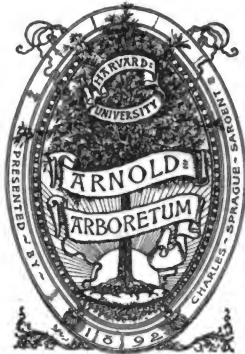


# Forstbotanik

Ludwig Klein

3 2044 107 272 098

*Dendrob.*  
*2df*  
*JCL7.*



R. REIFLÄNDER & SOHN  
handlung  
N.W. 6.  
an 11.



**Forstbotanik.**

# Forstbotanik.

Von

**Dr. Ludwig Klein**

o. ö. Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens  
an der Technischen Hochschule Karlsruhe.



Sonderabdruck aus Lorey's Handbuch der Forstwissenschaft, 2. Auflage,  
herausgegeben von Stoefer.

**T ü b i n g e n**

Verlag der B. Laupp'schen Buchhandlung.

1903.

☛ Dieser Separatabdruck ist im Buchhandel nicht erhältlich. ☛

June 1911  
24646

Druck von H. Laupp jr in Tübingen.

## Inhalt.

	Seite
Benutzte Literatur	199
<b>I. Allgemeiner Teil</b>	<b>201</b>
<b>I. Die Glieder des Baumes als Organe (Äussere Morphologie und Organographie)</b>	<b>201</b>
1. Einleitung	201
2. Die Wurzel	202
3. Der Spross	208
4. Die Blüten, Früchte und Samen	212
<b>II. Der anatomische Bau der Organe des Baumes (Innere Morphologie)</b>	<b>214</b>
1. Die Zelle als Gewebeelement	214
2. Das Urmeristem, die Entwicklung der Gewebesysteme und ihre Anordnung im jungen Trieb und in der jungen Wurzel	216
3. Der Bau der Laubblätter, Coniferennadeln und Knospenschuppen	219
4. Die Tätigkeit des Cambiums als Verdickungsring	221
5. Die Rinde	223
6. Das Holz	226
7. Die Jahrringbildung	228
8. Die Verkernung	230
<b>III. Die Arbeitsleistungen des Baumes (Physiologie)</b>	<b>231</b>
1. Die Atmung	231
2. Die Aufnahme des Wassers, der Aschenbestandteile und des Stickstoffs	232
3. Die Leitung und Abgabe des Wassers (Der Transpirationsstrom)	234
4. Die Aneignung des Kohlenstoffs (Die Assimilation)	235
5. Stoffwandlungen und Stoffwanderungen	237
6. Das Wachstum	238
7. Die Reizbewegungen	329
<b>IV. Die allgemeinen Bedingungen des Baumlebens</b>	<b>241</b>
<b>V. Die Baumgestalt und ihre Ursachen</b>	<b>243</b>
<b>2. Die einzelnen Holzarten</b>	<b>244</b>
<b>A. Die Nadelhölzer</b>	<b>244</b>
1. Fam. Pinaceae: Tribus Abietineae	245
Picea: 1. Sektion Eupicea: 246. <i>Picea excelsa</i> 246. <i>P. alba</i> 253. <i>P. nigra</i> 254. <i>P. rubra</i> 254. <i>P. pungens</i> 254. <i>P. Engelmanni</i> 254. <i>P. Breweriana</i> 254. <i>P. orientalis</i> 255. <i>P. Morinda</i> 255. <i>P. Schrenkiana</i> 255. <i>P. polita</i> 255. <i>P. Alcockiana</i> 256. <i>P. Glehni</i> 256.	
2. Sektion Omorica: <i>P. omorica</i> 256. <i>P. hondoensis</i> 257. <i>P. ajanensis</i> 257. <i>P. sitchensis</i> 257.	
Abies. 1. Reihe. <i>A. pectinata</i> 259. <i>A. Nordmanniana</i> 264. <i>A. cephalonica</i> 264. <i>A. Pinsapo</i> 264. <i>A. numidica</i> 264. <i>A. cilicica</i> 265. <i>A. Webbiana</i>	

	Seite
265. <i>A. Pindrau</i> 265. <i>A. amabilis</i> 265. <i>A. grandis</i> 265. <i>A. magnifica</i>	
<u>266. <i>A. concolor</i> 266. <i>A. nobilis</i> 266. <i>A. bracteata</i> 266. <i>A. arizonica</i> 267.</u>	
II. Reihe. <i>A. subalpina</i> 267. <i>A. Fraseri</i> 267. <i>A. balsamea</i> 267. <i>A. sibirica</i> 267. <i>A. Veitchii</i> 268. <i>A. sachalinensis</i> 268. <i>A. firma</i> 268. <i>A. umbilicata</i> 268. <i>A. homolepis</i> 268. <i>A. Mariesii</i> 269.	
<u><i>Tsuga canadensis</i>, Mertensiana, Sieboldi, diversifolia . . . . .</u>	269
<u><i>Pseudotsuga Douglasii</i> 270. <i>P. glauca</i> 271. <i>P. macrocarpa</i> 271. <i>P. japonica</i> 272.</u>	
<u><i>Larix europaea</i> 272. <i>L. sibirica</i> 274. <i>L. leptolepis</i> 274. <i>L. kurilensis</i></u>	
<u>275. <i>L. dahurica</i> 275. <i>L. americana</i> 275. <i>L. occidentalis</i> 275. <i>L. Lyallii</i> 275. <i>L. Griffithii</i> 276.</u>	
<u><i>Pseudolarix Kaempferi</i> 276. — <i>Cedrus Deodara</i>, <i>Libani</i> u. <i>atlantica</i> .</u>	276
<u><i>Pinus</i>. I. Sektion <i>Pinaster</i> 277. a. <i>Zweinedelige Kiefern</i>: <i>P. sylvestris</i> 278. <i>P. montana</i> 282. <i>P. Laricio</i> 285. <i>P. leucodermis</i> 286. <i>P. Pinaster</i> 287. <i>P. halepensis</i> 287. <i>P. Bruttia</i> 288. <i>P. contorta</i> 288. <i>P. Banksiana</i> 288. <i>P. densiflora</i> 289. <i>P. Thunbergii</i> 289.</u>	
<u>b. dreinadlige Kiefern: <i>P. rigida</i> 289. <i>P. ponderosa</i> 290. <i>P. Jeffreyi</i></u>	290
<u>2. Sektion <i>Strobus</i> 291. <i>P. Strobus</i> 291. <i>P. excelsa</i> 293. <i>P. peuce</i></u>	
<u>293. <i>P. cembra</i> 293. <i>P. Koraiensis</i> 295. <i>P. parviflora</i> 295.</u>	
<u>2. Tribus <i>Taxodiaceae</i> . . . . .</u>	295
<u><i>Sciadopitys verticillata</i> 295. — <i>Cryptomeria japonica</i> 295. — <i>Sequoia gigantea</i> 296. — <i>Taxodium distichum</i> 296.</u>	
<u>3. Tribus <i>Cupressineae</i> . . . . .</u>	296
<u><i>Libocedrus decurrens</i> 297. — <i>Thuja gigantea</i> 298. <i>Th. Standishii</i> 298.</u>	
<u><i>Th. occidentalis</i> 298. <i>Th. orientalis</i> 299. — <i>Chamaecyparis Lawsoniana</i> 299. <i>Ch. obtusa</i> 300. <i>Ch. pisifera</i> 300. <i>Ch. nutkaensis</i> 301.</u>	
<u><i>Ch. sphaeroidea</i> 301. — <i>Cupressus sempervirens</i> 301.</u>	
<u><i>Juniperus</i> 302. <i>A. Acchte</i> W.: <i>J. communis</i> 302. <i>J. nana</i> 302. <i>J. oxycedrus</i> 303. <i>J. macrocarpa</i> 303. — <i>B. Sadebäume</i>: <i>J. Sabina</i> 303. <i>J. phoenicea</i> 303. <i>J. virginiana</i> 303.</u>	
<u>Fam. <i>Taxaceae</i>. <i>Taxus baccata</i> . . . . .</u>	304
<u>B. Die Laubbölzer . . . . .</u>	305
<u>1. Kätzchenträger . . . . .</u>	305
<u>A. Nussfrüchtige Kätzchenträger. Fam. <i>Fagaceae</i> 305. <i>Fagus sylvatica</i> 306. — <i>Quercus pedunculata</i> 310. <i>Q. sessiliflora</i> 313. <i>Q. pubescens</i> 314. <i>Q. hungarica</i> 314. <i>Q. cerris</i> 315. <i>Q. Ilex</i> 315. <i>Q. Suber</i> 316. <i>Q. Pseudosuber</i> 316. <i>Q. coccifera</i> 316. <i>Q. rubra</i> 316. <i>R. coccinea</i> 317. <i>Q. palustris</i> 317. — <i>Castanea sativa</i> 317. <i>C. americana</i> 318.</u>	
<u>Fam. <i>Betulaceae</i> 319. I. Tribus <i>Coryleneae</i> 319. <i>Carpinus Betulus</i> 319. <i>C. duinensis</i> 320. — <i>Ostrya vulgaris</i> 320. — <i>Corylus avellana</i> 321. <i>C. Colurna</i> 321. <i>C. tubulosa</i> 321.</u>	
<u>2. Tribus <i>Betuleae</i> 322. <i>Betula verrucosa</i> 322. <i>B. pubescens</i> 324. <i>B. humilis</i> 324. <i>B. nana</i> 324. <i>B. lenta</i> 325. — <i>Alnus glutinosa</i> 325. <i>A. incana</i> 326. <i>A. viridis</i> 327.</u>	
<u>B. Steinfrüchtige Kätzchenträger. Fam. <i>Juglandaceae</i> 328.</u>	
<u><i>Juglans regia</i> 328. <i>J. nigra</i> 328. <i>J. cinerea</i> 329. <i>J. Sieboldiana</i> 329. — <i>Pterocarya rhoifolia</i> 329. — <i>Carya</i> (<i>Hicoria</i>) <i>alba</i> 330. <i>C. amara</i>, <i>porcina</i>, <i>tomentosa</i> u. <i>sulcata</i> 331. — Fam. <i>Myricaceae</i>: <i>Myrica Gale</i> 331.</u>	
<u>C. Kapselfrüchtige Kätzchenträger. Fam. <i>Salicaceae</i>: <i>Salix</i></u>	
<u>331. <i>A. Bruchweiden</i>: <i>S. alba</i> 332. <i>S. fragilis</i> 333. <i>S. pentandra</i></u>	
<u>333. — <i>B. Mandelweiden</i>: <i>S. amygdalina</i> 333. — <i>C. Schinmmei-</i></u>	

weiden: *S. daphnoides* 334. *S. acutifolia* 334. — *D. Purpurweiden*: *S. purpurea* 334. — *E. Korbweiden*: *S. viminalis* 335. — *F. Grauweiden*: *S. incana* 335. — *G. Saalweiden*: *S. caprea* 335. — *S. cinerea* 336. *S. aurita* 336. *S. grandifolia* 336. *S. silesiaca* 336. — *H. Schwarzweiden*: *S. nigricans* 336. — *Weidenbastarde* (*S. rubra*) 337. *Populus* 337. *A. Aspen*: *P. tremula* 337. *P. alba* 338. *P. canescens* 339. — *B. Schwarzpappeln*: *P. nigra* 339. *P. pyramidalis* 340. *P. monilifera* 340. *P. angulata* 341. *P. serotina* 341. — *C. Balsampappeln*: *P. candicans* 341. *P. laurifolia* 341. *P. balsamifera* 341.

## 2. Kätzchenlose Laubbölzer 341

Fam. *Ulmaceae*: *Ulmus campestris* 341. *U. montana* 343. *U. effusa* 343. *U. americana* 344. — *Celtis australis* 344. *C. occidentalis* 345. — *Zekowa Keaki* 345.

Fam. *Loranthaceae*: *Viscum album* 345. — *Loranthus europaeus* 346

Fam. *Magnoliaceae*: *Magnolia hypoleuca* 346. — *Liriodendron tulipifera* 346.

Fam. *Trochodendraceae*: *Cercidiphyllum japonicum* 347.

Fam. *Ranunculaceae*: *Clematis vitalba* 347.

Fam. *Berberidaceae*: *Berberis vulgaris* 347.

Fam. *Saxifragaceae*: (*Ribesioideae*) *Ribes Grossularia* 347.

*R. petraeum* 347. *R. alpinum* 348.

Fam. *Platanaceae*: *Platanus orientalis* 348. *P. occidentalis* 348.

Fam. *Rosaceae* (*U.F. Pomoidae*): *Crataegus monogyna* 349. *C. oxyacantha* 349. *C. pentagyna* 350. *C. nigra* 350. — *Mespilus germanica* 350. — *Cotoneaster vulgaris* 350. *C. tomentosa* 350. — *Pirus Malus* 350. *P. communis* 351. — *Sorbus aucuparia* 351. *S. domestica* 352. *S. torminalis* 352. *S. Aria* 353. *S. Mugeoti* 353. *S. scandia* 353. *S. chamaemespilus* 353. *S. latifolia* 353. *S. hybrida* 354. — *Amelanchier vulgaris* 354. (*U.F. Prunoidae*): *Amygdalus nana* 354. — *Prunus spinosa* 354. *P. avium* 355. *P. Cerasus* 355. *P. chamaecerasus* 355. *P. Padus* 355. *P. Mahaleb* 356. *P. serotina* 356.

Fam. *Leguminosae*: *Robinia Pseudacacia* 357. — *Colutea arborescens* 358. — *Cytisus laburnum* 358. *C. alpinus* 359. *C. Weldenii* 359. *C. nigricans* 359. — *Sarothamnus vulgaris* 359. — *Spartium junceum* 359. — *Ulex europaeus* 360. — *Cladrastis amurensis* 360. — *Gleditschia triacanthos* 360. — *Ailantus glandulosa* 360. — *Phellodendron amurense* 361.

Fam. *Buxaceae*: *Buxus sempervirens* 361. — Fam. *Empetraceae*: *Empetrum nigrum* 361.

Fam. *Anacardiaceae*: *Pistacia Lentiscus* 362. *P. Therebinthus* 362. — *Rhus Cotinus* 362.

Fam. *Aquifoliaceae*: *Ilex aquifolium* 362. — Fam. *Staphyleaceae*: *Staphylea pinnata* 362.

Fam. *Celastraceae*: *Evonymus europaea* 363. *E. latifolia* 363. *E. verrucosa* 363.

Fam. *Aceraceae*: *Acer Pseudoplatanus* 364. *A. tataricum* 365. *A. platanoides* 365. *A. campestre* 366. *A. monspessulanum* 366. *A. obtusatum* 366. *A. saccharinum* 367. *A. dasycarpum* 367. *A. negundo* 368.

Fam. *Hippocastaneaceae*: *Aesculus hippocastanum* 368. *Ae. carnea* 369. — *Pavia* 369.

Fam. *Rhamnaceae*: *Palinurus aculeatus* 369. — *Rhamnus cathar-*



<u>tica 369. Rh. carniolica 370. Rh. alpina 370. Rh. pumila 370. Rh. Alaternus 370. Rh. Frangula 370. Rh. rupestris 371.</u>	
<u>Fam. Tiliaceae: Tilia parvifolia 371. T. grandifolia 372. T. tomentosa 373.</u>	
<u>Fam. Tamaricaceae: Myricaria germanica 373.</u>	
<u>Fam. Elaeagnaceae: Hippophae rhamnoides 373.</u>	
<u>Fam. Araliaceae: Hedera helix 373.</u>	
<u>Fam. Cornaceae: Cornus mas 374. C. sanguinea 374.</u>	
<u>Fam. Ericaceae: Arbutus Unedo 375. — Erica arborea 375. — Calluna vulgaris 375. — Vaccinium Myrtillus 375.</u>	
<u>Fam. Oleaceae: Fraxinus excelsior 375. F. americana 377. F. pubescens 377. F. Ornus 377. — Ligustrum vulgare 378. — Phillyrea latifolia 378. — Olea europaea 378.</u>	
<u>Fam. Apocynaceae: Nerium Oleander 378.</u>	
<u>Fam. Verbenaceae: Vitex Agnus Castus 379.</u>	
<u>Fam. Bignoniaceae: Catalpa speciosa 379.</u>	
<u>Fam. Caprifoliaceae: Lonicera Periclymenum 379. L. caprifolium 379. L. xylosteum 380. L. nigra 380. L. alpigena 380. L. coerulea 380. — Viburnum Opulus 380. V. Lantana 380. V. Tinus 381. — Sambucus nigra 381. S. racemosa 381.</u>	
<b>3. Biologie und Morphologie der baumschädigenden Pilze</b> . . . . .	381
<b>I. Allgemeiner Teil</b> . . . . .	381
<b>II. Die einzelnen Pilzarten</b> . . . . .	386
<b>1. Niedere Pilze (Phycomycetes)</b> Phytophthora omnivora . . . . .	386
<b>2. Schlauchpilze (Ascomycetes)</b> . . . . .	387
<u>Taphrina (incl. Exosculus) p. 387. — Podosphaera 389. — Uncinula 389. — Phyllactinia 389. — Apiosporium 389.</u>	
<u>Pyrenomyces 390. Nectria 390. — Trichosphaeria 390. — Herpotrichia 391. — Rosellinia 391. — Sphaerella 391. — Aglaospora 392. — Ceratostoma 392. — Hypodermataceae: 392. Hypoderma 392. — Lophodermium 392. — Hypodermella 394. — Discomyces: 394. Rhizina 394. — Rhytisma 394. — Cryptomyces 395. — Scleroderris 395. — Sclerotinia 395. — Botrytis 395. — Dasyscypha (Peziza) 395. — Cemangium 396. — Fungi imperfecti: 396. Phoma 396. — Septoria 397. — Brunehorstia 397. — Gloeosporium 397. — Pestalozzia 397. — Septogloeum 397. — Fusoma 397. — Allescheria (Hartigella) 397. — Fusicladium 398. — Cercospora 398.</u>	
<b>3. Basidiomycetes</b> . . . . .	398
<u>a. Rostpilze (Uredineae): 398. Melampsora 400. Melampsidium 401. — Melampsorella 402. — Pucciniastrum 402. — Calyptospora 402. — Thecospora 403. — Colcosporium 403. — Ochropsora 404. — Cronartium 404. — Chysoxyxa 405. — Puccinia 405. — Gymnosporangium 405.</u>	
<u>b. Hymenomyces 406. Exobasidium 406. — Trametes 406. — Pomes 407. — Polyporus 408. — Poria 409. — Hydnum 409. — Stereum 410. — Agaricus 410.</u>	

1. Harzwald (Bestimm. mit Samen, so allerdings, selbst  
erreichend) Bergmannsche, (Göttingen.)
2. Buchenwald Hochausschlag, Kärper Buchst. (2 Seiten 2<sup>te</sup> 1899,  
Selen 20-40 Jagen, Beobachtungen)
3. Mittelwald (16 1/2 Jagen 1891)
4. Pländerwald; in dem ich den wertvollsten Bau E. Kers-  
tensma'ser's ganz an Samen wahrlich. In der ersten  
ganzen Kärper, sondern eine sehr kleine Anzahl an 1<sup>ten</sup>  
Jahres in Wörfler ( )

### III.

## Forstbotanik.

Von

Ludwig Klein.

Benutzte Literatur: P. Ascherson und P. Graebner, Synopsis der mitteleuropäischen Flora. I. Band. Leipzig 1896—98. 415 p. 8°. (U. a. die Nadelhölzer enthaltend). — P. Ascherson und P. Graebner, Flora des nordostdeutschen Flachlandes. Berlin 1898—99. 875 p. 8°. — A. de Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farn. Leipzig 1877. 663 p. 8° mit 241 Holzschn. — L. Beissner, Handbuch der Nadelholzkunde. Berlin 1891. 576 p. 8° mit 138 Abbildungen. — J. Booth, Die Douglas-Fichte und einige andere Nadelhölzer in Bezug auf ihren forstlichen Anbau in Deutschland. Berlin 1877. 92 p. 8° mit 8 Photogr. und 1 Karte. — J. Booth, Die Naturalisation ausländischer Waldbäume in Deutschland. Berlin 1882. 168 p. 8°, 1 Kart. — J. Booth, Die nordamerikanischen Holzarten und ihre Gegner. Berlin 1896. 87 p. 8° 2 Tfn.-Lichtd. — B. Boggreve, Die Holzrecht. Berlin 1891. 2. Aufl. 363 p. 8° mit 14 Textabbildungen und 16 Tafeln. — M. Büsgen, Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena 1897. 230 p. 8° mit 100 Abbildungen. — H. Christ, Das Pflanzenleben der Schweiz. Zürich 1882. 488 p. 8° mit 4 Taf. und 5 Kart. — L. Dippel, Handbuch der Lanbholzkunde. Berlin 1889—1893. 3 Bde. 449, 591 und 752 p. 8° mit 200, 272 und 277 Abbildungen. — O. Drude, Atlas der Pflanzenverbreitung. Gotha 1887. 8 col. Kart. Doppelfolio. — O. Drude, Deutschlands Pflanzengeographie. I. Teil. Stuttgart 1896. 502 p. 8° mit 4 Karten. — A. Engler, Syllabus der Pflanzenfamilien. 2. Aufl. Berlin 1898. 214 p. 8°. — A. Engler und K. Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. Teil II—V. Leipzig 1889—99. 9 starke Bände, 8° mit über 3000 Holzschritten. — A. B. Frank, Lehrbuch der Botanik. Leipzig 1892 u. 93. 2 Bde. 669 u. 431 p. 8° mit 227 u. 417 Holzschritten. — H. Fürst, Illustriertes Forst- und Jagdlexikon. Berlin 1888. 827 p. 8° mit 580 Abbildungen. — A. Garke, Illustrierte Flora von Deutschland. 18. Aufl. Berlin 1898. 780 p. 8° mit 760 Abbildungen. — K. Giesenhagen, Lehrbuch der Botanik. 2. Aufl. München u. Leipzig 1899. 406 p. 8° mit 528 Abbildungen. — K. Gübel, Organographie der Pflanzen. Jena 1898—1901. 838 p. 8° mit 539 Abbildg. — P. Gräbner, Die Heide Norddeutschlands in biologischer Betrachtung. Leipzig 1901. 320 p. 8°. 1 Karte. — Grisebach, Die Vegetation der Erde. 2. Aufl. Leipzig 1884. 2 Bde. 567 u. 693 p. 8°, 1 Karte. — G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. 2. Aufl. Leipzig 1896. 550 p. 8° mit 235 Abbildungen. — J. Haum, Der Ausschlagwald. Berlin 1896. 267 p. 8° mit 7 Lichtdrucktafeln. — Th. Hartig, Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Kulturpflanzen Deutschlands. Berlin 1851. 580 p. 4° mit 120 col. Kupfertafeln und Tafelerklärung. — R. Hartig, Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume. Berlin 1885. 147 p. 8° mit 6 Holzschritten. — R. Hartig, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Pflanzen mit besonderer Berücksichtigung der Forstgewächse. Berlin 1891. 308 p. 8° mit 103 Abbildungen. — R. Hartig und R. Weber, Das Holz der Rotbuche in anatomisch-physiologischer, chemischer und forstlicher Richtung. Berlin 1888. 238 p. 8° mit 10 Abbildungen. — R. Hartig, Die anatomischen Unterscheidungsmerkmale der wichtigeren in Deutschland wachsenden

den Hölzer. 4. Aufl. München 1898. 42 p. 8<sup>o</sup> mit 21 Abbildungen. — R. Hartig, Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten (3. Aufl. d. L. d. Baumkrankh.). Berlin 1900. 324 p. 8<sup>o</sup> mit 280 Abbildungen und einer Farbendrucktafel. — R. Hartig, Holzuntersuchungen. Altes und Neues. Berlin 1901. 99 p. 8<sup>o</sup> mit 52 Abbildgn. — G. Hempel und K. Wilhelm, Die Bäume und Sträucher des Waldes in botanischer und forstlicher Beziehung. Wien und Obnütz 1889—98. 3 Teile 200, 148 u. 140 p. gr. 4<sup>o</sup> mit 118, 106 u. 118 Textfiguren u. 11, 25 u. 24 Farbendrucktafeln. — R. Hesse, Eigenschaften und forstliches Verhalten der wichtigeren in Deutschland einheimischen und eingeführten Holzarten. 2. Aufl. Berlin 1895. 238 p. 8<sup>o</sup>. — A. Kernervon Marilaun, Pflanzenleben. 2. Aufl. Leipzig und Wien 1896 u. 98. 766 u. 768. p. 8<sup>o</sup> mit 448 Textabbildungen, 40 Farbendruck-, 24 Holzschnitttafeln u. 1 Karte. — M. Kienitz, Ueber Formen und Abarten heimischer Waldbäume. Berlin 1879. 50 p. 8<sup>o</sup> mit 4 Tafeln. — K. Koch, Dendrologie, Bäume, Sträucher und Halbsträucher, welche in Mittel- und Nordenropa im Freien kultiviert werden. Erlangen 1869—73. 3 Bde. 735, 665 u. 424 p. 8<sup>o</sup>. — K. Koch, Vorlesungen über Dendrologie. Stuttgart 1875. 408 p. 8<sup>o</sup>. — E. Köhne, Deutsche Dendrologie. Kurze Beschreibung der in Deutschland im Freien anhaltenden Nadel- und Laubholzgewächse. Stuttgart 1893. 602 p. 8<sup>o</sup> mit 100 Abbildungen und ca. 1000 Einzelfiguren. — A. Mayer, Lehrbuch der Agrikulturchemie. 1. Teil. Die Ernährung der grünen Gewächse. 5. Aufl. Heidelberg 1901. 442 p. 8<sup>o</sup> mit 35 Abb. u. 1 Taf. — H. Mayr, Die Waldungen von Nordamerika. München 1890. 448 p. 8<sup>o</sup> mit 24 Abb., 10 Tafeln und 2 Karten. — H. Mayr, Monographie der Abietineen des japanischen Reichs. München 1890. 104 p. 4<sup>o</sup> mit 7 col. Tafeln. — H. Mayr, Aus den Waldungen Japans. Beiträge zur Beurteilung der Anbaufähigkeit etc. der jap. Holzarten im deutschen Walde u. s. w. München 1891. 59 p. 8<sup>o</sup>. — E. Mielek, Die Riesen der Pflanzenwelt. Leipzig und Heidelberg 1863. 128. p. gr. 8<sup>o</sup> mit 6 lith. Tafeln. — J. Möller, Anatomie der Baumrinden. Berlin 1882. 447 p. 8<sup>o</sup> mit 146 Holzschnitten. — N. J. C. Müller, Atlas der Holzstruktur, dargestellt in Mikrophotographien. Halle 1888. 21 Tafeln fol. u. erläuternder Text 110 p. 8<sup>o</sup> mit 63 Holzschnitten. — H. Nördlinger, Die technischen Eigenschaften der Hölzer. Stuttgart 1860. 550 p. 8<sup>o</sup>. — H. Nördlinger, Deutsche Forstbotanik. Stuttgart 1874 u. 76. 2 Bde. 372 u. 490 p. 8<sup>o</sup> mit mehreren 100 Holzschnitten. — F. Pax, Allgemeine Morphologie der Pflanzen. Stuttgart 1890. 404 p. 8<sup>o</sup> mit 126 Abbildungen. — W. Pfeffer, Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Leipzig 1897. I. Stoffwechsel. 620 p. 8<sup>o</sup> mit 70 Holzschn. II. Kraftwechsel. I. Hälfte 1901. 353 p. 8<sup>o</sup> mit 31 Holzschn. Schluss steht noch aus. Prantl's Lehrbuch der Botanik. 11. Aufl., bearbeitet von F. Pax. Leipzig 1900. 455 p. 8<sup>o</sup> mit 414 Holzschn. — J. Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Leipzig 1887. 884 p. 8<sup>o</sup> mit 391 Holzschn. — A. F. W. Schimper, Pflanzenphysiologie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898. 876 p. 8<sup>o</sup> mit 502 Textabbildungen, 5 Lichtdrucktafel und 4 Karten. — F. C. Schübeler, Die Pflanzenwelt Norwegens. Christiania 1873—75. 468 p. 4<sup>o</sup> mit 77 Holzschnitten und 15 Karten. — F. Schwarz, Forstliche Botanik. Berlin 1892. 513 p. 8<sup>o</sup> mit 456 Textabbildungen und 2 Lichtdrucktafeln. — F. Schwarz, Dickenwachstum und Holzqualität von *Pinus silvestris*. Berlin 1899. 371 p. 8<sup>o</sup> mit 9 Tafeln und 5 Textfiguren. — H. Solereder, Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Stuttgart 1899. 984 p. 8<sup>o</sup> mit 189 Abbildungen. — E. Strasburger, Ueber den Bau und die Vorrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena 1891. 1000 p. 8<sup>o</sup> mit 5 lith. Tafeln und 17 Textabbildungen. — E. Strasburger, F. Noll, H. Schenck und A. F. W. Schimper, Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. 5. Aufl. Jena 1902. 563 p. 8<sup>o</sup> mit 686 Abbildungen. — K. v. Tubenfl. Samen, Früchte und Keimlinge der in Deutschland heimischen oder eingeführten forstlichen Kulturpflanzen. Berlin 1891. 154 p. 8<sup>o</sup> mit 179 Abbildungen. — K. v. Tubenfl., Die Nadelhölzer mit besonderer Berücksichtigung der in Mitteleuropa winterharten Arten. Stuttgart 1897. 164 p. 8<sup>o</sup> mit 100 Abbildungen. — H. Vehting, Organbildung im Pflanzenreich. Bonn 1878. 2 Teile. 258 und 200 p. 8<sup>o</sup> mit 6 Tafeln und 23 Holzschnitten. — E. Warming, Lehrbuch der oekologischen Pflanzengeographie, eine Einführung in die Kenntnis der Pflanzenvereine. 2. Aufl. Berlin 1902. 442 p. 8<sup>o</sup>. — Weise, Das Vorkommen gewisser fremdländischer Holzarten in Deutschland. Berlin 1882. 44 p. 8<sup>o</sup>. — J. Wiesner, Anatomie und Physiologie der Pflanzen. 4. Aufl. Wien 1898. 372 p. 8<sup>o</sup> mit 159 Holzschnitten. — J. Wiesner, Biologie der Pflanzen. 2. Aufl. Wien 1902. 340 p. 8<sup>o</sup> mit 78 Holzschnitten u. 1 Karte. — J. Wiesner, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. 1 Bd. Leipzig 1901. 795 p. 8<sup>o</sup> mit 153 Abb., 2 Bd. im Erscheinen. — M. Willkomm,

Deutschlands Laubhölzer im Winter. 3. Aufl. Dresden 1880. 60 p. 4<sup>o</sup> mit 106 Holzschnitten. — M. Willkomm, Forstliche Flora von Deutschland und Oesterreich. 2. Aufl. Leipzig 1887. 968 p. 8<sup>o</sup> mit 82 Holzschnitten.

Ausser diesen selbständig erschienenen Werken wurde noch eine grosse Zahl von Aufsätzen der botanischen und forstlichen Zeitschriftenliteratur benutzt, bezüglich der fremdländischen Holzarten unter andern namentlich: R. Hartig, Ueber die bisherigen Ergebnisse der Anbauversuche mit ausländ. Holzarten in den bayrischen Staatswaldungen (forstl.-naturw. Zeitschr. 1892. p. 401—451). — Lorey, Anbauversuche mit fremdländ. Holzarten in den Staatswaldungen Württembergs (A. F.- u. J.-Z. 1897. p. 14—19 u. 83—87). — H. Mayr, Ergebnisse fortl. Anbauversuche mit japanischen, indischen, russischen und seltenen amerikanischen Holzarten in Bayern (forstw. Centralbl. 1898, p. 115—131, 173—190 u. 231—251). — Mayr, Die japanischen Holzarten in ihrer alten und neuen Heimat (Mittl. der Deutschen dendrol. Ges. 1901, p. 46—55). — Schwappach, Denkschrift über die Ergebnisse der in den Jahren 1881—1890 in den preuss. Staatsforsten ausgef. Anbauversuche mit fremdl. Holzarten (Z. f. Forst- u. Jagdw. 1891, p. 18—34, 81—102, 148—164). — Schwappach, Ergebnisse der Anbauversuche mit japanischen und einigen neueren amerik. Holzarten in Preussen (ct. 1896 p. 327—347). — Weise, Der deutsche Wald und die fremden Holzarten (Münchener forstl. Hefte 6. 1894 p. 75—87).

## 1. Allgemeiner Teil.

### I. Die Glieder des Baumes als Organe. (Aeusserer Morphologie und Organographie.)

#### 1. Einleitung.

§ 1. Bei unseren Waldbäumen, wie bei den Gefässpflanzen überhaupt, lassen sich sämtliche Glieder trotz aller Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit im Einzelnen in zwei grosse Kategorien einteilen. Diese beiden Grundbegriffe heissen Wurzel und Spross. Die einzelnen Wurzeln und Sprosse können wir entweder als Teile eines Ganzen untersuchen mit Rücksicht auf ihre äussere Gestalt, ihre Stellungsverhältnisse und ihre Entstehungsweise (Morphologie), oder als Organe eines lebendigen Organismus mit ganz bestimmten Aufgaben und Leistungen im Haushalte der Pflanze (Organographie). Hier sollen beide Betrachtungsweisen verschmolzen werden, da Gestalt und Leistung der Organe in inniger gegenseitiger Wechselbeziehung stehen.

Die einzelnen Organe lassen sich allgemein wieder einteilen in typische, metamorphosierte, reduzierte und rudimentäre. Den Ausgangs- und Vergleichspunkt bilden hierbei naturgemäss die typischen oder normalen Organe. Metamorphosiert nennen wir ein Organ, wenn es für andere Leistungen, als sie den typischen Organen zukommen, eingerichtet ist. Es kann dabei ein metamorphosiertes Organ noch sämtliche Aufgaben eines typischen erfüllen, es kann aber auch lediglich speziellen, dem typischen Organ fern liegenden Leistungen angepasst sein; es kann in seiner Gestalt den typischen Organen noch durchweg gleichen, meist aber zeigt es mehr oder weniger weitgehende Abweichungen von diesen und ist nicht selten sowohl in seiner äusseren Gestalt wie in seinem inneren Bau ausserordentlich vereinfacht. In letzterem Falle muss die Pflanze aber stets noch typische Organe besitzen, so dass ihre Gesamtorganisation durch das Auftreten der einfacheren metamorphosierten eine Bereicherung erfährt. Reduzierte oder zurückgebildete Organe finden wir bei den Schmarotzerpflanzen, den Parasiten und Saprophyten, bei welchen durch die von den grünen Pflanzen grundverschiedene Lebensweise eine tiefgreifende Veränderung und Vereinfachung der Arbeitsleistung und damit auch eine mehr oder weniger weitgehende Vereinfachung im Bau der Organe eingetreten ist. Rudimentäre

Organe dagegen erfüllen durchaus die Aufgaben der typischen, unterscheiden sich aber durch sehr viel einfacheren Bau und finden sich nur bei niederen Pflanzen. Die drei ersten dieser Organgruppen sind übrigens vielfach durch Uebergänge miteinander verbunden, da die Natur keine scharfen Grenzen kennt. — Unter homologen Organen verstehen wir solche, die nach ihrer Stellung am Ganzen oder nach ihrer Entstehung morphologisch gleichwertig sind, während sie in ihrer Gestalt, in ihrem inneren Bau und namentlich hinsichtlich ihrer Funktion die weitgehendsten Unterschiede aufweisen können; homolog sind zum Beispiel sämtliche Wurzeln und ebenso sämtliche Sprosse, die verschiedenen Blätter, die Stengel, die Früchte, die Samen. Analoge Organe sind dagegen solche, welche physiologisch gleichwertig sind, ohne den gleichen morphologischen Wert zu besitzen, wie Laubblätter und flache assimilierende Stengelgebilde, wie Blatt-, Stamm- und Wurzeldornen, wie die Fruchtschale der Edelkastanie und die Samenschale der Rosskastanie, wie das Fleisch einer Steinfrucht und die fleischige Samenschale von Ginkgo u. a. m.

## 2. Die Wurzel.

§ 2. Die typische Wurzel befestigt den Baum im Boden und dient zur Aufnahme des Wassers und der Aschenbestandteile, die teils im Bodenwasser gelöst sind, teils erst durch Ausscheidungen der Wurzelhaare gelöst werden. Es ist zweckmässig, nicht das ganze, bei einem Baume meist ungleichmässig reich verzweigte Wurzelsystem Wurzel zu nennen, wie es der gewöhnliche Sprachgebrauch ist, sondern jede einzelne Faser. Demgemäss unterscheidet man Hauptwurzel und Seitenwurzeln. Die erste Wurzel des keimenden Samens, die Keimwurzel, wird Hauptwurzel genannt, sobald sie anfängt, sich zu verzweigen; sie wächst bei ungestörter Entwicklung senkrecht abwärts und heisst Pfahlwurzel, so lange sie stärker ist, als die aus ihr entspringenden, schief abwärts, zum Teil auch horizontal wachsenden Seitenwurzeln 1. Grades. Die weiteren Verzweigungen dieser Seitenwurzeln durchwuchern den Boden nach allen Richtungen, die stärkeren und längeren derselben, deren Aufgabe vornehmlich darin besteht, neues Terrain zu erobern, heissen Triebwurzeln, an welchen die feinsten, oft nur pferdehaardünnen Seitenwurzeln, die kurzlebigen, reichverzweigten Saugwurzeln sitzen.

Die Kennzeichen einer typischen Wurzel sind folgende: 1. ein radiäres Gefässbündel (cf. § 11 letzter Absatz), das aber hier nur an den Wurzelenden, bevor das sekundäre Dickenwachstum beginnt, deutlich als solches zu erkennen ist, 2. die Wurzelhaube, welche das Bildungsgewebe des Wurzelendes, den sog. Vegetationspunkt, ähnlich wie der Fingerhut die Fingerspitze, bedeckt, in ihren äusseren Schichten verschleimend der Wurzel das Vorwärtsspringen im Erdboden erleichtert und den Vegetationspunkt hierbei vor mechanischen Verletzungen schützt; sie wird dabei von Innen, vom Vegetationspunkte aus, in der Masse erneuert, in welchem sie sich aussen abnutzt; 3. endogene Entstehung, d. h. eine junge Wurzel wird immer im Innern des Mutterorganes angelegt und durchbricht später, senkrecht auf die Oberfläche der Mutterwurzel zuwachsend, die Rinde der letzteren; infolge dessen gehen die oberflächlichen Schichten der Mutterwurzel niemals direkt in diejenigen der Tochterwurzel über. 4. Die Wurzeln tragen niemals Blätter, im Gegensatz zu den wurzelähnlich lebenden, unter der Erde kriechenden Stämmen, den Rhizomen. 5. Den Wurzeln fehlt, soweit sie vom Lichte abgeschlossen unter der Erde wachsen, das Chlorophyll. 6. Die Epidermiszellen der jungen Wurzeln wachsen, ausser bei den Mycorrhizen, den Pilzwurzeln, zu Wurzelhaaren aus.

Die Wurzelhaare finden sich nur an den jüngsten Saugwurzeln, sind stets

einzig, bilden sich wenige Millimeter oder Zentimeter hinter der Wurzelspitze, da, wo die Längsstreckung der jungen Wurzel beendet ist, und funktionieren meist nur wenige Wochen, worauf sie absterben und durch neue Wurzelhaare weiter vorn an der weiter wachsenden Wurzel ersetzt werden, so dass die Wurzel immer mit neuen noch nicht ausgenutzten Bodenpartien in Berührung kommt. Die Wurzelhaare, die namentlich an ihren Enden mit den Bodenteilen quasi verwachsen, sind somit die eigentlichen, Wasser und Aschenbestandteile aufnehmenden Organe der Pflanzen; die älteren Wurzelpartien, die nach aussen schon durch eine Korkhaut abgeschlossen sind, dienen lediglich zur Weiterleitung des Wassers und der Nahrungsstoffe.

Nur den Pilzwurzeln oder Mycorrhizen fehlen die Wurzelhaare. Diese eigentümlichen Bildungen, die zuerst von Frank eingehend studiert wurden, finden sich bei den Nadelhölzern, den Fagaceen und vielen anderen Laubbölzern, bei welchen ein mehr oder weniger beträchtlicher Teil der Saugwurzeln sich durch auffallend dicke und kurzgliedrige (korallenartige) Verzweigung auszeichnet und die ganze Oberfläche derartiger Wurzeln durch einen dichten, aus verflochtenen Pilzfäden gebildeten Überzug bedeckt ist, der auch den Vegetationspunkt umhüllt und mit der Verlängerung beziehungsweise Verzweigung der Wurzel sich verlängert und verzweigt. Von diesem Pilzmantel wachsen nach allen Richtungen, gleich den Wurzelhaaren einer normalen Wurzel, Pilzfäden oder -Stränge in den Waldboden. Je humoser der Waldboden, desto reichlicher pflegen die Mycorrhizen aufzutreten. Man hat es hier nicht mit einer krankhaften Erscheinung schlechthin, mit einem Parasitieren der Pilze auf den Saugwurzeln, sondern mit einem Fall von Symbiose zu tun, bei welchem zwei so grundverschiedene Dinge, wie Baumwurzel und Pilz, von dem gemeinsamen Haushalte, jedes in seiner Weise, Vorteil ziehen. Der Pilzmantel bezieht höchst wahrscheinlich von den Rindenzellen der Wurzel Kohlehydrate und führt ihr dafür Wasser, Aschenbestandteile und namentlich Stickstoffverbindungen zu, er erleichtert nach Stahl<sup>1)</sup> der Baumwurzel namentlich die Aneignung der Nährsalze in Konkurrenz mit den in jedem humosen Waldboden sehr reichlich vorhandenen Pilzhyphen, welche den Wurzeln höherer Pflanzen hinsichtlich der Ausnutzung des Substrates überlegen sind. Stahl nimmt an, dass die Mycorrhizabildung höchstwahrscheinlich mit der erschwerten Nährsalzgewinnung in irgend einer Beziehung steht, so dass Pflanzen mit mächtigem Transpirationsstrom der Mycorrhizabildung entraten können, während schwach transpirierende Pflanzen unter den oben genannten Bedingungen nur mit Hilfe der Mycorrhiza ein hinreichendes Auskommen finden. Möglicherweise gehen die Dienste der Mycorrhizapilze noch weiter, so dass die mit der Baumwurzel symbiontisch verbundenen Pilze die Aschenbestandteile schon in Form organischer Verbindungen an die Wurzeln gelangen lassen, da autotrophe (der Mycorrhiza entbehrende) Pflanzen in der Regel einen erheblichen höheren Aschengehalt aufweisen als mycotrophe Pflanzen.

Die Verzweigung der Wurzeln ist keine so streng regelmässige wie diejenige der beblätterten Zweige, aber, namentlich bei jungen Pflanzen, auch keine ganz regellose. Aus der Mutterwurzel entspringen in einiger Entfernung vom Vegetationspunkt die Seitenwurzeln in acropetaler Folge und in ebenso vielen Längsreihen, als das Gefässbündel der Hauptwurzel Holzstrahlen aufweist und zwar stehen die Seitenwurzeln immer vor den Holzteilen der Mutterwurzeln. Die Faserwurzeln verlaufen mehr oder weniger wellenförmig gekrümmt, die Seitenwurzeln entspringen fast stets auf der konvexen Seite der Krümmung und werden in ihrer Richtung durch die Mutterwurzel häufig derart beeinflusst, dass sie in radialer Richtung von der Wurzel fort-

1) E. Stahl, Der Sinn der Mycorrhizenbildung (Jahrbuch für wiss. Bot. 1900 p. 539—668).

wachsen. An älteren Wurzeln wird durch Wurzelverlust und Bildung von neuen Seitenwurzeln, namentlich an verletzten Stellen, die ursprüngliche Regelmässigkeit mehr oder weniger verwischt.

Adventivwurzeln heissen Wurzeln, die ihren Ursprung nicht aus älteren Wurzeln, sondern aus anderen Organen nehmen, wie aus dem Stengel oder Blatt eines Sprosses, aus dem Stammvegetationspunkt (Ephen) etc. Adventivwurzelbildung ist bei Rhizomen, bei vielen kletternden und kriechenden Pflanzen Regel und ebenso tritt sie bei unseren Waldbäumen bei der Stecklingsvermehrung in Erscheinung. Hier bilden sich namentlich aus dem sog. Callus, dem jungen Ueberwallungswulste der unteren Schnittfläche, zahlreiche Adventivwurzeln; ausserdem brechen solche mehr oder weniger zahlreich aus der Rinde des Stecklings hervor. Diese Adventivwurzeln gleichen im Bau, in der Verzweigung und im übrigen Verhalten völlig den Haupt- und Seitenwurzeln. Die Leichtigkeit, mit welcher sich Stecklinge bewurzeln, ist für die einzelnen Holzarten sehr verschieden; besonders günstig verhalten sich in dieser Beziehung die Weiden, Pappeln und die Thujaarten, für welche eine derartige Vermehrungsweise in praxi fast allein in Frage kommt. Von unseren einheimischen Nadelhölzern bewurzeln sich Stecklinge der Fichte leicht; doch wird diese Vermehrungsweise nur bei Gartenvarietäten angewandt.

Der Habitus des Wurzelsystems wird in erster Linie durch das Vorhandensein oder Fehlen einer senkrecht abwärts wachsenden Pfahlwurzel bedingt, die schon bei den einjährigen Pflanzen mächtig entwickelt sein kann, wie bei den Eichen, Nussbäumen, Hickoryarten u. a., aber auch erst im 2. Jahre und später erstarken kann, wie bei der Weissanne, der Kiefer, dem Birnbaum etc. Fehlt die Hauptwurzel, beziehungsweise stirbt dieselbe frühzeitig ab, dann treten häufig einige kräftige, schief abwärts wachsende Seitenwurzeln an ihre Stelle, die sog. Herzwurzeln, oder das Wurzelsystem wird ganz flach und tellerförmig wie bei unserer Fichte. Die Ausbildung des ganzen Wurzelsystems hängt in ganz ausserordentlichem Masse von äusseren Umständen ab, namentlich von der physikalischen und chemischen Bodenbeschaffenheit und von der Verdunstungsgrösse der Laubkrone. Die Nebenwurzeln höherer Grade, frei vom richtenden Einfluss der Schwerkraft, wachsen stets nach den feuchteren Bodenstellen zu, verzweigen sich in armen Bodenstellen spärlich, in nährsalzreicheren, die sie zufällig treffen, sehr viel reichlicher und nutzen so den Boden mit möglichst rationell vertheiltem Materialaufwand möglichst vollkommen aus. Das Wurzelsystem als Ganzes entwickelt sich bei der gleichen Holzart in mässig frischem Boden stärker als in sehr feuchtem, in sehr nährsalzreichem (stark gedüngtem) schwächer als im ärmeren, entsprechend der Leichtigkeit, mit welcher die Wurzeln Wasser und Aschenbestandteile erwerben können. Im lockeren, gut durchlüfteten Boden entwickelt sich das Wurzelsystem reichlicher als im schweren Thonboden; im sumpfigen Moorboden, dessen tiefere Schichten sauerstofffrei sind, kann sich nur ein flaches Wurzelsystem entwickeln, auch bei Holzarten, die, wie die gemeine Kiefer, normalerweise eine tiefe Pfahlwurzel bilden. Ebenso befördert naturgemäss ein flachgründiger Boden, dessen anstehendes Gestein der Entwicklung der Pfahlwurzel vorzeitig ein Ziel setzt, die Ausbildung der Seitenwurzeln und Spalten und Klüfte im Gestein werden von den Wurzeln in bewundernswerter Weise ausgenützt, wobei die Wurzeln mit der Zeit weitgehende Deformationen erfahren können.

Die Wurzelsysteme der einzelnen Holzarten lassen nach Büsgen<sup>2)</sup>

2) M. Büsgen, Einiges über Gestalt und Wachstumsweise der Baumwurzeln (A. F. und J.-Zeitg., Augustheft 1901).

feinere, zur Unterscheidung dienliche Unterschiede erkennen. So treten z. B. bei der Kiefer im Verhältnis der Trieb- zu den Saugwurzeln an den jüngsten Verzweigungen ganz ähnliche Unterschiede wie im Aufbau der Krone auf: Lang- und Kurzwurzeln sind auf den ersten Blick zu unterscheiden. Die Kurzwurzeln sind Mycorrhizen, entbehren der Wurzelhaare und bilden ein nur einige Millimeter lauges lockeres, wiederholt gabelig verzweigtes Sträusschen oder ganz dichte knollige Wurzelklümpchen und sitzen den Langwurzeln in ziemlich unregelmässiger Folge seitlich an, gelegentlich den einen oder anderen Wurzelzweig zur Langwurzel anwachsen lassend. Bei Fichten, Tannen und Lärchen sind die Kurzwurzeln traubig verzweigt und darum weniger auffällig gestaltet, einerlei ob sie Mycorrhizen sind oder nicht, in welchem letzterem Falle sie stets reichlich Wurzelhaare tragen. Die Laubbölzer zeigen eine viel feinere Gliederung des Wurzelsystems und in den letzten Auszweigungen ist bei vielen ein scharfer Unterschied zwischen Lang- und Kurzwurzeln überhaupt nicht mehr vorhanden, was namentlich für die Esche gilt. Ebenso ist auch die Gesamtlänge der in einem Jahre erzeugten Würzelchen bei einem solchen Baume viel grösser, als bei einem der genannten Nadelhölzer, indem sich in der Länge der Wurzelsysteme auch der Wasserbedarf der einzelnen Holzarten ausspricht und sich nach v. Höhnel's Versuchen bei reichlicher Wasserversorgung die Transpiration der Laub- und Nadelhölzer wie 6:1 verhält. Auf natürlichen Standorten werden freilich diese Verhältnisse durch den sehr ungleichen Wassergehalt der einzelnen Bodenarten erheblich modifiziert und so dürfte es verständlich sein, dass nach Nobbe die jugendliche Kiefer mit einer viel grösseren aufnehmenden Fläche begabt ist, als die einer gleichalterigen, nach Höhnel weit mehr Wasser verbrauchenden jungen Fichte, deren natürliche Standortverhältnisse im allgemeinen die Transpiration herabdrücken, während diejenigen der Kiefer sie begünstigen. Bei einem ungemein wasserbedürftigen Baume, wie es die Esche ist, muss das Wurzelsystem in erster Linie auf den Erwerb grosser Wassermengen, gewissermassen auf extensive Bodenbenutzung, eingerichtet sein, während z. B. das Wurzelsystem der viel weniger wasserbedürftigen Buche mit seinen auffallend dünnen, aber ungemein reich verästelten Würzelchen zwar sehr viel weniger Bodenraum, diesen aber viel intensiver ausnutzen kann. Die Eschenwurzel bekommt durch dem von ihrem ausgebreiteten Wurzelsystem reichlich aufgenommenen Wasser trotz der Konkurrenz der Bodenpilze genügende Mengen von Mineralstoffen und kann darum der Mycorrhizabildung entbehren, die Buche aber besitzt dreierlei Wurzelformen: 1) auffallend lange und fadendünne, locker verzweigte, locker oder nicht verpilzte und unregelmässig mit kurzen Haaren besetzte Langwurzeln, die hauptsächlich zur Ausbreitung des Wurzelsystems dienen, 2) besonders dicht mit mehreren Reihen von Seitenwürzelchen besetzte Mycorrhizen, die in ihrer Verzweigung einem bis zum Grunde bestetzten Fichtenbäumchen gleichen und später verloren gehen oder als Langwurzeln weiter wachsen können und 3) kurze, dünne, behaarte oder unbehaarte Wurzelzweige mit breitem Ende, die in der Entwicklung zurückgebliebene, später wohl grösstenteils verloren gehende Saugwurzeln sind. Das reichverästelte Wurzelsystem des Spitzahorns, dessen Lang- und Kurzwurzel nicht scharf von einander geschieden sondern durch Uebergänge verbunden sind, nimmt eine Art Mittelstellung zwischen Esche und Rotbuche ein. Der auffallend geschlängelte Verlauf und die relative Kürze der Wurzeln höheren Grades unterscheiden die Wurzelsysteme der Ahorne von denen der Eschen; was ihnen etwa an weitem Ausgreifen der Esche gegenüber mangelt, wird durch eine grössere Anzahl von Wurzelspitzen in dem gleichen Raume ausgeglichen; ihre schwächeren Würzelchen sind entweder normale, schlanke, behaarte Wurzelzweige oder kurze, dicke, haubenlose Kurzwurzeln. Eiche, Weissbuche und Hasel schliessen sich der Rotbuche an, Erle und



Linde dagegen lassen Aehnlichkeit mit dem Wurzelsystem von Esche und Ahorn erkennen. Diese wenigen dem Büsigen'schen Aufsätze entnommenen Beispiele mögen zeigen, wie verschieden die feinsten Auszweigungen des Wurzelsystems unserer Waldbäume gestaltet sind.

Die Zeit der Wurzelbildung und des Wurzelwachstums fällt mit derjenigen der Sprossbildung und des Sprosswachstums nicht durchweg zusammen. Durch die oben erwähnte Untersuchung Büsigen's ist auch auf diesem Gebiete einigermaßen Klarheit in die einander widersprechenden Literaturangaben über die Zeit des Wurzelwachstums gebracht und wir wissen jetzt, dass die Angaben Willdenows (1798) und Resa's (1877) im wesentlichen zu recht bestehen, wir wissen, dass es zwei durch eine Ruhepause getrennte Perioden des Wurzelwachstums gibt, eine im Frühjahr und eine im Herbst. Was den Beginn des Wurzelwachstums anlangt, so sind schon im März zahlreiche Wurzeln im Wachsen begriffen, ohne dass jedoch ein direkter Zusammenhang zwischen dem Aufbrechen der Knospen und dem Beginn der Wurzelentwicklung zu konstatieren ist. Da die meisten Wurzeln im Juni noch reichlich im Wachsen begriffen sind, so kann von einer zeitlichen Trennung der oberirdischen und unterirdischen Wachstumstätigkeit, von einer Art Arbeitsteilung, wie sie Resa annahm, keine Rede sein, denn die Pause des Wurzelwachstums im Juli und August, die aber keineswegs ein allgemeiner Wachstumsstillstand ist, tritt erst ein, wenn die Blattentfaltung abgeschlossen oder so gut wie abgeschlossen ist und entspricht somit auch einer Pause im Wachstum der Langtriebe, einem schwachen Nachklang der sommerlichen Vegetationspause sommertrockener Klimate. Der Neubeginn der Wurzelentwicklung im September und Oktober lässt sich vielleicht der Johannistriebebildung vergleichen, der freilich in unserem Klima viel früher durch die Winterruhe ein Ende gesetzt wird, als dem Wurzelwachstum, welches bei zahlreichen Wurzeln in dem wärmeren Boden bis in den November und Dezember fortdauert.

So lässt sich, trotz aller Verschiedenheit im einzelnen, auch bei einer und derselben Holzart, doch im grossen und ganzen ein Parallelismus zwischen der vegetativen Tätigkeit der Krone und des Wurzelsystems konstatieren und man darf wohl mit Büsigen annehmen, dass die vorkommenden zeitlichen Differenzen beider mit den Verschiedenheiten der Luft- und Bodentemperatur zusammenhängen und dass dem herbstlichen Wachstum ausserdem noch die mit dem Laubfall eintretende Verminderung der Wasserverdunstung zu gute kommt.

Mit den ernährungsphysiologischen Bedürfnissen des Baumes steht der dargelegte Rhythmus der Wurzelentwicklung keineswegs im Widerspruch, denn Entwicklung und Aufnahmefähigkeit der Wurzeln sind zwei ganz verschiedene Dinge, die keineswegs zusammenzufallen brauchen, wie denn auch die Wurzeln im Hochsommer, gerade zu der Zeit, zu welcher sie am intensivsten arbeiten müssen, einen relativen Wachstumsstillstand zeigen. Bei der Wasseraufnahme wirken auch tote Wurzelhaare noch energisch mit, während die chemische Tätigkeit der Wurzel, namentlich die Ausscheidung der phosphorsauren, ameisensauren und oxalsauren Salze, welche neben der Kohlensäure die Aufschliessung der Bodenbestandteile bewirken, natürlich nur durch lebende Wurzelhaare vermittelt werden kann.

Das Schicksal der im Frühjahr und Herbst neu gebildeten Wurzeln ist verschieden; einzelne werden zu Triebwurzeln, die sich dauernd verlängern, andere, kurz und schwach bleibend, werden zu Saugwürzelchen, bilden den Hauptsitz der Mycorrhizabildung und gehen oft bald zu Grunde. Wie die Laubkrone sich durch das Absterben der schwächeren Zweige „reinholt“, so reinigt sich auch das Wurzelsystem von den überzählig und überflüssig gewordenen Organen, indem beim

Kampf der einzelnen Wurzeln um die Nährstoffe die schwächeren Würzelchen unterliegen.

Da die typische Wurzel ganz bestimmte Leistungen für die oberirdischen Sprosse zu erfüllen hat, so besteht zwischen der Grösse des ganzen Wurzelsystems und der Grösse der belaubten Krone ein ganz bestimmtes Verhältnis, eine sog. Korrelation, die abhängig von der Natur der einzelnen Holzart, von dem Wasserbedürfnis und der Entwicklung der Krone, von der Luft- und Bodenfeuchtigkeit und den Standortverhältnissen überhaupt. Dieses Gleichgewicht zwischen Kronen- und Wurzelgrösse wird beim Verpflanzen gestört, um so stärker, je älter die Pflanze ist, weil dann ein um so grösserer Teil des gesamten Wurzelsystems und namentlich der Saugwurzeln im Mutterboden zurückbleibt. Bekannt ist, dass man die Laubholzbäume im entlaubten Zustande verpflanzt; bei ihnen lässt sich die gestörte Korrelation durch mehr oder weniger weitgehende Einkürzung der Krone verhältnismässig leicht ausgleichen, auch treten an die Wurzeln sofort nach dem Verpflanzen zumeist keine grossen Anforderungen heran, weil die meisten Laubblützer (Ausnahme Tulpenbaum) im Zustande der Vegetationsruhe im Herbst, oder im Frühjahr erheblich vor dem Laubausbruch verpflanzt werden.

Anders liegen aber die Dinge bei den immergrünen Holzarten, speziell bei den Koniferen, die am besten bei Beginn des Triebes, anfang Mai, anwachsen und bei denen eine Einkürzung der Krone ausgeschlossen ist. Da ist es ein völlig aussichtsloses Beginnen, etwa mannshohe Fichten oder Tannen aus dem Walde noch verpflanzen zu wollen; nur durch geeignete Vorbereitung, durch öfteres Verschulen, welches die Hauptmasse des Wurzelsystems auf einen kleinen Raum zusammendrängt, so dass die Wurzeln „Ballen halten“ und namentlich durch Kultur in in die Erde eingegrabenen Weidenkörben, die etwa alle 2 Jahre erneuert werden, kann man auch grössere Koniferen derart erziehen, dass sie jederzeit und ohne Einbusse an Schönheit bei genügender Vorsicht verpflanzt werden können.

§ 3. Metamorphosierte Wurzeln spielen, abgesehen von den als Anhängsel der typischen Wurzeln schon behandelten Mycorrhizen, bei unseren Waldbäumen keine Rolle, wenn wir nicht etwa die dickeren holzigen Wurzeln, welche ähnlich wie die fleischigen Rüben, in erster Linie als Reservestoffbehälter dienen, hierher rechnen wollen. Durch das Medium erfahren normale Erdwurzeln eine gewisse Metamorphose, wenn sie, wie das bei Weiden und Erlen an steilen Bachrändern nicht selten ist, frei ins Wasser hineinwachsen oder wenn Erdwurzeln zufällig in Drainageröhren hineingeraten und sich dort unter den besonders günstigen Ernährungsverhältnissen zu sog. Wurzelöpfen entwickeln. Beim Epheu wenden sich die auf der Unterseite des kletternden Stammes hervorbrechenden, schon dicht hinter dem Vegetationspunkte angelegten Adventivwurzeln zufolge ihres negativen Heliotropismus dem Substrate zu und klammern sich an denselben mit ihren Wurzelhaaren fest, so zu Klammerwurzeln werdend, die infolge von Trockenheit und Nahrungsmangel bald absterben, während sie an in den Boden gesteckten Epheuzweigen oder da, wo eine solche Adventivwurzel zufällig eine mit fruchtbarer Erde gefüllte Mauerritze trifft, sich zu ganz normalen typischen Wurzeln entwickeln, ein Beweis dafür, dass hier eine der Anlage nach noch typische Wurzel in jedem Einzelfall metamorphosiert wird.

Reduzierte Wurzeln finden wir bei einigen saprophytischen der grünen Laubblätter entbehrenden Standortspflanzen wie Neottia, der Vogelnelstorchis und Monotropa, der Fichtenspargel, bei den Halbschmarotzern, den Melampyrumarten, den ächten Parasiten, wie Cuscuta, Orobanche und Lathraea und der auf den verschiedensten Bäumen schmarotzenden Mistel (§ 79).

### 3. Der Spross.

§ 4. Der Spross ist ein beblätterter Stengel. Die Knospe ist das Jugendstadium des Sprosses. Der typische Spross ist der Laubspross. Der erste Spross einer Pflanze ist der Keimspross. Als Organ erhebt sich der Spross über das Substrat, um am Lichte zu assimilieren, d. h. neue organische Substanz zu erzeugen, welche einerseits zur Deckung der Haushaltungskosten der Pflanze (Atmung, Dickenwachstum etc.), anderseits zur Bildung neuer Sprosse und Wurzeln und schliesslich zur Bildung der Fortpflanzungsorgane Verwendung findet.

So verschieden uns bei einem gewöhnlichen Laubspross die beiden Teile, Blatt und Achse, entgegnetreten, so ist es doch unmöglich, ganz allgemein den Begriff der Blätter ohne Rücksicht auf die tragende Achse und umgekehrt den der Achse ohne Rücksicht auf die von ihr erzeugten Blätter scharf zu definieren, weil Blatt und Achse eben nur Teile eines Ganzen, des Sprosses sind. Achse ist nur das, was Blätter trägt, Blatt nur, was in bestimmter Weise aus der Achse entsteht.

Als Hauptkennzeichen eines Blattes haben wir im allgemeinen folgende drei Punkte anzusehen: 1) Die Blätter entstehen exogen als Ausstülpungen aus dem Teilungsgewebe des Vegetationspunktes in akropetaler Folge, d. h. die obersten sind die jüngsten, während die Wurzeln endogen aus bereits ausgewachsenen Partien der Wurzel hervorgehen. 2) Die Blattanlagen zeigen anfänglich rascheres Wachstum, als das über ihnen stehende Achsenende, sie wachsen anfänglich auf der Unterseite rascher als auf der Oberseite, krümmen sich infolge dessen über den Vegetationspunkt herüber und bilden mit ihm eine Knospe. Die Spitze ist derjenige Teil des Blattes, welcher in der Regel am frühesten ausgewachsen ist und das Wachstum des Blattes ist, wenigstens bei den Bäumen, stets ein begrenztes. 3) Die Blätter besitzen fast immer eine andere Gestalt, als die tragenden Achsen.

Die Achsen besitzen in der Regel unbegrenztes Wachstum, die Ansatzstellen der Blätter heissen Knoten, die Strecke zwischen zwei Knoten Internodium. Sprosse mit langen, rutenförmigen Achsen heissen Langtriebe, solche mit gestauchten Achsen Kurztriebe; am schönsten treten uns letztere bei den Kiefern und Lärchen und bei Berberis entgegen, aber auch bei älteren Buchen, Pappeln, Eschen u. s. w.

Die ungeheuerere Mannigfaltigkeit im Habitus der einzelnen Sprosse wird, wenn wir von Lang- und Kurztrieb absehen, wesentlich nur durch die Grösse, Gestalt, Stellung und Zahl der Blätter bedingt, der Habitus des ganzen Sprosssystems, der Krone, dagegen durch die Grösse, die Gestalt, die Wuchsrichtung und die Verzweigung der einzelnen Jahrestriebe, sowie durch das Mengenverhältnis von Lang- und Kurztrieben und das Stärkeverhältnis von Aesten und Zweigen.

§ 5. Die Knospen bilden entweder den oberen Abschluss eines Sprosses (Endknospe), oder sie stehen in den Winkeln, welche die Blätter mit den tragenden Achsen bilden, den Blattachsen (Achsel- oder Seitenknospen). Gewöhnlich steht in jeder Blattachsel nur eine Knospe, bei manchen Laubholzbäumen wie Rotbuche, Weissbuche, Linde und Birke entbehren die beiden untersten Blätter jedes Jahrestriebes der Achselknospen, bei Gleditschia, den Loniceraarten, der als Zierbaum in milden Gegenden gezogenen Paulownia, der bekannten Schlingpflanze Aristolochia Siphon, stehen gar 2—3 Knospen in jeder Blattachsel über einander, wovon man die überzähligen als Beiknospen zu bezeichnen pflegt; bei den Nadelhölzern dagegen ist die Zahl der Knospen viel kleiner als diejenige der Blätter, weil lange nicht in jeder Blattachsel eine Knospe steht. Endlich sind noch die Adventivknospen zu erwähnen, welche bei unseren

Bäumen auf Stamm und Wurzel (sog. Wurzelbrut) beschränkt sind und mehr oder weniger regellos aus älteren Geweben oder aus Ueberwallungswülsten entspringen. In der Knospe sind die jungen Laubblätter in einer für die Gattung charakteristischen Weise zusammengelegt (Knospenlage), z. B. längs der Mittelrippe gefaltet bei Eiche, Linde und Kirsche, ausserdem noch längs den Seitenrippen 1. Grades gefaltet bei der Buche und Erle, von den Rändern her eingerollt bei den Pappeln, zurückgerollt bei den Weiden etc.

Die Knospen entfalten sich entweder noch im gleichen Jahre, in welchem sie angelegt wurden oder sie überwintern und stellen als Winterknospen die Ueberwinterungsform des jungen Jahrestriebes dar. Bei diesen Winterknospen werden die ältesten Blattanlagen in holzige, lederige oder trockenhäutige Knospenschuppen ungewandelt, deren Aufgabe in erster Linie darin besteht, die zarten, inneren Anlagen vor dem Vertrocknen zu schützen, sowie vor mechanischen Verletzungen, wenn der Sturm die entlaubten Baumkronen peitscht. Winterknospen, welche derartiger Knospenschuppen entbehren, wie diejenigen des wolligen Schneeballs, der Robinie u. a. heissen nackte Knospen. Aus vorzeitig, noch im gleichen Jahre austreibenden Winterknospen gehen die Johannistriebe hervor. Die Anbildung der Winterknospen erfolgt meistens schon im Anfange der Vegetationsperiode. Entfernt man frühzeitig die Blätter eines Sprosses, so wachsen, wie Göbel gezeigt hat, dieselben Anlagen, welche im normalen Verlauf der Dinge zu Knospenschuppen geworden wären, zu Laubblättern aus, ein Beweis dafür, dass die Knospenschuppen aus richtigen Laubblattanlagen durch Metamorphose entstehen. Die Zahl der Knospenschuppen schwankt bei den einzelnen Holzarten innerhalb sehr weiter Grenzen; wir finden z. B. nur eine einzige (durch Verwachsung von zweien entstandene) bei den Weiden, zwei bei den Erlen, einige Dutzend bei den Eichen und Rotbuchen, ca. 100 bei der gemeinen Fichte und Kiefer und ca. 350 bei der Schwarzkiefer.

Bei der Entfaltung der Knospen strecken sich die Internodien der jugendlichen Achse, und, umgekehrt wie bei der Bildung der Knospen, wächst jetzt die Oberseite der Blattanlagen stärker als die Unterseite, so dass sich die jungen Blätter von der Knospe abheben. Bei der Entfaltung der Winterknospen wachsen die deren Knospenschuppen wenigstens an ihrer Basis, bei einzelnen Holzarten wie Rosskastanie u. a. sogar sehr beträchtlich, und fallen schliesslich ab. Hat die Winterknospe sehr zahlreiche Knospenschuppen, wie z. B. bei der Rotbuche, den Fichten, Tannen und Kiefern, dann bleiben die inneren Knospenschuppen, an der Basis sich ablösend, noch längere Zeit als trockenhäutige Mützechen auf der Spitze der zusammenliegenden, in Streckung begriffenen jungen Laubblätter, denselben namentlich gegen leichtere Spätfröste noch einen gewissen Schutz gewährend. Aus den obersten Knospen eines Jahrestriebes gehen gewöhnlich die längsten Triebe hervor, der Gipfeltrieb selbst pflegt am allerlängsten zu sein; derselbe geht aber keineswegs wie bei den Nadelhölzern, Ahornen, Eschen und i. d. Regel bei den Eichen und Rotbuchen immer aus der Endknospe hervor, denn bei den meisten unserer Laubhölzer schliesst der Jahrestrieb nicht mit einer wohl ausgebildeten für den Winter geschützten Endknospe ab, sondern das Triebende verkrümmert, wie dies bei den Birken, Weissbuchen, Haseln, Aspen, Weiden, Ulmen, Linden, den Prunusarten, nicht selten auch bei Rotbuchen und Eichen der Fall ist und die oberste Seitenknospe setzt dann, sich genau in die Richtung des Mottersprosses stellend, den Trieb fort. Die Grenze der einzelnen Jahrestriebe ist meist durch eine feine Querringelung der Rinde, die Narben der abgefallenen Knospenschuppen, deutlich gekennzeichnet. Je weiter vom Gipfel entfernt, desto kürzer pflegen die Seitentriebe zu werden, bei den Kiefern folgen direkt auf die aus den obersten Knospen hervor-

gehenden Quirläste ausschliesslich sehr kleine Kurztriebe, bei den Laubbälzern nimmt die Länge der Seitentriebe meist allmählich ab, jeweils finden sich aber die ausgesprochenen Kurztriebe stets in der unteren Partie des Jahrestriebs. Die am weitesten von der Triebspitze entfernten Winterknospen treiben übrigens unter normalen Verhältnissen im nächsten Frühjahr in der Regel überhaupt nicht aus, ohne indes zu Grunde zu gehen; sie schlafen weiter wie im Winter und werden schlafende Augen genannt. Sie können, zum Teil wenigstens, und namentlich bei glattründigen Bäumen, sehr lange am Leben bleiben und treiben aus, wenn sie in günstigere Bedingungen kommen, namentlich wenn das über ihnen stehende Sprossstück, das bisher die Bildungstoffe an sich gerissen hat, entfernt oder seiner Knospen beraubt wird. Auf dem Vorhandensein solch schlafender Augen beruht die Bildung von Ersatztrieben nach Laubverlust durch Frühjahrsfrost oder Tierfrass, die Bildung von Wasserreisern und, zum Teil wenigstens, auch das Stock- und Stamm-Ausschlagsvermögen. Bedingung für das Leben der schlafenden Augen ist, dass sie mit dem lebenden Bildungsgewebe des Stammes oder Astes, an dem sie sitzen, dem Cambium, in Zusammenhang bleiben; sie verlängern sich wie ein Markstrahl alljährlich um die Dicke eines Jahrringes und werden allmählich ganz von der Rinde eingeschlossen. Lösen sie sich vom Cambium ab, so können sie in der lebenden Rinde noch längere Zeit ein selbständiges Leben führen und in einer noch genauerer Untersuchung bedürftigen Weise zu den, namentlich bei der Rotbuche häufigen, holzigen Rindenknollen oder Rindenkugeln, heranwachsen.

§ 6. Die ausgebildeten Blätter des typischen Laubsprosses, und ebenso ihre Achselknospen stehen entweder zerstreut am Trieb, teils an zwei einander gegenüberliegenden Kanten desselben je eine Längsreihe bildend, zweizeilige Blatt- und Knospenstellung, wie bei Rot- und Weissbuche, Ulme, Linde u. a., teils in spiraler Anordnung meist von  $\frac{2}{5}$  und  $\frac{3}{8}$ , nicht selten auch  $\frac{1}{2}$ , d. h. so, dass nach je 2 Umgängen um die Achse das 5., 10. Blatt u. s. w. über dem 1., bezw. nach je 3 Umgängen das 8., 16. u. s. w. über dem 1. steht etc., oder es stehen 2 (oder mehrere) Knospen bezw. Blätter in gleicher Höhe des Triebs, was als quirlige Anordnung bezeichnet wird. Weit aus am häufigsten hierbei ist, dass die Blätter und Knospen paarweise einander gegenüber und 2 auf einander folgende Paare gekreuzt stehen, decussierte Blattstellung mit 4 Längsreihen, wie bei Ahorn, Esche, Rosskastanie u. s. w. Die ersten Laubblätter einer Holzpflanze sind, ausser wenn die Keimung unterirdisch stattfindet (Eiche, Kastanie) die Keimblätter, hierauf folgen bei Laub- wie Nadelhölzern gewöhnlich die sog. Erstlingsblätter und dann erst die normalen Blätter oder Nadeln. Die Laubblätter unserer Bäume sind meist gestielt und infolge dessen beweglich, was zur Erhöhung ihrer Transpiration wesentlich beiträgt und ihnen eine Reihe von mechanischen und physiologischen Vorteilen bietet, wie erhöhte Widerstandskraft gegen Wind, Regen und Hagel, bessere Durchleuchtung der Krone und dergl. Die Laubblätter besitzen die Fähigkeit, sich durch Krümmungen ihrer Blattstiele in die für die Assimilation günstigste Lage zu stellen und in der Krone füllen die kleineren die Lücken zwischen den grösseren aus. Eine weitgehende Zerteilung der Blattfläche findet sich meist nur bei grossen Blättern, die sonst dem Winde eine zu grosse Angriffsfläche bieten würden. Die derben immergrünen Nadeln unserer Nadelhölzer stellen eine sehr zweckmässige Anpassung an die ungünstigen Vegetationsverhältnisse des Winters dar. Bei fast all unseren mitteleuropäischen Laubbälzern werden die Laubblätter im Herbste abgeworfen, weil der Transpirationsverlust derselben im Winter nicht gedeckt werden kann und weil die grossen Laubflächen dieser Bäume dem Schnee und Eisanhang eine viel zu grosse Auflagerungsfläche bieten würden und bekanntlich schon die in dieser Hinsicht so sehr viel vorteilhafter organisierten Nadelhölzer gelegentlich schwer unter

Schneebruch zu leiden haben. Nur die durch ihren Wuchs als Unterholz meist geschützte Stechpalme und der Buchsbaum sind bei uns immergrün. Erst in der Mediterranzone treten zahlreiche immergrüne Laubbölzer auf, deren Blätter meist von mehr oder weniger derb lederiger Beschaffenheit sind und eine 2—4jährige, bei Buxus bis 5jährige Lebensdauer aufweisen.

Bei lange fortwachsenden Langtrieben nehmen die Laubblätter am Ende der Vegetationsperiode gegen die Spitze zu an Grösse ab. Im allgemeinen nimmt bei der gleichen Baumart die Blattgrösse mit der Helligkeit und Luftfeuchtigkeit zu. Darum finden wir im Innern des Kronenschattens meist kleinere Blätter. Wenn an halbschattigen Standorten die Blätter meist grösser sind, als an sonnigen, so dürfte dies darauf zurückzuführen sein, dass relative Helligkeit und Luftfeuchtigkeit vielfach nicht Hand in Hand gehen, sondern im Gegenteil gewöhnlich an halbschattigen Orten viel grössere Luftfeuchtigkeit herrscht und letztere die Blattgrösse viel energischer beeinflusst als die Helligkeit. Die auffallend grossen Dimensionen, welche die Blätter von Stockausschlägen so häufig erreichen, sind dagegen auf die aussergewöhnlich günstige Wasserversorgungs- und Ernährungsverhältnisse vom Stocke aus zurückzuführen. Die hauptsächlichsten Aufgaben der Laubblätter unserer sommergrünen Bäume sind möglichst ausgiebige Assimilation und Transpiration, daneben auch Schutz der Aeste und Zweige, sowie des Waldbodens gegen die austrocknende Wirkung der sommerlichen Sonnenwärme. Diesen Aufgaben vermögen sie als dünne, flächenförmige Gebilde am besten zu entsprechen. Ihre mechanische Festigkeit erhalten sie durch die die Blattfläche in einer für die Gattung sehr charakteristischen Weise durchziehende Nervatur, welche zugleich die Zuführung des Wassers zu allen Teilen des Blattes und die Ableitung der von den grünen Zellen gebildeten Assimilationsprodukte nach den Zweigen besorgt. Je nach dem Grundplane der Nervenordnung unterscheidet man fingerförmige Nervatur (auch strahlenförmige genannt) und fiederförmige; dann, nach dem Verlaufe der Seitennerven 1. Grades, bezw. der einzelnen Hauptstrahlen bei fingerförmigem Grundplane: netzläufige Nervatur, wenn die Seitennerven, bevor sie den Rand erreichen, sich in ein feines Netzwerk auflösen (z. B. wilder Birnbaum, Weide), randläufige (z. B. Eiche, Kastanie, Rosskastanie, Hasel, Hain- und Rotbuche, Ahorn, Platane), endlich, viel seltener, schlingenläufige (Rhamnus frangula) und bogeläufige Nervatur (Cornus), wenn die Seitennerven, bevor sie den Rand erreichen, gegen die Spitze umbiegen und sich schlingenförmig an den nächst oberen Seitennerv anlegen, bezw. wenn sie, ohne solche Schlingen zu bilden, bogenförmig gegen die Spitze zu verlaufen. Reicht die Zerteilung des Blattrandes nicht bis zur halben Entfernung vom Mittelnerv, so nennt man ein solches Blatt gelappt, geht sie bis zur Hälfte, so heisst es gespalten, bis über die Hälfte: geteilt und bis zur Mittelrippe: zerschnitten. Der Blattrand heisst gesägt, wenn die kleinen Einschnitte spitze Zipfel und spitze Buchten haben, gezähnt bei spitzen Zipfeln und stumpfen Buchten, gekerbt bei stumpfen Zipfeln und spitzen Buchten, gewellt bei stumpfen Zipfeln und stumpfen Buchten. Der Gestalt nach können die einzelnen Blätter kreisrund, oval (grösster Querdurchmesser in der Mitte), eiförmig oder verkehrt eiförmig (grösster Durchmesser unter bezw. über der Mitte), lanzettlich (oben und unten zugespitzt, grösster Durchmesser in der Mitte), eilanzettlich, schuppenförmig, lineal, lineallanzettlich, rautenförmig, nadelförmig, spatelförmig, keilförmig, herzförmig (Einschnitt an der Ansatzstelle des Blattstiels), verkehrt herzförmig (wie bei Ginkgo), nierenförmig, spieß- und pfeilförmig sein, schliesslich noch symmetrisch oder unsymmetrisch, je nachdem die beiden Blatthälften rechts und links der Mittelrippe gleich oder ungleich sind. Der Zusammensetzung nach unterscheidet man ein-

fache, gefingerte und (paarig oder unpaarig, einfach oder mehrfach) gefiederte Blätter. An einem vollständigen Laubblatt unterscheidet man gewöhnlich Stiel und Spreite, während eine Blattscheide, die bei krautigen Pflanzen nicht selten ist, bei Bäumen nur ausnahmsweise vorkommt. Rechts und links von der Blattstielbasis stehen die Nebenblätter (Stipulae), die hier meist hüfälliger Natur sind und nur wenigen unserer Laubholzarten (z. B. Ahorn, Esche, Rosskastanie) fehlen.

Für die Ableitung des Regenwassers finden wir mannigfache Einrichtungen: rinnenförmige Vertiefungen des Blattstiels und der stärkeren Nerven, wenn das Wasser nach der Blattbasis abgeleitet wird, lang ausgezogene Blattspitzen bei centrifugaler Ableitung, wie sie namentlich im tropischen Regenwalde in schönster Ausbildung auftreten (Träufelspitze), aber einigermassen auch bei uns, z. B. bei Linden und Pappeln vorkommen; ferner verhindern dünne Wachsüberzüge oder grosse Beweglichkeit des Laubes (Zitterpappel) ein längeres Haften der Regentropfen. Gegen den Herbst zu verfärben sich vielfach die Laubblätter, bevor sie in einer den Blattstiel durchsetzenden, meist erst kurz vor dem Laubfall gebildeten Trennungsschicht abbrechen und eine für viele Holzarten höchst charakteristische Blattnarbe hinterlassen. Durch ebensolche Trennungsschichten werden alljährlich gegen den Schluss der Vegetationsperiode auch lebende Zweige oder ganze Zweigsysteme als sog. „Absprünge“ abgeworfen, so mehrjährige, nadeltragende Kurztriebe bei den Kiefern, ehemals mit Blütenständen besetzte einjährige beblätterte Zweige bei Weiden und Traubkirschen, ein- und selbst mehrjährige, gesunde oder im Absterben begriffene Zweige bei Eiche, Pappel, Wallnuss, Ulme, Esche und Bergahorn. Bei immergrünen Pflanzen, namentlich bei vielen Nadelhölzern tritt im Winter unter der kombinierten Wirkung von Licht und niedriger Temperatur eine charakteristische gelbbraune, rotbraune oder braunviolette Verfärbung besonders auf der Sonnenseite ein, die durch die Frühlingswärme wieder rückgängig gemacht wird.

