

Woods of the Sahara and the Sahel
Bois du Sahara et du Sahel
Hölzer der Sahara und des Sahel

Katharina Neumann
Werner Schoch
Pierre D  tienne
Fritz Hans Schweingruber

With a contribution by Hans Georg Richter
Avec une contribution de Hans Georg Richter
Mit einem Beitrag von Hans Georg Richter

Woods of the Sahara and the Sahel Bois du Sahara et du Sahel Hölzer der Sahara und des Sahel

an anatomical atlas
atlas d'anatomie
ein anatomischer Atlas

2. Auflage 2023
Verlag Kessel
www.forstbuch.de

Die erste Auflage dieses Buchs erschien im Jahr 2001
mit der ISBN 978-3-258-06204-4 im Haupt Verlag, Bern.

Verlag Kessel
Eifelweg 37
53424 Remagen-Oberwinter
Tel.: 02228-493
Fax: 03212-1024877
E-Mail: webmaster@forstbuch.de
Homepage: www.verlagkessel.de,
www.forstbuch.de
www.forestrybooks.com

Druck:
Druckerei Sieber
Rübenacher Straße 52
56220 Kaltenengers
Homepage: www.business-copy.com
In Deutschland hergestellt

© 2023 Verlag Kessel, Alle Rechte vorbehalten. Das vorliegende Buch ist urheberrechtlich geschützt. Kein Teil darf ohne schriftliche Erlaubnis entnommen werden.
Das gilt für alle Arten der Reproduktion.

ISBN: 978-3-910611-02-3

DANKSAGUNG

Am Zustandekommen dieses Buches sind viele Personen beteiligt. Ganz besonders danken wir Alexa Höhn für die Codierung von Datensätzen für die Familie der Leguminosen und die kritische Durchsicht des Manuskripts, Gulla Schenk für die Herstellung der holzanatomischen Präparate und für ihre Hilfe bei Computer-Problemen, und Monika Heckner für die Erstellung der Karte.

ACKNOWLEDGEMENTS

Many persons have invested their precious time and helped us in making this book. We want to express special thanks to Alexa Höhn for coding some items from the Leguminosae family and for critically reading the manuscript, Gulla Schenk for the preparation of the wood anatomical slides and her help in computer problems, and Monika Heckner for drawing the map.

REMERCIEMENTS

Beaucoup de personnes ont investi leur temps précieux pour nous aider à faire ce livre. Nous remercions chaleureusement Alexa Höhn pour les données de quelques espèces des Legumineuses et pour ses remarques critiques sur le texte, Gulla Schenk pour la préparation des coupes minces et son aide concernant des problèmes d'ordinateur, et Monika Heckner pour le dessin de la carte.

INHALTSVERZEICHNIS **CONTENTS** **TABLE DES MATIÈRES**

Liste der beschriebenen und abgebildeten Arten – List of described and illustrated species –
 Liste des espèces décrites et illustrées. 9

Einleitung, *Deutsch* 13
 Introduction, *English*. 15
 Introduction, *Français*. 17

Abbildungen der Merkmale – Illustrations of characters – Illustrations des caractères 19

Kommentierte Merkmalslisten – Character lists with comments – Listes commentées des caractères 39
 Merkmalsliste, *Deutsch* 41
 Character list, *English* 54
 Liste des caractères, *Français* 65

Schlüssel – Keys – Clés. 77
 – Schlüssel für Hölzer der Sahara 79
 – Schlüssel für Hölzer des Sahel 85
 – Key for Saharan woods 89
 – Key for Sahelian woods 94
 – Clé des bois sahariens 98
 – Clé des bois sahéliens 104

Anatomische Beschreibungen – Anatomical descriptions – Descriptions anatomiques. 109

Literaturverzeichnis – References – Références 459

Anhang: Liste der verwendeten Präparate – Appendix: list of investigated specimens –
 Annex: liste des échantillons examinés. 462

LISTE DER BESCHRIEBENEN UND ABGEBILDETEN ARTEN

LIST OF DESCRIBED AND ILLUSTRATED SPECIES

LISTE DES ESPÈCES DÉCRITES ET ILLUSTRÉES

Art / species / espèce	Familie / family / famille	Seite /page
Abutilon pannosum (Forst. f.) Schlecht.	MALVACEAE	340
Acacia type	LEG.-MIMOSOIDEAE	286
Acacia asak (Forssk.) Willd.	LEG.-MIMOSOIDEAE	288
Acacia ehrenbergiana Hayne	LEG.-MIMOSOIDEAE	290
Acacia etbaica Schweinf.	LEG.-MIMOSOIDEAE	292
Acacia gerrardii Benth.	LEG.-MIMOSOIDEAE	294
Acacia laeta R.Br.	LEG.-MIMOSOIDEAE	296
Acacia mellifera (Vahl.) Benth.	LEG.-MIMOSOIDEAE	298
Acacia nilotica (L.) Willd. ex Del.	LEG.-MIMOSOIDEAE	300
Acacia nubica Benth.	LEG.-MIMOSOIDEAE	302
Acacia pennata (L.) Willd.	LEG.-MIMOSOIDEAE	304
Acacia raddiana Savi	LEG.-MIMOSOIDEAE	306
Acacia senegal (L.) Willd.	LEG.-MIMOSOIDEAE	308
Acacia seyal Del.	LEG.-MIMOSOIDEAE	310
Acacia tortilis (Forssk.) Hayne	LEG.-MIMOSOIDEAE	312
Adansonia digitata L.	BOMBACACEAE	152
Aerva javanica (Burm. f.) Juss. et Schult.	AMARANTHACEAE	116
Annona senegalensis Pers.	ANNONACEAE	126
Anogeissus leiocarpus (DC.) Guill. & Perr.	COMBRETACEAE	236
Antirrhinum ramosissimum Coss. et Dur.	SCROPHULARIACEAE	398
Argania spinosa (L.) Skeels	SAPOTACEAE	394
Argyrobium saharae Pomel	LEG.-PAPILIONOIDEAE	324
Argyrobium sp.	LEG.-PAPILIONOIDEAE	326
Artemisia herba-alba Asso.	ASTERACEAE	144
Arthrocnemum glaucum (Del.) Ung.-Sternb.	CHENOPODIACEAE	208
Astragalus armatus Lam.	LEG.-PAPILIONOIDEAE	328
Atriplex dimorphostegia Karelin & Kiriloff	CHENOPODIACEAE	210
Atriplex farinosa Forssk.	CHENOPODIACEAE	212
Atriplex halimus L.	CHENOPODIACEAE	214
Azadirachta indica A. Juss.	MELIACEAE	342
Balanites aegyptiaca (L.) Del.	ZYGOPHYLLACEAE	436
Ballota hirsuta Benth.	LAMIACEAE	266
Bauhinia rufescens Lam.	LEG.-CAESALPINIOIDEAE	272
Boscia angustifolia A. Rich.	CAPPARACEAE	178
Boscia salicifolia Oliv.	CAPPARACEAE	180
Boscia senegalensis (Pers.) Lam. ex Poir.	CAPPARACEAE	182
Butyrospermum paradoxum subsp. parkii (G. Don) Hepper	SAPOTACEAE	396
Cadaba farinosa Forsk.	CAPPARACEAE	184
Cadaba glandulosa Forssk.	CAPPARACEAE	186
Cadaba rotundifolia Forssk.	CAPPARACEAE	188
Calligonum azel Maire	POLYGONACEAE	368
Calligonum comosum l'Her.	POLYGONACEAE	370
Calotropis procera Ait.	ASCLEPIADACEAE	132
Capparis decidua (Forssk.) Edgew.	CAPPARACEAE	190
Capparis spinosa L.	CAPPARACEAE	192
Capparis tomentosa Lam.	CAPPARACEAE	194

