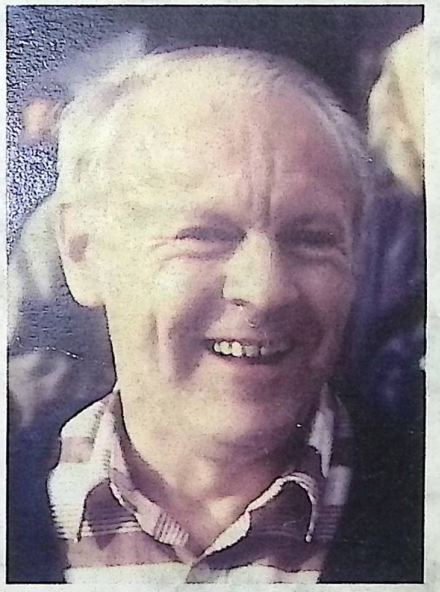
documenta naturae no. 155

München 2006

Teil 6: Relikte im Tertiär

GREGOR, H.-J. & MELLER, B.:

***Tetraclinis* MAST. – der Araarbaum als Modell für die Problematik paläoökologisch-paläoklimatischer Rekonstruktionen**



In memoriam

Erwin Knobloch †

1934-2004

DOCUMENTA NATURAE

Nr. 155 – Teil 6 2006

ISBN-13: 978-3-86544-456-1 ISSN 0723-8428
ISBN-10: 3-86544-456-3

Herausgeber der Zeitschrift Documenta naturae im Verlag (Publishing House) Documenta naturae - München (Munich)

Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, D-82140 Olching
Dr. Heinz J. Unger, Nußbaumstraße 13, D-85435 Altenerding

Vertrieb: Dipl.-Ing. Herbert Goslowsky, Valerystraße 55, D-85716 Unterschleißheim,
e-mail: goslowsky@documenta-naturae.de

Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge mit Themen aus den Gebieten Geologie, Paläontologie (Lagerstättenkunde, Paläophytologie, Stratigraphie usw.), Botanik, Anthropologie, Domestikationsforschung, Vor- und Frühgeschichte u.a.

Die Zeitschrift ist Mitteilungsorgan der Paläobotanisch-Biostratigraphischen Arbeitsgruppe (PBA) im Heimatmuseum Günzburg

Für die einzelnen Beiträge zeichnen die Autoren verantwortlich, für die Gesamtgestaltung die Herausgeber.

©copyright 2006 Documenta Verlag. Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb des Urheberrechtsgesetzes bedarf der Zustimmung des Verlages. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen jeder Art, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und für Einspeicherungen in elektronische Systeme.

Gestaltung und Layout: Juliane Gregor und Hans-Joachim Gregor

Umschlagbild: Fossiler *Tetraclinis* -Rest

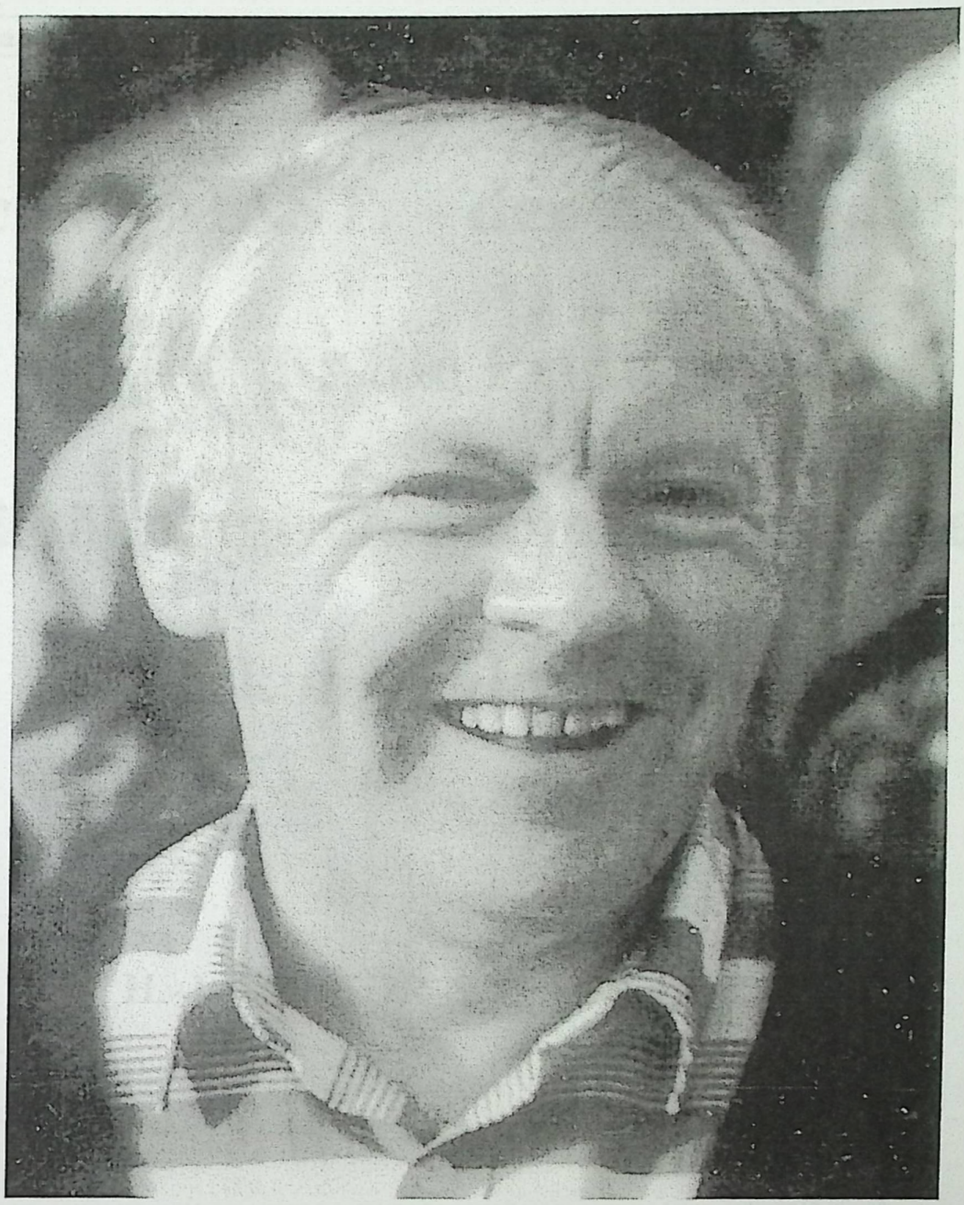
www.palaeo-bavarian-geological-survey.de; www. documenta-naturae.de

München

2006

Inhalt von Teil 6

GREGOR, H.-J. & MELLER, B. : *Tetraclinis* MAST. – der Araarbaum
als Modell für die Problematik paläoökologisch-paläoklimatischer Rekonstruktionen



In memoriam Erwin Knobloch † 1934-2004

Ich bedanke mich bei den Kolleginnen und Kollegen, die diesem Gedenkband mit Beiträgen gestaltet haben:

G. WOROBIEC. J. KASIŃSKI, M. LESIAK (Krakow)
L. RÜFFLE, W. KRUTZSCH (Berlin)
R. HANTKE (Zürich-Stäfa), U. OBERLI (St. Gallen)
T. C. FISCHER, R. BUTZMANN, TH. GÜNTHER (München)
M. PINGEN (Hürtgenwald-Gey), H. SCHMITT (Dietramszell)
W. SCHNEIDER (Hoyerswerda)
V. TEODORIDIS, Z. KVACEK, M. KONZALOVA (Prag)
L. HABLY (Budapest), E. MARTINETTO (Torino)
B. MELLER (Wien), E. VELITZELOS (Athen)

Hans-Joachim GREGOR (Documenta naturae, Olching)

Documenta naturae	155	6	S.1-33	8 Abb.	2 Tab.	3 Taf.	München	2006

Tetraclinis MAST. – der Araarbaum als Modell für die Problematik paläoökologisch-paläoklimatischer Rekonstruktionen

H.-J. GREGOR & B. MELLER

Schlüsserwörter: Paläoökologie, Paläoklima. Rekonstruktionen, Flora, *Tetraclinis*

Keywords: Palaeoecology, palaeoclimate, reconstructions, flora, *Tetraclinis*

Adresse der Autoren:
Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, D-82140 Olching, e-mail: h.-j.gregor@t-online.de
Dr. Barbara MELLER, Institut f. Paläontologie Universität Wien, Geozentrum, Althanstr. 14, A-1090 Wien, e-mail: barbara.meller@univie.ac.at und Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, A-1030 Wien.
Die Autoren sind Mitglieder des Paläobotanisch - biostratigraphischen Arbeitsgruppe im Heimatmuseum Günzburg und Naturmuseum Augsburg

Zusammenfassung

Die Untersuchung des rezenten Standortes der heute monospezifischen Gattung *Tetraclinis* in SE-Spanien und der Vergleich mit miozänen Vorkommen zeigt, dass rezente Relikte nicht geeignet sind, fossile Klimate zu rekonstruieren, aber in manchen Fällen die chemisch-physikalischen Bedingungen von Standorten. *Tetraclinis* wächst in Spanien nicht auf reinen Kalkböden und sie ist nicht allein vom Niederschlag abhängig, da einerseits die Wurzeln tief hinab reichen und andererseits die durch das nahe Meer bedingte Luftfeuchtigkeit zur Wasserversorgung mit beiträgt. Somit kann sie heute in einem Bs- oder Cs-Klima wachsen im Gegensatz zum Cfa-Klima im Miozän. Somit muß das Klima, unter dem eine fossile Form gelebt hat, durch die Gesamtheit aller Taxa einer Flora oder Fauna rekonstruiert werden – nicht durch Einzelelemente und nicht durch heute monospezifische, endemische oder reliktische Gattungen, speziell von Koniferen.

Summary

The investigation of the modern habitat of *Tetraclinis articulata* in SE-Spain and the comparison with the fossil occurrences in Miocene deposits in Europe enlightened probably the discussion about the change of the ecological-climatic conditions of the genus between the Miocene and today. The modern species is not growing on pure limestones and they do not depend only on rain. Their roots are based in deeper horizons below the limestones, in carstic fissures, and they can take water from those fissures as well as from the fog and the humidity of the nearby sea. Therefore, the plant can live today under a Bs- or Cs-climate in contrast to the Cfa-climate during the Neogene and the reconstruction of palaeoecology and palaeoclimate of a habitat should be done with all taxa of a flora.

Inhalt **Seite**

Zusammenfassung 2
1. Einleitung und Dank 3
2. Paläophytologische Methoden zur Klima-Rekonstruktion 3
2.1 Allgemeines 3
2.2 Definitionen 4
2.2.1 Klima und Vegetation 4
2.2.2 Standort und Wuchsort 5
3. Die Gattung *Tetraclinis* MAST. 6
3.1 Heutige Wuchsorte 6
3.2 Miozäne Standorte 8
3.3 Vergleich und Klimaproblematik 10
4 Weitere Beispiele 13
5 Auswertung 13
6 Literatur 14
Abbildungen 18
Tafeln 28

1. Einleitung

Paläoklimatische Analysen gehören heute zu den wichtigsten Zielen und Aufgaben der paläophytologischen Erforschung des Paläogens und des Neogens. Die „Proxies"/Schlußfolgerungen aus Vegetationsänderungen in Abhängigkeit von Paläoklima und Paläogeographie geben Hinweise auf die klimawirksamen Prozeße der Vergangenheit und damit ebenso auf die Steuermechanismen der zukünftigen Klimaentwicklung. Grundlage für alle Analysen sind gut dokumentierte und nach modernen wissenschaftlichen Methoden ausgegrabene und untersuchte Floren, als auch eine genaue Kenntnis der heutigen Pflanzenvergesellschaftungen und ihrer klimatischen Ansprüche.

Am Beispiel der Gattung *Tetraclinis* (Araar-Baum), einer heute monospezifischen Cupressaceen-Gattung, die nur lokal in S-Spanien und im Atlas-Gebirge und anderen Stellen in N-Afrika vorkommt und im Miozän in zahlreichen Floren vertreten war (Abb. 1), wird die Problematik bei der paläoklimatischen Interpretation monospezifischer Gattungen aufgezeigt und neue Daten zum Standort und den Klimaansprüchen dieser Gattung geliefert. Zum besseren Verständnis werden zunächst kurz die paläophytologischen Methoden und einige Definitionen vorgestellt.

2. Paläophytologische Methoden zur Klima-Rekonstruktion

2.1 Allgemeines

Taxonomisch eindeutige Bestimmungen von Pflanzenfossilien geben klare Klimate und Biotope an, basierend auf dem Aktualitätsprinzip, die Taxa betreffend. Der Vergleich mit speziellen rezenten Arten setzt voraus, dass morphologisch ähnliche Arten unter ähnlichen klimatischen Verhältnissen wachsen (vgl. auch MOOSBRUGGER 1999) und dass alle Arten einer Gattung verglichen wurden, was bei artenreichen Gattungen allerdings fast nie möglich bzw. schwierig ist. Der Vergleich auf Gattungsniveau erbringt zwar zunächst eine weitere Temperatur- und Niederschlagsspanne, der Bereich, in dem alle nachgewiesenen Gattungen vorkommen können, ist jedoch meist begrenzt. Beide Ansätze wurden in der Vergangenheit schon öfter diskutiert und können auch unterschiedlich gesehen werden.

Generisch und artlich eindeutige Bestimmungen gibt es jedoch nicht für alle Pflanzenorgane. Fruktifikationen oder Blätter mit Kutikular-Erhaltung sind meist sicher generisch und artlich bestimmbar, Blatt-Abdrücke schon seltener. Pollen wurden in der Vergangenheit häufig Formgattungen zugeordnet, wodurch ihnen ihre paläoökologische Aussagekraft z.T. verloren ging. Wenn fossile Pollen rezenten Gattungen und Familien zugeordnet werden (z.B. KLAUS 1984, MELLER et al. 1999, ZETTER 1998, HOFMANN et al. 2002), sind sie aber gleichermaßen verwendbar. Fossile Hölzer werden ebenfalls meist Formgattungen zugeordnet und sind zusätzlich häufig umgelagert und damit für die Klima- und Biotop-Rekonstruktion der sie enthaltenden Fundschichten nicht verwertbar (z. B. GOTTWALD 1997, 2000), wohl aber für die umgelagerte Fazies.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass es auch Methoden zur Klima-Rekonstruktion gibt, die unabhängig von Bestimmungen sind, wie die Blattrandanalyse (CLAMP = Climate leaf analysis multivariate program (WOLFE 1993)) oder Stomataindices (POOLE & KÜRSCHNER 1999). Diese sind aber für die vorliegende Problematik nicht von Bedeutung und sollen daher auch nicht weiter ausgeführt werden.

Wenn paläoklimatische Auswertungen auf den rezenten klimatischen Daten der nachgewiesenen Gattungen aufbauen, sind besonders heute monospezifische Gattungen in kleinen Reliktarealen kritisch zu bewerten. Das heutige Areal hat sich aus den paläogeographischen und klimatischen Bedingungen der Vergangenheit entwickelt. Einige *Pinus*-Arten, die auf sandigen Böden wachsen, wachsen nur deshalb dort, weil hier keine

(kaum) anderen Pflanzen wachsen können und sie andererseits auf reicheren Böden von anderen Pflanzen verdrängt werden. Weiterhin ist es in manchen Gebieten mit starkem anthropogenem Einfluß schwierig, die natürlichen Vegetationstypen zu erkennen.