§ 7. Die metamorphosierten Sprosse, welche entweder einer Metamorphose der Blätter, oder einer solchen der Axe, oder auch einer solchen beider Sprossbestandteile ihre Entstehung verdanken können, sind die uns bei exotischen Gewächsen und auch bei unseren einheimischen Kräutern und Stauden in ausserordentlicher Mannigfaltigkeit entgegentreten, spielen bei unseren Bäumen und Sträuchern eine ganz untergeordnete Rolle, wenn wir von den gesondert zu betrachtenden Blüten absehen. Am wichtigsten sind noch die Dornbildungen; dieselben können entweder Kurztriebe oder Verzweigungssysteme von Kurztrieben sein, deren Achsen nicht mit einer Endknospe abschliessen, sondern an der Spitze zum scharfen stechenden Dorn erhärten, wie Schwarz- und Weissdorn, Gleditschie, wilder Birnbaum etc., oder es verdornt nur das Ende eines sonst normalen Langtriebes (Krenzdorn). Im Gegensatz zu diesen „Stammdornen“ stehen die „Blattdornen“, die entweder, wie die dreitheiligen Dornen der Berberislangtriebe metamorphosierte Blätter und Nebenblätter, oder wie die beiden kräftigen Dornen an der Blattstielbasis der Robinie nur metamorphosierte Nebenblätter sind. Mit den Dornen dürfen die Stacheln durchaus nicht verwechselt werden, wie wir sie als Anhangsgebilde der Rinde z. B. bei Brombeeren und Rosen finden. Dieselben sind durchaus regellos verteilt und stehen in keiner Beziehung zu Knospen und Blättern.

#### 4. Die Blüten, Früchte und Samen.

§ 8. Die Blüten sind begrenzte, metamorphosierte Sprosse, deren äussere Blattgebilde als Kelch und Kronenblätter bezeichnet werden und deren wesentliche Bestandteile die Staub- und Fruchtblätter sind, welche den Sporophyllen der höheren

Kryptogamen, speziell denjenigen mit zweierlei Sporen homolog sind und welche die Aufgabe haben, die eigentlichen Fortpflanzungsorgane, die männlichen Pollenkörner und die weiblichen Samenknospen zu erzeugen, Gebilde sind generis für welche uns der vegetative Spross keinerlei Homologa bietet. Die Kelch- und Kronenblätter haben in erster Linie die Aufgabe, in der Blütenknospe die wertvollen Organe zu schützen; sind sie gross, bunt gefärbt und wohlriechend, so dienen sie auch zur Anlockung der die Bestäubung vermittelnden Insekten; fehlen sie, so heisst die Blüte nackt, fehlt die Krone allein, dann heisst die Blüte apetal. Sind Staub und Fruchtblätter in der gleichen Blüte vereinigt, dann heisst die Blüte zwittrig, andernfalls eingeschlechtig (männlich oder weiblich); zu letzteren gehören auch die scheinzwittrigen Blüten, bei welchen, wie beim Ahorn, die Staubblätter zwar normal ausgebildet erscheinen, aber funktionslos geworden sind. Sind männliche und weibliche Blüten auf der gleichen Pflanze vereinigt, so heisst dieselbe einhäusig (die meisten Nadelhölzer und Kätzchenträger), bewohnen sie verschiedene Pflanzen: zweihäusig (Weiden, Pappeln, Taxus); kommen endlich eingeschlechtige und Zwitterblüten auf derselben Pflanze vor (Ahorn, Esche), so heisst die Pflanze polygam oder vielhäusig. Bei den Gymnospermen, zu denen unsere Nadelhölzer gehören, sind die Fruchtblätter nicht zum Fruchtknoten verwachsen und tragen die Samenknospen nackt, bei den Angiospermen dagegen finden wir stets einen durch Verwachsung von einem oder mehreren Fruchtblättern gebildeten Fruchtknoten, in dessen Hohlung die Samenknospen an den Verwachsungsstellen der Fruchtblätter angewachsen sind. Die Bestäubung wird entweder durch den Wind (Nadelhölzer, Kätzchenträger) oder durch Insekten (Weiden, Linden, Ahorn etc.) vermittelt; im ersteren Falle sind die Blüten meist unscheinbar und der Blütenstaub wird in gewaltigen Mengen erzeugt. Die Befruchtung geschieht dadurch, dass der generative oder Spermakern des Pollens mit dem Eikern der Eizelle verschmilzt. Die dem Makrosporangium der heterosporigen Filicineen homologe Samenknospe besteht zur Zeit der Befruchtungsreife aus dem von 1 oder 2 Hüllen, den Integumenten, umgebenen Knospenkern, zu welchem eine enge Oeffnung der Integumente, die Mikropyle, führt und in welchem der der Makrospore homologe Embryosack eingeschlossen ist. Derselbe enthält bei den Nadelhölzern das dem weiblichen Geschlechtspflänzchen (Prothallium) homologe Endosperm und in demselben zwei oder mehrere Archegonien mit je einer Eizelle, während bei den Angiospermen das Endosperm erst nach erfolgter Befruchtung gebildet wird und vorher im Embryosack auf der der Mikropyle zugewendeten Seite die nackte Eizelle mit den beiden Gehilffinnen, auf der abgewendeten Seite die drei behäteten Gegenfüsslerzellen und in der Mitte der sekundäre Embryosackkern liegen. Das Staubbeutelgehäuse der Staubblätter ist dem Mikrosporangium, das Pollenkorn selbst der Mikrospore homolog. Die innere Haut des doppelt behäteten Pollenkornes wächst bei den Angiospermen auf der Narbe, bei den Gymnospermen auf dem Scheitel des Samenknospenkernes zum Pollenschlange aus, welcher, durch chemotropische Reize gelenkt, durch Narbe, Griffel und dann der Fruchtknoteninnenwand entlang, bezw. lediglich durch den Knospenkern, bis zur Eizelle vordringt und dann den in ihm eingeschlossenen Spermakern in die Eizelle übertreten lässt, wo er mit dem Eikerne verschmilzt. Mit dieser Kernverschmelzung ist die Befruchtung vollzogen und dieser mikroskopische Vorgang wirkt als auslösender Reiz für die Weiterentwicklung der Eizelle, der Samenknospe, der Fruchtblätter und oft auch noch anderer Teile der Blüte, während bei ausbleibender Befruchtung all diese Organe normaler Weise zu Grunde gehen. Streng genommen handelt es sich übrigens wohl nicht um einen direkten Reiz zur Weiterentwicklung, sondern um die Aufhebung eines die Weiterentwicklung hemmenden Reizes, da bei den, allerdings sehr



seltene Fälle von Parthenogenesis eine sonst normale Weiterentwicklung der Eizelle etc. ohne vorausgegangene Befruchtung erfolgt. Dagegen beeinflusst die bei der Befruchtung stattfindende Verschmelzung zweier verschiedener Zellelemente qualitativ den weiteren Entwicklungsgang, wie es besonders deutlich die Bastarde lehren. Aus den Fruchtblättern, sofern sie zum Fruchtknoten verwachsen sind, geht die Fruchtwand oder das Pericarp hervor, bleiben sie dagegen frei, wie bei den Nadelhölzern, so entwickeln sie sich zu den Frucht- oder Samenschuppen. Aus der Samenknospe entwickelt sich der Samen, indem die Integumente zur Samenschale oder Testa werden, der Embryosack sich mit Nährgewebe (Endosperm) füllt, in welches der aus der befruchtenden Eizelle hervorgehende Embryo hereinwächst und es zum Teil oder völlig verdrängt, gerade so, wie vorher der Knospkern vom heranwachsenden Embryosack und Endosperm verdrängt wurde. Demgemäss unterscheiden wir Samen mit und solche ohne Nährgewebe. Die Samen der Coniferen und der fleischigen oder der aufspringenden Früchte, z. B. Rosskastanie, besitzen eine feste, in chemischer und mechanischer Hinsicht sehr widerstandsfähige Samenhaut, abgesehen von einigen Fällen, in welchen die Keimung alsbald nach dem Abfallen erfolgt, während die in trockenen Schliessfrüchten eingeschlossenen Samen, deren Pericarp nur langsam verwittert, hierdurch genügend geschützt sind und nur eine schwache Samenschale ausbilden (z. B. Edelkastanie, Eichel, Haselnuss etc.). Früchte mit fleischigem Pericarp heissen Beeren, wenn das Pericarp lediglich aus dem Fruchtknoten hervorgegangen ist, Apfelfrucht dagegen, wenn auch noch das Ende des Blütenstiels sich an der Bildung des Fruchtfleisches beteiligt; bleiben im letzteren Falle die aus den Fruchtblättern hervorgegangenen Fruchtfächer pergamentartig, so haben wir den Kernapfel, werden sie steinartig, den Steinapfel. Bei der Steinfrucht dagegen haben wir ebenfalls eine Schliessfrucht, deren ganzes Pericarp aus dem Fruchtknoten hervorgegangen ist und aus zwei sehr verschieden ausgebildeten Schichten, dem äusseren „Fleisch“ und dem inneren „Stein“ besteht (z. B. Kirsche). Trockenhäutige Schliessfrüchte, deren ganzes Pericarp holzig oder lederig ist, heissen Nüsse (Eichel, Buchel, Haselnuss etc.). Nicht selten ist bei dieser Fruchtform ein Teil des Pericarps als dünner häutiger Flügel ausgebildet, wie bei den Birken, Ulmen, Ahornen und Eschen, der die Verbreitung dieser Früchte durch den Wind sehr erleichtert. Aufspringende Trockenfrüchte — nur solche kommen bei unseren Holzpflanzen in Betracht — heissen ganz allgemein Kapseln; ist der Fruchtknoten dabei nur aus einem einzigen Fruchtblatte gebildet und springt das Pericarp nach der Fruchtreife an der Verwachsungsnaht (der Bauchnaht) und der gegenüberliegenden Kante (der Rückenahnt) auf, wie bei den Schmetterlingsblütlern, so heisst die Frucht eine Hülse. Die Fortpflanzungsorgane, welche von den Sporophyllen gebildet werden, die Pollenkörner, Samen und Früchte, entbehren, im Gegensatz zu den vegetativen Organen, des Funktionswechsels; sie behalten stets die gleiche Form bei einer Pflanze, worauf ihre Bedeutung für die Systematik beruht.

## II. Der anatomische Bau der Organe des Baumes (Innere Morphologie).

### 1. Die Zelle als Gewebeelement.

§ 9. Die morphologische und physiologische Einheit im inneren Bau der Pflanzenorgane ist die Zelle. Die Bestandteile einer typischen erwachsenen Zelle sind: die Zellhaut oder Membran, das Protoplasma mit seinen Einschlüssen, von welchen der Zellkern der wichtigste ist, und der Safttrann oder die Vacuole. Das Protoplasma, der „dunkle Erdteil der Biologie“, bildet in der erwachsenen Zelle einen der Membran anliegenden, den Zellsaft umschliessenden Sack, auch protoplasmatischer Wandbeleg

genannt, von körnig-schleimiger Beschaffenheit, der Hauptsache nach aus Eiweissverbindungen bestehend. Von einem Schleime im physikalischen Sinne ist aber das Protoplasma dadurch wesentlich verschieden, dass in ihm Ernährungs-, Stoffwechsel-, Wachstums- und Teilungsvorgänge sich abspielen, kurz, dass es als Träger aller Lebenserscheinungen anzusehen ist. Der Zellkern, aus etwas dichteren Protoplasma bestehend, spielt eine wichtige Rolle bei der Membranbildung (die nur bei Gegenwart eines Zellkernes stattfindet), bei der Teilung der Zellen und als mutmasslicher Träger der erblichen Eigenschaften; er kommt bei den uns hier interessierenden Zellen, vom Pollenschlauch und dem Embryosack nach der Befruchtung abgesehen, stets in der Einzahl vor. Die unbefruchtete Eizelle und die beiden Synergiden entbehren der Membran. Nach dem Vorschlag von Sachs bezeichnet man einen Zellkern mit dem von ihm beherrschten Protoplasma als *Energide*. Demgemäss unterscheidet man Zellen mit einer, mit mehreren oder vielen und solche ohne Energiden; letztere, auch tote Zellen, Zellderivate etc. genannt, spielen bei den Bäumen eine wichtige Rolle, da der grösste Teil des Holzes aus ihnen besteht.

Im allgemeinen lässt sich die Zelle als Gewebeelement lediglich ihrer Gestalt nach auf zwei Grundformen zurückführen, die *Parenchym-* und die *Prosenchymzelle*. Die *Parenchymzelle* hat entweder nach allen Richtungen des Raumes annähernd gleichen Durchmesser, sie ist „isodiametrisch“ oder sie ist in einer Richtung länger gestreckt und an den Enden gerade oder schief abgestutzt; die *Prosenchymzelle* ist eine mehr oder weniger lang gestreckte, an beiden Enden zugespitzte Faser.

Die *Parenchymzellen* haben in der Regel lebenden Inhalt. Ihre Membran kann dünnwandig sein (normale Parenchymzelle), stark verdickt (Steinzelle oder sklerotische Zelle) oder nur an den Ecken bzw. Kanten stark verdickt (Collenchymzelle). Die Membransulptur besteht in der Regel aus einfachen Tüpfeln (scharf umgrenzte, dünne Stellen der Membran), seltener aus verzweigten Tüpfeln (manche Steinzellen) oder anderen Verdickungsformen, wie die ins Zellinnere oder Lumen vorspringenden Verdickungsleisten im Assimilationsparenchym der Kiefernnadeln. Der chemischen Beschaffenheit nach kann die Membran der Parenchymzelle aus Cellulose bestehen (Blaufärbung mit Chlorzinkjodlösung, sowie mit Jod und Schwefelsäure), z. B. bei den Parenchymzellen der Rinde, oder sie ist verholzt (Rotfärbung mit Phloroglucin und Salzsäure, Gelbfärbung mit schwefelsaurem Anilin und etwas Schwefelsäure), z. B. bei den Parenchymzellen des Holzes und den Steinzellen, oder sie ist verkorkt (widerstandsfähig gegen konzentrierte Schwefelsäure), z. B. bei den ächten Korkzellen und bei den Oelzellen, oder sie ist verschleimt bei den Schleimzellen (mächtig aufquellend in Wasser). Nach dem Vorkommen, der Lage im Pflanzenorgan, unterscheidet man im wesentlichen Bast- oder Rindenparenchymzelle und Holzparenchymzelle. Der lebende Inhalt fehlt stets den Korkzellen und meist den Steinzellen.

Die ausgebildeten *Prosenchymzellen* haben zumeist keinen lebenden Inhalt mehr, sie führen Wasser und Luft. Die Zellwand derselben ist in der Regel stark verdickt (Sklerenchymfaser). Als Membransulptur finden wir einfache, spaltenförmige, sowie behöftete Tüpfel, seltener ins Zellinnere vorspringende Ring-, Spiral- und Netzverdickungen. In chemischer Hinsicht ist die Membran entweder ganz oder teilweise verholzt oder sie besteht aus Cellulose, nie ist sie verschleimt oder verkorkt. Nach der Verteilung im Baumkörper unterscheidet man: a) in der Rinde: 1. Bastfasern mit meist sehr starken, fast bis zum Schwinden des Lumens verdickten, verholzten Zellwänden, einfachen Tüpfelkanälen (meist Punkt-,

selten Spalttüpfeln) ohne lebenden Inhalt, und 2. Cambiformzellen, auch Ersatzfasern genannt, die, von der Gestalt abgesehen, den typischen dünnwandigen, lebenden Parenchymzellen sehr nahe stehen, b) im Holze: 1. Holzfasern (Libri-form) mit stark verdickter, meist verholzter Zellwand, schiefspaltenförmigen einfachen Tüpfeln und etwas weiterem Lumen als bei den Bastfasern, in der Regel ohne lebenden Inhalt. 2. Tracheiden mit stets verholzter, aber meist nur schwach verdickter Membran, die keine einfachen, sondern behöft Tüpfel besitzt, mitunter auch Spiral-, Ring- oder Netzverdickung aufweist; kein lebender Inhalt. 3. Ersatzfasern (Ersatz für das oft fehlende Holzparenchym), mit dünnwandiger, verholzter Membran, einfachen Punkttüpfeln und lebendem Inhalt.

Als weitere Gewebeelemente, die aber keine Einzelzellen mehr sind, sind die Zellfusionen zu nennen. Sie gehen aus Zellreihen hervor durch gänzliche oder teilweise Auflösung der trennenden Querwände, wobei der lebende Inhalt entweder ganz (Gefässe) oder teilweise (Siebröhren) verschwinden (oder auch in allen wesentlichen Teilen, bei den gegliederten Milchröhren, erhalten bleiben kann). Die Gefässe besitzen meist eine dünne, verholzte Membran mit den nämlichen Verdickungsformen wie die Tracheiden (im Holze fast stets dicht gedrängte Hoftüpfel); sie führen Wasser und Luft. Die Siebröhren besitzen dünne Cellulosemembranen, einen dünnen protoplasmatischen Wandbeleg ohne Zellkern und einen sehr eiweissreichen, schleimigen Inhalt. Die meist schief gestellten Querwände tragen eine oder mehrere plattenförmige dünne und siebartig durchbohrte Stellen, die Siebplatten, durch deren offene Poren (Siebporen) die Inhalte der einzelnen Siebröhrenglieder mit einander in Zusammenhang stehen.

## 2. Das Urmeristem, die Entwicklung der Gewebesysteme und ihre Anordnung im jungen Trieb und in der jungen Wurzel.

§ 10. Alle Bäume, wie die höheren Pflanzen überhaupt, beginnen ihr individuelles Einzelleben, wenn wir von den Fällen der ungeschlechtlichen Vermehrung durch Anläufer, Stecklinge, Wurzelbrut u. s. w. absehen, als eine einzelne Zelle, die befruchtete Eizelle oder Keimzelle. In dem Protoplasma derselben müssen naturgemäss alle die Kräfte schlummern, welche die Keimzelle befähigen, einen in den Hauptzügen von vorne herein ganz genau festgelegten Entwicklungsgang zu nehmen. Infolge dessen müssen wir die Protoplaste der Keimzellen und ihrer Abkömmlinge bei sämtlichen Pflanzenarten und Varietäten als spezifisch verschieden betrachten. Es ist aber kaum angängig, diese spezifische Differenz als eine rein chemische anzusehen, obwohl die lebenden Protoplasamoleküle zweifelsohne die grössten und kompliziertesten Moleküle sind, die es gibt und hier vielleicht viel mehr Unterschiede existieren, als wir uns derzeit bei unseren mangelhaften Kenntnissen über die Proteinstoffe träumen lassen. Ähnlich wie aus dem gleichen Material Maschinen von sehr verschiedener Konstruktion und von sehr verschiedenartiger Leistungsfähigkeit gebaut werden können, müssen wir aber auch für das lebende Protoplasma eine je nach Pflanzenart verschiedene spezifische Struktur annehmen. Aus der Keimzelle entwickelt sich bei den Samenpflanzen durch fortgesetzte Zweiteilung der Embryo des Samens und aus diesem bei der Keimung die junge Pflanze. Die zweigeteilte Eizelle stellt somit das Urmeristem, das Teilungsgewebe auf seiner ursprünglichsten Stufe dar. Von den Zellen des jungen Embryos besitzt ein Teil eine beschränkte Teilungsfähigkeit, sie liefern bald das Dauerewebe der jungen Wurzeln und Sprosse, während andere, an dem Vegetationspunkt (zwischen den beiden Keimblättern) und an der Wurzelspitze gelegene un-

begrenzt teilungsfähig bleiben. Sie und ihre mit gleichen Eigenschaften begabten Nachkommen, welche in ununterbrochener Teilungsfolge meristematischer, noch nie in Dauergewebe übergegangener Zellen entstanden sind und sich an allen Seitenspross- und Wurzelvegetationspunkten finden, bilden das sog. Urmeristem. Die Zellen desselben sind sehr klein, annähernd gleich gross und isodiametrisch. Ihre Wände sind dünn und bestehen aus Cellulose, der Inhalt aus ziemlich dichtem Protoplasma ohne Vacuole, mit relativ sehr grossem Zellkern. Der Vegetationspunkt ist der Sitz der lebhaftesten Zellvermehrung durch Teilung der vorhandenen Zellen. In einiger Entfernung vom Vegetationspunkt werden die Zellteilungen spärlicher, die Zellen fangen an, sich in die Länge und Breite zu strecken und erreichen schliesslich niter ganz gewaltiger Wasseraufnahme ihre definitive Grösse, indem mit Zellsaft erfüllte Hohlräume im Protoplasma auftreten, die sich mehr und mehr vergrössern, nach und nach zusammenfliessen und schliesslich einen einzigen Saftstrahl bilden, während das Protoplasma, das keine oder keine wesentliche Vermehrung erfährt, zu einem dünnen Wandbeleg ausgedehnt wird. Die Zellhaut, welche bei diesen Vorgängen selbst fortwährend ausgedehnt wird, wächst dabei auch stark in die Fläche. Nach Beendigung der bei den einzelnen Zellen innerhalb weiter Grenzen schwankenden Zellstreckung beginnt die innere Ausbildung der Zellen, die chemische Veränderung der Membran, die Schichtung und Verdickung, sowie die charakteristische Skulptur derselben und die Ausbildung und Vermehrung charakteristischer Inhaltkörper wie Chlorophyllkörner etc., je nach den Aufgaben, welche die schon mit der Streckung einsetzende Arbeitsteilung den einzelnen Zellen zuweist.

§ 11. Die ausgebildeten Gewebearten lassen sich zu drei höheren Einheiten oder Gewebesystemen zusammenfassen, nämlich Hautgewebesystem, Gefässbündelsystem und Grundgewebesystem. Diese Gewebesonderung beginnt schon dicht hinter dem Vegetationspunkt. Am frühesten ausgebildet ist das Hautgewebe, das aus der äussersten Zellschicht des Urmeristems hervorgeht und als Epidermis alle Organe in der Jugend, Blätter und Früchte fast stets dauernd überzieht. Die Zellen der Epidermis teilen sich in der Regel nur durch Wände, welche senkrecht zur Oberfläche des Organes stehen (Antiklinen); dann bildet die Epidermis eine einfache Zellschicht, deren Zellen in lückenlosem Gewebeverbande bleiben. Teilen sich aber die Zellen der jungen Epidermis auch durch Wände, welche der Oberfläche des Organes parallel laufen (Periklinen), dann erhalten wir die mehrschichtige Epidermis. Die freie Aussenwand der Epidermiszellen ist gewöhnlich stärker verdickt und ihre äusserste Schicht, ausser bei den Wurzeln, verkorkt oder cutikularisiert, die sog. Cuticula, die für Wasser ziemlich undurchlässig ist, um so mehr, je stärker sie entwickelt ist. Die einzigen Durchbrechungen der Epidermis, die aber der Wurzelepidermis gleichfalls fehlen, sind die Spaltöffnungen (Stomata), gebildet von zwei meist nierenförmig gestalteten Epidermiszellen (den sog. Schliesszellen), die gegen einander gekrümmt sind und zwischen sich einen ins Innere des Organes führenden Spalt besitzen, der durch stärkere oder schwächere Krümmung der Schliesszellen erweitert oder verengert werden kann. Nicht selten wachsen einzelne Epidermiszellen zu Haaren aus, welche einzellig oder mehrzellig, einfach oder verzweigt sein können und sich, namentlich bei den schuppenartigen Bildungen, vom landläufigen Begriff der Haargestalt oft recht weit entfernen.

Alles, was vom Hautgewebe umschlossen ist und nicht zu den Gefässbündeln gehört, wird als Grundgewebe zusammengefasst. Als vorherrschende Zellform finden wir hier dünnwandige Parenchymzellen, gelegentlich auch Collenchym- und Sklerenchymzellen und dickwandige Sklerenchymfasern. Die ausgebildeten Parenchymzellen

stossen hier nicht lückenlos aneinander, sondern weichen an den Ecken und Kanten mehr oder weniger weit aneinander, die sog. Interzellularräume bildend, welche gewöhnlich Luft führen und als ein sehr feines System von kommunizierenden Röhren zwischen den Parenchymzellen des Grundgewebes verlaufen.

Das Gefässbündelsystem ist am spätesten ausgebildet, wird aber gleichfalls schon dicht hinter dem Vegetationspunkte angelegt, indem hier während der Periode der Längsstreckung einzelne strangförmige Partien sich durch zahlreiche Längsteilungen ihrer Zellen auszeichnen und sich so als engzellige Stränge bald scharf von dem grosszelligen jungen Grundgewebe abheben. Diese Stränge heissen Procambialstränge und sind nichts anderes als der Jugendzustand der Gefässbündel.

In den jungen Trieben der Holzgewächse sind diese Procambialstränge auf dem Querschnitt zahlreich, einer neben dem andern, im Kreise angeordnet. Die von ihnen umschlossene kreisförmige oder sternförmige Grundgewebepartie ist das Mark; ans den schmalen Streifen von Grundgewebe, welche die einzelnen Procambialstränge von einander trennen, gehen die primären Markstrahlen hervor. Gehen die Procambialstränge in Dauergewebe über, so bleibt eine schmale mittlere Zone in jedem, ohne in Dauergewebe überzugehen, meristematisch, das sog. Fascicularcambium bildend, das somit noch ein primäres Teilungsgewebe darstellt. Der ausserhalb des Cambiums gelegene Teil des Procambialstranges bildet sich zum primären Siebteil (Phloëm) mit den Siebröhren, der innerhalb desselben gelegene zum primären Holzteil des Gefässbündels (Xylem) aus, mit den Gefässen und Tracheiden als wichtigsten Gewebeelementen. Solche Gefässbündel, bei welchen Holz und Siebteil, durch ein Cambium getrennt, auf dem gleichen Radius vor einander liegen, heissen collaterale offene Bündel. Das zwischen den einzelnen Bündeln vorhandene Grundgewebe teilt sich, nachdem die Zellen desselben schon ausgewachsen sind, in der Höhe des Fascicularcambiums nachträglich von neuem durch perikline Wände und bildet so das Interfascicularcambium, welches seiner Entstehung gemäss zu den Folgemeristemen zu rechnen ist. Fascicular- und Interfascicularcambien zusammen bilden auf dem Querschnitt einen Ring, körperlich gedacht einen Cylindermantel, von Teilungsgewebe, dessen Zellen sich vornehmlich durch perikline Wände teilen und so radiale Zellreihen bilden; viel seltener sind die antikline Teilungen, durch welche die Zahl der radialen Reihen vermehrt wird. Alles, was ausserhalb des Cambiums vor Beginn seiner Tätigkeit liegt, bildet zusammen die primäre Rinde. Die Gefässe und Tracheiden des primären Holzes, von denen die innersten, unmittelbar an das Mark grenzenden die ältesten, d. h. am frühesten ausgebildeten sind, zeichnen sich durch relativ geringen Durchmesser und durch das Vorherrschende der Ring- und spiraligen Wandverdickungen aus. So lange der Trieb am Leben bleibt, scheidet das Cambium nach aussen wie nach innen alljährlich neue Zellen ab, die in den Dauerzustand übergehen, und bewirkt so das nachträgliche oder sekundäre Dickenwachstum. Die Gesamtheit der vom Cambium nach aussen abgeschiedenen, in den Dauerzustand übergegangenen Zellen bildet die sekundäre Rinde, die Gesamtheit der nach innen abgeschiedenen Gewebeelemente das sekundäre Holz.

In der jungen Wurzel einer Holzpflanze findet sich stets nur ein einziger zentral gelegener Procambialstrang und demgemäss auch nur ein einziges Gefässbündel, dessen Holzkörper auf dem Querschnitt die Gestalt eines Sternes hat und gewöhnlich kein Mark umschliesst. Die ältesten und engsten Gefässe und Tracheiden, die Erstlingsgruppen oder Primanen, befinden sich hier an den Spitzen des Sternes, die einzelnen Siebteile zwischen je zwei solchen Erstlingsgruppen, so dass Siebteile und Holzteile des Bündels auf verschiedenen Radien neben einander liegen.

Das Cambium verläuft auf dem Querschnitt als sternförmiges Band an die Spitzen der Holzteile, und die Innenseite der Siebteile sich anlegend. Derartige Bündel heissen *radiäre offene Bündel*; je nach der Zahl von Holzprimanengruppen, welche sie besitzen, spricht man von diarchen, triarchen, tetrarchen etc. Bündeln. Die Wurzeln unserer Bäume besitzen zumeist diarche bis pentarche, seltener bis oktarche Bündel. Die meist einfache Zellschicht, welche aussen um die Siebteile herumläuft und in welcher, jeweils vor den Holzprimanen, durch lokalisierte lebhaftige Zellteilung die Seitenwurzeln angelegt werden, heisst *Pericambium*; sie ist die äusserste Schicht des radiären Gefässbündels oder Zentralzylinders, auf welche nach aussen das mehr oder minder mächtig entwickelte parenchymatische Grundgewebe der primären Rinde folgt, dessen innerste Schicht *Endodermis* heisst. Wenn das Cambium, das sich hier natürlich nicht aus Fascicular- und Interfascicularcambium zusammensetzen kann, in Tätigkeit tritt, so wird das erste sekundäre Holz in die einspringenden Winkel des primären Holzsternes abgeschieden und bald, nachdem so der Holzkörper annähernd kreisförmig auf dem Querschnitt geworden und der radiäre Bau in den collateralen übergegangen ist, wächst die Wurzel genau so wie der oberirdische Trieb in die Dicke.

### 3. Der Bau der Laubblätter, Coniferennadeln und Knospenschuppen.

§ 12. Die Blätter, welche als freie Ausstülpungen des Triebvegetationspunktes gleich hinter dem Scheitel desselben angelegt werden, entbehren eines eigenen, persistierenden Vegetationspunktes. In der sich entfaltenden jungen Blattanlage der Laubbölzer teilen sich die Zellen vorzugsweise durch antikline Wände und so entsteht das bekannte flächenförmige Gebilde, das Laubblatt mit netzartig angeordneten Procambialsträngen. Je grösser die Wasserverdunstung des Blattes ist, desto feinschmiger ist die Nervatur verästelt. Die Gefässbündel sind hier stets collateral, aber nur die stärkeren wachsen einigermaßen durch Vermittelung des Cambiums in die Dicke, während die schwächeren meist kein Dickenwachstum mehr besitzen und die letzten und feinsten Auszweigungen ausserordentlich in ihrem Baue vereinfacht sind. Demgemäss herrscht in den Gefässen und Tracheiden der Laubblätter spiralgige und Ringverdickung vor, da jene zumeist nur primäre Holzteile besitzen. Die Gefässbündel des Blattstiels setzen sich unmittelbar in diejenigen des Triebes fort, welche letztere darum auch *Blattspuren* genannt werden. Darum sind die Gefässbündel im Blatte stets so orientiert, dass der Holzteil der Blattoberseite, der Siebteil der Blattunterseite zugewendet ist. Die Epidermis der Laubblätter ist bei unseren Bäumen fast ausnahmslos nur eine Zellschicht stark (Hex hat zwei!). Die gewöhnlichen Epidermiszellen sind hier flach tafelförmig und frei von Chlorophyllkörnern; nur die Schliesszellen der Spaltöffnungen enthalten Chlorophyll. Die Epidermis der Blattoberseite ist frei von Spaltöffnungen oder führt nur wenige, während sie in der Epidermis der Blattunterseite sehr zahlreich auftreten, entsprechend der Lichtlage der Blätter, welche bei unseren Bäumen stets die Oberseite dem einfallenden Lichte zuzuwenden und dorsalventral gebaut sind, d. h. eine anatomisch verschiedene Ober- und Unterseite besitzen. Dies äussert sich auch in dem Bau des von der Epidermis umschlossenen Grundgewebes, des *Mesophylls*. Unter der Epidermis der Blattoberseite sind dessen Zellen senkrecht zur Blattfläche lang gestreckt; sie stehen pallisadenartig dicht nebeneinander mit nur kleinen Interzellularräumen und werden *Pallisadenzellen* genannt. Sie sind besonders reich an Chlorophyllkörnern. Die *Chlorophyllkörner*, meist von linsenförmiger Gestalt, sind Organe der lebenden Zelle, sie liegen im Protoplasma, bestehen aus protoplasmatischer Grundsubstanz, in welcher

der durch Alkohol, Aether und dergl. Flüssigkeiten lösbarer Chlorophyllfarbstoff eingelagert ist und vermehren sich nur durch Teilung. Der an die Blattunterseite angrenzende Teil des Mesophylls ist erheblich ärmer an Chlorophyllkörnern, seine Zellen sind unregelmässig gestaltet und durch grosse Interzellularräume von einander getrennt, wodurch dieses Gewebe, das Schwammparenchym genannt wird, einen schwammartigen Charakter erhält. An jede Spaltöffnung schliesst sich nach innen stets ein grösserer Interzellularraum zwischen den Schwammparenchymzellen, die sog. *Atemhöhle* an. Im Schwammparenchym verlaufen auch, oben an die Pallisadenschicht angrenzend, die Gefässbündel, um welche das Mesophyll eine Scheide aus dünnwandigen, gestreckten, lückenlos aneinander schliessenden Zellen bildet, die sog. *Bündelscheide*. — Die Epidermis mit ihrer Cuticula schützt das Mesophyll vor zu weitgehendem Wasserverlust; bei den immergrünen Laubblättern (*Ilex*, *Buxus* u. dergl.) ist die freie Aussenwand der Epidermis und die Cuticula besonders dick. Die Spaltöffnungen dienen der Regulierung der Transpiration und des Gasaustausches zwischen Mesophyll und Aussenluft. Die Pallisaden besorgen in erster Linie die Assimilation, das Schwammparenchym beteiligt sich, seinem geringen Chlorophyllgehalt entsprechend, nur in untergeordnetem Masse an der Assimilation; es dient hauptsächlich als Ableitungsgewebe der von den Pallisaden erzeugten Assimilationsprodukte zu den Gefässbündeln, als Zuleitungsgewebe des von den Gefässbündeln zugeführten Wassers mit den Aschenbestandteilen, als Transpirationsgewebe und wahrscheinlich werden in ihm auch die komplizierteren Pflanzenstoffe gebildet. Der Holzteil des Gefässbündels führt Wasser und Aschenbestandteile zu, der Siebteil desselben leitet die Assimilationsprodukte und die sonst in den Blättern gebildeten organischen Baustoffe ab. Die mechanische Aufgabe der Gefässbündel wird dadurch unterstützt, dass der Ober- und Unterseite der stärkeren Bündel zumeist ein flacher Strang dickwandiger Sklerenchymfasern anliegt und das hier vielfach aus der Blattfläche vorspringende Grundgewebe unter der Epidermis der Ober- und namentlich unter der der Unterseite kollenchymatisch ausgebildet ist.

§ 13. Die immergrünen Coniferennadeln besitzen einen von dem der flachen Laubblätter sehr verschiedenen Bau. Die charakteristischen Eigentümlichkeiten der Gewebeanordnung und Ausbildung sind hier bedingt einmal durch den weitgehenden Schutz gegen Wasserverlust, namentlich während des für die Wasserversorgung der Bäume so ungünstigen Winters und zweitens, was meistens übersehen zu werden pflegt, durch das Bedürfnis eines gegen mechanische Beschädigungen möglichst widerstandsfähigen Baues, entsprechend der exponierten Stellung der Nadeln und ihrer zumeist mehrjährigen Lebensdauer. Die Epidermiszellen sind in der Längsrichtung der Nadel gestreckt und faserförmlich ausgebildet, oft fast bis zum Schwinden des Lumes verdickt und mit dicker Cuticula versehen, so dass sie eine Art Panzer um die Nadel bilden. Die Spaltöffnungen sind in relativ tiefe Grübchen der Epidermis eingesenkt, in Längsreihen geordnet, je nach Gattung und Spezies auf verschiedenen oder nur auf einer Seite. In diesen Grübchen und auch zwischen denselben finden häufig körnige Wachsansscheidungen statt, wodurch die Spaltöffnungslinien als weisse Streifen erscheinen. Das Mesophyll entbehrt gewöhnlich der Sonderung in Pallisaden und Schwammparenchym, nur bei *Abies* und *Taxus* ist dieselbe angedeutet. Der Hauptmasse nach besteht das Mesophyll aus sehr chlorophyllreichem Assimilationsparenchym mit ziemlich kleinen Interzellularen. An den Kanten der Nadeln, nicht selten auch im ganzen Umfang, sind die äussersten Schichten des Mesophylls häufig als sehr dickwandige Fasern ausgebildet, welche die mechanische Festigkeit der Epidermis noch verstärken. Mit Ausnahme von *Taxus* führen die Nadeln aller

Coniferen Harzgänge, welche bei den einzelnen Gattungen und selbst Arten von wechselnder Zahl, Lage und Ausbildung sind und so gute spezifische Unterscheidungsmerkmale liefern. Die schizogenen Harzgänge sind nichts anderes als weite Interzellulargänge, erfüllt mit Harzbalsam, welcher von den den Harzgang begrenzenden flachen, dünnwandigen Zellen, den Sekretionszellen ausgeschieden wird. Die Harzgänge mit den Sekretionszellen sind gewöhnlich von einer mehr oder weniger dickwandigen Faserscheide umgeben und grenzen bald an die Oberhaut, bald liegen sie tief im Mesophyll. Die unverzweigten Gefässbündel, welche in der Einzahl oder zu zweien die Nadel längs durchziehen, sind von farblosem Mesophyll umgeben, in welches, je nach Spezies, mehr oder weniger zahlreiche Faserzellen eingestreut sein können. Gegen das Assimilationsparenchym ist dieses farblose Mesophyll durch eine dünnwandige Bündelscheide abgeschlossen. Die Gefässbündel der Coniferennadeln zeigen in den auf einander folgenden Jahren ein schwaches, äusserlich aber in keiner Weise hervortretendes Dickenwachstum. Je nach dem Alter des Baumes, der Stellung am Baume, den Feuchtigkeitsverhältnissen der Luft, und dem Lichtgenuss schwankt der anatomische Bau innerhalb gewisser Grenzen.

§ 14. Die Knospenschuppen<sup>3)</sup>, welche gewöhnlich aus dem unteren Teil der jungen Blattanlage, dem Blattgrund oder aus den Nebenblattanlagen hervorgehen und nur schwach ausgebildete Gefässbündel besitzen, haben den eingeschlossenen Vegetationspunkt mit den Blattanlagen vor Wasserverlust und vor Verletzungen zu schützen. Demgemäss sind sie ohne Rücksicht auf ihre Dicke ausserordentlich fest gebaut. Die freie Aussenwand ihrer Aussenseite (Unterseite) ist besonders im oberen und mittleren nicht bedeckten Teile gewöhnlich sehr stark verdickt und cutikularisiert und frei von Spaltöffnungen. Die Undurchlässigkeit der Epidermis wird mitunter durch Korkgewebe unter der Epidermis erhöht, (Aesculus) sowie durch harzartige Anscheidungen, welche die einzelnen Schuppen verkleben (Pinus, Abies, Aesculus etc.). Die mechanische Festigkeit wird durch Ausbildung von Collenchym unter der Epidermis der Aussenseite (z. B. Cornus Mas, Sorbus, Aesculus, Acer, Castanea, Corylus etc.) oder durch vereinzelte grosse Steinzellen wie bei Magnolia oder durch förmliche Panzer von Steinzellen oder Sklerenchymfasern verstärkt (z. B. bei Pinus, Platanus, Quercus, Carpinus, Ulmus, Populus u. s. w.) und bei Fagus endlich besteht ausser der Basis das ganze Mesophyll der äusseren Knospenschuppen aus dickwandigen, verholzten Fasern. Pallisadenparenchym fehlt den Knospenschuppen stets, Chlorophyll ist selten und dann stets auf den unteren Teil der Knospenschuppe beschränkt, dessen Zellen nicht selten Stärke oder fettes Öl führen. Auf Kosten dieser Baustoffe können die Knospenschuppen bei der Knospentfaltung an ihrer Basis noch mehr oder weniger wachsen.

#### 4. Die Tätigkeit des Cambiums als Verdickungsring.

§ 15. Hinter dem Wurzel- oder Spross-Vegetationspunkt wächst das junge Organ zunächst durch Ausdehnung seiner sämtlichen Zellen in die Dicke (primäres Dickenwachstum), streckt sich hierauf ohne wesentliche Dickenzunahme in die Länge und erst nach beendeter Längsstreckung beginnt das sekundäre Dickenwachstum durch Vermittelung des Cambiums, welches letzteres darum auch Verdickungsring genannt wird. In den Triebspitzen beginnt das sekundäre Dickenwachstum im ganzen Cambiumring gleichzeitig und gleichmässig; in den Wurzelspitzen da-

3) C. R. G. Schumann, Anatom. Studien über die Knospenschuppen von Coniferen und dicot. Holzgew. Bibl. botan. Heft 15. 1889. 36 p. 5 Taf. 4<sup>o</sup>.



gegen beginnt die Cambialtätigkeit (die perikline Zellteilungen) an der Innenseite der Siebteile und setzt sich von hier durch das dünnwandige Parenchym bis zu der Aussen-seite der Holzprimanen (und der Innenseite des Pericambiums) fort. Die Gestalt der Cambiumzellen ist langgestreckt prismatisch, der radiale Durchmesser gewöhnlich kürzer als der tangential, die Enden dachartig zugeschärft.

In jeder Cambiumzellreihe ist streng genommen nur eine einzige mittlere Zelle als dauernd teilungsfähige „Initialzelle“ anzusprechen; bei jeder Teilung durch eine perikline Wand entsteht aus derselben eine neue Initialzelle und, bald nach aussen, bald nach innen, eine „Gewebe-mutterzelle“. Letztere teilt sich gewöhnlich noch einmal, worauf ihre Tochterzellen in den Dauerzustand übergehen; nur bei besonders energischem Dickenwachstum teilen sich die Gewebemutterzellen mehrmals. Im allgemeinen werden bei unseren Holzgewächsen, entsprechend der Stärke von Rinde und Holz, sehr viel mehr Gewebemutterzellen nach innen als wie nach aussen abgeschieden. Ursprünglich sind, der Natur des Reihencambiums entsprechend, die jungen Gewebeelemente in radialen Reihen angeordnet; diese Anordnung kann auch im Dauerzustande beibehalten werden, wenn sämtliche Zellen einer Reihe annähernd gleichmässig und ohne sprungartige Aenderungen in die Breite wachsen (besonders schön beim Coniferenholz); gewöhnlich aber bleiben einzelne Zellen eng, andere dehnen sich stärker und einzelne, wie die Gefässe bei den Laubbölzern, erlangen zum Teil ganz gewaltige Weite, was naturgemäss eine mehr oder weniger gründliche Verschiebung der ursprünglichen regelmässigen Zellanzordnung zur Folge hat, die aber auch durch in die Länge wachsende Bast- und Holzfasern gestört wird, wenn sich diese Elemente, was zumeist der Fall, unregelmässig mit den Enden zwischen einander schieben. Schieben sich dagegen die anschwappenden Holzfasern mit ihren spitzen, an einander hingleitenden Enden alle in gleicher Richtung zwischen die Fasern der oberhalb und unterhalb gelegenen Reihe, mit den oberen Enden immer nach rechts, mit den unteren immer nach links ausbiegend, oder umgekehrt, so entsteht Drehwuchs.

Die nach Innen in Dauergewebe übergeführten Zellen werden zu Gefässen und Tracheiden, zu Holz- und Ersatzfasern und, nach vorausgegangenen Querteilungen ihrer langgestreckten Mutterzelle, zu Holzparenchym; die nach aussen abgeschiedenen zu Rindenparenchym, Steinzellen, Bast- und Ersatzfasern und zu Siebröhren und Geleitzellen. Die Mutterzellen der Siebröhrenglieder erfahren bei den Laubbölzern einige Längsteilungen, durch welche enge, plasmareiche Zellen mit grossem Zellkern, die Geleitzellen, von der zur eigentlichen Siebröhre bestimmten weiteren Zelle abgeschnitten werden. In den Gefässbündelendigungen der Laubblätter ist das Grössenverhältnis von Siebröhre und Geleitzelle übrigens umgekehrt. Die Nadelhölzer entbehren der Geleitzellen. Der Verdickungsring rückt bei dieser Tätigkeit natürlich immer weiter nach aussen, wodurch die Cambiumzellen in tangentialer Richtung gedehnt werden. Hat die Dehnung eine gewisse Grösse erreicht, dann teilt sich die Initialzelle durch eine radiale Wand, so dass der Cambiumring seiner Ausdehnung entsprechend, auch an Zellenzahl zunimmt.

Auf dem Querschnitt ist das sekundäre Holz und die sekundäre Rinde von zahlreichen radial verlaufenden, aus einer oder mehreren Zellreihen zumeist parenchymatischer Natur bestehenden feinen Streifen durchzogen, den Markstrahlen, die auf dem Radialschnitt als Bänder (Spiegel), auf dem Tangentialschnitt als spindel-förmige Zellgruppen von sehr verschiedener Höhe erscheinen (z. B. bis 160 mm: Erle, bis 50 mm: Stieleiche, bis 5 mm: Rotbuche, bis 1 mm: Spitzahorn, ca.  $\frac{1}{2}$  mm: Esche, ca.  $\frac{1}{5}$  mm: Buchsbaum). Auf dem Querschnitt springen die Markstrahlen verschieden weit gegen das Mark vor; nur wenige erreichen dasselbe, die im § 11 Ab-

satz 4, erwähnten primären Markstrahlen, welche zugleich die breitesten und längsten sind, während die grosse Mehrzahl blind im Holze endigt: sekundäre Markstrahlen. Die Entstehung eines Markstrahles beginnt damit, dass eine oder mehrere seitlich neben einander liegende langgestreckte Cambiumzellen sich mehrmals quer oder schief teilen; in den, ebenfalls bald nach aussen, bald nach innen abgeschiedenen Tochterzellen der Markstrahlinitialen unterbleiben weitere Teilungen und diese Gewebemutterzellen wachsen zu meist in radialer Richtung gestreckten Dauerzellen heran. Ein primärer Markstrahl entsteht dadurch, dass die Cambiumzellen von Anfang an, ohne vorher gewöhnliche Holz- und Rindenelemente gebildet zu haben, nach aussen wie nach innen lauter Markstrahlzellen abscheiden. In dieser Entstehungsweise stimmen die primären Markstrahlen von Trieben und Wurzeln völlig überein; ihre Unterschiede sind in dem primären Bau beider Organe begründet. Die primären Markstrahlen der Wurzeln endigen nämlich innen an den Holzprimanen, also eigentlich auch blind im Holze, das aber hier meist gar kein Mark besitzt. Ein sekundärer Markstrahl entsteht im Trieb wie in der Wurzel dadurch, dass das Cambium früher oder später aufhört, nach aussen gewöhnliche Rinden-, nach innen Holzelemente zu bilden und fortan nur Markstrahlzellen erzeugt.

Der Beginn der Cambialtätigkeit findet bei unseren Bäumen im allgemeinen in der 2. Hälfte April oder in der 1. Hälfte Mai statt und zwar bei älteren Bäumen zunächst an den jüngsten Trieben, an basalen Zweiganschwellungen und am Wurzelanlauf; er rückt, je nach Holzart, mit sehr verschiedener Geschwindigkeit von den Zweigspitzen zu den älteren Teilen der Aeste und zuletzt zum Stamme vor und unterliegt, je nach Spezialfall grossen Schwankungen (auf sonnigem Standort viel früher als in schattigen Nordlagen, im dichten Schlusse später als bei lichtigem Stand, an unterdrückten Bäumen später als bei herrschenden und Ueberhältern etc.). Selbst auf verschiedenen Seiten des gleichen Querschnitts eines Stammes erwacht die Cambialtätigkeit nicht gleichzeitig. Das Ende der Cambialtätigkeit fällt meist in den Hochsommer mit grossen zeitlichen Schwankungen je nach Holzart, Lage und Stamnteil. Im Gipfel erlischt die Cambialtätigkeit meist früher als im unteren Stamnteil, am längsten dauert sie bei den Wurzeln.

## 5. Die Rinde<sup>4)</sup>.

§ 16. Die Baumrinde dient der Stoffwanderung, namentlich der Ableitung der Assimilate, sie dient ferner als Reservestoffbehälter und als Schutzorgan gegen die Aussenwelt, gegen Hitze, grelle Temperaturschwankungen und zu weitgehendem Wasserverlust. Entsprechend dieser Vielseitigkeit ihrer Leistungen ist die Rinde stärkerer Triebe ein recht komplizierter Gewebekörper.

Die junge, primäre Rinde (vergl. § 11 Absatz 4) besitzt im allgemeinen folgenden Bau: zu äusserst die Epidermis mit derber Cuticula, von Spaltöffnungen durchsetzt, an die Epidermis anschliessend gewöhnlich kollenchymatisches Parenchym mit Chlorophyllkörnern, dann dünnwandiges, reichlich Chlorophyllkörner enthaltendes Assimilationsparenchym, ein Ring von Gruppen englumiger, dickwandiger Bastfasern, die aber den Cupressineen und Abietineen fehlen, und, unmittelbar an das Cambium angrenzend, ein paar abwechselnde tangentielle Lagen von Siebröhren (mit Geleitzellen)

4) Joseph Möller, Anatomie der Baumrinden. Berlin 1882. 447 p. 80 mit 146 Holzschnitten.

und Bastparenchym. Setzt das sekundäre Dickenwachstum ein, so befindet sich die primäre Rinde in einer vom primären Holze grandverschiedenen Lage. Das neue sekundäre Holz wird auf das primäre einfach aufgelagert, während sich zwischen die primäre Rinde und das primäre Holz das sekundäre Holz und die sekundäre Rinde einschleibt, wodurch die primäre Rinde in radialer Richtung fortwährend weiter nach aussen geschoben und in tangentialer Richtung immer stärker gedehnt wird. Dieser Dehnung vermag sie eine Zeitlang durch Dehnung, Wachstum und Teilung ihrer Zellen zu folgen, am schlechtesten im allgemeinen in der Epidermis mit der verdickten und cutikularisierten Aussenwand. Darum schafft sich die Rinde in der Kork- oder Peridermbildung zunächst eine Verstärkung und später einen Ersatz für die den Bedürfnissen des Abschlusses und Schutzes auf die Dauer nicht genügende Epidermis. Verhältnismässig in seltenen Fällen treten in der Epidermis selbst (z. B. Weiden und Pomaceen), meist in der der Epidermis unmittelbar angrenzenden Schicht, seltener in tieferen Schichten (z. B. Pinus, Larix, Taxus, Robinia, Ribes) perikline Wände auf. Die nach aussen abgeschiedenen Zellen gehen sämtlich in Dauergewebe über, wobei die Zellen, ausgenommen bei den Lenticellen, lückenlos verbunden bleiben, die Membran in der Regel verkorkt und der lebende Inhalt schwindet. Dieses Dauergewebe, welches die Funktionen der Epidermis in noch höheren Grade zu erfüllen vermag, ist der Kork (Phellem), das sekundäre Teilungsgewebe, welches ihn erzeugt hat, ist das Korkcambium oder Phellogen. Die von den Initialen dieses Korkcambiums nach innen abgeschiedenen und in Dauergewebe übergeführten Zellen, die sich, abgesehen von ihrer Entstehung, von den primären grünen Rindeparenchymzellen nicht unterscheiden, bilden das Phelloderm. Phellem, Phellogen und Phelloderm zusammen bilden das Periderm oder den Kork im weiteren Sinne. Durch die Bildung eines rings um die Triebe laufenden Periderms, das in den meisten Fällen schon in der ersten Vegetationsperiode ausgebildet wird, müssen natürlich die Spaltöffnungen ausser Funktion gesetzt werden, da sie mit der Epidermis früher oder später vertrocknen. Als Ersatzorgane hierfür werden die Lenticellen (auch Korkwarzen oder Rindenporen genannt) gebildet, indem jeweils unter den Spaltöffnungen das Korkcambium eine besonders lebhafte Tätigkeit entfaltet und besonders zahlreiche Zellen nach aussen abscheidet, deren Wandung nicht verkorkt, zwischen denen sich überall Interzellularräume ansbilden und deren jeweils äusserste Zellen sich schliesslich vollkommen ablösen. Durch diese lokalisierten Zellwucherungen wird die Epidermis mit der Spaltöffnung emporgehoben und schliesslich zerrissen und durch den Spalt tritt dann die meist gelblich- oder rötlichbraune oder grauweisse Lenticelle frei zu tage.

Je nach Holzart kann das Periderm einen sehr verschiedenen Bau, eine sehr verschiedene Stärke und eine sehr verschiedene Dauer haben. Nur dünnwandige Zellen finden wir bei dem mächtig entwickelten Schwammkork der Korkulme, deren Zellen zum grössten Teile unverkorkt sind (Phelloid) und dem mächtigen echten Kork des Feldahorns sowie dem der Robinie, dünne bzw. mässige bei den Eichen, Kastanien und Rotbuchen. Bei letzteren ist das Oberflächenperiderm nur eine dünne Haut, die von innen ebenso rasch erneuert wird wie sie aussen abgestossen wird und deren Korkcambium weit über ein Jahrhundert in Tätigkeit bleiben kann. Bei der Birke haben wir regelmässig wechselnde Lagen von dünn- und dickwandigem Kork; nur dickwandige Korkzellen hat z. B. Hex, abwechselnde Lagen von dickwandigen Steinzellen und dünnen Zellen zeigt z. B. der Kork von Pinus, Larix, Liriodendron, während bei Abies einzelne tangential Reihen zu einseitig (nur aussen) verdickten Steinzellen werden. In tieferen Schichten angelegtes Periderm funk-

tioniert meist nur 1 oder wenige Jahre. Früher oder später stellt bei den meisten Bäumen das Korkcambium seine Tätigkeit ein und dann treten sekundäre Korkcambien in tieferen Stellen der primären Rinde auf, die bei unseren Bäumen nicht um den ganzen Umfang des Organs herumlaufen, sondern sich an das primäre Periderm seitlich ansetzen und uhrglasähnliche Stücke aus der primären Rinde schneiden, die natürlich vertrocknen müssen, wenn die sekundären Korkcambien Kork gebildet haben. Bleiben die einzelnen, so successive aus der lebenden primären und später auch aus der sekundären Rinde herausgeschnittenen, vertrockneten Stücke in grösserer Zahl in festem Zusammenhang, so erhalten wir dicke Borkeschuppen, wie sie bei den meisten Lichtholzarten vorkommen (Steinborke der Eiche und Kastanie, Borke der Kiefer, Lärche, Robinie etc.); trennen sie sich frühzeitig wie beim Bergahorn und besonders wie bei der Platane, so erhalten wir flache Tafelborke n. s. w. In der Wurzel findet die Anlage des Korkcambiums stets in der äussersten Zellschicht des Gefässbündels, im Pericambium, statt. Die Folge davon ist, dass durch das hier gebildete Korkgewebe fast die ganze primäre Rinde zum Absterben gebracht und dann bald abgesprengt wird.

Die zweite wichtige Veränderung, welche die primäre Rinde erfährt, ist der Zuwachs vom Cambium her, die Bildung der sekundären Rinde, welche an älteren Stämmen und Zweigen die Hauptmasse der Rinde ansucht und von der primären dadurch scharf unterschieden ist, dass sie auf dem Querschnitt fein radial gestreift (von Markstrahlen durchzogen) ist. Auch die inneren Schichten der primären Rinde erfahren oft noch nachträgliche Veränderungen, namentlich verdicken einzelne Parenchymzellen (z. B. Abies, Picea, Larix) oder Gruppen von solchen ihre Wände sehr stark und werden zu Steinzellen, besonders häufig die zwischen den primären Bastfasergruppen gelegenen, wie dies z. B. bei Fagaceen und Betulaceen schon im 1. Jahre der Fall ist. Dieser Steinzellring wird natürlich bei fortschreitendem Dickenwachstum gesprengt, da seine Zellen weder dehnungs- noch wachstumsfähig sind, die Zwischenräume bei Betula, Fagus, einige Zeit lang auch bei Quercus alsbald aber durch neugebildete Steinzellen wieder ausgefüllt. Bei Fagus wachsen von diesem Steinzellringe ausserdem noch Fortsätze in die primären Markstrahlen bis in das Holz hinein.

Die Verteilung der einzelnen Zellformen in der sekundären Rinde ist je nach Gattung sehr verschieden. So besitzt z. B. die Innenrinde von den Cupressineen und von Taxus einen regelmässig konzentrisch geschichteten Bau, indem jeweils eine Reihe Bastfasern mit 3 Reihen Siebröhren und Rindenparenchymzellen abwechseln; Picea, Pinus, Abies, Larix etc. besitzen konzentrische Schichtung, entbehren aber der Bastfasern; die Eichenrinde hat tangentielle Bastfasergruppen mit regellos eingestreuten grossen Steinzellgruppen, die Rotbuche und Birke haben nur Steinzellen und keine Bastfasern, die Ulmen und Linden nur Bastfasern und keine Steinzellen; bei der Platane ist das Parenchym zum grössten Teile in mässig verdickte Steinzellen verwandelt. Die Gesamtheit der dickwandigen Elemente der Rinde werden auch als Hartbast, die dünnwandigen als Weichbast bezeichnet. Die primären und stärkeren sekundären Markstrahlen erfahren in den äusseren Partien der sekundären Rinde nicht selten eine fächerförmige Verbreiterung (besonders schön bei Tilia). Unter den Parenchymzellen tritt in der primären wie in der sekundären Rinde auch hinsichtlich der Inhaltsstoffe eine weitgehende Arbeitsteilung ein: soweit das Licht noch mit genügender Kraft eindringt, enthalten fast alle lebenden Zellen Chlorophyll, viele enthalten im Zellsaft Gerbstoff, der nach dem Absterben der Zellen das tote Plasma und die Zellwände durchdringt, aus der Luft Sauerstoff auf-

nimmt und die für tote Rindenpartien charakteristischen gelb- oder rotbraunen, bitteren Rindenfarbstoffe, die Phlobaphene, bildet, die wir als eine Art von Schutzstoffen der Rinde auffassen können; zu letzteren sind wohl auch zu rechnen die Alkaloide wie Taxin (Taxus), die Glycoside, wie Aesculin, Fraxin, Salicin, die alle in lebenden Rindenzellen gebildet werden, die Milchsaftschläuche des Spitzahorns, die Schleimzellen der Linde u. s. w. In den abgestorbenen Parenchymzellen finden wir sehr häufig Krystalle von oxalsanrem Kalk, teils als Einzelkrystalle, teils als Drusen ausgebildet; erstere begleiten häufig die Bastfaserbündel auf den tangentialen Flächen in langen Reihen (sog. Krystallschläuche, sehr schön bei Quercus). Die Siebröhren funktionieren meist nicht länger als eine Vegetationsperiode und werden dann durch den Druck der benachbarten Gewebe fast bis zur Unkenntlichkeit zusammengedrückt. Bei den Nadelhölzern, Taxus ausgenommen, finden wir noch reichliche Harzgänge<sup>5)</sup>, die ebenso wie diejenigen der Nadeln schizogen, das heisst durch Auseinanderweichen von Zellreihen zu Stande kommen, aber keine dickwandige Faserscheide wie jene besitzen. Ausser einem in der primären Rinde verlaufenden System von Harzkanälen, das mit der Borkebildung zu Grunde geht, finden wir im sekundären Zuwachs ein zweites System, dessen im Holz der Längsachse parallel verlaufende und nur innerhalb desselben Jahresringes seitlich mit einander in Verbindung tretende Kanäle durch die Markstrahlen, eingeschlossen in deren Mitte, in die sekundäre Rinde treten, ohne sich indes mit dem ersterwähnten System zu vereinigen.

Im Sprachgebrauch des täglichen Lebens unterscheidet man gewöhnlich Aussen-, Mittel- und Innenrinde. Die Aussenrinde entspricht dem Periderm und der Borke, umfasst also alle abgestorbenen Gewebepartien der Peripherie, je nach Stärke und Alter der Rinde entweder Periderm allein, oder Borkeschuppen mit einem mehr oder weniger grossen Teil der abgestorbenen primären und später selbst der sekundären Rinde zwischen den sekundären Korkbändern. Die Mittelrinde umfasst das Phelloderm des Periderms und die innerhalb desselben noch vorhandenen Reste der primären Rinde, später nach eingetretener Borkebildung nur noch das Phelloderm der sekundären KorkCambien. Die Innenrinde fällt mit dem Begriff der lebenden sekundären Rinde zusammen.

## 6. Das Holz.

§ 17. Vom Holze ist selbst bei dem einjährigen Trieb oder der einjährigen Wurzel nur ein ganz unbedeutender Teil, die Holzteile der Gefässbündel vor Beginn des Dickenwachstums, die im Trieb auch als „Markkronen“ bezeichnet werden, primärer Natur; weitaus die Hauptmasse, der sog. Holzkörper, ist sekundärer Zuwachs. Das Holz dient der Leitung des Wassers mit den Aschenbestandteilen, im Frühjahr auch der Leitung der stickstofffreien Reservestoffe, der mechanischen Festigung des Baumgerüsts und der Speicherung der Reservestoffe. Demgemäss haben wir hier leitende, festigende (sog. mechanische) und speichernde Gewebeelemente zu unterscheiden, die zum Teil durch Zwischenstufen verbunden sind, indem einzelne Gewebeelemente ausser der Hauptfunktion noch einer Nebenfunktion dienstbar gemacht sind. Die Zellmembranen aller Holzelemente sind (wenigstens teilweise) verholzt. Der Wasserleitung dienen die dünnwandigen, meist behöft getüpfelten, seltener ausserdem noch mit netz- oder spiralförmigen Wandverdickungen versehenen Gefässe oder Tracheen, und

<sup>5)</sup> Mayr, Harz der Nadelhölzer. Berlin 1894. 96 p. 2 Tafeln. 8<sup>o</sup>.

die bis auf die geschlossenen Enden ebenso gebauten weitlumigen Tracheiden, also ausschliesslich physiologisch tote Gewebeelemente; der mechanischen Festigung dienen in erster Linie die dickwandigen Holzfasern (Libriform) mit schief spaltenförmigen Tüpfeln, die darum auch weitaus die Hauptmasse des Holzes bei den Laubhölzern ausmachen und von deren Menge, Dickwandigkeit und Englumigkeit vor allem die Schwere und die Festigkeit des Holzes abhängt. Im Holz der Coniferen, dem echte Gefässe und Holzfasern fehlen und das fast ausschliesslich aus Faserracheiden aufgebaut ist, welche auf den Radialwänden kreisförmige Hoftüpfel besitzen, muss Wasserleitung und Festigung von den gleichen Gewebeelementen übernommen werden; doch haben wir eine Arbeitsteilung auch hier insofern, als die in erster Linie für die Wasserleitung bestimmten Tracheiden des Frühholzes dünnwandig und weitlumig, die in erster Linie für die Festigung bestimmten des Spätholzes dickwandig und englumig sind. Ebenso dienen auch bei den Laubhölzern die dickwandigen Tracheiden und Gefässe nebenbei der Festigung, und ebenso die Holzfasern mit kleinen spaltenförmigen Hoftüpfeln nebenbei der Wasserleitung. Der Leitung der organischen Baustoffe und vor allem der Speicherung der stickstofffreien Reservestoffe dienen in erster Linie die Holzparenchymzellen, welche entstehen, wenn die Gewebemutterzelle sich durch einige Querwände teilt, und die meist sehr viel spärlicher auftretenden Ersatzfasern, deren Mutterzelle ungeteilt bleibt. Als Reservestoffe finden wir gleich nach dem Laubfall bei allen Bäumen Stärke, die bei den meisten Holzarten, besonders bei den Harthölzern, auch im Winter als solche erhalten bleibt (Stärkebäume), während sie bei den meisten Weichhölzern in fettes Öl umgewandelt wird (Fettbäume). Auch zwischen den typischen Holzfasern und zwischen dem typischen Holzparenchym finden sich anatomische oder physiologische Zwischenstufen: gefächerte oder ungefächerte derbwandige Holzfasern mit lebendem Inhalt, die neben der Festigung auch der Speicherung dienen, Fasern, die zur Hälfte als Holz-, zur andern als Ersatzfaser ausgebildet sind, dickwandige Holzparenchymzellen und Spalttüpfel tragende Ersatzfasern, welche neben der Speicherung auch der Festigung dienen. Zu den längs verlaufenden Elementen gehören ferner die im Coniferenholz (ausser bei Abies und Taxus) vorkommenden, von Holzparenchym umgebenen, Harzkanäle. Der Leitung und Speicherung von Assimilaten dienen endlich noch die Holzmarkstrahlen, deren Zellen zumeist radial gestreckt sind (liegende Markstrahlzellen) und zum Holzparenchym gehören. Bei den dicotylen Holzarten ist der obere und untere Rand der Markstrahlen häufig durch in der Richtung der Längsachse gestreckte Zellen gebildet (stehende Markstrahlzellen), welche durch grosse einseitig behöftete Tüpfel mit den angrenzenden Gefässen kommunizieren; bei vielen Abietineen, besonders auffallend bei Pinus, ist der obere und untere Rand des Markstrahls durch eine oder einige Reihen von radial gestreckten, mit behöfteten Tüpfeln versehenen Zellen gebildet, die auch als Tracheiden funktionieren (tracheidale Markstrahlzellen).

Auf dem Querschnitt eines Laubholzes erkennen wir im allgemeinen die Gefässe und Tracheiden an den zahlreichen behöfteten Tüpfeln ihrer Membran, die Holzfasern an ihrer dicken, glatten Membran und dem Mangel an Stärke, die Parenchymzellen und sonstigen Speicherelemente an der ziemlich dünnen, einfach getüpfelten Membran, dem in der Regel erheblich weiteren Lumen als bei den Holzfasern und dem durch das Vorhandensein von Stärkekörnern als lebend gekennzeichneten Inhalte.

Der Anteil der lebenden (speichernden) Elemente ist beim Laubholz im allgemeinen viel grösser als beim Nadelholz, wo sie nur in der Begleitung der Harzgänge, oder wo solche fehlen, zerstreut zwischen den Tracheiden in Längsreihen vorkommen

und wo die Markstrahlen, die Partien, in welchen Harzgänge verlaufen, ausgenommen, stets einreihig sind. Der winterkahle Laubholzbaum, der alljährlich sein ganzes Laub verliert, bedarf eben viel reichlicherer Reservestoffe als die immergrünen Nadelhölzer. Das Wurzelholz ist im grossen und ganzen viel reicher an Parenchym als das Stamm- oder Astholz und ausserdem ist es stets auch viel schwammiger gebaut. Letztere Eigenschaft beruht darauf, dass die Durchschnitsweite der einzelnen Gewebeelemente, die ganz grossen Gefässe mancher Laubhölzer ausgenommen, eine viel beträchtlichere und die Wandstärke derselben meist eine geringere ist.

Was die Anordnung der verschiedenen Gruppen von Gewebeelementen anlangt, so muss sowohl das mechanische wie das leitende Gewebesystem in munterbrochenem Zusammenhange stehen; keines darf, um seinen physiologischen Aufgaben gerecht werden zu können, in seinem Längsverlauf eine vollständige Unterbrechung erfahren. Dieser Bedingung wird das Leitungssystem unserer Holzgewächse dadurch gerecht, dass 1. die Gefässe und Tracheiden stets mit anderen Gefässen oder Tracheiden der Länge nach oder seitlich zusammenhängen, 2. dadurch, dass das Holzparenchym sich teils seitlich, teils oben oder unten an die Markstrahlen anschliesst, und 3. dadurch, dass Holzparenchym und Markstrahlgewebe stets mit dem Wasserleitungssystem, den Gefässen und Tracheiden, zusammenhängt. Die Markstrahlen stellen die radialen Leitungsbahnen dar, welche durch Holzparenchymbrücken in tangentialer und longitudinaler Richtung in Zusammenhang stehen. Wo einzelne Holzparenchymzellen im mechanischen Gewebe isoliert auftreten, ist diese Isolierung nur eine scheinbare, da das gesamte Leitparenchym eines Baumes zwar nicht in jeder Querschnitsebene, aber doch im Raume ein zusammenhängendes System bildet. Der Anschluss des Holzparenchyms und des Markstrahlgewebes an das Wasserleitungssystem wird entweder durch tangentiale Bänder von Parenchymzellen, in welchen die Gefässe eingebettet sind oder denen sie anliegen, oder durch Parenchymhüllen um die Gefässe ohne Tangentialbänder, beziehungsweise durch die mannigfachen Kombinationen dieser beiden Typen vermittelt. Die Markstrahlzellen kommunizieren mit den Gefässen und Tracheiden durch besonders grosse oder durch besonders zahlreiche Tüpfel. Dieser Zusammenhang zwischen Leitparenchym und Gefässen und Tracheiden ist zuerst von Haberlandt physiologisch richtig gedeutet worden: „So wie im Sommer das Wasser mit den gelösten Nährsalzen vom Parenchym der funktionierenden Wurzeln in das leitende Röhrensystem gepresst wird und von hier aus als Transpirationsstrom in die assimilierenden Blätter gelangt, ebenso wird im Frühjahr gelöstes plastisches Baumaterial aus dem Holzparenchym und den Markstrahlen in das Wasserleitungssystem gepresst, um in demselben viel rascher, als es im Leitparenchym auf rein osmotischem Wege möglich wäre, den wachsenden Laub- und Blütensprossen zugeleitet zu werden. Wir haben es also hier mit einer Nebenfunktion des Wasserleitungssystems zu tun, welche allein die so rasche Entfaltung der Laub- und Blütenorgane im Frühjahr ermöglicht.“ Durch eingehende Untersuchungen A. Fischers wurde dies später bestätigt.

### 7. Die Jahresringbildung.

§ 18. Die gesamte, aus dem Cambium während einer Vegetationsperiode hervorgegangene Holzmasse bildet in der Regel einen „Jahresring“, so genannt nach der bekannten Querschnittsfigur. Mitunter kommen auch zwei, namentlich bei zweimaliger Belaubung in einem Sommer vor, oder der Jahresring unterbleibt infolge ungünstiger Ernährungsverhältnisse im mittleren und unteren Stammtteil unterdrückter Bäume, oder am untern Teil langer, schwach beblätterter Aeste. Die einzelnen Jahr-

ringe sind gewöhnlich deutlich gegen einander abgesetzt durch die Jahrringgrenze, welche besonders scharf bei den Nadelhölzern hervortritt. Die Cambialtätigkeit unserer Bäume ist keine kontinuierliche, sondern eine periodische, zum Teil bedingt durch klimatische Verhältnisse (Winterruhe). Aber diese Winterruhe des Baumlebens und das Wiedererwachen desselben im Frühjahr gibt uns als solches noch keine Erklärung der Ringbildung, wir kennen auch tropische Bäume mit Jahrringen und kurzer sommerlicher Ruhepause. Wäre das am Schlusse der Vegetationsperiode gebildete Holz, das Spätholz (unzweckmässig auch Herbstholz genannt) dem zu Beginn derselben, dem Frühholz (Frühlingsholz) im anatomischen Bau völlig gleich, dann entfiel jeder Grund für die Bildung einer Jahrringgrenze. Sie fehlt auch tatsächlich bei vielen tropischen Hölzern und ist bei manchen zerstreutporigen einheimischen im Stamm- und Astholz oft schwer, im Wurzelholz oft gar nicht zu erkennen. Die Cambialtätigkeit ist vor allem keine gleichmässige; sie ist zu Beginn der Vegetationsperiode eine besonders lebhaft und bildet da vor allem Leitgewebe, während sie im Sommer vorzugsweise mechanisches Gewebe bildet und im August im Holze unserer Bäume schon erlischt, nach der Rinde zu dagegen ihre Tätigkeit fortsetzt, so lange es die Witterung gestattet. Dies beruht auf inneren Ursachen und es ist als eine fixierte, erbliche Eigenschaft anzusehen, dass das Frühholz bei den meisten Holzarten dünnwandig und weitlumig, vielfach, bei den ringporigen Hölzern, reich an besonders weiten Gefässen ist, während das Spätholz sich im allgemeinen durch Dickwandigkeit und Englumigkeit seiner Elemente auszeichnet und die Gefässe bei den ringporigen Hölzern hier sehr viel kleiner und meist auch spärlicher sind. Bei den zerstreutporigen Hölzern sind die Gefässe meist über die ganze Ringbreite gleichmässig verteilt, im Frühholz nicht oder nicht viel grösser und höchstens etwas zahlreicher. Erblich ist es ferner, dass jede Holzart ihren spezifischen anatomischen Bau besitzt und meist ist in jedem einzelnen Jahrring zu erkennen, ob ein Holz ringporig oder zerstreutporig ist, wie die Gruppierung der Gefässe und Tracheiden, der Holzfasern, des Holzparenchyms, die Zusammensetzung, die Breite und Höhe der Markstrahlen beschaffen ist u. s. w., endlich ob etwa einzelne der im vorigen Paragraphen geschilderten Gewebeelemente fehlen; so fehlen den Coniferen regelmässige Gefässe und Holzfasern, den Eichen, Kastanien und Weissbuchen: Ersatzfasern, den Ahornarten und den Hollunderarten: die Holzfasern, zahlreichen Leguminosen, Weiden und Pappeln, den Eschen und Platanen: die Tracheiden. Verhältnismässig selten ist es, dass das Holz zweier Gattungen anatomisch schwer zu unterscheiden ist, während die verschiedenen Arten der nämlichen Gattung einander meist in weitgehendem Masse gleichen.

Die Breite der Jahresringe hängt ausser von inneren Ursachen, wonach raschwüchsige Holzarten im allgemeinen viel breitere Ringe ausbilden, als trügwüchsige, auch von einer ganzen Reihe äusserer Faktoren ab, unter denen die Ernährungsverhältnisse insofern eine wichtige Rolle spielen, als die Assimilationstätigkeit der Krone ja das Material für den Aufbau der Ringe liefert. Bekannt sind die engen Jahresringe der Bäume von der Baumgrenze im Hochgebirge und vor allem diejenigen von der Polargrenze sowie die breiten Ringe der auf sehr fruchtbarem und frischem Boden erwachsenen Bäume; bekannt ist ferner, dass der Baum im Freistand viel breitere Ringe erzeugt, als unter sonst gleichen Standortverhältnissen im Schutze, und hier der herrschende Baum wieder breitere als der unterdrückte hervorbringt. In den einander folgenden Jahren sind die Ringe oft von sehr verschiedener Breite beim gleichen Baumindividuum. So hat z. B. ein Maikäfer- oder ein Samenjahr schmale Ringe zur Folge, weil die Reservestoffe für die Bildung der neuen Blätter bezw. die Assimilationsprodukte für das Wachstum der Früchte in Anspruch genommen werden: bei der Buche



ist die Verminderung des Zuwachses in dem auf eine Vollmast folgenden Jahre sogar noch grösser. Lichtstellung hat eine Verbreiterung der Jahresringe zur Folge (Lichtungszuwachs), aber meist erst nach einigen Jahren ausser bei ganz jungen Bäumen, bezw. sehr gut entwickelter Krone. Von Einfluss auf die Ringbreite ist ferner die Lufttemperatur vor Beginn, während und nach Abschluss des Dickenwachstums, ebenso die Luftfeuchtigkeit, die Bewegung der Luft, die Niederschlagsmengen vor und während des Dickenwachstums unter Berücksichtigung der Durchlässigkeit des Bodens. Ebenso ist für die Verteilung des Dickenwachstums auf die einzelnen Teile des Baumes keineswegs die Verteilung der Nahrungstoffe massgebend und ebenso wenig für das prozentuale Verhältnis von Früh- und Spätholz, von leitendem und mechanischem Gewebe. Hiefür dürfte nach den Untersuchungen Schwendeners, Metzgers und Frank Schwarz die mechanische Beanspruchung der einzelnen Baumteile durch den Wind von ausschlaggebender Bedeutung sein, ebenso wie Zug- und Druckverhältnisse auch auf die Ausbildung von exzentrischen Jahresringen von Einfluss sind. Überall werden die Jahresringe da breiter, die mechanischen Elemente besser und reichlicher ausgebildet, wo es die Biegungs- oder Druckfestigkeit des Stammes oder der Aeste erfordert. Der Wind oder der mechanische Druck kann aber hier jedenfalls nur als auslösender Reiz wirken und dass verschiedene Holzarten, auf den gleichen Reiz verschieden reagieren und das Verhältnis von Ursache und Wirkung jedenfalls nicht so ganz einfach liegt, dürfte schon daraus erhellen, dass z. B. beim schiefstehenden Coniferenstamm, oder beim Coniferenast, die beide exzentrisch gebaut sind, die Druckseite (Unterseite) und besonders das Spätholz (= Druckholz, Rotholz) sowohl nach Menge wie Wandstärke der Zellen stärker entwickelt ist (Hypotropie, Hyponastie), bei den Laubbälzern dagegen die Oberseite (Epitropie, Epinastie), ohne dass dies aber absolut durchgreifend wäre, denn sogar der nämliche Ring kann bald nach oben, bald nach unten, bald nach der Seite verstärkt sein. Am Waldrand besitzen die Stämme gewöhnlich exzentrischen Bau mit der breiteren Seite nach aussen, bei engem Stand sind die Ringe an der einander genäherten Seite am schmalsten, an steilen Hängen zeigt die Bergseite den stärkeren Jahresring, in der Windrichtung zeigt sich vielfach eine Exzentrizität der Jahresringe und die schmalste Stelle auf der dem Wind-Stoss zugewendeten (Zug) Seite n. s. w. Beim Taxus und bei der Hainbuche ist dagegen die ungleiche Breite der Jahresringe auf verschiedenen Seiten des Querschnitts eine erbliche Eigenschaft (Spannrückigkeit). Früher Beginn der Vegetation fördert nach Frank Schwarz bei der Kiefer das Frühholz, später das Spätholz, das sich hier von Ende Juli an, vornehmlich im August, bildet. Bäume mit sehr grosser Krone und breiten Ringen haben ein geringes, solche mit mittlerer Krone ein grosses und solche mit kleiner Krone und schwachem Zuwachs das geringste Spätholzprozent; höhere Bäume haben ein grösseres, freistehende, weniger hohe ein geringes Spätholzprozent, was alles durch die früheren Ernährungstheorien nicht befriedigend erklärt werden kann, dagegen zweckmässig erscheint, wenn man sich den Baumstamm als Träger gleichen Widerstandes konstruiert denkt, nur an der Basis etwas verstärkt. Ganz abnorm ist das Maserholz gebaut, das seine Entstehung meist dem Auftreten massenhafter Adventivknospen verdanken dürfte, welche die Holzelemente von ihrem normalen Verlauf ablenken.

### 8. Die Verkernung.

§ 19. Der Stammquerschnitt ist bei den meisten Bäumen nicht gleichmässig gefärbt; gewöhnlich unterscheiden wir eine zentrale, meist dunkler gefärbte, ausschliess-

lich aus abgestorbenen Elementen bestehende Partie, den Kern, von einer meist wasserreicheren, weiss oder gelblichweiss gefärbten, reichlich lebende Zellen enthaltenden peripheren Partie, dem Splint. Besteht, was verhältnismässig selten der Fall, das ganze Holz aus Splint (z. B. *Acer Pseudoplatanus* und *platanoides*, *Buxus sempervirens*, *Betula alba* und *Populus tremula*), so nennt man solche Bäume Splintbäume, die anderen Kernbäume. Der Splint dient der Wasserleitung und als Reservestoffbehälter und zwar sind es gewöhnlich nur die äussersten, manchmal nur der äusserste Jahresring, welcher Wasser leitet, während die älteren Reservestoffe speichern. Die Dicke des Splints ist sehr verschieden, in den Wurzeln reicht er nach Durchmesser und Jahresringen im allgemeinen am weitesten nach innen; im Stamm ist er dicker als bei den Ästen, zählt aber dort mehr Jahresringe; bei der Kiefer kann er 25, ausnahmsweise sogar bis 80 Ringe umfassen, bei der Silberpappel sind es gewöhnlich nur 7. Die Grenze zwischen Splint und Kern folgt übrigens weder in verschiedener Höhe des Baumes und nicht einmal auf dem gleichen Querschnitt einem bestimmten Jahresring. Die Anbildung des Splintes scheint sich nach derjenigen der Krone zu richten; je grösser die Krone, desto breiter der Splint. Der echte Kern dient lediglich der Festigung. Nicht damit zu verwechseln ist der falsche Kern, Scheinkern oder Faulkern, wie er häufig von Wunden aus und wahrscheinlich auch durch Pilze verursacht, mit ganz unregelmässiger Begrenzung z. B. bei der Rotbuche auf manchen Standorten häufig ist. Das Material für die Verkernung wird wahrscheinlich von den lebenden Parenchymzellen und von den Markstrahlen geliefert, während man es früher für Umwandlungsprodukte der Membran hielt. Die Membran der verkernenden Elemente bleibt aber erhalten; nur die Lamina derselben sind durch Einlagerung der verschiedensten organischen Substanzen verstopft, wie Farbstoffe, harz- und gummiartige Körper, Gerbstoffe etc., die auch häufig in die Membran selbst infiltrieren. Bei manchen unserer Laubholzbäume, wie *Ulmus campestris*, *Celtis australis*, *Fagus tominalis* und *Fagus sylvatica* sind die Gefässe oft mit kohlenstoffreichem Kalk förmlich angefüllt. Bei der Robinie und bei der Eiche werden die Gefässe normaler Weise durch Thyllenbildung für die Wasserleitung unwegsam gemacht, wenn Parenchymzellen, welche an Gefässe angrenzen, die Schliesshäute der behöfteten Tüpfel jener in die Gefässlumina blasenartig hineinwölben, wo sich die eingedrunghenen Zellen teilen und mit einander verwachsen und das Gefässlumen schliesslich völlig verstopfen. Je dunkler ein Kernholz gefärbt ist, desto dauerhafter pflegt es zu sein; ist dagegen, wie bei manchen Weiden und der kanadischen Pappel das Kernholz nicht durch Schutzstoffe imprägniert, so fällt es leicht der Zersetzung anheim und solche Bäume werden leicht und früh hohl.

