

ZUM NATURSTANDORT DER NORDAMERIKANISCHEN WEIHRAUCHKIEFERN (*PINUS TAEDA* L.)

(Vergleichsstudie für die fossilen Hausruck-Kiefern)

Von Wilhelm Klaus

(Mit 1 Abb. im Text und 10 Abb. auf Taf. I–V)

Einleitung

In den Zwischenmitteln der Braunkohlenflöze des Hausruck, OÖ., wurden wiederholt gut erhaltene, inkohlte Kiefernzapfen gefunden. Bereits HOFMANN 1927 und 1931 berichtet über einen völlig flach gepreßten Fund, welcher im Welser Stadtmuseum aufbewahrt war und aus dem Hausruck stammte. Die Skulptur war so vortrefflich erhalten, daß ein Vergleich zur amerikanischen Sumpfkiefer (*Pinus palustris* MILL.) versucht werden konnte. In jüngster Zeit kamen dank der Aufmerksamkeit der Bergleute wiederholt ähnliche Zapfen zutage (KLAUS, 1977*). Sie gehören alle zum Formenkreis der Fossilart *Pinus spinosa* HERBST, welche zuerst in den pliozänen Braunkohlen von Kranichfeld bei Weimar gefunden worden war und von dem Altmeister der österreichischen Paläobotanik, Prof. Franz UNGER, zum erstenmal 1847, allerdings unter dem Namen *Pinus lignitum* UNGER, abgebildet wurde. Mittlerweile folgte eine Serie von Funden solcher Zapfen in ganz Europa, und zwar vorwiegend im Miozän und vereinzelt auch im Pliozän. Ja sogar in Sibirien (bei Tomsk) wurden Funde ähnlicher Zapfen aus den oligo-miozänen Grenzsichten gemeldet.

Neben einer anfänglichen »Petrefaktenkatalogisierung« war schon frühzeitig der Wunsch nach einer wissenschaftlichen Klärung der botanischen Artzugehörigkeit durch Vergleiche mit der Rezentflora zu bemerken. Schon 1851 hob C. v. ETTINGSHAUSEN anlässlich der Bearbeitung der tertiären Floren Österreichs – für die heutige Zeit mehr denn je richtungweisend – hervor: »Die Lösung der

* Herrn Dipl.-Ing. Alois KATTERL sowie Herrn Reviersteiger Bruno SUBER darf an dieser Stelle für die vortrefflich erhaltenen Funde, welche zur Untersuchung zur Verfügung gestellt wurden, besonders herzlich gedankt werden.

für die Phyto-Paläontologie höchst wichtigen Frage, wie sich die Vegetation der Jetztwelt aus den Floren der vorweltlichen Perioden entwickelt hat, muß durch die genaue Kenntnis der letzteren erst möglich werden. Diese können wir nur durch eine sorgfältigste und umfassendste Vergleichung der den vorweltlichen Gewächsen angehörigen Formen mit den entsprechenden der gegenwärtigen Schöpfung erreichen. Keine der Formationen unserer Erdrinde zeigt in ihren vegetabilischen Ueberresten zahlreichere und augenfälligere Analogien mit jetzigen Bildungen als die Tertiärformation. Man wird daher zunächst in dieser den Schlüssel zu den Tatsachen, welche sich auf die Entwicklung der gegenwärtigen Vegetation der Erde beziehen, zu suchen haben. Daß nur auf dem angedeuteten Wege die Paläontologie der Pflanzen eine wissenschaftliche Basis erhalten und rationell betrieben werden kann, haben schon mehrere Forscher, unter denen ganz besonders UNGER hervorgehoben zu werden verdient, erkannt und sich bemüht, die Flora der Tertiärperiode möglichst mit der Neuzeit zu parallelisieren. Herrn Professor UNGER allein ist es gelungen, auf Grundlage seiner Bestimmungen die für die Entwicklungsgeschichte des Pflanzenreiches höchst wichtigen Thatsachen in die Wissenschaft einzuführen, daß in der Flora der Tertiärzeit das nordamerikanische und das mexikanische Vegetationsgebiet vertreten sind, und daß die Flora des ersten Abschnittes derselben den oceanischen Charakter in sich trage.«

Die meisten der zahlreichen Autoren, welche *Pinus spinosa* HERBST beschrieben hatten, stellten Vergleiche mit Kiefernzapfen rezenter Arten an. Es hat sich dabei die übereinstimmende Auffassung durchgesetzt, daß die Fossilien mit keiner heute noch lebenden Art vollständig vergleichbar wären, demnach also zu einer heute ausgestorbenen Art zu zählen seien. UNGER (1847) hält seinen *Pinus lignitum*-Zapfen aus dem deutschen Pliozän für nahe verwandt der heute noch lebenden Weihrauchkiefer, *Pinus taeda* L., Nordamerikas. HOFMANN (1931) hingegen bringt den ähnlich gebauten Zapfen aus dem Hausruck in Zusammenhang mit der Sumpfkiefer (*Pinus palustris* MILL.) aus Florida. Andere Autoren vermuten eine enge Verwandtschaft mit *Pinus pungens* LAMB., der amerikanischen Stechkiefer der Appalachen und deren südöstlichen Ausläufern. Auch zu *Pinus serotina* MICHX. und *Pinus rigida* MILL. wurden Beziehungen vermutet.

Von besonderem Interesse sind aus jüngerer Zeit die Vergleiche KILPPERS (1968) mit *Pinus engelmanni* CARR., der Apachenkiefer, einer mexikanischen Art der Sierra Madre Occidental in einem Trockengebiet zwischen Durango und El Salto.

Um nun die neueren Hausruckfunde in bezug auf ihre botanische Verwandtschaft näher prüfen zu können, wurden in derjenigen Weise, welche dem Paläobotaniker normalerweise offensteht, nämlich mit der Sichtung der Herbarbestände, begonnen. Es handelt sich auf Wiener Boden um ganz wenige Zapfen von *Pinus taeda* L., die man vergleichen konnte, und diese hatten einen sehr kur-

zen Dorn auf der Apophyse, zeigten sich regelmäßig gebaut, mit flachgedrückter Zapfenschuppe, so daß man nicht daran denken konnte, sie in direkten Vergleich zu unseren Fossilfunden aus dem Hausruck zu bringen. Ähnlich dürfte es auch den früheren Autoren ergangen sein. Das Wesentliche ist offenbar ein starker Mangel an ausreichendem frischem Vergleichsmaterial, an welchem die gesamte Variationsbreite der Zapfen und sonstigen Organe studiert werden kann. Die Herbarien weisen meist Einzelstücke auf, und es bleibt dem Zufall überlassen, ob diese Varianten gerade mit dem Fossilfund gut übereinstimmen. Während *Pinus taeda* und die anderen angeführten Vergleichsarten sich des öfteren in Herbarien wenigstens in Einzelexemplaren finden lassen, so trifft dies für *Pinus engelmanni* keineswegs zu. Diese sehr seltene mexikanische Kiefer wurde von SHAW (1914) und dann noch von GAUSSEN (1960) abgebildet, und zwar offenbar immer nur derselbe Zapfen, und darüber hinaus finden sich in der Literatur kaum Vergleichsmöglichkeiten von Originalen. Alle Hemmnisse für einen Vergleich dieses so weit verbreiteten *Pinus spinosa*-Zapfens in Europa, welcher nun auch im Hausruck in diesen wunderschön erhaltenen Exemplaren vorgefunden wurde, bewog Verfasser, eine ausgedehnte Exkursion in alle jene amerikanischen und mexikanischen Kieferengebiete durchzuführen, welche Arten enthalten, die für einen Vergleich in Frage kommen. Das Ziel war die lückenlose Aufsammlung der Zapfen in allen Größen und Erhaltungszuständen von möglichst vielen verschiedenen Standorten, um zu Schlußfolgerungen zu gelangen, die klären sollen, ob die Hausruck-Art tatsächlich zu den ausgestorbenen Kiefern zu zählen ist oder ob heute noch ein Lebensraum existiert, wo diese Kiefer vorkommt. Weiters sollten natürlich auch Pollenaufsammlungen durchgeführt werden, denn Pollenkörner sind im fossilen Zustand im Hausruck noch wesentlich häufiger anzutreffen als Großfossilien. Man mußte also die Blütezeit abschätzen, um einen Termin für die Exkursion zu wählen.