Kritisch muss auch die Vergleichbarkeit fossiler Floren aus unterschiedlichen Sedimenttypen betrachtet werden, insbesondere aus plattigen feinkörnigen spaltbaren Sedimenten und aus schlämmbaren Lockersedimenten (vgl. GÜNTHER & GREGOR 1989-2004). Spaltbare Sedimente dokumentieren in vielen Fällen ruhige Sedimentationsbedingungen mit wenig Eintrag aus dem Hinterland und damit wenigen Elementen der zonalen Vegetation und damit des mesophytischen Waldes (Ausnahmen z.B. Maarseen). Schlämmbare Sedimente sind meist grobkörniger und enthalten häufig mehr Elemente der zonalen Vegetation, die ein eindeutiger Klima-Indikator darstellt. Feinkörnige schlämmbare Sedimente enthalten dagegen fast ausschließlich eine artenarme azonale Pflanzenvergesellschaftung (vgl. z.B. MELLER 1998: 565). Dies heißt jedoch nicht, dass nur zonale Elemente zur Klima-Rekonstruktion verwendet werden können, da die azonale Vegetation nicht allein von den edaphischen Faktoren abhängig ist, sonden auch von der Vegetation des Hinterlandes.

2.2 Definitionen

2.2.1 Klima und Vegetation

Definitionen von häufig verwendeten Begriffen (vgl. auch GREGOR 1980, 1982, GREGOR & STORCH 1999, WALTER 1958/59, 1968, 1973a, b, c, 1990 und WALTER et al. 1975). In MÜLLER 1996 findet man zusammengefasst die Klimaklassifkationen nach KÖPPEN und TROLL, sowie die überarbeiteten Tabellen der Klimadaten nach den Bänden des METEOROLOGICAL OFFICE LONDON 1967-77).

Klima: - Gesamtheit **atmosphärischer** Bedingungen an einem Punkt der Erdoberfläche. Problematisch ist daher die richtige Korrelation mit den $\delta\, 0^{18}$-Werten aus dem marinen Milieu – denn es existiert kein subhydrisches Klima (vgl. näheres in TISCHLER 1993: 155, 156, 158)

Makroklima: Gebiete von einigen hundert Kilometern bis zu größere Zonen, z.B. Kontinent, Großklima vereinigt unterschiedliche kleinere Klimatypen zu einer mittleren Anzeige.

Mesoklima: Klima großregionaler Einheiten, oft mit einem Vegetationstyp verbunden, z. B. mesophytischem Wald, beträgt z.B. 1/2 - 1 Mill. km^2 in Amerika und China; das Mesoklima wird in der Paläophytologie im Hinblick auf die Klassifizierung nach KÖPPEN (1923, 1931) usw. verwendet.

Mikroklima: kleinräumig, z.B. auf einem speziellen Standort wie der Alb mit einem charakteristischen Kleinklima. Das Mikroklima wird durch bodennahe Luftschichten charakterisiert, z.B. durch die mittägliche Sonneneinstrahlung mit höchsten Temperaturen auf der Bodenoberfläche. Entscheidend sind Exposition, Hangneigung und Pflanzenwuchs. Sogar auf Blattspreiten gibt es Kleinklimate, bedingt durch Nesselhaare – oder unter Schneeschutz (Schneeglöckchen) (vgl. zu allem KÖPPEN 1931: 101-104).

Ökoklima: gibt die Grundlagen für klimatische Möglichkeiten einer Region, von Standort und weiteren Faktoren her differenziert. Wir unterscheiden z.B. Ökoklimate von Wäldern, Flachmooren, Trockenrasen (kommen auch in feuchtem Klima vor, aber eben unter lokalen Bedingungen) usw. In gemäßigten Wäldern sind die Schwankungen von Temperatur und Niederschlag gering, in Wüsten (nächtliche Ausstrahlung) sehr hoch.

Galeriewald: flußbegleitender Wald in den Tropen, daher ist der Begriff für Subtropen nicht zulässig! Wird aber oft verwendet von „Nicht-Botanikern".

Savanne: - Gras-, Busch- oder offene Waldlandschaft der Tropen, daher ist der Begriff für Subtropen des Neogens nicht zulässig!

Steppe: - Schwarzerde - Graslandschaft der arktischen Region, daher ist der Begriff wieder einmal für Subtropen des Neogens nicht zulässig, wohl aber für die Eiszeit.

Klimatypen im Tertiär (nach KÖPPEN 1923, 1931 u.a. vgl. MÜLLER 1996: 13-19, BLÜTHGEN 1966 und SCHMITHÜSEN 1968):

C-Klima: Warmgemäßigtes Regenklima ohne ausgesprochene Trockenzeit mit über 22°C im wärmsten Monat (= sommerfeuchtes warm-temperiertes Klima = Virginiaklima; nach Klassifikation WISSMANN: subtropisch); heute in SE-Asien, SE-Nordamerika und SE-Europa als Relikt; f=immerfeucht, a=heisse Sommer mit Temperaturen über 22°C, b=wärmster Monat unter 22°C, mehr als 4 Monate über 10°C; Cfa typisches Klima im Neogen, evtl. gekoppelt mit einem Cw, w=wintertrocken; h=heiss.

Cs-Klima: Warmgemäßigtes Regenklima mit Sommertrockenheit (s) und Winterfeuchte, heutiges Mittelmeerklima (Etesien); a=siehe oben; kein Anzeichen für dieses Klima im Neogen der Mediterraneis, sondern ein Cfa.
Cw-Klima: wintertrockenes Klima nur in Asien mit bis zu 4 Monaten Trockenheit; war möglicherweise im Messin vorhanden, (vgl. GREGOR 1990, GREGOR & VELITZELOS 1987).

B-Klima: Trockenes Klima (Wüstenklima), Sahelklima; nicht im Tertiär; BS=Steppenklima, BW=Wüstenklima; h=heiß, k=kalt; Jahresmitteltemperatur über 18°C.

A-Klima: tropisches Regen-Klima ohne kühle Jahreszeit, Mitteltemperatur des kältesten Monats über 18°C, f=immerfeucht; speziell ab Kreide bis zum Ober-Eozän zu finden.

2.2.2 Standort und Wuchsort

Standort: nach WALTER (1990: 43) chemisch-pysikalische Faktoren eines Standortes und in klimatische, orographische und edaphische einzuteilen, oder nach KREEB (1983: Abb.2) abiotische Umweltfaktoren. Die Definition in STRASSBURGER et al. 1983 (32.Auflage S. 959), wo Standort = Biotop ist, gilt als veraltet. (WALTER 1990: 43).
Wuchsort, Biotop: nach KREEB (1983: Abb.2) Lebensraum, Habitat. Nach WALTER (1990: 43) ist der Wuchsort, das Biotop also, der Ort, an dem die Pflanzen wachsen.

Viele Pflanzenarten oder auch –gesellschaften wachsen heute scheinbar unter verschiedenen Klimabedingungen und in weit verstreuten Arealen. Die Ursachen können sein (WALTER 1990: 47):
A Die Art oder Phytozönose als taxonomische Einheit ist ökophysiologisch oft stark differenziert – es handelt sich um Ökotypen (Lappland, S-Spanien).
B Die weite Verbreitung beruht auf einem Biotopwechsel der Art oder Phytozönose, also einem Ausweichen auf ähnliche Bedingungen wie vorher, aber auf anderen orographisch-topographischen Gegebenheiten (Südhang, Schlucht usw.).

Das ökologische „Gesetz vom Biotopwechsel und der relativen Standortkonstanz" lautet:
„Wenn innerhalb des Verbreitungsgebietes einer Pflanzenart oder einer Phytozönose das Klima sich in einer bestimmten Weise ändert, so tritt ein Biotopwechsel ein, durch den die Klimaänderung möglichst kompensiert wird, d.h. Standort- und Umweltbedingungen bleiben relativ konstant" (ibid.: 48).

Eine zonale Vegetation in einem Eu-Klimatop (großregionales Klima, z.B. C-Klima sensu KÖPPEN) geht in eine extrazonale Vegetation in einem Lokalklima (Mikroklima) über – ob dies auch bei *Tetraclinis* zutrifft, wird sich zeigen

3 Die Gattung *Tetraclinis* MAST.

Tetraclinis articulata (VAHL) MASTERS ist die einzige rezente Art dieser Gattung und hat international folgende Namen aufzuweisen:
Deutsch: Araarbaum, Berberthuja
Englisch: Sandarac
Arabisch: Araar
Maltesisch: Gharghar
Spanisch: Ciprés de Cartagena
Wichtige Literatur zur rezenten Art ist FARJON, A. (2005).

Aus paläogenen und neogenen Sedimenten Europas sind 2 Arten durch Zweigreste nachgewiesen (*T. brachyodon* (BRONGN.) MAI & WALTHER (vgl. Taf. 3 Fig. 2) und *T. salicornioides* (UNGER) KVAČEK (vgl. Taf. 3 Fig. 1)), über deren Gültigkeit und Abgrenzung es unterschiedliche Ansichten gibt. Während Mai (1997: 18ff.) *T. salicornioides* als jüngeres Synonym betrachtet, sind KOVAR-EDER & KVAČEK (1995: 263) aufgrund der „unterschiedlichen Anordnung und Typ der Spaltöffnungen, sowie der Papillenbildung" gegen diese Ansicht (vgl. auch KVAČEK et al. 2000). Anhand der Zapfen (und Samen) sind mehrere Arten beschrieben, jedoch wurden generell die Zapfen meist zu *T. brongniartii* (ENDL.) KRÄUSEL gestellt, einige später auch zu *T. wandae* ZABLOCKI. Diese Art wird von einigen Autoren nur als jüngeres Synonym betrachtet wurde (vgl. dazu MAI 1997: 20). Sowohl von *T. salicornioides* als auch *T. brachyodon* wurden vereinzelt Zweigreste mit Zapfen in situ beschrieben (KVAČEK 1989, KOVAR-EDER & KVACEK 1995); die jeweiligen Zapfen (in spaltbaren, plattigen Sedimenten) scheinen aber keine Unterschiede aufzuweisen. Aus den USA wurden zwei Formen von *T. salicornioides* unterschieden und auch die europäischen neu betrachtet. Demnach sind alternierende Zweige und ein subterminaler Mucro der Zapfenschuppe Kennzeichen für *T. brachyodon*. Für *T. salicornioides* sind dagegen ein subzentraler-subbasaler Mucro und gegenständige Verzweigungen charakteristisch. Weiterhin ist nach KVAČEK et al. (2000: 337) das Vorkommen oder Fehlen von Stomata auf der abaxialen Blattseite ein Unterscheidungsmerkmal. Von der Lokalität Radoboj (Kroatien, Mittelmiozän) sind beide Arten beschrieben worden. Die Art *T. salicornioides* basiert auf einem sterilen Zweig, den Unger 1841 erstmals von dort beschrieben hatte. Zweige mit einem Zapfen benannte er als *Thuyites callitrina* UNGER; diese wurden später zu *Tetraclinis brachyodon* gestellt. (vgl. auch KOVAR-EDER & KVAČEK 1995). Ein Zweig mit Zapfen aus Radoboj ist auf Taf. 3, Fig. 2 abgebildet.
Weiter soll auf die Problematik, ob es eine oder zwei Arten gibt und ob Zapfen, die nicht im Verband mit Zweiggliedern gefunden werden, unter *T. wandae* beschrieben werden sollen, hier nicht weiter eingegangen.

3.1 Heutige Wuchsorte

T. auriculata wächst als aussterbendes Relikt im Atlas-Gebiet N-Afrikas (Marokko im westl. Atlas, Malta, Cyrenaika, Abb. 3) und in Südspanien (Abb. 1, 2, 3, 6), in typisch aridem Csa- bzw. Bsh-Klima in denudierten und anthropologisch veränderten Regionen und breitet sich gerade in Südspanien weiter aus (SCHÜTT et al. 2004: 586, Abb. 2). Diese Ausbreitung ist vom Menschen gefördert (TEMPLADA & ALVAREZ 1986), nachdem in Spanien der Baum

aufgrund des Holzbedarfs kurz vor dem Aussterben stand.Daß die Art am Aussterben ist, wird durch monospezifisches Verhalten und versprengte Teilareale gekennzeichnet.

In Marokko lebt *Tetraclinis* im Nachtnebel bzw. Tau der Wüste und kann dadurch seine Feuchtigkeit beziehen. Eine durchschnittliche Niederschlagsmenge von 250 mm jährlich kann somit gut aufgefangen werden und die bis zu 150 Trockentage im Jahr zählen, bedingt durch nächtlichen Tau nicht mehr. Wie stark der Tau in ariden Gebieten fallen kann, hat Autor GREGOR selbst in der ägyptischen Sahara und in den Oasen in Libyen erfahren können: Tamarisken tropfen Wasser am Morgen ab, bis alles Land um den Baum herum richtig naß ist. Der Schlafsack war nach nächtlichem Schlaf im Freien zum auswringen naß – Anzeichen von nächtlicher Feuchtigkeit!. Nur unter Palmen gab es trockene Bedingungen – die Wedel sogen alles Nass in großer Höhe auf.
Für Pflanzen macht es keinen Unterschied, ob die notwendige Bodenfeuchtigkeit auf günstige Niederschlagsverteilung oder geringe Verdunstung oder durch Bodenstruktur und Grundwassernähe zustande kommt (WALTER 1990: 43, WALTER 1973c: 12)

Nach TEMPLADA & ALVAREZ (1986) wächst *Tetraclinis* in N-Afrika auf allen Bodentypen; jedoch fehlen Daten zum geologischen Untergrund, wobei der Tassili geologisch divers erscheint.
Von marokkanischen *Tetraclinis*-Vorkommen beschreiben SIMONNEAU & DEBAZAC (1961/2) fast ausschließlich kalkigen Untergrund für unseren Baum. Wenn *Tetraclinis* allerdings mit *Pinus* zusammen vorkommt, was aber eher an gestörten Standorten der Fall ist, sind die Bodentypen divers, der Untergrund aber trotzdem kalkig. Die Pflanzengesellschaften auf nicht kalkigen Böden enthalten keine *Tetraclinis*-Bäume. Zusätzlich sei erwähnt, dass nach dem Geologischen Atlas von CHOUBERT & FAURE-MURET (1976) das Tassili und der Atlas aus Jura, Kreide und Neogen besteht, aus Sandsteinen, Kalken und Mergeln sowie jüngeren sauren Intrusionen – insgesamt also wieder eine Mischung aller Gesteinstypen.

Hier muß man allerdings geologisch genau hinsehen, denn wenn z.B. die Cyrenaika hauptsächlich kalkiges Eozän aufweist, so sind überraschend oft Kieselknollen eingelagert und die Schichten sind sehr variabel und tiefgründig gestört.

