

Der Fund einer fossilen Aleppo-Kiefer (*Pinus halepensis* MILL.) im Pannon des Wiener Beckens

von
Wilhelm Klaus, Wien

KLAUS, W. 1977. Der Fund einer fossilen Aleppo-Kiefer (*Pinus halepensis* MILL.) im Pannon des Wiener Beckens. – Beitr. Paläont. Österr. 2: 59–69, Wien.

Z u s a m m e n f a s s u n g Der Fund eines körperlich gut erhaltenen, fossilen Koniferenzapfens aus dem Ober-Miozän (Pannon E) des Wiener Beckens wird auf Grund der völligen Übereinstimmung von Form, Größe, Anheftung und Apophysenbau des Zapfens der heute im Mittelmeerraum weit verbreiteten Aleppo-Kiefer (*Pinus halepensis* MILL.) zugeordnet. Sie markiert den Westküstensaum der Paratethys und kommt somit im Ober-Miozän noch 5 – 10° nördlich ihres heutigen Areals vor. Die tiefsten Wintertemperaturen können demnach 0° C kaum unterschritten haben. Das *Pinus halepensis*-Areal des Pannonrestbeckens der Paratethys, welches als Vegetationszone unter jenem von *Pinus nigra*, *Picea* und *Abies* lag, kann über den Alpenostrand noch in Verbindung mit der Mittelmeerküste gestanden haben. Auf die Unterschiede zur nahe verwandten *Pinus brutia* TEN. mit ihren Varietäten und deren Verbreitung im östlichen Mittelmeerraum bis Schwarzmeer und Kaukasus wird hingewiesen und ein Überblick über die Fossilverbreitung im Paratethysbereich geboten.

S u m m a r y A well preserved fossil female cone of *Pinus halepensis* MILL. from Upper Miocene (Pannon E) of Austria near Vienna is described in detail. A comparison with morphological features of cone and scale patterns of living specimens throughout the mediterranean coast leads to the conclusion of complete identity with the fossil specimen. According to climatic requirements of the species today, no temperatures considerable below zero celsius can be expected at Upper Miocene time near Vienna at the shoreline of the pannonian paratethys basin, as well as a forrestal connection to the mediterranean can be assumed. A forest zonation, in which *P. halepensis* grew below *Pinus nigra*, *Picea* and *Abies* could be imagined on the eastern border of the Alps near Vienna. The cone morphology and eastmediterranean distribution of *Pinus brutia* TEN. is discussed, fossil records included and compared with *Pinus halepensis*.

1. Einleitung

In der paläobotanischen Sammlung des Paläontologischen Institutes der Universität Wien befindet sich als Einzelstück ein pyritisierter, relativ gut erhaltener Koniferenzapfen, welcher auf Grund eindeutiger Merkmale der Gattung *Pinus* L. angehört. Aus der beigegebenen Beschriftung geht hervor, daß der Fund aus den Tonen der ehemaligen Ziegelei Hennersdorf bei Wien stammt. Nähere Fundangaben sowie der Name des Sammlers fehlen.

Die Schichtgruppe gehört nach PAPP 1951 dem Pannon E, dem heutigen Ober-Miozän des inneralpinen Wiener Beckens an. Sie ist somit altersgleich mit der Pflanzenfundstelle Vösendorf, welche von PAPP & THENIUS (1953) sowie BERGER beschrieben wurde. Auch von dort werden Kieferreste erwähnt (BERGER, 1952).

Innerhalb der Gattung *Pinus* gestatten Erhaltungszustand und Bestimmungsmerkmale eine eindeutige Artzuordnung des Fossils, welche zu der Annahme berechtigt, daß am Westrand des pannonischen Paratethys-Beckens im Ober-Miozän mit der Anwesenheit einer heute noch im Mittelmeerraum weit verbreiteten, in weltweiter Sicht aber auf diesen beschränkten, Kiefer zu rechnen ist, so daß die Möglichkeit zu Rückschlüssen auf Klima und Ökologie gegeben scheint.

2. Fossilbeschreibung

Pinus halepensis MILL.

(Taf.1, Fig.1,2)

2.1 Erhaltungszustand

Es handelt sich um einen weitgehend verkiesten, schwarzen, durch Gesteinsdruck etwas flachgepreßten, sonst aber körperlich gut erhaltenen Kiefernzapfen. Die Zapfenschuppen sind an der Oberseite deutlich mit allen wesentlichen Merkmalen erhalten, lediglich an der Spitze verwittert und an der Zapfenunterseite offenbar durch seinerzeitige Ausblühungen vor der Konservierung zerstört. Die Schuppen sind ausnahmslos völlig geschlossen. Ihre Apophysen zeigen an der Basis und im Mittelabschnitt des Zapfens die skulpturelle Abbildung der Bestimmungsmerkmale bis zu feinsten Details. Obwohl durch die ovale Deformation des Querschnittes offenbar durch Gesteinsdruck bei der Angabe von Maßzahlen keine direkte Vergleichsmöglichkeit zu den eher drehrunden Zapfen der rezenten Vergleichskiefer gegeben ist, so mögen die Größenangaben doch zu einer gröberen Differenzierung nach der Größe nützlich erscheinen. Zumal bei der Rekonstruktion des ursprünglich als kreisrund anzunehmenden Zapfenquerschnittes auch die Diameter des ovalen Fossilquerschnittes Verwendung finden können.

2.2 Maße und Form

Die Größe des Zapfens bewegt sich etwa im Mittelfeld der Variabilität innerhalb der Gattung *Pinus*. An der Basis beträgt die größte Breite 45 mm, der kleinste Durchmesser des Querschnittes an der flachen Stelle 28 mm. Die maximale Breite bleibt im Mittelteil des Zapfens erhalten. Im apikalen Abschnitt tritt eine allmähliche Verjüngung auf 35 mm Breite und 20 mm Dicke ein, ein Breitenmaß, welches durch die Verquetschung besonders gegen die Spitze zu entstanden ist und zweifellos mit der natürlichen Form nicht mehr viel zu tun hat.