Art / species / espèce	Familie / family / famille	Seite / page
<i>Carissa edulis</i> Vahl.	APOCYNACEAE	128
<i>Cassia italica</i> (Miller) Lam. ex F.W. Andr.	LEG.-CAESALPINIOIDEAE	274
<i>Cassia senna</i> L.	LEG.-CAESALPINIOIDEAE	276
<i>Cassia sieberiana</i> DC.	LEG.-CAESALPINIOIDEAE	278
<i>Celtis integrifolia</i> Lam.	ULMACEAE	430
<i>Chrozophora brocchiana</i> (Vis.) Schweinf.	EUPHORBIACEAE	256
<i>Cocculus pendulus</i> (Forst.) Diels	MENISPERMACEAE	346
<i>Combretum aculeatum</i> Vent.	COMBRETACEAE	238
<i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex DC.	COMBRETACEAE	240
<i>Combretum micranthum</i> G. Don.	COMBRETACEAE	242
<i>Combretum nigricans</i> Lepr. ex Guill. & Perr.	COMBRETACEAE	244
<i>Combretum paniculatum</i> Vent.	COMBRETACEAE	246
<i>Commiphora africana</i> (A. Rich.) Engl.	BURSERACEAE	174
<i>Commiphora opobalsamum</i> (L.) Engl.	BURSERACEAE	176
<i>Cordia sinensis</i> Lam.	BORAGINACEAE	154
<i>Cornulaca monacantha</i> Del.	CHENOPODIACEAE	216
<i>Crateva religiosa</i> Forst.	CAPPARACEAE	196
<i>Cupressus dupreziana</i> A. Camus	CUPRESSACEAE	110
<i>Dalbergia melanoxylon</i> Guill. et Perr.	LEG.-PAPILIONOIDEAE	330
<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn.	LEG.-MIMOSOIDEAE	314
<i>Diplotaxis harra</i> (Forssk.) Boiss.	BRASSICACEAE	160
<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. ex A. DC.	EBENACEAE	254
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	SAPINDACEAE	392
<i>Entada africana</i> Guill. & Perr.	LEG.-MIMOSOIDEAE	316
<i>Ephedra alata</i> Dec.	EPHEDRACEAE	112
<i>Ephedra</i> sp.	EPHEDRACEAE	114
<i>Euphorbia echinus</i> Hook. et Coss.	EUPHORBIACEAE	258
<i>Fagonia bruguieri</i> DC.	ZYGOPHYLLACEAE	438
<i>Fagonia glutinosa</i> Del.	ZYGOPHYLLACEAE	440
<i>Faidherbia albida</i> (Del.) A. Chev.	LEG.-MIMOSOIDEAE	318
<i>Farsetia</i> sp.	BRASSICACEAE	162
<i>Feretia apodanthera</i> Del.	RUBIACEAE	384
<i>Ficus capensis</i> Thunb.	MORACEAE	348
<i>Ficus carica</i> L.	MORACEAE	350
<i>Ficus ingens</i> (Miq.) Miq.	MORACEAE	352
<i>Ficus salicifolia</i> Vahl.	MORACEAE	354
<i>Ficus sycomorus</i> L.	MORACEAE	356
<i>Frankenia</i> sp.	FRANKENIACEAE	264
<i>Genista saharae</i> Cosson & Dur.	LEG.-PAPILIONOIDEAE	332
<i>Grewia bicolor</i> Juss.	TILIACEAE	422
<i>Grewia flavescens</i> Juss.	TILIACEAE	424
<i>Grewia tenax</i> (Forssk.) Fiori	TILIACEAE	426
<i>Grewia villosa</i> Willd.	TILIACEAE	428
<i>Guiera senegalensis</i> J.F. Gmelin	COMBRETACEAE	248
<i>Halopeplis perfoliata</i> (Forssk.) Bge. ex Schweinf.	CHENOPODIACEAE	218
<i>Helianthemum kahiricum</i> Del.	CISTACEAE	232
<i>Helianthemum lippii</i> (L.) Pers.	CISTACEAE	232
<i>Helianthemum ruficomum</i> Spreng.	CISTACEAE	234
<i>Hyphaene thebaica</i> (Del.) Mart.	ARECACEAE	454
<i>Khaya senegalensis</i> (Desr.) A. Juss.	MELIACEAE	344
<i>Launea arborescens</i> (Batt.) Maire	ASTERACEAE	146
<i>Lavandula antineae</i> Maire	LAMIACEAE	268
<i>Lavandula coronopifolia</i> Poiret	LAMIACEAE	270
<i>Leptadenia hastata</i> (Pers.) Decne.	ASCLEPIADACEAE	134
<i>Leptadenia pyrotechnica</i> (Forssk.) Decne.	ASCLEPIADACEAE	136
<i>Limoniastrum guyonianum</i> Dur.	PLUMBAGINACEAE	366
<i>Lycium afrum</i> L.	SOLANACEAE	402

Art / species / espèce	Familie / family / famille	Seite /page
<i>Lycium shawii</i> Roem. et Sch.	SOLANACEAE	404
<i>Maerua angolensis</i> DC.	CAPPARACEAE	198
<i>Maerua crassifolia</i> Forssk.	CAPPARACEAE	200
<i>Maerua oblongifolia</i> (Forssk.) A. Rich.	CAPPARACEAE	202
<i>Malcolmia aegyptiaca</i> Spr.	BRASSICACEAE	164
<i>Mangifera indica</i> L.	ANACARDIACEAE	118
<i>Maytenus senegalensis</i> (Lam.) Exell	CELASTRACEAE	204
<i>Mitragyna inermis</i> (Willd.) O. Ktze.	RUBIACEAE	386
<i>Moricandia arvensis</i> DC.	BRASSICACEAE	166
<i>Moringa peregrina</i> (Forssk.) Fiori	MORINGACEAE	358
<i>Myrtus nivellei</i> Batt. et Trab.	MYRTACEAE	360
<i>Nerium oleander</i> L.	APOCYNACEAE	130
<i>Nitraria retusa</i> Forssk.	ZYGOPHYLLACEAE	442
<i>Nucularia perrini</i> Batt.	CHENOPODIACEAE	220
<i>Ochradenus baccatus</i> Del.	RESEDACEAE	372
<i>Olea laperrini</i> Batt. et Trab.	OLEACEAE	364
<i>Oudneya africana</i> R. Br.	BRASSICACEAE	168
<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) Benth.	LEG.-MIMOSOIDEAE	320
<i>Pergularia tomentosa</i> L.	ASCLEPIADACEAE	138
<i>Periploca laevigata</i> Ait.	ASCLEPIADACEAE	140
<i>Phoenix dactylifera</i> L.	ARECACEAE	456
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	LEG.-CAESALPINIOIDEAE	280
<i>Piliostigma thonningii</i> (Schum.) Milne-Redh.	LEG.-CAESALPINIOIDEAE	282
<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	ANACARDIACEAE	120
<i>Prosopis africana</i> (Guill. & Perr.) Taub.	LEG.-MIMOSOIDEAE	322
<i>Pterocarpus lucens</i> Lepr. ex Guill. et Perr.	LEG.-PAPILIONOIDEAE	334
<i>Randonia africana</i> Coss.	RESEDACEAE	374
<i>Reseda villosa</i> Coss.	RESEDACEAE	376
<i>Retama retam</i> Webb.	LEG.-PAPILIONOIDEAE	336
<i>Rhantherium adpressum</i> Coss. et Dr.	ASTERACEAE	148
<i>Rhus tripartita</i> (Ucria) Grande	ANACARDIACEAE	122
<i>Ricinus communis</i> L.	EUPHORBIACEAE	260
<i>Salix subserrata</i> Willd.	SALICACEAE	388
<i>Salsola foetida</i> Del.	CHENOPODIACEAE	222
<i>Salsola vermiculata</i> L.	CHENOPODIACEAE	224
<i>Salsola</i> sp.	CHENOPODIACEAE	226
<i>Salvadora persica</i> L.	SALVADORACEAE	390
<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	ANACARDIACEAE	124
<i>Scrophularia saharae</i> Batt. et Trab.	SCROPHULARIACEAE	400
<i>Securinega virosa</i> (Roxb. ex Willd.) Baill.	EUPHORBIACEAE	262
<i>Solanum nigrum</i> L.	SOLANACEAE	406
<i>Solenostemma argel</i> (Del.) Hayne	ASCLEPIADACEAE	142
<i>Sterculia setigera</i> Del.	STERCULIACEAE	412
<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham.	BIGNONIACEAE	150
<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	LOGANIACEAE	338
<i>Suaeda fruticosa</i> Forssk.	CHENOPODIACEAE	228
<i>Suaeda monoica</i> Forssk.	CHENOPODIACEAE	230
<i>Tamarindus indica</i> L.	LEG.-CAESALPINIOIDEAE	284
<i>Tamarix aphylla</i> Karst.	TAMARICACEAE	416
<i>Tamarix getula</i> Batt.	TAMARICACEAE	418
<i>Tamarix tetragyna</i> Ehrenb.	TAMARICACEAE	420
<i>Terminalia avicennioides</i> Guill. et Perr.	COMBRETACEAE	250
<i>Terminalia macroptera</i> Guill. et Perr.	COMBRETACEAE	252
<i>Trichodesma africanum</i> (L.) R.Br.	BORAGINACEAE	156
<i>Vitex doniana</i> Sweet	VERBENACEAE	432
<i>Vitex simplicifolia</i> Oliv.	VERBENACEAE	434
<i>Withania adpressa</i> Coss.	SOLANACEAE	408
<i>Withania somnifera</i> (L.) Dunal	SOLANACEAE	410

Art / species / espèce	Familie / family / famille	Seite /page
Ximenia americana L.	OLACACEAE	362
Zilla macroptera Coss.	BRASSICACEAE	170
Zilla spinosa (L.) Prantl	BRASSICACEAE	172
Ziziphus lotus (L.) Lam.	RHAMNACEAE	378
Ziziphus mauritiana Lam.	RHAMNACEAE	380
Ziziphus spina-christi (L.) Desf.	RHAMNACEAE	382
Zygophyllum coccineum L.	ZYGOPHYLLACEAE	444
Zygophyllum fontanesii Webb.	ZYGOPHYLLACEAE	446
Zygophyllum gaetülüm Emb. et Maire	ZYGOPHYLLACEAE	448
Zygophyllum geslini Coss.	ZYGOPHYLLACEAE	450
Zygophyllum sp.	ZYGOPHYLLACEAE	452

EINLEITUNG

«Was für ein Holz ist das?» Diese Frage ist seit vielen Jahren, für manche von uns seit Jahrzehnten, das tägliche Brot der Autoren dieses Buches. Aus der Beschäftigung mit unbekannten Hölzern aus archäologischen Ausgrabungen entstand der Wunsch, das über lange Zeit zusammengetragene Wissen weiterzugeben und einen Holzatlas über ein Gebiet vorzulegen, das bisher in der holzanatomischen Literatur nur sehr fragmentarisch vertreten war: die Sahara und der Sahel.

Schon alleine wegen der schwierigen Zugänglichkeit, die die Beschaffung von Holzproben behindert, aber auch wegen ihrer peripheren Lage in bezug auf den Weltmarkt sind die Sahara und der Sahel in den Holzsammlungen der Welt unterrepräsentiert. Die großen Atlanten, die in den 50er Jahren für Afrika entstanden (z.B. Lebacqz 1955-63, Normand 1950-60), konzentrierten sich auf Handelshölzer, vorwiegend aus der Regenwaldzone. Für die Randgebiete der Sahara, so für Israel (Fahn, Werker & Baas 1986) oder Saudi-Arabien (Jagiella & Kürschner 1987), liegen Holzbestimmungsbücher vor, die einzelne der in diesem Buch vertretenen Arten enthalten. In der älteren Literatur wurden einige Gehölzarten der Sahara beschrieben (z. B. Saint-Laurent 1926, 1928, 1932, Messeri 1938), jedoch eignen sich diese Publikationen nur bedingt zur Bestimmung, da sie 1. fragmentarisch sind und 2. vor der Aufstellung einer allgemein verbindlichen holzanatomischen Merkmalsliste geschrieben wurden. Für die meisten Arten des Sahel gab es bis jetzt überhaupt keine Beschreibungen, außer wenn sich ihr Verbreitungsgebiet nach Ostafrika erstreckt und sie damit die Chance hatten, in den Holzatlanten der italienischen Kollegen aufgeführt zu werden (Fasolo 1939-44, Abbate 1963-64, Ciuffi Cellai 1967-71, Edlmann Abbate 1970).

