

UDC 581.526/581.9:56.017.1(497)=30

ZUR BEDEUTUNG DES  
UNVERÖFFENTLICHTEN TEXTES VON  
IVO HORVAT ÜBER DIE  
ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER  
VEGETATION SÜDOSTEUROPAS<sup>1</sup>

NIKOLA PANTIĆ\*, VANDA KOCHANSKY-DEVIDĚ\*\*  
und ZVONIMIR DEVIDĚ\*\*\*

(\*Geologisch-paläontologisches Institut der Montanistisch-Geologischen Fakultät der Universität, Beograd; \*\*Naturwissenschaftliche Klasse der Jugoslawischen Akademie der Wissenschaften und Künste in Zagreb)

Eingegangen am 2. März 1988

Auf Grund langjähriger Untersuchungen der tertiären und quartären Vegetation Südosteuropas kam der erste Autor (N. Pantić) zu gleichen Ergebnissen, wie der Botaniker I. Horvat durch seine geobotanischen Forschungen bereits vor 30 Jahren.

Da jedoch das umfangreiche Kapitel über »Die Pflanzenwelt Südosteuropas als Ausdruck erd- und vegetationsgeschichtlicher Ergebnisse« des Horvatschen originalen Manuskripts im Buch von Horvat, I., Glavač, V. und N. Ellenberg (1973) nicht veröffentlicht wurde, wird in der vorliegenden Arbeit versucht, die Grundgedanken Horvats in kürzerer Form darzustellen und sie mit den Ergebnissen von N. Pantić zu vergleichen. Es handelt sich dabei um Fragen 1. der eigenartigen Entwicklung der Festlandvegetation Südosteuropas während des Tertiärs, die zu einem besonderen Reichtum der Balkanflora führte, wobei Horvat die Bedeutung der »Repère-Floren« schon damals richtig erkannt hat; 2. der Erklärung von Ursachen klimatischer Veränderungen während des Postpliozäns bis heute durch die Anwendung der Theorie von Milanković (1941), die Horvat sofort angenommen hat; und 3. der Verbindung der tertiär-pleistozänen Vegetation mit der heutigen Vegetation von Südosteuropa.

<sup>1</sup> Diese Arbeit widmen ihre Verfasser der Erinnerung an Prof. Dr. Ivo Horvat anlässlich des 25. Gedenkjahres seines Todes.

## EINLEITUNG

Unsere Kenntnisse der Entwicklungsgeschichte der Vegetation Südosteuropas und ihrer Abhängigkeit von der allmählichen Veränderungen ihrer Umwelt, namentlich des Klimas und der geodynamischen Geschehnisse, können heute als Synthese von Untersuchungen fossiler Floren und Vegetationen des ersten Autors dieser Arbeit angesehen werden (Pantić 1954, 1956, 1967, 1986, 1987).

Analoge Anschauungen wurden — auf Grund von eingehenden syntaxonomischen Studien und Untersuchungen der Vegetation, bzw. der Pflanzengesellschaften und ihrer Migrationen während der näheren geologischen Vergangenheit, zumeist in Beziehung mit klimatischen Veränderungen — schon längst vom Prof. Dr. Ivo Horvat (1897 — 1963) vertreten (Horvat 1959 und 1963). Über diese Ideen sprach Horvat mit Begeisterung schon viel früher in seinen Vorlesungen und bei seinen Exkursionen, vorüber sich der zweite Autor (V. K. D.) aus der Zeitspanne 1933 — 1937 und der dritte (Z. D.) aus den Jahren 1939 — 1941 lebhaft erinnern. Deshalb ist es erstaunlich, daß das grundlegende Werk von I. Horvat, V. Glavač und H. Ellenberg (1974) über die Vegetation Südosteuropas, das 11 Jahre nach dem Tode Horvats erschien, keine den Horvatschen Ideen entsprechende Darstellung enthält, sondern zwei andere, nur kurze Kapitel: Geologischer Überblick (S. 24 — 33) und Entwicklung der Vegetation seit dem Tertiär (S. 47—63). Das umfangreiche, in deutscher Sprache abgefaßte Manuskript, das Horvat nach seinem zu frühen Tode hinterließ (Horvat 1963), hat V. Glavač mit Gewissenhaftigkeit und Ausdauer bearbeitet. Die Horvatsche Schreibweise war für die heutige hastige Zeit zu umfangreich und zu reich an Einzelheiten. Der erfahrene, weltberühmte Fachmann H. Ellenberg gab dem Werk den letzten Schliff; offensichtlich stimmte er mit einigen Überzeugungen Horvats nicht überein und fand deshalb als beste Lösung den 120 Seiten umfassenden Teil des Horvatschen Manuskriptes über »Die Pflanzenwelt Südosteuropas als Ausdruck erd- und vegetationsgeschichtlicher Geschehnisse« einfach in Gänze wegzulassen. Aber gerade in diesem unveröffentlichten Teil des Textes von I. Horvat gibt es sehr bedeutende Gedanken, auf die man heute hinweisen muss, da sich diese, nachdem sie in der Zeit ihres Entstehens (bis 1963) und ihrer ersten teilweisen Veröffentlichung (Horvat 1959) nicht recht verstanden wurden, jetzt als richtig und aktuell erwiesen haben.

Im allgemeinen handelt es sich um drei bedeutende Probleme, nämlich um: (1) die Besonderheiten der Entwicklung der Festlandvegetation Südosteuropas während des Tertiärs, (2) die Erklärung von Ursachen der klimatischen Veränderungen während der Eiszeit und (3) die erfolgreiche Verbindung der tertiär-antropogener Vegetation mit dem jetzigen Vegetationszustand Südosteuropas.

ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG DES UNVERÖFFENTLICHTEN  
ABSCHNITTES VON IVO HORVAT »DIE PFLANZENWELT SÜDOST-  
EUROPAS ALS AUSDRUCK ERD- UND VEGETATIONSGESCHICHTLI-  
CHER GESCHEHNISSE«<sup>1</sup>

Die Pflanzenwelt Südosteuropas kann mit Fülle ihrer Florenelemente, namentlich ihrem ungewöhnlichen Reichtum von relikten Gattungen und ihrem ausgesprochenen Endemismus verschiedener Altersherkunft, nur als ein historisches Geschehen erklärt werden. Die Verschiebung der Erdpole, Lage des Äquators, verschiedene Insolation, veränderliche Ausbreitung des Meeres (von der ersten tiefen Transgression bis zur allmählichen Zurückziehung), das Emporheben von Bergen (wobei die parallele Orientierung der Bergkämme wichtig erscheint, da sie die lebende Welt von den kühlen nördlichen Einflüssen geschützt, zugleich aber auch die öfters wiederholten Migrationen erschwert hat), das Entstehen der Becken, die Schwankungen der Temperatur und die Menge der Niederschläge sind als Hauptfaktoren der Entwicklung anzusehen. Für die Entwicklung der Flora und Vegetation sind von besonderer Bedeutung die Geschehnisse während des Tertiärs und Quartärs.

Im älteren Tertiär, mit einem weitgehend wärmeren Klima als das heutige, waren, neben den tropischen, subtropischen, mediterran-xerophytischen Florenelementen, für die Entwicklung der heutigen Flora die arкто-tertiären Florenelemente, die im Eozän im zirkumpolaren Gebiet lebten, von besonderer Bedeutung. Diese arкто-tertiären Florenelemente migrierten während des Neogens stufenweise gegen den Süden, wobei sie auch die tropischen und subtropischen Florenelemente nach dem Süden mitzogen. Seit dem Oligozän wurde das Klima immer kühler. Infolge der großen Abkühlung und der Verschiebung des Eisgebietes im Pleistozän über das gesamte nördliche und einen Teil des mittleren Europas, sowie durch die Vereisung der Alpen, drangen die arкто-tertiären Pflanzen gegen den Süden vor, wo sie sich während der Eiszeit, besonders in Südosteuropa, infolge der bereits erwähnten orographischen Eigenschaften, aufhielten. Diese Migrationen wurden, durch Analysen der Tertiärfloren, im Tertiär und Pleistozän bewiesen. Horvat hat die reiche mitteleuropäische und balkanische paläontologische Literatur durch eingehendes Studium genau kennen gelernt, wobei er besonders die synthetischen Werke von Krištofović (1941, 1959) und Wulf (1944), sowie die bereits früher dargelegten, noch heute geltenden Ideen von L. Adamović (1909) berücksichtigte.

Sowohl Adamović als auch Wulf waren der Meinung, daß schon im älteren Tertiär eine vertikale Gliederung der Gebirgsvegetation festgestellt werden kann: die unteren Teile bestanden aus tropischen und subtropischen Pflanzen, die oberen aber, in höheren Gebirgstteilen, aus Laubholzarten. Anders steht es mit der Frage der pflanzensoziologisch-ökologischen Gliederung im jüngeren Tertiär. Verschiedene Autoren haben die Differenzierung des westlichen und östlichen, sowie nördlichen und südlichen europäischen Raumes dargestellt. Unter den neueren haben Berger und Zabusch (1953) die nordpannonische Zone herausgegliedert, Stevanović und Pantić (1954) und Pantić (1956) die südpannonische und nordbalkanische.