Die Höhe des Zapfens beträgt in der Mittelachse 98 mm. Sie mag durch Verdrückung auch etwas nachträglich vergrößert worden sein. Die Zapfenbasis verläuft etwas schräg zur Längsachse. Dadurch kommt eine leichte *Zygomorphie* des Zapfens zum Ausdruck. So mißt der Zapfen an der linken Außenkante 96 mm, an der rechten jedoch 100 mm.

Der Zapfenstiel ist vollkommen weggebrochen. An der Abbruchstelle läßt sich keine Insertionsrichtung feststellen.

2.3 Zapfenschuppen

Wie bei den meisten fossilen Kiefernzapfen sind diese auch am vorliegenden Stück vollständig geschlossen. Eine Reaktion, welche aus Transport und Lagerung im Wasser, bzw. feuchtem Substrat erklärbar wird. Kiefernzapfen pflegen ihre Schuppen bei völliger Reife und Austrocknung zu spreizen um die Samen zu entlassen. Fallen sie in Wasser, so schließen sie sich bereits nach 1 – 2 Stunden vollständig. Findet man fossile Zapfen, welche noch geöffnet sind – ein recht seltener Erhaltungszustand – so deutet dies auf sofortige Einbettung direkt am Standort der Kiefer. Im vorliegenden Fall wurde der Zapfen sicher einige Zeit im Wasser verdriftet.

Die Zapfenschuppen enden an der Zapfenoberfläche in meist rhombisch oder hexagonal abgegrenzten Schildchen, den sogenannten Apophysen. Deren Morphologie stellt einen wichtigen diagnostischen Merkmalskomplex dar. Man gliedert in Umriß und Skulptur, und zwar an Zapfenbasis, Zapfenmitte und Zapfenspitze bei annähernd aktinomorphen Zapfen. Bei deutlicher Zygomorphie sind ad- und abaxiale Verschiedenheiten zu berücksichtigen.

2.3.1 Umriß der A p o p h y s e n

Im allgemeinen polygonal, hexagonal bis pentagonal. An der Zapfenbasis oberer Apophysenrand rund bis hochgezogen-halbkreisförmig, Unterrand dreiseitig begrenzt. Die beiden basalen Seitenbegrenzungen verlaufen konkav zufolge der Oberkantenrundung der Nachbarapophysen. An der Basis verläuft die Abgrenzung geradlinig.

Im Mittelstück des Zapfens sind die Apophysen vorwiegend quergezogen-hexagonal ausgebildet. Gegen die Zapfenspitze zu nehmen die Schildchen eher pentagonale Umrisse an. Trotz der leichten Asymmetrie sind die Apophysenumrisse an beiden Zapfenseiten etwa gleich ausgebildet.

2.3.2 Skulptur.

Auffällig ist die ganz flache, geringe Skulpturierung, welche über die gesamte Zapfenoberfläche etwa gleichmäßig ausgebildet ist. Ein Q u e r k i e l , welcher Oberfeld der Apophyse gegenüber Unterfeld abgrenzt, ist nur äußerst schwach angedeutet. Am ehesten ist dieser noch an randlichen Apophysen des Mittelabschnittes des Zapfens als schwach erhobene Struktur angedeutet. Die basalen Apophysen sind überhaupt vollkommen flach.

Ein Längskiel, welcher im Unterfeld der Apophyse senkrecht zum Querkiel zu suchen wäre, fehlt an allen Schuppen vollständig.

2.3.3 Umbo.

Im Zentralteil der Apophyse befindet sich ein nur sehr schwach aufgewölbtes, in der Fläche jedoch ziemlich großes Umbofeld, meist als quergestellter Rhombus im Zapfenmittelabschnitt ausgebildet. Die Erhebung gegenüber der umgebenden Apophysenfläche beträgt maximal 0,5 mm. In der Längsachse mißt das Umbonalfeld bis zu 5 mm, in seiner Querachse etwa 2 – 3 mm. Um den Umbo befinden sich keinerlei ringförmige Begrenzungswälle oder Zeichnungen. Die Schuppen der Zapfenbasis besitzen einen kleineren, eher isodiametrisch ausgebildeten Umbo, dessen Durchmesser etwa 1 – 2 mm beträgt. Dort ist der Umbo statt erhaben sogar manchmal eingedellt.

Umbo und Apophysen zeigen an der linken und rechten Zapfenseite kaum Unterschiede.

Der Querdurchmesser der Apophysen beträgt im Zapfenmittelteil etwa 1,5 mm, die Höhe etwa 10 – 12 mm.

Die auffallend glatte Apophysenausbildung, welche trotz der nur ganz schwach angedeuteten Asymmetrie allseitig, auch an der Zapfenbasis, kennzeichnend ist, tritt, wenn die gesamten Kiefernarten betrachtet werden, verhältnismäßig selten auf. Sie beschränkt sich auf die heute im Mittelmeerraum bis nach Kleinasien hinein endemisch auftretende Verwandtschaftsgruppe um *Pinus halepensis* MILL., welche weder in Ostasien noch Nordamerika nähere Verwandte aufzuweisen hat.

3. Zur Taxonomie von *Pinus halepensis* MILL.

SHAW 1914 betrachtet den gesamten Verwandtschaftskreis um *Pinus halepensis* MILL., welcher sich von der Südküste Spaniens über die afrikanische, französische, italienische und griechische Mittelmeerküste bis über das Schwarze Meer zum Kaukasus erstreckt als eine Art mit mehreren Varietäten. In seiner hervorragenden Darstellung der Nadelgehölze schließt sich KRÜSSMANN (1972) mit eingehenderen morphologischen Kriterien dieser Auffassung weitgehend an. SHAW stellt sie in der Section Diploxylon in die Gruppe „Insignes“, welcher außer der mediterranen *Pinus pinaster* nur amerikanische und mexikanische Kiefern angehören. Hingegen neigen russische Autoren in „Flora U.S.S.R.“ (1934) eher zu der Annahme, daß es sich bei den östlichen Varietäten um eigene