Das Buch steht in der Tradition der klassischen europäischen Holzatlanten von Schweingruber (1978, 1990) und dokumentiert die anatomischen Strukturen von 166 Gehölzarten. Wir haben besonderen Wert darauf gelegt, die Variabilität der anatomischen Strukturen innerhalb einer Art auf den Fototafeln abzubilden und auch Zweigholz miteinzubeziehen. Die Beschreibungen, Fototafeln und Schlüssel sind vor allem als Bestimmungshilfe für Hölzer aus unterschiedlichen Kontexten gedacht, können aber auch für systematische oder ökologische Forschungen verwendet werden.

Buch und Computer: zwei komplementäre Werkzeuge

Warum haben wir in einer Zeit, wo ganze Bibliotheken auf CD-ROM und im Internet – und nur noch dort – verfügbar werden, uns entschieden, einen Holzatlas im

traditionellen Stil zu schreiben? Wir haben die Erfahrung gemacht, daß die visuelle Erfassung von gedruckten Fototafeln, kombiniert mit Beschreibungen, nicht durch den Bildschirm eines Computers ersetzt werden kann. Ein Buch ermöglicht den holistischen Überblick durch schnelles «Blättern» genauso wie die tiefere Beschäftigung mit den Merkmalen eines Holzes, die parallel in Text und Bild studiert werden können.

Das Buch unterscheidet sich aber von den klassischen Holzatlanten in einem wichtigen Punkt: es vereinigt die Vorteile eines gedruckten Werkes mit denen einer Datenbank, die wir mit dem Programmpaket DELTA (DEscription Language for TAXonomy, Dallwitz et al. 1996) erstellt haben. DELTA ist ein äußerst vielseitiges taxonomisches Programm für biologische Organismen, aus dem wir im wesentlichen drei Funktionen nutzen:

1. Im DELTA erfolgt die Bestimmung mit dem Programmteil INTKEY, das auf der beigefügten CD-ROM enthalten ist. Ein Schwachpunkt der klassischen Holzatlanten sind die oft schwerfälligen dichotomen Schlüssel, die umso mehr Fehlerquellen enthalten, je länger sie sind. Der Computer hingegen ermöglicht den Einstieg an jeder beliebigen Stelle und die Verwendung diejenigen diagnostischen Merkmale, die in dem unbekannten Holz sichtbar sind.
2. Die anatomischen Beschreibungen in drei Sprachen (Deutsch, Englisch und Französisch) basieren auf den codierten holzanatomischen Datensätzen für jede einzelne Art. Die Verbindung der Datensätze mit Merkmalslisten in den drei verschiedenen Sprachen erzeugt Beschreibungen, die nach einer kurzen sprachlichen Überarbeitung publikationsfähig sind. Sie müssen also nicht mehr manuell erstellt werden.
3. Die im DELTA-Format angelegten Datensätze sind der erste Baustein im langfristigen Projekt einer vernetzten Datenbank für afrikanische Hölzer, die den gesamten Kontinent umfassen soll.

Die in den gedruckten Beschreibungen und im INTKEY verwendeten Merkmale entsprechen im wesentlichen der von der IAWA (International Association of Wood Anatomists) aufgestellten Liste für dicotyle Laubhölzer (IAWA Committee 1989). Eine erste Adaptierung der IAWA-Liste für DELTA stammt von Espinoza de Pernia & Miller (1991). Dieser Artikel gibt einen Einblick in die Möglichkeiten von DELTA und präsentiert eine Probeanwendung für 40 venezuelanische Hölzer. In den letzten Jahren hat H.G. Richter die Merkmalsliste in der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg (BFH) getestet und modifiziert (Richter & Trockenbrodt 1993, 1996). Hier erfolgt auch die professionelle Anwendung von INT-

KEY auf der Basis einer Datenbank mit mehr als 200 Handelshölzern. Die aktuelle, weltweit anwendbare Liste befindet sich auf der beigelegten CD-ROM.

Bei der Erstellung unserer eigenen Datenbank haben wir die Reihenfolge der Merkmale und die Syntax der allgemeinen Liste von H.G. Richter beibehalten. Damit ist die Kompatibilität der Datenbanken gewährleistet, was im Hinblick auf zukünftige Netzwerke von Bedeutung ist. Für die speziellen Erfordernisse der Bestimmung von saharischen und sahelischen Hölzern haben wir einige Merkmale (so z.B. Makroskopie und chemische Tests) nicht verwendet, andere hingegen (geographische Verbreitung) am Ende der Liste hinzugefügt. Diese modifizierte Liste, Basis unserer Codierungen, ist im vorderen Teil des Buchs abgedruckt.

Wie benutzt man dieses Buch für die Bestimmung?

1. Allgemeine Vorbemerkungen

Im Gegensatz zu vielen anderen Holzbestimmungsbüchern geben wir keine allgemeine Einführung in die Grundzüge der Holzanatomie. Diese sind jedoch Voraussetzung für erfolgreiches Bestimmen und können bei Jane (1970), Metcalfe & Chalk (1983), Carlquist (1988) und Wagenführ (1989) nachgelesen werden. Da holzanatomische Merkmale, wie biologische Merkmale allgemein, 1. eine hohe Variabilität zeigen und 2. von sehr unterschiedlichem taxonomischen und diagnostischen Wert sind, besteht ein hohes Risiko, daß es bei der Verwendung von INTKEY, aber auch beim Benutzen der dichotomen Schlüssel ohne dieses Basiswissen zu Fehlbestimmungen kommt. Wir empfehlen die Beschäftigung mit der IAWA-Liste, in der die einzelnen Merkmale detailliert erläutert und abgebildet sind. Die Kommentare der IAWA-Liste können entweder in der Originalpublikation (IAWA Committee 1989) oder aber in der Version von H.G. Richter studiert werden, die auf der CD-ROM beigelegt ist. Zusätzlich ist es sinnvoll, sich über Methoden und Probleme der Holzbestimmung im allgemeinen (etwa die Übersicht von Wheeler & Baas 1998) und der Computerbestimmung im besonderen (z.B. Pankhurst 1978, 1993, Wheeler et al. 1986) zu informieren.

Zusätzlich zu den allgemeinen Kommentaren der IAWA-Merkmalisliste haben wir spezifische Kommentare für die Pflanzengruppen des Sahel und der Sahara erstellt, die in unserer eigenen Merkmalsliste im ersten Teil des Buches abgedruckt sind. Die Kommentare betreffen Details zum diagnostischen Wert und zum Vorkommen bestimmter Merkmale in einzelnen Pflanzengruppen. Beim Bestimmen sollten die all-

gemeine und die spezifische Liste gemeinsam benutzt werden. Alle verwendeten Merkmale sind außerdem auf 9 Fototafeln mit Beispielen illustriert.

Bei der Bestimmung von unbekannten Hölzern aus Ägypten ist zu bedenken, daß das Buch bis auf wenige Ausnahmen nur einheimische Gehölzarten enthält. Da es sich bei einem großen Teil der ägyptischen Hölzer aus archäologischen Kontexten um Importware handelt, muß hier zusätzliche Bestimmungsliteratur verwendet werden. Eine Orientierung hierbei bieten Ribstein (1925), Germer (1985) und Vartavan & Asensi Amoros (1997).

2. Bestimmung mit den dichotomen Schlüsseln im Textteil

Im gedruckten Teil des Buches befinden sich zwei getrennte dichotome Schlüssel jeweils für die Hölzer der Sahara und des Sahel, so daß eine Bestimmung auch ohne Computer möglich ist. Da die IAWA-Liste – und demnach auch die Merkmalsliste im INTKEY – nur für dikotyle Laubhölzer gilt, können Monokotyle (hier: Palmen) und Nadelhölzer nur über den dichotomen Schlüssel bestimmt werden.

In diesen Schlüsseln haben wir zusätzliche Merkmale verwendet, die in der IAWA-Liste nicht vorkommen, die aber regional und für einzelne systematische Gruppen von großem Nutzen sind. Dies gilt für allem für Hölzer mit eingeschlossenem Phloem, die in der Sahara häufig vorkommen. Gruppen mit eingeschlossenem Phloem stehen relativ weit vorne in den dichotomen Schlüsseln und können mit diesen meist besser bestimmt werden als mit INTKEY.

3. Bestimmung mit INTKEY

Die beiliegende CD-ROM enthält das lizenzierte Programm INTKEY5, die allgemeinen kommentierten Merkmalslisten von H.G. Richter und den saharosahelischen Datensatz zur Bestimmung unbekannter Hölzer. Das Programm läuft unter WINDOWS 95, 98 oder NT. Für eine gute Wiedergabe der Abbildungen empfehlen wir eine Grafikkarte mit mindestens 32786 Farben bei einer Auflösung von 800x600 oder 1024x768, und eine Bildwiederholrate von mindesten 70 Hz.

Informationen zur Installation des Programms und eine Kurzeinführung in das Bestimmungsprogramm finden Sie in der Datei Liesmich.rtf. Alle weiteren Informationen können Sie über den Menüpunkt «Einführung und Bibliographie» sowie über die Hilfefunktionen abrufen.

INTRODUCTION

«What is this wood?» The authors of the book have faced this question since many years, some of us since decades. Long and intensive work on unknown woods from archaeological sites raised the desire to transmit our accumulated knowledge and to produce a wood anatomical atlas on a region incompletely represented in the wood anatomical literature so far: the Sahara and the Sahel.