<sup>1</sup> Die Verfasser danken bestens Frau Marija Horvat, Prof. der Biochemie, die den wissenschaftlichen Nachlaß ihres verstorbenen Gatten betreut, daß sie ihnen das Original des ursprünglichen Buchmanuskriptes anvertraut hat.

Die Übersicht der Entwicklung der tertiären Pflanzenwelt von Südosteuropa ist im Horvatschen ursprünglichen Manuskript etwas veraltet (Es fehlt das Paläozän und einige oligozäne Fundorte werden neuerlich als miozäne angesehen. — Bemerkung von V. K. D.). Dabei betont Horvat eine interessante Problematik, nämlich: das Bestehen eozäner und oligozäner Floren mit xerophytischem Charakter und neben ihnen dicke Kohlschichten, die auf ein feuchtes Klima und Sumpfstandorte hinweisen. Die sumpfigen Becken mußten in den sonst trockenen Gebieten offensichtlich getrennt gewesen sein. *Araucariaceae*, *Proteaceae* und *Myrtaceae* überwiegen in erhöhten, dünnen Abschnitten.

Es soll hervorgehoben werden, daß im Miozän das mächtigste Emporheben der Gebirgszüge aus der Tiefe der Tethys erfolgte, das damals die klimatische Grenze zwischen dem Norden und dem Süden von Osteuropa formierte. Diese Massive waren im Miozän höher als heute; später, besonders im Pleistozän, wurden sie aber erodiert. Dabei starben empfindlichere, an warme Standorte angewiesene Pflanzen ab und wurden, zunächst in der neu gebildeten Bergumwelt, später aber auch in den tieferen Gebieten, durch Pflanzen, die weniger Wärme benötigen und aus den nördlichen Gebieten mehr und mehr ankamen, ersetzt. Transgressionen und Regressionen des Meeres beeinflussten die Flora und Vegetation des Miozäns, wie auch das Formieren des Binnenmeeres Paratethys, das in einzelnen Zeitabschnitten ein feuchtes Klima verursachte. Im Sarmat wurde durch das Zurückziehen des Meeres das Klima immer trockener. Oft befanden sich Elemente verschiedener Biotope nebeneinander und man zieht daraus den Schluß, dass es entlang dem Meer sowohl tropische, subtropische als auch arкто-tertiäre Pflanzen gab, an den Abhängen der Gebirge, manchmal auch sehr hohen, Elemente trockener Wälder und Savannen, was in das Sediment eingetragen, eine reiche Flora, jedoch von gemischter Zusammensetzung ergab, z. B. in Kroatien Sused (Pilar 1883), in Serbien Boždarevac, Bukovac und Bela Stena (Pantić 1956). Im jüngsten Miozän (Pannon und Pont) enthält die Flora noch eine große Zahl arкто-tertiärer Elemente, die heute in verschiedenen Gebieten Asiens und Nordamerikas leben, nebst einigen Pflanzen, die sich bis heute in Europa erhalten haben. Am häufigsten kommen *Taxodium* und *Sequoia* vor. Man findet noch einzelne, aber stets wenige, subtropische Pflanzen.

Die jüngste Tertiärflora aus dem Paludin (Pliozän) war besonders schön im weiten Gebiet von Sofia (Stojanov und Stefanov 1929) entwickelt. Sie enthielt meist Laubhölzer und umgab einen See, für den eine Höhe von 600 m über den Meeresspiegel angenommen wird.

Auf Grund der tertiären, besonders der reichen obermiozänen und pliozänen Floren, wurde neben der Darstellung der Biotope einzelner Fundorte auch eine Florenanalyse versucht. Horvat schließt sich der Meinung von Szafer (1946) an, der 16 Typen von Florenelementen unterscheidet. Auch die Veränderungen des Klimas, mit jährlichen Durchschnittstemperaturen, wurde dargestellt; viel Aufmerksamkeit wurde auch dem Vegetationsbild gewidmet mit dem Bestreben, wenigstens Verbände, die wir heute vorfinden, zu vermuten und so eine pflanzensoziologische Einteilung zu bieten. Als Ausgangspunkt wurden die Schlußfolgerungen von Stojanov und Stefanov (1929) über die pliozäne Vegetation der Umgebung von Sofija genommen, ferner die Einteilung in pflanzensoziologische Klassen und Ordnungen von Szafer (1946) für das Pliozän Polens als auch die Studie von Knapp (1937) über rezente Gemeinschaften Nordamerikas. Hierbei fällt es auf,

daß viele im westlichen Nordamerika verbreitete Klassen und Ordnungen in Südosteuropa, wie *Taxodietea*, ausstarben oder verarmten, wie z. B. *Ulmo-Aceretalia*, bei welchen von etwa 30 Arten der Ordnung nur die Arten der Gattungen *Salix*, *Populus* und *Alnus* blieben. In trockeneren Teilen des Gebietes, wo heute im Südosteuropa die Vertreter der Verbände *Carpinion* und in höheren Gebieten *Fagion* dominieren, finden wir in pliozänen Floren 35 Arten der Ordnung *Fagetalia*, davon 18 europäische, 4 südosteuropäische, während die übrigen Arten asiatisch und nordamerikanisch sind. *Quercetalia pubescentis* aus dem Pliozän enthalten 24 Arten; heute ist diese Ordnung reicher an Arten; diese waren vielleicht auch früher anwesend, waren aber kleiner und zarter — meist waren es Sträucher — und wurden so vermutlich nicht erhalten. Unter 17 pliozänen Arten der Ordnung *Quercetalia ilicis* finden wir heutige mediterrane Arten vor, wie *Pinus halepensis foss.*, *P. maritima foss.*, *Cupressus sempervirens*, *Ephedra* aff. *campylopoda*, *Laurus nobilis*, *Olea oleastrum*, *Smilax aspera* usw. Die gegenwärtigen Hochgebirgswälder Nordosteuropas (und besonders Nordeuropas) der Ordnung *Vaccinio-Piceetalia* haben artenreichere pliozäne Gemeinschaften unter welchen neben fossilen Vertretern der heute verbreiteten Arten *Picea excelsa*<sup>1</sup>, *Pinus cembra*, *P. sylvestris* var. *pliocenica*, *Larix europaea*, *Tsuga occidentalis*, *T. europaea*, *Pseudotsuga styriaca* und zahlreichen Ericaceen auch 3 Nadelholzarten vorkommen, die heute Tertiärrelikte = Endeme des Balkans sind: *Picea omorika* (Omorika-Fichte), *Pinus peuce* (Molika-Kiefer) und *P. heldreichii* (Panzerföhre).

Abschliessend muß hervorgehoben werden, daß die bedeutendsten pflanzensoziologischen Klassen und Ordnungen bereits im Pleistozän Südosteuropas vertreten und nur wenig nördlicher von ihrer heutigen nördlichen Grenze verbreitet waren. Vorwiegend finden wir sie artenreicher als heute, weil in ungünstigen Eiszeiten des Pleistozäns einige Arten verschwanden. Etwas wärmeres und feuchteres Klima der Interglaziale des Pleistozäns hat die üppigste Entwicklung der größten Zahl der arкто-tertiären Arten bedingt. Die Mehrzahl der in Südosteuropa und überhaupt in Europa verschwundenen Arten wird heute hier erfolgreich angebaut, was beweist, daß sie nur infolge der Vereisung verschwanden.

Zur völligen Übermacht der tropisch-subtropischen Elemente anfangs des Tertiärs, kommen im Oligozän 16% von Arten hinzu, die im Winter die Blätter abwerfen; am Anfang des Miozäns wuchs die Zahl solcher Arten um etwa 30% an, bis sie im Pliozän völlig dominierten. Im mittleren Teil dieses Entwicklungsganges gab es keine Schwankungen; raschere Änderungen kamen am Anfang und am Ende des Tertiärs vor.

Im Pleistozän schritten die kosmischen und terrestrischen Vorgänge, die den heutigen europäischen Kontinent formierten und damit die stufenweisen Veränderungen der zunächst an tropisches und später an mäßiges Klima angepaßten Pflanzenwelt hervorriefen, fort. Unter dem Einfluß des tiefen Eingreifens der Vereisung (sog. Inlandeises) in Europa war die reiche Waldvegetation in Nord- und Mitteleuropa völlig vernichtet. Obschon das Südosteuropa nicht so stark beeinflusst war, starben auch hier viele tropisch-subtropische Arten der Pliozänflora aus, wodurch die Flora noch mehr verarmte. Die Herabsetzung der Schneegrenze öffnete den Weg vielen alpinen und arktischen Arten, die so in das Südosteuropa eindringen. Lößablagerungen, die im Pleistozän im Donaubekken abgelagert wurden, ermöglichten die Entwicklung der Steppen-

<sup>1</sup> Gegewärtig: *Picea abies*; zwecks Vermeidung von Unklarheiten wird hier die ursprüngliche Horvatsche Nomenklatur bewahrt.

und Sandvegetation. Im Meeresküstengürtel, wo pluviales Regime vorkam, kam es ebenfalls zu Veränderungen in der Pflanzenwelt.

Die Hauptfaktoren, die im Südosteuropa wirkten, waren: 1. große Veränderungen im Formieren der Erdoberfläche, durch tektonische Ereignisse (Hebungen und Senkungen der Lithosphäre), 2. Änderungen der Höhe des Meeresspiegels, 3. glaziale und fluvioglaziale Wirkungen, 4. Lößablagerungen, 5. Aufschüttungen von Sand und besonders 6. Klimaschwankungen.

