alpinisch-herzynisch-karpatische Hauptareal mit dem der Fichte weitgehend überein, auf dem Balkan, im Apennin und den Pyrenäen greift sie in (sub-) meridional-montane Habitats aus (EWALD: 40). In submontanen Bereichen des Apennin kann die Weißtanne daher auf gut wasserversorgten Böden als Element des Eichen-Kastanienwaldes vorkommen (BUCHER), auf Korsika mischt sie sich an der unteren Verbreitungsgrenze mit Hartlaubelementen (*Quercus ilex*, *Fraxinus ornus*, *Erica arborea*, *Pinus pinaster*) (MAYER 1986) und in Dalmatien tritt sie im Hopfenbuchenwald auf (dieses Arbeit, KUŠAN).

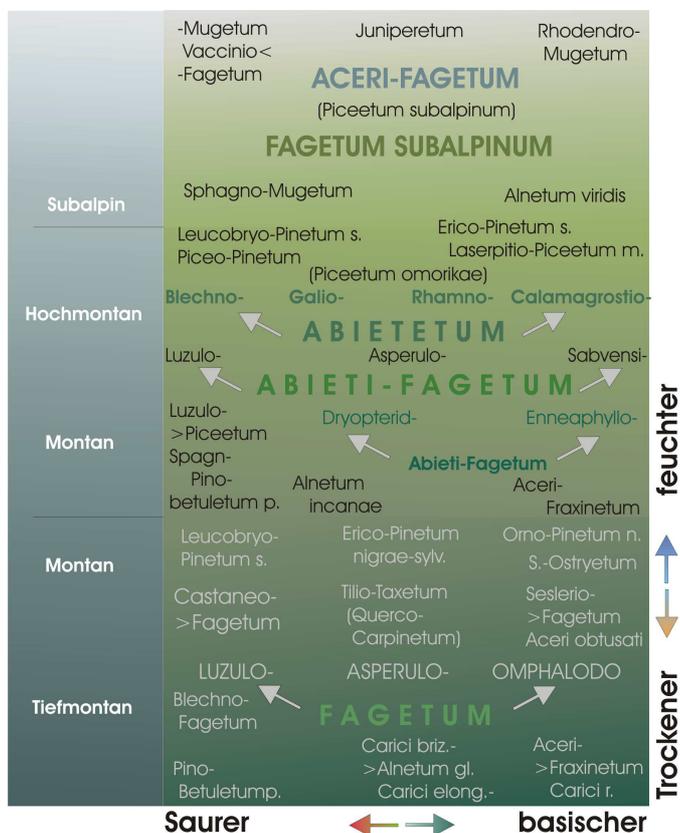


Abb. 2.7 Waldgesellschaftskomplexe im Fagion illyricum. Montan ist Tanne im *Abietetum*, sowie *Abieti-Fagetum* charakteristische Schlußbaumart. *Fagetalia*-Charakterarten dominieren selbst im *Abietetum* (aus: MAYER 1984b: 395).

Die dargestellten absoluten Grenzstandorte mit hochmediterranem Charakter belegen eine überdurchschnittliche standörtliche (genetische) Amplitude oromediterraner Weißtannen. Sie hat in südlichen Arealteilen auch mehr einen Halbschattbaum-Charakter und ist trockenresistenter (MAYER 1986).

Mediterrane *Abies* Arten gedeihen unter humiden bis semiariden Bedingungen. Trockenresistente Ökotypen sind hier offensichtlich. Große Klimaunterschiede zwischen Sonn- und Schattseiten führen bei ‚mediterranen‘ Weißtannen zu ähnlichen Ökotypen (MAYER 1984b: 595).

Im Zentrum und im Norden ihres Areals zählt *Abies alba* zu den Schattholzarten. Sie erträgt Seitendruck und Überschirmung für viele Jahrzehnte und leistet bei anschließender Freistellung starken Zuwachs. In der Jugend kommt sie mit 5 % der Freiland-Strahlung aus, zur intensiven Wurzelentwicklung in der Ansamlungsphase benötigt sie 2,3 bis 4% und zur Keimung nur 1% des vollen Tageslichtes (BUCHER, nach EWALD 10 bis 15 %). Demgegenüber benötigen Weißtannen aus den südlichen Arealteilen mehr Licht und Wärme. Sie können sich auf Freiflächen verjüngen und keimen auf Rohböden. Reine oder nahezu reine Tannenwälder kommen im natürlichen Habitat nur dort vor, wo die Buche wegen vernässter Böden, Trockenheit, kurzer Vegetationszeiten oder strenger Winterfröste nicht mehr konkurrenz-fähig ist und die Fichte schon in der Ansamlungsphase ausfällt.

Weißtannen verlangen eine ca. 3 monatige frostfreie Vegetationszeit und eine mindestens 3 monatige Winterruhe. Jahresniederschläge von 800 mm werden als Minimum angesehen. Geringere Werte, z.B. 520 mm an der Arealgrenze in Polen, können durch ein günstiges Bodenwasser-Angebot kompensiert werden. Das Optimum liegt bei etwa 1200 mm, dabei sollte der größere Teil als Regen während der Vegetationsperiode fallen. Sommerliche Trockenheit begrenzt das Vorkommen der Art, was u.a. für tiefere Lagen Südeuropas und für inneralpine Täler zutrifft. Generell ist ein ausreichender Wasserhaushalt für das Gedeihen der Weißtanne wichtiger als eine gute Nährstoffversorgung. Die Art ist weitgehend bodenvag. Sie gedeiht sowohl auf karbonatreichen Substraten wie auf basenarmen Silikatböden, weiterhin auch auf Rendzinen, auf podsolierten und vergleyten Böden. Sie stellt geringe Ansprüche an die Durchlüftung des Bodens und eignet sich dank des guten Aufschlussvermögens bestens für die Besiedelung dichter und schwerer tonreicher Substrate (BUCHER).

In den schweizerischen und französischen Westalpen, südöstlichen Ostalpen und dem Apennin ist ein *Abietetum* im

ökologischen (soziologischen) Optimum der Tanne, d. h. ohne Konkurrenz anderer Baumarten, durch mittlere (bis schwach-bessere) Wuchsleistungen gekennzeichnet, gebildet. Natürliche Tannen-Buchenwaldgesellschaften (*Abieti-Fagetum*) findet man im ozeanischen Klimabereich des Alpenraumes und zwar auf tiefgründigen, frischen bis feuchten, dennoch genügend durchlüfteten, lehmigen Böden mit hohen Feinerdeanteilen. Luftfeuchte Lagen und hohe Niederschläge sind wichtige Voraussetzungen für das Vorkommen dieser Waldgesellschaft. Die jeweilige geologische Unterlage beeinflusst die Baumarten-mischung: Laubbäume (Buche) werden auf Kalk, Dolomit und tonarmen Moränen gefördert, einen hohen Tannenanteil trifft man auf Silikatgestein, Flysch, tonreichen Schiefern und verdichteten skelettarmen Moränen an (MAYER 1979a, BUCHER). Drei ökologisch differierende Gruppen reiner Tannenwälder lassen sich unterscheiden (ELLENBERG: 323)

- ▼ Bestände in subkontinental getöntem Klima von der Ebene bis in montane Lagen auf +/- basenreichen Böden. Die Buche fehlt aus klimatischen Gründen.
- ▼ Bestände in der montanen bis subalpinen Stufe mit hohen Niederschlägen auf tonreichen, eher kalkarmen Böden.
- ▼ Bestände in der submontanen bis montanen Stufe auf staunassen, oft sauren Böden.

Das Konkurrenzgleichgewicht quantitativ zu Gunsten von Tanne ist auch auf stärker bodensauren, feinerdereicheren, nachhaltig frischen (bis pseudovergleyten) Standorten verschoben. Mit dem Übergang von der oberen montanen zur subalpinen Stufe scheidet die Buche im Alpenraum allmählich aus, die Tanne beginnt zu dominieren und der Anteil von Fichte, in geringem Maß auch von Lärche, Bergkiefer und Bergahorn nimmt deutlich zu. Derartige Fichten-Tannenwälder (*Abieti-Piceetum*) unterteilt man in mehrere Untergesellschaften. Sie stocken mehrheitlich auf ebenen oder mäßig geneigten, luftfeuchten Standorten mit frischen, tiefgründigen, oft lehmig-tonigen Böden. Zu buchenreichen Gesellschaften besteht jedoch immer ein engerer Kontakt als zum Fichtenwald.

Eindeutig begrenzt ist die Tanne dann im tiefsub-alpinen Fichtenwaldmilieu. In den stärker ozeanischen Dinariden ist dagegen die Buche bevorzugt und Tanne scheidet schon in der oberen montanen Stufe aus (vgl. HORVAT, GLAVAC u. ELLENBERG). Reinbestände der Weißtanne finden sich in der illyrischen und balkanischen Buchenwaldzone auf nadelholzfördernden Böden.

Solche azonalen Extremfälle (HORVAT et al.: 540) sind die Verbände *Blechno-Abietetum* auf der Sauren und *Calamagrostio-Abietetum* (Karst-Blockhalden-Tannenwälder) auf der basischen Seite im hochmontanen Abietetum Komplex (vgl. MAYER 1984b: 395). Hier ist die bodenbasierte Unterlage als tannenfördernd anzusehen, ebenso sind nachhaltig bodenfrische, bodensaure Moder-Rohumusstandorte bevorzugt. Zu Austrocknung neigende Standorte werden gemieden.

Die Vitalität der Tanne wird durch nachhaltige Bodenfrische, mäßig saure Moderstandorte, basenreiche Hangschuttböden und einen mäßigen Buchenwaldeinfluss gefördert (MAYER 1968: 177). In schattigen Lagen verläuft das Wachstum sehr langsam. Höhenzuwächse von 3 cm und ein Durchmesserzuwachs von <1 mm pro Jahr während lang andauernder Unterdrückung haben keinen nachteiligen Einfluss auf das spätere Wachstum. Unter günstigen Lichtverhältnissen zeichnet sich *A. alba* jedoch durch ein rasches, lang anhaltendes Wachstum aus und schließt das Höhenwachstum mit etwa 100 Jahren ab. Sie kann 500 bis 600 Jahre alt werden.

Bei kaum einer wirtschaftlich bedeutenden Baumart liegen Spitzenleistung und Misserfolg so nah beieinander, und ihre Empfindlichkeit gegenüber Umweltveränderungen gilt auch bezüglich der waldbaulichen Behandlung. In gleichaltrigen Wirtschaftswäldern können Tannenbestände auf guten Standorten bei einer Umtriebszeit von 120 Jahren eine Gesamtproduktion an Schaft-Derbholz von >2000 m³/ha leisten. Der jährliche Derbholzzuwachs pro Hektar erreicht Werte bis zu 26 m³. Reine Tannenbestände von bester Bonität leisten bis zum Alter von 90 bis 100 Jahren Durchschnittszuwachswerte von mehr als 18 m³ pro Jahr und Hektar.

Tannenreiche Bestände gehören zu den vorratsreichsten und produktivsten Wäldern Europas. In Urwaldbeständen mit hohem Tannenanteil werden maximale Vorratswerte von 1366 m³/ha erreicht (vgl. FUKAREK 1969, LEIBUNDGUT). Die Leistungsfähigkeit mediterraner Tannen ist dagegen vermindert. Insbesondere sind durch anthropogenen Einfluss nur Reste hochwüchsiger Wälder übrig (vgl. MAYER 1984b). Bestände größerer Wuchskraft finden sich in höheren niederschlagsreicheren Lagen im Rif Atlas. Die Weißtannen mit mediterraner Verbreitung entwickeln sich immer zu

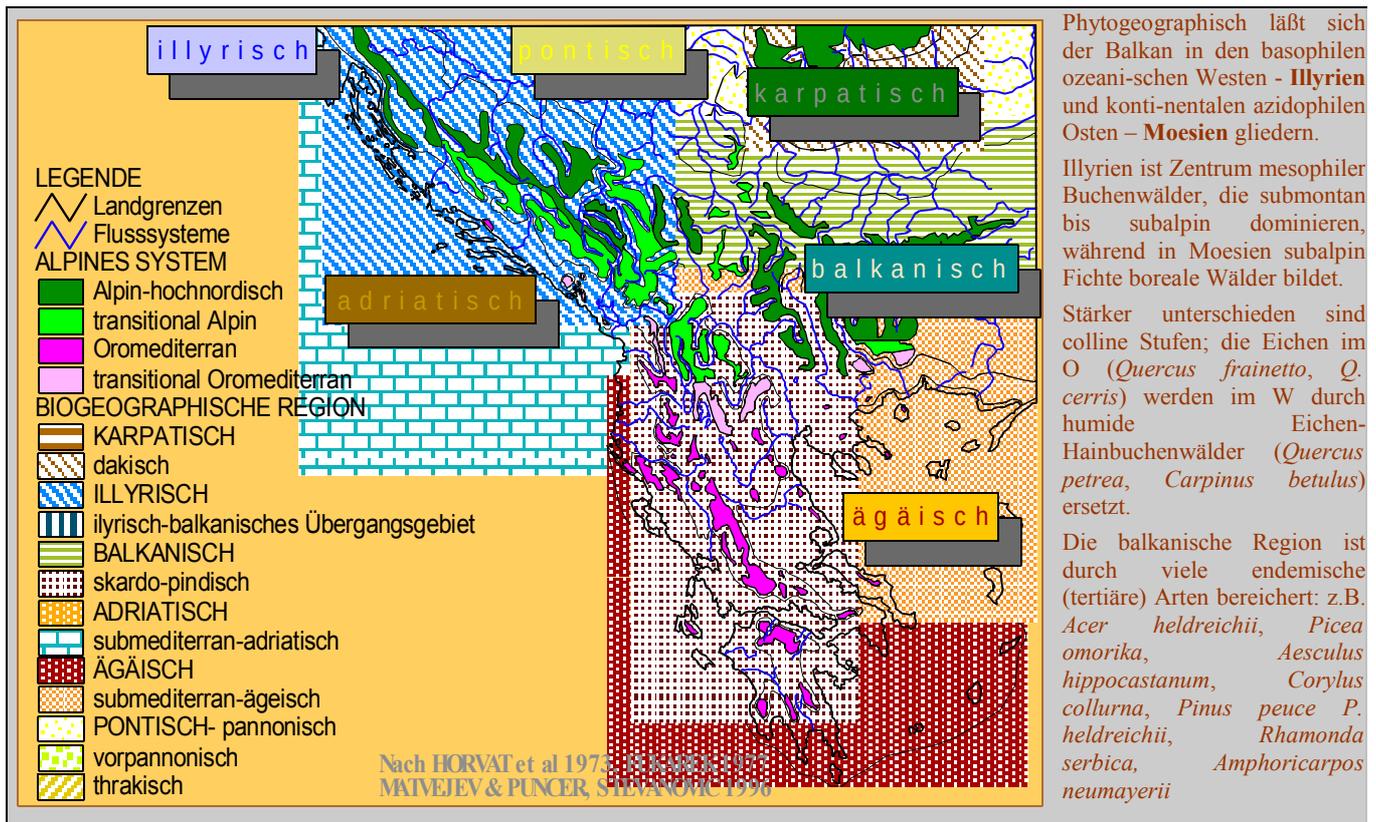
Hochwachsenden vorratsreichen Wäldern. Einzelbäume von mehr als 2 m BHD finden sich in Kalabrien und auf Korsika (MAYER 1988, 1979a). Die größten Tannen sind aus dem Nationalpark Biogradska gora in Montenegro beschrieben (60 m Höhe, 202 cm BHD und 54 m³ Stamminhalt, MAYER 1979a: 56).

Es liegt im Wechselspiel der Konkurrenzlage der Waldbäume, der Lichtart *Pinus*, Schattart *Abies*, Halbschattart *Picea* und Schattart *Fagus*, die zu unterschiedlichen Zeiten in der Waldgeschichte einzelner Regionen auftauchen, eine ungleiche ökologische Amplitude bei den Biotypen bewirken mußte und sich im Folgenden auf die Selektion niederschlug. Auf solche waldgeschichtliche und forstgenetische Aspekte bei Aufbauunterschieden von Tannenwäldern macht MAYER (1968: 167) im alpinen Raum aufmerksam. Er deutet an, wie westalpin Tanne in Wälder der Lichtbaumart *Pinus* einwanderte, die spät eintreffende Halbschattbaumart Fichte, hat sich dort nur langsam etabliert. In den Ostalpen war es jedoch Fichte, die in *Pinus* Wälder eindrang und sekundär Tanne hinzukam. Während sich im Osten lichtbedürftige Biotypen der Fichte, im Westen solche der Tanne erhalten haben, verlief die Selektion auf Schattfestigkeit umgekehrt. Die ostalpine Tanne ist dadurch eine ausgeprägte Schattbaumart (MAYER 1968: 168). Nimmt man Erfahrungen aus den Alpen und überträgt sie auf das UG, so fällt hier ein ausgeprägter Pioniercharakter der Tanne auf. Ein Indiz für mäßige Konkurrenz bei der Wiederbewaldung. Aber auch die Schatttoleranz ist durchaus ausgeprägt, was durch Jungwuchs auch in dicht geschlossenen Beständen sichtlich ist. Es zeichnet sich damit eine breite ökologische Amplitude der Tanne im Orjen ab, die auf geringe Selektionsintensität und damit auch auf geringe nacheiszeitliche Wanderwege zurückweisen würde. Die ursprüngliche Biotypenkonstitution konnte sich hier gut erhalten (vgl. MAYER 1968: 169). Solche Provenienzunterschiede sind durch genetische Frühtestung auf experimenteller Basis in vergleichenden Anbauversuchen gut belegt (vgl. WOLF, LARSEN, BERGMANN).

Die sensible Baumart erfordert aber „eine ökologisch-biologisch ausgerichtete Behandlung zur Dauerstabilisierung und Aufrechterhaltung der Vitalität“ (MAYER 1984b: 84) um in naturnahen Wirtschaftswäldern fortzukommen. Ein lokales

Aussterben ist schon allein durch die Wildfrage nicht zu verhindern. Das Tannensterben an sich kann aber durch günstige Provenienz Auswahl eingedämmt werden. Diese werden bei Neupflanzungen berücksichtigt. Insbesondere sind trocken-resistente Tannen aus Kalabrien und Korsika von verschiedener Seite empfohlen (MAYER 1984a, LARSEN, KONNERT & BERGMANN).

Insgesamt hat die Weißtanne im Vergleich zur Buche eine stärker montane Verbreitung (ELLENBERG: 312). Von allen Waldbaumarten deckt sich die Verbreitung der Tanne am deutlichsten mit dem alpinen System (OZENDA: 319), da sie sowohl kollin als auch in typisch mediterranen Gebirgen fehlt. Auf OZENDAs Karte des alpinen Systems (S. 331), liegt der Orjen an der südlichen Grenze, innerhalb des alpinen-, aber außerhalb des periadriatischen Untersystems. Da die Weißtanne hier durchaus häufig ist, wenn auch auf die Nordabdachung, beschränkt, so kann man stärker alpin geprägte Schatthänge und mediterran geprägte Sonnhänge anführen (dies machen RAC & LOVRIC an Gesellschaften deutlich). STEVANOVIĆ (1996) stellt den Orjen floristisch zwischen alpin und oromediterran Typ. Ökologisch gehört *Abies Mill.* zu den Psihrophyten. Xeromorphe Eigenschaften sind ausgeprägt, Frosttrocknis wird gut überstanden (durch kleine Oberfläche der Blattorgane, dicke Cuticula und Epidermis, Wachsschicht der Blattoberfläche und den Harzüberzug der Stomata, ist die Intensität der Transpiration niedrig. *Abies sibirica* hat sogar unter den eurosibirischen Baumarten die geringste Transpiration) (vgl. STEVANOVIĆ & JANKOVIĆ 2001: 169, 257). Durch adaptive Fähigkeit der Organe, tiefe Winter-temperaturen zu ertragen (-25°C für Knospen von *Abies alba*, STEVANOVIĆ & JANKOVIĆ 2001: 170) wird Frostschädigung vermieden. Dies sind jedoch keine primären physiologischen Adaptionen, sondern Resultat der Primitivität im Bauplan. Transparente Standorte an Karst-Blockhalden, mit diurnal extremen Temperaturunterschieden, verlangen von der Tanne ein hohes physiologisches Anpassungspotential (Xeromorphie der Karststandorte). Geschlossene Tannen-Buchenwälder sind dagegen durch ausgeglichene Temperaturen und reduzierte Evapotranspiration gekennzeichnet (STEVANOVIĆ & JANKOVIĆ: 150). Tanne auf Karst-Blockhalden sind damit zweifellos ein anderer Ökotyp, der durchaus in Nähe von Sklerophyten steht (vgl. STEVANOVIĆ & JANKOVIĆ: 247)



Phytogeographisch läßt sich der Balkan in den basophilen ozeanischen Westen - **Illyrien** und kontinentalen azidophilen Osten - **Moesien** gliedern.

Illyrien ist Zentrum mesophiler Buchenwälder, die submontan bis subalpin dominieren, während in Moesien subalpin Fichte boreale Wälder bildet.

Stärker unterschieden sind colline Stufen; die Eichen im O (*Quercus frainetto*, *Q. cerris*) werden im W durch humide Eichen-Hainbuchenwälder (*Quercus petraea*, *Carpinus betulus*) ersetzt.

Die balkanische Region ist durch viele endemische (tertiäre) Arten bereichert: z.B. *Acer heldreichii*, *Picea omorika*, *Aesculus hippocastanum*, *Corylus collurna*, *Pinus peuce*, *P. heldreichii*, *Rhamonda serbica*, *Amphoricarpos neumayerii*

Abb. 2.8 Pflanzengeographische Gliederung der Balkanhalbinsel

Die Vegetation großer Ökosysteme (phytogeographische Territorien oder Vegetationsgürtel) ist ökologisch, chorologisch, floristisch-entwicklungsgeschichtlich sehr einheitlich. Durch Relief und den Beziehungen, die sich aus der Lage, insbesondere zu den Meeren ergeben, erfolgt innerhalb dieser Horione eine aus den klimatischen Faktoren und den Aspekten des Naturraumes differenzierte Teilung. Die Balkanhalbinsel Teil des holarktischen Florenreiches. Sie ist weiter in eine mediterrane-, sowie zirkumboreale Region zu ordnen (HORVAT, GLAVAC u. ELLENBERG: 63 ff., TAKHTAJAN 1986: 13, 119ff.). BECK-MANNAGETTA (1901) und ADAMOVIĆ (1907) teilten die westliche sowie östliche zentrale Balkanhalbinsel in zwei Phytohorione, illyrisch und moesisch (nach den röm. Provinzen Illyria und Moesia). Thrakien ist pontische Unterregion. Als Subhorione der mitteleuropäischen Florenregion (HORVAT et al.: 65), ist Illyrien mit basophilen, Moesien mit azidophilen Typen verbunden (FUKAREK 1977). Die reich-gegliederte Küste Dalmatiens gehört zur adriatischen Provinz der mediterranen Florenregion. Die epirische und ägäische Küste mit den griechischen Inselgruppen sind Teil der ostmediterranen

Provinz (vgl. HORVAT et al.: 9 ff., 63 ff., TAKHTAJAN 1986: 21, 130 ff.). Damit sind floristische Prinzipien vorgegeben. Unterschiede resultieren aus der Mischung der Horoelemente einzelner Gebiete, die wiederum von naturräumlichen Gegebenheiten und der Vegetationsgeschichte abhängen.

Die Genese der balkanischen Flora vollzog sich während tertiärer, glazialer und postglazialer Phasen (TRINAJSTIĆ 1991). Rezent sind keine alten mesozoischen Vertreter vorhanden (wie z.B. in den Floren Ostasiens oder Argentinens). Der Basisbestand insbesondere der Waldflora ist dennoch seit der Kreide bekannt (z.B. *Quercus*, *Fagus*, *Castanea*, *Alnus*, *Salix*). Die thermophilere tertiäre Flora war an tropischen Elementen reicher als heute, wo nur eine kleine Zahl reliktscher Arten (*Adiantum capillusveneris*), Gattungen (*Dioscorea*) und Familien (*Gesneraceae*) überlebt hat (TRINAJSTIĆ 1991). Außertropische tertiäre Formen sind dagegen reichlich vertreten (z.B. *Platanus*, *Aesculus*, *Scopolia*, *Sibiraea*, *Thelygonum*, *Picea omorika*, *Pinus peuce*, *Forsythia europaea*, *Syringa vulgaris*). Durch die isolierte Stellung, die nächsten Verwandten sind zumeist in Ostasien

oder dem vorderen Orient zu finden und die heterogene phytogeographische Genese, sind alle paläoendemischen Tertiärrelikte ökologisch und horologisch sehr differenzierte Vertreter unterschiedlicher Vegetations-geographischer Einheiten. Seit dem Tertiär erfolgte die Evolution der mediterranen Gebirgsflora, dies unabhängig arktalpiner Einflüsse (TRINAJSTIĆ 1985, Zit. MATVEJEV & PUNCER: 57). Die Grenze zwischen den florenhistorisch determinierten alpinen- und oromediterranen Systemen suchte STEVANOVIĆ (1996) anhand 1350 Gefäßpflanzen balkanischer Gebirge nördlich des Parnass. Endemiten wurden ihrer phylogenetischen Abstammung den Horionen zugeteilt. Als Kriterium der Grenzziehung nahm man den mittleren Quotienten zwischen allen alpin-nordischen und oromediterranen Arten. Die Resultate sind in Abb. 2.8 miteingetragen (STEVANOVIĆ 1996: 92). Für die Gebirgsflora im Orjen ergibt sich eine relativ gleichwertige Teilung der Herkunft der Orophyten oromediterranen und arkt-alpinen Ursprungs (STEVANOVIĆ 1996). Die Migration der Pflanzen verlief eben nicht unidirektional, aber auch Neospeziation spielt eine Rolle. Die südliche Grenze der arktalpiner Gemeinschaften ist zugleich auch die nördliche Grenze der Hochgebirgspflanzen südlicher Herkunft. Diese Grenze stimmt außerdem mit den Gebieten der stärksten pleistozänen Vereisung der Gebirge überein, deren signifikanteste Ausnahme sind der Orjen, der stark vereist war, aber wenig Alpenarten aufweist, wie auch der entfernt gelegene Olymp. Im Velebit (Nord-West Kroatien), der obwohl fast unvereist, ganz arktalpin geprägt ist, spielt die abkühlende Wirkung der Bora eine zentrale Rolle (PANTIĆ et al.: 90). Abb. 2.8 läßt erkennen das die höchsten Horione folgenden Zono- und Orobiomen zuzurechnen sind (STEVANOVIĆ 1995):

1. der mediterranen Region mit zwei Provinzen
 - a. Adriatisch- Ionischen
 - b. Ägäischen
2. Mitteleuropäische Region mit zwei Provinzen
 - a. Illyrischen
 - b. Balkanischen
3. Pontische Region
4. zirkumboreale Region (Supalpine Stufe kontinentaler Gebirge)
5. alpin-nordische Region (Gebirgstundra)

Geoelemente anderer Regionen wie der irano-turanischen, arktischen, atlantischen, orientalischen sind vereinzelt vorhanden, bilden aber nur kleine disjunkte und sporadische Populationen auf entsprechenden Standorten. Der geringen Durchschnittshöhe wegen sind die mittelhohen dinarisch-hellenidischen, sowie bulgarischen Hochgebirge heute unvergletschert. Damit fehlen großteils arktische Horoelemente. Nur wenige Firnfelder sind ganzjährig im Durmitor insbesondere aber in den Prokletije vorhanden. Hier finden sich damit auch subnivale Zonen. Orobiome der Gebirge lassen eine Anordnung der Horione als Stufen erkennen. Als Beispiel sei hier die Höhenzonierung im Orjen (Abb. 3.35) unter 3.6 erwähnt. Hier sind 4 Horione ausgebildet wobei die nur zirkumboreale rudimentär vorkommt (die mitteleuropäische reicht hier max. 1700 m hoch). Die Vegetation im Orjen gehört zum Südostdinarischen Typ und ist durch ausgeprägte mediterrane Prägung herausstechend.

Nach TURRILL (1929) finden sich auf der Balkanhalbinsel 6.340 Arten. Mit den in der Flora Europaea aufgeführten 10.500 Arten verglichen, (POLUNIN: 23), kommt der Balkanhalbinsel auch die Schlüsselrolle der europäischen Vegetationsgeschichte zu (LANG). Die Mannigfaltigkeit stellt sich zweifach heraus (POLUNIN: 22):

„the plant-life of the Balkans is richer than any comparable area in Europe (...) the plant communities of the Balkan region show as great a variety and complexity as any in Europe“.

Folgende Konditionen dafür führt POLUNIN (22) an:

- ▼ einer Flora, die viele tertiäre Arten enthält, welche hier die Eiszeiten überleben konnten –paläoendemische Relikte
- ▼ Isolation der Landmassen, Inseln und Gebirgsgruppen. Änderungen des Meeresspiegels. Fragmentierung, Isolation und Migration von Arten, Bildung neuer Habitate – autonome Evolutionszentren
- ▼ der Nähe zu anderen Florenzentren
- ▼ Einflussnahme des Menschen durch Zerstörung und Wechsel der natürlichen Landbedeckung, Schaffung neuer Habitate und Introduzierung neuer Arten.

HORVAT, GLAVAC u. ELLENBERG (S. 75) weisen Griechenland als endemitenreichsten Teilraum mit 1100 Arten aus. Nach GASTON & DAVID (zit. in RICHTER 2001) ist der albanisch-mazedonische Raum „hot spot“ der Biodiversität. Der Endemismus beruht vor allem auf der hohen Spezifikation der illyrisch-balkanischen Florenprovinz (RICHTER 2001: 87). Die vergleichsweise höhere Artenvielfalt zu Alpen und Pyrenäen, durch größere

petrographische Heterogenität als Pyrenäen und gegen die Alpen die Einbettung zwischen Florenprovinzen macht die komplexen Dinariden zu dem auffälligen Endemitenzentrum mit hohem Artenpotential. Die nach MATVEJEV, HORVAT et al.: 63 ff., FUKAREK (1977), MATVEJEV & PUNCER und STEVANOVIĆ (1996: 94) entworfene biogeographische Karte (Abb. 2.8) offenbart den Bezug von Relief und Klimafaktoren auf die Vegetation und zeigt auch die innige Verflechtung von Florenhorizonten, die im Übergangsgebiet der illyrischen und balkanischen Florenregion am ausgeprägtesten ist. Dieses ist um die mittlere Drina ausgebildet und fällt mit wesentlichen paläoendemischen Relikten, unter denen zweifellos *Picea omorika* (Panč.) Purkyne (Serbische Fichte) die bekannteste ist, zusammen (FUKAREK 1977:). Eine scharfe Grenze liegt an der nördlichen dalmatinischen Küste, was mit der Bura sowie sommerlichen Niederschlagsreichtum zusammenhängt.

Die illyrische Provinz besitzt vier endemische Gattungen (TAKHTAJAN 1986: 21): *Petteria*, *Halacsya*, *Haberlea*, *Jankaea*. Endemiten sind (TAKHTAJAN 1986: 21ff., STEVANOVIĆ 1996: 86ff.): *Picea omorika* (Serbien, Bosnien), *Pinus peuce* (Gebirge zwischen 41°-43° N) *Primula deorum* (Bulgarien), *Saxifraga ferdinandi-coburgii*, *Petteria ramentacea* (Dalmatien, Herzegowina, Montenegro, Nord Albanien), *Oxytropis prenja*, *Acer heldreichii*, *Forsythia europaea* (Nord Albanien, Kosovo), *Moltkia petrea*, *Wulfenia baldaccii* (Montenegro, Nord Albanien), *Haberlea rhodopensis* (Bulgarien, Nordost Griechenland), *Ramonda serbica*, *Jankae heldreichii* (Olymp), *Amphoricarpos neumayeri* (Orjen), *Cicerbita pancicii*, *Lilium jankae*, *Dioscorea balcanica* (Montenegro, Nord Albanien). Reliktarten der illyrisch-balkanischen Provinz sind: *Ostrya carpinifolia*, *Juglans regia*, *Syringa vulgaris*, *Corylus colurna*, *Aesculus hippocastanum* etc. (TAKHTAJAN 1986: 22). Reliktische Pflanzengesellschaften finden sich zumeist in Schluchten, die der Flora als Refugium dienen. Eiserne Tor (Donau), Neretva, Drina, Tara, Cijevna, Morača, Vikos Aaos, Radika etc. sind die bekanntesten.

Klimatisch gliedern sich die Gebirge des Balkans in humid-temperate, submediterrane und mediterrane sowie subhumid-kontinentale Typen (vgl. GREBENŠČIKOV 1978, BERTOVIĆ & LOVRIĆ 1992, ANTONIĆ & LOVRIĆ), was den Gebirgsklimatypen X1, X2 und X3 entspricht (HORVAT, GLAVAC und ELLENBERG: 20, WALTER & BRECKLE: 95).

Edaphische Abweichung der generellen Typen ergeben sich in Karstgebieten in ansonsten humiden Klimaten. Zudem reihen sich Karstgebirge von den Julischen Alpen zum Pelopones. Somit sind klimatische und edaphische Faktoren stärker kombiniert in Alpen, Pyrenäen oder Karpaten.

Ein klimatischer Makrogradient ist primär für zönotische Unterschiede verantwortlich (ANTONIĆ & LOVRIĆ). Karstgebirge des NW sind generell humid, im SO semihumid bis semiarid. Die Stufenbreite xerophytischer Nadelgehölze nimmt nach Süden immer mehr zu. Selbst im relativ gleichförmigen Dalmatien lässt sich der phytozönotische Wechsel gut belegen (ANTONIĆ & LOVRIĆ: 76). Wald-, Strauch und Rasengesellschaften unterscheiden sich deutlich. Schwächer ist der gesellschaftliche Wechsel allerdings bei Schutt und Felsgesellschaften, hier ist die Grenze zwischen Alpinem und Oromediterranem System nach Süden verschoben (vgl. Abb. 2.8).

Alle Gebirge der Balkahlninsel haben aufgrund des ozeanischen Winterklimas, häufigen Winterstürmen, starker Bewölkung mit orographischem Nebel und damit einhergehender rascher höhenwärtiger Auskühlung. eine niedrig liegende Waldgrenze, (Julische Alpen: 1550-1800 m, Orjen 1750 m, Durmitor: 2000m, (LOVRENČAK, OZENDA 1988: 271, HORVAT 1962: 37; ADAMOVIĆ 1928; HORVAT et al. 548). Alpine und oromediterrane Stufen, zum Teil anthropogen deutlich geweitet, sind überall entwickelt (vgl. HORVAT et al.: 571).

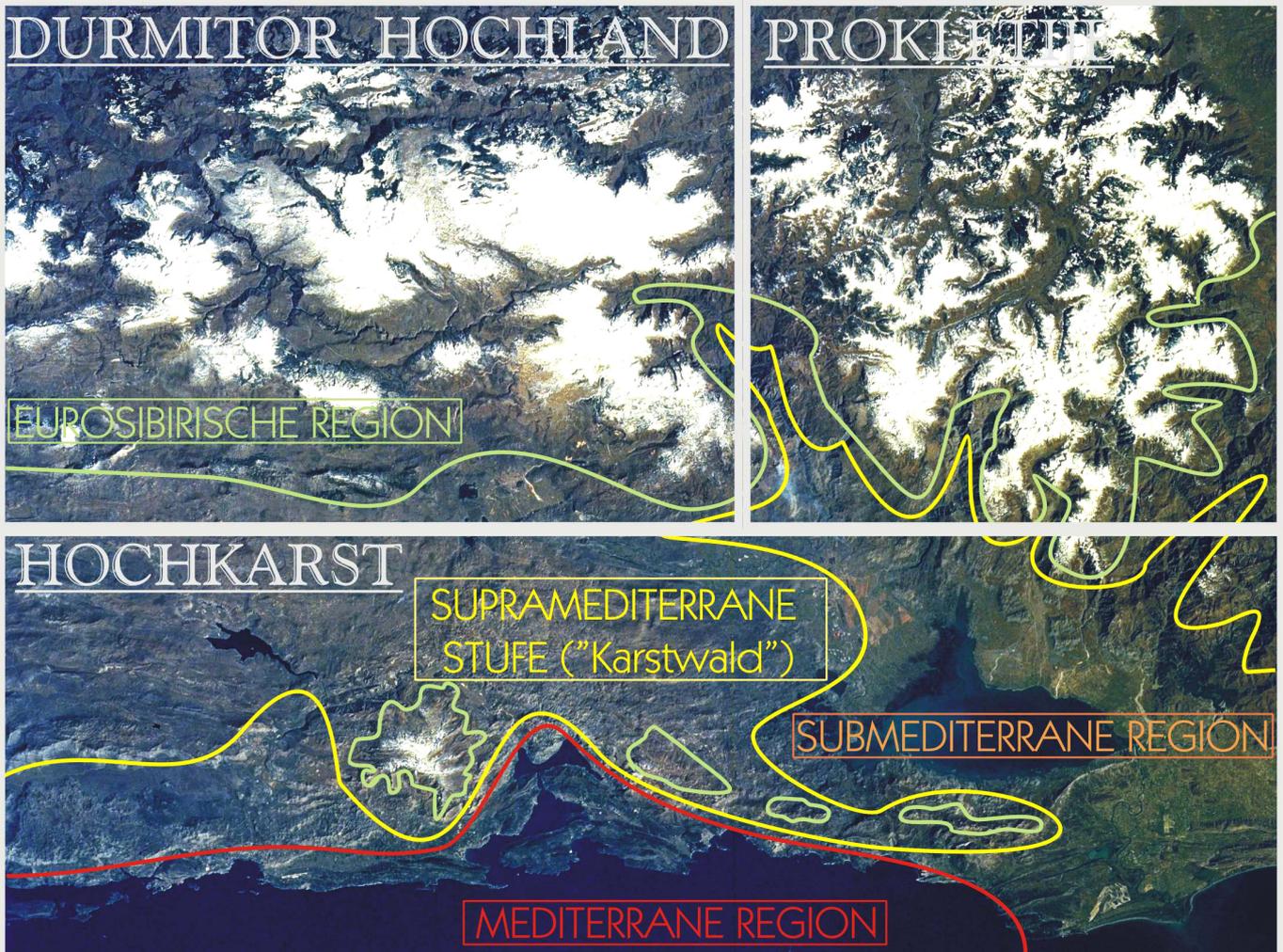


Abb. 2.9 Florenprovinzen der Südost-dinariden (Space Shuttle, NM 23-707-423, 03/12/97) Die Aufnahme ist nicht georeferenziert. Die Nordrichtung verläuft in etwa diagonal von der rechten unteren, zur linken oberen Ecke

Zwischen meernäherer und meerfernerer Abdachung der dinarischen Küstenketten separieren sich (sub)mediterrane Region (adriatische Provinz) sowie illyrische Subregion der Mitteleuropäischen Florenregion. In Montenegro sind 3136 Arten von Gefäßpflanzen (*Pteridophyta*, *Pinophyta*, *Magnoliophyta*) verzeichnet (STEVANOVIĆ & RADOVIĆ 2001: 44). Darunter 201 Endemiten (STEVANOVIĆ & RADOVIĆ). Glazialrelikte sind im Durmitor und Prokletije, Tertiärrelikte im Orjen häufig. Die Südostdinariden besitzen eine reiche temperate, (sub)mediterrane- und oromediterrane Flora mit signifikantem Auftreten illyrischer Endemiten. Lokalendemiten finden sich in Gebirgsmassiven, die besonders im Orjen (8) und Prokletije (15) zahlenmäßig hervortreten. Absolute Diversitätszentren Prokletije (542) Šar Planina (535) und Pindus (448). 243 Arten von Orophyten treten im Orjen auf (STEVANOVIĆ 1996). Die südeuropäische Gebirgsflora ist mit der dinarischen Provinz

vertreten. Topographie und Relief kommt in der Grenzlage bei Ausbildung der Florenregionen eine tragende Rolle zu (Abb. 2.9). Die Gebirgsbarriere der litoralen Dinariden (800-1900 m) wehrt den mediterranen Klimaeinfluss an der Steilstufe zur Adria ab, nur über die Senken ist ein weiteres Ausgreifen möglich. Das subtropische Biom und mit ihr die adriatische Florenprovinz nimmt daher nur den schmalen Raum der dalmatinischen Küste ein. Die in die Hochkarstzone hineinreichende Bucht von Kotor führt mediterrane Florenelemente noch zum schneebedeckten Orjen (Mitte März, Abb. 2.9). Feuchtadiabatisch ist die Luvseite bis in oromediterrane Lagen temperaturbegünstigt. Thermophile Arten wie die paläoendemische halbbimmergrüne Makedonische Eiche - *Quercus trojana*, Hopfenbuche – *Ostrya carpinifolia*, Orientalische Hainbuche – *Carpinus orientalis* und Mannaesche – *Fraxinus ornus* finden sich in der submediterrane Zone.

Die illyrische Florenprovinz als Subregion der eurosibirischen Region wird von typisch nemoralen sowie borealen Baumvertretern (Buche, Fichte, Tanne) geprägt. Mitteleuropäische Horoelemente sind in der Waldvegetation weithin bestimmend. Sie reichen in Gebirgen um die Bucht von Kotor unmittelbar an die Küste. Der schmale mediterrane Küstensaum im Inneren der Bucht ist wenige hundert Meter breit; die Hartlaubzone reicht bis 600 m, submediterrane Formationen bis 1000, oberhalb 1000 m dominieren Buchen und ab 1500 m finden sich Panzerkiefern ein.

Nach BLEČIĆ & LAKUŠIĆ sind in Montenegro 454 Vegetationseinheiten (37 Klassen, 53 Ordnungen, 97 Verbände und 267 Assoziationen) verzeichnet. Der Ausschnitt aus der „Karte der potentiellen Vegetation Jugoslawiens“ (eds. FUKAREK, JOVANOVIĆ, 1983) in Abb. 2.10 verzeichnet 20 grundsätzliche Vegetationstypen - 18 Waldtypen und 2 Rasengesellschaften. Große Teile

können aber nur noch als degradiert betrachtet werden und sind Ersatzgesellschaften aus Derivaten der potentiellen Vegetation und anthropogen begünstigter Formen (STEVANOVIĆ & RADOVIĆ).

Herausstechendstes Merkmal ist unmittelbare räumliche Nähe alpiner Hochgebirge und mediterraner Tieflagen. Durch die meridional angelegten Schluchten ist bis zu Tallagen in die Hauptketten der hohen Dinariden ein submediterraner Florencharakter möglich. Canyons waren darüber hinaus eiszeitliche Refugialräume und sind biogeographisch florenhistorisch aufschlussreich (STEVANOVIĆ & RADOVIĆ: 46).

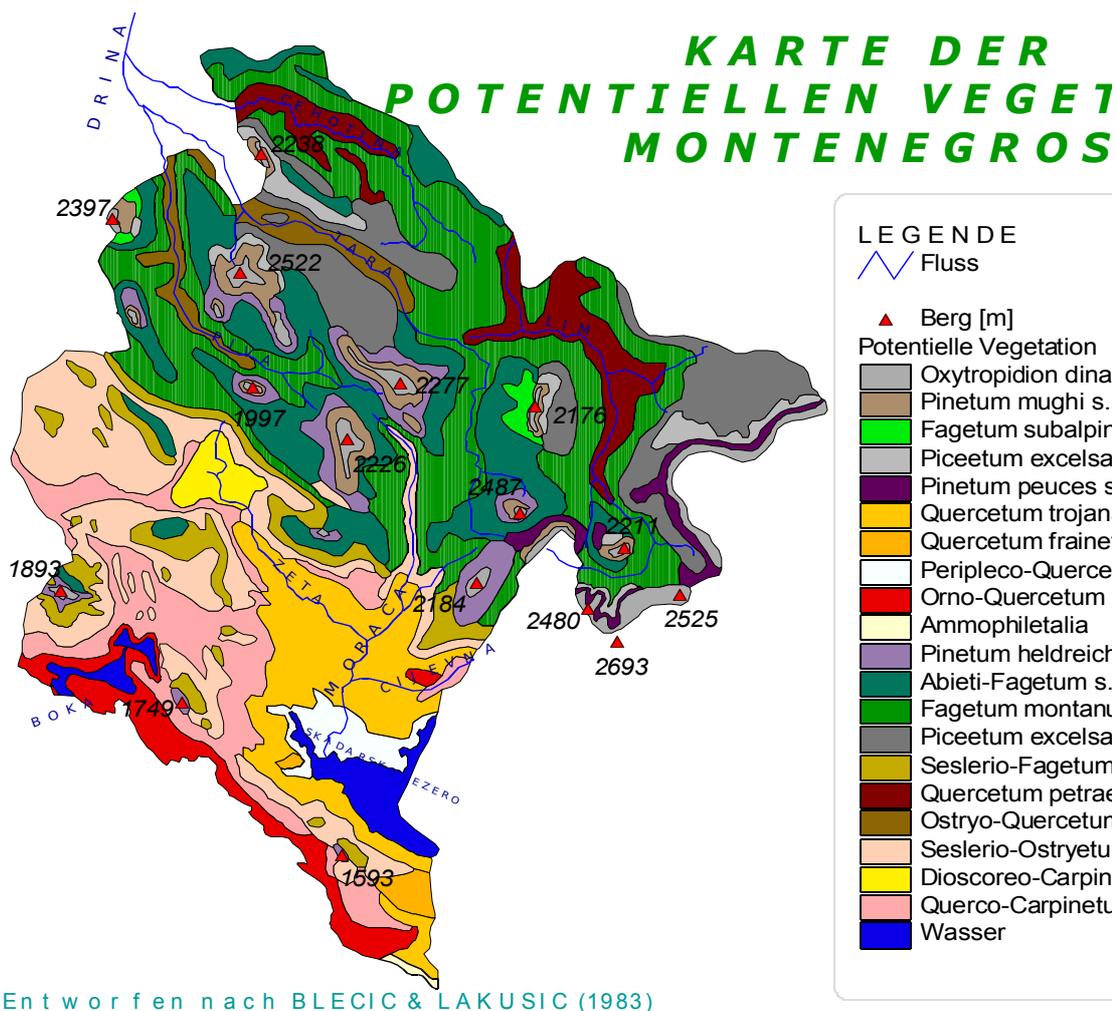


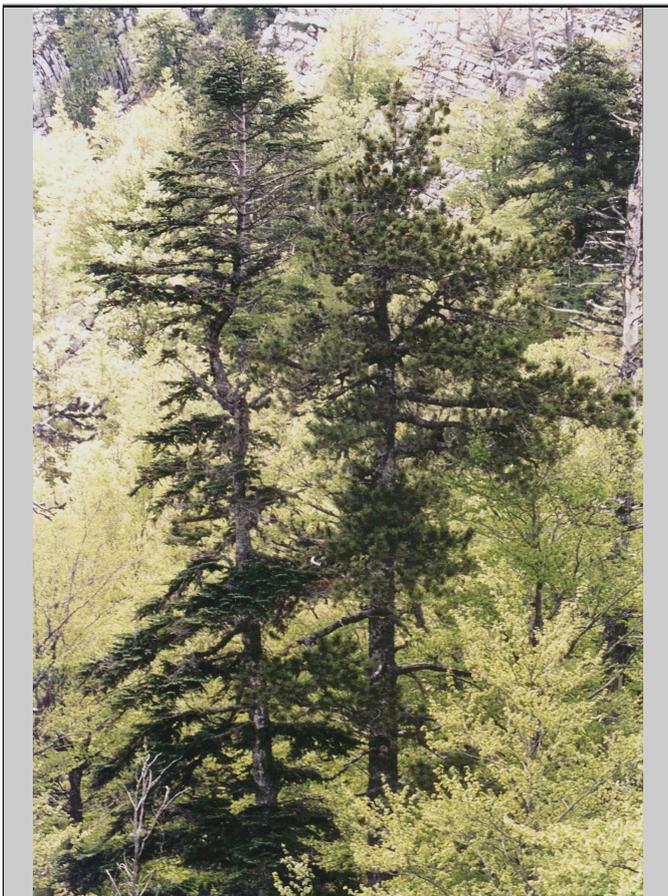
Abb. 2.10 Potentielle Vegetation in Montenegro. Flächenhaft dominieren Karstökosysteme (aus: LAKUŠIĆ 1989:32).

2.5 Syntaxonomische Übersicht tannenreicher dinarischer Wälder

Im dinarischen Tannen-Buchenwald tritt Tanne allgemein stark hervor. Charakteristik und Besonderheit beschreibt WILLNER (S. 402):

„Die Tannen-Buchenwälder des Dinarischen Gebirges gehören zweifellos zu den beeindruckendsten ihrer Art und gelten gleichsam als deren „Urbild“, da sie im floristischen Mannigfaltigkeitszentrum der illyrisch-mitteuropäischen Buchenwälder liegen und seinen eiszeitlichen Refugien am nächsten.“

Floristisch, ökologisch und pflanzengeographisch läßt sich der dinarische Tannen-Buchenwald (*Abieti-Fagetum dinaricum*) hervorragend abgrenzen. Es sind bisher über 20 Subassoziationen, deren Mehrzahl floristisch und ökologisch sehr gut charakterisiert sind, ausgegliedert (MARINČEK & ZUPANČIĆ). Es ist aber nicht möglich die Assoziationen nach streng floristischem und binomischen Prinzip zu klassifizieren, da syngenetisch, synökologisch und synchorologisch kennzeichnende Kennarten nicht ausreichen.



Die syntaxonomische Beschreibung der Buchenwälder folgt hier der Revision WILLNERs. Buchenwälder zerfallen generell in drei Grundtypen: thermophil, mesophil, azidophil. Bei WILLNER nicht enthaltene Gesellschaften, insbesondere der westlichen Balkanhalbinsel, sind nach BERTOVIĆ & LOVRIĆ 1990 ergänzt.

Die klassischen illyrischen Tannen-Buchenwälder *Abieti-Fagetum* s.l. schließen die Assoziation *Omphalodo-Fagetum* (MARINČEK et al. 1993, Syn. *Calamintho grandiflorae-Fagetum abietetosum* MARINČEK & ZUPANČIĆ) im Verband *Aremonio-Fagetum* ein. Außer auf neutralen Böden stockenden Buchen-Tannen Wäldern, und sauren Tannenwäldern (*Blechno-Abietetum* Hr 1950), finden sich tannenreiche Gesellschaften noch in sauren Fichtenwäldern der Klasse *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939.