Arten handelt. Es werden abgegliedert *Pinus brutia* TEN. des östlichen Mittelmeerraumes, *Pinus pithyusa* STEV. der östlichen Schwarzmeerküste, *Pinus Stankeviczi* FOM. der Krim und *Pinus eldarica* MEDW. des Kaukasus. MIROV (1967) unterscheidet in seinem Buch „The Genus Pinus“ drei Arten. Und zwar *Pinus halepensis* MILL., *Pinus brutia* TEN. und *Pinus eldarica* MEDW.. CHRITCHFIELD & LITTLE unterscheiden 1960 in ihrer Darstellung „Geographic distribution of the pines of the world“ nur mehr zwei gute Arten, welche sich räumlich und morphologisch trennen lassen, nämlich *Pinus halepensis* und *Pinus brutia*. Dieser Meinung schließen sich auch die Autoren des „Atlas Florae Europaeae“ (JALAS, J. & SUOMINEN, J. 1973) an. Im Gegensatz zu SHAW (1914) bringen CHRITCHFIELD & LITTLE *Pinus halepensis* in der Subsection „Sylvestres“ unter, einem Formenkreis, in welchem außer zwei amerikanischen nur Kiefern des Mittelmeeres und des ostasiatischen Raumes untergebracht sind. Eine sehr klare, von Felderfahrung getragene Übersicht bietet CZECZOTT, H (1954). Sie gelangt zur Auffassung, daß die Arten des östlichen Schwarzen Meeres, *Pinus pithyusa* mit der Krimvarietät *Pinus Stankeviczi* sowie *Pinus eldarica* des Kaukasus, auf Grund der sehr geringen morphologischen Abweichungen als Synonyme von *Pinus brutia* TEN. aufzufassen seien. Dagegen sind *Pinus brutia* und *Pinus halepensis* getrennte Arten. Im Rahmen mehrerer Mittelmeerexkursionen, im Frühjahr 1976 zum Zwecke der Aufsammlung von rezentem Blütenstaubmaterial der Mittelmeerkiefern, hatte der Verfasser eingehend Gelegenheit, die Verbreitung, Ökologie und Morphologie der genannten Arten an der spanischen Mittelmeerküste, in Südfrankreich, Ober-Italien, Griechenland, Kreta und in der Türkei zu studieren. Dabei ließ sich eindeutig im Bau der männlichen Blüten und weiblichen Blütenzapfen eine Gruppierung in zwei gut unterscheidbare Arten, nämlich die westliche *Pinus halepensis* und die östliche *Pinus brutia* nach der Auffassung von CHRITCHFIELD & LITTLE und CZECZOTT erkennen und bestätigen. *Pinus pithyusa* von den Prinzeninseln (Büyük Ada) ist in wesentlichen Merkmalen zweifellos *Pinus brutia* so nahestehend, daß sie als Varietät oder eher Form von dieser betrachtet werden kann.

4. Rezent es V e r g l e i c h s m a t e r i a l

Zum Vergleich mit vorliegenden Fossilien aus dem Pannon von Wien sind folgende Erkenntnisse aus den Standort-, Morphologie- und Herbarstudien von Interesse

4.1 *Pinus halepensis* MILL. (Taf.1, Fig.3,6)

4.1.1 Z a p f e n

4.1.1.1 I n s e r t i o n a m Z w e i g (vgl. Taf.1, Fig.6)

Zapfen meist einzeln, an gebogenem Stiel h e r a b h ä n g e n d

4.1.1.2 S y m m e t r i e Meist schwach asymmetrisch, oft leicht zum Insertionszweig gekrümmt. Zapfenbasis steht zur Zentralachse etwas schief geneigt. Dagegen hängt die Ausbildung der Zapfenschuppen wenig oder gar nicht von der schwachen Asymmetrie ab. Die Apophysen sind radiär gleichmäßig geformt. Lediglich an der Basis zeigt sich bei manchen Zapfen abaxial ein etwas herausragender Umbo.

4.1.1.3 G r ö ß e *Pinus halepensis* entwickelt von allen genannten Arten bzw. Varietäten die größten Zapfen. Im Durchschnitt 8 – 12 cm lang, im Querschnitt drehrund, größte Breite im unteren Drittel etwa 35 – 40 mm allmählich zur Spitze hin verjüngend. Am Baum machen die Zapfen einen relativ gespitzten Eindruck. An den hängenden Zapfen ist *Pinus halepensis* schon aus der Entfernung zu erkennen und von *Pinus brutia* und deren Varietäten unschwer zu unterscheiden. Bei fossilen Zapfen wird daher der Insertion, ob gerade oder schiefwinkelig wie der Rekonstruktion des Zapfenstiels, ob gekrümmt oder gerade in diesem Fall eine gewisse Bedeutung zukommen.

4.1.1.4 A p o p h y s e n Ein besonders auffälliges Merkmal von *Pinus halepensis* sind die fast völlig flachen, fünf- bis sechseckigen Apophysen der Zapfen. An der Basis ist der Oberrand halbrund, in der Zapfenmitte vorwiegend sechseckig und an der Zapfenspitze eher fünfeckig. Querkiel

an der Basis vollkommen fehlend, im Mittelabschnitt zeigen gut ausgebildete Schildchen einen schwachen Grat als Querkiel, welcher von einem sehr flachen, z.T. sogar eingesenkten Umbo zentral unterbrochen wird. Dieser besteht aus einem stark quergestreckten Rhombus von etwa 4 – 6 mm Länge und einer Höhe von 2 – 3 mm. Ein Längskiel im Unterfeld der Apophyse fehlt vollständig.

4.1.1.5 Variabilität Die geschilderte Zapfenform findet sich weit verbreitet bei Bäumen dieser Art in Griechenland, beginnend in den Bergen etwa 30 km nördlich von Athen. Sie findet sich auch noch in Südfrankreich zwischen Montpellier und Perpignan. Sehr einheitlich sind die in geringer Zahl herabhängenden Zapfen in bezug auf Apophysenbau ausgebildet, deren Größe und Kielung wohl recht variabel sein kann. Es kommen völlig symmetrische neben stärker gekielten vor. Die spanischen Aleppokiefern, speziell jene mehr im inländischen Gebirge, weichen, was Apophysenbau anbelangt, etwas von der griechisch-jugoslawischen Form ab. Und zwar kann der Querkiel der Apophyse stärker hervortreten. Der Umbo ist nicht immer flach, sondern an einer Zapfenseite eher eingesenkt, an der anderen (dem Zweig abgewendeten) kann er stärker herausragen. Es könnte, was die Apophysenform anlangt, ein ganz geringer Einfluß von *Pinus pinaster* vorhanden sein. Selten finden sich auch drei Nadeln an einem Zweig. In diesem Zusammenhang ist eine Anmerkung von SCHÜTT (1959) von Interesse, welcher auf das Vorkommen von Naturhybriden von *Pinus halepensis* mit *Pinus pinaster* hinweist. Außerhalb des *Pinus pinaster* Gebietes in Spanien zeigt jedenfalls *Pinus halepensis* die typischen flachen Apophysen.