Im Pleistozän übten einen starken Einfluß auf die Pflanzenwelt selbstverständlich auch die neu gebildeten Inseln entlang der östlichen adriatischen Küste, ebenso im Ägäischen Meer, sowie die Austrocknung des aus dem Meer der Paratethys entstandenen Pannonischen Sees.

Im Ägäischen Gebiet kam es bereits im Kalabrium (Beginn des Pleistozäns, oberes Villafranchium) zur tektonischen Zerstückelung des Festlandes. Im Kromerium (Günz/Mindel-Interglazial) entstand das Archipel, so daß die Verbreitung von Pflanzen und Tieren beschränkt war, weshalb arktische Organismen ausblieben. Aber in Würm wurden viele Inseln wieder mit dem Festland verbunden, was auch biogeographische Folgen hatte. Im allgemeinen gab es während der glazialen Perioden Regressionen (als Folge der Vereisung sank die Meeresoberfläche), in interglazialen aber Transgressionen.

Zur Zeit des Pleistozäns wurde durch den Abfluß des Pannonischen Sees und die Ablagerungen durch die Winde und Flüsse die fruchtbare Pannonische Ebene gebildet. Über das genaue Zeitalter der Lößentstehung stimmen die Meinungen der Geologen nicht überein; es ist aber sicher daß das Tschernosem in den Lößgebieten entstand.

Die Entstehung der Karstpoljen ist im Grunde durch tektonische Dislokationen bedingt; im Pleistozän kam es zur Überdeckung des Karstreliefs mit Zuschüttungsmaterial und so kam es zur Bildung von fruchtbaren Gebieten, die die Verbreitung der Pflanzen bedingten.

Über das Klima führt Horvat zunächst die allgemein bekannten Tatsachen über die Erdpolverschiebung und dadurch das Vordringen der Vereisungsgrenze des Nordpols tief in das Europa an. Er bringt die Einteilung des Pleistozäns im Alpengebiet und setzt fort (S. 41 des Manuskriptes): »Die Annahme einer Polwanderung im Sinne von Wegener und Köppen kann die Eiszeiten, nicht aber die Interglazialzeiten erklären. Sie fanden eine geniale Deutung nach Milanković (1941) in den periodischen Änderungen der Sonneneinstrahlung in den letzten 650 000 Jahren. Milanković berechnete für die Nordhalbkugel die Sonneneinstrahlung in den letzten 1 000 000 Jahren und konnte nachweisen, daß es infolge periodischer Änderung bestimmter astronomischer Größen (und zwar der Ekliptikschiefe, der Exzentrizität der Erdbahn und des Präzession der Frühlingspunktes) zu einer periodischen Abnahme oder Zunahme der Sommertemperatur kommt«.

Die Bildung großer Eis- und Schneemassen im Nord- und Mitteleuropa, sowie in den Alpen, bedingte noch eine wichtige klimatische Änderung. Nach Walter (1954a, 1954b) wurden Zyklonen, die sich heutzutage über das Mitteleuropa bewegen, in der Eiszeit, wegen des hohen Druckes über das Eismeer, gegen den Süden verlagert, was eine Pluvialzeit des Mittelmeergebietes zur Folge hatte. In Interglazialen wurde die Richtung der Zyklonen dagegen nördlicher verschoben, was im Mittelmeer Dürreperioden hervorrief.

Die Frage der Vereisung hoher Gebirge außerhalb der Alpen ist nicht eindeutig gelöst; doch auch das langdauernde Liegen von Schneemassen ohne echten Gletschern (z. B. in Gorski kotar, Kapela, Velebit,

Plješevica), also im Gebiet ohne sicherer Gletscherspuren, hatte starke Einwirkung auf die Vegetation.

Ob das Klima im allgemeinen in Südosteuropa milder oder schärfer war als heute, darüber sind die Forscher nicht einig. Cvijić meinte, es wäre feuchter und kühler, während Stefanov, Černjavski und Kitano v überzeugt waren, daß die verbreiteten Laubwälder im Pleistozän den unseren ähnelten und in der Umgebung von Sofija erwähnt man im Pleistozän einen Wald des *Carpinion betuli* - Verbandes (Kitano v 1956). Die Exoten waren jedoch im großen Rückgang, was an eine Abkühlung des Klimas nach dem Pleistozän, dessen Flora in der Umgebung von Sofija ebenfalls untersucht und an Pflanzenarten als viel ärmer erkannt wurde, hinweist. So wurden in der Pliozänflora bei Sofija 98 Arten bestimmt, in der Pleistozän von Lozenec (unweit von Sofija) aber nur 35.

Die Zeitspannen des Interglazials waren im Südosteuropa durch so viel wärmeres Klima charakterisiert, daß die Waldgrenze um 600 m höher verlegt wurde. Pollenanalysen weisen an üppigere Wälder feuchten Klimas hin.

*Picea omorika* und *Pinus peuce* wurden in Pollenanalysen sogar in der Umgebung von Sisak festgestellt; ja die erste war verbreitet selbst bis zu den Nordalpen. Man kann bemerken, daß es sich in Interglazialen um drei Florentypen handelt. Der erste enthält südeuropäisch-euxine wärmeliebende Elemente, im zweiten überwiegt die Buche, im dritten die Nadelhölzer.

In den Glazialen war infolge der Temperaturerniedrigung die Schneegrenze in den Bergen tiefer, was eine Anhäufung vom Schnee in höheren Gebieten der Gebirge ermöglichte. Gewöhnlich nimmt man an, daß die Waldgrenze 800 m unter der Schneegrenze lag. Die Schneegrenzen lagen nach Cvijić auf folgenden Höhen: Prej 1680 m, Maglić bis 1950 m, Korab 2000 m, Prokletije 1500 m, Rila 2200 m. An hohen (z. B. Durmitor) und niedrigen Bergen (z. B. Risnjak) waren jedoch Waldzonen entwickelt, obschon verschmälert, was selbst zur Zeit der Glaziationen die Erhaltung reicher und üppiger Waldvegetation mit vielen Vertretern der tertiären Pflanzenwelt ermöglichte. Das bestätigen auch die Pollenanalysen.

Kühle Zeitabschnitte des Pleistozäns bereicherten die Flora von Südosteuropa mit borealen und arкто-alpinen Arten, die bereits im Pleistozän in hohe Gebirge vordrangen (und nicht erst nach ihm, wie man das früher annahm). Solche Pflanzen sind z. B. *Picea excelsa*, *Vaccinium myrtilus*, *V. uliginosum* u. a. Silikatpflanzen, die aus den Alpen (z. B. Tauern) über das silikate Vranica-Gebirge in Bosnien gegen den Karpathen, Kopaonik und Komovi sowie nach Bulgarien zogen. Das geschah im Pleistozän. Man muß aber gestehen, daß es neben der erwähnten Ansicht auch eine ältere über die postglaziale Einsiedlung gibt, wie auch die Idee, daß die borealen und alpinen Arten bereits im Tertiär nach Südosteuropa gelangten.

Horvat bleibt bei seiner Überzeugung, daß die arкто-alpinen Arten am Balkan im Zusammenhang mit den klimatischen Veränderungen verbreitet wurden und legt genau auseinander, welche Arten bis Korab — Pirin, welche bis zur Linie Nidže — Kožuf — Bozdag, und welche (eine kleine Anzahl) bis zum Olymp vordrangen. Es ist interessant, daß die südliche Grenze der arкто-alpinen Gemeinschaften nördlicher Herkunft zugleich die Nordgrenze der Hochgebirgspflanzen südlicher Herkunft ist. Diese Grenze stimmt außerdem mit den stärksten Vereisungen der Hochgebirge überein, mit einigen Ausnahmen (nichtvereistes Vele-

bit-Gebirge, dem das Klima nur durch die Bora abgekühlt wird, mit vielen Hochgebirgspflanzenarten; der vereiste aber sehr trockene Orjen mit wenigen Alpenarten und der entfernte Olymp).

Die heutige Verbreitung der alpinen und arкто-alpinen Arten ist unterbrochen, weil die Wälder höher gekommen sind, so daß der einst kühle Höhengürtel in Gebirgsketten nicht mehr verbunden ist, wie im Pleistozän. Es bestehen große Unterschiede zwischen einzelnen Gebirgen in Abhängigkeit von geomorphologischen und historischen Beziehungen. Verschiedene Flora und verschiedene Vegetation finden wir in Velebit (3 Gebiete) Plješevica, Dinara, Prenj, Čvrsnica, Durmitor, Šara, Jakupica, Korab, Rila und Pirin vor. Besonders groß ist der Unterschied zwischen westlichen und östlichen Gebirgen dieses eigentlich ungroßen Gebiets, wo wir selbst verschiedene Verbände vorfinden.

Viele westliche Arten sind mit den Alpen verbunden, östliche mit den Karpathen. Dabei kommen im Westen, auf Karbonaten, hauptsächlich basophile, im Osten, an Silikaten, acidophile Arten vor.