Karst-Blockhalden-Tannenwälder gehören zum Verband *Oreoherzogio-Abietetum* Fuk. (BERTOVIĆ & LOVRIĆ 1990). Die Assoziation *Calamagrostio – Abietion* Ht. 1956 stellte HORVAT (1962: 109) zu den Fichtenwäldern. Dies akzeptieren auch LAKUSIĆ et al (1977: 80) und JOVANOVIĆ et al. (S. 14). FUKAREK (1957) stellte die Vikariante *Rhamno – Abietetum* Fuk 1957 zu Fagetalia. BORHIDI (1965: 89) stellt *Calamagrostio – Abietion* Ht. 1956 und *Rhamno-Abietetum* zum FAGION.

Als Dauergesellschaft herzegowinisch-montenegrinischer Karstgebiete ist der lichte, auf der kahlen Unterlage mesozoischer Kalksteine gedeihende Karst-Blockhalden-Tannenwald mit dem Krainischen Faulbaum vom Velež, Prenj, Treskavica, Cincar, Malovan, Njegoš, Vojnik und Orjen bekannt (Abb. 2.13, 2.15, BORHIDI 1965: 91). In Spalten zwischen Steinblöcken bildet sich aus organischem Detritus Kalkmelanosol. Das *Oreoherzogio-Abietum* Fuk. zeichnen meridionale Charakterarten aus. Zwei Subassoziationen, eine mit Fichte, eine zweite mit *Corylus colurna* sind beschrieben (FUKAREK 1957, BORHIDI 1965). BERTOVIĆ & LOVRIĆ (1990: 198) geben in der Karte der potentiellen Vegetation Jugoslawiens den Tannen- und Kiefernwälder der oromediterranen Stufe mit den Verbänden *Oreoherzogio-Abietum* Fuk., integriert alle Karst-Blockhalden-Tannenwälder, *Seslerio-Abietetum* Fuk. (Abb. 2.11 & 2.12) und *Pinion heldreichii* Lak. eine eigene kartographische Signatur.

LOVRIĆ & RAC haben in einer Übersicht drei Ökotypen und 12 unterschiedene Tannen-Assoziationen aufgestellt. Klimazonale Vegetation humider oromediterraner Standorte, ist das *Seslerio autumnalis-Abietetum illyrica* (Horv.) Fuk., trockener das *Oreoherzogio-Abietum illyrica* Fuk. (BERTOVIĆ & LOVRIĆ 1990: 204). Im süddinarischen Raum durch *Pinion heldreichii* ersetzt, im Orjen treten beide Typen auf. Im NW ist der Verband

typisch auf Süd- im SO auf Nordseiten entwickelt (FUKAREK 1970a, HORVAT 1962).

(1) MESOTHERME, BASOPHILE BUCHEN-TANNENWÄLDER

- ▼ *Seslerio - Abietetum* Fuk.
- ▼ *Calamagrostio - Abietum* Horv.
- ▼ *Oreoherzogio - Abietum* Fuk.
- ▼ *Carpino - Abietetum* Fuk. et Fab.
- ▼ *Abieti - Pinetum nigrae* Fuk.
- ▼ *Piceo - Abietetum illyricae* Fuk.

mit *A. alba ssp. illyrica* umfassen im dinarischen Karst montan Herbstblaugras Tannen-Buchenwälder *Seslerio-Abietetum* Fuk., Karst-Blockhalden-Tannewälder *Calamagrostio-Abietum* Horv.: *Oreoherzogio-Abietetum* (Fuk.) (*Calamagrostio-Abietetum* Horv. n.comb., *Rhamno-Abietetum* Fuk.) und *Abieti-Pinetum nigrae* (Fuk.) n.comb. die in küstenländischen Gebirgen der Dinariden, sprich Velebit, Biokovo und Orjen auftreten.

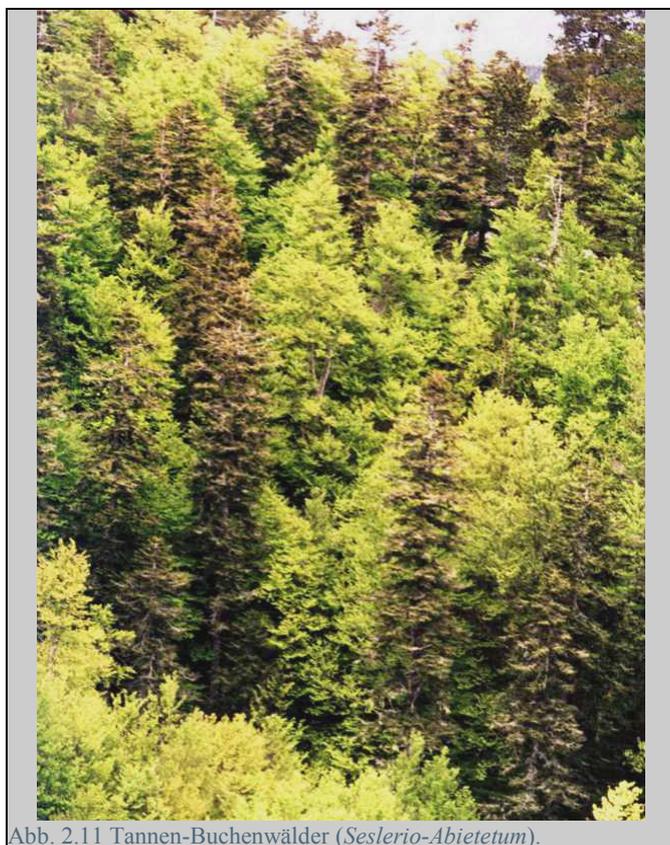


Abb. 2.11 Tannen-Buchenwälder (*Seslerio-Abietetum*).

In kontinentalen Bergländern *Carpino-Abietetum* Fuk. et Fab. ausgebildet. Subalpine Lagen windiger Gebirge besiedelt *Piceo-Abietetum illyricae* Fuk.. (Velebit). Das thermophile *Seslerio - Abietetum* Fuk. entwickelt sich an Lee- und Schattlagen im Orjen auf feinerdereichen Kalkokambisolen zumeist saurer Böden Typ (3). Auf Moränen mit basischen Rendzinen (Gvozd im Orjen).

(2) XERISCHE KÜSTENTANNENWÄLDER

- ▼ *Abieti - Quercion* Barb. et Qu.

▼ *Ostryo - Abietum* (Fuk.) TRINAJSTIĆ

Im Biokovo tritt Tanne tiefmontan im Eichenwald *Abieti-Quercion* Barb. et Qu. Es soll sich dabei um die bei RAC & LOVRIĆ postulierte *A. pardei* = *A. biokovoensis* handeln (vgl. BERTOVIĆ & LOVRIĆ 1990: 204).

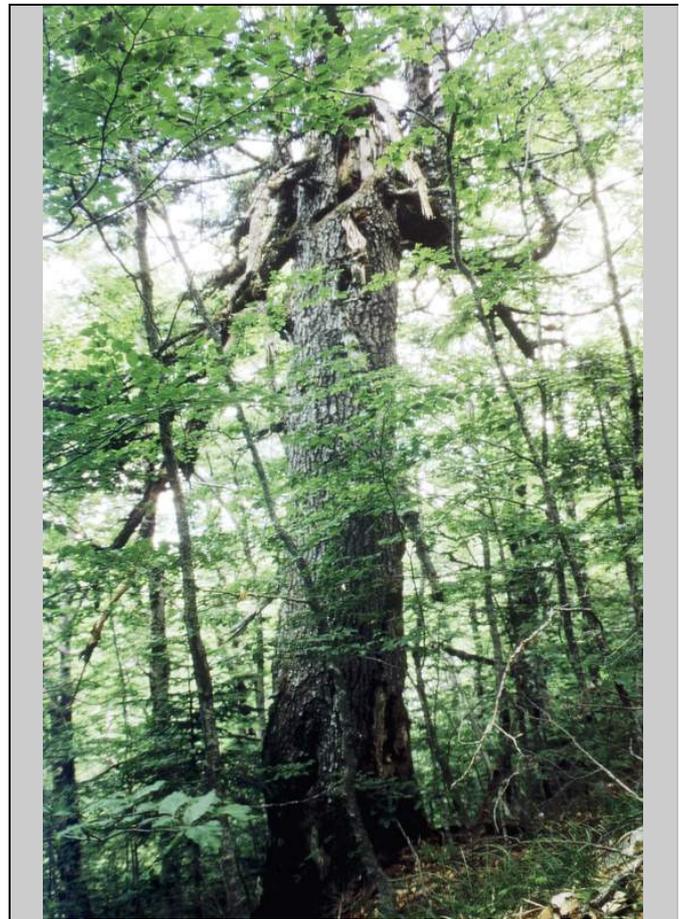


Abb.2.13 Karst-Blockhalden-Tannenwald *Oreoherzogio- Abietetum*

Submediterran in Hochwäldern der Hopfenbuche ist Tanne im Biokovo und Orjen beigemischt ohne jedoch große Stetigkeit zu erlangen *Ostryo-Abietetum pardei* (Kuš.) Lov (KUŠAN). Hopfenbuchenwälder mit Tanne sind im Orjen nur im äußersten Nordwesten des Pazua Kammes in Nähe des Dragalj Poljes und der Bai von Risan auf lokaler Endmoräne und Schichttreppen glazialer Rundhöckern anzutreffen. Tiefste Fundstellen in 1180 m ü. NN.



TRINAJSTIĆ (1976) hat den Hopfenbuchenwald als obere Grenze der mediterranen Region definiert, (vgl. BERTOVIĆ & LOVRIĆ 1990: 204, als supramediterrane Stufe). Nach eigenen Anschauungen ist Tanne im Orjen im Hopfenbuchenwald an der Pazua gruppenweise eingestreut. Xerische halbimmergrüne Pseudomacchien *Orno-Abietetum* Lov. et Rac küstennaher Windecken, *Ribeso-Abietetum* Lov. et Rac exponierter Klippen sind noch aus dem Velebit und Biokobo beschrieben.



(3) MESOTHERME-AZIDOFILE TANNENWÄLDER

- ▼ *Abieti - Fagetum* s.l.
- ▼ *Blechno - Abietetum*
- ▼ *Galio rotundifolii - Abietetum* Wrab.
- ▼ *Orchideto - Abietetum* Fuk.

mit typischer *Abies alba* ist das *Abieti-Fagetum* s.l auf silikatischen wie basischen Substraten in mittlere montane Lagen der Dinariden weit verbreitet. Thermophilste Variante ist das *Seslerio-Abietetum*, Boden ph im Orjen 4,8-5,6-7 hat mehr zu (1) gemein. Thermische und edaphische Übergänge zu Fichtenwäldern zeigen *Blechno-Abietetum* (mit dem Rippenfarn, in Slowenien, Kroatien, Bosnien und Nordmontenegro). Noch stärker zu Fichtenwäldern tendieren subalin *Orchideto-Abietetum* Fuk. und *Galio rotundifolii-Abietetum* Wrab., die wenig Kalkarten und mehr *Luzula*-Arten aufweisen (FUKAREK 1982: 131). Im UG nicht vorkommend.

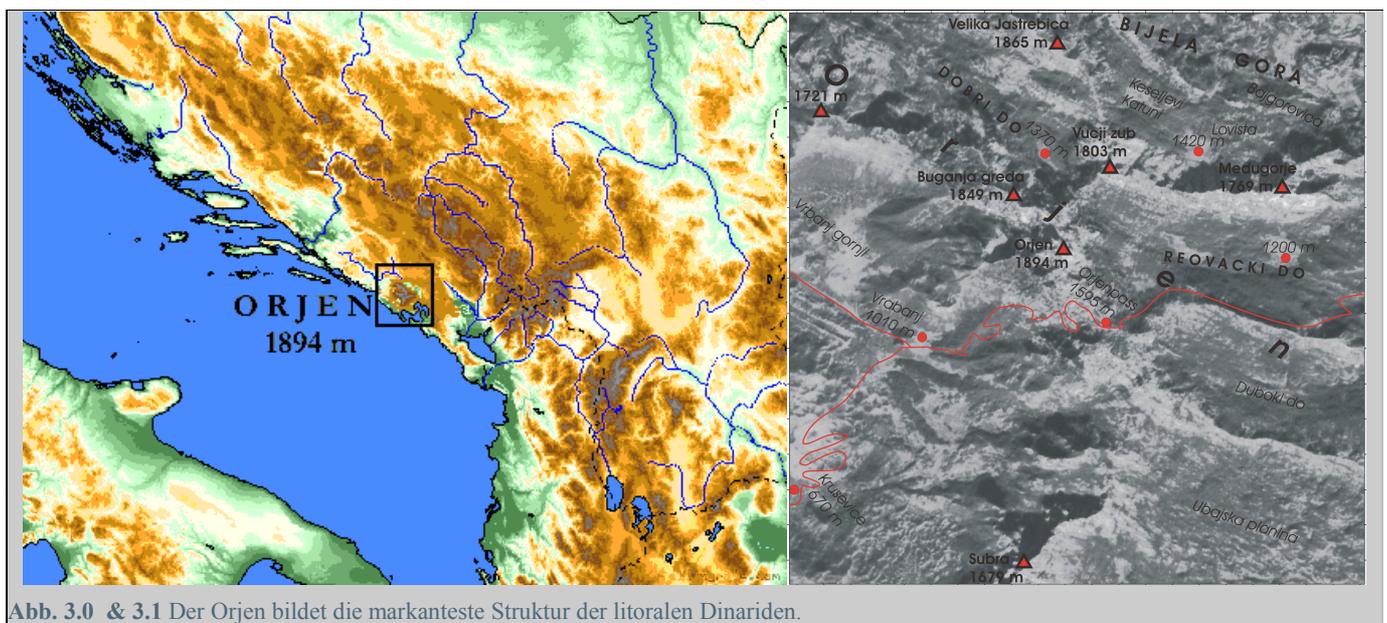


Abb. 3.0 & 3.1 Der Orjen bildet die markanteste Struktur der litoralen Dinariden.

Das strukturelle System der Dinariden ist Teil der perimediterranen alpinen Ketten, deren Kontinuität aufgrund plioquartärer Tektonik, dem Generator der heutigen geologischen Strukturen unterbrochen ist (MIJATOVIĆ 1990: 80). Durch die paläografische und strukturelle Einheit mit den Helleniden (AUBOUIN, MIJATOVIĆ), werden diese als dianrisch-hellenidisches Orogen zusammengefaßt. Die morfostrukturelle, geotektonische und geomorphologische Einheit des Dinarischen Gebirges (serbo.kroat. Dinarsko gorje, Dinaridi) ist ein Teilstück der jungalpidischen Gebirgssysteme.

Gegen die Alpen wird am Postojna Pass eine konventionelle Abgrenzung gezogen. Heute werden aufgrund geologischer Erkenntnisse auch noch Julischen Alpen ins dinarische Orogen eingereiht (GAMS 1984: 508). Sie bilden damit einen 700 km NNW – SSO streichenden, meridional zw. 46° – 42° N liegenden Bogen im westlichen Balkan (Abb. 3.0). Im NW (Krainger Schneeberg - Notranjski Snežnik und Gorski Kotar-Risnjak 1535 m) ist das Gebirge relativ schmal (50 km) und hat Mittelgebirgscharakter. Nach SO gewinnt es an Breite und Höhe. Im Scharnier der Prokletije erreicht das ausgedehnteste und unwegsamste Gebirge der Balkanhalbinsel seine größte Höhen- (2694 m; ohne Julische Alpen) und Breitenerstreckung (350 km).

Der montenegrinisch-nordalbanische Raum ist die ausgeprägteste Hochgebirgsregion der Balkanhalbinsel, alpine Formen sind nur hier typisch ausgebildet. Ausgedehnteste alpine Gebirge ist das Prokletije. Hier wurde

sogar das breite Haupttal des Lims im Pleistozän zu einem Trogtal umgestaltet (vgl. Abb. 2.9). Weitere Talgletscher waren ausnahmslos in Seitentälern gebildet.

Die pleistozäne Vergletscherung war in den Dinariden in ganz Südeuropa am intensivsten (vgl. MESSERLI 1967). Prägendes Kennzeichen ist aber die Verkarstung, da in den tektonisch jüngeren äußeren Dinariden Kalksteine dominieren. Geomorphologische und hydrologische ‚Phänomene‘ machten die Dinariden damit zum klassischen UG des Karstes. Karstforschung beherrschte, auch ökonomisch begründet, naturwissenschaftlich-geographische Inhalte in Exjugoslawien. Die Pionierarbeiten, nach ROGLIĆ (1972): „rich in general ideas and poor in real analysis“ entwickelte CVIJIĆ (1893, 1961).

CVIJIĆs Idee einer geologisch-morphologischen determinierten Klassifizierung in Mero- und Holokarst, führte subsequent zu klimatypologischer Differenzierung (vgl. SWEETING 1993: 131). Das Begriffspaar, ergänzen die Termine „bedeckter“ und „nackter“ Karst äquivalent vom vegetationskundlich-physiognomischen Aspekt. Typlokalität des Holokarstes sind Herzegowina und West-Montenegro (CVIJIĆ, 1924:). Hierzu gehört der Orjen mit der Bucht von Kotor (vgl. CVIJIĆ 1924: 341, 1926: 405, ROGLIĆ 1965: 17, MARKOVIĆ 1973, GAMS 1981). Historische, kulturelle und sozioökonomische Auswirkungen der sterilen ‚Steinwüste‘ sind in der Behinderung gesellschaftlichen Fortschritts und ökonomischer Verkümmern manifestiert (vgl. HASSERT, KAYSER 1934).

Strategisch den besten Naturhafen der Adriaküste, die Bucht von Kotor, überragend, lag die Grenze zwischen Österreich-Ungarn, Osmanischem Reich und Montenegro im 19. Jh. im höchsten Berg Dalmatiens. Dies unterband

intensive Nutzung. Geschlossene Waldbestände durch die weidewirtschaftliche Brache an der ehemaligen Militärgrenze sind bis heute bewahrt.

„Disembarking at Cattaro (lying baking in the August sun) after a wonderful sail through the tortuous Bocche di Cattaro or "mouths of Cattaro", we took the waiting carriage and started on the climb up the mountain wall to Montenegro or the "Black Mountain". Cattaro is the natural port for Montenegro, but is jealously guarded by Austria, and it was not until we had ascended for more than an hour that we came to the striped black and yellow post that marks the boundary. Our driver stopped to water the horses, to collect his revolver (left at a wayside hut, as it is forbidden to carry weapons over the border), and pointed to his native crags above, saying proudly, "Crnagora". We turned for a last look at the super view spread out below us, the sea shimmering in the distance, and at our feet the land-locked Bocche guarded by the mighty Orjen and the peaks of Herzegovina to the north and west.“ COFFIN, M.C. (1908: 312). In: *Where East meets West - Visit to Picturesque Dalmatia, Montenegro and Bosnia.*- National Geographic Magazine , 19: 309-344.

3.2 Naturräumliche Gliederung

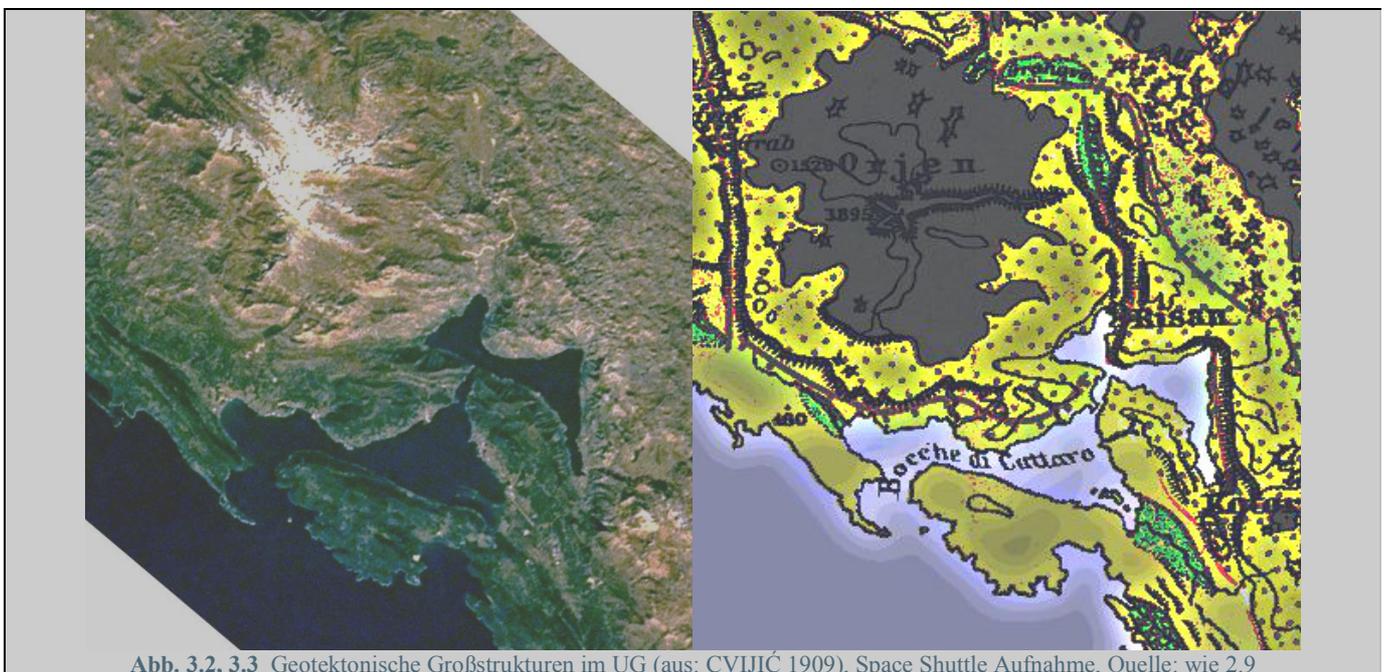


Abb. 3.2, 3.3 Geotektonische Großstrukturen im UG (aus: CVIJIC 1909), Space Shuttle Aufnahme, Quelle: wie 2.9

Der Orjen ist einziges Hochgebirge Dalmatiens. Der Gebirgskörper grenzt durch die eindrucksvolle 800-1300 m hohen Steilstufe zum Meer („Megakliff“ LOVRIC), Poljen, und der Glazialprägung von der Umgebung ab. Eine morphologisch-tektonische Grenze ist zur Konavle im Grabenbruch von Zupci (Grab), zum Karstplateau im Einschnitt der Nudoljska reka, dem Polje von Grahovo und dem Polje von Dragalj gebildet.

Als tektonisch gehobene Bruchscholle überragt er das 800-900 m ü. NN liegende montenegrinisch-herzegowinische Karsthochland zudem um 1000 m (vgl. CVIJIC 1911, KAYSER 1931). Die kreisförmige Struktur des Gebirgsstockes wird auf diapir-tektonische Vorgänge der

Erdkruste zurückgeführt (BERTIC, ROGIC, OLUIC: 133). Vier Poljen sind in die Hochkarstzone eingesenkt. Glazial überprägt sind die Altflächen, die von scharfen Graten überragt werden. Markante Gipfel sind Orjen (1894 m), Vučji zub (1803 m) Međugorje (1769 m), Subra (1679 m).

Niederschlags- und Reliefbegünstigt war der Orjen ein Zentrum der pleistozänen Vergletscherung der Balkanhalbinsel (CVIJIC 1921, RIBANOVIC 1966, MARKOVIC, LAZAREVIC 1993). Schon PENCK hatte dies mit hohen Niederschlägen begründet. Im orographischen Stau, steigt der Jahresniederschlag auf 5000 mm (MELIK). Moränen unterscheiden sind durch dichte Bewaldung von verkarsteten Erosionsflächen. Trotz glazialer Überprägung ist

Verkarstung ausgesprochen intensiv (Glaziokarst, Holokarst, CVIJIC 1926: 389ff, 403 ff). Der Typus des polygonalen ‚Honey comb‘ Dolinenkarstes dominiert auf pleistozän nicht vergletscherten Flächen. Der Dolinenreichtum ist im mediterran Gebiet unerreicht.

Eine eigene biogeographische Prägung inmitten dieser unwirtlichen Landschaft ergibt sich durch Entwicklung weiter

Hochwälder („grüne Insel“ der Buchenstufe vgl. KAYSER 1931). Schneereichtum und Substratgunst begünstigen mesophile Wälder der trocken wirkenden Region. Die Bucht von Kotor umgrenzend, unterliegt der Orjen zudem einem direkten mediterranen Einfluss. Die Umgebung der Bucht wird nach HORVAT et al. (S. 20), sowie WALTER & BRECKLE (S. 86, 95) klimaökologisch zum Zonoökoton IV/V (Hartlaub-/Lorbeerwald) der Orjen zum Gebirgsklimatyp X-2 (humid-mediterran) gezählt.

3.3 Geologie

Montenegro ist in 4 stratigraphisch-geologische Zonen eingeteilt (Abb. 3.4). Dimension und epirogenetisch-orogenetische Bewegungen verliefen von NO nach SW. Über $\frac{2}{3}$ Montenegros gehören zum Karst, Urgesteine fehlen. Die Verbreitung der Karbonate und Position zu nicht Karbonaten variiert als Konsequenz unterschiedlicher Sedimentationsbedingungen, wie der unterschiedlichen geologischen Evolution individueller Teile der dinarischen Geosynklinale (RADULOVIĆ & RADULOVIĆ). Den Hauptteil des Territoriums bildet ein Segment dieser Geosynklinale daß ausschließlich von karbonatischen und dolomitischen Sedimenten (devonisch bis neuzeitlich) gebildet wird. Die tektonischen Einheiten der Küste gehören dem neotektonisch aktiven Bereich an, was zu Katastrophenerdbeben führte (1556, 1666, 1979 - 7.0 Richter). Größte Hebungsraten erfährt das Gebiet vom Orjen, mit 6mm/a (GAMS 1993).

Geologisch kennzeichnend sind bis 4,3 km mächtige kretazische und jurassische Kalke, doch außerhalb der Hochkarstzone, im Bereich der Durmitordecke sind Werfener Schiefer als Schichtgesteine mit Kalken vergesellschaftet, das Prokletije sogar großteils aus Schieferen aufgebaut (HASSERT: 20). Zudem finden sich noch Sand- und Eruptivgesteine, die selten massig entwickelt sind. Neben paläozoische Schieferen, sind triasische Kalke nur linsenförmig, zumeist in den höchsten Partien vom Kom und Zentralprokletije, verbreitet (HASSERT: 18, NOPCSA). Zum Fluviokarst wird das Gebiet des Durmitor gezählt (ROGLIĆ 1965). Undurchlässige Schichten ermöglichen hier hydrologische Systeme, wenn auch nur in Form tiefer Canyons. Der Kom (2487 m) ist der ausgeprägteste Knoten an

dem Tara und Lim entspringen. Die Hochkarstzone nimmt den Raum zwischen Adriatic-Ionian fold System (Nummulitenkalke), Flyschzone der Pindus-Cukali Zone und der Durmitor Decke ein (RADULOVIĆ & RADULOVIĆ). Aufgrund der Eintönigkeit der massigen mesozoischen Kalke, ist sie die am stärksten verkarstete Region (Abb. 3.6, vgl. ROGLIĆ 1965).

Im Orjen (Abb. 3.5, MARKOVIĆ 1973), wird die hauptsächliche Struktur durch eine Deckenüberschiebung nach Süden bestimmt. Über klastischen Flyschfazien liegt hier die Decke der mächtig gehobenen Hochkarstzone. Morphologisch ausgeprägt ist der Kontrast zur tief in die Hochkarstzone hineinreichenden Bucht. Geologische Strukturen beeinflussten die Entwicklung das vielschichtigen Reliefs im geomorphologisch einmaligen Ensemble. An der Grenze der Antiklinale des Hochkarstes in der faziell vielfältigen synklinalen Flyschzone durch erosive und

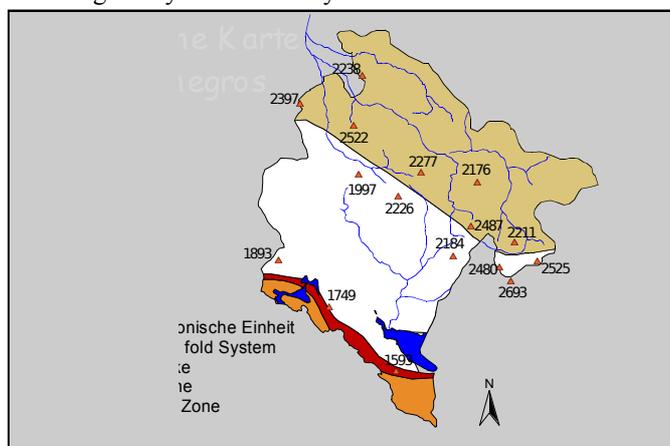
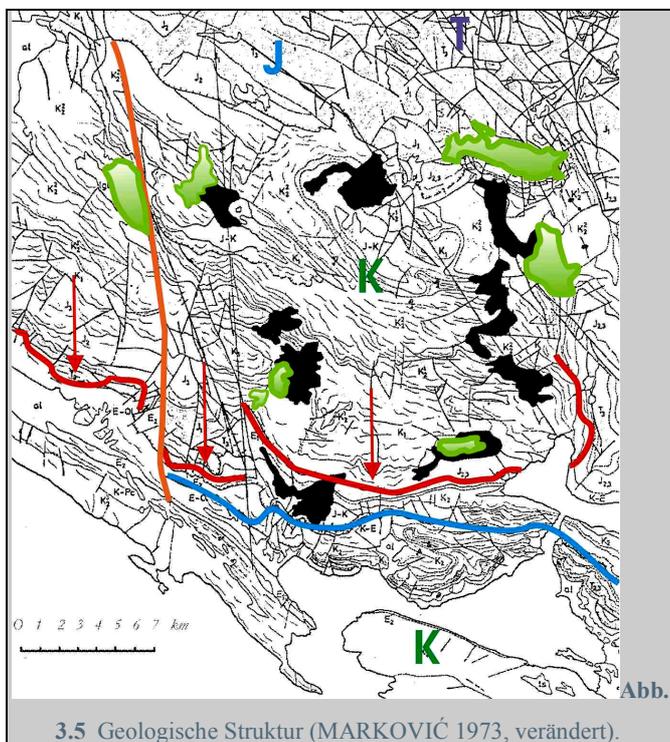


Abb. 3.4 Geologie (aus: RADULOVIĆ & RADULOVIĆ, verändert). tektonische Prozesse entstanden, an denen die ehemalige Flußanlage, in klastischen Sedimenten im Flysch verlaufend mit starker Erosion der ursprünglichen Verebnungsfläche der

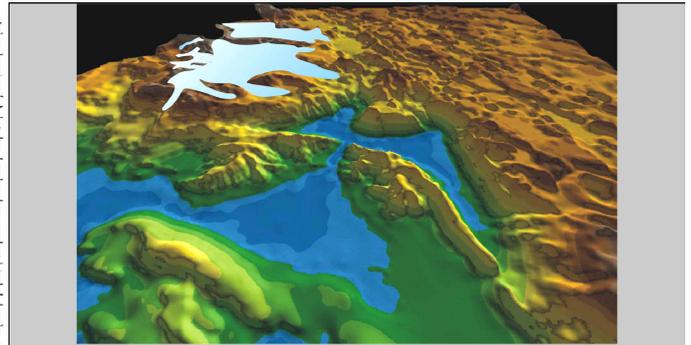
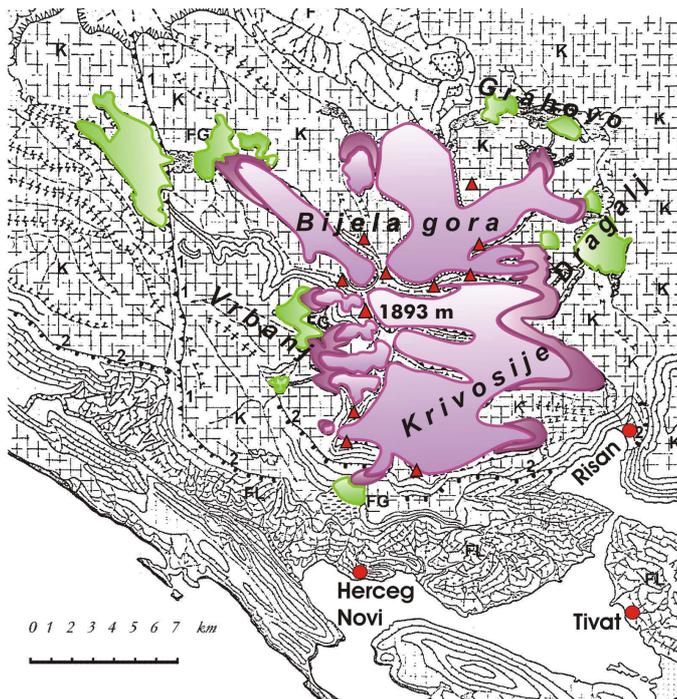
Baien von Kotor und Risan sowie tektonische Vorgänge beteiligt waren (BEŠIĆ & PAVIĆ). Klastische Flysch Fazien des Trias, Jura, Kreide und Paläogens liegen als stark erodierte Reste im Mittelteil der Bucht von Kotor und werden durch die antezedent gebildete Meerenge (ehemaliges Flußtal) von Verige geteilt (BEŠIĆ & PAVIĆ). Obwohl wasserundurchlässig, sind durch geringe Ausdehnung nur wenig perennierende Bäche gebildet.

Im südlichen Teil der zentralen Zone liegen obertrijasische Dolomite und dolomitische Kalke, daneben noch Kalke des Lias, Dogger und Malms, sowie Dolomite und Rudistenkalke (MARKOVIĆ). Die Kalksedimente sind hier zumindest 10 km mächtig (MILANOVIĆ).



Die äußeren Bereiche der Bucht zur Adria sind wieder von Kalken und Dolomiten der oberen Kreide gebildet (BEŠIĆ & PAVIĆ). Sie sind weniger verkarstet als die Hochkarstzone. Das Karstplateau der Hochkarst-zone besteht in der nördlichen Region aus trijasischen und jura-zeitlichen Fazien (Dolomite im Lastva Flußtal). Den Orjen nehmen gänzlich graublau bis weißliche Rudistenkalke der Kreide ein.





▼ Im Wechselspiel von Hochgebirge und fjordartigen Einschnitt der Bucht zeichnen sich tektonisch junge Vorgänge und erosive Prozesse für die Bildung des Reliefs ab (MARKOVIĆ 1973). CVIJIĆ (1926) definierte die Stara Crna Gora und Herzegowina als Typlokalitäten des Holokarstes.

▼ Glazial- und fluvioglazial überprägte Bereiche in MARKOVIĆs (1973) photogrammetrischer geomorphologischer Karte sind farbig.

▼ Dominanz des Glaziokarstes mit Ausräumungs- und Akkumulationsgebieten von 15 Gletschern (PENCK, SAVICK, RIDANOVIĆ 1966, MARKOVIĆ 1973). Die neogenen Verfallungen in Poljen sind Basis landwirtschaftlicher Kultur, Eiszungen reichten zum Maximalstand in diese hinab. Außerhalb der wärmzeitlich vereisten Fläche dominiert das entwickeltste dinarische Karstgebiet.

Abb. 3.7 Geomorphologie des Orjen (aus: MARKOVIĆ, verändert).

In der geomorphologischen Karte MARKOVIĆs (1973), sind Formungstypen wie folgt gezeichnet:

- Gravitative und fluviale Prozesse der morphologischen wie stratigraphischen Grenze zw. der Bucht von Kotor und Hochkarstzone gibt die gezähnte Linie wieder. Abrasive Prozesse der Küste sind geologisch jüngeren Datums. Diese fehlen im Inneren der Bucht.
- Glazial vereiste Flächen und Endmoränenstände sind violett, fluvioglaziale Akkumulationen grün eingetragen.
- Inaktive fluviale Formen sind von den Gletscherzungen zu Poljen und der heutigen Küste als wenig ausgebildete Klammern zu finden (bei Risan). Erosive Zerschneidung am einzigen aktiven fluvialen Tal der Nudoljska Reka.
- Karstprozesse sind im gesamten Gebiet dominant. Vertikale Formen dominieren (Jamen, Dolinen)

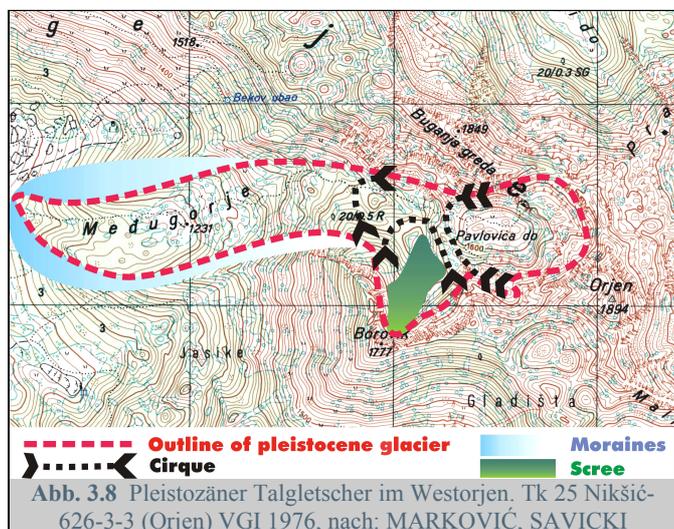
Geomorphologie und morphologische Evolution im Orjen und der Bucht von Kotor haben vielfach Interesse erregt. Die regionale morphologische Charakteristik bestimmt der geologische Bau. Raumzeitlich unterschiedliche Prozesse der geologischen Geschichte wirkten in der Formung des Reliefs (vgl. MARKOVIĆ 1973), Entwicklung und Effekt kontrollierten endogene neotektonische Bewegungen. Ältere Strukturen prädisponierten diese Bewegungen – die regionalen Decken (MARKOVIĆ 1973: 10). Die zentrale

Zone vom Orjen wurde dabei relativ gehoben, die Küste gesenkt. Rezent dauern sie weiter an. MARKOVIĆ (1973) rekonstruiert die ursächlichen morphodynamischen Prozesse der Evolution des rezenten Reliefs. Raumzeitlich komplizierte tektonogenetische und geomorphologische Prozesse wechselten dabei in Intensität und Dominanz, sie haben dabei Komplexe qualitativ und zeitlich wechselnder, aktiver und inaktiver Formung und Formen hinterlassen. MARKOVIĆ (1973) teilt folgende morphogenetische Phasen ein:

- Mit der tertiären Heraushebung des Gebirges begann eine initiale fluviale Reliefdynamik, in der die Haupttäler (Dobri do, Reovacki do, Duboki do, Abb. 3.7) angelegt wurden, sowie die im Tertiär noch über die heutige Bucht von Kotor ins adriatische Meer entwässernde Ur-Trebišnjica, aber auch Einsetzen der Verkarstung, die dieses zerstörte.
- Im Würm, und wahrscheinlich auch Riß, bildete sich lokale eine Gebirgsgletscherung. Als Prädisposition fungierte das durch Karstprozesse zu Beginn der Rißeiszeit inaktive fluviale Ausgangsrelief. In Trockentälern fanden sich typische Karsthohlformen – Dolinen, Uvalas, Ponore. Das ehemals ausgeglichene fluviale Relief blieb im Längsprofil als Gefälle gestufter geschlossener Depressionen erkennbar (MARKOVIĆ 1973: 45). Mit Abschmelzen der Gletscher wurden Teile dieses teilweise reaktiviert; klammartige Täler (Bucht von Risan), sowie fluvioglaziale Schuttkegel in Poljen und Uvalas sind spätglazial. Seither dominiert allein der Karstprozeß.

„Eine solche beträchtliche Vergletscherung in so geringer Höhenlage unmittelbar über einem Gestade, an welchem Südfrüchte gedeihen und Palmen fortkommen, erscheint sehr überraschend, und man sucht sich natürlich nähere Rechenschaft über die Ursachen zu geben, welche sie bedingt haben mögen.“ PENCK: 163

3.4.1 Glazialmorphologie

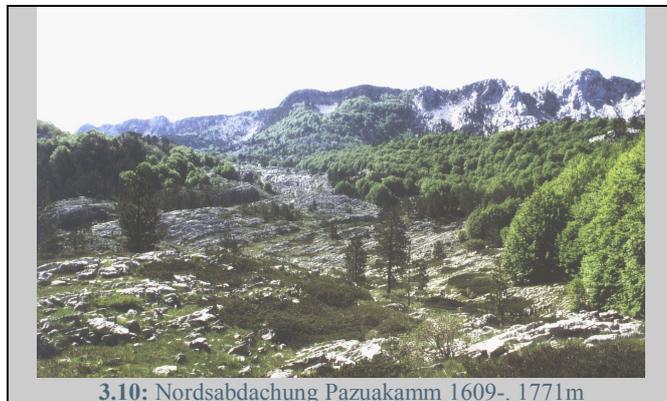


Die pleistozäne Vergletscherung im Orjen war in Art und Intensität ungewöhnlich. Velebit (1759 m), Biokovo (1762 m) und Lovcen (1759 m) hatten außer Firnfeldern ausnahmsweise kleine Kar- und Talgletscher nur im kontinentalen Prenj (2103 m) Durmitor (2522 m) und Prokletije (2693 m) kam es zu vergleichbaren Vergletscherungen (CVIJIĆ 1903, LIEDTKE 1962). PENCK entdeckte die quartären Spuren 1899.

„Danach haben wir es in der Krivosije mit den Spuren eines 5-10 km langen, 3,5 bis 5,5 km breiten Gletschers von mindestens 35 qkm zu thun, der sich an den Ostabfall lehnte und nahezu bis an den Rand der Bocche reichte. Die mittlere Höhe der Umrahmung seines Einzugsgebietes, im Norden durch den Kamm der Pazua, im Süden durch die Crljena greda, im Westen durch den Orjen gebildet ist höchstens 1650 m, und wenn sein Ende mit rund 800 m angenommen wird, so würde, falls das von Höfer angegebene Verfahren zur Berechnung der Höhe der Schneegrenze als Mittelhöhe von Gletscherumrahmung und Gletscherende hier zutreffen sollte, die Höhe der eiszeitlichen Firnlinie zu wenig über 1200 m ergeben.“ (PENCK: 161)

GRUND, SAVICKI, RATHJENS, RIĐANOVIĆ, LIEDTKE, MESSERLI und MARKOVIĆ untermauern danach die prominente Rolle des Orjens für die Quartärgeschichte der Dinariden. 5 Talgletscher (3-8,5 km lang), und 2 Plateaugletscher von denen 10 Zungen ausgingen reichten zum würmzeitlichen Maximalstand 500 – 1000 m ü. NN hinab (Abb. 3.7). Die maximale Eisfläche betrug 109 km² (MARKOVIĆ 1973, 102,7 km² SAVICKI ohne Bijela Gora, Messung an Satellitendaten 150 km²), Teilgletscher waren durch Transfluenzen verbunden (Orjenpass, Sedlo).

Kartreppen und Trogtäler wie das Dobri do (Schönes Tal, Abb. 3.9) zeigen Intensität der Vereisung.



Eine Besonderheit im Glazialenreliefe des dinarischen Hochkarstes ist das Verhältnis der Glazialerosion zum primären Karstrelief. Dies veranlasste CVIJIĆ (1913) einen eigenen Gletschertypus den „Karst Gletscher“ zu beschreiben. Er ist nur als fossile Erscheinung morphologischer Formen beschrieben, als Typus ist er mit Gletschern im Dachstein, Hohen Kaiser und Zugspitze zu vergleichen, ohne daß hier ein entsprechendes Karstrelief entwickelt ist. Ausgangspunkt der glazialen Prozesse war das fluviale Ausgangsrelief und breite Täler, andererseits ausgeprägte Karstformen, die in ein Glaziokarstrelief umgewandelt wurden. Kare sind im Orjen zahlreich an der Westabdachung gebildet (Abb. 3.8), die großen Nährgebiete der Gletscher im Norden und Osten waren allesamt stark verkarstete Karstplateaus mit tiefen Dolinen. Karstgebiete Altmontenegros die nicht vergletschert waren geben davon ein gutes Bild ab. Kare sind zwar auch hier zahlreich aber kleiner Dimensionen die für die weite Vergletscherung nicht genügten (Abb. 3.10).

Die großen Gletscher im Holokarst der Dinariden paßten sich damit nicht nur dem Karstrelief an, sie entwickelten sich in diesem. MARKOVIĆ (1973: 48, a. d. serbo.kroat.) gibt folgende Beschreibung:

„Bestimmend für den teilweisen Übergang des alpinen Typs der Vereisung in den Skandinavischen war die Veränderung des fluvialen Reliefs durch die Verkarstung.“

Demnach wuchsen aus einzelnen Nährgebieten der Gletscher in einzelnen Karsthohlformen zu einem weiten

Plateaugletscher. Bei entsprechender Größe entwickelten sich aus den Eisfeldern auch kurze breite Zungen. Typisch sieht man dies in der Bijela Gora und Krivosije (MARKOVIĆ 1994: 229, geht davon aus das sie so auch nur in den Dinariden typisch entwickelt sind).



3.11: glaziales Rückzugsstadium in der Bijela gora (Baigorovica)

Talgletscher alpinen Typs waren an der Westseite des Orjens entwickelt, sie sind an ein fluviales Ausgangsrelief gebunden (MARKOVIĆ 1973: 49). Der Westorjengletscher hatte darunter die größte Vertikaldistanz, besaß drei Kare, war aber nur 3 km lang (Abb.3.8, GRUND: 124). Das Pavolvica do (1570 m) zwischen Orjen (1894 m) und Buganja greda (1849 m) ist das typischste Kar im ganzen Orjen, es hat auch eine schön gebildete Kartreppe. Im Dobri do Tal entwickelte sich der größte alpine Talgletscher (8,5 km lang, 18,37 km² Fläche, SAVICKI: 343). Im typischsten Trogtal sind zudem die hypsometrisch höchstgelegenen Kare. Mit der Umrahmung kann die größte ehemalige Gletschermächtigkeit auf 300-350 m geschätzt werden.



3.9: Anfang das Trogtales Dobri do (Pirina poljana),

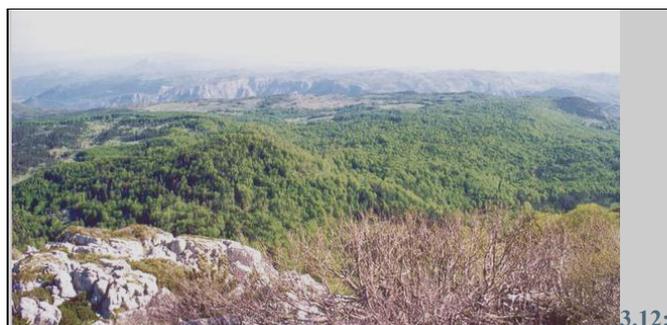
Auch der von PENCK geschilderte Gletscher der Ostseite (von SAVICKI als großer Ostorjengletscher bezeichnet) hat ein vertieftes Trogtal geschaffen. Er entwickelte sich aus drei Armen in der Ubajska planina, dem Duboki do und Reovce Tal und bekam daher die große und breite Gletscherzunge (2,4 km breit, 3 km lang, SAVICKI: 350). Gletscher, die von den Plateaus ausgingen waren zwischen 8 und 11,5 km lang (SAVICKI). Ihre Endmoränen

liegen zwischen 600 und 950 m. Als pleistozäne Schneegrenze gibt PENCK 1400 m, GRUND (hat die Westseite mit alpinen Talgletschern untersucht) 1330-1480 m, SAVICKI 1180-1200 m, LOUIS 1300 m, RATHJENS 1200-1300 m (Abb. 3.13). Lokal gibt VASOVIĆ (1952) 1000 und 1075 m für zwei Talgletscher am Radostak (1469 m) im Süden des Orjen an.

Nach dem aufgeführten verwundert RIDANOVIĆs (1961, 1966: 69ff, 1967) vielfach wiederholte Aussage, daß sich Glazialerosion und Glazialplastik im Orjen nicht entwickelten, glaziale Akkumulationen dazu in einem Mißverhältnis stünden und Gletscher diese nicht als Resultat glazialer Erosion zur Verfügung stellten, sondern vielmehr Schuttablagerungen transportierten. MARKOVIĆ 1973 (45) zeigt, daß dies unhaltbar ist und LIEDTKE (1962: 15) anmerkt:

„Geradezu sensationell wirkt die von Penck (1900) in der allgemeinen Zeitschrift „Globus“ abgedruckte Mitteilung von einer eiszeitliche Vergletscherung des Orjen-Massivs, das sich nordwestlich der Bucht von Kotor (Cattaro) in 42° N bis zur Höhe von 1895 m erhebt.“

Im Vergleich zu viel massiveren Gebirgen der Dinariden wies der Orjen nach Prokletije mit Durmitor und Prenj die ausgeprägteste Vergletscherung auf. ROGLIĆ (1963) führt die starke Vergletscherung der dinarischen Gebirge im Süden und die wenig ausgeprägte im Norden (kleine Firn- und Kargletscher, selten kurze Talgletscher), auf die Massivität und Höhe im Südosten und die größere Humidität im Pleistozän im SO zurück. Der zum Orjen etwa gleich hohe Velebit blieb damit praktisch unvergletschert. Das Relief spielte lokal eine große Rolle und war im massiven Orjen günstiger als schmalen Ketten der Dinara, Biokovo und Velebit. Daß im Orjen eine gleich große Eiskappe wie im Durmitor (2522 m) entwickelt war, lag an der unmittelbaren Lage am Mittelmeer (ROGLIĆ 1963: 295).



3.12: Seitenmoräne Gvozd. Vorn die Žestikova kita (1432 m)

Moränen finden sich überall im Orjens, doch selbst die große Moräne oberhalb Risan bei Kneželac (vgl.