Eine weitere Veränderung des Zapfenbaues ergibt sich in jenem Areal Südgriechenlands, wo das Vorkommen der nahe verwandten *Pinus brutia* beginnt. Da erscheinen auf den *Pinus halepensis*-Zapfen eher rhombische, selten nur sechseckige Apophysen, die Zapfen werden kleiner und die Vorwölbung des Querkiels tritt deutlicher hervor. Beibehalten wird lediglich die schwache Asymmetrie und die hängenden Zapfen.

Pinus halepensis unterscheidet sich auch von *Pinus brutia* im Bau der männlichen Blütenstände. Es treten extrem kleine Strobili in einem eher gestreckten Blütenstand auf.

Es handelt sich um eine zweinadelige Kiefer, mit feiner Zähnung der Nadelaußenkanten.

Die Wuchsformen sind je nach Standort außerordentlich variabel. Im Küstenbereich können niedrige Krüppelformen auftreten, im Landinneren bis 20 m hohe Bäume mit dichten weitausladenden Kronen, welche aus der Ferne gelegentlich den Eindruck von Pinien machen (Südfrankreich).

4.1.2 Geographische Verbreitung im Mittelmeerraum (vgl. Abb.1) (CRITCHFIELD & LITTLE 1966, MIROV 1967, ATLAS FLORAE EUROPAEAE 1973)

Zunächst ist zu bemerken, daß die Aleppokiefer in der heutigen Form der Artfassung weder in noch um die Stadt Aleppo als Naturstandort vorkommt. Sie ist praktisch die Küstengebirgskiefer des westlichen Mittelmeeres und besitzt die weiteste horizontale und vertikale Verbreitung des ganzen Verwandtschaftskreises. Am häufigsten wächst sie als Einzelbaum oder in Baumgruppen, manchmal tritt sie auch waldbildend auf. Sie besiedelt mediterrane Misch- und Macciestrauchwälder.

In Spanien kommt sie an der Mittelmeerküste von Gibraltar bis Barcelona vor. Sie wächst in schütterten Einzelbäumen direkt an der Küste auf Kalkfelsen. Oft ist der Wuchs gedrungen, niedrig, extrem gelbnadelig, Zapfenbildung jedoch normal. Auf Küstenanhöhen und Gebirgen ins Landinnere zu wird sie in Spanien sogar waldbildend in der Gegend zwischen Valencia und Madrid sowie von Barcelona in westlicher Richtung, in beachtlichem Abstand südlich der Pyrenäen. In diesen gelegentlich aufgeforstet. Sie ist sehr widerstandsfähig, stellt kaum Bodenansprüche, ist jedoch gegen Fröste empfindlich. Sie wächst noch entlang der französischen Mittelmeerküste, in Einzelstandorten weit das Rhonetal aufwärts, in den Gebirgen der Cote d'Azur und auf den Balearen. In Italien wird die Art sehr selten. Einzelstände an der Ligurischen Küste, auf wenigen Plätzen der Adriatischen Küste und in Kalabrien, Sizilien, Sardinien und Korsika.

An der östlichen Mediterranküste wird *Pinus halepensis* seltener. Sie kommt in Einzelstandorten an der Adriatischen Küste, beginnend bei der Insel Raab, südlich vor, wobei vielfach die Auffassung vertreten wird, daß es sich an der dalmatinischen Küste um künstliche Aufforstung handelt, welche

