

Anatomie europäischer Hölzer
Anatomy of European woods
von
Fritz Schweingruber

«Anatomie europäischer Hölzer» ist der erste Band einer Reihe von wissenschaftlichen Sachbüchern, welche die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Zusammenarbeit mit dem Verlag Paul Haupt herausgibt.

Die WSL ist eine nationale, multidisziplinäre Forschungsstätte für Forstwissenschaften, Landschafts-, Schnee- und Lawinenforschung im weitesten Sinne.

„Anatomy of European woods“ is the first volume in a series of books on scientific topics which the Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL) plans to publish in collaboration with Paul Haupt Publishers.

The WSL is a national, multidisciplinary institute for research on forest sciences, landscape, snow, and avalanches in the broadest sense.

Verlag Kessel
Eifelweg 37
53424 Remagen-Oberwinter
Deutschland
Telefon: 0049 - 2228-493
E-Mail: nkessel@web.de

Druckerei H. Sieber
www.business-copy.com

www.verlagkessel.de
ISBN: 978-3-941300-51-4

Fritz Hans Schweingruber

Mit einem Beitrag von Pieter Baas/With a contribution by Pieter Baas

Anatomie europäischer Hölzer

Anatomy of European woods

Ein Atlas zur Bestimmung europäischer Baum-, Strauch- und Zwergstrauchhölzer
An atlas for the identification of European trees, shrubs and dwarf shrubs

Reprint der Auflage vom Verlag Paul Haupt Bern und Stuttgart/Paul Haupt Berne and Stuttgart Publishers
Verlag Kessel Remagen-Oberwinter, Deutschland / Germany

Legende zu Umschlagbild

Inhaltsverzeichnis/Contents

Einleitung/Introduction	3	Berberidaceae	207
Makroskopische Merkmale/Macroscopic features	15	Betulaceae	211
Mikroskopische Merkmale/Microscopic features	19	Boraginaceae	221
Individuelle Variabilität/Individual variability	59	Buxaceae	229
Bestimmungsschlüssel/Identification key	63	Capparidaceae	231
Artbeschreibungen/Descriptions of the species	107	Caprifoliaceae	233
Coniferales		Caryophyllaceae	251
Pinaceae	109	Celastraceae	255
Cupressaceae	137	Chenopodiaceae	259
Taxales		Cistaceae	279
Taxaceae	149	Cneoraceae	289
Gnetales		Compositae	291
Ephedraceae	151	Coriariaceae	321
Monocotyledones		Cornaceae	323
Agavaceae	155	Corylaceae	325
Gramineae	157	Crassulaceae	333
Liliaceae	159	Cruciferae	337
Palmae	173	Dipsacaceae	347
Dicotyledones		Ebenaceae	349
Aceraceae	175	Eleagnaceae	351
Amaranthaceae	185	Empetraceae	355
Anacardiaceae	187	Ericaceae	357
Apocynaceae	197	Euphorbiaceae	389
Aquifoliaceae	199	Fagaceae	397
Araliaceae	201	Frankeniaceae	411
Asclepiadaceae	203	Globulariaceae	413
		Grossulariaceae	417
		Guttiferae	423
		Hippocastanaceae	427
		Hydrangeaceae	429
		Juglandaceae	431
		Labiatae	433
		Lauraceae	471
		Leguminosae	475
		Linaceae	537
		Loranthaceae	539

Inhaltsverzeichnis/Contents

Malvaceae	543	Oekologie und Holzanatomie/Ecology and wood anatomy	739
Meliaceae	549	Literatur/References	763
Moraceae	551	Lateinischer Index/Latin index	767
Myricaceae	557	Deutscher Index/German index	779
Myrtaceae	561	Englischer Index/English index	791
Nyctaginaceae	563		
Oleaceae	565		
Plantaginaceae	581		
Platanaceae	583		
Plumbaginaceae	585		
Polygonaceae	589		
Punicaceae	591		
Ranunculaceae	593		
Resedaceae	601		
Rhamnaceae	603		
Rosaceae	617		
Rubiaceae	661		
Rutaceae	669		
Salicaceae	673		
Santalaceae	681		
Scrophulariaceae	683		
Solanaceae	691		
Staphyleaceae	705		
Styracaceae	707		
Tamaricaceae	709		
Thymelaeaceae	713		
Tiliaceae	723		
Ulmaceae	725		
Umbelliferae	729		
Verbenaceae	733		
Vitaceae	735		
Zygophyllaceae	737		

Holz ist einer der wichtigsten Rohstoffe der Menschen. Die einfachen Bevölkerungen konnten Nutzen und Eigenschaften praktisch aller in einer Gegend vorkommender Hölzer, und zwar die der Bäume, Sträucher und Zwergsträucher sowie derer Zweige, Stämme und Wurzeln. Zivilisierte Menschen dagegen kennen nur noch die sogenannten Nutzholzarten; es sind dies vor allem die Stämme der Bäume.

Ausdruck der Ueberbewertung gewisser Holzarten ist das heutige wissenschaftliche Wissen über Holz. Es gibt kaum einen Baum, dessen Holz nicht gründlich untersucht worden wäre. Im europäischen Raum sind wohl alle Baumarten in mehr oder weniger gründlicher Weise anatomisch charakterisiert. Dies geht aus dem umfangreichen Schrifttum hervor. Es gibt jedoch nur wenige Werke, in denen auch das Holz von Sträuchern und Zwergsträuchern Beachtung gefunden hat (GREGUSS, 1945; HUBER und ROUSCHAL, 1954). Und es gibt meines Wissens nur ein einziges Werk, in welchem die gesamte Holzflora eines Gebietes anatomisch untersucht worden ist (FAHN et al., 1986).

Der Mangel an umfassenden, grundlegenden Kenntnissen über die europäische Holzflora führte zum Gedanken, eine breit abgestützte Anatomie der europäischen Hölzer zu erstellen. Es war jedoch von Anfang an klar, daß das Werk lückenhaft bleiben muß. Mit den folgenden Ausführungen ist dargestellt, wie das Werk entstanden ist, und wo die Stärken und Schwächen des Buches liegen. Es geht darum aufzuzeigen, wie die vorliegende Holzanatomie verstanden werden soll.