PENCK), ist kaum mit Moränen der Bijela Gora zu vergleichen. Hier nehmen Galzialablagerungen zusammenhängende, Quadratkilometer große Flächen zwischen Ledenik unterhalb des Gumbars, bis zum Polje von Dragalj ein und kommt in MARKOVIĆs geologischer und geomorphologischer Karte nicht so deutlich zum Ausdruck wie es in Abb. 5.0 der Klassifikation der Vegetation sichtbar wird. Die Moränenakkumulationen, von fluvioglazialen Prozessen nur wenig erodiert, sind hier heute wichtigste Standorte des Bergwaldes. Tannen-Buchenwälder bleiben auf sie beschränkt. Karst-Block-halden-Tannenwälder sind zumeist an Schichttreppen, seltener Rundhöckern entwickelt. Der Große Karst-Blockhalden-Tannenwald, oberhalb von

Ledenik am Somulj, liegt sogar in einem weiten Kar (MARKOVIĆ 1973: 51). Ein eindringliches Bild glazialer Akkumulationen entwirft CVIJIĆ (1924: 343, a. d. serbo.kroat.):

„Ein Gletscher kam aus dem riesigen glazialen Nährgebiet der Pazua und reichte zum Grunde der Nordseite des Dragalj Poljes. Die Gletschermoräne entwickelt sich treppenartig aus dem Polje Dvorsno läßt sich in der Länge einige Kilometer verfolgen. Sie ist über dem Grund des Poljes 140 m hoch und aus Kalkblöcken und Stücken, unter denen viele kantige und scharfe sind, aufgebaut. An der Moräne setzt ein gewaltiger fluvioglazialer Schuttkegel an; Kies und Sand bedeckt fast den ganzen Grund vom Dorf Dragalj im NO zum Dorf Paljkovca im SW. Hier mischen sie sich mit dem fluvioglazialen Schuttkegel eines weiteren Gletschers, der vom höchsten Berg des Orjens nach Dvorsno hinabkam und oberhalb des Poljenrandes stehen blieb.“

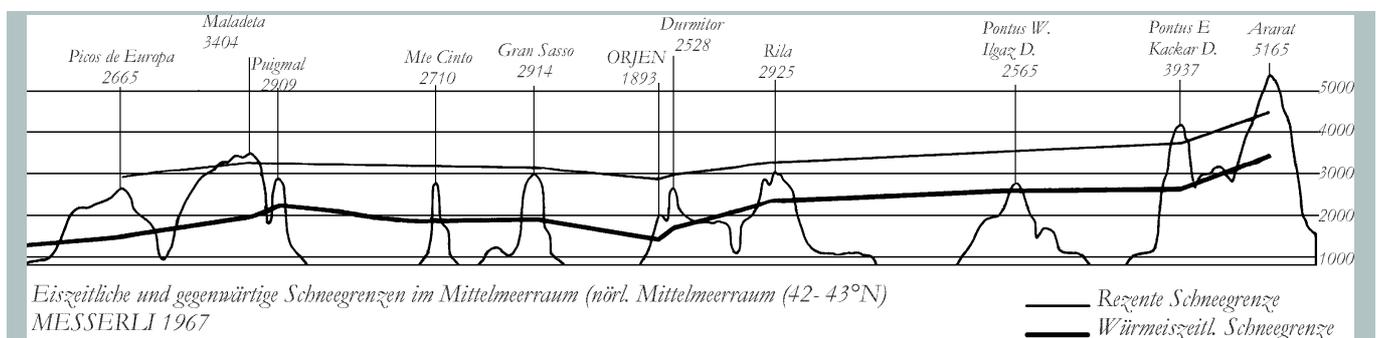


Abb. 3. 13 Die quartäre und rezente Schneegrenze im Mittelmeer liegt im Orjen am tiefsten (aus: MESSERLI 1967).

„Es gibt keinen tieferen und entwickelteren Karst als diesen herzegowinisch-montenegrinischen zwischen der unteren Neretva, Skadarsee und Adriatischem Meer. Nicht ein Tropfen Wasser fließt oberflächlich ab, sondern alles versinkt in Schloten, Ponoren Klüften und Vertiefungen.“ JOVAN CVIJIĆ 1926: 406 (a. d. serbo.kroat.)

3.4.2 Karstmorphologie

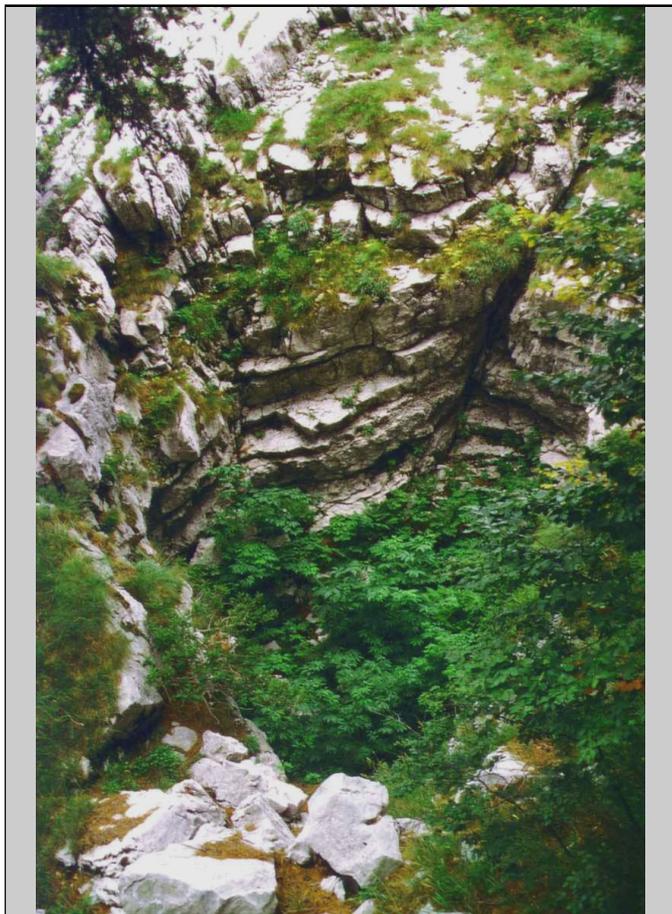


Abb. 3.14 Exzeptionelle Karstformen sind im Orjen, entwickelt.

Die aktive Evolution des Karstreliefs ist von Temperatur, Lithologie, Vegetation und Verfügbarkeit von Wasser abhängig. Damit hängt eine morphogenetische Höhenverbreitung der Karstformen ab. Wie JULIAN, MARTIN, NICOD (1976, S.118) feststellen ist rezent Bildung aber vor allem niederschlagsabhängig:

„Des karsts d'évolution actuelle active n'existent que très localement là où comme au Monténégro (Crna Gora) et au Liban, les précipitations sont abondantes (supérieures à 1 m) et bien centrées sur la saison froide“.

Der Bereich des UGes wird zum Holokarst (CVIJIĆ 1926: 403) gestellt. Dieser Termin basiert auf dem Fehlen fluvialer Formen, geologisch sind mächtige Massenkalk voraussetzung. Das Begriffspaar Holokarst-Merokarst hat auch ein Fundament für klimatische Variation der Karstphänomene gelegt (SWEETING 1993). SWEETING (1995, S. 245) kritisiert dabei:

„This concept had a great effect on karst thinking in Europe, which was to some extent detrimental. The idea of holokarst was that of a karst in which fluvial influences were at a minimum, if not absent, and that an area could not be a true "karst" if it contained such fluvial influences.“

Um regionale Zusammenhänge der Evolution zu verdeutlichen hat SWEETING (1995) südchinesischen- und montenegrinischen Karst als extremste tropische und mediterrane Typen gegeneinander gestellt (246):

„There is in Montenegro a great deal of doline development and not as much surface runoff as in China, even though the slopes are steep. Low cone-like residuals occur between the closely set depressions, but they are not as well developed as the fengcong (Turmkarst). Relief like the fengcong probably no longer forms in Montenegro today, though there may be evidence of its formation in the past when the climate in Montenegro was possibly more tropical. The differences might, however, be due to a weaker lithology in Montenegro and a thicker soil or terra rossa cover, or to a much more recent uplift in this part of the Adriatic“.

CVIJIĆ (1926: 403) sieht in vertikalen Bewegungen, der zwischen den Senken des adriatischen Beckens, der Zeta- und Neratvaniederung gehobenen Teile des montenegrinisch-herzegowinischen Karstes die Ursache der nur hier vertikal ausgebildeten Karsthydrologie.



Abb. 3.15 Karrenfelder sind typischsten Karstformen.

Starke tektonische Bewegungen verbunden mit extremer Verkarstung haben auch das einzige ursprüngliche Flusssystem, die 'Bokeljska reka' zerstört (im Unterlauf noch durch die Bucht von Kotor, im Oberlauf über die Poljen Dragalj und Grahovo zu rekonstruieren, vgl. CVIJIĆ 1924: 342, 1926: 405, MARKOVIĆ 1973). MARKOVIĆ (1973) zieht für die entgültige Zerstörung der Bokeljska reka eine Periode am Ende des Pleistozäns für wahrscheinlich an, was mit

neotektonischen Vorgängen, die mit einer stärkeren Heraushebung des Orjens und Absenkung der Bucht von Kotor, plausibel zusammenhängt. CVIJIC (1924, 1926) ging noch von einer vorwürmzeitlichen Zerstörung des Systems aus. Poljen und Uvalas sind an die tektonische Struktur, somit den Gräben und Rupturen gebunden und treten zumeist an

Kontakzonen auf. Das W-O verlaufende Grahovo Polje (842 m) liegt nordseitig vom Orjen. Meridionale Richtung hat das Dragalj Polje (694 m). Beide sind trockene Poljen. Das Grahovo Polje hat landwirtschaftlich nutzbare Böden. Beide Poljen sind durch mächtige neogene Verfüllungen gekennzeichnet (ROGLIĆ 1964, LAZAREVIĆ 1994: 93).

3.5 Böden im Orjen

Es wurden drei Proben auf einem 1 km langen und 100 m Höhenspanne umfassenden Bereich analysiert. Die Wahl viel auf Standorte im Tannen-Buchenwald mit unterschiedlichen Ausgangsbedingungen. Die Lokalitäten liegen auf einem Transekt das von der Seitenmoräne des Gvozd (1338 m), über den die Moräne etwas überragenden steileren Nunataker Žestikova kita (max. 1432 m, am Mittelhang genommen) zu einer Mulde (1410 m Großdoline) im steileren Hang des Gumbar führt. Die Proben wurden laboratorisch analysiert. Die Beschreibung der Bodenprofile erfolgte nach AG BODEN (1994), die Analysen nach Standardmethoden (siehe SCHLICHTING et al. 1995). Der pH-Wert wurde in CaCl_2 gemessen. Die CaCO_3 -Bestimmung entspricht der Methode nach Scheibler (siehe SCHLICHTING et al. 1995:145f). Nährstoffe, außer des Stickstoffgehaltes, wurden nicht bestimmt. Zu den Böden im Orjen gibt es bisher keine veröffentlichte Literatur. Aus benachbarten Gebirge sind zum Teil bodenkundliche Analysen vorhanden (LAKUŠIĆ 1966, MANUŠEVA). Die drei Lokalitäten differieren in Exposition, Inklination, Höhe und Ausgangssubstrat und liegen im hochwüchsigen Tannen-Buchenwald. Die Artenzahl stieg vom Gvozd 6 – Žestikova kita 5 – zum Gumbar 26 deutlich an. Die Böden sind humusreich und gut mit Stickstoff versorgt (Tab. 3.0). Das C/N Verhältnis ist weit. Die Rendzina der skelettarmen Moräne Gvozd zeichnet sich durch hohe Basensättigung und sehr weitem C/N Verhältnis aus. Der hohe Kalkgehalt ist durch das feine Glazialgeschiebe bedingt. Die Bodenproben Žestikova kita und Gumbar sind auf kompaktem mesozoischen Kalksteinen entwickelte Kalkokambisole und durch geringe Basensättigung, die insbesondere bei der Probe Gumbar schon durch stärkere Versauerung gekennzeichnet ist (Abb. 3.16). Das C/N Verhältnis ist hier enger. Im Aufschluss waren nur wenig, stark verwitterte Kalkgrobblöcke gefunden, in der Probe

3.5.1 Untersuchungsmethoden

Gumbar fanden sich in 10-20 cm Tiefe zudem organische Makroreste. Die Proben Gumbar und Zestikova kita gehören entwickelten verbraunten Kalkokambisolen. In der Wüchsigkeit sind die drei Standorte von Einzelbäumen abgesehen, kaum unterschieden. Durchmesserklassen bei *Abies alba* von 50-80 cm (Gvozd), 50-130 cm (Zestikova kita), eine Tanne (≈ 50 m hoch) ragt besonders heraus, 60-80 cm (Gumbar), kennzeichnen die Standorte als Optimalphasen des Tannen-Buchen Urwaldes (vgl. LEIBUNDGUT). Die nur wenig entwickelten Kalko-melanosole die auf Rundhöckern, Schichttreppen und stärker geneigten Hängen den verbreitetsten Bodentyp bilden wurden in die Untersuchung nicht einbezogen. In jugoslawischen Klassifikationen sind Kalko-melanosole als Gebirgsschwarzerden von Rendzinen unterschieden (vgl. ĆIRIĆ : 192). Kalkomelanosole werden dabei nur auf massigen Carbonaten, Rendzinen auf carbonathaltigen ($>10\%$ CaCO_3) Lockersubstraten gebildet. Kalkomelanosole sind primär karbonatlos (pH 4,8-5,6, für die zwei ermittelten Proben), obwohl auf Kalke genetisch festgelegt. CaCO_3 wird durch Regenwasser und Humussäuren als Hydrogenbikarbonat in Lösung geführt und ausgewaschen (LAKUŠIĆ 1975). Lokal gebräuchlicher Name der Kalkomelanosole ist Buavica (vgl. ĆIRIĆ: , ĐURETIĆ: 714). Die Buavica tritt auf stärker geneigten Hängen von der mediterranen bis oromediter-ranen/alpinen Stufe auf. Als Bodentyp ist sie viel weiter verbreitet als Terra rossa und Kalkokambisole die weiteren wichtigen Carbonatbodentypen kompakter Festgesteine der Karstgebiete in den Dinaride (Tab. 3.1) Rendzinen sind ausschließlich auf Lockersedimente beschränkt. In Gebirgen sind es glaziale Akkumulationen, an der Küste treten sie in den Flyschserien auf (CIRIC: 194). Rendzinen mit relativ mächtigen Solum (>50 cm) entwickeln sich auf Regoliten. Die Rendzina der Moräne vom Gvozd ist dafür ein gutes Beispiel. Die

chemischen und biochemischen Eigenschaften werden durch die Präsenz aktiver Karbonate bestimmt. Eine neutrale bis schwach alkalische Reaktion (pH 7-8) ist daher normal. Der pH-Wert der Rendzina auf dem Gvozd mit 7 ist daher auch typisch. Als Besonderheit des Gvozd ist die Grob-skelettarmut anzuführen. Größere Blöcke treten hier gar nicht

in Erscheinung. Granulometrisch dominieren feinere Sandfraktionen. Ein großes Porenvolumen bedingt die gute Durchlüftung und Wasser-durchlassfähigkeit des Bodens. Infiltrations Eigenschaften sind günstig. Die Feldkapazität sinkt damit zwar, wird aber durch die große Tiefe der Moräne zum Teil kompensiert.

Bodenprobe	Höhe [m]	Bodentyp	Bodenart	Porenvolumen [%]	CaCO ₃ [%]	C [%]	N [%]	C/N	Ph [CaCl ₂]
GVOZD	1338	Rendzina	Mittel toniger Schluff	60	16.84	12.21	0.41	29.78	7.02
ŽESTIKOVA KITA	1375	Kalkokambisol	Stark toniger Schluff	41	3.59	7.21	0.36	20.03	5.59
GUMBAR	1410	Kalkokambisol	Schwach toniger Schluff	39	1.66	7.11	0.40	17.78	4.82

Tab. 3.0 Laborwerte von Bodenproben aus dem Orjen.



Abb. 3.16 Bodenproben aus dem Orjen.

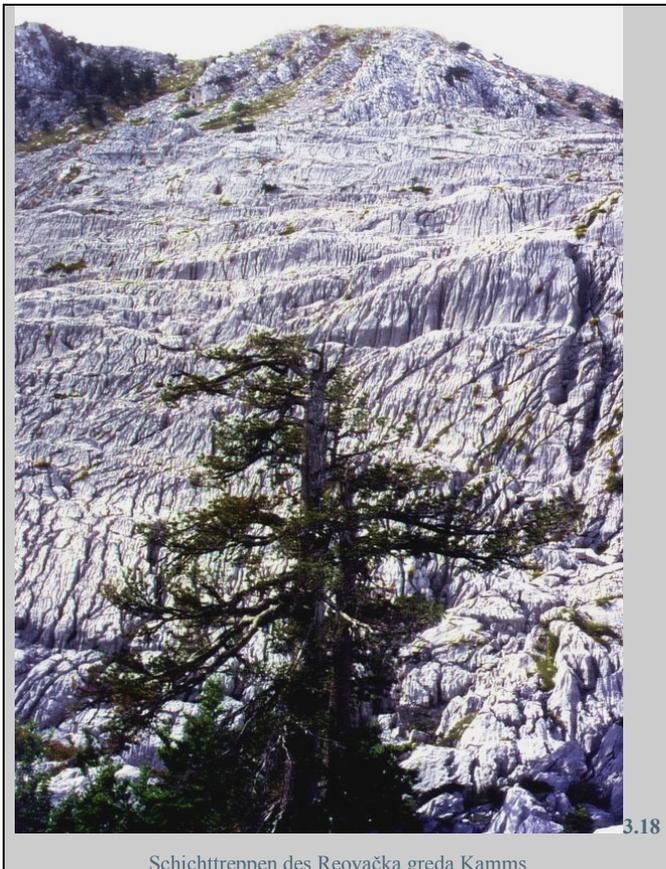
Kalkomelanosole sind in ihrer Entwicklung zu unterscheiden. Initial nur wenige cm tief können sie auch mehrere Dezimeter entwickeln. Insbesondere in den tiefen Karren die in den dinarischen Karstbergen so zahlreich sind akkumulierte sich der Humus besonders gut. Auf Kalkomelanosole haben sich zahlreiche Pflanzen spezialisiert, selbst größere Zwiebelmonokotyle (*Lilium candidum*) beschränken sich oft ausschließlich auf solche spaltengündige Substrate. Die Zwiebeln der Lilie sind aus den Spalten kaum zu entfernen, nur gering entwickelte Kalkomelanosole genügen ihr.

Mit der tieferen Entwicklung der Kalkokambisole erfahren diese organogenen Humusböden eine minerogene Anreicherung. Der organo-minerogene Komplex macht eine Unterteilung von organogenen und organo-minerogenen Kalkomelanosolen möglich.

Die organo-minerogenen Böden sind tiefer entwickelt und durch Ton-anreicherung gekennzeichnet. Damit kann Wasser adsorptiv besser gehalten werden, was diese weniger schnell austrocknen läßt (ČIRIĆ: 202). Wegen dieser kritischen Wasserhaltefähigkeit sind auf Kalkomelanosolen auch nur Formationen entwickelt, die sich an xerophytische

Verhältnisse anpassen können. Im Orjen am besten adaptiert sind unter anderem *Lonicero-Rhamnion* Fuk. (Sibljak Formation), der Karst-Blockhalden-Tannenwald (*Oreoherzogio-Abietetum* Fuk. 1969), der Panzerkieferwald, zahlreiche Rasengesellschaften (u. a. *Seslerion robustae*) sowie Felsgesellschaften (*Moltkeetum*, *Amphoricarpetalia*).

Anderen Charakter haben Kalkokambisole (Terra fusca), Hierauf entwickeln sich geschlossene Wälder. Entwickelt ist der Typ an nicht zu steilen Hängen sowie in Mulden. Zudem finden sich Kalkokambisole im spezifischen Karstmikrorelief großer der Dolinen und Karren. Kalkokambisole finden sich im Orjen auf sehr kompakten und reinen mesozoischen Kalken. Die Hauptcharakteristik bekommen sie durch residuale Tonfraktionen.



Schichttreppen des Reovačka greda Kamms

3.18

Damit wird deutlich, daß eine lange Entwicklungszeit nötig ist um auf den relativ reinen Kalksteinen min 30 cm tiefe Kalkokambisole zu entwickeln (ĆIRIĆ: 218). Äolische Komponenten sind eine wesentliche Voraussetzung und wurden im Pleistozän verstärkt eingetragen. Die untersuchten Kalkokambisole unterscheiden sich chemisch durch den Kalkgehalt, die Zestikova kita ist als Nunataker direkt an die Moräne Gvozd angeschlossen und hat einen doppelt so hohen Kalkgehalt wie die Probe an der Nordabdachung vom Gumbar. Der ph Wert der Muldenlage ist besonders niedrig. Ein stärkerer Beitrag äolischer Komponenten kann erwartet werden. Der Fund größerer Quarzsand Vorkommen in der Bajgorovica ist dafür ein Beispiel. Granulometrisch unterschieden sich die untersuchten Böden durch die höchste Sandfraktion (11,8 %) der Moräne, höchste Tonfraktion an der Zestikova kita (21,6 %) und höchste Schlufffraktion (80,9%) in der Mulde am Gumbar. Die Kalkokambisole sind relativ dicht und wirken in der Ansprache feuchter selbst wenn die Proben wir hier alle nach Regenereignissen beprobt wurden.

Die ungünstigen granulometrischen Verhältnisse der Moräne werden durch die klimatischen Verhältnisse und die tief entwickelten Böden gut ausgeglichen. In der humidität gibt es dennoch einen sichtlichen Gradienten zwischen den Kalkokambisolen und Rendzinen. Die Böden sind produktive Waldböden die tief entwickelt >50 cm sind. Dies steht mit dem Holzvorrat in Einklang. Die große Tanne (Abb. Seite 2) wurde and an der Zestikova kita aufgenommen. Am Gumbar war der Tanne-Buchen Hallenwald mit wüchsigen (45 m) Einzelbäumen gekennzeichnet. Im Gvozd ist die Rendzina zwar etwas flachgründiger, doch gerade dies ist der großflächigste, vorratsreichste Wald im ganzen Orjen. Die wüchsigsten Tannen wie andere Waldbäume sind nach vorliegenden Erkenntnissen in stärker reliefierten Gelände zu finden. Hier erreichen sie Höhen von 50 m. Berichte über sehr große Bäume im Gvozd konnten nicht überprüft werden. Der sehr düstere Wald wird von den Einheimische gemieden und praktisch nur zum Holzschlagen betreten. Pilze und Arzneipflanzen sammeln die Hirten an stärker exponierten und offeneren Bereichen. Dies hängt auch mit dem spärlichen Unterwuchs im Gvozd zusammen

Boden ist als Folge vom Zusammenwirken der Geofaktoren Klima, Ausgangssubstrat, Relief und Zeit einer komplexen Entwicklung unterworfen. Das Relief wirkt nur vermittelnd auf pedogenetische Prozesse und ist in den verschiedenen Maßstabskategorien wirksam (vgl. ČIRIĆ: 163). Wie ein Prisma kann die Reliefgestaltung klimatische Faktoren fokussieren. Flach-/Steilhang, Lee-/Luv und Hang-/Schattseite variieren die Ausgangsbedingungen. Im UG sind Carbonate für die Zuteilung zu automorphen Bodentypen verantwortlich (ČIRIĆ: 177 ff.). In jugoslawischen Klassifikationen werden Rendzinen als Böden auf Carbonatsubstraten mit aktiven Carbonaten, Kalkomelanosole als lithogene Böden auf Carbonatsubstraten mit inaktiven Carbonaten bezeichnet. Kennzeichen sind ein A-C Horizont und nur schwache Anreicherung toniger Lösungsrückstände (ČIRIĆ: 193). Kalkokambisole (Terra fusca) entstehen aus Kalkomelanosolen. Durch Entcarbonatisierung, verstärkter Anreicherung toniger Lösungsrückstände und fortgesetzter Humusakkumulation sind sie primär carbonatfreie minerogen geprägte Böden (ČIRIĆ: 219).

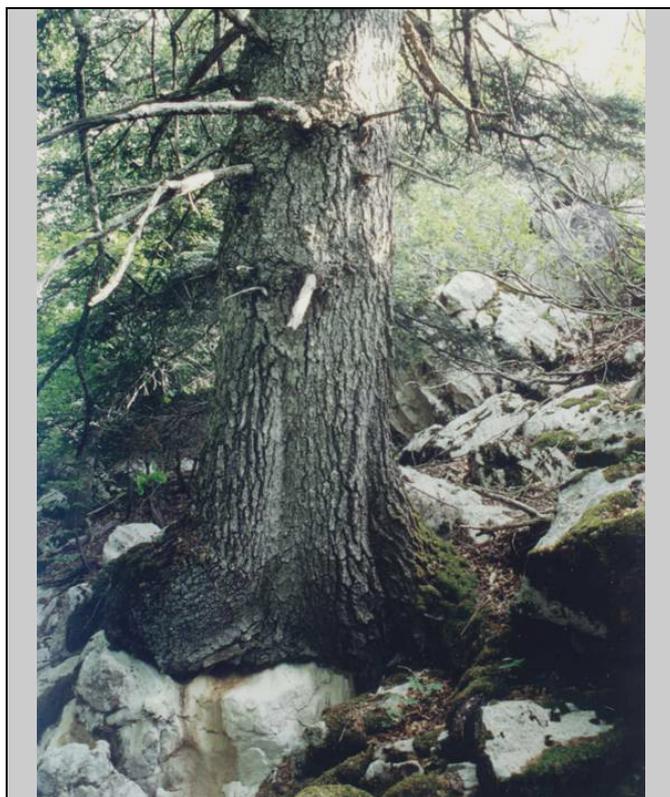


Abb. 3.17 Auf Karst-Blockhalden dominieren Pionierarten

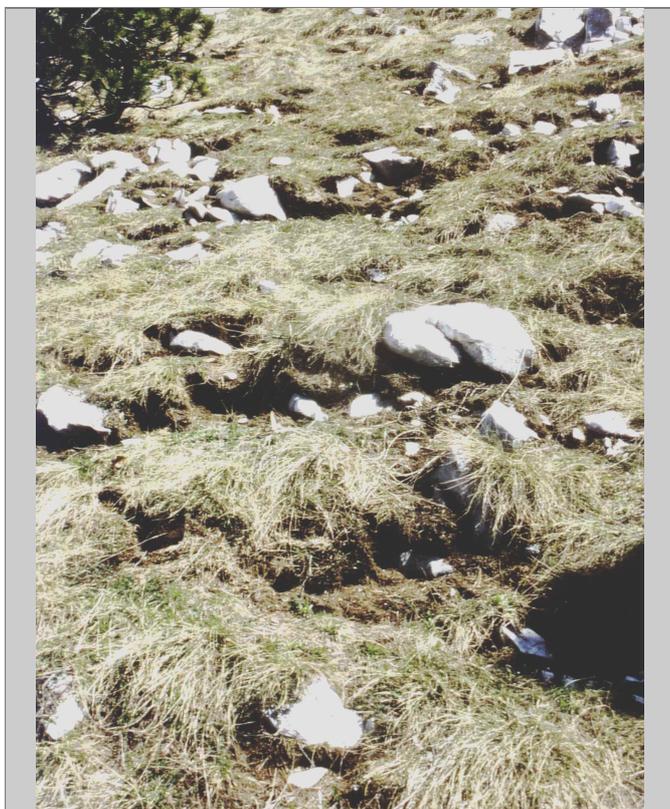
Der Hauptprozeß chemischer Verwitterung von Carbonatböden ist die Carbonatlösung. Durch physikalischen Gesteinszerfall des Ausgangssubstrates werden genügend große Angriffsflächen geschaffen um diese großflächig zu fördern.

Entscheidend sind das zur Verfügung stehende Niederschlagswasser und die darin enthaltenen Mineralsäuren. Organische Säuren verstärken Lösungsvorgänge der Sickerwässer, da zusätzlich Boden CO_2 freigesetzt wird, was selbst noch unter Flechten wichtig ist (HÜTTL: 44). Mit steigender Vegetationsbedeckung und entwickelteren Böden wird die Wasserbewegung in den Untergrund verlangsamt. Der intensivere Kontakt erhöht die Aufnahme von Boden CO_2 und steigert die anfängliche Aggressivität. Als nichtlösbarer Bestandteil bleiben nach fortschreitender Bodenentwicklung Residualminerale übrig, die zu 45–60 % aus Teilchen der Tonfraktion bestehen (REHFUESS). Die hohe Reinheit der Carbonate im Orjen (>97,5 %, MILANOVIĆ), verhindert eine stärkere Verlehmung der Böden. Neben dem geringen Gehalt an nichtcarbonischen Beimengungen sind verbreitete Massenkalken für flachgründige lithogene Böden ursächlich. Aufgrund unterschiedlicher Substrattypen (Moräne, Schutt, Fels) und den darauf zur Entwicklung kommenden Vegetationstypen unterscheiden sich pedologische Ausgangsbedingungen und Entwicklungen. Kalkomelanosole sind in Erosionslagen auf Kuppen, Graten, Hangkanten, im UG Rundhöckern und Schichttreppen Dauerstadien. Selbst submediterran sind in der Krivošije (600-1200 m) kaum entwickeltere Böden gefunden. Dolinen fehlen und fossile Roterden sind durch die pleistozäne Glazialerosion junge Bildungen. Kalkomelanosole sind auf den verbreiteten glazial geschliffenen Flächen im Orjen der charakteristischste lithogene Bodentyp. An steileren Hängen (3.13) ist die Bodenentwicklung noch durch Schneeschurf behindert. Die hangparallel einfallenden Schichten der Nordabdachung haben hier auch zu einer dem Klima nicht entsprechenden Waldgrenze von unter 1500 m geführt. Da hier sowohl Exposition als auch Inklination der geologischen Schichtung des Hanges fast identisch sind, konnte das Niederschlagswasser nicht unmittelbar durch das zerrüttete Gestein nach unten, sondern mußte oberflächlich abfließen.

Abb. 3.19 Gebundene Solifluktion an der Jastrebnica.

Die höhere chemische Verwitterung hat hier zu den ansehnlichsten Karren im ganzen Gebirge beigetragen. Die Großkarren sind mehrere Meter tief und klaffen oft 2-4 m auseinander. In Teilen der Karrenfelder hat sich die Tanne ansiedeln können. Für die Karrenbildung scheint der Schneereichtum eine entscheidende Rolle zu spielen, da eine

Boden- und Vegetationsdecke keinen Beitrag zur chemischen Lösung liefert. Höhenunterschiede der Bodenbildung, darunter insbesondere solifludiale, können auf der Nordseite in ca. 1750 +/- 50 m beobachtet werden (Abb. 3.19). Die starke Korrosion der metertiefen Karrenfelder und Jamen beschränkt Bodenbildung auf Klüfte in denen bei geringem Lichtgenuß nur wenige Arten (*Lilium martagon*, *Arum maculatum*) siedeln. Weniger extreme Schichttreppen (Schneeärmere lagen) werden von der Tanne bezogen (Abb.3.18). Sie vermag selbst auf blankem Fels als Pionier hervorzutreten. Nur die Panzerkiefer ist ihr darin ebenbürtig. Über die Mineralisation der Nadelstreu bilden sich humose carbonatfreie Kalkomelanosole. Anders sind Akkumulationslagen durch schnell voranschreitende Bodenbildung zu Kalksteinbraunlehmen - Kalkokambisole gekennzeichnet. Moränen und Flachere Hanglagen sind in den glazialen Trögen zumeist am Trogrand durch tiefe Bodenbildung gekennzeichnet. Plateauflächen der Bijela Gora und Krivosije teilen sich in Lagen der Zungenbecken, die aufgrund Gletscherschurf als Rundhöcker gebiete große Flächen einnehmen, sowie Seiten und Endmoränen mit mächtig akkumulierten Glazialgeschiebe.



Ob sich eine klimatische Differenzierung zwischen Lee und Luv lagen bei gleichen geomorphologischen Ausgangsbedingungen ergibt ist unklar. Landwirtschaft wird zudem nur in der Krivosije

aber nicht in der Bijela gora betrieben. Die submediterranen Ackerböden bei Kneželac fallen durch ihre Rotfärbung auf. In der Bijela gora konnten sie nie beobachtet werden. Die niedrigen pH-Werte und Carbonatgehalte der beprobten Böden steilerer Hangpartien von der Zestikova kita und Gumbar (hier handelt es sich um eine Muldenlage) waren auffällig unterschieden von den carbonathaltigen und schon leicht basischen Böden der Moräne. Die langsame Verwitterung des harten kompakten Ausgangsgesteines führt zur geringen Freisetzung von CaCO_3 (vgl. SCHREIBER: 16). Die Probe auf der Endmoräne die als Ausgangssubstrat relativ feines Karbonatskelett aufweist zeigte eine stärkere Frei-setzung von CaCO_3 , die durch die große Angriffsfläche be-günstigt wird. Ein interessanter Gesichtspunkt ergab sich durch eine mehrere Quadratmeter große mit Quarzsand b-deckte Fläche in 1350 m Höhe in der Bajgorovica (Abb.3.20). Da entsprechende Ausgangssubstrate keinesfalls aus der Umgebung stammt, muss ein äolischer transport angenommen werden. Wahrscheinlich ist eine nordafrikanische Herkunft die durch Südwinde (Jugo) im Lee der Orjen Kämme akkumuliert wurde. Flugstaub in solcher Menge stellt an sich aber eine ganz ungewöhnliche Erscheinung dar. Das nährstoffarme Substrat ist vegetations-los. Flugstaub sind aus verschiedenen Gebirgen bekannt (FRANZ 1975: 43, GRACANIN 1975: 149, HÜTTL: 56 ff.).



Quarzsand der Bajgorovica.

3.20

Innerhalb der pleistozänen Zungenbecken finden sich wellige Grundmoränen relativ flacher Böden aus denen zahlreiche Felsen durchragen. Sie sind zumeist mit der Schwarzkiefer bestanden. Für die Dominanz der Schwarzkieferwälder in den flachen Zungenbecken sind Brände als Ursache anzunehmen. Daß abbrennen der Nadelstreu im Spätsommer, als Praxis, die frühjährliche Entwicklung des Fruchtkörpers eines mykorrhizen Wurzelpilzes zu fördern, zu unabsichtlichen Waldbränden führt, konnte mehrfach beobachtet werden. Der Pilz wird als teure Delikatesse getrocknet und über Zwischenhändler nach Italien verkauft. Größere Waldbrände sind, überall wo Schwarzkiefer geschlossen auftritt zu erwarten.

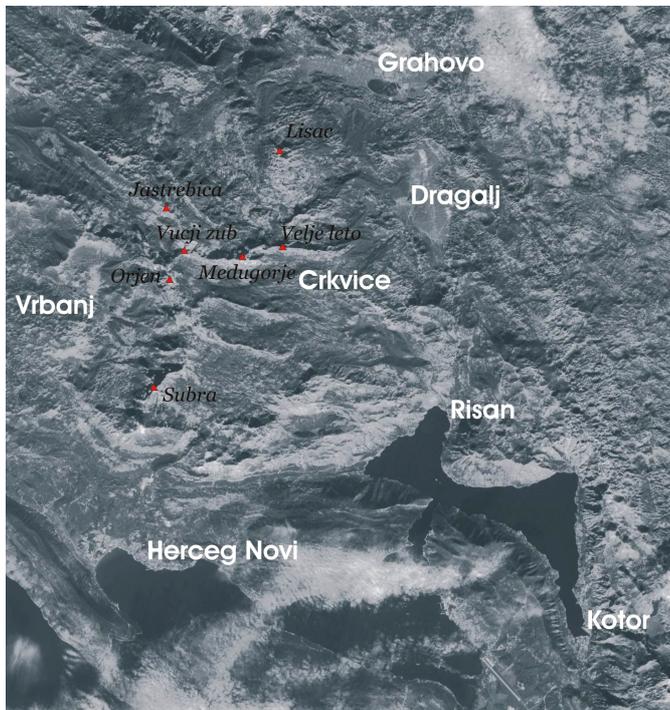


Abb. 3.21 Lage ausgewählter Klimameßstationen im UG. Herceg Novi und Risan sind mediterrane, Dragalj (Podvršnik, 630 m) und Grahovo (710 m) sub-, Vrbanj (1010 m) und Crkvice (940 m) oromediterrane Stationen (Spot pan 10 m 1992).

Für das Klima im UG ist die geographische Lage am nordöstlichen Mittelmeersaum ($42^{\circ}34' N$, $18^{\circ}33' E$ Koordinaten des Hauptgipfels) und das Gebirgsrelief ausschlaggebend. Makro-skalige Zirkulationsvorgänge im Mittelmeer werden daneben auch durch die Topographie der Gebirgsumrandung des Adriabeckens durch meroskalige Vorgänge beeinflusst (JURČEC). Jahreszeitlich alternierende Einflüsse mit zyklonaler Westwinddrift im Winter und der Dominanz des Azorenhochs im Sommer sind im Subtropen Klima Südeuropas für das Wettergeschehen verantwortlich (vgl. WEISCHET & ENDLICHER: 30). Die kalte Jahreszeit ist mit der Verbindung des Azoren Hochs mit dem sibirischen Hoch über dem südlichen Mitteleuropa gekennzeichnet. Der Druckgegensatz zwischen Subtropenhoch und subpolarer Tiefdruckrinne ist aufgrund des extremen Strahlungsunterschiedes auf dem Höhepunkt und resultiert in einer starken Westwinddrift in einer im Vergleich zu Sommer äquatorwärtigeren Lage (WEISCHET & ENDLICHER: 157). Ins Mediterrangebiet dringen so häufig Polarfronten ein. Zwei Felder tiefen Drucks fungieren über dem relativ warmen, inhomogenen Mittelmeer als Bildungszentren von Zyklonen (RADOVANOVIĆ). Sie liegen im Raum zwischen Balearen, Genua und der Nordadria im Westen sowie dem nördlichen Ionischen Meer, dem südlichen Ägäischen Meer und Zypern im Osten. Im Lee der Alpen gebildete

Genuazyklonen sind als „cut off“ „Kaltlufttropfen“ für ihre großen Niederschlagsintensitäten bekannt (vgl. WEISCHET & ENDLICHER). Ins Adriabecken kommen vor allem okkludierte Zyklone an. Die Dinariden blocken die Fronten über der Adria ab, es kommt zur Verschmelzung der Kalt- und Warmfront. Die okkludierte Front wird durch die abgekühlte Kontinentalluft über den Dinariden an der weiteren Strömung behindert. Insbesondere sind damit heftige Steigungsregen an den äußeren litoralen Dinariden verbunden (RADOVANOVIĆ). Auf der Vorderseite entwickeln sich daneben Schneefälle die von November zuerst in den Hochdinariden auftreten. Über der Küste sind zumeist nur heftige Niederschläge, episodisch auch Schneefälle auftretend. Natürlich kann die Konstanz des Einflusses der Fronten nur auf das Küstengebiet nicht sprichwörtlich aufgefaßt werden, da diese zwar exzeptionelle Niederschlagssummen und Intensitäten verursachen, aber nicht am Überqueren der Dinariden gehindert werden. Damit ist auch schon die spezifische Modifikation für die mediterranen Gebiete der Ostadria angesprochen, die ungewöhnlich hohen Niederschläge. Im Mittelmeer werden nirgends ähnliche Durchschnittsmengen noch Absolutwerte erreicht wie an der dalmatinischen Küste. Das UG wird zweifach im gegebenen Kontext herausgestellt: a) es handelt sich um den niederschlagsreichsten Raum Dalmatiens b) es handelt sich um die südlichste und wärmste Region Dalmatiens. Durch maximal dreifach höhere Niederschläge (900 mm zu 2900 mm) auf Meereshöhe sowie anderthalbfache (3500 mm zu 4700 mm) auf 1000 m ü. NN ist der hygrische Gegensatz zwischen nördlicher und südlicher Adria deutlich (MILOSAVLJEVIĆ: 178). Das pluviometrische Regime ist dabei auf Herbst und Winter konzentriert und durch die beständige Folge wandernder zyklonaler Depressionen gekennzeichnet. Die Verteilung der Niederschläge zwischen N- und S-Adria ist ungleich. Nach Norden nehmen winterliche Niederschläge ab, sommerliche zu. So sind insbesondere Julischen Alpen und der slowenische Karst durch sommerliche Humidität, die durch die Zugbahn der als VB bekannten Zyklonen zusammenhängt. Hier fallen 1/3 der Niederschläge deshalb auch im Sommer während entsprechendes für Westmontenegro nur 10 % ausmacht (MILOSAVLJEVIĆ). Der Unterschied des feuchtesten zum trockensten Monat

variiert damit auch zwischen 11,5% im süddalmatinischen und 8% im norddalmatinischen Gebiet. Gewitterneigung im Sommer ist durch Konvektive Bewölkung und heftige Hagelereignisse, deren Maximum mit durchschnittlich fünf über Orjen und den Julischen Alpen verzeichnet ist (FURLAN 1986: 4). Da keine Meßstationen in höheren Lagen des Gebirges liegt, sind konvektive Niederschlagssummen bisher kaum zu quantifizieren. Die Station in Crkvice scheint für die lokalen Sommergewitter kaum repräsentativ. Kalte Arktikluft erreicht das Mittelmeergebiet im Laufe des Winterjahres 4-5 mal. Die Kaltluftausbrüche stammen aus N und NE und je stärker das Hoch entwickelt ist umso leichter überqueren sie die Dinarischen Gebirgsbarriere zum Mittelmeer. Als besonderes Eingangstor ist die Senke des istrischen Karstes für kontinental umgewandelte maritime Kaltluft aus Mitteleuropa bzw. kontinentale Kaltluft aus Nord- und Nordosteuropa wirksam. Bei dem Fallwind reicht die adiabatische Erwärmung über eine Höhendifferenz von ca. 1000 m, zwischen dem Dinarischen Gebirge und der Adriaküste nicht aus, um ihm den Charakter eines kalten Fallwinds zu nehmen, da zum einen die kontinentale Luft mit sehr tiefen Temperaturen ankommt und zum anderen der Kontrast zur erwärmten Luft der Küste besonders groß ist (WEISCHET & ENDLICER: 161). Der Lokalname des Fallwindes ist Bora. Mit der verstärkten zyklonalen Tätigkeit im Mittelmeer wird insbesondere von März bis Mai sowie im Herbst tropische Luft aus Afrika und eines Teils Asiens ins Mittelmeer transportiert. Der warme Südwind wird allgemein als Scirocco bezeichnet und ist in Dalmatien als Jugo bekannt. Tritt dieser in den Sommermonaten auf kommt es zu den höchsten Temperaturen im Adriagebiet. Der Jugo ist aber nur in Ausnahmefällen ein Scirocco, seine spezifischen Entstehungsbedingungen werden in einem eigenen Kapitel zusammen mit der Bora besprochen. RIĐANOVIĆ 1966 deutet aus der südlichen Lage des Orjens an der breitesten und tiefsten Stelle des Adriabeckens sowohl für das Pleistozän als auch aktuell Konsequenzen ab. Zum einen war die pleistozäne Meeresregression für die Position des Orjens

unerheblich, da die Adria hier tiefer als die maximale Regression war und der Meeresboden von der Steilküste schnell bedeutende Tiefen erreicht. Dies war für die Vergletscherung, für die explizit hohe Niederschläge im relativ niedrigen Gebirge eine wichtige Voraussetzung stellten. Zum anderen ist hier heute durch die Breite der Adria die Anfeuchtung und Anwärmung und Reaktivierung von Tiefdruckgebieten nach Überquerung der Apennin Halbinsel gegeben und vorgelagerte Inselketten fehlen. Der Orjen ist zudem auf der Südostseite der Tiefs an der Frontalniederschläge wirksam sind. Zudem ist die subtropische Lage bei 42°N für die Wirkung der unterschiedlichen Strahlungsexposition hervorzuheben. WEISCHET & ENDLICER (S.154) weisen die subtropischen Breiten um 40° N/S als Maximum der Wirksamkeit der globalen Strahlungsexposition aus, da dort die Bestrahlung im Ganzen kräftiger und während des Sonnenhochstandes auf kürzeren Tagesbögen zustande kommt. Sie führen die Wirksamkeit an eiszeitlichen Vergletscherungsspuren, der aktuellen Denudation und insbesondere im Pflanzenkleid an. Von den drei genannten Faktoren sind die zwei letztgenannten im Orjen gut nachzuvollziehen: Glatthänge kommen nur an Südseiten vor, Schatthänge zeigen gebundene Solifluktion und besonders Frostschutt bedeckte Kämme. Vergletscherungsspuren sind im Orjen praktisch Expositionsunabhängig, nur echte Karbildungen fehlen an Südseiten. Hohe Niederschlagssummen verdecken den Effekt. Die expositionsbedingte Differenz der pleistozänen Schneegrenze wird sogar an Südseiten niedriger als an Nordseiten angegeben (vgl. PENCK, GRUND, SAVICKI, LOUIS, VASOVIĆ, MARKOVIĆ). Die tiefst liegende Gletscherzunge ist direkt oberhalb Herceg Novi bei 500 m im Süden, während die Gletscher im Norden in der Bijela Gora zwischen 750 – 1000 m endeten. Dies erklärt sich mit der Geländetopographie, insgesamt waren Nordseiten intensiver vergletschert als Südseiten.

3.6.2 Klimaklassifikationen

WALTER & BRECKLE (:95) übernehmen die bioklimatologische Einteilung von HORVAT, GLAVAC u.

ELLENBERG :

- IV⁵ (Bsp. Durazzo) – submediterran; mit hohen Winterniederschlägen und kurzer Dürrezeit, überleitend zu Typ V. Betrifft die litorale Zone um die Bucht von Kotor.
- V (Cetinje) – submediterran perhumid, ähnlich IV 5, warm-temperierte, immerfeuchte Zone (höchstens 2 trockene Monate) mit deutlichem jahreszeitlichen Temperaturgang, aber nur gelegentlichen Frösten, zum Gebirgsklima überleitend. Submediterrane Stufe zw. 500 und ca. 900 m.
- X² (Crkvice) – mediterran getöntes Gebirgsklima; mit sehr hohen Winterniederschlägen, aber deutlicher Sommerdepression.

Es handelt sich um perhumide winterfeuchte Subtropenklimate, die Bucht von Kotor (Montenegro) gehört zum Lorbeerwaldklima- Zonobiom [V]. Das Orobiome [X²] differenziert sich davon vor allem thermisch. Den jeweiligen perhumiden Varianten [IV⁵, V, X²] der Zonobiome zugehörend, ist der südalmatinische Raum durch günstige hygrische Verhältnisse gekennzeichnet. Diesem stehen die hydrologischen Verhältnissen entgegen, da mit der Neretva nur ein größeres adriatisches Flusssystem entwickelt ist. Eine effektive Klimaklassifikation liegt mit der detaillierten Anwendung der Köppenschen Klassifikation für exJugoslawien vor (MILUTINOVIĆ 1973). Danach gehört das Gebirge zum

- Klimatyp *Cs''b*, Bucht von Kotor Typ *Cs''a* (*s''*= doppelte winterliche Regenzeit) (ŠEGOTA). Der besondere Charakter der mediterranen Bergstation Crkvice durch Klimatyp *Cfsb* (*fs*= ohne sommerliche Trockenheit). (MAKANJIĆ: 184).
- Zu *D* Klimaten zählen dinarische Hochgebirge, aber wie der Velebit, auch litorale Bergländer. Zum *D* Klima gehören die Hochlagen des Orjens. Sie nehmen nur kleine Flächen ein.

Bekanntlich sind Niederschläge im Mediterrangebiet durch eine negative Differenz zwischen Sommer und Winter ausgezeichnet (WEISCHET & ENDLICHER: 173). An der dalmatinischen Küste ist der Herbst die Niederschlagsreichste Jahreszeit, die sommerliche Trockenperiode wird dadurch stark verkürzt. Die orographische Wirkung die lokal von Gebirgshinterland und insbesondere im Bereich der Bucht von Kotor ausgeht, kann nicht genügend hervorgehoben werden. Neben der hypsometrischen thermischen Änderung sind ventilatorische und hygrische Bedingungen durch Relief und

Topographie extrem modifiziert. Die pluviometrische Eigentümlichkeit der Bucht von Kotor beschreibt VUJEVIĆ (1955: 16):

„Le même phénomène, plus marqué encore, se produit dans la région des Bouches de Kotor. (...) Là, la différence des précipitations augmente fortement et d'une manière disproportionnée, de 1000 à 5300 mm du Cap Oštra jusqu'à Crkvice. C'est le coin le plus pluvieux de l'Europe. Il est étonnant de voir la différence des précipitations augmenter notablement de l'entre des Bouches de Kotor jusque'à leur fond, et cela dans les stations qui se trouvent sur le rivage même, c'est-à-dire de Kumbur à Risan, sur une distance en ligne droite de 11 km. A Risan, au pied de la montagne, la hauteur annuelle des précipitations est également très augmentée, car c'est de là que commence à s'élever le courant ascendant forcé des masses d'air, avec toutes ses conséquences dynamiques.“

Ein positiver Effekt resultiert in einer weniger starken relativen Differenz zwischen Sommer- und Herbstniederschlag, der mediterrane Niederschlagsgang ist zwar entwickelt aber keineswegs so ausgeprägt wie weiter südlich in der albanischen Niederung. Dalmatien ist klimatisch im Mediterranraum durch die abgeschwächte Trockenheit begünstigt. Der pluviometrische Einfluß des mediterranen Klimas ist Küstenparallel noch 90-130 km weit in die Dinariden zu verfolgen (VUJEVIĆ 1955). Die Barriere der Hochdinariden ist insgesamt eine effektive Klimascheide zwischen dem mediterranen Küstensaum und gemäßigt kontinentalen Bereichen. Am wenigsten schlägt sich dies in der Niederschlagsverteilung, besonders ausgeprägt aber in der Quantität aus. Eine klimatische Differenzierung wird noch durch Beckenlandschaften und das stark gekammerte Relief gegeben. Insbesondere sind hygrische und ventilatorische Bedingungen dadurch modifiziert. Tellurisch sind Adria, und NW-SO streichende Gebirgsketten wirksame Komponenten für die Zirkulation. Im Küsten und Gebirgsstau gleiten feuchte Warmluftmassen orographisch bedingt auf, diese Labilisierung führt zu höchsten Niederschlagsmittelwerten in Europa. Diese sind auf das Winterhalbjahr konzentriert, die Sommer sind nur durch eine verkürzte halbtrockenzeit gekennzeichnet. Edaphische Bedingungen treten somit auch in den Vordergrund.