Woods from the Sahara and the Sahel are distinctly underrepresented in the large wood collections of the world. This is due to problems of accessibility, but also to the marginal role of these regions in the world trade systems. The comprehensive African wood manuals published in the 50ies (e.g. Lebacqz 1955-63, Normand 1950-60) focussed mainly on trade timbers, especially from the rain forest zone. For some areas adjacent to the Sahara, such as Israel (Fahn, Werker & Baas 1986) or Saudi Arabia (Jagiella & Kürschner 1987) wood atlases have been published, including some Saharan species. In the earlier literature several Saharan woods have been described (e.g. Saint-Laurent 1926, 1928, 1932, Messeri 1938), but these descriptions are of limited value for identification, since 1. they are fragmentary, 2. they have been published before the introduction of an internationally accepted wood anatomical character list. For most of the Sahelian species, there are no descriptions so far, except if their distribution areas extend to East Africa, and they hence had the chance to be cited in the atlases written by our Italian colleagues (Fasolo 1939-44, Abbate 1963-64, Ciuffi Cellai 1967-71, Edlmann Abbate 1970).

The book follows the tradition of the classical European wood atlases by Schweingruber (1978, 1990) and documents the anatomical structures of 168 woody species. We attached great importance to the illustration of intra-specific variability, including twig wood. The descriptions, illustrations and keys are mainly intended to be used for identification of unknown woods, but they are also valuable for systematic and ecological studies.

Book and computer: two complementary tools

Why have we decided to produce a traditional style wood atlas at this time, when whole libraries become accessible on CD-ROM and in the Internet – and sometimes exclusively there and nowhere else? We have made the experience that the visual perception of printed photographic tables combined with descriptions cannot be substituted by a computer screen. A book enables the holistic overview by turning over the pages, but also a deeper understanding of the wood characters which can be studied simultaneously through text and illustration.

However, this book differs from the classical wood atlases in one important point: It combines the advantages of a printed publication with those of a data base, which we created with the program package DELTA (DEscription Language for TAXonomy, Dallwitz et al. 1996). DELTA is a powerful taxonomic program for biological organisms, and we mainly use three functions of it:

1. Identification in DELTA is done with the program INTKEY which can be found on the CD-ROM in the back of the book. A major disadvantage of the classical wood atlases lies in the dichotomous, often clumsy keys which are the more likely to produce errors the longer they are. The computer, on the other hand, enables multiple entries and the use of those diagnostic characters specific for the unknown wood.
2. The wood anatomical descriptions in three languages (German, English, French) are based on the coded wood anatomical data sets for each species. Connection of the data sets with multilingual character lists produce descriptions which only have to be roughly revised for publication and hence make manual descriptions unnecessary.
3. The data sets in DELTA format are the first components of a comprehensive data bank network on African woods.

The characters used for description and for INTKEY follow the list for dicotyledonous woods established 1989 by the IAWA Committee (International Association for Wood Anatomists). A first adaptation of the IAWA list to DELTA has been made by Espinoza de Pernia & Miller (1991). Their publication gives an insight into the potential of DELTA and presents an application for 40 Venezuelan woods. During the last years, H.G. Richter has tested and modified the character list at the Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg (BFH) (Richter & Trockenbrodt 1993, 1996). The actual version of the world-wide applicable list can be found on the CD-ROM.

In our own data bank, we have used the sequence and syntax of H.G. Richter's general list in order to keep the data banks compatible for future networks. For the special requirements of the identification of Saharan and Sahelian woods we omitted some characters (such as macroscopic features and chemical tests) and added some others (geographical distribution) at the end of the list. This modified list which we used for coding, is given in the first part of the book.

How to use this book for identification

1. General remarks

In contrast to many other wood identification manuals we do not give a general introduction into the principles of wood anatomy. However, they are a prerequisite for successful identification and should be studied in the books written by Jane (1970), Metcalfe & Chalk (1983), Carlquist (1988) und Wagenführ (1989). Since wood anatomical characters, as biological features in general, show a high degree of variability and have different taxonomic and diagnostic values, there is a great risk of misidentification if INTKEY or dichotomous keys are used without this basic knowledge. We recommend to read the IAWA list with its detailed comments and illustrations, either the original publication (IAWA Committee 1989) or H.G. Richter's version on the CD-ROM. It is also useful to get familiar with methods and problems of wood identification in general (e.g. the overview given by Wheeler & Baas 1998) and of computer identification in particular (e.g. Pankhurst 1978, 1993, Wheeler et al. 1986).

In addition to the general comments of the IAWA list, we have written specific comments for Saharan and Sahelian woody plants which are included in our own character list in the first part of the book. The comments give detailed information on the diagnostic value and the occurrence of particular features in several plant groups. During identification, both the general and the specific list should be used together. Examples of all applied characters are illustrated on nine photographic tables.

For identification of unknown woods from Egypt it has to be considered that the book, with a few exceptions, only contains indigenous plant species. As most of the Egyptian woods from archaeological contexts have been imported, it is necessary to use additional identification literature. Information on the species to be expected is given by Ribstein (1925), Germer (1985) und Vartavan & Asensi Amoros (1997).

2. Identification with the dichotomous keys in the text

The textbook includes two dichotomous keys for the woods of the Sahara and the Sahel, making identification possible if computer facilities are not available. As the IAWA list – and the corresponding INTKEY character list – are only applicable for dicotyledonous woods, monocotyledons (in this case palms) and gymnosperms (with the exception of *Ephedra*) can only be identified with the dichotomous keys.

In these keys we use some additional characters not cited in the IAWA list. However, these characters are useful for identification on a regional scale and for certain systematic groups, especially for woods with included phloem which are quite common in the Sahara. In most cases groups with included phloem can be better identified with the dichotomous keys than with INTKEY.

3. Identification with INTKEY

The attached CD-ROM contains the licensed program INTKEY5, the general IAWA character list with H.G. Richter's comments, and the Sahara-Sahelian data set for identification of unknown woods. The program will work under WINDOWS 95, 98, or NT on any hardware capable of WINDOWS. However, for good image quality, we recommend a display card with at least 32768 colours at 800x600 or 1024x768 resolution, and a refresh rate of at least 70 Hz.

Information on the installation procedure and a short introduction into the identification program can be found in the file readme.rtf. All further information can be obtained in the program itself, under the Menu option «Introduction and Bibliography» and under the various «Help» functions.

INTRODUCTION

«Quel est ce bois?» les auteurs de cet ouvrage ont été ainsi questionnés depuis plusieurs années, voire depuis plusieurs décennies. Les longs et fastidieux examens des bois inconnus provenant de sites archéologiques nous ont incités à transmettre les connaissances accumulées en faisant un atlas d'anatomie des bois d'une région rarement citée dans la documentation sur l'anatomie du bois: le Sahara et le Sahel.

Les bois du Sahara et du Sahel sont très peu représentés dans les grandes collections de bois mondiales. Ceci est dû à la relative inaccessibilité de ces régions, mais aussi à leur rôle plus que marginal dans le commerce international des bois. Les plus importants manuels sur les bois africains, publiés dans les années 50 (Lebacqz 1955-63, Normand 1950-1960) traitaient essentiellement des bois commerciaux, et plus spécialement de ceux de forêt dense. Néanmoins des atlas incluant quelques espèces sahariennes ont été publiés pour des régions voisines, comme Israël (Fahn, Werker & Baas 1986) ou l'Arabie Saoudite (Jagiella & Kürschner 1987). Quelques bois furent décrits autrefois (Saint-Laurent 1926, 1928, 1932, Messeri 1938) mais ces descriptions ne sont pas toujours utilisables pour des identifications car, d'une part elles sont fragmentaires, et d'autre part elles sont antérieures à tout code ou glossaire international d'anatomie. Ainsi, il n'existe pas aujourd'hui de descriptions pour la plupart des espèces sahéniennes, sauf pour celles répandues aussi en Afrique Orientale et qui ont été traitées par nos collègues italiens (Fasolo 1939-44, Abbate 1963-64, Cellai 1967-71, Edlmann Abbate 1970).

Cet atlas est dans la tradition des atlas classiques des bois européens de Schweingruber (1978, 1990) et décrit la structure anatomique de 166 espèces. Nous avons accordé une grande importance à l'illustration des variations intra-spécifiques en incluant le bois des branches. Les descriptions, les illustrations et les clés sont essentiellement axées sur l'identification de bois inconnus, mais sont également utilisables pour des études systématiques ou écologiques.

Livre et ordinateur: deux outils complémentaires

Pourquoi avons-nous décidé de faire aujourd'hui un atlas des bois dans le style traditionnel alors que des bibliothèques entières deviennent accessibles par CD-ROM et sur Internet et parfois même exclusivement ainsi? Nous avons fait l'expérience que la perception visuelle des planches photographiques imprimées, associées aux descriptions, ne pouvait être remplacée par un écran d'ordinateur. Le livre permet une sélection rapide en feuilletant les pages, mais aussi une

meilleure compréhension des caractères du bois par la vision simultanée du texte et de l'image.

Cependant, cet ouvrage se distingue des autres atlas classiques par un point important: il combine les avantages d'un support imprimé avec ceux d'une base de données qui a été élaborée avec le logiciel DELTA (DEscription Language for TAXonomy, Dallwitz et al. 1996). DELTA est un programme bien adapté à la taxonomie des êtres vivants, et nous en avons utilisé principalement trois fonctions:

1. L'identification dans le système DELTA est faite par le programme INTKEY intégré dans le CD-ROM à la fin de ce livre. Le principal point faible des atlas de bois classiques réside dans les clés dichotomiques, souvent complexes, qui amènent des erreurs d'autant qu'elles sont longues. Par contre, l'ordinateur permet des entrées multiples et l'utilisation simultanée des caractères diagnostiques pour l'identification du bois.
2. Les descriptions anatomiques en trois langues (Allemand, Anglais, Français) ont été élaborées pour chaque espèce à partir des jeux de données anatomiques codées. La relation entre ces données et la liste multilingue des caractères donne ainsi des descriptions qui ont été un peu remaniées pour la publication sans qu'aient été faites des descriptions manuelles.
3. Les groupes de données dans le format DELTA sont le premier élément d'une base de données en réseau pour les bois de tout le continent africain.