1. Der südöstliche große Kieferngürtel Nordamerikas

Exkursionsweg: Washington, D. C. – Gainsville – Atlanta – Ocala – Tampa
Miami – Tallahassee – Gulfport (Gulfport-Mississippi Sümpfe)

Der Besuch dieses großen Areals ist für den vergleichenden Paläobotaniker von besonderer Bedeutung. Einmal wegen der großen Zahl von Kiefernarten der S. s. Australes LITTLE & CRITCHFIELD 1969, von welchen die meisten als Vergleichsobjekte für europäische Fossilfunde des Tertiär dienen. Andererseits aber auch wegen des Vorkommens der sogenannten »Lebenden Braunkohlensümpfe«, welche einen guten Teil unserer Braunkohlenfossilien heute noch als lebende Pflanzen beherbergen (siehe auf Textabb. 1 b, S. 181). Das Kiefernggebiet erstreckt sich von der atlantischen Küste landeinwärts etwa vom 40.° nördlicher

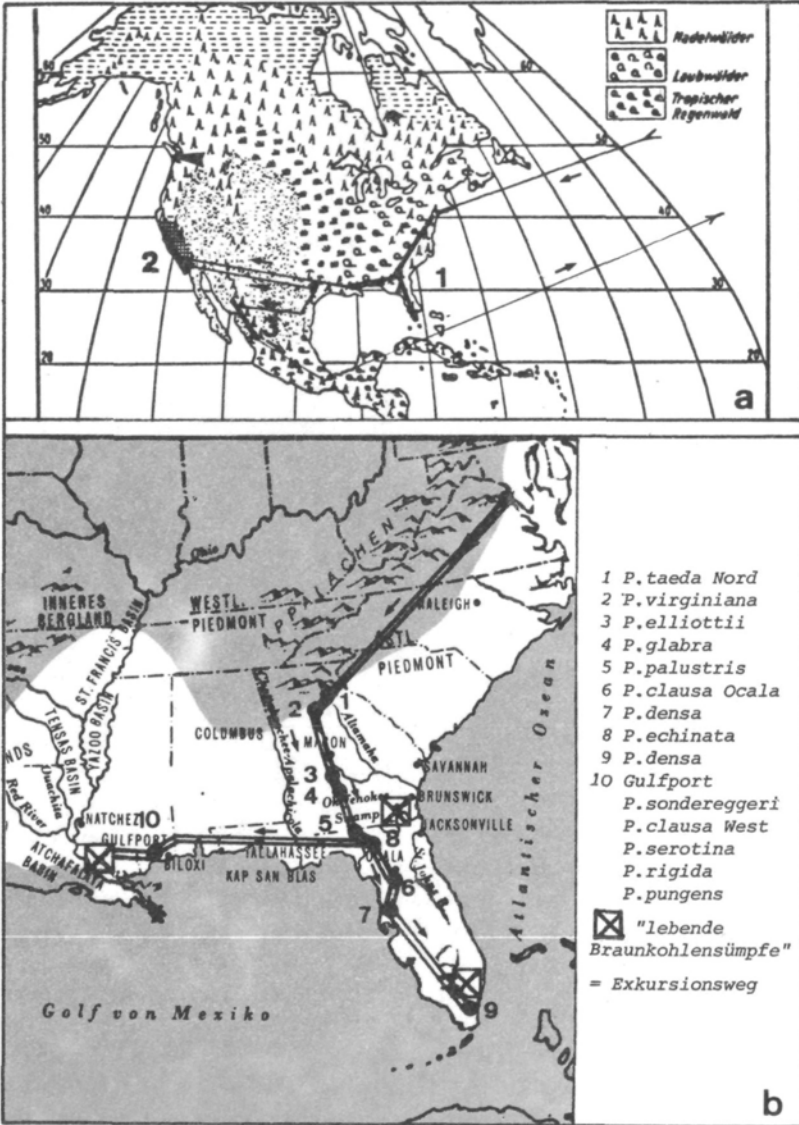
Breite bis zur Südspitze Floridas (25.° nördlicher Breite) und im Osten etwa von Washington, D. C. über die Bundesstaaten Virginia, Carolina, Georgia, Alabama, Louisiana, Mississippi bis im Westen nach Texas und Oklahoma.

Klimatisch ist dieses Kieferngebiet im Durchschnitt durch hohe Niederschlagsmengen speziell im Sommer und Herbst (über 150 cm/Jahr), milde Winter und subtropisch feuchtheiße Sommer mit Temperaturen bis über 40° C ausgezeichnet. Die Wintertemperaturen hingegen können nördlich der Floridagrenze, aber auch dort selbst unter den Gefrierpunkt sinken, und Schnee ist fast die Regel. Bei meinem Besuch im März 1978 lagen in Washington, D. C. bis weit in den Süden Georgias noch 20 cm Schnee, und die Temperaturen bewegten sich zwischen 0–5° C. Das heißt, daß *Pinus taeda* und alle anderen empfindlichen Kiefernarten etwa nördlich der Floridagrenze Winterfröste alljährlich ohne weiteres überstehen. Es soll dabei aber nicht übersehen werden, daß dieses Gebiet zu keiner Jahreszeit völlig austrocknet, ja viele Bäume sogar direkt im Sumpfwasser stehen. Das Arnold Arboretum hat in Amerika auf der Basis der durchschnittlichen Jahrestiefsttemperaturen Winterhärtezonen für die Bäume Nordamerikas ermittelt, nach denen sich die Forstwirtschaft schon lange richtet, welche jedoch auch für paläobotanische Klimarekonstruktionen von Bedeutung sind. Die Zonen lassen sich auch auf Europa sinngemäß übertragen und besitzen für Winterhärteuntersuchungen einige Bedeutung.

Winterhärtezonen des Arnold Arboretum:
(Tiefste Jahrestemperaturen im Durchschnitt)

Zone 1	.....	unter -45° C
Zone 2	.....	-45 bis -36° C
Zone 3	.....	-36 bis -29° C
Zone 4	.....	-29 bis -24° C
Zone 5	.....	-24 bis -20° C
Zone 6	.....	-20 bis -15° C
Zone 7	.....	-15 bis -12° C
Zone 8	.....	-12 bis - 7° C
Zone 9	.....	- 7 bis - 1° C
Zone 10	.....	- 1 bis + 5° C

Der zentrale Kieferngürtel fällt in Georgia, Mississippi und Alabama in die Zone 8. Sie entspricht in Europa etwa den Breitegraden von Triest bis Mailand, aber auch Paris. Im nördlichen Grenzgebiet, den Ausläufern der Appalachen, wird es geringfügig kühler, etwa Zone 7 entsprechend. Klimatisch kann diese etwa mit dem Plattenseegebiet oder Südsteiermark an der österreichischen Grenze verglichen werden. Florida und Mississippimündungsgebiet mit den Sümpfen liegt in der feuchtwarmen Zone 9. Die Südspitze Floridas sogar in Zone 10. Zone 9 entspricht in Europa den Gebieten zwischen Venedig und Neapel. Sizilien und Südgriechenland entsprechen etwa Zone 10 in Florida. In Österreich werden Bäume bis zur Klimazone 6, im besonders geschützten Weinklima sogar bis Zone 7 ohne weiteres gepflanzt.



Textabb. 1: a) Die Pflanzendecke Nordamerikas. Spitze Bäume bedeuten Nadelbaumzonen. Exkursionsweg und Aufsammlungsschwerpunkte eingezeichnet (nach SCHMIEDER verändert). 1. Der große Kieferngürtel des südöstlichen Nordamerika. 2. Kalifornische Kiefern. 3. Kiefern Mexikos in der Sierra Madre Occidental.

b) Der große südöstliche Kieferngürtel Nordamerikas mit eingezeichnetem Exkursionsweg und Stationen, wo Arten aufgesammelt wurden (nach KNAUER verändert).