Gleichzeitig mit den alpinen und arкто-alpinen Arten drangen aus nördlichen Gegenden boreale Arten von Mooren, sowie Arten von feuchten Wiesen und acidophilen Wäldern vor. Ganze Vegetationseinheiten siedelten ein, z. B. Moorassoziationen. Doch müssen wir heute die Moore nur als Relikte aus kühleren und feuchteren Zeiten mit wenig Gefäßpflanzen und mit montanen, arкто-alpinen und borealen Algenarten, die auf nördliche Verbindungen hinweisen, ansehen. In den Gebieten Jugoslawiens, wo es Moore gibt, finden wir in den umgebenden Wäldern hauptsächlich boreale oder Taiga-Elemente: so wachsen z. B. um das Moor bei Dubravica<sup>1</sup> auf einer Höhe von 160 m *Buxbaumia aphylla*, *Blechnum spicant*, *Dryopteris oreopteris*, *Lycopodium selago*, *L. clavatum*, *Vaccinium myrtillus*.

Sehr problematisch ist die Moorflora der westlichen Rhodopen in Bulgarien mit vielen endemischen Arten. Die bulgarischen Forscher betrachten diese Moore als vorpleistozän, worüber Horvat umfangreich und sehr objektiv diskutiert. Černjavski (1937) betrachtet sie, ebenso wie das Moor von Vlasina in Ostserbien, als etwas älter, doch verschiedenen Alters, so daß Vlasina im jüngeren Stadium der Seevertrocknung sei.

Zur Zeit der Vereisung, oder sehr bald nach der Eiszeit, drangen in das Gebiet Jugoslawiens vom Norden und Nordosten einzelne Arten, die dann ihre Assoziationen aufbauten. Das sind die Verbände *Almion glutinosae*, *Salicion herbaceae*, *S. retusae*, *Arabidion coeruleae*, *Sphagnion fuscii*, *Rhynchosporion albae* und *Molinion coeruleae*, z. T. aber auch *Piceion excelsae*, vom welchen Verband bereits vor dem Pleistozän einige Arten zu uns vordrangen. Die aufgezählten Verbände stellen heute Relikte der kühleren glazialen Zeitabschnitte dar.

Im Binnengebiet Südosteuropas sind die borealen Arten reich verbreitet, aber im submediterranen Teil sind sie seltener; sie drangen da vor durch die Täler der Flüsse (Neretva, Bojana, Vardar, Marica) während des Pluvials und der kühleren Zeitabschnitten.

Ende der Würm-Vereisung verschwanden in Nord- und Mitteleuropa die Reste der älteren tertiären und interglazialen Wälder und zwischen der tiefen nördlichen Vereisung — dem Inlandeis — und dem Alpen-Eispanzer breitete sich die Tundra mit ihren Wiesen und Hoch-

<sup>1</sup> Dorf unweit von Kumrovec, NW Zagreb, wo I. Horvat seine Kindheit und Jugend verbrachte.

mooren aus. Am östlichen Rand der Alpen und in den südlichen Karpathen überlebten jedoch die Wälder; sie waren nicht reich wie im Pliozän, sondern es waren das trockene subarktische Föhrenwälder. Erst südlich des Drava-Flusses und der Donau lebte eine Waldvegetation, die unserer ähnelte. Im Pannonischen Becken überwog bis zu einer Höhe von 400 — 500 m eine kühle Löß-Steppe, und über ihr ein subarktischer Wald (*Larix*, *Pinus cembra* und *P. montana*). Die Wälder waren besonders entlang der Flüsse entwickelt.

Beck-Mannagetta (1901) und Adamović (1909) heben hervor, daß die submediterranen Pflanzen, aber auch die tertiären Halbsträucher und Perennen, oft auf einem schmalen, unterbrochenen Streifen entlang des Meeres zusammengedrängt wurden. Dennoch erhielten sich einige Tertiärelemente, besonders infolge des Streichens der Gebirgsketten, durch welches sie gegen Norden geschützt waren. Kosić (1923) verfolgte ebenfalls die Erhaltung tertiärer Arten und Assoziationen. Besonders muß die glänzende Bestätigung dieser Beobachtungen in den Pollenanalysen etwa zehn Autoren hervorgehoben werden. Černjovski (1937) hat z. B. bewiesen, daß es in Ostserbien (Moor von Vlasina) überhaupt nicht zu einer Unterbrechung der Waldvegetation gekommen ist, so daß in der Höhe von 1200 m Nadelwälder mit relikten Pflanzen wuchsen.

In Südosteuropa wurden zur Zeit des Vorstoßes des kalten Klimas die Wälder beschädigt, aber viele krautige Pflanzen haben sich dennoch erhalten; außerdem wanderten damals Arten aus kühleren Gebieten ein. Bereits im Pliozän geformte Vegetationsordnungen *Quercetalia pubescentis*, *Fagetalia* und *Piceetalia* überlebten unter einer periodischen Verschmälerung der Zonen und bestimmten Änderungen im Aufbau.

Im jugoslawischen mediterranen Gebiet gab es große Unterschiede bezüglich der wiederholten Überschwemmungen des Meeres in nördlicher Adria und der späteren Entstehung der norddalmatinischen Inseln. Im südlichen Dalmatien bedeckte die immergrüne Vegetation ganze Inseln, am Ufer erstreckte sie sich entlang der Flüsse in das Inland, während an der nördlichen Hälfte und den geologisch jüngeren Inseln nur ein schmaler, mehrfach unterbrochener Rand der mediterranen Vegetation bestand. Interessant sind auch die Untersuchungen, die Beug (1961) an der Insel Mljet durchführte.

Wenn wir die Geschichte der Vegetationsentwicklung betrachten, müssen wir den großen Unterschied in der Vegetation Mitteleuropas berücksichtigen, wo die gesamte Tertiärvegetation verschwand und ein Raum ohne Wälder zurückblieb, während andererseits in Südosteuropa in der Vegetation die tertiären Arten erhalten wurden. Dieser Teil Europas war in postglazialer Zeit, im Holozän, der Ausgangspunkt für die Besiedlung von Pflanzenarten in der Richtung nach Mittel- und Nordeuropa. Dieser Prozeß wurde genau durchforscht, doch ist unsere Kenntnis der Vegetationswechsel im Südosteuropa noch ziemlich mangelhaft, da es hier wenig Moore gibt und auch diese meist in den Bergen liegen und keine tiefe Profile haben. Horvat betont, daß es notwendig wäre, besonders eingehend die Moore in südkroatischen und westbosnischen Karstpoljen zu untersuchen. (Im Karst sind die Moore vermutlich sehr beschränkt und seicht. — Bemerkung von V. K. D.)

Im Alpenrand Südosteuropas in Ljubljansko barje (Laibacher Moor) (Firbas 1923) zeigt der Pollen, daß am Beginn der Torfsedimentierung rundum der Fichtenwald, nachher der Buchenwald und bei noch höherer Temperatur der Eichenwald dominierte. Černjovski

(1935) untersuchte in einer Reihe von Arbeiten die Waldentwicklung nach dem Glazial in Serbien und Mazedonien. Die untersuchten Pollenassoziationen beweisen ein feuchteres Klima von den heutigen, die Wälder gehören zu den Assoziationen *Quercetum confertae-cerris* und *Carpinetum orientalis macedonicum*. Die organogenen Sedimente des Sees, die Černjovski untersuchte, sind 6 m dick. Im Profil von Katlanovo kann man einen unteren, mit Pollen (Föhre, Buche, Eiche) reichen Teil wahrnehmen, während der obere Teil so pollenarm ist, daß man ihn einem ariden Klima zuschreiben muß. Im Skadar-See (Skutari-See) finden wir Zeugen eines feuchten Klimas (Reste von *Sphagnum*) und üppiger Wälder der Umgebung des Verbandes *Carpinion orientalis*.

Die Pollenanalyse vom Vlasina-Moor (Südostserbien) zeigt nach Černjovski (1937) einen Anfang noch im Präboreal und enthält in der höchsten Zone Pollen der Gattungen *Pinus* (61%), *Abies* (18%), *Quercus* (14%), *Betula* (10%), *Corylus* (7%), *Picea* (5%), *Fagus* (2%) und Pollenspuren von *Ulmus*-, *Salix*-, und *Tilia*-Arten. Gigov (1956) fand im Westserbien im Moor des Tara-Gebirges eine analoge Assoziation, die noch den Pollen von *Picea omorika* enthält. Černjovski und einige anderen Autoren meinten, daß der größte Unterschied im Klima zwischen Glazial und Postglazial aufgetreten ist und daß die Erwärmung während des Holozäns allmählich war mit einer Kulmination in der Eichenphase. Nachher kam es zu einer geringen Temperaturerniedrigung und Feuchtezunahme, was ein Vordringen von Tanne, Buche und Fichte zur Folge hatte. Diese Veränderung zeigte sich in Südosteuropa früher als in Mitteleuropa.

In der postglazialen Geschichte der Waldentwicklung kann man, besonders in den Gebirgs- und Bergwäldern, die Erneuerung der Vegetation der tertiären Pflanzenwelt verfolgen. Das kann man auch durch die Pollenanalyse beobachten.

In der präborealen Phase spricht man von der *Pinus*-Phase; dafür ist die Zusammensetzung von Vlasina-Pollen typisch. In Jugoslawien handelt es sich um mehrere Arten der Gattung *Pinus* (*P. sylvestris*, *P. nigra*, *P. heldreichii*, *P. peuce*, *P. mugo*) so daß die *Pinus*-Phase in Südosteuropa nicht der *Pinus*-Phase von Mittel- und Nordeuropa, wo ein wichtiger Faktor auch die Birke ist, gleichgestellt werden kann. Das Klima war kühl, in der Höhe über 1100 m kontinental, sonst feucht.