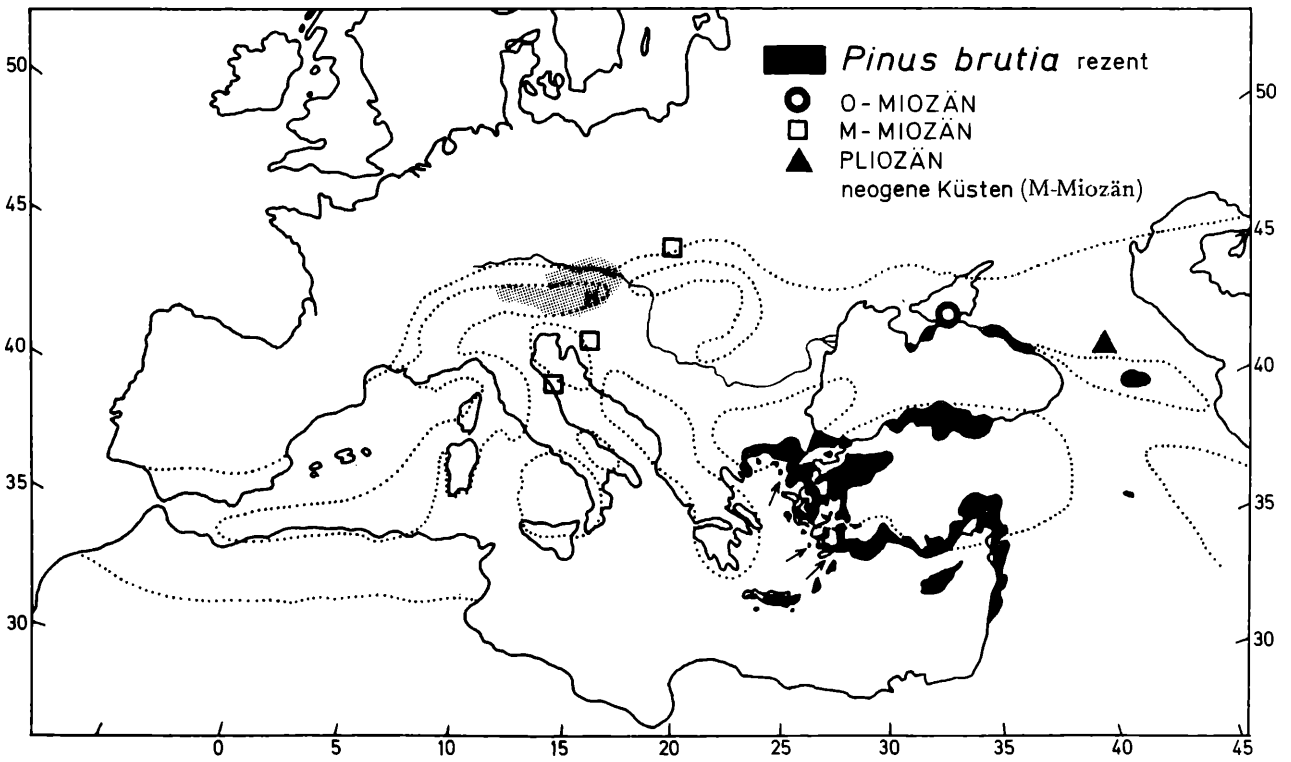


Abb. 2. Verbreitungskarte von *Pinus brutia* TEN.

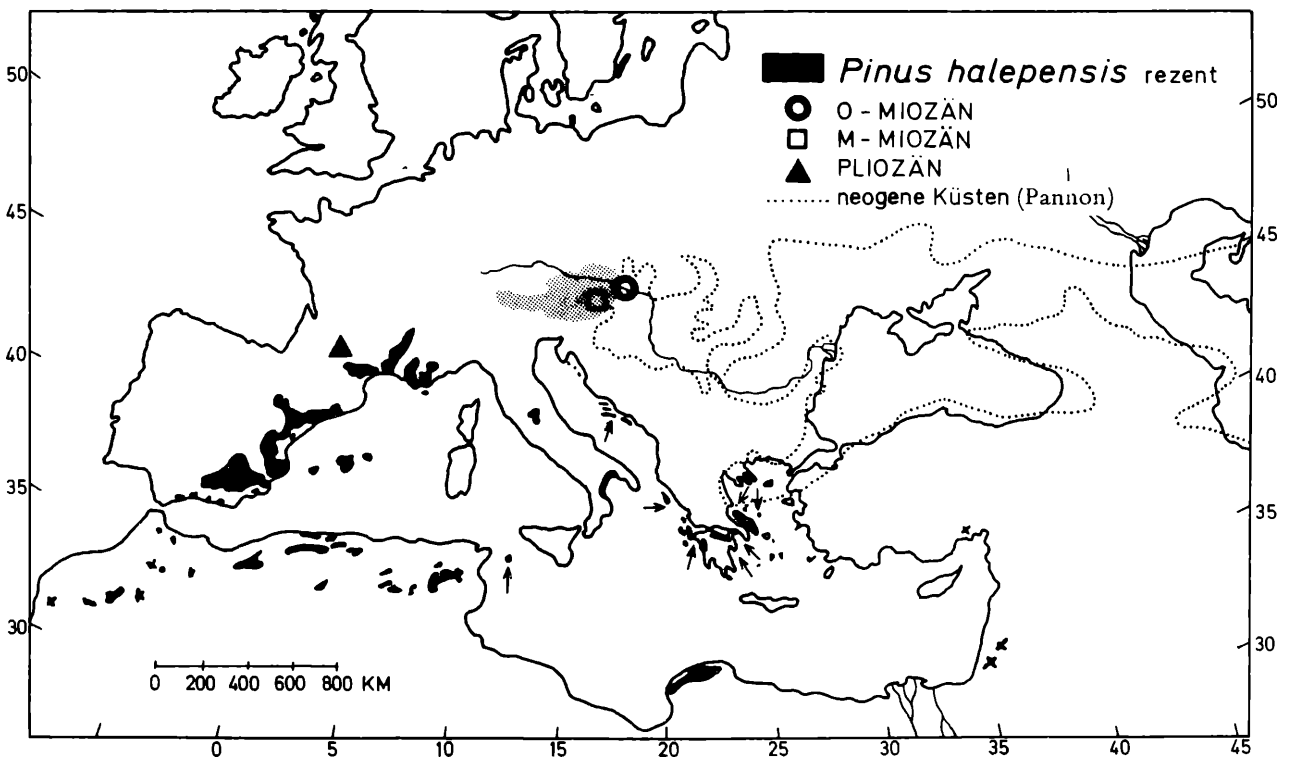


Abb. 1. Verbreitungskarte von *Pinus halepensis* MILL.

meist mit einem Bastard *Pinus halepensis* x *Pinus brutia* durchgeführt wurden. Echt ist *Pinus halepensis* wieder an der griechischen Küste bis in die Inlandsgebirge hinein verbreitet und endet im östlichen Mittelmeer nördlich von Athen. Östlich und nordöstlich davon treten Hybridisierungen mit der nahe verwandten östlichen Art *Pinus brutia* auf. In Südostanatolien, Syrien, Libanon und Israel gibt es ganz wenige Einzelstandorte.

An der afrikanischen Mittelmeerküste wächst *Pinus halepensis* in der Cyrenaika zusammen mit *Ceratonia siliqua*, *Quercus ilex*, *Cupressus sempervirens*. In Tunis, Algerien, Marokko entlang des Atlasgebirges manchmal waldbildend.

4.1.3 Höhenstufen Obwohl *Pinus halepensis* ein mediterraner Küstenbaum ist, kann sie je nach geographischer Breite, Luftfeuchtigkeit und Frostfreiheit bis ins Mittelgebirge und über 200 km ins Landinnere vorstoßen. In Dalmatien steigt sie vom Meeresufer nicht höher als 200 m NN. In Spanien erreichen die *Pinus halepensis*-Wälder 1200 m NN, ebenso in Israel, und in Marokko erreichen sie sogar 1700 m NN.