### III. Die Arbeitsleistungen des Baumes (Physiologie)<sup>6)</sup>.

Auf die Arbeitsleistungen der verschiedenen Organe des Baumes musste in vorstehendem schon vielfach Bezug genommen werden, wenn dieselben ihrem äusseren und inneren Bau nach wirklich als Organe charakterisiert werden sollten. Darum kann dieser Abschnitt um so kürzer ausfallen, der nur in grossen Umrisslinien die wichtigsten physiologischen Vorgänge schildern soll.

#### 1. Die Atmung.

§ 20. Die Atmung muss als der allgemeinste und fundamentalste

6) Vorzügliche, knappe Abrisse dieser Wissenschaft bieten z. B. das Wiesner'sche Lehrbuch p. 201—334, und das Strasburger'sche in der Darstellung von Noll p. 130—254.

Lebensprozess angesehen werden, denn alle lebenden Zellen atmen und zwar jederzeit, Tag und Nacht. Die Pflanzenatmung ist wie die tierische Atmung ein Oxydationsprozess, bei welchem hier der Hauptsache nach Kohlehydrate, manchmal auch Fette, zu Kohlensäure und Wasser verbrannt werden. Die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure ist der Menge des aufgenommenen Sauerstoffs gleich, die Fälle ausgenommen, in welchen ein Teil des aufgenommenen Sauerstoffs, z. B. bei der Keimung fetthaltiger Samen, bei der Umwandlung der sauerstoffärmeren Fette in die sauerstoffreicheren Kohlehydrate in den letzteren festgelegt wird. Da die Kohlehydrate und Fette chemische Verbindungen sind, welche von dem Luftsauerstoff unter gewöhnlichen Umständen nicht, bezw. nur schwer angegriffen werden, kann die Atmung, die „physiologische Oxydation“ jedenfalls kein ganz einfacher Vorgang sein. Sie ist eben eine Lebensäusserung des lebenden Protoplasmas, in welchem sie, wenn auch meist viel schwächer, auch bei Abschluss des freien Sauerstoffs als sog. „intramolekulare Atmung“ stattfindet, indem hier der erforderliche Sauerstoff aus den Molekülen der organischen Substanzen durch aussergewöhnliche Umsetzungen herausgerissen wird, ein Prozess, der natürlich auf die Dauer zum Zerfall des lebenden Protoplasmas führen muss, aber wahrscheinlich als die unmittelbare Veranlassung zur normalen Sauerstoffatmung anzusehen ist. Durch das Netzwerk engerer und weiterer luftführender Kanäle, das, wie wir früher gesehen, alle lebenden Zellen der Pflanzengewebe umgibt, findet der Luftsauerstoff überall Zutritt zu den lebenden Zellen und ebenso wird in diesen Interzellularen die bei der Atmung gebildete Kohlensäure nach aussen abgeleitet.

Die Intensität der Atmung ist eine sehr verschiedene. Am energischsten atmen wachsende Pflanzenteile, besonders in der Entfaltung begriffene Knospen und Blüten und keimende Samen, welche die Hälfte ihrer Trockensubstanz hierbei veratmen können. Ausserdem ist die Intensität der Atmung auch von der Lufttemperatur und dem Wassergehalt der lebenden Zellen abhängig; ruhende, sehr wasserarme Samen atmen am trägsten. Die Atmung der grünen, ausgewachsenen Laubblätter ist bei den verschiedenen Pflanzen sehr verschieden und schwankt im Verhältnis von 1:27.

Bei der Atmung wird organische Substanz zerstört, welche bei dem Assimilationsprozess synthetisch aufgebaut wurde; indes ist der Substanzverlust im allgemeinen ein relativ geringer, wie der Umstand zeigen möge, dass z. B. beim Kirschlorbeer 1 Stunde Assimilation das Material für 30 Stunden Atmung liefert. Die Atmung ist die notwendige Voraussetzung aller Lebensprozesse. Unterbleibt die normale Atmung, z. B. im sauerstofffreien Raum, so stehen sofort alle anderen Lebensprozesse still. Durch die Umsetzung chemischer Spannkraft (potentielle Energie) in lebendige Kraft (kinetische Energie) liefert die Atmung der Pflanze die Betriebskräfte für andere Lebensäusserungen.

## 2. Die Aufnahme des Wassers, der Aschenbestandteile und des Stickstoffs.

§ 21. Das Wasser spielt im Pflanzenleben eine nngemein vielseitige und wichtige Rolle; es durchtränkt alle organisierten Substanzen, die im Gegensatz zu den nicht organisierten quellungsfähig (inhibitionsfähig) sind, es dient zur Deckung des Transpirationsverlustes, zur Einführung der Aschenbestandteile, als Lösungs- und Transportmittel im Stoffwechsel, als direktes Nahrungsmittel zum Aufbau der organischen Substanzen und schliesslich zum Wachstum wie zur Festigung beim Turgor, worunter man die osmotische Druckkraft versteht, welche der Zellsaft, dank der in ihm gelösten Wasser anziehenden Substanzen auf Plasmahaut und Zellmembran ausübt. Unter solchem Druck stehende Zellen nennen wir turgescenent und nur im turgescenenten

Zustande sind die Zellen — von der Atmung, die auch in welkenden Pflanzenteilen kräftig fortgesetzt wird, abgesehen — zu energischen Lebensäusserungen befähigt. Durch den Turgor allein erhalten wachsende Pflanzenteile ihre Festigkeit. Der Gegensatz von turgescens ist welk.

Die Aufnahme des Wassers und der in ihm gelösten Aschenbestandteile erfolgt, wie wir früher gesehen haben, ausschliesslich durch die jüngsten Wurzeln, deren lebende Wurzelhaare als osmotische Apparate funktionieren und deren lebende Plasmahaut — und zwar an innerer und äusserer Hautschicht verschieden — eine Art Wahlvermögen den dargebotenen Aschenbestandteilen gegenüber besitzt, indem dieselbe für die meisten gelösten Substanzen viel weniger durchlässig ist als die Zellohaut, so dass dieselben nicht in den gleichen Mengenverhältnissen, in welchen sie im Bodenwasser gelöst sind, in die Wurzel eintreten. Ausserdem lösen die mit den Bodenpartikeln verwachsenen Wurzelhaare hier direkt noch Aschenbestandteile auf. Durch Diffusion von Zelle zu Zelle wandert das Wasser durch die Rindenzellen der jungen Wurzeln und wird schliesslich unter starkem osmotischem Druck in die Hohlräume der Gefässe und Tracheiden des Holzkörpers der Wurzel eingepresst.

Aschenanalysen verschiedener Baumteile und verschiedener Baumarten, wie sie in grosser Zahl ausgeführt worden sind, zeigen uns den Gesamtgehalt an Asche, wie die Zusammensetzung derselben. Besonders aschereich sind die Blätter und die Rinde, während das Holz aschenarm zu sein pflegt. Auf das Trockengewicht bezogen, schwankt die Aschenmenge der Coniferen nadeln zwischen 1.5 und 3.5% (1.3% Weymouthskiefer, ca. 2% Kiefer, ca. 3—3.5% Tanne und Fichte) und zwischen 3.8% (Erle und Hainbuche) und 8.7% (Akazie) und 9% (Esche), die Rindenasche zwischen 0.75% (Kiefer und Birke) ca. 1.5% bei der Fichte, 2% bei der Tanne, 3—4% bei Buche und Eiche und 8—9% bei Feldahorn und Ulme, mit grossen individuellen und ausserdem vom Alter, von Standortsverhältnissen etc. abhängigen Differenzen. Die Rindenasche ist stets sehr reich an Kieselsäure und Kalk, welch letzterer auch in der Asche der Blätter und des Holzes sehr reichlich vorzukommen pflegt. Der Aschengehalt des Holzes ist meist sehr gering, 0.3—0.4% bei den meisten Hölzern, selten weniger, ca. 0.2% bei Kiefer und Weymouthskiefer, oder mehr, 0.5% bei der Robinie. Die Aschenanalysen sagen aber nicht viel aus über das Aschenbedürfnis der Holzarten, ausser wenn eine grosse Zahl solcher vorliegt und sie sagen vor allem nicht viel über das Bedürfnis an den einzelnen Aschenbestandteilen. Tatsächlich sind die meisten Elemente schon in Pflanzenaschen gefunden worden.

Durch die Methode der sog. Wasserkultur ist von Sachs, Nobbe u. a. festgestellt, dass zur vollständigen Ernährung der grünen Pflanze aus dem Boden, Kalium, Calcium, Magnesium und Eisen sowie Stickstoff, Schwefel und Phosphor genügen, während alle andern in den Pflanzenaschen gefundenen Elemente entbehrt werden können. Der Kohlenstoff der Pflanze stammt nicht aus dem Boden, wie die alte Humustheorie annahm. Die Form, in welcher diese Grundstoffe aufgenommen werden, ist die kiesel-saurer, kohlen-saurer, schwefel-saurer, phosphor-saurer und salpeter-saurer Salze. Wenn man den oben erwähnten unentbehrlichen Elementen Silicium (in der Form von Kiesel-säure), Chlor und Natrium als nützliche, die übrigen als entbehrliche gegenüberstellte, so ist dies nur cum grano salis für die tatsächlichen Verhältnisse richtig, seitdem wir den Salz hunger der Pflanze kennen und wissen, dass das Plasma seine volle osmotische Arbeitskraft erst bei einem Aschenminimum, beim Hafer z. B. von 3%, entfaltet, wovon aber nur rund 2% auf obige unentbehrliche Grundstoffe zu kommen brauchen, das letzte Drittel somit anderweitig durch an und für sich bedeutungslose Aschenbestandteile gedeckt

werden kann. Kalk ist viel weniger eigentlicher Nährstoff als indirektes Düngemittel, das wichtige Stoffmengen im Boden vermittelt und die beim Stoffwechsel der Pflanze in erheblicher Menge entstehende giftige Oxalsäure bindet (die Krystalle, die wir in den Bäumen, namentlich in der Rinde und in den Blättern finden, sind sogar wie ausnahmslos Krystalle von oxalsaurem Kalk). Der Stickstoff, der ca. 16% der Eiweiss-substanzen ausmacht, ist einer der wertvollsten Bodennährstoffe; er wird von den Pflanzenwurzeln wahrscheinlich nur in Form von salpetersauren Salzen aufgenommen. Das Material hierfür rührt, da wir keine salpetersauren Mineralien im Waldboden haben, teils von der Zersetzung organischer Substanz her, teils wird es mit den atmosphärischen Niederschlägen als Salpetersäure und Ammoniak zugeführt, teils wird der freie Stickstoff der Atmosphäre durch die Wurzelknöllchen der Schmetterlingsblütler (Robinie) oder durch gewisse frei lebende Bakterien (*Clostridium Pasteurianum*) in organische stickstoffhaltige Substanz übergeführt. Anschliesslich auf Bakterientätigkeit ist auch die Ueberführung des bei der Verwesung gebildeten Ammoniaks in salpetrige Säure (Nitritbildner) und dieser in Salpetersäure (Nitratbildner) zurückzuführen, während zahlreiche andere Arten dieser niedersten Lebewesen die Fäulnis- und Zersetzungsprozesse der abgefallenen Pflanzenteile vermitteln und so deren Substanz wieder in eine für die Pflanze aufnehmbare Form bringen.

### 3. Die Leitung und Abgabe des Wassers. (Der Transpirationsstrom.)

§ 22. Den Anstoss zu der Wasserbewegung im Baumkörper, die man darum auch Transpirationsstrom nennt, gibt zweifelsohne die Transpiration, speziell die Verdunstung der Blätter, welche Platz für nachrückendes, neues Wasser schafft. Die Transpiration geht so vor sich, dass Wasserdampf aus den Interzellularräumen des Blattes durch die Spaltöffnungen in die trockenere Aussenluft entweicht. In die Interzellularräume verdunstet dann sofort Inbibitionswasser aus den Zellwänden der an dieselben angrenzenden Zellen. Dieser Inbibitionsverlust wird aus dem Zellinhalt gedeckt, wodurch in der Zelle osmotische Kräfte frei werden, die alsbald den weiter nach Innen gelegenen Zellen Wasser entreissen. Diese letzteren Zellen decken ihren Wasserverlust aus den Tracheiden der überall im Blatt verteilten Gefässbündelendigungen, wodurch der Transpirationsstrom im Gefässsystem in Bewegung gesetzt wird. Bei der raschen Massenbewegung, um welche es sich hier handelt, spielt die Bewegung des Inbibitionswassers im Holz (Inbibitionstheorie), die Diffusion des Wassers von Zelle zu Zelle in den lebenden Elementen, wegen zu geringer Schnelligkeit und Ausgiebigkeit jedenfalls nur eine untergeordnete Rolle; die Elemente der Rinde kommen überhaupt nicht in Betracht, weil ringsum geringelte Bäume, bei welchen sich das Wasser nur im Holzkörper bewegen kann, ungestört weiter transpirieren. Es kann heute als sicher angesehen werden, dass sich der Transpirationsstrom nur in den Hohlräumen der Gefässe und Tracheiden bewegt und hier auch nur in den äussersten Jahresringen. Der Nutzen weiter Gefässe im Frühholze ringporiger Hölzer leuchtet dann ohne weiteres ein; es werden so der Länge nach direkt zusammenhängende, weite Wasserbahnen geschaffen, die das Wasser von den aufnehmenden Wurzeln bis zu den einjährigen Zweigen und deren Blättern auf dem kürzesten Wege leiten. Bei den Coniferen, die der Gefässe entbehren, setzen die Schliesshäute der Hofspindel der Filtration des Wassers keinen nennenswerten Widerstand entgegen. Durch den Transpirationsstrom werden vor allem die Aschenbestandteile nach den Verbrauchsorten, den Blättern, geschafft, wo sie, da nur reines Wasser verdunstet, zurückbleiben und beim Aufbau der organischen Substanzen verarbeitet werden. Dies dürfte der Hauptzweck der Transpiration sein, da

das Bodenwasser kaum mehr Aschenbestandteile enthält als reines Trinkwasser. Ueber die Wasserbewegung und die dabei tätigen Kräfte, welche das Wasser bis in die höchsten Baumwipfel emporheben (Wurzeldruck, Mitwirkung lebender Zellen durch Diffusion, Druck und Saugung, Imbibition, Kapillarität, Saugkraft der Transpiration und Kohäsion des Wassers) sind eine ganze Anzahl von Theorien aufgestellt worden, doch ist die Erscheinung bis dato noch keineswegs in völlig befriedigender Weise erklärt. Nur das ist durch Strasburgers Untersuchungen festgestellt, dass das Wasser auch ohne jegliche Mitwirkung lebender Zellen über 30 m. in Holzpflanzen aufsteigen kann.

Der Wassergehalt der Bäume geht mit dem Verbrauch und mit dem Bedürfnis nicht parallel; er beträgt, je nach Art und Individuum, zwischen 30 und 60% und schwankt auch, je nach Jahreszeit, bei der gleichen Holzart und dem gleichen Individuum innerhalb viel engerer Grenzen. Die Transpiration wird begünstigt durch grosse Blattfläche, dünne Cuticula, zahlreiche Spaltöffnungen, ferner durch Trockenheit und Wärme der Luft und ganz besonders durch den Wind; die starke Begünstigung der Transpiration durch das Licht wird durch den Einfluss desselben auf die Blattstruktur nahezu wieder aufgehoben. Die Transpiration wird herabgesetzt durch kleine Blattfläche, dicke Cuticula, benetzbare Oberfläche, spärliche, namentlich vertieft liegende Spaltöffnungen, durch Kälte der Luft wie des Bodens und namentlich durch hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Der Wasserverbrauch hängt indessen nicht nur von den die Verdunstung begünstigenden und hemmenden Faktoren, sondern auch von der Wasserzufuhr ab, indem bei reichlicher Wasserzufuhr sehr viel reichlichere Transpiration stattfindet als bei spärlicher, was die Regulierung des Wasserverbrauchs durch die Schliesszellen der Spaltöffnungen, die hier allein in Frage kommen kann, in schönster Weise illustriert. Die Transpiration der Nadelhölzer verhält sich zu der der Laubhölzer etwa wie 1:10 bei spärlicher, wie 1:6 oder 7 bei reichlicher Wasserzufuhr. Zur Bildung von 100 gr lufttrockener Blattsubstanz verbraucht nach den eingehenden Untersuchungen von v. Höhnels<sup>7)</sup> in runden Zahlen (als Durchschnittszahl von 3 Vegetationsperioden) Lärche und Linde ca. 100, Esche 85, Birke 81, Rotbuche 75, Hainbuche 73, Ulme 66, Bergahorn 58, Stiel- und Traubeneiche 54, Spitzahorn 53, Fichte 13½, Kiefer 9½, Tanne 7 und Schwarzkiefer 6½ Liter Wasser. Mit den Erfahrungen der Praxis, den Ansprüchen der einzelnen Holzarten an Bodenfeuchtigkeit, stimmen diese Versuchszahlen nicht durchweg, weil hier noch die flache oder tiefe Bewurzelung als sehr wesentliches Moment zu berücksichtigen ist und darnach die sehr flachwarzelnde, nur die obersten Bodenschichten auszunutzende Fichte hinsichtlich der Feuchtigkeitsansprüche vor der tiefer wurzelnden Eiche rangiert. Die absoluten Transpirationsmengen mögen gleichfalls an einem Beispiel von Höhnel erläutert werden. Eine grosse freistehende Birke, deren Krone ca. 30 □ M. beschattete und 200000 Blätter trug, mit einem Frischgewicht von 21,4 Kilo (= rund 11 Kilo Trockengewicht), verdunstet an einem sehr heissen Tage 300—400 Liter, an einem Regentage vielleicht nur 8—10, im Durchschnitt 60—70 Liter pro Tag, in der ganzen Vegetationsperiode rund 9000 Liter. Ein Hektar 115jähriger Buchenhochwald verdunstet täglich 25000 bis 30000 Liter.

#### 4. Die Aneignung des Kohlenstoffs. (Die Assimilation.)

##### § 23. Der gesamte Kohlenstoff der grünen Pflanzen, der in einem Baumstamm

7) v. Höhnel, Ueber die Transpiration der forstl. Holzgewächse. Aus den Mitt. aus d. forstl. Versuchsw. Oesterreichs Bd. II. Heft 1 u. 3. 1879 u. 1880. 44 u. 24 p. 4<sup>o</sup>; Ders., Ueber d. Wasserbedürfnis d. Wälder (Centralb. f. d. ges. Forstw. 1884. p. 387—409).

ungefähr die Hälfte des Trockengewichtes ausmacht, stammt ausschliesslich von dem Kohlensäuregehalt der Luft ab, der relativ zwar sehr gering ist (0,033%), der aber vermöge der Diffusionsgeschwindigkeit der Gase in der Umgebung der assimilierenden Organe sofort nach Verbrauch wieder ersetzt wird. Die absolute Menge des Kohlenstoffs in der Atmosphäre ist eine sehr beträchtliche; man hat den Kohlensäuregehalt derselben auf ca. 3000 Billionen Kilo berechnet, was ca. 800 Billionen Kilo Kohlenstoff entspricht. Die Assimilation, die Synthese von Kohlehydraten aus Kohlensäure und Wasser, ist ein der Atmung direkt entgegengesetzter, in seinen Details noch nicht aufgeklärter physiologischer Prozess, bei welchem das Volumen des frei werdenden Sauerstoffs demjenigen der zerlegten Kohlensäure gleich ist. Die Spaltung der Kohlensäure findet nur in den grünen Zellen und nur bei Gegenwart von Licht statt; die rotgelbe Hälfte des Spektrums ist dabei weitaus am wirksamsten. Als erstes sichtbares Assimilationsprodukt wird Stärke in den Chlorophyllkörnern gebildet, der aber wohl zweifelsohne einfachere chemische Verbindungen vorausgehen. Die Chlorophyllkörner sind die Organe des lebenden Protoplasmas, welche ohne merkliche Abnutzung unter Benutzung der Energie der Sonnenstrahlen diese Synthese vermitteln. Die aesehuliche chemische Arbeit, welche hierbei geleistet wird, wird in Form von chemischen Spannkraften in den erzeugten Kohlehydraten aufgespeichert. Die äusseren Bedingungen der Assimilation sind: Licht, Wärme und genügende Zufuhr von Wasser und mineralischen Nährstoffen, die innern: ausgiebige Ableitung der Assimilate. Die gleichen Blattflächen bilden bei verschiedenen Holzarten und selbst bei verschiedenen Individuen der gleichen Art unter gleichen Bedingungen ungleiche Mengen von Assimilationsprodukten (spezifische Assimilationsenergie). Die Ursachen der letzteren liegen teils in der Zahl und Grösse der Chlorophyllkörner in der Zelle, teils in der reichlicheren oder spärlicheren Entwicklung des Durchlüftungssystems (Interzellularräume), jedenfalls aber auch in der energischeren oder minder energischen Tätigkeit der Chlorophyllkörner selbst, die wieder in engster Beziehung zu der spezifischen Struktur des Protoplasmas steht.

Der Lichtgenuss des einzelnen Blattes hängt sehr von seiner Stellung gegen das einfallende Licht, von der Stellung des Blattes in der Baumkrone und von der Lichtstellung des ganzen Bannes ab (Freistand, Raudstand oder geschlossener Stand). Im Innern der Krone einer Buche im Buchenwald beträgt nach Wiesner<sup>8)</sup> der tatsächliche Lichtgenuss eines Blattes nur  $\frac{1}{36}$  des gesamten Tageslichts an der Peripherie und er kann selbst bis  $\frac{1}{100}$  herabgehen. Dazu kommt noch der Lichtverlust durch Reflexion an der Blattoberfläche. In dichtbelaubten Bäumen ist die Lichtintensität im Innern der Krone um Mittag am geringsten, weil da die transversal-heliotropisch gestellten Blätter das meiste Licht zurückhalten. Das Licht, welches ins Innere der Krone gelangt, ist zum grössten Teile nicht durch die Blätter hindurchgegangen, sondern durch die Lücken zwischen denselben; nur deshalb vermögen die Blätter im Innern der Krone überhaupt noch zu assimilieren, weil Licht, auch wenn es nur ein einziges Blatt passiert hat, für die Assimilationsarbeit zu sehr abgeschwächt ist. Bei derartigen Verhältnissen sind unsere Bäume auf mehr oder weniger abgeschwächtes, namentlich auf diffuses Licht abgestimmt. Solche Bäume, welche nur bei stärkerem Lichtgenusse gut gedeihen und sehr empfindlich gegen seitliche Beschattung (Seitendruck) und Beschattung von oben (Überschirmung) sind (Lärche, Kiefer, Birke, Aspe, Erle, Esche), nennt man Lichtholzarten, solche, die starke Beschattung ertragen

8) Wiesner, Der Lichtwuchs der Holzgewächse (Centralb. f. d. ges. Forstw. 1897. 14 p. 8<sup>o</sup>).

(vor allem Buche und Tanne, einigermaßen auch Fichte, Weissbuche und Linde) Schattenholzarten. Je günstiger übrigens die Standorts- und Bodenverhältnisse sind, desto höher ist im allgemeinen auch das Schattenertragnis der einzelnen Holzarten und umgekehrt. Wenn der bessere Standort bei gleichen Beleuchtungsverhältnissen mehr Holzmasse produziert als der geringere, so hat dies nach Th. Hartig seinen Grund darin, dass auf letzterem die Blätter mangels genügender Nährsalzzufuhr nicht mit voller Energie arbeiten.

### 5. Stoffwandlungen und Stoffwanderungen.

§ 24. Die Ableitung der Assimilate aus den Blättern, wobei die Stärke, um diffusionsfähig zu werden, stets in Zucker verwandelt wird, und dieser, um die Diffusion im Gange zu erhalten, vorübergehend in den aufnehmenden Zellen wieder zu Stärke wird (Wanderstärke), wird durch Wärme sehr begünstigt; an sehr heißen Tagen kann es darum gelegentlich überhaupt nicht zur normalen Stärkeanhäufung in den Blättern kommen. In der Nacht entleeren sich die Blätter völlig von Stärke. Wahrscheinlich werden aus den assimilierten Kohlehydraten und den aufgenommenen Nährsalzen schon in den Blättern Eiweissverbindungen und andere organische Substanzen gebildet, die übrigens ihrer Entstehung nach vom Lichte unabhängig, zum Teil auch in den Wurzelzellen, in der Rinde und im Cambium gebildet werden können, wie denn von den grünen Rindenzellen selbstverständlich auch assimiliert wird. Die Eiweisskörper müssen, um wasserlöslich und diffusionsfähig zu werden, in Amide umgewandelt werden; nur in den Siebröhren können die Eiweisskörper als solche wandern. Durch die Siebteile der Blattnerven wandern die Assimilate und Eiweisskörper in die Rinde und hier abwärts bis zu den Wurzeln, um diesen und dem Cambium die nötigen organischen Baustoffe zu liefern. Den Beweis für diese Abwärtswanderung in der Rinde liefern Ringelungsversuche, bei welchen an geringelten Stämmchen unterhalb der Ringelungsstelle, die die abwärtswandernden Assimilate nicht überschreiten können, jegliches Dickenwachstum unterbleibt, während es oberhalb derselben, wo sie sich stauen, um so kräftiger einsetzt. Von diesen, den Längsachsen der Organe parallelen Hauptbahnen dieser Stoffwanderung, gehen überall an der Rinde Nebenbahnen senkrecht ab (die Markstrahlen), welche die Baustoffe dem Cambium und dem Holze zuführen. Was für Atmung und Wachstum nicht verbraucht wird, speichern die lebenden Zellen der Rinde, die Markstrahlen und Holzparenchymzellen in Zweigen, Stamm und Wurzel als Reservestoffe für späteren Bedarf auf. Das Mark selbst ist bei unseren Holzgewächsen gewöhnlich stärkefrei, während die lebenden Elemente von Holz und Rinde im Herbst vollgestopft von Stärke zu sein pflegen (ausgereiftes Holz!) Aber schon im Spätherbst findet in der Rinde eine Auflösung der Stärke und Umwandlung in Zucker, zum Teil auch eine Auswanderung in das Holz statt, während, wie schon früher erwähnt, die Stärke im Holze vieler Weichhölzer vor Eintritt des Winters in fettes Öl verwandelt wird. Im Frühjahr, schon ca. Anfang März, wird die Stärke wieder regeneriert, dann in Zucker umgewandelt und gelangt als solcher mit anderen löslichen organischen Substanzen in die eigentlichen Wasserbahnen des Holzes, die Gefässe und Tracheiden (Blutungssaft), um rasch nach den Verbrauchsorten aufwärts geschafft zu werden und (im April und Mai) das Baumaterial für das Austreiben der Knospen zu liefern. Der grösste Teil der Reservestoffe im Holze wird übrigens für die Samenbildung aufgespeichert; so sind bei der Eiche die lebenden Zellen des Splints voll von Stärke, desgleichen bei der Rotbuche die 20 kassersten Jahresringe und dann, mit abnehmendem Reservestoffgehalt, noch ca. 30 weitere Ringe. Nur die Stärke der



beiden äussersten Ringe erfährt beim Austreiben der Triebe und Blätter eine Verminderung, die aber schon im Herbst wieder ausgeglichen ist. Ein volles Samenjahr verbraucht die ganzen im Holze der Buche aufgespeicherten Reservestoffe bis auf Spuren und Hartig macht die mehr oder weniger häufige Wiederkehr der Samenjahre bei der gleichen wie bei verschiedenen Holzarten von der Schnelligkeit abhängig, mit welcher sich die Reservestoffbehälter wieder füllen.

Die ziemlich allgemein verbreitete Ansicht von der herbstlichen Entleerung der Blätter, der Auswanderung von Kali und Phosphorsäure, der wertvollsten Aschenbestandteile kurz vor dem Laubfall, ist irrig und beruhte, wie Wehmer gezeigt hat, auf einer falschen Auslegung der Aschenanalysen. Es wurde nämlich eine solche Auswanderung aus der Abnahme des Prozentgehaltes der Reinasche an Kali und Phosphorsäure im Oktober und namentlich im November herausgelesen, während der absolute Gehalt von 1000 Blättern an Kali und Phosphorsäure, der hier allein massgebend sein kann, unter Berücksichtigung der Auslaugung, welche das abgestorbene Blatt schon am Baume und noch mehr nach dem Laubfall durch Regen und Tau erfährt, keine nennenswerte Abnahme aufweist.

## 6. Das Wachstum.

§ 25. Die 3 Phasen des Wachstums: embryonales Wachstum (und Organbildung), Streckung und innere Ausbildung sind, ebenso wie das sekundär Dickenwachstum, der Hauptsache nach schon in früheren Paragraphen erledigt worden. Nur bezüglich der Neubildung von Organen sei hier noch kurz auf die Adventivbildungen eingegangen, die namentlich aus Ueberwallungswülsten (bei Stecklinge und Stockausschlag) sowie aus verletzten und unverletzten Wurzeln (Wurzelbrut) entstehen können. Bei solchen Neubildungen zeigt sich eine *Korrelation*, d. h. eine gegenseitige Beziehung der Organe im gestaltenden Wachstum, indem vorzugsweise solche Organe gebildet werden, welche verloren gegangen sind oder welche, wie die assimilierenden Sprosse, für weitreichende und namentlich für verletzte Wurzeln gefährdet erscheinen. Zugleich zeigt sich bei der Anlage dieser neuen Organe auch eine *innere Polarität* des Mutterorgans, die von Sachs, Vöchting und Gübel studiert wurde. Wir können nämlich an jedem Steckling, an jedem Wurzelstück einen Spross- und einen Wurzelpol unterscheiden. Bei Stecklingen entstehen stets am morphologisch oberen (vorderen) Ende Sprosse, am unteren Wurzeln, bei Wurzeln umgekehrt am hinteren dem Mutterorgan zugewendeten Ende Sprosse, an dem der Wurzelspitze zugewendeten aber Wurzeln. Verkehrt eingesteckte Stecklinge wachsen nicht oder nur schlecht an. Ebenso sind bei Veredelungen nur ungleiche Pole zu normaler Vereinigung zu bringen. In ähnlicher Weise existiert bezüglich radialer und tangentialer Richtung auch eine seitliche Polarität.

In jeder Pflanze wird erheblich mehr organische Substanz produziert, als zum Wachstum Verwendung findet, weil bei der Atmung ein Teil derselben ja wieder zerstört wird. Das Wachstum ist nach *Schnelligkeit*, nach *Dauer* und nach *Wuchsrichtung* von inneren wie von äusseren Faktoren abhängig, unter letzteren namentlich von genügender Wasser- und Nahrungszufuhr, von Gegenwart von Sauerstoff (Atmung), von Schwerkraft, Licht, Wärme, Luft- und Bodenfeuchtigkeit. Die *Dauer* des Wachstums ist aus inneren Ursachen entweder begrenzt: Blätter, Blüten, Kurztriebe oder (theoretisch) unbegrenzt: bei den meisten Langtrieben. Die *Schnelligkeit* des Wachstums ist nach Art und Individuum verschieden (spezifische und individuelle Wachstumsenergie.) Nach dem zeitlichen Verlauf

des Wachstums unterscheidet man eine grosse Wachstumsperiode, bei welcher unter gleichen äusseren Bedingungen die Wachstumsgrösse mit kleinem Zuwachs beginnt, bis zu einem Maximum anschwillt und dann allmählich bis auf 0 sinkt und eine kleine oder tägliche Wachstumsperiode, welche unter dem Einflusse der sich ändernden äusseren Bedingungen auftritt.

Bei jedem Baume haben wir eine grosse Periode des Längen- und des Dicken-(Flächen-)wachstums zu unterscheiden. Im Wesen der grossen Periode liegt es, dass die Wachstumsenergie sich mit dem Alter eines Individuums ändert; auch verläuft die grosse Periode im Stamm anders als in den Seitenästen. Die Wachstumsenergie ist in der Jugend bei allen Holzarten im Leittrieb grösser als in den Seitenzweigen. Das kann dauernd so bleiben (Fichte); es kann später die Wachstumsenergie des Leittriebs rascher abnehmen als diejenige der Äeste, so dass beide annähernd gleich werden, wie bei der ca. 100—120 Jahre alten Kiefer, deren Krone sich schirmförmig abwölbt, sowie bei vielen Laubbölzern; es kann aber auch die Wachstumsenergie der obersten Seitenzweige schliesslich grösser werden als die des Leittriebs (Storchennest bei der alten Weisstanne). Ebenso existiert hier zweifellos eine Korrelation der Organe und Störung dieser Korrelation wie z. B. Entfernung des Gipfels einer Conifere ändert die Wachstumsenergie und Wuchsrichtung der obersten Äeste (Kandelaberbaum). Bei gleichen Standortverhältnissen erreichen die meisten Holzarten (besonders auffallend die Kiefer und Buche) im Schlusse eine beträchtlichere Höhe als im Freistand, obwohl sie hier reichlicher assimilirt, was auf eine Beeinflussung des Höhenwuchses durch Korrelationen und durch äussere Faktoren (Wind, Luftfeuchtigkeit) hinweist. Die Steigerung des Flächenwachstums steht nach Frank Schwarz bei der Kiefer mit der Energie des Längenwachstums insofern in einem gewissen Zusammenhang, als die rascheste Zunahme bei beiden zeitlich zusammenfällt, so dass wohl die gleichen Faktoren, welche das Längenwachstum beeinflussen, auch für die Steigerung des Dickenwachstums von Einfluss sind. Der Massenzuwachs erreicht dagegen, unterdrückte Bäume ausgenommen, sein Maximum viel später als der Höhenwuchs.

## 7. Die Reizbewegungen.

§ 26. Alle Organe des Baumes hängen an ihrer Basis mit anderen Pflanzenorganen zusammen und die Bewegungen, welche sie etwa ausführen, können darum nur Krümmungsbewegungen sein. Die Wuchsrichtung, welche die jungen Organe einschlagen, die Stellung, welche sie im fertigen Zustande einnehmen, ist keine zufällige, sondern eine fast stets von äusseren Faktoren, die als Reize wirken, abhängige. Dies setzt aber eine reizbare Struktur des Protoplasmas voraus, die wir uns gleichfalls als eine polare vorstellen müssen. Es handelt sich hier um keine einfache Abhängigkeit von äusseren Kräften, sondern die Reizwirkung besteht nur in der Auslösung bestimmter Wachstumsvorgänge, wobei verschiedene Organe unter dem Einfluss der gleichen Kraft ganz verschiedene Stellungen einnehmen, was man Anisotropie nennt, bei welcher sich die gleichen Korrelationen, die wir im vorigen Paragraphen kennen lernten, geltend machen. Der Ort der grössten Reizempfindlichkeit des Organs kann von dem Orte wahrnehmbarer Reizwirkung mehr oder weniger entfernt sein, da eine Fortleitung des Reizes von der Empfangnisstelle stattfindet, z. B. von der Wurzelspitze zur Krümmungsstelle.

Die Reizbewegungen bringen die Pflanzenorgane in die passendste Stellung zu ihrer Umgebung, z. B. Wurzel und Spross bei keimenden Samen. „Die Pflanze verwendet ihr Gefühl für den Reiz, z. B. die Schwerkraft,

in einer Weise zum eigenen Vorteil, die nur mit der intelligenten Handlung eines Tieres, nicht aber mit der Anziehung von Feilspähnen durch den Magneten verglichen werden kann\* (Reinke, Theoretische Biologie). „In dem geotropischen Verhalten einer Wurzel gibt sich nicht weniger ein zweckmässig handelnder Egoismus zu erkennen, als in der von ihr getroffenen Auswahl der Nährstoffe aus dem Substrat.“

Die Befähigung der Pflanzenorgane zu solchen Wachstumskrümmungen wird je nach der Natur des Reizes, von denen Licht und Schwerkraft weitaus die wichtigsten sind, Helio- oder Geotropismus genannt. Von minder wichtiger Bedeutung sind Hydro-, Chemo-, Aero-, Thermotropismus u. a. Stellt sich ein Organ in die Richtung des Reizes, so wird es orthotrop und positiv oder negativ heliotropisch etc. genannt, je nachdem es nach der Reizquelle zu, oder von derselben weg wächst; nimmt es eine schiefe Stellung ein, so heisst es *plagiotrop*, z. B. Seitenzweige und Seitenwurzeln; ein Spezialfall letzterer Stellung ist die *transversale*, z. B. bei unseren meisten Laubblättern.

Die Zone der Streckung ist diejenige Stelle, an welcher die Reizkrümmungen am raschesten und leichtesten ausgeführt werden; doch können sich auch ausgewachsene Organe noch krümmen, wie Blattstiele, oder mehrjährige Zweige, deren lebendes Cambium reizbar geblieben ist. Jedes Organ nimmt unter dem Einfluss des Lichtes und der Schwerkraft bei ungehinderter Entwicklung diejenige Stellung ein, welche unter den gegebenen Verhältnissen der Ruhelage seiner reizbaren Struktur entspricht. Jede Aenderung, infolge deren der Reiz das reizbare Organ in einer anderen Richtung trifft, als seiner Ruhelage entspricht, löst eine neue Reizbewegung aus. Der Verlauf einer solchen Bewegung ist von der Wachstumsenergie, der Reizempfindlichkeit (Alter) des Organs und der Abweichung von der Ruhelage abhängig. Wie verwickelt die Verhältnisse der Reizbewegung sind, geht n. a. daraus hervor, dass heliotropische Bewegungen im dunkeln oft noch längere Zeit fortgeführt werden (heliotropische Nachwirkung.)

Das Licht wirkt übrigens auch noch in anderer Weise, wie Wiesner und Jost gezeigt haben, indem es die Knospen weckt, die besser beleuchteten Zweige fördert (*Phototropie*) und so die Organe vornehmlich zur Entwicklung bringt, welche die vorteilhafteste Lichtstellung einnehmen. Für den Baum ist darum die *Phototropie* viel wichtiger als der *Heliotropismus*.

Die *windenden Stämme*, wie *Lonicera*, schlingen mittelst *Lateralgeotropismus*, der zunächst eine Flanke des sich streckenden Sprossendes reizt und diese zu langsamerer, die gegenüberliegende Seite zu stärkerem Wachstum veranlasst; dadurch wird, da immer neue Partien des reizbaren Sprossendes durch diese Bewegung in die reizbare Flankenstellung kommen, die Stütze in lockeren Windungen umschlungen. Später kommt dann negativer Geotropismus hinzu, der die Windungen aufrichtet und an die Stütze fest anpresst. Das Schlingen der *Ranken* (*Ampelopsis*) und *kletternden Blattstiele* (*Clematis*) dagegen erfolgt durch *Berührungszreiz*, indem die junge Ranke, der junge Blattstiel infolge der Berührung mit einer rauhen Stütze an der Berührungsstelle langsamer, an der gegenüberliegenden Seite rascher wächst und so die Stütze fest umwindet. Bei der Ranke pflanzt sich der Reiz auch nach den älteren Teilen fort und veranlasst deren spiralförmige Aufrollung und die Ausbildung mechanischer, verholzter Gewebe.

Die *Schlafbewegungen*, wie sie z. B. die Blätter der *Robinie* zeigen, sind keine Wachstumsbewegungen, sondern beruhen auf *Turgoränderungen* in der oberen und unteren Hälfte der Blattstielpolster, für welche Licht und Dunkelheit als Reize wirken.

#### IV. Die allgemeinen Bedingungen des Baumlebens.

§ 27. Genügende Wasserversorgung ist ausser hinreichender Wärme zur Vegetationszeit und geeigneten Bodenverhältnissen die massgebende Bedingung für die Ermöglichung des Baumwuchses, den wir als die vollkommenste Stufe der pflanzlichen Organisation ansehen. Schimper teilt nach den Einrichtungen für Wasseraufnahme und -Abgabe die Pflanzen in drei, natürlich durch Zwischenstufen verbundene Klassen ein: 1. Xerophyten (*ξερός* = trocken), die Bewohner physiologisch trockener Standorte, d. h. Gewächse mit erschwelter Wasserversorgung, einerlei ob dieselbe durch Trockenheit des Bodens oder durch Kälte, hohen Salzgehalt etc. bei nassem Boden bedingt ist; die Struktur solcher Pflanzen ist vornehmlich auf eine Verminderung der Wasserabgabe eingerichtet; 2. Hygrophyten, die Bewohner physiologisch nasser Standorte, welche die Gefahr des Vertrocknens ausschliessen; bei diesen Gewächsen finden wir Einrichtungen, welche die Wasserabgabe begünstigen und 3. Tropophyten (*τροπή* = Wechsel), deren Existenzbedingungen, je nach Jahreszeit, diejenigen der Xerophyten oder die der Hygrophyten sind. Die Mehrzahl unserer Bäume, vor allem die winterkahlen Arten, sind Tropophyten, d. h. in der Vegetationszeit Hygrophyten, während der winterlichen Ruhezeit im entlaubten Zustande Xerophyten, überall abgeschlossen durch Kork und dicke Cuticula; unsere sommergrünen Bäume haben hygrophile Laubblätter, aber xerophile Achsen und Knospenschuppen. Ein ächter Xerophyt dagegen ist unsere Kiefer. Von diesen drei Klassen sind Xerophyten und Tropophyten zweifellos nachträgliche Anpassungserscheinungen; darum stellen die Existenzbedingungen unserer mitteleuropäischen Wälder nur einen Spezialfall, freilich den für uns wichtigsten, des Baumlebens dar, sind aber für ein tieferes Verständnis des letzteren nicht ausreichend. Die Verhältnisse, unter denen die winterkahlen Laubbölzer und die Lärche sowie die immergrünen Coniferen bei uns leben, sind keine primären mehr, denn die Geologie lehrt uns, dass der Wechsel der Jahreszeiten und die Sonderung in klimatische Zonen Erscheinungen verhältnismässig jungen Datums sind, die sich erst im Laufe des nur ca. 3% der „organischen Erdgeschichte“ umfassenden Tertiärs entwickelten. In der Zeit von Kreide, Jura und Trias und noch früher existierten diese Zonenunterschiede nicht; damals herrschte, nach den Versteinerungen zu schliessen (z. B. Palmen in Grönland!), vom Aequator bis zu den Polen ein gleichmässig warmes und feuchtes Klima. Mit der fortschreitenden Abkühlung der Erde an den Polen und der im Beginn des Quartärs eingetretenen Eiszeit bildeten sich die klimatischen Zonen, mit welchen die für die heutige Verteilung der Pflanzen- und Tierwelt massgebenden Wanderungen und Anpassungen (Winterruhe, Fixierung des Laubabfalls, der Blütezeit etc. für bestimmte günstige Zeitpunkte) verknüpft sind. Ursprüngliche Verhältnisse, soweit wir heute noch von solchen sprechen können, finden wir nur noch in den Tropen und zwar speziell im sog. tropischen Regenwalde, wo hohe und gleichmässige Wärme, hohe Lichtintensität, sehr reichliche (2–4 m pro Jahr) und gleichmässig verteilte Niederschläge, grosse Luftfeuchtigkeit, die sich in der Nacht und in den Morgenstunden der Sättigung nähert, auf fruchtbarem Boden eine ungemessene Ueppigkeit des Baumwuchses entwickeln und das Bild hervorrufen, das man sich gewöhnlich unter dem Namen „Urwald“ vorstellt, obwohl dieser Begriff jeden ursprünglichen, sich selbst verjüngenden und von Eingriffen des Menschen leidlich unberührten Wald umfasst. Der tropische Regenwald ist ein Etagenwald, der sich bei allem Streben nach dem Licht durch möglichst weitgehende Ausnützung des Raumes auszeichnet, in dem die Stämme und Aeste bis in die Zweigspitzen mit zahllosen grünen Epiphyten besetzt

und oft fűrmlieh unter denselben versteekt sind und alle Bäume durch ein mächtiges Gewirr dünn- und dickstämmiger Schlingpflanzen (Lianen) zusammenhängen, in dem, wenigstens an den lichterem Stellen, der Boden ein reiches Unterholz und zahlreiche grossblättrige Kräuter trägt, so dass der ganze Wald vom Boden bis zum Gipfel eine dichte Laubmasse bildet. Viele Bäume entbehren hier der festen Blütezeit etc. und blühen und fruchten, bald reichlicher, bald spärlicher das ganze Jahr. Die Zahl der Gattungen und Arten von Holzpflanzen ist sehr viel grösser und erstreckt sich über zahlreiche Familien, von denen wir nur Kräuter kennen. Der Wechsel in der Gestalt der meist viel ärmlicher verzweigten Baumkronen, die Unterschiede in der Form und Stärke der Stämme, in Form, in Grösse und Färbung der Blätter sind sehr viel weitgehender und zahlreicher als bei uns. Das Profil eines solchen Waldes ist nicht eben, sondern zackig, entsprechend einer durchschnittlichen Baumhöhe von ca. 40—60 m, die Färbung der Oberfläche, von einer Bergspitze gesehen, ist nicht gleichmässig wie bei uns, sondern bietet ein wahres Farbenmosaik. Von diesem Bilde lippigster Fülle und kräftigsten Wuchses weichen eine ganze Anzahl von Waldformationen ab, die einer mehr oder weniger weitgehenden Verschlechterung der klimatischen Bedingungen ihren Charakter verdanken, grundverschieden sowohl unter einander, wie von unseren Wäldern: so die Farn-, die Bambusa-, die Palmenwälder der Tropen, so der subtropische und temperierte Regenwald (in Südlile z. B. mit nur 2—7° jährlicher Wärme), ferner der immergrüne Nadelwald ohne Winterruhe, der subtropische immergrüne Laubwald, ferner die durch hohen Salzgehalt des Bodens bedingten Formationen, wie Mangrovenwälder (tropische Küsten-Sumpfwälder), tropische Straudwälder, und die blattlosen Halophyten Centralasiens, endlich die durch trockenheisses Klima bedingten xerophytischen Laubwaldungen (sommerkahl und regengrün: die tropischen Laubwälder des Sudans mit Akazien und Baobab oder die Catingas Brasiliens mit Fassbäumen, Säulenacteen und Dorngebüsch, die fast 6 Monate blattlos sind und ihre Stämme z. T. zu mächtigen Wasserbehältern ausgebildet haben), so die blattlosen Casuarinawälder Ostjawas und der Sundainseln oder die schattenarmen, immergrünen Eucalyptswälder Australiens (Grasland mit riesigen Bäumen, deren Kronen sich in der Regel nicht berühren) u. a. m. Diese kurzen Bemerkungen mögen genügen, um die ausserordentliche Verschiedenheit der äusseren Bedingungen, unter welchen auf unserer Erde ein Baumwuchs möglich ist, anzudeuten und ebenso ist es bekannt, dass das winterkühle Laubholz und das immergrüne Nadelholz innerhålb zum Teil sehr weiter klimatischer Grenzen waldbildend gedeiht. Dabei sind freilich auseinander zu halten die Bedingungen, welche es dem Baumwuchs gestatten, das Leben im Sommer eben noch zu fristen, womit dem praktischen Forstmann wenig gedient ist, und die Bedingungen, welche möglichst günstige, d. h. ausgiebige Zuwachsverhältnisse gewåhren, was für ihn die Hauptsache ist, was von Holzart zu Holzart wechselt und ausserhalb unseres Rahmens fällt. — Bei aller Verschiedenheit im Einzelnen sind diesen so grundverschiedenen Klassen von Waldungen doch einzelne Momente gemeinsam<sup>9)</sup>. Der Baum befindet sich mit seiner assimilierenden und transpirierenden Oberfläche in grösserer Entfernung von den Wasservorråten des Bodens als der Strauch oder das Kraut; er vermag dieselben aber mittelst seines, wo es nötig, sehr tief gehenden Wurzelsystems in viel vollkommenerer Weise auszunutzen und braucht darum vor allem einen beständig feuchten Untergrund, wobei es zwar nicht für die einzelne Art, aber für das Baumleben an sich gleichgiltig ist, ob die Bodenfeuchtigkeit vom Regen oder Schnee oder von irdischem Gewässer herrührt, ob die Niederschläge häufig oder selten, ob sie wäh-

9) Weitere Details über Gehölzklima vergl. Schimper, Pflanzengeographie.

rend der Vegetations- oder während der Ruheperiode fallen. Je höher die Temperatur, desto höher das Wasserbedürfnis; während in den Tropen der hygrophile Baum mindestens 150 cm jährliche Regenmenge erfordert, begnügt er sich in kühleren temperierten Gebieten mit ca. 60 cm.

Grosse hygrophile Bäume bedürfen im belaubten Zustande einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80%, die nur wenige Stunden des Tages auf 60% sinken darf, während Xerophyten einige Zeit lang sogar 30% ertragen. Der Wind bedingt eine mächtige Zunahme der Transpiration und trockene und darum bei Frostwetter besonders stark austrocknende Winde sind es, wie Kihlmann gezeigt hat, die dem Baumwuchs in polaren Gegenden eine Grenze setzen, ganz ähnlich wie im Hochgebirge; was jenseits der Baumgrenze über die winterliche Schneedecke emporragt, vertrocknet. Spezielle Schutzvorrichtungen gegen Kälte gibt es nicht; die Widerstandsfähigkeit sehr niederen Temperaturen gegenüber ist eine spezifische Eigenschaft des Plasmas mancher Pflanzen. Alles, was man als solche Schutzeinrichtungen gedeutet hat, wie dicke Cuticula, Korkbildungen, Knospenschuppen, ist als Schutz gegen Trockenheit aufzufassen und die kältesten Orte der Erde Jakutsk ( $-62^{\circ}\text{C}$ .) und Werchojansk ( $-64^{\circ}$ ) liegen — im sibirischen Waldgebiet! Sie lehren uns, dass genügende Wärme und Luftfeuchtigkeit zur Vegetationszeit ein Baumleben ermöglichen, gleichgiltig, wie tief die Wintertemperaturen sinken. So hat das eben erwähnte Werchojansk folgende mittlere Monatstemperaturen: Oktober — 18,1, November — 39,7, Dezember — 48,4, Januar — 51,5, Februar — 46,2, März — 35,2, April — 15,8, Mai — 1,1 und Juni + 9,4. Juli + 15,6, August + 9,3 und September + 0,4.

Dem Optimum des Gehölzklimas entspricht der hygrophile Baum, den geringeren Graden des Gehölzklimas in absteigender Reihe der tropophile, der xerophile und das Niederholz. Baumfeindlich ist in höheren Breiten ein Klima mit trockenem Winter, in dem die Transpirationsverluste nicht gedeckt werden können.

## V. Die Baumgestalt und ihre Ursachen.

§ 28. Die sehr verschiedenen Höhen, welche die einzelnen Baumarten unter gleichen äusseren Verhältnissen und in der gleichen Zeit erreichen, der verschiedene Gang der grossen Wachstumsperiode von Stamm und Aesten bei der gleichen Holzart, die Grundform und Durchschnittsgrösse der einzelnen Organe, die Verzweigungsweise und Stärkeverhältnisse der Aeste und die Wuchsrichtung der Zweige, die Länge der Jahrestriebe, das Verhältnis von Lang- und Kurztrieben, die Blattstellung, der mehr oder weniger regelmässige Aufbau der Krone sind angeborene Eigenschaften und Merkmale, die von inneren Ursachen, von der spezifischen Molekularstruktur des Protoplasmas abhängen. Sie bedingen in ihrer Gesamtheit das, was wir als den *Habitus* einer Holzart bezeichnen, der natürlich auf den verschiedenen Altersstufen unserer Bäume mehr oder weniger verschieden ist. Als *Physiognomie* der Bäume<sup>10)</sup> habe ich die Modifikation dieser einzelnen Eigenschaften durch äussere Kräfte bezeichnet, unter denen Licht, Schwerkraft, Luft- und Bodenfeuchtigkeit, der Wind, Schneedruck und mancherlei Beschädigungen durch Naturgewalten, sowie durch Eingriffe von Tieren und von Menschenhand die Hauptrolle spielen. Vor allem ist die räumliche Stellung des Baumes von weitgehender Bedeutung für die Wirkung der genannten äusseren Faktoren, der freiständige Baum und der Baum im Schlusse verhalten sich in vielen

10) L. Klein, Die Physiognomie der mitteleuropäischen Waldbäume. Karlsruhe 1899. 26 p. 10 Tafeln 8°.

Punkten wesentlich verschieden. Der Baum im Freiland ist in der Regel kurzschäftig, abholzsig und vollkronig, der im Schlusse erwachsene dagegen langschäftig, vollholzsig und armkronig, entsprechend den viel günstigeren Belichtungs- und Ernährungsverhältnissen im Freiland und den ungünstigeren im Schlusse, weshalb die unteren Aeste hier viel früher und viel weiter hinauf als im Freiland aus Lichtmangel absterben und dann von den Atmosphärlilien und von Pilzen zerstört werden; der Baum „reinhigt sich“ von Aesten. Auf der anderen Seite wird der Baum im Freistande von dem Winde ganz anders in Anspruch genommen und muss darum bei seiner hier viel grösseren Krone auch viel grössere Stärke erhalten, da er, wie Metzger<sup>11)</sup> gezeigt hat, in allen Teilen stets als Träger gleichen Widerstandes gegen Bruch ausgebildet wird. Je feuchter die Luft, je günstiger der Lichtzutritt, desto weiter reicht die Krone beim Baume im Freiland herab, je breiter und schattender die Krone, desto höher reinigt sich der Schaft im allgemeinen auch im Freistande von Aesten unter Berücksichtigung des Lichtbedürfnisses überhaupt (Licht- oder Schattenholz). In der Krone bleibt von den zahlreichen Jahrestrieben, die sich jeweils im Frühjahr aus den Knospen entfalten, nur ein sehr bescheidener Teil im Laufe der Jahre am Leben, während die Mehrzahl aus Lichtmangel abstirbt; die so entstehende „physiologische Zweiganordnung“ kann die ursprüngliche morphologische später völlig verdecken. Einseitige Beleuchtung ruft eine stärkere Kronenentwicklung auf der Lichtseite hervor (Randbäume) und wirkt bei manchen Bäumen auch auf die Wuchsrichtung der Aeste, die sich unter dem Einflusse des Hinterlichtes sehr viel steiler aufrichten, als unter dem des viel intensiveren Vorderlichtes.

Von weitgehendem Einflusse auf die individuelle Baumphysiognomie ist ferner der Wind, insofern er teils mechanisch, teils austrocknend auf die Krone wirkt, bald peitschend und sog. „Fahnenwuchs“ = einseitige Kronenentwicklung, bald scheidend und die ihm zugekehrte Hälfte oder, in Hochlagen, die Gipfel der Krone zerstörend, bald drückend und den Stamm in nachgiebigem Boden schief legend. Spätfröste in Frostlöchern und Verbiss durch Wild und Weidevieh (Ziegen, Rindvieh) verändern die Gestalt der jungen Holzpflanze oft von Grund aus (Gaistaunli, Kubbuche), indem im Frühjahr oder Winter sämtliche oder fast sämtliche Langtriebe kurz über ihrer Basis abgefressen werden, dann an Stelle jedes Langtriebes mehrere kurze Ersatztriebe gebildet werden und die ganze Pflanze so eine dichtbuschige halbkugelige oder kegelförmige Gestalt bekommt und nur ganz langsam an Grösse zunimmt, bis, nach Jahrzehnten, ein oder einige Triebe den Tieren aus dem Manle gewachsen sind und sich fortan normal weiter entwickeln. Beeinflusst wird die individuelle Baumgestalt endlich durch Ersatztriebe (Sekundärwipfel), wie sie namentlich bei Coniferen, teils spontan, teils nach Gipfelverlust entstehen und die sog. Candelaberbäume hervorrufen, und selbstverständlich durch grobe mechanische Verletzungen überhaupt, sei es durch Naturgewalten wie Wind und Schnebruch, Schneedruck u. dergl. oder durch Eingriffe des Menschen, wie Aufschneiden, Köpfen oder auf den Stock setzen.

## 2. Die einzelnen Holzarten<sup>12)</sup>.

### A. Die Nadelhölzer.

§ 29. Unter den Nadelhölzern können nur 4 Gattungen *Picea* (Fichte), *Abies*

11) Metzger, Der Wind als massgeb. Faktor f. d. Wachstum der Bäume. Münchener forstl. Hefte III. 1893, vgl. auch V und VI. 1894.

12) Die Anordnung und Benennung der einzelnen Familien folgt dem von Engler verbesserten natürlichen System, wie das z. B. in Engler's Syllabus oder im Prantl-Pax'schen

(Tanne), *Larix* (Lärche) und *Pinus* (Kiefer) Anspruch auf hervorragende forstliche Bedeutung machen und von den 3 ersten derselben jeweils sogar nur eine einzige Art, während unter den Kiefern neben der gemeinen Kiefer auch die Schwarzkiefer und die Weymouthskiefer solche Ansprüche erheben dürfen. Demgemäss sollen in der nachfolgenden Darstellung diese wichtigsten Nadelholzbäume besonders eingehend charakterisiert werden. Alle andern im deutschen Walde vorkommenden Nadelhölzer werden entsprechend ihrer geringeren Bedeutung sich mit einer viel knapperen Charakteristik begnügen müssen und endlich sollen die wesentlich nur in Garten- und Parkanlagen angepflanzten ausländischen aber bei uns einigermassen winterharten Fichten, Tannen und Kiefern in allen wichtigeren, beziehungsweise durch hervorragende Schönheit ausgezeichneten Arten, namentlich auch, soweit sie zu forstlichen Anbauversuchen herangezogen wurden — aber mit Ausschluss der zahlreichen gärtnerischen Spielarten — hier aufgezählt und kurz beschrieben werden. Bei der Beschreibung der einzelnen Arten ist ansser den systematisch wichtigsten Merkmalen, welche aus der Bau der Zapfen liefert, vor allem auf solche Merkmale vegetativer Natur Wert gelegt worden, welche uns in den Stand setzen, auch beim Fehlen der Zapfen die einzelne Art, soweit dies möglich, mit Sicherheit und Leichtigkeit zu bestimmen. Die Länge der Nadeln variiert übrigens bei vielen Coniferen, von Varietäten ganz abgesehen, ausserordentlich je nach der Stellung am Baum, dem Alter des Baumes, den Standortverhältnissen und Ernährungsbedingungen und die gleiche Pflanze trägt oft, je nach Jahrgang, Nadeln von sehr verschiedener Länge.

Mit Ausnahme von *Taxus* gehören alle unsere Nadelhölzer der Familie *Pinaceae* an, welche durch den Besitz von Zapfen ausgezeichnet ist und bei uns durch 3 Tribus *Abietineae*, *Taxodieae* und *Cupressineae* vertreten ist.

### 1. Tribus *Abietineae*.

Nadeln, Staub- und Fruchtblätter spiralig angeordnet; Fruchtblätter tief 2teilig (Frucht- und Deckschuppe) Pollen meist mit Flugbläschen.

#### Die Fichten (*Picea*).

§ 30. Die Gattung ist im wesentlichen durch folgende Merkmale gekennzeichnet: Die „Zapfen“ stehen an der Spitze vorjähriger Zweige, zur Blütezeit aufrecht, bald nachher hängend. Nach der Samenreife zerfallen sie nicht, sondern bleiben noch lange Zeit an den Zweigen hängen und fallen später als Ganzes ab. Die Fruchtblätter sind flach und fast bis zur Basis gespalten in die aussenstehende schmale und kleine „Deckschuppe“, welche bis zur Samenreife verkümmert und in die innen stehende, scharfkantige „Fruchtschuppe“, die zur Reifezeit lederig ist. Die zahlreichen männlichen Blüten stehen zerstreut an vorjährigen Zweigen, achsel- oder endständig. Die Pollensäcke springen mit Längsspalt auf. Die Pollenkörner besitzten, wie bei den Tannen und Kiefern, seitlich je eine grosse Flugblase. Die Samenreife ist einjährig. Die Samen sind klein, geflügelt und lösen sich stets ganz von dem Flügel ab, welcher sie löffelartig deckt. Sämtliche Triebe sind Langtriebe, an denen die mehrjährigen Nadeln einzeln auf Blattkissen stehen, welche aus

Lehrbuche, ausführlich in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ dargestellt ist. Von einer Uebersicht über das natürliche Pflanzensystem musste hier abgesehen werden, weil zu viele grosse und wichtige Pflanzenfamilien, wie z. B. Gräser, Liliaceen, Umbelliferen, Labiaten, Compositen etc. etc. bei uns überhaupt nicht durch Holzpflanzen vertreten sind.

Die Einteilung der Laubbölzer in „Kätzchenträger“ und „kätzchenlose Laubbölzer“ geschah lediglich aus praktischen Rücksichten.



dem Rindenniveau stark vorspringen und durch scharfe Furchen von einander getrennt sind. Auf dem meist rhombischen Querschnitte zeigen die Nadeln zwei seitliche Harzgänge (beiderseits je einen) (mitunter fehlend). Nach dem Vertrocknen der Zweige fallen sämtliche Nadeln ab und die entnadelten Zweige erscheinen dann durch die spiralig angeordneten, dicht stehenden Blattkissen rauh wie eine grobe Feile. Die einjährigen Jahrestriebe tragen in den obersten Blattachsen gehäuft kräftige Knospen („Quirlknospen“), die im nächsten Jahre kräftige „Quirläste“ liefern, und ausserdem am Jahrestrieb zerstreut in einzelnen Blattachsen schwächere Knospen (Zwischenknospen), welche zu schwächeren Zweigen anwachsen. — Die Fichten sind immergrüne Waldbäume der nördlich gemäßigten Zone der alten wie der neuen Welt, ihr Stamm ist stets einheitlich, ihr Wuchs streng pyramidal, ihr Holz (vergl. *Picea excelsa*) führt stets Harzkanäle und das Kernholz ist stets ungefärbt.

1. Sektion *Eupicea*: Nadeln 4kantig, im Querschnitt abgerundet quadratisch oder von oben, seltener von der Seite zusammengedrückt, auf allen Seiten Spaltöffnungen tragend, reife Zapfen abwärts hängend.

§ 31. 1. *Picea excelsa* Link, die Fichte oder Rottanne (franz. *Epicéa*) ist nicht nur der forstlich wichtigste Nadelholz-, sondern der wichtigste deutsche Waldbaum überhaupt. Junge Triebe kahl oder spärlich kurzhaarig, hell rotgelb—rotbraun, Knospen kegelförmig spitz mit trockenhäutigen, harzlosen Schuppen. Blattkissen aufrecht abstehend, jederseits mit einer kleinen Beule, herablaufender Teil des Blattkissens lineal—parallelrandig. Die sehr vielgestaltigen Nadeln i. allgem. allseits glänzend dunkelgrün, gerade oder etwas gebogen, steif, knrz stachelspitzig stechend, 15—25 mm lang, 1 mm breit, dicht spiralig büstenförmig nach oben, an jungen Zweigen auch allseits schief abstehend, meist seitlich zusammengedrückt, die beiden oberen Flächen flach, die unteren mit je einer Längsrinne. Männliche Blüten vor dem Verstäben erdbeerfarben, nachher gelb, oft über die ganze Krone zerstreut, weibliche karminrot, in der Regel auf den oberen Teil beschränkt. Zapfen der normalen Formen 10—16 cm lang und 3—4 cm dick, vor der Reife hellgrün, seltener dunkelviolett. Samen 4—5 mm lang, inkl. des 3mal so langen rotgelben, glänzenden Flügels etwa 16 mm. 1 Kilo entflügelten Samens enthält<sup>13)</sup> 120000—150000, im Durchschnitt 135000 Samenkörner, ein Hektoliter 40—48, im Durchschnitt 44 Kilo. Von den noch mit den Flügeln versehenen Samen gehen 105000 bis 110000 auf das Kilo und 14—18, im Durchschnitt 16 Kilo auf das Hektoliter. Bei freiem Stande und unter normalen Verhältnissen pflügt die Fichte frühestens ca. im 30. häufig auch erst im 50., im Bestandesschlusse hingegen gewöhnlich nicht vor dem 60. bis 70. Lebensjahre<sup>13)</sup> Blüten und keimfähige Samen zu erzeugen und damit in das Alter der „Mannbarkeit“ einzutreten; auf sehr magerem, dürrern, sonuigem Boden können dagegen schon 15jährige Pflanzen Zapfen tragen, die aber meist keinen keimfähigen Samen enthalten. Mannbare Fichten blühen in der Regel nur in jedem 3. oder 5. Jahr oder in noch längeren Pausen. Die Häufigkeit solcher „Samenjahre“ ist in erster Linie durch den Standort bedingt; im Gebirge sind die Samenjahre seltener, etwa alle 7—8 Jahre. Der Beginn der Blütezeit fällt ungefähr mit dem Austreiben der neuen Nadeln zusammen oder auch wohl etwas früher und liegt im allgemeinen zwischen Ende April (im Süden) und Anfang—Mitte Juni (im Norden bzw. in hohen Lagen), am häufigsten im Mai. Der in Samenjahren überaus reichlich ge-

13) Diese, wie alle ähnlichen Angaben bei anderen Bäumen nach Hempel und Wilhelm l. c., die Angaben betr. periodischer Lebenserscheinungen und Alter auch nach Willkomm. Forstl. Flora 2. Aufl.

bildete Blütenstaub liegt oft dicht auf Pflanzen, Steinen und Wegen und hat Veranlassung zu der Sage vom „Schwefelregen“ gegeben. Die Zapfen, die schon im August ausgewachsen sind, reifen im Oktober, die Samen fliegen aber erst aus, wenn die zunächst noch fest zusammenschliessenden Zapfenschuppen sparrig auseinanderweichen, was selten im Spätwinter, wenigstens bei uns in Deutschland, geschieht. Gewöhnlich bleiben sie den Winter über geschlossen und öffnen sich erst im nächsten Frühjahr, ein Vorgang, der durch trockene Winde begünstigt wird. Die entleerten Zapfen fallen gewöhnlich noch im gleichen Jahre ab. Die Samen keimen, im Frühjahr gesät, 4—5 Wochen nach der Aussaat, die Keimkraft dauert etwa 3—4 (7) Jahre. Das Keimpflänzchen<sup>14)</sup> trägt einen Quirl von meist 8 (5—10) bogig aufwärts gekrümmten Keimnadeln (Cotyledonen), welche 15—17 mm lang werden, und fein zugespitzt, dreikantig, ohne Harzkanäle, an der oberen, dem „Knöschen“ zugewendeten Kante aufrecht sägezählig sind und sich bis ins 3. Jahr erhalten. Der 1. Jahrestrieb über den Keimblättern wird ca. 2—3 cm lang und trägt um ein Drittel kürzere, im Querschnitt stumpf rhombische Nadeln mit 2 kleinen Harzgängen in den Seitenkanten, die ansens mit Sägezähnen besetzt sind. Nicht selten unterbleibt die Triebbildung des 1. Jahres gänzlich und das Pflänzchen schliesst dann mit einer deutlichen Endknospe oberhalb der Keimblätter ab. Die Nadeln vom 3. Jahr haben glatte Ränder, vom 4. (gelegentlich auch 3.) Jahre an beginnt die Scheinquirlbildung durch starke am Ende des Jahrestriebs gehäufte Knospen. Am Gipfeltrieb wird die Endknospe von 3—7 Seitenknospen umgeben, welche sich rings um den Zweig verteilen, aber nicht genau in gleicher Höhe entspringen; an Seitenzweigen stehen gewöhnlich nur zwei starke Seitenknospen, eine nach rechts, eine nach links, von der Endknospe in der Regel ungleich entfernt, ebenso stehen hier die Zwischenknospen, so dass sich die Seitenzweige zunächst annähernd in einer Ebene verzweigen. Die Zweige erster Ordnung stehen bei der normalen Form wagrecht oder etwas gesenkt, die Rinde ist hellbraun, zuletzt rotbraun bis rötlichgrau und löst sich in dünnen Schuppen ab, die Borke wird selten stärker als 1 cm. Die Stämme sind schnurgerade, säulenförmig, nach oben stark sich verjüngend, und erreichen eine Höhe von 30—(50) m und bis zu 2 m Durchmesser. Die spitz pyramidale Krone reicht bei freiem Stand bis zum Boden und auch im Schlusse behält die Fichte ihre Aeste bis weit herab. Die Bewurzelung ist infolge Mangels einer Pfahlwurzel flach, „tellerförmig“ und der Baum infolge dessen der Gefahr des Windwurfes ausgesetzt. Bei günstigen Standorts- und Ernährungsverhältnissen bildet die Fichte im Stangenholzalter jeweils zahlreiche Zwischenknospen am Gipfeltrieb, die sich nicht selten schon im ersten Sommer zu „Nachschossen“ entwickeln und bis 20 cm Länge erreichen können. Die Periode des raschesten Höhenwuchses (Durchschnitt 0,3 Meter Längenzuwachs) fällt unter normalen Verhältnissen zwischen das 40. und 100. Jahr. Je nach Standort ist der Höhenwuchs mit 70—120 Jahren abgeschlossen. In Kulturwäldern überschreitet die Fichte selten ein Alter von 150 Jahren, während sie im Urwald und vereinzelt in den Alpen mehrhundertjähriges bis 1000 (1200) jähriges Alter erreichen kann bei sehr viel langsamerem Holzzuwachs. Die Lebensdauer der Nadeln ist bei der Fichte, wie bei den Coniferen überhaupt sehr von den Standortverhältnissen, insbesondere von der Luftfeuchtigkeit und Luftreinheit abhängig. Je grösser und je gleichmässiger die letzteren, desto länger bleiben die Nadeln am Leben, unter günstigen Umständen 5—7 Jahre.

Die Fichte verträgt das Beschneiden gut (in den Alpenländern werden die Fichten mitunter behufs Strengewinnung aufgeschneidelt!) und liefert so vorzügliches Material

14) Diese Angaben ausserdem nach T u b e n f, Samen, Früchte und Keimlinge.

für lebende Hecken und Zäune, die alljährlich verschnitten werden und später, sich selbst überlassen, noch zu normalen Bäumen auswachsen können.

Das Fichtenholz ist weisslich und in seinem ungefärbten Kerne nur durch den viel geringeren Wassergehalt vom Splintholze verschieden. Jahresringe durch das dunklere Spät-(Herbst)holz sehr deutlich. Mikroskopisch ist es durch seine Markstrahlen charakterisiert, welche zum grösseren Teil einreihig, zum kleineren mehrreihig sind; letztere zeigen im Tangentialschnitt in der Regel einen zentralen Harzgang (seltener 2), welcher, wie alle Harzgänge der Fichte, von ziemlich kleinen und vorwiegend dickwandigen Zellen umgeben ist. Holzparenchym kommt, ausser in der Umgebung der Harzgänge nicht vor, das Holz ist ausschliesslich aus Tracheiden aufgebaut, welche wie bei den andern Nadelhölzern auf den Radialwänden behöft getüpfelt sind. Im Radialschnitt zeigen die Markstrahlen eine Zusammensetzung aus tracheidalen Elementen und Parenchymzellen derart, dass die oberen und unteren Zellreihen, mitunter auch eine der mittleren Reihen aus Tracheiden bestehen, welche in der Gestalt den Parenchymzellen gleichen, aber behöft getüpfelt sind und meist durch mehrere Tüpfel mit den angrenzenden Tracheiden kommunizieren, während die meist zahlreicheren Parenchymzellen der Markstrahlen ringsum einfache Punkttüpfel führen. Letzteren entsprechen an den angrenzenden Tracheiden kleine Hoftüpfel mit schiefer, oft über den Rand des Hofes hinausgreifender Spalte. Die Innenfläche der Markstrahl-Tracheidenwand ist nicht selten fein gezähnt. Die Harzgänge des Holzes finden sich vorwiegend im Herbstholze. Spiralige Wandverdickungen finden sich nur in den Tracheiden des „Rot-“ und „Zugholzes“.

Das Verbreitungsgebiet der Fichte umfasst die östlichen Pyrenäen bis zum 42.°, die Alpen- und Karpathenländer, das südliche, mittlere und östliche Deutschland, die skandinavische Halbinsel bis zum 69.° und einen grossen Teil des europäischen Russlands mit Finnland und Lappland. Ostlich von Kasan geht sie in die sibirische Fichte (*P. obovata* Ledeb.) über. Bei keinem Waldbaum ist das Verbreitungsgebiet durch Kultur so über die Grenzen des natürlichen Vorkommens hinaus erweitert. In Spanien, Italien und Griechenland fehlt die Fichte. Auch der grösste Teil Frankreichs; die britischen und dänischen Inseln, Belgien und die Niederlande, Jütland, sowie der westliche und mittlere Teil der norddeutschen Tiefebene fallen ausserhalb ihres natürlichen Verbreitungsbezirks. Die Fichte ist die herrschende Holzart der deutschen Alpen, der schwäbisch-bayrischen Hochebene, des bayrischen und des böhmischen Waldes, des Erzgebirges, der Sudeten, des Fichtelgebirges, Thüringerwaldes und Harzes, sie nimmt starken Anteil an der Bestockung des Schwarzwalds und der Vogesen, bildet zu einem Drittel die Waldungen Ostpreussens, während sie im übrigen norddeutschen Flachlande und im Rheingebiet ziemlich selten ist.

Die Fichte verlangt zu gutem Gedeihen luftfeuchte Lagen und wegen ihrer flachen Bewurzelung ständig frischen Boden, an dessen Tiefgründigkeit sie keine Ansprüche stellt und ebenso ist sie hinsichtlich der Standortsgüte mit Ausnahme der noch genügsameren Kiefer unser anspruchlosestes Nadelholz. Sehr bescheiden ist sie auch in ihren Wärmeansprüchen; sie verlangt eine mittlere Julitemperatur von mindestens 10° und höchstens 19°. Darum findet sie im Westen und Süden ihres Verbreitungsgebietes die zusagendsten Standortverhältnisse im Gebirge, in welchem sie weit höher als die Tanne und die Buche emporsteigt (Harz bis 1000 m, Riesengebirge bis 1200 m, Schwarzwald bis 1400 m, bayrischer Wald bis 1500 m, nördliche Kalkalpen bis 1700 und 1800 m, Südtirol, Wallis und Engadin bis 2100 m). Sie ist ebenfalls eine ausgesprochene Schattenholzart, wenn ihr Schattenerträgnis auch nicht ganz so gross ist, wie dasjenige der Tanne.

Kein anderes Nadelholz variiert so stark wie die Fichte. Ueber ihre Formen existiert eine reiche Literatur<sup>15)</sup>. Nach dem Zapfenbau unterscheidet Schröter a) vier Abarten (Subspecies oder Varietäten) der Fichte, „werdende Arten, welche durch mehrere erbliche Merkmale von den anderen Individuen derselben Art verschieden sind, in grösserer Zahl in zusammenhängender Verbreitung auftreten und mit den anderen Abarten derselben Art durch nicht hybride Uebergänge verbunden sind“, b) nach Abnormitäten des Wuchses, der Rinde, der Nadeln und der Zapfen 15 Spielarten (lusus), „die aus der Gesamtheit derjenigen Individuen bestehen, welche durch erbliche Merkmale von den übrigen derselben Art abweichen, nur in kleiner Individuenzahl vereinzelt und an weit getrennten Orten unter den „normalen“ auftreten und meist nicht durch Uebergänge mit denselben verbunden sind“; sie verdanken ihre Entstehung einer sprunghaft einsetzenden Variation bei der Aussaat (Samenvariation) oder an einer Knospe (Knospenvariation); daher ihr von der typischen Art oft so auffallend verschiedenes Aussehen, ihre geringe Individuenzahl, ihr isoliertes Vorkommen und ihre durch starke Rückkreuzung geringe Vererbbarkeit. c) Endlich werden noch 14 verschiedene Wuchsformen aufgeführt und darunter die Gesamtheit derjenigen Individuen verstanden, welche sich durch ein nicht erbliches Merkmal von den übrigen unterscheiden. Dieses Merkmal verschwindet, wenn man das Individuum unter andere Bedingungen bringt und ebenso bei der Aussaat unter anderen Bedingungen.

a) Varietäten:

§ 32. a 1. *Picea excelsa* Link var. *obovata* Ledeb. Sibirische Fichte. Früher allgemein für eine eigene Art gehalten, ist aber mit der gewöhnlichen Fichte, mit deren Verbreitungsgebiet das ihrige unmittelbar zusammenhängt, durch allmähliche Uebergänge, die man als var. *fennica* Regel zusammenfassen kann, verbunden. Junge Triebe kahl oder schwach behaart. Nadeln meist stechend spitzig. Zapfen nur 4—7,5 cm lang mit breit eiförmigen oder fast herzförmigen Zapfenschuppen, die weich und biegsam, deren oberer, unbedeckter Teil stets gewölbt und deren Vorderrand stets ganz ist. — Von Nordostskandinavien durch das nördliche Russland und ganz Nordasien excl. Japan verbreitet, überwiegt sie an Massentafelung alle anderen Arten weitaus. Durch nahe Verwandte (*P. Morinda*) hat sie den Himalaya besiedelt und (*P. polita*, *P. Alcockiana*) Japan besetzt.

a 2. *Picea excelsa* var. *fennica* Regel. Finnische Fichte. Zapfen grösser als bei voriger, im Ural 5—9, in den Alpen —13, in der Ebene —19 cm lang. Schuppen verkehrt eiförmig, vorn mehr oder weniger abgerundet, aber stets fein gezähnt; oberer unbedeckter Teil der Schuppe flach oder gewölbt. Diese Var. kommt in zwei Subvarietäten: α) *medioxima* Nylander mit grünen und β) *alpestris* Brügger mit stark bereiften dicken Nadeln und hellgrauer Rinde vor. — In Asien vereinzelt, in Europa häufig in Russland und Skandinavien, zerstreut in Deutschland und der Schweiz.

a 3. *Picea excelsa* var. *europaea* Teplouchoff, die (typische) europäische Fichte, umfasst das Gros der mitteleuropäischen Fichten der Ebene und der Bergregion. Die Zapfenschuppen sind rhombisch, von der Mitte oder dem oberen Drittel an verschmälert, am Ende abgestumpft, ausgerandet oder gezähnt, aber

15) Die neueste und vollständigste Arbeit hierüber ist die treffliche Schrift von C. Schröter, Ueber die Vielgestaltigkeit der Fichte (Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrg. 43 1898, 130 p. mit 37 Abbildungen), an deren Schluss die ganze Literatur hierüber zusammengestellt ist. Die Variation der Fichte ist hier nach Schröter geschildert.

nicht plötzlich in eine Spitze wellig vorgezogen. Auch hier zwei Subvarietäten: *a*) *typica* mit dunkelgrünen, *β*) *coerulea* mit stark bereiften Nadeln.

**a 4.** *Picea excelsa* var. *acuminata* Beck v. Man. Dornfichte. Zapfenschuppen in eine lange, ausgerandete, aufgebogene Spitze plötzlich wellig verschmälert. — Häufig in Preussen, sonst selten.

#### b) Spielarten:

Bei der typischen Fichte stehen die Seitenäste erster Ordnung im oberen Teil des Stammes schief nach oben, im mittleren horizontal, im unteren mehr oder weniger schief abwärts, die Seitenäste zweiter Ordnung anfangs horizontal, später schief abwärts, zuletzt hängen sie, meist reichlich verzweigt, senkrecht abwärts. All diese Merkmale erfahren bei gewissen Spielarten eine auffallende Steigerung (1—4.)

**b 1.** *Lusus viminalis* Caspari. Hängefichte, am häufigsten in Skandinavien, sonst äusserst selten. Die Äste zweiter Ordnung zahlreich, sehr wenig verzweigt, sehr lang (3—6 m), schlaff und gerade herabhängend wie Peitschenschmüre, sehr biegsam, drehrund, dünn. Eine Zwischenform zwischen dieser und der gewöhnlichen Fichte scheint die „Zottelfichte“, auch „Schindeltanne“ genannt, der Alpen und der deutschen Mittelgebirge zu sein, die in den Alpen wie im Schwarzwalde neben gleichalterigen normalen Fichten durch ihre schlaff herabhängenden, schwächer verzweigten und etwas längeren Seitenzweige zweiter Ordnung auffällt, ohne aber den Typus der echten Hängefichte zu erreichen.

**b 2.** *Lusus pendula* Jacques et Héringq. Trauerfichte. Äusserst selten. Die meist auffallend dünnen Haupt- und Nebenäste hängen und liegen dem Stamm mehr oder weniger an, wodurch die meist tief herabreichende Krone säulenförmig wird. Der hängende Zustand der Äste reicht immer über die halbe Höhe des Stammes hinauf. Die jüngsten Äste können wieder horizontal ausgebreitet sein. Übergangsformen mit scharf abwärts gekrümmten Ästen von normaler Dicke und Verzweigung („Bengefichten“) kommen auch hier vor.

**b 3.** *Lusus erecta* Schröter. Vertikalfichte. Die Äste erster Ordnung wenden sich vom Grunde an steil nach oben; nur einmal in Livland gefunden. Hierher gehören wahrscheinlich auch diejenigen Candelaberfichten, deren Hauptstamm völlig unverletzt ist, wenigstens zum Teil.

Durch Knospenverkümmerng entstehen:

**b 4.** *Lusus virgata* Caspari. Schlangenfichte. Äste erster Ordnung spärlich und meist nicht in Quirlen, gar nicht oder spärlich verzweigt. In Deutschland äusserst selten, etwas häufiger in Skandinavien und in der Schweiz. Übergänge zur Normalform wie zur Hängefichte, Trauerfichte und astlosen Fichte bekannt.