Die Exkursion nahm am 9. März 1978 ihren Ausgangspunkt in Washington D. C., wo noch winterliche Temperaturen und Schnee anzutreffen waren. Für Kiefernvergleiche erwies sich die große Sammlung des berühmten Smithsonian Institut in Washington als besonders wertvoll, und man kann sich für eine Exkursion keinen besseren Ausgangspunkt als den des weltberühmten National Arboretum mit den zahlreichen seltenen Koniferen, wie zum Beispiel *Pinus bungeana* ZUCC. aus China, auswählen. Ideal erwies sich als nächster Stützpunkt die Stadt Atlanta in Georgia. Diese Stadt liegt bereits im Gebiet der Weihrauchkiefern. Eine erste Exkursion (Atlanta Nord) sollte die Zapfenformen der nördlichsten Vorkommen der Weihrauchkiefern ermitteln. Mittels eines Leihwagens war die Straße nach Nordwesten in Richtung Nord-Carolina unschwer zu erreichen. Lockere *Pinus taeda* L.-Wälder, begleitet von *Pinus virginiana* MILL., besiedeln die flach ansteigende Ebene. Zum Teil kommt auch die merkwürdige Pechkiefer (*Pinus rigida*) im Norden vor, welche durch ihre Stockaus schläge am Stamm eindeutig zu diagnostizieren ist. Zapfen von *Pinus rigida* MILL. wurden des öfteren zu Fossilvergleichen in Europa in Erwägung gezogen. Etwas nördlich der Stadt Gainesville, auf halbem Wege zur Grenze zum Bundesstaat South-Carolina, findet man in einer feuchten Hügellandschaft, welche den Beginn der Appalachen andeutet, bis etwa 400 m NN die nördlichsten *Pinus taeda* L.-Bestände. Die Kiefern zeigen sich übervoll mit Zapfen (vgl. Taf. I). Vielleicht erklärt die hohe Produktion die Häufigkeit der Fossilfunde. Zur größten Überraschung stimmen die morphologischen Details dieser Zapfen keineswegs mit jenen der Wiener Herbarien überein. Es handelt sich bei dieser Fundstelle um eine *Pinus taeda*-Form (im Text weiter als *Pinus taeda* Nord bezeichnet), deren Zapfen einen stark vorgezogenen Umbo mit relativ langem, kegelförmigem dickem Mucro aufweisen. Dieser ist apikal bei den Zapfen nach aufwärts, in Zapfenmitte eher eben ausgebildet und an der Basis oft leicht nach abwärts gerichtet. Die Größe der Zapfen beträgt 9–12 cm. Sie sind schlank, zylindrisch, doch fanden sich auch kleine Formen von höchstens 6 cm, selten auch sehr lange bis 14 cm. Sie sind bei Trockenheit alle geöffnet. Es scheint bemerkenswert, daß die meisten Zapfen in der Weise vom Baume brechen, daß die Basisschuppen und der Stiel auf dem Ast verbleiben. Daher fehlen den abgefallenen Zapfen fast stets sämtliche Basisschuppen. Oft fehlt das untere Ende fast bis zur Mitte. Die Zapfen dieser Fundstelle aus Nord-Georgia decken sich sowohl in der Variationsbreite als auch in jedem morphologischen Apophysendetail vollständig mit jenen der fossilen Zapfen des Hausruck, welche als *Pinus spinosa* HERBST bezeichnet werden! Es besteht kein Zweifel, daß diese Kiefer die Hausruckkohlenstümpfe des Jungtertiär bereits bewuchs. Es handelt sich daher bei *Pinus spinosa* HERBST keineswegs um eine heute ausgestorbene Kiefernart. Die Bäume werden etwa 10–20 m hoch und sind zum Teil bestandbildend. Die Nadelbündel bestehen regelmäßig aus drei Nadeln, die verhältnismäßig lang sind (etwa 10–15 cm), meist hellgrüne Farbe aufweisen und eher schüt-

ter am Baum angeordnet sind. Die männlichen Blüten waren an diesem Standort am 11. März noch vollkommen unreif. Die Zapfenmorphologie ist hier so eindeutig ausgeprägt, daß keinerlei Verwechslungsmöglichkeit zu anderen, auch nahe verwandten Kiefern besteht. Im gleichen Gebiet findet sich eingestreut *Pinus virginiana* MILL. mit wesentlich kleineren Zapfen mit kurzem, aufwärts gerichtetem, dornartigem, dünnem Mucro und nur zwei Nadeln im Faszikel. Nach Aufsammlungen an diesem für den Hausruckvergleich wohl wichtigsten Exkursionspunkt (Textabb. 1b, 1) erfolgte die Rückkehr nach Atlanta. Die nächste Exkursion (Atlanta Süd) führte von hier aus nach Süden bis an die Südspitze Floridas (vgl. Textabb. 1b). Weite Tiefebene, etwa in Meeresniveau liegend, mit relativ warmem Klima und lockeren Kiefernbeständen, aber ausgedehnten Sümpfen charakterisieren die Gegend Süd-Georgias und Nord-Florida. Auf dem Weg von Atlanta nach Süden treten mehr und mehr neue Kiefernarten zu unserer Weihrauchkiefer hinzu. Zunächst zeigten sich an dieser Straße von Atlanta nach Macon (vgl. Textabb. 1b) noch weitere reine *Pinus taeda*-Bestände, wobei man allerdings sagen muß, daß der Mucro der Zapfenapophysen etwas kürzer und dünner wird. Vereinzelt kommt auch *Pinus echinata* MILL. vor, welche wegen ihrer kleinen Zäpfchen und des kurzen nadelförmigen, stark nach aufwärts gebogenen Mucro unschwer von *Pinus taeda* L. zu unterscheiden ist. Sie zeigt sich allerdings auch zumeist dreinadelig. Es ist auffallend, daß sich die *Pinus taeda*-Zapfen etwa bei der Stadt Macon südlich Atlanta zu verändern beginnen, und zwar ähneln sie nun jenen Zapfen mehr und mehr, welche sich in Wien in meinem Herbarium finden. Der Mucro wird immer nadelförmiger, kürzer und senkrechter abstehend, die gesamte Apophyse scheint stärker gedrückt und der Querkiel deutlicher ausgeprägt und sehr regelmäßig. Man muß sagen, sobald *Pinus echinata* in das Taeda-Gebiet deutlicher eintritt, werden die Taeda-Zapfen kleiner und ein bißchen in Richtung *Echinata* verändert. Auch sitzen sie nun gerne zu zweit oder zu dritt auf Ästen beisammen, wie dies auch bei *Pinus echinata* regelmäßig der Fall zu sein pflegt.

Südlich von Macon – an einem Seitenweg der Straße, welcher nach Byronville führt – findet sich die erste »Slash« Pine, *Pinus elliottii* ENGELM., zusammen mit *Pinus palustris* MILL., der Sumpfkiefer (vgl. Taf. IV, Fig. 1). Die Zapfen letzterer Art waren von besonderem Interesse, denn HOFMANN 1931 hatte die Hausruckfossilien mit *Pinus palustris* MILL. verglichen. Es zeigt sich aber sofort, daß sie mit unseren Fossilien überhaupt nichts zu tun hat. Die Zapfen sind erheblich größer. Es handelt sich um riesige Exemplare von 20–30 cm Länge und einem Durchmesser von 15–20 cm in geöffnetem Zustand. Außerdem findet sich auf jeder Apophyse ein Mucro, der von der Zapfenspitze bis zur Zapfenbasis steil nach abwärts geneigt ist – ähnlich *Pinus jeffreyi* GREV. & BALF. –, und zwar in voller Regelmäßigkeit über die Apophysen des gesamten Zapfens. Allerdings ist die Basis und der Stiel meist weggebrochen. In der Nähe der Stadt Cordele im Süden von Macon fanden sich die ersten reinen Bestände

von *Pinus elliotti* ENGELM., der Slash Pine (vgl. Taf. IV, Fig. 3). Die Elliott-Kiefer, welche früher mit der Karibischen Kiefer zu einer Art zusammengezogen wurde, gehört zu der Gruppe der Südelemente der S. s. Australes. Bei Cordele findet sich ihr nördlichstes Vorkommen. Auch diese Kiefer besitzt Zapfen, die nach kurzer erster Durchmusterung in Größe und Form *Pinus taeda* L. etwas ähnlich sehen können. Aber die Unterschiede sind ganz augenfällig. Bei näherer Betrachtung zeigt sich, daß die Zapfen nicht nur meist etwas größer und vor allem gedrungener gebaut sind, sondern die Apophyse einen Dorn aufweist, welcher kurz, spitz und steil am ganzen Zapfen einheitlich in Richtung Zapfenspitze, also nach oben, weist. Die Schuppenschilder erscheinen am oberen Rand rhombischer geformt als bei *Pinus taeda* L. Im Übergangsgebiet zwischen Macon und Cordele, wo *Pinus taeda* an Häufigkeit wesentlich überwiegt, treten auch an den Zapfen von *Pinus elliottii* schwache Abweichungen auf. Da finden sich manchmal Apophysendornen, welche nicht einheitlich alle nach oben weisen, sondern ähnlich wie bei *Pinus taeda* senkrecht abstehen oder wie bei *Pinus palustris* zur Zapfenbasis hin gerichtet sind. Einige fossile Zapfen aus dem deutschen Miozän, zum Beispiel die von KILPPER (1968) auch unter *Pinus spinosa* angeführten und damit zum Formenkreis von *Pinus taeda* gestellten, scheinen aber eher mit den zwischen Macon und Cordele aufgefundenen *Pinus elliottii*-Formen übereinzustimmen. Von Cordele südlich tritt diese Kiefer, welche dichte Nadelbüscheln, meist aus Dreierfaszikeln bestehend, besitzt, regelmäßig und bestandbildend auf. Sie blüht ähnlich wie die Karibischen Kiefern, nämlich viel früher als alle anderen Australes dieses Gebietes von Georgia und Florida, und steht offenbar zu ersteren in engerer verwandtschaftlicher Beziehung. Zum erstenmal wurden an dieser Kiefer leuchtend blaue männliche Blüten registriert.