Insgesamt werden folgende Daten zum Wuchsort erwähnt (SCHÜTT et al. 2004): die wärmeliebende Pflanze ist lichtbedürftig und hat bescheidene Wasseransprüche (unter 250 mm Niederschlag pro Jahr). Allerdings wird deutlich auf Nebel und Kondenswasser als zusätzlicher Lieferant hingewiesen. Die Lufttemperatur geht selten unter 0°C aber maximal über 40°C. Das Vorkommen ist topographisch auf 500 mNN in Spanien und 1800 mNN in Afrika beschränkt. Spalten, Risse und Höhlungen in wasserdurchlässigen kalkreichen Böden werden bevorzugt von den feuerresistenten *Tetraclinis*-Bäumen als Standorte bevorzugt. Letzteres ist ähnlich wie in den Pocosins Amerikas, wo das Feuer fest zum Zyklus der Pocosins mit z.T. deutlichen Änderungen der Komposition führen (vgl. CHRISTENSEN et al. 1981, RICHARDSON 1991, WEAKLEY & SCHAFALE 1991). Auch in anderen Systemen hat das Feuer eine wichtige Funktion für die Keimung und die Neugestaltung der Vegetation (USA-Kiefernwälder, Griechenland-Macchia, usw., GARREN 1943: 637-638).

Auf einer Exkursion der Autoren wurde der Wuchsort bzw. das Biotop dieser Art in Südspanien vor Ort untersucht (Nr. E 798/17 in den Tagebüchern von Autor GREGOR). Das Biotop ist in den Bergen bei Portman nahe Cartagena (vgl. Abb. 2, 6 und Taf. 1 und 2) gelegen. TEMPLADA & ALVAREZ (1986) beschreiben, dass *Tetraclinis* hier auf Kalkboden angewiesen ist, im Gegensatz zu den Vorkommen in Marokko, wo er auf allen Böden gedeiht,

und haben dafür keine Erklärung. Der Untergrund besteht hier bei Cartagena eindeutig aus sauren Gesteinstypen, allerdings mit kalkiger Matrix, stark tektonisch gestört und verwitterunsgsanfällig.
Dieses steht im Gegensatz zu den Beobachtungen aus Marokko (siehe oben). Vielleicht ist das Überleben der Art in SE-Spanien darauf zurückzuführen, dass sie auf sauren Böden unter ungünstigen Bedingungen noch überleben kann? Möglicherweise spielt auch die Pflanzenvergesellschaftung eine Rolle; dieses könnte man ev. aus der marokkanischen Untersuchung ableiten?
Das Csa-Klima (Mediterran-Klima), typisch für Spanien, ändert sich an der Küste bei Cartagena zu einem BSh-Klima, was also bereits aufgrund fehlender Niederschläge als (Steppen-)Wüsten-Klima sensu KÖPPEN (in BLÜTHGEN 1966) zu bezeichnen ist (Abb. 4). Ein Klimadiagramm von Cartagena wird mit anderen Mittelmeer-Diagrammen (Abb. 4) verglichen als auch mit rekonstruierten Neogen-Klimaten (Abb.5). Man sieht deutlich die Unterschiede der verschiedenen genannten Klimate.

Unser Araar-Baum ist also in Spanien und Nordafrika an wüstenhafte Bedingungen angepasst (Wuchsort) – aber nur bedingt. TEMPLADA & ALVAREZ (1986) beschreiben auch den Verbreitungsmechanismus der Samen. Der Zeitpunkt des Ausstreuens fällt mit den ersten Regenfällen im Herbst zusammen und die Keimung erfolgt meist in Felsspalten. Weiterhin wird zunächst eine lange Wurzel ausgebildet, womit sie das Grundwasser erreichen können.
Man beachte die Winterniederschläge an der Küste und das Verschwinden jeglicher Niederschläge im Landesinneren. Erstere Klimadiagramme sind zum Klimatyp Csa (sensu KÖPPEN) gehörig), letztere zum Typ Bs (dito). Die Grenze ist etwa der südliche Abfall des Atlas zur Sahara.

3.2 Miozäne Standorte

Tetraclinis salicornioides kommt im Miozän in Europa in verschiedenen Pflanzenvergesellschaftungen aus unterschiedlichen Sedimenten vor (vgl. Tab. 1): Tone, Silte, Sande, häufig in Braunkohlenzwischenlagen. Daneben gibt es vereinzelt kalkige Fundschichten (z.B. Mainz-Kastel) oder marin-brackische oder vulkanische Ablagerungen mit *Tetraclinis* (HABLY 1985, KVAČEK 1989, WALTHER 1999). Jedoch sind die Reste insgesamt überwiegend fragmentarisch und meist nicht sehr zahlreich; komplettere Zweigglieder sind selten (WALTHER 1999: 80) und kommen eher in spaltbaren Sedimenten (Kleinsaubernitz Braunkohlen, Ipolynarnóc: rhyolithische Tuffe) vor.
Neuerdings konnte ein ganzer Zweig mit Schuppengliedern aus der niederrheinischen Braunkohle aus einem blätterführenden Kohle-Ton auf der 5. Sohle im Tagebau Hambach (Mittelmiozän) geborgen werden (Taf. 3, Fig. 1). Die Karpoflora im Kohleton war artenreich und enthielt neben zahlreichen isolierten Zweiggliedern viele Zapfenresten von *Tetraclinis*. Bemerkenswert war auch das Vorkommen von *Fagus*-Kupulen in den Schlämmproben, deren Rückstand fast nur aus organischem Material bestand. Weiterhin kommen *Alnus* sp., Apiaceae, *Carex* sp., *Carpinus* sp., *Cercidiphyllum helveticum*, *Dulichium* sp., *Eoeuryale* sp., *Epipremnites* sp., *Microdiptera* sp., *Nymphaea* sp., *Nyssa ornithobroma, Potamogeton* sp., *Pterocarya* sp., *Spirematospermum wetzleri, Symplocos* sp., *Taxodium dubium*, *Trapa* sp., und *Viscum* sp. vor. Eine weitere umfangreiche Schlämmprobe aus dieser Schicht wurde von M. Pingen untersucht und erbrachte ein noch artenreicheres Spektrum. In dieser Schicht sind somit unterschiedliche Pflanzengesellschaften aus verschiedenen Habitaten zusammengeschwemmt: Wasserpflanzen, Pflanzen der Ufer- und Riedzone, Sumpf- und Auwaldelemente, Gehölze von Flußufervergesellschaftungen als auch Elemente des Hinterlandes. Die Komposition der im Hangenden vorkommenden Blattflora war: *Platanus, Acer,* Hamamelidaceae, *Fagus, Laurophyllum, Pterocarya* u.a., also Elemente eines

Auwaldes (Exkursion GREGOR E 936/9B). Isolierte Zweigglieder und Zapfen von *Tetraclinis* waren bereits aus aus den Indener Schichten bekannt (GREGOR et al. 1998)
T. brachyodon sensu KVACEK 1989 kommt vorwiegend in brackischen bis marinen Sedimenten vor und wuchs vermutlich auf alkalischen Böden entlang von Küsten (Radoboj). Sie kommt nicht in lignitischen Sedimenten vor. KVAČEK (1989: 48) schließt aufgrund der xeromorphen „Beblätterung" auf „open woodland" und ein „hot subtropical to paratropical climate" und „was well adapted to summer draught".

Tab.1: Vergleich der Wuchsort- und Klima-Ansprüche von *T. articulata* in SE-Spanien und N-Afrika mit den hypothetischen Ansprüchen von *T. salicornioides* und *T. brachyodon* im Oligozän-Miozän Europas.

Art	Bodenart Biotop	Luftfeuchte, Niederschläge	Sonneneinstrahlung	Nebel	Klima	Besonderheiten
***Tetraclinis salicornoides*, Miozän Europa**	Sauer, (sumpfig, hoher Grundwasserspiegel)	LF hoch, Ns bis 2000 mm/Jahr	Hoch?, vermutlich gedeckter Standort	„Lorbeer"-wald-Nebel ganzjährig	Cfa (rekonstruiert)	„breitblättriger" Lorbeer-wald
***Tetraclinis brachyodon*, Oligo-Miozän** Europa (Daten nach Kvacek 1989)	Alkalisch	Niedrig	Hoch	?	Cfa (rekonstruiert)	Immergrüner Lorbeer-Eichenwald mit xerophytischem Gestrüpp
***Tetraclinis articulata*, Rezent, Spanien**	Sauer, Phyllite, Schiefer, Brekzien, Karstfläche mit tiefgründig verwittertem Boden, Karstwasser	LF tagsüber niedrig, nachts hoch (Kondensation, Tau), NS bei 300 mm/Jahr Tropfwasser	Hoch, 65%, windig, Kühlung durch Seebrise	„Küsten"-Nebel ganzjährig,	Cs in ganz Spanien und Bs in der Region Cartagena,Almeria und Gata	Feuerresistent, Mineralboden, Karstschlotten, grasiges, monotypisches Biotop mit *Chamaerops*-Palmen und *Pinus halepensis*
***Tetraclinis articulata*, Rezent,** N-Afrika	diverse Böden, Untergund vorwiegend Kalk und Kieselsäure	LF niedrig, nachts sehr hoch (Kondensation)	hoch	Taufall statt Nebel	Bs	?

Die Gattung ist im gesamten europäischen Areal als auch im Oligozän und Miozän des westlichen Nordamerikas nachgewiesen (KVAČEK et al. 2000). Die vergesellschafteten Elemente in den europäischen Fundorten deuten fast immer auf Feuchtbiotope (Sümpfe, Auwälder als Standorte) und ein Cfa-Klima hin. Die Gattung *Tetraclinis* trat vermutlich nur als akzessorisches Element auf.

Die Frage, ob *Tetraclinis* nun auf häufiger überfluteten sauren nährstoffarmen Böden innerhalb der braunkohlenbildenden Vegetation wuchs oder eher auf etwas höher gelegenen Standorten innerhalb des Überflutungsbereiches (hammockartige Bereiche) oder überhaupt außerhalb dieser Bereiche (Hinterland), ist mit dem derzeitigen Kenntnisstand nicht eindeutig zu beantworten. Auch die Frage, ob die rhyolithischen Tuffe das geeignete Substrat für die Pflanzen boten, ist nicht zu beantworten. Saure nährstoffarme Böden sind heute auch die Standorte mancher *Pinus*-Arten; diese werden jedoch nicht als bevorzugte Standorte, sondern aufgrund des Konkurrenzdruckes als einzig mögliche Standorte angesehen, die von anderen Arten nicht mehr besiedelt werden können.

Daraus ergeben sich nun mehrere Fragen. Inwieweit spiegelt die chemische Zusammensetzung der Fundschichten auch die chemischen Bedingungen der Standorte wieder? Ein Argument zur Klärung könnte in der Autochthonie bzw. der Allochthonie der Fundschichten liegen. Eine meist fragmentäre Erhaltung und wenig individuenreiche Vorkommen (leider werden in manchen Bearbeitungen nicht die Anzahl der gefundenen Exemplare genannt) deuten auf eine gewisse Allochthonie hin. Wie schnell zerfallen jedoch die einzelnen Zweigglieder? Wie transportresistent sind sie? Bisher liegen - soweit uns bekannt - keine Beobachtungen dazu vor. Das Vorkommen kompletterer Zweigreste nur in spaltbaren feinkörnigen Sedimenten (siehe oben) deutet eher auf eine geringe Transportresistenz hin. In eine kalkige Lagune oder anderes Sediment, wie z.B. in Cereste oder Oeningen werden Zweigglieder von *Tetraclinis* eingeschwemmt oder eingetragen. Das nahe Hinterland kann natürlich genügend kieselsäurereiche Standorte aufweisen, um das Wachstum von *Tetraclinis* zu gewährleisten (Sümpfe, Vulkanite) – die Ablagerung erfolgt dann allochthon in kalkigem Sediment.

SAPORTA hat in vielen Publikationen von vielen Fundorten *Tetraclinis*-Zweige und Zapfen erwähnt, so aus dem Lignit von Moulin du Pont und Manosque, aus dem Gips von Gargas und Aix, aus den Kalken von Marseille und Armissan sowie aus dem Ölschiefer von Bois d'Asson und dem Cyrenenmergel von Sault (vgl. nähere Daten und seine Literatur in GREGOR & KNOBLOCH 2001: 7, 9-12, 15-16). Auffällig sind die extremen Sedimente Gips und Ölschiefer sowie weiter Lignit, Mergel und Kalke – eine interessante Mischung aus diversen Standortmöglichkeiten, aber auch Thanatozönosen. Gerade dadurch kommt das ökologische Gesetz der Standortkonstanz gut zum tragen (vgl. Kap. 2.2.2). Die Begleiter dieser meist oligozänen (aber auch untermiozänen) Floren sind die typischen Auwaldelemente Ahorn, Erle, Hainbuche, *Cinnamomum, Engelhardia, Glyptostrobus*, Leguminosen, *Paliurus*, Palmen, Pappeln, Eichen, Weiden, Ulmen und Zelkowien sowie Kiefern, Sequoien und Zypressen.
Als eine mögliche Hypothese, die kalkreichen Böden betreffend, kann jedoch gelten, dass *Tetraclinis* im Miozän/Oligozän meist auf sauren nährstoffarmen Böden wuchs, eventuell auch im Bereich des Grundwasserspiegels (Tab. 1), aber durchaus an extremen Standorten auch das Kalkangebot nützte.
Abschließend ist zu bemerken: das ökologische Naturgesetz der Standortkonstanz ist hier deutlich erkennbar: Klima-Änderung, aber keine Standort-Änderung, aber evtl. Wuchsort-Änderung.

3.3 Vergleich und Klimaproblematik

Bevor wir nun zu Vergleichen und näheren Aussagen kommen, möchten wir noch speziell auf bestimmte Klimadaten eingehen:
Werfen wir einen Blick auf die Klimasituation Nordafrikas (Abb. 4), sehen wir sofort, dass die Küste und damit auch der Atlas vom Csa-Klima geprägt ist, das Landesinnere vom BSh-

BWh-Klima. Bei ersteren fallen Niederschläge im Winter, bei letzteren praktisch keine mehr. Die Abb. 5 verbindet verschiedene Diagramme der Linien ABC (vgl. Abb. 4) und zeigt Gemeinsamkeiten auf.

Abb. 8 versucht, Klimadiagramme zu Serien zusammenzufassen, wobei folgende Aussagen möglich sind:
BSh-Klima mit Almeria und Gata sowie Alboran (SE-Spanien; 3, 4, 11), El Oued (Sudan) in der Sahara (15) (Cartagena hat keine Klimastation! Gehört aber in den sahelisierten Bereich Alicante bis Gata).
Nach MÜLLER (1996: 301) sind die nordspanischen Stationen Zaragoza und Valladolid an ein kälteres BSk-Klima gebunden.
Sommertrockenes **Csa-Klima** mit Roma (Italien, 21), Cagliari (Sardinien, 12), Skopje (ehem. Jugoslawien, 13), Thessaloniki (N-Griechenland, 14) und die spanischen Stationen Tarragona, Alicante und Toledo (9, 10, 2); Die nordafrikanischen Küstenstädte Tunis, Ben Gardane und Algier (5, 6) unterscheiden sich sehr schön von der Station El Oued (Sudan) in der Sahara **(BSh-Klima, 15)**
Cfb-Klima mit München (16) und San Sebastian, Salamanca und Burgos (N-Spanien, 17, 1, 8), Lyon (S-Frankreich, 18), Mantova (Ober-Italien, 20) – als Gegensatz zum Mittelmeerklima sommerfeucht; Beograd (ehem. Jugoslawien, 19), ist ein Cfa-Relikt auf dem Balkan, liegt aber in der Cfb-Zone.
Die typischen **Cfa-Klimate** des Miozäns wurden schon mehrfach im Vergleich gebracht (GREGOR 1978, 1979, 1980, 1982, 1989, GREGOR et al. 1989).
Sehen wir uns nun einige Klima-Tabellen an (aus MÜLLER 1996), dann bemerken wir folgendes (Tab. 2): Die *Tetraclinis*-Vorkommen sind eingeengt auf ein Bsh-Csa-Klima, auf hohe Luftfeuchtigkeit, auf geringe Niederschläge, auf hohe Tages- und tiefe Nachttemperaturen (Wüstenklima).