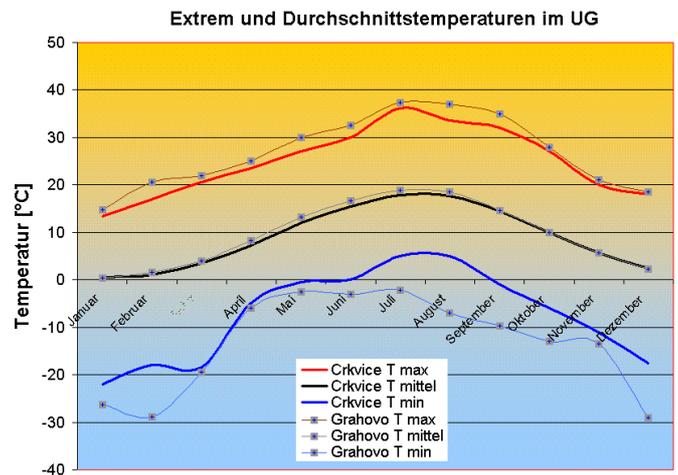
3.6.3 Temperatur

Ort	Periode	Höhe [m]	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Dubrovnik	1931-1960	49	8,6	9,3	10,6	13,9	18,1	22	24,6	24,5	21,5	17,4	13,5	10,4	16,2
Herceg Novi	1951-1990	34	8,2	8,7	10,5	13,7	17,9	21,7	24,3	24,1	20,8	16,6	12,7	9,9	15,8
Trebinje	1925-1940	276	5,2	5,5	8	11,8	16	20,8	23,5	23,2	19,2	14,3	10,4	5,9	14,4
Lastva	1931-1960	394	3,8	5	7,4	11,4	15,9	19,8	22,3	21,4	18	12,8	9	5,2	12,7
Grahovo	1951-1990	710	0,4	1,5	3,9	8,3	13,2	16,7	18,9	18,5	14,5	9,9	5,7	2,3	9,5
Crkvice	1951-1990	940	0,5	1	3,4	7,2	12	15,4	17,9	17,7	14,4	10	5,7	2,5	9,0

Tab. 3.2 Temperatur ausgewählter Stationen in Süddalmatien, Montenegro und Herzegowina (MAKAJANIC 1990, RADOJČIĆ 1996)

Aus Tab. 3.2 geht hervor das die Temperaturen in der Region des UG zwischen subtropisch maritimen Küstenlagen und deutlich kühleren winterkalten Gebirgslagen durch ein Jahreszeitenklima mit ungleich lange Jahreszeiten gekennzeichnet, die in jeder Höhenlage eine ausgeprägt langen Sommer aufweisen (selbst die Bergstationen erreichen schon im April Durchschnittstemperaturen die für Baumwachstum ausreichen). Ausgeprägte Winter sind nur in den Hochlagen verzeichnet.

Wie in Abb. 3.22 zu sehen sind hier sogar extreme tiefe T, bei der kontinentaleren Station Grahovo in geschlossener Beckenlage sind sogar ganzjährige Fröste möglich. Die maritimere Station Crkvice ist dagegen von Mai bis September frostfrei. Die hohen Niederschläge sind zudem mit einen feuchtadiabatischen Wärmegewinn, der im Herbst und Winter für höhere Temperaturen in Crkvice als Grahovo sorgt. Dubrovnik und Herceg Novi haben milde Winter und mäßig heiße Sommer. Trebinje und Lastva als submediterrane Stationen haben schon etwas akzentuiertere Winter. Ein Ausgleich sowohl winterlicher wie sommerlicher Extreme wird durch das adriatische Meer bewirkt, ist aber in der kalten Jahreszeit ausgeprägter. Kontinentale winterliche Kaltluft erreicht im Winter die Küstengebirge, als kalter Fallwind fließt sie in Form der Bura dann auch in Küstenlagen. Frost mit $-5^{\circ}\text{C} < T_{\text{min}} < -8^{\circ}\text{C}$ (RADOJČIĆ) kommen auch hier vor. Der thermische Gradient zwischen Küsten- und Hochlagen ist ausgeprägter als im Landesinneren und im Winter am größten. Zwischen Herceg Novi und Crkvice erreicht er im Jahresdurchschnitt $0,76^{\circ}\text{C}$.



bb. 3.22 Jährlicher Temperaturgang Crkvice (Orjen) und Grahovo: 1951 – 1990. Daten: Godišnjak SHMZ, Extremwerte aus DUBLJEVIĆ: 15. Bei der geringen Entfernung von 7 km fällt der relativ kontinentalere Jahresgang der absoluten Extremwerte von Grahovo auf. Die Variabilität der T ist ausgeprägt und fällt bei absoluten Minimas am stärksten ins Gewicht. Die tiefste gemessene T in Crkvice lag bei $-22,3^{\circ}\text{C}$ in Grahovo bei $-28,8^{\circ}\text{C}$, dass obwohl Crkvice 200 Meter höher liegt (940 zu 710 m) und die Durchschnitts-T höher liegt. Winterliche Inversionslagen im Polje von Grahovo und insbesondere Kaltlufteinbrüche, die bis ans Mittelmeer vordringen spielen dabei eine Rolle..

Tage mit tropischen T treten an der Küste von Mai bis Oktober auf (im Durchschnitt 29 Tage über 30°C , RADOJČIĆ). Die T hängen zudem von den Niederschlagssummen ab die im Sommer abkühlend, im Winter erwärmend wirken. Frostwechselfrequenz subtropischer Gebirge ist an Schatthängen charakteristisch. Eine Soliflukionsstufe kann zwar nach vorliegenden Erkenntnissen noch nicht mit Sicherheit festgelegt werden. Strukturböden sind zumindest auf der Nordseite der Jastrebica in 1750 ± 50 m gefunden. Großteils fehlende geschlossene Rasendecken lassen eine Frostschuttzone hervortreten. Sie ist besonders im Dobri do Tal an Schatthängen der Buganja greda sehr markant und zieht sich über mehrere Kilometer hin. Südhänge kennzeichnen Glatthänge wie die Duga (Regenbogen)

Kämme über Vrbanj, oder die Dobroštica Süd-abdachung oberhalb Herceg Novi. Die starken Expositions-unterschiede subtropischen Hochgebirge, zeigen sich explizit in der Vegetationsdecke. Deren bestes Beispiel im Orjen die Weißtanne ist, da sie exklusiv nur auf Schattseiten erscheint. Auf letztere Beobachtung wird noch intensiver eingegangen. Im Orjen ist ein relativ dichtes Netz meteorologischer Stationen vorhanden. Da die Stationen teilweise zu unterschiedlichen Perioden in Betrieb waren, sind Aufzeichnungen aber nicht immer homogen.

MELIK (1956) wertete alle verfügbaren Niederschlagsmeßdaten aus, um sie mit den regenreichsten Stationen der Britischen Inseln zu vergleichen. Aufgrund der Meßdaten der Stationen Crkvice 1097 m (1888-1954), Jankov vrh 1017 m (1889-1913), Goli vrh 1311 m (1889-1914) und Cetinje 671 m (1824 –1955) schließt er, daß Orjen regenreicher als vergleichbare Stationen im Nordatlantik ist. RIĐANOVIĆ (1966) fügt weitere Daten hinzu, die zumeist kurze stichpunktartige Aufzeichnungen liefern, Grab Župci (1934 – 1960) u.a. Im Meteorologischen Jahrbuch sind heute nur mehr die Stationen Cetinje (1960-1984), Crkvice (1888-1984), Podvršnik (1960-1984), Grahovo (1960-1984), Herceg Novi (1960-1984), Kneželaz (1960-1984), Risan (1960-1984), Vrbanje (1960-1984) verzeichnet. Niederschlag, Schneedeckendauer, maximale Schneedeckenhöhe und Schneeniederschlag sind verzeichnet.

Insgesamt ergibt sich daraus ein relativ schlüssiges Bild der meteorologischen Verhältnisse im Orjen, in Hochlagen fehlen aber Stationen. Windmessungen sind aus RIĐANOVIĆ (1966) übernommen und geben Hinweise auf die Häufigkeit maritimer und kontinentaler Winde, unter denen der Bora für die Vegetation eine große Bedeutung zukommt. Ivanova korita und Cetinje liegen im benachbarten Lovćen und sind beim Niederschlag mitaufgeführt (RADOVANOVIĆ).

„The darkness was so great that the nearest objects were invisible. The rain fell in sheets of water; the lightnings played along the heights which rise around the basin of Cetinje, and crowned them with circles of fire. All night long and until the next day the thunder crashed without intermission. When morning came the plain around the capital wore the appearance of a swamp, and broad pools covered the whole of the ground. The corn was entirely under water, and the wells, which the evening before were almost dry, were now overflowing. Every trace of the storm, every vestige of water, disappeared during the day.“ Henri Delarue: Le Monténégro. In: DANTON. 1877 (S. 39).

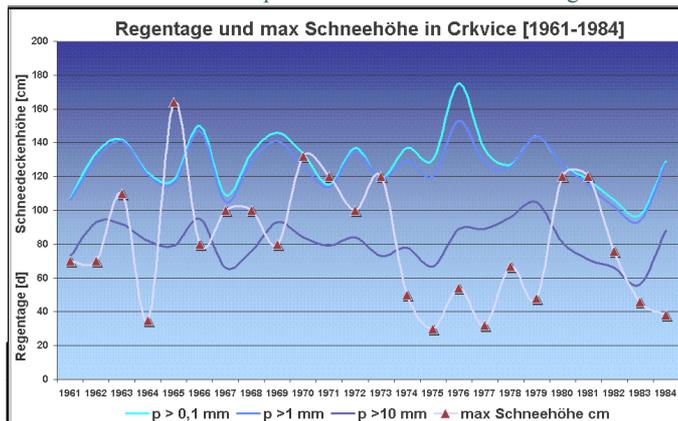


Abb. 3.26 Regentage und max. Schneehöhe in Crkvice (1961 – 1984). Daten: Godišnjak SHMZ II 1961-1984

Tage mit Schneefall [$>0,1\text{mm}$] und Schneedeckendauer [d]

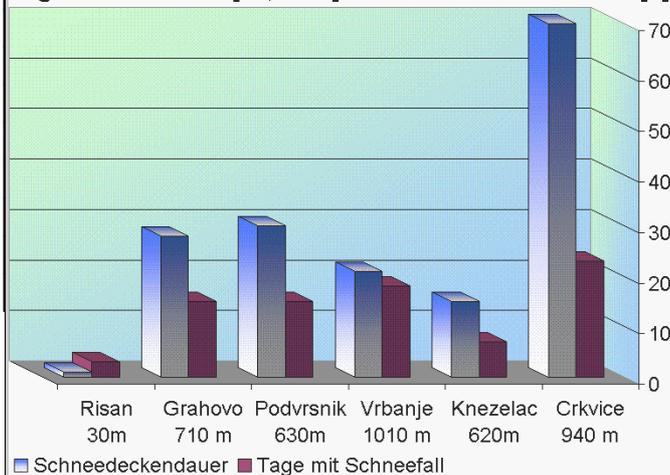


Abb. 3.27 Durchschnittliche Schneedeckendauer und Tage mit Schneefall im UG (1961-1984). Daten Godišnjak SHMZ

Höhenintervall	Fläche im Orjen	Schneedecke [d]
800-1000 m	403,9 - 217,8 km ²	30
1000-1300 m	217,8 - 81,7 km ²	60
1300-1600 m	81,7 - 11,5 km ²	90
1600-1850 m	11,5 - 0,6 km ²	120

Tab. 3.4 Schneedeckendauer im Orjen. Schneedecke nach Atlas Klime SFRJ, Flächendaten RIDANOVIĆ 1966:14



Abb. 3.28 Orbview-2, SeaWIFS, 03/23 2000

Der Südostdinarisch-westserbische Raum im Satellitenbild vom 23.3.2000 ist verschneitetes Gebiet im Balkan. Unter den litoralen Gebirgen sind nur Velebit und die Region um die Bucht von Kotor mit Orjen und Lovćen durch spätwinterliche Schneedecke, gekennzeichnet.



V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
130	73	28	45	160	181	326	262	1974
153	101	66	123	188	295	423	434	3105
142	94	55	103	202	416	508	473	3224
151	101	77	132	238	465	593	586	3820
181	104	70	122	224	369	565	536	3742
207	120	72	136	268	400	629	661	4358
198	135	82	155	295	502	714	683	4774
128	198	74	46	94	300	694	972	46148
188	148	75	70	215	473	415	327	3129
212	124	55	58	202	484	579	501	3750
164	92	72	118	209	306	489	498	3394
183	83	59	86	173	360	447	485	2985
119	70	43	76	110	239	247	249	1762
79	60	24	38	97	156	213	186	1307

almatien, der Herzegowina und Montenegros Daten: Godišnjak zupci) RADOVANOVIĆ (Ivanova korita).

Den regenbringenden mediterranen Zyklonen zugekehrt, kommt es an der Luvseite der Dinariden zur orographischen Hebung feucht maritimer Luftmassen die tropische Niederschlags-Werte und Intensitäten verursachen. Im Gebirgrücken der Bucht von Kotor erreichen sie maximale Werte $p > 4500$ mm, die höchsten Niederschlagssummen in Europa (MELIK, WEISCHET & ENDLICHER: 162, Abb. 3.25). Bei 129 Regentagen ($p > 0,1\text{mm}$, 125 Tage $p > 1\text{mm}$, Periode 1961-1984, Daten: Godišnjak SHMZ) und jährlich 5 m Niederschlagshöhe (Crkvice im Orjen, aber auch Ivanova korita im Lovćen, vgl. RADOVANOVIĆ) treten durch latente Labilität und Konvergenz der orographisch gehobenen und gestauten Luftmassen im UG große Intensitäten (von den 129 Regentagen sind 82 mit Intensitäten > 10 mm, Abb. 3.26). Maximale Tageswerte sind für den Zeitraum von 1923-1984: 480 mm (21.XI.1937), 412,4 mm (2.III.1935), 411,4 mm (25.X.1937), 393,4 mm (6.XI.1934), 390 mm (9.IV.1970), 385,6 mm (13.IV.1976), 385 mm (5.II.1969), 370 mm (20.X.1960), 338,4 mm (23.I.1940), 321,2 mm (17.II.1975) usw. (Daten: Godišnjak SHMZ). Dies sind die in den

Dinariden größten bekannten Niederschlagsmengen und Intensitäten (FURLAN).

Auch für Küstenstationen sind sie verzeichnet, Risan 352 mm (18.XI.1937), Herceg Novi 327,1 mm (19.XI.1985). Ursächlich ist die unmittelbare südadratische meernahe Lage, an der Vorderseite von Genua-Adria Zyklonen und in Genuß warmer wasserdampfgesättigter Maritimluft kommt die auf das orographische Hindernis stößt. Der orographische Effekt der Gebirgsbarriere wird durch das Gefälle zwischen der süddalmatischen Insel Palagruža (417mm) und Crkvice (4629 mm), dem größten bekannten Gradienten in Europa deutlich (WEISCHET & ENDLICHER). Die Niederschlagsstation Crkvice ist im Zuge der österreichischen meteorologischen Stationen in der ehemaligen Grenzkaserne Crkvice 1888 eingerichtet worden. Außer kriegsbedingter Unterbrechungen, wurde durchgängig aufgezeichnet. Die absolute Variabilität von 5300 mm (2700 – 8000 mm/m²a) ist sehr hoch (Abb. 3.24). Neben Berg- haben auch Küstenstationen hohe Niederschlagssummen: Risan 3458 mm (1934-1960), 3218 mm (1951-1984), Herceg Novi 1958 mm (1954-1960) (Tab. 3.3). Der Höhengradient zwischen Risan und Crkvice wird mit 255mm/100m angegeben (RADOJČIĆ 1996: 110).

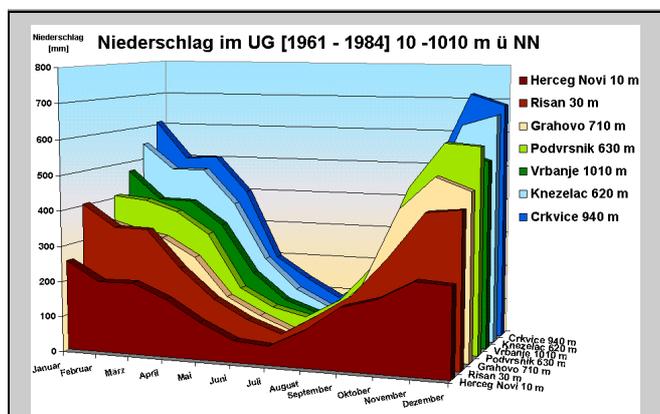


Abb. 3.23 Niederschlagsmeßstationen im UG
Niederschlag in Crkvice 1888-1984

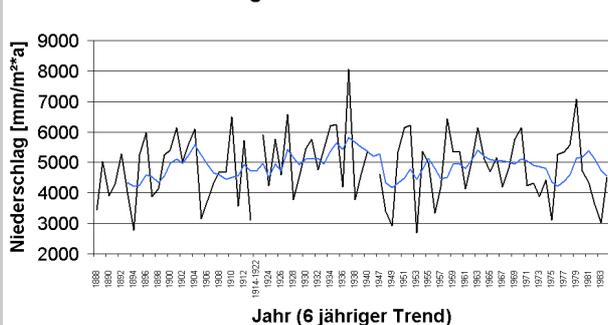


Abb. 3.24 Niederschlagsreihe Crkvice. Godišnjak SHMZ

Über das Transekt Risan – Kneželac – Crkvice ergeben sich 208mm/100m auf den ersten 600 m sowie 138 für die

nächsten 300 Höhenmeter. Der Gradient der ganzen 900 m ist 185mm/100m. Er ist aber nicht nur im Inneren der Bucht von Kotor so hoch. Über Herceg Novi nach Vrbanje ergeben sich 171mm/100m. Damit sind Topographie und reliefbedingte Unterschiede wirksam, die bei den absolut hohen Summen aber untergeordnet sind. Interessant bleibt in dem Kontext eng um die Bai von Risan begrenzte Formation der Lorbeer-Oleander Formation. Die lokalklimatisch humidste Lage der Bucht, wird dazu noch durch ungewöhnliche „Zinnenkarren“ unterstrichen. Nach RADOJČIĆ (1996: 110) ist zwischen SO, S und N Seiten auf 500 m ü. NN ein Unterschied von 1100 – 1650 mm bei den Niederschlagssummen zu messen. Der größte dabei zwischen SO und N. Wenn man im N die Stationen Grahovo (710 m ü. NN) und im SO Kneželac (620 m) als repräsentativ für Unterschiede bei Lee und Luv Lagen für die Periode 1961-1984 nimmt (Tab. 3.3, Abb. 3.23), so beträgt dieser 1134 mm. Da aber keine Vergleichbarkeit bei Topographische und Relief herrscht, Grahovos liegt im flachen Polje, Kneželac unterhalb in der Stausituation der Orjen Kämme, kann der Lee und Luv Effekt bei Niederschlägen nicht quantifiziert werden. Besser vergleichbar ist dagegen der ausgeprägte Unterschied zwischen SW und SO. Hier sind Vrbanj und Crkvice besser zu vergleichen da Luv Situation ähnliche Reliefbedingungen und Höhenlage gegeben sind. Hier sind die Unterschiede immerhin 1032 mm. Nimmt man dazu noch die Küstenstationen Herceg Novi und Risan so beträgt auch hier der Unterschied 1131 mm. Vrbanje und Herceg Novi scheinen damit repräsentativ für normale Verhältnisse im Luv zu stehen. Die inneren Bereiche der Bucht von Kotor haben augenscheinlich eine durch Düseneffekte erheblich gesteigerte Intensität bei Niederschlägen. Regentage ($p > 0,1$ mm, 1961-1984): Risan 108, Crkvice 129, Herceg Novi 131, Vrbanje 119, ($p > 10$ mm, 1961-1984): Risan 70, Crkvice 81, Herceg Novi 53, Vrbanje 73 (Daten: SHMZ). Herceg Novi hat aber sogar noch etwas mehr Regentage als Crkvice, jedoch deutlich weniger intensive Regenereignisse als Risan (70 zu 53). Hier zeichnet sich die Stauung der Bewölkung im Inneren der Bucht deutlich ab, schwache Bewölkung führt aber eher in äußeren Bereichen zu Niederschlag. Vrbanje ist in allen Fällen durch weniger Niederschlagstage wie geringere Intensitäten gekennzeichnet. Für Hochlagen bedeuten Wasserdampf gesättigte

Warmluftmassen ergiebige Naßschneefälle. An der Küste treten Schneeperioden an 2-10 Tagen im Jahr auf, Crkvice hat im Durchschnitt (1961-1984) 70 Tage (Abb. 3.27). An der SW Seite im höher gelegene Vrbanj ist Lage und expositionsbedingt nur an durchschnittlich 21 Tagen eine Schneedecke gebildet. Lage und Exposition sind neben der Höhe für die Länge Schneedecke damit die hier ausschlaggebenden Parameter (tab. 3.4). Längeren Schneeschutz haben insbesondere nordseitige Expositionen der Gebirge (Frost). Die niedrig liegende pleistozäne Schneegrenze im Orjen lässt auf ähnlich feuchte Bedingungen wie heute schließen. Der Orjen war eiszeitlich stärker vergletschert als Taurus und Hoher Atlas. Eine weitere Besonderheit ist die hohe Frequenz von Hagelereignissen im Velebit, Orjen sowie den Julischen Alpen (FURLAN, 1986). Die größte Häufigkeit erreichen diese im Gebirge im Juni/Juli in tieferen Küstennahen Gebieten im zeitigen Frühjahr somit in der Vegetationsperiode und liegen bei über 6 Hagelereignissen pro Jahr. Eine eigene Beobachtung eines mehrstündigen Hagelereignisses, am 05.06.2001, hatte leichte Beschädigungen an Blättern und Blüten der Krautflora zur Folge. Die Hagelkörner waren auch noch zwei Tage nach dem Niedergang vorhanden. Die sommerliche Trockenperiode dauert meist nur 2 Monate und unterscheidet das süddinarische Litoral von anderen Mittelmeerregionen (WEISCHET & ENDLICHER). Die Schneedecke baut sich im Orjen im Laufe des Novembers auf. Die Schneedeckendauer ist zudem stark abhängig von der Exposition. Eine perennierende Schneedecke die länger als einen Monat liegen bleibt wird diesem entsprechend, selten tiefer als auf Höhe der unteren Buchwälder gebildet. In der oromediterranen Stufe dauert die Schneedecke dann min 2 Monate. In Crkvice sind durchschnittlich 70 Tage mit Schneedecke verzeichnet (1961-1984). Im selben Zeitraum war die größte Schneedecke eines Winters mit 164 cm (1965), die niedrigste mit 24 cm (1975) angegeben. Im höher gelegenen Vrbanje ist die Schneedecke aus Expositionsgründen kürzer, im durchschnitt sind hier in 1010 m ü. NN 21 Tage mit Schneedecke verzeichnet. Bei durchschnittlich 18 Tagen mit Schneefall taut dieser zumeist am selben Tag wieder weg. Die maximale Schneedecke in Vrbanje war mit 90 cm 1965 verzeichnet. Unterhalb der Buchenstufe bleibt Schnee nur bei günstiger Lage länger liegen die Stationen Podvršnik im Polje Dragalj

sowie Kneželac direkt oberhalb Risan verdeutlichen dies. Im submediterranen Kneželac sind noch 15 Schneedeckentage im gemessen, die max. Schneedecke wurde mit 78 cm wiederum 1965 gemessen. Im mediterranen Raum bleibt Schnee nur episodisch länger liegen. Ungewöhnlich mutet aber die Situation in Risan an, im Schneereichen Winter 1965 vielen hier 93 cm Neuschnee der sich 9 Tage hielt. Und 1983 war bei 19 Schneefall Tagen an 43 Tagen eine Schneedecke verzeichnet (Daten: Godisnjak SHMZ). Die episodischen Schneefälle in der Bucht von Kotor führen explizit nur in der Bai von Risan zu „längeren“ Schneedecken. Persönliche Mitteilungen der Bewohner bestätigen, daß Risan in bestimmten Jahren eher an einen Gebirgsort, denn maritimen Küstenort erinnert, zuletzt im Winter 2001/2002 der Fall. Für die Hochregionen bedeutet dies eine bis in den Spätfrühling durchgehende Schneedecke. Die Aperlzeit oberhalb 1200/1300 m ist Mitte Mai. Hochregionen der Bijela Gora sind jedoch noch bis im Mai schneebedeckt. Anfang Juni finden sich letzte kleine Schneereste am NW Hang des Orjen Gipfels sowie auf der N Abdachung der Jastrebica. In Jamen bleibt der Schnee aber ganzjährig konserviert. Jamen die zudem noch im schützenden Buchenwald liegen sind noch bis an die Oberfläche Schneegefüllt, die Vegetation um diese Eiskeller kann phänologisch mehrere Wochen hinterherhinken. An Schneelöchern in 1500 m Höhe fand sich Mitte September *Lilium candidum* in Blüte, dessen Hauptblütezeit Juni ist. Die Schneelöcher waren im wasserarmen Karst jahrhundertlang für die Wasserversorgung der Bevölkerung genutzt. Der Naßschnee der typischerweise im maritimen Orjen niedergeht, ist für Nadelbäume durch seine ungünstigen Eigenschaften von Nachteil. Schneebruch und der im warm-humiden Klima geförderte Schneeschimmel scheinen insbesondere Tannen stark zu beeinträchtigen. Daß die häufig beobachteten Wipfelbrüche bei Weißtannen primär auf Schneebruch zurückgehen, ist anzunehmen. Nur an sehr exponierten Lagen dürfte auch Windbruch häufiger sein. Interessant ist bei der Verbreitung der Tanne im Orjen zum einen ihre Einengung auf Leelagen und zum anderen ihr höhenbedingtes Ausfallen oberhalb 1550 m. Naheliegend ist hier an eine durch lange Schneedecken verursachte Begrenzung zu denken (vgl. ELLENBERG 1996). Die kleine Population am Velje leto war in mehrfacher Hinsicht aufschlußreich, da hier erstens eine

Luvlage genau im perhumiden Winkel oberhalb der Bai von Risan, zum anderen warm-humide Bedingungen einer Windecke herrschen (vgl. Abb. 3.27). Da nur hier submediterrane und temperate Elemente in dieser Eindeutigkeit gemischt waren, kann mehrfach Rückschlüsse auf das Lokalklima des Standortes gemacht werden. Die Luv-Lage des windausgesetzten, steilen Karst-Blockhalde, läßt keine durchgehende Schneedecke zu. Schneefall ist hier zwar häufig aber dieser hält sich zum der starken Winde und der warmen Lage nicht lange. Tannen auf dem Standort in 1450 m Höhe erreichen hier selten ein höheres Alter, vielfältig geschädigte Bäume prägen das Bild. Es fehlte zudem der Jungwuchs, was ganz untypisch ist, da in tannenreichen Beständen dieser immer sehr häufig ist. Aufgrund der starken Winde werden die Samen der wahrscheinlich weit über den Grat auf die Lee-Seite verfrachtet. Mit den humiden Verhältnissen ist die durchschnittliche hohe Luftfeuchte der Region verbunden. Sie ist in Cetinje im Jahresdurchschnitt bei 78,3%. Dabei stellt der Oktober mit 98,2% relativer Luftfeuchte das Maximum, in Crkvice werden 82 % für den Januar angegeben. Die niedrigste Luftfeuchtigkeit ist im August bei 69,3% (RADOJČIĆ 1996: 106). Bei der

Bewölkung stellen die Wintermonate wiederum die Maxima. Starke Bewölkung mit durchschnittlich über 5/10 Himmelsbedeckung tritt von November bis Mai auf. Interessant ist das der Juli mit 4,6 in Crkvice erheblich stärker bewölkt ist als in H. Novi (2,6), Cetinje (2,6) (RADOJČIĆ 1996: 107). Hier ist konvektive Bewölkung ursächlich, die im Orjen öfter auftritt als im Lovcen. Die größere Massenerhebung des erstgenannten Gebirges mag dafür ein Grund sein. Im weiteren Kontext nehmen die zyklonalen Niederschläge der östlichen Adriaküste im Winter sukzessive nach NW ab. Umgekehrt verhält es sich mit Sommer-niederschlägen, die von SO (Montenegro) nach NW (Slowenien, NW Kroatien) zunehmen (GAMS).

3.6.5 Aridität der Vegetationsperiode

In der sommerlichen antizyklonalen Hochdrucklage über dem Mittelmeer ist der Niederschlag während der Vegetationsperiode spürbar verringert. Die sommerliche Trockenzeit ist daher für die Vegetation ein limitierender Parameter. Der sommerliche Wassermangel wird über den Quotienten aus Niederschlag zu Evapotranspiration, aus Temperatur- und Niederschlagswerten im Thornthwait-Index für die potentielle Evapotranspiration berechnet. Dies wurde von GAMS (1978a, 1978b) für das UG 1931-1960 errechnet. Nach Thornthwait wird gewöhnlich die jährliche Aridität berechnet. Dabei wird angenommen, daß die Bodenfeuchtereserve aus den humiden Monaten der kühleren Jahreshälfte den Wassermangel der ariden Monate mildern oder ausgleichen kann. Die pedologischen Verhältnisse, insbesondere Bodentiefen sind dafür aber wichtige Ausgangsparameter. Die Bodenfeuchte sinkt in der Vegetationsperiode insbesondere in den flachgründigen Kalkböden der Gebirge bis zur Welkefeuchtigkeit ab (vgl. BURLICA). GAMS (1978a)

berücksichtigte für die Aridität der Vegetationsperiode die Monate Juni bis August. Für jeden Monat der Vegetationsperiode wurde der Unterschied zwischen den Niederschlägen und der potentiellen Ep berechnet.

	MONAT IV – IX	MONAT VI - VIII
Arid	Niederschlagsdefizit ≥300 mm	Niederschlagsdefizit ≥300 mm
Semiarid	Niederschlagsdefizit 0 - 300 mm	Niederschlagsdefizit 0 - 300 mm
Semihumid	Niederschlagssuffizit	Niederschlagssuffizit
Humid	Niederschlagssuffizit 0 -200 mm	Niederschlagssuffizit 0 -200 mm
perhumid	Niederschlagssuffizit ≥200 mm	Niederschlagssuffizit ≥200 mm

Tab. 3.5 Niederschlagsdefizit (-suffizit) (aus GAMS 1978a: 184).

Temperaturschwellenwerte sind 5 °C für die Vegetationsperiode und 10°C für Baumwuchs, Kalkunterlage modifiziert

den Temperaturgang: im Sommer kühler und Winter wärmer (GAMS 1978a: 185). Die errechneten Werte sind komparative Werte, die grundsätzliche makroklimatische Bedingungen spiegeln sie gut wieder. Für das UG ist die Station Crkvice sowie Cetinje Küsten- und Tieflagen Stationen ausgewertet (Tab. 3.7). Als perhumid sind Julische Alpen und NW-Dinariden, als semihumid und semiarid die SO-Dinariden benannt. Die Verhältnisse im Orjen beleuchtet GAMS (1978a: 188):

„Ein extremer Fall ist die Station Crkvice am Südhang des Orjen in 1054 m Meereshöhe: Juli 19,3°C, Summe von 10°C: 2867°C in 175 Tagen, der Jahresniederschlag 4926 mm (1925-1940 5317 mm), Monate IV-IX 1082 mm. Das Dezember Niederschlagssufizit von 847 mm verringert sich im Lauf des Jahres und wandelt sich in ein Defizit von 42 m im Juli um. (...) Die Vegetationszeit weist aber immer noch ein Suffizit von 554 mm auf.“

GAMS (1978b: 372, a. d. serb.kroat.) leitet daraus ab:

„Der Sommer ist trotz des Niederschlagsmaximums des Landes arid, die höchsten Gipfel während der Vegetationsperiode semiarid bis semihumid.“

	p-PE IV-IX [mm]	p-PE VI- VIII [mm]	\sum T \leq 10°C	dauer T \leq 10°C	durch. Juli T	durch. Januar T	p I-XII [mm]	p IV-IX [mm]	p-PE I-XII [mm]
CETINJE CRKVICE	232	-112	3124	188	21,1	0,9	3736	809	3072
	554	-42	2867	175	19,3	0,7	4926	1084	4309

Tab. 3.6 Klimatische Eckwerte für die Aridität-Humidität Beziehung von Crkvice und Cetinje (aus: GAMS 1978b: 369). p= Niederschlag, PE = potentielle Evatranspiration, T = Temperatur. 1931-1960.

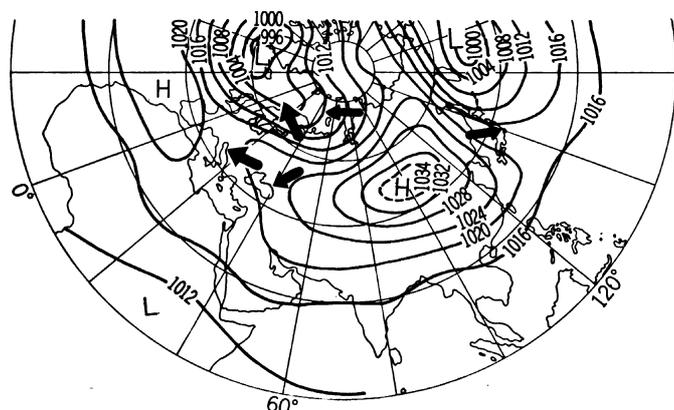
Vergleichsweise humid sind dagegen die Hochregionen Unterkrains und der Julischen Alpen die ein maximales Niederschlagssufizit von 1608 mm erreichen. Trotz der deutlichen Unterschiede in den maximalen

Niederschlagssummen ist damit die Niederschlagsreichste Region der Dinariden bezogen auf die Vegetationsperiode nicht deren humidste Region. Die Niederschlagsverteilung ist hier der ausschlaggebende Parameter. Neben den klimatischen Kennwerten ist die Feldwasserkapazität und Welkefeuchte der Böden wichtig. Für Rot- und Braunlehm Böden ist eine Feldkapazität von 21 % und Welkefeuchte von 13 % gefunden worden (GAMS1978a: 1991). Der Anteil der Tonfraktionen ist ausschlaggebend für die Feldkapazität und Welkefeuchte. Im Untersuchungsgebiet konnte in allen drei Bodenfraktionen über 10 % gefunden werden. Die Probe der Zestikova kita sogar über 20 %. Die Moräne des Gvozd hat noch über 10 % Sandfraktion und auch das Porenvolumen lag mit 60 % am höchsten. Die Böden der Hang- und Muldenlage waren dagegen dicht und wirkten bei der Geländeansprache sehr feucht. Sie sind tiefer entwickelt als die nicht verbrauchten Rendzinen der flachen Moräne des Gvozd. Da die Feldkapazität nicht gemessen wurde, muss aufgrund der Vegetation auf hygrische Verhältnisse rückgeschlossen werden. Alle drei Proben sind im Tannen-Buchenwald genommen, jedoch ist die Tanne auf der Moräne ausgesprochen dominant und der Wald macht hier den Eindruck eines Nadelbaumforstes. Sie ist sie der Buche mindestens ebenbürtig und dominiert in unteren wie oberen Schichten. Die Standorte der Hanglage und Muldenlage waren durch sehr wüchsige Bestände mit exzeptionellen Einzelbäumen gekennzeichnet und nicht so dicht geschlossen. Hier ist zumeist die Buche häufiger und die Tanne in Gruppen eingestreut. Die Moräne scheint sich damit als trockener Standort auszuzeichnen, auf dem die Tanne etwas besser fortkommt als die Buche.

I

„Die Bora, der große Störenfried dieses Meeres, erhebt sich stets ohne das kleinste Warnungszeichen; mit der Gewalt eines Tornados überfällt sie die Seeleute und gestattet nur dem Kühnsten, auf Deck zu bleiben. Manchmal tobt sie wochenlang und am heftigsten zwischen der Bucht von Cattaro und dem Süden von Istrien. Der Dalmatiner aber ist von Kindheit an gewöhnt, ihr zu trotzen, er wird hart unter ihrem Atem und verachtet die armseligen Winde anderer Meere. So tun sich Luft, Land und See zusammen, um den robusten und nüchternen Seefahrer dieser Küste zu zeugen.“ KARL MARX: *Der Seehandel Österreichs*. Daily Tribune 5082, 4.08.1857, New York (a. d. engl.). In: Karl Marx/Friedrich Engels – Werke, 1961.- Dietz, 12, 88-94, Berlin.

3.6.6 Lokale Windsysteme Bora und Jugo



mb Fläche findet man drei klimatische Tröge auf der Nordhalbkugel im Winter. Sie sind auf 40 °N am deutlichsten bei 20-40°E (zwischen Adria und Schwarzem Meer), 80°W (Great Plains USA, nicht in der Karte) und 140°E (vor Japan) zu erkennen. Dies bedeutet klimatisch, daß die polare Kaltluft leicht in Gebiete westlich von Trägen nach Süden abfließen kann (Lokal als Bora, Northers und Oroshi bekannt) (YOSHINO 1976: 76).

Abb. 3.29 Makro-synoptische Lage der Bora (aus: YOSHINO 1976: 76). Die Bora und boraartigen Winde sind in Zusammenhang mit dem Hochdruckgebiet in Eurasien im Winter entwickelt. Am Boden ist der horizontale Gradient der Lufttemperatur in Windrichtung 4-5 °C/100 km. Die Wasseroberflächentemperatur des adriatischen Meeres um 4 – 10°C wärmer als die Lufttemperatur. Wichtig ist das sich auf der Rückseite ein Gebirgsland mit einer Höhe von 500 –1500 m ausdehnt. Paß- und Tallagen auf der Windseite verstärken die Borawirkung ganz allgemein. Auf der 500

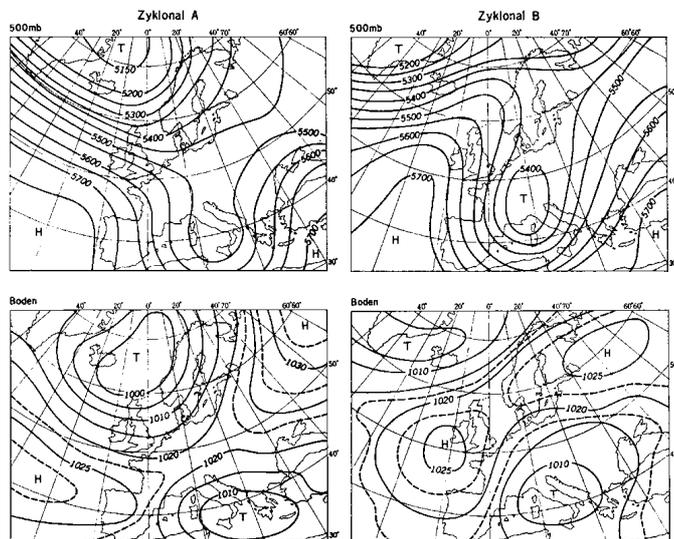


Abb. 3.30 Zyklonale Typen der Bora (aus: YOSHINO: 79).

YOSHINO klassifiziert die Bora in vier synoptische Typen. Hier die zwei zyklonalen Typen. In der zyklonalen A Situation liegt ein Tief mit seinem Zentrum im Zentrum des Mittelmeeres. Im nördlichen Adriagebiet entwickelt sich t Winden aus NE- oder ENE. Auf der 500 mb Fläche fließt der westliche stärkere Strahlstrom im Atlantischen Ozean etwa entlang 60 °N und zweigt in die Nordsee ab. Dann biegt er nach Süden und nimmt den Schängelweg um Italien. Ein Trog ist über Italien und Dalmatien gebildet. In der Situation Zyklonal B ist ein „cut off“ Tief über dem südlichen Mitteleuropa gebildet, an der adriatischen Küste herrscht südwestliche Strömung. Aus dem Hoch in Südrubland fließt kühle Luft (Wintersituation) in den Balkan ein. Der Trog ist noch deutlicher und schärfer ausgeprägt als in Situation Zyklonal A (YOSHINO 1976).

WINDSYSTEME			KONTINENTAL				MARITIM						
Ort	Periode	Höhe [m]	N	NW	NE	E	Σ	S	SW	SE	W	Σ	OHNE
Malov do	1953-1960	940	8,5(11)	2,5(4)	10,7(14)	6(8)	27,7	11,4(15)	18(21)	10(12)	11,4(15)	50,8	21,5
Grahovo	1953-1960	710	8,2	8,7	10,5	13,7	32	12(15)	6(9)	19(24)	10(12)	47,0	21,0

Tab. 3.7 Prozentuale durchschnittliche Auftreten von Winden in Grahovo und Malov do (Crkvice) 1953-1960 (aus: RIDANOVIĆ 1966: 46). Daten zeigen Werte für Hauptwindrichtungen. Zwischen den Klammern sind Werte ohne Windstille notiert. Maritime Winde dominieren mit 63 % in Malov do und 60 % in Grahovo vor kontinentalen mit 37,5% respektive 40 %.

Die Winde vom Bora Typ gehören mit ihrer Häufigkeit und ihren hohen Durchschnittsgeschwindigkeiten, vor allem an der NW Küste Dalmatiens sowie Montenegros zu den stärksten der Welt (LOVRIĆ 1992). Vom synoptischen Standpunkt wird die regionale Beschränkung durch die topographischen Bedingungen vorgegeben (TAMIYA: 83). Als Randerscheinung des Hochs über Zentralasiens ist die makroklimatische Form des Kaltluftabflusses deshalb mit der Gebirgsumrahmung im Adriabeckens eng verbunden (YOSHINO 1976: 76). Mitgebracht wird sie von einem aus dem Polargebiet wandernden, starken Kaltluftausbruch der an der 500-mb-Fläche als ein Trog um 10° bzw. 20°E und am Boden als nördliche oder nordöstliche Windströmungen zumadriatischen Küstengebiet in Erscheinung tritt (Abb. 3.29). Bora kommt daneben aber noch an der Schwarzmeerküste bei Novorossik, auf Nowaja Zemlja,

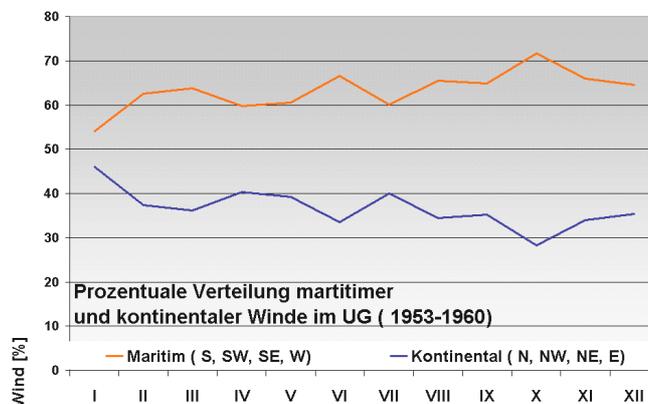


Abb. 3.31 Maritime Winde dominieren im UG zu allen Jahreszeiten. (Daten: RIDANOVIĆ 1966: 47).

Skandinavien und der Kanto Ebene Japans vor. Gut untersucht ist m die NW Küste Dalmatiens (vgl. YOSHINO). Die Bora im näheren UG ist wenig bekannt. Hier wurde auf ältere Angaben, die sich insbesondere im K. K. SEGELHANDBUCH DER ADRIA finden, zurückgegriffen. Eine Feststellung zum zyklonalen Bora Sturm vom 13 Feb. 1889 kann hier verallgemeinert werden (ANONYMUS: 18):

„in der nördlichen Adria herrscht bei niedrigem Barometerstande Borasturm mit Schneegestöber, die südliche Adria – an der O-Seite des Minimums – hat jedoch

frischen Scirocco mit einer Temperatur von 13°C, während Istrien etwa 1°C unter Null verzeichnet.“

Es ist symptomatisch das bei zyklonalen Borastürmen im Norden in der Südadria regenreiches „Scirocco“ Jugo Wetter herrscht. Dies wird im zitierten Werk noch präzisiert (ANONYMUS: 23):

„Es hängt nun von dem Verhalten der Depression ab, ob der Scirocco auf Bora umschlägt oder ob der Wind über SW nach NW dreht.“ (vgl. Abb. 3.33, 3.34)

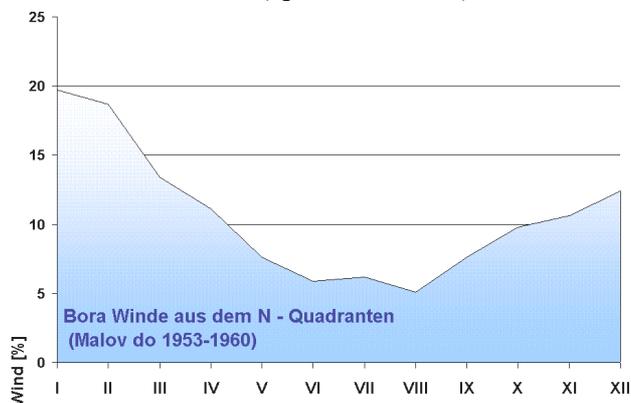


Abb. 3.32 Winde aus nördlichen Quadranten treten im UG (1953-1960) im Winter gehäuft auf. (Daten RIĐANOVIĆ 1966: 47).

Eine gute Beschreibung der Windverhältnisse ist hier noch für die Bucht von Kotor enthalten und wird, da andere Angaben spärlich vorliegen, wiedergegeben (ANONYMUS: 334):

„Bora und Scirocco wehen im Golfe mit großer Heftigkeit und böig über das Bergland und dessen Schluchten; westliche Winde treten nur in den äußeren Baien heftig auf, südliche Winde bringen hohen Seegang in die Einfahrt und in die Bai von Topla. Die Landbrise weht einen großen Teil des Jahres hindurch häufig auch noch nach Sonnenaufgang durch einige Stunden; sie kommt nicht selten zur Entwicklung, während auf hoher See Scirocco weht.“ und weiter (S. 340): „Bora und Scirocco ziehen frisch durch die Enge, die Bora tritt im Winter oft mit außerordentlicher Heftigkeit auf.“

Im Vergleich zur Bora ist der hier erwähnte zweite bedeutende Wind der Adriaregion nicht so bekannt, es ist der Jugo (serbo.kroat. Süden). Der Jugo dominiert mit Ausnahme der NW Küste den größeren Teil der Adriaküste (YOSHINO 1976) und ist für die Niederschlagssummen und Intensitäten verantwortlich. Nichts desto trotz stehen, wie oben schon dargelegt, Jugo und Bora in einem indirekten Verhältnis. Der Jugo ist ein südlicher bis südöstlicher, warmer und feuchter Wind über der Adria, üblicherweise wird dieser als Scirocco bezeichnet (JURČEC et al.) Schwere Jugo-Ereignisse sind mit einem kräftigen Tiefdruckgebiet südlich der Alpen verbunden und verbinden den Jugo damit mit dem weiter zu fassenden Scirocco. Der Ursprung der warmen Luftmassen des Scirocco liegt in der nördlichen Sahara, die mit einem starken Tiefdruckgebiet südlich der Alpen auf dessen Vorderseite er als Südwind nach Norden strömt. Beim Überqueren des

Mittelmeeres laden sich die warmen Luftmassen mit Feuchtigkeit auf und bringen außer heftigen Niederschlägen häufig Staub mit. Der Jugo ist jedoch in der Regel kein Scirocco und wird von einem mesoskaligen Tief in der N Adria mitbedingt, daß durch orographische Effekte, die mit der Bora Strömung generiert werden zusammenhängt (JURČEC et al.). Grundsätzlich ist Jugo aber immer mit Zyklonen südlich der Alpen verbunden. Auf der Vorderseite entwickelt sich die südliche Strömung, die auf die Dinarische Gebirgsbarriere trifft. Hier teilen sich die Strömungen der kontinentalen Luft und kalte Luftmassen fließen in die N und S Adria ab. Generator der mesoskaligen Zirkulation ist die im Norden als Bora Einbruch absteigende blockierende Luftmasse der Kontinentalluft, die durch die Topographie der Dinarischen Alpen nach zwei Seiten divergiert und das Tief im Adriabecken, als konvergierende Luftmassen im N und S weiter verstärken. Eine Dipol Struktur der Windfelder über den Dinariden und die konvergierenden Luftströmungen in der N und S Adria sind mit den westlichen Windströmungen über Italien für eine Frontogenese in der N Adria verantwortlich (JURČEC et al: 74). Das adriatische mesoskalige Tief ist nicht nur Resultat der Strömungs-Blockierung, die Zirkulation, einmal angeworfen, bewirkt auch ihr eigene Entstehung. Die gut untersuchten Bora hat folgende Eigenschaften: am Anfang der Bora ist ein plötzlicher Temperaturanstieg, mit anschließend deutlichem abfallen. Während der Bora ist die relative Humidität bei antizyklonaler Situation sehr niedrig. Die Höhe der Bora ist normalerweise unter 3000 m. Stärkste Windgeschwindigkeiten treten in den tiefen Schichten auf. Starke Bora dämmt tagsüber Seebrisen ab, nachts drängt der kalte Landwind warme Seewinde weit vor die Küste ab (YOSHINO: 11). Die aerologische Situation der Bora tritt insgesamt mit hoher Frequenz auf. Die Bora besitzt folgende Eigenschaften (YOSHINO 1976: 6, 81):

- (1) Windgeschwindigkeiten über 15 m/s im Winter.
- (2) Lufttemperaturen im Januar und Februar unter 0 °C.
- (3) Eine interdiurne ϖ Variabilität von mehr als -8 – -10°C.
- (4) Relative Luftfeuchtigkeit bei antizyklonaler Bora unter 40 %.
- (5) Höchste Windgeschwindigkeiten in der Nacht, Maximum zwischen 5 – 8 Uhr AM.
- (6) Die Bora dauert meist zwischen 12 – 20 h.
- (7) Exzeptionelle Fälle von mehr als 10 Tagen.
- (8) Im Januar sind zumeist 15 Boratage zu verzeichnen.

Die höchsten Windgeschwindigkeiten der Bora in Montenegro wurde in Herceg Novi mit 42,9 m/s (05.01.1978) festgestellt (DUCIĆ: 58). BRZOVIC et al. geben die höchsten gemessenen Spitzenböen in Split mit 48,5 m/s an (29.10.1994). Aus Tab 3.7 für Grahovo und Crkvice (Malov do) mit 78,5% respektive 79 % Windanteil, geht hervor, daß ähnliche Verhältnisse vorliegen. Im Malov do überwiegen maritime Winde aus dem SW- (21 %), in Grahovo aus dem SO Quadranten (24 %). Insgesamt sind diese mit 50,8 % sowie 47,0 % vor kontinentalen mit 27,7% respektive 32 % im Durchschnitt deutlich überwiegend.

Im weiteren wird über die Wirkungen auf Pflanzen und Pflanzengesellschaften durch Bora und Jugo die Rede sein. Zusammenfassend sind die Regelmäßigkeiten in der vertikalen und horizontalen Gliederung der Vegetation im ganzen adriatischen Küstengebiet in allgemeiner Übereinstimmung mit den Klimaverhältnissen, alle natürlichen Unregelmäßigkeiten und Abweichungen der charakteristischen Folge stehen zumeist unter dem Einfluß des ökologischen Faktors der Bora zu sehen und damit unmittelbare Reaktionen der Pflanzendecke (TRINAJSTIĆ 1976: 263). Auf die Waldvegetation hat die Bora dabei die geringste Wirkung. Erst in offenen Vegetationstypen greift sie stärker syngenetisch ein.

Die mechanische Wirkung der Bora auf Bäume wurde von ADAMOVIĆ an Hartlaubgewächsen betrachtet, er fand dabei kaum Wirkung. Auch TURRELL (1929) und RIKLI (1946) beschäftigt die Frage von Pflanzenleben und Bora Winden sowie die Verteilung der Pflanzen. Indiz für starken Einfluß ist die Lee und Luvseitigen Vegetationsverteilung (TRINAJSTIĆ 1976). Studien auf der Insel Pag (HORVATIĆ 1963), Biokovo Gebirge (KUŠAN 1969) und Istrien (ILJANIĆ 1970) zeigten die enge Verbindung von Bora und Vegetation.