**b 5.** *Lusus monstrosa* Loudon. Astlose Fichte (*monocaulis* Nördlinger). Maximum der Knospenverkümmerng; die ganze Pflanze stellt einen völlig astlosen Spieß dar mit verdickten Stellen an der Grenze der Jahrestriebe. Nadeln bis 34 mm und sehr lange bleibend. Nur einige male gefunden.

Trotz ihrer für den Kampf ums Dasein sehr unvorteilhaften Organisation können die astlosen Fichten bei geeigneter Pflege relativ beträchtliche Grösse etc. erreichen. Das älteste bekannte Exemplar, auf Isola bella hat — bei sorgsamer Pflege — ein Alter von ca. 60 Jahren und eine Höhe von 7 Metern erlangt, mit Jahrestrieben von 30—38 cm Länge in den letzten Jahren und einem Stammumfang von 6 cm. Die Lebensdauer der Nadeln beträgt bei dieser unnatürlichen Form 9—10 Jahre. (Briefliche Mitteilung von Pirota.)

Durch Knospenvermehrung entstehen die *polycladen* Formen:

b 6. *Lusus columnaris* Carrière. Säulenfichte. Krone schmal cylindrisch; an den kurzen, steifen, horizontalen oder wenig abwärts gebogenen Aesten erster Ordnung sitzen reichlich verzweigte dichte Büsche aus kurzen Trieben. Die schmalcylindrische Form der Krone kommt also auf ganz andere Weise als bei der Trauerfichte zustande. Wildwachsend nur aus der Schweiz in 6 Exemplaren bekannt. Alle zeigen den *columnaris*-Charakter erst in höherem Alter. Die untere Partie der Bäume ist normal.

b 7. *Lusus globosa* Berg. Kugelfichte, Hexenbesen-Fichte<sup>16)</sup>. Die ganze Gipfelregion eines sonst normal gewachsenen Baumes bildet einen riesigen „Hexenbesen“, wobei entweder die Hauptachse erhalten bleibt, aber alle Seitenäste sich in dicht gedrängte Hexenbesen umwandeln und der Gipfel einen breiten, niederen Kegel bildet, oder die Hauptachse löst sich selbst in einen grossen länglich kugeligen Hexenbesen auf. Hierher dürften meiner Ansicht nach auch die gewöhnlichen sehr verschiedenartigen Hexenbesen der Fichte zu stellen sein, die durch Variation einer Seitenknospe hervorgerufen werden.

b 8. *Lusus nana* Carrière (erweitert) Zwergfichte umfasst die zahllosen Formen zwergiger Fichten unserer Gärten und die wenigen aus dem Freien. Allen gemeinsam ist die Kürze der Triebe, die reiche, dicht stehende Verzweigung und die kurzen Nadeln. Die Gesamtform zeigt alle Uebergänge vom Kriechwuchs bis zum Kegel. Diese Formen wiederholen auf ganz spontanem Wege in ganz auffallender Weise die Formen der Polster- und Mattenfichte von der Baumgrenze und die Verbissformen.

b 9. *Lusus strigosa* Christ. Sparrfichte, mit ausserordentlich zahlreichen, nach allen Richtungen abstehenden Zweiglein, habituell der Lärche auffallend gleichend. Nur in der Schweiz gefunden.

Durch den Bau der Rinde unterscheiden sich:

b 10. *Lusus corticata* Sch. Dickrindige Fichte. Lärchenfichte. Rinde bis 9 cm dick, längsrissig, lärchen- oder kiefernähnlich, aber mit dem mikroskopischen Bau der Fichtenrinde. In Oesterreich, Deutschland und Schweiz einzig male gefunden.

b 11. *Lusus tuberculata* Schröter. Zizenfichte. Stamm wenigstens im unteren Teil mit kegel- oder zizenförmigen Korkwucherungen bedeckt, die bis 3 cm Höhe erreichen und aus abwechselnden Schichten von Schwammkork und Phelloid zusammengesetzt sind. Aeusserst selten; je zweimal in Oesterreich und in der Schweiz, einmal in Bayern gefunden.

Nach der Grösse der Nadeln unterscheiden sich:

b 12. *Lusus brevifolia* Cripps (wahrscheinlich identisch mit *lusus nana* Carr.) Nadeln nur 2—5,5 mm lang. Niedrige Büsche von 90 cm bis 1,80 m. Schweden, Finnland.

c 13. *Lusus* (oder var.?) *nigra* London. Nadelkissen dicht behaart, Nadeln derb, dunkelgrün, bis 18 mm lang und 1,5 mm dick, im Querschnitt fast quadratisch, mit säbelförmiger Krümmung und stumpfem Ende. Zweige auf der Oberseite büstenförmig benadelt. — Angeblich in Norwegen häufig, Erz- und Riesengebirge, wohl auch anderwärts; wahrscheinlich nur eine üppige Form der gewöhnlichen Fichte. Die „Doppel-

<sup>16)</sup> Schröter versteht diese Form mit einem Fragezeichen, weil der Hexenbesen der Fichte möglicherweise durch einen Pilz hervorgerufen sein könnte. Eine solche Ursache konnte hier, trotz allen Suchens bis dato noch nicht konstatiert werden und Schröter, wie auch Verf. auf Grund zahlreicher Untersuchungen, hält diesen Hexenbesen nur für eine Knospenvariation.

tannen<sup>2</sup> des Berliner Weihnachtsmarktes, die früher hierher gestellt wurden, sind nach Tubeuf<sup>17)</sup> nichts anderes als die Gipfel älterer Fichten!

Durch die Farbe der Nadeln sind charakterisiert:

b 14. *Lusus aurea* Carrière. Goldfichte, mit teilweise goldgelben Nadeln. Aeusserst selten.

b 15. *Lusus variegata* Carrière. Buntfichte, mit weissbunten Nadeln, wildwachsend in Finnland und Baden gefunden.

Durch Abänderungen im Zapfenbau ist charakterisiert:

b 16. *Lusus triloba* Ascherson und Gräbner, lappenschuppige Fichte. Zapfenschuppen wenigstens teilweise 3lappig. — Harz, Mähren, Schweiz.

Endlich treten bei der nordischen wie bei der gemeinen Fichte als Hemmungsbildungen auf 1. Krüppelzapfen, indem eine wechselnde Anzahl von Zapfenschuppen in ihrer oberen Hälfte mit einem scharfen Winkel nach aussen zurückgebrochen erscheint, der Samen reift normal; 2. „*squarrosa*“-Zapfen Jacobus (möglicherweise besondere Abart), mit sehr lang geschnäbelten, starkwelligen und sparrig abstehenden, weizengelben, dünnhäutigen Zapfenschuppen, so dass diese Zapfen völlig denen der Sitkafichte gleichen; 3. parasitäre Hemmungen an von Insektenlarven angefressenen Zapfen, deren kleinere und unebenere Schuppen sich nicht öffnen und deren Samen oft hohl sind.

Als ungenügend bekannte Abänderungen betrachtet Schröter die nach der Farbe der unreifen Zapfen unterschiedene rot- und grünzapfige Fichte, von welchen die grünzapfige Fichte sich später im Jahre entwickelt als die rotzapfige und viel lockerer gestellte Nadeln hat als die letztere; wahrscheinlich haben wir es mit einer „Frühform“ und einer „Spätform“ zu tun, die bei den meisten Fichtenvarietäten zu finden sein dürften (Saisondimorphismus.)

### c) Wuchsformen:

Die hierher gehörigen Formen sind entweder *Correlationsformen*, welche als Reaktion auf Verstümmelung entstehen, oder sie sind als *klimatische Reduktionsformen* aufzufassen. Durch wiederholten Knospenverlust, namentlich durch Verbeissen seitens der Ziegen, entsteht die in den Alpen überall verbreitete, aber auch anderswo, z. B. im Schwarzwald anzutreffende, *Verbissfichte*, das *Geistannli* oder *Grotze der Aelpler*, das 40—60 Jahre alt werden kann, ehe der Gipfel den Tieren aus dem Maule wächst und sich dann zum normalen Baume entwickelt; wachsen hierbei zwei Gipfel aus, so entsteht die *Zwillingsfichte*, drei und mehr, die *Garbenfichte*, deren Stämme später mehr oder weniger mit einander verwachsen. Die *Schnittelichte* ist eine künstliche Säulenform, hervorgebracht durch wiederholtes Aufschneiden der Fichten behufs Streugewinnung, die *Candelaberfichte*, in grossen freistehenden Exemplaren vielfach auch *Wettertanne* (vgl. auch bei Tanne) genannt, hat infolge des frühzeitigen Aufrichtens von Seitenästen erster und höherer Ordnung mehrere (bis ca. 20 und mehr) Sekundärwipfel. Der fast stets längere Hauptwipfel kann dabei erhalten oder gebrochen sein. Verliert ein schon erstarkter Baum sein oberes Stammende durch Schneebruch, Winddruck u. dergl., so können sich an seiner Stelle ältere Äste als Sekundärwipfel aufrichten und bilden dann ebenfalls eine *Candelaberfichte*. Ist eine Fichte durch Wind oder Schneedruck stark geneigt oder niedergelegt, aber nicht enturzelt, so kann eine ganze Reihe von Seitenästen sich zu Toch-

17) v. Tubeuf. Die Doppeltanne des Berliner Weihnachtsmarktes, Illustrierte Landw. Zeitung XX. No. 21. Ref. Bot. Centralbl. 1900 Bd. 83. p. 297.

terbäumen entwickeln (Harfenfichte). Gegen die Baumgrenze, im Norden wie im Gebirge, wird wiederholte Mehrwipfeligkeit, mit reduziertem Höhenwuchs verbunden, besonders an windoffenen Stellen immer häufiger und diese Krüppelformen mit weit ausgreifenden unteren Ästen lassen sich als Strauchfichten (incl. Willkomm's „Schneebruchsfichte“), zusammenfassen, an welche sich, bis jetzt nur im höchsten Norden beobachtet, die Polsterfichte, mit Stamm, ein meterhohes dichtes Polster bildend und die stamulose, im Rasen kriechende, aus angewurzelten ansläuferartigen Ästen bestehende Mattenfichte als Endglieder anschließen.

Die drei zuletzt geschilderten Wuchsformen verdanken der austrocknenden Wirkung des Windes, d. h. dem dadurch bedingten Triebverlust und der correlativ dadurch veranlassten Sprossvermehrung ihre Ausbildung. An der nördlichen Baumgrenze wie in Hochlagen entstehen durch Reduktion des Längenwachstums infolge geringer Wärmewirkung und Kürze der Vegetationsdauer als einwipfelige Grenzformen des hochstämmigen Baumwuchses die Spitzfichte mit langcylindrischer, schmaler, locker beasteter Krone, wenn nur die Seitentriebe verkürzt werden, und die der normalen Wuchsform entsprechende breitkonische Kegelfichte, wenn namentlich der Hauptstamm stark verkürzt ist. Bei der noch baumartigen Kegelfichte ist der Stamm sehr abholzbig, bis auf den Boden herab beastet, dicht und kurz benadelt.

Durch die Bodenbeschaffenheit werden in ihrem Wuchse modifiziert die Sumpf- oder Krummfichte (forma palustris Berg) und die Senkerfichte; verpflanzt man dieselben in guten Boden, so verlieren sie ihren abnormen Wuchs. Die in nassen Torfmooren Ostpreussens und Livlands vorkommende Sumpffichte ist dadurch ausgezeichnet, dass der Gipfeltrieb umgebogen oder hinunterwachsend ist und gleichzeitig auch alle Äste und Zweige sich abwärts neigen. Bei der Senkerfichte haben die untersten Äste Wurzel geschlagen und sich zu Tochterbäumen aufgerichtet. Hieran kann endlich die Stelzenfichte angeschlossen werden, die auf ihren Wurzeln wie auf Stelzen steht und in der Regel durch Anflug auf einem modernden Baumstumpfe entsteht.

Die Beziehung der durch die Eigenschaften ihres Holzes charakterisierten Haselfichte zu den oben aufgeführten Fichtenvarietäten ist durchaus unklar. Das Holz der Haselfichte hat fast gleichbreite schmale Jahresringe mit sehr schmaler Spätholzschicht und rel. breiter weisser Frühholzschicht; angeschlagen oder beim Riesen gibt der Stamm einen hellen, singenden, lang vibrierenden Ton von sich und eignet sich das Haselfichtenholz deshalb vorzüglich zu Resonanzböden musikalischer Instrumente. Bei einzelnen Haselfichten verlaufen die Jahresringe wellig, mit regelmässigen Einbuchtungen (Zargenholz). Wahrscheinlich kommt die Haselfichte überall im höheren Gebirg vereinzelt oder horstweise vor, namentlich unter den Zottelfichten.

Die Fichte ist der einzige europäische Vertreter der Sektion Eupicea. Häufiger angepflanzt findet man folgende amerikanischen und asiatischen Fichten:

§ 33. 2. *Picea alba* Link (*P. canadensis* Köhne). Schimmelfichte, nordamerikanische Weissfichte. Knospenschuppen kahl, junge Triebe kahl, graugrünlichweiss, an den Spitzen der Blattkissen oft schwach violett angehaucht. Nadeln dicht, bis 20 (selten 25) mm lang, im Querschnitt quadratisch, fast stets ohne Harzgänge, infolge starker Entwicklung der Spaltöffnungsreihen bläulich-graugrün, zerrieben aromatisch. (Bei besonders aromatischen Zweigen führt ein Teil der Nadeln oft 1—2 auffallend weite Harzgänge.) Zapfen 2—5,5 cm lang, unreif meist grün, reif meist hellbraun, schon im Herbst oder im Laufe des Winters abfallend. Zapfenschuppen schwach längs gestreift, matt, mit schmalen glänzendem Rande. Samen incl. des doppelt bis dreifach so langen Flügels bis 9 mm



lang. Mannbarkeit frühzeitig, Samenproduktion reichlich. — Die Heimat der Schimmelfichte ist das östliche Nordamerika, wo sie ein sehr verbreiteter und wichtiger Waldbaum ist und nach Mayr an den nördlichen Abdachungen der Rocky mountains bis zu 50 m Höhe erreichen soll. In Europa wurde sie nach Beissner i. J. 1700 eingeführt und erreicht hier 10—15 (25) m Höhe. Lebensdauer der Nadeln bei uns<sup>18)</sup> am Haupttrieb  $3\frac{1}{2}$ — $5\frac{1}{2}$ , meist  $4\frac{1}{2}$ , an Seitentrieben  $6\frac{1}{2}$ — $10\frac{1}{2}$ , meist  $8\frac{1}{2}$  Jahre. Der Baum ist bei uns völlig winterhart und infolge reichlicher Anlage von Zwischenknospen viel dichter verzweigt als unsere Fichte. Infolge dieser dichten und tiefen Beastung ist er besonders als Randbaum frei in Wiesen liegender Waldparzellen geeignet und so, nach Tubeuf, häufig auf der Insel Seeland verwendet, wo er ausserdem den Einfluss von Salzwasser und Seewind gut verträgt und zur Bindung des Dünenandes sich als geeignet erweist. Verbreiteter Zierbaum in Gärten und Anlagen.

3. *Picea nigra* Link (P. Mariana O. Kuntze). Nordamerikanische Schwarzfichte. Knospenschuppen sehr lang und stark behaart. Junge Triebe kurzhaarig, gelb-rotbraun, Nadeln sehr dicht, 7—12 mm lang, im Querschnitt niedergedrückt, 4kantig, dunkelgrün, durch die weisslichen Spaltöffnungsstreifen blaugrün erscheinend, Harzgänge 2. Zapfen 2—3,5 cm lang, unreif dunkelviolet, reif mattbraun, harzlos; nach dem Samenausfall meist mehrere Jahre am Baume hängen bleibend, Zapfenschuppen deutlich längs gestreift, gezähnt, ohne glänzenden Rand. Samen incl. des doppelt so langen Flügels 6 mm lang. Lebensdauer der Nadeln bei uns am Haupttrieb 4, an Seitentrieben  $4\frac{1}{2}$ — $13\frac{1}{2}$ , meist  $7\frac{1}{2}$ — $8\frac{1}{2}$  Jahre. Die Heimat der Schwarzfichte ist das östliche Nordamerika, wo sie bis 25 m Höhe erreicht. Bei uns wurde sie ca. 1700 eingeführt, ist als winterharter Parkbaum vielfach angepflanzt und bleibt meist ziemlich nieder.

(NB. Viele als *P. nigra* bezeichnete Exemplare, ebenso wie viele *P. rubra*, unserer Anlagen führen diesen Namen mit Unrecht und sind nichts anderes als *P. alba*!)

4. *Picea rubra* Link. Nordamerikanische Rotfichte, Hundsotfichte. Junge Triebe filzig, rotbraun, Nadeln sehr dicht, 10—15 mm mit stehender Knorpelspitze, stumpf vierkantig, frischgrün glänzend (nicht bläulichgrün), Harzgänge 2. Zapfen 3—4 cm lang, jung rötlich violett, reif rotbraun glänzend, mit Harz übergossen, meist erst im zweiten Jahre abfallend, Zapfenschuppen leicht wellig längs gestreift, fein und unregelmässig gezähnt. Samen incl. des  $2\frac{1}{2}$ —3 mal so langen Flügels — 11 mm lang. Lebensdauer der Nadeln bei uns am Haupttrieb 4, an Seitentrieben  $4\frac{1}{2}$ — $10\frac{1}{2}$ , meist  $7\frac{1}{2}$  Jahre. — Wichtiger Waldbaum des englischen östlichen Nordamerikas, wo sie 30—40 m hoch wird. In Europa 1755 eingeführt und ziemlich selten, wenigstens echt, in deutschen Gärten.

5. *Picea pungens* Engelmann. Junge Triebe schön gelbbraun, glatt, Endknospen gross, dick, mit breiten, zurückgeschlagenen Schuppen. Nadeln dicht, auf stark vortretenden Blattkissen mehr oder weniger sparrig abstehend, seitlich oder vom Rücken zusammengedrückt vierkantig, stark, dornig gespitzt und stehend, 15—30 mm lang, graugrün bis bläulichweiss, Harzgänge 2. Zapfen 8—10 cm lang, hellbraun mit wellig ausgerandeten Schuppen. Ihre Heimat ist das Felsengebirge Nordamerikas, wo sie eingesprengt im Mischwald bei 2000—2800 m Meereshöhe vorkommt und in feuchten Tälern bis 46 m Höhe erreicht. In Europa erst 1863 eingeführt, ist der raschwüchsigste und völlig winterharte Baum in seinen blauweissen Varietäten heute unsere beliebteste und schönste Zierfichte in Gärten und Parks.

6. *Picea Engelmanni* Engelm. Junge Triebe hell graugrünlichweiss bis

18) Diese, wie die folgenden derartigen Angaben nach den bei Eberswalde vorgenommenen Ermittlungen v. K. J. Mayr, Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1894. p. 648 ff.

braungelblichweiss, weich und kurz behaart, Endknospen kleiner als bei voriger, mit fest anliegenden Schuppen. Nadeln dicht, auf stark vortretenden Blattkissen, vom Rücken zusammengedrückt vierkantig, ziemlich weich, sehr kurz und stechend gespitzt, 14—20 mm lang, matt dunkelgrün bis bläulichweiss, ohne Harzgänge. Zapfen nur 4—6 cm lang, braunrot und aufgefressen gezähnelten Schuppen. — Bestandbildender Gebirgswaldbaum des nordamerikanischen Felsengebirges, 1863 in Europa eingeführt, beliebter völlig winterharter Zierbaum, viel langsamer wachsend, aber ca. 3 Wochen früher austreibend als *P. pungens*, mit welcher sie häufig verwechselt wird.

7. *Picea Breweriana* Watson, erst 1884 im nördlichen Kalifornien in ca. 100 zerstreut stehenden Bäumen entdeckt, erreicht 30—50 m Höhe und ist durch schlanke, oft (wie bei der Hängefichte) schlaff herabhängende lange Zweige zweiter Ordnung ausgezeichnet als auffallendste Erscheinung unter allen amerikanischen Fichten, die mit ihren hängenden Zweigen an eine Trauerweide erinnert. In Europa bis jetzt nur in vereinzelt jungen Exemplaren.

8. *Picea orientalis* Lk. et Carr. Morgenländische oder Sapiudsfichte besitzt von allen Fichten die kleinsten Nadeln, die dicklich, rundlich vierkantig, 5—10 mm lang und glänzend dunkelgrün sind, sehr dicht stehen und die Zweige, zumal auf der Oberseite, dicht decken und naenentlich am Haupttrieb der Zweige angedrückt sind. Zapfen 5—8 cm lang. Lebensdauer der Nadeln bei uns an den Seitentrieben  $5\frac{1}{2}$ — $7\frac{1}{2}$ , meist  $7\frac{1}{2}$  Jahre. Waldbaum der Gebirge Kleinasiens, dort bis über 30 m Höhe erreichend und sehr zähes, dauerhaftes und harzreiches Holz liefernd. 1837 in Europa eingeführt als Zierbaum in Deutschland von langsamem Wuchs, der meist nur geringe Höhe erreicht. Nach Beissner winterhart, nach meinen eigenen Erfahrungen aber nicht in Gegenden mit relativ lufttrockenen Wintern.

9. *Picea Morinda* Link. Himalayafichte, Tränenfichte, ausgezeichnet durch hängende Zweige und die hervorragende Länge ihrer Nadeln, die 3—4, selten 5 cm lang werden,  $1\frac{1}{2}$  mm dick, gerade oder etwas gebogen, steif, zusammengedrückt vierkantig, scharf gespitzt und freudig grün sind, Blattkissen wie bei der gemeinen Fichte. Die mit glashellen Harztropfen besetzten Zapfen sind die grössten aller Fichtenzapfen, 12—15 cm lang, 3—4 cm dick, dunkelbraun, mit ganzrandigen Schuppen. Samen incl. des dreimal so langen Flügels bis 20 mm lang. Im nordwestlichen Himalaya waldbildend oder eingesprengt, 30—50 m hoch. 1818 in Europa eingeführt, eine der dekorativsten Fichten, die aber nur in ganz milden Lagen unsere Winter erträgt.

11. *Picea Schrenkiana* Fisch. et Mey, ein hoher im Thian-Schan, im Alatau-Gebirge und in der dsungarisch-kirghisischen Steppe einheimischer und dort wälderbildender Baum, der mit etwas weniger überhängenden Aesten und Zweigen an *P. Morinda* erinnert. Nadeln 20—38 mm lang, weniger stechend, mehr mattgrün. Zapfen bis 9,5 cm lang. Diese Fichte steht der *P. obovata* nahe, von welcher sie sich nach Regel durch trockenhäutige, ausgebreitete Knospenschuppen, doppelt so lange Blätter, viel grössere Zapfen und Zapfenschuppen und durch brüchiges Holz unterscheidet. 1880 in Europa eingeführt, ganz winterhart, in Gärten vielfach mit *P. obovata* verwechselt.

12. *Picea polita* Carr. (*P. torano* Köhne). Torano- oder Tigerschwanzfichte. Junge Triebe kurz, dick und glatt, hellgelbbraun. Knospen eiförmig, dick, glänzend kastanienbraun, nicht harzig. Nadeln 15—25 mm lang, seitlich zusammengedrückt, stumpf vierkantig, sehr derb und scharf stechend, allseitig starr vom Zweige absteheud, auf dicken, horizontal und weit vorstehenden Blattkissen. An älteren, mehr überhängenden Zweigen sind die Nadeln länger, dünner und den Zweigen mehr angedrückt als an jungen üppigen Pflanzen. Zapfen 8—12 cm lang,

3—5 cm dick, vor der Reife gelbgrün. Samen incl. des 2—4 mal so langen Flügels bis 23 mm lang. — In Gebirgen im wärmsten Gürtel der Fichtenzone Japans einheimisch als seltener, eingesprengter, 20—30 m Höhe erreichender Baum mit kegelförmiger Krone und kleinschuppiger Rinde. 1861 in Europa eingeführt, winterhart, eine eigenartige schöne, von allen andern Arten sofort zu unterscheidende Fichte, deren erbe, vor der Entfaltung mächtig anschwellende Knospen am spätesten von allen Coniferen aufbrechen.

13. *Picea Alcoeckiana* Carrière<sup>19)</sup> = *P. bicolor* Mayr. Junge Triebe (nach Mayr) hellrot-rosafilzig, besonders in den Vertiefungen behaart, zuletzt rotbraun. Blattkissen unter dem abstehenden Ende birnförmig, neben demselben jederseits beulenförmig angeschwollen. Nadeln anfänglich wie bei unserer Fichte, später dem Trieb stark angedrückt, ziemlich dicht, 12—18 mm lang, steif, mehr oder weniger gebogen, stechend scharf gespitzt, von oben etwas zusammengedrückt, vierseitig stumpfkantig, oberseits durch die Spaltöffnungsreihen bläulichgrün, unterseits dunkelgrün; Harzgänge 2; zerrieben unangenehm riechend, ähnlich wie *P. alba*. Weibliche Blüten violett, Zapfen fest, reif braunrot, 8(—12) cm lang und 4½ breit, vor dem Vertrocknen bläulichrot mit mennigroten Rändern der Schuppen. Samen incl. des 2—3 mal so langen Flügels 14—15 mm. — In den Gebirgen des mittleren Japans im wärmsten Gürtel der Fichtenzone eingesprengt, 30—40 m hoch, bei uns ganz winterhart, in der Jugend unserer Fichte täuschend ähnlich, gehört sie mit bläulichgrüner Färbung und kräftigem gedrungener Wuchse zu den dekorativsten Fichten, treibt sehr spät aus und schliesst trotzdem im Herbst rechtzeitig ihr Wachstum ab.

14. *Picea Glehni* Fr. Schmidt. Junge Triebe weichhaarig, zuletzt rotbraun. Blattkissen dick, ca. 2 mm übergebogen absteht, am herablaufenden Teil birnförmig aufgetrieben. Nadeln stumpflich, 6—7 mm lang, so breit wie dick, rechtwinklig absteht, oberseits graugrün, unterseits grün, Harzgänge 2. Zapfen 3—6 cm lang, vor der Reife blaurot mit rotem Schuppenrand, schon an ganz jungen Pflanzen erscheinend. Samen incl. des doppelt so langen Flügels 11 mm lang. — Waldbaum mittlerer Grösse (—30 m) der Inseln Sachalin und Eso, bei uns vor ca. 15 Jahren eingeführt und anscheinend winterhart, spät austreibend, langsam wüchsig während der ersten 5 Jahre.

§ 34. 2. Sektion *Omorica*. Nadeln zweiflächig, tannenähnlich, auf der (gegen den Zweig gekehrten) Oberseite zwei weisse Spaltöffnungsstreifen zeigend, unterseits glänzend dunkelgrün mit spärlichen Spaltöffnungen. Alle oder nur die unteren Zapfen hängend, die übrigen absteht oder etwas aufwärts gerichtet.

15. *Picea Omorica* Pančič. *Omorica*fichte<sup>20)</sup>. Junge Triebe braun, dicht behaart. Blattkissen wagrecht absteht. Nadeln 8—14 mm lang, etwa doppelt so breit wie dick, niedergedrückt vierkantig, mit kurzer Knorpelspitze, an den wagrechten Zweigen mehrreihig zweiseitig (gescheitelt). 2 kleine Harzgänge, welche in der unteren Nadelhälfte nahe den Seitenkanten an der Hautschicht der Nadel liegen. Beim mannbaren Baume sind die Nadeln der Stammtriebe durchschnittlich nur 1 cm lang, aber 2—3 mm breit, gespitzt, diejenigen der Seitentriebe im allgemeinen länger,

19) Unter dem Namen *P. Alcoquiliana* Veitch ist nach Beissner im Jahre 1861 durch Unzuverlässigkeit der Sammler eine Mischung von Samen zweier ganz verschiedener Fichten *P. Alcoekiana* Carr. und *P. ajanensis* Fisch. (bezw., nach Mayr, *P. hondoensis* Mayr), verbreitet worden, weshalb sich in Anlagen und Handelsgärtnerereien zumeist Exemplare der letzteren Art unter dem Namen der ersteren finden.

20) R. v. Wettstein, Die *Omorica*fichte. Eine monographische Studie (Sitzungsber. d. math.-natw. Cl. d. Wiener Akademie Bd. 99. Abt. I p. 503—557 mit 5 Taf. Wien 1891.

bis 16 mm, stumpfer, oft ohne jede Zuspitzung mit breitem abgestutztem Rande, bis 2,5 mm breit. Zapfen 2—4 cm lang, eiförmig, gedrängt, teils aus End-, teils aus Seitenknospen hervorgehend, trocken dunkelrotbraun, vor der Reife trübviolett mit dunkelrotem Rande der Zapfenschuppen. Samen incl. des doppelt so langen Flügels 11 mm. Ein Kilo entflügelten Samens enthält nach Wilhelm ca. 350000 Körner. — 1872 wurde der durch seine schlank kegelförmige, beinahe cyressenartige Gestalt auffallende, bis über 40 m Höhe erreichende Baum in Serbien entdeckt und wo er, wie in Bulgarien, Bosnien und Montenegro (?), jetzt nur noch einzeln oder in Horsten an schwer zugänglichen Stellen in den Gebirgswaldungen auftritt. Der Baum ist hier früher jedenfalls in grossen Beständen vorhanden gewesen und nach der Vermutung Pančić's zum Zweck der Mastbaumgewinnung von den Venetianern beinahe ausgerottet worden. Die tief angesetzte „pfeilförmig-pyramidale“ Krone wird von sehr zahlreichen, selten über 3 cm starken und nie über 2 m langen, oft bis zur Berührung mit dem Stamme abwärts geneigten, an der Spitze aufwärts gekrümmten Aesten gebildet. Stamm verhältnismässig dünn, mit kaffeebrauner, grossschuppiger, leicht sich ablösender Borke, frühe sich von den unteren Aesten reinigend. Der bei uns völlig winterharte Baum wächst in der ersten Jugend langsam, dann aber freudig und ist, wie die folgenden Arten dieser Sektion, ein prächtiger Zierbaum.

16. *Picea hondoensis* Mayr. Junge Triebe kahl, glänzend, am Jahreschlusse hell gelbgrün, im zweiten Jahre hell rotbraun. Blattkissen am Gipfeltrieb junger Pflanzen mit kurzer dreieckiger Spitze vorwärts gerichtet, mit dem Alter sich ganz verlierend, an der Triebobersseite breit geschwollen, mit zwei Kinnen. Nadeln 10—17 mm lang, meist stumpflich. Harzgänge 2, halbwegs zwischen Kanten und Mittellinie der Unterseite. Knospen stets violett, verharzt, Zapfen locker, etwas gekrümmt, bei uns meist 3, in Japan nach Mayr — 7 cm lang, anfangs rot, vor der Reife gelblichgrün. Samen incl. des kaum  $1\frac{1}{2}$  mal längeren Flügels 7—9 mm. — Seltener Hochgebirgsbaum des zentralen Japans, bis 30 m hoch, bei uns winterhart, aber früh austreibend; nach Mayr „ohne Wissen der meisten Pflanzenzüchter, welche *P. Alcockiana* zu besitzen glauben, am häufigsten in Deutschland kultiviert“.

17. *Picea ajanensis* Fischer. Der vorstehenden Art sehr ähnlich. Junge Triebe kahl, gelbgrün, glänzend. Blattkissen länger als bei *P. hondoensis*, horizontal und sehr abstehend, stets deutlich bleibend, rinnenlos, stets ungeschwollen. Nadeln 10—20 mm lang, gebogen, meist stumpf gespitzt, seltener spitzlich. Harzgänge 2, von der Mittellinie der Blattunterseite meist weiter entfernt als von den Seitenkanten, Knospen gelbbraun, stets unverharzt. Zapfen locker, 3—5 (—8) cm lang, gerade, jung purpurfarben, reif hellbraun. Samen incl. des 2—3 mal so langen Flügels 10 mm lang. — In Japan und Ostsibirien bestandbildender wichtiger Waldbaum. 1861 mit Samen von *P. Alcockiana* eingeführt und vielfach unter letzterem Namen verbreitet und in Gärten kultiviert, wo sie freudig gedeiht und auch schon Zapfen getragen hat. Im Wuchs unserer Fichte ähnlich, nur zierlicher, erreicht sie in ihrer Heimat bis 60 m Höhe.

18. *Picea sitchensis*. Trautvetteret Meyer. Sitkafichte. Junge Triebe meist dick und steif, gelbgrün, später braungelblichweiss, kahl. Knospen glänzend, hellgelb. Blattkissen stark abstehend. Nadeln sehr dünn, aber trotzdem steif, 12—20 mm lang, bei uns nur 1 mm breit (in der Heimat bis 2,2 mm), nadelscharf zugespitzt, starr vom Zweige abstehend oder an den horizontalen Zweigen fast zweizeilig, in der Regel ohne Harzgänge. Zapfen 5—8 cm lang, auffallend kleinschnppig, blassgelb. Samen incl. des 2—3 mal so langen Flügels ca. 10 mm lang. Nach Wilhelm enthält ein Kilo entflügelten Samens ca. 700000 Körner. Lebensdauer der Nadeln bei uns am Haupttrieb  $2\frac{1}{2}$ — $5\frac{1}{2}$ , an Seitentrieben  $3\frac{1}{2}$ — $6\frac{1}{2}$  Jahre. — Einer der wichtig-

sten bestandbildenden Waldbäume des nordwestlichen Amerikas, wo sie vom Meeresstrande bis 2100 m ansteigt, und selbst nassen, feuchten, sandigen Boden und Flussufer liebt und nicht selten 60 m Höhe und bis 3 m Durchmesser erreicht. In der Jugend wächst sie stark in die Seitenäste, verliert diese auch in hohem Alter schwer, weshalb reinschäftige Exemplare nur im dichten Schlusse zu finden sind. Wie alle pazifischen Holzarten auffallend raschwüchsig, gegen Kälte viel unempfindlicher als gegen Lufttrockenheit. In Europa 1831 eingeführt, ist sie vielfach wegen ihrer wertvollen (?) Holzqualität in ausgedehnter Masse forstlich angebaut. In genügend tiefgründigem, feuchtem Boden, besonders im tiefen nahrhaften Lehm Boden gedeiht sie vorzüglich, während sie in trockenem, magerem heissem Boden, besonders im Kalkboden krüppelt. Beliebter Garten- und Parkbaum. Lichtbedürftiger als die gemeine Fichte ist sie in der Jugend, im Frühjahr und in schneearmen Wintern gegen Trockenheit empfindlich.

#### Die Tannen (*Abies*).

§ 35. Die Zapfen stehen meist nur auf den obersten Ästen, einzeln, hinter der Spitze vorjähriger Zweige, stets aufrecht. Nach der Samenreife zerfallen sie, indem die Zapfenschuppen sich mit den Samen von der stehenden bleibenden Zapfenspinde lösen. Die flachen Fruchtblätter sind wie bei *Picea* fast bis zur Basis in „Deckschuppe“ und „Fruchtschuppe“ gespalten, die Deckschuppen, im Gegensatz zu *Picea*, lang zugespitzt, nahezu so lang oder länger als die Fruchtschuppe, oft nach der Blütezeit sich stark verlängern. Die männlichen Blüten sind wie bei *Picea* gebaut, die Pollensäcke springen aber mit Querspalt auf und die mit seitlichen Flugblasen versehenen Pollenkörner sind grösser als wie bei den Fichten. Die Samenreife ist einjährig. Die Samen sind gross, verkehrt kegelförmig, mit bleibendem Flügel. Sämtliche Triebe sind Langtriebe, an denen die mehrjährigen Nadeln ohne Blattkissen einzeln sitzen und nach dem Abfallen eine ungefähr kreisrunde, im Niveau der Rinde liegende oder nur wenig hervorragende Narbe hinterlassen. Die linealen, am Grunde zusammengezogenen, mit kreisrunder, etwas verbreiteter Basis stehenden Nadeln sind oberseits glatt, dunkelgrün, ohne Spaltöffnungen, unterseits mit grünem Mittelkiel und grünen Rändern und zwei mehr oder weniger weissen Spaltöffnungs-Streifen. Der zweiflächige Querschnitt der Nadel zeigt zwei annähernd kantenständige Harzgänge. Nach dem Vertrocknen der Zweige bleiben die meisten Nadeln an zweigehafteten (Fruchtblätter und Nadeln) verhalten sich bezüglich dieses Punktes also gerade entgegengesetzt wie bei der Fichte) und die abgeschnittenen Tannenzweige liefern deshalb ein vorzügliches Deck- und Schattenmaterial. Quirlknospen und Zwischenknospen ähnlich wie bei der Fichte, nur stehen die obersten Seiten(Quirl-)knospen stets in gleicher Höhe dicht neben der Endknospe, am Gipfeltrieb meist 4—5, am Ende der Seitenzweige in der Regel nur zwei, ebenso ist die Zahl der Zwischenknospen am Jahrestrieb meist eine viel spärlichere als wie bei der Fichte und die Verzweigung infolge dessen eine viel lockerere. Die Lebensdauer der Nadeln ist im allgemeinen eine längere, und die Krone infolge dessen sowie durch die meist zweizeilig ausgebreiteten, grösseren Nadeln ebenfalls sehr schattend. — Die Tannen sind immergrüne Waldbäume der nördlichen Halbkugel und streichen von der kühleren Hälfte des subtropischen Klimas (*A. religiosa*) durch alle Zonen bis zur alpinen; ihr Stamm ist einheitlich und streng pyramidal bis zu bedeutendem Höhenwuchs, dann richten sich die oberen Seitenäste, den Gipfeltrieb im Längengewachstum überholend, mehr oder weniger auf und bilden das sog. Storchennest (auch Adlerhorst genannt), eine für alte Tannen ausserordentlich charakteristische Erscheinung! Das Holz der Tannen (vergl. *A. pectinata*) enthält keine Harzkanäle

oder höchstens ganz vereinzelte, das Kernholz ist stets ungefärbt. Die Keimkraft des Tannensamens ist von sehr kurzer Dauer. Samen, welcher nicht von der letzten Ernte herrührt, ist wertlos<sup>21)</sup>. Als Einteilungsprinzip der Tannen wurde früher das ganz unzuverlässige Längenverhältnis von Frucht und Deckschuppen benutzt; Mayr teilt die Tanne nach der Farbe der Zapfen unmittelbar vor der Reife in die Sektionen: Momi, Zapfen grün oder gelbgrün (*A. pectinata*, Nordmanniana, cephalonica, Pinsapo, concolor, numidica, cilicica, firma, umbilicata, bracteata, grandis, magnifica etc.), Pindrau, Zapfen blau-purpurrot (*A. Webbiana*, Pindrau, Veitchii, Mariesii, amabilis, nobilis, Fraseri, religiosa etc.), und Pichta, Zapfen olivengrün oder graugrün und graublau (*A. Sachalinensis*, Pichta, balsamea, subalpina); am natürlichsten ist aber die Einteilung nach der Lage der Harzgänge in den Nadeln (Köhne), trotz mancher Abweichungen, namentlich bei fruchttragenden Zweigen. Zur sicheren Bestimmung junger Pflanzen ist das Mikroskop unerlässlich!

§ 36. 1. Reihe. Harzgänge der Blätter nichtblühender Zweige an der Epidermis der Unterseite. Dickwandige, farblose (mechanische) Zellen wenigstens einige unterseits im Kiel, oder in den Seitenkanten, oder oberseits unter der Epidermis, nie im Centralstrang. (Bei der von allen andern Tannen durch ihre allseits abstehenden, starren fichtenähnlichen Nadeln leicht zu unterscheidenden *A. Pinsapo* liegen die Harzgänge im Parenchym, gleiche Lage hat Köhne an blühenden Zweigen von *A. Nordmanniana* und *balsamea* beobachtet; gänzliches Fehlen der mechanischen Zellen kommt bei *A. grandis* vor.)

1. *Abies pectinata* D. C. (*A. alba* Miller). Weisstanne, Edel-tanne (franz. Sapin). Junge Triebe kurz rauhaarig, grünlich. Knospen stumpfer und dicker als bei der Fichte, mit grünlichbraunen Schuppen, harzlos, nur die Endknospen des Stammes und kräftiger Zweige am Grunde oft mit Harz überzogen. Nadeln lineal, 2—3 cm lang und bis 3 mm breit, auf kurzen, an den Zweigen gedrehten, am Grunde scheibenförmig verbreiterten Stielchen, am Haupttrieb spitz, an Seitentrieben stumpf und spitzwinkelig eingeschnitten (bei jüngeren Pflanzen), stumpf ausgerundet oder ganz stumpf (an den oberen Zweigen älterer Bäume), an Seitenzweigen meist kammförmig gescheitelt, in der Wipfelregion älterer Bäume mehr oder weniger aufwärts gekrümmt, am Haupttrieb jüngerer Bäume mehr oder weniger allseits abstehend, bei mannbaren Bäumen allseits nach oben gekrümmt. Im Nadelquerschnitt liegen die beiden Harzgänge bei den Nadeln der unteren und mittleren Krone meist an der Hautschicht der Nadelunterseite, in der Wipfelregion älterer Bäume meist im Innern des grünen Parenchyms. Am Gipfeltrieb älterer Bäume haben die Nadeln auch auf ihrer Oberseite Spaltöffnungen. Wie bei der Fichte liegen im Centrum des Nadelquerschnittes zwei Gefässbündel, von farblosem Gewebe umgeben und so gegen das grüne Parenchym scharf abgesetzt. Die Blüten sind auf den oberen Teil der Krone beschränkt, und zwar tragen die Blütenzweige nur männliche oder nur weibliche Blüten; letztere stehen gewöhnlich an kräftigeren Trieben. Die gelben, cylindrischen männlichen Blüten stehen meist zu vielen beisammen, jede in der Achsel einer Nadel, auf der Unterseite ihrer Tragzweige. Die weiblichen Blüten bilden gelblich grüne Zapfen von 3—5 cm Länge und stehen einzeln auf der Oberseite ihrer Tragzweige, dem vorderen Ende derselben genähert. Die Deckschuppe ist zur Blütezeit weit grösser, als die von ihr vollständig verdeckte Fruchtschuppe, mehr oder weniger nach aussen gebogen und selbst etwas herabge-

21) Dies ist besonders beim Bezug von Samen exotischer Tannen zu bedenken, welcher deshalb nur von durchaus zuverlässigen Firmen unter Garantie letzter Ernte bezogen werden sollte; andernfalls geht gewöhnlich kein einziges Korn auf!

schlagen. Nach der Befruchtung wachsen die Fruchtschuppen zwischen den schmal bleibenden Deckschuppen hervor und sind am jungen Zapfen aussen bläulichgrün, innen, wie die Samen, teilweise schön carminrot. Der reife Zapfen ist aufgerichtet, walzenförmig, 7.5—17 (selten — 30) cm lang und 3—5 cm dick, matt bräunlich, mit bald grünlichem, bald rötlichem oder violettem Ton an den Schuppenrändern. Die dürr gewordenen, zungenförmig gestreckten, oben etwas verbreiterten Deckschuppen ragen mit aufgerichteter oder ungeschlagener Spitze zwischen den breiten Fruchtschuppen hervor. Die dreikantigen, dunkelbraunen Samen sind bis 1 cm lang und bis 4—5 mm breit mit keilförmigem, schief abgestutztem, doppelt bis dreifach so langem, brüchigem, gelblich bis violettbraun gefärbtem glänzendem Flügel, dessen ungeschlagener Teil fast den ganzen Samen umhüllt. Die Samenschale ist teilweise durch Terpentinblasen höckerig aufgetrieben. Diese Blasen werden leicht zerdrückt und die Samen büssen dann an Keimfähigkeit ein, weshalb Tannensamen nicht in Säcken, sondern in festen Behältern, womöglich mit Häcksel oder Schuppen gemischt, versendet werden soll. Die Handelsware des Samens besteht grösstenteils aus Körnern, welche noch in dem unteren Teil des über ihnen abgebrochenen Flügels stecken. 1 Kilo enthält 19000—26000, im Durchschnitt 23000 derartige Samen. 24—30, im Mittel 27 Kilo gehen auf das Hektoliter.

Die Mannbarkeit tritt bei freiem Stande im 30., im Schlusse gewöhnlich erst mit dem 60.—70. Lebensjahre ein. Von da an kann in milden Lagen jedes 2. Jahr ein Samenjahr sein, in rauheren Lagen sind die Samenjahre seltener und wiederholen sich zuweilen erst nach je 5—8 Jahren. Die Blütezeit fällt ziemlich mit derjenigen der Fichte zusammen, im Süden des Gebiets Ende April, im Norden wie gegen die obere Grenze im Gebirge Mitte bis Ende Mai bzw. erste Hälfte Juni. Die Zapfenreife tritt gewöhnlich Ende September ein und gleich nachher, gewöhnlich im Oktober zerfallen die Zapfen; die kalten Zapfenspendeln bleiben so lange am Baum, bis sie nach einigen Jahren durch Schneedruck, Sturm u. dgl. abgebrochen werden. Die Keimung der Samen erfolgt 3—4 Wochen nach der Aussaat, mit in der Regel 5—6 ca. 2—3 cm langen Keimblättern, die unterseits glänzend grün sind, auf der Oberseite zwei helle Spaltöffnungsstreifen tragen. Mit diesen Keimblättern alterniert, unmittelbar über ihnen stehend, ein Quirl von ebensovielen Primärblättern, die nur halb so lang sind und die Spaltöffnungsreihen auf der Unterseite tragen. Ueber den Primärblättern schliesst eine kleine Gipfelknospe den 1. Jahrestrieb ab. Im 2. Jahre bildet die Tanne einen kurzen aufrechten Trieb und endet mit einer Gipfel- und 1—2 Seitenknospen. Im 3. Jahre treiben die ersten Seitenknospen aus, aber auch in diesen und den nächstfolgenden Jahren ist das Wachstum des Stämmchens gering und richtet sich vornehmlich auf die Ausbildung eines oder mehrerer Seitenzweige, während namentlich das schon im 1. Jahre relativ kräftige Wurzelsystem ausgebildet wird. Bei günstigen Standorts- und Belichtungsverhältnissen wird der erste richtige Astquirl im 4. oder 5. Jahre, im Dunkel des Bestandes aber erst im 8.—10. Jahre gebildet. Auch nach erfolgter Astquirlbildung bleibt der Gipfeltrieb zunächst noch kurz, um dann allmählich an Länge zuzunehmen. Vom ca. 14. oder 15. Jahre ab kann der jährliche Längenzuwachs auf gutem Boden ca. 30 cm und mehr betragen. Ums 100. Jahr lässt der Höhenwuchs nach und mit 180—200 Jahren ist er in Kulturwäldern unter normalen Standortsverhältnissen abgeschlossen, worauf die Tanne wipfeldürr zu werden pflegt. (Die Ausbildung des „Storchennests“ ist ein Zeichen bedeuteten Höhenwuchses.) Mit 120 Jahren hat die Tanne im Durchschnitt eine Höhe von ca. 28 m erlangt, auf bestem Standort ca. 34 m. Im Urwald erreicht die Tanne in einzelnen Exemplaren ein vielhundertjähriges Alter (ca. 500 J., und als mächtigster unserer Waldbäume bis

zu 68 m Höhe bei 3,8 m Durchmesser; in den Pyrenäen gab es zu Anfang des 19. Jahrhunderts sogar noch 800jährige Bäume). Die Lebensdauer der Nadeln beträgt, ausgenommen an rel. lufttrockenen Standorten, 8 und selbst 11 Jahre; am Leittrieb haften dieselben gewöhnlich länger als an den Seitentrieben.

Die Verzweigung der Tanne erfolgt in ähnlicher Weise, wie bei der Fichte und der Stamm trägt eine durch sein Alter bestimmte Anzahl von noch schärfer wie dort hervortretenden Astquirlen, der Gipfeltrieb ist stets straff aufrecht, während derjenige der Fichte in der Jugend oft etwas verkrümmt erscheint. Während die Fichte ihre schwächeren Zweige und Zweigsysteme abwärts neigt oder sogar schlaff herabhängen lässt, breitet die Tanne ihr gesamtes Astwerk straff und schirmförmig aus und zeigt einen ausgesprochen etagenförmigen Bau. Auch bei freistehenden Bäumen reicht die Krone nicht so tief herab wie bei den Fichten und ist unten nie so breit wie dort. Im Bestandesschluss hat die Tanne wie die Fichte eine hoch angesetzte Krone und vollholzigen Stamm, der sich meist weiter hinauf von Ästen reinigt. Durch das „Storchennest“ ist die alte Tanne auffallend von der alten Fichte verschieden. Ein Teil der Achselknospen bleibt schlafend und treibt nur nach Verletzungen aus, daher die grosse Reproduktionsfähigkeit der Tanne. Die Rinde ist, im Gegensatz zu der Fichte, auch noch im Baualter glatt, meist weissgrau, mit erbsengrossen beulenförmigen Anschwellungen (Terpentinblasen). Borkebildung tritt in der Regel nicht vor dem 40.—50. Jahre ein. Die Borkeschuppen sind teils eckig teils rändlich begrenzt und haben eine weisse glatte, nicht wie bei der Fichte schifferige Oberfläche. Die Tannerrinde ist durchweg etwas dicker als die Fichtenrinde.

Die Bewurzelung dringt mehr in die Tiefe als diejenige der Fichte; wo es die Bodenverhältnisse gestatten, entwickelt die Tanne eine über einen Meter lange Pfahlwurzel und ist so sturmfester verankert. Auf flachgründigen Böden mit nahe an der Erdoberfläche anstehendem unzerklüftetem Felsgestein entwickelt auch die Tanne notgedrungen ein mehr tellerförmiges Wurzelsystem und wird dann vom Sturme gerade so geworfen wie die Fichte.

Das Tannenholz ist von gleichmässig heller Färbung (mit ungefärbtem Kernholze), mit dem Fichtenholz verglichen etwas mehr rötlich und weniger glänzend, wie dort mit sehr scharfen Jahrringgrenzen. Mikroskopisch ist das Tannenholz vom Fichtenholz leicht durch das Fehlen der Harzgänge im Holze (nur ausnahmsweise kommt einmal ein solcher vor) und durch die stets einreihigen Markstrahlen, die somit auf dem Tangentialschnitt nur eine einfache Reihe bilden, leicht zu unterscheiden. Der Radialschnitt zeigt, dass die Markstrahlzellen sämtlich gleichgestaltet sind, Parenchymzellen, ringsum einfach getüpfelt. Markstrahltracheiden, wie bei der Fichte, kommen nicht vor.

Das Verbreitungsgebiet der Tanne. Während die Fichte namentlich im nördlichen und nordöstlichen Teil Europas zu Hause ist und in den centraleuropäischen Gebirgen, findet die Tanne ihre vollkommenste Ausbildung im Süden und Südwesten Centraleuropas entsprechend ihrem höheren Wärmebedürfnis. Ihr Verbreitungsgebiet geht von den westlichen Pyrenäen bis nach Kleinasien und vom Südrande des Harzes bis nach Sicilien. Im nördlichsten Teile ihres natürlichen Verbreitungsbezirkes, so in Thüringen, Sachsen, der Lausitz, Schlesien, wächst die Tanne auch in der Ebene, sonst nur im Gebirge. Die grössten geschlossenen reinen oder fast reinen Tannenwälder finden sich in den Pyrenäen, dem südöstlichen Frankreich, im Jura, in den Vogesen und im Schwarzwalde, während sie in der nördlichen Schweiz, im bayrischen und Böhmerwald, in Thüringen und Sachsen nur kleinere Bestände bildet oder (Alpen und Karpathen, Erzgebirge, Riesengebirge, Sudeten) nur horstweise oder eingesprengt, vor-



wiegend mit Buche und Fichte gemischt, vorkommt. In den Gebirgen Oesterreichs, Deutschlands und der Schweiz bewohnt die Tanne vornehmlich die Buchenregion. Im Schweizer Jura (—1500 m), in den Pyrenäen (—1950 m), in Südeuropa (Apenninen —1800 m, Sicilien —1950 m) geht sie bis zur Grenze des Baunwuchses. Im Thüringerwalde und Erzgebirge steigt sie bis 800 m, in den nördlichen Karpathen —1100, im Riesengebirge, im bayrischen Wald und in den Vogesen über 1200 m, im Schwarzwald, der nördlichen Schweiz und südlichen Karpathen bis 1300 m; in den bayrischen Alpen —1500 m, im Berner Oberland —1600 m, während ihre untere Grenze im bayrischen Walde bei 300 m, in Vogesen und Jura bei 500—600, der Schweiz bei 700, den französischen Pyrenäen bei 1360 m beobachtet wurde. Wie die Fichte ist auch die Tanne west- und nordwärts weit über die Grenzen ihres natürlichen Gebietes hinaus verbreitet (ganz Frankreich, Belgien, norddeutsche Ebene, z. B. Oldenburg, England und das südliche Skandinavien). In den Gebirgen Griechenlands ist die Weisstanne durch *A. cephalonica*, im Kaukasus durch *A. Nordmanniana* ersetzt.

Bezüglich ihrer Standortansprüche und Lebensbedingungen verhält sich die Tanne nahezu umgekehrt wie die Fichte, sie ist einer der anspruchsvollsten Waldbäume. Entsprechend ihrer tiefgehenden Bewurzelung verlangt sie zu freudigem Gedeihen einen namentlich auch in den tieferen Schichten frischen Boden, während ihr trockener wie nasser Boden nicht zusagt. Ebenso sind ihre Anforderungen an die Feuchtigkeit der Luft hohe, wenn auch nicht so gross, wie bei der Fichte. Ihr Bedarf an wertvollen Aschenbestandteilen ist bedeutend, da sie im Stammholze  $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$  mal mehr Kali und  $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{3}{4}$  mal mehr Phosphorsäure als die anspruchslose Kiefer enthält. Für ihr Gedeihen ist ein mässiger Tongehalt des Bodens Bedingung, der bei genügender Lockerheit des Bodens die erforderliche Frische erhält, ohne Rücksicht auf die geognostische Herkunft desselben. Am besten sagt ihr ein tiefgründiger sandiger Lehmboden zu. In den tieferen Lagen ihres Verbreitungsgebietes bevorzugt sie die nordwestlichen bis östlichen Abdachungen, in den höheren Gebirgslagen die südwestlichen bis südöstlichen Hänge. — Durch ihren dichten Kronenschirm schützt sie den Boden in unvergleichlicher Weise gegen die austrocknende Wirkung von Sonne und Wind. In gleicher Weise wirkt der dichte Moosteppich, welcher sich vom höheren Stangenholzalter an unter ihr entwickelt, als Schutzdecke gegen die Austrocknung des Bodens. Nächst der Eibe hat die Tanne das geringste Lichtbedürfnis unter allen einheimischen Holzarten, wie sich aus ihrer reichen Zweig- und Nadelbildung, der fächerförmigen Stellung der zweifächrig henadelten Triebe und dem daraus resultierenden sehr dichten Kronenschirm sowie aus ihrem dichten Bestandesschluss bei unerreichtem Massenreichtum ergibt. Die ausserordentliche Zählebigkeit der Tanne beweisen auch die unter der Beschattung älterer Bäume als Vorwüchse stehenden kleinen Tannen, die bei äusserst beschränktem Lichtgenusse bis 30 Jahre und mehr die Fähigkeit, bei entsprechender Lichtstellung zu kräftigen Bäumen auszuwachsen, bewahren und als Zwerge von ca. 1 m Höhe fünfzig Jahre und länger ihr Leben fristen können. Das Wundheilungsvermögen der Tanne ist sehr beträchtlich und viel grösser als dasjenige der Fichte.

§ 37. Die Variationsfähigkeit der Tanne ist viel geringer als diejenige der Fichte. Folgende Spielarten, welche den bei der Fichte beschriebenen entsprechen, sind wildwachsend gefunden worden, sowie a) als Varietät, *A. pectinata* Var. *Equi Trojani* Ascherson et Sintenis auf dem Kar Dagh, dem Ida der Alten, in Kleinasien, deren Zapfen breiter als bei der Hauptart und sehr hervorragende Deckschuppen besitzen und deren Nadeln gespitzt, an der Spitze etwas breit, fast ausgerandet sind. Diese Varietät scheint eine Uebergangsform zu *A. Nordmanniana* und

A. cephalonica zu sein. b) Spielarten:

b 1. *Lusus pendula* Carr. Hänge- oder Trauertanne mit hängenden, zum Teil den Stamm völlig verdeckenden Aesten, in den Vogesen bei Giebweiler und bei Friedeburg in Ostfriesland.

b 2. *Lusus virgata* Casp. Schlangentanne, mit langen, wenig zahlreichen, horizontalen, dicht benadelten, aber nur an der Spitze spärlich verzweigten Aesten. Bisher nur je ein Baum bei Ober-Ehnheim und Bannstein im Elsass, bei Weisenbach in Baden, im Böhmerwald und bei Fleurier im Nenenburger Jura beobachtet.

b 3. *Lusus monocaulis* Conwentz. Astlose Tanne, ganz unverzweigt, ein 8jähriges 1 m hohes Exemplar 1897 in Ostpreussen (Bischofsburg).

b 4. *Lusus fastigiata* Hort (pyramidalis Carrière, columnaris Carr.). Säulentanne. Blätter nicht gescheitelt, Aeste aufrecht, angedrückt, Wuchs daher wie bei der Pyramidenpappel. Im Département Isère in Frankreich und bei Liebenzell in Württemberg.

b 5. *Lusus tuberculata* Mihi. Warzentanne, Stamm mehr oder weniger dicht mit kegel- oder warzenförmigen Korkwucherungen bedeckt, die bis 10 cm Höhe erreichen und aus abwechselnden Schichten von Phelloid und Schwammkork zusammengesetzt sind. Nur zweimal gefunden, in Saybusch in Galizien und in zwei starken Bäumen bei St. Ulrich im badischen Schwarzwald.

Der bei der Weisstanne so häufige „Hexenbesen“ ist hier bekanntlich eine krankhafte Erscheinung, durch den Rostpilz *Aecidium elatinum* hervorgerufen, dessen zugehörige Uredoform auf Sileneen, bes. *Stellaria nemorum*, lebt. Von Wuchsformen kommen Verbisstanne gelegentlich, vor allem aber die Candelaber- und die Wettertanne, wie bei der Fichte vorwiegend in höheren Gebirgslagen vor. Ich charakterisiere diese letztere am besten mit den Worten Christ's<sup>22)</sup> und zwar, da der Ausdruck gleichmässig für Fichten wie Tannen gebraucht wird, beide an dieser Stelle: „Die höchsten Fichten hingegen, welche frei auf der Alpentritt wachsen, haben fast stets ein ganz anderes Aussehen; es sind Prachtgestalten von höchster Individualität: die Wettertannen, Schermtannen, Gogants der westromanischen Alpen. Von langen, weisgrauen Bartflechten (Usnea) behangen, die dem Baum das Aussehen einer bleichenden, von Silberhaar unwallten Greisengestalt verleihen, stehen sie da, einzeln, in weiten, von keinem jungen Nachwuchs vermittelten Entfernungen, aber wetterfest und gedungen . . ., sie bieten dem Vieh gegen das Unwetter und den Sonnenbrand trefflichen Schirm.“ „In den Alpen, einzeln auch im Jura, tritt die Weisstanne auch als Wettertanne auf und bietet dann die prachtvollsten Formen. Denn wenn der Gipfel abgestorben, so treibt erst recht der lebenskräftige Baum aus den unteren Aesten ganze Reihen von Aesten zweiter Ordnung auf, die pfeilgerade den mächtigen wagrechten Aesten entwachsen: ein Candelaber von wundersamem Reiz. Bis 20 solcher Astauschläge habe ich in den Alpen des kleinen Melchtals an einem einzigen wipfeldürren Riesenbaum gezählt.“ Dem habe ich auf Grund eigener zahlreicher Beobachtungen im deutschen Mittelgebirge wie in den Alpen noch hinzuzufügen, dass sich die richtigen Wettertannen der Fichte wie der Tanne durch auffallend zahlreiche und zum Teil auffallend starke Aeste erster Ordnung auszeichnen, also von Hause aus jedenfalls besonders kräftig organisierte Individuen sind, die zudem durch das in ihrem Schatten lagernde Weidevieh regelmässig und gut gedüngt werden. Mehrfache bis vielfache Sekundärwipfelbildung kommt nach meinen Beobachtungen bei Fichte wie bei Tanne häufig vor und zwar bei abgebrochenem wie bei anhaltendem Hauptstamm. Hervor-

22) H. Christ, Das Pflanzenleben der Schweiz. Zürich 1882. p. 217 und 220.

ragende Exemplare solcher Wetterfichten stehen z. B. auf der Zalünalp bei Brand in Vorarlberg, am Abhang der kleinen Scheidegg gegen Grindelwald, bei Stiegleschwand (Adelboden)<sup>23)</sup>, bei St. Antönien<sup>24)</sup>; eine grössere Anzahl prachtvoller Wettertaunen verschiedenster Gestalt<sup>25)</sup> oberhalb St. Cergnes (bei Nyon am Geuffer See), deren stärkstes Exemplar (ohne Sekundärwipfel) 1901 in Brusthöhe einen Stammumfang von 7,38 m hatte.

§ 38. 2. *Abies Nordmanniana* Spach. Nordmannstanne. Diese im westlichen Kaukasus und den angrenzenden Gebirgen Kleinasiens einheimische Tanne besitzt den Habitus einer besonders üppigen Weisstanne. Sie unterscheidet sich von letzterer durch ihre stärkeren Nadeln, welche bis 3 cm lang werden und an den Zweigen jüngerer Pflanzen nicht zweizeilig gekämmt sind, sondern nach oben und den Seiten aufrecht abstehen und mit weit stärkerer Drehung an ihrer Basis die Zweigoberseite meist vollständig decken; an den Zweigen älterer Bäume stehen sie unregelmässig zweizeilig. Kräftige Seitenzweige entwickeln gewöhnlich einen dreigliedrigen Knospenquirl, je eine Knospe nach rechts, links und unten, und verzweigen sich auch demgenäss. Junge freistehende Bäume zeichnen sich vor der Weisstanne durch ihre bis zum Boden reichende und im unteren Teile auffallend dichte Krone aus. Rinde schwarzgrau. Zapfen (—15 cm lang). Samen (im Durchschnitt 13500 aufs Kilo), Keimlinge, Holz und Rinde der Weisstanne sehr ähnlich. In der Jugend sehr trügwüchsig, erwächst sie mit 100 Jahren zu —36 m hohen Bäumen. — Standortsausprüche ähnlich, aber etwas geringer wie bei der Weisstanne; Nordmannstanne verlangt immer grosse Bodenfrische und gedeiht noch vortrefflich auf besseren Kieferböden, sie treibt ca. 14 Tage später aus als die Weisstanne, ist somit der Gefahr der Frühjahrströste weit weniger ausgesetzt, wird aber vom Wilde wie kann eine zweite Holzart in der Jugend verbitzen und ist gegen trockenen Ostwind in der Jugend empfindlich, namentlich im Freiland. Infolge ihres trägen Jugendwuchses wird sie gewöhnlich erst 6jährig in den Wald gepflanzt. — Hervorragender Zierbaum, ca. 1848 in Europa eingeführt.

3. *Abies cephalonica* Link. Griechische Weisstanne. Jüngste Triebe kahl, bräunlichgrün, Knospen mit glänzendem Harz dünn überzogen. Nadeln glänzendgrün, 14—28 mm lang, steif, flach, lanzettförmig, stehend spitz und ziemlich allseitig von den Zweigen abstehend. — Diese in den Gebirgen Griechenlands und auf den jonischen Inseln heimische sehr dekorative Tanne wird bis 25 m hoch, ist ähnlich wie Nordmanniana bis zum Boden beastet, treibt aber frühe aus und kommt bei uns fast nur als Zierbaum in einigermassen geschützten Lagen vor. Bei Triest wurde sie mit Erfolg zur Bewaldung des Karstes angepflanzt.

4. *Abies Pinsapo* Boissier. Spanische Weisstanne. Jüngste Triebe kahl, gelblich. Knospen harzig. Nadeln 8—12 (16) mm lang, dick, stumpflich-stehend, sehr dicht, mit auffallend verbreiteter, nicht gedrehter Basis, allseits starr vom Zweige abstehend, dunkelgrün, mit wenig in die Augen fallenden weisslichen Spaltöffnungslinien beiderseits. — Diese dickstämmige, sehr dekorative Tanne ist in den Gebirgen Malagas in Südspanien heimisch, erreicht dort ca. 25 m Höhe, kommt bei uns aber nur als Parkbaum in sehr luftfeuchten, milden und geschützten Lagen als schnellwüchsiger, tief beasteter Baum fort.

5. *Abies numidica* de Lannoy. Numidische Weisstanne. Jüngste Triebe kurz rauhaarig. Knospen harzig. Nadeln (12) 16—22 mm lang, —2 $\frac{1}{2}$  mm breit, an der Spitze ausgerandet, an der Zweigunterseite gescheitelt, an der Oberseite

23) Baumalbum der Schweiz.

24) Abgebildet bei Schröter, Vielgestaltigkeit der Fichte p. 100.

25) Baumalbum der Schweiz.

alleits abstehend (ähnlich wie bei *Pinsapo*); Nadelunterseite mit zwei bläulichen, aus etwa zehn Spaltöffnungsreihen bestehenden Streifen<sup>26)</sup>. Deckschuppen am reifen Zapfen zwischen den Fruchtschuppen versteckt. — In den Gebirgen Algeriens mit der Atlas-Ceder heimisch, bis 20 m Höhe erreichend, bei uns nur als ziemlich winterharter Zierbaum. 1862 in Europa eingeführt.

6. *Abies cilicica* Carrière. Cilicische Weisstanne. Jüngste Triebe gelblich, glatt. Knospen harzig. Nadeln (15) 25—35 mm lang,  $1\frac{1}{3}$ — $2\frac{1}{2}$  mm breit, steif, stumpf oder gekerbt. Die bläulichen Spaltöffnungsstreifen aus etwa sieben Spaltöffnungsreihen bestehend, sonst wie *A. numidica*. — Hochgebirgstanne Kleinasiens, oft mit der Libanonceder ansgedehnte Bestände bildend, 20—30 m Höhe erreichend, bei uns nur Zierbaum mit sehr dichtzweigiger, spitzpyramidaler Krone, wegen frühen Austreibens durch Spätfröste gefährdet. 1853 in Europa eingeführt.

7. *Abies Webbiana* Lindley. Sikkims Silbertanne. Himalaya-tanne. Jüngste Triebe dicht rostbraun behaart, stärkere wenigstens in den Vertiefungen. Nadeln sehr dicht, durchschnittlich 4 cm lang, an der Spitze gekerbt, unterseits kreideweiss, auf beiden Seiten der Zweige gescheitelt, an üppigeren Trieben fast allseitig. Zapfen 12—17 cm lang, 4—6 cm dick, schön sattblau, mit versteckten Deckschuppen. Krone breit schirmförmig. — Diese, im nordwestlichen Himalaya heimische, bis 50 m Höhe erreichende prachtvolle Tanne, 1822 in Europa eingeführt, treibt sehr frühe aus und gedeiht deshalb nur in den mildesten Lagen, z. B. in Bozen nach Tübeuf.

8. *Abies Pindrau* Royle (gew. *Pindrow* geschrieben). Pindrau-tanne. Vielfach nur als Varietät von *Webbiana* betrachtet, nach Mayr aber deutlich durch die kahlen jungen Triebe und die längeren (—9 cm) unterseits nur unbedeutend helleren Nadeln, längere Zapfen und auffallend spitz zulaufende Krone deutlich unterschieden. — Diese gleichfalls im nordwestlichen Himalaya heimische, 1837 in Europa eingeführte prächtige Tanne ist, wenigstens in der Jugend, gegen Frühjahrsfröste gleichfalls sehr empfindlich.

9. *Abies amabilis* Forbes. Purpurtanne. Jüngste Triebe behaart. Nadeln 23—28 mm lang, dicht gedrängt, an jungen Pflanzen die oberen kürzer als die unteren, die Oberseite der Zweige ähnlich wie bei *Nordmanniana* deckend, an Zapfen tragenden Zweigen so gedreht, dass die Unterseite mit den weissen Spaltöffnungsstreifen nach oben kommt. Zapfen dunkelpurpurn, 10—14 cm lang und bis 7 cm dick, meist jedoch nur 8:5 cm, mit versteckten Deckschuppen. — Ein prachtvoller, bis 60 m hoher Baum vom Cascaden-Gebirge Nord-Amerikas, 1831 in Europa eingeführt, hier vielfach mit *A. magnifica* verwechselt, sehr selten in grösseren Exemplaren. In luftfeuchten, einigermaßen geschützten Lagen voraussichtlich hart.

10. *Abies grandis* Lindley et Gordon. Grosse Küstentanne. Jüngste Triebe gelbbraun, mit sehr feinen, kurzen Härchen zerstreut bekleidet (Köhne), glatt (Beissner). Knospen violett, harzglänzend. Nadeln 3— $5\frac{1}{2}$  cm lang, lineal, gerade, oberseits glänzend dunkelgrün, unterseits mit blassen oder weissen Spaltöffnungsstreifen, auf der oberen Triebseite kürzer wie auf der unteren, auffallend zweizeilig gescheitelt. Mechanische Zellen auf der Oberseite, die bei allen vorstehenden ausländischen Arten oberseits eine lückenlose oder nur wenig unterbrochene Schicht bilden, hier unter der Epidermis sehr vereinzelt und selbst ganz fehlend. Zapfen mit versteckten Deckschuppen ca. 10 cm lang und 4 cm dick,

<sup>26)</sup> Dieses Merkmal lässt sich sehr leicht feststellen, wenn man eine Nadel, die Unterseite nach oben gewendet, bei auffallendem Lichte und ganz schwacher Vergrößerung unter dem Mikroskop untersucht!

vor der Reife grünlich. — Diese vorzugsweise auf die nördliche pacifische Küste beschränkte Tanne ist nach Engelmann wahrscheinlich die grösste bekannte Tanne, die auf feuchteren Standorten in Gesellschaft von Erlen und Pappeln 60—92 m Höhe erreicht. 1831 in Europa eingeführt, ist sie seit einigen Jahren mit *amabilis* und *nobilis* in den Kreis der preussischen Anbauversuche einbezogen worden. Sie beansprucht eine ziemliche Menge von Bodenfeuchtigkeit.

11. *A. magnifica* Murray. Shastatanne. Nadeln steif, 15—35 mm lang, alle gleich gross,  $1\frac{1}{2}$  mm breit, beiderseits mit Spaltöffnungsstreifen, matt bläulich (jüngere gelbgrün), auf der Zweigoberseite sichelförmig aufgekümmelt und den Zweig dicht bedeckend, stets niedergedrückt vierkantig mit meist einfachem Gefässbündel im Centralstrang. Zapfen sehr dickwalzig, 15—20 cm lang, 8—9 cm dick, mit versteckten Deckschuppen, vor der Reife grünlich. — Diese im Shastagebirge Californiens ausgedehnte Waldungen bildende, bis über 60 m Höhe erreichende, schöne Tanne wurde 1851 in Europa eingeführt, ist hier spätreibend, in der Jugend langsam wüchsig, aber leider nur in einigermaßen geschützten Lagen hart.

12. *A. concolor* Lindley et Gordon. Coloradotanne, amerikanische Silber-tanne. (Syn. *A. lasiocarpa* Lindl.) Jüngste Triebe violett-gelbgrün. Rinde hellgrau. Nadeln biegsam, ziemlich locker, sehr lang, 3—8 cm, beiderseits gleichförmig, matt grangrün, an Seitentrieben nach der Oberseite des Triebes gekümmelt (im Schatten sind die Nadeln oft flacher angeordnet, ohne weissliche Streifen auf der Oberseite). Zapfen vor der Reife grünlich, 7—14, durchschnittlich 7 cm lang und 4—5 cm dick mit versteckten Deckschuppen. — Dieser Gebirgsbaum Californiens und Colorados, an der Grenze der gemässigt warmen und kühlen Region heimisch, verlangt ein ziemliches Mass von Luft- und Bodenfeuchtigkeit und erreicht an den günstigsten Standorten seiner Heimat riesige Höhen, bis 75 m bei nur 1,8 m Durchmesser (Mayr). 1851 in Europa eingeführt, ist diese durch ihre silbergrüne Färbung einzig schöne Tanne wenigstens in der Jugend die raschwüchsigste unter den eingeführten Abiesarten, völlig frosthart und ziemlich spät austreibend. Sie liebt kräftigen, milden, frischen, selbst etwas feuchten Boden und ist nur gegen zu tiefes Einpflanzen wegen ihrer flach streichenden Faserwurzeln etwas empfindlich.

13. *Abies nobilis* Lindley. Pacificische Edeltanne. Jüngste Triebe rotbraun, dicht kurzhaarig. Nadeln sehr dicht, 11—33 (bis 40) mm lang,  $1\frac{1}{2}$  mm breit, dicklich flach, an der Spitze meist schwach ausgerandet, beiderseits durch Spaltöffnungsstreifen matt blaugrün, oberseits meist mit Längsrinne, an der Trieboberseite dem Zweige anliegend, nur halb so lang als die Nadeln der Unterseite, die vielfach nach oben gekümmelt sind; Gefässbündel des Centralstrangs einfach wie bei *magnifica*. Der walzenförmige Zapfen in der Heimat durchschnittlich 12,5 cm lang, 5,5 cm dick, an kultivierten Exemplaren bis 25 cm lang und 8 cm dick, vor der Reife schiefer-schwarz, reif durch die grossen, breiten, herabgeschlagenen Deckschuppen fast völlig verdeckt. — Im Cascadegebirge Oregons einheimisch und dort mit *amabilis* ausgedehnte Waldungen bildend, erreicht diese herrliche Tanne in günstigsten Lagen bis 92 m Höhe. 1831 in Europa eingeführt, an guten Weissstannenstandorten winterhart, spät austreibend. Aus Samen ziemlich schwer aufzuziehen und empfindlich; die veredelten Exemplare der Handelsgärtnereien zeichnen sich zumeist durch sehr unregelmässigen Wuchs aus.

14. *Abies bracteata* Don. Santa Luciatanne, von allen anderen Tannen dadurch ausgezeichnet, dass das 2,5—4 cm lange, 1,5 mm breite Mittelstück der Deckschuppen die ursprüngliche Nadelform beibehalten hat. Der ca. 9 cm lange und 4,5 cm dicke Zapfen bekommt durch diese schief abstehenden Deck-

schuppen ein igelartiges Aussehen. Nadeln ca. 5 cm lang, 2–3½ mm breit, oberseits glänzend grün, unterseits mit zwei breiten weissen Streifen, stehend spitz. — Im Santa Luciaergebirge des südlichen Californiens heimisch, bis 60 m hoch, 1853 in Europa eingeführt, nur als Parkbaum in sehr milden und luftfeuchten Lagen zu kultivieren.

15. *Abies arizonica* Merriam. Arizonische Korktanne. 1896 in den Hochgebirgen Arizonas aufgefunden, mit bläulichgrüner Benadelung und schnee-weisser-rahmweisser, birkenähnlicher Korkrinde. 1900 in Europa eingeführt, dürfte diese „Königin der Tannen“ jedenfalls hohe Ansprüche an Luftfeuchtigkeit stellen.

§ 39. II. Reihe. Harzgänge der Blätter nicht blühender Triebe im Parenchym. Nadeln stets oberseits glänzend dunkelgrün, mit Längsrinne, unterseits mit 2 weissen Spaltöffnungsstreifen. Knospen stets (meist sehr stark) mit Harz bedeckt.

A. Keine mechanischen Zellen im Zentralstrang der Blätter.

16. *Abies subalpina* Engelmann. Westamerikanische Balsamtanne. Nadeln mit blänlichem Schimmer, 15–28 mm lang, meist kaum über 1 mm breit, auf der Oberseite kürzer und den Zweig deckend, auf der Unterseite gescheitelt; weisse Streifen der Unterseite aus ca. je 5 Spaltöffnungsreihen gebildet; mechanische Zellen oberseits in der Mitte zerstreut, im Kiel und in den Kanten eine ununterbrochene Schicht bildend. Zapfen ca. 9 cm lang, 3½–4 cm dick, vor der Reife olivengrün mit versteckten Deckschuppen. — Zerstreut in der alpinen Region (bis zur Baumgrenze) des nordwestlichen Amerikas, bis über 30 Meter Höhe erreichend. Ca. 1850 in Europa eingeführt; dekorativer, harter Parkbaum.

17. *Abies Fraseri* Lindley. Frasers-Balsam-Tanne. Junge Triebe zottig behaart. Nadeln dunkelgrün, 10–25 mm lang, etwas breiter als bei voriger; die weissen Streifen ans je 8–12 Spaltöffnungsreihen gebildet; mechanische Zellen oberseits in kaum unterbrochener Schicht, sonst wie bei voriger (Unterschied von der sehr ähnlichen *balsamea*-Nadel!). Zapfen klein 3–5 : 2 cm, vor der Reife blauschwarz, durch die zurückgeschlagenen Deckschuppen fast ganz verdeckt. — Nur auf wenigen der höchsten Abhänge des Alleghaniegebirges von Carolina und Tennessee zwischen 1600 und 2000 Meter heimisch und dort öfter bedeutende Wälder bildend. Kurzlebiger Baum von höchstens 24 Meter Höhe, dessen Rindenbeulen ebenfalls Canadabalsam liefern. 1811 und neuerdings wieder in Europa eingeführt.

18. *Abies balsamea* Miller. Balsam-Tanne. Rinde glatt, schwarzgrau, mit vielen Canadabalsam liefernden Harzbeulen. Junge Triebe kurz rauhaarig. Knospen dick mit glänzendem Harz überzogen. Nadeln 13–28 mm lang, 1½ mm breit, unregelmässig zweizeilig, öfters sichelförmig aufwärts gebogen, durchaus, wie die folgende, ohne mechanische Zellen, gerieben ausserordentlich aromatisch; die meisten Streifen der Unterseite aus 5–6 Spaltöffnungsreihen. Zapfen vor der Reife olivengrün 6–10 : 2½ cm, mit versteckten Deckschuppen. — Der in den Nordstaaten der Union vom atlantischen bis stillen Ozean auf Bergen wie in sumpfigen Lagen weit verbreitete Baum erreicht gewöhnlich nur eine Höhe von 15 Meter (selten über 25); 1697 in Europa eingeführt, harter Parkbaum.

19. *Abies sibirica* Ledebour. Sibirische Tanne (Syn. *A. Pichta* Forbes). Knospen wie bei *balsamea*. Nadeln 15–30 mm lang, kaum über 1 mm breit, weich, gerieben aromatisch, sehr dicht stehend, an jüngeren Trieben oberseits sich deckend, an älteren gescheitelt; weisse Streifen der Unterseite aus 3–4 Spaltöffnungsreihen bestehend. Zapfen ähnlich wie bei voriger, etwas kleiner. — Der im nordöstlichen Russland und in Nordasien bis zum Polarkreise Wälder bildende Baum mit schlaff abwärts hängenden Aesten hat schmale kegelförmige Krone und wird

bis 40 Meter hoch; 1820 in Europa eingeführt, bleibt sie hier viel kleiner und trügewüchsiger; äusserst winterharter zierlicher Parkbaum, besonders für kühle, frische und luftfeuchte Lagen. In der Ebene frühzeitig anstreibend. Zu forstlichen Anbauversuchen nur in den Alpen oberhalb der Fichten- und Tannengrenze verwendet.

20. *Abies Veitchii* Lindley. Veitchtanne. Rinde bleibend hellgrau. Junge Triebe behaart. Nadeln sehr dicht stehend, 15—28 mm lang,  $1\frac{1}{2}$  bis gut 2 mm breit, aus ein und demselben Triebe alle gleich lang, an Seitentrieben jüngere Pflanzen alle nach vorn gerichtet, an älteren die Nadeln der Zweigunterseite aufwärts gekrümmt; unter der Blattepidermis vereinzelt mechanische Zellen; weisse Streifen der Unterseite kreideweiss, aus ca. 10 Spaltöffnungsreihen gebildet. Zapfen entweder 5:2 cm, dunkelblau mit zurückgebogenen, rötlichen Deckschuppen (*F. typica*), oder  $6-6\frac{1}{2}$ : 2,3 cm mit versteckten Deckschuppen (var. *Nikkoënsis*). — Waldbaum zentraljapanischer Gebirge um 2000 M. von 30—40 Meter Höhe; 1879 in Europa eingeführt, neuerdings, wie die folgenden ab 22 wieder v. Mayr in Bayern versuchsweise angebaut. Fruchtbare, etwas früh treibende Schmucktanne, in Gärten vielfach mit *brachyphylla* verwechselt, deren Samen früher unter dem Namen *A. Veitchi* verbreitet wurden.

B. Im Zentralstrang der Blätter eine grosse Gruppe mechanischer Zellen unter, eine kleine über den beiden Gefässbündeln.

21. *Abies sachalinensis* Masters. Sachalintanne. Nadeln 20 bis 40 mm lang, oben gekerbt, 1—2 mm breit, von der Zweigoberseite nach den Seiten hin länger werdend, nicht gescheitelt; unter der Epidermis der Oberseite mechanische Zellen zerstreut, in den Kanten und dem Kiel in einer schmalen Reihe. Zapfen 6 bis 10 cm lang, 2—3 cm breit, cylindrisch, allmählig zugespitzt, dunkel olivgrün, entweder (*F. typica*) mit hell gelbgrünen, weit vorstehenden und wie bei *A. Fraseri* zurückgeschlagenen, oder (var. *nemorensis* Mayr) mit versteckten Deckschuppen. — Der der Veitch-Tanne nahestehende Waldbaum ist auf der Insel Sachalin, den Kurilen und der Insel Eso in Japan heimisch, erreicht bis 40 Meter Höhe; 1897 in Europa eingeführt, winterharter Parkbaum.