Herkunft des Materials

Nach wenigen Umfragen in großen europäischen Xylotheiken zeigte sich, daß dort wohl die

meisten europäischen Baumarten vorhanden sind, daß jedoch ökologische Angaben weitgehend fehlen. Von häufig verwendeten Arten stehen viele, von wirtschaftlich uninteressanten Arten sehr wenige Exemplare zur Verfügung. Kaum vorhanden in den Sammlungen sind Hölzer von kleineren Sträuchern und Zwergsträuchern. Aus diesen Gründen entschloß ich mich, das Material selber zu beschaffen. Im Rahmen dendroklimatologischer Probenbeschaffungsreisen und in gezielt geplanten Ferien-Wanderreisen wurde in der Zeit zwischen 1972 und 1983 in Samos, Zypern, auf dem griechischen Festland, in Bulgarien, Rumänien, im Alpenraum, in Italien, Sizilien, Korsika, Spanien, Madeira und Skandinavien Holz gesammelt. Die Arten habe ich größtenteils selber bestimmt, in schwierigen Fällen waren mir Fachleute verschiedenster Länder behilflich. Nicht eindeutig bestimmbare Proben wurden nicht berücksichtigt.

Technische Aufbereitung des Materials, Nomenklatur

Die Hölzer wurden in frischem Zustand vom Autor mit Hilfe eines Schlittenmikrotoms geschnitten, und vor allem Mittelschüler erstellten die mikroskopischen Präparate. Die ca. 15 µm dicken Schnitte wurden in der Regel mit Eau de Javelle von ihren Zellinhalten befreit und anschließend zur Erhöhung des Kontrastes mit Safranin gefärbt. Die Methode ist in SCHWEINGRUBER (1978) beschrieben. Ich fotografierte die Präparate bei Standardvergrößerungen mit einem Leitz Orthoplan mit automatischer Fotoeinrichtung. Die Entwicklung und Vergrößerung der Filme besorgte der Fotodienst der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL).

Wood is one of the most important raw resources known to man. The primitive peoples were familiar with the uses and characteristics of virtually all locally occurring types of trees, shrubs and dwarf shrubs, not only of their wood but also of their twigs, stems, and roots. The civilization of today is familiar only with what are termed useful plants, and generally only with their stemwood at that.

One expression of the overvaluation of certain species is the body of scientific knowledge about wood. There is hardly any tree species whose wood has not been thoroughly investigated. Certainly all those occurring in and around Europe have been described in more or less anatomical detail, as can be seen from the plentiful literature. Few studies (GREGUSS, 1945; HUBER and ROUSCHAL, 1954), however, have paid attention to the wood of shrubs and dwarf shrubs; and only one single work (FAHN et al., 1986) investigates the anatomy of the entire woody flora of a particular region.

This lack of comprehensive basic knowledge on the woody plants of Europe gave rise to the idea of producing a broad-based book on their wood anatomy. It was clear from the start that the information given would necessarily be incomplete. The following remarks describe how the book came into being and where its strengths and weaknesses lie, with the object of explaining how it is to be understood.

Origin of the material

It took only a few surveys of the large wood collections in Europe to establish that, though they certainly contained samples of most European tree species, they could rarely provide the complementary ecological data. There are many

samples of species in common use but very few of those with little economic value, and practically none of smaller shrubs and dwarf shrubs. Consequently, I decided to collect the material for this book myself. In the course of collecting trips and busman's holidays between 1972 and 1983 I took samples from plants in Samos, Cyprus, the Greek mainland, Bulgaria, Rumania, the Alps, Italy, Sicily, Corsica, Spain, Madeira and Scandinavia. I generally identified the species myself, but consulted local experts when in doubt; any samples which could not be definitely identified I discarded.

Preparation of the material, nomenclature

I sectioned the samples in the fresh state myself, using a sledge microtome; the sections of around 15 µm were then prepared and mounted, mostly by high school students, being first immersed in javel water to remove the cell contents and then stained with safranin to enhance contrast. The method is described in SCHWEINGRUBER (1978). I photographed the preparations at standard magnifications with a Leitz Orthoplan and automatic camera. Film development and enlargements were conducted by the Photographic Service of the Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birnmensdorf. The slides are stored at the WSL and the Rijksherbarium, Leiden.

The nomenclature follows that of Flora Europaea (TUTIN et al., 1964-1980). The German and English names were taken from a number of books on flora, mainly from PRISZTER (1983).

Aims and structure

The book has two major aims:

- First, it is intended as an aid in identifying many of the woody plants of Europe;

Die Präparatensammlungen befinden sich in der WSL, Birmensdorf, und im Reichsherbarium in Leiden, Holland.

Die lateinische Nomenklatur richtet sich nach der Flora Europaea (TUTIN et al., 1964-1980). Die deutschen und englischen Namen wurden verschiedenen Floren entnommen, hauptsächlich aber PRISZTER (1983).

Zielsetzung und Aufbau des Buches

Das Buch verfolgt grundsätzlich zwei Ziele:

- Es soll in erster Linie die Bestimmung eines großen Teils der europäischen Gehölze ermöglichen.
- Es soll die Grundlage bilden zu vergleichenden anatomisch-ökologischen Studien. (Siehe dazu den Artikel von PIETER BAAS, Seite 739).

Dieser Zielsetzung folgend wurden die Artbeschreibungen anhand von drei Schnittrichtungen (Tangential-, Radial- und Querschnitte) vorgenommen. Die Bestimmung wird dadurch erleichtert. Auf eine ausführliche Beschreibung diagnostisch unwichtiger Merkmale und auf Zitate von Literaturangaben im beschreibenden Text wurde verzichtet. Die im Literaturverzeichnis angegebene Literatur ist in mehr oder weniger großem Maße konsultiert worden.

Inwieweit das vorliegende Material der Zielsetzung genügen kann, sollen die folgenden Überlegungen aufzeigen.

Repräsentativität der geprüften Arten

Beschrieben sind rund die Hälfte aller in Europa (Bereich Flora Europaea) vorkommenden, verholzten Arten (602 von 1150). Dabei ist bei großen Familien das anatomische Spektrum erkannt, obwohl viele Arten nicht geprüft worden sind, z.B.

	Anzahl der untersuchten Arten	Anzahl verholzter Arten in Europa
Cistaceae	15	70
Compositae	25	50
Labiatae	43	120
Leguminosae	68	200
Rosaceae	51	120
Salicaceae	23	80
Total	225 (35%)	640 (100%)

Bei kleineren Familien sind rund 70% der vorkommenden Arten geprüft. Total wurden Vertreter aus 74 Familien berücksichtigt (exklusive Monokotyledonen und Koniferen).