LOVRIĆ hat dazu die bisher ausführlichsten vegetationskundlichen Studien geliefert (1992). Biozönosen im Kvarner in der Nordadria, sind durch extreme Winderosion durch Bora und die äußerst schütter Bedeckung der Kliffe gekennzeichnet. Zudem sind durch die salzhaltige Gischt halophile endemische Gesellschaften entwickelt. Ausgesetzte Lagen werden durch Salzgischt und Vereisung geprägt. Hierauf entwickelte glazio-boreale Biozönosen der mediterranen Inseln zeugen von der Vehemenz des



Abb. 3.33 Meteosat Infrarotbild 30.01.2001, 12 Uhr GMT. Ein Tiefdruckgebiet über dem zentralen Mittelmeer bringt humide Luftmassen aus dem Mediterrangebiet nach Südost- und Osteuropa. Auf der Rückseite des Zyklons im nordadriatischen Raum kommt es zu starken Boraefällen.

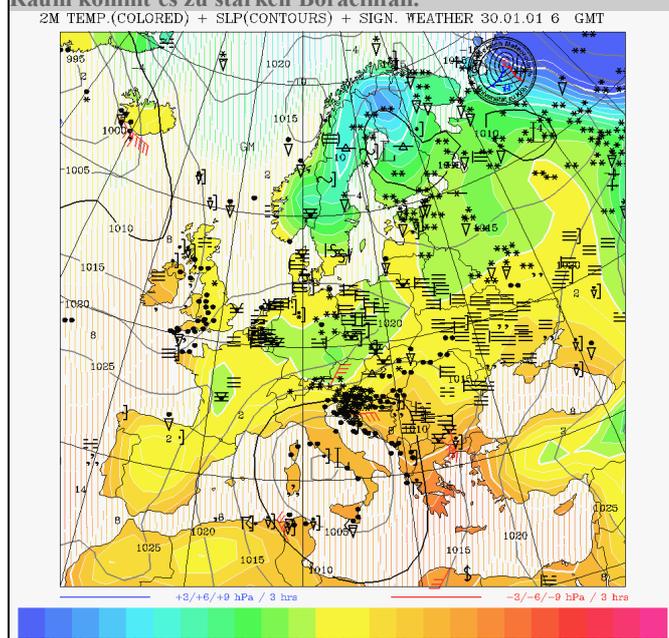
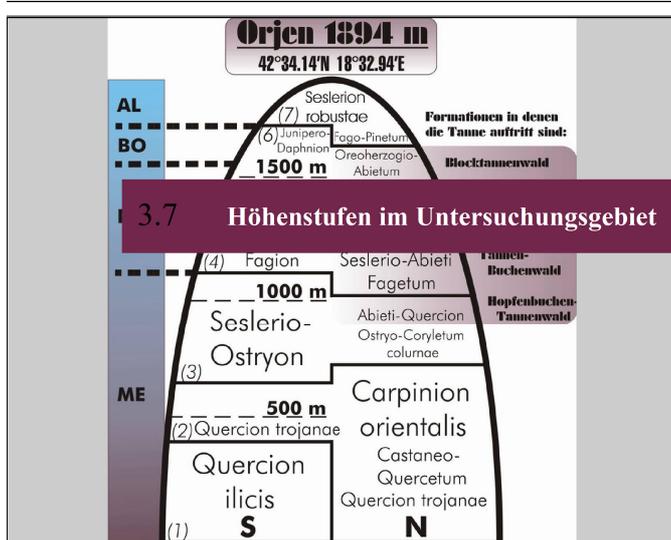


Abb. 3.34 Synoptische Bodenwetterkarte vom 30.01.2001 6 Uhr GMT. Das Tiefdruckgebiet im Mittelmeergebiet bringt auf seiner Rückseite kalte Polarluft. An der Vorderseite werden maritim feuchte Luftmassen transportiert. Niederschläge treten damit an der ganzen dalmatinischen Küste auf. In den NW Dinariden und Südostalpen gleichzeitig Schneefälle. Bora weht zwischen Venedig und Zadar, gealterte Polarluft aus Mitteleuropa dringt hier ins Mittelmeer ein. Die Temperaturen der dalmatinischen Küste liegen bei ca. 10 °C, in Hochlagen der Küstengebirge fällt damit typischer Naßschnee.

Klimafaktors. Auch in höheren Gebirgsstufen haben die Orkanwinde eine andersartige Pflanzenassoziaton, als sie in alpinen Rahmen entwickelt sind, hervorgebracht (BERTOVIĆ & LOVRIĆ). Nach BERTOVIĆ & LOVRIĆ soll auf dem Orjen eine kryomediterrane Stufe! mit Vertretern irano-turanischer

Dornpolsterformationen entwickelt sein? Nach eigenen Anschauungen sind die höchsten Gipfel und Grate zwar extrem windbeeinflusst (siehe Abb. 3.12), ob sich die Vegetation hier aber in Dornpolsterformationen der ariden mediterranen Hochgebirge einreihen lässt, ist zweifelhaft. Hier fehlen bis heute intensivere Studien, da nur HORVAT (1941) den alpinen Rahmen genauer untersucht hat. Daß auf luvseitigen Lagen während des Geländeaufenthaltes eine neue *Iris* (Form der *Bartiris*, deren taxonomische Bearbeitung von zwei Spezialisten der Gattung -Božena Mitić, Zagreb und Milan Blažek, Prag übernommen wird), sowie gänzlich überraschend noch *Iris pallida* s.l. (die typische xerophytische blaublütierte *Bartiris* der mediterranen Karstregion), sowie in größeren Mengen *Paeonia mascula* gefunden wurde, kann hier hypothetisch auf Begünstigung durch häufiges Auftreten starker Winde (Jugo), angenommen werden. Von winterlichen Stürmen verfrachteter Schnee, ermöglicht darüber hinaus auch typische Schneetälchengesellschaft mit kennzeichnenden Geophyten (siehe unter 3.9). Sehr exponierte, windausgesetzte Standorte, die in allen Höhenzonen von den herausragenden Gebirgsgipfeln bis hinab zur Meeresküste vorkommen, fördern viele spezifische Pflanzengesellschaften sind aber in ihrer Entwicklung mit Ausnahme der Küsten noch wenig untersucht (vgl. BERTOVIĆ & LOVRIĆ, LOVRIĆ 1992). Was sich im UG aus den komplexen klimatologischen Bedingungen ergibt kann nur gemutmaßt werden. Zum einen ist das

Verbreitungsmuster der Windblütigen (anemofil) und anemochoren (windverbreitet) Weißtanne sicher durch Bora und Jugo mitbedingt. Sie fehlt generell an luvseitigen Lagen. Die einzige exzeptionelle Ausnahme (sowohl, physiognomisch als floristisch, siehe Abb. 3.45) war durch fahnenförmige deformierte Bäume sowie durch Windbruch geschädigte Exemplare gekennzeichnet. Das die Weißtanne durch starke Stürme im Gebiet oft beeinträchtigt wird, beweisen auch die zwei größten gefundenen Tannen (beide mit BHD von 130 cm und ursprünglich wohl 50 m hoch), die in beiden Fällen Wipfelbruch aufwiesen. Das Orkanwinde ungeschützten Boden forttragen ist seit langem bekannt (ROGLIĆ 1982, YOSHINO 1976). In Karstklüften scheint dieser aber besser geschützt. Die Fähigkeit der Tanne in Felsspalten zu Wurzeln, ist an exponierten Standorten Mitbedingung für ihr Fortkommen. Wieweit die offene Gesellschaft der Karst-Blockhalden-Tannenwälder sekundär durch Windwirkung geprägt ist, läßt sich bis jetzt nur schwer darstellen. Der generelle Unterschied zu Tannen-Buchenwaldgesellschaften in Bezug dazu ist dennoch offensichtlich. Nach Degradation ist die Vegetation in stark von Bora frequentierten Regionen Flächen allgemein schwer regenerierbar (YOSHINO: 254). Die schütterere Bedeckung der altmediterranen Stufe durch die Panzerkiefer läßt sich somit auch durch die Windwirkung mit am besten erklären. Luv und Leelagen zeigen bei dieser Art deutlich Windrichtung und Intensität (vgl. STEVANOVIĆ 2001: 203, Abb. 3.38).



3.7 Höhenstufen im Untersuchungsgebiet

Abb. 3.35 Die Dinariden sind ökologisch-biogeographisch in alpine und - mediterrane Höhen-stufenserien unterschieden. Ein Untertyp, mit unterer mediterraner und oberer kontinentaler Partie bezeichnet submediterran den Übergang (BARBERO 1983).

Im Orjen liegt der mediterrane Stufungstyp vor. Die standardisierte Nomenklatur folgt hier OZENDA (1975a, 1975 b) und ist von BERTOVIĆ & LOVRIĆ (1991, 1992) auf die Dinariden übertragen. Die Zahlen beziehen sich auf die Stufen in der Grafik.

▼ Mesomediterran – 1

(0 - 400 m) – Hartlaubwald, Rusco-carpinetum, Orno – Quercetum ilicis, laurophyllle Strauchformation *Nerion oleandri* (nur Risan)

▼ Supramediterran – 2,3

(untere Stufe 400 - 600 m) submeridionaler halbimmergrüner Eichenwald, *Quercus trojana* und *Carpinus orientalis*. Darüber Balkaneichenwälder *Petterio-Quercetum confertae* (Fuk.) Lov. An feuchten- und schattigen Lagen - Kastanien-Flaumeichenwälder *Castaneo-Quercetum pubescentis* (Anic) Lov.

(obere Stufe 600 - 1100 m) – submediterrane Zone, thermophiler Hopfenbuchen- *Seslerio-Ostryetum carpinifoliae* Horv.) und Flaumeichenwald (*Ostryo-Quercetum cerridis* H. Em). Tertiärrelikt Baumhasel (*Corylus colurna* – Ass. *Ostryo-Coryletum colurnae* Jov.). Tanne in Hopfenbuchenwäldern *Ostryo-Abietetum pardei* (Kus.) Lov. vorkommend.

▼ Oromediterran – 4,5

(1100-1350 m) – thermophiler Buchenwald *Seslerio autumnalis-Fagetum* (Horv.) Wrab. Nordexposition mit Tanne *Seslerio autumnalis-Abietetum illyriacae* (Horv.) Fuk.

(1350-1500 m) – Extrazonale xerobasiphile Panzerkiefer Felswälder *Pinion heldreichii* und Blocktannenwälder *Oreoherzogio-Abietetum illyriacae*. Fuk. auf Felspartien und windbeeinflusster Grate, sie sind Dauerpioniere skelettreicher Standorte.

▼ Altomediterran – 6

(1500–1750 m) – Waldgrenze mit Panzerkiefer und Buche (*Fago-Pinetum heldreichii* Jank.). Trockene Wacholderheiden *Seslerio robustae-Juniperetum hemisphaericae* (Horv.) Kus. An der Baumgrenze.

▼ Kryomediterran – 7

(>1750m) – trockene Rasengesellschaften des Verbandes Daphno-Festucetalia Quéz. und *Seslerion robustae* (Horv.) Lak. endemische Fels- *Amphoricarpion neumayeri* (Horv.) Lak. und Strauchvegetation *Lonicero-Rhamnion* Fuk. an Blöcken.

Meridionale Formationen lassen sich von eu- und submediterranen klimazonalen Typen ableiten, sind aber aus klimatischen und edaphischen Gründen auch von diesen stärker abweichend (JOVANOVIĆ, VUKIĆEVIĆ, DAKANNOVIĆ: 153). Flaum-eiche (*Quercus pubescens*) und Orientalische Hainbuche (*Carpinus orientalis*) sind häufigste Baumarten. Laubwerfende thermophile Gehölze zeigen eine abgeschwächte Dominanz sklerophyller Arten. (vgl. RICHTER 2001: 175).

Verarmte laureale Reliktwälder treten daneben in perhumiden Bereichen im Inneren der Bucht von Kotor auf (WALTER & BRECKLE: 86). Auftretendes Artenspektrum ist trotz der klimatisch begünstigten mesophyllen Formationen sommergrüner Phanerophyten allgemein mediterran, (vgl. GREBENŠČIKOV 1960). *Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus*, *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus*, *Punica granatum*, *Smilax excelsa* zeigen dies an. *Quercus ilex* ist hier auf Kalk seltener als die insgesamt häufigste Gesellschaft des *Rusco-Carpinateum*.

In der Flyschzone ist das Orno-Quercetum dann besser entwickelt und tritt sogar im inneren windgeschützten Bereichen der Bucht invers zwischen 250 – 500 m auf. Auf Flysch kommt zudem *Castanea sativa* auf, sie bildet im mittleren Bereich der Bucht Wälder. Bei Risan findet sich *Quercus ilex* nicht mehr, dafür findet sich hier das laurophyllle *Andropogoni Nerietum* in einer breiten Stufe (0-300 m) dominiert.

Einige Arten, die in Dalmatien sonst häufig sind, wie *Viburnum tinus* und *Rhamnus alternus* fehlen in der Bucht ganz. Im Winter von den Bergen ins „tiefe Tal“

(GREBENŠČIKOV 1960: 101) der Bucht hinunterwehende kalte Winde ist naheliegendste Ursache. In der Vegetation sind Bora beeinflusste Standorte damit durch fehlen der empfindlicheren Arten auszumachen. Die Grenze der mediterranen Zone liegt bei 500 m. Supramediterran ist oberhalb der Orientalischen Hainbuchen-Eichenstufe (*Carpinus orientalis*, *Quercus pubescens*, *Q. cerris*) der Hopfenbuchenwald bebildet (700-950/1100 m), oberhalb 950 m (950/1050-1350 m) der Herbstblaugras Buchenwald gebildet.

Dieser leitet die oromediterrane Stufe ein. *Ostrya carpinifolia*, *Acer opalus*, *Fagus sylvatica*, *Corylus colurna*, *Acer pseudoplatanus*, sind supra- und oromediterran *Pinus heldreichii*, *Abies alba*, *Acer heldreichii* und *Betula pendula* oro- und altomediterran verbreitet (vgl. KAYSER 1931, ADAMOVIĆ 1929, GREBENŠČIKOV 1966).

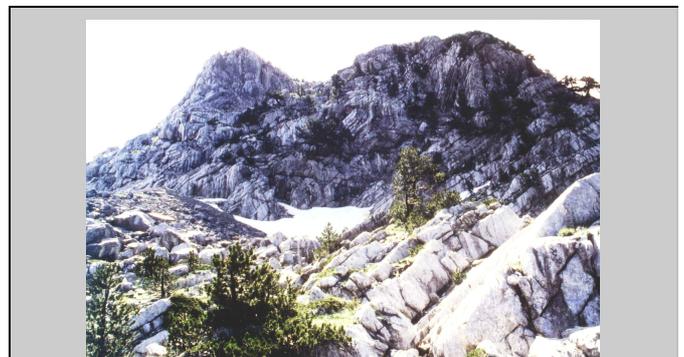


Klimaxwälder der oromediterrane Stufe sind das *Seslerio autumnalis-Fagetum* (Horv.) Wrab. und *Seslerio autumnalis-Abietetum* (Horv.) Fuk. Letzteres nur im Lee- und relativ kontinentalen Lagen. Altomediterrane xerobasiphile Wälder sind durch die Panzerkiefer (*Pinion heldreichii* Horv.) (Abb. 3.38), trockene Felstannenwälder *Oreoherzogio-Abietetum illyricae* Fuk. durch die Weißtanne gekennzeichnet (BERTOVIĆ & LOVRIĆ 1992: 40). Der „urtümliche, ja urige Eindruck“ (MAYER 1982: 54) dieser Wälder ist durch vegetationsarme Felsböden, verkarsteter Standorte extremer Felsrippen und grobblockiger Schuttstandorte in der charakteristischen physiognomischen Ausformung gegeben.



Besondere ökologische Bedingungen herrschen in der oro- alto- und ‚kryomediterranen‘ Stufe. Trockenheit und Sonnenhöchststand sowie Winterregen sind ausschlaggebende Faktoren. Typische Expositionsunterschiede eines subtropischen Gebirges ergeben sich im Winter, in der Sonnhänge optimalen Strahlungsgenuss erhalten, während Nordexpositionen im Schatten bleiben und oberhalb von 1000 m Schneeschutz haben.

Diese Unterschiede sind in den litoralen Südostdinariden mit 8 euhumiden Monaten mit mehr als 4000 mm Jahresniederschlag sehr groß. Schnee wird zudem durch die überwiegenden maritimen Winde auf die Leeseite der Nordabdachung verfrachtet, die flache kontinentale Boraströmung ist erst unterhalb 1000 m durch höhere Windgeschwindigkeit gekennzeichnet (vgl. YOSHINO 1975).



Eine echte kryomediterrane klimazonale Stufe ist im höchsten Gebirge des submeridionalen dinarischen Litorals nicht entwickelt lokal um die höchsten Gebirge und tieferen Depressionen aber angedeutet (BERTOVIĆ & LOVRIĆ 1992: 36). Durch hohe Winterniederschläge und stürmische Gipfelwinde entwickeln sich unter ausgedehnten Schneelagen in Karstdepressionen, in denen durch thermische Inversion der Schnee sogar über den Sommer konserviert werden kann (z. B. am Orjenpass 1600 m) finden sich Chionophyten- (Schneepflanzen-) Gesellschaften mit griechisch-anatolischen, irano-turanischer und armeno-tibetischen

Xerophyten. Zu letzteren gehören die Halbwüstenschneetälchen (*Trifolio Polganetalia* Quéz) mit vorherrschenden Zwiebelmonokotylen, die an felsigen Boden, trockene Sommer und stürmische Winde angepaßt sind. Sie besitzen in den dalmatinischen Gebirgszügen ihren westlichsten Vorposten. Dann das *Narcisso Gentianetum nivalis* Lov. & Rac. In den makedonischen Hochgebirgen sowie den Prokletije typische Gesellschaften mit Steintriften (*Drabo-Androsacetalia* Quéz) und Schneetälchen (*Muscaro-Scillion nivalis* Quéz) können auch im Orjen an der Jastrebica und Orjen Gipfel beobachtet werden.



Karst-Windecken sind durch xerophile gehölzfreie Gesellschaften gekennzeichnet. Von Stürmen erodierte Windecken zeigen xeronivale Wüstenflechtengesellschaften

Blatenio-Caloplacetum pruinosa Kuš. E. Altomediterran ist die Wacholderheide *Seslerio robustae-Juniperetum hemisphaericae* (Hor.) Kus. gebildet (Abb. 3.39 hier mit einer noch unbekannt Form der Bartiris am Vučji Zub, Süd, 1730 m) und Rasenkomplexe gebildet (Abb. 3.40).

Am Velje Leto (1603 m, Abb. 3.40) im äußersten Osten des Gebirges oberhalb von Crkvice und der Bai von Risan konnten eigentümliche Verhältnisse festgestellt werden. Einerseits war im Luv selbs in 1350 m noch Zerreiche (*Quercus cerris*), sodann Mischwaldkomplexe mit Tanne, Linde, Bumhaselnuss, Buche und Esche, die in der Krautflora mit *Paeonia daurica*, *Sedum maximum*, *Bryonia dioica*, *Tamus communis*, *Hedera helix*, *Pteridium aquilinum* mediterrane und submediterrane Elemente aufwiesen, gefunden. Leeseitig kamen dann in Buchen und Panzerkieferbeständen Hängebirke (*Betula pendula*) sowie Griechischer Ahorn (*Acer heldreichii*) vor, die als kontinentale Hochgebirgsarten im Orjen ganz untypisch sind. Die komplexen Vegetationsverhältnisse der Bucht von Kotor spiegeln sich somit hypsometrisch versetzt auch analog im Hochgebirge.

„The soil of most part of Montenegro is of so porous a character that after a few hours no trace remains of the heaviest rains, and the hay-crops are often burnt up during the prolonged drought of summer. Some small streams, after a short course, are altogether absorbed and disappear underground. The plain around Cetinje, the capital, girdled by high crags, and resembling the huge crater of an extinct volcano, is almost wholly composed of sand, as though it had once been the bed of the sea. Were it not that the excessive dryness of the climate is part in part corrected by the dense fogs of the Adriatic, which bring with them torrents of rain, this territory would be utterly sterile, and the few rivers which flow through it would be soon dried up.“ DANTON, W.D.A 1877 (38): *Montenegro- ist people and their history*.- Dalby, Ibster, London.

3.9 Synthese der Geofaktoren

Das geologische Ausgangssubstrat und geomorphologisch-edaphische Modifikationen sowie die Topographie spielen als physische Ökofaktoren eine wichtige Rolle. Glazialgeschiebe, Hochgebirge und Karstnatur sind die drei bestimmenden Komponenten. Klimafaktoren hängen von der Lage und tellurischen Faktoren stark ab. Mediterranklima mit perhumider Komponente zeigt sich im Walter-Lieth Klimadiagramm. Der mediterrane Niederschlagsgang ist zwar durch die kurze Trockenperiode und auch die im Hochsommer höheren Niederschläge gekennzeichnet, GAMS

(1978a, b) deutet jedoch auf ein Niederschlagsdefizit hin. Der für den Juli, absolut trockenste Monat der Periode 1947-1984, ermittelte Trend (Abb. 3.41), zeigt eine hohe Variabilität, mit mehrmals auftauchenden Trocken- und Feuchteperioden. Die edaphischen Voraussetzungen sind demnach für den Vegetationscharakter zu einem großen Teil bestimmend. Kalkomelanosole erreichen bei mehrwöchiger Trockenperiode in jedem Fall den Welkepunkt. Kalkokambisole und Rendzinen haben dagegen größere Puffer. Die Messstation liegt in der oromediterranen Stufe,

höhere Bereiche können durch stärkere Wirkung des Meriam Effektes mehr konvektive Niederschläge bekommen, eine günstigere hygrische Situation ist hier deshalb wahrscheinlich..

höheren Lagen erwähnte Kombination von Gesellschaften unterschiedlicher ökologischer Charakteristik auch für Küstenlagen (S. 175):

„Hier sorgen Luv-Lee-Effekte nicht nur für den trockensten, sondern auch für den feuchtesten Punkt in Europa. Letzteres gilt für das mit 4600 mm a-1 perhumide Crkvice in supramediterranen Lagen der Bucht von Kotor, wo verbleibende winterkahle Eichenbestände mit Lorbeer durchsetzt sind. Sie stehen im Kontrast zur schütterten Strauchvegetation auf den nackten Karstfelsen, die vom Formationsaspekt an eine Garigue erinnern, im Artenspektrum aber humide Bedingungen belegen.“

STEVANOVIĆ & STEVANOVIĆ (S.82, a. d. serbo.kroat.)

fassen die klimatischen Bedingungen des UGes zusammen:

„Wegen des direkten mediterranen Einflusses unterscheidet sich das Klima der litoralen Dinariden deutlich von dem inländischer Gebirge. Der Untertyp dieses speziellen submediterran oromediterran perhumid südadratischen Variante, beschränkt sich auf einen engen Bereich der litoralen Dinariden - Orjen, Lovćen und Rumija. Die grundsätzliche Charakteristik dieser Variante der oromediterranen Klimatis ist eine sehr hohe jährliche Niederschlagsmenge, die im Rahmen von 4500 – 6500 mm liegt. Die Verteilung der Niederschläge ist ungleichmäßig und konzentriert sich auf das Winter-, Früh- und Herbst Jahr. Da auch die Niederschläge im Sommer nicht selten sind, bleibt die sommerliche Trockenperiode, die für das mediterrane Klima charakteristisch ist, hier aus und wird von einer Halbtrockenzeit geprägt. Die mittleren Jahrestemperaturen variieren zwischen 5-7°C, und die mittleren Januartemperaturen liegen um -2°C. Nur die höchsten Teile der küstenländischen Dinariden sind durch eine kurze Frostperiode (1-3 Monate) gekennzeichnet.“

Naßschnee ist für die Waldgrenze und Baumverteilung wichtig. Säbelwuchs zeigen Fagus und Pinus heldreichii. Die Tanne ist hierzu nicht befähigt, sie ist insbesondere durch Schneeschimmel (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref) beeinträchtigt (vgl. ANĐELIĆ).

Der Phänotyp der Weißtanne ist im Orjen auch befähigt stärker xeromorphe Standorte zu besiedeln, beschränkt sich hier aber auf Lee und Schattseiten. Sie erreicht damit nicht den xerophytischen Charakter der Panzerkiefer.

Variabilität des Juli Niederschlags

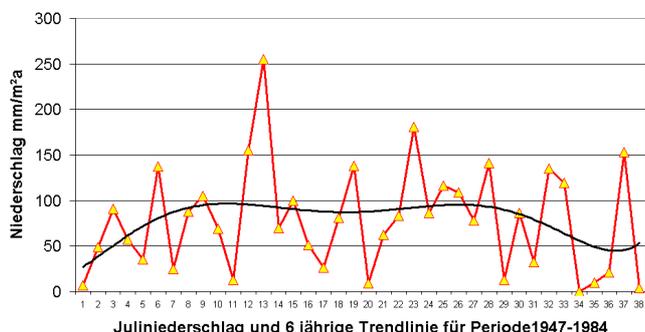


Abb. 3.41 Variabilität des Juliniederschlags.

Die Windbeeinflussung ist durch boragene Pflanzengesellschaften im Litoral gut belegt (YOSHINO 1975, LOVRIC 1993). In den Hochlagen ist sie an Windformung und größeren Anteil an Geophyten nachzuvollziehen. Sie ist aber im UG noch keiner dezidierten Bearbeitung unterworfen worden.

Extreme Karstnatur und außergewöhnliches humides Mediterranklima heben sich zwar in ihrer Wirkung nicht auf, erklären aber den Widerspruch das im Orjen sowohl humide wie xerophytische Arten (z. B. *Acer heldreichii*, *Betula pendula* und *Pinus heldreichii am Velje leto*) zusammen auftreten. RICHTER (2001) sieht in den besonderen klimaökologischen Aspekten, die durch ein standörtlich differenziertes Mosaik von Binnen- und Küstenlagen im Mittelmeergebiet sowohl den feuchtesten als auch trockensten Punkt in Europa finden lassen Gründe für den enormen Florenreichtum des Großraumes. Er belegt für das UG die in

„Das gesamte Wasser der Stadt Novi (Herceg Novi) kommt vom Hochgebirgsplateau der Karlice (türk. Orjen), auf der man sommers wie winters Schnee und Eisberge sehen kann. Auf allen Seiten umgibt uns ein mannigfaltiges Blumenmeer, deren wunderbarer Duft die Sinne benommen macht. Unsere Pferde haben sich an verschiedenartigen Blumen sattgegessen und sind dabei dick wie Elefanten geworden. Kurz gesagt, wir haben es uns gut gehen lassen und blieben auf dieser Gebirgshochebene zwei Tage und zwei Nächte.“ EVLIJA ČELEBIJA 1664 (a.d. serbo.kroat.), GNC XXXI, 254, 106. In: Čelebi, E. 1979: Putopis – odlomci o jugoslovenskim zemljama.- Veselin Maslesa, Sarajevo

3.11 Vegetation

Dalmatien ist wie die gesamte Balkanhalbinsel floristisch mit Beginn des 19. Jh. erforscht worden. Wichtigster Bearbeiter der dalmatinischen Flora ist mit der dreibändigen ‚Flora Dalmatica‘ (1842-1852) zweifellos VISIANI. Der Orjen als Teil Dalmatiens ist schon im Werke VISIANIS einbezogen. Als exponiertes Gebirge das über die Häfen von Dubrovnik und Kotor gut erreichbar war, kamen auch namhafte Zeitgenossen VISIANIS zu Exkursionen ins Gebiet. Aber erst mit dem, von der österreichischen Militärverwaltung vorangetriebenen Ausbau des Passweges zwischen Vrbanj und Crkvice sind auch die Hochlagen erreichbar geworden.

Als erstem im türkisch verwalteten Norden der Bijela Gora vorzudringen gelang PANTOCSEK. Dieser konnte 1867 auf einer dreitägigen Exkursion von der osmanisch-bosnischen Stadt Trebinje bis zur Jastrebica aufsteigen. Seine floristischen Aufzeichnungen bleiben auch heute von unschätzbarem Wert, danach nur PANČIĆ sowie ADAMOVIĆ (1913) diese Seite floristisch bearbeitet haben. Der bedeutende serbische Akademiker PANČIĆ erreichte kurz nach PANTOCSEK über Grahovo von der montenegrinischen Seite Vučji zub und Jastrebica. Damit schließt die Erkundung im 19. Jh. Erst Anfang des 20. Jh. kehrt mit ADAMOVIĆ (1913) ein bedeutender Botaniker zurück. Seine Aufzeichnungen sind die bis heute wichtigste publizierte floristische Arbeit zur Flora des Orjen. Für alle botanischen Bereisungen kann gesagt werden, daß sie nicht nur den Orjen sondern dem montenegrinischen Raum allgemein erkundeten. Damit entfiel eine intensive Untersuchung zugunsten mehr stichpunktartiger Notizen während kurzzeitiger Exkursionen. Von bosnischer Seite hat FUKAREK (1962, 1964, 1970a, b)mehrfach über den Orjen publiziert.

Der tschechische Botaniker ROHLENA veröffentlichte mit seinem ‚Conspectus Flora Montenegrina‘ das bis heute

3.11.1 Floristische und vegetationskundliche Erforschung

gültige Florenwerk für das UG. ROHLENA kannte aus eigenen Reisen den Orjen nicht, daher ist zu den oben genannten Arbeiten keine Vervollständigung der Flora im Orjen enthalten. Nützliche Angaben zum Orjen sind aber insbesondere im unvollständigen Werk der Flora Bosniae da der Orjen in seinem NW Teil diesem Land angehört enthalten. Floristische Standardwerke sind weiterhin die ‚Flora SR Srbije‘ TURRILL ‚Plant life of the Balkan peninsula‘ und HAYEK ‚Flora Balcanica‘. Ein unvollständig gebliebenes Bestimmungsbuch ist zudem die ‚Analitička Flora Jugoslavije‘. Vegetationsbeschreibungen finden sich spärlich im Werk von BECK v. MANAGETTA der auf die Unzulänglichkeit der Kenntnisse für den Orjen hinweist. Erst mit ADAMOVIĆ ist die Kenntnis über Höhenstufen und Formationen im Orjen gegeben. ADAMOVIĆ erstellt die erste Kartographische Darstellung der Vegetation für die ganze Balkanhalbinsel. Seine Zonierung der Höhenstufen im Orjen ist korrekt. Ansatzweise hat HORVAT (1941) die alpine Vegetation, pflanzensoziologisch bearbeitet. Einen floristischen und vegetationskundlichen Vergleich mit dem Westkavkasus entwirft GREBENŠČIKOV (1960) im Transekt der adriatischen Abdachung des Orjens. Die Waldformationen werden von FUKAREK (1970b) aufgenommen. Arbeiten von LAKUŠIĆ et al. werteten die Entwicklung der Vegetation in sukzessiven Stadien die er insbesondere in Abhängigkeit von der Karstnatur setzt aus. STEVANOVIĆ & STEVANOVIĆ untersuchten ökologisch-physiologische Adaptionen alpiner Chionophyten. ANTOTIĆ & LOVRIĆ stellen einen Vergleich der floristischen Diversität der dalmatinischen Gebirgszüge aufgrund der vertretenen Gesellschaften her. Die Aufstellung der Assoziationen für den Orjen ist ein Novum und trotz des Mangels an vorhandenen pflanzensoziologischen Arbeiten wichtige Diskussionsgrundlage. Eine kritische Überprüfung der für das Gebirges

aufgestellten Assoziationen kann nur durch detaillierte synsoziologische Arbeiten überprüft werden. Ein gewisser hypothetischer Charakter haftet der Arbeit daher an.

„Gebiete des oromediterranen Bioms der Gebirge der Mediterraneis sind speziell vom historisch-biogeographischem Gesichtspunkt interessant, da erst mit ihrer Erforschung Entwicklungen in anderen Gebirgen verstanden werden. In der Zusammensetzung dieses Bioms finden sich viele reliktsche Pflanzen und noch mehr Relikte und Endeme bei Tieren. Diese haben im großen und ganzen ihre ursprünglichen ökologischen Bedürfnisse bewahrt, zieht man rezente Bedingungen heran, versteht man Ursachen und Verlauf evolutionärer Entfaltung von Flora und Fauna.“ MATVEJEV & PUNCER

3.11.2 Oromediterrane Vegetation

Die unterschiedliche Evolution der oromediterranen und alpinen Vegetation hat TRINAJSTIĆ (1985) veranlasst sie zu trennen: „da die Gebirgsvegetation der mediterranen Gebirge (oromediterrane Flora) sehr spezifisch ist, hat sie sich unabhängig glazial-arktoalpiner Einflüsse entwickeln müssen, der autohtone, endemische Charakter, leitet seine Herkunft sehr wahrscheinlich direkt von spättertiären Elementen der Gebirgsflora und Vegetation des Mittelmeeres ab.“

Die oromediterrane Vegetation hat damit den Rang einer eigenen Region (TRINAJSTIĆ) die von STEVANOVIĆ (1996) auf Basis der Orophyten durch breite Übergangszonen von der alpinen getrennt wurde (Abb. 3.7). Das oromediterrane Biom ist in den Dinariden nur teilweise ausgebildet und unterscheidet sich vom typisch oromediterranen Gebieten Anatoliens, Griechenlands, Süditaliens, Siziliens und Andalusiens (STEVANOVIĆ 1995: 126). Nur für eine begrenzte Gruppe der litoralen Dinariden (Orjen, Lovcen und Rumija) sowie teilweise die erste Linie der inneren Hochdinariden, die etwa 50 km vom Mittelmeer entfernt liegen ist eine floristische Zugehörigkeit zur oromediterranen Provinz zu befürworten.

Wichtigste Formationen des oromediterranen Bioms sind Wälder der Panzerkiefer und Schwarzkiefer. Die Panzerkiefer ist im Orjen weit verbreitet. Ihre Pythozönose haben hier JANKOVIĆ & BOGOJEVIĆ, sowie JANKOVIĆ beschrieben. Dabei treten zahlreich Geophyten, unter denen *Muscari botryoides*, *Fritillaria gracilis* am auffälligsten sind auf. Die Gesellschaft wurde provisorisch als *Fritillario-Pinetum heldreichii* Jankovic 1965 beschrieben. Als Konsequenz des offenen Bestandsschlusses ergibt sich die Kongruenz im Artenspektrum der Karst-Blockhalden-Tannenwälder und Panzerkieferwälder. Hypsometrisch vergleichbare Standorte haben gleichen Arten.

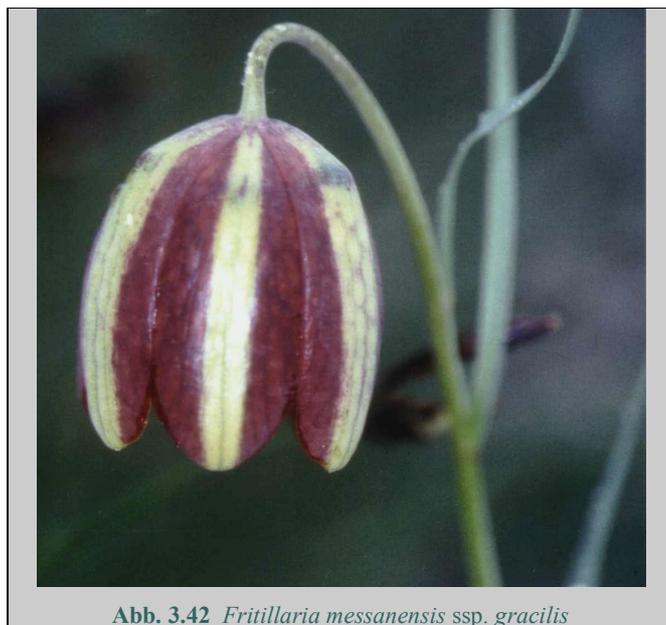


Abb. 3.42 *Fritillaria messanensis* ssp. *gracilis*

In fast allen Karst-Blockhalden-Tannenwäldern im Orjen findet sich zudem die Panzerkiefer. JANKOVIĆ schreibt zur erwähnten Assoziation folgendes (1965: 18P, a. d serbo.kroat.):

„Da der Charakter der Panzerkiefer im Orjen spezifisch mediterran und submediterran ist, erachten wir sie als spezielle Gesellschaft, die wir, da *Fritillaria gracilis* hier eines der charakteristischsten und spezifischsten Elemente darstellt, provisorisch als *Fritillario-Pinetum heldreichii*.“

Als Rückschluss sind damit auch die Karst-Blockhalden-Tannenwälder im Orjen mediterran-submediterran oromediterrane Gesellschaften, die durch „Übermacht des



Abb. 3.44 *Tulipa sylvestris*, Bijela gora 1210 m ü. NN

Substrates“ (EWALD: 194), eine zwar nur kleinflächige aber begründete Gesellschaft stellen. Eine morpho-anatomische Analyse oromediterraner Chasmophyten (Felsgesellschaften) im Orjen, zeigte ausgeprägte xerophytische Anpassungen ganz unterschiedlicher Gattungen. Da diese auch in Karst-Blockhalden-Tannenwäldern auftreten ist die Untersuchung von STEVANOVIĆ & STEVANOVIĆ (1984) indikativ für deren ökologische Adaption. Untersucht wurden *Amphoricarpus neumayeri* Vis., *Potentilla speciosa* Willd., *Avena compacta* Boiss. Et Heldr., *Hieracium waldsteinii* Tausch, *Edrainthus graminifolius* (L.) DC. var *baldaccii* Janch., *Arenaria gracilis* W. et K., *Moltkia petrea* (Tratt.) Gris., *Gnaphalium roeseri* Boiss. Et Heldr., *Sesleria tenuifolia* Schard., *Thymus striatus* G. Vahl, *Carex laevis* Kit., *Silene saxifraga* L., *Aquilegia dinarica* G. Beck. Und *Edrainthus serpyllifolius* (Vis.) DC. Die Lebensformen und ökologischen Anpassungen sind durch Polsterpflanzen, Mikrophyllie, Behaarung, Verdickung der Kutikula und Zellwände der Epidermis, Rollblättern

oder einer Kombination der erwähnten xeromorphen Anpassungen charakterisiert (STEVANOVIĆ & STEVANOVIĆ 1984: 75).



Abb. 3.423 *Saxifraga griesebachii* (l.c. Somulj, leg. CIKOVAC 2002

„Besondere Charakteristika finden sich in der Vegetation von Orjen und Bijela gora an der Grenze Montenegros, Dalmatiens und der Herzegowina. Hier ist in gewisser Hinsicht das Zentrum der bedeutendsten westbalkanischen Endemiten.“
FUKAREK 1962,

3.11.3 Diversität und Endemismus

Submediterraner Karst-Blockhalden-Mischwald
Velje leto/Orjen (Montenegro) 1435 m, S

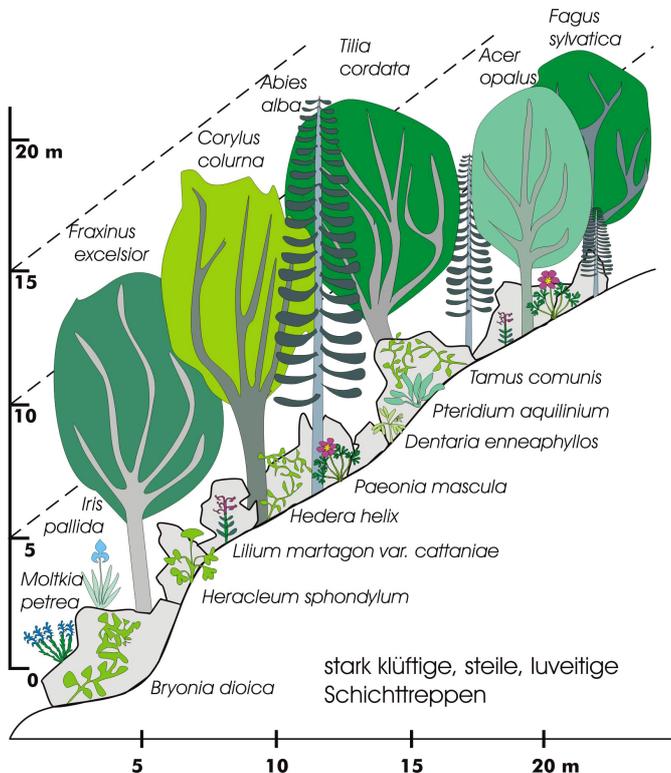


Abb. 3.45 Artenreicher submediterraner Karst-Blockhalden-Mischwald. In südseitigem Luv submediterrane Lianen und Relikte: *Moltkia petrea*, *Corylus colurna*, *Iris pallida*, *Tamus communis* und *Paeonia daurica* in von Fagonelementen geprägter Gesellschaft *Sanicula europaea*, *Prenanthes purpurea*, *Dentaria enneaphyllos*, *D. bulbifera*, *Aremonia agrimonoides*, *Primula elatior*.

Biodiversität ist auf verschiedenen Skalierungsebenen organisiert. Auf der Ebene der Biosphäre umfasst sie die Vielfalt der Ökosysteme, innerhalb der Ökosysteme die Vielfalt der Arten und innerhalb der Art schließlich deren genetische Vielfalt (Convention on Biological Diversity, Rio 1992). In der Ebene der Ökosysteme oder Biome zeichnet sich die mediterrane Klimazone bekanntlich durch eine sehr artenreiche Flora aus und gehört zu den „hot spots“ der globalen Biodiversität, auch wenn hier nicht der Artenreichtum der Tropen erreicht wird (PIGNATTI 2001). Die Mittelmeerflora wird auf 18 000 – 20 000 Arten geschätzt. Artenreichste Teilräume sind Italien 5300, Spanien 5200, Exjugoslawien 5075, Frankreich 4375, Griechenland 4175 (Daten aus PIGNATTI & PIGNATTI 1984). TRINAJSTIĆ (1991) weist darauf hin, daß für das Territorium Exjugoslawiens kein Florenwerk vorlag, er schätzt hier min

5500 Arten (ebenso BERTOVIĆ & LOVRIC 1990). Mit 300 Arten an erster Stelle stehen die Dinariden bei der Dendroflora. Für die floristische Diversität und den Endemismus im Territorium Montenegros ist die Lage in den Dinariden allgemein entscheidend. Sie waren schon kreidezeitlich Insel der Thetis. Kreidezeitlichen Ursprungs sind alle endemischen Gattungen (z.B.: *Adiantum*, *Notholaena*, *Hymenophyllum*, *Nerium*, *Aldrovanda*, *Hyparhenia*, *Telline*, *Ceratonia*, *Prasium*) (BERTOVIĆ & LOVRIC 1990). Die alpine Orogenese verband die ursprünglichen Inseln (Tauriden, Dinariden, Helleniden) zum Mesogeide genannten Raum, durch die Parathetis vom europäischem Festland getrennt (BERTOVIĆ & LOVRIC 1990). Mit Verbindung zum europäischen Territorium Ende des Tertiärs tauschen sich südeuropäische Flora und paläoendemische dinarische aus. Damit entwickelt sich eine der reichsten Floren Europas (taurodinarische Karstrelikte der Mesogeide des mittleren Tertiärs sind z. B.: *Drypis*, *Amphoricarpos*, *Hedraianthus*, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus* tertiäre Oroxerophyten südbalkanisch-anatolischer, irano-turanischer und armenotibetischer Herkunft der Gebirge Dalmatiens sind z.B.: *Cytisanthus*, *Astracantha*, *Morina*, *Acantholimon*) (BERTOVIĆ & LOVRIC 1990). Im Pleistozän waren Wälder auf den Bereich des Adriabeckens und mikroklimatische Gunsträume beschränkt, sonst dominierten Steppen. Große Teile der tertiären Flora überdauerten hier. An tertiären Relikten und Endemen sind noch *Petteria*, *Moltkia petrea*, *Cyathoselinum* und *Halacsya* zu nennen. Paläoendemisch soll auch *Abies pardei* sein (BERTOVIĆ & LOVRIC 1990) (siehe Diskussion unter 2.2.2). Die Vegetation des dinarischen Karstes wird durch die reiche Flora, tertiäre Herkunft und glaziale Kontinuität von vielfältigen Phytozönosen gebildet. Paläoendemische Typen der Vegetation die kaum außerhalb der Dinariden auftreten sind z. B. *Orno-Pinion nigrae*, *Erico-Fraxinion*, unter den Strauchgesellschaften *Lonicero-Rhamnion* und die Karst-Blockhalden-Tannenwälder *Calamagrostio-Abietion* s.l. Der submediterrane Karst-Blockhalden Wald (Abb.3.45) am Velje leto zeigt Vielfalt

horologischer Verhältnisse und Lebensformenspektren.

Auf dem flächenmäßig kleinen Territorium Montenegros (13 000 km²) sind 3136 Arten höherer Pflanzenarten verzeichnet (STEVANOVIĆ & RADOVIĆ: 44). Damit gehört der Raum zu den floristisch reichsten Gebieten Europas. Der Orjen ist dabei wichtigstes Zentrum der westbalkanischen Endemiten (FUKAREK 1962). Dazu zählen *Pinus heldreichii* (Panzerkiefer), *Moltkia petrea* (Tratt.) Grieseb. (Felsen Moltkie), *Amphoricarpus neumayeri* Vis. (Neumayer Krugfrucht), *Viburnum maculatum* Pantz. (Orjen-Schneeball), *Rhamnus orbiculata* Bornm. (Rundblättriger Kreuzdorn), *Lonicera glutinosa* Vis. (Klebrige Heckenkirsche), *Crataegus panachaica* C.K. Schneider, *Amelanchier cretica* D.C., *Portenschlagiella ramosissima*, *Potentilla speciosa*, *Reichardia macrophylla*, *Scabiosa graminifolia*, *Seseli globiferum*, *Edraianthus wettsteinii*, *E. caricinus*, *Berteroa hintlii*. 8 Lokalendemiten sind spezifisch im Endemitenzentrum des Orjens (STEVANOVIĆ 1996). Zum reichen Floreninventar kommt die große Zahl unterschiedlicher Varianten von Ökosystemen im komplexen und heterogenen zönötischen Vegetationsbestand. Der numerische Vergleich mit dem Mann-Whitney Test aller Gesellschaften an Transekten der drei höchsten Küstengebirge Dalmatiens (Velebit, Biokovo und Orjen) ergab im Orjen die größte Diversität (ANTONIĆ & LOVRIĆ). Mit der Klassifikation der Transekte der Gebirgsknoten wurden drei Geosystem-Typen (kontinental N-dinarisch, transitional, küstenländisch S-dinarisch) mit zugehörenden Verbänden definiert. Die höchste Vielfalt besitzt der Orjen demnach vor allem bei Waldgesellschaften. Variation von Humidität und Wärme sind im Orjen relativ am größten und die Vegetationsvielfalt korreliert mit dem klimatischen Makrogradienten, der durch stärksten mediterrane Einfluss im Orjen verzeichnet ist (ANTONIĆ & LOVRIĆ). Interessanterweise wurde eine schwache Korrelation zwischen Transekthöhe und Diversität festgestellt, was Autoren auf Bora Winde zurückführen, die Höhenstufen allgemein herabdrücken.

3.11.4 Syntaxonomisch-systematischer Übersicht der Waldvegetation

- ▼ **1** -Karst-Blockhalden **Tannenwald** steil einfallender gebankter Schichten
- ▼ **2** -Thermophiler Blaugras **Tannen-Buchenwald** (*Seslerio-Abieti-Fagetum* Fuk assprov.) - Moränen,
- ▼ **3** -Herbstblaugras-**Buchenwald** (*Seslerio-Fagetum* Wraber 1960)
- ▼ **4** -Oromediterrane **Panzerkieferwald** (*Pinion heldreichii* s.l.), Felsgesellschaften
- ▼ **5** -Altomediterrane **Panzerkiefer- und Buchenwälder**, lokal mit *Acer heldreichii*, sowie altomediterrane **Rasen- und Felsgesellschaften** (*Pinion heldreichii*, *Aceri-Fagetum subalpinum*, *Seslerio robustum*)
- ▼ **6** -**Šibljak Gesellschaften** (*Lonicero-Rhamnion* Fuk 1969)

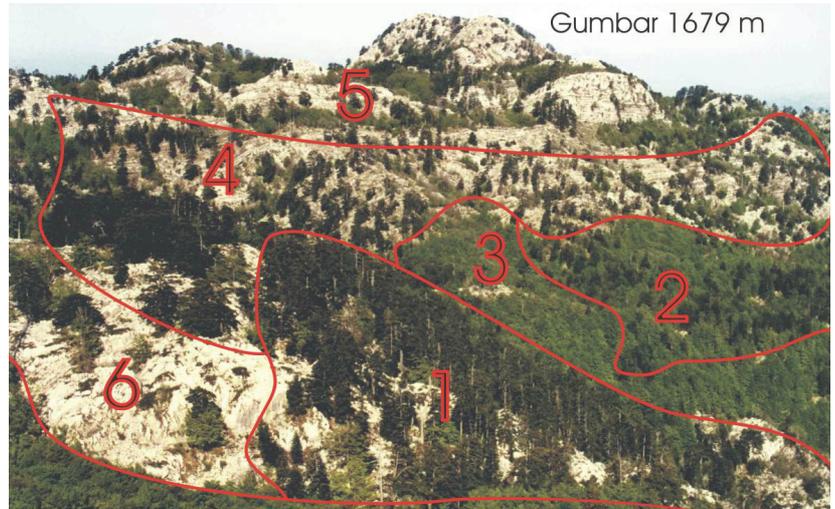


Abb. 3.46 Schaubild der Vegetation der oro-/altomediterranen Stufe am Nordabfall vom Gubar (1679 m)

WALDGESELLSCHAFTEN IM ORJEN (FUKAREK 1970)

ERICO-PINETALIA (Oberd.) Ht Orno-Ericion dolomiticum Ht <i>Ostryo-Pinetum nigrae</i> Fuk <i>Molkeo-Pinetum nigrae</i> Fuk <i>Erico vertillati-Pinetum nigrae</i> H. Ritter, 1957 <i>Pinion heldreichii</i> Ht <i>Amphoricarpo-Pinetum heldreichii</i> Fuk <i>Senecioni-Pinetum heldreichii</i> Fuk	<i>Viburno-Pinetum heldreichii</i> Ass. Nova DENTARIO – FAGETALIA (Pawl.) Fuk 1969 <i>Fagion illyricum</i> Ht AREMONIO-FAGION BORHIDI in TÖRÖK et al. 1989 <i>Seslerio-Fagetum</i> (Ht) Fuk et Fab <i>Seslerio-Abieti-Fagetum</i> ass. nova <i>Pyrolo-Fagetum</i> Fuk Ass. Nova	<i>Aceri-Fagetum subalpinum</i> (Ht.) Fuk s. l. CALAMAGROSTI-ABIETALIA Fuk 1969 <i>Calamagrosti-Abietion</i> Ht emend Fuk <i>Rhamno-Abietetum</i> Fuk <i>Rhamno-Fagetum</i> Fuk Ass. Nova	RHAMNETALIA FALLACIS Fuk 1969 <i>Lonicero-Rhamnion</i> Fuk 1969 <i>Berberidi-Rhamnion</i> Ht
---	--	--	---

Standorte tonreicher Kalkbraunlehme oromediterraner Stufen im Orjen werden von Buchenwäldern dominiert (2,3). Die Tanne gesellt sich auf feinerdereichen Moränen mit gut entwickeltem Solum dazu (3), steigt aber auch noch tiefer in die Hopfenbuchenzone hinab. Tannenreiche Hopfenbuchenwälder des Orjens sind mit dem von FUKAREK (1963: 138) beschriebenen *Seslerieto-Ostryetum abietosum* Fuk 1963 nom. prov. In Mittelmontenegro verwandt.