22. *Abies firma* Siebold et Zuccarini. Momitanne (syn. *A. bifida*). Nadeln unterseits hellgrün, 14—35 mm lang,  $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{4}$  mm breit, steif, derb lederartig, lineal-lanzettlich, meist tief 2spitzig, gescheitelt, von allen anderen Tannenarten sofort durch die zu wenigen bis vielen im Parenchym zerstreuten sehr dickwandigen mechanischen Zellen zu unterscheiden. Zapfen bei der Reife gelbgrün, 8—15 cm lang,  $3\frac{1}{2}$ —5 cm dick, mit vorstehenden, aufrechten Deckschuppen. — Diese grösste (— 50 M.) und schönste Tanne Japans, auf der Hauptinsel Honshu in der Kastanienzone heimisch, erwächst nur in dichtem Schlusse zu geraden Bäumen, und zeichnet sich durch besonders starke Seitenwurzeln aus; sie ist anspruchsvoller an Wärme als die europäische Tanne, namentlich sind junge Pflanzen sehr frostempfindlich. 1861 in Europa eingeführt, früher austreibend als unsere Weissanne, vom Reife nicht verbissen, in Preussen versuchsweise angebaut, als Parkbaum nur für milde luftfeuchte Lagen geeignet.

23. *Abies umbilicata* Mayr. Mizumine-Tanne. Zwischen *firma* und *homolepis* stehend, jung von letzterer kaum zu unterscheiden. Nadeln unterseits nicht so kreideweiss, wie bei *homolepis*. Zapfen unmittelbar vor der Reife grüngelb mit versteckten Deckschuppen, 8—10: 4 cm, am oberen Ende mit nabelförmiger Spitze (wie bei der Atlasceder). — Seltene Tanne aus der Buchenregion Japans, der *homolepis* an Höhe nicht nachstehend. 1890 in Deutschland eingeführt.

24. *Abies homolepis* Siebold et Zuccarini. Nikko-Tanne. (Syn. *A. brachyphylla* Max.) Junge Triebe kahl, glänzend, hell ockerfarben. Nadeln

unterseits reinweiss, dadurch schon im 1. Jahre von Momi unterschieden, 13—35 mm lang, meist ca. 1,5, seltener 2 mm breit, meist kurz zweispitzig, auf der Zweigoberseite tief grabenförmig gescheitelt, nach den Seiten zu stufenweise vergrössert, am Leittrieb rechtwinkelig abstehend, einfachspitzig. Zapfen walzig, 9,5 : 3,5 cm, unmittelbar vor der Reife dunkelblau, später verblassend, mit versteckten Deckschuppen. — In der Buchenregion der Hochgebirge des mittleren Japan waldbildend, verspricht dieser sehr dekorative, bis 40 Meter Höhe erreichende Baum in Deutschland überall zu wachsen, wo Eichen und Buchen vorkommen. 1870 in Europa eingeführt.

25. *Abies Mariesii* Masters. Maries- oder Aomori-Tanne. Junge Triebe chocoladebraun, dicht behaart. Nadeln 15—25 mm lang, 1,5—2 mm breit, im oberen Drittel am breitesten, oberseits dunkelgrün glänzend, wie lackiert, an 2- und mehrjährigen ist die weissliche Farbe der Spaltöffnungsstreifen fast verschwunden und die Nadelunterseite grünlichgelb, am Leittrieb dem Triebe angedrückt. Zapfen tonnenförmig, am oberen Ende eingedrückt, dunkelblau, sammetig schimmernd, mit versteckten Deckschuppen. — Kleinste Tanne (—25 M.) der gemässigt kühlen Region von Nord-Hondo.

§ 40. *Tsuga*, Hemlockstanne. Zweige und Gipfeltriebe nickend, keine Astquirle. Nadeln meist flach, einzeln auf Blattkissen an Langtrieben, mit nur einem Harzgang im Kiel (unter dem Gefässbündel). Zapfen klein, hängend, als Ganzes abfallend, Fruchtschuppen lederig, am Rande verdünnt. Deckschuppen versteckt. Samen (wie bei *Abies*) mit Harzbläschen und bleibendem Flügel. — 7 Arten in Ost- und Süd-Asien und Nord-Amerika. Schattenhölzer. Holz ohne Harzkanäle, mit dunklerem Kernholz, Markstrahlen wie bei der Fichte.

1. *Tsuga canadensis* Carrière. Hemlockstanne. Schierlingstanne. Ein Waldbaum frischer und nasser Lagen des kälteren Nordamerika, 20—30 Meter Höhe erreichend, 1736 in Europa eingeführt, völlig winterhart. Junge Triebe dicht zottig. Nadeln, besonders oberwärts fein gesägt, stumpf, auf der Oberseite kurz, dem Zweige anliegend, auf der Unterseite 10—15 mm lang, gescheitelt. Zapfen 1,7—2,5 cm lang, Samenflügel kaum 1½ mal so lang wie der Samen. — Verbreiteter zierlicher Parkbaum, der freistehend zur Zerteilung des Hauptstammes neigt.

2. *Tsuga Mertensiana* Carrière. Westliche Schierlingstanne. Schlanker Waldbaum des westlichen Nordamerika, 30—70 Meter Höhe erreichend, von canadensis durch den die Schuppen weit überragenden Stiel der männlichen Blüte (bei e. in den Schuppen versteckt) und den Samenflügel, der doppelt so lang wie der Same, verschieden. Belaubung üppiger aber weniger hart. 1851 in Europa eingeführt.

3. *Tsuga Sieboldi* Carrière. Ein bis 30 Meter Höhe erreichender Waldbaum Japans, der aber nur bis zur Buchenregion emporsteigt und, 1851 in Europa eingeführt, sich nur für milde Lagen (wärmeres Eichenklima) eignet. Zweige hellgrün, nackt, Nadeln wie bei der folgenden ganzrandig, an der Spitze meist stark ausgerandet. Zapfen mit vorragendem Stiel.

4. *Tsuga diversifolia* Maximovicz. Waldbaum Japans, von der Buchenregion an höher emporsteigend, Ende der 60. Jahre in Europa eingeführt. Frosthart aber trügwüchsig: Triebe rotbraun und behaart. Nadeln wie bei voriger, aber unterseits hellweiss. Zapfen mit verdecktem Stiel.

§ 41. *Pseudotsuga*. Douglasstanne. Die Zapfen sind endständig an vorjährigen Zweigen oder achselständig zwischen den obersten Blättern, zur Reife hängend, und fallen als Ganzes ab. Die tief 3spitzigen, schmalen, weit hervorragenden Deckschuppen mit längerer Mittelspitze verdecken zur Blütezeit die



kleinen Fruchtschuppen nahezu und wachsen später nur noch unbedeutend, werden aber steif holzig, während die Fruchtschuppen sich stark vergrössern aber wenig verdicken. Die Pollenkörner sind ohne Flugblasen, die kleinen hartschaligen Samen ohne Harzbläschen, mit dem Flügel verwachsen, reifen im Herbst und fliegen alsbald aus den sperrig sich öffnenden Zapfen aus. Die, an trockenen Zweigen ziemlich feste haftenden, flachen, tannenähnlichen, oberseits mit einer seichten Rinne versehenen Nadeln stehen, meist gescheitelt, nur an Langtrieben, zeigen auf dem Querschnitt zwei seitliche, den Kanten genährte Harzgänge an der Unterseite, aber, im Gegensatz zu *Abies*, nur ein einziges Gefässbündel im Zentralstrang und lösen sich, wie bei den Tannen, mit kreisrunder oder querovaler Narbe von den Zweigen. — 3 Arten im westlichen Nordamerika, 1 in Japan.

1. *Pseudotsuga Douglasii* Carrière. (*P. taxifolia* Britton.) *Douglasia*, *Douglas-Fichte*, *Douglastanne*<sup>27)</sup>. Junge Triebe anfangs hellorange, dann rotbraun, vom 2. Jahre ab graubraun, glatt mit sehr kurzen rauhen Härchen. Knospen harzlos, länglich oval, sehr zugespitzt, glänzend kastanienbraun. Nadeln 2 bis 3 cm lang, 1—1½ mm breit, gerade, selten etwas gekrümmt, stumpflich oder einfach zugespitzt, oberseits matt dunkelgrün, unterseits glänzend hellgrün. Zapfen 5 bis 11 cm lang, 2,5—3 cm dick, reif rötlich zimtbraun, im Sommer apfelgrün, nach der Spitze zu purpurn und an den fest angepressten Schuppenrändern rot. Deckschuppen hellgrün. Die Samen sind entflügelt bis 5 mm lang und 3 mm breit mit doppelt so langem Flügel, dreieckig, scharfkantig, unten in ein stumpfes, oft gekrümmtes Spitzchen verschmälert, oben glänzend rotbraun, unten blass und weiss punktiert; ein Kilo entflügelter Samens enthält 82000—98000, im Durchschnitt 90000 Körner. —

In der Wachstumsform gleicht die *Douglasia* mit spitzkegelförmiger Krone völlig unserer Fichte. Das Wurzelsystem hat anfänglich eine kräftige Pfahlwurzel und kann sich, je nach Standort nach Mayr sehr anpassungsfähig, später sehr verschieden entwickeln; auf seichten Böden entwickelt sie ein flach streichendes Wurzelsystem, dringt in Felsspalten und in lockere Böden mit kräftiger Pfahlwurzel ein, auf lehmigen Sand- und sandigen Lehmböden entwickelt sie eine zentrale Partie von 2—3 kräftigen Wurzeln, welche in die Tiefe gehen, während die übrigen Wurzeln seicht verlaufen, auf bindigem Boden dringt sie nur wenig in die Tiefe (so dass selbst 10—15jährige Stämme durch Schneedruck geworfen werden können).

Die Mannbarkeit tritt i. d. R. vom 30., bei frei erwachsenden Bäumen oft schon vom 10. Jahre ab ein. Die Keimung erfolgt im Frühling nach 3—4 Wochen, doch liegt der Samen mitunter teilweise bis zum 2. Frühjahr über. Das Keimpflänzchen hat 5—7 dreikantige Keimblätter und wird im 1. Jahre bis zu 10, im 2. bis zu 20 cm hoch, sein Leittrieb zeigt zahlreiche, unregelmässig verteilte, kräftige Seitenknospen, die nach etwaiger Zerstörung der Gipfelknospe sofort zu neuen Gipfeltrieben emporwachsen können, von da an entwickelt sich die *Douglasia* rasch weiter und scheint ihr Maximum zwischen dem 10. und 20. Jahre zu erreichen, in welcher Periode meterlange Triebe sehr häufig vorkommen. In den Wald wird sie gewöhnlich 2—4jährig verschult gebracht und überholt auf zusagenden Standorten alle heimischen Holzarten weit. Auf gutem Standorte kommt in der Regel in den ersten Lebensjahren (etwa bis zum 10.) zu dem Frühjahrstrieb noch ein zweiter nicht immer genügend ver-

27) Ueber die *Douglasia* existiert eine ungemein reiche Literatur. John Booth, Die *Douglasfichte* und andere Nadelhölzer. Berlin 1877, 92 p. 8 Tf. u. 1 Kart. Mayr, Waldungen Nordamerikas p. 290—308. U. v. St. Paul, Mitt. d. D. Dendrol. Ges. 1901 p. 1—8 und zahlreiche Aufsätze in den forstlichen Zeitschriften.

holzender Höhentrieb (*Johannistrieb*) linzu, der in der Regel aus einer Seitenknospe am Gipfel des Haupttriebs entspringt. In seiner Heimat erreicht der Baum schon mit 80 Jahren (unter günstigsten Verhältnissen) eine Höhe von 40 Meter bei 80–90 cm Durchmesser, später je nach Standort 60, 70–80, ja selbst 100 Meter Höhe und bis zu 4 Meter Durchmesser bei vielhundertjährigem Alter. Auf schlechtem Boden wird nur eine Höhe von 30 Meter und darunter erreicht.

Das Holz der *Douglasia*, das nach Mayr in seinen geringsten (leichtesten) Sorten unserem besten Fichten- und Tannenholze gleicht, in seiner besten Beschaffenheit, d. h. als substanzreichstes, schwerstes Holz dem einheimischen Lärchenholz nahe kommt, zeigt einen schmalen hellen Splint (— 3 cm) und ein Kernholz, welches sich bei der Fällung des Baumes nur wenig durch einen hellbraunen Farbton vom Splint abhebt, aber rasch unter der Einwirkung von Licht und Luft bis zur Färbung des Gebirgs-lärchenholzes nachdunkelt. Mikroskopisch untersucht zeigt es Harzgänge wie das Fichtenholz und ähnliche Markstrahlen wie jenes, in denen aber oft je 2 Harzgänge verlaufen und deren innere (Parenchym-)Zellen nach Mayr vereinzelt zarte Spiralverdickungen aufweisen. Nahe der Jahrringgrenze finden sich in Längsreihen angeordnete Parenchymzellen. Vor allem aber ist das Holz durch die spiralförmigen Wandverdickungen der Früh- und Spätholztracheiden von dem Fichten- und Lärchenholz unterschieden. Das dickwandige Sommerholz ist sehr reichlich entwickelt, auch bei breiten Jahrringen. Die Rinde, anfänglich glatt und grau, oft auffallend reich an Harzbeulen, bildet im Alter eine mächtige Borke, die bis 20 cm und darüber an Dicke erreicht und der Hauptsache nach aus ockergelben Korkschichten besteht.

Die *Douglasia* ist der wichtigste Waldbaum des westlichen Nord-Amerika nördlich von Kalifornien zwischen 34° und 52° n. Br. und geht westlich bis zum grossen Ozean, östlich bis zum Felsengebirge. Entsprechend den sehr verschiedenen klimatischen und sonstigen Bedingungen, unter denen die *Douglasia* in ihrer Heimat waldbildend auftritt, ist sie durch die Fähigkeit, sich den verschiedensten Standortsverhältnissen anzupassen, ausgezeichnet. 1827 in Europa eingeführt. Auf frischem, mildem humosem Lehmboden gedeiht sie bei uns am besten, auch auf lehmhaltigem genügend frischem Sandboden gedeiht sie noch gut und begnügt sich überhaupt mit Böden der verschiedensten Art und geognostischen Herkunft mit Ausschluss des Dünenandes, ständig vernässter Standorte, mageren Sand- und strengen Thonbodens. Zu vollkommenem Gedeihen setzt sie ein grösseres Mass von Luft- und Bodenfeuchtigkeit voraus, ist aber auch in dieser Hinsicht sehr anpassungsfähig. Sie ist eine Schattenholzart ähnlich der Fichte; die Nadeln bleiben an günstigen Standorten ca. 8 Jahre am Leben. Jüngere Pflanzen sind, namentlich wenn der Johannistrieb nicht ausreift, der Frostgefahr ausgesetzt, ältere in genügend luftfeuchter Lage vollkommen winterhart. In Folge des Vorhandenseins zahlreicher schlafender Augen vermag die *Douglasia* die verschiedenartigsten Beschädigungen durch ein Reproduktionsvermögen auszuheilen, das, von der Eibe abgesehen, von keinem unserer Nadelhölzer erreicht wird.

2. *Pseudotsuga glauca* Mayr wurde früher meist als Varietät der ersteren angesehen, ist im Felsengebirge von Colorado, Neu-Mexico und Arizona einheimisch, völlig hart gegen Herbst- und Winterfrost, ohne Johannistrieb, viel trüglicher und nur die halbe Höhe der ersteren erreichend. Auch als Nutzholz soll sie weit hinter der Küstenart zurückstehen. Die Nadeln sind kürzer, blau — weissgrün und liegen dem Triebe mehr an, Knospen rein kegelförmig, Zapfen kürzer (5:2½ cm), Deckschuppen desgl., vielfach gegen die Zapfenbasis sich krümmend.

3. *Pseudotsuga macrocarpa* Mayr. Eine seltene Holzart des südlichen Kaliforniens mit ungefranzten Knospenschuppen, sehr grossen, am Rande kahlen

Fruchtschuppen, während die Deckschuppen nicht grösser sind. Zapfen 2 cm lang gestielt, 13 cm lang, offen 6 cm breit. Die Markstrahltracheiden besitzen ebenfalls Spiralverdickungen (Douglasii und glauca nicht) und die Aeste stehen am erwachsenen Baum horizontal, während sie bei der alten Douglasia hängen.

4. *Pseudotsuga japonica* Shirasawa. Ein 15—20 m erreichender Waldbaum des zentralen Japan mit glaucaähnlichen Zapfen, die lang gestielt, dunkelviolet und bläulich bereift sind und deren Deckschuppen zurückgeschlagen sind.

§ 42. Die Lärchen (*Larix*). Die Lärchen besitzen Lang- und Kurztriebe. Die weichen, sommergrünen Nadeln stehen einzeln auf wenig hervorragenden Blattkissen an der einjährigen Pflanze und an den einjährigen Langtrieben der älteren Pflanzen und in dichten Büscheln auf dicken Kurztrieben, die mehrere Jahre Nadelbüschel entwickeln. Hauptäste stehen nicht in Quirlen, sondern zerstreut. (Näheres über die Verzweigung bei *L. europaea*.) Männliche und weibliche Blüten sitzen oft auf denselben Zweigen. Die kurzgestielten gelben männlichen Blüten gehen aus einer ganzen Kurztriebknospe vorjähriger oder älterer Zweige hervor, die Pollensäcke springen schief der Länge nach auf. Die Pollenkörner haben keine Flugbläschen. Die am Grunde von einem Nadelbüschel umgebenen weiblichen Blüten entwickeln sich nur aus dem oberen Teil einer Kurztriebknospe, die Deckschuppe ist gross, die Fruchtschuppe klein. Die gestielten Zapfen reifen am Ende des ersten Jahres. Die lederig-holzigen Zapfen sind aufwärts gekrümmt, zerfallen nicht bei der Reife, bleiben nach dem Ausfliegen der Samen noch einige Jahre am Zweige haften und fallen zuletzt als Ganzes ab. Die Samen sind mit dem breiten Flügel verwachsen. — 9 Arten, meist der nördlich gemässigten Zone angehörend (nur mit Zapfen sicher zu bestimmen!).

1. *Larix europaea* De Candolle (L. *Larix*). (Syn. *L. decidua*). Gemeine Lärche, (franz. Mélèze). Junge Triebe ledergelb, glatt, Knospen stumpf eiförmig, an den Kurztrieben beinahe kugelig. Nadeln hellgrün, beiderseits mit Spaltöffnungen und 2 Harzgängen in den Kanten, an üppigen Langtrieben — 5 cm lang und 1½ mm breit, an älteren Bäumen meist nicht über 2 cm lang und wenig über 1 mm breit, lineallanzettlich, fein zugespitzt, am Grunde wenig verschmälert, auf der Unterseite stärker gewölbt; an Kurztrieben durchschnittlich länger aber schmaler, die kürzeren Nadeln ansen, die längeren innen stehend, stumpfer, nach unten zu stark verschmälert, grösste Breite über der Mitte, meist beiderseits gleichmässig gewölbt. Männliche Blüten eiförmig kugelig, ½—1 cm lang; weibliche Blüten 1—2 cm lang, mit karminroten Deckschuppen, welche die kleinen bleichgrünen, rötlich umsäumten Fruchtschuppen völlig verdecken. Nach der Bestäubung vergrössern sich die Fruchtschuppen rasch und die Deckschuppen vertrocknen. Zapfen 2½—4 cm lang, 2 cm breit, hellbraun. Samen verhältnismässig klein, Beckig, ca. 3½ (—5) mm lang mit doppelt so langem, schief abgerundetem Flügel. 1 Kilo enthält 120000—130000, im Durchschnitt 125000 geflügelte und 160000 entflügelte Samen. Auf den Hektoliter gehen 16—18 Kilo geflügelte, 48—52 Kilo entflügelte Samen.

Die Mannbarkeit tritt bei der Kulturlärche frühe, im freien Stande oft schon mit 10—15 Jahren, im allgemeinen aber nicht vor dem 20. Jahre ein, in Gebirgslagen oft erst mit dem 30. Jahre. Die Blütezeit fällt mit dem Nadelausbruche zusammen. Die im Oktober-November reifenden Samen fliegen erst im folgenden Frühjahr zum Teil aus, zum Teil bleiben sie noch in den Zapfen. In tieferen Lagen kommt ca. alle 3—5 Jahre ein Samenjahr, im höheren Gebirge alle 6—10 Jahre. Die Keimkraft der Samen beträgt im allgemeinen nur 20—30%, in Norddeutschland selten mehr als 10 bis 12%, in den baltischen Provinzen und ebenso von auffallend frühe maubaren

Bäumen sind die Samen meist alle taub. Bei guter Aufbewahrung behalten die Samen 3—4 Jahre ihre Keimkraft, aber schon zweijähriger Samen keimt schwerer und später als einjähriger. Die Keimung erfolgt 3—4 Wochen nach der Aussaat. Das zarte Keimpflänzchen hat 5—7 bläulichgrüne, dreikantige, ca.  $1\frac{1}{2}$  cm lange Keimblätter. Im ersten Jahre kann die junge Pflanze schon 10—15 cm und darüber (—60 cm!) (die Pfahlwurzel —27 cm lang) werden; sie bildet einige Seitenknospen, die im 2. Jahre zu Kurztrieben auswachsen und schliesst mit einer Gipfelknospe ab, unter welcher die Nadeln den Winter über am Leben bleiben. Die reichlichere Entwicklung von Kurztrieben beginnt in der Regel nicht vor dem 3. Lebensjahre, in welchem die Pflanzen nicht selten über 1 Meter Höhe erreichen. Mit 10 Jahren kann sie schon über 4, mit 20 Jahren schon über 8 Meter, mit 60 über 25 Meter bei entsprechender Stärke haben.

Bei 5—20jährigen Lärchen kommen mitunter bis meterlange Längstriebe vor, doch wird die Lärche im 20.—30. Jahre gewöhnlich von der ihr in der Jugend am Höhenwuchs nachstehenden Fichte eingeholt und überwachsen. Kein anderer einheimischer Waldbaum vereinigt Schnelligkeit und Ausdauer des Wachstums so wie die Lärche, die in der Jugend mit Ausnahme von Birke und Aspe alles weit überholt. Je nach Lage und Klima beendet die Lärche ihren Höhenwuchs nach 60—150 Jahren mit 20—30 Meter und reinigt sich, auch im Freistaude, bis ziemlich hoch hinauf von Aesten. Unter günstigen Umständen wird sie an ihren natürlichen Standorten viel älter, höher (—52 M.) und stärker. Bei Blitzingen 1350 M. ü. M. im Oberwallis steht eine Lärche von 29 Meter Höhe und  $7\frac{1}{2}$  Meter Umfang in Brusthöhe (cf. Baumalbum der Schweiz), bei Saas-Fee im Wallis (1850 M.) habe ich Lärchen gesehen, die bei ca. 20 Meter Höhe und  $3\text{—}4\frac{1}{2}$  Meter Umfang ein Alter von 600—700 Jahren erreicht hatten und dabei bis zum innersten Jahresring gesund waren!

Die Verzweigung ist von derjenigen der Fichten, Tannen und Kiefern wesentlich verschieden. An den Langtrieben trägt etwa der 10.—6. Teil der Nadeln Achselknospen, ein endständiger Knospenquirl wird nicht gebildet. Im Frühjahr entwickeln sich aus den Seitenknospen zunächst Kurztriebe und die älteren Kurztriebe bilden gleichfalls Nadelbüschel, einen Monat später wachsen einzelne dieser jungen und alten Kurztriebe zu neuen Langtrieben aus, während die andern ihr Längenwachstum mit einer Endknospe abschliessen. Bei üppigen jungen Pflanzen, ganz besonders auch bei *L. leptolepis*, entwickeln sich nach meinen Beobachtungen nicht selten fast sämtliche Achselknospen dieser Langtriebe noch im gleichen Jahre zu Kurztrieben, von denen einzelne sofort noch zu Langtrieben auswachsen. Das Alter einer jungen Lärche ist somit aus der Verzweigung durchaus nicht zu ermitteln. Mitunter wachsen auch einzelne Zapfen zu Langtrieben von kurzer Lebensdauer aus (durchwachene Zapfen). Die Kurzweige entwickeln nur wenige Jahre nach einander Nadelbüschel und stellen dann ihr weiteres Wachstum ein, während ihre Endknospe als schlafendes Auge noch lange Zeit am Leben bleiben kann, das reichliche Ausschlagvermögen der Lärche bedingend. Die Seitenäste 1. Ordnung der pyramidal-kegelförmigen Krone sind verhältnismässig schwach, bei freiem Stande weit ausgreifend, mit aufwärts gebogenen Enden und abwärts hängenden, dünneren Zweigen. Das kräftige, anfangs meist mit Pfahlwurzel versehene Wurzelsystem besteht später hauptsächlich aus einigen tief gehenden, reichverzweigten „Herzwurzeln“, welche der Lärche einen ungleich festeren Stand gewähren, als ihn Fichte und Tanne besitzen.

Das feste, zähe und elastische Holz hat, abweichend von der Fichte und Tanne, einen schmalen gelben Splint und einen mehr oder weniger braunroten Kern. Das dunklere Spätholz der Jahresringe ist nach beiden Seiten hin scharf abgesetzt. Am wertvollsten ist das gleichmässig engringige Holz der Hochgebirgslärchen („Stein-

oder „Jochlärchen“) im Gegensatz zu den in den fruchtbaren Tälern erwachsenen „Graslärchen“. Im anatomischen Bau stimmt das Lärchenholz völlig mit dem Fichtenholz überein. Die Markröhre ist sehr dünn. Durch die ganz regellos auftretenden Aeste sind die Bretter des Lärchenholzes leicht von denen des Kiefernholzes zu unterscheiden. Die anfänglich aschgraue glatte Rinde bildet frühzeitig bei ca. 10 cm Stammdurchmesser Borke, die innen dunkel braunrot ist, an älteren Bäumen bis 15 cm und darüber dick werden kann und deren einzelne Korksichten schön karminrot oder rosa gefärbt sind.

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Lärche umfasst die ganzen Alpen, die Karpathen und das schlesisch-mährische Gesenke, wo sie in Mischung mit Fichten und Arven oder allein in der höchsten Waldregion bis zur Krummholzone emporsteigt (Bayr. Alpen bis 2000 Meter, Wallis, Engadin und Tirol bis 2300 und 2400, Gesenke bis 800 Meter). Durch Kultur ist dieser Hochgebirgsbaum über ganz Deutschland und Mitteleuropa, bis nach Schottland und Norwegen (bis zum 69<sup>o</sup>), den baltischen Provinzen und bis ins mittlere Russland verbreitet worden.

Hinsichtlich ihrer Lebensansprüche meidet sie in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet Sturmtagen und bevorzugt geschützte Hänge, Schluchten und Täler, liebt als ausgesprochenste Lichtholzart, — die durch ihren Schatten nicht leicht einen anderen Baum unterdrückt, aber im Schatten eines jeden anderen Waldbaumes leidet, — räumliche Stellung, raschen Uebergang von Winter zum Sommer, gleichmässige Temperatur des letzteren und ausgiebige Besonnung. Ihre Bodenansprüche stehen zwischen Tanne und Fichte; Tiefgründigkeit, mässige Frische und mittlere Lockerheit des Bodens und steter Luftwechsel sind wesentliche Bedingungen ihres Gedeihens. In Kultur besitzt die Lärche eine grosse Anpassungsfähigkeit an andere Verhältnisse.

Die Variationsfähigkeit der Lärche ist gering. An wildwachsenden Bäumen sind beobachtet: 1. Abänderungen in der Färbung der weiblichen Blüten, rötlichgelb oder rot bei der var. *rubra* in hohen Lagen Niederösterreichs, grünlichweiss — schneeweiss bei der var. *alba* in der Schweiz und in Kärnten. 2. Von Wuchsformen wild nur die Schlangelärche, *lusus virgata* in Steiermark<sup>28)</sup>, ausgezeichnet durch spärliche Entwicklung von Langtrieben und fast vollständiges Fehlen der für die Lärche so charakteristischen abwärts hängenden Zweige. 3. Von Standortsformen sind zu erwähnen Verbisslärche, Kandelabrelärche, Fahnen- und vor allem Säbelwuchs (die Neigung, sich unter dem Einfluss des Windes an der Stammbasis säbelförmig zu krümmen).

2. *Larix sibirica* Ledebour, in Nord-Asien weit verbreitet, von der europäischen Lärche verschieden durch sehr dichte und üppige Benadelung, viel längere (3—5 cm lange) Nadeln, durch bleichgrüne weibliche Blüten und grössere, 3—4 cm lange Zapfen, deren Schuppen auch zur Zeit der Reife noch deutlich filzig behaart sind und bis zum Ausfliegen der Samen mit eingebogenen Rändern dicht zusammenschliessen. Die in ihrer Heimat ausgedehnte Waldungen von sehr stattlichen schnurgeraden Stämmen bildende Lärche ist bei uns in der Jugend langsawüchsig, treibt etwas früher aus und wirft die Nadeln etwas später ab.

3. *Larix leptolepis* Gordon. Japanische Lärche. Hondo-Lärche. Junge Triebe glänzend rötlichbraun. Nadeln bläulichgrün, an Kurztrieben durchschnittlich 3, an Langtrieben 3½ cm lang. Deckschuppen der weiblichen Blüte im Verhältnis zur Fruchtschuppe gross, gelbgrün mit rotem Rande.

28) Abgebildet bei Hempel und Wilhelm l. c. I. p. 113.

Reife Zapfen je nach Standort  $1\frac{1}{2}$ – $3\frac{1}{2}$  cm lang, rötlich hellbraun mit sehr zarten, am Rande etwas zurückgeschlagenen Samenschuppen, die jetzt doppelt so lang als die vertrockneten Deckschuppen sind. Keimpflanze mit 4–6 Keimnadeln, auf welche unmittelbar die Längstriebnadeln ohne Stillstand in der Entwicklung folgen. — Dieser in Zentraljapan einheimische Baum 1. Grösse (– 30 M.) wurde 1861 in Europa eingeführt, ist vollständig winterhart und kann nach Mayr dem Klima nach überall da kultiviert werden, wo Fichten und Tannen gedeihen, nach Boden dagegen nur in den wärmsten Lagen Deutschlands. Forstlich vielfach versuchsweise angebaut.

4. *Larix curilensis* Mayr. Kurilenlärche. Junge Pflanze nach Mayr von allen bisher kultivierten Lärchen sofort durch die tief blauroten, bereiften, etwas behaarten jungen Triebe und die langen ( $2\frac{1}{2}$ – $4\frac{1}{2}$  cm, die obersten – 15 cm!), steifen, harten, sichelförmig in der Nadelebene gekrümmten, 2 mm breiten, schön dunkelgrünen Nadeln zu unterscheiden. Nadelbüschel flachgedrückt. Deckschuppen der weiblichen Blüte blaurot. Zapfen 1,5–2,5 cm lang, 1,5 cm dick, bis zur Reife dunkelrot bleibend. Deckschuppen so lang wie die Fruchtschuppen oder kürzer –  $\frac{1}{2}$  so lang. Zapfenspinde orangefarben behaart. Keimpflanze meist mit 5 schmalen, harten, nach oben (bei *leptolepis* meist schwach abwärts) gekrümmten Keimnadeln, auf welche 5 halb so lange aber doppelt so breite blaugrüne Nadeln folgen, worauf das Wachstum für 8–10 Wochen mit einer glänzend braunen Knospe abschliesst. — Dieser auf den Kurileninseln im äussersten Nordosten Japans, in gleicher Klimalage wie vorstehende Art, einheimische seltene Baum, der bis zu 25 Meter Höhe erreicht, wurde 1889 von Mayr in Deutschland eingeführt, ist völlig frosthart, übertrifft bis jetzt an Raschwüchsigkeit alles Einheimische und Fremde in geeigneter Lage (6 M. mit 7 Jahren!) und ergrünt von allen Lärchen zuerst, ohne durch  $-10^{\circ}$  beschädigt zu werden.

5. *Larix dahurica* Turczaninow. Dahurische Lärche, in den Hochgebirgen des Amurgebiets in Ostasien, Dahurien und der Insel Sachalin heimisch, bis 20 Meter hoch, an ihrer weit gegen das Eismeer vorgeschobenen Polargrenze als Krummholz die Grenze jeglichen Baumwuchses bildend, ist wie die folgende Art durch armschuppige, kleine, glänzende Zapfen ausgezeichnet, deren oberste Schuppen weit klaffen und kaum kleiner sind. Zapfen ca. 20schuppig, kugelig, 1,2–1,5 cm lang.

6. *Larix americana* Michaux. Östliche amerikanische Lärche. Ein bis 30 Meter Höhe erreichender Waldbaum des östlichen Nordamerika von Virginien bis Kanada, auch auf sumpfigem Boden gedeihend, mit nur 1,2–2 cm langen, fast kugeligen, nur ca. 10schuppigen Zapfen. In Europa 1739 eingeführt.

7. *Larix occidentalis* Nuttall. Tamarack, westliche amerikanische Lärche. Dieser wichtige, oft ausgedehnte Bestände bildende, 40–80 Meter Höhe erreichende Waldbaum der Gebirge des nordwestlichen Amerika gleicht im Habitus unserer Alpenlärche, von der er sich aber durch seine Zapfen unterscheidet, deren Fruchtschuppen, von den ziemlich verlängerten Deckschuppen überragt, am offenen ca. 2–3 cm langen Zapfen horizontal abstehen. Junge Triebe kahl, glänzend bräunlich. Der amerikanische Forstbotaniker Sargent vermutet, diese Lärche könne einer der nützlichsten Bäume in Nordeuropa werden.

8. *Larix lyallii* Parlato re. Kleiner (selten – 15 M. hoher), ästiger, sparriger Baum vom obersten Vegetationsgürtel in dem Hochgebirge Britisch-Kolumbiens und der Nordgrenze der Vereinigten Staaten mit weisswollig behaarten Trieben und dunkelvioletten Deckschuppen, deren lange grannenförmige Spitze auch beim reifen ca. 4 cm langen, 2 cm dicken Zapfen die Fruchtschuppen weit überragt.

9. *Larix Griffithii* Hooker fil. et Thomson. Himalayalärche, aus dem östlichen Himalaya — 18 M. hoch, mit cylindrischen, 5—8 cm langen, 2 cm dicken Zapfen mit senkrecht über die Fruchtschuppen zurückgeschlagenen, zungenförmigen, gespitzten Deckschuppen und kahlen, braunroten Zweigen. Ca. 1850 in Europa eingeführt, selten echt, nur für milde Lagen als Parkbaum geeignet.

§ 43. *Pseudolarix*. Goldlärche. Einzige Art *Pseudolarix Kaempferi* Lambert. Chinesische Goldlärche, von den echten Lärchen durch die bei der Reife wie bei *Abies* zerfallenden Zapfen, die in Dolden auf der Spitze von Kurztrieben sitzenden männlichen Blüten und die an zwei und mehrjährigen Kurztrieben pfriemlich zugespitzten Knospenschuppen unterschieden. — Grosser, bis 40 m hoher, schöner Baum der Gebirge des nordöstlichen China mit quirlständigen, fast horizontal abstehenden Aesten, dessen matt tiefgrüne, breite und lange, weiche Nadeln sich im Herbst goldgelb färben. 1856 in Europa eingeführt, prächtiger winterharter Zierbaum, leider oft verkrüppelt.

§ 44. *Cedrus*. Ceder. Verzweigung und Benadelung wie bei den Lärchen, die stechend spitzen, steifen Nadeln von mehrjähriger Lebensdauer. Männliche Blüten am Grunde gleichfalls von einem Nadelbüschel umgeben. Zapfen gross, erst im zweiten oder dritten Sommer reifend und dann wie bei den Tannen zerfallend. Samen mit grossem Flügel und Terpentinblasen in der weichen Samenschale. — 3 Arten. Sehr dekorative, auch im Alter fast bis zum Boden herab beastete Bäume mit breit ausladender Krone, auf die Dauer nur in sehr milden und luftfeuchten Lagen in Deutschland gut aushaltend; prachtvolle Exemplare von gewaltigen Dimensionen schon am Genfer See. (Cf. Baumalbum der Schweiz.)

1. *Cedrus Deodára* Loudon. Himalaya-Ceder, Deodar. Krone pyramidal mit überhängendem Wipfel. Nadeln länger als bei den folgenden, bis 5 cm, aber dünner und weniger starr. Zapfen kahl, 8—12 cm lang, 6 cm dick, auf dem Scheitel nicht eingedrückt. — Im nordwestlichen Himalaya heimisch, bis 50 m Höhe und 3 m Durchmesser erreichend. 1822 in Europa eingeführt, relativ am härtesten.

2. *Cedrus Libani* Loudon. Libanon-Ceder. Krone junger Bäume pyramidal mit überhängendem Wipfel; im Alter breit schirmförmig, in Etagen abgeflacht. Nadeln kurz (bis 3,5 cm) starr, meist  $1\frac{1}{2}$  mal breiter als dick. Zapfen 6—10 cm lang, 4—7 cm dick wie bei *C. atlantica* filzig behaart und am Gipfel eingedrückt. — In den Gebirgen Kleinasiens einheimisch, bis 40 m Höhe und oft enormen Umfang erreichend, 1683 in Europa eingeführt.

3. *Cedrus atlantica* Manetti. Atlas-Ceder. Jung der Libanonceder sehr ähnlich, aber der Wipfel stets aufrecht und die Krone bleibend pyramidal. Zapfen 5—6 cm lang und 4 cm dick. — Auf den Gebirgen Nordafrikas heimisch und waldbildend, bis 40 m hoch. 1842 in Europa eingeführt.

#### Die Kiefern. (*Pinus*), (franz. *Pin*.)

§ 45. Die Kiefern besitzen Lang- und Kurztriebe. Die Langtriebe tragen nur an einjährigen (seltener auch noch an 2—4jährigen) Pflanzen spiralig angeordnete Einzelnadeln. Die älteren Langtriebe tragen nur trockenhäutige Schuppenblätter, in deren Achseln die nadeltragenden Kurztriebe stehen. Die Kurztriebe beginnen stets mit Schuppenblättern, den Nadelcheiden, und tragen am Ende ihrer äusserst kurzen und dünnen Achse ein Büschel von je nach der Species 2, 3 oder 5 halbstielrunden oder dreikantigen Nadeln von mehrjähriger Lebensdauer. Die männlichen Blüten stehen an jungen Langtrieben und zwar an Stelle von Kurztrieben

büschelig oder traubenförmig gehäuft unterhalb der Endknospe des Triebes, jede einzelne gestielte Blüte in der Achsel eines trockenhäutigen Deckblättchens. Die Pollensäcke springen der Länge nach auf; die Pollenkörner besitzen zwei seitliche Flugbläschen. Die kleinen weiblichen Blüten, an der Basis von Knospenschuppen umgeben, aus Quirlknospen entstanden, stehen am Ende junger Triebe, entweder einzeln scheinbar endständig (neben der Endknospe subterminal, wenn nur eine Quirlknospe zur weiblichen Blüte wird) zu zweien gegen- oder zu mehreren quirlständig. Die Zapfen sind zuletzt meist hängend und reifen im zweiten oder dritten Jahre. Die Deckschuppen sind von Anfang an kleiner als die fleischigen Fruchtschuppen. Die Fruchtschuppen schliessen bis zur Samenreife fest zusammen und tragen an dem meist verdickten Ende eine scharf abgesetzte, an der Aussenfläche des Zapfens sichtbare Endfläche, die Apophyse, auf der sich meist ein Höcker, der Nabel befindet. Die Samen besitzen meist einen schmalen Flügel, der mit seiner Basis den Samen zangenartig umfasst; seltener ist der Flügel verkümmert. Die Verzweigung des Stammes wie der Aeste erfolgt nur durch Quirlknospen, die zu drei oder mehreren unter der Endknospe stehen. Zwischenknospen fehlen den Kiefern normaler Weise vollständig und die Krone der jungen Kiefer ist infolge dessen ganz regelmässig aus Astquirlen aufgebaut, welche diese Verzweigung wiederholen. Die Nadeln werden im allgemeinen im 3.—6. Jahre abgeworfen und die Benadelung der Krone ist eine viel lichtere als bei den Fichten und Tannen. Als ausgesprochene Lichtholzarten reinigen sich die Kiefern auch bei freiem Staude weit hinauf von Aesten, die Krone verlichtet sich gleichfalls und verliert ihren für die junge Pflanze so charakteristischen regelmässigen Bau und die ursprünglich stets kegelförmige Kronenform schliesslich vollständig, indem mit höherem Alter einzelne Seitenäste sich stärker als der Gipfel entwickeln und die Verzweigung wie namentlich die Entwicklung der einzelnen Zweige sehr ungleichmässig vor sich geht. Die alte Krone wird so immer unregelmässiger, laubholzähnlicher oder wölbt sich mehr und mehr ab, bei der Pinie bis zur vollkommenen Schirmform.

Die meisten Kiefern besitzen eine starke Pfahlwurzel und kräftige weit streichende Seitenwurzeln. Das Holz ist reich an Harzkanälen, Splint und Kernholz sind gewöhnlich verschieden gefärbt.

Die Kiefern sind immergrüne Waldbäume der nördlichen gemässigten Zone bis zur Polargrenze des Baumwuchses und überschreiten nur in den Gebirgen den Wendekreis. Ca. 80 Arten<sup>29)</sup>, von welchen hier nur die für unsere Zwecke wichtigsten behandelt werden können.

### 1. Sektion Pinaster.

Zapfenschuppen fest, dick und holzig. Apophyse rhombisch, durch einen queren Kiel in ein oberes und unteres Feld geteilt. Nabel in der Mitte des Kiels. Centralstrang der Nadeln zwei neben einander liegende Gefässbündel enthaltend.

#### a) Zweinadelige Kiefern (Subsektion Pineae.)

Die Kurztriebe tragen normalerweise 2 (selten 3 oder nur 1) Nadel. Mit Ausnahme von *P. Cembra* und *P. Peuce* gehören alle europäischen Kiefern hierher.

<sup>29)</sup> Vergl. Ascherson und Graebner, Synopsis der mitteler. Flora I, wo die sehr entwickelte Systematik der centraleuropäischen Kiefern mit ihren zahlreichen Varietäten und Bastarden in mustergültiger Weise dargestellt ist. Bezüglich der amerikanischen und japanischen, bei uns zu versuchsweisem Anbau empfohlenen Arten vergl. die vorzüglichen Werke Mayr's.



§ 46. 1. *Pinus silvestris* Linné. Gemeine Kiefer, Föhre, Forche. Weissföhre ist nächst der Fichte der verbreitetste Waldbaum. Rinde der benadelten Zweige glatt, glanzlos, grangelb (scherbengelb), der älteren Aeste und jüngeren oberen Stammteile, etwa vom 10. Jahre ab, leuchtend rotgelb, in papierdünnen Streifen und Fetzen sich abschilfernd; im Alter eine dicke, innen rotbraune, aussen graubraune Tafelhörke. Knospen gross, 1—2 cm lang, spitz, eilänglich, meist nicht verharzt, mit grauen oder rötlichen, meist anliegenden Schuppen. Nadeln zweifarbig, aussen dunkelgrün, auf der flachen Seite durch Wachsausscheidung meergrün, im allg. 4—6 cm lang, 2 mm breit, auf schlechtem Standort bis 2, bei besonders üppiger Entwicklung bis 8 cm lang, von der Basis zur Spitze meist um einen ganzen Umgang um ihre Längsachse gedreht. Epidermiszellen, wie bei allen andern Arten ausser *P. montana*, im Querschnitt so hoch wie breit mit punktförmigem Lumen; Harzgänge meist zahlreich, von einem Ringe auffallend dick wandiger Zellen umgeben, unmittelbar an die äusserste Zellschicht der Nadel grenzend; zwischen beiden Gefässbündeln eine mächtige Sklerenchymzellgruppe. Männliche Blüten eiförmig, kaum 1 cm lang, auf der unteren Hälfte diesjähriger Langtriebe, die über ihnen benadelte Kurztriebe entwickeln und nach dem Abfall der männlichen Blüten am Grunde kahl bleiben. Weibliche Blüten gestielt, einzeln oder zu zweien unterhalb der Endknospe diesjähriger Langtriebe, rundlich eiförmig, bis 0,5 cm lang, mit kleineren, zarten, grünlichen Deckschuppen und grösseren, fleischigen, mit hornartig vorstehender Spitze versehenen, grünen, rotüberlaufenden Fruchtschuppen. Nach dem Verblühen vertrocknen die Deckschuppen, die Zapfen krümmen sich abwärts und färben sich gelblichgrau und wachsen bis zum Herbst nur unbedeutend. Im zweiten Frühjahr wachsen sie zu grünen Zapfen heran, welche im Oktober reifen und an ziemlich langem Stiele hängen. Reife Zapfen aus schiefer, meist etwas verschälertem Grunde eikegelförmig, 2,5—7 cm lang und 2—3,5 cm dick, graubraun, oft völlig glanzlos. Apophysen auf der Lichtseite des Zapfens meist stärker hervorragend, bis 8 mm breit, grösstenteils fast quadratisch, zum Teil 5- und 6eckig, mit flachem oder etwas konvexem Oberfeld. Nabel in der Mitte der Apophyse, meist ohne Stachelspitze, klein, meist hellbraun, glänzend, nicht schwarz umrandet. Samen 3—5 mm, teils gelb, teils schwarzbraun, mit dem Flügel ca. 15 mm lang. Ein Kilo geflügelten Samens enthält 115 000—125 000, von entflügeltem 150 000—180 000 Samen. Von ersteren gehen 13—15 Kilo, von letzteren 40—45 Kilo aufs Hektoliter. — Bei der sog. „Zapfensucht“ entstehen am unteren Teil des neuen Triebes Zapfen in sehr grosser Zahl an Stelle von männlichen Blüten.

Die Mannbarkeit tritt ohne Beeinträchtigung der Keimfähigkeit des Samens bei freiem Stande schon mit 15—20 Jahren, im Schlusse zwischen dem 30. und 50., auf feuchten Böden gar erst zwischen dem 70. und 80. Jahre ein. Wiederkehr reichlicher Samenjahre durchschnittlich alle 3 Jahre. Die Blütezeit fällt im Süden in den Mai, im Norden kann sich ihr Beginn bis Anfang Juni hinziehen. Die reifen Zapfen springen gewöhnlich im März oder April des 3. Jahres auf, lassen die Samen ausfliegen und bleiben dann noch bis zum Herbst hängen. Reiche Samenjahre folgen sich im Durchschnitt alle 3—4 (5) Jahre. Guter Samen hat eine Keimfähigkeit von 60—70%. Dauer der Keimkraft 3(—4) Jahre bei starker Abnahme der Keimprozente. Die Keimung erfolgt bei Frühlingsaat je nach Witterung, Lage und Boden in (2) 3—6 Wochen. Die Keimpflanze besitzt einen Quirl von 4—7 bis 2 cm langen, dreikantigen, glattrandigen, bogig aufwärts gekrümmten Keimblättern und entwickelt im ersten Jahre einen gewöhnlich ca. 5, unter besonders günstigen Umständen 8—10 cm langen Höhen-

trieb, welcher mit einzeln stehenden, schwertförmigen, an beiden Rändern fein sägezahnigen Nadeln besetzt ist, mit einer gewöhnlich unter einem dichten Nadelbüschel versteckten Endknospe schliesst und bei kräftigen Pflänzchen auch einzelne Achselknospen entwickelt, welche im zweiten, mitunter schon im gleichen Jahre zu 2nadelligen Kurztrieben, abnormer Weise auch zu Scheidetrieben auswachsen. in der Regel aber zu kurzlebigen schlafenden Augen werden. Die Pfahlwurzel verlängert sich schon im 1. Jahre um das 3—4fache des oberirdischen Pflänzchens, wie denn das Wurzelsystem überhaupt sich im 1. oder 2. Jahre besonders ausbildet. Im 2. Jahre erreicht das Pflänzchen eine Länge von ca. 13—16 cm. Der zweite Jahrestrieb beginnt mit einzeln stehenden schwertförmigen Nadeln, auf die weiterhin solche mit 2nadelligen Kurztrieben in den Achseln und schliesslich nur noch Kurztriebe in der Achsel bald abfallender Schuppen folgen. Der zweite Jahrestrieb schliesst mit einigen Quirlknospen unter der Endknospe ab. Im 3. Jahre beginnt die Entwicklung von Quirlästen und werden nur noch Kurztriebe in der Achsel von Schuppen gebildet. Auf üppigem Boden können sich an 7—10jährigen etwa mannshohen Pflanzen nach Nördlinger<sup>30)</sup> noch zahlreiche Scheidetribe entwickeln. Das weitere Wachstum der Kiefer in den ersten Jahrzehnten ist äusserst rasch und wird von den Nadelhölzern nur noch von der Lärche und der Weymouthskiefer übertroffen. Es erreicht je nach Standortsgüte zwischen dem 15. und 25. Jahre seinen Höhepunkt, hält aber dann noch lange an. Im Durchschnitt erreicht die Kiefer unter mittleren Standortverhältnissen in 80 Jahren ca. 20 m, bei günstigsten Verhältnissen bis 25 m, in mehrhundertjährigem Alter unter günstigsten Bedingungen bis zu 40 (48) m. Maximalalter ca. 600 Jahre. — Die Nadeln fallen samt den tragenden Kurztrieben gewöhnlich im Herbst des 3. Jahres ab, auf trockenem Boden, in trockener Luft wie unter dem Einfluss salzhaltiger Seewinde schon im 2., in luftfeuchten Gebirgslagen auch wohl erst im 4. Jahre.

Die normale Verzweigung der Kiefer geht nur von den an den Enden der Langtriebe stehenden Quirlknospen aus, die auch an Seitenzweigen in grösserer Anzahl stehen. Die jungen Kurztriebe, welche schon in der Knospe angelegt sind, kommen gleichzeitig mit den Langtrieben zur Entfaltung, welche letztere anfänglich wie Kerzen aufrecht stehen. Die Endknospen der Kurztriebe entwickeln sich normaler Weise nicht weiter; sie besitzen die Natur schlafender Augen und können sich nach dem Verlust der Nadeln (durch Raupenfrass z. B.) zu bleibenden, schmächtigen, kurz und dicht benadelten normalen Langtrieben, den sog. „Scheidetrieben“<sup>31)</sup> entwickeln. Von den Quirlknospen bleibt gewöhnlich die eine oder andere kleiner und schlafend, um sich nach starken Nadelbeschädigungen zu meist nur mit einzeln stehenden schwertförmigen Nadeln besetzenden Langtrieben, den „Rosettentrieben“ zu entwickeln. Das Wurzelsystem der Kiefer entwickelt, wo es der Standort irgend gestattet, eine tief in den Boden eindringende kräftige Pfahlwurzel und tief absteigende Seitenwurzeln.

Das Kiefernholz besitzt an starken Stämmen einen oft handbreiten, gelblich bis rötlichweissen Splint und ein im allg.  $\frac{2}{3}$  des Querschnittsdurchmessers umfassendes Kernholz, das nach dem Fällen anfänglich meist die gleiche Farbe zeigt, später aber deutlich rotbraun wird. Die Spätholzschichten der Jahresringe treten wie beim Lärchenholz deutlich hervor. Durch die in Jahrestriebeutfernung stehende Astquirl lassen sich Kiefern Brettern von Lärchenbrettern leicht unterscheiden. Das Holz ist reich an Harzkauälen, die grösser als bei der Fichte und Lärche und weist schon mit freiem Auge zu erkennen sind. Die Markröhre ist im Gegensatz zur

30) Nördlinger, Deutsche Forstbotanik II. p. 367.

31) Abgebildet bei Hempel und Wilhelm l. c. I p. 122 und Ratzeburg, Waldverderbnis I. Tafel Ia, Fig. 5.

Lärche sehr stark, bis 4 mm. Das Mikroskop zeigt einreihige und mehrreihige Markstrahlen mit einem Harzgang in der Mitte. Die randständigen Zellen der Markstrahlen zeigen wie bei Fichte und Lärche Tracheidencharakter mit kleinen Hofstäpfeln, sind aber von jenen auf dem Radialschnitt leicht durch die zackigen, kamnähnlichen Wandverdickungen zu unterscheiden. Ausserdem korrespondieren die Markstrahlparenchymzellen mit den angrenzenden Tracheiden durch sehr grosse, fast die ganze Breite des Tracheidenlumens einnehmende Stüpfel.

Das geographische Verbreitungsgebiet der Kiefer ist ein ausserordentlich grosses, es geht von der Sierra Nevada (37°) in Spanien, von Oberitalien und von Siebenbürgen bis zum 70° an der Westküste Norwegens und gegen 69° in Lappland, weiter östlich durch Sibirien, dort nahe an den Polarkreis heranrückend, bis zum Amurgebiet und durch Kleinasien bis nach Persien, also weiter nach Norden und Osten als dasjenige der Fichte. In diesem ungeheuren Gebiet bildet die Kiefer, namentlich auf tiefgründigem Sandboden und insbesondere im norddeutschen Flachlande ausgedehnte Wälder, viel häufiger für sich allein als mit anderen Holzarten gemischt. In den Tiefländern der Nord- und Ostsee ist sie der herrschende Waldbaum. In Mittel- und Süddeutschland, in Oesterreich und der Schweiz, wo sich die Kiefer unter den verschiedenartigsten Bedingungen findet, ist ihr Anteil an der Waldbildung geringer und kommt sie vorzugsweise eingesprengt vor, bildet aber auch hier, namentlich in der Rheinebene, auf dem Hauptmoor bei Bamberg und in der ungarischen Marchniederung ebenfalls ausgedehnte Waldungen. In der immergrünen Region des Mittelmeergebietes fehlt sie meist, ebenso im ungarischen Tieflande, in den Steppen Südrusslands und auf den dänischen Inseln. Im Gebirge steigt sie nicht so hoch wie die Fichte, im Harz bis 350 m, im Thüringerwald bis 500 m, im Spessart und Odenwald bis 650 m, im Jura bis 770 m, im bayrischen Wald bis 950 m, im Schwarzwalde bis 1000 m, Karpathen und Vogesen bis 1200 m, in den bayr. Alpen und Apenninen bis 1600 m, Centralalpen bis 1950 m und Pyrenäen bis 2000 m.

Was die Standortansprüche anlangt, so geht schon aus der geographischen Verbreitung hervor, dass die Kiefer ein ausserordentliches Anpassungsvermögen an klimatische Gegensätze besitzen und gegen Winterfrost wie Sommerhitze in gleicher Masse unempfindlich sein muss. Ebenso gehört sie hinsichtlich der Bodenansprüche wie der Ansprüche an Luftfeuchtigkeit zu den allerbescheidensten Holzarten und wird infolge dessen überall da angepflanzt, wo keine andere Hauptholzart mehr befriedigende Erträge liefert. Bei Beurteilung der Standortansprüche ist nicht zu übersehen, dass eben viele Standorte der Kiefer nicht solche freier Wahl sind. Zu üppigem Gedeihen bedarf sie immerhin einer mässigen Bodenfrische, wenn sie auch zur Zeit grösster Dürre vermöge ihrer tiefgehenden Bewurzelung ihren Wasserbedarf aus Bodenschichten zu decken vermag, die kein anderer Waldbaum mehr erreicht, und vor allem genügender Tiefgründigkeit und einer gewissen Lockerheit des Bodens ohne Rücksicht auf dessen geognostische Zusammensetzung. Auch bezüglich der Bodenverhältnisse zeigt die Kiefer eine ungeweine Anpassungsfähigkeit. Nur auf sehr bindigem Thonboden, sehr dünnen Sand und sumpfigem, namentlich torfigem Boden kümmerl sie, ist aber immerhin meist die einzige Holzart, welche auf letzteren Bodenarten noch fortkommt. Als ausgesprochene Lichtholzart wird die Kiefer von den wichtigeren Holzarten nur durch die Birke und Lärche hinsichtlich der Empfindlichkeit gegen Beschattung übertroffen. Je geringer der Standort, desto grösser ist diese Empfindlichkeit. — Die Kiefer ist nicht minder formenreich als die Fichte.

Nach Wuchs und Verzweigung etc. unterscheidet man bei uns wildwachsend folgende Spielarten<sup>32)</sup>:

a) Nach Wuchs und Verzweigung (sehr selten).

1. *Lusus fastigiata* Carrière. Säulenkiefer. Äste der schmal pyramidalen Krone aufstrebend. Bis jetzt wild nur in Frankreich und Norwegen gefunden, wohl auch bei uns.

2. *L. compressa* Carrière, von vorstehender Form nur durch sehr kurze (1—2 cm lange) Nadeln unterschieden, in Graubünden.

3. *L. pendula* Caspari. Trauerkiefer. Äste grösstenteils oder sämtlich schlaff hängend, die untersten dem Boden aufliegend, sehr selten in Brandenburg und Ostpreussen.

4. *L. virgata* Caspari. Schlangenziefer. Hauptäste aufrecht abstehend, zum Teil einzeln, verlängert, nur oberwärts spärlich verzweigt. Sehr selten bisher nur in Westpreussen und Frankreich beobachtet.

b) Nach der Beschaffenheit der Rinde (sehr selten).

5. *L. annulata* Caspari. Schuppenkiefer. Stamm durch fast regelmässige Ablösung der Borkschuppen an ihrem unteren Ende auf  $\frac{3}{4}$  seines Umfangs geringelt. Bis jetzt nur in der Provinz Brandenburg.

c) Nach den Nadeln (sehr selten):

6. *L. parvifolia* Heer. Nadeln nicht über 2,5 cm lang. Angegeben in Schlesien, Westpreussen, Veltlin, Mähren und Niederösterreich.

7. *L. microphylla* Graf Schwerin. Nadeln nur 10—15 mm lang. Prov. Brandenburg.

8. *L. variegata* Carrière mit zum Teil ganz oder teilweise weissen Nadeln. Westpreussen. Oeftern in Gärten gezogen.

d) Nach der Farbe der Staubbeutel:

9. *L. erythranthera* Sanio (Syn. var. *rubra* Bechstein, var. *rubriflora* Buchenau). Staubbeutel rosa bis carminbraunrot, im nordwestlichen Deutschland (z. B. Bremen), Brandenburg, Schlesien, West- und Ostpreussen, Erlangen und Baden beobachtet.

e) Nach der Form des Zapfens bezw. der Apophysen:

10. *L. genuina* Heer. Zapfen eikegelförmig. Apophysen nicht höher hervorragend als ihre Breite beträgt; zerfällt in die Unterformen:

α) *plana* Christ. Apophyse der Lichtseite scharf quer gekielt, auch mit einem Längskiel, eventuell unterseits oder beiderseits zwei radialen Kielen; ihre Erhebung geringer als die halbe Breite. — So allgemein verbreitet!

β) *gibba* Christ. Apophysen der Lichtseite mit stumpfem und breitem Querschnitt, dessen Abdachungen konkav sind; ihre Erhebungen zwischen  $\frac{1}{2}$  und der ganzen Breite; so seltener.

11. *L. hamata* Steven (syn. *reflexa* Heer, Caspari, Willkomm). Zapfen bis 7 cm lang, schmal kegelförmig. Apophysen der Lichtseite in eine an der Spitze den Nabel tragende Pyramide erhöht, deren Länge die Breite der Apophyse übertrifft; diese Pyramide an den unteren Schuppen nach dem Grunde des Zapfens zurückgekrümmt, an den oberen mehr oder weniger nach dessen Spitze hin gekrümmt. — Besonders an Krüppel-exemplaren auf zu nassem oder armem Boden.

Als klimatische Wuchs- und als Standortsformen sind bekannt:

1. *Forma turfosa* Wörlein. Die Moorkiefer Willkomm's. Eine  $\frac{1}{2}$ —2 m hohe Krüppelform mit dünner, dürftiger, kurzer Benadelung auf Hochmooren, vereinzelt in Deutschland und Oesterreich, oft vom Habitus der Knieholzkiefer, in deren Gesell-

32) Nach der Zusammenstellung bei Ascherson und Gräbner l. c. p. 222 ff.

schaft sie oft wächst, häufig und förmliche Bestände bildend in den Mooren der russischen Ostseeprovinzen, wo sie selten über mannshoch wird, bis zum Fuss beastet ist und sehr starre, 3 cm lange, schon im zweiten Jahre abfallende Nadeln besitzt. Nach Entwässerung des Moores kann sie noch zum kräftigen Baume erwachsen.

2. Die Strandkiefer der Ostseeküsten, von Mecklenburg bis zu den russischen Ostseeprovinzen, schon in der Jugend buschig, vom Sturm vielfach zerzaust und zerbrochen, mit Sekundärwipfeln, Krone bei jüngeren Bäumen bis zum Boden reichend, Stamm sehr stark werdend, aber selten über 20 m, meist krumm oder gewunden, auf Dünen selbst vollständig niederliegend, Krone ganz unregelmässig, breit und umfangreich.

3. als Kusseln bezeichnet man in Nordostdeutschland die auf ganz armem Sandboden vorkommenden, meist durch Wind und Tierfrass beschädigten einzeln oder in kleinen Horsten stehenden Krüppelformen.

4. forma fruticosa Borbas, Strauchkiefer von krummholzförmlichem Wuchs in rauhen Gebirgslagen, so in den Julischen Alpen und im Banat.

Als richtige Varietät (oder Unterart) ist zu unterscheiden als entschiedene Mittelform zwischen der gemeinen Kiefer und der Bergkiefer:

*P. engadinensis* Heer. Knospen harzig. Kurztriebe länger lebend als bei der Hauptart (oft 5 Jahre). Nadeln sehr dicht, sehr dick (fast 2 mm) und starr, ziemlich lang und scharf zugespitzt, nicht über 4 cm lang, auf der gewölbten Seite oft gelbgrün, auf der planen meergrün. Zapfen sehr variierend, im allgem. eikegelförmig, 4–6 cm lang, kurz gestielt; Apophysen glänzend, grünlich- bis scherbengelb, auf der Lichtseite stark konvex; Nabel gross, stumpf, oft mit schwärzlichem Ring. — Schlanker, bis 10 m hoher, vom Grunde aus ästiger Baum mit pyramidalen oder ausgebreiteter Krone, der stets die für *P. silvestris* so charakteristische, leuchtend rotgelbe Korkhaut trägt. Nur im Oberengadin in Mischung mit Arven und Bergkiefern und im Ober-Inntal gefunden. Wahrscheinlich gehört hierher die jedenfalls sehr nahe stehende *P. frieseana* Wichura, die jenseits des Polarkreises in Lappland grosse Wälder bildet und deren Kurztriebe 8 Jahre dauern sollen. — Die im Einöfistal im Wallis und bei Tarasp in Graubünden beobachtete Abart *monticola* (Schröter), nur durch 7–9 Jahre dauernde Kurztriebe von der Hauptart verschieden, stellt jedenfalls ein Bindeglied derselben mit der Unterart dar.

§ 47. 2. *Pinus montana* Miller. Bergkiefer. Krummholzkiefer. Diese sehr vielgestaltige Holzart ist von der gemeinen Kiefer durch folgende Merkmale unterschieden: Knospen meist dick mit Harz überzogen. Rinde der jungen Triebe glänzend, grünlich- bis violettbraun, an den Ästen dunkel, sich nicht in dünnen Schuppen abschilfernd. Nadeln gewöhnlich 2–5 cm lang, derber, stumper, weniger gedreht, gleichfarbig (nur an diesjährigen Nadeln die Innenseite mitunter heller), im Querschnitt die Oberhantzellen grösser, stets höher wie breit (Lumen strichförmig); Harzgänge weniger (2–6); Sklerenchym im Zentralstrang, besonders bei den strauhen Formen, spärlich oder fehlend. Kurztriebe dichter, die Nadelpaare oft säbelförmig gegen die Langtriebe gekrümmt, von längerer Lebensdauer, im Durchschnitt 5 Jahre, an einzelnen Zweigen selbst bis zu 10! Blüten grösser, bis 1.5 cm; männliche mit grossem gezähntem Antherenkamm, weibliche zahlreicher (2–4, selbst 7), dicht unter der Endknospe der Tragzweige an kurzen Stielchen anrecht (auch nach der Bestäubung, meist bis zum Herbst); Fruchtschuppen bläulichrot-violettbraun mit längerem Kiel, Deckschuppen heller, über den Rand der Fruchtschuppen etwas vorstehend. Zapfen jung oft violett, reif ca. 2 bis

5 cm lang und bis 3 cm breit, fast oder völlig sitzend, aufwärts absteigend bis schief abwärts gerichtet, meist glänzend, hellgrau oder gelbbraun, zimmet-, kastanien- bis dunkel rotbraun; Apophysen mit mehr oder weniger gewölbtem Oberfeld. Nabel meist gross, grau oder hellbraun, von einem schwärzlichen Ringe umgeben. — Die Zweige sind verhältnismässig dick und namentlich an hochgelegenen Standorten auffallend zäh und biegsam. Aeste bogenförmig emporgekrümmt, am Ende selten ein Knospenquirl, meist nur eine Seitenknospe neben der Endknospe, schwächere Aeste oft jahrelang unverzweigt. Bewurzelung reichlich verzweigt, im Gegensatz zur gemeinen Kiefer ohne Pfahlwurzel, flach, aber mit einzelnen Seitenwurzeln auf geeignetem Standort auch tief in die Spalten des Gebirgsgesteins eindringend. —

Eintritt der Mannbarkeit frühzeitig, oft schon im 6. bis 10. Jahre, worauf die Bergkiefer alljährlich reichlich zu fruchten pflegt. Blütezeit durchschnittlich im Juni (seltener Ende Mai oder Anfang Juli). Die Bergkiefer blüht im Gegensatz zur gemeinen Kiefer als Knieholz nicht selten zweihäusig. Samentreife am Ende des 2. Jahres, Aufspringen der Zapfen im Frühling des 3., worauf sie meist noch 1 Jahr und länger haften bleiben und an der Oberfläche vergrauen und verwittern. Samen, Keimung und Entwicklung der jungen Pflanze im wesentlichen wie bei der gemeinen Kiefer. Keimkraft 50—60%, Keimdauer 2—4 Jahre. — Was die Wuchsform anlangt, so tritt die Bergkiefer als aufrechter Baum, als stammloser Strauch oder als Knieholz auf. Die Baumform kann bis 25 m Höhe erreichen, ihre Krone ist meist tiefer herab beastet, schmal kegelförmig oder abgewölbt; beim Knieholz, auch Latsche, Legföhre, Kraumholz genannt, sind der Hauptstamm, wenn überhaupt vorhanden, und die stärksten Aeste, auf geneigtem Terrain stets talabwärts niedergedrückt, bei 10 bis 16 cm Stärke 6—12 m lang und zuweilen wurzelschlagend, am Ende bogig 1 bis 2 m hoch sich aufrichtend; bei der Buschform fehlt der Hauptstamm, die Aeste breiten sich auf dem Boden bis 2 oder 3 m mehr oder weniger allseitig aus und richten sich dann bis zu ca. 3 m Höhe empor, einen dicht geschlossenen Busch bildend. Nach Th. Hartig können die Nachkommen einer und derselben Bergkiefer verschiedene Wuchsformen zeigen.

Wuchs sehr langsam, besonders beim Knieholz. Alter bis ca. 200 und 300 Jahre. Das Holz gleicht demjenigen der gemeinen Kiefer, nur sind die Jahresringe meist schmaler und meist exzentrisch, und der Kern ist meist heller rötlich-braun; es ist mit Ausnahme der Eibe und Zerreiche schwerer als das aller anderen einheimischen Holzarten, sehr hart und namentlich auf trockenem Boden ausserordentlich harzreich.

Die Rinde zeigt gewöhnlich erst bei Arnsdicke der Zweige Borkebildung; die Borke erreicht niemals entfernt die Stärke wie bei der gemeinen Kiefer und ähnelt in höherem Alter sehr der Fichtenborke.

Baum- und Strauchformen sind vielfach durch den Einfluss des Standortes bedingte Wuchsformen und darum zur Unterscheidung von Varietäten für sich allein nicht benützlich.

Die Zapfenform der Bergkiefer variiert ungemein. Nach ihr hat Willkomm<sup>33)</sup> 3 in einander übergehende Unterarten unterschieden, deren beide ersten selbst wieder in eine grosse Zahl Abarten zerfallen.

A. *uncinata* Willkomm. Hackenkiefer. Apophysen der Lichtseite viel stärker als die der Schattenseite entwickelt, meist im unteren Drittel (seltener nur an der Basis oder am ganzen Zapfen) kapuzen- bis

33) Willkomm, Forstl. Flora. 2. Aufl. p. 211—218, Ascherson u. Gräbner l. c. p. 225—228.

pyramidenförmig erhöht und nach der Basis des Zapfens zurückgekrümmt; Nabel daher stets exzentrisch. Keimnadeln 7. Diese Unterart zerfällt in die 3 Abarten *rostrata*, *rotundata* und *pseudopumilio* und diese wieder in mehrere hier nicht aufgeführte Unterabarten.

I. *rostrata* Willkomm. Zapfen (bei unseren Formen) 2,7—4 (seltener 5) cm lang, kegelförmig, selten eiförmig. Apophysen der Lichtseite in eine vierseitige, zusammengedrückte, zungen- oder schnabelförmige, hackig zurückgekrümmte Pyramide mit stark vorragendem Nabel erhöht, die so lang bis doppelt so lang als die Breite der Apophyse ist. — So ausschliesslich in den Westalpen, mit II in den Schweizer-, vereinzelt auch in den Ostalpen, im Jura, Schwarzwald, Böhmerwald und Erzgebirge.

II. *rotundata* Willkomm. Sumpfkiefer, Moorföhre, Moorkiefer, Legföhre, Krummholz, Knieholz, Latsche, Zundern, Teufeln, als Baum in den Alpen Spirke. Zapfen wie bei I, Apophysen der Lichtseite in eine nur schwach abwärts gekrümmte Pyramide erhöht, die kürzer ist als die Breite der Apophyse; oder nur das Oberfeld der Apophyse ist kapuzenförmig zurückgekrümmt. — Mit Ausnahme der Westalpen im ganzen Alpengebiet und den deutschen Mittelgebirgen verbreitet.

III. *pseudopumilio* Willkomm. Zapfen: auch reif abwärts gehend, klein, höchstens 2,5 cm lang, eiförmig. Oberfeld der Apophysen der Lichtseite kapuzenförmig erhaben oder dachförmig abgeflacht, aber höher als das convexe Unterfeld; Nabel gross, flach oder eingedrückt, stumpf oder stachelspitzig. — Knieholzform, den Uebergang zu B bildend, in Oberbayern, Erzgebirge und Südböhmen.

B. *pumilio* Willkomm (mit zahlreichen Unter-Abarten). Knieholz, Krummholz, Leg-Föhre etc. wie A II. Zapfen gleichmässig ausgebildet, bis zur Reife aufrecht oder horizontal abstehend, erst nach dem Aufspringen abwärts geneigt, kürzer als die Nadeln, eiförmig oder fast kugelig, 3—4,5 cm lang, im 1. Herbst meist noch violettblau, reif dunkelbraun bis scherbengelb, bis zur Reife bläulich bereift; Oberfeld der Apophysen konvex, Unterfeld konkav; Nabel eingedrückt, an der Zapfenbasis unter der Apophysenmitte; Keimnadeln 3—4. Strauch-, am häufigsten Knieholz, selten Baumform. — In der subalpinen Region der Alpen von der Schweiz bis Bosnien und in den deutschen Mittelgebirgen.

C. *mughus* Willkomm. Mugokiefer. Meist Knieholzform. Zapfen vollkommen gleichmässig ausgebildet, abstehend oder abwärts gerichtet, aus flachem Grunde kegelförmig oder eikegelförmig, 4—5 cm lang, im 1. Herbst hellgelbbraun, reif hell bis dunkel zimtbraun, niemals bereift. Apophysen alle mit sehr scharfem Querkiel, auch die unteren mit gleicher Unter- und Oberhälfte und daher in der Mitte stehendem, gewöhnlich einen stehenden Dorn tragendem Nabel. Oestliches Alpensystem und am Fusse desselben.

Die geographische Verbreitung der Bergkiefer geht von Centralspanien bis zum Balkangebirge und vom Thüringer Wald bis Dalmatien und bis zu den calabrischen Abruzzen von ca. 300 m bis ca. 2700 m. Ausserhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets ist sie vielfach angepflanzt z. B. bei Bremen. Sie bewohnt sowohl die baumlose Hochregion der Gebirge, wo sie als Schutzwald in Deutschland, Oesterreich und der Schweiz weite Flächen mit fast undurchdringlichen Latschenfeldern überzieht, welche aus der Ferne wie mit dunkelgrünem Moose bekleidet aussehen, findet sich als aufrechter waldbildender Baum auf trockenem Kalkboden in Spanien, auf verschiedenartigen Verwitterungsböden stellenweise in der Schweiz, auf nassem Torfmoorboden im Böhmerwald und Erzgebirge, teils rein, teils mit Fichte, Lärche und Zirbel oder der gemeinen Kiefer gemischt, und als Busch, Latsche oder niedriger Baum häufig

mit der Ruchbirke zusammen auf Torfmooren, zeigt somit hinsichtlich ihrer Lebens- und Standortsansprüche eine Anpassungsfähigkeit wie keine andere Holzart und eine geradezu unerreicht dastehende Bedürfnislosigkeit, namentlich hinsichtlich der Fruchtbarkeit des Bodens und der Luftwärme, wengleich sie hohe Grade sommerlicher Luftwärme zu ertragen vermag. Dagegen scheint ein luftfeuchtes Klima Lebensbedingung für sie zu sein. Die Latschenform insbesondere ist gegen Schneebruch völlig widerstandsfähig und ist in den Hochlagen, wo sie gewaltige Schneemassen im Winter und Frühjahr festhält, der beste Schutz gegen Lawinegefahr.

Zwischen der Bergkiefer und der gemeinen wie der Schwarzkiefer gibt es verschiedene Bastarde (Ascherson u. Gr. l. c. p. 229 ff.).

§ 48. 3. *Pinus Laricio* Poiret (*P. nigra* Arnold). Schwarzkiefer. Winterknospen gross, ca. 2 cm und mehr, spitz, meist harzig; ihre Schuppen (im Gegensatz zu der gemeinen Kiefer) mit nicht verwebten Fransen. Nadeln gross, durchschnittlich 8–11 (15) cm lang, ca. 2(–3) mm dick, wenig oder kaum gedreht, mit gelblicher, fast stechender Spitze, beiderseits dunkelgrün; mechanische Zellen unter der Epidermis und um die im Parenchym gelegenen Harzgänge, dagegen im Centralstrang, in welchem beide Gefässbündel einander genähert sind, fehlend oder nur als schwaches Querband unter den Bündeln entwickelt; Lebensdauer durchschnittlich 4–5 Jahre. Männliche Blüten weniger zahlreich, aber weit grösser als bei den vorhergehenden Arten, 1½ bis 2½ cm lang, walzig, fast sitzend, mit stattlichem Antherenkamm; weibliche Blüten viel kleiner, meist nur einzeln oder zu zweien, sehr kurz gestielt, etwas grösser als bei den vorigen, karminrot bis violett.

Die Schwarzkiefer zerfällt nach Christ in folgende Formengruppen, deren einzelne Formen früher als selbständige Arten aufgestellt wurden:

A. *pachyphylla* Christ (*crassifolia* Willkomm). Nadeln sehr steif und starr, 1,5–2 mm dick.

I. Kiel der mittleren und oberen Apophysen scharf.

*Pinus Laricio austriaca*. Endl. (*Syn. nigricans* Host.) Schwarzföhre, Schwarz-Kiefer. Einjährige Zweige graubräunlich. Zapfen im 1. Herbste haselnussgross, hell lederbraun, im 2. reif, 4–8 cm gross, selten grösser und bis 3 cm dick, eis- bis eikegelförmig, fast sitzend, meist wagrecht abstehend, gleichseitig, glänzend, gelbbraun. Apophysen mit grossem, gewöhnlich dunkler braunem, an den oberen Schuppen oft mit einem Spitzchen versehenen Nabel. Die Samen sind grösser als bei der gemeinen Kiefer, durchschnittlich 6–7 mm lang und bis 4 mm breit, mit grösserem (–2½ cm) Flügel. Von den geflügelten Samen gehen 22–24 Kilo auf das Hektol., von den entflügelten 50–55 und das Kilo enthält von letzteren 55000–60000 Körner. —

Die Mannbarkeit tritt bei der *austriaca*-Form bei freiem Stande mit 20 (mitunter schon 15), im Schlusse mit dem 30. Jahre ein, dann ist durchschnittlich jedes 2. oder 3. Jahr ein Samenjahr. Die Blütezeit fällt ca. 10–14 Tage später als bei der gemeinen Kiefer. Die Samentreife erfolgt im Herbst des 2. Jahres, das Ausliegen im Frühjahr des 3. Keimkraft 65–70%. Dauer der Keimfähigkeit 2–4 Jahre. Keimung nach 2–4 Wochen, Keimpflanze ähnlich wie bei *P. silvestris* mit 4–10 (meist 7) über 3 cm langen Keimnadeln. Die junge Pflanze erscheint von Anfang an in allen Teilen derber, üppiger und wegen der durchschnittlich kleineren Abstände zwischen den Astquirlen und der meist kürzeren Triebe gedrungener als die gemeine Kiefer. Raschwüchsiger als die Bergkiefer, steht sie der gemeinen Kiefer nach; unter mittleren Verhältnissen erreicht sie im 10. Jahre etwa 1½ m, im



20, 4 m, im 40. 8—9 m, im 80. 15—16 m und im 100. 16—17 m; unter besonders günstigen Verhältnissen erreicht sie in dieser Zeit eine Höhe von 20—23 m (seltener mehr) und  $\frac{1}{2}$  m Durchmesser, erreicht aber unter Umständen riesige Dimensionen und vielhundertjähriges Alter, so z. B. im Wienerwald 600 Jahre bei nahezu 7 m Umfang. Die Krone der Schwarzkiefer reicht auch im Schlusse weiter herab als bei der gemeinen Kiefer, ist beim jüngeren Baum rundlich eiförmig und wölbt sich erst in höherem Alter, auf Felsboden oft schirmartig, ab. Die Bewurzelung ist entschieden flacher als bei der gemeinen Kiefer, dringt zum Teil, wo es der Boden gestattet, tief in die Spalten des Felsgesteines ein, kann sich aber auf dem natürlichen Standort, dem Kalkgebirge, vielfach nur oberflächlich entwickeln. Das durch treffliche technische Eigenschaften ausgezeichnete, dauerhafte, harzreiche Holz kommt dem Lärchenholz sehr nahe, der rötlichbraune Kern ist in der Regel schmaler (nur  $\frac{1}{3}$  des Quersmitteldurchmessers); im mikroskopischen Bau stimmt es mit den vorstehenden Arten im wesentlichen überein. Rinde im höheren Alter mit einer tiefrissigen, äusserlich dunkel-schwarzgrauen Schuppenborke, welche sich bis in den Wipfel erstreckt.

In der unteren und mittleren Region der Ost- und Südostalpen und Karpathen, zwischen 150 und 1100, vereinzelt bis 1400 m, vorzugsweise auf Kalk, stellenweise grosse Bestände bildend, auch ausserhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes hier und da waldmässig angebaut, als Zierbaum allgemein verbreitet, bis nach Norwegen. Bei äusserst geringen Ansprüchen an Boden- und Luftfeuchtigkeit verlangt sie mehr Wärme als die gemeine und die Bergkiefer. Für schwierige Standortverhältnisse, wie heisse seichtgründige Kalkböden, zur Wiederbewaldung der Steinwüsten des Karstes ist sie wie kein anderer einheimischer Waldbaum geeignet. Wie ihre dichte Benadelung schon andeutet, nimmt sie hinsichtlich des Lichtbedarfs eine Mittelstellung zwischen den entschiedenem Licht- und den ausgesprochenen Schattenholzarten ein. — Von allen europäischen Harzbäumen liefert die Schwarzkiefer das meiste und terpeninreichste Harz.

## II. Kiel der mittleren und oberen Apophysen stumpf.

a. *Pinus Laricio Poiretiana* Endlicher (Syn. *corsicana* Poiret). Einjährige Zweige hellbraun. Krone schmaler. Bei jungen Pflanzen die Nadeln meist etwas gedreht. Hinsichtlich ihrer sonstigen Merkmale, ihrer Entwicklung und ihrer forstlichen Eigenschaften stimmt sie mit der austriaca nahezu überein. Einheimisch in Spanien, Süditalien, Griechenland und Korsika, wo sie besonders mächtige Stämme bildet, 30—40, selbst 45 m hoch und 7—9 m Umfang bei einem Alter von über 1000 Jahren. (Das Alter von 1500—1800 Jahren, das Doumet-Adanson für die Riesenstämme Korsikas vermutet, dürfte doch wohl zu hoch gegriffen sein.) In den beiden letzten Jahrzehnten forstlich vielfach versuchsweise in Deutschland angebaut, aber im allgemeinen nur für Schleswig-Holstein geeignet gefunden.

b. *Pinus Laricio Pallasiana* Endlicher et Antoine. Einjährige Zweige schmutzig gelb. Nadeln sehr starr, glänzend dunkelgrün. Zapfen bis über 10 cm lang. In der Krim und in Kleinasien. — Zierbaum.