4.1.4 Klimansprüche Überall tritt sie südlich der sommergrünen Laubwälder auf, und vornehmlich in der Zone der Hartlaubwälder mit immergrünen Eichen bzw. Macchien mit aromatischen Gehölzen. Ihr Auftreten liegt südlich der Nordgrenze des Ölbaumareals. Was die Temperaturen anlangt, liegt das Verbreitungsgebiet südlich der europäischen Winterhärtezonen. Das heißt die Jahrestiefsttemperatur unterschreitet die Werte $\pm 5^{\circ}\text{C}$ (bis min. -1°C) nicht. Ausnahmen bis -7°C können kurzfristig vorkommen. Das Winterklima an der spanischen Südküste entspricht jenem von Florida.

So sehr *Pinus halepensis* frostempfindlich ist, so gering sind die Ansprüche an eine höhere Niederschlagsmenge. Ihr Verbreitungsgebiet fällt an der spanischen Mittelmeerküste auf etwa 50 cm Jahresdurchschnitt, im östlichen Mittelmeer liegen die Werte etwas höher bei 100 cm.

5. Ergebnis der morphologischen Vergleichsuntersuchungen

Zapfenform, Basis, Größe und Apophysenbau stehen in vollkommener Übereinstimmung mit der Morphologie der Zapfen von *Pinus halepensis* MILL.. Und zwar mit jenen Formen, welche sich an der südlichen adriatischen Küste bis nördlich von Athen vorwiegend finden, aber auch noch mit jenen Italiens und der Vorgebirge der Cote d'Azur. Mit jenen Spaniens stimmen unsere Fossilfunde weniger gut überein, da die Apophyse zu flach ist.

6. Unterschiede zu ähnlichen Arten (vgl. Taf.1, Fig.4,5)

In der Zapfenmorphologie am nächsten steht *Pinus brutia* und deren Varietäten. Die Apophysen sind hier aber meist rhombisch ausgebildet, der Querkiel erhabener, der Umbo größer und häufiger eingesenkt. Zapfen immer symmetrisch, kürzer als bei *Pinus halepensis* und am Zweig zu zweit oder mehreren abstehend und nicht hängend.

Wegen der glatten Apophysen des vorliegenden Fossils kann *Pinus brutia* ausgeschlossen werden. Die übrigen Mittelmeerkiefern sind so sehr verschieden, daß sie für einen Vergleich überhaupt nicht in Frage kommen. Im nord- und mittelamerikanischen Raum finden sich kaum näher vergleichbare Formen. Eine sehr entfernte morphologische Ähnlichkeit findet sich bei *Pinus caribea* der Kleinen Antillen, und vielleicht auch bei einigen seltenen mexikanischen Kiefern der Golfküstennähe. Die ostasiatischen Formenkreise sind morphologisch stark abgehoben.

Daraus ergibt sich, daß vorliegender fossiler Zapfen einem Formenkreis angehört, welcher heute auf dem Mittelmeerraum beschränkt vorkommt.

Fossilbelege zur Erforschung der Entstehung dieser Arten erscheinen daher, trotz und eben wegen ihrer Spärlichkeit, besonders bedeutsam.

7. Weitere Funde fossiler *Pinus halepensis* MILL.-Zapfen.

Außer vorliegendem Fund aus dem Wiener Pannon liegen Angaben von CZECHOTT (1954) und MIROV (1967) vor :

Pinus halepensis var. *ataworum* MARION aus Plio-Pleistozän Schichten Südfrankreichs (La Valentine). Ein Vorkommen, daß nicht allzuweit vom heutigen Verbreitungsgebiet entfernt liegt.

Pinus halepensis ? aus dem Mittel-Miozän von Leoben. Der Zapfendfund ist nach CZECZOTT (1954) zu *Pinus halepensis* zu stellen.

HOFMANN, E. (1928) verglich histologisch verkieste Zapfen aus Leoben mit *Pinus halepensis*.

Bedeutsam scheint der bisher wenig erwähnte Fund von UNGER (1852) aus dem Wiener Tegel (Pannon, Iconograph. Plant. foss. Taf.15, Fig.2). *Pinites aequimontanus* Goepp. in UNGER (1852, Taf. XV, Fig.2) könnte auf Grund der Zeichnung zu *Pinus halepensis* gehören. Allerdings stimmen die Basisschuppen nicht gut überein. Das mag vielleicht an der Zeichnungsausführung liegen. Nicht nur morphologisch besteht eine gewisse Ähnlichkeit zu unserem neuen Fund, sondern auch im Erhaltungszustand gibt es Parallele. UNGER spricht von pyritisiertem Material, welches leider trotz Präparation zu Staub zerfiel.

Es gibt auch noch einige Funde unklarer systematischer Stellung *Pinus hageni* aus HEER „Miocene Baltische Flora“ besitzt eine entfernte Ähnlichkeit zu *Pinus halepensis* (wahrscheinlich Unter-Miozän). *Pinus salinarum* PARTSCH aus Wielicka in Polen mag nach CZECZOTT 1954 dem Formenkreis *halepensis-brutia* nahestehen. *Pinus cortesi* A. BRONG. Castel Arquata (Apennin) Pliozän (nach GAUSSEN ähnlich *Pinus halepensis*), *Pinus ornata* STERNB. zeigt wenig morphologische Beziehungen. Die mit aff. *Pinus halepensis* bezeichneten Funde von STEFANOFF & STOJANOFF (1929) aus dem Pliozän von Sofia konnten nicht gesichtet werden. Sie wurden in der Revision von CZECZOTT (1954) nicht erwähnt.

8. Fossilfunde von *Pinus brutia* TEN. ähnlichen Zapfen

Oligozän : *Pinus prepithyusa* PALIB. West-Transkaukasien

Miozän : *Pinus sarmaticus* PALIB. Halbinsel Kertsch U.S.S.R. (ähnlich *Pinus pithyusa* MALEJEFF 1929) *Pinus wascoewiczii* Transkaukasien, *Pinus saturni* UNG. Radoboj, Kroatien, *Pinus ferreri* MASSAL. Italien, Senigallia bei Ancona

Pliozän : *Pinus pithyusa fossilis* PALIB. Kila Kupra, Kaukasus.