Les caractères utilisés pour la description et pour INTKEY correspondent à ceux établis par l'IAWA (International Association of Wood Anatomists) selon la liste des bois de dicotylédones (IAWA 1989). Une première utilisation de cette liste IAWA fut faite par Espinoza de Pernia & Miller (1991). Leur publication donne un premier aperçu sur les potentialités de DELTA et son application pour 40 bois vénézuéliens. Au cours de ces dernières années, H.G. Richter a testé et modifié cette liste de caractères dans la Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg (BFH) (Richter & Trockenbrodt 1993, 1996). C'est cette version applicable à tous les bois du monde qui se trouve sur le CD-ROM.

Dans notre propre base de données, nous avons suivi la séquence et la syntaxe de la liste générale de H.G. Richter afin de garantir la compatibilité de la base de données dans des réseaux futurs. Pour des besoins spécifiques à l'identification des bois sahariens et sahéniens nous avons ignoré quelques caractères (comme les aspects macroscopiques et les tests chimiques) mais ajouté d'autres (répartition géographique) à la fin de la liste. Cette liste modifiée qui a été utilisée pour le codage est donnée dans la première partie de l'ouvrage.

Comment procéder pour identifier un bois

1. Remarques générales

A l'inverse de beaucoup d'autres manuels d'identification des bois, nous n'exposons pas les principes généraux d'anatomie dans une introduction préalable. Cependant il est indispensable de les connaître pour mener à bien une identification. Ils sont expliqués dans les livres écrits par Jane (1970), Metcalfe & Chalk (1983), Carlquist (1988) et Wagenführ (1989). Comme les caractères anatomiques du bois, ainsi que tous les caractères biologiques, montrent une forte variabilité et ont des valeurs taxonomiques et diagnostiques différentes, l'utilisation d'INTKEY et des clés dichotomiques sera peu performante sans quelques connaissances de base. Nous recommandons la lecture de la liste IAWA dans ces moindres détails et illustrations, aussi bien dans sa version originale (IAWA Committee 1989) que dans celle de H.G. Richter qui se trouve sur le CD-ROM. Il est également utile de se familiariser avec les méthodes et les problèmes de l'identification des bois en général (commentaires de Wheeler & Baas 1998) et de l'identification par ordinateur en particulier (Pankhurst 1978, 1993, Wheeler et al. 1986).

En plus des commentaires généraux de la liste IAWA, nous avons donné des explications spécifiques aux plantes ligneuses sahariennes et sahéliennes. Celles-ci sont incluses dans notre liste de caractères dans la première partie de l'ouvrage. Elles donnent des informations plus détaillées sur la valeur diagnostique et sur la présence de caractères particuliers dans certains groupes de plantes. Les deux listes, la générale et la spécifique, peuvent être utilisées simultanément au cours d'une identification. Les caractères utilisés sont montrés dans les 9 planches photographiques.

Dans le cas d'identification de bois inconnus d'Egypte, il faut garder en mémoire que cet ouvrage ne traite, sauf rares exceptions, que de plantes indigènes. En effet, un certain nombre de bois livrés par les fouilles archéologiques avaient été importés par les Egyptiens anciens et il s'avère indispensable de consulter des documents supplémentaires. Des informa-

tions sur les espèces susceptibles d'être trouvées sont données par Ribstein (1925), Germer (1985) et Vartavan & Asensi Amoros (1997).

2. Identification par la clé dichotomique

Dans la partie imprimée de ce livre, deux clés dichotomiques, pour les bois du Sahara et pour ceux du Sahel, permettent l'identification si l'utilisation d'un ordinateur n'est pas possible. Comme la liste IAWA – ainsi que sa correspondante dans INTKEY – ne s'applique qu'au bois des Dicotylédones, les Monocotylédones (ici les palmiers) et les Gymnospermes (à l'exception du genre *Ephedra*) ne peuvent être identifiées que par les clés dichotomiques.

Dans ces clés nous avons ajouté des caractères, non prévus par la liste IAWA, mais qui se révèlent indispensables à l'échelle régionale ou pour certains groupes floristiques, particulièrement pour les bois à liber inclus qui sont relativement communs au Sahara. Ceux-ci sont mieux identifiés par les clés dichotomiques que par INTKEY.

3. Identification avec INTKEY

Le CD-ROM joint contient le programme INTKEY5, la liste générale IAWA des caractères avec les commentaires de H.G. Richter, ainsi que les jeux de données saharo-sahéliennes pour l'identification des bois inconnus. Le programme peut être utilisé sous WINDOWS 95, 98 ou NT, sur tous les ordinateurs capables de WINDOWS. Cependant, pour une bonne qualité des images, nous recommandons une carte vidéo avec au moins 32786 couleurs sous une résolution de 800x600 ou 1024x768, et une fréquence de rafraîchissement de 70 Hz ou plus.

Vous trouverez des informations sur l'installation et un brève introduction dans le texte «Lisezmoi.rtf» sur la CD-ROM. Tout autre information peut être obtenue dans l'option du Menu «Introduction et Références», ainsi que dans les différentes fonctions d'«Aide».

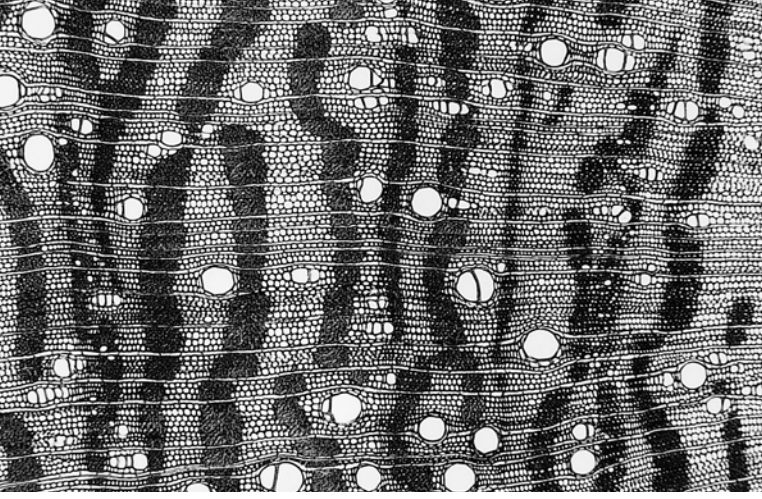
ABBILDUNGEN DER MERKMALE

ILLUSTRATIONS OF CHARACTERS

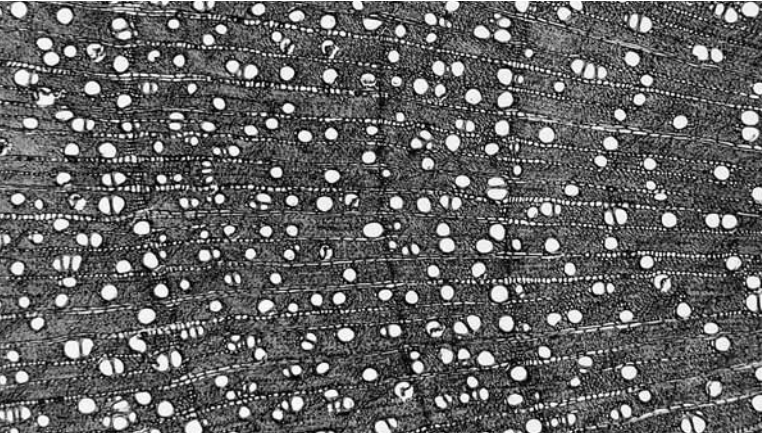
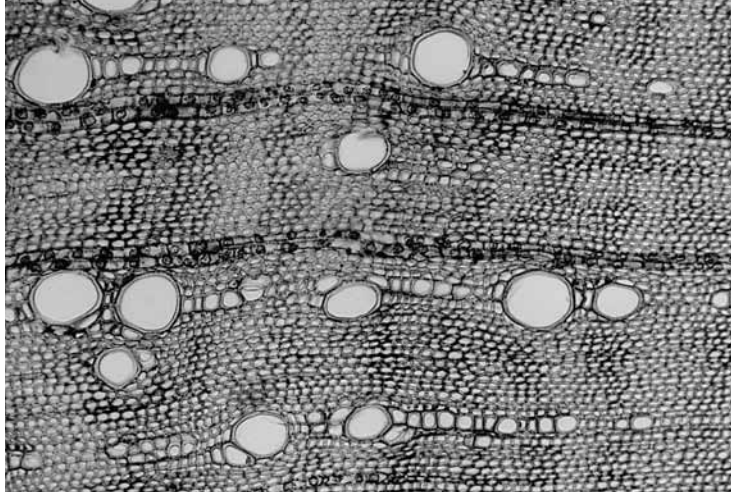
ILLUSTRATIONS DES CARACTÈRES