Im relativ artenarmen Mittel- und Nordeuropa sind praktisch alle Arten berücksichtigt, aus dem sehr artenreichen mediterranen Gebiet dagegen nur etwa die Hälfte. Viele seltene Vertreter fehlen.

Die obige Zusammenstellung zeigt, wieviele Arten innerhalb der einzelnen Familien holz-anatomisch in diesem Buch beschrieben sind. Grundlage zu den Berechnungen liefert die Flora Europaea.

– secondly it is intended to furnish a basis for comparative anatomical-ecological studies (cf. the article by Pieter Baas, see page 739).

Transverse, longitudinal, and radial sections are the base of the anatomical description. This approach facilitates species identification. Details of characters of little importance for identification and references have been left out of the text. The references cited in the bibliography were consulted in varying degrees.

How far the material suffices for these aims may be judged from the following considerations.

Representativeness of the species examined

Approximately half (602 of 1150) of all woody species occurring in Europe (within the area covered by Flora Europaea) are described. In dealing with large families, the anatomical spectrum was considered, though many species were not examined. For example:

	No. of species examined	No. of woody sp. in Europe
Cistaceae	15	70
Compositae	25	50
Labiatae	43	120
Leguminosae	68	200
Rosaceae	51	120
Salicaceae	23	80
Total	225 (35%)	640 (100%)

In smaller families some 70% of the species were examined. All in all representatives of 74 families (excluding monocotyledons and conifers) were investigated.

Of the relatively few species occurring in Central and Northern Europe, almost all were examined, but only about half of the much more numerous ones in the Mediterranean area. Many rare species were excluded.

The above list shows the number of species whose wood anatomy is described in each family. The figures are based on data from Flora Europaea.

Tabelle

Vergleich der untersuchten Taxa mit der im Bereich der Flora Europaea vorkommenden verholzten Taxa. Die Zahlenangaben sind in etlichen Fällen als Richtwerte zu verstehen, da nicht in allen Fällen eindeutig entschieden werden konnte, wieviele Taxa wirklich verholzt sind.

- (1) Anzahl untersuchte Arten
(2) Anzahl verholzte, einheimische Arten

Familie	(1)	(2)	Bemerkungen
Dicotyledones			
Aceraceae	12	15	Anatomisch eintönig. Formenspektrum abgedeckt.
Amaranthaceae	1	1	
Anacardiaceae	7	11	Große Formenvariabilität von Gattung zu Gattung. Spektrum abgedeckt.
Apocynaceae	1	1	
Aquifoliaceae	1	2	Formenspektrum abgedeckt.
Araliaceae	1	1	
Asclepiadaceae	2	3	Große Unterschiede zwischen Arten. Spektrum abgedeckt.
Berberidaceae	4	4	
Betulaceae	10	10	
Boraginaceae	8	ca. 20	Große Formenvariabilität. Spektrum nicht abgedeckt. Viele Arten mit verholzter Stammbasis (Stauden).
Buxaceae	2	2	
Capparidaceae	1	2	
Caprifoliaceae	17	24	Recht geringe Formenvariabilität. Spektrum abgedeckt.
Caryophyllaceae	4	ca. 8	Meiste Arten nur an Stammbasis verholzt (Stauden). Das Formenspektrum ist wohl nicht in der ganzen Breite erfaßt.
Celastraceae	4	5	
Chenopodiaceae	14	20	Alle Arten mit eingeschlossenem Phloem. Formenspektrum abgedeckt.
Cistaceae	15	ca. 70	Anatomisch eintönig. Formenspektrum erfaßt.
Cneoraceae	1	1	
Compositae	25	ca. 50	Recht große anatomische Variabilität. Formenspektrum wohl erfaßt.
Coriariaceae	1	1	
Cornaceae	2	2	
Corylaceae	6	6	
Crassulaceae	4	ca. 6	Formenspektrum nicht in ganzer Breite erfaßt.

Table

Comparison of the taxa examined with the woody taxa occurring within the area covered by Flora Europaea. In several cases the figures serve only as guidelines, as it was not always possible to decide definitely how many taxa can really be regarded as woody.

- (1) No. of species examined
(2) No. of indigenous woody species

Family	(1)	(2)	Remarks
Dicotyledones			
Aceraceae	12	15	Anatomically uniform. Spectrum of forms covered.
Amaranthaceae	1	1	
Anacardiaceae	7	11	Great variability in form between genera. Spectrum covered.
Apocynaceae	1	1	
Aquifoliaceae	1	2	Spectrum of forms covered.
Araliaceae	1	1	
Asclepiadaceae	2	3	Great differences between species. Spectrum of forms covered.
Berberidaceae	4	4	
Betulaceae	10	10	
Boraginaceae	8	ca. 20	Great variability in form. Spectrum not covered. Many species with woody stem base (perennial herbs).
Buxaceae	2	2	
Capparidaceae	1	2	
Caprifoliaceae	17	24	Very little variability in form. Spectrum covered.
Caryophyllaceae	4	ca. 8	Most species woody only at stem base (perennial herbs). Spectrum of forms not entirely covered.
Celastraceae	4	5	
Chenopodiaceae	14	20	All species with included phloem. Spectrum of forms covered.
Cistaceae	15	ca. 70	Anatomically uniform. Spectrum of forms covered.
Cneoraceae	1	1	
Compositae	25	ca. 50	Great anatomical variability. Spectrum of forms more or less covered.
Coriariaceae	1	1	
Cornaceae	2	2	
Corylaceae	6	6	
Crassulaceae	4	ca. 6	Spectrum of forms not entirely covered.