Die boreale Phase ist in Europa mit der Zunahme, Kulmination und Abnahme der Haselstrauch-Verbreitung charakterisiert. In Südosteuropa wurde der Haselstrauch nur in den Gebirgen Vlasina und Tara festgestellt, welche Zeitspanne von Černjovski (1937, 1938) als Eichen-Phase bezeichnet wurde. Diese kann jedoch nicht der Phase des Eichenmischwaldes im Atlantikum Mitteleuropas gleichgestellt werden und es wäre deshalb besser sie als *Quercus-Corylus*-Phase zu bezeichnen. Im Moor von Vlasina findet man in dieser Phase: *Quercus* (35%), *Corylus* (25%), *Pinus* (18%), *Abies* (14%), *Betula* (5%), und in dem Gebirge Tara: *Quercus* (50%), *Pinus* (25%), *Picea* (10%), *Corylus* (3%), *Carpinus* (2%) und in bescheidenen Mengen noch *Alnus*-, *Ulmus*- und *Betula*-Pollen. Das Klima wäre nach Gigov (1956) kontinental trocken-warm, was für die Entstehung von Mooren ungünstig war. In diesem Zeitabschnitt haben sich wieder mediterrane und submediterrane Arten gegen den Norden verbreitet, aber auch Steppenpflanzen drangen in das Südosteuropa ein infolge der Kontinentalisierung des Klimas und hatten, gemäß der Überzeugung von Stefanov (1926) eine größere Bedeutung für das Aussterben der Tertiärvegetation, als die glazialen Zeitabschnitte des Pleistozäns.

Horvat macht aufmerksam auf die Schwierigkeit bei der Bestimmung des Vegetationsbildes, das wir nach der Gattung *Quercus* feststellen müßten. In Mitteleuropa kommen nur zwei Arten in Frage, während in Südosteuropa zumindest 8 wichtige Arten ganz verschiedene Biotope aufweisen, welche Arten man aber nach dem Pollen nicht unterscheiden kann. Einige andere ökologisch charakteristische Arten haben wiederum keinen resistenten Pollen (z. B. Ahorn- und Eschearten).

Im Atlantikum Mitteleuropas spricht man von gemischten Eichenwäldern. In Südosteuropa gab es — nach einer Vergleichstabelle, die Horvat nach den Grundlagen von Gigo v (1956) aufstellte — überhaupt keine Eiche, während die Profile durch den See Blace (westlich von Niš) (Černjavski 1935) große Übereinstimmungen mit dem Mitteleuropa aufweisen. In Pollenprofilen von Serbien und Bosnien stellte Horvat folgende rezente Assoziationen fest: *Fagetum montanum*, *Fagetum abietetosum* und *Piceetum subalpinum*. Die erste tritt in Höhen von 700 m, die zweite von 850 bis 1500 m, *Piceetum subalpinum* aber von 1400 — 1600 m auf. Auch das Klima war dem heutigen ähnlicher, als dem früheren, subborealen, nur war es feuchter, was die üppige Entwicklung von Mooren und das Vordringen atlantischer Elemente in den südosteuropäischen Raum begünstigte. Diese sind: der Farn *Hymenophyllum tunbrigense*, die Seggenart *Carex strigosa* und die Moose *Hookeria lucens* und *Campylopus*-Arten, die sich an günstigen Stellen bis heute erhalten haben.

Die subboreale Phase (nach Firbas, 1949, der späte warme Zeitraum) rief Schwankungen hervor. Im östlichen Serbien verbreitet sich die Buche von den niedrigen bis zu den höchsten Lagen in den Gebirgen. Die Tanne und Fichte blieben zurück, es erscheint aber wieder die Föhre als der Vorbote klimatischer Änderungen zu wärmeren Zeiten. Im Vlasi-na-Gebirge wurde die Buchen-Föhren-Phase bestimmt. In der Gattungstabelle einzelner Moore Bosniens und Serbiens aus Höhen von 600 — 1600 m unterscheidet Horvat die heutigen Assoziationen: *Fagetum montanum*, *Fagetum abietetosum*, *Fagetum subalpinum* und *Piceetum subalpinum*. In Ungarn und Rumänien zeigen Pollenanalysen auf feuchtere Perioden hin, was dafür spricht, daß man das Subboreal noch untersuchen soll.

Das Subatlantikum ist in Südosteuropa nicht immer deutlich vom Subboreal getrennt. Nur stellenweise kann man in Südeuropa Unterschiede in Pollenspektren bemerken. Nach dem trocken-warmen Klima des Subboreals tritt wieder ein feuchtes auf. In allen Spektren fällt der Anteil der Nadelhölzer auf. Dies wird auch mit dem immer stärker werdenden Einfluß des Menschen in Verbindung gebracht. Dieser Einfluß ist mehr ausgeprägt in Serbien, Mazedonien und Bulgarien, als in Kroatien und Bosnien, wo sich stellenweise noch bis vor kurzer Zeit herrliche Urwälder erhalten haben. In Bosnien und Serbien findet Horvat (auf Grund der Analysen Gigo v s) vier gleiche Pflanzenassoziationen wie im Subboreal.

Pfahlbauten kommen in Jugoslawien im Zeitabstand Neolithikum — La-Tène-Zeit vor, ungefähr vor 4000 — 100 Jahren vor dem Beginn unserer Zeitrechnung. Sie sind in der Regel aus Eichenholz gebaut, wobei noch Reste von 25 anderer holzigen Pflanzenarten vorkommen. Sie liegen im Gebiet der Assoziation *Quercus-Ostryetum* und in den Wäldern der Stiel-Eiche (*Quercus robur*). Am besten wurden die vorhistorischen Siedlungen der Umgebung von Bihać untersucht, aber auch

jene bei Donja Dolina in Bosnien und Smederevska Palanka in Nordserbien; nach der Florenzusammensetzung entsprechen sie den heutigen obenerwähnten Assoziationen.

Pollentypen von Wäldern an der Grenze Südosteuropas (Karpathen und Pannonische Ebene) sind gut untersucht worden. In den Karpathen dominiert in der tieferen Zone die Eiche, in der orographisch höheren die Fichte, und später wurde noch die *Carpinus*-Zone eingeschoben. Noch später siedelten aus den südlichen Gebieten auch die Buche und Tanne ein. In Südosteuropa sind jedoch die Fichte, Tanne und Buche in allen pleisto- und holozänen Ablagerungen reich anwesend, so daß es keinen Zweifel über ihre Ansiedlung in die Karpathengegend aus den Gebieten Serbiens und Bulgariens gibt. Die Buche spaltete die *Carpinus*-Zone und drückte die Eichenzone herab, die Fichte aber empor. In diesem Zeitraum besiedelte auch die Tanne ihr rezentes Areal.

Die Pollenanalyse von Balaton zeigt auf das Bestehen der Löß-Steppe in den Zeitabschnitten der Glaziale im Pleistozän. Darauf schreiten Steppen über die *Larix-Pinus cembra*-Taiga in einen abgeschlossenen Wald von *Pinus sylvestris*-*Betula*. Inmitten von Alföld geht die Glazialsteppe unmittelbar in die Steppe des wärmeren Zeitraums über. Mit dem Postglazial trat warmes Klima auf und die Laubwälder ersetzten die Föhrenwälder: am Rande *Quercus-Carpinetum*, in Transdanubien *Fagetum*. Auch einige mediterranen Pflanzen sind aus dem Süden in die Pannonische Ebene eingezogen. Südlich des Drava-Flusses in Slowenien und Kroatien siedelte das *Quercus-Ostryetum* ein. In dem feuchtkühlen Atlantikum kamen mesophile Eichen-Heinbuchen-Wälder vor, welche eine Änderung des Bodens aus dem Tschernosem in einen schwach podsolartigen grauen Boden bedingten.

Bereits anfangs des Jahrhunderts haben hervorragende Botaniker betont, daß nur eine genaue Kenntnis der Vegetationsentwicklung der illyrischen Länder den Schlüssel für das Verständnis des Aufbaues der mitteleuropäischen Vegetation darstellen kann. Aber erst umfangreiche pollenanalytische Untersuchungen gaben die sichere Grundlage für die Vegetationsgeschichte. Das schönste Beispiel zeigt die stufenweise erfolgende Einsiedlung der Buche gegen dem Nord-Nordwesten. Bei Ljubljansko barje (Laibacher Moor) finden wir sie bereits im Paläolithikum in der Zeit des Haselstrauches; später gelangte sie in die Steiermark, viel später in das Sudetenland, während sie nach Dänemark erst etwa um die Zeit des Beginns unserer Zeitrechnung angelangt ist. Die Fichte folgte ähnliche Wege. Die Karpathen haben ebenfalls vom Balkan die Buche und Tanne erhalten.