TABLE / TABLEAU / TAFEL 1

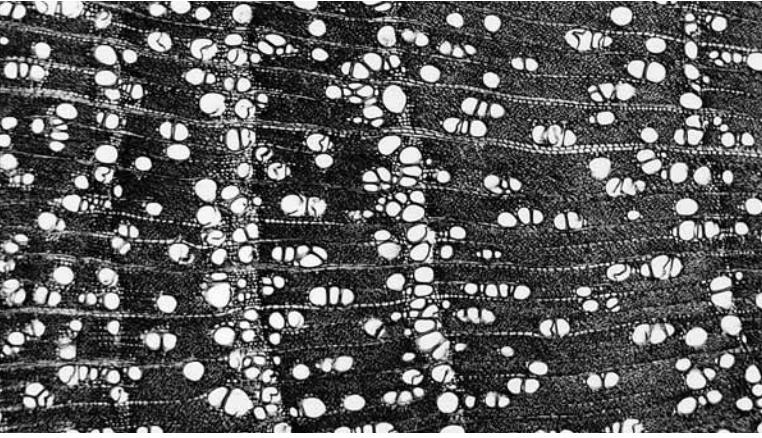
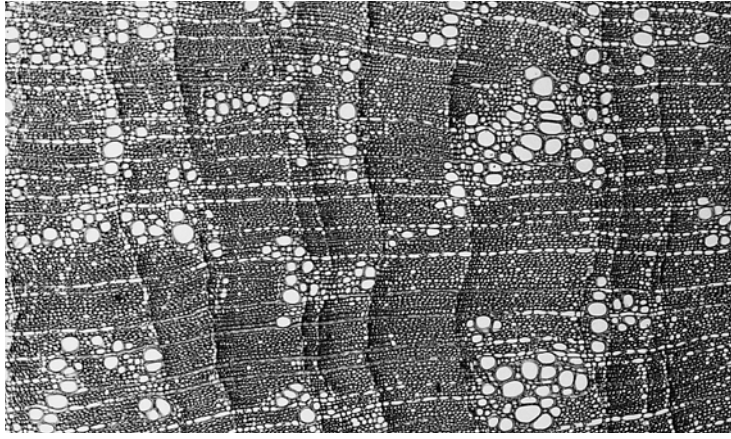
VESSELS: DISTRIBUTION		VAISSEAUX: DISPOSITION		GEFÄSSE: VERTEILUNG		Code number	Diagnostic value	Reference species
						Code de chiffrement	Valeur diagnostique	Espèce de référence
						Codierungs-Nummer	Diagnostischer Wert	Referenzart
1,1	growth ring boundaries distinct	limites des cernes distinctes		Zuwachszonen deutlich		8,1	+	Tamarix getula
1,1	wood ring-porous	bois à zones poreuses		Holz ringporig		18,1	+++	Grewia flavescens
1,2	wood semi-ring-porous vessels in earlywood larger than in latewood	bois à zones semi-poreuses vaisseaux du bois initial plus gros que ceux du bois final		Holz halbringporig Gefäße im Frühholz größer als im Spätholz		18,2	+	Tamarix getula
1,3	wood semi-ring-porous vessels ± all of the same size, but more densely arranged in earlywood	bois à zones semi-poreuses tous les vaisseaux ± de même taille, mais distribution plus dense dans le bois initial		Holz halbringporig alle Gefäße ± gleich groß, aber im Frühholz dichter stehend		18,2	+	Grewia villosa
1,4	wood diffuse-porous	bois à pores disséminés		Holz zerstreutporig		18,3	(+)	Grewia tenax
1,5	growth ring boundaries indistinct to absent, here masked by alternating fibre and parenchyma bands	limites des cernes indistinctes ou absentes, ici masquées par des bandes alternantes de parenchyme et des fibres		Zuwachszonen undeutlich bis fehlend, hier maskiert durch alternierende Faser- und Parenchymbänder		8,2	+	Faidherbia albida
1,6	vessels arranged in tangential bands	vaisseaux disposés en plages tangentielles		Gefäße in tangentialen Bändern angeordnet		19,1	++	Zygophyllum coccineum
1,7	vessels arranged in radial pattern	vaisseaux disposés en files ou plages radiales		Gefäße radial angeordnet		19,2	+	Chrozophora brocchiana
1,8	vessels arranged in diagonal pattern (the DELTA list includes diagonal and radial pattern in a single character)	vaisseaux disposés en files ou plages obliques (la liste DELTA rassemble les vaisseaux en files obliques et radiales dans un seul caractère)		Gefäße diagonal angeordnet (die DELTA Merkmalsliste faßt die radiale und diagonale Gefäß-anordnung in einem einzigen Merkmal zusammen)		19,2	+	Periploca laevigata
1,9	vessels arranged in dendritic pattern	vaisseaux disposés en flammes		Gefäße in schräg-radialen Porenfeldern (dendritisch)		19,3	++	Lycium afrum
1,10	vessels in two distinct diameter classes	vaisseaux de deux tailles distinctes		Gefäße in zwei verschiedenen Größenklassen		23,1	++	Capparis tomentosa



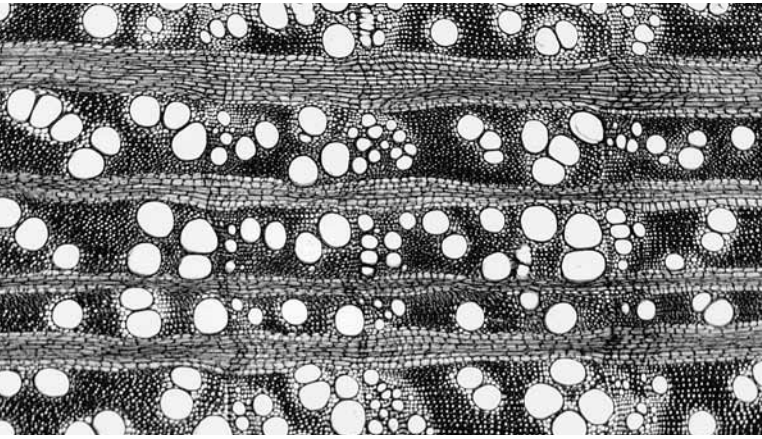
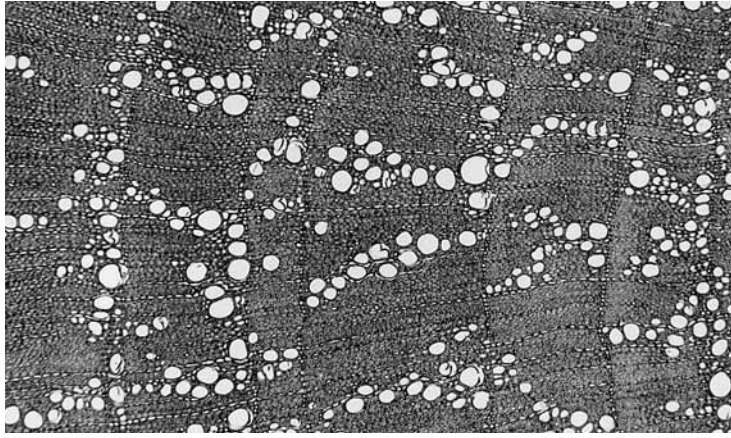
1.5 40x
1.10 40x



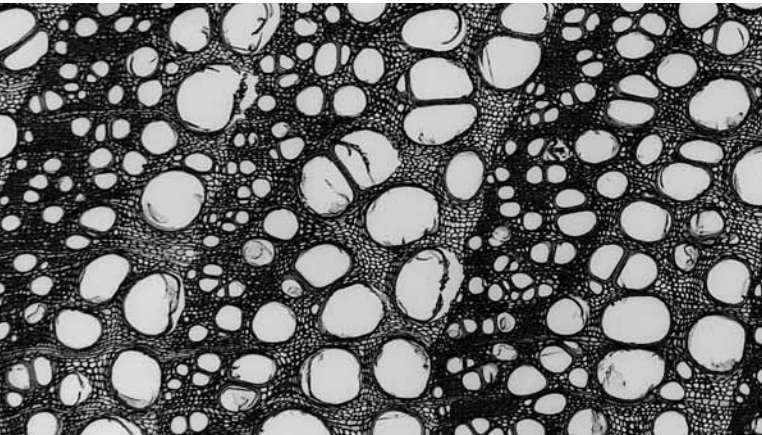
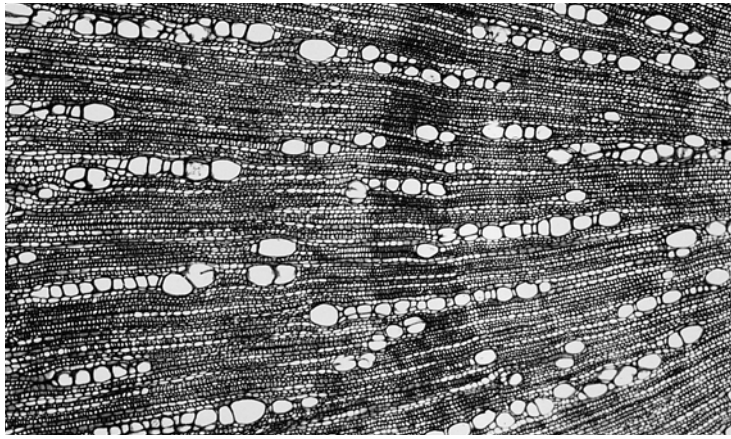
1.4 40x
1.9 40x