Tannen-Buchenwälder der Dinariden gehören zur Gebietsassoziation *Omphalodo-Fagetum* (Tregubov 1957) MARINČEK et al. 1993 nom. cons. propos (vgl. WILLNER: 401). Herbstblaugras Buchenwälder mit Tanne sind von FUKAREK (1970) als *Seslerio-Abieti-Fagetum* Fuk 1970 ohne Originaldiagnose benannt worden. Eine gültige

Veröffentlichung des *Seslerio-Fagetum* in Montenegro gibt BLEČIĆ (1958). Im Unterverband *Fagetum sylvaticae montenegrinum* BLEČIĆ 1958, werden diese in thermophile tiefmontane reine Buchen-(*Seslerio-Fagetum*) und mesophile hochmontane Tannen-Buchen Wälder getrennt. Die Assoziation wird von BORHIDI als *Erythronio-Fagetum* (BLEČIĆ 1958) BORHIDI 1963, ohne die thermophile tannenfreie Variante mitzunehmen, validiert (vgl. BLEČIĆ 1958: 43, BORHIDI 1965: 77, TÖRÖK et al.: 177).

BORHIDI weist darauf hin, daß der montenegrinische Buchenwald, einen Übergang zwischen illyrischen- und balkanischen (moesischen) Buchenwäldern bildet und mit letztern näher verwandt ist, läßt aber an seiner Eigenständigkeit keinen Zweifel. Seit BORHIDI (1963) sind im Gebiet Montenegros nur noch Aufnahmen aus dem

Lovčen hinzukommen (TOMIĆ-STANKOVIĆ) und lassen hier heute keine Revision erwarten.

Der Karstblockhalden Tannenwald nimmt selten eine größere vertikale Ausdehnung ein. Der in Abb. 3. besiedelte steil nach Norden einfallenden skelettreiche Hang (1), ist fast ausschließlich mit Tanne besetzt, nur vereinzelt tritt auch mal die Panzerkiefer hinzu. Ursprünglich floristisch verwandt ist die benachbarte Šibljak- Gesellschaft mit einer reichen Formenfülle an Sträuchern und Chamaephyten (6). Die Tanne hält sich auf den steil gestellten hier dem Betrachter entgegenfallenden kluftarmen Schichten schwer. Wenn spaltengängige Standorte Akkumulation von Feinerde begünstigen, siedelt sie sich auch als Pionier an.

Die Beschreibung der Buchenwaldtypen folgt der Nomenklatur von TÖRÖK, PODANI, BORHIDI sowie WILLNER. Die einzige Originaldiagnose der Wälder im Orjen (FUKAREK 1970b, jedoch ohne syntaxonomische Tabellen veröffentlicht zu haben) ist hier wiedergegeben. Nomenklatorisch sind die von FUKAREK (1970b) gewählten begrifflichen Bezeichnungen der Gesellschaften revisionsbedürftig. Einige Gesellschaften sind von im provisorisch benannt, ohne daß eine Originaldiagnose vorliegt. Vorläufig müssen die Namen deshalb noch benützt werden. Die oro(alto)mediterranen Wälder werden von Buche (*Fagus sylvatica*), Weißtanne (*Abies alba*), Panzerkiefer (*Pinus heldreichii*), Schwarzkiefer (*Pinus nigra*) und Hopfenbuche (*Ostrya carpinifolia*) gebildet (supramediterran sind noch Eichen und Orientalische Hainbuchenwälder auszugliedern, auf deren Darstellung hier verzichtet wird. Die Schwarzkiefer siedelt in aktuell und historisch anthropogen genutzten Bereichen und wird hier nicht Thema der Diskussion sein. Die Buchenwälder im Orjen gehören zu den wärmeliebenden Buchenwäldern im Unterverband *Ostryo-Fagenion* Borhidi ex Soo 1964 (vgl. HORVAT, GLAVAC u. ELLENBERG: 428, TÖRÖK et al., WILNER: 365, die stark mediterran getönten Wälder mit *Sesleria autumnalis* werden von WILLNER nicht näher behandelt, S. 340, 370). Als submediterrane Gebietsassoziation ist hier das *Sesleria autumnalis-Fagetum* (Ht 1950) Wraber ex Borhidi 1963 ausgebildet. Durch Reichtum an (sub)mediterranen Arten (HORVATIĆ, HORVAT, GLAVAC u. ELLENBERG): Herbst-Blaugras dominierend (*Sesleria autumnalis*), *Fraxinus*

ornus, *Sorbus aria*, *Acer obtusatum*, *Ostrya carpinifolia*, *Viburnum lantana* s.l., *Cornus mas*, *Erythronium dens-canis* u.a. gekennzeichnet. Das Areal der Gebietsassoziation erstreckt sich als schmaler Streifen vom slowenischen Hochkarst bis Albanien. In Montenegro reicht diese weiter nach Norden (BLEČIĆ 1957, FUKAREK 1963, FUKAREK 1970).

Trockene, skelettreiche und steile Hanglagen sind von Karstblock-Halden-Tannenwäldern und Šibljak-Gesellschaften des Verbandes Lonicero-Rhamnion Fuk 1969 eingenommen. Die breite Stufe der Panzerkiefer kann nicht als klimazonal angesehen werden (nach FUKAREK 1966 wird die Panzerkiefer in Bereich des subalpinen Buchenwaldes sekundär durch anthropogene Störung gefördert, im Orjen sind primär edaphische Ursachen anzuführen). Sie ist als Pionier-Gehölz ein Dauerbesiedler skelettreicher Standorte und tritt zusammen mit Tanne und Schwarzkiefer auf. Selten findet sich die Panzerkiefer aber auch im Buchenwald. Durch die gänzlich anderen Beleuchtungsverhältnisse ist in den eher lichten Nadelwäldern der Anteil oromediterraner Arten hoch. Hierhin konzentrieren sich auch die Endemiten Neumayer Krugfrucht (*Amphoricarpos neumayerii*), Orjen Schneeball (*Viburnum maculatum*), Klebrige Heckenkirsche (*Lonicera glutinosa*), *Rhamnus fallax* etc.

Der Verfasser stellt die phytözölogische Revision der hochmontanen Buchenwälder des illyrischen Raumes dar. Vier Assoziationen sind in diesem Raum beschrieben worden. In dem Voralpin-alpinen Gebiet gibt es zwei Assoziationen: *Dentario pentaphylli-Fagetum* und *Anemone-Fagetum*. Die letztere besteht aus zwei geographischen Varianten: eine mit *Luzula nivea* auf Kalkmuttergestein und eine zweite mit *Helleborus niger* ssp. *niger* auf Dolomitmuttergestein. Die Assoziation *Ranunculo platanifolii-Fagetum* gliedert sich in drei geographische Varianten. Die geographische Variante mit *Hepatica nobilis* überwiegt in Voralpinen Gebiet, diejenige mit *Calamintha grandiflora* vereinigt alle hochmontanen Buchenwälder des westlichen und mittleren Teiles des Dinarischen Gebietes. Die geographische Variante mit *Doronicum columnae* besiedelt das breite Übergangsgebiet zwischen der illyrischen und der mösischen Florenprovinz.

Alle erwähnten Assoziationen sind Einheiten des Verbandes *Aremonio-Fagion* und ferner des Unterverbandes *Saxifrago-Fagenion*. Die Assoziation *Doronico columnae-Fagetum*, beschrieben auf dem Biokovo Gebirge, ist als eine extrazonale illyrische Vegetation zu betrachten. Sie hat einen Übergangscharakter zwischen den hochmontanen Buchenwäldern und der Assoziation *Seslerio-Fagetum*.

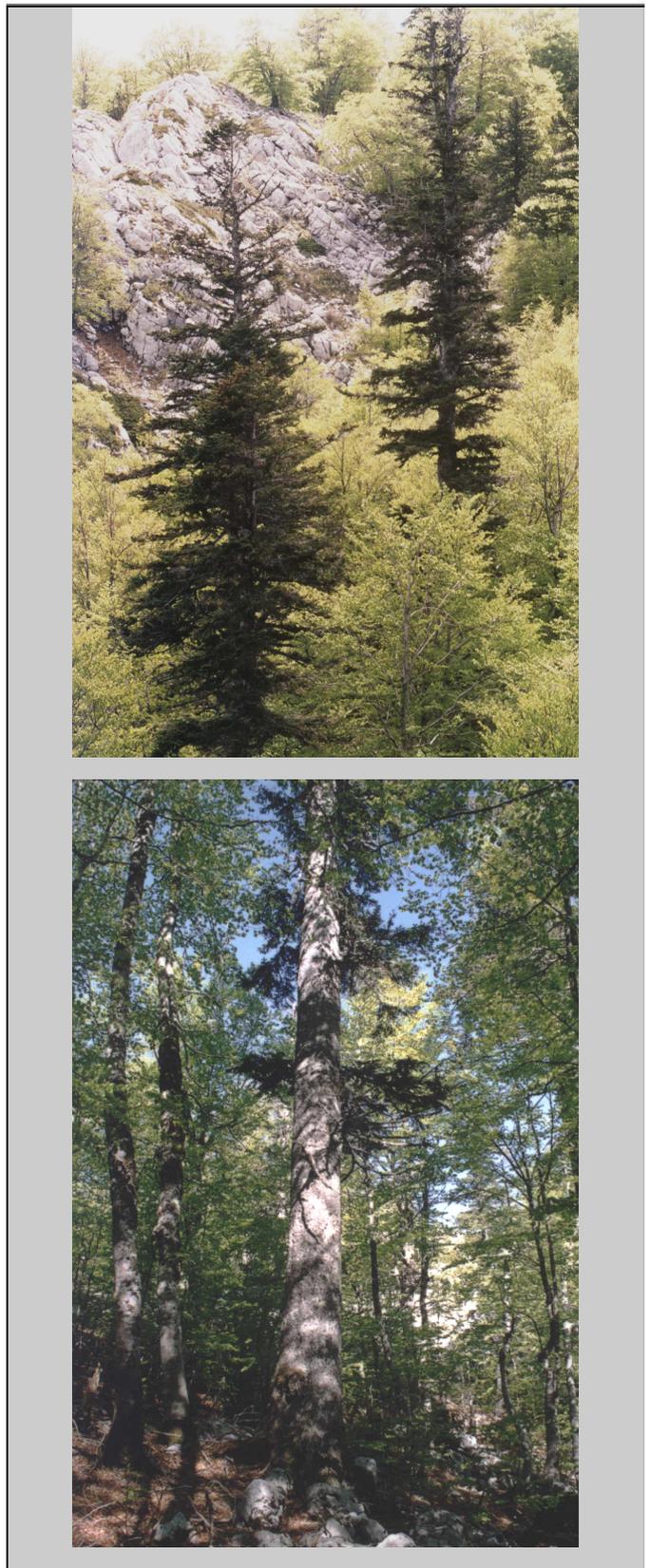


Abb. 3.47 & 3.48 *Sesleria autumnalis* -*Abietetum* (Horv.) Fuk. Die Krautflora mit *Sesleria autumnalis*, *Aremonia agrimonoides*, *Orthilia sexunda*, *Polystichum lonchitis*, *Rosa*, *Sorbus aucuparia*.

„БЈЕЛОГРСКЕ БИТЕ ЛЈЕЛЕ

ШТО ВАС ТАКО ТАМО БИЈЕ,

КО ДА ЛЈЕТА НИЈЕ БИЛО.“

„Anmutige Tannen der Bijela Gora,

warum so düster,

als ob kein Sommer war.“

VOLKSLIED DER BIJELA GORA

3.11.5 Standörtliche Charakteristik und Verbreitung der Weißtanne im Orjen

Karst-Blockhalden-Tannenwald

Rhamno-Abietum Fuk 1957

Pazua / Orjen (Montenegro) 1350 m, N

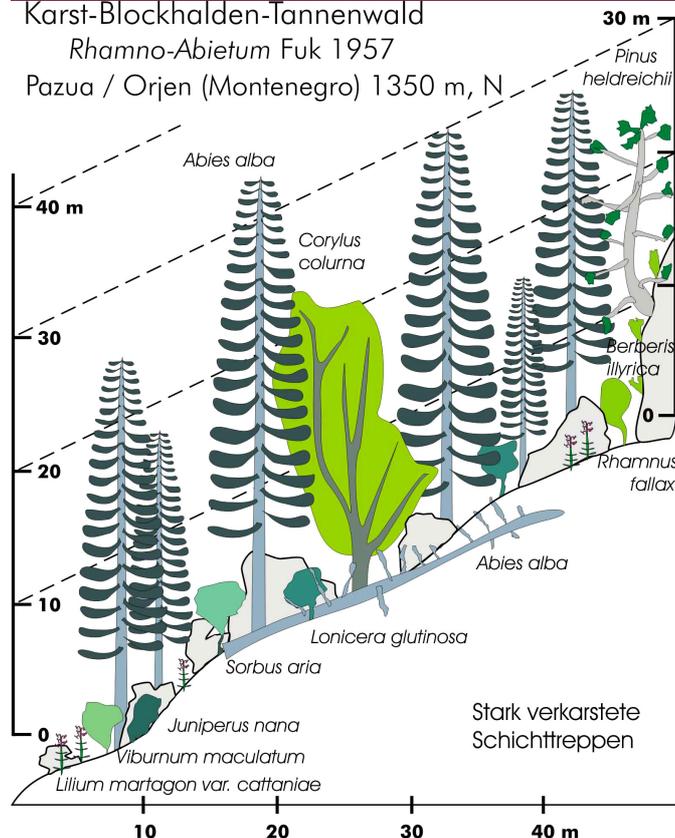


Abb. 3.51 Strukturlabiler xerischer Karst-Blockhalden-Tannenwald

Die Weißtanne kommt auf Schichttreppen überwiegend in reinen Wäldern oder zusammen mit Bergahorn, häufiger auch der Baumhaselnuß vor. Buche fehlt zumeist kommt aber auf angrenzenden Flächen immer vor (vgl. FUKAREK 1964). Weniger entwickelte Felsstandorte lassen fließende Übergänge zum Tannen-Buchenwald erkennen. Die azonale Dauergesellschaft besiedelt im Karstgebiet spaltengündige Böden steiler Grobblockböden und Schichttreppen (Moder bis Tangelhumus), die Pionierarten begünstigen. Unter den Moos- und Zwergstauchdecken erreichen die Nadelbäume die sich langsam durch Humus auffüllenden Spalten. In fortgeschrittenen geschlossenen Phasen werden die Auflagendecken mineralisiert, so daß dann die Wurzelgeflechte freiliegen. Buche kommt verjüngsökologisch erst bei fortgeschrittener Boden- und Vegetationsentwicklung (Mull bis Moder) im Schirm von Tanne auf, wobei Mulden durch lange Schneelage und hohlraumreiche Blockkaltluft für

die Buche ausscheiden. Kennzeichnend *Viburnum maculatum*, *Lonicera glutinosa*, *Sorbus aria*, *Berberis illyrica*, *Juniperus communis* ssp. *Nana*, *Saxifraga rotundifolia* und Dominanz von *Calamagrostis arundinacea* et *varia* (Abb. 3.51) Typisches vegetations- und Standortmosaik mit Nadelwaldarten, azidophilen Moosen, artenreicher Kalkflora (*Daphne mezereum*) und speziell Kalkfelspioniere (*Asplenium trichomanes*). Nachhaltig frischere Felsspalten besiedeln *Lilium cattanicae*, *Erythronium dens-canis*, *Valeriana montana*, *Cirsium erisithales*. Grobblockige Steilhalden hemmen die Entwicklung der Buche, während Tanne gegen Schneeschub geschützt weniger durch Schneeschimmel (*Herpotrichia nigra*) gefährdet ist. Ausbildung mit *Tilia cordata* und *Corylus colurna* sowie submediterranen Arten am Südhang der Pazua. Durch den aufgelockerten Bestandesschluß dringen wärme liebende submediterrane Flaumeichenwaldelemente ein (*Sedum boloniense*, *Doronicum columnae*, *Rhamnus fallax*, *Lonicera glutinosa*, *Paeonia daurica*, *Iris pallida* s.l.).

Tanne kommt nur (mittel)-oromediterran im Buchenwald vor. Hochoromediterran und altomediterran ist die überdurchschnittliche Konkurrenzkraft der Buche begrenzender Faktor. Auf ähnliche Verhältnisse weist MAYER (1984: 496) im Süd-Appenin hin. Gute Standorte des Karst-Blockhalden-Tannenwaldes in nicht so extremen Gelände sind durch deutlich bessere Wachstumsleistungen gekennzeichnet. Tannen von über 30 m wurden mit einem barometrischen Höhenmesser beispielsweise auf Felsen der Žestikova kita ausgemessen. extremere Karstblöcke mit wenig entwickelten Spalten wie größere Rundhöckerfelder sind dagegen wesentlich niedriger und kaum als echte Wälder anzusehen. Auf diese sehr xerothermen Standorten wird sowohl im Habitus als in der Morphologie Anpassungen bemerkt die nicht immer in humideren Blockhalden von schattseitigen stark geneigten Hängen der Fall ist. Die Nadeln sind bei den sehr xerophytischen Sippen dabei nie zweizeilig sondern nach

oben gekämmt. Die Stomata Bänder lassen die Zweige damit hellgrau erscheinen. Der Wuchs ist in der Regel gedrungen und zwieselig. Dichte Karst-Blockhalden-Tannenwälder wie sie zwischen Somulj und Gumbar entwickelt sind zeigen die schönste Ausprägung. In der Bodenflora sind oft oromediterrane Orophyten auftretend und humide Arten des Buchenwaldes finden sich neben den artenreichen Felsgesellschaften. Das Artenspektrum ist aus illyrisch-mittleuropäischen und oromediterranen zusammengesetzt. *Corylus collurna*, *Lonicera glutinosa*, *Viburnum maculatum*, *Sorbus aria*, *Calamagrostis varia*, *Aquilegia spec.*, *Iberis sempervirens*, *Fritillaria gracilis*, *Lilium cattaniae*, *Crocus spec.*, *Primula elatior*, *Ranunculus scuttatus*, *Saxifraga rotundifolia*, *S. griesebachiana*, *Fagus sylvatica*, *Acer intermedium*, *Fraxinus excelsior* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Evonymus latifolius*, *Lonicera alpigena*, *Asperula odorata*, *Asarum europaeum*, *Mercurialis perrenis*, *Polygonatum verticillatum*, *Prenanthes purpurea* (vgl. FUKAREK 1957).

Herbstblaugras Tannen-Buchenwald
Seslerio-Abieti-Fagetum Fuk. 1970
 Gvozd/ Orjen (Montenegro) 1338 m

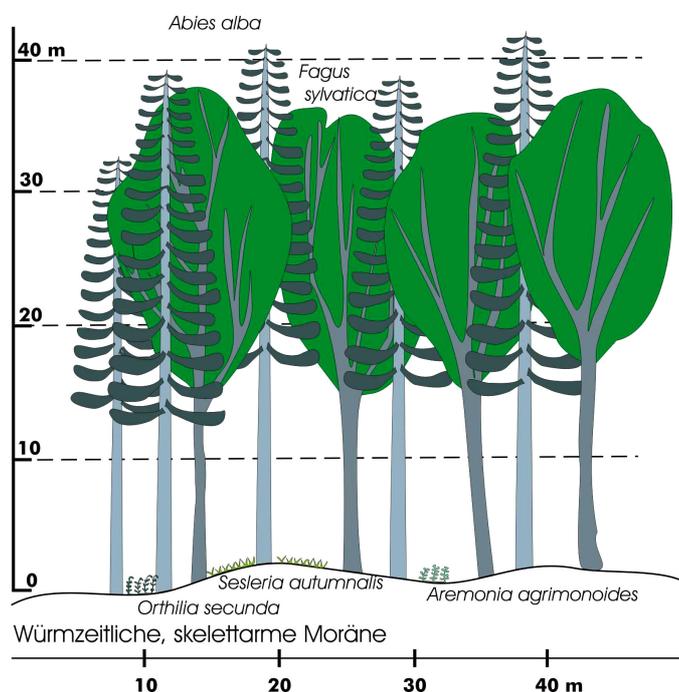


Abb. 3.52 Optimaler Tannen-Buchen Urwald im Gvozd.

Der thermophile illyrische Karst-Buchen-Tannenwald (*Seslerio autumnalis-Abieti-Fagetum* Fuk.1970) (Abb. 3.47, 3.38, 3.52) findet sich auf Moränen der Bijela gora. Besonders entwickelt auf dem Gvozd (serbo.kroat. ‚Eisen‘ – gebräuchlich für Urwaldareale). Hier erreicht die Tanne die

höchste Stetigkeit im Gebiet. Der Boden ist nicht sonderlich tiefgründige Rendzina, Ausgangsubstrat ist skelettarmes, ausgesprochen feines Glazialgeschiebe. Der Standort ist humid und bodenkundlich untersucht. Auffällig ein hoher ph Wert von 7 in 10 cm Bodentiefe, was im sehr feinen kalkhaltigem Geschiebe und dem ruhigen welligen Relief liegt. Tannen-Buchenwälder steiler Hanglagen haben nie so große Abundanz von Tanne. Böden sind an Hängen tiefgründig entwickelte Kalksteinbraunlehme, deren ph Wert zwischen 4,5 und 5,5 liegt. In grobskelettarmen Mulden (oft Großdolinen, aber durch glaziale Ausschürfung in die glaziale Reliefformung einbezogen) entwickeln sind typische Hallenwälder. Es sind vorratsreiche Standorte in denen *Acer pseudoplatanus* beteiligt ist.

Nimmt der dinarische Tannen-Buchenwald in Nordmontenegro in allen Expositionen eine breite Höhenzone ein, so findet man diesen im Orjen nur noch im nördlichen Bereich der Bijela Gora um Jastrebica (1864 m) und Međugorje (1769 m). Das mediterrane Klima hindert die Tanne daran sich im Orjen weiter auszubreiten. Der illyrische Tannen-Buchenwald kommt auf Moränenstandorten zur Ausprägung. Floristisch gibt es hier kaum Unterschiede zu den submediterranen Buchenwäldern Dalmatiens. Insbesondere kennzeichnet diesen das Herbstblaugras (*Sesleria autumnalis*). An Nordexpositionen findet sich die Tanne jedoch in einer anderen Assoziation. Hier besiedelt sie Blöcke und Felshänge die zumeist stärker geneigt sind. Sie sind standörtlich trockener (ein abschirmendes Kronendach und durchgehende Bodenschicht fehlt), nährstoffärmer und wärmer.

Tannen finden sich im Orjen in einer Höhenstufe von 1100 – 1550 m. Geschlossen tritt die Weißtanne auf der großen Moräne von Gvozd auf. Der mächtigste Moränenwall zieht sich von der Žestikova kita (1432 m) über 3,5 km nach NO, wo er an der Mići motika seinen Abschluss findet. Als eigentümlicher Standort, da wenig reliefierte und exponierte Gelände keine entwickelten Tannenbestände aufweisen, erstaunt die Dominanz. Der Standort ist durch seine hohe Basensättigung und wenig entwickelte Rendzina deren glaziale Kalkkiese keine tiefe Bodenentwicklung erlauben tannenfördernd. Spärliche Bodenflora macht die Lichtverhältnisse des nadelholzreichen Aufbaus deutlich.

Die Tannen im mediterranen Raum sind herausstechende Merkmale der oromediterranen Gebirgswälder. Wie dargelegt unterscheidet sich die bioklimatische Signifikanz einzelner Arten, im allgemeinen sind sie aber in der kühlen Variante humider Zonen im Mittelmeer entwickelt. Nimmt man das Emberger Diagramm als Vergleich der Verbreitung der hauptsächlichlichen Waldbaumarten (z.B. QUÉZEL 1976: 14) so ist *Abies* s.l in kühlen, humid subhumiden Varianten des Mittelmeer Klimas angesiedelt und deckt sich mit *Cedrus* am besten. Die Höhenzonale Verbreitung ist von Konkurrenzverhältnissen abhängig, wo Buche fehlt steigt sie auch in submediterrane Stufen hinab (*Abies cephalonica*). Andere Arten sind strikt oromediterran (*Abies cilicica* und *A. pinsapo* s. l.) (QUÉZEL 1976). Die obere Verbreitungsgrenze wird stark von Schneedeckendauer bestimmt (vgl. ELLENBERG 1996). Formen der Weißtanne kommen an Rändern der mediterranen Gebirge vor. QUÉZEL (1976:25)

zählt die Aude Tanne in den Voralpen nahe Grasse und die korsischen und apenninischen Tannen dazu. In den Dinariden gilt entsprechendes wohl nur für Biokovo und Orjen. Sie sind die einzigen Gebirge der Dinariden mit ausgeprägt mediterranem Gepräge (STEVANOVIĆ 1996).

Die Weißtanne ist im Orjen weiter verbreitet als im Biokovo, wo sich eine kleine Restpopulation hält. Die klimatischen Verhältnisse können in beiden Gebirgen als kühl-humide Varianten des mediterranen Gebirgsklimas charakterisiert werden (GAMS 1976a). Für den Orjen als fällt die obere Verbreitungsgrenze auf, Einzelbäume sind maximal bis 1550 m verbreitet, geschlossene Bestände unter 1500 m. Insbesondere fällt das Fehlen am Hangfuß der Reovacka greda auf. Hier in knapp 1420 m kommt Tanne nicht vor. Dies kann mit der schneereichen Lage im Schatten der abschirmenden Wände erklärt werden. An Hängen steigt sie erst wieder die anschließende Pazua hinauf.



1. Risan Mosaik 2 Jh. 2. Canale di Cattaro 1688 3. Fort Mamula 4. Eroberung Belgrads 5. Deutsche Flotte I WK in Kotor

3.12 SOZIALGEOGRAPHISCHE GRUNDLAGEN

3.12.1 Historische Entwicklung und Besiedlung

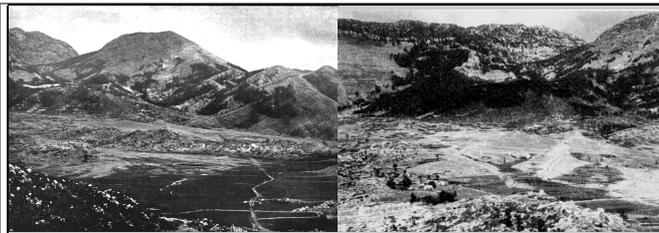


Abb. 3.58 & 3.59 Polje von Vrbanj (aus: PENCK, RATHJENS)

Als Lebensraum bietet der Orjen spärliche Grundlagen. Das „ungeheure Ausmaß der Verkarstung“ (KAYSER 1931: 110) erlaubt nur Fernweidewirtschaft. Oberes Bildpaar zeigt die Situation im Polje von Vrbanj, dass als ehemaliges Gletschervorfeld von glazialen und fluvioglazialen Ablagerungen bedeckt ist. Die Bilder wurden gegen die Endmoräne des Orjen Gletschers aufgenommen. PENCKs Aufnahme von 1899 zeigt im linken Mittelgrund die Endmoräne mit dem Borovik Gipfel im Zentrum, Bild von 1953 ist etwas nach Westen versetzt, der Borovik Gipfel somit am rechten oberen Bildrand. Spärliche Vegetation und Bodendegradation des Polje durch Duale Nutzung (vgl. RATHJENS). Das Polje war zu Pencks Zeiten stärker besiedelt, was auch mit der militärischen Präsenz einer Gendarmeriekaserne und der strategischen Passstrasse von Vrbanj nach Risan einherging. Ackerbaulich nutzbarer Boden ist nur in den tiefsten Teilen vorhanden. Das 50 Jahre später entstandene Bild, zeigt eine etwas üppigere Bewaldung der Moräne als noch zu Pencks Zeiten.

Historisch ist die Besiedlung des Orjen eng an die Bucht von Kotor und damit den mediterranen Kulturkreis Dalmatiens sowie allgemein der Geschichte des Balkans gebunden. Der historische Abriss bezieht sich, soweit diese nicht das Schicksaal der übrigen Küstenstriche Dalmatiens teilt, im folgenden auf die Bucht von Kotor. Menschliche Siedlungstätigkeit lässt sich ins Neolithikum zurückverfolgen, prähistorische Felsbilder mit Darstellung von Jägern und Hirschen finden sich bei Risan. Eine bedeutende neolithische Fundstelle wird auf herzegowinischer Seite gefunden. Die Illyrer gründen in Dalmatien im 3 Jh. v. Chr. ein Königreich und Risan wird unter Königin Teuta Hauptastadt des Ardiäer Reiches (HÖSCH: 30). Seit dem 1. Illyrischen Krieg (229-228 v.Chr.) in Abhängigkeit Roms geratend, kam für den Verwaltungsbezirk 59 v. Chr. die Bezeichnung Illyricum auf, der zur Donau ausgeweitet wird. Der antike Name der Bucht - *Sinus Rhizonicus* - verweist auf Risan als zentrale Siedlung.

Hier ausgegrabene Bodenmosaiken sind wichtigste römische Funde in Montenegro. Bei der Reichsteilung 395 kam Illyrien zur ital. Präfektur und teilte das Schicksaal des Weströmischen Reiches. 535 unter Justian I wiedereingegliedert, verbleibt die byzantinische Administration bis 1077. Südslawische Stämme verdrängen im 7 Jh. die romanisierte Bevölkerung und erst die Makedonische Dynastie erreicht im Thema Dalmatia (869) wieder eine Kontrolle der Küste (HÖSCH: 47). Die konkurrierende Missionsarbeit der Zeit wirkt in Teilung von Katholiken und Orthodoxen bis heute nach (NORWICH, II: 123). Die erste historische Erwähnung Kotors fällt in die Periode Basileios I (867-886). Nach Basileios II (976-1025), erstarken lokale Fürstentümer und die Region zwischen Ragusa und Cattaro wird Keimzelle des serbischen Nationalstaates. Von 1185-1371 Teil des Nemanjić Staates, erlangt Kotor unter Zar Dušan (1332-1355) ein überragendes Ansehen als wichtiger Handelsort (der Berbau erlebt eine große Blüte, HÖSCH: 69) und Kunstzentrum (Gold-, Silberschmiede, Ikonen-, Freskomalerei, Architektur). Mit der osmanischen Invasion verlieren alle christlichen Staaten des Balkans die Eigenstaatlichkeit. Das unzugängliche Fürstentum Montenegro, nominell 1499 dem Osmanischen Reich eingegliedert (HÖSCH: 86), sowie Ragusa bewahren ihre Autonomie. Venedig übernimmt 1420 die Kontrolle der dalmatinischen Hafenstädte außer Ragusa, während die Türken im Inneren der Halbinsel die Herrschaft ausbauen. Da Herceg Novi und Risan in türkische Hand fallen, ist die Bucht von Kotor in einen osmanischen und venezianischen Teil geteilt. Ab 1481 ist der Orjen osmanisch. 1688 verdrängt Venedig die Türken aus ihren dalmatinischen Besitzungen und hält sich bis 1797. Während der napoleonischen Kriege wechseln Österreich, Russland, Frankreich und wieder Österreich in rascher Folge als Herren der Bucht ab. Mit der Neuordnung des Berliner

Kongresses wird Dalmatien als Königreich Bestandteil der Österreichisch-Ungarischen Monarchie (1814-1918) und Kotor zu einem stark befestigtem Kriegshafen ausgebaut. Bis 1878 verläuft die Militärgrenze über die Jastrebica und Bijela gora. Das spätere Königreich Jugoslawien sichert sich 1920 die Region, die 1945 in die Republik Montenegro eingegliedert wird.

Mit 70 % städtischer Bevölkerung ist die Bucht von Kotor urbanisiertes Region Montenegros. 1981 lebten nur noch 2 % von der Landwirtschaft. Im Zensus von 1981 hatten sich von 53000 Einwohnern der Bucht 60 % als orthodoxe 20 % als Jugoslawen und 20 % als Kroaten ausgesprochen. Nutzung der Waldgebiete war nur lokal stärker in Form von Waldweide ausgeprägt. Hier waren es tiefere Lagen des Eichenwaldes, die dafür in Betracht kamen. Was den Orjen von den meisten anderen dinarischen Gebirgszügen sozioökonomisch unterscheidet, ist die hier fehlende Weidewirtschaft in der subalpinen Stufe. Fehlende nutzbare Flächen und die Unwegsamkeit durch Steilrelief und Verkarstung bei ungenügender Wasserverfügbarkeit sind Gründe. Nur um die Orjenska lokva finden sich heute einige Ochsen (5-10) die von Vrbanj hier hochgeführt werden. Da diese ohne Bewachung sowie Unterstand im Gebirge verbleiben ist dies zu den stark beweideten Zentraldinariden mit regelrechten Sommerlagern ein großer Kontrast. Im Bereich der Bijela Gora haben sich Reste der einstigen sozioökonomischen und materiellen Kultur erhalten. Auf dem weiten flachen Plateau wurde im Bereich des ehemaligen Gletscherlobuses stärkerer auf Transhumanz basierende Weidewirtschaft betrieben (KAYSER 1935). Nur eine Familie ist gänzlich dieser traditionellen Wirtschaftsweise

verhaftet geblieben. Eine Nutzung der Wälder spielt nur für Brennholz geringe Bedeutung. Gravierender ist das Abbrennen der Nadelstreu und trockenen Rasen unterhalb der Schwarzkiefern im August. Dies soll die Pilzbildung, die hier als Handelsgut verwendet werden, fördern.

Größerer Holzeinschlag war erst mit der Modernisierung von Straßen- und Wegenetz im 20 Jh. möglich. Fehlende Fließgewässer ließen die Praxis von Floß- und Trifftbringung wie in Bosnien und Serbien üblich ausfallen. Da nur die Bijela Gora ökonomisch rentable Waldgebiete besitzt hat sich die Industrie auch hierauf konzentriert. Anfang der 20iger Jahre wurden Planungen umgesetzt Holz im großen Maßstab aus der Bijela Gora in ein neues Sägewerk nach Risan zu bringen. Zu diesem Zweck wurde 1925 eine Transportseilbahn und in der Bijela Gora eine Schmalspureisenbahn gebaut. Da keine Straßenverbindung zur Bijela Gora existierte, konnten Lastwagen nur bis Grahovo. Der Weitertransport geschah mittels Pferden. Eine Holzarbeitersiedlung entstand in Jarčište und Güter aus Risan gelangten über die Transportseilbahn hierher. Aufgrund der Weltwirtschaftskrise 1929 ging das Unternehmen 1931 in Konkurs. Seilbahn und Sägewerk sind zu Beginn des Kriegshandlungen des zweiten Weltkrieges zerstört worden. Eine zweite Phase der Holznutzung setzte Mitte der 60iger Jahre des 20 Jh. ein. Das Wegenetz der Bijela Gora geht auf diese Periode zurück. Überwiegend wurden Buchenwälder der besseren Lagen genutzt. Größere clearcuts blieben aus und auf ein Schutz der Waldbestände wurde nachdrücklich Wert gelegt. Die forstliche Pflanzung von Fichten, die hier völlig untypisch ist zeigt, daß das Unternehmen auch für zukünftige Waldnutzung vorgeplant hat.

3.12.2 Weidewirtschaftliche Nutzung

Die bis in die Antike zurückgreifende Entwicklungsgeschichte der Viehwirtschaft in seinen Erscheinungen und Auswirkungen auf den Naturraum Südosteuropas zu beleuchten stellt ein kaum zu lösendes Problem dar (BEUERMANN: 15). Die speziellen naturräumlichen Bedingungen des dinarischen Karstes erschweren zudem eine Beurteilung, der durch übermäßige

Weidenutzung seit historischen Zeiten im dinarischen Gebirgsraum nachweisbaren Herdenviehzucht aufgetretenen Flurschäden. Heute ist intensive Herdenhaltung im Karst nur selten zu finden. Die sehr anspruchsvollen Voraussetzungen haben hier auch am ehesten zu einer Aufgabe traditioneller Wirtschaftsform und letztlich Abwandern der Bevölkerung geführt. An die naturräumliche Ausstattung angepasste

Weideformen entwickelten sich durch Fernweidewirtschaft, Nomadismus und Almwirtschaft (vgl. BEUERMANN). Daneben beeinflussten soziale, politische und wirtschaftliche Entwicklungen im starken Masse die Erscheinungen der Viehwirtschaft. Die natürlichen Gegebenheiten ausnützend, prägte das auf Viehzucht bezogene, kulturelle Verhalten der Balkanvölker einheitlich deren soziale und kulturelle Entwicklung. Ein Nebeneinander, zum Teil in unmittelbarer Nachbarschaft, und enge Verflechtung der verschiedenen weidewirtschaftlichen Formen hat eine differenzierte Raumausnutzung geschaffen die auch auf ethnischen Besonderheiten fußte (vgl. KAYSER 1935: 112, BEUERMANN: 39ff., 46, 66ff.). Die Aromunen (serb. Tsintsaren), überwiegend südlich der Donau verbreitet, galten als prinzipielle Vertreter einer nomadischen Volksgruppe. Sie spielten im Fernhandel der Balkanhalbinsel im 19. Jh. eine wichtige Rolle. Nomadische Wanderungen, waren noch bis zum 1. Weltkrieg weit verbreitet. Die Herausbildung der Nationalstaaten aus der Konkursmasse des Osmanischen Reiches nach dem Berliner Kongress 1878 und den Balkankriegen 1912/13, verlangte eine Umstellung, der innerhalb des osmanischen Reiches durch keinerlei Territorialgrenzen gehemmt, Fernweidewirtschaft.

Herdenwanderungen zwischen Sommerweiden im Prokletije und Winterweiden, an die jeweiligen politischen Realitäten und agrarischen Entwicklungen angepasst, erfolgten beispielsweise zu den Save Niederungen, dem albanischen Tiefland, der Kampania von Thessaloniki, der Morava Niederung und der Metohija (BEUERMANN: 73, ANTONJEVIĆ: 158). Letztlich wurde solcherart Herdenwanderung mit Wanderwegen von bis zu 300 km Luftlinie durch Umstellung auf Almwirtschaft aufgegeben.

Die Grenze der ursprünglichen Herdenwanderungen reichte Nordwärts in die Herzegowina, Montenegro, Metohija (Kosovo), Südserbien und Bulgarien südlich des Balkangebirges (BEUERMAN: 23). Nur in Regionen deren Agrarwirtschaft aufgrund der Naturraumausstattung für kaum eine andere Wirtschaftsform geeignet scheint, konnte sich diese länger halten. So waren in der Herzegowina noch nach dem zweiten Weltkrieg Formen der Transhumance und Fernweidewirtschaft festzustellen. Kontinentale Gebiete der Dinariden sind dem Bereich der alpinen Almwirtschaft zuzurechnen (Slowenien, Gorski Kotar, Bosanska Krajina, Zentralbosnien, Sandžak, Nordmontenegro und Westserbien). Formen der mediterranen Almwirtschaft finden sich im Velebit, der Herzegowina und Westmontenegro (vgl. KAYSER 1935: 115, BEUERMANN: 23).

4 Methoden

Die pflanzensoziologischen Aufnahmen sind entsprechend der Methode nach BRAUN-BLANQUET erhoben worden (siehe ELLENBERG 1956; BRAUN-BLANQUET 1964). Notiert wurde Abundanz und die geschätzte Artmächtigkeit aller Kormophyten. Ein Minimumareal wurde nicht festgelegt, alle Aufnahmen sind auf $25 \times 25 \text{ m} = 625 \text{ m}^2$ Flächengröße vereinheitlicht. Dies gilt sowohl für wenig geschlossene Karstblockhalden-Tannenwälder, als auch dicht geschlossene Tannen-Buchenwälder. Moose und Flechten wurden nicht aufgenommen. Die Moosbedecke ist aber in der Schätzung des Deckungsgrades miteingeflossen. Der methodische Ansatz des pflanzensoziologischen Arbeitsverfahrens, „dient dem Ausbau, der standörtlichen Begründung und Anwendung einer Klassifikation von Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage“

4.1 Aufnahmemethodik

(GLAVAC: 75). Hierbei wird für die untersuchte Pflanzengemeinschaft/ Standortsystem aufgrund synmorphologischer oder synökologischer Unterschiede oder Ähnlichkeiten eine Klassifikation versucht und somit die Verallgemeinerung anderer Befunde erlaubt (vgl. GLAVAC: 22).

Im vorliegenden Fall, wurden Waldformationen, in denen die Tanne zumindest kodominant ist, in zwei synmorphologischen Typen bearbeitet. Einerseits waren dies dichtgeschlossene Mischbestände von Buche und Tanne, im anderen Fall offene Felswälder des Nadelbaumes. Damit wurden Artenbindung, äußeres Erscheinungsbild und standörtliche Ausgangssituation vereint. Karstblockhalden-Tannenwälder, die durch die hohe Stetigkeit von Sträuchern

ausgezeichnet sind, können von einer Strauchgesellschaft Ordnung *Rhamnetalia fallacis* Fuk. 1969 mit verwandterer Artengarnitur, in der aber Baumarten fehlen und die gleichfalls die oromediterranen Hänge bestockt, zwar physiognomisch gut getrennt werden, ob dies aber ökologisch Sinn macht, ist fraglich. Auf die Aufnahme von Strauchgesellschaften ohne Tanne wurde verzichtet. Diese haben im Karst eine sehr weite Verbreitung und würden eine Arbeit für sich rechtfertigen. Da dieses Problem anderweitig ebenso in Erscheinung tritt, soll es hier keine tiefergehende Behandlung erfahren (vgl. dazu SCHMIDTLEIN: 18).

Die Nomenklatur folgt der ‚Flora von Serbien‘, ‚Conspectus Florae Montenegrina‘ und ‚Flora von Bosnien und Herzegowina‘. Im Text und den Tabellen ist zur besseren Lesbarkeit meist auf die Wiederholung von Autorennamen verzichtet worden. Sie und die wichtigsten Synonyme der Artnamen sind in der Artenliste im Anhang aufgeführt. Die syntaxonomischen Einheiten werden mit den neuen gültigen Namen, alte Namen sind gesperrt gedruckt, bezeichnet. Lebensformen-spektren und Arealtypenspektren wurden nicht analysiert. Die phytosozilogischen Relés werden durch numerische Analyse ausgewertet. Statistische Methoden (wie Korrespondenz Analyse und Hauptkomponenten-analyse)

werden benutzt um von der floristischen Komposition abgesehen, bestimmte ökologische Parameter einzufügen (z. b. Temperatur, Boden, Feuchtigkeit, Höhe, Exposition, Inklination). Um die Daten in einem numerischen Verfahren auszuwerten ist die modifizierte Braun-Blanquet Scala verwendet worden. Informationen zu ökologischen Zeigerwerten sind aus der Serbien Liste (KARADZIĆ, POPOVIĆ et al.) entnommen. Diese wurde für das Programm TURBOVEG angepasst. Die Liste beruht auf LANDOLTS Indikatorwerten der Schweiz und ist erstmalig von KARADZIĆ (1994) genutzt worden. Die numerische Analyse wurde für alle Aufnahmen im Programmpaket PCORD durchgeführt, welches speziell für ökologische Fragestellungen geschrieben wurde.

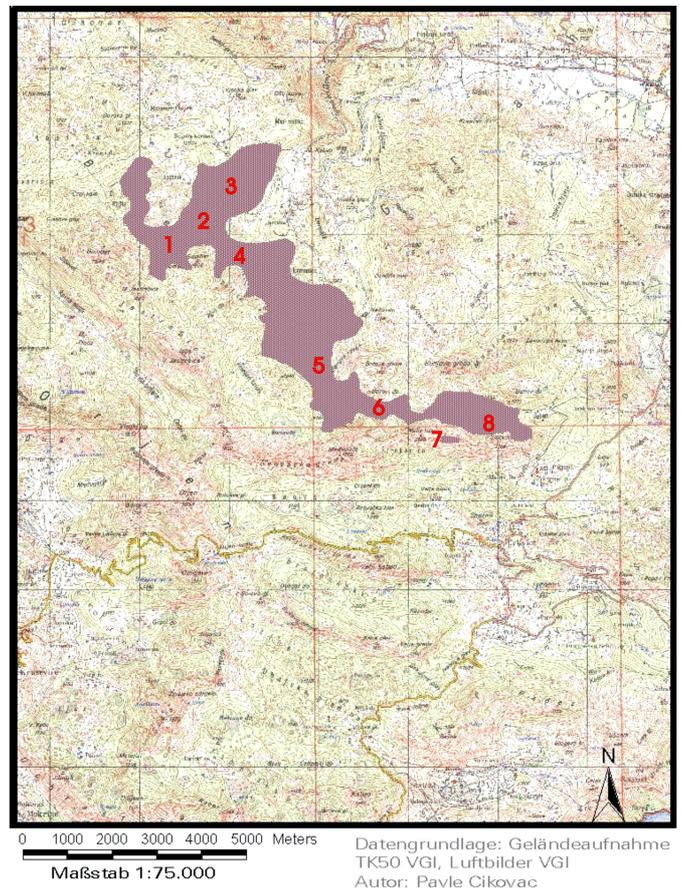
Auf eine Revision der Syntaxa wird verzichtet, sie ist nicht Aufgabe der Arbeit. Da für Montenegro und die anschließende Herzegovina keine Flächendeckende syntaxonomische Listen zusammengestellt werden können, fehlt dafür auch das notwendige Datenmaterial. Gut bekannt ist die Vegetation in Montenegro überdies nur für Lovcen, Durmitor, das Piva Tal, die Biogradska gora, die Umgebung des Skadar Sees, sowie Teile der Prokletije (vgl. STEVANOVIĆ, JOVANOVIĆ, LAKUSIĆ: 222).

4.2 Sample Design

Die Auswahl der Aufnahmeplots erfolgte während der Geländebegehungen und wurde nach Kriterien der Braun-Blanquet Schule in synmorphologisch und synökologisch homogenen Pflanzengesellschaften, in Flächen mit Tannenvorkommen gewählt. Basis für die Geländebegehung und Plat Wahl war die TK 25 (Niksic 3-3) des VGI aus dem Jahre 1985. Anthropogen beeinträchtigte Standorte wurden nicht berücksichtigt. Es kam jedoch vor das in typischen Urwaldstandorten einzelne Tannen gefällt wurden, sonst aber keine größeren Beeinträchtigungen durch Auflichtung erfahren hat. Insbesondere im wohl ehemals wüchsigstem Urwald unterhalb der Žestikova kita ist dies der Fall gewesen, da dort insgesamt 6 größere Tannen auf einer Fläche von ca. 5 ha entnommen wurden. Hier wurden Aufnahmen in nicht veränderten Beständen gemacht. Die Felsstandorte sind keiner Nutzung unterworfen worden und damit ursprüngliche

Waldgebiete. Bei der Beurteilung nutzungsbedingter Veränderung konnten Luftbilder (1981, 1990) und Satellitendaten (1999, 2000) gut verglichen werden. Insbesondere treten nach 1981 aber vor 1990 verursachte stärkere Eingriffe planmäßigen Holzeinschlags auf. Bei der fernerkundlichen Analyse war insbesondere das forstliche Wegenetz aussagekräftig, da sich die Situation von der Tk-25 (1971) unterscheidet. Das Wegenetz lässt eine recht detaillierte Nutzungs Historie der Wälder entwerfen die durch zwei relevante Phasen 1925-1941 (Schmalspureisenbahn) sowie 1981- ca. 1995 geprägt ist. Eingeschlagen wurden große Buchenareale, insbesondere die Lokalitäten Gvozd, Keseljevi katuni und die Bajgorovica. Die in der zweiten Phase von der Kooperation Trudnik exploitierten Waldfläche lässt sich ohne Wegenetz nur schwer in den Satellitenaufnahmen erkennen, da die Nutzung nur in

Ausnahme nach clear cut Methode geführt wurde. Der Einschlag war zwar überwiegend selektiv, einzelne besonders gutwüchsige Urwaldstücke wurden aber komplett abgeholzt. Genutzt wurde Buche, Tanne sowie Panzerkiefer. Die Lage der sample plots wurde mit einem 12 kanaligen GPS ermittelt. Die Höhe ü NN wurde mit der Tk25 und einem barometrischen Höhenmesser festgelegt. Pedotope wurden aus repräsentativen Flächen genommen. Eine Analyse von reinen Felsstandorten blieb jedoch aus, da die methodische Vorgehensweise mit den verfügbaren Mitteln keine Ergebnisse erwarten lassen konnte. Insgesamt sind 44 Aufnahmen gemacht worden, davon 28 in Karst-Blockhalden-Tannenwäldern Rhamno-Abietum Fuk 1957 und 17 in Herbstblaugras Tannen-Buchenwäldern Fuk 1970.