Die Assoziationen der Ordnung *Quercetalia pubescentis*, die heute als verarmt bis Niederösterreich und Slowakei reichen und im Mittelgebirge Ungarns sowie am östlichen Alpenrand relikte Brennpunkte bilden, stammen aus dem Submediterran Kroatiens, wo sie reich entwickelt sind. *Quercus-Carpinetum*, die dominante Assoziation Nordkroatiens und Bosniens, drang ebenfalls in gleichen Richtungen vor, doch ist sie nördlich des Drava-Flusses um etwa 20 Arten ärmer. Die empfindlichsten arktotertiären Elemente bleiben schon am Pohorje (Bacher Gebirge) stehen (*Staphylea pinnata*, *Lamium orvala*, *Erythronium dens-canis*, *Epimedium alpinum*, *Vicia oroboides* u. a.).

*Fagetum croaticum* ist der artenreichste europäische Buchenwald. Gegen Norden und Nordosten verlieren sich allmählich die relikten endemischen Elemente und erreichen nur selten die nördlichen Karpathen und das Sudetenland.

*Populetalia*, die im Tertiär *Taxodium* enthielten, haben sich entlang der Ufer von Flüssen und an feuchten Standorten erhalten.

Im Mediterranraum veränderte sich die mesophile Vegetation des älteren Tertiärs unter dem Einfluß der Abkühlung oder der Dürre in die hartblättrige Vegetation der Ordnung *Quercetalia ilicis*, die selbst bis Sofija reichte.

Horvat hält sich besonders viel auf beim Beschreiben einzelner Gebiete, in welchen sich tertiäre Elemente erhalten haben, bezüglich an besondere Biotope in denen günstigere Temperaturbedingungen, Niederschläge, verschiedene Schnee- und Waldgrenzen, Höhe und Lage der Gebirge vorkommen, die ein Ein- und Auswanderung während ungünstiger Zeitabschnitten des Pleistozäns ermöglichten. Relikte Arten haben sich besonders in den Felsspalten, an Schuttkegeln und in geschützten Fluß-cañons erhalten. Es gibt jedoch einzelne ganze relikte Gebiete, wie im südkroatischen und herzegowinischen Gebirge im Westen sowie in den Rhodopen und dem Strandža-Gebirge im Osten der Balkanhalbinsel. Das Ergebnis sind 7 000 Pflanzenarten, die sich trotz der ungünstiger Vergangenheit erhalten haben. Unter ihnen gibt es eine Anzahl von Endemen sowie relikten Gattungen und Arten, die ihre nächsten Verwandten in Nordamerika und Ostasien haben. Die Vegetation ist also reich an endemischen Pflanzenassoziationen. Diese merkbliche Differenzierung der Floren und Vegetationen ist das Resultat einer langdauernden Entwicklung vom Beginn des Neogens. Zur Zeit der Vereisung sind natürlich einige Arten verschwunden, aber es sind andererseits alpine, arkt-alpine und boreale Assoziationen in den südosteuropäischen Raum eingedrungen. Die hier erhaltene Pflanzenwelt gab einen bedeutenden Anteil der neuen Besiedlung von Mitteleuropa nach dem Pleistozän.

Auf etwa 15 Seiten zählt Horvat die relikten Arten des Tertiärs nach den Erhaltungsbiotopen auf. Das sind: das nordwestlich-kroatisch-slowenische Gebiet, das Gebiet südwestlicher kroatischer Gebirge (Velebit, Risnjak, Snježnik, Plješevica, Dinara), das herzegowinische Reliktengebiet, das bosnisch-westserbisch-albanisches Serpentinegebiet, das Gebiet von Prokletije, das südöstlichserbisch-westbulgarisches Gebiet, das Gebiet von Rhodopen und Stara planina, das Strandža-Gebiet, das skardische oder ostalbanisch-altserbisch-mazedonische Gebiet (bis Galičica und Kožuf-Gebirge), das olympische Gebiet, das nordkroatische Gebiet von Inseln und dem Küstenland, das südkroatische Gebiet von Inseln und dem Küstenland und das ägäische Gebiet. Horvat führt die Hauptforscher, die Kennzeichen der Gebiete und die Relikarten an: da es sich jedoch vorwiegend um krautige Pflanzen handelt, die sich weder in den Floren, noch in Pollenresten fossil erhalten, wollen wir diese seine Angaben nicht weiter besprechen.

#### DISKUSSION UND SCHLUßFOLGERUNGEN

Wie schon einleitend hervorgehoben, sollen von den vielen Tatsachen, die Horvat (1959, 1963) auseinanderlegt, jene seine Gedanken betont werden, die heute hoch aktuell sind, die aber damals, als er darüber geschrieben und an der Jagiellonischen Universität in Kraków im Jahre 1958 persönlich vorgetragen hat (Horvat 1959), nicht richtig verstanden wurden, da sie der damaligen Zeit weit vorausgingen.

Das sind die Fragen der eigenartigen Entwicklung der Festlandvegetation in Südosteuropa während des Tertiärs, die zu einem außergewöhnlichen Reichtum der Balkanflora (etwa 7 000 Arten, was mehr als 2/3 aller Arten Europas darstellt!) führte, ferner die Anerkennung der Ideen Milankovičs (1941) und ihre Anwendung bei der Erklärung der Ursachen der klimatischen Veränderungen während des Postpliozäns bis heute, wie auch die Frage der Verbindung der tertiär-pleistozänen Vegetation mit der heutigen südosteuropäischen.

Zu diesen drei wichtigsten Punkten wäre folgendes zu sagen:

1. Die Entwicklung der Vegetation Südosteuropas erklärend schreibt Horvat in seinem unpublizierten Text: »Aus fossilen Pflanzenresten in Mittel-, Ost- und Südosteuropa geht aber hervor, daß diese Änderung nicht im ganzen Raume gleichmäßig verlief. In Mittel- und insbesondere in Osteuropa verschwanden nämlich die empfindlichen Arten viel früher als in Südosteuropa. Die zur gleichen Zeit abgelagerten, dem Pliozän Südosteuropas angehörigen Schichten ähneln in Bezug auf die klimatischen Verhältnisse dem mitteleuropäischen Miozän« (Horvat 1963: B3). Einen ähnlichen Standpunkt vertritt Horvat auch in der Arbeit, die in Polen vor 30 Jahren publiziert wurde (Horvat 1959).

Wie kam Horvat zu solchen Anschauungen über die eigenartige Entwicklung der tertiären Floren und Klimas in Südosteuropa?

Die Frage des Alters unserer jugoslawischen tertiären Floren und des größten Teils der fossilen Floren Südosteuropas war in dieser Zeit »sehr verwirrt« (Černjavski 1948), denn, wie Černjavski in derselben Arbeit sagt »wir haben keinen Maßstab für die Altersbestimmung der Sedimente nach ihren floristischen Angaben«.

Ausgehend von diesen klar erfaßten methodologischen Mängeln in der Erforschung der tertiären Floren Europas übergang man in Jugoslawien bald zum systematischen Sammeln und Forschen der »tertiären Repère-Floren«<sup>1</sup> (Pantić 1954, Stevanović und Pantić 1954, Pantić 1956 u. a.). Mit diesen Untersuchungen wurde es ermöglicht, daß man jetzt mit beträchtlich größerer Genauigkeit die Geschichte der Tertiärvegetation am »Balkanischen Festland« verfolgen kann und daß man die Unterschiede in der Vegetationsentwicklung in den Gebieten Südosteuropas in bezug auf die gleichzeitige Vegetationsentwicklung in den nördlicheren Teilen Europas erblickt. Das »Zurückbleiben« (längere Dauer) des wärmeren Klimas und der Vegetation in Südosteuropa wurde klar erfaßt. Horvat hat als einer unter dem ersten die Bedeutung dieser Forschungen richtig erkannt (auf sein Insistieren wurden noch ergänzende Forschungen durchgeführt — Anić 1959) und er benützt sie für die Erklärung der Pflanzenweltenstehung in Südosteuropa (Horvat 1959). Es ist bemerkenswert, daß in demselben Jahr auch der bekannteste ungarische Paläobotaniker dieser Zeit Andrašky (1959) die Richtigkeit des neuen methodischen Zugangs in der Erforschung von tertiären Floren eingesehen hat.

Im großen und ganzen genommen wurde dieser methodologische Zugang (das Stützen auf Repère-Floren) in der Mehrzahl der mitteleuropäischen wissenschaftlichen Zentren nicht angenommen, was aus den Veröffentlichungen des internationalen Symposiums »Klimaänderungen im Tertiär aus paläontologischer Sicht«, Berlin 1967, besonders gut ersichtlich ist. Im allgemeinen werden noch weitere tertiäre Floren erforscht, die Hauptaufmerksamkeit wird dem Leitwert einzelner Arten ge-

<sup>1</sup> Nach dem französischen Wort: le repère = Merkzeichen

widmet, während die paläobiogeographischen Eigentümlichkeiten einzelner Gebiete nicht berücksichtigt werden. Man muß auch die Tatsache hervorheben, daß bei einer großen Zahl der »klassischen« Lokalitäten der Tertiärflora, die als Grundlage für die Korrelationen in Mitteleuropa dienen, in der Regel das Alter der Ablagerungen nicht genügend genau bestimmt war.