9. Paläogeographie

Pinus halepensis umrahmt die mittleren und westlichen frostfreien Mittelmeerränder vom 33° – 42° nördlicher Breite und steigt dort auch etwas ins Küstengebirge, wo keine Winterfröste auftreten. Sie entfernt sich an der Adria und Griechenland maximal bis 50 km ins Landinnere oder bewohnt Inseln. Nur in Südfrankreich geht sie im Rhonetal bis 250 km landeinwärts, ebenso in Spanien. Unsere pannonische Fossilfundstelle liegt 5° nördlich der Nordgrenze und 10° nördlich des Hauptareals des heutigen Verbreitungsgebietes am Ostrand des pannonischen Paratethysbeckens, welches nach POMEROL (1973), SENES & MARINESCU (1974), STEININGER (1976) im Ober-Miozän die marine Verbindung zum Mittelmeer bereits verloren hatte. Kalkboden, Höhe und Küstenlage in der Gegend von Wien und am Alpenostrand entsprachen den klimatischen und ökologischen Bedingungen der Aleppokiefer. Sie kann mit dem Mittelmeerareal, wenn schon keine Küstenlinie dorthin mehr bestand, auf dem Landwege über die steirische Bucht und Kroatien in lockerer Verbindung gestanden haben, da bis 250 km Landweg in frostfreien Lagen überwunden werden können. Möglicherweise handelt es sich im Pannon bereits um ein abgeschnürtes Relikt vorkommen aus dem mittleren und älteren Miozän. Auch wäre eine Verbindung Rhone-Tal – außeralpine Molasse von Westen her denkbar. Denn das Auftreten von *Pinus halepensis* in der Paratethysregion, wenn auch nur am Ostrand, wirkt eher überraschend. Vielmehr wäre hier *Pinus brutia*, die Kiefer der östlichen Ägäis und des Schwarzen Meeres, zu erwarten. Funde aus dem Mittel-Miozän in Kroatien (Radoboj), Süd-Polen (vgl. Taf.1, Fig.2), sowie aus dem Ober-Miozän der Krim und Pliozän der Schwarzmeerküste bis Kaukasus beweisen deren Anwesenheit im Paratethysbereich weit nördlich ihres heutigen Verbreitungsgebietes. Es scheint sich daher schon im Miozän, analog der Verbreitung im heutigen Mittelmeergebiet, an den Paratethys-Küsten eine Differenzierung in ein südöstliches *Pinus brutia*-Areal und in ein westliches *Pinus halepensis*-Areal (Wien, Leoben) angedeutet zu haben. *Pinus brutia* scheint schon im Mittel-Miozän aus dem Paratethysraum in

östlicher und südöstlicher Richtung auf ihre pliozänen und heutigen Rückzugsareale im Schwarzmeergebiet und an der türkischen Mittelmeerküste zurückgewandert zu sein, während *Pinus halepensis* sich bis ins Pannon im Westabschnitt der Paratethys an den Küsten behauptete. Auch scheint belegt, daß die Artbildung beider Kiefern im Mittelmeer und Paratethysraum älter als Miozän anzusetzen sein könnte.

Man kommt damit in jene Zeit, wo in Mitteleuropa jene heute noch im südlichen Nordamerika, aber auch z.T. in Ostasien beheimateten Florenelemente erheblichen Anteil am Vegetationsbild besaßen und ein Klima zwischen dem 30. – 37. nördlichen Breitengrad vorauszusetzen war. Vielleicht lag Mitteleuropa entsprechend südlicher.

L i t e r a t u r

- ANDREANSKY, C. 1959. Die Flora der sarmatischen Stufe in Ungarn. – 345 p., 68 Taf., Akademie Verlag Budapest.
- BERGER, W. 1952. Die altpliozyäne Flora der Congrienschichten von Brunn-Vösendorf bei Wien. – *Palaeontographica* 92 B: 79–121, Stuttgart.
- BERNHARD, R. 1931. Die Kiefern Kleinasiens. – *Mitt. Deutsch. Dendr. Ges.* 43 : 29–50,
- CHRITCHFIELD, W.B. & LITTLE, E.L. 1966. Geographic distribution of the pines of the world. – U.S. Department of Agriculture Forest Service, Misc. Publ. 991, Washington D.C.
- CZECZOTT, H. 1954. The past and present distribution of *Pinus halepensis* MILL. und *Pinus brutia* TEN. – 8th Int. Bot. Congr. Paris, 8 (Sect.2, 4–6) 196–197, Paris.
- FISHER, H.H. 1970. The Aleppo pine. – *Calif. Hort. J.* 32, 4 129–132.
- FLORIN, R. 1963. The distribution of Conifer and Taxad genera in time and space. – *Acta Hort. Bergiani* 20, Stockholm.
- GAUSSEN, H. 1960. Les Gymnosperm actuelles et fossiles. – *Trav. Lab. Forest. Toulouse*, 2: 1. section. 1(6) Generalite, Genre *Pinus*, 272 p., Toulouse.
- GOEPPERT, H. 1850. Monographie fossiler Coniferen. – *Naturkundl. Verh.* 6: 286 p., Leiden.
- HEER, O. 1868–1878. Flora fossilis arctica. Part I, II. – I. Wurster & Co, Zürich.
- HOFMANN, E. 1928. Verkieste Pflanzenreste aus dem Tertiär von Leoben. *Berg- und Hüttenm. Jahrb.*, 76 : 4: Leoben.
- JALAS, J. u. SUOMINEN, J. 1973. Atlas Florae Europaeae. – *Gymnospermae*, 2 1–38, Helsinki.
- KILPPER, K. 1968. Koniferenzapfen aus den tertiären Deckschichten des niederrheinischen Hauptflözes. 2. Teil, Genus *Pinus* L. – *Palaeontographica*, 123 B 213–220, Stuttgart.
- KRÜSSMANN, G. 1972. Handbuch der Nadelgehölze. – Paul Parey-Verl., Berlin.
- MALEJEFF, W. 1929. *Pinus pithyusa* und *Pinus eldarica*. Zwei Relikt-Kiefern der taurisch-kaukasischen Flora. – *Mitt. Deutsch. Dendr. Ges.* 41 138–150.
- MALEJEFF, W.P. 1940. Vegetation of Black Sea countries, etc. – *Akad. Nauk. S.S.S.R. Bot. Inst. Trudy*, Ser 3, *Geobotanika* 4: 135–249.
- MIROV, N.T. 1967. The Genus *Pinus*. – 602 p., Ronald Press New York.
- MIROV, N.T. 1955. Relationship between *Pinus halepensis* and other *Pinus* species of the Mediterranean region. – *Bul. Res. Council Israel, Sect. D, Botany*, 5 D : 65–72.
- PAPAJOANNOU, J. 1936. Über die Artbastarde zwischen *Pinus brutia* TEN. und *Pinus halepensis* MILL. in Nordostchalkidiki (Griechenland). – *Forstwiss. Zentralbl.* 58 194–205, Athen.
- PAPP, A. 1948. Fauna und Gliederung der Congrienschichten des Pannons im Wiener Becken. – *Anz. österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Wien.*
- PAPP, A. 1951. Das Pannon des Wiener Beckens. – *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 39–41, Wien.
- PAPP, A. & THENIUS, E. 1949. Über die Grundlagen der Gliederung des Jungtertiärs und Quartärs in Niederösterreich unter besonderer Berücksichtigung der Mio-Pliozyän- und Tertiär-Quartär Grenze. – *Sitz. Ber. österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl.*, 158 (9, 10), Wien.
- PAPP, A. & THENIUS, E. 1953. Vösendorf – ein Lebensbild aus dem Pannon des Wiener Beckens. – *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 46, Wien.
- PALIBIN, I.V. 1935. Stages of development of Caspian flora from the Cretaceous period on. – *Soviet Bot.*, 3 10–50.
- POMEROL, Ch. 1973. Ere cenozoique (Tertiaire et Quaternaire). – 269 p., Doim, Paris.
- SENES, J. 1961. Paläogeographie des westkarpatischen Raumes in Beziehung zur übrigen Paratethys im Miozän. – *Geologicke Prace, Zosit* 60 159–195, Bratislava.
- SENES, J. & MARINESCU, F. 1974. Cartes paleogeographiques des Neogene de la Paratethys centrale. – *Mem. B.R.G.M.* 78, 2: 785–792, Paris.
- SCHÜTT, A. 1959. Züchtung mit Kiefern, Teil 2. *Mitt. Bundesforsch. Forst- und Holzwirt.*, 42, Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung 1–40, Hamburg.
- SHAW, G.R. 1914. The Genus *Pinus* – *Arnold Arboretum Publ.*, 5, Boston.
- STEFANOFF, B. & STOJANOFF, D. 1929. Beiträge zur Kenntnis der Pliozyänflora der Ebene von Sofia (Fossile Pflanzenreste aus den Ablagerungen von Kurilo). *Zeitschr. Bulgar. Geol. Ges., Sofia*.