(1) Anzahl untersuchte Arten

(2) Anzahl verholzte, einheimische Arten

Familie	(1)	(2)	Bemerkungen
Cruciferae	8	ca. 15	Große Formenvariabilität zwischen den Gattungen. Spektrum nicht erfaßt.
Dipsacaceae	1	2	Formenspektrum erfaßt.
Ebenaceae	2	2	
Eleagnaceae	2	2	
Empetraceae	1	2	
Ericaceae	26	ca. 44	Anatomisch eintönig. Spektrum erfaßt.
Euphorbiaceae	7	ca. 10	Ziemlich geringe Formenvariabilität. Spektrum wohl erfaßt.
Fagaceae	20	ca. 25	Formenspektrum erfaßt.
Frankeniaceae	2	5	Formenspektrum erfaßt.
Globulariaceae	4	5	
Grossulariaceae	5	9	Geringe Variabilität. Spektrum erfaßt.
Guttiferae	5	ca. 8	Geringe Variabilität. Spektrum erfaßt.
Hippocastanaceae	1	1	
Hydrangeaceae	2	3	Formenspektrum erfaßt.
Juglandaceae	1	1	
Labiatae			Mäßig große Formenvariabilität. Formenspektrum erfaßt.
(exkl. Thymus)	35	ca. 60	
(inkl. Thymus)	43	ca. 120	
Lauraceae	4	4	Europäisches Formenspektrum erfaßt.
Leguminosae	68	ca. 200	Sehr große Formenvariabilität innerhalb einer Pflanze, von Standort zu Standort und eventuell auch von Art zu Art oder Gattung zu Gattung. Das anatomische Spektrum ist wohl erfaßt, doch die unterscheidenden Merkmale sind bei weitem nicht erkannt.
Linaceae	2	ca. 3	
Loranthaceae	3	3	
Malvaceae	6	7	
Meliaceae	1	1	
Moraceae	4	4	
Myricaceae	2	2	
Myrtaceae	1	1	(exkl. Eucalyptus)
Oleaceae	12	19	Große Formenvariabilität. Formenspektrum erfaßt.
Plantaginaceae	3	ca. 4	Formenspektrum erfaßt.
Platanaceae	2	2	
Plumbaginaceae	3	ca. 10	Ziemlich einheitliche Anatomie. Formenspektrum erfaßt.

(1) No. of species examined

(2) No. of indigenous woody species

Family	(1)	(2)	Remarks
Cruciferae	8	ca. 15	Great variability in form between genera. Spectrum not covered.
Dipsacaceae	1	2	Spectrum of forms covered.
Ebenaceae	2	2	
Eleagnaceae	2	2	
Empetraceae	1	2	
Ericaceae	26	ca. 44	Anatomically uniform. Spectrum covered.
Euphorbiaceae	7	ca. 10	Not much variability in form. Spectrum more or less covered.
Fagaceae	20	ca. 25	Spectrum of forms covered.
Frankeniaceae	2	5	Spectrum of forms covered.
Globulariaceae	4	5	
Grossulariaceae	5	9	Little variability. Spectrum covered.
Guttiferae	5	ca. 8	Little variability. Spectrum covered.
Hippocastanaceae	1	1	
Hydrangeaceae	2	3	Spectrum of forms covered.
Juglandaceae	1	1	
Labiatae			Moderate variability in form. Spectrum of forms covered.
(excl. Thymus)	35	ca. 60	
(incl. Thymus)	43	ca. 120	
Lauraceae	4	4	Spectrum of forms in Europe covered.
Leguminosae	68	ca. 200	Very great variability in form within one plant, one site, and perhaps from species to species and genus to genus. The anatomical spectrum is more or less covered, though the differentiating characters are far from established.
Linaceae	2	ca. 3	
Loranthaceae	3	3	
Malvaceae	6	7	
Meliaceae	1	1	
Moraceae	4	4	
Myricaceae	2	2	
Myrtaceae	1	1	(excluding Eucalyptus)
Oleaceae	12	19	Great variability in form. Spectrum of forms covered.
Plantaginaceae	3	ca. 4	Spectrum of forms covered.
Platanaceae	2	2	
Plumbaginaceae	3	ca. 10	Fairly uniform anatomy. Spectrum of forms covered.

- (1) Anzahl untersuchte Arten
 (2) Anzahl verholzte, einheimische Arten

Familie	(1)	(2)	Bemerkungen
Polygonaceae	2	ca. 4	Geringe Formenvariabilität. Spektrum erfaßt.
Punicaceae	1	1	
Ranunculaceae	8	ca. 10	
Resedaceae	2	2	
Rhamnaceae	13	20	Formenspektrum erfaßt.
Rosaceae	51	ca. 120	exkl. 70 Subspecies von <i>Rubus fruticosus</i> und 40 <i>Rosa</i> -Arten. Mit der vorliegenden Auswahl ist das Formenspektrum voll und ganz erfaßt. Innerhalb der Pomoideae ist die Variabilität äußerst gering.
Rubiaceae	7	ca. 12	Die Formenvariabilität ist je nach Wuchsform unterschiedlich. Gesamthaft dürfte die Variabilität der Familie erfaßt sein.
Rutaceae	6	ca. 10	Formenvariabilität erfaßt.
Salicaceae	23	ca. 80	Äußerst geringe Variabilität. Formenspektrum ganz erfaßt.
Santalaceae	2	2	
Scrophulariaceae	6	ca. 10	Große Formenvariabilität. Das Spektrum der nur an der Basis verholzten Arten ist wohl nicht erfaßt.
Solanaceae	10	12	Formenspektrum erfaßt.
Staphyleaceae	1	1	
Styracaceae	1	1	
Tamaricaceae	4	11	Die Formenvariabilität innerhalb der Gattung <i>Tamarix</i> ist gering. Das Formenspektrum ist erfaßt.
Thymelaeaceae	13	33	Ziemlich einheitliches Grundmuster in der ganzen Familie. Das Formenspektrum ist erfaßt.
Tiliaceae	3	3	
Ulmaceae	4	7	Die Formenvariabilität ist erfaßt.
Umbelliferae	5	ca. 10	Die Unterschiede zwischen den Gattungen sind groß. Vermutlich ist das Formenspektrum nicht ganz erfaßt.
Verbenaceae	1	1	
Vitaceae	1	1	
Zygophyllaceae	2	3	