Tabelle 2: Vergleich einiger Werte von verschiedenen Klimastationen (nach MÜLLER 1996):

Station	Klassifikation nach KÖPPEN	Klassification nach TROLL	Mittl. relative Feuchte in %	Mittlerer Niederschlag in mm	Mittlere Temperatur in °C	Tetraclinis-Vorkommen
Tanger/Marokko, Küste	Csa	IV,1	73%	895 mm	17,2°C	+++++
Tunis/Tunesien, Küste	Csa	IV,1	75	461	17,7	+++++
Valencia/Spanien	Csa	IV,1	68	422	17,0	-----
Granada/Spanien	Csa	IV,1	66	473	15,6	-----
Valetta/Malta	Csa	IV,2	74	415	17,5	+++++
Palermo/Sizilien	Csa	IV,1	60	512	17,4	-----
Cagliari/Sardinien	Csa	IV,1	76	451	16,6	-----
Casablanca/Marokko	Csa	IV,1	77	511	17,5	+++++
Algier/Algerien	Csa	IV,1	67	641	18,2	+++++
Ghudamis/Libyen, Sahara	Bwh	IV,5	41	27	21,9	-----
Tamanrasset/Algerien, Sahara	Bwh	IV,5	27	44	21,2	-----
Murcia/Spanien	Bsh	IV,2		304	18,0	-----
Almeria/Spanien	Bsh	IV,2	73	232	18,0	+++++
Darnah/Libyen	Bsh	IV,1	71	256	19,4	+++++

Die Klimastationen, die das Vorkommen von *Tetraclinis articulata* betreffen, haben folgende Merkmale gemeinsam:
Klimatyp KÖPPEN: Csa und Bsh (1 Fall)
Klimatyp TROLL: IV,1 und 2
Mittlere relative Feuchte in %: 67-77
Mittlerer Niederschlag in mm: 256-641, Sonderfall 895
Mittlere Temperatur in °C: 17,2 – 19,4

Stationen des gleichen Klimatyps aber ohne *Tetraclinis* zeigen folgende Merkmale:
Klimatyp KÖPPEN: BSh und BWh
Klimatyp TROLL: IV,1, 2 und 5
Mittl. rel. Feuchte in %: 27-41
Mittl. Niederschlag in mm: 27-44
Mittlere Temperatur in °C: über 21
und
Klimatyp KÖPPEN: Csa
Klimatyp TROLL: IV,1 und 2
Mittl. rel. Feuchte in %: 60-76
Mittl. Niederschlag in mm: 422-512
Mittlere Temperatur in °C: 15,6-17,4

Bemerkungen: Auffällig ist, dass in ersterem Falle (*Tetraclinis*-Vorkommen) die geringe Niederschlagszahl mit einer hohen Feuchte und einer hohen Temperatur korreliert ist. Im dritten Falle (Csa ohne *Tetraclinis*) sind die Verhältnisse ähnlich bei niedrigeren Temperaturen und im zweiten Falle, dem Steppen- und Wüstenklima (BSh, BWh ohne Tetraclinis), Feuchte und Niederschlag gering sind, Temperaturen aber hoch.
Als Ergänzung sei noch erwähnt, dass die vorherrschenden Windrichtungen der *Tetraclinis*-Gebiete in Nordafrika folgende Richtungen zeigen: N, NW, E, NE.
Damit regnen die Wolken aus dem Süden am Atlas ab, während Westwinde ebenfalls Feuchte bringen. In Spanien bei Portman ist nicht die Windrichtung so wichtig für die Bäume, sondern die tägliche Nebellage vom Meer Richtung Bergland.
Insgesamt scheint also das Klima bei *Tetraclinis* ein nicht so wichtiger Faktor zu sein, sondern vielmehr andere wie Tau- und Nebelfall, Wuchsort mit Karsterscheinungen, saurer quellfähiger Boden usw.
Im Gegensatz zur früheren Lehrmeinung, die von unterschiedlich weiten ökologischen Amplituden der rezenten (kalkiger Untergrund, trocken) und fossilen Arten (weite Amplitude: sauer bis alkalisch, humid) ausgeht (MAI 1995, 1997), liegt hier, wie man anhand der Tabelle erkennen kann, sicher kein Wechsel des Standortes bei *Tetraclinis* vor. Nach dem ökologischen Naturgesetz von WALTER hat sich nach der Änderung des Klimas (tertiäres Cfa-Klima, heutiges BSh-Klima) eindeutig der Wuchsort, also der Biotop verändert. Die ökologischen Bedingungen früher und heute sind äquivalent geblieben (vgl. auch Kap. 2.2.2 und GREGOR & STORCH 1999: 14). Das Biotopklima hat also mit dem großregionalen Euklima erst mal nichts zu tun und vermutlich sogar verschiedene Ökotypen geschaffen.

Somit sind für das Vorkommen von *Tetraclinis* folgende Faktoren wichtig:
a Wärme- oder Temperaturverhalten
b Wasser, Hydratur
c Lichtintensität und Tageslänge
d verschiedene chemische Faktoren (Nähr- und Giftstoffe)
e mechanische Faktoren (Feuer, Verbiß, Tritt, Wind)

Dieses Modell zeigt zusammenfassend, dass die rezenten Art nicht ihre ökologischen Ansprüche seit dem Miozän verändert hat (div. Ökotypen), sondern dass alle Bedingungen gleich geblieben sind, aber möglicherweise betreffs der **Standortfaktoren** haben sich Kleinigkeiten im Reliktverhalten geändert und auch das Klima (von Cfa bis BSh). Wo sich früher *Tetraclinis* z.B. sein Wasser aus den Niederschlägen holte, kann sie nun fast omnipotent solches in SE-Spanien aus Karstschlotten aufnehmen oder am frühen Morgen aus dem Bodennebel, bzw. im Atlas aus den Winterniederschlägen und nächtlichem Tau. Prinzipiell sind die Stadortfaktoren gelich geblieben bzw. eingeengt worden!
Die folgenden beiden Klimadiagrammzusammenstellungen für Cartagena (rezente *Tetraclinis articulata*) und Mitteleuropa (rekonstruiert nach unzähligen Floren, fossile *Tetraclinis salicornioides*) dokumentieren die übersichtsmäßige Charakterisierung der rezenten Gegebenheiten und sollen in Zukunft solche widersprüchlichem Aussagen vermeiden helfen.

Rezente Klimadiagramme	**Fossile Klimadiagramme rekonstruiert**
Cartagena/Südspanien und Marokko Cs-Klima und Bs-Klima sensu KÖPPEN	(SE-Teil Nordamerikas) Mitteleuropa/ Oligozän-Miozän-Pliozän Cfa-Klima sensu KÖPPEN
heutiger *Tetraclinis*-Standort	ehemalige *Tetraclinis*-Standorte

4 Weitere Beispiele
Dieses Beispiel von Unterschieden bei fossilem und rezentem Wuchsort und Biotop kann nun auch auf *Sequoia sempervirens, Zelkova sicula* (NAKAGAWA et al. 1998) und andere Relikte übertragen werden und gestattet in Zukunft, unterschiedliche Interpretationen zu Klima oder Biotop bestimmter Fundstellen anzugleichen. Relikte sind also problematische Formen im Hinblick auf Rekonstruktionen, sind also keine guten Anzeiger ehemaliger Klimate und nur als akzessorische Begleiter und dementsprechend interpretierbar. Andrerseits müssen die rezenten Bedingungen dieser Formen besser bekannt sein, wie man beim obigen Beispiel gesehen hat. Eine eingehende Bearbeitung dieses Themas wird in Kürze vorliegen (GREGOR in Vorb.).
Interessant wäre die Weiterführung von Untersuchungen zum ehemaligen Klima bei Fossilien, die heute durch Relikte bzw. Endemiten belegt sind, wie z.B. *Leitneria* usw. (vgl. MAI 1980).

5 Auswertung
Wir können nun folgende Aussagen zu den erwähnten Punkten treffen:
1. Mit heutigen Relikten oder Endemiten ist Vorsicht bei Vergleichen mit fossilen Formen geboten, denn wie zu sehen war, können Relikte sich an Klimate anpassen, die eigentlich nicht ganz für sie geschaffen sind, aber der Standort hat physikalisch – chemische Bedingungen, der diese Differenzen aufhebt. Eine eingehende Untersuchung der Bedingungen vor Ort gestattet uns trotzdem gute Aussagen zur Rekonstruktion von Ökologie und Klima ehemaliger Biotope – unter Wahrung des Wuchsortes.
2. Kommen acidophile Pflanzen in kalkigen, also basischen Sedimenten vor, ist zu überlegen und nachzuprüfen, wie das Hinterland geologisch beschaffen war. Evtl. kommen auch Sonderstandorte in Frage, ebenso wie eine ökologisch weite Amplitude der jeweiligen Pflanze. Letzteres betrifft vor allem Ökotypen einer Art.
3. Mesophytische Vegetationseinheiten bzw. mesophytische Wälder sind als fossile Floren (ehemalige Phytozönosen) für eindeutige Klimarekonstruktionen gut brauchbar, wobei die Bestimmung der fossilen Taxa sehr gut sein muß. Auf Formgattungen (*-pollenites* oder *-oxylon*) beruhende Taxa sind für gezielte Klimarekonstruktionen, die Lieferschicht betreffend,

nicht brauchbar. Bei *Tetraclinis* sind alle artlichen Merkmale überzeugend vorhanden und gestatten die Rekonstruktionen eindeutiger Thanatozönosen.

4. Auwälder sind bedingt für Klimarekonstruktionen brauchbar, da sie nicht niederschlagsabhängig sind, sondern die Wurzeln im Wasser haben. Versuche, aus solchen Befunden Klimate zu rekonstruieren, müssen sehr sorgfältig durchgeführt werden. Prinzipiell läuft eine Klimakurve etwa parallel und unterhalb der des mesophytischen Waldes. Auch Sumpffloren sollten mit heutigen Vergleichsvegatationen in Beziehung gesetzt werden – die Standortansprüche ändern sich nicht so schnell, wie oft vermutet. *Tetraclinis* im Auwald bzw. Sumpfwald muß also sehr vorsichtig interpretiert werden, ist aber nun durch die Standortproblematik gut fassbar.

5. Prinzipiell sind Pflanzen besser zur Rekonstruktion für Klima und Standort geeignet als Tiere, die mobil sind und evtl. Mikroklimate und -habitate (Höhlen usw.) bewohnen. Auch Pflanzen haben hie und da wohl Spezialstandorte, können aber durch eine Analyse der weiteren Gegebenheiten gut eingeordnet werden. Endemiten, Relikte und edaphische Anzeiger sowie Ökotypen sind vorsichtig zu interpretieren, aber nach genauem Studium der Klimabedingungen und der edaphischen Faktoren läßt sich ein logischer Zusammenhang zwischen Pflanze und Klima, Standort und Wuchsort finden.

6. Das ökologische Naturgesetz, dass sich bei einer Klimaänderung nicht die Standort-, aber wohl die Wuchsortbedingungen ändern müssen, ist hier bei *Tetraclinis* rezent-fossil gut beweisbar gewesen.

6 Literatur

BLÜTHGEN, J. (1966): Allgemeine Klimageographie. - 720 S., Walter de Gruyter & Co., Berlin.

CHOUBERT, G. & FAURE-MURET, A. (1976): Geological World Atlas: Africa sheet 6, 7, 8.- UNESCO, Paris.

CHRISTENSEN, N.L., BURCHELL, R.B., LIGGETT, A. & SIMMS, E.L. (1981): The Structure and Development of Pocosin vegetation, In: Pocosin wetlands. - S., 43-61, Hutchinson Ross Publ. Company.

FARJON, A. (2005): A monograph of Cupressaceae and Sciadopitys.- 648 pp., num. line draw. Royal Bot. Gard., Kew.

GARREN, K.H. (1943): Effects of fire on vegetation of the southeastern United States. - Bot.Rev., **9**: 617-655.

GOTTWALD, H. (1997): Alttertiäre Kieselhölzer aus miozänen Schottern der ostbayerischen Molasse bei Ortenburg.- Documenta naturae, **109**: 1-83, 24 Abb., 4 Tab., 11 Taf., München.

GOTTWALD, H. (2000): Gymnosperme und dicotyle Hölzer (67) aus den "Aachener Sanden" der Oberen Kreide von NO-Belgien und NW-Deutschland – mit anatomischer Bestimmung der Arten, Kommentaren, Tafeln und 96 Mikrophotos (Pflanzen aus der Aachener Kreide – Teil 1).- Documenta naturae, **131**,1: 1-65, 14 Abb., 2 Tab., 10 Taf., München.

GREGOR, H.-J. (1980): Ein neues Klima- und Vegetationsmodell für das untere Sarmat (Mittelmiozän) Mitteleuropas unter spezieller Berücksichtigung floristischer Gegebenheiten. - Verh. Geol. B.-A., Jg. 1979, **3**: 337-353, 4 Tab., 1 Karte; Wien.

GREGOR, H.-J. (1980): Die miozänen Frucht- und Samen-Floren der Oberpfälzer Braunkohle. II. Funde aus den Kohlen und tonigen Zwischenmitteln. — Palaeontographica, **B**, **174** (1–3): 7–94, 15 Taf., 7 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.

GREGOR, H.-J. (1982): Die jungtertiären Floren Süddeutschlands - Paläokarpologie, Phytostratigraphie, Paläoökologie, Paläoklimatologie.- 278 S., 34 Abb., 16 Taf., Anh., F. ENKE Verl. Stuttgart.

GREGOR, H.-J. (1990): European long range correlations, a new phytozonation for Neogene floras in the Tethys-Paratethys-region and the problem of the salinity crisis (a computer program).- Proc. Symp. Paleofloristic a. paleoclimatic changes (ed. KNOBLOCH & KVACEK), IGCP 216: pp. 239-254, 6 figs., 8 tabs.; Prague.

GREGOR, H.-J. (in Vorb.): Die Problematik paläoökologisch-paläoklimatischer Rekonstruktionen anhand geologisch-paläontologischer Beispiele.- Documenta naturae, **155**, 9, München.

GREGOR, H.-J. & KNOBLOCH, E. (2001): Kritische Bemerkungen zu SAPORTAs fossilen Floren in Süd-Frankreich, speziell in der Provence.- Flora Tertiaria Mediterranea, **IV**.5: 1-57, 14 Abb., 18 Tab., 3 Taf., München.

GREGOR, H.-J. & STORCH, D. H. (1999): Bemerkungen zu einigen problematischen Begriffen in der Paläobotanik – "arktotertiäre", "paläotropische", "mediterrane" und "sklerophylle" Elemente betreffend.- FTM **II.2**: 1-23, 4 Abb., 6 Tab., München.

GREGOR, H.-J. & VELITZELOS, E. (1987): Evolution of Neogene Mediterranean vegetation and the question of a dry Upper Miocene period (salinity crisis).- Ann. Inst. Geol. Publ. Hung., **LXX**: 489-496, 7 figs.; Budapest.

GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1989): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 1: Fundorte und deren Florenlisten. -- Documenta naturae, **50**/1, 180 S., 5 Tab., 3 Abb.; München.

GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1990): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 2: Florenmerkmale und ihre stratigraphisch-geographischen Abhängigkeiten. -- Documenta naturae, **50**/2, 159 S., 23 Tab., 50 Abb.; München.

GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1992): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 3: Übereinstimmungen von Florenlisten und ihre stratigraphisch-geographischen Beziehungen. -- Documenta naturae, **50**/3, 244 S., 224 Tab., 4 Abb.; München.

GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1993): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 4: Carpofloren, Carpofloren-Komplexe und Carpofloren-Phasen. -- Documenta naturae, **50**/4, 190 S., 20 Abb., 221 Tab.; München.

GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1996): Die jungtertiäre Abfolge europäischer Megafloren – paläoökologische Problematik und klimastratigraphische Auswertung.- Unveröff. Abstract 66. Jahrestag. Paläont. Ges. Leipzig (22.-28.9.96), Leipzig.

GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1997): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 5: Artennachweise und stratigraphische Problematik. -- Documenta naturae, **50**/5, 150 S., 2 Abb., 11 Tab.; München.

GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1998): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 6: Temporale, regionale und ökofazielle Bewertung von Arten. -- Documenta naturae, **50**/6, 154 S., 1 Fig., 13 Tab.; München.

GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (1999): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 7: Berichtigung der Datenbasis und neue Fundorte -- Documenta naturae, **50**/7, 175 S., 6 Tab.; München.

GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (2000): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 8: Revision und Update von Florenmerkmals-Werten, Abfolge-Werten, Carpofloren und Carpofloren-Komplexen.- Documenta naturae, **50**/8, 208 S.,126 Tab. 38 Abb., München.

GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (2001): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 9: Revision und Update der Übereinstimmungs-Tabellen von Fundort-Florenlisten.- Documenta naturae, **50**/9, 266 S., 503 Tab., München.

GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (2002): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Bd. 10: Revision und Updates des Artennachweises.- Documenta naturae, **50**/10, 181 S., 2 Tab., München.

GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (2003): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas Band 11: Revision und Update von Biotop-Indikatoren für Fundorte und Carpofloren sowie Temporal-Indikatoren für Arten.- Documenta naturae, **50**/11, 78 S., 8 Tab., 1 Abb., München.

GÜNTHER, Th. & GREGOR, H.-J. (2004): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas Band 12: Die Regionen und ihre stratigraphische Bedeutung.- Documenta naturae, **50**/12, 209 S., 21 Tab., München.

HABLY, L. (1985): Early Miocene plant fossils from Ipolytarnóc, N Hungary. – Geologica Hungarica, Ser. Palaeont., **44-46** (1983): 75-255, 27 text.-figs., 39 pls., Budapest (ungarisch-englisch).

HOFMANN, C.-C., ZETTER, R. & DRAXLER, I. (2002). Pollen- und Sporenvergesellschaftungen aus dem Karpatium des Korneuburger Beckens (Niederösterreich). – Beitr. Paläont., **27**: 17-43, 6 Taf., 1 Abb., 3 Tab., Wien.

KLAUS, W. (1984): Zur Mikroflora des Unter-Sarmat am Alpen-Südostrand. – Beitr. Paläont. Österr., **11**: 289-419, 19 Taf., 17 Abb., Wien.

KÖPPEN, W. (1923): Die Klimate der Erde. Grundriss der Klimakunde. Berlin.

KÖPPEN, W. (1931): Grundriss der Klimakunde.- 388 S., 9 Taf., 28 Textfig., 2. verbess. Aufl. der Klimate der Erde 1923, Walter de Gruyter & Co., Berlin.

KOVAR-EDER, J. & KVACEK, Z. (1995): Der Nachweis eines fertilen Zweiges von *Tetraclinis brachyodon* (Brongniart) Mai et Walther aus Radoboj, Kroatien (Mittel-Miozän). – Flora, **190**: 261-264.

KREEB, K.-H. (1983): Vegetationskunde. - 331 S., Ulmer Verlag, Stuttgart.

KVAČEK Z. (1989): Fosilni *Tetraclinis* Mast. (Cupressaceae).- Čas. Nár. Muz., Ř. přirodověd, **155** (1986): 45-53.

KVAČEK, Z., MANCHESTER, S.R. & SCHORN, H.E. (2000): Cones, seeds, and foliage of *Tetraclinis salicornioides* (Cupressaceae) from the Oligocene and Miocene North America: a geographic extension of the European Tertiary species. - Int. J. Plant Sci.. – **161** (2000), 2: 331 – 344, 5 Figs., Chicago.

MAI, D.H. (1980): Zur Bedeutung von Relikten in der Florengeschichte.- In: 100 Jahre Arboretum (1879-1979): 281-307, Tab. 6, Abb. 111-117, Berlin

MAI, D.H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas - Methoden und Ergebnisse. - 691 S., 257 Abb., 14 Taf., 23 Tab., G. Fischer Verl.; Jena.

MAI, D.H. (1997): Die oligozänen Floren am Nordrand der Sächsischen Lausitz .- Palaeontographica, **B, 244**, 1-6: 1-24, 13 Taf., 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart.

MELLER, B. (1998): Systematisch-taxonomische Untersuchungen von Karpo-Taphocoenosen des Köflach-Voitsberger Braunkohlenrevieres (Untermiozän; Steiermark, Österreich) und ihre paläoökologische Bedeutung. - Jb. Geol. Bundesanstalt Wien, **140/4**: 497-654, 12 Abb., 11 Tab., 25 Taf., Wien.

MELLER, B., KOVAR-EDER, J. & ZETTER, R. (1999): Lower Miocene diaspore, leaf and palynomorph assemblages from the base of the lignite-bearing sequence in the opencast mine Oberdorf N Voitsberg (Styria, Austria) as an indication of a "Younger Mastixioid" vegetation. - Palaeontographica **B, 252**: 123-179; Stuttgart.

METEOROLOGICAL OFFICE LONDON: Tables of Temperature, relative Humidity and Praecipitation for the world. - Part I, North America, Greenland and the North Pacific Ocean (1975, 2. Aufl.), Part II, Central and South America, the West Indies and Bermuda (1977, 6. Aufl.), Part III, Europe and the Azores (1972), Part IV, Africa, the Atlantic Ocean of 35°N and the Indian Ocean (1975), Part V, Asia (1966), Part VI, Australasia and the South Pacific Ocean, including the corresponding Sectors of Antarctica, (1975, 2. Aufl.), London.

MOSBRUGGER, V. (1999): The nearest living relative method. In: Jones, T.P. & N.P. Rowe: Fossil plants and Spores. Modern Techniques, S. 261-265, 1 Abb., London.

MÜLLER, M.J. (1996): Handbuch ausgewählter Klimastationen der Erde (1272 Stat.), 400 S., 12 Kt. - Forschungsstelle Bodenerosion der Univ.Trier, Mertesdorf (Ruwertal), Heft **5**, Hrsg. G. RICHTER, 5. Auflg., Trier.

NAKAGAWA, T., GARFI, G., REILLE, M. & VERLAQUE, R. (1998): Pollen morphology of *Zelkova sicula* (Ulmaceae), a recently discovered relic species of the European Tertiary flora: description, chromosomal relevance and palaeobotanical significance.- Review Palaeobot. Palynol. **100**: 27-37, 2 figs., 4 pls., Amsterdam.

POOLE, I. & KÜRSCHNER, W. M. (1999): Stomatal density and index: the practice. In: Jones, T.P. & N.P. Rowe: Fossil plants and Spores. Modern Techniques, S. 257-260, 2 Abb., London.

RICHARDSON, C. J. (1991): Pocosin Wetlands (Special Issue), **11**: 335-488, Precision Press, Wilmington, North Carolina, USA.

SCHMITHÜSEN, J. (1968): Allgemeine Vegetationsgeographie. 3. Aufl.- 463 S., Walter de Gruyter & Co., Berlin.

SCHÜTT-WEISSGERBER-SCHUCK-LANG-STIMM-ROLOFF (Hrsg.) (2004): Lexikon der Nadelbäume: Verbreitung – Beschreibung – Ökologie - Nutzung.- 640 S., viele farb. Abb. u. Ktn., NICOL Verlagsges. MbH Hamburg.

SIMONNEAU, P. & DEBAZAC, E.-F. (1961/2): Les Cyprèes des Ajjers.- Rev. Forest. Franc., **20**: 90-97,6 Abb., Ecole Nat. Eaux et Forets, Nancy.

STRASBURGER, E., NOLL, F., SCHENCK. H. & Schimper, A.F.W. (1983): Lehrbuch der Botanik. 32. Auflage - 1161 S., Fischer Verlag, Stuttgart.

TEMPLADA, J. & ALVAREZ, J. (1986): Der Araarbaum, ein afrikanisches Zypressengewächs in SO-Spanien. – Natur u. Museum, **114**, 4: 120-125, 8 Abb., Frankfurt/ Main.

TISCHLER, W. (1993): Einführung in die Ökologie.- 528 S., 172 Abb., 4. Aufl., G. Fischer Verl., Stuttgart.

UNGER, F. (1841-1847). Chloris protogaea. Beiträge zur Flora de Vorwelt. – 150 S., Leipzig.

WALTER, H. (1958/59): Klimatypen dargestellt durch Klimadiagramme. - Geogr. Taschenb.; 540-543, Remagen.

WALTER, H. (1968): Die Vegetation der Erde in ökophysiologischer Betrachtung. II: Die gemässigten und arktischen Zonen. - Jena.

WALTER, H. (1973a): Allgemeine Geobotanik. - 256 S., 135 Abb., 22 Tab., Uni-Taschenbücher, 284, Verlag Eng. Ulmer, Stuttgart.

WALTER, H. (1973b): Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. I. Die tropischen und subtropischen Zonen. 3. Aufl. - 744 S., 470 Abb., 135 Tab., G. Fischer Verl., Stuttgart.

WALTER, H. (1973c): Vegetationszonen und Klima. - 253 S., 79 Abb., Uni-Taschenbücher 14, Verlag Eng. Ulmer, Stuttgart.

WALTER, H. (1990): Vegetation und Klimazonen. - 382 S., 161 Abb., 6. Aufl., UTB Verlag Ulmer, Stuttgart.

WALTER, H., HARNICKELL, E., MUELLER-DOMBOIS, D. (1975): Klimadiagramm-Karten der einzelnen Kontinente und die ökologische Klimagliederung der Erde (Bd. X Vegetationsmonogr. d. einz. Großräume)(Hrsg.H. WALTER). - 36 S., 9 Kt., G.Fischer Verl., Stuttgart.

WALTHER, H. (1999): Die Tertiärflora von Kleinsaubernitz bei Bautzen. – Palaeontographica, **B, 249**: 63-174. 20 Taf., 8 Abb., Stuttgart.

WEAKLEY, A. S. & SCHAFALE, M. P. (1991): Classification of Pocosins of the Carolina Coastal Plain.-Wetlands, **11**, Special Issue: 355-375, 3 tabs., Precision Press, Wilmington, North Carolina, USA.

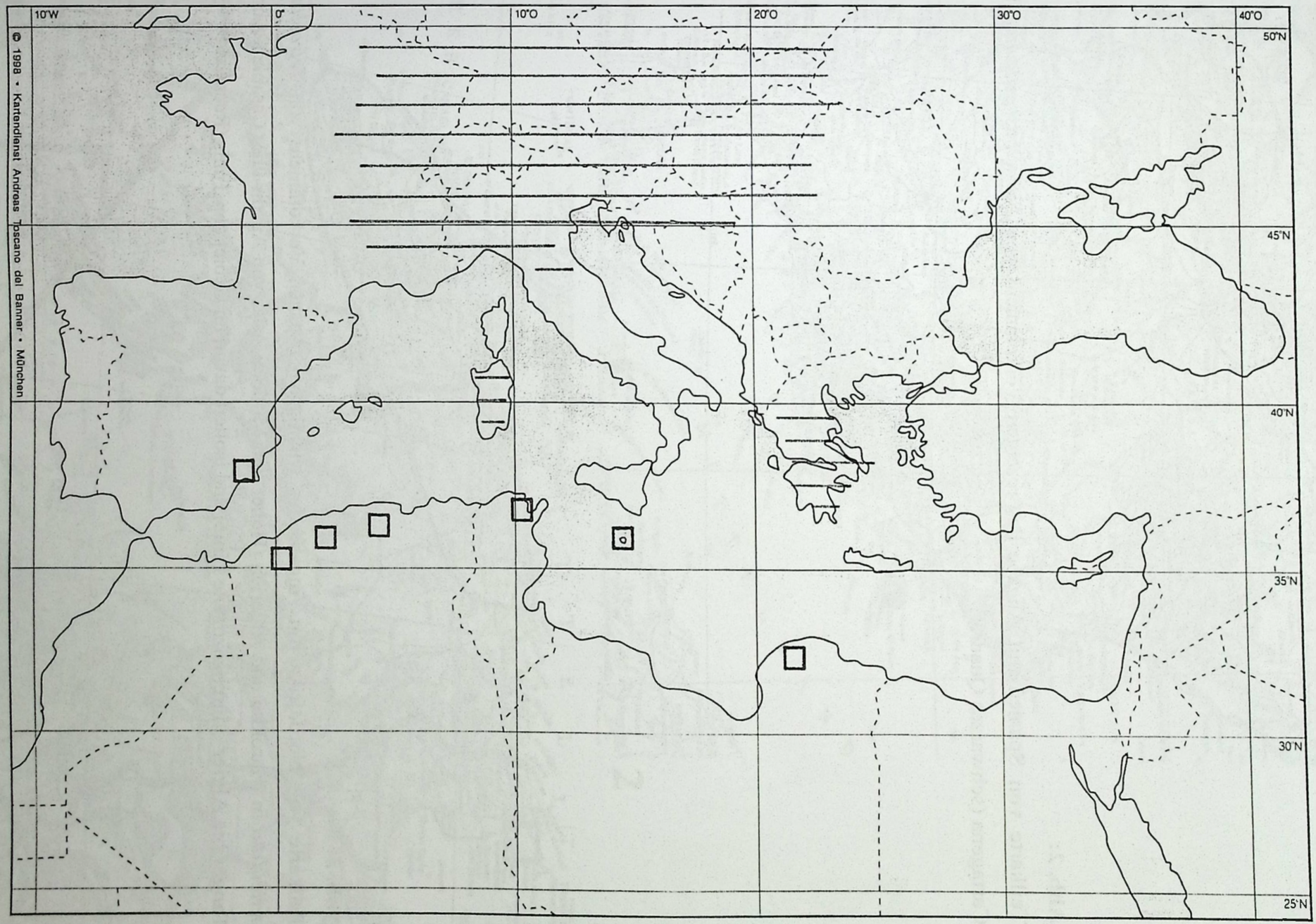
WOLFE, J. A. (1993): A method of obtaining climatic parameters from leaf assemblages. – U.S. Geol. Surv. Bull., **2040**: 1–71, 32 Abb., 20 Tab., Denver.

ZETTER, R. (1998): Palynological Investigations from the Early Miocene Lignite Opencasr Mine Oberdorf (N Voitsberg, Styria, Austria). – Jb. Geol. Bundesanstalt, **140**, 4: 461-468. 1 Tab., 2 Taf., Wien.