*B. leptophylla* Christ (*tenuifolia* Willkomm). Nadeln weniger steif, kaum 1 mm dick.

*Pinus Laricio Salzmanni* Dunal (Syn. *P. monspeliensis* Salzmann). Einjährige Zweige orange oder rötlich. Zapfen nur 4—5 cm. Samen nur 5 mm lang. In Südwestfrankreich und Catalonien.

Sowohl mit der gemeinen wie mit der Bergkiefer bildet die Schwarzkiefer Bastarde.

## § 49. 4. *Pinus leucodermis* Antoine. Weissrindige Kiefer,

**Panzer-Föhre, Schlangenhaut-Kiefer.** Der Schwarzkiefer sehr ähnlich, aber durch die aschgraue, durch Längs- und Querrisse in 4—8 cm breite und 5—16 cm lange unregelmässige Felder geteilte Rinde und die nach dem Nadelfall eigentümlich schlangenhautartig gefelderten hellgrauen Zweige verschieden, sowie durch die an den Zweigenden pinselartig gehäuften Kurztriebe mit meist nur 5—6 cm langen, starren Nadeln, deren spärliche Harzgänge tief im Parenchym liegen und nach Köhne ohne mechanischen Zellring sind und deren Gefässbündel durch ein  $\pi$ -förmiges Band dickwandiger Zellen geschieden und oben wie unten eingefasst werden. Unter der Oberhaut auffallender Reichtum an mechanischen Zellgruppen. Der bis 20, selten bis 33 m hohe gerade Baum zeigt stets eine stumpf kegelförmige Krone und ist in der oberen Region der Hochgebirge (1200—1800 m) von Dalmatien, Montenegro, Serbien und der Herzegowina heimisch, zum Teil in ausgedehnten Beständen die Waldgrenze bildend, erst 1864 entdeckt.

5. *Pinus pinaster* Solander. Sternkiefer, Strandkiefer, See-  
kiefer, Igelöhre, Bordeauxkiefer. (Syn. *maritima* Lamarck). Junge Triebe mattrotlichbraun; Knospen stumpf, dickwalzig, 2,3—5 cm lang, harzfrei, braun mit weissgewimperten Schuppen. Nadeln 12—20 cm lang, 2(—3) mm breit, steif, stehend, glänzend grün; Harzgänge im Parenchym, mechanische Zellgruppen im Centralstrang und unter der Epidermis sehr reichlich. Zapfen spitz kegelförmig, ungleichseitig, im allg. 10—19 cm lang und 5—8 cm dick, kurz gestielt, glänzend gelbbraun, meist in 2—4gliedrigen Quirlen vom Tragzweig abstehend; Apophysen scharf quergekielt, gewölbt mit scharf vorstehenden, dornigspitzem, an der Lichtseite oft hackig abwärtsgekrümmtem Nabel. Samen bis 8 (10) mm lang mit 3—4 mal so grossem dunkelrauchbraunem Flügel. — Die Sternkiefer ist eine raschwüchsiger 20(—30) m Höhe erreichender Waldbaum der Küstenländer und Inseln des Mittelmeeres von Italien bis Spanien, im allg. an den Küsten wachsend, in Korsika bis 1000, Granada bis 1300 m emporsteigend; ferner tritt sie in ausgedehnten Beständen im westlichen Portugal, nördlichen Spanien und, angepflanzt, auf den Heideflächen „Landes“ im südwestlichen Frankreich längs des Biskayischen Meerbusens auf. Für die Aufforstung von Dünen und Sandflächen warmer Gegenden ist dieser in seinen Bodenanprüchen bescheidene Lichtholzbaum, der nur hinsichtlich der Lockerkeit des Bodens und der Bodenfrische, mindestens im Untergrund, höhere Ansprüche stellt und ein grobfaseriges, schweres, sehr harzreiches Holz liefert, höchst wertvoll, dagegen ist er frostempfindlich, wurde in Deutschland früher auch vielfach versuchsweise angepflanzt, hält auch 10—20 Jahre bei kräftigem Wachstum aus, ist aber trotzdem als Waldbaum bei uns wertlos, weil er in sehr strengen Wintern regelmässig erfriert. Als Zierbaum bis zum südlichen England und der norwegischen Küste verbreitet.

6. *Pinus halepensis* Miller. Aleppo- oder Seestrandkiefer. Zweige lang und dünn (2—3 mm) hellgrün, oft nur an den Spitzen pinselförmig mit Kurztrieben bedeckt, da die Kurztriebe meist nur 2 Jahre dauern. Knospen klein, ca.  $\frac{1}{2}$  cm, harzlos, an kräftigen Laugtrieben hängig auch in deren mittlerem Teile, da die Endknospe vielfach schon im gleichen Jahre einen 2., mitunter sogar 3. Trieb macht. Nadeln, (zuweilen zu 3) hell- bis graugrün, bis 9 cm lang, an schwächeren Zweigen oft kaum 5 cm, sehr dünn, bis 1 mm; Harzgänge unmittelbar am Hypoderm, unter der flachen Oberseite nie mehr als 2. Zapfen an einem bis 2 cm langen bogigen Stiele hängend, länglich-kegelförmig, 8—10 cm lang, 4 cm dick, glänzend rotbraun oder hellgelb; Apophyse glatt, mit deutlichem Querkiel und deutlich abgesetztem, öfter stachelspitzigem Nabel. Samen 5—7 mm. — Der Aleppo-Kiefer fehlt wegen der oben erwähnten zweimaligen Triebbildung im Jahre und

der minder vollkommenen Quirlstellung ihrer Aeste schon in der Jugend der streng regelmässige Aufbau der übrigen Kiefern. Sie bildet ausgedehnte Bestände in der immergrünen Region des Mittelmeeres in Europa, Asien und Afrika, ist sehr raschwüchsig, erreicht mit 10 Jahren 6—7, mit ca. 60 Jahren 15—18 m Höhe, worauf der Höhenwuchs erlischt und sich die Krone oft in der malerischsten Weise abwölbt. Wie die Schwarzkiefer kommt dieser Lichtholzbaum, der ein vorzügliches, harzreiches Holz liefert, noch auf den trockensten und heissesten Böden fort, beständig mildes Klima (Delbaunklima) vorausgesetzt und ist z. B. für die Bewaldung Dalmatiens und des österreichisch-ungarischen Küstenlandes ein unentbehrlicher Baum, der hier auch vielfach angepflanzt ist, z. B. zur Wiederbewaldung des Karstes bei Triest.

7. *Pinus Brutia* Tenore. Calabrische Kiefer. (Syn. *pyrenaica* La Peyrouse (obwohl sie in Spanien fehlt) *Paroliniana* Webb.) Diese vielfach verkannte Art<sup>34)</sup> steht der Aleppokiefer sehr nahe, unterscheidet sich aber von ihr durch dicke (4—5 mm) gelbrötliche Zweige, 1—2 cm lange Knospen, 12—23 cm lange, dunkler grüne Nadeln mit in der Regel mehr als 2 Harzgängen unter der flachen Oberseite und fast sitzende, horizontal oder etwas aufrecht stehende Zapfen, deren Apophyse strahlig-runzlig oder -furchig ist, einen undeutlichen Querkiel und einen grösseren, kaum deutlich von der Apophysenfläche abgesetzten, ganz flachen, grauen oder rötlichgrauen Nabel trägt. Samen bis 9 mm. — Dieser in den Gebirgen Kalabriens und Kleinasiens (nebst Cypern und Kreta) einheimische Baum wurde in den letzten 2 Jahrzehnten zur Wiederbewaldung der adriatischen Küstenländer in grossen Beständen angepflanzt und gedeiht dort vortrefflich.

Ausser den bisher geschilderten in Europa heimischen Kiefern sind noch folgende Zweinadler aus Amerika und Japan zu forstlichen Anbauversuchen in jüngster Zeit herangezogen worden:

8. *Pinus contorta* Douglas var. *Murrayana* Engelman. (Syn. *P. Murrayana* Balfour. als Art.) Murray-Kiefer. Dieser bestandbildende Waldbaum der Hochgebirge des nordwestlichen Amerikas, der dort bis zu 28 (40) m Höhe erreicht und im Habitus unserer Fichte gleicht, hat sein Optimum auf den sandig-feuchten, kühlen Einsenkungen der Blauen Berge und gedeiht selbst auf sehr feuchten, kühlen, unseren Hochmooren am Fuss der Alpen ähnlichen Standorten. Knospenschuppen verharzt. Nadeln ca. 5 cm lang und 2 mm dick; Harzgänge ohne mechanische Zellen. Zapfen offen 3½ cm lang, 3 cm dick, matt hellbraun; Apophysen auf der Lichtseite kegelförmig erhaben mit oft sehr starkem Nabeldorn. Vom Heidekulturverein Schleswig-Holsteins seit einigen Jahren mit anscheinend bestem Erfolg angebaut.

9. *Pinus Banksiana* Lambert. Banks-Kiefer. Diese Kiefer, welche nach Mayr als die wertvollste forstliche Einführung aus Nordamerika während der letzten fünfzehn Jahre angesehen werden muss, ist im kälteren östlichen Amerika (vom 68° südlich) einheimisch, wo sie den trockensten, magersten Boden im Binnenlande einnimmt und natürlich auch nur geringe Dimensionen 10—15 m gegen bis 22 m auf gutem Boden erreicht. Sie bildet ein weitverzweigtes Wurzelsystem und erwächst, schwer sich von Aesten reinigend, mit dem Habitus einer Fichte. Knospen eilänglich, harzig, oft am Längstrieb zwischen 2 Quirlen (vergl. *P. halepensis*). Junge Triebe grün, später braun, unbereift. Nadeln sehr dicht gedrängt, 4—6 cm lang, abstehend, hellgrün; Gefässbündel des Centralstrangs mindestens um ihre doppelte Breite voneinander entfernt; Harzgänge meist von ziemlich dick-

34) Ascherson und Gräbner l. c. I. p. 218.

wandigen Zellen umgeben. Zapfen ca. 5 cm lang, 2 cm breit, etwas gekrümmt, nach aufwärts gerichtet, dem Tragzweig angedrückt. Samen klein, in einer löffelartigen Ausbuchtung des Flügels wie bei der Fichte. — Der Wert dieser Kiefer liegt nicht im Holze, das dem der gemeinen Kiefer an Güte kaum nachstehen dürfte, sondern in ihren waldbaulichen Eigenschaften, indem sie auf dem schlechtesten Boden, wie Flugsand, Dünen, Oedland, welche dem Gedeihen der gemeinen Kiefer Hindernisse bereiten, leicht und freudig heranwächst, wie zahlreiche Anbauversuche gezeigt haben, vollständig hart gegen Frost, und so die Verbesserung völlig herabgekommener Böden wieder einzuleiten vermag. Schon im 1. Jahre übertrifft sie die gemeine Kiefer an Raschwüchsigkeit und vom 3. Jahre tritt diese Raschwüchsigkeit ganz besonders hervor, da sie im Jahre 2 und unter günstigen Bedingungen selbst 3 Längstriebtriebe nacheinander macht.

10. *Pinus densiflora* Siebold et Zuccarini. Japanische Rotkiefer, steht forstlich und botanisch der gemeinen Kiefer sehr nahe, von der sie sich durch folgende Merkmale unterscheidet: junge Triebe grün, schwach bereift. Knospen rotbraun, mit aufgelockerten oder zurückgerollten Schuppen. Nadeln weicher, freudiger grün, länger, 6—11 cm, durchschnittlich 10 cm; Zellring der Harzgänge meist dünnwandig; mechanische Zellen im Gefässbündel fehlend oder spärlich. — Dieser japanische, bis 36 Meter Höhe erreichende Waldbaum, der in seiner Heimat in zahlreichen Varietäten und Formen vorkommt, liebt dort sonnige, trockene, kiesig-sandige Partien im Gebirg unterhalb der Fichtenregion, hat sich bei den Anbauversuchen in Norddeutschland als zu zart erwiesen, während er in Grafrath in Bayern vollständig winterhart ist, nur gegen Schneedruck ist er in der Jugend etwas empfindlich.

11. *Pinus Thunbergii* Parlatores. Japanische Schwarzkiefer. Knospen namentlich in der Jugend blendend weiss bis hell stahlgrau, seidenhaarig, harzlos. Junge Triebe anfänglich grün, dann hellbraun und glänzend. Nadeln 8—14 cm lang, auch schon an jungen Exemplaren hart, steif und sehr scharf stechend; Harzgänge mitten im Parenchym. Borke durchaus grau, bis an die Spitze des Baumes. Zapfen im Durchschnitt etwas grösser als bei voriger, 5—6 cm lang, 3—4 cm dick. — Diese, der österreichischen Schwarzkiefer ähnliche Strandkiefer Japans, die dort auch vielfach gepflanzt ist und auf gutem Boden u. s. w. riesige Dimensionen, bis 43 Meter Höhe, erreicht, gewöhnlich aber viel kleiner und krummschaftig bleibt, ist in ihrer Heimat nicht nur als Holzproduzentin, sondern waldbaulich vor allem als Schutzbaum wichtig; sie nimmt, unter entsprechender Verkrüppelung, noch mit dem schlechtesten Boden vorlieb, dient zur Befestigung der Dünen und wird wegen ihrer Sturmfestigkeit als Windmantel zum Schutze der Felder gegen Sand und heftige Seewinde gepflanzt. Ihr Holz ist dem von *P. silv.* kaum überlegen. Wie alle Schwarzkiefern eignet sie sich zur Harznutzung. In Grafrath ist sie völlig winterhart, leidet aber in der Jugend sehr unter Schneedruck, in Norddeutschland sind die Anbauversuche fast alle in Folge von Frost und Dürre misslungen.

#### b) Dreinadelige Kiefern (Subsektion *Taeda*).

§ 50. Die Kurztriebe tragen normaler Weise 3 (ausnahmsweise 2 oder 4) Nadeln. (Meist nordamerikanische und ostindische Arten, keine Europäer.)

12. *Pinus rigida* Miller. Pechkiefer. Junge Triebe anfangs rotspäter gelbbraun, glänzend, unbereift. Knospen verharzt, spitz, braun, auch an der Mitte des Zweiges (vergl. *halepensis*). Nadeln lebhaft grün, meist gedreht, 6 bis 12 (18) cm lang, bis 2 mm breit; Harzgänge oft fehlend, wenn vorhanden, im

Parenchym, nicht von dickwandigen Zellen umgeben. Weibliche Blüten gewöhnlich in der Mitte des Zweiges, reife Zapfen ziemlich gleichseitig, zu 2—4 gehäuft beisammen, fast rechtwinkelig vom Zweige abgehend, ei- bis kegelförmig, 6 bis 10 cm lang, 4—6 cm dick, hell ledergelb, mit niedrig pyramidalen, scharf quergekielten Apophysen; Nabeldorn kurz, rückwärts gerichtet, im Herbst meist abfallend. Samen schwarz, 4—5 mm lang, mit bis 2 cm langen Flügeln. — Diese in den Nordoststaaten der Vereinigten Staaten namentlich auf dürrern und sumpfigem Boden der atlantischen Küstenzone grosse Flächen bedeckende Kiefer, höchstens 25 Meter Höhe erreichend, meist aber viel kleiner bleibend, wurde schon 1750 in Europa eingeführt. In ihrer Heimat in keiner Weise geschätzt, hat sie infolge eines verhängnisvollen Irrtums, der die amerikanische Pitch pine-Pflanze für die Lieferant des wertvollen bei uns im Holzhandel Pitch pine genannten Holzes hielt<sup>35)</sup>, vor etwa 30 und 20 Jahren in ausgedehntem Masse Eingang in die deutschen Forste gefunden. *P. rigida* kommt auch bei uns auf den geringsten Bodenarten noch fort, ist ausserordentlich widerstandsfähig gegen Frost und Hitze, gegen Schneeeindruck und durch hohes Ausschlagvermögen auch gegen Wildverbiss, dem sie sehr ausgesetzt ist, in den ersten Jahren oft auffällig raschwüchsig, erlahmt aber früh, neigt sehr zu struppigem, oft legföhrenartigem Wuchs, namentlich auf besseren Böden, weil die Johannistriebe hier zu üppig werden und nicht genügend ausreifen und hat so allgemein enttäuscht. Flachgründiger Boden mit Thonunterlage und nasser Moorboden sagen ihr nicht zu. Das sehr splittrreiche Holz ist geringwertig. Bei ihrer Anpruchslosigkeit und geringen Dauer kann sie als zweckmässiges Schutz- und Treibholz für die gemeine Kiefer bei der Aufforstung von Oedländern dienen.

13. *Pinus ponderosa* Douglas. Gelbkiefer. Junge Triebe sehr dick, bräunlich, unbereift, mit Terpengeruch. Knospen gross, harzig. Nadeln 12—25 cm lang, sehr derb, dunkelgrün; Harzgänge stets vorhanden, im Parenchym, von dickwandigen Zellen umgeben. Zapfen ziemlich gleichseitig, ca. 10 cm lang und 5 cm dick, lebhaft braun, bis zu 6 in Quirl; Apophyse höher pyramidal als bei der vorigen, ausser dem Querkel mit einigen strahligen Leisten; Nabeldorn auch beim aufgesprungenen Zapfen abgehend stechend, kurz und stark. Samen 7—10 mm mit bis 30 mm langem Flügel. Rinde rotbraun, sehr dick, tiefrissig. — Bestandbildender Waldbaum des nordwestlichen Nordamerika, wo er, vielfach mit der Douglasia vergesellschaftet, von der Küste bis ins Felsengebirge weit verbreitet ist und an seinen günstigsten Standorten, an den Westabhängen der Sierra Nevada in Kalifornien, mehrhundertjähriges Alter und riesige Dimensionen (60—90 Meter Höhe und bis über 4 Meter Durchmesser) erreicht. Bis zum 5. Jahre bleibt der Höhenwuchs niedrig (im 3. Jahre oft erst 12 cm hoch), dann hebt er sich rasch und bildet Jahrestriebe von  $1\frac{1}{2}$ —1 Meter. Bewurzelung, Pfahlwurzel in lockerem Boden mit zahlreichen, flachstreichenden Seitenwurzeln. Das Holz hat ungewöhnlich breiten Splint, braunen Kern und entspricht etwa unserem Kieferholz. 1826 in Europa eingeführt, prächtiger Parkbaum von üppigem Wuchse und tiefer Beastung für nicht zu lufttrockene Lagen. In neuerer Zeit ist dieser frostempfindliche Lichtholzbaum mit wechselndem Erfolge zu den Anbauversuchen herangezogen worden — für Norddeutschland meist zu zart — und neuerdings namentlich die kleinsamigere härtere Varietät *scopulorum* Engelmann vom Felsengebirge, die bei uns gut zu gedeihen scheint.

14. *Pinus Jeffreyi* Murray. Jeffreys-Kiefer. Junge Triebe hell

35) Das Pitch pine Holz des Handels stammt von *P. australis* (und anderen Arten), welche in den Südstaaten der Union wie Louisiana, Florida vorkommen und in Deutschland absolut nicht aushalten.

weissblau bereift. Knospen unverharzt. Nadeln dünner als bei voriger, schlaff, bis 23 cm lang und bis  $1\frac{1}{2}$  mm dick, weisslich- bis grau-grün, kaum  $1\frac{1}{2}$  Jahre dauernd; Harzgänge im Parenchym, von dickwandigen Zellen umgeben. Zapfen schief eikegelförmig, viel grösser als bei voriger, 13—18 cm lang, 6,5—10 cm dick, hellbraun, kurz gestielt, zu 2—6 im Quirl abstehend; Apophysen, im Gegensatz zu vorstehender Art, mit so stark zurückgekrümmten Nabeldornen, dass sie beim geöffneten Zapfen nicht mehr stechen. Samen  $1-1\frac{1}{2}$  cm lang mit bis  $3\frac{1}{2}$  cm langem Flügel, Rinde mit grauer, dünner Borke, deren Schuppen viel kleiner sind als bei ponderosa. — Gleichfalls ein Waldbaum des nordwestlichen Amerika (Oregon und Kalifornien), der im Norden weniger hoch im Gebirge emporsteigt, lockeren, kiesigen sandigen Boden mit reichlicher, nicht stagnierender Feuchtigkeit liebt und im Süden seines Verbreitungsbezirks eine Durchschnittshöhe von 60 Meter erreicht. Die Pflanze bleibt im 1. Jahre nieder und schliesst, eine Seltenheit bei einer Kiefer, mit einer Winterknospe ab; erst vom 4., bei uns wohl auch vom 7. Jahre ab wächst sie beträchtlich. 1852 wurde diese äppige und sehr dekorative Kiefer, deren Erscheinung weniger robust ist als die von ponderosa, in Europa eingeführt und in den letzten Jahrzehnten in den Kreis der forstlichen Anbauversuche gezogen; sie gedeiht bei uns, schon im 1. Jahre eine Pfahlwurzel bis zu 50 cm entwickelnd, nur auf besserem, lehmhaltigen und frischem Boden, ist entschieden lichtbedürftig, verlangt in der Jugend mehr Seitenschutz als ponderosa, ist späterhin fast absolut winterhart, aber sehr empfindlich gegen lange Dürre und Trockenheit und wegen lange dauernder Vegetation auch gegen Frühlrost.

## 2. Sektion. Strobos.

§ 51. Apophysen der Zapfenschuppen mit randständigem, dornlosem Nabel. Kurztriebe fünfnadelig. Zentralstrang der 3kantigen Nadeln nur ein Gefässbündel enthaltend.

### a) Weymouthskiefern (Subsektion Eustrobos).

Zapfen langwalzig (mindestens 3mal so lang wie dick), hängend, als Ganzes abfallend. Zapfenschuppen fichtenähnlich, dünn, gegen die Spitze zu nur schwach verdickt, mit flacher, kielloser Apophyse. Samen klein, langgefellig.

15. *Pinus strobus* Linné. Weymouthskiefer, Strobe. Junge Triebe anfangs grün, später violettbraun, kahl oder dünn weisslich behaart. Knospen aus eiförmigem Grunde fein zugespitzt, oft etwas harzig. Endknospe des Leittriebs stets von 5—8 Quirlknospen umgeben. Nadeln aufwärts abstehend, ca. 10 cm lang, dünn ( $\frac{1}{2}$  mm), weich, auf den planen Flächen bläulichweiss gestreift, Harzgänge (meist nur 2) dicht unter der Hautschicht der gewölbten Fläche, nahe den Kanten. Männliche Blüten am unteren Ende neuer Triebe, eiförmig, bis 15 mm lang, blassgelb; weibliche Blüten einzeln oder zu 2—5 neben der Endknospe, dieselbe weit überragend, langgestielt, schlank walzenförmig, bläulich bereift. Junge Zapfen im 1. Herbst ca. 2 cm lang, rötlichbraun, im 2. Frühjahr vergrössern sie sich rasch, werden grün und neigen sich abwärts. Reife Zapfen sehr kurz gestielt, zimtbraun, 10—15 cm lang, etwas gekrümmt, und ca. 3 cm breit (stets mehr als 4mal so lang wie dick). Samen 5—6 mm mit bis 2 cm langem halbmondförmigem Flügel, der oberhalb des Kornes leicht abbricht. Ein Kilo Kornsamens enthält 55 000—65 000 Körner.

Die Mannbarkeit tritt bei freistehenden Bäumen mitunter schon im 10., im Walde durchschnittlich erst mit dem 30.—35. (50.) Jahre ein. Samenjahre folgen alle 2—3 Jahre. Blütezeit Ende Mai oder Anfang Juni. Die Samenreife er-

folgt im Herbst des 2. Jahres (meist im September), worauf die bis dahin geschlossenen Zapfen sich vollständig sparrig öffnen und die Samen in wenigen Tagen ausfliegen. Die Keimdauer der Samen beträgt 2—3 Jahre, die Keimfähigkeit gewöhnlich 40—50, ausnahmsweise — 70 %. Die Keimung erfolgt in 3—4 Wochen nach der Frühlingsaussaat mit 8—11 ca.  $2\frac{1}{2}$  cm langen 3kantigen Keimblättern. Die darauf folgenden Primärnadeln sind flach und stehen einzeln. Benadelte Kurztriebe werden erst im 2., Astquirle in der Regel erst im 3. Jahre gebildet. Der Höhenwuchs ist sehr rasch, schon mit 10 Jahren 3—5 m, mit 20 8—10 m, mit 40 16 bis 18 m, mit 80 28—29 m, mit 100 32—33 m bei entsprechender Stärke und Vollholzigkeit. Die höchsten europäischen Stöbe erreichen 34—50 m Höhe bei 1,3 bis nahezu 2 m Durchmesser. Auf ungeeignetem, namentlich flachgründigem Boden erschöpft sich das Wachstum frühe. Die Krone der Strobe behält bei normaler Entwicklung ihre anfänglich schlanke Kegelform auch im Alter und reicht mit ihren horizontal stehenden, quirlständigen Ästen auch im Schlusse tiefer herab als bei der gemeinen und der Schwarzkiefer. Bei dichtem Stande reinigt sie sich hoch hinauf von Ästen und kann man noch an 50jährigen Bäumen die Spuren der Astquirle bis zum Stock herab erkennen. Nach Verlust des Gipfels können bei älteren Bäumen durch Ersatzgipfelbildung sehr unregelmässige und malerische Kronen entstehen. Im freien Stande sind Kandelaberbäume nicht selten. Die Lebensdauer der Nadeln beträgt 2—3 Jahre. Die Bewurzelung ist ansserordentlich stark, aus einer mächtigen Pfahlwurzel und weit austreichenden Seitenwurzeln zusammengesetzt. Das sehr harzreiche, aber wenig dauerhafte, gelblichweisse Holz ist leichter als dasjenige aller unserer einheimischen Waldbäume. Am frisch gefällten Baum sind Splint und Kern kaum zu unterscheiden, das Austreten von Harz bezeichnet die Grenze zwischen beiden besser als die Farbe. Später erscheint unter dem Einfluss von Luft und Licht eine Kernfarbe wie bei der Kiefer. Anatomisch gleicht es, von den viel breiteren Jahresringen abgesehen, vollständig demjenigen der Zirbel.

Die Rinde, anfangs glänzend schwärzlichgrau oder olivenbraun, verwandelt sich erst vom 20.—30. Jahr ab in eine längsrisige, aussen graue, innen rötlichviolette Tafelborke, die in ihrer Struktur gleichfalls sehr der Zirbel gleicht, aber selbst bei 80jährigen Bäumen selten über 7 m am Stamm emporreicht. — Die Heimat der Strobe ist das nordöstliche Nordamerika, von Kanada bis zu den Alleghanies und östlich bis zum Mississippi, wo sie nach der genutzten Holzquantität zur Zeit noch der wichtigste und wertvollste Waldbaum der ganzen Union ist. Sie wächst in ihrer Heimat, wo sie bis ca. 400 Jahre alt wird, vorzugsweise in der Ebene, und ihr spezifischer Standort ist dort ein frischer bis feuchter sandiger Lehm Boden mit geringer Erhebung über den Grundwasserspiegel unter klimatischen Bedingungen, denen nach Mayr in Deutschland die Zone des Eichen- und Buchenmischwaldes, des reinen Buchen- und Buchen- und Tannemischwaldes entspricht. In Europa wurde sie schon 1705 eingeführt und ist die erste exotische Nadelholzart gewesen, welche sich in Deutschland und Oesterreich-Ungarn als Waldbaum eingebürgert und wirklich forstliche Bedeutung erlangt hat. Sie vermag sich bei uns bei genügender Tiefgründigkeit fast allen Bodenarten zu akkomodieren — nur heisse Kalkböden sagen ihr nicht zu — übertrifft an Schnelligkeit und Masseproduktion alle einheimischen Conifereen, ist vollständig sturmfest, frosthart und in Folge ihrer sehr elastischen Äste und der Eigentümlichkeit ihrer Nadeln, sich bei Schnee und Regen zu einem dichten Straug zusammenzulegen gegen Schneedruck und Eisanhang viel widerstandsfähiger als die Kiefer und nimmt in ihren Lichtausprüchen ähnlich der Fichte eine mittlere Stellung ein. Dagegen ist sie empfindlich gegen Hagel, in jüngerem Alter gegen Trockenhitze (Rindenbrand) und gegen

Wurzelpilze. Von Natur auf die Ebene angewiesen, gedeiht sie in Deutschland und Oesterreich doch noch in mittleren Gebirgslagen von 500—700 m, in der Schweiz sogar bis 1200 m, verlangt aber immer einen reichen Feuchtigkeitsgehalt der Luft.

16. *Pinus excelsa* Wallich. Himalaya-Weymouthskiefer, Thrauenkiefer ist ein prachtvoller Parkbaum vom Himalaya, dort 30—50 m Höhe erreichend, 1823 in Europa eingeführt, versuchsweise auch im Walde in der Rheinpfalz kultiviert, aber jedenfalls nur für milde bzw. geschützte und luftfeuchte Lagen geeignet. Sie unterscheidet sich schon als junge Pflanze von der Weymouthskiefer durch ihre bis 18 cm langen, schlaff hängenden Nadeln und übertrifft dieselbe in allen Dimensionen und an Wuchsgeschwindigkeit. Knospen cylindrisch, spitzlich. Zapfen lang (3—4 cm) gestielt, bis 27 cm lang. Samen 7—8 mm, mit dem Flügel bis 3 cm lang.

17. *Pinus peuce* Grisebach. Rumelische Strobe, vielfach als Unterart zur vorigen gestellt, ist eine Gebirgsstrobe, die in 800—2000 m Meereshöhe zwischen dem adriatischen und schwarzen Meere heimisch ist, besonders auf dem Balkan, wird nur bis 14 m hoch und bleibt in der Knieholzregion ein Busch. 1839 von Grisebach entdeckt, ist sie im deutschen Klima viel härter als die vorige. Krone schmal pyramidal, bis zum Boden. Knospen fast kugelig mit aufgesetzter Spitze. Nadeln steifer, nicht hängend, bis 10 cm. Zapfen kürzer gestielt, bis 13 cm lang. Samen mit Flügel nur 15 mm. In ihrer ganzen Erscheinung ähnelt sie sehr einer jüngeren Zirbel oder Strobe.

#### b) Zirbelkiefern (Subsektion *Cembra*.)

§ 52. Zapfen kurz, eiförmig oder walzig, aufrecht sitzend, nach der Samenreife zerfallend. Zapfenschuppen stark verdickt, weich. Samen gross, hartschalig, ungefügelt, d. h. die Flügel sind bis auf eine kleine Schuppe oder die bandförmig den Samen umfassende Zange reduziert.

18. *Pinus cembra* Linné. Zirbel-Kiefer, Zirbe, Arve. Junge Triebe im 1. Sommer rotgelbfilzig behaart, später kahl. Knospen kugelig, lang zugespitzt, harzlos, an den Enden der Zweige meist einzeln. Nadeln 5—9 cm lang, ca. 15 mm breit, ziemlich steif, auf den planen Flächen bläulichweiss gestreift, auf dem Rücken dunkelgrün; Harzgänge, den Kanten entsprechend, meist 3, im Parenchym. Blüten ähnlich wie bei der Strobe. Junge Zapfen am Ende des 1. Jahres wallnussgross, im 2. 5—8 cm lang, 3—5 cm breit, auf bräunlich violettem Grunde heidelbeerblau bereift, mit weissgrauen Nadeln, reif hellrötlich-zinnetbraun. Samen 8—12 mm lang, bis 8 mm breit, verkehrt eiförmig, dickschalig, essbar (Zirbelnüsse). Ein Kilo enthält 4000—5000 Nüsse.

Manbarkeit bei kultivierten Exemplaren schon mit dem 25. Jahre und früher, auf den hochgelegenen natürlichen Standorten meist erst mit 70 und 80 Jahren. Samenjahre im Durchschnitt alle 10, unter günstigen Umständen alle 6—8 Jahre. Samenreife Ende Oktober bis Mitte November. Abfall der bald nachher zerfallenden Zapfen mit den Samen gegen das nächste Frühjahr. Vielfach aber werden die Samen schon im August oder September von Eichhörnchen und Zirbelaäher ausgefressen. Nach der Aussaat liegt Zirbelsamen gewöhnlich 1 Jahr über, ehe er keimt, einzelne Körner auch 2—3 Jahre. Keimpflänzchen mit meist 10 dunkelgrünen über 3 cm langen Keimnadeln an dickem Stengel. Weiterentwicklung ähnlich der Strobe, das junge Pflänzchen wächst aber sehr langsam und die Astquirbildung beginnt gewöhnlich erst mit dem 5. Jahre. Auf günstigen natürlichen Standorten erreicht der Baum mit 10 Jahren  $\frac{1}{2}$  m, mit 20 1,2 m, mit 40 4 m, mit 60 7 m,



mit 80 9—10 m, mit 100 12 m, mit 140 17 m, mit 200 20 m, womit das Höhenwachstum (bis 22 m) abgeschlossen ist. Der Baum kann aber noch Jahrhunderte in die Dicke wachsen, so am Findelengletscher bei der Riffelalp nach meinen Untersuchungen bis zu 1000 oder 1100 Jahren, und bis 2,30 m Durchmesser erreichen! Bei ungestörtem Wachstum zeigt die Zirbel in den ersten Jahrzehnten eine sehr regelmässig aufgebaute, schlank kegelförmige, tief herabreichende Krone, die auch bei alten Bäumen gleichmässig abgewölbt, eiförmig, bis wenige Meter über dem Boden herabreichen kann. Gewöhnlich aber sind alte Zirbeln von Wind, Schnee und Wetter hart mitgenommen und zeigen die bizarrsten und malerischsten vielwipfeligen Kronen mit vielen aufgerichteten Aesten. An Lebenszähigkeit und Reproduktionskraft kann sich keine andere europäische Konifere mit der Zirbel messen. Die Bewurzelung ist trotz der später in ihrer Entwicklung mehr und mehr zurückbleibenden Pfahlwurzel durch weit streichende, starke, im Alter oberflächlich oft blossgelegte und gebleichte Seitenwurzeln eine durchaus sturmfeste. Die Lebensdauer der Nadeln beträgt an kräftigen Trieben 5—6, an schwachen oft nur 3 Jahre. — Das ausserordentlich dauerhafte, harzreiche, gleichmässige und leichte Holz von den natürlichen Standorten ist ein sehr wertvolles Nutzholz (Holzschnitzereien) mit schmalem gelblichem Splint und anfangs sehr hellem gelbrötlichem Kern mit sehr engen, meist sehr gleichmässigen Jahresringen. Mikroskopisch zeichnen sich dieselben durch sehr schmale, nach innen nicht scharf abgesetzte Spätholz zonen aus, deren Tracheiden ausserdem viel schwächere Wandverdickung zeigen wie beim Spätholze unserer Kiefern, daher die Gleichmässigkeit. Die Markstrahltracheiden sind glattwandig, ohne kammförmige Verdickungsleisten, die Markstrahlparenchymzellen korrespondieren mit den angrenzenden Holztracheiden häufig durch zwei (oder mehr) grosse Tüpfel. Harzgänge gross und zahlreich. Die Rinde bleibt lange hell-silbergrau, glatt und glänzend und verwandelt sich erst in höherem Alter in eine aussen braungraue, innen rotbraune Schuppenborke, die auch an sehr alten Bäumen nur geringe Dicke besitzt.

In Mitteleuropa ist die Zirbel ausschliesslich Hochgebirgsbaum, in den Alpen und Karpathen mit sehr zerstückeltem Verbreitungsgebiet meist horstweise oder vereinzelt zwischen Fichten und Lärchen auftretend und über diesen die Baumgrenze bildend. In Bayern wächst sie zwischen 1500 und 1800 m (Schachenalp), in der Schweiz bis ca. 2200 m (Wallis), 2400 m (Engadin), in der Dauphiné und Südtirol (Stilfserjoch) bis 2500 m, in der hohen Tatra zwischen 1300 und 1600 m. Ausserhalb dieses Verbreitungscentrums bildet die Zirbel, meist in bruchigen Ebenen, ausgedehnte Wälder im nördlichen Russland und durch das ganze nördliche Sibirien, steigt aber dort, entsprechend kleiner bleibend, auch hoch im Gebirge empor. Die sibirische Zirbel, durch höheren Wuchs (bis 40 m), grössere, mehr walzenförmige Zapfen, und grössere, dünn-schaligere Samen ausgezeichnet, ist wahrscheinlich nur eine klimatische Varietät der Alpenzirbel. Als Standortsansprüche wären reichliche Luft- und Bodenfeuchtigkeit zu nennen, bei ausserordentlicher Anspruchslosigkeit hinsichtlich der Luftwärme. In ihrem Lichtbedürfnis nimmt sie wie die walzenförmige Art eine Mittelstellung ein. An der oberen Grenze des Verbreitungsgebietes ist sie, namentlich in höherem Alter, bei der oft nur 2½ Monate betragenden Vegetationszeit mehr Lichtholzbaum, während sie als junger Baum und in tieferen, sonst günstigen Lagen ein ziemliches Schattenverträgliches aufweist, wie schon ihre dicke Krone und das Aufkommen von Nachwuchs unter ihrem eigenen Kronenschatten und selbst dem von Fichten anzeigt. In der Schweiz und in Oesterreich hat man sie in neuerer Zeit in grösserem Massstabe auf geeigneten Standorten wieder aufgeforstet; ausserhalb ihres natürlichen Vorkommens ist sie, von

kleinen Anpflanzungen in Hochlagen der meisten deutschen Mittelgebirge abgesehen, nur Parkbaum.

19. *Pinus koraiensis*. Siebold et Zuccarini. Koreazirbel, heimisch in Korea, der Mandschurei und im mittleren Japan, wo sie im Eichen- und Rotbuchegebiet bis 40 m Höhe erreicht, zählt mit der Himalayastrobe zu den schönsten Kiefern. Die Nadeln sind 7—15 cm lang; schon die 1jährige Pflanze entwickelt 5 nadelige Kurztriebe. Harzgänge wie bei unserer Zirbel im Parenchym. Die Zapfen sind 10—15 cm lang mit oberwärts stark auswärts gebogenen Apophysen, die essbaren Samen 15—17 mm lang und 11—13 mm dick, 1846 zuerst in Europa eingeführt, neuerdings wieder von Mayr für forstliche Anbauversuche, wächst sie anfangs langsam, in 8 Jahren bis 1 m, ist aber zwischen Buchen und Eichen völlig frosthart. Ihr Holz mit rötlichem Kern ist leicht und weich, ähnlich demjenigen der Strobe.

20. *Pinus parviflora*. Siebold et Zuccarini. Mädchenzirbel, gleichfalls aus Japan, hat viel kürzere ( $2\frac{1}{2}$ —5 cm), feinere Nadeln, deren Harzgänge aber an der Epidermis liegen, kleine (4—7 cm) Zapfen ohne abstehende Nabelspitze. Samen 10:8 mm. Einführung und Verhalten in Europa wie bei vorstehender.

## 2. Tribus. Taxodieae.

§ 53. Nadeln, Staubblätter und Fruchtblätter spiralig angeordnet, letztere nur an der Spitze etwas geteilt. Pollenkörner ohne Flugbläschen.

1. *Sciadopitys verticillata*. Siebold et Zuccarini. Japanische Schirmtanne ist ein Waldbaum des mittleren Japan, von pyramidalen Wuchse, mit sehr dauerhaftem, leichtem, weissem, sehr elastischem Holze, der, in der Region der Edelkastanie und Eiche heimisch, 20—40 m Höhe und 1 m Durchmesser erreicht, über 100 Jahre alt wird und mit seinen zu 20—40 in Scheinquirlen stehenden, langen, glänzenden „Doppelnadeln“ eine ganz eigenartige, fremde Erscheinung bietet. Bei uns wird sie nach Mayr nur im Gebiet der Laubhölzer, soweit Eiche noch Nutzholz wird, mit Aussicht auf Erfolg angebaut werden. Da der im Mai im Freien gesäte Samen erst im Oktober oder November keimt und die Sämlinge dann der Gefahr des Frosttodes in schneearmen Wintern ausgesetzt sind, schlägt Mayr Aussaat im Juli oder August vor, um die Keimung im folgenden Frühjahr zu veranlassen. — Der Baum trägt an Langtrieben nur Schuppenblätter, in den Achseln der obersten jedes Jahrestriebes stehen Kurztriebe mit zwei an der Basis verwachsenen, 6—15 cm langen,  $2\frac{1}{2}$ —7 mm breiten Nadeln. Zapfen stumpf, 7—10 cm lang, 4—5,5 cm dick. Samen zu 7 an jeder Fruchtschuppe. — 1861 wurde sie in Europa eingeführt, ist in der Jugend, bis zum 12. Jahre, bei uns beispieldlos trügwüchsig (4jährige 17 cm!), dann wächst sie in milden Gegenden gut, kann aber auch härtere Winter aushalten.

2. *Cryptomeria japonica* Don. Cryptomerie ist ein wertvoller Waldbaum des nördlichen Japans, wo sie Fröste bis —20° aushält und 40—60 m Höhe bei 1—2 m Durchmesser erreicht. Sie verlangt bei uns nach Mayr mildes Klima, hinreichende Boden- und namentlich grosse Luftfeuchtigkeit (z. B. Ostriesland oder Nähe von Binnenseen u. dergl.) und sollte im allg. nur in den wärmsten Lagen des Laubwaldes angebaut werden; in trockenen Lagen dagegen verkümmert sie zu elenden Krüppeln. Die forstlichen Anbauversuche haben im grössten Teile Preussens nicht befriedigt, die Pflanzen mit der intensivsten (rot-blauroten) Winterfärbung haben sich dabei weitaus am frosthärtesten erwiesen; im allg. litten die Pflanzen sehr unter Frost und Wildverbiss. — Knospen nackt. Äste einzeln (wie bei der Lärche). Krone stumpf, pyramidal-eiförmig. Nadeln 5reihig, aufwärts abstehend, am Tragzweig etwas herablaufend, leicht einwärts gebogen, lineal-pfriemlich, stumpf 3—4kantig.

Zapfen  $1\frac{1}{2}$ –3 cm lang und fast ebenso dick; Zapfenschuppen mit 3(–6) Samen. Das weiche, leichte, sehr dauerhafte Holz mit rotem Kern ist das wichtigste Weichholz Japans. 1842 in Europa eingeführt.

3. *Sequoia gigantea* Torrey. Wellingtonie, Mammothbaum. Diese Riesen des Pflanzenreichs, in der Sierra Nevada des mittleren Californiens ausschliesslich auf Westabhängen in 1200–2500 m Meereshöhe mit sehr lokaler Verbreitung heimisch, erreichen dort eine Höhe bis zu 120 m, Durchmesser bis zu 16 m und ein Alter von mehreren tausend Jahren. Erst 1850 entdeckt, 1853 in Europa eingeführt, verlangt die Wellingtonie bei uns tiefgründigen frischen Boden mit durchlassendem Untergrund, mildes Klima, hohe Luftfeuchtigkeit. — Verbreiteter Zierbaum, der wohl nur aus Gründen der Forstästhetik, eingesprengt oder in kleinen Horsten, in entsprechenden Lagen in Frage kommen kann. (Ein prächtig gedeihendes junges Wellingtonienwäldchen befindet sich z. B. bei Weinheim an der Bergstrasse.) — Nadeln allseitswendig, an nicht blühenden Trieben aufrecht, angewachsen herablaufend, 4–8 mm lang, halbstielrund, pfriemenförmig, lang gespitzt, an blühenden gedrückt, dachziegelartig, schuppenförmig. Zapfen 4–7 cm lang, 3–4 cm dick, mit schildförmigen Fruchtschuppen. Wuchs dauernd schlank pyramidal. Stamm sehr abholzlig. Lebensfähigkeit und Reproduktionsvermögen sehr gross.

4. *Taxodium distichum* Richard. Amerikanische Sumpfcypresse ist ein sommergrüner echter Sumpfbewohner, der im südöstlichen Nordamerika bis zum 43° n. Breite charakteristische Sumpfwälder bildet, aber auch im feuchten Sande, an See- und Flussufern vorkommt und an der Nordgrenze seines Verbreitungsbezirkes bis zu 19° Kälte anzuhalten hat. Die jungen Bäume sind an der Basis dick flaschenförmig angeschwollen und von zahlreichen den Wurzeln entspringenden, zur Atmung im Sumpfe dienenden spitzen Auswüchsen (Wurzeln) umgeben. Im Alter bekommen die bis 45 m hohen Bäume eine breit und flach schirmförmige Krone. — In Europa etwa 1640 eingeführt, finden sich bei uns schon viele Exemplare von 20 m Höhe und 1 m Durchmesser, bei einem Alter von ca. 80 bis über 100 Jahren. In der Jugend ist der raschwüchsige Baum frostempfindlich und ist daher bei Anbauversuchen in lichte Bestände eingesprengt zu erziehen; später ist er in milderen Gegenden frosthart und vielfach als Parkbaum zu treffen. Die zarten, schmalen, flachen, hellgrünen 1– $1\frac{1}{2}$  cm langen Nadeln stehen zweizeilig gescheitelt an 6–10 cm langen, schlanken Kurztrieben (Fiederblättchen ähnlich) und werden als „Absprünge“ im Herbst mit diesen abgeworfen. Das Holz hat gelblichen Splint und braunen Kern und ist, selbst unter den ungünstigsten Verhältnissen verwendet, ausserordentlich dauerhaft.

### 3. Tribus. Cupressineae.

§ 54. Nadeln, Staub- und Fruchtblätter stets in 2–4gliederigen Quirlen gestellt. Die Fruchtblätter lassen nur an der Spitze die Andeutung einer Teilung erkennen. Die Laubblätter mit Ausnahme von *Juniperus* sowie den Primärnadeln der andern Arten sind schuppenförmig, an der Basis mit der Rinde des Tragzweiges verbunden. Keimlinge normalerweise zweinadelig. Pollenkörner ohne Flugblasen. Wuchs in der Jugend spitz pyramidal, bis zum Grunde beaset. — Die „Retinospora“-arten sind aus benadelten Zweigen der jungen Pflanzen durch Stecklingsvermehrung erzeugte „Jugendformen“. Das aromatische Holz der Cupressineen ist wie dasjenige der vorstehend erwähnten Taxodien anatomisch charakterisiert durch die nur aus Parenchym bestehenden Markstrahlen, durch das Vorkommen von Längsparenchym im Spätholz und das Fehlen der Harzgänge.

*Thujaopsis dolabrata*. Siebold et Zuccarini. Die beilblätterige

Hiba ist durch ihr vorzügliches, sehr dauerhaftes und elastisches, leicht bräunliches, leichtes Holz ein höchst wichtiger Nutzholzbaum Japans, dort in der kühleren Hälfte des Edelkastanienklimas mit Eichen heimisch und 1853 in Europa eingeführt und hier verbreiteter Parkbaum. Mayr hielt sie stets unter allen japanischen Coniferen, trotz ihrer grossen Trägwichsigkeit, wegen ihrer waldbaulichen und technischen Eigenschaften für die für Deutschland wichtigste Conifere Japans. Sie erreicht in ihrer Heimat bis 35 m Höhe, verträgt starke Beschattung, macht mässige Ansprüche an die Bodengüte (begnügt sich noch mit Böden mit stark sandiger Beimischung) und verjüngt sich leicht durch Bewnrzelung der am Boden anliegenden Zweige und durch Stecklinge. Für Anbauversuche ist sie wie keine andere ausländische Holzart zum Unterbau von Eichen, Lärchen und Föhren in passenden Lagen geeignet und so zugleich vor der Schneedruckgefahr in der Jugend möglichst geschützt. — Die Gattung ist durch 4—5samige Fruchtschuppen charakterisiert; die einzige Species<sup>36)</sup> durch auffallend flache, breite und derbe, in wagrechter Ebene wiederholt verzweigte Zweige, deren relativ grosse, kreuzweis gegenständige (vierfach dachziegelige) Schuppenblätter der Oberseite fast ganz angewachsen und oberseits dunkelgrün sind, unterseits mit grossem weissem Fleck (der Spaltöffnungslinien). Der Leittrieb steht steif aufrecht.

*Libocedrus decurrens* Torrey Heyderia. Californische Flussceder. Dieser sehr wertvolles Holz mit dunklem Kern liefernde Waldbaum tritt südlicher als die Lawsoncypresse im Küstengebirge Oregons und in der Sierra Nevada Californiens zwischen 1500 und 2700 m in Gesellschaft der *Abies concolor* in grosser Menge auf und erreicht mit „zuckerhutförmiger“ Krone 56 m bei 1,35 m Durchmesser. Von Carrière wurde sie als *Thuja gigantea* beschrieben und ist vielfach als solche in Deutschland verbreitet worden. Sie ist charakterisiert durch ihre auf Ober- und Unterseite gleichen, decussierten Schuppenblätter, von den stets vier zusammen einen Scheinquirl bilden. Zweige flach, Leittriebe steif aufrecht. Zapfen 2—3 cm lang, aus 6 Schuppen bestehend, von denen nur die zwei mittleren fruchtbar sind, je zwei grossflügelige Samen enthalten und sich beim Aufspringen weit bogenförmig zurückbiegen. 1854 in Europa eingeführt. In Deutschland gedeiht sie nur in luftfeuchten milden Lagen gut, da sie in rauhen stark zurückfriert; neuerdings ist sie auch in den Kreis der forstlichen Anbauversuche gezogen.

#### Lebensbäume (Thuja.)

§ 55. Bei der Gattung *Thuja* sind die Zweige auffällig flach, die decussierten, mit einer vorspringenden Oeldrüse besetzten Schuppenblätter nur wenig über die Zweigoberfläche hervorragend, auf der Fläche des Zweiges flach, an den Kanten zusammengefalzt, Leittrieb steif aufrecht. Die sehr kleinen männlichen Blüten sind kugelig, endständig, die schuppenartigen Staubblätter tragen je 4 Pollensäcke. Die weiblichen Blüten bestehen aus 3—5 Paar decussierter Fruchtschuppen, von denen das meist zu einem Säulchen verwachsene oberste Paar unfruchtbar, die mittleren stets, das unterste Paar meist fruchtbar 2 (1—3) Samen tragen. Zapfenschuppen lederartig, blattartig, mit den Rändern übereinander greifend. Samen länglich, mit zwei schmalen seitlichen Flügeln. Zapfenreife 1jährig. Keimblätter 2. Drei, als Zierbäume viel angepflanzte, Arten dieser Gattung sind zu forstlichen Anbauversuchen herangezogen worden.

<sup>36)</sup> Das forstwissensch. Centralblatt 1898 enthält eine sehr brauchbare colorierte Tafel von H. Mayr zur Unterscheidung der forstlich wichtigen Cupressineen nach beblätterten Zweigen.

1. *Thuja gigantea* Nutt. Riesen-Lebensbaum. Pacifiche *Thuja*. (Syn. *Th. Menziesii* Dougl., *Lobbii* Hort., *plicata* Don. z. T.) vielfach mit *Libocedrus* verwechselt, ausgezeichnet durch spätere Raschwüchsigkeit und Holzgüte, ist ein Waldbaum des nordwestlichen Nordamerika, wo sie im Felsengebirge auf die unmittelbare Nähe der Gebirgsbäche angewiesen ist, in dem boden- und luftfeuchten, nur wenig über das Meeresebene erhabenen Gebiet der Ebene aber zu gewaltigen Dimensionen in reinen Beständen (Durchschnittshöhe 50 m) erwächst und bei sehr schwach beasteter Krone kegelförmige Stämme bildet, die an der Basis enorm breit sind (in 2 m Höhe häufig 3 m und mehr Durchmesser). In der Jugend lange Zeit Schatten ertragend und dabei stetig, aber sehr langsam wachsend, reinigt sie sich nur sehr schwer von den harten, langlebigen Seitenästen und bildet nur in sehr engem Druck einen astreinen Nutzschaft. Das leichte, etwa die Schwere des Weymouthskiefernholzes besitzende Holz hat schmalen Splint, graubraunen Kern und ist sehr dauerhaft. — Die Seitenzweige ohne weitere Verzweigung sehr lang gestreckt. Schuppenblätter auf der Zweigoberseite dunkel-, auf der Unterseite hellgraugrün gefleckt, mit dunkelgrünem Rand (an jungen Pflanzen von *japonica* kaum zu unterscheiden). Flächenblätter mit wenig deutlicher, länglicher Oeldrüse. Zapfen 11—15 cm, mit 2—3 Paar fruchtbaren Schuppen. Samen  $\frac{1}{3}$  kürzer als die Fruchtschuppen. — 1833 in Europa eingeführt, zeigt sie bei den in grösserem Masse ausgeführten sorgfältigen Anbauversuchen der beiden letzten Jahrzehnte vortreffliches Gedeihen bei sorgsamster Berücksichtigung ihrer Standortansprüche: ziemliches Mass von Bodenfrische, am besten frischer bis feuchter, lehmiger Sandboden, während sie hinsichtlich der mineralischen Nährstoffe weniger anspruchsvoll ist. In den ersten Jahren ist die Pflanze schwach (im 1. Jahre nur 3 cm lang mit ebenso langer, mit 1—2 cm laugen Seitenwurzeln besetzter Pfahlwurzel; im 2. 10—15 cm, im 3. energischer Höhentrieb, vom 7. sehr lebhaftes Höhenwachstum, so dass 8jährige Pflanzen schon 3 m erreichen). Die junge Pflanze ist empfindlich gegen Frost und Dürre, Halbschattenholzart, die nur schwache Beschirmung, aber Seitenschutz verlangt; später wird sie frosthärter, bleibt aber empfindlich gegen Dürre.

2. *Thuja Standishii* Carrière (syn. *japonica* Maximovicz). Japauischer Lebensbaum. Dieser in den Centralgebirgen Japans einheimische Waldbaum, durch dünne blaurote Rinde ausgezeichnet, besitzt ebenfalls ein sehr wertvolles, schmutzigbrannes, sehr leichtes und sehr dauerhaftes Kernholz und erreicht bis 35 m Höhe, ist aber trüglicher als die vorstehende Art. Schuppenblätter dicker und breiter, Drüsenrinne oberseits kaum sichtbar. Zweige reicher verästelt und die einzelnen Glieder kurz. Zapfen 8 mm lang, mehr rundlich, Samen so lang wie die Fruchtschuppen. 1861 in Europa eingeführt, zu forstlichen Anbauversuchen erst neuerdings herangezogen und nach Mayr wie *Chamaecyparis obtusa* im Walde zu verwenden.

3. *Thuja occidentalis* Linné. Gemeiner Lebensbaum, atlantische *Thuja*. Dieser bei uns als Zierbaum und Heckenpflanze, namentlich auf Kirchhöfen allgemein verbreitete Baum ist im östlichen Nordamerika (von Canada bis Carolina) heimisch, in den Gebirgen auf die unmittelbare Nähe der Bäche beschränkt, in der Ebene aber in kalten sumpfigen Lagen auf weite Strecken reine Bestände bildend und erreicht bis 20, unter günstigen Verhältnissen 31 m Höhe bei 1.40 m Durchmesser. Langsamwüchsig durch ihr ganzes Leben, kräftige Beschattung ertragend, produziert sie trotz des sumpfigen Standortes ein sehr dauerhaftes, weiches und leichtes, im Kern dunkelgelb gefärbtes Holz. Schuppenblätter oberseits dunkel-, unterseits hellgrün, mit kugelig-ovaler, erhabener Oeldrüse auf den Flächenblättern. Zweige hori-

zontal oder nach verschiedenen Richtungen abstehend. In den früh und reichlich erscheinenden braungelben, im allg. 6—8 mm langen, nach der Oberseite der Zweige aufwärts gebogenen Zapfen nur ein paar Fruchtschuppen fruchtbar. — Schon 1566 eingeführt, vollständig frosthart. Mayr empfiehlt sie, da ihr „forstlich kaum eine geringere Bedeutung zukommt, als der Weymouthskiefer“, warm für forstliche Anbauversuche als Schutzholzart (Vorbau) bei Aufforstung von sumpfigen Wiesen und Oedflächen, als Unterbauholzart zum Schutze des Bodens in Lichtbeständen, als Hauptholzart mit Erlen und Birken in sumpfigen Oertlichkeiten und als Pionierholzart auf Moorböden, wo sie sich in kleineren Versuchen, selbst ohne Vorbereitung des Bodens, bis jetzt freudig erhält; Schutz gegen Rehe ist unerlässlich.

Die minder frostharte *Thuja (Biota) orientalis*, die in Süddeutschland wie die vorige als Zierbaum vielfach kultiviert wird, unterscheidet sich durch grössere, dickfleischige, im grünen Zustande blaubereifte Zapfen, durch strichförmige vertiefte Oeldrüsen auf den Flächenblättern und durch die vorwiegend in senkrechten Ebenen verzweigten, beiderseits gleichgestalteten lebhaftgrünen Zweige leicht von den drei vorstehenden Arten.

§ 56. *Chamaecyparis*. Diese Gattung unterscheidet sich von der ähnlichen *Thuja* sehr augenfällig durch die je stärker, je länger abwärts hängenden Leittrlebe, die mit Ausnahme von *nitkaënsis* auf der Unterseite mit milchweissen Zeichnungen versehenen, eine längliche, flache oder eingedrückte Oeldrüse tragenden Schuppenblätter und durch die kleinen, holzigen Zapfen mit schildförmigen, mit den Rändern (wie bei *Cupressus*) aneinanderliegenden Zapfenschuppen.

1. *Chamaecyparis Lawsoniana* Murray. *Lawsonscypresse*, *Lawsonia*. Die Heimat dieses durch ganz vorzügliche Holzbeschaffenheit und Raschwüchsigkeit ausgezeichneten Waldbaumes ist das Küstengebiet des südlichen Oregons und des nördlichen Californiens. Das sehr beschränkte Verbreitungsgebiet entfernt sich nirgends weiter als 7 geographische Meilen von der Küste und reicht im Küstengebirge nicht höher als 500 m. In warmen Schluchten des letzteren kommen Durchschnittshöhen von 50 m bei 1,80 m Durchmesser vor (Maximalhöhe 61 m bei 4 m Durchmesser). Zweigspitzen meist stark überhängend. Die in wagrechter Fläche verzweigten Zweige zeigen unterseits eine Reihe etwas verschwommener X förmiger weisser Streifen (Spaltöffnungslinien) an den Berührungslinien der Blätter. Kantenblätter mit gerade nach vorn gerichteter Spitze. Zapfen 10 mm dick. Samen mit Harzbläschen (1—5) meist zu 3 unter jeder Fruchtschuppe; Flügel wenig schmaler als der fast kreisrunde Samen. 1 Kilo enthält ca. 450 000 Körner. Die glänzend braunrote Rinde bleibt lange Zeit glatt. Splint schmal. Kernholz hellgelblich, mit feinen Jahrringgrenzen. für eine *Cypressenart* auffallend schwer (0,46), da nicht nur die schmale Spätholzzone, sondern auch das Frühjahrsholz anatomisch durch starke Zellwände ausgezeichnet ist. 1854 in Europa eingeführt. Bei den forstlichen Anbauversuchen der letzten Jahrzehnte hat sie sich als in grösserem Masse anbauwürdig bewährt. In den ersten beiden Jahren ist sie auffallend geringwüchsig (im 1. Jahre ca. 3 cm, im 2. ca. 10 cm lang), im 3. Jahre wird die Entwicklung lebhafter, mit 5 Jahren sind die Pflanzen durchschnittlich 50 bis 60 cm, mit 10 Jahren 3—4 m, mit 14 ca. 5—6 m hoch bei 10 cm Durchmesser; auf besonders kräftigem Boden sind in 12 Jahren schon 8 m erreicht worden; sie bleibt also hinter der *Douglasia* etwas zurück und wächst etwa so rasch wie die Strobe. Das Wurzelsystem besteht aus einigen kräftigen Herzwurzeln mit ungemein vielen, aus-

serst feinen Faserwurzeln; letztere vertrocknen bei weitem Transport oder beim Verpflanzen leicht, doch lässt sich die *Lawsonia* bei vorsichtiger Behandlung auch noch in stärkeren Exemplaren verpflanzen. Vom ca. 12. Jahre ist sie bei uns mannbar und produziert fast alljährlich reichlich keimfähigen Samen. Alsbad nach der Samenreife, im September oder Oktober, fallen die Samen aus und keimen bei Frühjahrsaussaat nach 3—4 Wochen. In Deutschland trotz des in ihrer Heimat sehr viel südlicher, im Gebiet der immergrünen Laubholzzone, liegenden Optimums vortrefflich gedeihend, ist sie nur in den ersten 5 Jahren frostempfindlich, nachher im allgemeinen hart, macht etwa die gleichen Bodensprüche wie die Rotbuche, verlangt etwas Bodenfrische, Seitenschutz, wenigstens einige Jahre Schirm von oben und verträgt ziemlich viel Schatten. Trockene Standorte, Frostlagen und stark dem Winde ausgesetzte Kahlflächen sind ihr unzulänglich. Durch Aufrechtstellen der Seitenäste neigt sie zu mehrmaliger Gabelung des Stammes. Ihr Reproduktionsvermögen ist sehr beträchtlich. Als Parkbaum pyramidenförmig und bis zum Boden beastet, ist sie dekorativer wie *Thuja occidentalis*; sie wird wie diese und wie die folgenden Arten in einer grossen Anzahl von durch Stecklinge zu vermehrenden Wuchs- und Farbenformen in Gärten und Anlagen kultiviert.

2. *Chamaecyparis obtusa* Siebold et Zuccarini. Stumpfbliätterige Sonnencypresse, Hinoki. In Zentraljapan, weit von der Küste entfernt, bildet die Hinoki zwischen 300 und 1800 m ausgedehnte, mit 200 Jahren noch kerngesunde Waldungen und gedeiht am besten im Hochgebirge. Sie ist forstlich die wichtigste Conifere Japans und erreicht 30—50 m Höhe bei  $1\frac{1}{2}$ —2 m Durchmesser. Die Zweige mit überhängenden Spitzen, dicker und steifer als bei der *Lawsonia*, unterseits mit einer Reihe feiner, weisser Xförmiger Streifen. Schuppenblätter sehr dicht. Kantenblätter mit stumpfer, gegen die Zweigachse gewendeter Spitze; Flächenblätter eirund-rhombisch, kleiner, ange-drückt. Zapfen 10 mm dick. Samen mit Harzbläschen, meist zu 2 unter jeder Schuppe; Flügel nur  $\frac{1}{3}$  so breit wie der rundlich-elliptische Same. Holz im Kern hellrosa, sehr dauerhaft, fein gefügt (Frühjahrs- und Spätholz gleich hart!) in Japan das feinste, wertvollste Weichnatzholz vom Gewicht 0.37. 1862 in Europa eingeführt, wurde sie in den letzten 15 Jahren forstlich vielfach versuchsweise angebaut und wird von Schwappach als voraussichtlich gut gedeihend bezeichnet. Die Entwicklung ist in den ersten 2 Jahren sehr langsam; dann ist sie ziemlich raschwüchsig, 4—5jährige Pflanzen 50—70 cm, 7jährige 1,5—1,7 m, 15jährige 4 m (in Grafrath). Die Keimlinge, die nach 3—4 Wochen auflaufen, sind gegen Hitze und Frost sehr empfindlich, Beschirmung derselben ist daher unbedingt geboten, später ist die Pflanze gegen Ueberschirmung sehr empfindlich, dagegen für Seitenschutz dankbar und erträgt Winterkälte noch besser als die *Lawsoniana*, ist aber, wie alle Cypressen, gegen Schneedruck empfindlich. Die Wurzelbildung ist vorzüglich, mit mehr Herzwurzeln, als die folgende. Zu gutem Gedeihen braucht die Hinoki frischen, kräftigen Boden. Diese in Rücksicht auf Holzqualität anbauwürdigste der japanischen Coniferen dürfte nach Mayr überall da gedeihen, wo die Eiche wächst, und die wärtesten Lagen müssten geradezu das Optimalgebiet in Deutschland werden, wenn die relative Luftfeuchtigkeit während der Vegetationszeit genügt, was der Fall zu sein scheint.

3. *Chamaecyparis pisifera* Siebold et Zuccarini. Erbsenfrüchtige Sonnen-Cypresse. Sawara. Mit der vorigen Art gleichfalls als Waldbaum in Zentraljapan verbreitet, zeigt sie ähnliche Wuchsverhältnisse, Dimensionen und Lebensansprüche, doch ist das rötlichgelbe, grobfaserige Holz vom Gewicht 0.37

viel weniger geschätzt. Von der vorigen Art, der sie in den ersten Jahren sehr ähnlich sieht und mit der sie vielfach verwechselt wird, weil die Samen beider Arten vielfach mit einander vermischt zu uns kamen, ist sie durch die eilanzettlichen, scharfgespitzten, am oberen Ende vom Zweige abstehenden Flächenblätter und die auf der Unterseite mit 2 Reihen länglicher weisser Flecken (aufgelöste X-Figur) versehenen Zweige, durch die kleinen, 6 mm dicken Zapfen und die Samen mit 1½mal so breitem Flügel leicht zu unterscheiden. Das Wurzelsystem besteht nach Schwappach vom Wurzelhals ab aus reichlich mit Fasern versehenen Seitenwurzeln, die sich im 8jährigen Alter ca. 75 cm rings um den Stamm erstrecken, aber selbst in stark gelockertem Boden nur ca. 20 cm tief eindringen. Das Wachstum ist in der Jugend erheblich rascher; gegen Luft und Bodentrockenheit ist sie, namentlich im Frühjahr, sehr empfindlich, dagegen scheint sie die winterhärteste der 3 *Chamaecyparis*-Arten zu sein, welche die Winterkälte selbst in den Hochlagen der Eifel anstandslos ertragen hat. 1861 in Europa eingeführt und wie vorige forstlich versuchsweise angebaut.

4. *Chamaecyparis nutkaënsis* Spach. Nutka-Cypresse. In erheblich kühlerem Klima als die *Lawsonia* besonders in den Bergen von Britisch-Kolumbia und in der Ebene des südlichen Alaska in der Zone der Birken, Erlen, Fichten und Tannen noch als Baum von 40 m Höhe vorkommend, dürfte diese wertvolle Cypresse nach Mayr erheblich frosthärter als die *Lawsonia* sein. In ihrer Heimat gilt sie wegen ihres leichten, weichen und sehr dauerhaften Holzes als der wertvollste Waldbaum. Ihre robusteren Zweige sind oberseits dunkelgrün, unterseits heller bis bläulichgrün, ohne weisse Zeichnungen, der Gipfeltrieb gewöhnlich aufrecht, Schuppenblätter spitzig, an den Kanten wie Sägezähne abstehend, und die Samen mit ebenso breitem Flügel fast kreisrund, ohne Harzbläschen.

5. *Chamaecyparis sphaeroidea* Spach (*Ch. thyoides* Linné). Kugelcypresse. Dieser Sumpfbewohner des nordöstlichen Amerika, der dort bis 25 m Höhe erreicht, ist von den vorstehenden Arten durch seine sehr schmalen (bis 1,3 mm breiten) graugrünen Zweige, die unterseits 2 bläuliche Längsstreifen zeigen, durch die stark vorspringende halbkugelige Oeldrüse der Flächenblätter, die 4—6 mm dicken Zapfen und die fast kreisrunden mit 2 sehr schmalen Flügeln versehenen Samen verschieden. Schon 1736 in Europa eingeführt, hat sie sich als vollkommen winterhart erwiesen, ist bis jetzt nur als Zierbaum kultiviert, gedeiht aber nur auf feuchtem Boden gut und ist nach Mayr ihres zwar leichten (0,33) aber wertvollen und sehr dauerhaften Holzes für Anbauversuche auf Erlenbruch- und Sumpfboden zu empfehlen.

§ 57. *Cupressus sempervirens* Linné. Die gemeine Cypresse, aus den Gebirgen Persiens und Kleinasiens stammend, aber schon zur Römerzeit im Mittelmeergebiet bis zu den Alpen angepflanzt, ist mit ihrem an die Pyramidenpappel erinnernden Wuchs heute ein Charakterbaum der Mittelmeerländer, insbesondere der Friedhöfe. Durch ihre sehr dichte Verzweigung, dunkelgrüngrüne, nicht flachgedrückte Zweige und an den schwachen Seitentrieben älterer Pflanzen fast gleichseitig dreieckige, fest angedrückte stumpfe Schuppenblätter mit eingedrückter ovaler Harzdrüse und die bis walnussgrossen Zapfen ist sie leicht von vorstehender Gattung zu unterscheiden. Sie erreicht bis 25 (im Orient über 50 m Höhe und über 2000 Jahre), besitzt ein vorzügliches, sehr festes, hartes, schweres und fast unverwesliches Holz vom Gewicht 0,62, hält aber in Deutschland als Zierbaum nur in den allermildsten Lagen (Mainau, Südtirol) aus. Bestandbildend tritt sie nur auf der Dalmatinischen Halbinsel Sabbioncello auf, wo ein alter, über 11 Hektar grosser, durch



eigenen Samenabfall sich verjüngender Cypressenwald stockt.

§ 58. Wachholder (*Juniperus*). Die Nadeln, welche oberseits einen (bis zwei) weisse Spaltöffnungstreifen tragen (Unterschied von *Cupressineen* jugendformen), stehen in 2- oder 3gliedrigen Quirlen. Die Blüten sind 2häusig und stehen endständig an mit Schuppenblättern besetzten Seitenzweigen, die männlichen sind eiförmig und bestehen aus zahlreichen schildförmigen Staubblättern mit je 3–7 blasigen Pollensäcken; die Fruchtschuppen der weiblichen Blüten, die nur je eine Samenanlage tragen, werden nach der Bestäubung fleischig und verwachsen mit einander und mit den tiefer stehenden sterilen Fruchtschuppen zu einem Beerenzapfen, der sog. Wachholderbeere, an dessen Scheitel die freigebliebenen Ränder der verwachsenen Fruchtschuppen noch deutlich zu erkennen sind. Samenreife 2jährig.

#### A. Aechte Wachholder (Sektion *Oxycedrus*).

Nadeln schmal lanzettlich, am Grunde abgegliedert, in dreizähligen, abwechselnden Quirlen. Beerenzapfen nur aus 3 Fruchtschuppen gebildet, fast sitzend.

1. *Juniperus communis* Linné. Gemeiner Wachholder. (Franz. *Genévrier*.) Kranewit (Bayern), Machandel (Ostsee), Kaddick (Ostproussen), Geneverboom (Vläm). Nadeln steif, bis 4 Jahre bleibend, 4–22 (meist 10–15) mm lang, 1 (bis höchstens 2) mm breit, im obern Drittel allmählich in eine scharfe Stachelspitze verjüngt, gerade, mehr oder weniger abstehend, oberseits mit breitem bläulichweissem Mittelstreif, unterseits hellgrün, mit Längsfurche; im Querschnitt ein Gefässbündel und darunter ein grosser Harzgang. Beerenzapfen sehr kurzgestielt, im 1. Herbst eiförmig, grün, im 2. nahezu kugelig, dunkelbraunviolett, hechtblau bereift, 6 bis 9 mm gross, mit 3 Samen, die 1–2 Jahre bis zur Keimung überliegen. Aeste zerstreut oder undeutlich quirlständig, bei Bäumen weit abstehend, mit abwärts gebogenen Enden. Zweige zahlreich, hängend, jung dreikantig. Die braune Rinde verwandelt sich schon vom 2. Jahre ab in eine längsrissige, in Schuppen und Streifen sich abschilfernde Faserborke. Das Holz ist feinfaserig, weich, zäh, sehr fest und dauerhaft. Wuchs meist niedrig strauchartig, seltener baumartig pyramidal bis zu 10 m Höhe.

In der Tracht, wie in Grösse und Gestalt der Nadeln sehr veränderlich, hat er zur Unterscheidung einer grossen Anzahl schwer auseinander zu haltender Formen Anlass gegeben<sup>37)</sup>. Das Verbreitungsgebiet des gemeinen Wachholders reicht mit sehr ungleicher Verteilung in Europa von Portugal bis zum Kaukasus und von den Inseln des Mittelmeers bis zum Nordkap; ausserhalb Europas kommt er im mittleren und nördlichen Asien bis Kamschatka, in Algerien und Nordamerika vor. Im südlichen Teil seines europäischen Verbreitungsbezirks ist er auf die Gebirge beschränkt, in den Alpen steigt er bis 1500 und 1600 m. Sehr genügsam in seinen Standortansprüchen wächst er auf allen Bodenarten vom trockenen festen Sand- bis zum sumpfigen Moorboden, teils im Walde namentlich an frischeren Stellen als Bodenschutzholz, teils für sich allein grössere und kleinere Strecken bedeckend, besonders in Norddeutschland (Lüneburger Heide, Ostproussen), aber auch als einziges Nadelholz und einzig immergrüne Holzart auf den sandigen Höhen zwischen Donau und Theiss mitten im steppenreichen Gebiet des ungarischen Tieflandes.

2. *Juniperus nana* Willdenow. Zwergwachholder. Neuerdings als Form zur vorhergehenden Art gerechnet, mit der er durch eine Reihe von Uebergängen verbunden ist. Der Zwergwachholder bildet niederliegende, bis 30 cm

37) Cf. Ascherson und Gräbner l. c. I. p. 243 ff.

hohe Sträucher mit kurzen und dicken Zweigen, sehr gedrängt stehenden Nadelquirlen, mit weicheren, nur 4—8 mm langen, meist bis 1 mm unter der sehr kurzen Stachelspitze wenig verschmälerten, mehr oder weniger gegen den Trieb aufwärts gekrümmten, anliegenden, meist deutlich kahlförmigen Nadeln. Diese in der oberen Berg- und Hochregion der Alpen (bis 2500 m) und Karpathen, dem Iser- und Riesengebirge und den Sudeten verbreitete Form oder Art, die sehr selten auch in Ostpreussen vorkommt, ihren Hauptverbreitungsbezirk aber in den Polarländern hat, ist ohne forstliche Bedeutung.

3. *Juniperus oxycedrus* Linné. Ceder-Wachholder (*J. rufescens* Link.) mit sehr starren und stechenden, bis 16 mm langen Nadeln, deren bläulichweisse Oberseite der ganzen Länge nach von einem grünen Mittelstreifen durchzogen wird und deren fettglänzende, braunrot gefärbte Beerenzapfen etwas grösser sind, ist in der ganzen Mittelmeerzone, also auch in Istrien und Dalmatien, in der immergrünen Buschformation sehr verbreitet und im dortigen Walde ein langsamwüchsiges, häufiges Unterholz, das meist strauchig bleibt, ab und zu auch baumartig wird.

4. *Juniperus macrocarpa* Sibthorp. Grossfrüchtiger Wachholder, ist der vorigen Art ähnlich, hat aber mehr blaugrüne, biegsame, weniger abstehende bis 3 cm lange Nadeln, bereifte Triebe und grosse 12—15 mm breite, kugelige, rötlichbraun bis schwarzbraune, bereifte Beerenzapfen. Er teilt mit dem Cedern-Wachholder Verbreitung und Vorkommen, ist aber in Istrien und Dalmatien seltener. Beide Arten werden übrigens vielfach als Unterarten (3 dann als *J. rufescens*) zu einer Art *Juniperus oxycedrus* vereinigt<sup>38)</sup>.

#### B. Sadebäume (Sektion Sabina).

§ 59. Nadeln klein, zu 2 gegenständig oder zu 3 quirlig, nicht abgegliedert, am Stengel herablaufend, zweigestaltig: an jungen (z. T. auch an älteren) Pflanzen länglich lanzettlich, weit abstehend, an älteren Pflanzen kurz oval-dreieckig, schuppenartig anliegend. Beerenzapfen aus 4—9 Schuppen, wie die männlichen Blüten deutlich gestielt. Pflanzen unvollkommen 2-häusig.

5. *Juniperus Sabina* Linné. Gemeiner Sadebaum, Sevenbaum. Nadeln fast alle kreuzweis gegenständig, beim Zerreiben zwischen den Fingern sehr stark und unangenehm aromatisch riechend. Beerenzapfen auf bis 5 mm langem, hackig rückwärts gebogenem Stiel, bis 9 mm gross, bräunlich-schwarzblau, hechtblau bereift. — Der Sadebaum bildet am häufigsten Büsche mit latschenartig niederliegenden, am Ende aufstrebenden Zweigen, seltener aufrechte bis 1½ m hohe Büsche, noch seltener 3—4 m hohe Bäume. Er ist eine Hochgebirgspflanze Südeuropas, in den Alpen vielfach verbreitet und dort höchstens in lückigen Beständen als Bodenschutzholz von forstlicher Bedeutung. In Deutschland wird er in Bauergärten mit Vorliebe kultiviert und ausserdem in zahlreichen Formen als Deko-  
rationspflanze.

6. *Juniperus phoenicea* Linné. Phönizischer Sadebaum, im Laub der Cypresse sehr ähnlich, von dicht buschigem Wuchs mit aufstrebenden Aesten und mit kurz gestielten oder fast sitzenden, glänzenden, rotbraunen Beerenzapfen, deren Fleisch nicht wie bei den anderen Arten breiig, sondern auffallend faserig ist, kommt in Gesellschaft von 3. und 4. in der immergrünen Region des Mittelmeergebietes vor.

7. *Juniperus virginiana* Linné. Virginischer Wachholder,

38) Ascherson und Gräbner I. I. c. p. 247.

**Bleistiftceder.** In der Jugend ist die Pflanze dem Sadebaum oft ausserordentlich ähnlich, stets aber leicht dadurch zu unterscheiden, dass ihre Zweige, kräftig zwischen den Fingern gerieben, den für *Sabina* charakteristischen Geruch vermissen lassen. Leittrieb steif aufrecht. Benadelung sehr variabel. Nadeln zum Teil zu 3 abwechselnd quirlig, schmal, nadelförmig, abstehend, 3—8 mm lang, zum Teil kreuzweis gegenständig, dachziegelig und rhombisch, ange-drückt, alle scharf gespitzt. Beerenzapfen klein, 5 mm lang, kaum 4 mm dick, braunviolett, bereift, aufrecht. — Dieser, schon 1664 in Europa eingeführte und hier als Parkbaum über 400 Jahre erreichende Wachholder ist im östlichen Nordamerika als ausserordentlich klimavage Pflanze von den kalten Küsten Nordbraunschweigs bis zur tropischen Waldzone im heissen, winterlosen Florida, von der feuchten atlantischen Küste bis zur Prärie, heimisch, allerdings mit dem Optimum seiner Entwicklung (30 m Höhe) im Süden. Ebenso wie den verschiedenartigsten klimatischen, ist er auch den wechselndsten Bodenverhältnissen vom felsigen Gebirgs- und heissen mageren Sandboden bis zum feuchten Sumpfboden mit einem je nach Bodengüte wechselnden Gedeihen angepasst. Das Holz zeigt frisch gefällt einen prächtig roten Kern, der später einen gelbbraunen Ton bekommt, ist sehr aromatisch, dauerhaft und leicht (0,33) (Bleistifholz). In der Jugend auch im Norden seiner Heimat raschwüchsig, lässt er dort bald nach. Bei uns ist er, von rauen Gebirgslagen und von Ost- und Westpreussen abgesehen, völlig winterhart und nimmt im Winter eine rotbraune bis violette Winterfärbung an. Die Keimung erfolgt im 2. Frühjahr. Die in den 2 ersten Jahren sehr klein bleibenden Pflänzchen sind ziemlich empfindlich, vom 3. Jahre an wachsen sie rascher und erreichen mit 7—8 Jahren durchschnittlich 1 m, dann ist der Wuchs ein freudiger. In dem 5 Hektar grossen Bleistiftwald des Freih. v. Faber bei Nürnberg auf Sand- und lehmigen Sandboden, der 1876—81 mit 4jährigen Ballenpflanzen angelegt wurde, waren 1889 die Bäumchen durchschnittlich 2½, die höchsten Exemplare auf frischerem Boden 3½—4 m hoch, 1902 betrug die Durchschnittshöhe 6—7 m. Im allgemeinen erreicht er bei uns in 75—100 Jahren 16—18 m Höhe und scheint am besten auf frischem mildem Lehm Boden zu gedeihen. Die Bewurzelung geht mässig tief. Die Mannbarkeit tritt bei uns zwischen dem 12. und 20. Jahre ein, worauf fast alljährlich ziemlich reichliche Samenjahre folgen.

§ 60. Familie *Taxaceae*. Eibenartige Nadelhölzer. Keine zapfenähnlichen weiblichen Blüten. Samen steinfruchtartig.