Der Straße in Richtung Florida folgend, kommt man an sandigen Erdnußfeldern vorüber, welche sich in sumpfigen Niederungen befinden, dicht eingesäumt von einem Mischwald aus Koniferen und Laubbäumen. Der Rot-Ahorn (*Acer rubrum* L.) stand gerade in voller Blüte. Die wunderschöne Färbung beweist die volle Berechtigung seines Namens. Die weiße Sumpf-Eiche (*Quercus lyrata* WALT.) befand sich noch im Winterschlaf, ebenso wie *Taxodium distichum*, die Sumpf-Zypresse, welche die Kurztriebe mit den Nadeln ähnlich wie die Blätter eines Laubbaumes im Winter abschüttelt. Noch keinerlei Knospen zeigten die Zweiglein. Hingegen streckte der Amberbaum (*Liquidambar styraciflua* L.), obwohl noch völlig kahl, seine ersten Blüten zaghaft hervor. Weiter südlich fand sich von Mittel-Georgia bis weit nach Florida hinein die imposante Sumpf-Kiefer (*Pinus palustris* MILL. oder Longleaf Pine, vgl. Taf. IV, Fig. 1) in geschlossenen Beständen. Sie wächst vorwiegend auf sandigem Boden und gibt sich schon aus der Entfernung durch bis 45 cm lange herabhängende Nadelbüsche zu erkennen. Charakteristisch sind auch die leuchtend hellgrauen filzigen Knospen und die Konstanz von jeweils drei Nadeln in einem Bündel. Zwischen

Cordele und Valdosta im Süden, bei dem kleinen Ort Arabi, durchquert ein Sandpfad im Sumpf (auf dem mein Leihwagen prompt steckenblieb, einsank und erst von einheimischen Indios wieder flottgemacht werden konnte) einen dichten *Pinus palustris*-Stand, an welchem alle Organe, auch die völlig reifen blauegrünen männlichen Blüten, Zapfen in der vollen Variationsbreite, von relativ kleinen bis zu riesigen Ausmaßen von etwa 25 cm Länge, dann auch Nadeln und Jungpflanzen aufgesammelt werden konnten. Besonders interessant sind bei *Pinus palustris* die Sämlinge. Sie erscheinen im jungen Zustand wie große Grasbüschel und wachsen etwa bis 2 m hoch, ohne sich zu verzweigen. Auf diesen findet man gelegentlich vier bis fünf Nadeln in einem Faszikel. Wir streifen den Rand des riesigen Okefenokee-Sumpfes (vgl. Textabb. 1 b), wo sich zusätzlich einige Bäume von *Pinus serotina* MILL. finden. Die Zapfen sind kurz einförmig bis kugelig gebaut mit einem kurzen, spitzen, nach aufwärts gerichteten Dorn. Für unsere Fossilvergleiche scheiden diese Zapfen so gut wie vollkommen aus. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die Zapfen jahrelang geschlossen auf dem Baum verbleiben. Erst wenn ein Buschbrand die Sumpfwälder auf viele Kilometer in ein Flammeninferno verwandelt, springen die Zapfen bei der enormen Hitze auf, so daß nach dem Brand die geflügelten Samen auf den gerodeten Waldboden fallen können und dort ausgezeichnet keimen. Ein Waldbrand wird in dieser Gegend nicht gefürchtet wie in Europa, sondern im Gegenteil oft künstlich herbeigeführt, um den dichten Urwaldunterwuchs der Kiefernsumpfwälder auf diese Weise zu roden. *Pinus serotina*, *Pinus taeda* und *Pinus palustris* überstehen diese Brände trotz der enormen Hitzeentwicklung. Das nächste Ziel sind zwei Kiefernarten Floridas, welche für einen Vergleich auch noch sehr in Betracht zu ziehen sind: nämlich *Pinus clausa* (CHAPM.) VASEY, die Sandkiefer, welche trockene oder auch etwas sumpfige Dünenande bewächst, und *Pinus densa* LITTLE & DORMAN, eher eine Varietät der Elliottkiefer, welche sich durch Sämlinge unterscheidet, die einem Grasbüschel gleichen und vorwiegend nur an der Südspitze Floridas oder am Mexikanischen Golf direkt am Wasser wachsen. Am 14. März wird die Grenze nach Florida an der Straße nach Ocala überschritten, und sogleich zeigen die Strahlen der Märzsonne die Annäherung an den Wendekreis. In den Sümpfen empfindet man das Klima bei Tag schon drückend heiß, die Nacht bringt nur geringe Abkühlung. Unsere Weihrauchkiefer steht hier bis zu 20 cm gelegentlich im Wasser, und die Zapfen werden wieder länger (eher wie ganz im Norden), jedoch der Muero dünn und spitz, wie dies bei *Pinus clausa* zu sein pflegt. Außerhalb des Sumpfes auf sandigem Boden kommt *Pinus glabra* WALT., eine rotblühende, kleinzäpfige Kiefer mit fichtenähnlichem Wuchs, vor. Bei Ocala in Florida werden die ersten *Pinus clausa*-(Sandkiefer-)Bestände erreicht. Die Zapfen sind kleiner als bei *Pinus taeda*, der Muero kurz, nadelförmig, spitz und nach oben weisend. Die Zapfen sind zu viert oder zu fünft oft beisammen und bleiben geschlossen. Die männlichen Blüten zeigen rote bis rotviolette Farbe. Im Gebiet der Sandkiefern neh-

men die Zapfen von *Pinus taeda* merkwürdigerweise ähnliche Gestalten an. Sie werden kleiner, die Apophysen flacher, jedoch mit einem prägnanten Querkiel und kurzen spitzen Dorn ausgestattet. Es sind jene Formen, welche sich häufig in europäischen Herbarien vorfinden und unserem Fossilvergleich sicherlich des öfteren dienen, *Pinus spinosa* aber sowenig gleichkommen, daß daraus geschlossen wurde, unser Fossil würde einer ausgestorbenen Art angehören. Auch finden sich Zapfenanhäufungen an einem Ast auf ähnliche Weise wie *Pinus clausa*. In meinen Herbarsammlungen bezeichne ich diese Kiefer als *Pinus taeda*-Süd (Florida). Südlich von Ocala versuchen wir die Küste des Golfes von Mexico zu erreichen, um dort *Pinus densa* aufzusammeln. Von der Straße nach Tampa zweigt ein Weg über Brooksville und die *Pinus clausa* bestandenen Sanddünen zur Küstenstraße ab, welche bei Wikiwachee erreicht wird. In der Küstenniederung finden sich bereits dichte Bestände von *Pinus densa* LITTLE & DORMAN. Sie besitzt geringfügig kleinere Zapfen als *Pinus elliottii* und kommt, was die Größe anlangt, der fossilen *Pinus spinosa* ziemlich nahe. Mucro und Apophysenform folgen jedoch genau der Beschaffenheit von *Pinus elliottii*, der Slashpine, womit sich ein weiterer Vergleich zu *Pinus spinosa* erübrigt. Bis an die Südspitze Floridas, in die Everglade-Taxodium-Sümpfe (vgl. Textabb. 1 b), ließ sich das Vorkommen dieser Kiefer, deren männliche blaue Blüten größtenteils schon ausgestäubt waren, verfolgen, wo allerdings Schwärme sehr lästiger kleiner Stechmücken den Aufsammlungsdrang stark verkürzten.