- STEININGER, F., RÖGL, F. & MARTINI, E. 1976. Current Oligocene/Miocene biostratigraphic concept of the Central Paratethys (Middle Europe). — *Newsl. Stratigr.* 4(3): 174–202, Stuttgart.
- STUDT, W. 1926. Die heutige und frühere Verbreitung der Koniferen und die Geschichte ihrer Arealgestaltung. — *Mitt. Inst. f. Allg. Bot. Hamburg*, 6(2): 167–308, Hamburg.
- STUR, D. 1867. Beiträge zur Flora der Süßwasserquarze, der Congerien- und Cerithiensichten im Wiener und Ungarischen Becken. — *Jahrb. K.K.Geol. Reichsanst.* 17, Wien.
- THENIUS, E. 1948. Die Säugetierfauna aus den Congerenschichten von Brunn-Vösendorf bei Wien. — *Verh. Geol. Bundesanst., Wien*.
- UNGER, F. 1847. *Chloris protogea*, Leipzig.
- UNGER, F. 1850. *Genera et species plantarum fossilium*. — 627 p. Verlag Braumüller, Wien.
- UNGER, F. 1852. *Iconographia Plantarum fossilium*. — *Denkschr. K. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl.*, 4(1) : 73–118, Wien.
- UNGER, F. 1868. Die fossile Flora von Radoboj in ihrer Gesamtheit und nach ihrem Verhältnis zur Entwicklung der Vegetation der Tertiärzeit. — *Denkschr. K. K. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl.*, 29, Wien.
- VAN DER BURGH, J. 1973. Hölzer der niederrheinischen Braunkohlenformation, 2. Hölzer der Braunkohlengruben „Maria Theresia“ zu Herzogenrath, „Zukunft-West“ zu Eschweiler und „Viktor“ (Züllicher Mitte) zu Zülpich. Nebst einer systematisch-anatomischen Bearbeitung der Gattung *Pinus* L. *Rev. Paläobot. Palynol.*, 15 : 73–275, Amsterdam.

Tafelerklärung

- Fig. 1. Fossiler Zapfen von *Pinus halepensis* MILL. aus dem Pannon des Wiener Beckens (Ziegelgrube Hennersdorf). Kontrastbeleuchtung zur Verdeutlichung der Apophysensculptur des linken Zapfenrandes. — Nat. Größe
- Fig. 2. Apophysenabgrenzung und Anordnung an der Oberfläche des fossilen Zapfens von *Pinus halepensis* MILL. — Nat. Größe
- Fig. 3. Rezenter Zapfen von *Pinus halepensis* von einem Standort ca. 30 km nördlich von Athen. Schräge Zapfenbasis, leichte Asymmetrie. Basale Apophysen mit rundem Oberrand. Höhere Apophysen hexagonal. Sehr flach, fast ohne Querkiel. — Nat. Größe
- Fig. 4. *Pinus saturni* UNG. aus dem Miozän von Radeboj in Kroatien. Von UNGER 1847 mit *Pinus brutia* verglichen. — Nat. Größe
- Fig. 5. *Pinus brutia* var. *pithyusa* STEV. Rezenter Zapfen von der Prinzeninsel Büyük Ada (Türkei) zum Vergleich. Artcharakteristisch meist gegenständige, nicht hängende Zapfen. Apophysen an der Basis vorwiegend pentagonal. 1/2 Nat. Größe
- Fig. 6. Zum Unterschied die stets hängenden, leicht asymmetrischen Zapfen von *Pinus halepensis*. 1/2 Nat. Größe