1.3 40x
1.8 40x



1.2 40x
1.7 40x



1.1 40x
1.6 40x

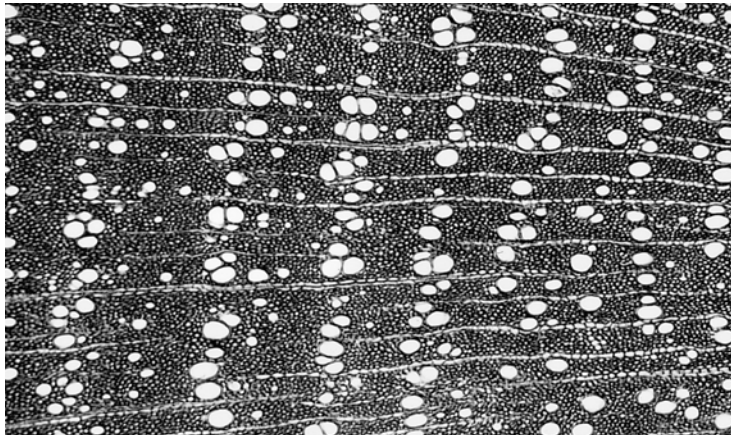
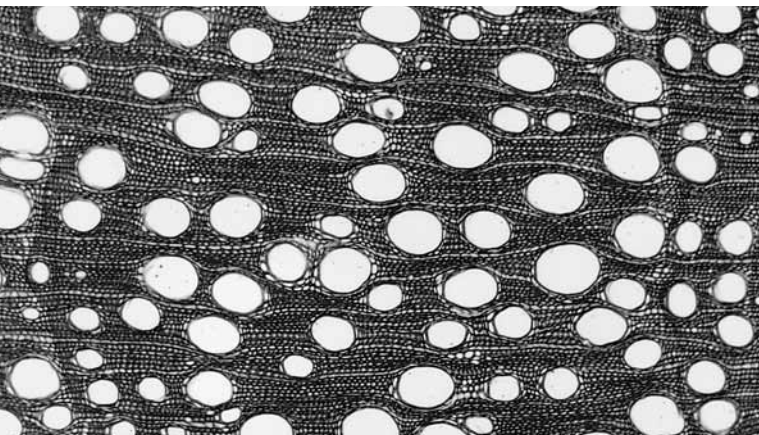


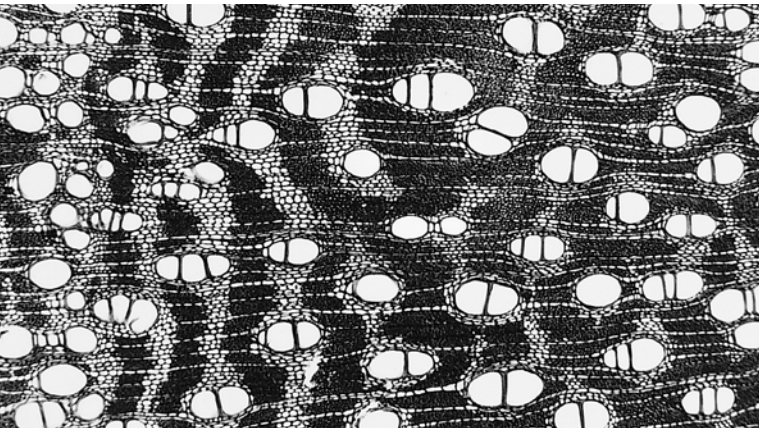
TABLE / TABLEAU / TAFEL 2

VESSELS: DISTRIBUTION / SIZE CLASSES VAISSEAUX: DISPOSITION / CLASSES DE TAILLE GEFÄSSE: VERTEILUNG / GRÖSSENKLASSEN

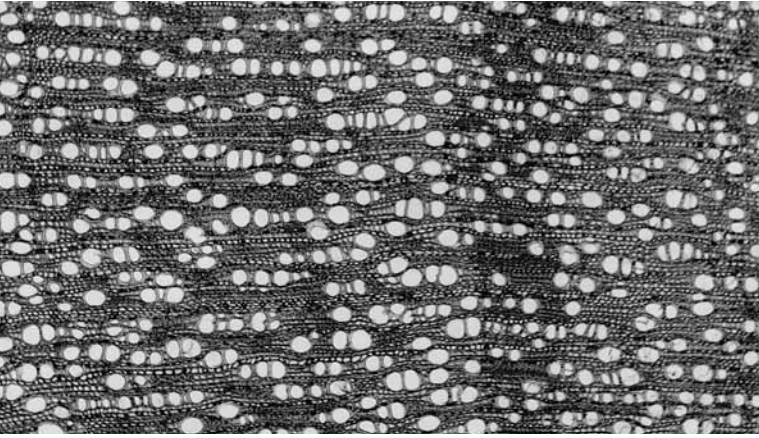
			Code number Code de chiffrement Codierungs- Nummer	Diagnostic value Valeur dia- gnostique Diagnosti- scher Wert	Reference species Espèce de référence Referenzart
2,1	solitary (> 90%)	isolés (> 90%)	20,1	++	Combretum aculeatum
2,2	in multiples, or solitary/ multiples mixed in short radial rows of 2-3	accolés, ou isolés/ accolés en mélange accolés radialement par 2-3	20,2	(+)	Piliostigma thonningii
2,3	in radial rows of 4 and more, character indistinct	accolés radialement par 4 et plus, caractère faiblement développé	21,1 21,2	(+) +	Securinega virosa
2,4	in radial rows of 4 and more character distinctly developed	vaisseaux accolés radialement par 4 et plus, caractère distinct	21,2	++	Boscia senegalensis
2,5	in clusters	en amas	21,3	+	Strychnos spinosa
2,6	solitary, short radial rows and irregular groups mixed	isolés, files radiales de 2-3 et petits groupes irréguliers en mélange		(+)	Acacia type
2,7	small (tangential diameter < 50 µm) very numerous (> 100 per mm ²)	petits (diamètre tangential < 50 µm) très nombreux (> 100 par mm ²)	26,1 28,5	++ ++	Myrtus nivellei
2,8	small, numerous (40-100 per mm ²)	petits, nombreux (40-100 par mm ²)	26,1 28,4	+	Feretia apodanthera
2,9	medium-sized (tangential diameter 50-100 µm) moderately numerous (20-40 per mm ²)	de diamètre moyen (50-100 µm) moyennement nombreux (20-40 par mm ²)	26,2 28,3	(+) (+)	Capparis spinosa
2,10	large (tangential diameter 100-200 µm) few per mm ² (5-20)	gros (diamètre tangential 100-200 µm) peu par mm ² (5-20)	26,3 28,2	(+) (+)	Acacia nilotica
2,11	very large (tangential diameter > 200 µm) very few per mm ² (< 5)	très gros (diamètre tangential > 200 µm) très peu par mm ² (< 5)	26,4 28,1	++ +	Adansonia digitata