Im Lichte dieser Angaben muß auch die Bedeutung des Horvatschen Textes begriffen werden, denn er hat schon im Jahre 1959 die Bedeutung der »Repère-Floren« richtig aufgefaßt, indem er seine Übersicht der Entwicklung der tertiären Vegetation, in der Regel, nach den Repère-Floren aufgebaut hat, wobei er die zahlreichen, oft sehr reichen tertiären Floren, die von den bekannten Paläobotanikern, in erster Linie von Unger, Ettingshausen und Engelhardt aus dem Südosteuropa beschrieben wurden, nicht berücksichtigt hat. Man mußte in jener Zeit viel schaffende Intuition haben um sich für eine solche Selektion paläontologischer Arbeiten entschließen zu können.

Heute ist das Problem der Repère-Floren (»fixed floras«) Gegenstand weitgehender paläontologischer Untersuchungen im Rahmen des Projekts: International geological correlation, program 216, subproject: Palaeofloristic and palaeoclimatic changes in the Cretaceous and Tertiary.

2. Ebenso einer Aufmerksamkeit wert ist Horvats klare Einstellung zu den Ursachen der klimatischen Veränderungen im Antropogen (siehe S. 88). Tatsächlich war es in dieser Zeit tapfer sich für die Milankovičsche Erklärung der Ursachen klimatischer Veränderungen im Antropogen zu entschließen. Die Theorie Milankovičs hat zu dieser Zeit die überwiegende Mehrzahl weltbekannter Paläoklimatologen (darunter waren besonders amerikanische und viele europäische Wissenschaftler) nicht angenommen. Wie stark in dieser Zeit Horvats wissenschaftliche Scharfsinnigkeit war, wurde im vollen Maße erst viel später klar ersichtlich, als im J. 1976 die Milankovičsche Konzeption definitiv bewiesen wurde (wofür gerade die amerikanischen Paläoklimatologen verdienstlich waren), und besonders nachdem Milanković für seine Arbeit mehrere wissenschaftliche Anerkennungen erhalten hat (Symposium »Milanković and Climate«, Columbia University, 1982, siehe Pantić 1983a und 1983b).

Auch muß hervorgehoben werden, daß das Bild vom spezifischen Ablauf der Geschichte der Festlandvegetation in Südosteuropa, wie Horvat es beschreibt, im Komplex der gegenwärtigen Deutungen der großen globalen Migrationen der Festlandfloren während des Neogens (Verschmälerung der warmen klimatischer Gürtel — Pantić 1986) noch verständlicher und wichtiger wird.

3. Originale, erschöpfende und dokumentierte phytozoologische Erklärungen stellt Horvat als einen Ausdruck geologischer und vegetations-geschichtlicher Geschehnisse dar.

Es wird sicher noch viel Zeit vergehen bis alle Geschehnisse der Vegetationsänderungen während des Tertiärs und Antropogens in Südosteuropa enträtselt sein werden, aber auch dann wird die Anerkennung gültig sein, daß Horvats unveröffentlichter Text (Horvat 1963) ein bedeutender Beitrag auf dem richtigen Wege zur Lösung wichtiger paläoklimatologischer, paläobotanischer und geobotanischer Problematik war.

## Literatur

- Adamović, L., 1909: Die Vegetationsverhältnisse der Balkanländer. (Mösische Länder). In: *Engler, Drude: Die Vegetation der Erde*. 11, 567 S., Leipzig.
- Andreánszky, G., 1959: Die Flora der Sarmatischen Stufe in Ungarn. 360 S. Akadémiai Kiado, Budapest.
- Anić, D., 1959: Karakter flora i klime tercijara na području FNRJ. *Geol. vjesnik* 12, 191—204, Zagreb.
- Beck-Managetta, G., 1901: Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder. In: *Engler, Drude: Die Vegetation der Erde*. 4, 549 S., Leipzig.
- Berger, W., F. Zabusch, 1954: Die obermiozäne (sarmatische) Flora der Türken-schanze in Wien. *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, 98 (2), 226—276, Stuttgart.
- Beug, H.-J., 1961: Beiträge zur postglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte in Süddalmatien: Der See »Malo Jezero« auf Mljet. *Flora*, 150. 600—656.
- Černjavski, P., 1935: Pollenanalytische Untersuchungen der Gebirgsseen in Jugoslawien. *Verh. Internat. Ver. Limnol.* 7.
- Černjavski, P., 1937: Pollenanalytische Untersuchungen der Sedimente des Vlasinamoors in Serbien. *Beih. 10 Bot. Zentr.* 56, Abt. B, 229—326, Dresden.
- Černjavski, P., 1938: Postglacijalna istorija Vlasinskih šuma. Poseb. izdanje, Geca Kon A. D., 1—78, Beograd.
- Černjavski, P., 1948: Pliocenska flora Metohije i Pelagonije. *Glasn. Prir. muz. srp. zemlje A*, 1, 49—56, Beograd.
- Firbas, F., 1923: Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore der Ostalpen. *Lotos*, 71, 187—242, Prag.
- Firbas, F., 1949: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 1, 480 S., 2, 256. Fischer, Jena.
- Gigov, A., 1956: Dosadašnji nalazi o postglacijalnoj historiji šuma Srbije. (Bisherige Ergebnisse über die postglaziale Geschichte der Wälder Serbiens.) *Zborn. radova Inst. ekol. biogeogr. Srp. akad.* 7 (3), 3—26. Beograd.
- Horvat, I., 1959: Die Pflanzenwelt Südosteuropas als Ausdruck der erd- und vegetationsgeschichtlichen Vorgänge. *Acta Soc. botan. Poloniae* 28 (3), 381—408, Warszawa.
- Horvat, I., 1963: Vegetation Südosteuropas. B. Die Pflanzenwelt Südosteuropas als Ausdruck erd- und vegetationsgeschichtlicher Geschehnisse, Mskrpt. 120 S.
- Horvat, I., V. Glavač, H. Ellenberg, 1974: Vegetation Südosteuropas. XXXII + 768. G. Fischer Verl. Stuttgart.
- Kitanov, B., 1956: Vrh u tipa na pliocenskata i pleistocenskata rastitelnost v Sofijsko i vzrastta na Lozencite naslagi (Über den Typ der Pliozän- und Pleistozänvegetation in der Ebene von Sofia und das Alter der Ablagerungen von Lozenc. *Izv. Botan. inst.* 5, Sofia.
- Knapp, R., 1937: Über die Gliederung der Vegetation von Nordamerika. *Geobot. Mitt.* 4, Köln.
- Košanin, N., 1923: Život tercijarnih biljaka u današnjoj flori. *Glas Srp. akad. nauka* 107, Prvi razr. 45, 1—13, Beograd.
- Krištofovič, A., 1941: Kurs paleobotaniki. 648 S., Moskva.
- Krištofovič, A., 1959: Evolucija rastielnogo pokrova v geologičeskom prošlom i jeje osnovnye faktory. (Evolution of the vegetation trough the ages.) *Izbranie trudy. A. N. SSSR*, 1, 200—262. Moskva.
- Milanković, M., 1941: Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem. *König. Serb. Akad.* 626 S. Beograd.

- Pantić, N.*, 1954: Novija biostratigrafska ispitivanja fosilne tercijarne flore Srbije i susednih oblasti. Prvi jugosl. geol. kongr., Bled 1954, 123—137, Ljubljana (1956).
- Pantić, N.*, 1956: Biostratigrafija tercijarne flore Srbije. Geol. anali Balk. poluost. 24, 199—321. Beograd.
- Pantić, N.*, 1967: Die jungtertiären Floren und Klimawechsel im Balkanraum. Abh. Zentr. geol. Inst. H. 10, 145—154. Berlin.
- Pantić, N.*, 1983a: Milankovićevo tumačenje uzroka klimatskih promena u geološkom vremenu i savremena paleoklimatologija. Glas Srp. akad. 335, Odelj. prir.-mat. nauka 49, 81—97. Beograd.
- Pantić, N.*, 1983b: Simpozijum »Milankovitch and Climate« (30. XI.—4. XII. 1982). Zapisn. Srp. geol. dr. za 1982. god. 179—186, Beograd.
- Pantić, N.*, 1986: Global Tertiary climate changes, paleophytogeography and phytostatigraphy. Lecture Notes in Earth Sci. 8, Global Bio-Events. 419—427. Ed. O Walliser. Springer Verl. Berlin.
- Pantić, N.*, 1987: O istoriji razvitka kopnene vegetacije, klime i geodinamičkih događaja. Glas Srp. akad. 349, Odelj. prir.-mat. nauka 51, 111—136. Beograd.
- Pilar, G.*, 1883: Flora fossilis Sussedana. Djela Jugosl. akad. VIII + 163, 15 tab., Zagrabia.
- Stefanov, B.*, 1926: Die posttertiären Veränderungen in der Vegetation der Ebene von Sofia. Ung. bot. Blätter, 1 (2), 96—106, Budapest.
- Stevanović, P., N. Pantić*, 1954: Sarmatska flora i fauna u usecima jadranske pruge kod Boždarevca (Šumadijska Kolubara). Biostratigrafsko-paleogeografska analiza. Geol. anali Balk. poluost. 22, 1—26, Beograd.
- Stojanov, N., B. Stefanov*, 1929: Beitrag zur Kenntnis der Pliozänflora der Ebene von Sofia. Zbor. Bulg. geol. inst. 3, Sofia.
- Szafer, W.*, 1946: Zarys historii rozwoju flory Holaraktydy. (Outline of development of the Holarctic Flora.) Roczn. Pol. Tow. Geol. 16, Kraków.
- Walter, H.*, 1954a: Einführung in die Phytologie. III. Grundlagen der Pflanzenverbreitung. 2. Teil: Arealkunde. 254 S. Stuttgart.
- Walter, H.*, 1954b: Klimax und zonale Vegetation. Angewandte Pflanzensoziologie. Wien. Festchr. E. Aichinger, 1, 144—150, Klagenfurt.
- Wulf, E. V.*, 1944: Istoričeskaja geografija rastenij. Akad. nauk SSSR. Moskva-Lenjingrad.