- (1) No. of species examined
 (2) No. of indigenous woody species

Family	(1)	(2)	Remarks
Polygonaceae	2	ca. 4	Little variability in form. Spectrum covered.
Punicaceae	1	1	
Ranunculaceae	8	ca. 10	
Resedaceae	2	2	
Rhamnaceae	13	20	Spectrum of forms covered.
Rosaceae	51	ca. 120	Excluding 70 subspecies of <i>Rubus fruticosus</i> and 40 species of <i>Rosa</i> . The species examined entirely cover the spectrum of forms. The variability within the Pomoideae is extremely small.
Rubiaceae	7	ca. 12	The variability in form differs with the form of growth. The overall variability within this family is probably covered.
Rutaceae	6	ca. 10	Variability in form covered.
Salicaceae	23	ca. 80	Extremely small variability. Spectrum of forms completely covered.
Santalaceae	2	2	
Scrophulariaceae	6	ca. 10	Great variability in form. The spectrum of species lignified only at the stem base is not covered.
Solanaceae	10	12	Spectrum of forms covered.
Staphyleaceae	1	1	
Styracaceae	1	1	
Tamaricaceae	4	11	The variability in form in the genus <i>Tamarix</i> is small. The spectrum of forms is covered.
Thymelaeaceae	13	33	Fairly uniform basic pattern in the whole family. The spectrum of forms is covered.
Tiliaceae	3	3	
Ulmaceae	4	7	The variability in form is covered.
Umbelliferae	5	ca. 10	The differences between the genera are great. The spectrum of forms is presumably not entirely covered.
Verbenaceae	1	1	
Vitaceae	1	1	
Zygophyllaceae	2	3	

- (1) Anzahl untersuchte Arten
 (2) Anzahl verholzte, einheimische Arten

Familie	(1)	(2)	Bemerkungen
Monocotyledones			
Agavaceae	2	2	Formenspektrum erfaßt.
Gramineae	2	2	Formenspektrum erfaßt.
Liliaceae	11	ca. 15	Formenspektrum erfaßt.
Palmae	2	3	Formenspektrum erfaßt.
Coniferales			
Pinaceae	22	22	Formenspektrum erfaßt.
Cupressaceae	9	9	Formenspektrum erfaßt.
Taxales			
Taxaceae	1	1	Formenspektrum erfaßt.
Gnetales			
Ephedraceae	3	3	Formenspektrum erfaßt.

- (1) No. of species examined
 (2) No. of indigenous woody species

Family	(1)	(2)	Remarks
Monocotyledones			
Agavaceae	2	2	Spectrum of forms covered.
Gramineae	2	2	Spectrum of forms covered.
Liliaceae	11	ca. 15	Spectrum of forms covered.
Palmae	2	3	Spectrum of forms covered.
Coniferales			
Pinaceae	22	22	Spectrum of forms covered.
Cupressaceae	9	9	Spectrum of forms covered.
Taxales			
Taxaceae	1	1	Spectrum of forms covered.
Gnetales			
Ephedraceae	3	3	Spectrum of forms covered.

Von den meisten mittel- und nordeuropäischen Arten standen für die Untersuchung mehrere Exemplare zur Verfügung; von vielen Sträuchern und Zwergsträuchern aus dem mediterranen Gebiet konnte nur ein Exemplar geprüft werden. Um die strukturelle Variabilität dennoch anzudeuten, wurden Präparate von rasch und langsamwüchsigen Stellen und aus dem Bereich des Markes (juvenil) und des Kambiums (adult) hergestellt.

Da die Artenzahl von der systematisch-taxonomischen Gliederung einer Flora mitbestimmt wird, sind die vorliegenden Zahlen zur Repräsentativität als Richtwerte zu verstehen. In den holzanatomisch relativ gleichförmigen Familien der Labiatae, Rosaceae und Cistaceae wurde relativ wenig Material aufbereitet.

Das Gebiet der Flora Europaea ist mit zwei Sammlungen (Zypern und Madeira) überschritten worden. Das anatomische Formenspektrum des umfangreichen Materials aus Zypern fügt sich dem Klima entsprechend in den Kreis der mediterranen Hölzer. Eindeutig außerhalb des europäischen Formenkreises liegen hingegen viele Hölzer aus Madeira. Das Material aus dem ausgeglichenen, subtropischen Klima Madeiras wurde hier aber mitberücksichtigt, um den Anschluß an die tropischen Gebiete aufzuzeigen.

Strukturelle Variabilität innerhalb eines Baumes

Es war mir ein besonderes Anliegen, die anatomische Variabilität der Hölzer darzustellen, denn die Anatomie ist weitgehend Ausdruck genetischer Anlagen und derer ökologischer Überprägung. Um diese Beziehungen anzudeuten, wurde versucht, Proben aus verschiedenen Teilen eines

Individuums und Proben von verschiedensten Standorten in die Untersuchung miteinzubeziehen. Diese Überprägung ist mit drei Tafeln (siehe Seite 60 bis 62) dokumentiert. An drei Typen, einem Nadelholz, einem ringporigen und einem zerstreutporigen Laubholz, wird dargestellt, wie verschieden die anatomischen Formen innerhalb eines einzelnen Individuums sein können. Die Funktion eines Gewebes scheint die Form, Größe und Verteilung der einzelnen Zellen grundlegend zu beeinflussen. Aus diesem Grund wurde für die Beschreibung des Holzes bei Bäumen und Sträuchern versucht, nur Stammholz abzubilden. Da aber Zwergsträucher praktisch nur aus Zweigen bestehen, mußte bei dieser großen Gruppe von diesem Prinzip abgewichen werden.

Es ist mir bewußt, daß bei vielen Arten nicht das ganze Formenspektrum erfaßt worden ist. Es ist daher anzunehmen, daß bei späteren Bearbeitungen einzelner systematischer Gruppen oder einzelner Florenggebiete Erweiterungen des Merkmal-Spektrums für einzelne Taxa unumgänglich sein werden. Aus den hier vorgelegten Darstellungen geht jedoch eindeutig hervor, daß der diagnostische Wert eines Merkmals nur im Vergleich mehrerer Exemplare überprüft werden kann.

Die strukturelle Variabilität innerhalb eines Florenggebietes oder einer klimatischen Region bewegt sich in bestimmten Grenzen. Florengeschichtliche Faktoren und klimatische Einflüsse haben das anatomische Formenspektrum in bezug auf die Artenzusammensetzung eines Gebietes in ganz bestimmter Weise beeinflußt.

For most of the species occurring in Central and Northern Europe several specimens were available for examination, but for many shrubs and dwarf shrubs of the Mediterranean area only one specimen was available. In order to investigate the range of structural variability in such cases, samples were taken from slowly and rapidly growing points in the plant and also from the area of the pith (juvenile) and the cambium (adult).