Areal von Abies alba

- (1) GUMBAR
gut ausgebildete Karst-Blockhalden-Tannenwald, Tannen-Buchen-Urwäldern
- (2) ZESTIKOVA KITA
Tannen-Buchen und Karst-Blockhalden-Tannenwälder
- (3) GVOZDA
dichter Tannen-Buchenwald auf mächtiger Moräne
- (4) OPALJIKA
Karst-Blockhalden-Tannenwald auf Rundhöckern
- (5) BAJGOROVICA
Tannen-Buchenwald im Großkar
- (6) PAZUA
Tannen-Buchen- und Karst-Blockhalden-Tannenwald
- (7) VELJE LETO
Karstblockhalden-Tannenwald, artenreicher Mischwald
- (8) JASENOV DO
Hopfenbuchen-, Tannen-Buchen-, Karst-Blockhalden-Tannenwald

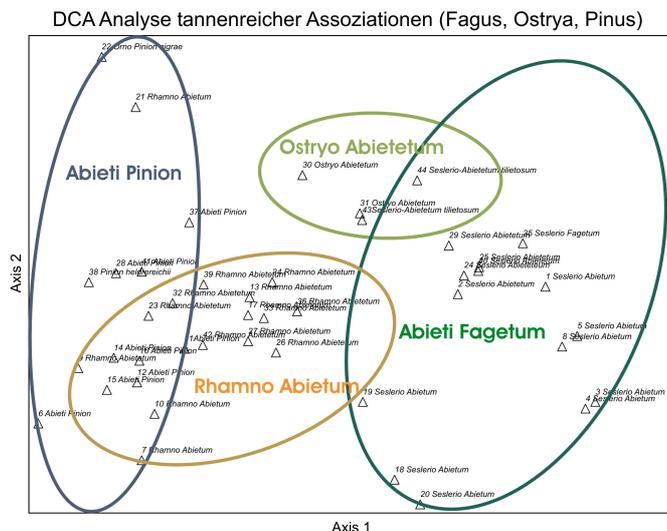
4.3 Ordination

Zweck der Ordination ist Beziehungen zwischen Umweltgradienten und Pflanzenbeständen herzustellen (vgl. GLAVAC: 159). Die Ordination ist die graphische Sichtbarmachung der (un)Ähnlichkeiten von Pflanzenbestandsstrukturen. Der Ordinationsraum wird letztlich von 3 Achsen, die von den Eigenvektoren der

Aufnahmen oder Arten unter Reduzierung von n-dimensionalen Räumen bestimmt werden. Abb. 4.1 zeigt den Ordinationsraum zwischen den ersten drei Achsen. Ausgedrückt ist die Position der Plots und die Gesellschaftsbezeichnungen (diese sind hier primär noch als provisorisch zu sehen, da z.B. für das Abieti Pinion in

exJugoslawien keine veröffentlichte syntaxonomische Arbeit vorliegt, die Gesellschaft damit weder bei LAKUSIC et al., noch JOVANOVIĆ et al. als gültiger Verband erwähnt wird. Erstmalige Erwähnung bei RAC & LOVRIĆ).

liegt somit zwischen dem *Abieti-Fagetum* und dem *Abieti Pinion*. Der Temperaturgradient spiegelt sich wohl auch in Achse 2 am stärksten, hier ist das *Ostryo Abietum* ausschlaggebend sowie die zwei Plots (43 u. 44) mit submediterranen Arten und die Hochliegenden Plots. Reine Tannenwälder sind demnach unter kühlhumiden Klimabedingungen auf edaphisch trockeneren Standorten zu finden. Achse 3 kann auch mit Exposition und Höhengradienten, somit der Temperatur zusammenhängen, Plott 38 unterhalb des Velje Leto Gipfels mit schon alpiner Artengarnitur und Plott 9 auf plateauartigen Rundhöckern in niedriger Lage ohne Exposition finden sich hier als Aufnahmen an entgegengesetzten Polen. Beide male handelt es sich um typische Felsstandorte mit reicher Artengarnitur.



Achse 1 hat einen Eigenvalue 0,451 und spiegelt einen großen Teil der vegetationskundlichen Unterschiede im Gebiet. Achse 2 hat 0,217, Achse 3 noch 0,157. Das Bestimmtheitsmaß für die Korrelation zwischen Ordinationsdistanzen im originalen euklidischen Raum (r^2) beträgt für die ersten drei Achsen (kumulativ) 0,205 (PCORD, McCune & Mefford 1997: Percent of variance in distance matrix.). Die Hauptachsen lassen sich nun aufgrund von hypothetischen Umweltgradienten interpretieren. Ohne Standortdaten würde sich die Interpretation als nicht zweckmäßig erweisen, die ökologische Wertigkeit kann ergänzend Zeigerwerte der Pflanzen benutze, diese wird hier nicht verfolgt, da Zeigerwerte nur für eine begrenzte Zahl der Arten vorlag. Ein Overlay ist hier durch die in Abb. 4.1 oben eingezeichneten Gesellschaften gegeben.

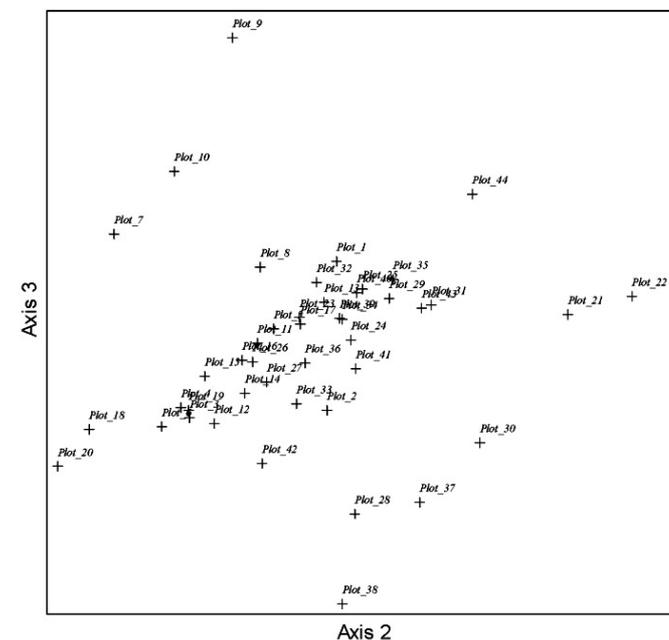


Abb. 4.1 Ordinationsdiagramm DCA

Achse 1 kann hier als stärkstes Mass der Humidität des Standortes verstanden werden. Links sind Gesellschaften positioniert, die auf der trockeneren und wärmeren Seite des Gradienten, rechts die auf der feuchteren Seite liegen. Aber auch auf Achse 2 kann sich der humiditätsgradient spiegeln, nach oben nimmt die Trockenheit zu, was durch die Position des *Ostryo Abietum* sowie Sonnseitiger Lage des Plots 43 und 44 belegen. Auch die Position der Hauptpunktswolke Tannenwaldes des *Rhamno-Abietum* würde dies gut begründen. Tanne ist nicht so trockenresistent wie Kiefer und

Der relative Höhenunterschied von 345 m sowie die völlig andere Reliefsituation würden diese Interpretation unterstützen. Anliegende Plots unterstreichen die Expositionen und Reliefunterschiede. Plot 44 befindet sich auf einem steilen Südhang. Insgesamt kann das Ergebnis durch die in der Stichprobe enthaltene Extreme in den Gradienten zu überzeugen. Die wesentliche Struktur wird gut gezeigt, feinere Unterschiede hängen primär auch den edaphischen Verhältnissen zusammen. Da die Informationen darüber zu spärlich sind, da auch keine Zeigerwerte das Spektrum abdecken sind dazu jetzt keine Aussagen zu machen.

4.4 Klassifikation

Für die Klassifikation der Aufnahmen wurde das in PCORD integrierte TWINSPAN Verfahren genutzt. Durch dichotome Unterteilung der Aufnahmen entlang voraus ermittelter Achsen einer Ordination wird bei der ersten Teilung die erste Hauptachse einer Korrespondenzanalyse verwendet. Das Verfahren beruht auf dem Vorkommen von Differentialarten, die bestimmte Gruppen von Aufnahmen charakterisieren (GLAVAC: 146). Nach der Zweiteilung werden der ersten Hauptachse werden die Arten auf ihre Präferenz für die linke

oder rechte Hälfte bewertet. Die Tabelle hat letztlich große Ähnlichkeit mit einer nach der Braun-Blanquet-Methode geordneten Tabelle weist als Hauptunterschied aber das das Verfahren zuerst eine Klassifikation der Aufnahmen erzeugt und diese Gruppierung benutzt um zu der Klassifikation der Pflanzenarten zu kommen. Die durch das TWINSPAN Verfahren klassifizierte Tabelle wurde nochmals durchgesehen und durch Kenntnisse syntaxonomischer Gruppen noch überarbeitet. Das Endergebnis zeigt Tab. 5.0.

4.5 Zeigerwerte, Erhebung von Standortparametern

Zeigerwerte liegen für das die Mittlere Balkanhalbinsel, genauer für das serbische Territorium erst seit kurzem vor (KARADZIĆ1994). Die ursprüngliche Absicht diese für das Arbeitsgebiet zu verwenden wurde letztendlich flügelgelassen, da etwa $\frac{1}{4}$ der Arten der Aufnahmen in der Liste nicht auftauchen. Standortparameter sind wie für die der Braun-Blanquet Methode üblich über Höhe, Exposition, Neigung, Bodenansprüche Höhe der Baumschicht und Deckungsgrad erhoben worden. Genauere bodenanalytische Erhebungen sind an drei Lokalitäten durchgeführt worden. Im Prinzip

hätten noch verehrt pedologische Analysen einfließen können, die Schwierigkeit die für einen ungeübten bei der Ermittlung der floristischen Grundlagen, sowie die auf sich gestellte Durchführung der gesamten Erhebung lassen bei der auch nur minimalistisch ausgerüsteten Untersuchung und dem beschränkten Aufenthaltszeitraum real kaum mehr realistisch erscheinen. Zum Teil wurden noch forstliche Bestandsparameter ermittelt die in der vorliegenden Untersuchung keine Rolle spielen.

5. ERGEBNISSE

5.1 Syntaxonomisch-systematische Einordnung

Die Aufnahmen stammen aus der Bijela Gora im Orjen. Insgesamt sind 44 Aufnahmen ausgewertet worden. Die Eingliederung der in Tabelle 5.0 aufgeführten Wälder in die Ordnung Fagetalia ist eindeutig. Sowohl Klassen als auch Ordnungscharakterarten sind reichlich und mit z.T. hoher Stetigkeit enthalten. Das weitgehende Fehlen der als Klassencharakterart geführten Weißtanne (SCHREIBER: 31) im Orjen außerhalb der Bijela Gora hat makroklimatische Ursachen, die lokal edaphisch modifiziert werden. Lokalität Jelov Do (Tal der Tannen) im Reovce Tal beherbergt heute keine Tannen mehr.

Wie dargelegt unterscheiden sich zwei standörtlich unterschieden Typen der tannenreichen Wälder. Reine Tannenwälder sind azonale Standorte der Karst-Blockhalden. Zonale die der Herbstblaugras Tannen-Buchenwälder. Allerdings gehört auch der Karst-Blockhalden Tannenwald zum Fagion, nähert sich jedoch den echten oromediterranen Panzer- und Schwarzkieferwäldern. Die Tanne bevorzugt jedoch immer feuchtere und weniger wind und Schneebeeinflusste Standorte als die klimaharte Panzerkiefer. Die Schwarzkiefer tritt dagegen schon supramediterran auf. Die Tanne nimmt damit eine Mittelposition zwischen diesen ein.

NR. der Sampleplots 14423331111222333111223323443224112
67901282781237367369456120495341450890134852

BAUMSCHICHT
Abies alba 254535232254454555345432-5--432333352455554
Pinus nigra 443-----3-----23-----
Pinus heldreichii ---223-35-3-3--22--433-----3-----1
Alnus incana -----2-----
Fagus sylvatica 2533---22--233-32333223-2355454555-3-555555
Acer pseudoplatanus ---3---2-23-2-----2---22-23233--3-----
Fraxinus excelsior -----2---23-----22-32-----
Acer intermedium -----2---2---2-----

STRAUCHSCHICHT
Juniperus nana 342-334-2333322-2---23-3-----
Sambucus nigra 5223-----2-2---3---2-----
Sorbus aucuparia --2532-22-22322--2-2232-----22-1-----
Lonicera xylosteum --2-22-22222-----2-----
Crataegus montanus -----2-----2-2-----

KENNARTEN DES VERBANDES RHAMNO ABIETETUM FUK 1969
Calamagrostis varia 535335-24353432-333325235-----
Rosa pendulina -232222-2222-----2222-2---2-----
Asplenium ruta muraria 2-----2-----
Sedum maximum ---2-----22-----

FAGETALIA KLASSENKENNARTEN
Dryopteris filix mas 5222322222222222222222322---2-2-----
Hieracium murrorum 2--22---222-2-2-2---2---2-----
Melica nutans 22222---22-52-----22-222---2-
Viola riviniana 2-2-232222222--2222-222222222222-3-22-----
Lilium cattaniae 52-22222--52-2-222222---22-3222-2-----
Prenantes purpurea --2-2-222-22--22222-2---2222-22222-----
Polygonatum odoratum 2-2-22-2-222---2-23-----2---2-----
Poa alpina -----3-2-----22-3-----2-----
Actaea spicata -----2-22-2-2-22--2---2-22-2-----
Dentaria bulbifera --23-----2-2-----222222-----
Astrantia major -----2-----2-2-----2-----
Luzula luzuloides -----32-2-----2---2-2-22--2222-----3
Lamium spec -----2-2-2-----22-----522-2-2-2-----
Dentaria enneaphyllos -----2-----2-----2-22-2-2-2-----
Orthilia secunda -----2-----2-----2---2-2-2222--
Anemona nemoralis -----22-2-----222-223-----2
Neottia nidus avis -----2-2-----2-----
Hedera helix -----33-----
Sanicula europaea -----2-----
Asarum europaeum -----2-----
Pirola minor -----2-----
Euphorbia amygdaloides -----2-----
Mercurialis perennis -----5-----
Pulmonaria officinalis -----2-----

NR. der Sampleplots 14423331111222333111223323443224112
67901282781237367369456120495341450890134852

KENNARTEN DES VERBANDES SESLERIO ABIETETUM
Sesleria autumnalis 55-5455533555-3355-5--33555554555535533255
Aremonia agremonoides -222---2--22222-22-----2-2-22222-24-22---
Doronicum columnae -2-----5---2-----22-----
Valeriana montana 552-22--222522222322222-----
Saxifraga rotundifolia ---2-----2-----232-22-----

SESLERIO OSTRYETUM HT. KENNARTEN
Ostrya carpinifolia -2-----222-----2---22422---4-----
Corylus collurna ---2---2---5---3-2-----3-33-----
Frangula rupestris ---22-2-----2-2-2-2-22---2-----
Tilia cordata -----3-----3-----
Acer opalus -----2-2-2-3-----
Evonymus europaeus ---23-3-----23-----22---2-----
Cotoneaster integerrimus --2-----22-----
Sorbus aria 535232-33333253-2-3223233222--32---2-----
Primula elatior --2-22-22---2-----2-2---2-----2
Erythronium dens canis --2-2-223222-2-22---2222---2-2-22---3
Thalicttrum minus ---2---2---2-----2---2-----
Daphne mezereum -----2---2-2-----2-----2-----
Crocus dalmaticus -----2-----2-----
Anemona apennina -----2-----
Tamus communis -----43-----

KENNARTEN DES PINION HELDREICHII
Fritillaria gracilis -25-222222---2-2-2-32-2--2-----
Cirsium erisithales 3222---2222-2-----2-----2-----
Ranunculus scuttatus ---322-55-----2---2-----2-----2
Aquilegia dinarica -----2-----2-----
Iberis sempervirens -----3---22-----5-3-----

KENNARTEN DES LONICERO RHAMNION
Berberis vulgaris 555-33-523332-2233-22-252-----
Rhamnus fallax 5555-2---23-32---554-----
Viburnum maculatum 55-5323422342--3332-2323--2-----2-----
Lonicera glutinosa 52-522552232-33553225545--52-3---2-2-----

KENNARTEN DES SESLERION ROBUSTAE
Sesleria robusta ---5-23---2---355-----3-----
Ranunculus spec -----2-----
Potentilla argentea -----2-----

NR. der Sampleplots 14423331111222333111223323443224112
67901282781237367369456120495341450890134852

KENNARTEN DES POTENTILLETALIA CAULESCENTIS BR. - BL.

Arabis hirsuta 22223-2222-22222222-322--2-----2-----
Asplenium trichomanes 222-22--2222-2-22--2---22-----
Asplenium fissum 5222222--2222-2---22222-----2-----
Amphoricarpus neumayerii 5---22--2-----22-----
Ceterach officinaium --2-----
Micromeria croatica --2523----2-----2---2-2-2-----
Sedum ochroleucum --222--2--2-----22---22-----
Satureja montana ----22223222-----
Saxifraga marginata ---22--2222--2---22-----
Asplenium adiantum nigrum ---2-----
Moltkia petrea ----2-----
Plantago argentea ---2-----22-----
Potentilla speciosa -----2-----2-----
Iris palida -----2-----

KRAUTSCHICHT BEGLEITER

Abies alba 2--222--2-2-2-2-2--22--2-2---22-3523-55252
Fagus sylvatica 5--2-----2--2--22-----22--2--525-22223
Pinus heldreichii -----2-----2-----22-----
Acer campestre -2-----
Acer opalus -----2-2--22-----
Acer platanoides -----2-2-2-----
Acer pseudoplatanus -2-22--2---2--22--2---2--22-2322222-2-2---
Pinus nigra 2-----
Fraxinus excelsior -----2-----
Corylus collurna -----2--2-----22-----
Ostrya carpinifolia ----2-----2-----
Lonicera glutinosa ---22-----2--2-22-----2-----
Sorbus aucuparia ---2--2--2-2-2-22--2---22-----22-2-----
Sorbus aria -----2-----2-2-----
Berberis vulgaris -----2-----2-----
Lonicera xylosteum 5----2-----
Rubus idaeus 22-2222-22--22222-2-22-2--222-----2---
Cicerbita alpina ---2---222222222222222-223222-222-2-----2-
Polystichum lonchitis -22--2-222-2-2-2--222--2-----122--
Rosa spec --322--2222222-2-222322-----23-2-22-3-----
Vicia cracca 22222-222-22222-222-2--22-----2-2-----
Convallaria majalis -24232-22-222-3--2222-22--22-2---3-----2-
Muscari botryoides -2-222222-2-----2-22-2-----2-----3
Epilobium montanum ---2-2-2--222-----22-2-----2-----
Festuca ovina ---3-----2-----55-----3-----
Fragaria vesca -222-----2-222-----2-2--2-2--2221-----2
Aegopodium podagraria -2-----2-----2-----2-2--22-
Myrris odorata ---22--32-22---22-2-22-2-2-5-----
Vincetoxicum huteri ---22-----2-----
Hesperis dinarica ---22-----2--2-----2-----2-----
Geranium robertianum ---2-----2-22--2-----222-----
Galium lucidum -2-----2--2-----2-2---5-----
Arenaria gracilis -----2-----
Achillea spec -----2--2-----2-----

NR. der Sampleplots 14423331111222333111223323443224112
67901282781237367369456120495341450890134852

Carex digitata -----2-----
Cerastium grandiflorum ----22--2-----
Gentiana lutea ----232-22-----22-----
Gentiana verna -----22-----
Dryopteris dilatata -----2-2-----
Laserpitium spec ----222-2--2-----22-----
Linum spec -----2-----
Peucedanum longifolium -----22--2--2---2322-----
Scilla litardierei ----22-2--2-----2-----
Seseli globuliferum ---324332-----25-----2-----
Veronica spec -----2-----2-----
Ajuga spec -----2-----2-----
Biscutella cichorifolia ----2-----2--2--2---2222-----
Clematis vitalba -----2-----
Lathyrus spec -----2-----
Taraxacum officinale -2-222--22-2--222-----
Thalictrum aquilegifolium -22-3323222-2-222222323322---22-----
Lotus corniculatus ----32--22--2-----2-----
Verbascum spec 22222-22--222-22222-2-2-2-----
Myosotis sylvestris -22222--222--2--22--22-2-----2-----
Scrophularia bosniaca --222-----2--22--2-----
Scrophularia nodosa 4522223222-22--2--2-----
Rorippa lippizensis 2-----2-----2-----
Symphytum tuberosum 2222-----22-2-----22-----
Aposeris foetida 22-----
Cardamine glauca 522-----2-----2-----
Corydalis ochroleuca --2-----
Epilobium angustifolium -222-----2---2-----
Hieracium villosum -222-----2-----2-----
Hypericum alpinum -2-----
Ononis natrix -2-----
Ornithogalum umbellatum -2-----
Scabiosa graminifolia 2---3-----
Urtica dioica 2-----2-----
Heracleum sphondylium -----3---2---3---3-----
Origanum vulgare -----2-----
Asphodelus albus -----2---22-----
Asplenium spec -----2-----
Bryonia dioica -----22-----
Euphrasia spec -----2-----
Paeonia daurica -----33-----
Prunus mahalab -----2-----
Pteridium aquilinum -----2-----

Tab. 5.0 Syntaxonomische Tabelle aller im UG gemachten pflanzensoziologischen Aufnahmen

5.2 Mesotherme basophile Tannen-Buchenwälder

Eine weite Verbreitung und geringe Höhenamplitude aus. Besiedelt werden grundsätzlich Moränenstandorte. Auf skeletarmen Moränen ist Tanne von hoher Abundanz. Hangstandorte sind wesentlich stärker von Buche dominiert. In Urwaldstandorten erreichen Tannen beachtliche Dimensionen und überragen die Buche um mehrere Meter. Im

• BAUMSCHICHT

Abies alba
Pinus heldreichii
Fagus sylvatica
Acer pseudoplatanus
Fraxinus excelsior
Acer opalus

• STRAUCHSCHICHT

Sorbus aucuparia
Sorbus aria
Rosa pendulina
Viburnum maculatum
Crataegus spec.
Lonicera glutinosa
Evonymus europaeus

• KRAUTSCHICHT

Sesleria autumnalis
Aremonia agrimonoides
Orthilia secunda
Saxifraga rotundifolia
Dryopteris filix-mas
Geranium robertianum
Aegopodium podagraria
Neottia nidus-avis
Anemone nemorosa
Polygonatum multiflorum
Cardamine trifolia
Dentaria bulbifera
Paris quadrifolia
Convallaria majalis
Asarum europaeum
(selten)

5.2.1 *Sesleria autumnalis*-*Abietum*

thermophilen Tannen-Buchenwald des UG dominiert *Sesleria autumnalis*. Typisch illyrische Fagetalia Charakterarten treten häufig auf, nachhaltig frische Mull-Moderböden auf basenreicher Unterlage beherbergen zahlreiche anspruchsvolle Arten, die Zeiger typisch basenreicher Schlußwaldstandorte bei ausgeglichener Wasserhaushalt sind.

Polystichum lonchitis
Calamagrostis varia
Lilium martagon var.
cattaniae
Fritillaria gracilis
Cirsium erisithales
Valeriana montana
Asplenium trichomanes
Cardamine glauca
Hieracium murorum
Erythronium dens-canis
Prenanthes purpurea
Asplenium trichomanes
Fragaria vesca
Ranunculus scutellatus
Luzula sylvatica
Mercurialis perennis

Pirola secunda
Melicca nutans
Myosotis sylvestris
Priula elatior
Epilobium montanum
Rubus idaeus
Galium lucidum
Viccia cracca
Actea spicata
Cicerbita alpigena
Fragaria vesca
Dentaria enneaphyllos
Rosa spec.
Hesperis dinarica
Hesperis dinarica
Asphodelus albus
Crocus dalmaticus

5.3 Xerophytische Karstblockhalden-Tannenwälder

Die Karst-Blockhalden-Tannenwälder *Oreoherzogio-Abietum* Fuk. (*Rhamno-Abietum* Fuk.) sind schwerpunktmäßig auf warmtrockenen oromediterranen Hartkalkgesteinen verbreitet. Ausnehmlich werden Schichttreppen und Rundhöcker besiedelt, die Standorte sind stark verkarstet und dem Typus des Glaziokarstes zuzurechnen. Zumeist sind die Standorte in Klimaxgesellschaften des Tannen-Buchenwaldes und nehmen

• BAUMSCHICHT

Abies alba
Pinus heldreichii
Fagus sylvatica
Corylus collurna
Ostrya carpinifolia
Pinus nigra
Fraxinus excelsior

• STRAUCHSCHICHT

Berberis illyrica
Lonicera glutinosa
Viburnum maculatum
Rhamnus fallax
Sobus aria
Evonymus europaeus
Rosa pendulina
Juniperus nana
Sambucus nigra
Cotoneaster integrimus
Daphne mezereum
Lonicera xylosteum
Frangula rupestris

• KRAUTSCHICHT

Calamagrostis varia
Lilium martagon var.
cattaniae
Fritillaria gracilis
Cirsium erisithales
Valeriana montana
Asplenium trichomanes
Cardamine glauca
Hieracium murorum
Convallaria majalis
Thalictrum aquilegifolium
Actea spicata
Rubus idaeus
Scrophularia nodosa
Scrophularia bosniaca
Valeriana montana
Cystopteris fragilis
Arabis turrita
Actaea spicata
Astrantia major
Polygonatum viviparum
Viola riviniana
Vicia cracca
Arabis hirsuta
Cardamine glauca
Urtica dioica

5.3.1 *Oreoherzogio-Abietum*

mit Ausnahmen kleinere Flächen ein. Der größte geschlossene Karst-Blockhalden-Tannenwald stockt vom Zungenbecken Ledenice aus Richtung SO auf einer nach NE einfallenden senkrecht stehenden Falte. Typische Arten für den zur Austrocknung neigenden basenreichen Moderboden (Kalkmelanosol, in tieferen Spalten und Mulden Kalkokambisol):

Asplenium ruta-muraria
Verbascum spec.
Symphytum tuberosum
Amphoricarpos neumayerii
Muscari botryoides
Satureja montana
Seseli globuliferum
Iberis sempervirens
Myosotis sylvestris
Taraxacum officinalis
Aposeris foetida
Ornithogalum umbellatum
Hypericum alpinum
Coronicum columnae
Epilobium angustifolium
Epilobium montanum
Ononis natrix
Aremonia agemonoides
Polystichum lonchitis
Melicca nutans
Corydalis ochroleuca
Ceterach officinarum
Sedum boloniense
Cicerbita alpina
Erysinum humile
Stellaria graminea

Asplenium adiantum nigrum
Saxifraga marginata
Lotus alpinus
Thalictrum minima
Potentilla speciosa
Potentilla argentea
Myrris odorata
Scilla litardieri
Sesleria robusta
Peucedanum longifolium
Gentiana lutea
Lamium spec.
Biscutella cichorifolia
Achillea spec.
Organum vulgare
Lotus corniculatus
Heracleum sphondylium
Gentiana verna
Luzula luzuloides
Silene spec.
Sedum maximum
Paeonia mascula
Aquilegia dinarica
Moltkia petrea
Asphodelus albus



Abb. 5.0 *Berberis illyrica*



5.1 *Viburnum maculatum*

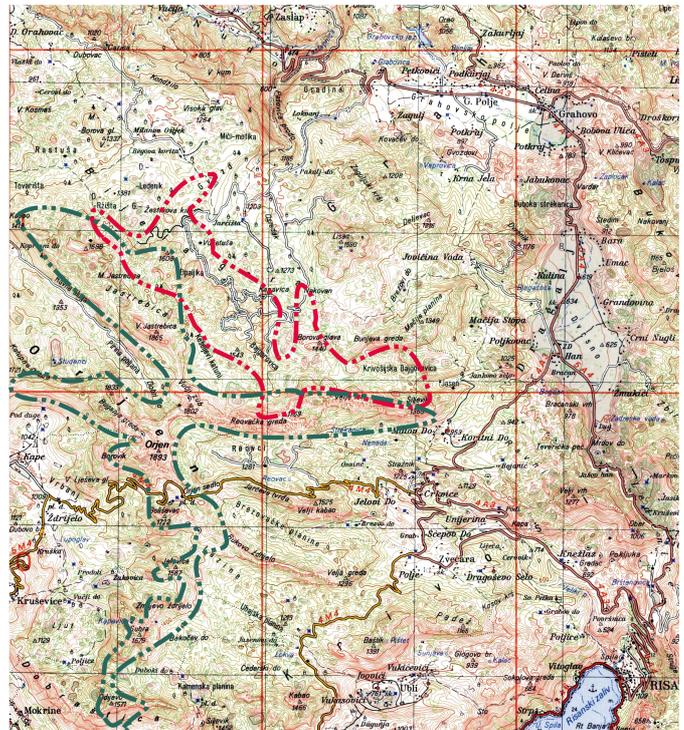


Abb. 5.2 *Lonicera glutinosa*



Abb. 5.3 Nadeln *Abies alba*

5.4 Vegetationskartierung



--- Pinus heldreichii
 --- Abies alba

Abb. 5.4 Mit dem Programmpaket ENVI 3.5 wurde eine multispektrale IRS-C Aufnahme anhand von Trainingsgebieten klassifiziert.

Auf der Basis einer IRS LISS Szene vom 06.08.2001 wurde eine Klassifikation der Vegetation im Orjen erstellt. Klassen wurden über Trainingsgebiete gewählt. Eine vorherige unüberwachte Klassifikation sollte die spektrale Erkennbarkeit anzeigen. Die Vegetation ist zonal gegliedert.

Abweichungen die auf den geologisch-tektonischen Formationen (hier insbesondere Hochkartzone und Flyschzone) sowie den geomorphologischen und edaphischen Besonderheiten im Herrühren sind zu beachten. Kiefernwälder sind häufig anthropogen bedingt. Die Panzerkiefer ist für die

altomediterrane Stufe kennzeichnend. Die Tanne beschränkt sich nur auf die Nordabdachung im Orjen.

Hauptklassen sind:

- HARTLAUBWALD
- MACCHIE
- SUBMEDITERRANER FLAUMEICHENWALD
- MANNAESCHENWALD (KARSTWALD)
- KIEFERNWALD
- BUCHEN-, TANNEN-BUCHENWALD
- GRÜNLAND

Die Anordnung der Vegetationsformation zeigt klimatische und edaphische Abhängigkeiten. Die Topographie bestimmt die feinere Gliederung. Nadelwald findet sich abgesehen von Kiefernforsten, in der Bijela Gora, dem Dobri do und Graten um die höchsten Gipfel im Orjen. Buchenwald ist auf Kalkokambisoliten und Rendzinen der Moränen- und Hanglagen oberhalb 1000 m entwickelt.

Karstwälder auf Kalkomelanosolen (500-1350 m, *Orno-Ostryon*) nehmen im Ausschnitt die größten Flächen ein. Hauptbaumarten sind hier *Fagus sylvatica* (nur humidste Lagen, als Niederwald), *Ostrya carpinifolia* (800-1000 m), *Carpinus orientalis* (500-800 m), *Acer opalus* (500-1200 m). Flaumeichenwälder mit *Quercus pubescens*, *Qu. cerris*, *Qu. trojana*, *Qu. frainetto* (500-1100 m), sind nur kleinflächig

entwickelt. Zum einen sind es tieferen liegende Moränen, wie bei Knezelač und im Polje von Dragalj, sowie humidere Standorte im Kontakt zur Flyschzone und im Lee höheniedrigerer Karstberge (z.B. Goli vrh oberhalb Risan). Grünland findet sich in der litoralen Zone zwischen 0-500 m sowie alto- und oromediterran.

Hartlaub und Macchie ist zumeist in der Flyschzone verbreitet. Kalke des Autochtons dominieren die Seestrandkiefer. Felsen der Abdachung der Hochkarstzone zur Pindus Cukali Zone im inneren Bereich der Bucht von Kotor sind von mediterranen und submediterranen Formationen mit humiden Artenspektrum (vgl. RICHTER 2001: 178) besiedelt.

Die Panzerkiefer ist im Bereich des Hauptgipfels des Orjens flächig entwickelt. Der felsige Revoče Kamm sticht im Orjen heraus. Hier sind endemische Gesellschaften und gebildet. Der Aufnahmezeitpunkt kann insgesamt als günstig angesehen werden, auch wenn im Hochsommer eine Trockenperiode herrscht. Der Sommer 2000 war heiß und trocken, so daß zum Aufnahmezeitpunkt mehrere Waldbrände, die jedoch gerade außerhalb der Szene liegen, Schäden anrichteten.

6 ASPETKTE DES NATURSCHUTZES

Mit der Untersuchung wurde der Naturraum des Orjens erkundet. Auf endemische Elemente der Flora und Fauna soll hier verwiesen werden. Die Herpetofauna ist eine der reichsten Europas (DŽUKIĆ), die paläoendemische Halsband-eidechse *Lacerta (Archoelacerta) mosorensis* Kolomb. (Abb. 6.6) tritt auf Karst-Blockhalden auf. In weiten Sätzen springt sie über Karrensapalten. *Lacerta viridis* Laurenti (Smaragdeidechse) wurde in Blocktannenwäldern der Bajgorovica in 1350 m Höhe gefunden (Abb. 6.2). Häufig ist hier auch die gefüchtete *Vipera ammodytes* L. (Sandotter) (Abb. 6.4). Die Säuger Fauna ist verarmt, der Naturraum ist, da kaum Wasserstellen auftreten für diese ungünstig. Verbliebene Gemsen (*Rupicapra rupicapra*) halten sich an unzugänglichen Stellen der Pazua auf. Der

europäische Braunbär (*Ursus arctos*) ist in wenigen Exemplaren im Gebirge unterwegs. Ein Tier ertrank sogar 1975 in einem Brunnen der Bajgorovica. 1999 wurde ein alter Bär, der eine Kuh gerissen hatte, oberhalb Risan erlegt. Die Population ist kaum gesichert. Zu den häufigeren Säugern gehören Rehe, Wildschwein, Kaninchen, Fuchs und Goldschakal. In der Entomofauna sind Kryptobionten (am bekanntesten die Colopteren sie leben innerhalb der Lithosphäre, in Höhlen etc.) und Fanerobionten (z.B. die flugunfähigen *Carabidae*, oberhalb der Baumgrenze) auftreten, beachtenswert (RADOVIĆ et al.). 30 Kryptobionten im Hochkarst sind endemisch 17 Fanerobionten kommen hier zu (RADOVIĆ et al.).



Reliktsiche Biozönosen (z.B. die Panzerkieferwälder) sind durch gleichsinnige Relikte in der Entomofauna gekennzeichnet (RADOVIĆ et al.: 388).

Die zentrale und südliche Balkanhalbinsel ist eines der wichtigsten Entwicklungszentren der Archanidae. Höhlen des Karstes werden von ca. 200 Arten von Pseudoskorpionen (Aranchida) besiedelt (ĆURČIĆ). Epigäische Formen beschränken sich auf refugiale Zonen. Unter diesen Taksonen sind überwiegend endemische und reliktsiche autohtone Überbleibsel der tertiären Archanidaen (einige spät-

mesozoisch, ĆURČIĆ). Auf Süddalmation, Herzegovina und Montenegro konzentrieren sich die meisten Relikte (*Insulocragris* Ćurčić, *Nobisium* (*Pennobisium* Ćurčić) Chamberlin, *Microchthonius* Hadzi, *Troglochthonius* Beier). Der adriatische Winkel ist das Enigma der alten Aranchiden Fauna und paläogeographisch von äußerstem Interesse. Es ist global Zentrum tertiärer Relikte humikoler und hygrophiler Pseudoskorpione. Die Aranchiden Fauna verkörpert allgemein Formen konstanter humider tropischer Klimate. Mit der Entwicklung mediterraner und temperater Klimate entwickelten sie sich zu epigäischen und humikolen Formen (ĆURČIĆ).

Die Flora ist gut dokumentiert. Neben der endemischen Panzerkiefer sind Griechischer Ahorn (*Acer heldreichii*, Abb. 6.3), Pfingstrose (*Paeonia daurica*) sowie Endemiten der Felsvegetation (*Moltkia petrea*, *Amphoricarpos neumayerii*) hervorzuheben.



Die alpine Stufe birgt eine bisher unbekannte *Iris* (Abb. 6.1 rechts). Beachtenswert sind zahlreiche Geophyten im Frühjahr, darunter *Crocus dalmaticus* (Abb. 6.5).



Die Karst-Blockhalden-Tannenwälder gehören zu den herausragenden Biozönosen. Den Reichtum der Dendroflora dokumentieren tertiäre Relikte, wie die Baumhaselnuß und die halbimmergrüne, balkanisch-anatolisch-apaninische subendemische Makedonische Eiche (*Quercus trojana*).

In der Arbeit wurden Abhängigkeiten der Verbreitung einer europäischen Hauptbaumart in einem mediterrane Karstgebirge aufgezeigt. Trotz der höheren Standortamplitude als in den Alpen ist die Tanne auch im UG anspruchsvoller als die Konkurrenten der oromediterane Stufe Buche und Panzerkiefer

In einen unteren und oberen Bereich, wobei Buche an der Baumgrenze aus edaphischen Gründen sowie Ursachen in der Windwirkung in großen Teilen ersetzt wird. Flache Plateaus in größeren Höhen besiedelt die Buche immer ohne das sich Panzerkiefer etablieren könnte (so zw. Gumbar und Jastrebica). Tanne ist in den mittleren Lagen der oromediterranen Stufe anzutreffen. Sie meidet augenscheinlich klimatische Extreme. Die wichtigste Ausnahme erscheint auf Karst-Blockhalden, deren mittleren Standorte sie der Panzerkiefer streitig macht. Panzerkiefer ist in diesen mittleren Lagen immer mit der Tanne vergesellschaftet, ist ihr aber in Wüchsigkeit unterlegen. Tanne verjüngt sich auf Freiflächen immer schnell, wobei ihr hier der Charakter einer Halbschattbaumart zugute kommt. Ohne die höheren Lichtansprüche wäre ihr Fortkommen auf Blockhalden gar nicht denkbar. An die Boden-eigenschaften macht sie wenig Ansprüche, entscheidend sind immer die Klimafaktoren. Was im weiteren die soziologische Einbindung auf den Karst-Blockhalden angeht sind hier Übergänge zwischen Schwarkiefernwäldern und den altomediterranen Panzerkieferwäldern vorhanden. Zum anderen fällt auch das ungleichmäßige Auftauchen der Baumhaselnuss auf. Diese ist im Westen viel seltener als im

Osten der Bijela gora. Die Assoziation kennzeichnen insbesondere die Strauchelemente, die mit größter Stetigkeit Begleiter sind. Moose sind in der Krautflora nicht bearbeitet worden, in der Gesellschaft sind sie jedoch sehr charakteristisch. Auch in den Bearbeitungen des Verbandes von HORVAT (1962) und FUKAREK (1957) fehlen Moose geflissentlich. Diese offensichtliche Lücke wurde auch mit dieser Arbeit nicht annähernd geschlossen. Der gesamte Verband ist jedoch nicht nur diesbezüglich revisionsbedürftig, die Unterschiede sind schon allein in den Beschreibungen offensichtlich. BERTOVIĆ & LOVRIĆ (1992: 40) bezeichnen das *Oreoherzogio-Abietetum* als typisch für die obere Abdachung der Gebirge, dass ist im UG mitnichten der Fall, eine Vergesellschaftung mit der Fichte wie im *Calamagrostio-Abietetum* ist im UG sowieso nicht möglich und das *Rhamno-Abietetum* zerfällt nach BORHIDI (1965: 92) in zwei subassoziationen, ein *colunetosum* und ein *piceetosum*. Nur ersteres ist auch im Orjen typisch. Die Abwandlung mit *Pinus heldreichii* ist nach vorliegenden Erkenntnissen noch nicht beschrieben. Damit ist der Verband der Karst-Blockhalden-Tannewälder dringend revisionsbedürftig, der eine sorgfältige Sichtung der spärlichen und überwiegend nur fragmentarischen Aufnahmen verlangt. Ohne generell neue syntaxonomische Aufnahmen aus weiteren Gebieten kann dies aber kaum befriedigende Ergebnisse liefern. Insgesamt war die syntaxonomische Arbeit unter schwierigsten Verhältnissen, im unübersichtlichen und unzugänglichem Gebiet ist dies wohl auch nicht anders zu erwarten. Als Pionierleistung kann diese Arbeit Basis weiterer Untersuchungen dienen.

Im südostdinarischen Orjen Gebirge treffen klimaökologische und geomorphologische Besonderheiten mit dem Grenzvorkommen der Buche und Weißtanne zusammen. Mit Hilfe der vegetationskundlichen Untersuchung werden

spezifische Standortfaktoren zur Interpretation des rezenten Areals der Weißtanne im Orjen Massiv gemacht. Pflanzensoziologische Arbeitsmethoden wurden im Gebiet bisher nur partiell angewandt (HORVAT 1941, FUKAREK

1970b). Neuere Artenlisten lagen bis jetzt noch nicht vor, so daß das Floreninventar aus Zusammentrag unterschiedlicher Literaturquellen kommen musste (ASCHERSON, PANTOCSEK, PANČIĆ, ADAMOVIĆ 1913, ROHLENA). Die eigenen Untersuchungen ergänzen und vervollständigen die Listen. Insgesamt ist die Kenntnis der Gebirgswälder der Balkanhalbinsel zwar relativ gut, doch ist die relevante Literatur verstreut und liegt selten in international gebräuchlichen Sprachen vor. Dies macht für den die Sprachen der Balkanhalbinsel nicht kundigen Forscher einen Vergleich phytosoziologischer Arbeiten schwer. Das bahnbrechende Werk der „Vegetation Südosteuropas“ (HORVAT, GLAVAC, ELLENBERG) ist in diesem Kontext die einzige Gesamtschau, die aber da schon Anfang der 60iger Jahre des 20. Jh. begonnen, nicht mehr auf dem neuesten Stand ist. Übergreifende syntaxonomische Arbeiten über südosteuropäische Buchenwälder (BORHIDI, SOO, HORVAT, GLAVAC, ELLENBERG, TÖRÖK, DZWONKO) haben die regionale Differenzierung immer weiter verfeinert und vervollständigt. Eine abschließende Beurteilung scheint aber immer noch nicht möglich (DZWONKO, pers. Mitteilung). Im Orjen lassen sich neue Ergebnisse und interessante Einblicke für die Differenzierung der submeridionalen Buchenwälder erwarten. Das für diese Arbeit gesammelte Aufnahmestoffmaterial genügt zwar noch keiner endgültigen Beurteilung lässt aber Tendenzen klar erkennen. Insgesamt hat der Kontrast südeuropäischer und mediterraner Biome durch klimatische-, sowie geomorphologische Besonderheiten und der Lage in Süddalmatien zur höchsten floristischen Diversität in den litoralen Dinariden geführt (ANTONIĆ & LOVRIĆ). Die Entdeckung einer neuen *Iris* Art sowie der Erstbeschreibung von *Acer heldreichii*, *Paeonia daurica*, *Saxifraga frederici-augusti* und *Betula pendula* zeigt, daß Teile des Orjens noch immer unerforscht sind. Ausgehend von der Geländekenntnis wurden alle Tannenbestände aufgenommen. D.H. Felswälder sowie Mischwälder mit Buche und Hopfenbuche. Die Pflanzensoziologischen Aufnahmen sind dabei ausnahmslos in der Bijela Gora, da im UG Tanne auf entsprechende Nordexpositionen beschränkt ist, durchgeführt worden. Ergänzt wird die Arbeit durch laborchemische Untersuchungen exemplarischer Bodentypen. Durch

reichliche Niederschläge im von Karstökosystemen geprägten subtropischen Raum wird stärkste chemische Verwitterung induziert. Geeignete Probenwahl gab Aufschluss über Standorteigenschaften der Buchen-Tanenwälder. Unter die Klimaelementen wurde Niederschlags- und Schneeverteilung dargestellt, sowie ökologische Auswirkungen orkanartigen Winde beleuchtet.

Intensive Nutzung der dalmatinischen Wälder durch die ansässige Bevölkerung und unsachgemäße forstwirtschaftliche Praktiken, haben hier in Jahrhunderten zur Degradierung der meisten Hochwälder geführt. Das trostlose Bild des dinarischen Karstes ist fraglos nicht nur anthropogen bedingt. Vielmehr sind Strauch- und Niederwaldformationen (,Šibljak') Phänomene, die insbesondere auf edaphische Faktoren rückführbar sind. Durch wechselseitige Verstärkung natürlicher und anthropogener Kräfte sind sie weithin landschaftsprägend (vgl. ADAMOVIĆ 1929, KAYSER 1931). Der Hochkarst Montenegros und der Herzegowina, in seiner morphologischen Ausprägung die lebens-feindlichste dinarische Region, ist Paradebeispiel solch undurchdringlicher Dickichte und unwegsamster Karren- und Dolinenfelder. Eine Besiedlung selbst der Poljen war aufgrund fehlender Wasserquellen und unfruchtbarer Böden (Dragalj polje), langanhaltender Überflutung (Popovo polje) oder ungeeigneter Lage (Vrbanj polje) nur spärlich. Erst in Folge der osmanischen Invasion ist die autochthone Bevölkerung notgedrungen auch in den Hochkarst vorgedrungen. Die waldbauliche Charakteristik ist im Orjen aufgrund der auf Sedimenten würmzeitlicher Gletscher tiefgründig entwickelten Böden und der klimatischen Merkmale relativ günstig. Für ausgedehnte mesophylle Hochwälder im sommertrockenem Mediterranklima und dazu wasserlimitierendem Karst sind Glazialsedimente wesentliche Voraussetzung. Schneerücklagen ermöglichen insbesondere zu Beginn der Wachstumsperiode eine günstige Wassersituation. Ein Zentrum der Verbreitung der Weißtanne wird auf der Balkanhalbinsel gefunden. Die Gebirge der Dinariden durch Wälder der Weißtanne, Buche und Fichte geprägt (vgl. HORVAT, GLAVAC, ELLENBERG, GAJIĆ, HORVAT-MAROLT), lassen einen Tannen-Buchen sowie Tannen-Buchen-Fichten Typ näher unterscheiden. Letzterer

ist für die illyrische Region kennzeichnend (vgl. GAJIĆ). In einzelnen Refugien auf der Balkanhalbinsel auch während der Eiszeiten erhalten, ist durch die Präsenz einer weiteren autochthonen Tanne, der Griechischen Tanne, ein natürlicher Hybrid als Resultat der während der Eiszeiten stattgefundenen Introgression entstanden (PANETSOS & MITSOPUOLOS). Da sich Weiß- und Griechische Tanne heute geographisch ausschließen tritt die als Makedonische Tanne beschriebene intermediäre Form vermittelnd zwischen den Arealen auf. Das glaziale Überdauern und die weite Verbreitung der Tanne in Südosteuropa sowie die tatsächliche Existenz hybridogener Formen haben hier auch eine weitere ökologische Valenz als in Mitteleuropa ermöglicht. Die Weißtanne hat in den Dinariden ein geschlossenes Areal. Isolierte Verbreitungssinseln liegen aber in litoralen Gebirgen, die in ihrem südöstlichsten Teil das UG stellen. Ein Trend zur Aufspaltung in Einzelareale verstärkt sich mit der Hebung der Höhenstufen insbesondere von Nord nach Süd und ist in Albanien Makedonien, Bulgarien und Nordgriechenland ausgeprägt. Begleitarten in der Kraut- wie Baumschicht entfallen oder kommen auf dem Nord-Süd gerichteten Gradienten hinzu. Im Velebit tritt die Weißtanne noch zusammen mit Fichte auf. Letztere entfällt im Biokovo und Orjen und hier kommen Tannen auch nur noch isoliert an Nordexpositionen auf. Die ökologisch andersartige Formation des Blocktannenwaldes ist in den ozeanischen Gebirgen von Slowenien bis Montenegro beschrieben. Bisher sind zwei Ordnungen mit drei Assoziationen beschrieben worden. Die nachglaziale Rückwanderung aus den

Teilrefugien der Apennin- und Balkanhalbinsel erfolgte auf unterschiedlichen Wegen und unter ungleichen Bedingungen die in einer erheblichen genetischen Unterscheidung und Einengung der Tannenpopulationen resultieren. Die besonderen genetischen Informationen der Provenienzen, aufgrund dessen ein unterschiedliches Potential in der Adaption an die natürliche Umwelt ausgebildet ist, haben mitunter zu erheblichen Beeinträchtigungen der Vitalität geführt. Durch den Rückgang in den natürlichen nördlichen Randgebieten des Areals seit Mitte des 19. Jh., als Tannensterben bekannt, illustriert, hat dies zu einer Artbedrohung in weiten Teilen Sachsens, Thüringens, Bayerns, Baden-Württembergs sowie der Schweiz und Österreichs geführt. Aufgrund relativ geringer ökologischer Plastizität betreffender Provenienzen, ist diese genetische Verarmung, hauptverantwortlich für das Komplexsymptom des ‚Tannensterbens‘ (EWALD). Kein betreffendes Symptom zeigen dagegen Populationen in südlichen und südöstlichen Arealteilen, die eine höhere genetische Vielfalt und größere ökologische Anpassungsfähigkeit besitzen (LARSEN 1984). Die höhere Vitalität konnte durch Provenienz-Versuche bewiesen werden. Untersuchungen von Isoenzymen und Monoterpenen haben zudem eine höhere Variabilität im Süden und Südosten herausgestellt, die auch an morphologischen Aspekten statistisch fassbar ist. Inhaltlich ergänzen eine breite Fülle an Datenmaterial pflanzensoziologische Ergebnisse.

9 REFERENZEN

ALLGEMEIN

- DENTON, W. 1877: *Montenegro- its people and their history.*- Dalby, Ibister, London.
- MATVEJEV, S.D. 1961: *Biogeography of Yugoslavia.*- Biološki Institut, Posebna izdanja, 9, Belgrad (serb.).
- MATVEJEV, S.D., PUNCER, I.J. 1989: *Map of biomes – Landscapes of Yugoslavia and their protection.*- Natural history museum in Belgrade, Special issue 36, Belgrade.
- PETERMANN, R.E. 1899: *Führer durch Dalmatien.*- Hölder, Wien.
- RADOJČIĆ, B. 1996: *Geografija Crne Gore – prirodna osnova.*- Nikšić.
- STEVANOVIĆ, V., VASIĆ, V. (eds.) 1995: *Biodiverzitet Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja.*- Biološki fakultet, Ecolibri, Belgrad.
- STEVANOVIĆ, V., STEVANOVIĆ, B. 1995: *Osnovni klimatski, geoloski i pedoloski činioci biodiverziteta kopnenih ekosistema Jugoslavije.*- In: Stevanović, V. & Vasić, V.: Biodiverzitet Jugoslavije – sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja. Ecolibri, Biološki Fakultet, 75-95, Belgrad.
- VASOVIĆ, M. 1980: *The geographical problems of the mountainous regions of Yugooslavia.*- In: Geographica Jugoslavica 2: 91-100, Murska Sobotica.
- VELIKI GEOGRAFSKI ATLAS JUGOSLAVIJE 1987. Edt. BERTIĆ, I., Liber, Zagreb.
- VOJNO-GEOGRAFSKI-INSTITUT 1974: Topografische Karte 1:25.000, Blatt 626-3-3 Nikšić 3-3 (Orjen), Belgrad.

VOJNO-GEOGRAFSKI-INSTITUT 1984: Topografische Karte 1:50.000, Blatt 626-3 Nikšić 3, Beograd.

VOJNO-GEOGRAFSKI-INSTITUT 1986: Topografische Karte 1:100.000, Blatt 626 Nikšić, Beograd.

▼ GEOLGIJE

BEŠIĆ, Z. 1975: *Geologija Crne Gore*.- Titograd.