Abbildungen

Abb. 1:

Karte des Mittelmeergebietes mit überblicksmässiger Angabe der fossilen *Tetraclinis*-Funde (Schraffur) und der rezenten Art *Tetraclinis articulata* (Quadrate)


10°W
0°
10°O
20°O
30°O
40°O
50°N
45°N
40°N
35°N
30°N
25°N
© 1998 • Kartendienst Andreas Tjoeano del Banner • München

1

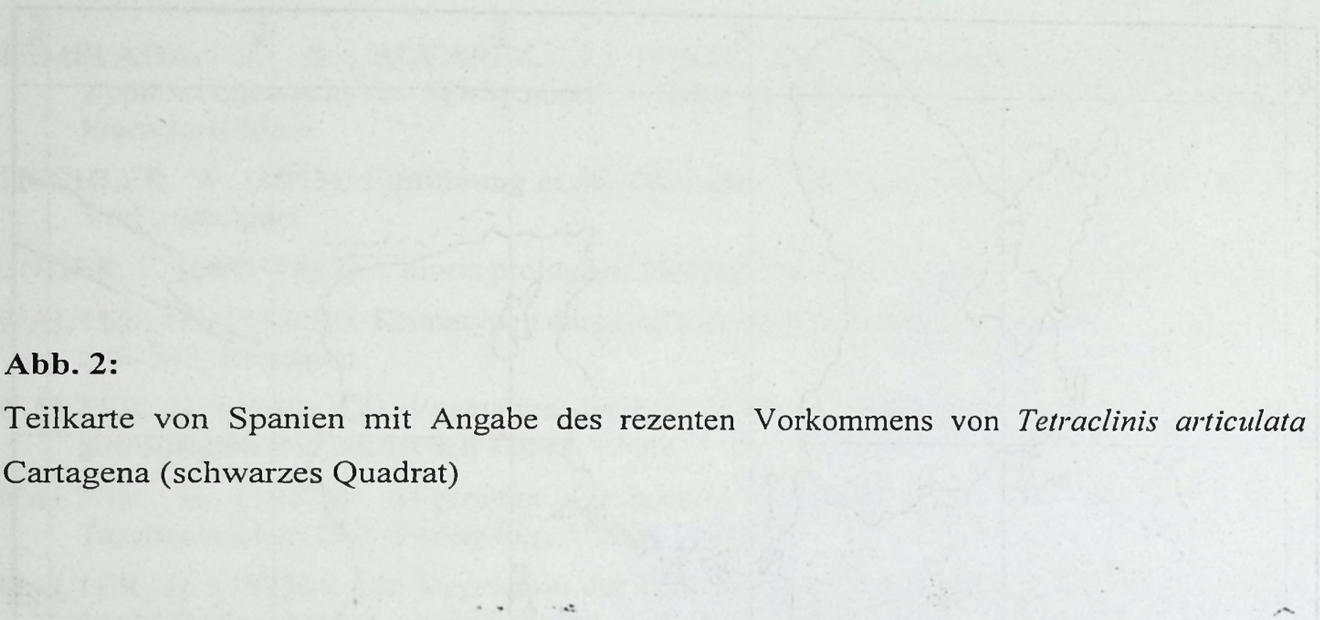


Abb. 2:
Teilkarte von Spanien mit Angabe des rezenten Vorkommens von *Tetraclinis articulata* bei Cartagena (schwarzes Quadrat)

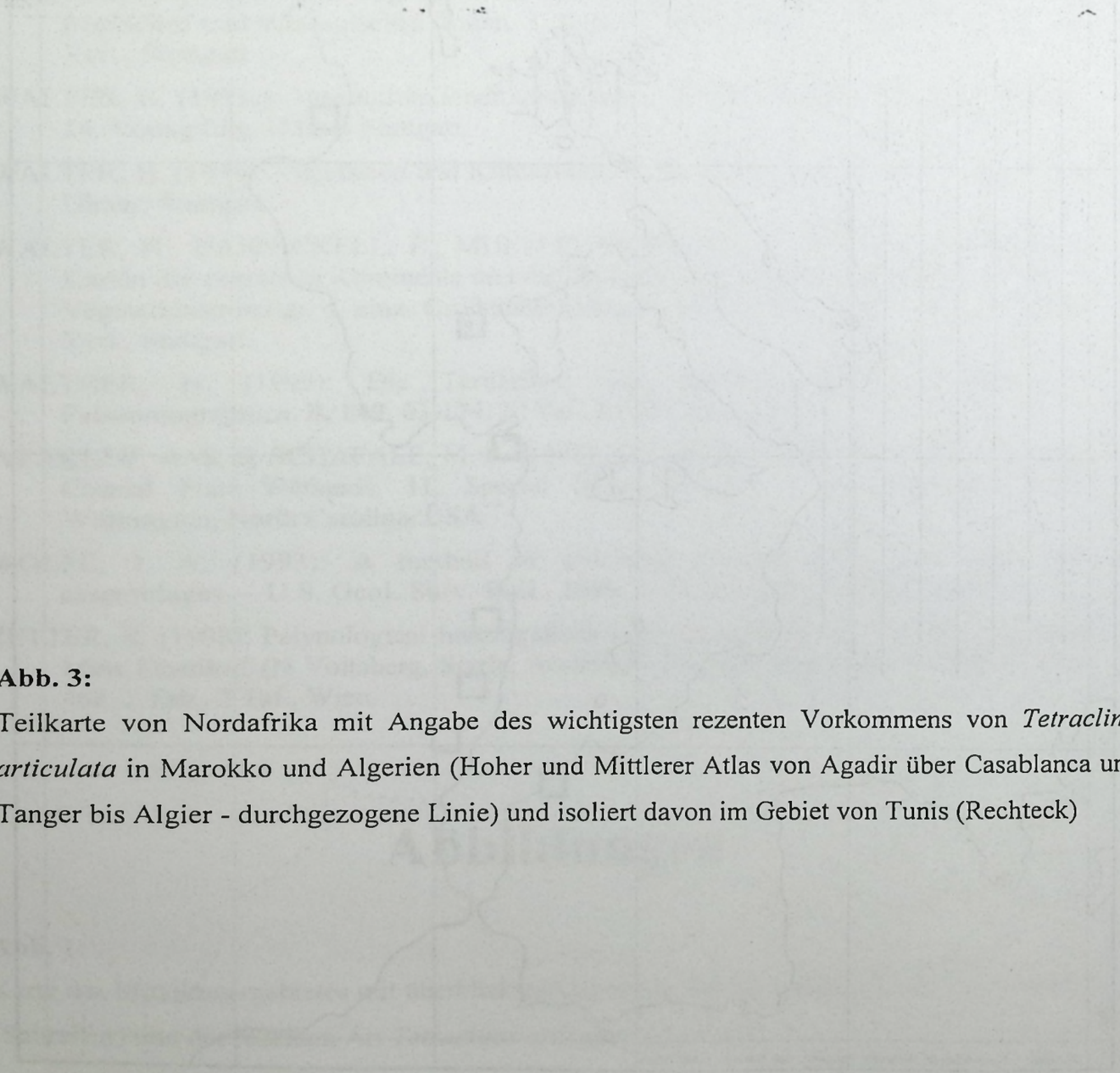


Abb. 3:
Teilkarte von Nordafrika mit Angabe des wichtigsten rezenten Vorkommens von *Tetraclinis articulata* in Marokko und Algerien (Hoher und Mittlerer Atlas von Agadir über Casablanca und Tanger bis Algier - durchgezogene Linie) und isoliert davon im Gebiet von Tunis (Rechteck)

SALAMANCA
MADRID
Alcalá de Henares
Castellón de la Plana
Golf von Valencia
VALENCIA
Albacete
Puertollano
ALICANTE
ELCHE
MURCIA
CARTAGENA
Cabo de Palos
Golf von Mazarrón
CÓRDOBA
SEVILLA
JEREZ DE LA FRONTERA
CÁDIZ
GRANADA
Sierra Nevada
ALMERÍA
Cabo de Gata
MÁLAGA
Costa del Sol
La Línea
Algeciras
Gibraltar (Gr.-Br.)
Punta de Europa
Straße von Gibraltar
Ceuta (Span.)
TANGER (TANJA)
TETOUÂN
Alborán (Span.)
Melilla (Span.)
Mostaganem
Arzew
ORAN
SIDI-BEL-ABBÈS
MITTELLÄND
MAROKKO
2

3

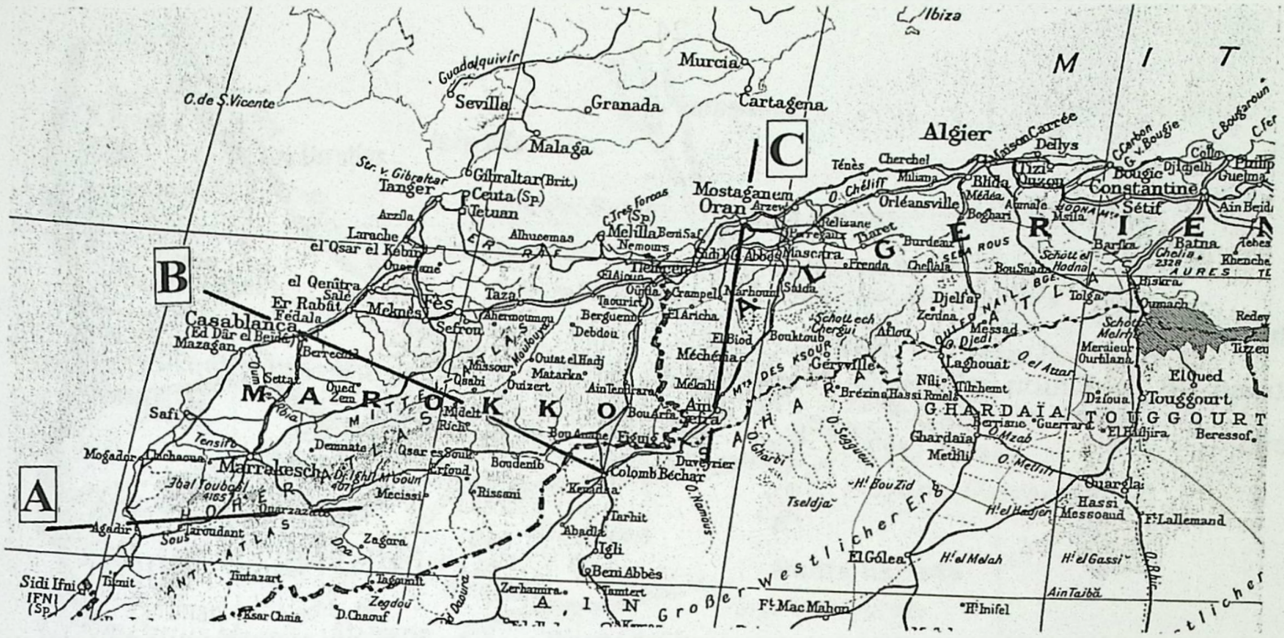
PORTUGAL
K. São Vicente
SPANIEN
JEREZ DE LA FRONTERA
CÁDIZ
MÁLAGA
ALMERÍA
CARTAGENA
MITTELLÄN
ALGIER
ANNABA
Trapani
Marsala
PALERMO
TANGER (TANJA)
Ceuta (Span.)
Melilla
ORAN
SIDI-BEL-ABBÈS
SETIF
CONSTANTINE
TUNIS
Sousse
Sfax
Kleine Syrte
Djerba
Lampedusa (It.)
Linosa (It.)
Pantelleria (It.)
TRIPOLIS (TARABULUS)
CASABLANCA
RABAT
MEKNES
FES
MARRAKESCH
SAFI
Agadir
MAROKKO
Biskra
Touggourt
Ouargla
Ghardaïa
Laghouat
Figuig
Béchar
Westlicher Großer Erg
Hamada du Dra
ALGERIEN
Plateau du Tademait
Tindouf
El Eglab
Hamada de Tinrhert
Djebel Nefusa
el Djebel
el Gharbi
Ghadames
Tanezrouft
El Mahia

Abb. 4:

Karte Marokkos und Algeriens mit Angabe einiger Klimastationen aus dem selben Areal: Klimaprofile Agadir-Quarzazate (A); Casablanca-Midelt-Colomb Bechar (B); Oran-Ain Sefra (C) in Abb. 5. Die Linien kennzeichnen das in Abb. 5 dargestellte Areal mit Klimasstationen.

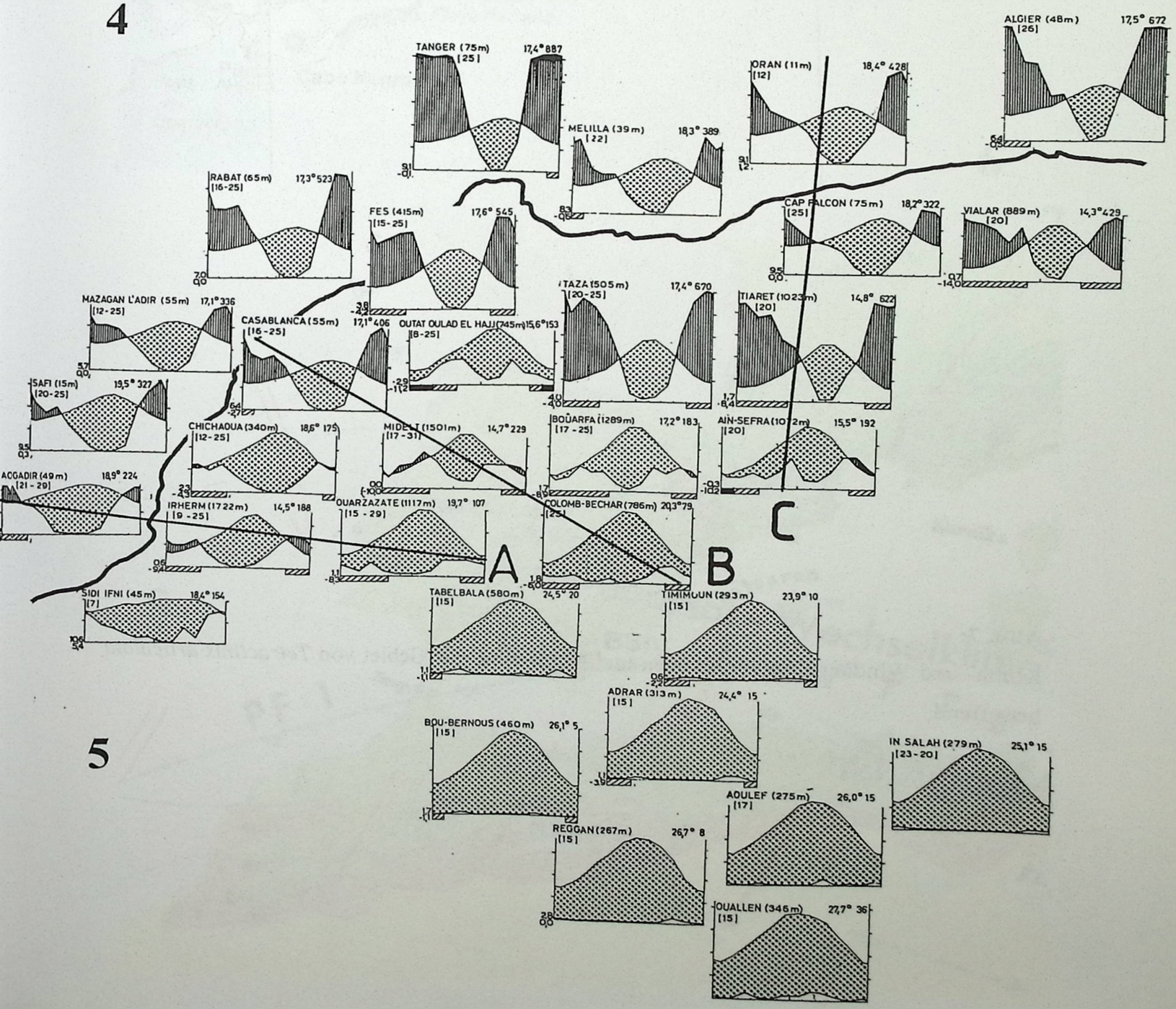
Abb. 5:

Klimadiagramme von Nordafrika mit deutlichem winterlichem Regenmaximum an der Küste und wüstenhaften Bedingungen landeinwärts (nach WALTER et al 1975). Siehe Ausschnittsgrenzen und betroffenes Areal in Abb. 4; Die Linien A-C aus Abb. 4 sind hier mit eingetragen



Ibiza
M I T
Murcia
Cartagena
Granada
Sevilla
Malaga
O. de S. Vicente
Algier
Dellys
Constantine
Sétif
Mostaganem
Oran
Tanger
Ceuta (Sp.)
Tetuan
Melilla
Tlemcen
Casablanca
Mazagan
Safi
Marrakesch
Agadir
Sidi Ifni
Fès
Meknès
Taza
Colomb Béchar
Beni Abbès
Ain Sefra
Géryville
Laghouat
Touggourt
Ouargla
El Gólea
Ft. Mac Mahon
Ft. Lallemand
Ft. Inifel
Ain Taibă
Großer westlicher Erg
A
B
C

4



TANGER (75m) [25] 17,4° 887
MELILLA (39m) [22] 18,3° 389
ORAN (11m) [12] 18,4° 428
ALGIER (48m) [26] 17,5° 672
RABAT (65m) [16-25] 17,3° 523
FES (415m) [15-25] 17,6° 545
CAP FALCON (75m) [25] 18,2° 322
VIALAR (889m) [20] 14,3° 429
MAZAGAN L'ADIR (55m) [12-25] 17,1° 336
CASABLANCA (55m) [16-25] 17,1° 406
OUTAT OULAD EL HAJJ (745m) [8-25] 15,6° 153
TAZA (505m) [20-25] 17,4° 670
TIARET (1023m) [20] 14,8° 622
SAFI (15m) [20-25] 19,5° 327
CHICHAOUA (340m) [12-25] 18,6° 175
MIDELT (1501m) [17-31] 14,7° 229
BOUARFA (1289m) [17-25] 17,2° 183
AIN-SEFRA (1072m) [20] 15,5° 192
AGGADIR (49m) [21-29] 18,9° 224
IRHERM (1722m) [9-25] 14,5° 188
OUARZAZATE (1117m) [15-29] 19,7° 107
COLOMB-BECHAR (786m) [25] 20,3° 79
SIDI IFNI (45m) [7] 18,4° 154
TABELBALA (580m) [15] 24,5° 20
TIMIMOUN (293m) [15] 23,9° 10
ADRAR (313m) [15] 24,4° 15
BOU-BERNOUS (460m) [15] 26,1° 5
IN SALAH (279m) [23-20] 25,1° 15
AOULEF (275m) [17] 26,0° 15
REGGAN (267m) [15] 26,7° 8
OUALLEN (346m) [15] 27,7° 36
A
B
C

5

Abb. 6:

Portman SE La Union in E-Spanien mit Angabe des Vorkommens von *Tetraclinis articulata* (Pfeil)

Abb. 7:

Klima- und Windangaben für Spanien und Nordafrika, das Gebiet von *Tetraclinis articulata* betreffend.

Punta Brava
33
Hacienda del Pino
Los Urrutias
Isla Mayor
Menor
Euromanga
Isla del Sujeto
Hacienda 2-Mares
Isla Redonda
Isla del Ciervo
Punta de la Raja
Playa del Marchamalo
Islas Hormigas
Los Nietos
Casas de las Monjas
Algar
San Ginés de la Jara
La Manga
Mar de Cristal
del Mar Menor
Cabo de Palos
Cabo de Palos
Beal
Los Blancos
Playa Honda
Playa del Descargador
Llano de Beal
Los Belones
Jordana
LA UNIÓN
Las Barracas
Cobaticas
Punta Espada
Portman
(from Portus Magnus)
Atamaria
Playa Larga
Playa Parreño
Punta Negra
Cabo Negrete
Playa del Gorguel

6

7

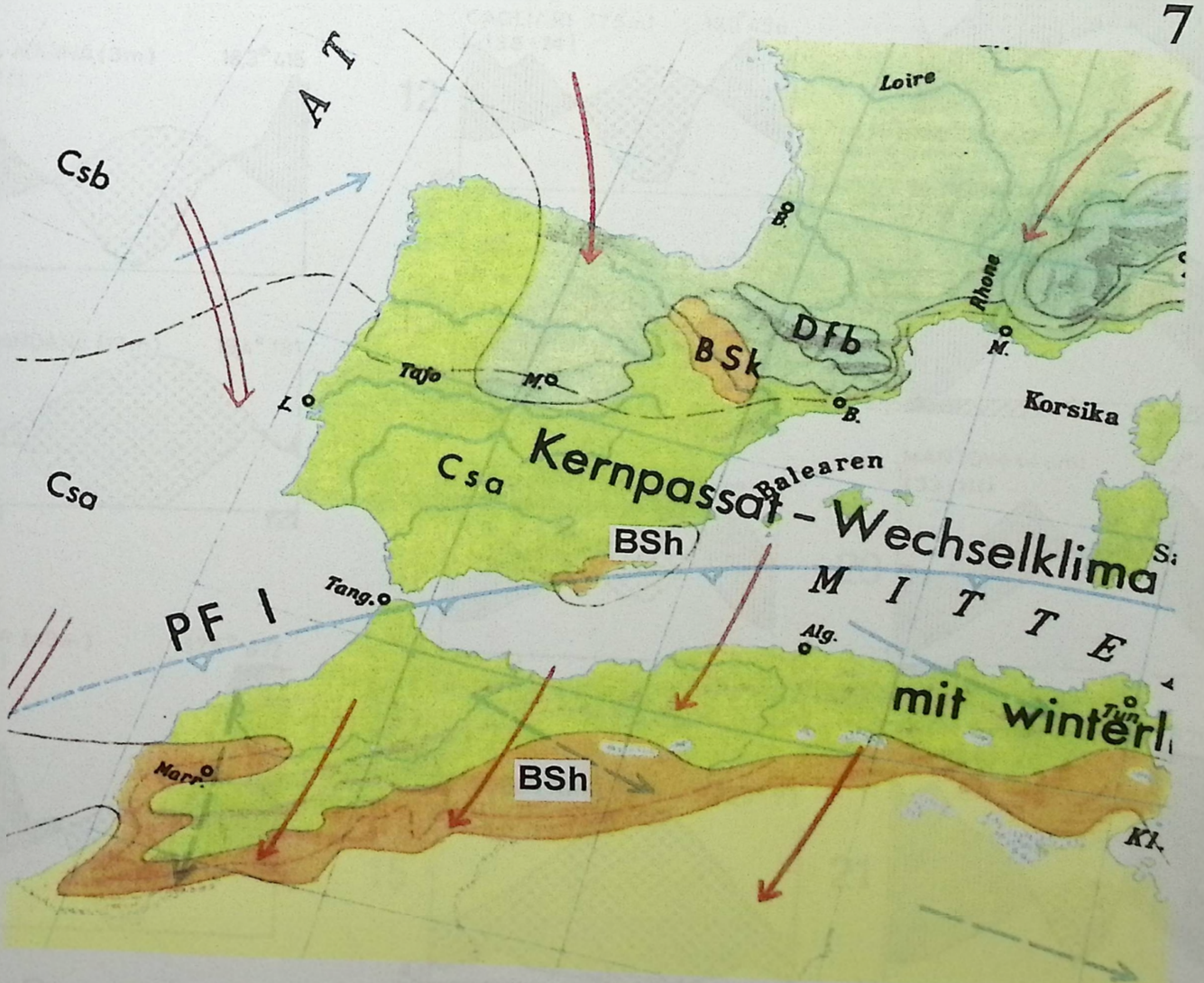
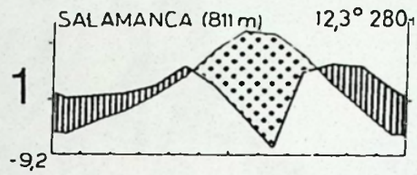
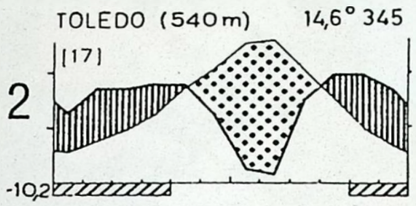

Csb
Loire
Rhone
Dfb
BSk
Tajo
Korsika
Csa
Kernpassat – Wechselklima
Balearen
BSh
PF I
Tang.
Alg.
mit winterl
BSh

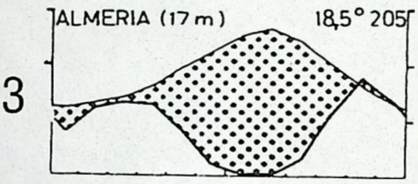
Abb. 8:

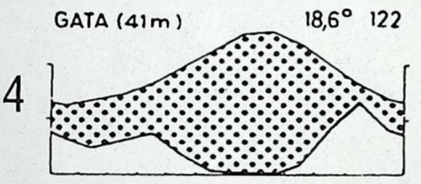
Verschiedene Klimastationen im Vergleich (nach WALTER et al. 1975). Man beachte die Sahelisierung Spaniens bei Cartagena (Stationen 3, 4, 11);

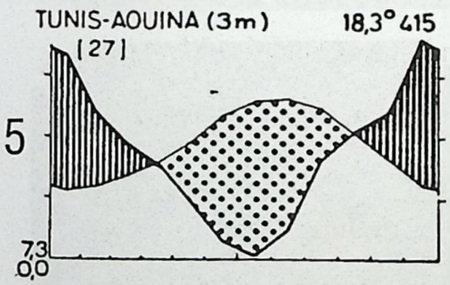
1, 8: Nord-Spanien (Cfb); 3, 4, 10, 11: Süd-Spanien (BSh) ; 5-7: Nord-Afrika mit Cs-Klima; 2, 9, 12-14, 21: mediterrane Orte mit Cs-Klima; 15: afrikanische Oase (Sudan) mit BWh-Wüstenklima; 16-18, 20: europäische Städte mit Cfb-Klima (16-19), und Cfa-Klima im Vergleich (19)