As the number of species is determined by the systematic and taxonomic structure of a Flora, the figures on representativeness given here should be regarded only as guidelines. Relatively little material from the Labiatae, Rosaceae, and Cistaceae was examined, as the wood anatomy of these families is fairly uniform.

In two cases (Cyprus and Madeira) samples were collected outside the area covered by Flora Europaea. In accordance with the climate, the material from Cyprus fits into the Mediterranean group. In contrast, many plants from Madeira clearly lie outside the spectrum of forms found in Europe. The species from Madeira, with its even, subtropical climate, are nevertheless included here to indicate the link with tropical areas.

Structural variability within a tree

I was particularly concerned with presenting the anatomical variability of the woody plants examined, as the anatomy of a plant is largely an expression of its genetically determined characters and the way in which these are influenced by ecological conditions. In order to interpret this relationship, I have tried as far as possible to include samples from different parts of indi-

viduals and from greatly differing sites. The influence of climate is shown in three tables (see page 60 to 62). Taking three types - one conifer, one ring-porous broadleaf, and one diffuse-porous broadleaf - as illustrations, I have tried to show how greatly the anatomical forms can vary within one individual. The function of a particular tissue seems to exert a fundamental influence on form, size, and distribution of particular cells. For this reason I have tried to use only stemwood in describing the wood of trees and shrubs. In the case of dwarf shrubs, which form a large group and which consist practically only of twigs, I had to deviate from this approach.

I am well aware that the spectrum of forms in many species has not been entirely covered. It is to be assumed that further studies on particular systematic groups or floral areas will necessitate an extension of the range of characters within separate taxa. The present study, however, shows clearly that the diagnostic value of one character can only be established through the comparison of several specimens.

The structural variability within one floral area or one climatic region ranges between certain limits. The past history of the flora and climatic factors have had particular influences on the spectrum of anatomical forms.

On the structure of the book

The structure of this book is similar to that of 'Mikroskopische Holzanatomie' (SCHWEINGRUBER, 1978). An introductory text and a section with illustrations define the anatomical characters. Only those characters occurring in the woody plants presented are described. The

Zum Aufbau des Buches

Die Gliederung des Buches ist ähnlich wie in "Mikroskopische Holz Anatomie" (SCHWEINGRUBER, 1978). Ein einleitender Text und Bildteil definiert die holzanatomischen Merkmale. Berücksichtigt sind nur diejenigen Merkmale, die in den beschriebenen Hölzern auch vorkommen. Der diagnostische Wert der Merkmale wird mit drei Symbolen (** hoch; * mittel; - klein) angegeben. Die Definitionen lehnen sich stark an die "Standard list of characters suitable for computerized hardwood identification" (IAWA Bull. 2, 1981) an. Dieser relativ umfangreiche, erklärende Teil liefert das Rüstzeug für die Benutzung des Buches.

Im Hauptteil sind die Arten alphabetisch nach Familien und Gattungen, monographisch und mit Verbreitungsangaben (Symbole in Karten: ●▲ natürlich vorkommend, x eingeführt und verwildert) dargestellt. Der Namen-Index ermöglicht das Auffinden der einzelnen Arten im beschreibenden Teil. Im relativ knapp gehaltenen Literaturverzeichnis sind vor allem umfassendere Studien aufgelistet.

Zum Aufbau des Schlüssels

Der Aufbau des Schlüssels entspricht weitgehend demjenigen in "Mikroskopische Holz Anatomie" (SCHWEINGRUBER, 1978). Der große Artenumfang und die Plastizität der Merkmale schloß von vornherein die Erstellung eines dichotomen Schlüssels aus; es hätten zu viele Querverweise gemacht werden müssen, und die Irrtumswahrscheinlichkeit wäre noch größer gewesen.

Der Schlüssel soll eine Hilfe beim Bestimmen von Holzarten sein. Es wird jedoch selten gelin-

gen, ein Holzstück auf seine Art oder Gattung hin auf Anhieb zu identifizieren, denn die anatomische Variabilität und der Erhaltungszustand der zu bestimmenden Stücke entspricht in der Regel nicht in allen Teilen dem hier vorgelegten Material. Der Schlüssel versucht deshalb aufzuzeigen, in welchen Artengruppen zu suchen ist. Sicherheit über die Richtigkeit einer Bestimmung gibt nur der Vergleich mit dem Bild und dem Text der entsprechenden Art im monographischen Teil.

Durch einen ersten diagnostischen Schritt werden zu bestimmende Hölzer in eine der 4 Hauptgruppen eingeteilt:

- Axiales Gewebe ohne Gefäße. In dieser Gruppe befinden sich ausschließlich Nadelhölzer.
- Stämme und Triebe mit geschlossenen Leitbündeln. In dieser Gruppe befinden sich alle Monokotyledonen.
- Stämme mit eingeschlossenem Phloem. Im Grundgewebe sind von Parenchym umgebene Leitbündel enthalten. In dieser Gruppe befinden sich Dikotyledonen-Arten aus den Familien Amaranthaceae, Chenopodiaceae und Nyctaginaceae.
- Dikotyledonen mit normalem Dickenwachstum. Diese vierte Gruppe ist weitaus die artenreichste.

Weitere Aufteilung der Dikotyledonen mit normalem Dickenwachstum:

- Anordnung des Grundgewebes und der Poren:
 - Regelmäßig: Das Gewebe weist keine tangentiale, schräge, flammenartige oder netzartige Gruppierungen im Spätholz auf. Die radialen Porengruppen und -reihen gelten als regelmäßig.

diagnostic value of the characters is indicated by three symbols (** high; * medium; - no). To a large extent the definitions are based on the 'Standard list of characters suitable for computerized hardwood identification' (IAWA Bull. 2, 1981). This relatively extensive explanatory section provides the framework for the use of the book.

In the main section the species are presented in alphabetical order of family and genus, monographically, and with data on distribution (symbols on the maps: ●▲ naturally occurring; x introduced but growing wild). The index of names allows the user to find the relevant species in the descriptive section. The relatively restricted bibliography mainly lists the more comprehensive works consulted.