3. Exkursion Gulfport (Mississippi)

Der letzte Südabschnitt der Exkursion führte in die Gegend der Mississippi-mündung. Von dort sind selten auftretende Naturhybriden zwischen *Pinus palustris* MILL. (Sumpf-Kiefer) und *Pinus taeda* L. (Weihrauchkiefer) unter dem Namen *Pinus sondereggeri* CHAPM. bekannt geworden. Unter sachkundiger Führung von Wissenschaftlern der Forest Experimentation Station gelang es tatsächlich, Zapfen und männliche Blüten dieser seltenen Kiefer aufzusammeln. Als erstes Vergleichsergebnis läßt sich festhalten, daß die Zapfen von *Pinus sondereggeri* wesentlich länger als jene von *Pinus taeda* sind und die Apophyse einschließlich von Umbo und Mucro noch weiter vorgezogen sind als bei den extremsten Varianten der Weihrauchkiefer. Dagegen findet man abwärts gerichtete Mucrospitzen, wie dies bei *Pinus palustris* der Fall zu sein pflegt, kaum. Die männlichen Blüten erweisen sich eher als intermediär zwischen *Pinus taeda* und *Pinus palustris* ausgebildet. Es gibt solche, die der Form nach *Pinus taeda* ähneln, aber blau blühen, und solche, die der Form nach *Pinus palustris* ähneln, aber gelb mit roten Spitzen blühen. Als Fossilvergleich scheint diese Zapfenform wenig überzeugend.

Auf dieser Südostexkursion konnten alle für Fossilvergleiche in Frage kom-

menden Kiefernarten eingehend aufgesammelt und studiert werden. Es zeigte sich, daß *Pinus spinosa* HERBST aus dem Hausruck in allen morphologischen Details *Pinus taeda* L., Nordvariante aus der Gegend von Gainsville in Georgia, entspricht. Es muß daher angenommen werden, daß ein ähnlicher Formenkreis unter ähnlichen klimatischen Bedingungen in der Gegend des Hausruck im Jungtertiär existierte.

2. Exkursion Südkalifornien

Exkursionsweg: Atlanta – San Diego – Torrey Pine Res. – El Cajon – Rancho

Nach einem längeren Nachtflug quer über den amerikanischen Kontinent landet man morgens im strahlend sonnigen Kalifornien am Flugplatz von San Diego. Im Norden der Stadt zwischen dem weltberühmten ozeanographischen Institut von La Jolla und Del Mar liegt das Reservat der außerordentlich seltenen Torrey-Kiefern (*Pinus torreyana* PARRY), welche sonst nur noch auf einer Küsteninsel (Santa Rosa) vorkommt. Die Art gehört zur Subsektion *Macrocarpae* SHAW, deren fossile Vertreter gelegentlich aus dem europäischen Miozän in der Literatur angeführt werden (SIVAK & CARATINI, 1973; MIROV, 1967). Da auch die Blütezeit mit unserem Besuch etwa zusammenfiel, mußte eine eingehende Aufsammlung durchgeführt werden. Beispielgebend schützt die amerikanische Naturbehörde das Areal der seltenen Kiefern (Torrey Pine Park). Die größten bekannten Kiefernzapfen wurden östlich El Cajon bei Rancho-Cuyamaco in einer einsamen gebirgigen Waldgegend weit östlich von San Diego aufgesammelt. Es handelt sich um *Pinus coulteri* DON., deren Zapfen bis zu 3 kg Gewicht und eine Länge von 30 cm erreichen können.

3. Exkursion Nordmexiko

Exkursionsweg: Torreon – Durango – El Salto – Saltillo – S. L. Potosi – Mexico City

Der Hauptgrund, die Exkursion bis Nordmexiko auszuweiten, bestand in den Bemühungen, *Pinus engelmanni* CARR. am Naturstandort aufzusammeln. Die Art wurde interessanterweise von KILPPER (1968) mit den inkohlten fossilen *Pinus spinosa* H.-Zapfen des niederrheinischen, deutschen Miozän in Zusammenhang gebracht. Solche Vergleiche besitzen auch für Hausruckfunde eine gewisse Aktualität. Obwohl in Nord-Georgia das genaue Gegenstück zu unseren Hausruckfunden in Form der rezenten Weihrauchkiefer bereits aufgesammelt war, konnte a priori nicht ausgeschlossen werden, daß die Apachen-Kiefer Me-

xikos möglicherweise ganz ähnliche Zapfen ausbildet. Leider existiert in der Literatur nur eine alte Zeichnung von SHAW (1914), welche zwar mehrfach in der Folge kopiert wurde, im Bereich der Apophyse und des Mucro aber so viele Unklarheiten offenläßt, daß ein Urteil bezüglich unserer Fossilien wohl nur sehr vague gebildet werden konnte. SIVAK & CARATINI (1973) geben jedoch fossile Pollenfunde aus dem französischen Miozän an, welche *Pinus engelmanni* CARR. vergleichbar sein sollen. In europäischen Herbarien sind ausreichende Organe dieser Kiefer kaum zur Verfügung. So blieb nichts anderes übrig, als in die mexikanische Sierra Madre Occidental zu fahren und nach den exakten Angaben von MARTINEZ (1949) den Versuch zu unternehmen, Standorte aufzufinden. Vom feuchtheißen mexikanischen Monterrey nahe der Golfküste führt eine ausgezeichnete Autostraße steil ins mexikanische Hochland. Bei Saltillo finden sich verschiedene seltene Arten der mexikanischen Nußkiefen – Pinyon-Pines oder Pinyones genannt –, welche in Gebirgslandschaften den Rand der wüstenähnlichen Ebene des Bolson de Mapimi begrenzen. Die typischen Tafelberge begleiten den Weg der Wüstenlandschaft, an dessen Westende sich die Stadt Torreon befindet, wo der Rio Nazas seine segensreichen Fluten bereits aus der Sierra Madre Occidental herunterbringt und zum erstenmal in der Wüstenlandschaft Baumwollkulturen entstehen läßt. Nach mehr als 700 km Autofahrt empfiehlt sich die Stadt Torreon als Zwischenstation. Von dort aus führt eine Straße durch den Bundesstaat Durango bis an den Fuß der vulkanisch gebildeten Sierra Madre Occidental. Östlich der Stadt Durango – auch bekannt durch den gefährlichen weißen Durango-Skorpion (des Nachts halten Krankenhäuser die Fenster geöffnet, damit deren Licht weithin für Hilfesuchende sichtbar bleibt) – schlängelt sich die Straße über kaktteenbestandene, völlig trockene Hänge bis zu den Höhen von etwa 2000 m empor. Erst dort beginnt der Einfluß einer gewissen geringen Luftfeuchtigkeit, welche vom Westen her vom Pazifischen Ozean über den Gebirgshang tritt. Dort beginnen die ersten spärlichen Kiefern mit lockereren Beständen auf kahlen, kaktteenreichen, versteppten Roterdeböden. Es handelt sich um herrliche Pinyonkiefen (*Pinus cembroides* var. *cembroides*), deren Nüsse den einheimischen Indios als Nahrung dienen. Bald finden sich die mächtigen Solitäre der fünfnadeligen echten Apachenkiefer, *Pinus engelmanni* CARR., beladen mit großen, fast immer unsymmetrischen Zapfen. Die Analyse am Standort ergab bereits ein völlig eindeutiges Bild. Sämtliche Schuppenschilder von Spitze bis Basis weisen mit spitzem Mucro und etwas vorgezogenem Umbo steil nach abwärts in Richtung Zapfenbasis (vgl. Taf. V). Ein Merkmal, welches im krassen Gegensatz zur Beschaffenheit unserer Hausruckfossilien steht. Damit konnte *Pinus engelmanni* CARR. eindeutig für einen Vergleich ausgeschlossen werden. Es hätte auch wohl sehr überrascht, wenn eine Kiefer der mexikanischen trockenen Kaktteensteppenlandschaft im Jungtertiär unseres Hausruck-Braunkohlenreviers, also ehemaliger Sümpfe, existiert hätte. Auf Grund der Apophysenmorphologie besteht Ähnlichkeit zu *Pinus jeffreyi* und

Pinus palustris. Auch die blaue Farbe der männlichen Blüten offenbart eine gewisse verwandtschaftliche Beziehung zu letztgenannter Kiefer. Mexiko mit mehr als einem Drittel (!) der existierenden Kiefernarten hätte noch viel mehr Zeit zum Aufsammeln verdient. Der Vergleich für unsere Hausruckkiefern ließ sich jedoch eindeutig abschließen, und so konnte man, bepackt mit mehreren Koffern Sammlungsmaterial (Zapfen, Samen, Blüten, Pollen, Zweigen), die Heimreise in einem Nachtflug von Mexico City über Paris nach Wien antreten.