Diese Familie besitzt nur einen europäischen Vertreter:

*Taxus baccata* Linné. Eibe. (Franz. If.) Nadeln 2zeilig gescheitelt, flach, oft etwas gekrümmt, 2—3 cm lang und ca. 2 mm breit, denjenigen der Weisstanne ähnlich, aber stets zugespitzt, beiderseits mit vortretendem Mittelkiel, oberseits glänzend dunkelgrün, unterseits gelblichgrün, nicht bereift; im Querschnitt mit einfachem Gefässbündel, ohne Harzgänge; giftig; Lebensdauer 6—8 (10) Jahre. Knospen sehr reichlich, besonders im oberen Teil der Zweige; viele bleiben schlafende Augen und erklären so das ausserordentliche Ausschlag- und Reproduktionsvermögen der Eibe. Rinde rotbraun, ähnlich wie bei der Platane sich abblättern. Blüten 2häusig; männliche schon im Herbst als kleine Knospen in der Achsel 1jähriger Nadeln angelegt, meist zahlreich, mit ca. 10 schildförmigen Staubblättern auf beschuppten Stielchen, bleichgelb, mit 5—8 der Länge nach aufspringenden Pollensäcken. Pollen ohne Flugbläschen. Weibliche Blüten einzeln oder zu wenigen, nackte Samenknospen auf kurzem beschupptem Stielchen, laubknospenähnlich, im Frühjahr in den Achseln vorjähriger Triebe erscheinend. Samen erbsengross, dunkelolivbraun, von einer becherartigen, anfangs grünen, dann korallenroten fleischigen Hülle (Arillus) umgeben. Mann-

barkeit nicht vor dem 20. Jahre. Blütezeit je nach Klima und Lage, 2. Hälfte März bis Anfang Mai, Samen reife dto. August bis Oktober (November). Der Same liegt bei Herbstsaat 1—3, bei Frühjahrsaat 3—4 Jahre nach Willkomm über. Keimpflanzen denen der Weisstanne ähnlich, aber ohne weisse Streifen. Weitere Entwicklung sehr langsam, bis zum 6. Jahre durchschnittlich jährlich nur  $2\frac{1}{2}$ —3 cm, dann etwas rascher, aber viel langsamer als bei allen übrigen europäischen Nadelhölzern; nur unter sehr günstigen Umständen mit 10 Jahren 2 m hoch. Die Maximalhöhe geht selten über 10—15 m hinaus, doch kann die Stärke eine sehr beträchtliche werden, da das Alter angeblich mehrere Jahrtausende erreichen kann. Krone lange Zeit bis zum Fiss herabreichend. Hauptäste weit abstehend und der Edeltanne ähnlich, aber ohne Quirlnospen vorzugsweise zweizeilig verzweigt. Alte Stämme sparrig, sehr abholzig, mit gegabeltem Stamm oder tief unten entsprungenen Tochterstämmen. Das wertvolle Holz hat einen sehr schmalen gelbweissen Splint und einen rotbraunen Kern wie altes Mahagoniholz, ist schwer (0,76), ungem. feinhäutig, sehr elastisch, fest und hart, schwerspalzig. Im Altertum und Mittelalter wurde es vielfach zur Anfertigung von Bogen und Armbrüsten verwendet. Jahrringgrenzen durch das dunkle Spätholz sehr deutlich, Markstrahlen sehr fein, nur mit der Loupe erkennbar. Anatomisch ist es durch das Fehlen von Harzgängen — auch in der Rinde fehlen sie — und durch sehr deutliche Spiralverdickungen sämtlicher Tracheiden ausgezeichnet. — Die Eibe ist über ganz Europa verbreitet und darüber hinaus bis zum Kaukasus und bis nach Persien mit sehr ungleichmäßiger Verteilung und war in früheren Jahrhunderten in Deutschland viel häufiger, wo sie gegenwärtig sehr zerstreut, einzeln bis zahlreich, aber nie mehr bestandbildend auf frischem oder feuchtem, namentlich kalkhaltigem Boden in Wäldern vorkommt und durch ihre Fähigkeit, Schatten und engen Bestandesschluss zu ertragen, alle europäischen Nadelhölzer weit übertrifft. Gegen Freistellung ist sie namentlich in der Jugend sehr empfindlich und so bei ihrer Langsamwüchsigkeit eine im Kulturwalde, namentlich bei Kahlschlagbetrieb, leider meist auf dem Aussterbeetat stehende Holzart.

## B. Die Laubbölzer.

### 1. Kätzchenträger.

§ 61. Ein- oder (Weiden und Pappeln) zweihäusige Bäume mit eingeschlechtigen Blüten, die zu Kätzchen vereinigt sind. Unter Kätzchen versteht man Ähren oder ährenförmige Blütenstände, welche, falls nur männliche Blüten vorhanden sind, nach dem Verblühen als Ganzes abfallen und an einer fleischigen, meist schlaff hängenden Achse dicht gedrängt unscheinbare Blüten oder dichasiale Blütenknäuel tragen. Samen ohne Nährgewebe. Mit Ausnahme der Weiden sind alle hierher gehörigen Bäume Windblütler.

#### A. Nussfrüchtige Kätzchenträger.

Buchenartige Laubbölzer (Familie Fagaceae.) Die Blüten besitzen ein aus meist 5 oder 6 unscheinbaren, am Grunde verwachsenen Blättern gebildetes Perigon. Der Fruchtknoten ist 3fächerig (bei *Castanea* 6fächerig) mit je zwei Samenknochen, von denen sich aber nur ein Fach und eine Samenknope zur Isamigen Schliessfrucht weiter entwickelt. Die Früchte sind einzeln oder zu mehreren von einer schon zur Blütezeit vorhandenen, mit Niederblättern besetzten Achsenwucherung, der Cupula, eingeschlossen oder am Grunde umgeben.

Die Blütenstände stehen in der Achsel diesjähriger Blätter, und das Aufblühen erfolgt während oder nach der Entfaltung der Blätter. Die wechselständigen Blätter besitzen hinfällige Nebenblätter. — Die Befruchtung der Samenknospen findet immer erst geraume Zeit nach dem Ausstäuben des Pollens statt; bei den Eichen sind zur Blütezeit die Fruchtknoten noch ungefächert und die Samenknospen noch nicht angelegt.

§ 62. *Fagus sylvatica* Linné, Rotbuche (franz. Hêtre), ist bei uns die einzige Vertreterin ihrer ca. 10 Arten umfassenden Gattung und der verbreitetste Bestandbildende Laubholzbaum. Winterknospen zimmetbraun, spindelförmig, spitz, seitlich weit abstehend, 1–3 cm lang, mit zahlreichen, an der Spitze weissfilzigen Knospenschuppen. Nicht selten fehlt die Gipfelknospe und nimmt dann die oberste Seitenknospe ihre Stelle ein. Blätter 2zeilig, auf der Zweigunterseite einander etwas genähert, Knospen auf der Blattoberseite genähert, etwas aus der Blattachsel herausgerückt. Die Jahrestriebe sind gegen einander abgegrenzt durch die dicht stehenden Ringwülste der Knospenschuppennarben, zwischen denen winzige „Kleinknospen“ vorhanden sein können. Blätter in der Knospe längs des Mittelnervs zusammengelegt, zwischen den Seitennerven gefaltet, am Rande, auf den Nerven und am Stiele dicht seidenhaarig; entfaltet spitz eiförmig oder am Grunde keilig, 4–10 cm lang mit  $\frac{1}{2}$ – $\frac{1}{3}$  cm langem Stiel, am Rande wellig oder schwach gezahnt und gewimpert, oberseits dunkelgrün glänzend, unterseits heller grün, alt nur noch in den Nervenwinkeln und an der Mittelrippe flaumig. Seitennerven 5–9. Nebenblätter schmal zungenförmig, knickfaltig, dünnhäutig, 2–3 cm lang, rotbraun oder rötlich. Männliche Kätzchen langgestielte (—5 cm), hängende, vielblütige, kugelige, dichasiale Knäuel an der Basis der Zweige in den untersten Blattachsen und zwischen den obersten Knospenschuppen; an schwächeren Trieben in der Regel nur männliche Kätzchen; männliche Blüte mit glockenförmigem, kelchähnlichem, 4–7spaltigem, gelblich-rötlichem, weisszottigem Perigon und 8–12 langgestielten Staubfäden mit gelben Staubbeuteln. Weibliche Kätzchen kurzgestielte, in den oberen Blattachsen kräftiger Langtriebe straff aufrecht stehende, 2blütige Dichasien, deren in der Regel fehlende Mittelblüte ausnahmsweise als 3. Blüte zur Entwicklung kommt; weibliche Blüten mit 6teiligen, mit dem 3kantigen Fruchtknoten grösstenteils verwachsenem Perigon, zu zweien in die vierteilige, weichstachelige, seidig-zottige Cupula bis auf die vorragenden, gekrümmten, rötlichen oder gelben Narbenarme jeder Blüte völlig eingeschlossen. Cupula zur Reifezeit verholzt, gelbbraun, mit pfriemenförmigen, umgebogenen Weichstacheln (Niederblättern) dicht besetzt, 4klappig aufspringend. Früchte (Buchecker, Bucheln) glänzend rotbraun, ca.  $\frac{1}{3}$  cm lang, spitzeförmig, dreikantig, an der Spitze einen pinselförmigen Rest des Perigons tragend, mit lederiger Fruchtwand und gefalteten, gleichen Cotyledonen. 1 Hektoliter Buchecker wiegt 40–50 Kilo; auf das Kilo gehen durchschnittlich 1000–1500.

Die Mannbarkeit tritt spät ein, bei freiem Stande mit dem 40.–50., im Bestandesschlusse selten vor dem 60., oft erst mit dem 80. Jahre. Samenjahre (Vollmasten) in der Ebene und im Hügelland häufiger als im Gebirg, unter günstigeren Verhältnissen alle 5–8, unter ungünstigeren alle 9–12 Jahre; dazwischen namentlich im Gebirge, fast nie in der Ebene, ca. alle 3–4 Jahre reichliche Samen-erzeugung einzelner Bäume (Sprenzmasten); Blütezeit fast gleichzeitig mit dem Laubausbruch, je nach Klima und Lage Ende April bis Ende Mai; Samenreife im September oder Oktober; Keimfähigkeit 70–80%, doch sind auch 50–60% noch als gut zu bezeichnen; Dauer der Keimkraft kurz, ca.  $\frac{1}{2}$  Jahr. Auf-

laufen der im Herbst gesäten oder ausgefallenen Bucheln im April oder Mai des nächsten Frühjahres, nach Frühjahrsaat in 5—6 Wochen, mitunter erst im nächsten Frühjahre. Bei Keimung hebt das kräftige hypocotyle Glied die noch im Samen eingeschlossenen Cotyledonen bis 6 cm in die Höhe, worauf diese sich zu sehr grossen, halbkreisförmigen, bis 4 cm breiten, oben glänzend dunkelgrünen, unten weissen, dickfleischigen Blättern entwickeln, die im Juli abfallen. Nach Entfaltung zweier normaler, gegenständlicher Blätter schliesst der erstjährige Trieb sein Wachstum mit einer endständigen Winterknospe ab. Der Wuchs ist in den ersten 4—5 Jahren besonders bei Ueberschirmung sehr langsam, ca. 8—11 cm pro Jahr, im 2. Jahre verlängert sich lediglich die Hauptachse und bildet meist 5—7 wechselständige Blätter. Vom 5. Jahre an steigert sich der Höhenwuchs und der Baum erreicht im Durchschnitt im 10. Jahre  $\frac{3}{4}$  m, im 20. 3 m, im 30. 6 m, im 40. 10 m, im 50. 14 m, im 60. 17 m, im 70. 19 m, im 80. 21 m, im 100. 23 m und im 120. 25 m (unter günstigsten Verhältnissen bis 32 m, ausnahmsweise bis 39 m) in diesem Alter. Das Maximum ihres Höhenwuchses mit ca. 60 cm jährlich liegt je nach Standortsgüte zwischen dem 30. und 55. Jahre. Mit 100 Jahren ist der Höhenwuchs meist schon unmerklich. Der Stärkezuwachs nimmt meist vom 60. Jahre an sehr ab. Nur ausnahmsweise erreicht die Buche unter günstigsten Verhältnissen ein Alter von 300 Jahren bei einer Höhe von 35 m und 80 cm bis 1 m Durchmesser. Grössere Stärken, bis zu 2 m kommen fast nur bei isoliert aufgewachsenen viel niedriger bleibenden Bäumen wie Weidbuchen und dergl. vor. Gewöhnlich wird die Buche gegen das 160., auf armen Boden oft schon vom 120. Lebensjahre an wipfeldürre und kernfaul.

Die Verzweigung ist sehr dicht, das Mark der Zweige im Querschnitt dreieckig. Die zahlreichen Langtriebe hängen an der Spitze über, so lange sie weich sind, später stehen sie straff aufrecht, von Knospe zu Knospe knickig hin- und hergebogen. Aus den unteren Seitenknospen der Langtriebe entstehen bei älteren Bäumen zahlreiche wenig beblätterte Kurztriebe, deren Oberfläche durch die einander genäherten Blatt- und Knospenschuppennarben höckerig und queringelt erscheint. Der gleichmässig gerundete, nie spannrückige Stamm hält bei dichtem Schluss meist bis zum Wipfel aus und reinigt sich 15—18 m und höher von Aesten. Die sehr reichstächtige Krone, beim freiständig erwachsenen Baume breit und tief herabreichend, im Bestandesschluss schmaler und hoch angesetzt, von schief aufstrebenden Aesten getragen, ist in der Jugend kegelförmig, später beseuförmig, im höheren Alter domartig abgewölbt und durch die starke Verzweigung und die selbst im Innern alter Bäume dichte Belaubung, sowie durch die schirmartige Anordnung der 2zeilig beblätterten Zweigsysteme ausserordentlich dicht schattend. Die Ausschlagfähigkeit ist nicht bedeutend. Der Stockausschlag erfolgt der Hauptsache nach aus Adventivknospen des Ueberwallungswulstes. —

Die Bewurzelung besteht bei der jungen Pflanze aus einer kräftigen, wenig verzweigten Pfahlwurzel, die aber schon nach 4—5 Jahren zu wachsen aufhört, und deren oberer Teil zu einem knorrigen Wurzelstock wird, auf dem kräftige, seitlich weit streichende Seitenwurzeln entspringen, die meist nur wenig in die Tiefe dringen, auf zerklüftetem Felsboden sich abplattend oft tief in die Spalten des Gesteins eindringen und die Steintrümmer fest umschlingen, auf flachgründigem Boden aber oft auf weite Strecken ganz oberflächlich verlaufen und nicht selten mit einander verachsen.

Die stets verhältnismässig sehr dünne Rinde ist an jüngeren Stämmen und Zweigen dunkel olivgrün bis graubraun, glänzend und glatt, an älteren weissgrau gefleckt, an alten perlmutterglänzend silbergrau, indem sich etwa vom 10. Jahre an im

abgestorbenen Periderm Krustenflechten (*Graphis scripta*, *Opegrapha varia*, *Verrucaria biformis* und die nur hier vorkommenden *Opegrapha venosa* und *Parmelia speciosa* u. a.) entwickeln, zuerst helle Flecke bilden, die später mehr und mehr zusammenfliessen und an alten Bäumen ihre schwarzen, oft ähnlich wie Schriftzeichen angeordneten Fruchtkörper zu Tage treten lassen. Die an Steinzellnestern ausserordentlich reiche, bastfaserfreie Rinde bleibt gewöhnlich zeitlebens geschlossen; nur ausnahmsweise bildet sie im Schluss (Steinbuche) im unteren Teile des Stammes eine längs- und querrissige schwache Borke, während bei sehr alten, exponiert stehenden Weidbuchen eine solche Borkebildung häufig ist. Vom Holzkörper losgelöste Rindenstücke zeigen auf der Innenfläche Markstrahlleisten, scharfe rippenartige, aus Steinzellen aufgebaute Vorsprünge, welche in die breiten Markstrahlen des Holzkörpers etwas eindringen. Als Rindenknollen bezeichnet man erbsen- bis wallnussgrosse holzige Kugeln, welche in der Rinde steckend mehr oder weniger nach aussen vorstehen, einer abnormen Entwicklung schlafender Augen ihre Entstehung verdanken und bis 50 Jahre alt werden können.

Das zerstreutporige Holz ist rötlich weiss, ohne gefärbten Kern — der rotbraune „falsche“ Kern ist eine Krankheitserscheinung! — hart, schwer (0.63 — 0.83), leicht spaltbar, wenig elastisch, gedämpft leicht zu biegen, bei wechselnder Nässe und Trockenheit von sehr geringer Dauer, unter Wasser aber sehr dauerhaft, von ganz vorzüglicher Brennkraft. Die breiten, sehr scharf begrenzten Markstrahlen, zwischen denen sich die Jahringgrenze etwas ausbaucht, nehmen etwa  $\frac{1}{10}$  der Querschnittsfläche ein; sie bilden auf der radialen Spaltfläche atlasglänzende „Spiegel“, auf der Oberfläche des Holzkörpers oder auf der tangentialen Spaltfläche zahlreiche, sehr charakteristische kurze spindelförmige Streifen. Zwischen den breiten verlaufen zahlreiche feine Markstrahlen. Bei anatomischer Betrachtung zeigen sich die schmalen Markstrahlen im Querschnitt aus einer oder wenigen parenchymatischen Zellreihen, die breiten aus 20 und mehr Reihen in radialer Richtung gestreckten Fasern aufgebaut. Die weiten Gefässe sind an den Enden meist ringförmig, die engeren meist leiterförmig durchbrochen. Die Hauptmasse des Holzes bilden sehr dickwandige, langgestreckte, beiderseits scharf zugespitzte Holzfasern; Holzparenchym (gekammerte Fasern) und Tracheiden sind nur in mässiger Menge entwickelt.

Die geographische Verbreitung der Buche erstreckt sich mit sehr ungleichmässiger Verteilung über fast ganz Europa; im Süden geht sie als Gebirgsbaum bis nach Sizilien, fehlt aber im südlichen Griechenland und Spanien; im Norden bis zum nördlichen Schottland, dem südlichen Skandinavien und Ostpreussen bis Königsberg. Die Ostgrenze verläuft von Königsberg nach der Krim, den Kaukasusländern und Nordpersien. Das Inselartige Vorkommen der Buchenwälder ist daraus zu erklären, dass sie mit Ausnahme des Hagenauer Forsts im mittleren Rheinthal und dem baltischen Bezirk von Schleswig-Holstein bis Ostpreussen überall von Hause aus Gebirgsbaum ist, nach Grisebach von allen Waldbäumen „der vollkommenste Ausdruck für den Einfluss des Seeklimas in Europa“. Durch Auban ist die Buche sowohl innerhalb ihres natürlichen Bezirks, wie über dessen Polargrenze hinaus verbreitet worden. In Skandinavien und England steigt die Buche bis 190 m, im Harz bis 650 m, im Thüringervald bis 800 m, im Erz- und Riesengebirge bis 950 m, in den süddeutschen Gebirgen, den Karpathen und Zentralalpen bis 1100 und 1200 m, in den Ostalpen bis 1300 m (vereinzelt 1460 m), im Schweizer Jura meist nur bis 900 m (während sie als Krüppelform hier wie in den Alpen viel höher geht), in den südlichen Alpen bis 1700 m, im Apennin über 1900 m, am Aetna bis 2100 m. Nach den Standortsausdrücken gehört die Buche zu den anspruchsvollsten Holzarten; sie verlangt zu gutem

Gedeihen einen mineralkräftigen und humusreichen Boden, der stets mässig durchfeuchtet und etwas locker ist. Die geognostische Herkunft des Bodens ist von untergeordneter Bedeutung, vorausgesetzt, dass derselbe das grosse Kali-, Kalk-, Phosphorsäure- und Magnesiabedürfnis der Buche zu decken vermag. Anhaltende Bodennässe wie Trockenheit sagen ihr nicht zu, weshalb sie puren Torf-, Heide- und Sandboden meidet, aber auch den fruchtbaren Aueboden, strengen Ton- und reinen Kalkboden. Die Ansprüche an die Luftfeuchtigkeit sind mittlere, jedenfalls geringer als bei der Fichte, das Schattenerträgnis von allen heimischen Laubbolzarten am grössten, unter den Nadelhölzern nur von Tanne und Eibe übertroffen. Die ausgesprochene Schattenholzart verrät die dichte Belaubung, der grosse Stammreichtum der Bestände, die unübertroffene Fähigkeit des Stammes, dichten Bestandesschluss herzustellen und das Gedeihen des jungen Nachwuchses unter dem Kronendach der alten Bäume. Die jungen Triebe erfrieren leicht durch Spätfröste, weshalb die Buche Frostlagen meidet. Im allgemeinen verlangt die Buche eine Vegetationszeit von wenigstens 5 Monaten. Mit ihrem dichten Kronenschluss und reichlichen Laubabfall gehört die Buche zu den bodenbessernden Holzarten. Die Blätter, die sich vor dem Laubfall leuchtend braungelb färben, bleiben nach dem Vertrocknen an Heckenpflanzen, Stockausschlag n. dergl. wie bei der Eiche häufig den Winter über haften.

Die Variationsfähigkeit der Buche ist gering. Nach Blattfarbe, Blattbau und Wuchs unterscheidet man folgende Spielarten:

a) *purpurea* Aiton, die Blutbuche, mit grünroten bis schwarzroten Blättern, in Deutschland wild nur in einem alten Exemplar bei Sonderlausen, beliebter Zierbaum;

b) *incisa* Willdenow, mit eingeschnitten gezähnten, lang zugespitzten Blättern, nur bei Ettlingen in Baden, wie die als *asplenifolia*, *heterophylla*, *laciniata*, *crisatata* etc. bezeichneten, nur in Gärten vorkommenden Formen mit zerschlitzztem Laube auch kultiviert. Auch die sehr dekorative Hängebuche (*pendula*) und die Pyramidenbuche (*pyramidata*) sind nur als Gartenformen bekannt, die sich bloss durch Pfropfung vermehren lassen;

c) von der Spielart *variegata* mit weiss oder gelb geflecktem Laub wurde ein Exemplar „Hartig's Buche“, „*foliis striatis*“ mit goldgelb gestreiftem Laub in Hessen wildwachsend gefunden;

d) *tortuosa* Hortorum, die Schlangenbuche, mit schlangenförmig hin und her gebogenen Stämmen, Aesten und Zweigen, auf dem Jurazug Süntel bei Hannover einen ganzen Bestand bildend;

e) *retroflexa* Mathien, die Kollerbuche, häufiger vorkommend, mit breitgedrückter Krone, geringem Höhenwuchs und sehr abholzigem Stamm, die nach Willkomm „eine wahre Kalamität werden kann“ und „vielleicht eine durch parasitische Pilze bedingte Form sein dürfte“, ist ihrer Natur nach noch aufzuklären.

Als Standortsformen sind von der langschäftigen Gebirgsbuche zu unterscheiden: die Insel- oder Küstenbuche, die auf den Inseln und in den Küstenländern der Ostsee allein vorkommt und auch im Schlusse eine tief angesetzte, umfangreiche Krone und einen kürzeren aber stärkeren Stamm bildet. Einen ähnlichen Wuchs zeigen die malerischen alten Weibuchen des südlichen Schwarzwalds und der rauhen Alb. Als klimatische und sonstige Reduktionsformen sind zu nennen die knieholzartige Strauchbuche in rauher Gebirgslage Kroatiens, die derselben oft ähnliche, übrigens sehr variable Verbissbuche hochgelegener Weidefelder, und die windgepeitschte Buche (Fahnenwuchs), wie sie z. B. an den Randbeständen in Schleswig-Holstein, aber auch in hohen Gebirgslagen, wie am Elsässer Belchen und auf dem Schaninsland im Schwarzwald vorkommt.



Die Eichen (*Quercus*.)

§ 63. Blüten einzeln an der Kätzchenachse, Aehren bildend; männliche Kätzchen reichblütig, schlaff hängend, den obersten, später zu Lang- oder Kurztrieben auswachsenden Seitenknospen vorjähriger Triebe entspringend, und zwar aus mehreren der obersten Knospschnuppen dieser Knospen, daher unterhalb der diesjährigen jungen Gipfelsprosse meist gebüschelt; die weiblichen Kätzchen armbütig, in der Achsel von Laubblättern diesjähriger Gipfeltriebe. Blütezeit gleich nach dem Laubansbruch. Die Keimblätter bleiben bei der Keimung, von der Fruchtschale umschlossen, unter der Erde. Die Zweige besitzen stets eine grössere Endknospe und spiralg ( $\frac{2}{5}$ ) gestellte, gegen die Spitze des Triebes gehäufte, kurzgestielte, selten ganzrandige Blätter. Gegen 200 Arten.

1. *Quercus pedunculata* Ehrhart. Stieleiche, Sommereiche, Fröhliche, Heideeiche etc. (franz. Chêne mâle), unser stolzester Waldbaum. Knospen typisch dick, kantig eiförmig, ziemlich stumpf, mit zahlreichen Knospschuppen, die zum grössten Teil spreitlose Nebenblattpaare sind; seitliche gerade über der dreieckigen, 3 Gruppen von Gefässbündeln tragenden Blattnarbe abstehend, oberste nuter der Endknospe quirlig. Junge Triebe oft rot überlaufen, die im Juni erscheinenden Johannistriebe nebst den Blättern anfänglich oft purpurrot. Blätter von schmalen, hinfälligen, pfriemlichen Nebenblättern begleitet (die den Stiel an Länge etwas übertreffen), an der Spitze der Triebe oft büschelig gehäuft, sehr kurzgestielt (bis 1 cm), durch die ungleich zweilappige (herzförmige), wellig gekrauste Basis und die mehr oder weniger unsymmetrische Form in erster Linie charakterisiert, im übrigen sehr variabel, im allgemeinen verkehrt-eiförmig, 7–12 cm lang, beiderseits mit 4–5 abgerundeten, vorwiegend ganzrandigen Lappen, oberseits matt dunkelgrün, unterseits matt hellgrün mit 5–9 vortretenden blassefarbten Seitenrippenpaaren, beiderseits (bis auf spärliche, mikroskopische Härchen der Unterseite) kahl, jung flaumig. Männliche Kätzchen bis 4 cm lang, teils gebüschelt aus den Seitenknospen vorjähriger Triebe, teils einzeln in den unteren Blattachseln diesjähriger Triebe; männliche Blüten mit gelbgrünem, häutigem, in 4–7 bewimperte Zipfel zerschlitzen Perigon und 4–12 gelben Staubfäden. Weibliche Kätzchen aufrecht, mit Stielen von wechselnder Länge in den oberen Blattachsen diesjähriger Triebe, mit 2–5 kleinen, knopfförmigen, bis auf die 3 kurzen, abgerundeten rötlichen Narben in der rötlichen Cupula eingeschlossenen weiblichen Blüten. Früchte an einem Stiel (daher der Name Stieleiche) von 1–16 (meist 3–8) cm Länge, meist 1–3, oft 2 gegenständig, selten mehr (bis 5). Eicheln gross, meist länglich eiförmig, anfangs grün, reif, mit Ausnahme des bereiften Scheitels, glänzend und glatt, hellbraun bis scherbengelb, mit weisslicher Grundfläche und grünlich braunen Längsstreifen, die beim Trockenwerden verschwinden, aber nach dem Aufweichen meist wieder hervortreten. Samenschale derb lederig, Cotyledonen gross, stärkereich. Cupula napfförmig, mit glatten Rand und sehr zahlreichen, dicht dachziegelig angeordneten, graubräunlichen, filzigen, dickspitzigen Schuppen. Ein Hektoliter wiegt je nach Standort und Jahr 65–75 (90) Kilo und 1 Kilo enthält 177–325, im Mittel 250 bis 300 Eicheln. Die Mannbarkeit tritt bei Stocklöhdern frühzeitig, oft schon um das 20. Jahr, bei Samenpflanzen im Freistande nicht leicht vor dem 40., meist erst mit dem 50–60., im Schlusse kaum vor dem 80. Jahre ein. Reichliche Samenjahre folgen dann je nach Lage und Standort alle 3–7 Jahre. Blütezeit im Süden Mitte April bis Mitte Mai, im Norden Mitte Mai bis Anfang Juni. Erst Mitte oder Ende Juli tritt die Eichel aus dem Nüpfchen heraus, ist Ende September oder Anfang Okto-

ber reif und fällt dann bald aus dem Nüpfchen aus. Die Keimfähigkeit frischer Eicheln beträgt 60–70%, die Keimdauer nur  $\frac{1}{2}$  Jahr. Die Keimung erfolgt bei Frühjahrssaat nach 4–6 Wochen und beginnt mit der Ausbildung einer kräftigen rübenförmigen Pfahlwurzel, die im 1. Jahre oft 20–30 cm lang wird, während der oberirdische Trieb, anfangs mit sehr unvollkommenen Blättern besetzt, im 1. Jahre gewöhnlich nur 8–10 cm. und nur unter besonders günstigen Verhältnissen das doppelte und selbst dreifache dieser Länge erreicht. Im 2. Jahre entstehen in der Regel erst die typisch geformten Blätter und die Pflanze verzweigt sich stark und wird buschig. Höhenwuchs in der Jugend rasch, im Schlusse lange anhaltend, im Durchschnitt  $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{2}$  m, im allgemeinen mit 120–200 Jahren beendet. Die Eiche bildet so bei einer 5 Jahrhunderte und mehr umfassenden Lebensdauer 30–35, ausnahmsweise auch 40 m lange und 2 m und darüber starke Stämme bei einer Gesamthöhe bis zu 50 m. Im Freiland entstehen kürzere, aber um so dickere Schäfte mit mächtig entwickelter, schon wenige Meter über dem Boden ansetzender Krone. Das Dickenwachstum hält an, so lange der Baum lebt; die Lebensdauer kann in einzelnen Fällen vielleicht bis 2000 Jahre betragen (Chêne de Montravail, bei Saintes im französischen Département Charente inférieure in Mannshöhe mit 6–7 m Durchmesser, bei einer Höhe von 20 m), 500jährige Stieleichen sind in Deutschland keine Seltenheit, dagegen scheint hier keine 1000jährige mehr zu existieren, wengleich das Alter vieler Eichen eine lokalpatriotische Abrandlung auf diese Zahl zu erfahren pflegt. Die Verzweigung ist durch die starken, knickigen und knorrigen, weit ausgreifenden, locker gestellten Aeste sehr charakteristisch und unregelmässig. Im vorgerückten Alter entwickelt die Krone zahlreiche Kurztriebe. Im Herbst springen nicht selten ein- bis mehrjährige Triebe mit voller grüner Belaubung ab („Absprünge“). Das Ausschlagvermögen aus schlafenden Augen ist ungewöhnlich gross und anhaltend. Das Mark der Zweige bildet im Querschnitt stets einen fünfstrahligen Stern.

Die ausserordentlich sturmfeste Bewurzelung besteht in lockerem Boden bis zum 6. oder 8. Jahre fast nur aus einer mächtigen Pfahlwurzel, die bis über 2 m in die Tiefe dringt und nur wenige dünne Seitenwurzeln entwickelt. Später, etwa vom 30. Jahre ab, überwiegen die teils weit streichenden, teils schief in die Tiefe dringenden starken Seitenwurzeln, deren weitere Entwicklung den oft gewaltigen „Wurzelanlauf“ alter Eichen bildet. In flachgründigem Boden oder bei hochstehendem stagnierendem Grundwasser verkümmert die Pfahlwurzel bald.

Die Rinde, an jungen Zweigen grün bis rotbraun, bildet an jüngeren Stämmen und Aesten ein von zahlreichen, braunen Lenticellen durchsetztes, grünlich- bis weisslichgraues, perlmutterglänzendes Periderm (Spiegelrinde), reist zwischen dem 12. und 25. Jahre, auf schlechtem Standort auch früher, unregelmässig längsrisig auf und bildet eine besonders im Freiland tiefrissige, granbraune, bleibende Borke. Die Rinde kann bei alten Bäumen bis 10 cm Dicke erreichen und ist ausserordentlich reich an dickwandigen Bastfasersträngen und besonders an sehr grosszelligen Steinzellnestern. Je gerbstoffreicher die Rinde, desto später pflegt sie anzufressen.

Das ringporige Holz hat einen schmalen gelblichweissen Splint und einen meist gelblichbraunen Kern; als Nutzholz ersten Ranges vereinigt es so viele treffliche Eigenschaften, wie kein anderes einheimisches Holz, ist ausserordentlich dicht und schwer (0.54–1.05), bei einer Jahrringbreite bis zu 6 oder 7 mm, um so dichter, je breiter die Jahresringe (wie die ringporigen Hölzer überhaupt), ausserordentlich fest und von allergrösster Dauer, unter Wasser unzerstörbar, hart, grobfaserig, elastisch, gut spaltbar, in mittlerem Grade zähbiegsam und von guter, aber etwas geringerer Brennkraft als das Buchenholz. Anatomisch zeichnet sich das

Holz durch sehr reichliche Entwicklung sehr dickwandiger Holzfasern mit spärlichen kleinbehöftten Spalttüpfeln, besonders im Spätholz der Jahresringe aus, während das Frühlingsholz auffallend weite, schon mit blossen Auge erkennbare Gefässe besitzt. Von dem Porenkreis des Frühlingsholzes verlaufen radial nach aussen im Jahrring zwischen den Holzfasernsträngen feine, vielfach gegabelte Züge von engen Gefässen, Tracheiden und Parenchym. Ausserdem treten bei breiten Ringen noch zahlreiche feine konzentrische Wellenlinien von Holzparenchym hervor. Einzelne Markstrahlen sind sehr breit und zuweilen einige Centimeter hoch, auf der radialen Spaltfläche auffallend glänzende Spiegel bildend, während die überwiegende Mehrzahl der Markstrahlen sehr fein und mit blossen Auge nicht erkennbar ist. — Von dem ähnlichen Holz der Edelkastanie unterscheidet sich das Eichenholz sofort durch die dort fehlenden breiten Markstrahlen.

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Stieleiche umfasst fast ganz Europa bis zum 63<sup>o</sup> in Norwegen, weiter östlich nur bis 57 $\frac{1}{2}$ <sup>o</sup>, ferner die Kaukasusländer und Kleinasien. Das Maximum ihrer Verbreitung erreicht sie in den unteren Donauländern (südliches Ungarn, Slavonien, Kroatien und Siebenbürgen), in Deutschland, wo sie ihre besten früheren Standorte der Landwirtschaft überlassen musste, besonders im Südwesten und in der Provinz Preussen. Als Waldbaum der Ebenen, der Flusstäler und des Hügellandes steigt sie im Süden und Südwesten nirgends so hoch wie die Buche: in Albanien bis 1500 m, in den Pyrenäen bis 1400 m, in Tirol bis 1000 m, in den Centralalpen bis 900 m, in den nördlichen Kalkalpen bis 800 m, im Schwarzwald bis 600 m, im mitteldeutschen Bergland bis 500 und 450 m.

Die Standortansprüche der Stieleiche sind verhältnismässig hohe. Sie verlangt zu gutem Gedeihen ähnlich wie die Buche einen mineralkräftigen Boden von, namentlich in höheren Lagen, grösserem Humusgehalt, reichlicher Frische und verhältnismässig beträchtlicher Tiefgründigkeit, wie ihn besonders Flussniederungen, Aueböden und dergl. bieten. Bei genügend zerklüftetem Untergrund gedeiht sie auch auf flachgründigem Boden. Bei Niederwaldbetrieb begnügt sie sich mit erheblich geringeren Böden. An die Luftfeuchtigkeit stellt sie keine grossen und keine bestimmten Anforderungen, dagegen bedarf sie viel Luftwärme. Als ausgesprochene Lichtholzart verlangt sie von Jugend an vollen Lichtgenuss, reinigt sich im Schlusse früh von den unteren Ästen, besitzt geringe Fähigkeit, vollen Bestandesschluss als die Buche. Je geringer übrigens der Standort, desto stärker äussert sich das Lichtbedürfnis der Eiche und umgekehrt. Die Rückwirkung auf den Standort ist im allgemeinen eine ungünstige. Gegen Spätfröste ist die Stieleiche sehr empfindlich, und zwar mehr als die Traubeneiche.

Die Variationsfähigkeit ist bei der Stieleiche bezüglich der Form und Grösse der Blätter und der Gestaltung der Früchte so gross wie bei keinem anderen europäischen Laubholz. Die Blätter variieren ausserordentlich nach Grösse — am grössten (bis 30 cm), wie bei den meisten Laubbölzern, sind die Blätter bei jungen Stockausschlägen — nach Zerteilung, von ganz seicht gelappten oder ausgeschweift buchtigen bis zu fast fiederschnittigen, mit ganzrandigen, abgerundeten bis zu wellig gezähnten und fiederspaltigen und spitzzipfligen Lappen. Selbst am gleichen Baum variiert die Blattgestalt nach Stellung in der Krone und nach Jahrgang. Magerer Boden bedingt kleine, tiefer geteilte, feuchter und fruchtbarer grosse und wenig gelappte Blätter. Das Näpfchen (die Cupula) kann flach, fast tellerförmig, halbkugelig, halbförmig oder kreiselförmig sein, und die Eichel entweder nur im unteren Viertel oder weiter, bis über die Hälfte, umhüllen. Die Eichel selbst kann  $1\frac{1}{2}$  bis

5 cm lang, 1 bis über 2 cm dick, eiförmig, walzig, spindelförmig oder kugelig sein. Als konstante, wild in Mitteleuropa gefundene Varietäten der Stieleiche sind nach Willkomm anzusehen:

a) *fastigiata* De Candolle (= *pyramidalis* Hortorum). Pyramideiche, mit aufrechten Aesten und schmal kegelförmiger, pyramiden-pappelähnlicher Krone. Wild ein Baum in Hessen bei Babenhausen, ausserdem mehrfach in Frankreich und Spanien gefunden;

b) *opaca* Schur. Blätter dunkelgrün, glanzlos mit purpurroten Blattnerven, in Wäldern um Hermannstadt in Siebenbürgen;

c) *pilosa* Schur. Blätter auch im Alter unterseits spärlich weisshaarig, blütentragender Stiel dicht behaart, zerstreut in Siebenbürgen;

d) *purpurascens* De Candolle (= *purpurea* Hortorum). Purpureiche, Bluteiche. Blätter dunkel purpurrot. Ein Baum im Lancher Holz des Herzogtums Gotha;

e) *viminalis* Schur (= *pendula* Hortorum). Hängeeiche mit langen, dünn herabhängenden Aesten, bei Hermannstadt;

f) *apennina* De Candolle. Junge Zweige grauweiss-filzig. Blätter unterseits lange bloss-filzig, erst zuletzt kahl. Auf trockenem Boden im Kastellwald bei Kolmar, in den Apenninen, Süd- und Mittelfrankreich.

§ 64. 2. *Quercus sessiliflora* Smith. Die Traubeneiche, Steineiche, Späteiche, Winterliche ist der vorstehenden sehr ähnlich und wird im praktischen Leben vielfach mit ihr verwechselt. (Linné fasste die beiden Eichen unter dem Namen *Q. robur* zusammen und bezeichnete die Stieleiche als *Q. r. α*, die Steineiche als *Q. r. β*). An Variationsfähigkeit der Blätter und Früchte steht sie der Stieleiche kaum nach, doch ist sie von ihr typisch durch die länger gestielten (1—4 cm) ebenen, oberseits glänzend dunkelgrünen Blätter mit keilförmiger Basis und die sitzenden (sehr kurzgestielten) weiblichen Blütenstände, bzw. die einzeln oder zu 3(—7), wie die Beeren einer Weintraube zu Knäueln zusammengedrängten, in den Blattachsen sitzenden Früchte verschieden. Nach Th. Hartig ist die Traubeneiche, deren Narben flach und lappig erweitert auf dem Fruchtknoten sitzen, auch durch die Eicheln zu unterscheiden, die namentlich bei unvollkommener Ausbildung den charakteristischen Narbenbau gut erkennen lassen, unter fruchtbaren Bäumen jederzeit in hinreichender Menge zu finden sind und so, wenn die andern sicheren Kennzeichen mangeln, einen guten Anhalt geben können. Im übrigen sind die Knospen schlanker und spitzer, die Blätter gegen das Ende der Triebe weniger gedrängt und infolge dessen die Belaubung gleichmässiger. Die Lappen der Blätter sind durchschnittlich zahlreicher (5—7), einander mehr genähert und regelmässiger. In der Jugend unterseits reich behaart, sind die ausgewachsenen Blätter nur noch unterseits auf den stärkeren Nerven meist noch etwas behaart. Die Eicheln, im allgemeinen etwas kleiner, lassen auch im frischen Zustande keine dunkeln Längsstreifen erkennen. Blütezeit und Laubausbruch fallen 10—14 Tage später als bei der Stieleiche. Der Wuchs der Krone ist regelmässiger, der Stamm geradwüchsiger, in der Krone meist nicht in gleichwertige Aeste aufgelöst, sondern annähernd bis zum Gipfel aushaltend. Der Höhenwuchs, der energischer und länger ausdauernd ist als bei der Stieleiche, pflügt mit 120—200 Jahren abgeschlossen zu sein, das Maximalalter dürfte ca. 600—700 Jahre, vielleicht auch noch mehr betragen, doch erreicht die Traubeneiche nie das Alter und die Stärke der Stieleiche und ihr Stärkezuwachs ist meist auch ein geringerer, immerhin ist Höhen- und Stärkewuchs etwas grösser als bei der Buche. Die Rinde ist (nach Ney) hellgran, oft gelblich, im Alter dünn und, ähnlich der Apfelbaumrinde, schuppig

mit flachen Rissen. Das Holz ist dem der Stieleiche sehr ähnlich, etwas weniger hart und etwas weniger dauerhaft unter ungünstigen Verhältnissen, etwas leichter zu bearbeiten, auch meist etwas engringiger gebaut. Der natürliche Verbreitzungsbezirk reicht etwas weniger weit nach Norden und Osten, wie derjenige der Stieleiche, in den Tiefländern fehlt die Traubeneiche spontan, steigt aber als Baum der Hochebenen, des Hügel- und Berglandes, gleichfalls Sommerhänge bevorzugend, im Gebirge im allgemeinen erheblich höher als die Stieleiche, aber nicht so hoch als die Buche. In den bayrischen Kalkalpen scheint sie gänzlich zu fehlen, im bayrischen Wald (ca. 700 m) und in der Schweiz bleibt sie etwas hinter der Stieleiche zurück. Das Maximum ihres Vorkommens in Mitteleuropa liegt im Südosten, wo sie im Bergland von Kärnten, Ungarn, Siebenbürgen, Kroatien, teils für sich allein, teils mit Stiel- und Zerleiche grosse, herrliche Wälder bildet. In Deutschland finden sich bedeutende Traubeneichenbestände, namentlich in Mittelfranken (Spessart), in Baden und Elsass-Lothringen. Die Standort- und Klimaansprüche der Traubeneiche sind etwas bescheidener als die der Stieleiche und ähnlich wie diejenigen der Rotbuche, doch nimmt sie weniger Kali und Phosphorsäure als diese aus dem Boden; sie gedeiht noch auf geringeren und verhältnismässig flachgründigen Böden, kann mit erheblich geringerer Bodenfrische auskommen, meidet aber nasse Auenböden und dergl., auf denen die Stieleiche freudig gedeiht. Ihre dichtere und regelmässiger Belaubung, die auch den Boden etwas besser schützt, der länger andauernde Bestandesschluss und die geringere Neigung ihrer Krone zu seitlicher Ausbreitung, ihre Fähigkeit, in der Jugend Seiten- und Schirmdruck etwas besser zu ertragen, deuten ein etwas geringeres Lichtbedürfnis als dasjenige der Stieleiche an.

Von den zahlreichen Formen der Traubeneiche ist die mispelblättrige Traubeneiche (*Q. mespilifolia* Wallroth), die im Harz, in Thüringen, in Skandinavien und wohl auch anderwärts mit schmalen, vorwiegend ungeteilten, langgestielten Blättern und rötlichen Zweigen, Knospen und Blattstielen vorkommt, die bemerkenswerteste.

Zwischen der typischen Stieleiche und der Traubeneiche, die auch bezüglich der Gestalt der Blattbasis und der Blattstiellänge variieren, kommen zweifellose Uebergangsstufen vor, die man vielfach als Bastarde beider betrachtet.

§ 65. 3. *Quercus pubescens* Willdenow, die flaumhaarige Eiche, in ganz Südeuropa und im Orient heimisch, im dalmatischen Küstenlande wie in Istrien die häufigste sommergrüne Eiche, in Südungarn, Slavonien und Kroatien teils in reinem Bestand, teils mit andern Holzarten gemischt, erheblichen Anteil an der Waldbildung nehmend, in der Südschweiz vom Jura bis zum Tessin und auch in Graubünden verbreitet, reicht, ohne forstliche Bedeutung, nördlich bis nach Böhmen und vereinzelt bis nach Thüringen (wenige Sträucher bei Jena) und dem Oberrhein. — Die meist etwas kleineren, langgestielten, meist tief geteilten, aber ebenfalls sehr vielgestaltigen Blätter sind unterseits bleibend weichhaarig, oberseits nach der Entfaltung ebenfalls grauflechtig, ausgewachsen nahezu kahl und glänzend dunkelgrün. Knospentriebe und Näpfehen ebenfalls mehr oder weniger flechtig bis filzig. Nach Stamm- und Kronenbildung gleicht sie vielfach der Traubeneiche, bleibt aber kleiner (bis 20 m), oft ein niedriger, knorriger Grossstrauch. Ihr Holz ist durch sehr dicht stehende, auffällige, breite Markstrahlen ausgezeichnet. Mit der Traubeneiche ist die sehr variable Art durch eine Anzahl Uebergangsformen oder Bastarde verbunden.

4. *Quercus hungarica* Hubeny, die ungarische Eiche ist ein Baum Südosteuropas, mit der südeuropäischen *Quercus Farnetto* Tenore nahe verwandt, möglicherweise identisch, erreicht im südlichen Ungarn, wo sie bis 600 m im Hügellande

ansteigt, meist im Gemenge mit Trauben- und Zerreiche, im südlichen Bosnien und Dalmatien ihre Nordgrenze. Knospen grösser, heller, am Ende der Triebe, wie die Blätter, auffallend büschelig gehäuft. Blätter kurzgestielt, gross (bis 20 cm), oberseits glänzend dunkelgrün, unterseits weichfilzig, ebenfalls vielgestaltig, mit herzförmiger Basis, sehr verschieden tief gelappt, in jeder Hälfte mit 7—11 parallelrandigen, in der Regel abgerundeten, ungeteilten oder selbst wieder gelappten Lappen, die mit den Rändern nicht selten stellenweise übereinandergreifen. Männliche Kätzchen bis 12 cm lang. Eicheln denen der Traubeneiche ähnlich, aber das Näpfchen mit filzig behaarten, stumpf pfriemlichen, den Rand überragenden Schuppen. Borke hellbräunlich, kleinschuppig. Das harte, sehr dichte, schwerspaltige Holz übertrifft nach Hempel und Wilhelm an Dauerhaftigkeit sogar das Stieleichenholz. Sie erreicht mit 100 Jahren eine durchschnittliche Höhe von 22—23 m.

5. *Quercus cerris* Linné, die Zerreiche, ist gleichfalls eine Holzart Südeuropas, die von Spanien bis Kleinasien verbreitet ist, ihre stattliche Entwicklung als Baum des Berglandes in den Ländern der ungarischen Krone findet, meist in Gesellschaft der Traubeneiche, der weichhaarigen und ungarischen Eiche, seltener in reinen Beständen. Nördlich geht sie bis Mähren, in der Schweiz kommt sie nur auf dem Generoso vor, aber am Nordrande des Jura, im Département Doubs bildet sie noch einmal reine Bestände von grosser Ausdehnung. Sie ist von allen andern sommergrünen Eichen durch die langen, lineal-fädlichen, bleibenden Nebenblätter, welche über den kleinen Knospen schopfförmig zusammenschliessen, sofort zu unterscheiden. Blätter sehr verschieden gestaltet, meist spitzlappig, oberseits dunkelgrün, rau, fettglänzend, unterseits graugrün, mehr oder weniger filzig. Eicheln mit zweijähriger Fruchtreife, im ersten Jahre ganz klein, ausgewachsen bis 4 cm lang und 2 cm breit, sehr fein längs gestreift, Näpfchen durch die langen, abstehenden, meist zurückgekrümmten, linealpfriemlichen, steifen, braunfilzigen Niederblätter sehr auffällig. Borke grau, auffallend breit und tief längs gefurcht, mit sehr spärlichen Querrissen. Holz rötlich mit sehr zahlreichen, breiten Markstrahlen, die aber viel schmaler als bei pubescens sind, von sehr geringer Dauer, aber vorzüglicher dem Buchenholz kaum nachstehender Brechkraft. Höhenwuchs bis zum 100. Jahre die Stiel- und Traubeneiche übertreffend, dann rasch erlahmend. Lebensdauer in der Regel nicht über 200 Jahre.

Von den immergrünen Eichen erreichen 4 sämtlich dem Mittelmeergebiet angehörige Arten in Istrien und Dalmatien ihre Nordgrenze.

6. *Quercus Ilex* Linné, die Immergrüneiche, auch Stecheiche genannt, geht nördlich bis Riva am Gardasee und bis nach Triest; bemerkenswerte Bestände bildet sie im Gebiet nur auf der dalmatinischen Insel Arbe, während sie als Strauch einen wesentlichen Anteil der immergrünen Buschformation Istriens und Dalmatiens nimmt. Blätter von durchschnittlich 2jähriger Lebensdauer, ledrig, oben glänzend dunkelgrün, unten filzig, spitz eiförmig bis lanzettlich, 3—8 cm lang, mit ungeteiltem, gewelltem bis dorsspitzig gezähntem Rande. Eicheln klein, im 1. Herbst reif, durch das vortretende Mittelstück beinahe gestielt. Näpfchen mit dicht anliegenden, filzigen, weichen Schuppen. — Die Immergrüneiche kann bis 20 m Höhe und 1 m Durchmesser erreichen, bleibt aber, durch Weidevieh verbissen, vielfach strauchförmig oder bildet nach wiederholter Verstümmelung behufs Kopfholzgewinnung breite abgewölbte Kronen auf kurzem Stamm. Ältere Pflanzen zeigen kräftige Ausschläge aus dem starken Wurzelaufgang; ebenso ist das Stockausschlagvermögen bedeutend. Die Borke ist sehr kleinschuppig, das Holz nicht ringporig, sehr schwer (1.14), elastisch, fest und sehr dauerhaft, die Rinde sehr gerbstoffreich, so dass der Baum für die von

ihm bewohnten südösterreichischen Länder von hohem forstlichen Werte ist.

7. *Quercus Suber* Linné, die Korkeiche, mit 2jähriger Samenreife, der Immergrüneiche ähnlichen,  $2\frac{1}{2}$ –5 cm langen, seitlich stets mit 4–7 kurzen dornigen Zähnen versehenen Blättern und dicker Korkeinde, findet sich in Oesterreich nur bei Pola in Istrien in einer bemerkenswerten Zahl älterer Bäume, die dort von 20.–25. Jahre mit 10jährigen Ruhepausen auf Kork genutzt werden.

8. *Quercus Pseudosuber* Santi, die falsche Korkeiche mit durchschnittlich grösseren (5–7 cm), am Rande mit 6–9 scharf gespitzten breiten Sägezähnen versehenen Blättern mit 1jähriger Lebensdauer (bis zum Laubausbruch), und dünnerer, nicht zur Korkgewinnung geeigneter Korkeinde und die meist sperrig strauchförmig bleibende

9. *Quercus coccifera* Linné, die Kermeseiche, mit sehr steifen, immer dornspitzig gezähnten, an den Rändern oft wellig verbogenen kleinen Blättern von 2–3jähriger Lebensdauer kommen in Oesterreich, Pseudosuber vereinzelt in Istrien, coccifera stellenweise im südlichen Istrien und in Dalmatien vor.

§ 66. Von den amerikanischen Schwarzeichen, wegen der herblichen Rottfärbung ihres Laubes auch Scharlacheichen genannt, die wegen ihrer Frosthärte, Raschwüchsigkeit und prachtvollen Herbstfärbung seit langem Lieblinge der europäischen Baumzüchter geworden sind, ist nur *Q. rubra* zu forstlichen Anbauversuchen im grossen Massstabe herangezogen worden, während die beiden andern hier aufgeführten, von kleinen Anbauversuchen abgesehen, höchst dekorative Parkbäume sind. Diese Eichen zeichnen sich durch die stets in eine spitze Endborste auslaufenden Blattabschnitte aus und besitzen dunkle Borke, 2jährige Samenreife und grosse Eicheln mit dicker, innen filziger Schale und drei falschen Scheidewänden.

10. *Quercus rubra* Linné, die Roteiche, durch das ganze Laubholzgebiet des atlantischen Nordamerika verbreitet und dort hervorragend an der Zusammensetzung des Waldes beteiligt, geht weiter nach Norden als jede andere Eiche und reicht in den Alleghanies bis hart an die Tannenregion heran. Ihr Holz nimmt in der Heimat nach dem Optimum im Süden, sowie von schlechten nach reichen Böden an Schwere zu, ist aber stets geringwertiger als das der Weisseichen. In Europa wurde sie schon 1740 eingeführt und hat wie keine andere versuchsweise angebaute Holzart den Beweis für ihr Gedeihen und gutes waldbauliches Verhalten geliefert. Die Blätter sind nur bis zur Hälfte etwa, bei Schattenblättern oft nur bis  $\frac{1}{4}$  eingeschnitten, beiderseits mit 4–6 (meist 5) breiten, fast parallelrandigen, grobgezähnten, spitzen Lappen, 8–12 (20) cm lang. Die Eicheln, bis  $2\frac{1}{2}$  cm lang, sind von gedrungener Gestalt, mit bespitztem Scheitel, abgeflachter Grundfläche und schüsselförmigem Näpchen. 1 Hektoliter Eicheln wiegt durchschnittlich 60 Kilo, 1 Kilo enthält ca. 250 Stück. Das Holz vom Trockengewicht 0,74, mit schualem Splint und rötlichbraunem Kern, steht dem Stiel- und Traubeneichenholz an Festigkeit und sehr an Dauerhaftigkeit nach, ist aber elastisch, leichtspaltig und ziemlich hart; die Rinde bleibt bis zum 40. Jahre glatt, ist sehr gerbstoffreich, aber dünn. Als verschiedene Lichtholzart verträgt die Roteiche wohl Beschattung von der Seite, aber keine Ueberschirmung und ist in der Jugend ausserordentlich raschwüchsig (als Jährling 0,5 m, mit 10 6 m und mehr, mit 20 10–12 m, mit 50 15 bis 23 m, worauf der Höhenwuchs rasch nachlässt (Maximum 30 m.) Die Pfahlwurzel der Jährlinge wird bis 40 cm lang, die weitere Entwicklung des Wurzelsystems gleicht der unserer Eichen. Hinsichtlich der Standortsansprüche etwas genügsamer als Stiel- und Traubeneiche, braucht sie zu freudigem Gedeihen doch einen

frischen, humosen, tiefgründigen, lehmigen Boden, während ihr strenge, nasse Böden, wie trockene Kalkböden, nicht zusagen. Gegen Winterkälte ebenso unempfindlich wie unsere Eichen, ist sie wegen des frühzeitigen Austreibens und der langen Dauer der Vegetation der Spät- und Frühfrostgefahr mehr ausgesetzt.

11. *Quercus coccinea* Wangenheim, die Scharlach-eiche, in den östlichen Vereinigten Staaten wie die vorige durch Süden und Norden verbreitet, aber etwas mehr die feuchteren Standorte liebend, Höhe bis 30 m, ist von vorstehender Art leicht durch die tief (über  $\frac{2}{3}$ ) gebuchteten Blätter zu unterscheiden, die 9–18 cm lang werden, beiderseits 3(–4), meist wieder buchtig begrante Lappen tragen und deren Buchten breiter als die Lappen sind.

12. *Quercus palustris* Du Roi. Sumpfeiche, Nadeleiche, Spiess-eiche, in der Jugend am schnellwüchsigsten von allen Eichen, wächst nach Mayr im atlantischen Amerika von Massachusetts bis Tennessee auf kräftigem Boden am Flussrande und den anliegenden Niederungen, aber nicht im Sumpfe. Von allen Verwandten ist sie durch den ausgesprochen geraden Schaft unterschieden, der sich wie bei einem Nadelholz bis in die Spitze verfolgen lässt, 30 m Höhe und mehr erreichend. Die Blätter, 8–10(–17) cm lang, sind die kleinsten von allen Roteichen, der vorstehenden in der Gestalt sehr ähnlich, doch stehen die 2(–4) gegenseitigen Lappen öfters als bei *coccinea* auf ungleicher Höhe.

§ 67. 1. *Castanea sativa* Miller. (Syn. *vulgaris* Lamarck. *vesca* Gärtner), die Edelkastanie, franz. Châtaignier, ist die einzige europäische Vertreterin ihrer ca. 30 Arten umfassenden Gattung, die durch Knospen, Blütenstände und Früchte von Buche und Eiche scharf unterschieden ist. Knospen klein, spitzkegelförmig, mit nur 2(–3) Schuppen, abstehend; keine Endknospe, die oberste Seitenknospe bildet den nächsten Jahrestrieb. Blätter kurz gestielt, eilanzettlich, derb, spitz, 9–18 cm lang, am Rande grob gezähnt mit oft sichelförmig einwärts gebogenen spitzen Zähnen und mit je 15–20, gleich der gelblichen Mittelrippe unterseits vorspringenden Seitenerven 1. Ordnung. Blütenkätzchen gross, 12–20 cm lang, straff aufrecht, einzeln in den Blattachseln, meist rein männlich, d. h. mit 7blütigen dichasialen Knäueln gelblich-weisser männlicher Blüten dicht besetzt; nur die aus den obersten Blattachseln der Jahrestriebe entspringenden Kätzchen, die ebenfalls mit männlichen Blütenknäueln dicht besetzt sind, tragen an ihrem unteren Ende einige meist 3blütige weibliche Blütenknäuel, die von einer vielschuppigen Cupula bis auf die vorstehenden Perigonzipfel und Narbenarme (meist je 6 von jeder Blüte) völlig umschlossen sind. Zur Reifezeit springt die kugelige, bis faustgrosse Cupula, starrend von grünlichen, sparrig abstehenden, meist verzweigten langen und dünnen Stacheln vierklappig auf und entlässt die von den vertrockneten Perigonzipfeln und Narben gekrönten einsamigen Trockenfrüchte mit glänzend brauner, lederiger Fruchtwand, die „Kastanien“, die 2–3 cm lang und meist etwas breiter wie lang sind. Maronen nennt man die durch besondere Grösse und Schmackhaftigkeit ausgezeichneten Früchte einzelner Kulturrasen (z. B. von Lyon). 1 Hektoliter Kastanien wiegt 56–70 Kilo, 1 Kilo enthält 180–300 Früchte. Die Mannbarkeit tritt bei freiem Stand um das 20.–30. Jahr, im Schlosse ums 40.–60. Jahr, bei Stocklöden oft schon mit dem 6. Jahre ein. Sie trägt unter besonders günstigen Umständen fast alljährlich reichlich Früchte, meist ist jedes 2.–3. Jahr ein reichliches Samenjahr. Laubausschuss im Mai. Blütezeit später, im Süden Ende Mai bis Anfang Juni, im Norden des Kastaniengebiets oder in höherer Gebirgslage bis Mitte Juli; Frucht reife im Oktober, Keimfähigkeit 55–60%, Dauer der Keimkraft  $\frac{1}{2}$  Jahr. Keimung 4–6 Wochen nach



Frühjahrsaussaat mit unterirdisch bleibenden Cotyledonen. Das erste oberirdische Blatt ist noch ganzrandig, die folgenden typisch. Das Wachstum der jungen Pflanze ist bis zum 8. oder 10. Jahre ein kümmerliches, dann ein sehr freundiges, so dass sie binnen 50 Jahren noch im nördlichen Mitteldeutschland 16 m Höhe bei  $\frac{1}{2}$  m Stärke erreicht. Gewöhnlich ist der Höhenwuchs mit 40 oder 50 Jahren erschöpft, während das Dickenwachstum ungemein lange andauert und der Baum unter günstigen Verhältnissen ein ungeheures, weit über 1000 Jahre betragendes Alter und ungeheure Dimensionen erreichen kann (bis 26 m Umfang am Aetna bei zweifellosen Einzelbäumen). Der freistehende Baum löst sich schon bald über dem Boden in eine viel- und starkstige, der Stieleiche ähnliche Krone auf, deren Belaubung aber gleichmässiger, dichter und schattender ist, während im Bestandesschluss viel schlankere und höhere Bäume erwachsen, die 20–25 m an Höhe erreichen können. Die Bewurzelung ist ähnlich wie bei der Eiche, kräftig und ausgebreitet, aus einer starken, sich bald in Wurzeläste auflösenden Pfahlwurzel und zahlreichen, oft weitreichenden Seitenwurzeln, welche in höherem Alter einen oft mächtigen Wurzelauflauf bilden. Das Anschlagvermögen der Stücke ist ausserordentlich gross und über ein Jahrhundert andauernd, aus dem Wurzelauflauf entwickelt sich nicht selten kräftige Wurzelbrut, und bis zum Boden herabhängende Aeste vermögen dort Wurzeln zu schlagen. Die in grosser Zahl gebildeten Stocklohlen sind ungemein raschwüchsig und erreichen mit 15 Jahren 5–9 m, mit 20–25 Jahren 10–12 m Länge. Die Rinde 1jähriger Zweige ist glänzend rotbraun mit weisslichen Lenticellen, an mehrjährigen olivenbraun, durch Flechtenentwicklung weissfleckig werdend, zwischen dem 15. und 20. Jahre tritt Borkebildung ein. Die Borke ist graubraun, netzförmig längsrissig. Der ringporige Holzkörper bildet, da der Splint nur wenige Jahresringe umfasst, frühzeitig einen dunkelbraunen Kern. Vom Eichenholz ist es anatomisch durch das Fehlen der breiten Markstrahlen und durch weniger dichtstehende weite Gefässe des Frühlingsholzes, von dem Eschenholz durch die im Spätholz in feinen, sich gabelig nach aussen verzweigenden Zügen angeordneten engen Gefässe verschieden. Das Holz ist schwer (0.66) hart, leichtspaltig, zähligsam, tragkräftig, gerbstoffreich und von ausserordentlicher Dauer. Das Verbreitungsgebiet der Edelkastanie geht durch das ganze südliche Europa von Portugal bis Griechenland, ausserdem wächst sie in den Kaukasusländern und in Nordafrika. Nach Plinius soll sie ca. 500 Jahre vor Christus aus dem Orient nach Europa gekommen sein, was bei dem massenhaften Auftreten derselben in Algerien und Spanien wenig wahrscheinlich erscheint. Die Nordgrenze ihres natürlichen Verbreitungsbezirks läuft nach Willkomm längs der Ränder des Jura durch die Schweiz, Südtirol, Kärnten und Steiermark nach Ungarn, wo sie zum Teil grosse Wälder bildet, ist aber schon seit der Römerzeit erheblich nach Norden erweitert, namentlich am Mittel- und Oberrhein (Elsass, Rheinpfalz etc.). Als Obstbaum wird sie in ganz Süddeutschland in geeigneten Lagen gebaut, als Zierbaum geht sie bis zum südlichen Skandinavien. — Hinsichtlich der Standortansprüche braucht die Edelkastanie zu freudigem Gedeihen tiefgründige, lockere, mässig frische Böden; nasse Standorte wie flachgründiger Kalkboden sagen ihr nicht zu. Zum Reifen ihrer Früchte verlangt sie als treue Begleiterin der Weinrebe ein mildes, warmes Klima und eine vor Früh- und Spätfrüsten geschützte Lage. Ihr Lichtbedürfnis ist, entsprechend dem langsamen Wuchs im ersten Jahrzehnt, der dichten Krone und der Fähigkeit, dichte stammreiche Bestände zu bilden, ein bescheidenes; sie nähert sich hierin Schattenhölzern wie der Buche und verträgt den Seiten- und Schirndruck von Kieferstangenhölzern.

2. *Castanea americana* Rafinesque, die amerikanische Kastanie, von der usrigen durch kleinere, langspitzige Früchte und überhängende,

beim Anstreifen nur auf den Nerven der Unterseite behaarte Blätter verschieden, im atlantischen Amerika von Maine bis Michigan und Carolina heimisch, mit dem Optimum auf kräftigem Gebirgsboden im Süden, alljährlich sehr reichlich fruchtend, geht nach Mayr nach Norden soweit wie die Eiche und zeigt sich dadurch als merklich härter unserer Kastanie gegenüber, so dass sie in Lagen, in welchen zwar noch die Eiche, aber nicht mehr unsere Edelkastanie gedeiht, für Anbauversuche empfehlenswert erscheint.

§ 68. Birkenartige Laubbölzer (Familie Betulaceae.) Von den Fagaceen durch das Fehlen der Cupula und den zweifächerigen Fruchtknoten unterschieden. Blüten meist in Dichasien, diese zu Kätzchen angeordnet. Die Deck- und Vorblätter der weiblichen Blüten verwachsen mit einander. Männliche Blüten dem Deckblatt angewachsen, mit meist gespaltenen Staubblättern.

### 1. Tribus Coryleae.

Männliche Blüten einzeln dem Deckblatt angewachsen, ohne Perigon, weibliche Blüten in zweiblütigen Dichasien (die Mittelblüte fehlt), mit Perigon, ihre Vorblätter samt dem Deckblatt wachsen der Frucht als Hülle an.

1. *Carpinus Betulus* Linné. Weissbuche, Hainbuche, Hornbaum (franz. Charme). Knospen (in der Regel nur Seitenknospen) länglich eiförmig, über der kleinen, drei Gefässbündelspuren enthaltenden Blattnarbe, dem Zweige angedrückt, mit vielen Knospenschuppen; an kräftigen Trieben oft noch unterständige Beiknospen; an den Grenzen der Jahrestriebe, über den Narben der Knospenschuppen winzige Kleinknospen. Blätter streng zweizeilig gestellt, kurz gestielt, eiförmig bis eilanzettlich, am Grunde oft schwach herzförmig, zugespitzt, 5—8 cm lang, 3—4 cm breit, am Rande scharf doppelt gesägt, kahl, anfangs zwischen den 10—15 Seitenervenpaaren gefaltet. Männliche Kätzchen rötlich-bleichgrün, meist sehr zahlreich, 3—5 cm lang, aus grösseren abstehenden Knospen vorjähriger Triebe entspringend, schlaff hängend; männliche Blüten mit 7—11 tief gespaltenen Staubblättern. Weibliche Kätzchen lockere Aehren an den Enden diesjähriger Kurztriebe bildend; weibliche Blüten paarweise in den Achseln der rel. grossen Deckblätter, jede in einer dreizipfeligen, zottig behaarten Hülle, aus der nur die beiden roten Narben hervorsehen. Fruchtstände ansehnlich, hängend, mit 3—4 cm grossen dreilappigen, netzadrigen, gelbbraunen, einseitig offenen Hüllen am Grunde der 5—9 mm langen, bräunlichen, zusammengedrückt eiförmigen, von dem vertrockneten Perigon gekrönten Nüsschen. Ein Hektoliter Nüsschen wiegt 42—50 Kilo; ein Kilo enthält 24 000—32 000 Nüsschen. — Die Mannbarkeit tritt zeitig ein, selbst im Schlusse schon um 20. Jahr, im Freiland und bei Stocklöden noch früher. Blütezeit nach dem Laubausbruch, im Süden Ende April, im Norden im Mai und selbst (Ostpreussen) Anfang Juni. Fruchtbarkeit sehr gross, oft 2—3 Jahre nach einander volle Samenjahre. Samenreife im Oktober, Abfall der Früchte bald nach dem Laubfall, mitunter erst im nächsten Frühjahr. Keimfähigkeit 60—70%. Im Herbste ausgefallene Früchte keimen zum Teil im nächsten Frühjahr, bei Frühlingsansaat liegen sie bis zum nächsten Jahre über. Keimung mit oberirdischen, verkehrt eiförmigen Cotyledonen mit pfeilförmiger Basis; folgende Blätter typisch. Wuchs in der Jugend sehr langsam, vom 5. oder 6. Jahre zunehmend und dann kurze Zeit rascher als bei der Rotbuche (mit 15 Jahren bis 6 m, nach 3—4 Jahrzehnten rasch sinkend, vom 50.—60. nur noch äusserst gering, mit 80—90 (ausnahmsweise 120) Jahren abgeschlossen. Im allgemeinen erreicht die Weissbuche nicht über 20 m Höhe und ca.  $\frac{1}{2}$  m Durchmesser; meist wird sie mit 100—120 Jahren wipfeldürr und kernfaul, selten erreicht sie 150 Jahre und mehr und eine Stärke bis

über 1 m. Das Ausschlagvermögen ist, der reichen Knospenentwicklung entsprechend, ungemein gross und andauernd. Der Stamm ist auffallend spannrückig, d. h. im Querschnitt nicht rund, sondern aus- und einspringend, oft wie aus schwächeren Stämmen verwachsen, mit unregelmässiger, im Freistande tief angesetzter, besenförmiger, breiter Krone. Die Bewurzelung ist nach Bodenbeschaffenheit verschieden, in lockerem Boden eine mächtige rübenförmige Pfahlwurzel, gewöhnlich aber, namentlich auf flacherem oder stark tonhaltigem Boden kräftige weitstreichende Seitenwurzeln und Herzwurzeln und ein knolliger Wurzelstock. Das gelblichweisse, harte, schwere, schwerspaltige und sehr brennkräftige, zerstreutporige Holz zeigt zwischen den breiten Markstrahlen ausgebauchte undeutliche Jahrringgrenzen. Die breiten Markstrahlen sind wie bei Erle und Hasel falsche Markstrahlen, durch Mangel an Glanz und scharfer Begrenzung von den breiten Markstrahlen der Rotbuche verschieden, aber wie diese auf dem Radialschnitt Spiegel bildend; anatomisch zeigen sich die falschen Markstrahlen aus mehreren, einander sehr genäherten schmalen Markstrahlen, zwischen welchen das Holzgewebe gefässfrei ist, zusammengesetzt. Rinde 1jähriger Zweige olivgrün, 2- und 3jähriger braunrot; ca. vom 6. Jahre an beginnt die Graufärbung. Borkebildung tritt nicht oder in höherem Alter nur sehr unvollkommen, wesentlich durch Längsrisse auf.

Der Verbreitungsbezirk der Weissbuche geht vom südwestlichen Frankreich bis Persien, nördlich bis zum südlichen England und durch Dänemark bis Schweden, und von da durch das südwestliche Russland bis zur Krim, südlich bis Morea und ganz Italien. Als Baum der Ebenen und des Hügellandes steigt sie nirgends, auch im Süden nicht, weit im Gebirge empor (Harz bis gegen 400 m, Karpathen ca. 800 m, Alpen ca. 900 m), meist eingesprengt oder in kleinen Beständen, im allg. nur in Südwestdeutschland geschlossene Hochwaldbestände bildend. Ihre Standortansprüche sind mittlere, denen der Rotbuche ähnlich; sie gedeiht am besten in sandigem, frischem Lehmboden, gedeiht aber auch auf den verschiedensten Bodenarten, wie schwerem Tonboden, Kalkboden, tiefgründigem feuchtem Sande etc., dagegen nicht auf Torfmoorboden. Die Wärmeansprüche sind mässige und sie gedeiht noch in feuchtkalten Lagen, wo die Rotbuche versagt. Ebenso ist ihr Lichtbedarf ein geringer, wie die Tragwüchsigkeit der ersten Jugend, das dichte Laubdach, der bis zu höherem Alter gute Bestandesschluss und ihre Fähigkeit, Schirmdruck zu ertragen, andeuten. Auf schlechtem Standorte nimmt dagegen das Lichtbedürfnis in ziemlich erheblichem Masse zu.

Das Variationsvermögen ist unbedeutend, mehr oder weniger tief eingeschnittene Blätter werden mitunter an dem gleichen Baum gefunden.

2. *Carpinus duinensis* Scopoli (syn. *orientalis* Lamarek.), die orientalische Weissbuche ist die einzige von den 12 *Carpinus*arten, welche ausser Betsula noch im Gebiet vorkommt, von Italien bis Persien verbreitet, vertritt unsere Weissbuche im Südosten Europas. In der adriatischen Zone Oesterreich-Ungarns, in Croatien, Slavonien, im Banat und in Siebenbürgen als Strauch oder kleiner Baum mehr oder weniger häufig. Von der gemeinen Weissbuche, der sie in jeder Hinsicht sehr ähnlich ist, unterscheidet sie sich durch kleinere, nur bis 5 cm lange und halb so breite Blätter, nicht dreilappige, unsymmetrische, spitzkeilförmige, am Rande gesägte Fruchthüllen von nur  $1\frac{1}{2}$ —2 cm Länge und kleinere (bis 5 mm), schon im Sommer reife Nüsschen.

§ 69. *Ostrya vulgaris* Willdenow, die Hopfenbuche ist gleichfalls ein südeuropäischer kleiner Baum (selten bis 17 m und 100 Jahre), von den Pyrenäen bis Kleinasien, nordwärts bis zur südlichen Schweiz, Südtirol und dem südlichen Steiermark verbreitet, wo sie mit Vorliebe an felsigen Orten wächst; in Mitteldeutsch-

land häufig als Zierbaum. Blätter denen der Weissbuche ähnlich, aber schlanker zugespitzt und reicher an Seitennerven (13—17 und mehr!). Knospen seitlich abstehend. Männliche Kätzchen am Ende der Langtriebe, geschlossen überwintert, aufgeblüht 2—3mal so lang, wie diejenigen der Weissbuche. Weibliche Blüten paarweise, jede von einer sackartigen Hülle umgeben, die sich bis zu der schon im Juli erfolgenden Fruchtreife stark vergrössert und dem ganzen Fruchtstand eine gewisse Ähnlichkeit mit demjenigen der Hopfenpflanze, der sog. „Hopfendolde“ verleiht.

1. *Corylus avellana* Linné. Gemeine Hasel, Haselnuss, franz. Coudrier, Noisetier. Knospen eiförmig oder kugelig, mit mehreren Schuppen, über der fünf Gefässbündelsparen enthaltenden Blattnarbe etwas abstehend. Blätter kurzgestielt, verkehrt eiförmig, rundlich, gespitzt, bis 12 cm lang, 8 cm breit, am Rande meist scharf doppelt gesägt, nebst den Blattstielen drüsig behaart, an kräftigen Trieben ringsum, an schwächeren zweizeilig gestellt. Junge Triebe oft auffallend drüsig rotborstig, ohne echte Gipfelknospe. Männliche Kätzchen schon im Sommer vor der Blütezeit völlig entwickelt und geschlossen überwintert, meist zu 2—4 an blattlosen, oft Knospen tragenden Kurztrieben am Ende vorjähriger Zweige, aufgeblüht 3—5 cm lang; männliche Blüten sehr dicht, mit je 4 tiefgeteilten Staubblättern. Weibliche Kätzchen in Knospen eingeschlossen, aus denen zur Blütezeit nur ein Büschel karminroter Narben hervorsteht. Die Vorblätter der weiblichen Blüte bilden an deren Grunde ein kleines, mehrzipeliges Gebilde, das später der breit eirunden, braunen Haselnuss als die bekannte, grüne, am Rande in kurze breite Zipfel zerschlitzte Hülle anwächst. Mannbarkeit mit dem 10. Jahre, bei Stock- und Wurzelohden schon mit wenigen Jahren. Blütezeit einige Wochen vor dem Laubaussbruch, mitunter schon Anfang Februar. Samenreife und -Ausfallen im Herbst. Samenjahre sehr häufig (auf 7 Ernten 1—2 Fehljahre). Keimung unterirdisch, bei Frühjahrsaussaat erst im 2. Jahre. 1jährige Pflanze klein, etwa fingerlang, mit typischen Blättern. Wuchs bis zum 6. Jahre gering, dann rasch; Wuchsform meist strachig (3—5 m), selten kleine Bäumchen (bis 7 m), bei Stockohden viel rascher, in 20 Jahren bis 6½ m. Nicht selten bilden sich schon vor dem Abtrieb tief unten am Stamm Stockohden, die zum Teil eine kurze Strecke unter dem Boden hinlaufen, ehe sie sich als „natürliche Absenker“ aufrichten und bewurzeln. Lebensdauer als Kulturstamm 60—80 Jahre, im Walde noch kürzer. Ausschlagvermögen unverwüchlich. Bewurzelung bis zum 3. Jahre Pfahlwurzel, dann zahlreiche flachstreichende Seitenwurzeln, die nach Hartig zuweilen Wurzelbrut entwickeln. Rinde glänzend rötlichgrau mit braunen Lenticellen, ohne Borke. Holz zerstreutporig, ziemlich weich, gut spaltbar, von geringer Dauer, rötlich wie bei *Fagus*, mit kreisrunder Jahrringgrenze; falsche breite Markstrahlen wie bei *Carpinus*; spärliche Markflecke wie bei den Erlen. Gefässe in Radialreihen, mit leiterförmig durchbreiteten Querwänden. Das Verbreitungsgebiet der Hasel erstreckt sich über ganz Europa mit Ausnahme des äussersten Westens und hohen Nordens, ausserdem über Kleinasien und Algerien. Ihre Standortansprüche ähneln denjenigen der Steleiche, sie gedeiht auf den verschiedenartigsten Bodenarten, armen Sand- und Sumpfboden ausgenommen; ziemlich lichtbedürftig, aber einige Beschattung ertragend, wächst sie als Lückenbüsser im Niederwald, als Unterholz im Mittelwald, als Bodenschutzholz im Eichenhochwald.

Die zahlreichen Spielarten der Hasel, vornehmlich nach Gestalt, Grösse und Färbung der Nuss, aber auch nach der Gestalt der Blätter und Fruchthüllen verschieden, haben nur gärtnerisches Interesse.

2. *Corylus Colurna* Linné, die Baumhassel, vom südlichen Ungarn, wo sie in der Bergregion ganze Waldbestände bildet, durch die Donauländer bis Kleinasien verbreitet, aber auch in nördlichen Gegenden angepflanzt, unterscheidet sich vor allem durch ihre sehr grossen 2—4 cm langen, bis unter die Mitte in viele lange und schmale, vereinzelt grob gezähnte, hin und her gebogene Zipfel zerschnittene Fruchthülle, über 10 cm lange Kätzchen und allmählich zugespitzte Blätter, deren unterstes Seitennervenpaar nach der Abzweigung vom Mittelnerv auf eine kurze Strecke in der herzförmigen Basis hart am Blattrande verläuft. — Sie bildet bis 12 m hohe und  $\frac{1}{2}$  m starke gerade Stämme mit geschlossener Krone, deren Alter 100 Jahre in der Regel nicht überschreitet.

3. *Corylus tubulosa* Willdenow (syn. *maxima* Miller.) Lamberts-hassel, Lambertsnuss. Wild in Istrien, im Banat und weiter östlich in den Balkanländern, in Süd- und Mitteldeutschland vielfach angebaut. Ihre Fruchthüllen umschliessen die ganze, bis gegen 3 cm grosse, länglich eiförmige Nuss, sind über dem Scheitel derselben etwas verengt und dann in zwei breite, gewöhnlich zusammenhängende Lappen zerschlägt. Grossstrauch von 7—10 m Höhe.

## 2. Tribus. Betuleae.

§ 70. Männliche Blüten mit Perigon, in dreiblütigen Dichasien der Deckschuppe aufgewachsen; weibliche Blüten ohne Perigon, ihre Vorblätter verwachsen mit der Deckschuppe zu einer 3- oder 5lappigen Schuppe, welche die Früchte nur von aussen deckt und nicht mit ihnen verwächst. Zweige ohne Endknospe. Mark 3eckig.

### Birke. *Betula* (franz. Bouleau).

Knospen sitzend, klein, mit wenigen Schuppen, stumpf bis spitzförmig. Männliche Kätzchen an der Spitze vorjähriger Triebe geschlossen überwintert (bei den Stranhhirken aber in Knospen eingeschlossen). Männliche Blüten mit je 2, tief 2spaltigen Staubblättern, daher auf jeder Deckschuppe scheinbar 12. Weibliche Kätzchen während des Winters in Knospen verborgen, im Frühjahr an der Spitze wenigblättriger, diesjähriger Kurztriebe. Tragblätter der dreiblütigen Dichasien deutlich dreilappig, häutig bleibend und mit den flachen, zart-häutig geflügelten Nüsschen abfallend. Ca. 35 zum Teil schwierig zu unterscheidende Arten.