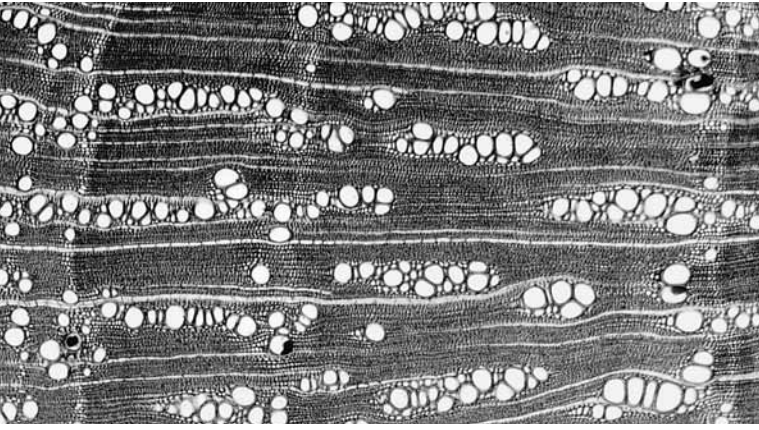
2.1 40x
2.6 40x



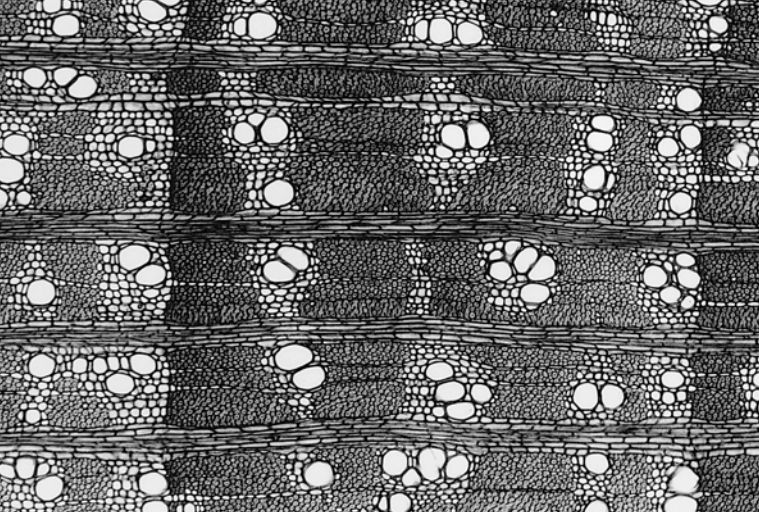
2.2 40x
2.7 40x



2.3 40x
2.8 40x



2.4 40x
2.9 40x



2.5 40x
2.11 40x

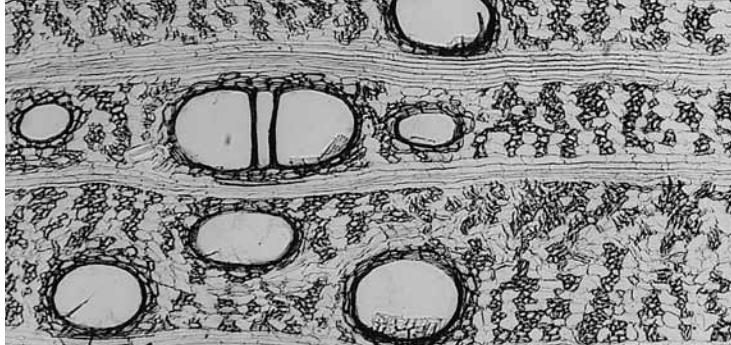
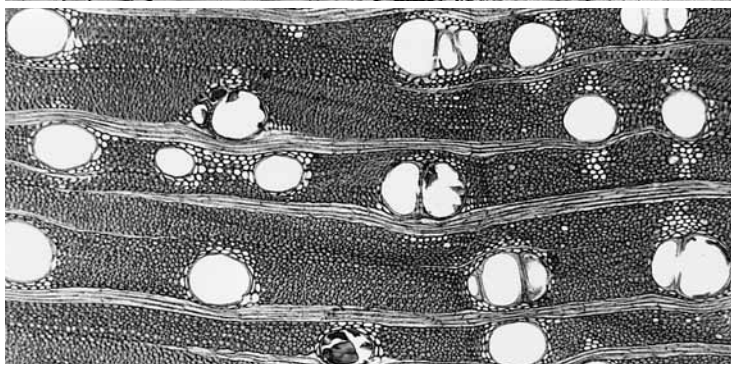
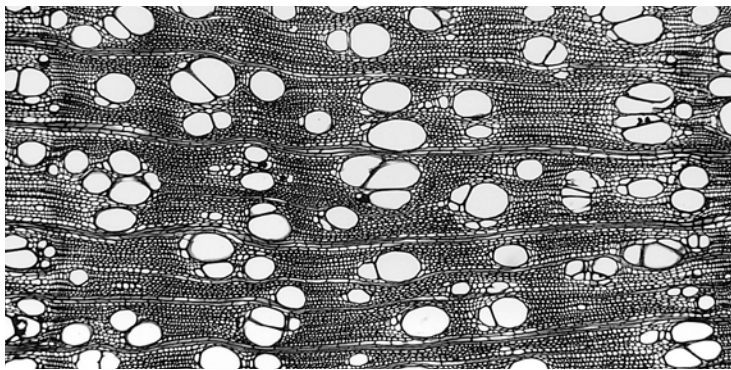
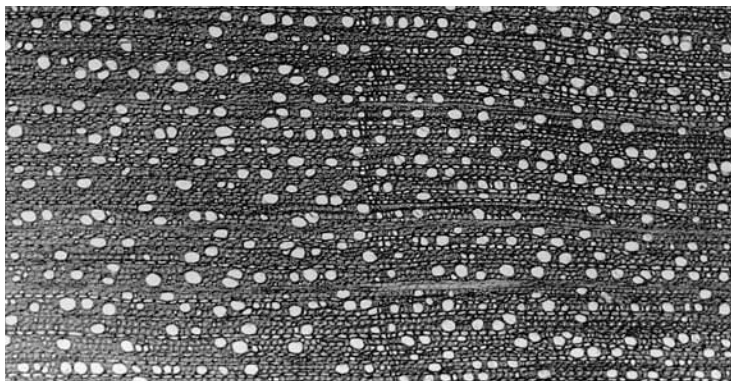
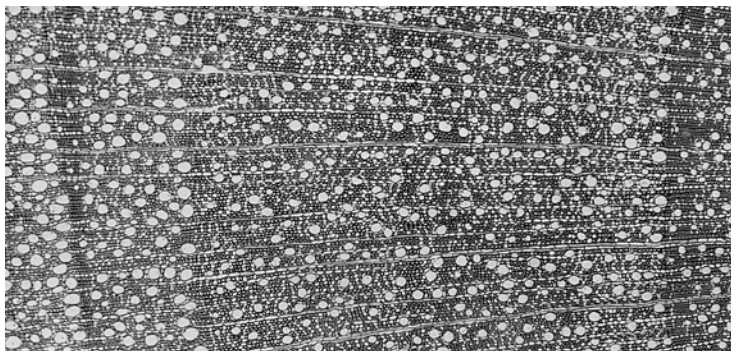
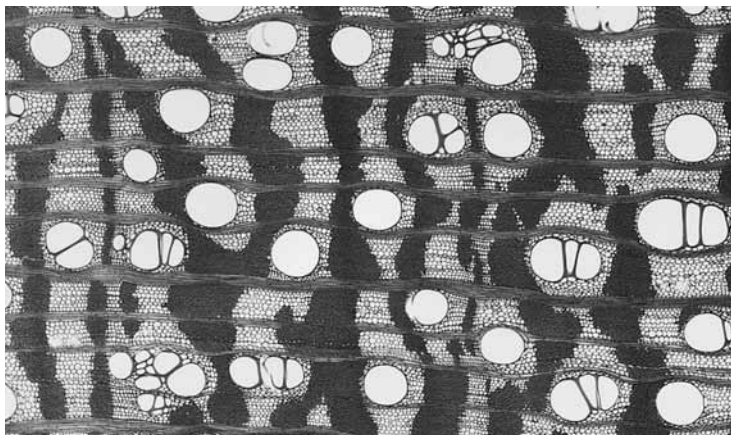


TABLE / TABLEAU / TAFEL 3

VESSELS: WALL STRUCTURES & DEPOSITS			VAISSEAUX: STRUCTURES DES PAROIS ET DEPOTS		GEFÄSSE: WANDSTRUKTUREN UND INHALTSSTOFFE		
					Code number Code de chiffrement Códierungs- Nummer	Diagnostic value Valeur dia- gnostique Diagnosti- scher Wert	Reference species Espèce de référence Referenzart
3,1	perforations foraminate	perforations foraminées	Durchbrechungen siebartig		32,3	+++	Ephedra alata
3,2	intervessel pits scalariform	punctuations intervasculaires scalariformes	Gefäßtüpfel leiterförmig		35,1	+++	Euphorbia echinus
3,3	intervessel pits minute (vertical diameter < 4 µm)	punctuations intervasculaires très fines (diamètre vertical < 4 µm)	Gefäßtüpfel sehr klein (vertikaler Durchmesser < 4 µm)		37,1	++	Diospyros mespiliformis
3,4	intervessel pits large (vertical diameter > 10 µm)	punctuations intervasculaires grosses (diamètre vertical > 10 µm)	Gefäßtüpfel groß (vertikaler Durchmesser > 10 µm)		37,4	++	Adansonia digitata
3,5	intervessel pits vested	punctuations intervasculaires ornées	Gefäßtüpfel verziert		38,1	++	Parkia biglobosa
3,6	vessel-ray pits distinctly bordered, similar to intervessel pits	punctuations radiovasculaires distinctement aréolées, identiques aux intervasculaires	Kreuzungsfeldtüpfel deutlich behöft, ähnlich den Gefäßtüpfeln		40,1 41,1	+	Terminalia avicennioides
3,7	vessel-ray pits with reduced borders or apparently simple pits rounded/angular	punctuations radiovasculaires étroitement aréolées ou simples punctuations rondes/angularouses	Kreuzungsfeldtüpfel mit stark reduzierten Höfen oder einfach Tüpfel rund/eckig		40,2 42,1	+++ ++	Moringa peregrina
3,8	pits horizontal to vertical	punctuations étirées	Tüpfel gestreckt		42,2	++	Vitex doniana
3,9	bordered pits and simple pits in the same ray cell vessel-ray pits restricted to marginal rows	punctuations aréolées et simples dans la même cellule de rayon punctuations radiovasculaires seulement dans les rangées terminales	behöfte und einfache Kreuzungsfeldtüpfel in derselben Holzstrahlzelle Kreuzungsfeldtüpfel nur in den Kantenzellen des Holzstrahls		43,2 45,2	++ +++	Butyrospermum paradoxum
3,10	helical thickenings present	épaississements spirales présents	Spiralverdickungen vorhanden		47,1	+++	Pistacia atlantica
3,11	tyloses present (cross section)	thylles présentes (coupe transversal)	Thyllen vorhanden (Querschnitt)		50,1	+	Ficus capensis
3,12	tyloses thin-walled	thylles à parois minces	Thyllen dünnwandig		51,1	+	Mangifera indica
3,13	tyloses sclerotic	thylles scléreux	Thyllen sklerotisch		51,2	+++	Pistacia atlantica
3,14	gum-like deposits in heartwood vessels	dépôts gommeux dans les vaisseaux du bois de coeur	gummiartige Inhaltsstoffe in Kernholzgefäßen		52,1	+	Pterocarpus lucens

TABLE / TABLEAU / TAFEL 4

TRACHEIDS AND FIBRES		TRACHEIDES ET FIBRES		TRACHEIDEN UND FASERN		Code number	Diagnostic value	Reference species
						Code de chiffrement	Valeur diagnostique	Espèce de référence
						Codierungs-Nummer	Diagnostischer Wert	Referenzart
4,1	vascular/vasicentric tracheids commonly present	trachéides vasculaires et juxtavasculaires présentes	vaskuläre und vазизентrische Tracheiden zahlreich	54,1	++	Periploca aphylla		
4,2	fibres thin-walled in distinct radial rows	fibres à parois minces en nettes files radiales	Fasern dünnwandig deutlich radial gereiht	55,1	+	Mangifera indica		
4,3	fibres of medium wall thickness	fibres d'épaisseur moyenne	Fasern von mittlerer Wanddicke	55,2	(+)	Ziziphus lotus		
4,4	fibres thick-walled	fibres à parois épaisses	Fasern dickwandig	55,3	+	Grewia tenax		
4,5	fibres with a radial-tangential pattern due to regular intrusive growth	fibres alignés radialement et tangentiellement à cause de leur allongement intrusif régulier	Fasern mit radial-tangentialem Muster durch regelmäßiges Interpositionswachstum	-	(+)	Tamarix getula		
4,6	fibres gelatinous	fibres gélatineuses	Fasern gelatinös	-	(+)	Acacia albida		
4,7	fibre pits simple to minutely bordered	punctuations des fibres simples à étroitement aréolées	Fasertüpfel einfach bis undeutlich behöft	59,1	+	Mangifera indica		
4,8	fibre pits distinctly bordered common in both radial and tangential walls	punctuations distinctement aréolées, sur les parois radiales et tangentielles	Fasertüpfel deutlich behöft, in Radial- und Tangentialwänden	59,2	++	Launea arborescens		
				58,2	++			
4,9	all fibres septate	toutes les fibres cloisonnées	alle Fasern septiert	61,1	+++	Vitex doniana		
4,10	septate fibres in parenchyma-like bands alternating with ordinary fibres	fibres cloisonnées rassemblées en bandes à allure de parenchyme alternant avec des fibres normales	septierte Fasern in parenchym-ähnlichen Bändern alternierend mit nicht septierten Fasern	62,3	+++	Maytenus senegalensis		