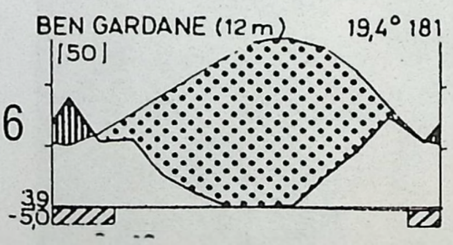

1
SALAMANCA (811 m)
12,3° 280
-9,2

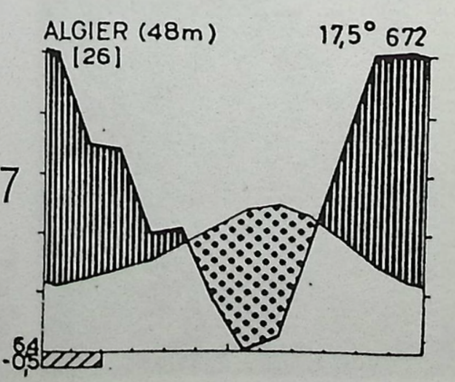

2
TOLEDO (540 m)
14,6° 345
[17]
-10,2

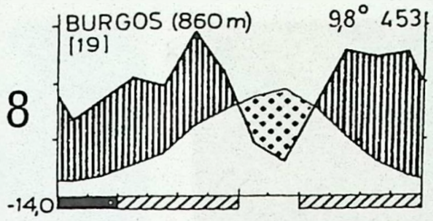

3
ALMERIA (17 m)
18,5° 205

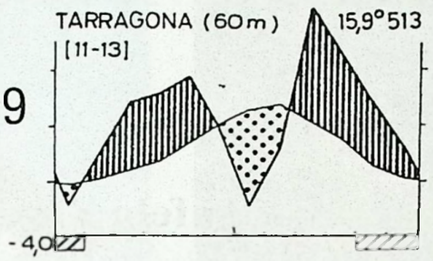

4
GATA (41 m)
18,6° 122

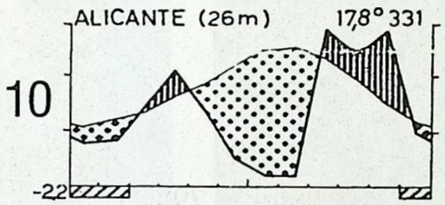

5
TUNIS-AOUINA (3 m)
18,3° 415
[27]
7,3
0,0

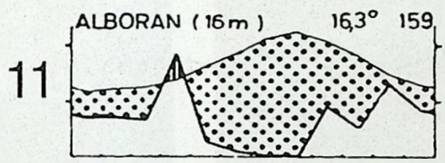

6
BEN GARDANE (12 m)
19,4° 181
[50]
3,9
-5,0

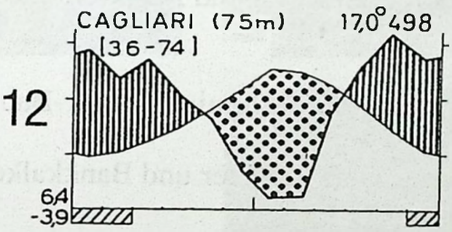

7
ALGIER (48 m)
17,5° 672
[26]
6,4
-0,5

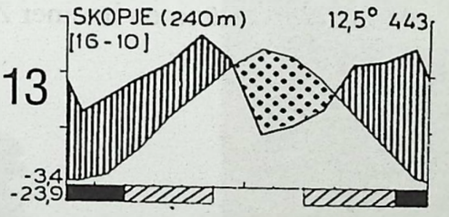

8
BURGOS (860 m)
9,8° 453
[19]
-14,0

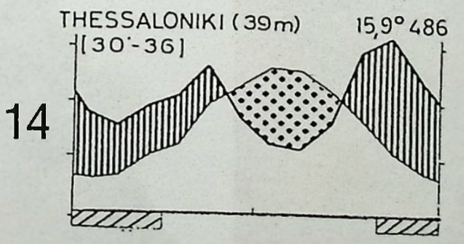

9
TARRAGONA (60 m)
15,9° 513
[11-13]
-4,0

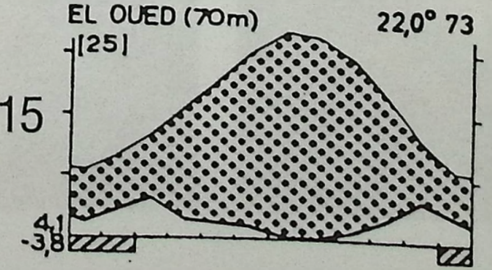

10
ALICANTE (26 m)
17,8° 331
-2,2

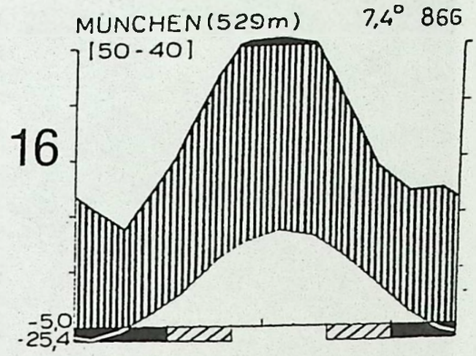

11
ALBORAN (16 m)
16,3° 159

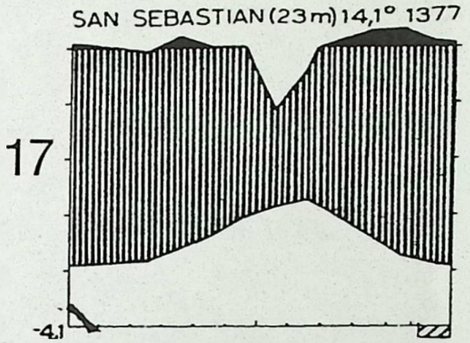

12
CAGLIARI (75 m)
17,0° 498
[36-74]
6,4
-3,9

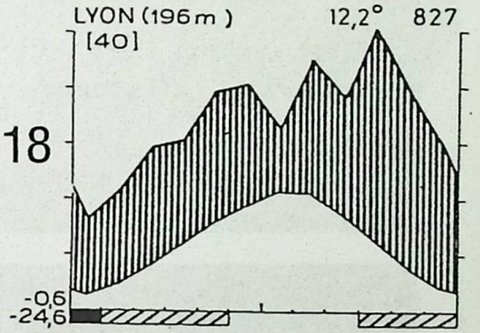

13
SKOPJE (240 m)
12,5° 443
[16-10]
-3,4
-23,9

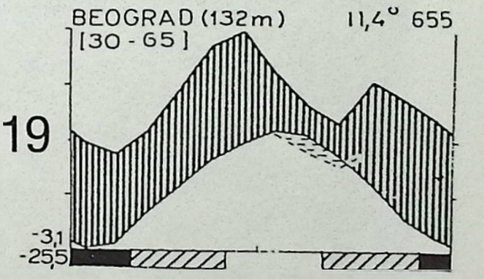

14
THESSALONIKI (39 m)
15,9° 486
[30-36]

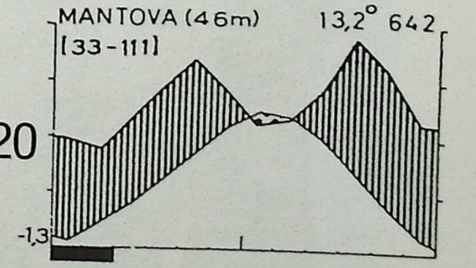

15
EL OUED (70 m)
22,0° 73
[25]
4,1
-3,8

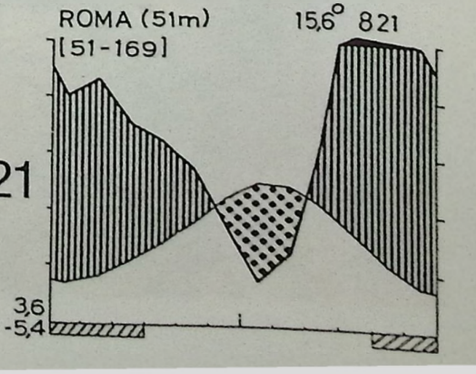

16
MUNCHEN (529 m)
7,4° 866
[50-40]
-5,0
-25,4


17
SAN SEBASTIAN (23 m)
14,1° 1377
-4,1


18
LYON (196 m)
12,2° 827
[40]
-0,6
-24,6


19
BEOGRAD (132 m)
11,4° 655
[30-65]
-3,1
-25,5


20
MANTOVA (46 m)
13,2° 642
[33-111]
-1,3


21
ROMA (51 m)
15,6° 821
[51-169]
3,6
-5,4

Tafeln

Tafel 1

Fotos von Verf. H.-J. Gregor auf Exkursion E 798/17

Verkarstetes Bergland von Portman bei Cartagena (SE-Spanien) mit *Tetraclinis articulata* – Bäumen.

Fig. 1: Einzeln stehendes *Araar*-Bäumchen und Autor GREGOR sowie B. MELLER am Hang

Fig. 2: Autorin MELLER an einem buschförmigen Araar-Baum – im Hintergrund das Meer

Fig. 3: Kieselsäurereiche farbige (lila) Schiefer und Bankkalke als Karstgebiet und Basis für die Besiedlung der Araar-Bäume

Fig. 4: Hang mit verschiedenen *Tetraclinis*-Bäumen in einer Zusammenstellung

1

2

3

4

Tafel 1

Tafel 2

Fotos von Verf. H.-J. Gregor auf Exkursion E 798/17

Verkarstetes Bergland von Portman bei Cartagena (SE-Spanien) mit *Tetraclinis articulata* – Bäumen.

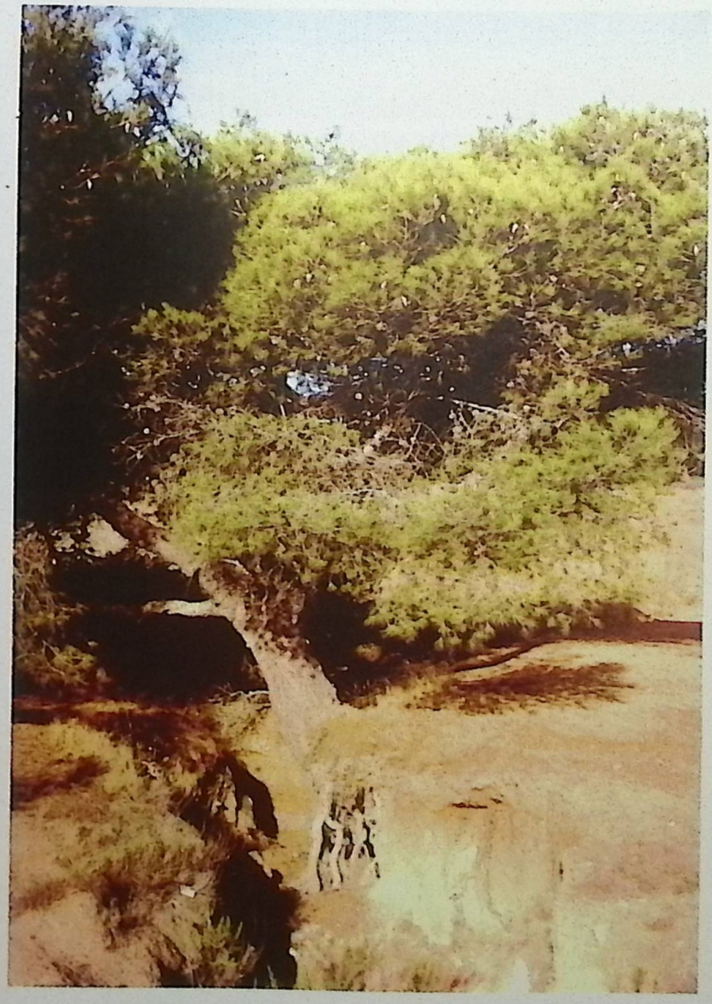
Fig. 1: *Tetraclinis articulata* – ein Ausschnitt eines Araar-Baumes mit Zapfen und Benadelung

Fig. 2: Kiefer im Araar-Gebiet auf Terra fusca, mit Erosionsrinne und freiliegendem Wurzelbereich im Laterit

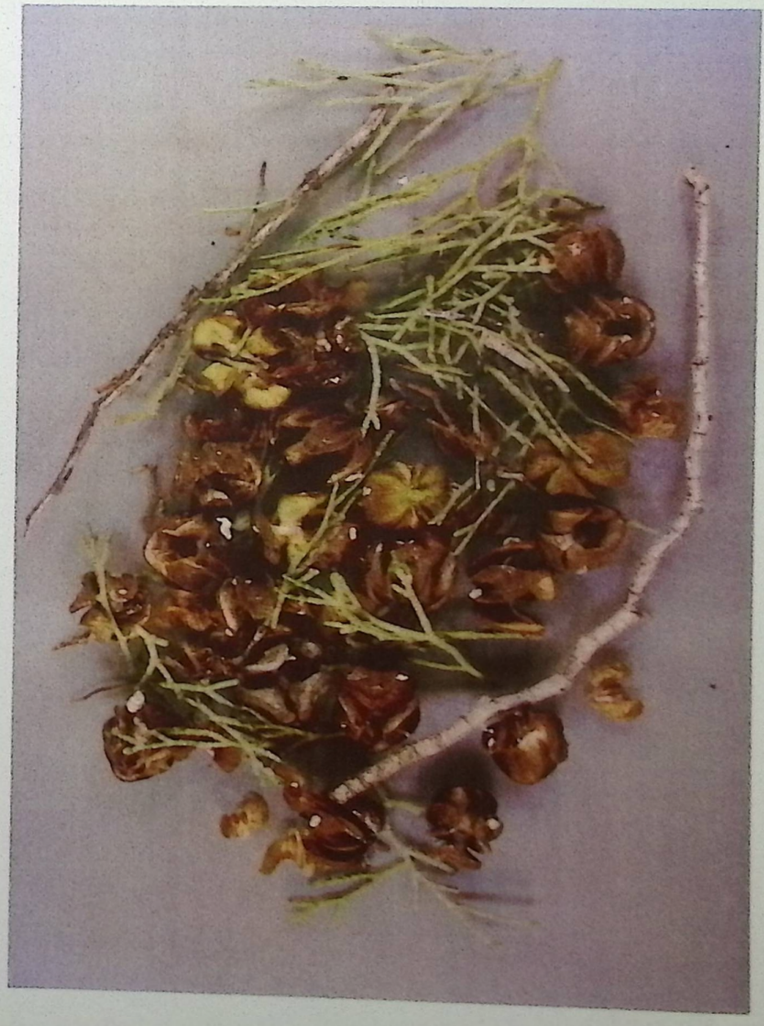
Fig. 3: Zapfen, Samen, Zweige und Nadeln von *Tetraclinis articulata* vom Originalstandort in SE-Spanien

1

2



3



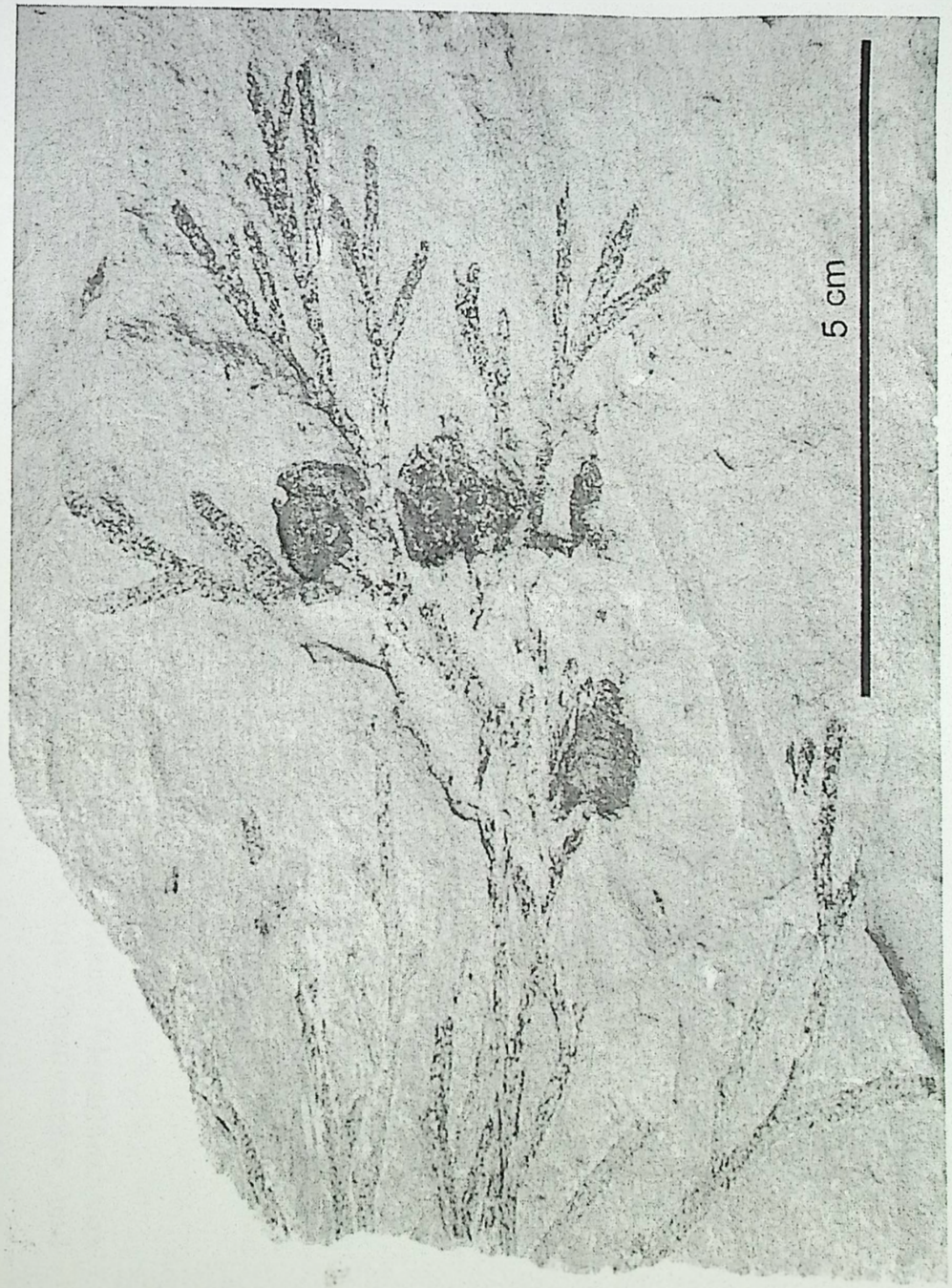
Tafel 3

Fotos von B. MELLER

Fig. 1: *Tetraclinis salicornioides* (UNGER) KVACEK – Zweig mit Schuppengliedern aus dem Miozän von Hambach, gefunden von B. MELLER, Wien. Größe: ca. 4 cm Länge (GBA 2007/006/0002)
Die Fundschicht war ein blätterführenden Kohlen-Ton der Indener Schichten (über Flöz Garzweiler, 5. Sohle, Tagebau Hambach, Power -RWE); Exkursion GREGOR E 936/9B. Das Foto wurde freundlicherweise von R. van der Hamm, Leiden zur Verfügung gestellt, der auf der Exkursion mit dabei war. Größe: 4 cm Länge

Fig. 2: *Tetraclinis brachyodon* (BRONGN.) MAI & WALTHER - Zweig aus dem Miozän von Radoboy. Es ist der unvollständigere Gegendruck zu dem in KOVAR-EDER & KVACEK (1995) beschriebenen Zweig (Sammlung des Botanischen Instituts der Universität Graz) und befindet sich in der Sammlung der Geologischen Bundesanstalt Wien (GBA 2007/006/0001)

Tafel 3

1

2