On the structure of the key

To a large extent the structure of the key corresponds to that in 'Mikroskopische Holz Anatomie' (SCHWEINGRUBER, 1978). A dichotomous key was precluded by the number of species and the plasticity of the characters, as it would have necessitated too many cross-references and increased the possibility of error. The key is intended as an aid in identification, but the user will seldom be able to identify his sample immediately because of anatomical variability and because, as a rule, his material will not be in the same state of preservation as that used here. Consequently, the key aims at indicating in which group of species the specimen to be identified should be sought. Certainty of correct identification can only be achieved through comparisons with the illustrations and the descriptions in the monographic section.

In the first step, the sample to be identified is allocated to one of four main groups:

- Axial tissue without vessels. This group comprises only conifers;
- Stems and shoots with closed vascular bundles. All monocotyledons belong to this group;
- Stems with included phloem. The ground tissue contains vascular bundles surrounded by parenchyma. This group includes dicotyledons belonging to the families Amaranthaceae, Chenopodiaceae, and Nyctaginaceae;
- Dicotyledons with normal secondary growth. This group includes by far the greatest number of species.

Further classification of dicotyledons with normal secondary growth:

- Ground tissue and pores:
 - Regular: the latewood tissue does not display tangential, oblique, dendritic or network-like arrangement; the radial groups and files of pores are regular.
 - Irregular: pores and/or ground tissue are arranged tangentially, obliquely, in flame form, or networks; in many cases these arrangements are only vague, especially in the Leguminosae and individuals with narrow latewood.
- Pore distribution:
 - Ring-porous
 - Diffuse-porous.
- Ray width: identification largely rests upon typical ray widths; wood with multiseriate rays frequently displays uniseriate or biseriate rays as well, though this feature is not used in the key; as the rays in young material have generally not attained their final width, certain genera or species, e.g. Acer, are included in

- Unregelmäßig: Poren und/oder Grundgewebezellen sind tangential, schräg, flammenförmig oder netzartig gruppiert. Oft sind diese Strukturen nur andeutungsweise vorhanden, insbesondere in der Familie der Leguminosae und bei Individuen mit schmalem Spätholz.
- Porenverteilung:
 - Ringporig
 - Zerstreutporig
- Holzstrahlbreiten: Für die Bestimmung sind die am häufigsten vorkommenden Holzstrahlbreiten maßgebend. In mehrreihigen Typen kommen stets auch ein- und zweireihige Holzstrahlen vor, diese werden jedoch nicht in der entsprechenden Gruppe im Schlüssel aufgeführt. Da in jungem Material die Holzstrahlen noch nicht die volle Breite aufweisen, sind gewisse Gattungen oder Arten, z.B. Acer, in mehreren Breitengruppen aufgeführt. Bei wenigen Arten sind offensichtlich zwei Breitentypen vorhanden: Einreihige und sehr breite. Die meisten in dieser Gruppe aufgeführten Arten sind auch in anderen Holzstrahlbreitengruppen aufgeführt.
- Aufbau der Holzstrahlen im Radialschnitt:
 - Homogen: Fast alle Zellen sind liegend.
 - Heterogen: Die inneren Zellen sind liegend, die äußeren quadratisch und stehend. In diese Gruppen fallen alle Arten die mindestens eine Reihe stehender Kantenzellen aufweisen, z.B. die Familie der Rosaceae mit den vielen Arten mit einer Reihe quadratischer Zellen fallen nicht in diese Gruppe.
- Holzstrahlzellen stehend: Die meisten Zellen der breiteren Holzstrahlen sind quadratisch und stehend. Reihen liegender Zellen sind nicht vorhanden.

- Schraubenverdickungen: Beachtet werden Schraubenverdickungen in Gefäßen, Gefäßtracheiden und Fasertracheiden. Im Schlüssel wird nicht zwischen schwachen und starken Verdickungen unterschieden. Da die Verdickungen oft wenig ausgeprägt sind, sind solche Arten auch in der Gruppe ohne Schraubenverdickungen aufgeführt.

Zusammengefaßt und vereinfacht ergibt sich die folgende Rangordnung der Merkmale im Bestimmungsschlüssel:

- 1 Wachstumstyp (Nadelholz, Monokotyledonae, Centrospermae, Dikotyledonae)
- 2 Anordnung des Grundgewebes und der Poren (regelmäßig/unregelmäßig)
- 3 Porenanordnung (ringporig, zerstreutporig)
- 4 Holzstrahlbreite (fehlend bis sehr breit)
- 5 Durchbrechungen (einfach oder leiterförmig)
- 6 Schraubenverdickungen (fehlend oder vorhanden)

Einige weitere spezielle Schlüssel finden sich im Text. Sie dienen der Aufschlüsselung von Gattungen oder Artengruppen innerhalb bestimmter Familien, z.B. Thymelaeaceae, Rosaceae/Maloideae und Rosaceae/Prunoideae.

several width groups. A few species display two width types: uniseriate and very wide; most of these are also presented in other ray width groups.

- Structure of the rays in radial section:
 - Homogeneous: practically all the cells are procumbent.
 - Heterogeneous: the inner cells are procumbent, the outer ones square and upright. All species exhibiting at least one row of upright marginal cells fall into this group; excluded is, for instance, the family Rosaceae, with its many species displaying single rows of square cells.
- Ray cells upright: the majority of the cells in the broad rays are square and upright; rows of procumbent cells are absent.
- Perforations simple or scalariform.
- Spiral thickenings: spiral thickenings were considered only in vessels, vessel tracheids, and fibre-tracheids; in the key no differentiation is made between slight and marked thickenings; as thickenings are often unpronounced, such species are also included in the group without spiral thickenings.

In summary and simplified terms the characters used in the key are arranged in the following order of priority:

- 1 Structural type (conifer, monocotyledons, centrospermae, dicotyledons)
- 2 Arrangement of ground tissue and pores (regular/irregular)
- 3 Arrangement of pores (ring-porous/diffuse-porous)
- 4 Width of rays (nil to great)
- 5 Perforations (simple or scalariform)
- 6 Spiral thickenings (present or absent)

The text contains some separate special keys for the identification of genera or species groups within certain families, e.g., Thymelaeaceae, Rosaceae/Maloideae, and Rosaceae/Prunoideae.

Dank

Allen Beratern und Mitarbeitern danke ich herzlich.