Vorschläge für Anpflanzungen in Parks erdwissenschaftlicher Institute, Museen und Bergwerksverwaltungen

Es ist sehr eindrucksvoll und vermittelt den unmittelbaren Kontakt zur Natur, wenn man die prächtigen, oft exotisch anmutenden Baumriesen bestaunen kann, deren verwandte Vorläufer in unseren heimischen Braunkohlen und sonstigen Fossilagerstätten durch inkohlte Organe wie Zapfen, Pollen, Nadeln und Blätter dokumentiert sind. Im Hausruck-Kohlenrevier wurden fossile Zapfen der heute noch in Amerika lebenden Weihrauchkiefer nun mehrfach nachgewiesen. Wenn in den Grünflächen der Museen Oberösterreichs die ausgestellten Pflanzenfossilien durch die lebenden Gegenstücke ergänzt werden könnten, wäre dem Besucher ein bleibender Eindruck der Gesamtpflanze geboten. Klimatisch sind ähnlich wie die Weihrauchkiefern viele rezente Vertreter unserer Tertiärfossilien mit einiger gärtnerischer Umsicht ohne weiteres zu erhalten, wie auch ein Blick auf die Winterhärte-tabelle S. 180 vermitteln mag. Es existieren auch schon Möglichkeiten in Europa, Jungpflanzen dieser Exoten zu erwerben. Aber auch den Bergmann mag in den Parkanlagen seiner Betriebe die eine oder andere exotische Pflanze daran erinnern, daß er untermits bei seiner schweren Arbeit die fossilen Holzstämme der Vorfahren der in den Parks kultivierten Kiefern als Rohstoff »Kohle« fördert. Und wenn ein Geologe in der Grünfläche seiner Dienststelle einmal eine Sumpf-Zypresse, einen Amberbaum oder einen Rot-Ahorn in voller Größe bestaunen kann, mag sein Blick bei den Kartierungsarbeiten in den Aufschlüssen noch geschärfter auf die entsprechend gestalteten Fossilfunde gerichtet sein.

Kurze Auswahl von Jungtertiärpflanzen, deren rezente Vertreter sich in österreichischen Parks bei einiger Umsicht kultivieren ließen:

Lateinischer Name	Deutsche Bezeichnung	Klimazone
<i>Picea omorika</i> PURKYNE	Omorika-Fichte	4
<i>Taxus baccata</i> L.	Eibe	6
<i>Ilex aquifolium</i> L.	Stechpalme	6
<i>Taxodium distichum</i> RICH.	Sumpf-Zypresse	4
<i>Sequoia sempervirens</i> ENDL.	Küstenmammutbaum	7

Lateinischer Name	Deutsche Bezeichnung	Klimazone
<i>Sequoiadendron giganteum</i> BUCHH.	Mammutbaum	6
<i>Metasequoia glyptostroboides</i> HU & CHENG	Chinesisches Rotholz	5
<i>Cryptomeria japonica</i> DON.	Japanischer Sichelbaum	5
<i>Sciadopitys verticillata</i> S. & Z.	Japanische Schirmtanne	5
<i>Torreya nucifera</i> S. & Z.	Nußbeibe	5
<i>Pinus densiflora</i> S. & Z.	Japanische Rotkiefer	4
<i>Pinus taeda</i> L.	Weihrauchkiefer	6
<i>Pinus sibirica</i> MAYR.	Sibirische Zirbelkiefer	2
<i>Pinus peuce</i> GRISEB.	Rumelische Kiefer	4
<i>Pinus griffithii</i> McCLELLAND	Himalaya-Tränenkiefer	5
<i>Pinus armandi</i> FRANCH.	Chinesische Armands-Kiefer	5
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	Amerikanischer Amberbaum	5
<i>Acer rubrum</i> L.	Rot-Ahorn	5
<i>Carya ovata</i> KOCH	Hickory-Nuß	6
<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	Tulpenbaum	4
<i>Magnolia</i> sp.	Magnolie	5

Bedankungen

Die Basis vorliegender Studie stellen die fossilen Föhrenzapfen des Hausruck dar. Die umsichtige Aufsammlung der Funde ist in erster Linie Herrn Dipl.-Ing. Alois Katterl und Herrn Reviersteiger Bruno Zuber zu verdanken. Die gute Erhaltung und reiche Auswahl ermöglichte die Abschätzung der Variationsbreite und damit die Ausgangsbasis für die Forschungsreise. Dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung ist ein Beitrag zur Ermöglichung der Exkursion zu verdanken. In den USA konnte man sich der vielseitigen Unterstützung der Wissenschaftler und Forstleute erfreuen. So besonders Dr. Elsbert Little jun., Smithsonian Institut of Washington, und Dr. Frederick Meyer von National Arboretum in Washington sowie Dr. O. O. Wells von Forest Experimentation Station in Gulfport, Mississippi. Herr Dr. Reinhard Zetter sowie Frau stud. rer. nat. Brigitte Glock besorgten die mühevollen Herbarisierung und Präparationsarbeit des Exkursionsmaterials sowie die Reinschrift des Manuskriptes in bewährter Weise. Ihnen allen möchte ich ganz besonders herzlich danken.

Zusammenfassung

Um zu untersuchen, welche heute noch lebenden Kiefernarten Zapfen produzieren, welche jenen der Hausruckfossilien am meisten ähneln, wurde eine Exkursion durch den ausgedehnten subtropischen Kieferngürtel des Südosten der USA als auch nach Kalifornien und Mexiko unternommen. Es zeigt sich, daß *Pinus spinosa* HERBST der Hausruckkohlschichten in allen Details der Zapfenmorphologie, -größe, Gestalt der Apophysen der amerikanischen Weihrauchkiefer *Pinus taeda* L. (Loblolly pines) der flach ansteigenden Gebirgslandschaft des nördlichen Georgia (Gainsville) entspricht. Die Kiefern weisen hohe Zapfenproduktion auf, was die Häufigkeit der Fossilfunde erklären mag. Obwohl das Gebiet von *Pinus taeda* L. bis weit südlich nach Florida reicht und gemeinsam mit *Taxodium distichum* Sumpfbereiche besiedelt, weichen Wuchs und Apophysenbau bei den südlichen Varietäten geringfügig von unseren Fossilfunden ab. Die weitere Überprüfung am Standort ergab, daß *Pinus engelmanni* CARR. von den Trockenstandorten der Sierra Madre Occidental in Mexiko wegen vollkommen verschiedenen Apophysenbaues für einen Vergleich ausscheidet. Dies gilt auch für *Pinus palustris* MILL., die Sumpfkiefer, und *Pinus sondergergeri* CHAPM., einer Naturhybride *Pinus taeda* x *Pinus palustris*. *Pinus pungens* LAMB., *Pinus rigida* MILL., *Pinus elliottii* ENGELM., *Pinus serotina* MICHX. und *Pinus clausa* (CHAPM.) VASEY, welche zwar im Vergleich zu *Pinus taeda* L. ähnlich gebaut sind, aber auf Grund verschiedener Zapfenmerkmale sehr wohl unterscheidbar erscheinen, kommen für unsere Fossilvergleiche nicht in Betracht. In den Tafelbeilagen werden die rezenten Zapfen von *Pinus taeda* L. jenes Standortes, welcher unseren Fossilfunden am meisten entspricht, *Pinus spinosa* HERBST aus dem Hausruck gegenübergestellt als auch der Habitus der Kiefern am Standort gezeigt.

Schließlich wird der Vorschlag gemacht, in allen Parks erdwissenschaftlicher Anstalten, Museen und Braunkohlenbergwerken, welche Pflanzenfossilien dieser oder ähnlicher Arten aufbewahren, mit Bäumen aus dem Verwandtschaftskreis der Fossilien zu bepflanzen. Viele davon sind bei sorgfältiger Pflege ausreichend winterhart und in unseren Breiten zu erhalten. Der Besucher von Museen wie auch die Bergleute würden sich sicher freuen, in der Natur die lebenden Zeugen dieser Fossilien direkt vor Augen zu haben.