SUMMARY

THE IMPORTANCE OF I. HORVAT'S UNPUBLISHED TEXT ON THE HISTORICAL DEVELOPMENT OF THE VEGETATION IN SOUTH-EASTERN EUROPE<sup>1</sup>

*Nikola Pantić\**, *Vanda Kochansky-Devidé\*\** and *Zvonimir Devidé\*\**

(\*Department of Geology and Paleontology, Faculty of Mining and Geology, University of Beograd; \*\*Section of Natural Sciences of the Yugoslav Academy of Sciences and Arts, Zagreb)

During the Tertiary and Quaternary the evolution of the continental vegetation of South-Eastern Europe depended on the changes of its environment, especially of the climate and the geodynamical events. This knowledge is the result of a synthesis of long time palaeobotanical investigations of the first author of this paper (Pantić 1954, 1956, 1967, 1986, 1987).

<sup>1</sup> The authors devote this paper to the memory of Professor Ivo Horvat at the 25<sup>th</sup> anniversary of his death.

Thirty years ago Professor Ivo Horvat (1897—1963) came to similar ideas based on his fundamental research into taxonomy and vegetation as well as on parallel studies of plant associations and their migrations during the near geological past, considering especially the changes of the climate.

In the monograph by Horvat, Glavač and Ellenberg: »Vegetation of South-Eastern Europe«, however, the chapter of Horvat's original manuscript; »The plant world of South-Eastern Europe as an expression of geological and historical vegetational events« was omitted. In this unpublished text (120 typewritten pages) there are many significant ideas, which should be pointed out, because they are — although they were not understood at the time when Horvat has wrote them — now recognized as being correct and valid.

There are, in general, three important problems:

1. Horvat points out the exceptionality of the continental vegetation of South-Eastern Europe during the Tertiary. In the Central and Eastern Europe sensitive species disappeared much earlier than in the Balcans, where they survived owing to the protection of the mountain chains. The Pliocene sediments of the Balcans are in respect to climatic conditions much like those of the Miocene of Central Europe. In South-Eastern Europe a retardation of the warm climate and vegetation occurred. Horvat was one of the first to realize this fact and to point out that one must — when investigating the development of a vegetation — consider the fixed flora (repère flora), regardless of the index significance of several species. It is also necessary to consider the factor of palaeobiogeographical characteristics of a country.

2. Horvat bravely accepted Milanković's theory of climate changes in the Antropogene, although at that time (until 1963) most palaeoclimatologists did not agree with Milanković's concept until 1976, when his work was definitely accepted, especially since the Symposium »Milankovitch and Climate«. Columbia University, 1982 (Pantić 1983a, 1983b).

His scientific intuition led Horvat to write (p. 41 of his manuscript): »Acceptance of the movements of the earth's poles according to Wegener and Köppen can explain the glacial periods, but not the interglacial ones. For them an ingenious interpretation (Milanković 1941) can be found in periodical changes of insolation during the last 650 000 years. Milanković calculated the insolation of the northern hemisphere during the last 1 000 000 years and was able to prove that periodical changes of some astronomical magnitudes, namely the obliquity of the ecliptic, the excentricity of the earth's orbit and the precession of the vernal equinoxes point cause the periodical decrease or increase in the summer temperature«.

3. In Horvat's interpretation the development of the Tertiary-Quartary vegetation is successfully connected with the recent situation of the vegetation in South-Eastern Europe. Original and exhaustive phytocoenological explanations have been given by Horvat as an expression of geological and historico-vegetational processes.

A long period of research will be needed before all vegetational changes during the Tertiary and Athropogene in South-Eastern Europe can be explained. But even then it will be obvious that Horvat's unpublished text (Horvat 1963) represents a significant contribution to endeavours way how to approach and solve the significant palaeoclimatological, palaeobotanical and phytogeographical problems.

## SAŽETAK

ZNAČENJE NEOBJAVLJENOG TEKSTA IVE HORVATA O HISTORIJSKOM RAZVOJU VEGETACIJE JUGOISTOČNE EVROPE<sup>1</sup>

*Nikola Pantić\**, *Vanda Kochansky-Devidé\*\** i *Zvonimir Devidé\*\**

(\*Geološko-paleontološki institut Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta Beograd;  
\*\*Razred za prirodne znanosti Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb)

Naša saznanja o razvoju kopnene vegetacije jugoistočne Evrope kroz tercijar i kvartar u ovisnosti o promjenama njezina životnog okoliša, u prvom redu klime i geodinamičkih promjena, sinteza su dugogodišnjih paleobotaničkih istraživanja prvog autora ovog rada (Pantić 1954, 1956, 1967, 1986, 1987). Analogne ideje iznio je već prije trideset godina profesor botanike dr. Ivo Horvat (1897—1963) na osnovi temeljitih taksonomskih i vegetacijskih istraživanja te paralelnog studija biljnih zajednica i njihovih migracija kroz bližu geološku prošlost, najviše u vezi s promjenama klime (Horvat 1959). U monografiji Horvat, I., V. Glavač H. Ellenberg: *Vegetation Südosteuropas*, 1974, međutim, izostavljeno je Horvatovo poglavlje: »Biljni svijet jugoistočne Evrope kao izraz geoloških i povijesno-vegetacijskih zbivanja«. U tom neobjavljenom tekstu (120 tipkanih str.) ima više značajnih misli na koje treba upozoriti, jer se one, nedovoljno shvaćene u doba kada je tekst pisan, danas pokazuju ispravnima. Uglavnom se radi o tri značajna problema:

1) Horvat naglašava izuzetnost razvoja kopnene vegetacije jugoistočne Evrope u toku tercijara. U srednjoj i istočnoj Evropi nestale su osjetljive vrste mnogo ranije nego na Balkanu, gdje su se zadržale zaštićene paralelnim gorskim lancima. Pliocenske naslage Balkana su, s obzirom na klimatske odnose, vrlo nalik na srednjoevropski miocen. U jugoistočnoj Evropi uočeno je zaostajanje (duže trajanje) tople klime i vegetacije. Horvat je među prvima primijetio tu činjenicu i naglasio da se treba pri istraživanju razvoja vegetacije osloniti na **reperne flore** (fixed floras), i ne obzirati se na provodno značenje pojedinih vrsta. Treba također računati s faktorom paleobiogeografskih karakteristika pojedinih pokrajina.

2) U tumačenju promjena u toku ledenog doba Horvat se hrabro odlučio za Milankovićevo tumačenje uzroka klimatskih promjena u antropogenu, iako tada najveći broj paleoklimatologa Milankovićevu teoriju nije prihvaćao i ta se koncepcija tek od 1976. smatra definitivno dokazanom, a posebno od simpozija »Milankovitch and Climate, Columbia University, 1982« (Pantić 1983a, 1983 b). Horvat je »naučničkom pronicljivošću« (prema Pantiću) u svojem rukopisu (str. 41) napisao ovo: »Prihvaćanje pomicanja polova u smislu Wegenera i Köppena može objasniti ledena doba, ali ne međuledena. Ona su našla genijalno tumačenje prema Milankoviću (1941) u periodičnim promjenama insolacije u posljednjih 650 000 godina. Milanković je proračunao za sjevernu Zemljinu polutku insolaciju u posljednjih 1 000 000 godina i mogao dokazati, da zbog periodičnih promjena određenih astronomskih veličina i to nag-

<sup>1</sup> Autori posvećuju ovaj rad uspomeni prof. dr. Ive Horvata o 25. obljetnici njegove smrti.

nutosti ekliptike, ekscentričnosti Zemljine putanje i precesije točke proljeća dolazi do periodičnog sniženja i povišenja ljetne temperature.

3) Uspješno je u Horvatovim shvaćanjima povezan razvoj tercijarne i kvartarne vegetacije sa sadašnjim stanjem vegetacije u jugoistočnoj Evropi. Originalna i iscrpna fitocenološka objašnjenja daje Horvat kao izraz geoloških i povijesno-vegetacijskih zbivanja.

Sigurno će proći još mnogo vremena da se odgonetnu svi tokovi promjena vegetacije u toku tercijara i antropogena u jugoistočnoj Evropi, ali i onda će stajati priznanje, da je nepublicirani Horvatov tekst predstavljao značajan doprinos na pravom putu odgonetavanja važne paleoklimatološke, paleobotaničke i geobotaničke problematike.

*Prof. dr. Nikola Pantić*  
Rudarsko-geološki fakultet  
Kamenička 6  
YU-11000 Beograd (Jugoslavija)

*Akad. Vanda Kochansky-Devidé*  
*Prof. dr. Zvonimir Devidé*  
Razred za prirodne znanosti  
Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti  
Kavurićeva 1  
YU-41000 Zagreb (Jugoslavija)