BEŠIĆ, Z., PAVIĆ, A. 1979: *Geološki sastav Boke Kotorske i njena geomorfologija*.- Boka 10 (2): 9-20, Herceg Novi.

RADOVIĆ, M. 1981: The 1979 earthquake in Montenegro and its effects on nature and society.- In: *Geographica Yugoslavica* 3: 32-40, Ljubljana.

▼ GEOMORFOLOGIJA

BERTIĆ, I., ROGIĆ, V., OLUIĆ, M. 1987: *Pregled po geografskim regijama, republikama i pokrajinama Jugoslavije*.- In: Veliki geografski atlas Jugoslavije: 95-180, Liber, Zagreb.

CVIJIĆ, J. 1924: *Geomorfologija I*.- Beograd.

CVIJIĆ, J. 1926: *Geomorfologija II*.- Beograd.

GAMS, I. 1983: *The delimitation and the characteristics of the alps in slovenia*.- In: *Geographica Yugoslavica*, 5: 7-14, Ljubljana.

GAMS, I. 1993: *Geomorphology in the former Yugoslavia*.- In: WALKER, H.J. & GRABBAU, W.E. (ed.): *The Evolution of geomorphology: a nation-by-nation summary of development*, 507-512, John Wiley & Sons, Chichester.

GRUND, A. 1910: *Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges*.- Geogr. Abh. IX (3), Berlin.

KAYSER, K. 1932: *Morphologische Studien in Westmontenegro I*.- Zeitschrift. Ges. Erdkunde, Berlin.

KAYSER, K. 1934: *Morphologische Studien in Westmontenegro II*.- Zeitschrift. Ges. Erdkunde, N 1/2, N 3/4 Berlin.

LAZAREVIĆ, R. 1949: *Grahovsko polje*.- Glasnik Srpskog Geografskog Društva XXIX(2): 143-146, Beograd.

MARKOVIĆ, M. 1973: *Geomorphologische Evolution und Neotektonik des Orjens*.- unv. Dissertation, Beograd (serb.).

MARKOVIĆ, M. 1975: *Geomorfološka karta Orjena*.- Zbornik Radova Geografskog Instituta „Jovan Cvijić“ 27: 101-110, Beograd.

RIDANOVIĆ, J. 1966: *Orjen – la montagne dinarique*.- Radovi G. I. Sveuc. 5, Zagreb.

VASOVIĆ, M. 1952: *Radoštak*.- Glas. Srp. Geog. Druš. XXXII(1): 43-58, Beograd.

▼ EISZEIT UND GLAZIALMORFOLOGIE

BOENZI, F., PALMENTOLA, G. 1997: *Glacial features and snow-line trend during the last glacial age in the Southern Apennines (Italy) and on Albanian and Greek mountains*.- In: *Z. f. Geomorphologie*, 41, 21-29, Berlin.

CVIJIĆ, J. 1900: *L'époque glaciaire dans la péninsule Balkanique*.- *Ann. de Geogr.* XXVI: 189-218, 273-290, 1917, IX, 359-372.

CVIJIĆ, J. 1904: *Neue Ergebnisse über die Eiszeit auf der Balkanhalbinsel*.- *Mitt. d. Geogr. Ges. Wien* 47: 148-195, Wien.

CVIJIĆ, J. 1908/09: *Beobachtungen über die Eiszeit auf der Balkanhalbinsel*.- *Z. f. Gletscherkunde* 3: 1-35.

CVIJIĆ, J. 1913: *Die Eiszeit im Prokletije und den umliegenden Gebirgen*.- Glas SKAN, XCI, Beograd.

CVIJIĆ, J. 1921: *Ledeno doba u Prokletijama i okolnim planinama*.- Glasnik srpske Kraljevske Akad. XCL, 1913, XCIII.

LAZAREVIĆ, R. 1994: *Ledeno doba u našoj zemlji i svetu*.- Beograd.

LOUIS, H. 1933: *Die eiszeitliche Schneegrenze auf der Balkanhalbinsel*.- 27-48, Sofia.

MESSERLI, B. 1967: *Die eiszeitliche und die gegenwärtige Vergletscherung im Mittelmeerraum*.- In: *Geogr. Helvetica*, 22, 105-228,

PENCK, A. 1900: *Die Eiszeit auf der Balkanhalbinsel*.- In: *Globus* LXXVIII(9): 133-178, Braunschweig.

RIDANOVIĆ, J. 1963: *Les conditions spécifiques de la glaciation de l'Orjen*.- In: Report of the VI International congress of Quaternary Warschau, 285-291, Lodz.

RIDANOVIĆ, J. 1993: *Die Bucht von Kotor und der Meeresspiegelanstieg im Holozän*.- In: *Würzburger Geographische Arbeiten* 8: 305-312, Würzburg.

ROGLIĆ, J. 1963: *Glaciation of the Dinaric Mountains and its effect on the Karst*.- In: Report of the VI International congress of Quaternary in Warschau: 293-299, Lodz.

ROGLIĆ, J. 1964: *Les poljes du karst dinarique et les modifications climatiques du quaternaire*.- *Revue Belge de Géographie* 80(1-2): 104-124, Bruxelles.

SAWICKI, L. R. 1913: *Die eiszeitliche Vergletscherung des Orjen in Süddalmatien*.- *Zt. f. Gletscherkunde* IV: 341-355.

▼

BOGNAR, A. 1995: *Fragen der Rumpfflächen und Pedimente im Gebiet der äußeren Dinariden*.- In: *Mitt. d. Österr. Geogr. Gesell.*, 137, 161-170, Wien.

BÜDEL, J. 1973: *Reliefgenerationen der Poljebildung im Dinarischen Raum – Neue Ergebnisse d. Karstforschung in den Tropen u. im Mittelmeerraum*. *Erdkundliches Wissen*, 32, 134-148.

CVIJIĆ, J. 1893: *Das Karstphänomen*.- *Pencks Geogr. Abh.* 4: 217-330, Stuttgart.

CVIJIĆ, J. 1918: *Hydrographie souterraine et évolution morphologique du Karst*. *Recueil Trav. Inst. Geogr. Alpine* 6(4): 375-436, Grenoble.

CVIJIĆ, J. 1960: *La géographie des terrains calcaires*.- *Acad. Serbe Sci. Arts.*, 341, Beograd.

GAMS, I. 1980: *Karst research in Yugoslavia*.- In: *Geographica Yugoslavica*, 2, 41-48, Murska Sobota.

GAMS, I. 1981: *Chemical erosion of carbonates in Yugoslavia*.- In: *Geographica Yugoslavica* 3: 41-51, Ljubljana.

GAMS, I., NICOD, J., SAURO, M. 1993: *Environmental Change and Human Impacts on the Mediterranean Karsts of France, Italy an the Dinaric Region*. In: *Catena, Supplement*, Vol. 25, 59-98.

GAVRILOVIĆ, D., ROGLIĆ, I., GAMS, I., LAZAREVIĆ, R., et. al 1976: *Problems of Karst Hydrology in Yugoslavia*.- *Zbornik Radova Srpskog Geografskog Društva*, Beograd.

HÜTTL, C. 1999: *Steuerungsfaktoren und Quantifizierung der chemischen Verwitterung auf dem Zugspitzplatt (Wettersteigebirge, Deutschland)*.- *Münchener Geographische*

- Abhandlungen Reihe B 30, Institut f. Geog.d. Univ. München, München.
- JULIAN, M., MARTIN, J., NICOD, J. 1978: *Les Karsts Méditerranéens – d'après les travaux géomorphologiques récents de langue française*. In: Pays calcaires méditerranéens.- Méditerranée, 32 (1-2) : 115-131, Marseille.
- KAYSER, K. 1955: *Karstrandebene und Poljeböden*.- Erdkunde 9: 60-64.
- KUNAVER, J. 1983: *O komparativnih metodah v geomorfologiji visokogorskega krasa*.- In: Geographica Yugoslavica, 117-125, Ljubljana.
- MIJATOVIĆ, B. 1984: *Hydrogeology of the Dinaric Karst*.- Intern. Assoc. of Hydrogeologists, 4, Heise, Hanover.
- MIJATOVIĆ, B. 1990: *Kras – hidrogeologija kraskih vodonosnika*.- Geozavod, Beograd.
- MILANOVIĆ, P. 1981: *Karst Hydrogeology*.- Water resources publications, Chesa, Michigan.
- NICOD, J. 1978: *Problèmes hydrologiques et aménagement des poljes yougoslaves*.- In: Méditerranée, 32 (1-2), Pays calcaires méditerranéens, Marseille.
- RADULOVIĆ, V.; RADULOVIĆ, M. (1997): *Karst Crne Gore*.- In: 100 godina hidrogeologije u Jugoslaviji.- STEVANOVIĆ, Z. (Ed.), 147-185, Begrade.
- RATHJENS, C. 1951: *Der Hochkarst*.- Erdkunde 5: 310-315.
- RATHJENS, C. 1960: *Beobachtungen an hochgelegenen Poljen in Süddalarnien*.- Z. f. Geom. 4, Göttingen.
- RIĐANOVIĆ, J. 1960: *Grahovsko polje – prilog poznavanju geneze polja*.- Geografski Glasnik 22: 19-29, Zagreb.
- ROBINSON, R. 1999: *Superior Tree Growth on Karst*.- Jan - Mar 1999 13(1) B.C. Caver.,
- ROGLIĆ, J. 1972: *Historical review of Morphologic concepts*.- In : HERAK, M. & STRINGFIELD (Ed.): Karst.- Elsevier, Amsterdam.
- ROGLIĆ, J. 1974: *Le caractère spécifique du karst dinarique*.- In. Mémoires et Documents, 15, 269-278.
- SWEETING, M. 1993: *Reflections on the development of Karst Geomorphology in Europe and a comparison with its development in China*.- In: Zeit. F. Geomorph., Vol. 93, 127-136, Berlin.
- SWEETING, M. 1995: *Karst in China*.- Physical Environment 14, Springer, Berlin.
- ▼ KLIMA
- Atlas klime FNR Jugoslavije (Klimatischer Atlas der FBR Jugoslawien). Beograd.
- BRZOVIĆ, N., DÖRNBRACK, A., TAFFERNER, A. 1998: *Occurrence of a strong wave breaking event over the Dinaric Alps*.- www.map.ethz.ch/N19/Brzovic.htm
- DUČIĆ, V. 1995: *Jedan slucaj olujnog severnog vetra (Bure) u jugozapadnoj Crnoj Gor (One case of srotmy northern winds (Buar) in southeast Monenegro)i*.- Glasnik Srpskog geografskog Društva, LXXV-2,55-60, Beograd.
- FURLAN, D. 1986: *Okvirna podoba o toci in sodri v Jugoslavi (A tentative survey of the frequency of the hail and small hail in Yugoslavia)i*.- In: Geografski vestnik, LVIII, 3-12, Ljubljana.
- GAMS, I. 1978a: *Die Aridität in der Vegetationsperiode in Jugoslawien*.- In: Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung.- In: Festschrift zum 60. Geburtstag von Julius Fink. 183-193, Hirt, Wien.
- GAMS, I. 1978b: *Prilog bioklimatskoj rejonizaciji Jugoslavije – prema aridnosti u vegetacionom periodu*.- In: Srpsko Geografsko Društvo, Zbornik radova, Posebna izdanja, 25, 365-375, Beograd.
- GODIŠNJAK SHMZ (1951-1985): *Hidrološki i meteorološki godišnjaci za period 1951-1985*.- Savezni Hidrometeorološki Zavod, Beograd.
- IVANCAN-PICEK, B. 1997: *Adriatic cyclogenesis: mesoscale Structures*.- Proceedings:INM/WMO Internatiol symposium on cyclones and hazardous weather in the mediterranean. Palma de Mallorca, Spain, 14-17 April 1997. In: www.inm.es/wwi/palma/SYMP.HTM
- JURČEC, V., IVANCAN-PICEK, B., TUTIS, V. 1996: *Severe Adriatic jugo wind*. In: Meteorolog. Zeit., Voll. 5, Issue 2, 67-75.
- KASSUER, K. 1904: *Das regenreichste Gebiet Europas*.- Pet. Mitt.
- MAKJANIĆ, B. 1990: *Klima Jugoslavije*.- In:Sirotkovic, J. (ed.): Enciklopedija Jugoslavije 6: 178-189, Jugoslav. Leksikogr. Zavod Miroslav Krleža, Zagreb.
- MELIK, A. 1956: *Kje pade v Evropi največ dezja (Where are the largest rainfalls in Europe)*.- Geografski Vestnik, Ljubljana.
- MILUTOVIĆ, A. 1974: *Klima Jugoslavije po Kepenovoj klasifikaciji I modifikacija ove klasifikacije prema našim klimatskim uslovima*.- Proceedings IX savetovanje klimatologa Jugoslavije., 27 – 29. jun 1973, Sarajevo – Stambolčić: 209-224, Beograd.
- PAJKOVIĆ, M. 1958: *Klimatske osobine jugozapadne Crne Gore (Les propriétés climatiques du Monténégro du Sud Ouest)*.- Glasnik srpskog Geografskog Društva XXXVIII – 1: 15-28, Beograd.
- RITTER-STUDNIČKA, H. 1957: *Karakter klime i vegetacija u Bosni i Hercegovini*.- Godišnjak Biološkog Instituta, X, 79-101, Sarajevo.
- ŠEGOTA, I. 1980: *Climatic regionalization of Yugoslavia*.- In: Geographica Yugoslavica, 2, 49-55, Murska Sobota.
- VUJEVIĆ, P. 1955: *Razlika u visini letnih i jesenskih padavina kao merilo njihovog maritimiteta odnosno kontinentaliteta (La différence entre les précipitations en été et en automne considérée en tant que moyen d'appréciation de leur nature maritime ou continentale)*.- Zbornik radova SAN XLVI, 10, 1-18, Beograd.
- YOSHINO, M. M. 1976: *Bora regions on the Adriatic coast of Yugoslavia and in Trieste*.- In: Geografski Glasnik, 38, 364-375, Zagreb.
- YOSHINO, M. M. (eds.) 1976: *Local wind Bora*.- University of Tokio press, Tokio.
- YOSHINO, M. M. 1976: *Die Bora in Jugoslawien: eine synoptisch-klimatologische Betrachtung*.- In: YOSHINO, M. M. (eds.): *Local wind Bora*.- University of Tokio press, 75- 82, Tokio.
- YOSHINO, M. M., YOSHINO, M. T., YOSHIMURA, M., MITSUI, K., URUSHIBARA, K., UEDA, S., OWADA, M., NAKAMURA, K. 1976: *bora Regions as revealed by wind-shaped trees on the adriatic coast*.- In: YOSHINO, M. M. (eds.) 1976: *Local wind Bora*.- University of Tokio press, 59-74, Tokio.
- ▼ BODENKUNDE

- BURLICA, Č. 1967: *Režim vlažnosti zemljišta na Krečnjaku*.- Acta biologica Iugoslavica - Zemljište i biljka, V 16 (1-3): 607-614.
- ČIRIĆ, M. 1991: *Pedologija*.- Svjetlost. Sarajevo.
- DURETIĆ, M. 1982: *Tlo Crne Gore*.- In: Sirotkovic, J. (ed.): Enciklopedija Jugoslavije 2: 713-717, Jugoslav. Leksikogr. Zavod Miroslav Krleža, Zagreb.
- FRANZ, H. 1975: *Die Rolle der Böden in den hochalpinen Ökosystemen*.- Verh. Ges. Ökologie 1975: 41-48.
- GRAČANIN, Z. 1975: *Streifenböden auf Kalk und Dolomit und ihre Vegetation in den Ostalpen*.- In: DIERSCHKE, H. (ed.): Vegetation und Substrat. Ber. Int. Symp. Int. Verein. Vegetationskunde, 143 – 160.
- MANUŠEVA, L. 1969: *Rezultati pedoloških ispitivanja na području nacionalnog parka "Sutjeska"*.- In: FUKAREK (ed.) 1969: Osnovne prirodne karakteristike, flora i vegetacija nacionalnog parka "Sutjeska".- Posebna izdanja ANUBiH XI (3): 39-50, Sarajevo.
- MARTINOVIĆ, J. 1990: *Tlo Jugoslavije*.- In: Sirotkovic, J. (ed.): Enciklopedija Jugoslavije 6: 192-196, Jugoslav. Leksikogr. Zavod Miroslav Krleža, Zagreb.
- REHFUESS, K.E. 1990: *Waldböden – Entwicklung, Eigenschaften und Nutzung*.- Paul Parey, Hamburg.
- URUSHIBARA, K. 1981: *Regional variation of the Mediterranean red soils of Yugoslavia*.- In: Erdkunde, Vol. 35, 1-12.
- AAS, G. KIRCHER, F. MAIER, J. 1993: *Untersuchungen zur geographischen Variation morphologischer Merkmale von Abies alba Mill.*- In: Wolf (Hrsg.) Weisstannen-Herkünfte-Neue Resultate zur Provenienzforschung bei *Abies alba* Mill. 11-32, Ecomed, Landsberg am Lech.
- ADAMOVIĆ, L. 1913: *Grada za floru kraljevine Crne Gore*.- Rad JAZU, 195, 1-96, Zagreb.
- ADAMOVIĆ, L. 1929: *Die Pflanzenwelt der Adrialänder*.- Gustav Fischer, Jena.
- ANĐELIĆ, M. 2001: *The influence of Fungus Heterobasidion annosum (Fr.) Bref. On the dying fir trees in the region of National Park "Dumitor" and Biogradska Gora*.- In: Proceedings: Prirodni potencijali kopna, kontinentalnih voda I mora Crne Gore I njihova zasita, Žabljak 20.-23.09.2001, 159, Beograd.
- ANTONIĆ, O., LOVRIĆ, A.Z. 1996: *Numerical analysis of vegetation complexes and community diversity of major coastal Dinaric mountains*.- In: Journal of Vegetation Science 7, 73-80, Uppsala.
- ASCHERSON, P. 1868: *Der Berg Orjen an der Bocche di Cattaro*.- In: Zeit. Ges. Erdk., 3, 319-336, Berlin.
- BARBERO, M. 1983: *Les montagnes nord-méditerranéennes: Essai de classification des séries au sein des étages altitudinaux et de leurs variantes bioclimatiques*.- In: Zbor. Radova pov. Jubileja P. Fukareka. Akad. Nauka i umj. BiH., odel. Prif. Mat. Nauka, 21, 315-328, Sarajevo.
- BERGMANN, F. 1995: *Genetische Untersuchungen an mittel- und osteuropäischen Weißtannen im Hinblick auf ihre historische Verbreitung*.- In: Genetik und Waldbau der Weißtanne. Schriftenreihe Sächsische Landesanstalt für Forsten 5: 28-35, Graupa.
- BERTOVIĆ, S., LOVRIĆ, A.Ž. 1990: *Biljni pokrov Jugoslavije*.- In: Sirotkovic, J. (ed.): Enciklopedija Jugoslavije 6: 196-206, Jugoslav. Leksikogr. Zavod Miroslav Krleža, Zagreb.
- BERTOVIĆ, S., LOVRIĆ, A.Ž. 1992: *Übersicht der Vegetation Kroatiens nach neueren Untersuchungen*.- Tuexenia 12, 51-66.
- BJELČIĆ, Z., PUNCER, J. et al. 1987: *Illyrian forest vegetation and Balkan endemics in western and central Yugoslavia*.- Excursion Guide 56, XIV International Botanical Congress, Berlin.
- BLEČIĆ, V. 1958: *Šumska vegetacija I vegetacija stena I točila doline reke Pive*. Glas. Prirodnj. Muzeja 11, Serija B, Beograd.
- BLOCK, M., BRANDES., R. 2001: *Dynamik und Strukturwandel mediterraner Tannenwälder in Südspanien und Südgriechenland*.- In: Mitteilungen der Fränkischen Geographischen Gesellschaft, 48, 305-336, Erlangen.
- BORHIDI, A. 1963: *Die Zönologie des Fagion illyricum Verbandes*. I. Allgemeiner Teil.- In: Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 9, 259-297, Budapest.
- BORHIDI, A. 1965: *Die Zönologie des Fagion illyricum Verbandes*. II. Systematischer Teil.- In: Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 11, 53-102, Budapest.
- BUCHER, H.U. 1999: *Monographie der Weisstanne Abies alba Miller*.- In: Schütt, Schuck, Lang, Roloff (Hrsg.) 1994 ff.: Enzyklopädie der Holzgewächse. 17 p. Ecomed-Verlag, Landsberg/Lech.
- ĆURČIĆ, B.P.M. 1995: *Poreklo I diverzifikacija fane pseudoskorpija iz dinarskog I karpato-blkanskob krsa (Srbija I Crna Gora), sa pregledom taksona od globalnog značaja*.- In: STEVANOVIĆ, V. & VASIĆ, V. 1995: Biodiverzitet Jugoslavije – sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja. Ecolibri, Biološki Fakultet, 337-348, Beograd.
- DŽUKIĆ, G. 1995: *Diverzitet vodozemaca (Amphibia) I gmizavaca (Reptilia) Jugoslavije, sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja*.- In: STEVANOVIĆ, V. & VASIĆ, V.: Biodiverzitet Jugoslavije – sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja. Ecolibri, Biološki Fakultet, 447-469, Beograd.
- DZWONKO, Z., LOSTER, S. 2000: *Ecogeographical differentiation of beechwoods in the Southern Balkans*.- In: Proceedings IAVS Symposium, 136-139, Uppsala.
- EARLE, C.J., 2002: *Pinaceae*.- The Gymnosperm Database: www.conifers.org
- EDWARDS, G. D. W. 2001: *Abies P. Mill.*- In: wpsm.net/Abies.pdf
- ELLENBERG, H. 1996: *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*.- 5 aufl., Ulmer, Stuttgart.
- EWALD, J. 1997: *Die Bergmischwälder der Bayerischen Alpen – Soziologie, Standortbindung und Verbreitung*.- DiSSERTATIONES Botanicae, 290, Cramer, Stuttgart.
- FADY, B. 1998: *Abies cephalonica*.- In: Schütt, P. et al. (Hrsg.) 1994: Enzyklopädie der Holzgewächse – 13 Erg. Lfg. 9/98, Ecomed, Landsberg am Lech.
- FARJON, A. 1990: *Pinaceae – drawings and descriptions of the genera Abies, Cedrus, Pseudolarix, Keteleeria, Nothotsuga, Tsuga, Cathaya, Pseudotsuga, Larix and Picea*.- Königstein.
- FARJON, A. 1998. *World Checklist and Bibliography of Conifers*.- Royal Botanic Gardens, Kew.
- FARJON, A. & RUSHFORTH, K.D. 1989: *A classification of Abies Miller (Pinaceae)*.- Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh 46 (1): 59-79.

- FUKAREK, P. 1957: *Zajednica jele I ljigovine (Rhamneto-Abietum) na hercegovačkim I zapadnobosanskim planinama*. Godišnjak Biološkog Instituta, X, 73-96, Sarajevo.
- FUKAREK, P. 1962a: *Granice raširenja izrazitih flornih elemenata u vegetaciji Hercegovine*. Geografski Pregled – Revue de Géographie, VI, 73-96, Sarajevo.
- FUKAREK, P. 1962b: *Prilog poznavanju dendogeografskih i fitocenoloških odnosa planina sjeverozapadne crne Gore*.- Raddovi 12, Naucno drustvo BiH, Odj. Pr.-Tehn. Nauka, 6: 113-166, Sarajevo.
- FUKAREK, P. 1964: *Die Tannen und die Tannenwälder der Balkanhalbinsel*. Schweizer Z. Forstw., 9/10, 518-533, Zürich.
- FUKAREK, P. 1969: *Južnoevropske prašume i njihov značaj za nauku i praksu*.- ANUBiH Poseb. izdanja 15(4): 21-41, Sarajevo
- FUKAREK, P. 1970a: *Areali rasprostranjenosti bukve, jele, smrce na području Bosne i Hercegovine*.- ANUBiH Radovi, 39(1): 231- 256, Sarajevo.
- FUKAREK, P. 1970b: *Fitocenološka istraživanja i kartiranja šumskih i šibljačkih zajednica na hercegovačkim planinama Orjenu, Prenju i Čvršnjaci*.- ANUBiH Radovi 39(1): 175-229, Sarajevo.
- FUKAREK, P. 1970c: *Šumske zajednice prašumskog rezervata Peručice u Bosni*.- In: FUKAREK, P. (ed.) 1970: Južnoevropske prašume i visokoplaninska flora i vegetacija istočnoalpsko-dinarskog prostora.- Posebna izdanja ANUBiH XV (4): 157-264, Sarajevo.
- FUKAREK, P. 1975: *Unterschiede in der Dendroflora der westlichen und östlichen Gebiete der Balkanhalbinsel*.- In: Problems of Balkan flora and vegetation, 146- Sofia.
- FUKAREK, P. 1977: *Zur Gliederung der illyrischen Pflanzenprovinz in natürliche Vegetationsgebiete mit Hilfe der Waldgesellschaften*.- Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 94 (3), 154-162, Zürich.
- FUKAREK, P. 1978: *Verbreitungsgebiete einiger Charakterarten der slowenischen und kroatischen Buchenwälder und ihre Bedeutung für die regionale Gliederung des dinarischen Florengbietes*.- In: Mitt. der ostalpin-dinar. Gesell. F. Vegetationskunde – Spominski zbornik Maksa Wraberja 1905 – 1972, 14: 147- 158 Ljubljana.
- FUKAREK, P. 1979: *Die pflanzengeographische Abgrenzung des illyrischen vom moesischen Gebiet*.- Phytocoenologia, 6 (Festband Tüxen): 434-438, Stuttgart.
- FUKAREK, P. 1982: *Biljni pokrov Bosne i Hercegovine*.- In: Sirotkovic, J. (ed.): Enciklopedija Jugoslavije 2: 125-133, Jugoslav. Leksikogr. Zavod Miroslav Krleža, Zagreb.
- GREBENŠČIKOV, O.S. 1960: *The Vegetation of the Kotor Bay seaboard (Crna Gora, Yugoslavia) and some comparative studies with the Caucasian seaboard of the Black sea*.- In: Bjuleten Moskovkova Prirodi, Otd. Biologii T. LXV (6): 99-108, Moskva (russ.).
- GREBENŠČIKOV, O.S. 1978: *Vegetation structure in the high mountains of the Balkan peninsula and the Caucasus, USSR*.- In: Arctic and Alpine Research 10(2): 441-447.
- GUDESKI, A. 1983: *Sistematska pripadnost jele (Abies Mill.) na planini Kožufu u SR Makedoniji*.- In: Zbor. Radova pov. Jubileja P. Fukareka. Akad. Nauka i umj. BiH., odel. Prif. Mat. Nauka, 21, 149-157, Sarajevo.
- HORVATIĆ, S. 1957. *Pflanzengeographische Gliederung des Karstes Kroatiens und der angrenzenden Gebiete Jugoslawiens*.- Acta bot. croat. 16: 33-61, Zagreb.
- HORVAT, I. 1941: *Istraživanje vegetacije Biokova, Orjena i Bjelašice*.- Ljet. JAZU, 53: 163-172, Zagreb.
- HORVAT, I. 1961: *Vegetacija planina zapadne Hrvatske*.- Acta biologica II, 30, Zagreb.
- HORVAT, I., GLAVAC, V., ELLENBERG, H. 1974: *Vegetation Südosteuropas*.- Geobotanica selecta, IV, Gustav Fischer, Stuttgart.
- HORVAT-MAROLT, S.: *Die Weißtanne (Abies alba Mill.) in Jugoslawien*.- In: KRAMER, W. (ed.): Ergebnisse des 4 Tannen-Symposiums. Schriften Forstl. Fak. Universität Göttingen, 80: 93-101, Frankfurt.
- JANKOVIĆ, M. M., BOGOJEVIĆ, R. 1965: *Fritillario-Pinetum heldreichii nova zajednica munike (Pinus heldreichii) na planini Orjen iznad Boke Kotorske*.- Arhiv bioloških nauka 17(3): 17p-18p.
- JANKOVIĆ, M. M. 1967: *Peucedano-Pinetum heldreichii M. Jank., nova asocijacija subendemnog balkanskog bora Pinus heldreichii na Orjenu (prethodno saopštenje)*.- Glasn. Bot. Zavoda i Bašte Univ. Beograd 2(1-4): 203-206.
- JOVANOVIĆ, B et al. 1986: *Prodromus phytocoenosis Jugoslaviae ad mappam vegetationis m 1:200 000*.- Nauč. veće Veget. Karte Jugoslavije, Bribir-Ilok.
- KARADIĆ, D. 2001: *Needle diseases of fir (Abies alba Mill.) with special reference to a pathogenic fungus tiarosporella durmitorensis*.- In: Proceedings: Prirodni potencijali kopna, kontinentalnih voda I mora Crne Gore I njihova zasita, Žabljak 20.-23.09.2001, 157, Belgrad.
- KONNERT, M., BERGMANN, F. 1995: *The geographical distribution of genetic variation of silver fir (Abies alba, Pinaceae) in relation to its migration history*.- In: Plant Systematics and Evolution, 196: 19-30, Springer.
- KRAMER, W. 1992: *Die Weißtanne (Abies alba Mill.) in Ost- und Südosteuropa – Eine Zustandsbeschreibung*.- Fischer, Stuttgart.
- KÖHLER, H.A. 1887: *Köhlers Medizinal-Pflanzen*.- Hrsg.: G. Pabst, Fr. Eugen Köhler Verlag, Gera-Untermhaus.
- KRÜSSMANN, G 1972: *Handbuch der Nadelgehölze*.- Berlin.
- KUŠAN, F. 1969: *Biljni pokrov Biokova - Flora i Vegetacija*. Prirodoslovna istraživanja Jugoslav. Akademije, 37, Acta Biol. 5, Zagreb.
- LAKUŠIĆ, R. 1965: *Ekologija nekih biljnih tercijernih relikata*.- God. Biol. Inst. Univ. Sarajevo, XVIII: 163-198, Sarajevo.
- LAKUŠIĆ, R. 1966: *Vegetacija livada i pašnjaka na planini Bjelasici*.- God. Biol. Inst. Univ. Sarajevo, XIX: 25-186, Sarajevo.
- LAKUŠIĆ, R. 1969: *Die hochalpine Vegetation der südöstlichen Dinariden*.- In: Les forêts vierges sud-européennes, la flore et la végétation de la région estalpin-dinarique, ANUBiH Poseb. izdanja 15(4) : 265-293, Sarajevo.
- LAKUŠIĆ, R. 1970: *Die Vegetation der südöstlichen Dinariden*.- In: Vegetatio, XXI, 321-373, The Hague.
- LAKUŠIĆ, R. 1975: *Prirodni sistem geobiocenoza na planinama*.- In: Godišnjak BIUS, 28, 175-191, Sarajevo.
- LAKUŠIĆ, R. 1981: *Klimatogeni ekosistemi Bosne i Hercegovine(I)*.- In: Geografski pregled, XXV, 41-69, Sarajevo.
- LAKUŠIĆ, R. 1982: *Planinske Biljke*.- Svjetlost, Sarajevo.

- LAKUŠIĆ, R. 1982/83: *Klimatogeni ekosistemi Bosne i Hercegovine(II)*.- In: Geografski pregled, XXVI/XXVII, 143-164, Sarajevo.
- LAKUŠIĆ, R. PAVLOVIĆ, D. ABADŽIĆ, S., GRGIĆ, P. 1977: *Prodromus biljnih zajednica Bosne i Hercegovine*.- In: God. Biol. Inst. Sarajevo, XXX, Sarajevo.
- LAKUŠIĆ, R., TEDŽIĆ, S., MURATSPAHIĆ, D. 1984: *Zakovitosti singeneze vegetacije na vertikalnom profilu Orjena*.- Bilten Društva ekologa Bosne i Hercegovine 2(1): 287-292, Sarajevo.
- LANG, G. 1994: *Quartäre Vegetationsgeschichte Europas*.- Fischer, Jena.
- LARSEN, J.B. 1993: *Die Weißtanne (Abies alba Mill.) und ihre waldbaulichen Probleme im Lichte neuerer Erkenntnisse*.- In: WOLF, W. (Hrsg.) Weisstannen-Herkünfte- Neue Resultate zur Provenienzforschung bei *Abies alba* Mill. 1-10, Ecomed, Landsberg am Lech.
- LEIBUNDGUT, H. 1982: *Europäische Urwälder der Bergstufe*.- Haupt, Bern.
- LIU, T.S. 1971: *A Monograph of the Genus Abies*.- Nat. Taiwan Univ., Taipeh.
- LOVRIĆ, A.Ž., RAC, M. 1992: *Xeric firwoods in windy sites of Croatian coastal hills, Abieti-Quercion and Calamagrostio-Abietio*.- In: 6. IUFRO-Tannensymposium, 143 – 152, Zagreb.
- LOVRIĆ, A.Ž. 1993: *Coastal vegetation of croatia*.- In: Ecoregions of the world, 391-420, Elsevier
- MARINČEK, L. 1987: *Bukovi gozdovi na Slovenskem*.- Delavska enotnost, Ljubljana.
- MARINČEK, L., ZUPANČIĆ, M. 1984: *Syntaxonomische Probleme der Waldgesellschaften im Ostapin-Dinarischen Raum*.- Acta Bot. Croat. 43: 217-223, Zabreb.
- MAYER, H. 1968: *Tannenreiche Wälder am Südbfall der mittleren Ostalpen*.- BLV, München.
- MAYER, H. 1979a: *Die höchsten Bäume Europas*.- Phytocoenologia 6 (Festband Tüxen): 55 – 73, Stuttgart.
- MAYER, H. 1979b: *Zur waldbaulichen Bedeutung der Tanne im mitteleuropäischen Bergwald*.- Forst u. Holzw. 34, 333-343.
- MAYER, H. 1983: *Die waldbauliche Beurteilung der Panzerföhre – (Pinus leucodermis Ant.- Pinus heldreichii christ)*.- In: VUKOVIĆ, T. (eds.): Zbornik radova povodom jubileja akademika Pavla Fukareka.- Radovi, 72 (21): 53-64, Sarajevo.
- MAYER, H. 1984a: *Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage*.- 3., neu bearb. Aufl., Gussav Fischer, Stuttgart.
- MAYER, H. 1984b: *Wälder Europas*.- Fischer, Stuttgart.
- MAYER, H. 1988: *Die Wälder Korsika- Wanderung durch ein Waldparadies*.- Fischer, Stuttgart.
- MAYER, H., KLEINE, M. 1985: *Die bosnische Trockentanne*.- Schriften Forstl. Fak. Univ. Göttingen 80: 76-92, Sauerländer, Frankfurt.
- MAYER, H., AKSOY, H. 1986: *Wälder der Türkei*.- Fischer, Stuttgart.
- MELLMANN-BROWN, B. BARBOUR, D.G. 1995: *Understory/overstory species patterns through a Sierra Nevada Ecotone*.- Phytocoenologia 25(1): 89-106, Berlin.
- MIŠIĆ, L., LAKUŠIĆ, R. 1990: *Livadske Biljke*.- Priroda Jugoslavije, Svjetlost, Sarajevo.
- OZENDA, P. 1978. *Les relations biogéographiques des Alpes avec les chaînes calcaires périphériques, Apennin, Dinarides*. In: Landscape Ecologies. Biogeographica 16.
- OZENDA P. 1994. *Vegetation du continent Europeen*. Delachaux et Niestle, Lausanne, Switzerland.
- OZENDA, P. 1998: *Die Vegetation der Alpen im europäischen Gebirgsraum*.- Fischer, Stuttgart. .
- OZENDA, P. 1998: *Un modèle biogéographique alpin est-il généralisable à d'autres chaînes holarctiques*.- In : Écologie, 29 (1-2), 13-21.
- QUÉZEL, P. 1976: *Les forêts du pourtour méditerranéen*. In : Forêts et maquis méditerranéens: écologie, conservation et aménagements. Note technique MAB, 2:9-33. Paris, UNESCO.
- QUÉZEL, P. 1999: *Biodiversité végétale des forêts méditerranéennes, son évolution éventuelle d'ici 30 ans*.- Forêt méditerranéenne XX (1): 3-8.
- QUÉZEL, P., MÉDAIL, F., LOISEL, R., BARBERO, M. 1997: *Biodiversity and conservation of forest species in the Mediterranean basin*.- Unasylva 197(50), 21-28.
- PANTIĆ, N. KOCHANSKY-DEVIDÉ, V., DEVIDÉ, Z. 1988: *Zur Bedeutung des unveröffentlichten Textes von Ivo Horvat über die Entwicklungsgeschichte der Vegetation Südosteuropas*.- Acta Bot. Croat. 47: 83-102, Zabreb.
- PANTOCSEK, J. 1874: *Adnotationes ad Floram et Faunam Hercegovinae, Crnagorae et Dalmatiae*.- Verh. d. Ver. f. Naturkunde Pressburg, II: 1-143, Pressburg.
- PANČIĆ, J. 1875: *Elenchus plantarum vascularum quae eastate a. 1873 in Crna Gora legit Dr. J. PANČIĆ*.- Beograd.
- PARDUCCI, L., SZMIDT, A. E., VILLANI, F., WANG, X.-R., CHERUBINI, M. 1996: *Genetic variation of Abies alba (Mill.) in Italy*.- In: Hereditas, 125: 11-18.
- PIGNATTI, E., PIGNATTI, S. 1984: *Sekundäre Vegetation und floristische Vielfalt im Mittelmeerraum*.- Phytocoenologia 12 (2/3): 351-358, Stuttgart.
- PIGNATTI, E., PIGNATTI, S. 2001: *Biodiversität der Vegetation in den mediteranen Klimaten der Erde*.- Razprave IV razreda SAZU XLII(2): 159-172, Ljubljana.
- POLUNIN, O. 1980: *Flowers of Greece and the Balkans – a field guide*.- Oxford University Press, Oxford.
- POTTER, D.A. 1998: *Forested communities of the upper montane in the central and southern Sierra Nevada*.- Gen. Tech. Rep. PSW-GTR 169, Pacific Southwest Research Station, Forest Service, USDA, Albany.
- PULEVIĆ, V. 1979: *O flori i vegetaciji Boke Kotorske i potrebi njihove zaštite*.- Boka, 10(2): 209-220, Herceg Novi.
- RAC, M., LOVRIĆ, A.Ž. 1992: *Taxonomic variability of firs in West Balkans and new natural variants and hybrids of Abies pardei*.- In: 6. IUFRO-Tannen-Symposium: 57-66, Zagreb.
- RADOVIĆ, I. MESAROŠ, G., PAVIČEVIĆ, D., MIHAJLOVIĆ, Lj., PROTIĆ, Lj., CETKOVIĆ, A. 1995: *Diverzitet entomofaune (Insecta) Jugoslavije, sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja*.- In: Stevanović, V. & Vasić, V.: Biodiverzitet Jugoslavije – sa pregledom vrsta od međunardnog značaja. Ecolibri, Biološki Fakultet, 371-424, Belgrad.
- RICHTER, M. 1996: *Klimatologische und pflanzenmorphologische Vertikalgradienten in Hochgebirgen*.- Erdkunde, 50: 205-237.
- RICHTER, M. 1997: *Allgemeine Pflanzengeographie*.- Stuttgart.

- RICHTER, M. 1999: *Merkmale der Artenvielfalt in Hochgebirgen: Der Einfluss von Luftströmungen und hygrothermischen Vorgaben.*- Geographica Helvetica, 54: 209-223. Stuttgart.
- RICHTER, M. 2001: *Vegetationszonen der Erde.*- Klett-Perthes. Stuttgart.
- RUSHFORTH, K.D. 1989: *Conifers.*- New York.
- SCHMIDT, P.A. 1998: *Monografie der Gattung Picea.*- In: Enzyklopädie der Holzgewächse – 14 Erg. Lfg. 12/98.
- SCHROEDER, R.-G. 1998: *Lehrbuch der Pflanzengeographie.*- UTB, Wiesbaden.
- SCHÜTT, P., SCHUCK, H. J.; LANG, U. M.; ROLOFF, A. (Hrsg.) (2000): *Enzyklopädie der Holzgewächse.* Landshut, ecomed.
- SOÓ, R. 1964: *Die regionalen Fagion-Verbände und Gesellschaften Südosteuropas.*- Studia bot. Hung. 4, 1-104, Budapest.
- STEVANOVIĆ, V. 1995: *Biogeografska podela teritorije Jugoslavije.*- In: Stevanović, V. & Vasić, V.: Biodiverzitet Jugoslavije – sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja. Ecolibri, Biološki Fakultet, 117-127, Belgrad.
- STEVANOVIĆ, V. 1996: *Analysis of the central European and Mediterranean orophytic element on the mountains of the W. and central Balkan peninsula with special reference to endemics.*- In: Bocconea 5: 77-97.
- STEVANOVIĆ, B., JANKOVIĆ, M. M.: 2001: *Ekologija Biljaka - sa osnovama fiziološke ekologije biljaka.*- Zavod za grafičku tehniku, Belgrad.
- STEVANOVIĆ, B., STEVANOVIĆ, V. 1984: *Morfo-anatomske karakteristike nekih značajnih hazmofita subalpijske vegetacije stena na planini Orjen u Crnoj Gori.*- Glas. Inst. Bot. Bašte Univ. u Beograd, 18: 59-76, Belgrad.
- STEVANOVIĆ, V., JOVANOVIĆ, S., LAKUŠIĆ, D. 1995: *Diverzitet vegetacije Jugoslavije.*- In: Stevanović, V. & Vasić, V.: Biodiverzitet Jugoslavije – sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja. Ecolibri, Biološki Fakultet, 219-242, Belgrad.
- STEVANOVIĆ, V., JOVANOVIĆ, S., LAKUŠIĆ, D., NIKETIĆ, M. 2001: *Estimation of the Diveristy of the vascular flora of Montenegro.*- In: Proceedings: Prirodni potencijali kopna, kontinentalnih voda I mora Crne Gore I njihova zasita, Žabljak 20.-23.09.2001, 62, Belgrad.
- STEVANOVIĆ, V., RADOVIĆ, I. 2001: *The Term, concept and significance of the biodiversity conservation.*- In: Proceedings: Prirodni potencijali kopna, kontinentalnih voda I mora Crne Gore I njihova zasita, Žabljak 20.-23.09.2001, 31-49, Belgrad.
- STEVANOVIĆ, V., VASIĆ, V. (edt.) 1995: *Biodiverzitet Jugoslavije - sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja.*- Ecolibri, Belgrad.
- TAKHTAJAN, A. 1986: *Floristic regions of the world.*- University of California Press, Berkeley.
- TALLIS, J.H. 1991: *Plant community history. Long term changes in plant distribution and diversity.*- Chapman and Hall, London.
- TOMIĆ-STANKOVIĆ, K. 1970: *Vegetation des Lovčengebirges in Montenegro.*- Studije, 17, Pristina (serb.).
- TÖRÖK, K., PODANI, J., BORHIDI, A. 1989: *Numerical revision of the Fagion illyricum alliance.*- In: Vegetatio, 81, 169-180, Den Haag.
- TRINAJSTIĆ, I. 1976: *Pflanzengeographische Gliederung der Vegetation des Quarnerischen Küstenlandes Kroatiens, Jugoslawien.*- In: YOSHINO, M. M. (eds.) 1976: *Local wind Bora.*- University of Tokio press, 257- 266, Tokio.
- TRINAJSTIĆ, I. 1985: *Oromediterranean phyto-geographical region.*- Biosistematika 11 (2), 83-89, Belgrad.
- TRINAJSTIĆ, I. 1991: *O problemu geneze I bogatstva recentne jugoslavenske flore.*- Biol. Vestn. 39 (1-2): 53-66, Ljubljana.
- TRINAJSTIĆ, I. 1992: *A contribution to the phytogeographical classification of the illyrian floral element.*- In: Acta Bot. Croat., 51, 135-142, Zagreb.
- TRINAJSTIĆ, I. 1999: *Što su Abies pardei gussone i "Abies biokovoensis".*- In: Sumarski list, I-II, Zagreb.
- TURRILL, W.B. 1929: *Plant life of Balkan peninsula – A phytogeographical study.*- Oxford.
- VENDRAMIN, G.G.; ZIEGENHAGEN, B. (1997): *Characterization and inheritance of polymorphic plastid microsatellites in Abies.*- Genome 40: 857-864
- VENDRAMIN, G.G.; DEGEN, B.; PETIT, R.J.; ANZIDEI, M.; MADAGHIELE, A.; ZIEGENHAGEN, B. (1999): *High level of variation at Abies alba chloroplast microsatellite loci in Europe.* *Molecular Ecology* 8: 1117-1126.
- WALTER, H., BRECKLE, S.W. 1994: *Ökologie der Erde 4. – Spezielle Ökologie der gemässigten und arktischen Zonen ausserhalb Euro-Nordasiens: Zonobiom IV-IX.*- Fischer, Stuttgart.
- WALTER, H., BRECKLE, S.W. 1999: *Vegetation und Klimazonen.*- Ulmer, Stuttgart.
- WILLNER, W. 2002: *Syntaxonomische Revision der südmitteleuropäischen Buchenwälder.*- Phytocoenologia 32 (3): 337-453, Borntraeger, Berlin.
- WOLF, H. 1992: *Untersuchungen zur genetischen Variation des Monoterpenmusters im Nadelharz der Weisstanne (Abies alba Mill.).*- Forstl. Forschungsberichte München, 116, München.
- WOLF, H. (eds.) 1993a: *Weißtannen-Herkünfte – Neue Resultate zur Provenienzforschung bei Abies alba Mill.*- Ecomed, Landsberg am Lech.
- WOLF, H. 1993b: *Die Variation des Monoterpenmusters im Nadelharz verschiedener Herkünfte der Weißtanne (Abies alba Mill.).*- In: Wolf (Hrsg.) *Weisstannen-Herkünfte- Neue Resultate zur Provenienzforschung bei Abies alba Mill.* 45-78, Ecomed, Landsberg am Lech.
- YOSHINO, M: T. 1976: *Vegetation on the Adriatic coast of Yugoslavia.*- In: YOSHINO, M. M. (eds.): *Local wind Bora.*- Tokio University Press, 235-255, Tokiio.
- ZIEGENHAGEN, B., DEGEN, B., PETIT, R.J., ANZIDEI, M., MADAGHIELE, A., SCHOLZ, F., VENDRAMIN, G.G. 2001a: *Highly polymorphic uniparentally inherited DNA markers for spatial genetic analysis of silver fir (Abies alba Mill.) populations.*- In: Müller-Starck, G., Schubert, R. (eds.): *Genetic Response of Forest Systems to Changing Environmental Conditions.* Forestry Sciences 70, Kluwer Academic Press, Dordrecht.
- ZIEGENHAGEN, B., FLADUNG, M. 1997: *Molekulare Methoden zur Erfassung von Biodiversität bei Waldbäumen.*- In: Biologische Vielfalt in Ökosystemen - Konflikt zwischen Nutzung und Erhaltung. Schriftenreihe d. Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Reihe A: Angew. Wiss. 465: 397-399, Köllen, Braunschweig.
- ZIEGENHAGEN, B., JELKMANN, S., LIEPELT, S. 2001b: *Neuer Marker zur Untersuchung der nacheiszeitlichen*

- Geschichte der Weißtanne.*- In: Nachrichten der Bundesforschungsanstalt für Holz- und Forstwirtschaft 39(1): 5, BFH, Hamburg.
- ZIEGENHAGEN, B., LLAMAS GÓMEZ, L., BERGMANN, F., BRAUN, H., SCHOLZ, F. 1995: *Protection of genetic variability in polluted stands: A case study with silver fir (Abies alba Mill.)*.- *Forest Genetics* 2: 155-160.
- ZIEGENHAGEN, B., SCHOLZ, F. 1995: *Möglichkeiten der Molekularbiologie in ökologisch genetischen Fragestellungen am Beispiel der Weißtanne (Abies alba Mill.)*.- In: Genetik und Waldbau der Weißtanne. Schriftenreihe Sächsische Landesanstalt für Forsten 5: 20-27, Graupa.
- ZIEGENHAGEN, B., SCHOLZ, F., MADAGHIELE, A., VENDRAMIN, G.G. 1998: Chloroplast microsatellites as markers for paternity analysis in *Abies alba*.- *Canadian Journal of Forest Research*, 28: 317-321.
- Spatio-temporal dynamics of genetic diversity in the natural range of the conifer *Abies alba* throughout Europe www.imep-cnrs.com/fossilva/bfh.htm
- ANTONJEVIĆ, D. 1991: *Les Tzintzares dans la Diaspora*.- In: TASIĆ, N. (ed.): *La culture Urbaine des Balkans (XV^e-XIX^e siècle)*. Posebna izd. Balkan. Inst., 46: 157-163, SANU, Beograd.
- BEUERMANN, A. 1967: *Fernweidewirtschaft in Südosteuropa - ein Beitrag zur Kulturgeographie des östlichen Mittelmeergebietes*.- Westermann, München.
- BOBOT, R. (ed.) 1991: *Kotor*.- Jugoslovenska Revija, Beograd.
- HÖSCH, E. 1999: *Geschichte der Balkanländer*.- Beck, München.
- KAYSER, K. 1931: *Westmontenegro - eine kulturgeographische Dar-stellung*.- Geographische Abhandlungen. 4. Stuttgart.
- KOMAR, G.Z. 1997: *Planinska sela Dračevice pod vlašću Venecije*.-
- KOVAČEVIĆ-KOJIĆ, D. 1991: *Les villes Médiévales de Serbie et de Bosnie avant et après l'instauration du pouvoir Ottoman*.- In: TASIĆ, N. (ed.): *La culture Urbaine des Balkans XV^e-XIX^e siècle*. Posebna izd. Balkan. Inst. SANU 46: 9-16, Beograd.
- LALIĆ, S., MARTINOVIĆ, J., VUCENOVIĆ, S.: Integrated development of Kotor town, Yugoslavia.- In: Environment and development in coastal regions and in small islands www.unesco.org/csi/act/dure/kotor1.htm
- NORWICH, J.J. 1998: *Byzanz I-III*.- Econ, Düsseldorf.
- ROGLIĆ, J. 1983: *Biljni pokrov na krsu u svjetlu razvojnih etapa*.- In: Vuković, T. (eds.): *Zbornik radova povodom jubileja akademika Pavla Fukareka*.- Radovi 72(21): 87-94, Sarajevo.
- UHLIG, H. 1989: *Karst und Mensch. – Agrarische Lebensräume im Dinarischen und im südostasiatischen Karst*. In: Tübinger Geograph- Studien, Vol. 102/18(2): 203-233, Tübingen.
- UNESCO WORLD HERITAGE LIST IN DANGER: *Natural & Culturo-Historical Region of Kotor*. whc.unesco.org/toc/mainf4.htm
whc.unesco.org/sites/125.ht