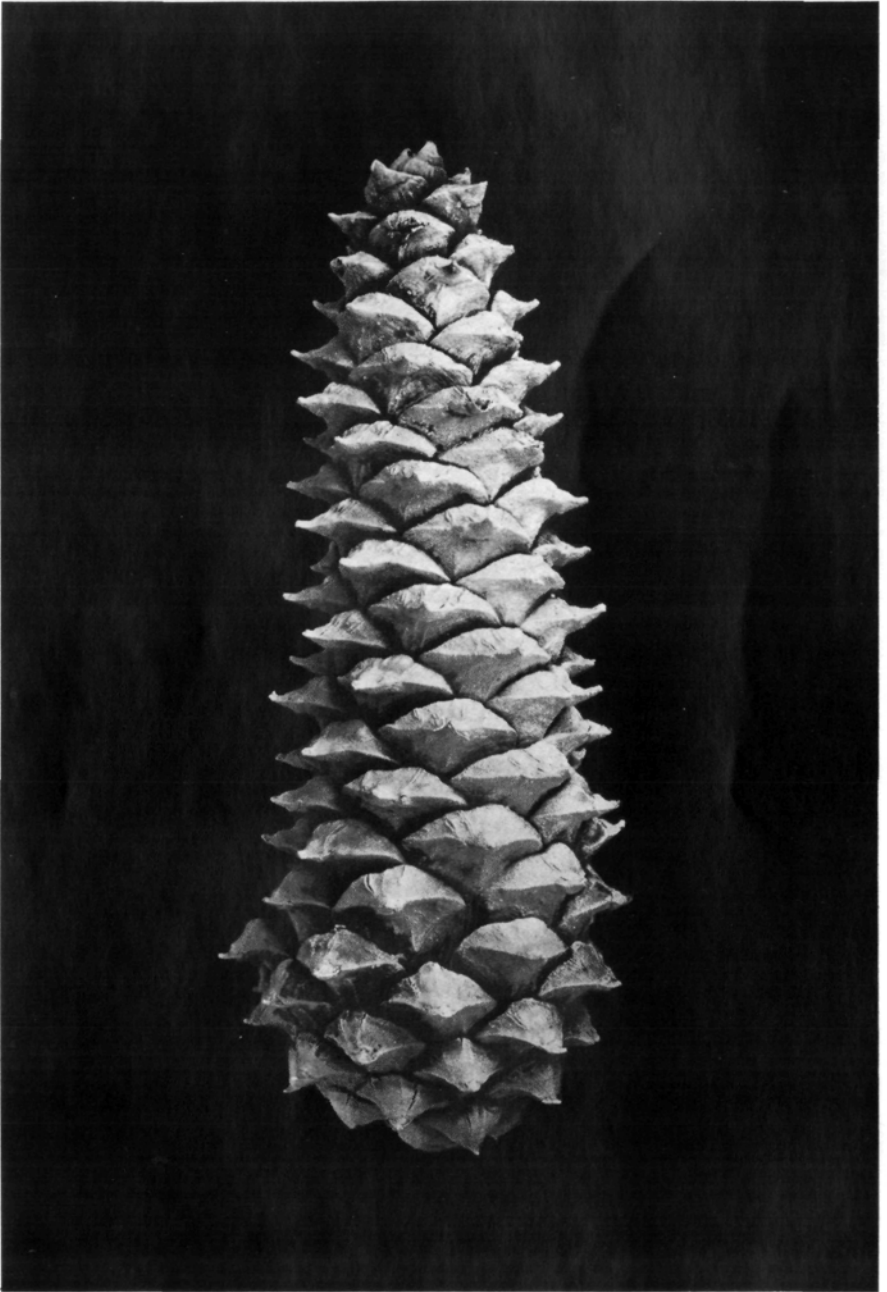
Literatur

- Beissner, L., 1909: Handbuch der Nadelholzkunde. – 2. Aufl., Verl. Paul Parey, Berlin.
- Critchfield, W. B. & Little, E. L., 1966: Geographic Distribution of the Pines of the World. – U. S. Dept. Agric. For. Serv. Misc. Publ. 991: 97 S., Washington, D. C.
- Ettingshausen, C. v., 1851: Die tertiäre Flora der Umgebung von Wien. – In: Die Tertiär-Flora der Österr. Monarchie. Abh. Geol. Reichsanstalt, Wien.
- Gaussen, H., 1960: Les Gymnospermes actuelles et fossiles. – Trav. Lab. For. Toulouse, 2, I. sect., 1 (6) Généralités. Genre Pinus. 272 S., Toulouse.
- Goburnov, M. G., 1958: Tertiary Pines (Pinus) of Western Siberia. – Both. Zh. Akad. Wiss. USSR, 43 (3): 337–352, Moskau.
- Hofmann, E., 1927: Palaeobotanische Untersuchungen über das Kohlenvorkommen im Hausruck. – Mitt. Geol. Ges., XX: 1–28, Wien.
- Hofmann, E., 1931: Über die Hausrucker Kohle und ihre Pflanzen. – Vöcklabrucker Heimatmappe 65: 3–15, Vöcklabruck.
- Kilpper, K., 1968a: Koniferenzapfen aus den tertiären Deckschichten des niederrheinischen Hauptflözes 1. – Paläontographica, B, 121: 159–168.
- Kilpper, K., 1968b: Koniferenzapfen aus den tertiären Deckschichten des niederrheinischen Hauptflözes, 1. Pinus L. – Paläontographica, B, 123: 213–220.
- Klaus, W., 1977: Neue fossile Pinaceen-Reste aus dem österreichischen Jungtertiär. – Beitr. Paläont. Österr. 3: 105–127, Wien.
- Klaus, W., 1978: Neue fossile Föhrenreste aus dem Raum von Linz. Zur Stammesgeschichte der Schwarzföhre, Pinus nigra ARN. – JbOÖMV. Bd. 123/1: 209–222, Linz.
- Krüssmann, G., 1960: Handbuch der Laubgehölze. – Verl. Paul Parey, Berlin.
- Krüssmann, G., 1972: Handbuch der Nadelgehölze. – Verl. Paul Parey, Berlin.
- Little, E. L. & Critchfield, W. B., 1969: Subdivision of the genus Pinus. – U. S. Dept. Agric. For. Serv. Misc. Publ., 1144: 1–51, Washington, D. C.
- Mai, D. H., 1965: Eine pliozäne Flora von Kranichfeld in Thüringen. – Mitt. ZGI, 1: 37–64, Berlin.
- Martinez, M., 1948: Los pinos Mexicanos (2nd Ed.). – Ed. Botas, Mexico City.
- Mirov, N. T., 1967: The Genus Pinus. – Ronald Press Co., 602 S., New York.
- Shaw, G. R., 1914: The Genus Pinus. – Arnold. Arbor., 5: 225–227.
- Sivak, J. & Caratini, C., 1973: Determinations de pollens de Pinus Américains dans le Miocène Inférieur des Landes (France), d'après la structure de l'ectexine de leurs ballonets. – Grana 13 (1): 1–17.
- Unger, F., 1847: Chloris protogaea. Beiträge zur Flora der Vorwelt. – 149 + CX S., Leipzig.



Pinus taeda L. Weihrauchkiefer am nordamerikanischen Naturstandort in Nord-Georgia. Aufnahme an der Straße Gainsville-South-Carolina. Beachtlich hohe Zapfenproduktion auf jedem Baum. - Phot. Klaus

Tafel II



Pinus taeda L. Weihrauchkiefer. Zapfen. Lichtseite. Aufsammlung des Verfassers vom amerikanischen Standort nördlich Gainesville. Zapfen des Baumes von Tafel I. Mucro und Apophyse entsprechen den Fossilfunden. Nat. Größe. Phot. Klaus