- Prof. Dr. Pieter Baas, Rijksherbarium Leiden, ist maßgebend am Werk beteiligt. Er kontrollierte die Schlüssel, die Beschreibungen und war ein kritischer wissenschaftlicher Ratgeber.
- Bei der Bestimmung von Pflanzen haben mir insbesondere Prof. Dr. F. Markgraf und Frau Dr. Ilse Mendoza-Heuer, Botanisches Institut der Universität Zürich, geholfen.
- Mein Kollege Werner Schoch begleitete mich auf Reisen, organisierte die Aufbereitung und Lagerung der Präparate und half bei der Kontrolle der Schlüssel.
- Frau Dr. Ruth Landolt besorgte das Lektorat. Ihr ist es zu verdanken, daß redaktionelle Fehler auf ein Minimum reduziert worden sind.
- Der Fotodienst der WSL besorgte die Entwicklung und Vergrößerung der Filme - gesamt-haft etwa 220 Filme mit etwa 15'000 Kopien.
- Frau Doris Pichler und Herr Miroslav Sebek besorgten die technisch perfekte Tafelgestaltung.
- Frau Margrit Wiederkehr war um die Abschrift der nicht einfachen Texte besorgt.
- Der deutsche Text wurde übersetzt durch: Prof. Dr. Pieter Baas, Frau Dr. Karin Baudais-Lundström, Frau Dr. Ruth Landolt und Frau Margaret Joyce Sieber.
- Der Direktion der WSL, insbesondere Dr. Walter Bosshard, bin ich zu großem Dank verpflichtet, denn er hat das Grundlagenwerk stets gefördert.

Acknowledgements

I should like to express my gratitude to all those who provided advice or technical assistance.

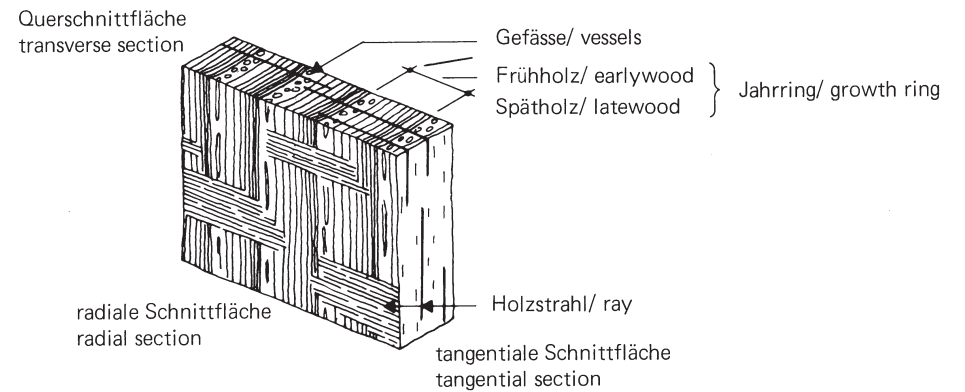
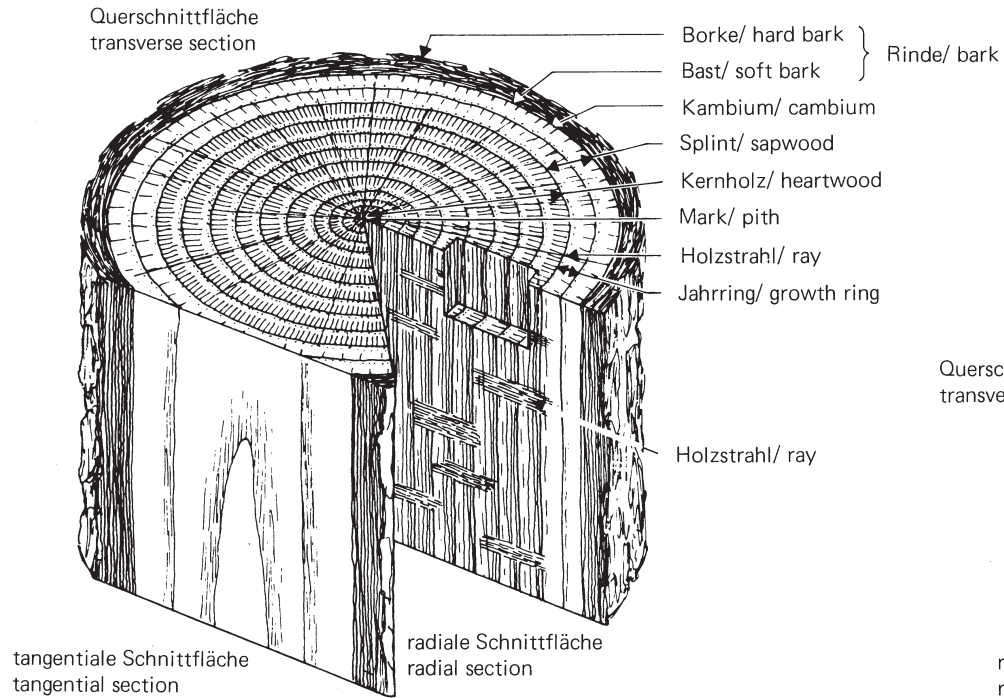
- Prof. Pieter Baas, Rijksherbarium Leiden, made a very large contribution: he checked the keys and descriptions and provided critical scientific advice.
- Prof. F. Markgraf and Dr. Ilse Mendoza-Heuer, Botanical Institute, University of Zürich, were particularly helpful in the identification of the material.
- Werner Schoch, my colleague at the WSL, accompanied me on many collecting trips, organized the preparation and storage of the specimens, and helped in checking the keys.
- Dr. Ruth Landolt did the proof-reading, and it is thanks to her that the printing mistakes have been reduced to the minimum.
- The Photographic Service of the WSL developed the films and made the enlargements, dealing with a total of some 220 films and about 15,000 copies.
- Mrs. Doris Pichler and Mr. Miroslav Sebek executed the technically perfect presentation of the plates.
- Mrs. Margrit Wiederkehr typed the manuscript of the none too simple text.
- Prof. Pieter Baas, Dr. Karin Baudais-Lundstrom, Dr. Ruth Landolt, and Mrs. Margaret Joyce Sieber translated the text from German.
- Special thanks are due to the Administrative Office of the WSL, in particular to the late Director, Dr. Walter Bosshard, who constantly supported the basic research.

**Makroskopische
und mikroskopische Merkmale**

**Macroscopic
and microscopic features**

Makroskopische Merkmale

Macroscopic features



aus DOKUMENTATION LIGNUM