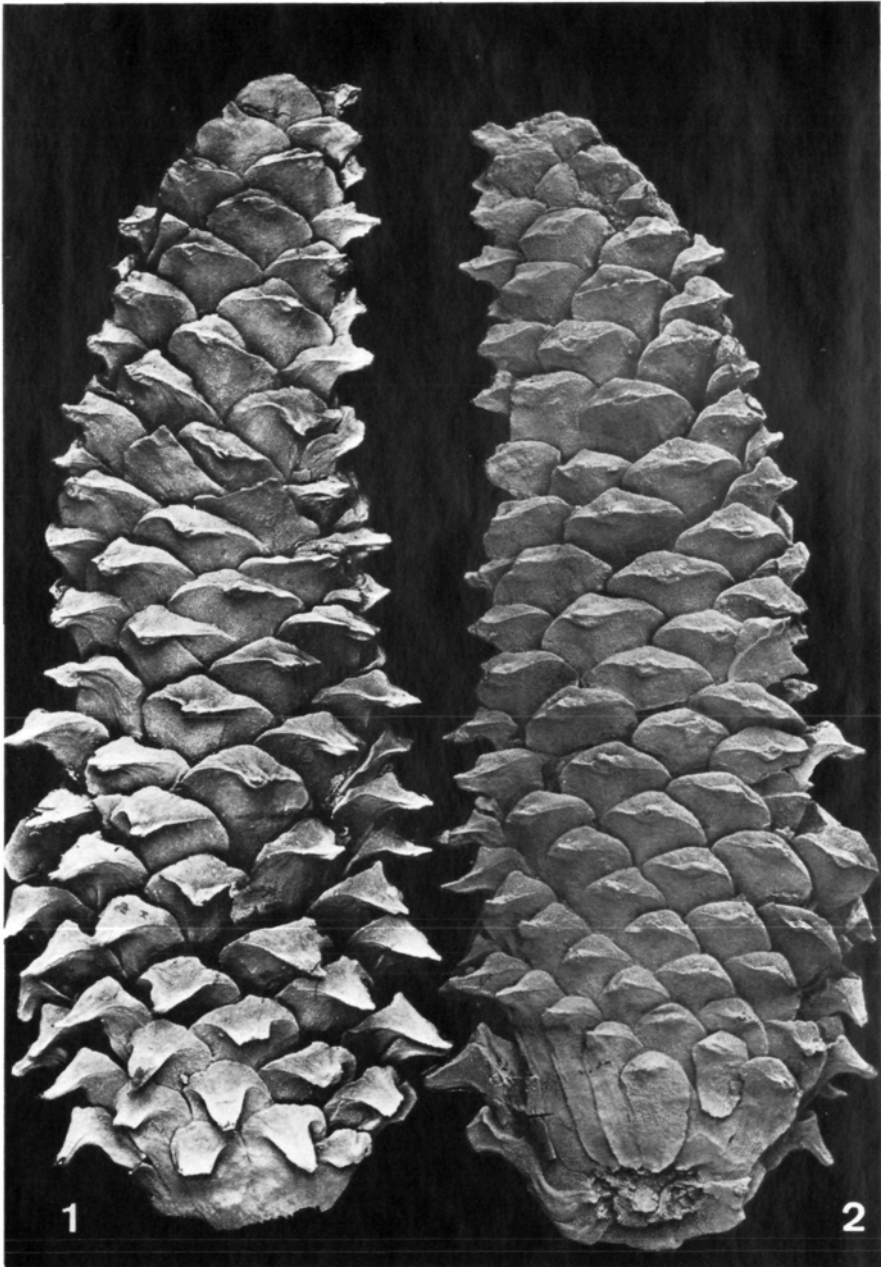


Fig. 1: *Pinus spinosa* HERBST. Lichtseite eines fossilen inkohlten Zapfens aus dem Illing-Gebiet des Hausruckkohlenreviers, Heissler-Stollen, Hamminger Feld. Ober-Miozän. Fund: Dipl.-Ing. A. Katterl. Etwa $\frac{1}{3}$ vergrößert. Phot. Klaus

Fig. 2: *Pinus spinosa* HERBST. Schattenseite des gleichen Zapfens. Kleinere Zapfenschuppen. Asymmetrie wird deutlich. Ebenso die natürliche Abbruchstelle der Zapfenbasis. Etwa $\frac{1}{3}$ vergrößert. Phot. Klaus

Tafel IV



Fig. 1: *Pinus palustris* MILL. Sumpfkiefer. Süd-Georgia bei Valdosta. Vergleichsart von HOFMANN 1931. Phot. Klaus

Fig. 2: *Pinus engelmanni* CARR. Apachenkiefer. Mexiko. Sierra Madre Occidental. Durango. Westlich Otinapa. Von diesem Baum wurden 1978 Zapfen aufgesammelt. Vergleichsart KILPPER 1968. Phot. Klaus

Fig. 3: *Pinus elliottii* ENGELM. Slash Pine. Elliott-Kiefer. Süd-Georgia bei Cordele. Phot. Klaus

Fig. 4: *Pinus glabra* WALT. Gulfport (Mississippi). Forest Experimental Station. Rote männliche Blüten, kleine Zapfen. Phot. Klaus

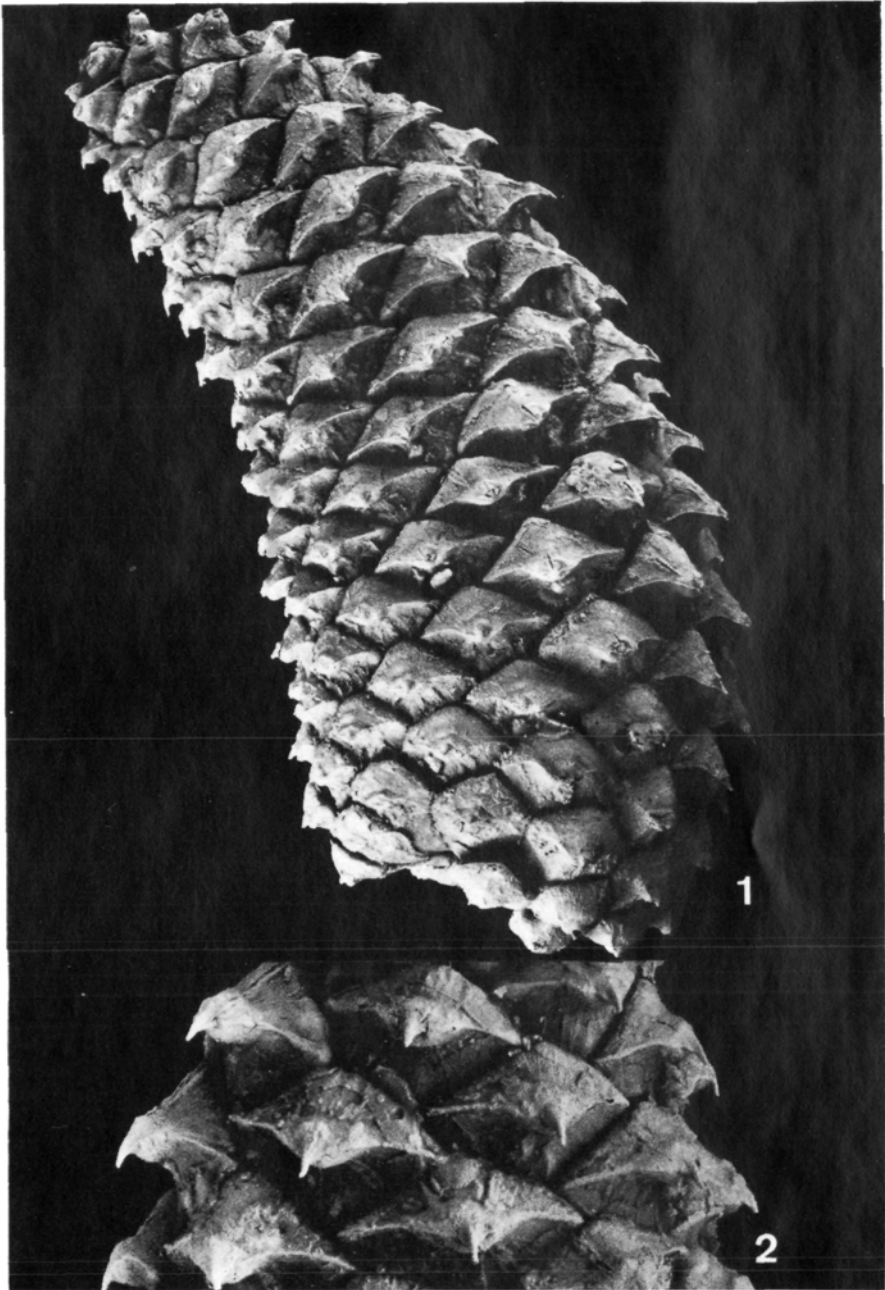


Fig. 1: *Pinus engelmanni* CARR. Apachenkiefer. Seitenansicht. Mexiko. Sierra Madre Occidental. Standort westlich Otinapa. Durango. Aufsammlung des Verfassers. Der Mucro ist allseitig von Zapfenspitze bis Zapfenbasis nach abwärts gebogen. Mit unseren fossilen *Pinus spinosa* H. Zapfen aus dem Hausruck (vgl. Taf. II und Taf. III, Fig. 1 und 2) nicht vergleichbar.

Fig. 2: *Pinus engelmanni* CARR. Vergrößerung des mittleren Zapfenabschnittes. Mucro allseitig deutlich nach abwärts gebogen.