1. *Betula verrucosa* Ehrhart. Gemeine Birke, Weissbirke, Raubbirke, Harzbirke. (Syn. *B. alba* L. zum Teil, *pendula* Roth) nicht selten mit der folgenden Art verwechselt, mit der sie durch Zwischenformen bzw. Bastarde verbunden ist. Bei der typischen Form sind Knospen, junge Triebe und Blätter in der Jugend klebrig, durch zahlreiche Wachsharzdrüsen, die später zu weisslichen Schuppen eintrocknen. Blätter in der ersten Jugend spärlich behaart, später nebst den Trieben völlig kahl, dünn, rhombisch eiförmig bis dreieckig, lang zugespitzt, am Grunde meist keilförmig oder gerade abgeschnitten, am Rande scharf doppelt gesägt,  $\frac{3}{2}$ —7 cm lang, mit halb so langem Stiel. Männliche Kätzchen mit bräunlichen Deckschuppen, ungestielt, zu 2—3, hängend, 4—6 cm lang. Weibliche Kätzchen zur Blütezeit schlank, aufrecht, grün, ca. 2 cm lang; Fruchtzäpfchen braun, langgestielt, dickwulzig,  $\frac{1}{2}$ —3 cm lang, meist hängend. Fruchtschuppen mit kleinem gerundetem Mittellappen und grossen, breiten, fast rechtwinkelig abgespreizten Seitellappen. Nüsschen ca. 2 mm gross, verkehrt eiförmig, von den 2 borstigen

Griffeln gekrönt, mit 2—3mal so breiten, dünnen Flügelrändern, welche oben meist bis über die Griffel emporragen. 1 Hektoliter Nüsschen wiegt 8—10 Kilo; 1 Kilo enthält 1600000—1900000 Nüsschen. — Eintritt der Mannbarkeit bei freiem Stand im 10.—15. Jahr, im Schluss im 20.—30. Reiche Samenjahre ca. alle 3 Jahre. Blütezeit einige Tage nach dem Laubausbruch, je nach Klima und Lage Ende März bis Mai. Frucht reife, der Blütezeit entsprechend, von Juni bis August und bald nachher beginnt das Abfliegen der Nüsschen und Deckschuppen von der stehen bleibenden Spindel, das sich zum Teil über den ganzen Winter hinziehen kann. Keimfähigkeit 15—20%. Dauer der Keimkraft  $\frac{1}{2}$ —1 Jahr. Die im Juli abfliegenden Nüsschen keimen nach 2—3 Wochen und das junge Keimpflänzchen kann noch im gleichen Jahre seinen ersten Höhentrieb vollenden. Keimung nach Frühjahrssaat, wenn überhaupt noch, nach 4—5 Wochen mit 2 winzigen eiförmigen Cotyledonen und fast 3lappigen Erstlingsblättern. Höhenwuchs bis zum 5. oder 6. Jahre gering, ca. 30 cm, dann ausserordentlich rasch, bis zum 15. oder 20. Jahre jährlich bis zu  $\frac{3}{4}$  m und selbst 1 m, hierauf abnehmend und mit dem 50.—60. Jahre und einer Maximalhöhe von 25—28 m abgeschlossen, während das Dickenwachstum bis zum ca. 80. Jahre noch nennenswert bleibt (40—60 cm Gesamtdurchmesser). Das Alter der Birke geht im gesunden Zustand selten über 90—100 (120) Jahre hinaus. Die Verzweigung besteht aus schwachen, anfangs besenförmig aufgerichteten, später mit zahlreichen dünnen Langtrieben überhängenden Aesten. Stämme schlank, im Stangenholzzalter glänzend weiss, mit einem aus abwechselnd dünn- und dickwandigen Lagen gebildeten Periderm, das sich in dünnen Blättern abschilft, in höherem Alter mit einer tiefrossigen, mächtigen, schwärzlichen, an Steinzellnestern reichen, bastfaserfreien Steinborke, die bis zur Basis der ältesten Aeste hinaufreicht. Die Bewurzelung besteht anfänglich aus einer reichverzweigten Pfahlwurzel von der Länge des Stämmchens, vom 6.—8. Jahre an aus einem knolligen Wurzelstock mit je nach Standort mehr flach und nicht sehr weitreichenden Seitenwurzeln, bzw. einigen schief abwärtsdringenden Herzwurzeln. Am Wurzelstock bilden sich schon in den ersten Jahren eigentümliche Knospen, deren weitere Vermehrung Maserwuchs bedingt und aus welchen der Stockausschlag der Birke vornehmlich hervorgeht, während die sonstige Reproduktionskraft der Birke gering ist. Die Blätter der Stockklohlen sind viel grösser, oft herzförmig, tiefer gesägt und selbst gelappt, bis 10 cm lang, weichbehaart. Holz gelblich- oder rötlichweiss, ohne sichtbare Markstrahlen, mittelschwer (0,65) und -hart, sehr schwerspaltig, elastisch, fest und brennkräftig, aber von sehr geringer Dauer. Anatomisch ist es durch Markflecke wie bei den Erlen (besonders im inneren Holzkörper) und die zu 2—4 in radialen Gruppen vereinten Gefässe charakterisiert. Das Verbreitungsgebiet der gemeinen Birke reicht über den grössten Teil Europas vom nördlichen Spanien, dem Rhodopegebirge der Balkanhalbinsel und von Sizilien bis zum 65° in Schweden. Innerhalb dieses Gebiets tritt sie vorwiegend vereinzelt oder horstweise auf, nur in den Ostseeprovinzen und im mittleren Russland bildet sie teils allein, teils mit Weisserle, Aspe und Kiefer ausgedehnte Bestände. Ausserhalb Europas ist sie in den Kaukasusländern und im mittleren und nördlichen Asien verbreitet. Im Gebirge steigt die gemeine Birke hoch empor, in Norwegen bis ca. 600 m, im Harz und Erzgebirge und bayrischen Wald bis gegen 1000 m, in den Alpen und der hohen Tatra bis ca. 1500 m, in den Pyrenäen und am Aetna bis ca. 2000 m. Ihre Standortsansprüche sind bezüglich Wärme, Feuchtigkeit und Nährkraft des Bodens bescheidene, nur reine Kalk- und saure Moorböden werden von ihr gemieden, dagegen ist ihr Lichtbedürfnis dem der Lärche ähnlich und am grössten von allen Laubbölzern, was sich trotz

der Trägwüchsigkeit in der ersten Jugend durch die ungewöhnlich lockere Krone, die senkrecht herabhängenden Blätter, die Unfähigkeit, Schirm- und Seitendruck, selbst der eigenen Art zu ertragen, und die sehr frühzeitige starke Verlichtung reiner Birkenbestände, sowie ihre Vorliebe für sonnige Süd- und Ostlagen, besonders an Waldrändern, verrät.

2. *Betula pubescens* Ehrhart. Ruchbirke, Haarbirke, Bruchbirke, nordische Weissbirke (syn. *alba* Linné zum grösseren Teil, *odorata* Bechstein), der gemeinen Birke in jeder Beziehung sehr nahestehend und typisch von ihr durch folgende Kennzeichen unterschieden: Junge Triebe und Blätter ohne Wachsharzabsonderung, anfangs balsamisch duftend und mehr oder minder auffällig behaart, später meist kahl, Blätter derber, kürzer gespitzt, Fruchtschuppen stärker bewimpert, mit längerem, spitzem Mittellappen und eckigen, gleichsam gestutzten, Seitenlappen. Flügel der Frucht etwa bis  $1\frac{1}{2}$ mal so breit als die Nuss, nach oben gar nicht oder nur bis zur Basis der Narbenarme vorragend. Wuchs sperriger, häufig strauchartig; Äste weniger überhängend. Borke schwächer, nie so hoch am Stamm emporreichend, wie bei der gemeinen Birke. Das Verbreitungsgebiet der Ruchbirke umfasst ganz Mittel- und Nordeuropa (bis zum Nordkap) und einen bedeutenden Teil des nördlichen Asien. Im nördlichen Drittel ihres Gebiets ist sie allein herrschend, bestandbildend vorzugsweise im Nordosten, in Deutschland nur noch in Ostpreussen, weiter westlich und südlich nur noch vereinzelt oder horstweise, besonders auf Moorboden. Südlich der Alpen und Karpathen fehlt sie. Im Gebirge steigt sie höher empor als die gemeine Birke. Sie beansprucht durchaus einen anhaltend feuchten Boden oder ein während der Vegetationsperiode nebel- und regenreiches Klima und gedeiht am besten, wo beides gleichzeitig vorhanden ist (Erlenbrüche Norddeutschlands). Hinsichtlich der Bodentiefe ist sie sehr genügsam und zeigt eine viel grössere Neigung zu Stockausschlägen, als die gemeine Birke. Die Variationsfähigkeit der Ruchbirke ist unter allen Baumbirken am grössten, derjenigen der Bergkiefer vergleichbar! Hält es schon schwer, *Betula verrucosa* und *pubescens* aneinander zu halten, so ist eine scharfe Sonderung der durch viele Zwischenformen verbundenen zahllosen Formen der Ruchbirke derzeit kaum möglich, zumal auch Boden und Klima vielfach formbestimmend wirken.

Als forstlich unbedeutende Kleinsträucher kommen bei uns noch zwei Vertreter der echten „Strauchbirken“ vor, ausgezeichnet durch kleine, unterseits hellgrüne, auffallend netzaderige Blätter, aufrechte oder nur wenig überhängende männliche Kätzchen, aufrechte Fruchtzäpfchen und sehr schmal geflügelte Früchte.

3. *Betula humilis* Schrank, die gemeine Strauchbirke (syn. *fruticosa* Auctorum), selten über 1 m hoch, ist bei uns auf Torfmoore am Nordrand der Alpenkette, Galiziens, Siebenbürgens und Norddeutschlands beschränkt. Junge Triebe mit Wachsharzabsonderung. Blätter rundlich-eiförmig, beiderseits verschmälert, kurz gestielt,  $1\frac{1}{2}$ –3 cm lang, am Rande scharf gesägt. Fruchtzäpfchen  $1(-1\frac{1}{2})$  cm lang; Deckschuppen ähnlich wie bei *pubescens*, aber tiefer 3teilig und Mittellappen grösser.

4. *Betula nana* Linné, die Zwergbirke, 30–60 cm hoch, in den Torfmooren der Alpen und mitteldeutschen Gebirge, hauptsächlich aber in Nordeuropa und Nordasien heimisch, hat nahezu kreisrunde, 6–12 mm lange, am Rand kerbzähnige Blättchen, Triebe ohne Wachsharzabsonderung und ungeteilte oder 3spaltige Deckschuppen mit gleich grossen runden Zipfeln.

5. *Betula lenta* Linné, die Hainbirke, auf Flussniederungen und an Berghängen des östlichen Nordamerika nach Mayr Bäume von durchschnittlich 25 m Höhe bildend, deren wertvolles Holz durch das hohe spez. Gewicht 0,76 und deutlichen braunen Kern ausgezeichnet ist, hat kahle junge Triebe und ist durch die unserer Weissbuche sehr ähnlichen, 5—7 cm langen Blätter mit zahlreichen Seitennervenpaaren und die erst im Frühjahr abfallenden, mit 3 gleich geformten Lappen versehenen Fruchtschuppen von unsern einheimischen Birken sofort zu unterscheiden. Seit einigen Jahrzehnten ist sie mit bestem Erfolg zu Anbauversuchen in Deutschland herangezogen worden, ist nach Schwappach vollständig frosthart, verlangt zu gutem Gedeihen einen ziemlich guten, frischen und tiefgründigen Boden, wo sie schon im ersten Jahre eine mit reichlichen Seitenwurzeln versehene, ziemlich lange Pfahlwurzel entwickelt. Streuger, wasser, ebenso auch armer und trockener Boden sind ungeeignet für sie. Höhenwuchs im ersten Jahre gering, 7—10 cm, dann rasch zunehmend und schon mit 8 Jahren ca. 4 m erreichend. Entschiedene Lichtholzart. In der Jugend gegen anhaltende Dürre empfindlich.

#### Erle. *Alnus* (franz. Aulne).

§ 71. Knospen meist gestielt, mit 2—3 dickwandigen Knospenschuppen, von denen die äussere die andern umfasst. Männliche Blüten mit je 4 Staubgefässen, wie bei den Birken in Kätzchen. Tragblätter der zweiblütigen weiblichen Dichasien undeutlich fünflappig, bis zur Reife stark verholzend, sperrig sich öffnend und nach dem Ausfall der meist ungefügelten Nüsschen an der Kätzchenspinde stehen bleibend. — 14 Arten.

1. *Alnus glutinosa* Gärtner. Schwarzerle, Roterle, Eller. Gestielte Knospen und junge Triebe sehr klebrig. Blätter dunkelgrün, rundlich oder verkehrt-eiförmig, abgestumpft oder an der Spitze eingebuchtet, am Grunde keilig, am Rande ungleich oder seichtlappig, doppelt klein-kerbt-gesägt, kahl bis auf, meist rostgelbe, Haarbüschel in den Aderwinkeln der Unterseite, 4—9 cm lang. Männliche und weibliche Kätzchen (lang) gestielt, schon im Sommer entwickelt, anfangs grün, im Herbst violettbraun und frei überwinternd; die männlichen zu mehreren am Ende junger Triebe, worauf die weiblichen nach unten folgen; männliche Kätzchen beim Aufblühen 5—10 cm lang, mit violett- oder rotbraunen Deckschuppen und gelben Staubbeuteln; an den kleinen (3—4 mm), eiförmigen weiblichen Kätzchen treten zur Blütezeit nur die roten Narben zwischen den Deckschuppen hervor. Fruchtzapfen 1—2 cm lang, jung grün und klebrig, reif dunkelbraun. Nüsschen flach, 2—4 mm lang, im Umriss rundlich bis 5eckig, rötlichbraun, ungefügelt oder mit schmalem, undurchsichtigem Saum. 1 Hektoliter Nüsschen wiegt 28—35 Kilo; 1 Kilo enthält ca. 600000—1000000 Früchte. — Eintritt der Mannbarkeit nach Boden und Klima verschieden, im Ereistande zwischen dem 12. und 20. Jahr, im Schluss meist nicht vor dem 40. Blütezeit je nach Klima und Lage Ende Februar bis Anfang Mai, stets einige (2—5) Wochen vor dem Laubaussbruch. Samenreife im September oder Oktober; Ausfliegen oft noch im Herbst, meist aber erst im Februar und März des nächsten Jahres; Keimfähigkeit 25—35%; Dauer der Keimkraft bis 3 Jahre (bei aus dem Wasser gefischem Samen höchstens 1/2 Jahr). Auflaufen bei Frühjahrssaat nach 4—5 (6) Wochen mit zwei kleinen, oberirdischen, eiförmigen Cotyledonen, auf welche sägezähne Erstlingsblätter folgen. Das Pflänzchen erreicht schon im 1. Jahre Handlänge, wächst dann sehr rasch, bis etwa zum 6. Jahr (bis 1 m pro Jahr), dann bis zum 20. Jahr durchschnittlich noch 2/3—3/4 m, worauf, bei beginnender Mannbarkeit, der Höhenwuchs



erlahmt und die Krone sich abwölbt. Gesamthöhe selten über 20 m (ausnahmsweise bis über 33 m). Stärke selten  $\frac{1}{2}$  m überschreitend. Alter gewöhnlich nicht höher als 100—120 Jahre. Der Stamm reicht wie bei den Nadelhölzern gewöhnlich bis in den Gipfel, ist sehr vollkommen geformt, und trägt meist wagrechte, weit ausgreifende, ziemlich schwache Aeste mit lockerer Belaubung. Das Ausschlagvermögen ist gross und anhaltend, die Stocklöden zeigen ein sehr rasches und andauerndes Wachstum, anfänglich bis 13 cm grosse Blätter und grosse Neigung zur Johannissträubung. Wurzelbrut wird nie entwickelt und die Stockausschläge erst nach Abtrieb des Stammes. Die Bewurzelung ist sehr anpassungsfähig an die Standortverhältnisse, in tiefgründigem lockerem Boden aus mehreren tief eindringenden Herzwurzeln, die sich erst im Untergrund verzweigen, in trockenem flachgründigem, wie auch auf nassem Bruch-Boden aus kurzen Herzwurzeln und zahlreichen flach- und weitstreichenden Seitenwurzeln. Eine allgemeine Erscheinung an Erlenwurzeln sind die durch den Pilz *Frankia* alii hervorgerufenen, bis faustgrossen knolligen oder korallenförmig verzweigten Wurzelanschwellungen, deren biologische Verhältnisse noch nicht völlig geklärt sind. Die Rinde im 1. Jahr grünlich, in der Folge dunkelchocoladebraun, im Alter eine schwarzbraune Tafelborke entwickelnd. Das zerstreuporige Holz ohne gefärbten Kern, beim Fällen weisslich, färbt sich an der Luft alsbald tief gelbrot, ist wenig elastisch und tragkräftig, weich, gut spaltbar, vom spez. Gewicht 0,53, sehr wenig brennkräftig, sehr vergänglich, bei steter Berührung mit Wasser aber sehr dauerhaft; anatomisch ist es durch falsche, breite Markstrahlen (wie *Carpinus*) und durch häufige Markflecke ausgezeichnet, kleine rötlichbraune Fleckchen, welche sich in jungen Staugen oder im Innern stärkerer Hölzer finden und welche die später mit rundlichen Zellen nach Art der Thyllenbildung ausgefüllten Frassgänge gewisser in den jüngsten Holzschichten lebenden Fliegenlarven (*Tipula*) darstellen.

Das Verbreitungsgebiet der Schwarzerle erstreckt sich über ganz Europa bis zum  $62\frac{1}{2}^{\circ}$  n. Br. in Norwegen; ausserdem kommt sie noch in Sibirien und in Nordwestafrika vor. Als Hauptholzart der Bach- und Flussufer sowie des Bruchbodens ist sie allenthalben auf geeigneten Standorten verbreitet, bestandbildend namentlich in Norddeutschland und im mittleren Russland. Im Gebirge geht sie selbst im Süden nirgends erheblich weit in die Höhe (in Norwegen bis 300, im Harz und Erzgebirge bis 600 m, in den bayrischen Alpen bis 800, in den Centralalpen selten über 1000 etc.). Die Schwarzerle verträgt von all unseren Holzarten die meiste Bodenfeuchtigkeit, verlangt aber zu üppigem Gedeihen Riesel-, nicht Stauwasser, in dem sie weniger gut gedeiht, und stellt hohe Ansprüche an die Tiefgründigkeit des Bodens; auf flachgründigen, wenn auch feuchten Standorten, wird sie frühzeitig wipfeldürr. Ebenso ist ihr ein höheres Mass von Luftfeuchtigkeit förderlich. Reine Sand- oder Kalkböden sagen ihr nicht zu. Ihre Ansprüche an die Milde des Klimas sind sehr bescheiden. Hinsichtlich ihres Lichtbedürfnisses ist sie noch zu den Lichtholzarten zu rechnen.

2. *Alnus incana* Willdenow, die Weisserle, Grauerle, ist durch folgende Merkmale leicht zu unterscheiden: Knospen behaart, junge Triebe dicht flaumig, ebenso wie die Blätter nie klebrig. Blätter in der Jugend dicht graufilzig, später oberseits dunkelgrün, fast kahl, unterseits graugrün und mehr oder weniger behaart, eiförmig zugespitzt, am Rande scharf doppelt gesägt. Weibliche Kätzchen sehr kurz gestielt, ihre Tragzweige, ebenso wie die der männlichen, dicht flaumhaarig. Nüsschen etwas grösser mit dünnem, dunklem Rand, teils hell-, teils dunkelbraun. 1 Hektoliter Nüsschen wiegt 21—23 Kilo. 1 Kilo enthält

600000—700000 Nüsschen. Keimfähigkeit ca. 25%. Die Mannbarkeit tritt früher ein, im Freiland schon mit 15 Jahren. Die Blütezeit fällt etwa 3 Wochen früher. Der Wuchs ist weniger stattlich, die Krone weniger gegliedert, die Aeste mehr aufgerichtet, der Stamm häufig krumm und etwas spannrückig. Das Ausschlagvermögen ist sehr bedeutend, da die Weisserle nicht nur Stockausschlag sondern auch reichliche Wurzelbrut liefert. Die Bewurzelung ist flacher, mit noch weiter streichenden Seitenwurzeln. Die Wachstumsgeschwindigkeit, anfänglich der Schwarz-erle nicht nachstehend (im 1. Jahre oft schon  $\frac{1}{2}$  m), lässt oft schon vom 10—15. Jahre nach. Die Lebensdauer in gesundem Zustande überschreitet nach Hempel und Wilhelm selbst bei günstigen Verhältnissen kaum 40—50 Jahre und kann auf schlechtem Standort auf 20—25 Jahre herabsinken. Die Rinde, anfangs hellgrau-  
braun, dann glänzend silbergrau, reißt nur im höheren Alter etwas auf, bildet aber keine eigentliche Borke. Das Holz, dem der Schwarz-erle in jeder Beziehung sehr ähnlich, aber etwas ärmer an falschen breiten Markstrahlen, hat einen viel geringeren Gebrauchswert. Das Verbreitungsgebiet umfasst das mittlere und nördliche Europa bis zu  $70^{\frac{1}{2}}$  n. Br. mit dem Maximum im Nordosten. Ausserdem erstreckt es sich durch das mittlere und nördliche Asien bis nach Kamtschatka. Ebenfalls an Bach- und Flussufern vorkommend, aber weniger an feuchten Boden gebunden und stauende Nässe weit weniger vertragend, steigt sie im Gebirge höher empor, in den Schweizer und Tiroler Alpen z. B. bis ca. 1400 und 1600 m, die Kiesbänke der Gletscherbäche in Gesellschaft der Weiden besiedelnd. An die Tiefgründigkeit des Bodens stellt sie geringere Ansprüche und besitzt grössere Anpassungsfähigkeit an die Verschiedenheiten der Standorte.

Zwischen der Schwarz- und Weisserle kommen gelegentlich Bastarde vor, die teils (*A. pubescens*) der Schwarz-, teils (*A. ambigua*) der Weisserle näher stehen.

3. *Alnus viridis* De Candolle, die Grünerle, Bergerle, Alpen-erle, Laublatzche, den Birken näher stehend und vielfach als besondere Gattung (*Alnaster*, *Alnobetula*) betrachtet, ist stets strauchförmig (1— $2\frac{1}{2}$  m), hat sitzende spitze Knospen und die weiblichen Kätzchen brechen erst im Frühjahr aus kurzen Laubzweiglein hervor. Blätter ähnlich wie bei *incana* gestaltet, aber kleiner ( $3\frac{1}{2}$ —6 cm), jung klebrig, alt beiderseits meist kahl. Männliche Kätzchen ungestielt, schon im Sommer ausgebildet, überwinternd; männliche Blüten mit vollständig geteilten Staubbeuteln. Nüsschen 1,5 mm lang, mit breitem, häutigem Flügel, ähnlich dem von *Betula lenta*. Blütezeit an den meist hochgelegenen Standorten von Ende Mai bis Anfang Juli. Die Grünerle ist in der gemässigt kalten und kalten nördlichen Zone in verschiedenen Varietäten fast rings um den Erdball verbreitet. In Mitteleuropa findet sie sich vornehmlich in den Alpen und Karpathen, wo sie bis gegen 2000 m emporsteigt, in reinen Beständen, häufig in Gesellschaft von Knieholz oder Alpenrosen auftritt und vielfach an steilen Hängen kleine Schutzwälder gegen Lawinen und Stein- und Erdrutschungen bildet, wozu sie durch ihren dicht buschigen, oft latschenähnlichen Wuchs, ihre feste Verankerung im Boden, ihr grosses Ausschlagvermögen und ihre reichliche Wurzelbrut, sowie ihre Raschwüchsigkeit vorzüglich geeignet ist. Von den Hochgebirgen geht sie an den Ufern der Bäche und Flüsse bis tief in die Täler hinab und auf die nördlich angrenzenden Hochebenen und findet sich häufig auch im südlichen Schwarzwald, im Böhmerwald und im böhmisch-mährischen Waldgebiet.

### B. Steinfrüchtige Kätzchenträger.

§ 72. Wallnussartige Laubbölzer. (Familie Juglandaceae). Blätter ohne Nebenblätter, gross, unpaarig gefiedert, wechselständig. Männliche Blüte der Deckschuppe aufgewachsen. Steinfrüchte mit unvollständig 2fächerigem Steinkern. Embryo des endospermlosen Samens mit grossen, lappigen, ölreichen Cotyledonen, welche bei der Keimung unter der Erde bleiben.

#### Wallnussbaum. *Juglans* (franz. Noyer).

Männliche Kätzchen einzeln, hängend, weibliche (bei den 3 ersten Arten) wenigblütig. Steinfrucht gross, ungeflügelt, mit fleischigem oder lederigem Fruchtfleisch. Mark der Zweige quer gefächert.

1. *Juglans regia* Linné. Gemeiner Wallnussbaum. In zahlreichen Kulturrassen, welche aber keine Uebergänge zu verwandten Arten zeigen, als Obstbaum kultiviert und nur ausnahmsweise im Walde angebaut. Blätter mit grossem Endblättchen 20–35 cm lang, aus 5–13, meist 7, länglich eiförmigen, zugespitzten, meist ganz randigen 6–10 cm langen Blättchen zusammengesetzt, oberseits glänzend dunkelgrün, kahl, unterseits nur in den Aderwinkeln bärtig. Frucht kugelig oder oval, von sehr verschiedener Grösse, kahl, grün, glatt; Innenschale grubig gefurcht, holzig, scherbengelb, dünn oder mässig dick, mit dünnen Scheidewänden. Die Mannbarkeit tritt etwa ums 20. Jahr ein; Samenjahre alle 2–3 Jahre. Dauer der Keimkraft  $\frac{1}{2}$  Jahr. Der Höhenwuchs ist ziemlich rasch, der Baum erreicht mit 60–80 Jahren 15–20 m Höhe, die später kaum mehr wesentlich überschritten wird, da der Stamm sich gewöhnlich wenige Meter über dem Boden in eine ausbreitete, starkästige, abgewölbte Krone auflöst. Der Durchmesser kann bei ca. 300–400 Jahre anhaltendem Dickenwachstum bis über 1 m erreichen. Das Wurzelsystem besitzt eine auch später vorherrschende kräftige Pfahlwurzel. Das Holz vom spez. Gewicht 0,68 mit braun bis schwarzbraun gewässertem Kern ist das wertvollste einheimische Nutzholz, das einzige zerstreutporige Holz, dessen Gefässe schon mit blossen Auge zu erkennen sind; die Markstrahlen sind sehr fein, mit blossen Auge nicht zu erkennen. Die Rinde bildet eine tiefrissige hellgraue Borke.

Das natürliche Verbreitungsgebiet reicht von Südosteuropa bis Zentralasien. In Südenropa und in den milderen Gegenden Zentralenropas allgemein angebaut, im Südosten Oesterreich-Ungarns verwildert und selbst bestandbildend, ist er eine anspruchsvolle Holzart, die mildes Klima, geschützte Lage und tiefgründigen, nahrhaften, milden Boden verlangt und gegen Spätfröste sehr empfindlich ist.

2. *Juglans nigra* Linné. Schwarzer Wallnussbaum, im östlichen Amerika vom südlichen Canada bis Florida und von Minnesota bis Texas besonders in Flussniederungen und auf tiefgründigen Berghängen heimisch, auf angeschwemmtem Boden seines Optimums, im kontinentalen Teil der südlichen Laubwaldhälfte, bei ca. vierhundertjährigem Alter bis 45 m Höhe und 3 m Durchmesser reichend, ist durch 25–40 cm lange Blätter mit (11) 13–19 (23) lang zugespitzten, länglich-lanzettlichen, am Rande gesägten, bis 10 cm langen, oberseits kahlen, unterseits zerstreut kurzhaarigen Blättchen (Endblättchen fehlt öfters) ausgezeichnet. Früchte kugelig, kahl, rauhschalig, abgefallen schwarz, mit dicker tiefgefurchter schwarzer Innenschale und dicken Scheidewänden. Borke kleinschuppig, später tiefrissig, dunkelgrau. Wegen seines vorzüglichen Holzes vom spez. Gewicht 0,54–0,61, das sehr schmalen Splint und dunkelbraun-violettes Kernholz besitzt, auch schönen

Maserwuchs zeigt, dem von *J. regia* nicht nachsteht, aber in allen guten Eigenschaften dem der grauen Wallnuss überlegen ist, wurde der Baum in den letzten Jahrzehnten forstlich vielfach in grösserem Massstabe angebaut. Im Freiland bildet er eine ähnliche Krone wie unser Wallnussbaum, im Schlusse einen vollendeten astreinen Schaft. Die Nüsse keimen, feucht aufbewahrt, bezw. vorgekeimt, mit 70—80%, die 1jährige Pflanze erreicht schon 30—80, im Durchschnitt 40 cm Länge und bildet eine Pfahlwurzel von ähnlicher Länge, die vom 2. Jahre ab ungemein stark und fleischig ist und nur wenig Seitenwurzeln besitzt. Die weiteren Zuwachsverhältnisse sind ausserordentlich günstig. Mit 40 Jahren erreicht der Baum bei uns auf gutem Standort 15—20 m Höhe, in 60—80jährigem Alter 25 m und mehr und bis 1 m Durchmesser. Die Standortsansprüche sind hohe, ähnlich wie beim gemeinen Wallnussbaum, doch ist er in geeigneten Lagen viel weniger durch Spätfröste gefährdet, während Frühfröste bei der langen Vegetationsdauer gefährlich sind; er ist eine ausgesprochene Lichtholzart, doch ist in den ersten Jahren mässige Beschattung vorteilhaft und Seitenschutz in der Jugend notwendig.

3. *Juglans cinerea* Linné. Grauer Wallnussbaum, Butter-nuss, mit vorstehender Art die Standorte im östlichen Nordamerika teilend, aber weniger weit nach Süden und Südwesten vordringend. Blätter bis 60 cm, mit 13—15 (21) ähnlichen, aber scharfgesägten Blättchen, die oberseits kurzhaarig, unterseits sternhaarig sind; Endblättchen meist vorhanden. Früchte 2fächerig, pfannenförmig, drüsig klebrig, mit rotbraunen Haaren ebenso wie die jungen Zweige dicht besetzt; Innenschale gleichfalls dick, spitzeiförmig, längsrippig gefurcht, schwärzlich, Borke weisslich-ashgrau, Holz leichter (0,41). — In seiner Entwicklung und in seinen Lebensansprüchen steht der graue Wallnussbaum dem schwarzen sehr nahe, stellt indes etwas geringere Anforderungen an die Lockerheit des Bodens, da seine Bewurzelung viel flacher zu sein pflegt, ist frosthärter und darum in rauheren Lagen widerstandsfähiger, gedeiht z. B. noch sehr gut in den russischen Ostseeprovinzen, wo *J. nigra* nicht mehr fortkommt, erträgt mehr Schatten, erlahmt aber viel früher in seinem Höhenwuchs (bei uns bis ca. 15 m).

4. *Juglans Sieboldiana* Maximovicz aus Japan, bei den Versuchen in Grafrath und Riedenburg nach Mayr durch Raschwüchsigkeit und Frosthärte auffallend, da sie im Herbste frühzeitig ihr Wachstum einstellt und im Frühjahr spät ergrünt, hat in langen, hängenden Trauben angeordnete Früchte, die ähnlich klebrig wie bei voriger sind; die dicke nicht zusammengedrückte Innenschale derselben ist mit 2 dickwulstigen Kanten versehen; Blättchen (9) 11—15 (17), breit länglich, kurz gespitzt, stumpfgesägt.

*Pterocarya rhoifolia* Siebold et Zuccarini. Flussnuss. (*Syn. sorbifolia*). Männliche Kätzchen einzeln und Zweige quergebäucht wie bei *Juglans*. Weibliche Kätzchen sehr vielblütig. Frucht klein, unter der Mitte von den 2 flügelartig angewachsenen Vorblättern schief becherförmig umfasst. Blätter 30—45 cm lang mit 15—21 Blättchen, Endblättchen öfters fehlend. Sie liebt in ihrer Heimat, dem Innern Japans, nach Mayr rezente Abbildungen, steht oft tief im Schotter der Gewässer und liefert auf solchen Standorten, die bei uns mit Weiden, Erlen und Pappeln bestockt sind, ein wertvolles Holz. Im Waldboden in Riedenburg in Bayern ist sie mit 9 Jahren nahezu 4, in Lützburg 5½ m hoch geworden, überall ganz unberührt vom Froste.

#### Hickorynuss. *Carya*<sup>39)</sup> (richtiger *Hicoria*.)

39) Der Gattungsname *Carya* wurde hier nur deshalb beibehalten, weil er allgemein

§ 73. Männliche Kätzchen meist zu 3 auf gemeinsamem Hauptstiel, weibliche 3—10blütig. Steinfrucht gross. Aeussere Schale derselben anfangs fleischig, später holzig, 4klappig aufspringend. Die Steinkerne öffnen sich bei der Keimung nicht längs den Kanten, sondern zerfallen zwischen denselben in 2 Teile. Mark der Zweige ungefächert. 8 nordamerikanische Arten.

Die Hickoryarten nehmen am Aufbau des Laubwalds der östlichen vereinigten Staaten vom Lorenzostrom bis Texas gleich den Eichen einen grossen Anteil, wenn sie auch nie bestandbildend und meist nur eingesprengt vorkommen. Alle lieben tiefgründigen lockeren Boden und erwachsen auf dem kräftigen Schwemmboden der Flussniederungen, über dem Hochwasserniveau erhaben, zu den stattlichsten Dimensionen (bis 30 m, einzelne im Optimum [westlich vom Alleghangebirge] bis 45 m). Das schwere Hickoryholz gehört zu den wertvollsten Nutzhölzern der nördlich-gemässigten Erdhälfte. Hickory ist ein Sammelname für das Holz der am weitesten nördlich reichenden Arten (*C. alba*, *porcina*, *sulcata*, *tomentosa* und *amara*), während dasjenige der südlichen Arten viel geringeren Gebrauchswert besitzt. Das ringporige Holz der einzelnen Arten ist anatomisch im wesentlichen gleich gebaut, von den Juglansarten sehr verschieden und dem Eschenholz einigermaßen ähnlich, aber mit sehr schmaler Zone grosser Gefässe im Frühjahrsholz und mit zahlreichen, dem Jahresring parallelen Parenchymstreifen im Spätholz. Allen Hickorys gemeinsam ist die späte Verkerung des Holzes, erst vom ca. 50. Jahre tritt die bräunliche Verfärbung ein, was aber für den Gebrauchswert der Hölzer belanglos ist. Wegen der ganz hervorragenden technischen Eigenschaften ihres Holzes (sehr schwer, ca. 0,90 bis 0,80, hart, sehr schwerspaltig, sehr zäh, sehr elastisch, sehr fest, dauerhaft und brennkräftig) hat man in den letzten Jahrzehnten umfassende Anbauversuche mit den oben genannten 5 Arten gemacht, bei welchen sich *alba* als die beste erwiesen hat. Alle Hickoryarten verlangen zu gutem Gedeihen kräftigen, frischen, nicht zu strengen Boden (beste Eichenböden) und ein mildes, lange Vegetationszeit gewährendes Klima (Eichenklima). Die Keimung erfolgt bei uns sehr spät, im Spätsommer oder Herbst und die jungen Pflanzen reifen dann nicht aus; viele Nüsse liegen bis zum 2. und 3. Jahre über. „Vorgekeimt“ und im April ausgesät, treiben sie im Mai bis Juni aus. Die Entwicklung der oberirdischen Pflanze ist in den ersten 5 Jahren langsam (Gesamtleistung ca. 80 cm), während sich in dieser Zeit hauptsächlich eine kräftige Pfahlwurzel ausbildet, die im 1. Jahre ca. 30 cm, im 2. ca. 50 cm lang wird, mit zahlreichen schwachen Seitenwurzeln besetzt ist und nicht so fleischig und rübenförmig wie bei *J. nigra* ist. Obwohl Lichtpflanzen, bedürfen sie in der Jugend unbedingt des Schutzes, lichten Schirm von oben und Seitenschutz, da sie, bis etwa zum 5. Jahre, gegen Spät- und Frühfröste empfindlich sind. Ihr Ausschlagsvermögen, sowohl aus dem Stock, wie aus den Wurzeln, ist ausserordentlich und sehr andauernd. 9jährige Pflanzen erreichen vielfach 2 m Höhe und dann erst geht das Längenwachstum, wie auch in ihrer Heimat, energisch voran. Die wichtigsten Unterschiede der einzelnen Arten sind folgende:

1. *Carya alba* Nuttall (richtiger *Hicoria ovata* Britton.) Weisse Hickory. Blätter langgestielt, 30—60 cm lang, mit 5 Blättchen, deren grösste Breite in der Mitte liegt und von denen die 3 obersten die grössten sind. Blattrand stumpf gesägt, Zähne stets behaart. Endknospen sehr gross, länglich, mit

in der forstlichen Literatur gebraucht wird. Dippel, Laubholzkunde, Köhne, Dendrologie und die in Amerika gültige Nomenklatur brauchen den Namen *Hicoria*!

einigen abstehenden, braun behaarten Schuppen.

2. *Carya amara* Nuttall (richtiger *Hicoria minima* Britton.) Bitternuss. Blätter 25—35 cm lang, mit 7—11 Fiederblättchen; charakteristisch sind die gelbgrünen, 4kantigen, vom Trieb weggekrümmten Knospen. Diese für uns zweitwertvollste Hickoryart liebt das grösste Mass von Bodenfrische und gedeiht besonders gut in der Nähe des Wassers.

3. *Carya porcina* Nuttall (richtiger *Hicoria glabra* Britton.) Schweinsnuss-Hickory. Blätter 25—40 cm lang, mit 5—7 kahlen Blättchen, die Blattzähne nach vorn gekrümmt. Knospen kurz, eiförmig, mit braunen, kahlen Schuppen. Diese Art nimmt noch mit einem weniger guten, mehr sandigen Boden vorlieb, verlangt aber die meiste Wärme.

4. *Carya tomentosa* Nuttall (richtiger *Hicoria alba* Britton.) Spottnuss. Blätter 25—50 cm lang, mit 7 lauzettlichen, unterseits weichwollig behaarten Blättchen. Knospen kurz und dick, filzig behaart. Diese Art erträgt auch strengen und feuchten Lehmboden.

5. *Carya sulcata* Nuttall (richtiger *Hicoria acuminata* Dip-pel.) Grossfrüchtige Hickory. Blätter 20—25 (50) cm lang, mit 7—9 Blättchen, von denen die 3 obersten die grössten sind. Knospen ähnlich wie bei *alba*, junge Triebe aber kahl. Diese Art verlangt den besten Boden und nahezu so viel Wärme wie *porcina*.

§ 74. Als einziger Vertreter der Myricaceen kommt *Myrica Gale* Linné, Gagelstrauch, auch Brabanter Myrthe genannt, ein kleiner (30 cm bis 1,25 m), gesellig wachsender, aromatisch duftender, zweihäusiger Strauch, mit kleinen, lanzettlichen, etwas gesägten, unterseits graufaumigen Blättern und unscheinbaren, in kleinen, ährig angeordneten Kätzchen stehenden Blüten, in Norddeutschland von der niederrheinischen Ebene bis Ostpreussen und der Niederlausitz in Torfbrüchen und nicht selten auch als Unterholz in Kiefernwäldern vor.

### C. Kapsel-früchtige Kätzchenträger.

§ 75. Weidenartige Laubbölzer (Familie Salicaceae) Pflanzen diöcisch. Kätzchen auf der Spitze seitlicher Kurztriebe. Blüten einzeln, ohne Perigon, in den Achseln der Kätzchenschuppen. Früchte zweiklappig aufspringende Kapseln mit meist sehr vielen, mit grundständigem, als Flugorgan dienendem Haarkranz versehenen, sehr kleinen Samen.

#### Die Weiden. *Salix* (franz. Saule).

Kätzchenschuppen ganzrandig. Blüten mit 1—2 gelben, schuppenförmigen Honigdrüsen (reduzierter Discus) und gewöhnlich 2 (selten 3 oder 5) Staubgefässen. Bestäubung durch Insekten vermittelt. Laubblätter kurzgestielt, ungeteilt. Nebenblätter gewöhnlich klein und hinfällig, seltener ansehnlich und stehen bleibend. Winterknospen mit nur einer einzigen (aus zweien verwachsenen) hohlen Knospenschuppe. Langtriebe ohne Endknospe, in der Regel die ganze Vegetationsperiode weiter wachsend und an der Spitze im Herbst absterbend. Kätzchen stets aus den Seitenknospen vorjähriger Triebe entspringend, entweder sitzend oder kurz gestielt, mit nur einigen Niederblättern am Grunde und vor dem Laubausbruch blühend (frühblühende W.), oder am Ende eines mit einigen Laubblättern besetzten Kurztriebs und mit oder gleich nach dem Laubausbruch blühend (spätblühende W.). Wuchs meist strauchartig mit ruten-

förmigen Langtrieben. Bewurzelung meist weit ausstreichend und nicht tiefgehend und meist sehr anpassungsfähig an die Standortverhältnisse. Stock- und Stammschlag ausserordentlich reich und andauernd, eigentliche Wurzelbrut dagegen kommt nicht vor, nur an blossgelegten Wurzeln können aus den Ueberwallungswülsten verletzter Stellen Ausschläge entstehen. — Die Weiden bringen zwar alljährlich reichlich Samen, derselbe ist aber zum grössten Teile taub, behält seine Keimkraft nur ganz kurze Zeit, verträgt keine Bedeckung und die jungen Samenpflanzen wachsen in den ersten 3 Jahren sehr langsam. Die Weiden werden darum bei Anpflanzungen ausschliesslich aus Stecklingen (bezw. Setzstangen) erzogen, die sich, wie bei keiner andern Baumgattung, rasch und sicher bewurzeln. Am Grunde der Achselknospen, unter der Rinde, befinden sich nämlich stets Wurzelanlagen, die unter normalen Verhältnissen keine Gelegenheit zur Weiterentwicklung haben, an den Stecklingen aber zur Ausbildung gelangen und so die leichte Bewurzelung derselben ermöglichen.

Alle Weiden sind mehr oder weniger ausgesprochene Lichtpflanzen. Man kennt etwa 160, zum Teil ziemlich variable Arten<sup>40)</sup> und eine fortwährend wachsende grosse Zahl von keimfähige Samen erzeugenden Bastarden. Experimentell ist von Wichura festgestellt, dass nicht nur zwischen den verschiedenen Stammarten, sondern auch zwischen Bastarden und Stammarten und sogar zwischen zwei Bastarden nahezu unbegrenzte Bastardierung möglich ist (Doppel- und Tripelbasterde!). Von den zahlreichen (über 30) mitteleuropäischen Weiden sind hier nur die Baum- und Strauchweiden und die wichtigeren Kulturweiden aufgenommen, die Zwergweiden, denen keinerlei forstliche Bedeutung zukommt, dagegen nicht.

A. Bruchweiden. Meist Bäume. Kätzchen auf seitlichen beblätterten Kurztrieben endständig. Kätzchenschuppen einfarbig, gelbgrün, vor der Reife abfallend. Blätter stielrüssig. Triebspitze walzenrund, mit östrahligem, stumpf beckigem bis rundlichem Mark.

1. *Salix alba* Linné. Weissweide, Silberweide. Blätter meist 1—1.5 cm breit, 6—10 cm lang, lanzettlich, zugespitzt, klein gesägt, mit seidenglänzenden, der Mittelrippe parallel anliegenden Haaren, unterseits weiss oder grauweiss; Nebenblätter lanzettlich, hinfällig. Knospen stumpf, angedrückt, rötlichgelb. Junge Triebe ebenfalls seidig behaart: vorjährige kahl, meist olivenbraun oder scherbengelb (bei der var. *vitellina*, der Dotterweide, dottergelb oder lebhaft mennigrot). Die Rindenfarbe ist, wie vielfach bei den Weiden, sehr verschieden nach individuellen Eigentümlichkeiten und nach den Beleuchtungsverhältnissen, sie zeigt hier alle Übergänge von grün bis leuchtendgelb und karminrot. Staubgefässe 2. Kapsel fast sitzend, kahl, Stielchen derselben kaum so lang als die kurze Drüsenschuppe. Der Wuchs der Silberweide ist ein sehr rascher; bei ungestörter Entwicklung bildet sie Bäume mit vielästiger, feinverzweigter Krone mit herabhängenden jüngeren Zweigen, erreicht bis 24 m Höhe, bis 1 m und darüber Durchmesser und wird 80—100 Jahre alt, gewöhnlich aber schon frühzeitig kernfahl und hohl. Die Borke älterer Bäume ist bräunlichgrau, vorwiegend längs- und tiefrissig, nicht abblätternd. Das Holz mit lebhaft hellrotem bis dunkelbraunem Kern und schmalen weissem Splint, ist, wie bei den meisten Weiden, leicht (ca. 0.45), sehr weich, sehr zähligsam, wenig elastisch und fest und nur von beschränkter Dauer und geringer Brennkraft; im Querschnitt ist es gleichmässig zerstreutporig, mit deut-

40) Zu einer gründlichen Kenntnis der Weiden ist ein Spezialstudium derselben erforderlich, da zu einer genauen Kenntnis der Art blühende männliche und weibliche Zweige, junge Fruchtzweige, sowie normale Zweige und Wasserreiser mit jungen und mit erwachsenen Blättern nötig sind.

lichen Jahrringgrenzen und von sehr feinen, mit blossen Auge meist nicht wahrnehmbaren Markstrahlen durchzogen.

Die Silberweide, die stattlichste aller Baumweiden, findet sich durch ganz Europa in Anwaldungen und Ufergehölzen, im Norden wahrscheinlich nur angepflanzt. Als Baum der feuchten Niederungen und Gebirgstäler liebt sie feuchte, zum mindesten frische, tiefgründige, lockere Böden, verträgt aber auch ein Uebermass von Feuchtigkeit — stauende Nässe ausgeschlossen — sehr gut und steigt im Gebirge nicht weit empor. Angepflanzt ist sie häufig als Kopfholz zur Gewinnung von Faschinen, die var. *vittellina* als Flechtweide. Als Parkbaum ist sie gleichfalls sehr beliebt und als grösserer Baum sehr malerisch.

2. *Salix fragilis* Linné. Bruchweide, Knackweide. Blätter meist 7—15 cm lang und bis 2 $\frac{1}{2}$  cm breit, der vorigen ähnlich, aber gewöhnlich in der unteren Hälfte am breitesten, lang zugespitzt, beiderseits glänzend grün, oder unterseits bläulich bereift, kahl, mit halbherzförmigen Nebenblättern. Zweige grünlichbraun bis gelblich, mit meist dunkleren Knospen, an ihrer Basis glasartig spröde und leicht mit knackendem Geräusch vom Mutteraste abbrechend. Staubgefässe 2. Stielchen der kahlen Kapsel 3—5 mal so lang als die Drüenschuppe. — Die Bruchweide, in Mitteleuropa echt seltener als die Bastarde, welche sie mit der vorigen und den beiden folgenden gebildet hat, bewohnt, wie die Weissweide, ganz Europa, mit Ausnahme Skandinaviens, ist streng an die Flussläufe gebunden und macht sonst ähnliche Standortansprüche wie die Weissweide, der sie an Raschwüchsigkeit etwas nachsteht. Höhe bis 10 und 15 m. Holz dem der Weissweide sehr ähnlich, aber brüchig und von sehr geringer Zähbiagsankheit.

3. *Salix pentandra* Linné. Fünfmännige Weide, Lorbeerweide. Blätter derb, 5—10 cm lang, 2—3 cm breit und darüber, breit lanzettlich bis länglich eiförmig, kurz zugespitzt, fein und dichtgesägt, ganz kahl, oberseits stark glänzend, unterseits matt blassgrün. Nebenblätter eiförmig, gerade, meist fehlend, an ihrer Stelle grüne drüsige Knötchen. Blattstiele oberwärts vieldrüsig. Zweige und Knospen jung, gleich den Blättern, etwas klebrig, ausgewachsen glänzend grünlich oder rötlichbraun. Staubgefässe 5(—10), Stielchen der kahlen Kapsel doppelt so lang als die Drüenschuppe. — Die Lorbeerweide ist eine nordeuropäische und asiatische Holzart die südlich, im allgemeinen spärlich vorkommend und vielen Gegenden ganz fehlend, nur bis zu den Pyrenäen, dem Südfuss der Alpen und siebenbürgischen Karpathen reicht, am häufigsten in Ost- und Westpreussen und den baltischen Provinzen an Wasserläufen, dort bis 10 m Höhe erreichend, auftritt, aber als Strauch auch auf Torf- und Moorboden häufig ist.

B. Mandelweiden. Sträucher, selten Bäume. Kätzchen wie bei vorigen, Kätzchenschuppen gelblichgrün, bis zur Fruchtreife bleibend, Triebspitze tief gefurcht (im Querschnitt sternförmig, mit scharfeckigem 8strahligem Mark).

4. *Salix amygdalina* Linné (erweitert) (syn. *S. triandra* Linné.) Mandelweide. Blätter ziemlich derb, meist 5—8 cm lang und 1—2 cm breit, lanzettlich oder länglich, in der Mitte häufig parallelrändig, erst aus dem obersten Drittel oder Viertel zugespitzt, gesägt, oberseits glänzend dunkelgrün, unterseits grün oder blaugrün, kahl (oder anfangs seidenhaarig). Nebenblätter ziemlich gross, halbnierenförmig, lange bleibend. Zweige nebst den anliegenden Knospen braun und kahl. Staubgefässe 3. Stielchen der kahlen Kapsel 2—3 mal so lang als die Drüenschuppe. Den Flussläufen, wie die vorigen folgend, im Gebirge indes höher emporsteigend, bewohnt die Mandelweide ganz Europa als Grossstrauch von 1—4 m Höhe, gedeiht aber als Kulturweide auf den Böden verschiedenster Art, hinreichenden



Wassergehalt vorausgesetzt, beschattet den Boden besser als die ersten 3 Arten und übertrifft auf Torfboden in der Massenproduktion alle anderen Korbweiden erheblich. Gegen Spätfröste ist die Mandelweide von allen Kulturweiden am empfindlichsten.

C. Schimmelweiden. Kätzchen seitlich sitzend, vor dem Laubausschub erscheinend; Kätzchenschuppen in der oberen Hälfte rostfarben bis schwärzlich, bleibend. In beiderlei Blüten, wie bei den folgenden, nur eine Drüsenchuppe.

5. *Salix daphnoides* Villars. Reifweide, Schimmelweide, seidelbastblättrige Weide. Blätter 3—5 mal so lang als breit, lanzettlich, kurz zugespitzt, drüsig gesägt, anfangs nebst den jungen Trieben zottig, dann kahl, oben glänzend dunkelgrün, unten bläulichgrau, mit ober- und unterseits vortretendem, gelbem Mittelnerv. Nebenblätter halbherzförmig. 2—5jährige Zweige hechtblau bereift. Innere Rinde gelb. Kätzchen am frühesten hervorbrechend, anfangs durch die dichtbehaarten Deckschuppen glänzend silberweiss (Palmkätzchen). Staubgefässe 2. Kapsel kahl, sitzend. — Schöner, sehr raschwüchsiger Baum mit dicken Zweigen und glatter Rinde von 4—20 m Höhe. Durch Mittel- und Nordeuropa verbreitet, in Ungarn und Siebenbürgen fehlend, wächst diese schöne Weide am liebsten auf kalkhaltigem, sandigem Lehm an Ufern von Flüssen und Gebirgsbächen, besonders in der rheinischen, süddeutschen, der Alpen- und südlichen Karpathenzone, während sie in Mittel- und Norddeutschland nur vereinzelt auftritt. Auf kalkfreiem Boden sowie auf Moorboden gedeiht sie nicht. Sie ist auch ein beliebter Zierbaum.

6. *Salix acutifolia* Willdenow. Kaspische Weide (syn. *pruinosa* Wendland, häufig nur als Varietät der vorigen betrachtet), durch dünne Zweige und lanzettliche, lang zugespitzte Blätter, die nur 1—1½ cm breit und 6—7 mal so lang, beiderseits kahl und grün sind und durch spitz-lanzettliche Nebenblätter, welche fast so lang wie die Blattsiele sind, von der Reifweide verschieden. — Ansehnlicher 3—6 m hoher Grossstrauch oder 3—6 m hoher Baum von anfänglich raschem Wuchs. Ausschlagvermögen bei jährlichem Schnitt wenig anslauernd und nur wenige, aber sehr lange, starke und astreine Ruten liefernd, hierin wesentlich hinter Korb- und Mandelweide zurückstehend. Helmisch vorzugsweise im östlichen Russland und südlichen Sibirien und in ihren Standortsansprüchen äusserst bescheiden, begnügt sich diese Weide, die ein ganz enormes Wurzelvermögen besitzt (bis 20 m weit ausstreichende Seitenwurzeln unter Umständen!) auch mit geringen Böden, insbesondere armem Sandboden, sandigen Höhenrücken und übertrifft auf solchen Standorten alle andern Kulturweiden.

D. Purpurweiden. Staubfäden bis zur Spitze oder bis zur Hälfte verwachsen; Staubbeutel rot, nach dem Verstäuben meist schwarz, sonst wie C.

7. *Salix purpurea* Linné. Purpurweide. Blätter häufig gegenständig, bis 12 mm breit, lanzettlich, im obersten Drittel am breitesten, zugespitzt, von der Mitte bis zur Spitze scharf klein gesägt, in der untern immer ganzrandig, oberseits dunkelgrün, matt glänzend, unterseits graugrün, erwachsen ganz kahl; Nebenblätter fast stets fehlend. Zweige glänzend, gelblichgrau, mit glänzend roten Knospen. Staubgefässe 2. Kätzchen fast sitzend, vor dem Laubausschub blühend, mit mehreren kleinen Laubblättchen am Grunde. Kätzchenschuppen an der Spitze schwarzrot. — Der anfangs rasche Höhenwuchs lässt bald nach und die Purpurweide bildet 1—6 m hohe Sträucher, im besten Falle bis 10 m hohe Bäume mit schlankem Stamm mit glatter grauer Rinde und besenförmiger Krone. Ihr Verbreitungsgebiet geht durch Süd- und Mitteleuropa bis zum südlichen Schweden, in den Niederungen ist sie häufiger als im Gebirge und besonders im Kies und Sand der Flussufer bildet sie oft ganze Bestände, besonders in Oberbayern und Oesterreich am Unterlauf der

in die Donau mündenden Alpenflüsse. Vielfach als Flecht- und Faschinenweide, sowie als Ziergehölz angepflanzt, gedeiht sie am besten auf humusreichen Sandböden, aber auch sehr gut auf moorigem Boden und kommt auch noch auf trockenem Boden fort.

**E. Korbweiden.** Staubfäden frei. Staubbeutel nach dem Verstäuben gelb. Innere Rinde grünlich, sonst wie vor.

**8. *Salix viminalis* Linné.** Korbweide, Bandweide, Hanfweide. Blätter schmal bis lineal lanzettlich, ca. 10 mal so lang, wie breit, zugespitzt, fast ganzrandig oder seicht ausgebuchtet, am Rande etwas zurückgerollt, oberseits trüb grün, unterseits dünn graufilzig silberglänzend. Junge Zweige, wie die Knospen sammetartig graufilzig, zäh, dichtbeblättert. Nebenblätter lineal-lanzettlich, bald abfallend. Kätzchen fast sitzend, dick, mit einigen kleinen Laubblättern am Grunde; Kätzchenschuppen zottig behaart, in der oberen Hälfte schwarzbraun. Staubgefässe 2, langgestielt. Kapsel sitzend, filzig, mit langem Griffel und fadenförmigen Narben. — Die Korbweide ist eine echte Niederungsholzart, fehlt in ganz Mitteleuropa wohl kaum einer von Wasserläufen durchzogenen Ebene, ist in Norddeutschland besonders häufig, in Süddeutschland namentlich im bayrischen und niederösterreichischen Donautal verbreitet und steigt im Gebirge nur bis ca. 400 m empor. Sie liebt tiefgründigen aufgeschwemmten Sand- oder Schlamm Boden und kommt spontan nur an solchen Standorten vor, meist strauchartig, 2—4 m Höhe erreichend, selten baumartig bis 10 m. In der Masseerzeugung allen andern überlegen, ist sie die verbreitetste Kulturweide, die auch auf andern als ihren natürlichen Standorten, z. B. frischen humosen Sandböden trefflich gedeiht und selbst auf armen Sandböden verhältnismässig grosse Erträge liefert, während ihr Torfboden nicht zusagt.

**F. Graue Weiden.** Staubfäden 2, zur Hälfte verwachsen. Staubbeutel gelb. Kätzchenschuppen einfarbig (oder bei den männlichen Blüten an der Spitze der Schuppen rostfarbig.)

**9. *Salix incana* Schrank.** Weissgraue Weide (syn. *S. Elaeagnos* Scopoli). Blätter dicht stehend, schmal lineallanzettlich, lang zugespitzt, ganzrandig oder sehr fein gezähnt, mit mehr oder weniger ungerolltem Rande, oberseits glänzend dunkelgrün, unterseits dicht weissgrün, spinnwebig-filzig, glanzlos. Nebenblätter stets fehlend. Junge Triebe filzig. Stielchen der kalten Kapsel doppelt so lang als die Drüsenschuppe. Kätzchen mit den Blättern erscheinend, meist abwärts gekrümmt, mit einigen kleinen Laubblättern am Grunde. — Die graue Weide ist eine südeuropäische Holzart, bildet gleich der Purpurweide grosse Sträucher oder kleine Bäume und findet sich in Mitteleuropa am Oberrhein und vornehmlich längs der Donau und ihren rechtsseitigen Nebenflüssen mit purpurea bestandbildend, in den österreichischen Alpenländern bis 1300 m als Begleiterin der Flussläufe emporsteigend; als Kulturweide kommt sie nicht in Betracht.

**G. Saalweiden.** Hohe Bäume und Sträucher mit ei- oder verkehrt eiförmigen, oberseits graufilzigen Blättern. Kätzchen seitlich, anfangs sitzend, später gestielt; Kätzchenschuppen an der Spitze gefärbt. Kapseln langgestielt, behaart. Staubgefässe 2.

**10. *Salix caprea* Linné.** Saalweide, Palmweide. Blätter breit elliptisch, mit kurzer zurückgebogener Spitze, ca. 5—10 cm lang und 3—5 cm breit, oberseits jung flaumig, später dunkelgrün, beinahe kahl, unterseits bläulich graufilzig und sammetartig anzufühlen, mit ziemlich stark vortretender gelblicher Nervatur. Nebenblätter halbniereförmig, bald abfallend. Junge Zweige dick, flaumig, bald erkahlend und im Frühjahr glänzend braunrot. Kätzchen, wie bei den folgenden mit 4—7 Schuppenblättchen am Grunde, gross, nächst daphnoides am frühzeitigsten. — Die Saalweide ist über ganz Europa verbreitet, und in Mitteleuropa

die häufigste Waldweide, in Jungwüchsen, an Waldrändern und auf Lichtungen, besonders in der Ebene und im Hügelland, aber auch im Gebirge ziemlich hoch emporsteigend und auf den verschiedenartigsten Bodenarten bei sehr bescheidenen Standortsanprüchen gedeihend. In der Jugend sehr raschwüchsig, ist sie in 20–25 Jahren ausgewachsen und bildet bei ungestörter Entwicklung bis 7 m hohe Bäume mit besenförmiger, ziemlich dichtbelaubter Krone und glatter, grüngrauer, feintrissiger Rinde, die in höherem Alter hellgraue, breit anfreissende Borke bildet. Lebensdauer ca. 60 Jahre. Das Holz mit rötlichweissen Splint und schön hellrotem Kern, ist von allen Weidenhölzern am heizkräftigsten.

11. *Salix cinerea* Linné. Grauweide, Aschweide (syn. *acuminata* Miller), von der vorstehenden hauptsächlich durch schmalere, oberseits bleibend kurzhaarige, mattgrüne, 5–8 cm lange und 2–3 cm breite Blätter, dicke, noch im 2. Winter dicht sammetfilzige Zweige, halbierenförmige, an kräftigen Langtrieben ziemlich grosse und lange bleibende Nebenblätter unterschieden, bewohnt, mehr auf die Ebenen beschränkt, ebenfalls fast ganz Europa, liebt feuchten bis nassen Boden und kommt, immer strachförmig bleibend, als 2–6 m hoher sperriger Grossstrauch an Waldrändern, als Lückenbüsser im Niederwald, auf Wiesen, namentlich aber in den Sümpfen und sumpfigen Flussufern der norddeutschen Ebene und der ungarischen Steppe vor.

12. *Salix aurita* Linné. Ohrweide, Salbeiweide, ist charakterisiert durch ihre kleinen, nur 2–4 cm langen und 1–2 cm breiten Blätter, die oberseits mattgrün und durch das vertieft Adernetz auffallend runzelig, unterseits etwas bläulichgrün und dünnfilzig sind, mit stark ausgeprägtem Adernetz. Nebenblätter halberz- oder halbierenförmig, lange bleibend, an üppigen Langtrieben gross, blattartig gezähnt. Zweige zahlreich, dünn, jung graufaumig, bis zum Winter fast völlig kahl, rotbraun, etwas glänzend. — Mit Vorliebe auf feuchtem und sumpfigem Moorboden wachsend, im Gebirge hoch emporsteigend, ist dieser im Walde auf geeignetem Boden, namentlich in Jungwüchsen, häufige Strauch von sperrigem, 1½ m Höhe selten überschreitendem Wuchs über den grössten Teil Europas verbreitet.

13. *Salix grandifolia* Seringe. Grossblättrige Weide (syn. *appendiculata* Villars.) Diese fast ausschliesslich in den Alpenländern heimische Strauchweide (bis 2½ m Höhe), ist an ihrer oberen Grenze (bis 1900 m) die Begleiterin des Knieholzes und der Grünerle, in der tieferen Region eine echte Uferweide. Sie hat grosse, bis 15 cm lange und bis 5 cm breite Blätter, welche in der oberen Hälfte am breitesten sind, oberseits dunkelgrün, kahl; unterseits graugrün, spärlich behaart, mit sehr stark vortretendem, reichmaschigem, gelblichem Adernetz. Nebenblätter gross, halberz- bis halbpfeilförmig, fast immer vorhanden. Kätzchen, wie bei der folgenden mit nur 2–3 Schuppenblättern am Grunde.

14. *Salix silesiaca* Willdenow, die schlesische Weide, ein mittelgrosser Strauch mit brüchigen Zweigen, vertritt in den Sudeten und Karpathen in Wäldern und insbesondere an Bächen die grossblättrige Weide der Alpen. Ihre Blätter, höchstens 9 cm lang, sind breit oder verkehrt eiförmig zugespitzt, und beiderseits fast gleichfarbig. Nebenblätter wie bei voriger.

H. Schwarz werdende Weiden. Blätter ziemlich breit, nach dem Trocknen schwarz werdend.

15. *Salix nigricans* Smith, Schwarzweide. Diese äusserst formenreiche Weide ist über ganz Europa, in der Ebene wie im Gebirg, inselartig verbreitet,

fehlt vielen Gegenden gänzlich (z. B. nordwestliches Deutschland, Schwarzwald und Vogesen), während sie in anderen häufig ist (Ostpreussen, nördliche Karpathenländer und Alpen, wo sie als Begleiterin der Flüsse in die Moore des Vorlands hinabsteigt.) Blätter breiterzförmig bis lanzettlich, wellenförmig gesägt, oberseits meist kahl, dunkelgrün mit eingesenkter Nervatur, unterseits kahl mit nicht vortretender Nervatur, blaugrün mit grüner Spitze, die jüngeren nebst den Zweigen kurz weichhaarig. Wuchs meist sträuchig,  $\frac{1}{2}$ —2 m, selten (nur grossblättrige Formen) baumartig. Ruten ziemlich zahlreich, dünn, sehr lang und sehr zahl.

Von den zahllosen Weidenbastarden kommen die häufigen Mischformen von Weiss- und Bruchweide, sowie die Bastarde von Weiss- und Mandelweide, von Bruch- und Lorbeerweide, von Bruch- und Mandelweide, sowie die Bastarde der Salweide und andere als Kulturweiden nicht in Betracht, während diejenigen der Korb- und Mandelweide, sowie der Korb- und Purpurweide zum Teil kultiviert werden, insbesondere gehört nach Hempel und Wilhelm die raschwüchsige und ausdauernde Bastardweide *Salix rubra* Hudson (*purpurea*  $\times$  *vininalis*) zu den Kulturweiden ersten Ranges, von allen Weidenarten durch die gleichmässigsten Ruten ausgezeichnet, die ausserdem sehr lang, aber dünner als bei der Korbweide, so schlank wie bei der Purpurweide, zähbigsam, fest, dünnrindig und leicht schälbar sind.

#### Die Pappeln (*Populus*), (franz. *Peuplier*).

§ 76. Kätzchenschuppen handförmig gezähnt oder zerschlitzt. Blüte in einem becherförmigen Discus ohne Honigabsonderung stehend. Windblütler. Staubgefässe zahlreich (4—30). Blätter langgestielt, mitunter gelappt. Knospen mit mehreren Knospenschuppen; Endknospe vorhanden, meist grösser. Mark strahlig. — Ca. 18 Arten.

A. Aspen (Sektion *Leuce* Duby.) Junge Triebe und Blätter behaart, letztere unterseits oft bleibend filzig. Kätzchen frühzeitig, mit langhaarig gewimperten Deckschuppen der Blüten. Männliche Blüten mit 4—8 (15) Staubgefässen. Narbenäste meist kurz fadenförmig. Knospen mit mindestens 6 Schuppen. Rinde ziemlich lange glatt bleibend. Langtriebe schlank, rutenförmig, rand.

1. *Populus tremula* Linné. Zitterpappel, Aspe, Espe. Knospen klein, spitz, glänzend kastanienbraun, mehr oder weniger klebrig. Blätter jung rötlich und etwas behaart, bald kahl, oberseits dunkelgrün, unterseits hellgraugrün mit stark vortretendem Adernetz, zweigestaltig, an den kurzen Seitentrieben kreisrund bis eirundlich, unregelmässig grob und ausgeschweift stumpf gezähnt, ca. 3—7 cm lang und 3—8 cm breit, bei jungen Pflanzen stets grösser als bei älteren, mit 3—6 cm langem, dünnem, seitlich zusammengedrücktem Blattstiel, an Gipfel-, Johannis- und Wurzeltrieben rhombisch bis herzeiförmig, zugespitzt, klein gesägt, kurz gestielt, meist bleibend filzig, an kräftigen Lohden bis 19 cm lang und 13 cm breit. Kätzchen gross und dick, hängend, mit karminroten Staubbeutel und Narben. — Die Aspe wird mit ca. 20—25 Jahren mannbar, an Stockausschlägen noch früher und blüht je nach Klima und Lage im März oder April einige Wochen vor dem Laubaussbruch. Samenreife im Mai oder Juni; Abfall gleich nach der Reife, sobald die Kapseln aufgesprungen sind. Samenjahre fast alljährlich. Samen sehr klein, gelblich, mit weisswolligem Haarschopf am Grunde, durch den Wind überall verbreitet. Keimfähigkeit gering. Die Keimung erfolgt in 8—10 Tagen

nach dem Abfall mit zwei sehr kleinen, fleischigen, herzeiförmigen Cotyledonen. Die Samen verlieren ihre Keimfähigkeit sehr schnell. — Im 1. Jahr ist der Höhenwuchs gering, steigt dann sehr rasch an, bis über 1 m pro Jahr betragend, erreicht mit dem 30.—40. Jahre seinen Gipfelpunkt und nach etwa zwei weiteren Jahrzehnten seinen Abschluss. In dieser Zeit kann die Aspe im Südwesten Mitteleuropas 10—20 m hohe und 1/2 m starke, im Nord- und Südost dagegen bis 35 m hohe und 1 m starke Stämme bilden. Das Alter überschreitet bei aus Samen erwachsenen Pflanzen selten 100 Jahre, bei den aus Wurzelbrut hervorgegangenen ist die Lebensdauer noch viel kürzer. Der Stamm reinigt sich auch im Freistand bis hoch hinauf von Aesten. Die lichte Krone entwickelt frühzeitig zahlreiche Kurztriebe, an welchen die ungemein beweglichen Blätter gebüschelt sitzen. Die gelblichgrüne Rinde bleibt lange glatt, reißt dann in der für alle Pappeln charakteristischen Weise mit rhombischen Pusteln auf, die sich vergrößern und seitlich zusammenfließen und schliesslich eine längstrigige graue Borke bilden. Das Holz ist von allen weidenartigen Laubbälzern durch den Mangel eines gefärbten Kernes ausgezeichnet, ist schmutzigeis, von gleichmässiger Struktur, langfaserig, ziemlich glänzend, leicht (ca. 0,51), sehr weich, leicht- und schüsspaltig, mittelfest, wenig fest, trocken ziemlich dauerhaft, im Freien von geringer Dauer, mässig schwindend (0,59/6) und von sehr geringer Brennkraft (0,58—0,62). Es gehört wie das aller Pappeln zu den zerstreutporigen Weichhölzern, deren Markstrahlen mit unbewaffnetem Auge nicht oder kaum zu erkennen sind. Die Bewurzelung ist flach und weit ausstreichend, das Ausschlagvermögen vom Stock aus gering, dagegen die Fähigkeit, Wurzelbrut zu treiben, die übrigens allen Pappeln zukommt, hier besonders gross und andauernd. Künstliche Anpflanzung fast nur durch Wurzel-schösslinge, weil Stecklinge fast immer versagen. — Das Verbreitungsgebiet der Aspe, die von allen Pappeln noch am meisten den Charakter eines eigentlichen Waldbaumes besitzt, umfasst beinahe ganz Europa mit Ausnahme des äussersten Südens und Nordens (bis 71°) — sie geht im allg. so weit wie die gemeine Birke —, Nordafrika, die Kaukasusländer, Sibirien und Japan. Ihre vollkommenste Entwicklung erreicht sie als Baum der Ebene im östlichen und nordöstlichen Europa (Galizien, Posen, Ostseeländer, Russland), wo sie teils rein, teils in Mischung mit Erlen und Birken geschlossene Bestände von grosser Schönheit und dichtem Schluss bildet. In den deutschen Mittelgebirgen, den Alpen, sowie in Süd- und Westeuropa steigt sie ziemlich hoch im Gebirge empor. — Die Aspe ist, namentlich auf geringen Böden, eine ausgesprochene Lichtholzarart, in ihren Standortsansprüchen bescheiden und sehr anpassungsfähig, verlangt aber zu vollkommenem Gedeihen kräftigen Waldboden und mässig warmes, luftfeuchtes Klima; heisse trockene Sandböden sowie schwere Ton- und Moorböden sagen ihr nicht zu.

2. *Populus alba* Linné. Silberpappel. Knospen spitz, dicker wie bei voriger, wie die jungen Triebe nicht klebrig, anfangs weissfilzig, später ziemlich kahl und braun. Blätter an den Kurztrieben und im unteren Teil der Langtriebe ca. 4—7 cm lang und 3—4 cm breit, eiförmig, unregelmässig stumpf gezähnt, oberseits dunkelgrün, unterseits weisslich, an der Spitze der Langtriebe bis über 10 cm lang und breit, handförmig gelappt, unterseits undurchsichtig weissfilzig. Narben der weiblichen Blüten gelblichgrün. Sonst ähnlich wie vorige. Die Silberpappel wird noch früher mannbar als die Aspe, ist schon im 1. Jahre raschwüchsiger (10—20 (50) cm) und kann schon mit 30—40 Jahren, in welchem Alter der Höhenwuchs im wesentlichen abgeschlossen ist, bis 30 m hohe und bis 1 m starke Bäume mit anfangs eikegelförmiger, später breiter, oft gelappter, lockerästiger, dichtblaubter Krone mit zahlreichen Kurztrieben bilden. Trotz

dieser Raschwüchsigkeit kann die Silberpappel 300—400 Jahre alt und ausserordentlich stark werden (über  $4\frac{1}{2}$  m Durchmesser!). Die geschlossene Rinde ist mehr weissgrau, das Holz hat einen zuerst gelben, dann braunen Kern und breiten Splint, in seinen technischen Eigenschaften dem Aspenholz ähnlich, aber etwas gröber. Bewurzelung ähnlich wie bei der Aspe, weit ausstreichend, aber gleichzeitig auch in die Tiefe entwickelt. Reproduktionsvermögen und Vermehrung wie bei der Aspe. Das natürliche Verbreitungsgebiet der Silberpappel umfasst die südliche Hälfte Europas und den Orient. In Mitteleuropa meist an die Flussläute gebunden, ist sie am häufigsten und zugleich am schönsten entwickelt auf den Auen der Donauländer, einen hervorragenden Bestandteil der dortigen Auenwälder bildend; auch am Oberrhein ist sie nicht selten, sonst in Mittel- und Norddeutschland und weiter nach Norden durch Anbau verbreitet und auf passenden Standorten bis zum  $67^{\circ}$  in Norwegen gedeihend. Im Gebirge steigt sie nicht weit empor. Die Standortansprüche sind grösser als bei der Aspe, ein feuchter, tiefgründiger, lockerer und fruchtbarer Boden (Auenboden) sagt ihr am meisten zu, selbst auf bruchigem Boden kommt sie noch fort, falls derselbe genügend Saud enthält, dagegen verkrüppelt sie auf zu mageren oder trockenen Böden.

3. *Populus canescens* Smith. Graupappel, ziemlich allgemein als ein Bastard  $alba \times tremula$  betrachtet, obwohl sie immer keimfähigen Samen hervorbringt. Findet sich vereinzelt im natürlichen Verbreitungsgebiet der Silberpappel, besonders der badischen und elsässer Rheinfläche und in den Donauländern und stellt dieselben Ansprüche an Boden und Klima wie die Silberpappel. Die Blätter gleichen denen der Kurztriebe der Silberpappel, tragen aber, erwachsen, nur auf der Unterseite einen dünnen Haarfilz. Mit 40 Jahren pflügt der Höhenwuchs (bis ca. 20 m) erschöpft zu sein und schon mit 80—100 Jahren werden die bis 50 cm Stärke erreichenden Stämme kernfaul. Im Niederwaldbetrieb schlägt sie gut vom Stock aus und liefert auch Wurzeibrut.

B. Schwarzpappeln (Sektion *Aigeiros*). Kuospfen gross, mit bloss zwei grossen, zusammengerollten Schuppen, nebst den jungen Zweigen immer kahl und klebrig. Blattstiele seitlich zusammengedrückt, Blätter kahl, unterseits grün, mit durchscheinendem Rand. Kätzchen frühzeitig, mit kahlen Deckschuppen. Männliche Blüten meist mehr als 15 Staubgefässe. Narben deutlich gestellt, meist breit gelappt. Langtriebe rutenförmig, aber dicker, knotiger, kantig.

4. *Populus nigra* L. Schwarzpappel. Blätter rundlich dreieckig oder rhombisch, am Grunde fast stets keilförmig, nach oben lang zugespitzt, am Rande knorpelig gesägt, meist 5—7 cm lang und 3—6 cm breit, an kräftigen Stock- und Stammlothen oft 13—16 cm lang, oberseits glänzend dunkelgrün, unterseits mattgrün, mit beiderseits scharf vortretenden gelblichen Kippen. Junge Zweige fahlgelb. Männliche Kätzchen dickwalzig, mit roten Staubbeuteln, weibliche schlanker, mit zwei gelben, tief ausgerandeten, aufgerichteten Narben auf jedem Fruchtknoten. Blütezeit im März oder April. Belaubung im April oder Mai. Samenreife im Juni. — Die Schwarzpappel wächst rasch, aber doch etwas langsamer als die anderen Pappelarten und bildet auf guten Standorten in 40—50 Jahren geradstämmige, 20—25 m hohe Bäume mit umfangreicher, im Alter breit abgewölbter, lockerer Krone mit starken, oft gerade abstehenden Ästen und sehr beweglichem Laube. Auch diese Pappel erreicht trotz ihrer Raschwüchsigkeit ein mehrhundertjähriges Alter, 27—30 m Höhe und über 2 m Durchmesser. Die Bewurzelung ist vorwiegend seicht und weit ausgreifend, doch bildet sie häufig auch einige tief in den Boden dringende Wurzeln.

Der Stamm zeigt Neigung zur Bildung von „Maserkröpfen“, aus denen, wie aus dem Stock, sehr reichlicher Ausschlag erfolgt, während die Neigung zur Wurzelbrutbildung verhältnismässig gering ist. Vermehrung am besten durch Stecklinge (und Setzstangen). Das im Kern hellbräunliche Holz ist ziemlich grob, sehr leicht (0,45) und stimmt in seinen Eigenschaften mit dem der Silberpappel im wesentlichen überein. Die grauweisse Rinde bildet am Stamm und den stärkeren Aesten frühzeitig eine hochhinaufreichende dicke, tieflängsrisrige, bräunliche oder schwärzliche Borke. — Das Verbreitungsgebiet umfasst beinahe ganz Europa (bis zum 61°), doch dürfte der Baum wahrscheinlich nur in der südlichen Hälfte einheimisch sein. In den mitteleuropäischen Gebirgen geht sie nicht hoch empor. Meist ausserhalb des Waldes vorkommend, ist sie doch nach der Aspe die häufigste Pappelart im Walde und ist am schönsten längs der Wasserläufe, in der Ebene, in Ufergehölzen und Auwäldern entwickelt, oft in Gesellschaft der Silberpappel, aber weniger wie diese an solche Standorte gebunden, da sie als anspruchslose, der Aspe nahekommende Holzart sich jedem Boden und Klima anpasst.

5. *Populus pyramidalis* Rozier, die Pyramidenpappel oder italienische Pappel, ist wahrscheinlich nur eine Varietät der Schwarzpappel, von welcher sie sich durch die in sehr spitzen Winkel aufstrebenden zahlreichen Aeste und den dadurch bedingten schlank pyramidalen Wuchs, im allgemeinen etwas kleinere, breitere und weniger zugespitzte Blätter und den mit sehr starken, rippen- und selbst bretbartig vorspringenden Wurzelaufläufen versehenen, spannrückigen, abholzigen, stets etwas nach links gedrehten Stamm, sowie durch um 8—14 Tage frühere Blütezeit und Belaubung unterscheidet. Die weiblichen, ausserordentlich viel selteneren Bäume zeigen eine etwas breitere Krone und unter etwas grösserem Winkel ablaufende Aeste als die männlichen. Die Pyramidenpappel ist der Schwarzpappel, mit der sie sonst in allen wesentlichen Eigenschaften übereinstimmt, im Höhenwuchs noch etwas überlegen (bis 33 m), wird aber nicht so stark und trägt etwas weniger Bodenfeuchtigkeit. — Angeblich wild im Himalaya, vielleicht auch in der Krim und in Italien, in Deutschland etwa seit 1740 angepflanzt. Früher beliebter Alleebaum, wegen der Aussaugung der angrenzenden Felder neuerdings vielfach beseitigt.

6. *Populus monilifera* Aiton (syn. *P. canadensis* Moench), die kanadische Pappel, Rosenkranzpappel, im östlichen Amerika als Begleiterin der Flüsse heimisch und dort mitunter bis 50 m Höhe erreichend, ist durch ungewöhnliche Raschwüchsigkeit ausgezeichnet und schon lange als Park- und Alleebaum in Europa eingeführt. Sie steht der Schwarzpappel nahe, unterscheidet sich aber von ihr durch grössere, an der Spitze häufig stark nach aussen gebogene braune Knospen, durch grössere, in der Form sehr variierende Blätter (6—12 cm lang, 5 bis 10 cm breit), welche meist fast dreieckig, an der Basis gerade abgeschnitten und am Rande zuweilen anliegend behaart sind, sowie durch die von Korkrippen etwas kantigen Langtriebe und die in der Zahl 3—4 vorhandenen, zurückgerollten Narben. Die Rinde bildet frühzeitig eine etwas regelmässiger längsfurchlige graue Borke. Der Stamm ist gleichmässiger und vollkommener gerundet, das Holz mit hell- oder graubraunem Kern ist äusserst leichtspaltig und stimmt sonst mit dem Schwarzpappelholz überein. Sie erreicht bei uns nach Hartig in 12 Jahren auf gutem Boden 14—16 m Höhe, in 40 Jahren bis 22 m, nach Hausrath auf Anwaldboden bei Karlsruhe in 31 Jahren gar 31 m und 54 cm Durchmesser bei sehr geradem, hoch hinauf astreinem Stamm, gedeiht am besten auf frischem bis feuchtem, fruchtbarem Boden, kommt aber mit entsprechend geringeren Leistungen auch auf ärmeren und trockeneren Standorten fort. Seit 1772 in Europa eingeführt und nicht selten, namentlich in neuerer Zeit, forstlich angebaut.

7. *Populus angulata* Aiton. Kantigzweigige Pappel, aus den mittleren und südlichen Vereinigten Staaten, mit kräftigen, durch starke Korkrippen kantigen Langtrieben und ähnlichen bis 13 cm langen Blättern wie vorige, ist bei uns ab und zu als Zierbaum angepflanzt. Köhne stellt hierher die von Hartig als Art bezeichnete

8. *Populus serotina* Hartig. Späte Pappel, die aber auch zur Rosenkranzpappel gezogen wird und durch fadenförmig zerschlitzte Kätzchenschuppen und späteren Laubausbruch als alle anderen Pappeln ausgezeichnet ist. Die Blätter sind etwas kleiner als bei voriger, mit abgestutzter Basis. Ebenfalls sehr raschwüchsig, bei uns früher hauptsächlich nur in Braunschweig angepflanzt, ist sie neuerdings für forstlichen Anbau wieder empfohlen worden.

C. Balsampappeln (Sektion *Tacamahaca*). Knospen, junge Triebe und Blätter sehr klebrig und kahl. Blattstiele rund, oberseits gefurcht. Blätter bis 15 cm gross, ohne durchscheinenden Rand, unterseits weisslich. Langtriebe kantig, stark, sehr knotig, von geringer Länge, aus den meisten Seitenknospen bloss Kurztriebe entwickelnd, daher sperrige Krone.

Folgende 3 Arten sind bei uns als stattliche Zierbäume angepflanzt:

9. *Populus canadensis* Aiton. Ontariopappel. Blätter von der Form des Lindenblatts, herzförmig-dreieckig oder herzeiförmig, fast so breit wie lang. — Aus Canada und den nördlichen Staaten der Union.

10. *Populus laurifolia* Ledebour. Lorbeerpappel. Blätter viel länger als breit, aus abgerundetem oder selbst seichtherzförmigem Grunde breit eilänglich bis lanzettlich, allmählich verschmälert oder etwas zugespitzt. Junge Langtriebe gelblichgrün, scharf gerippt oder geflügelt kantig. — Aus dem südlichen Sibirien.

11. *Populus balsamifera* Linné. Balsampappel. Blätter länger als breit, eiförmig, zugespitzt. Junge Langtriebe glänzend braunrot, rund oder schwach kantig. Aus dem östlichen Nordamerika.

## 2. Kätzchenlose Laubbölzer.

§ 77. Ulmenartige Laubbölzer (Familie *Ulmaceae*). Blüten eingeschlechtig oder zwittrig, mit 4—8spaltigem, kelchartigem, glockenförmigem Perigon und ebensoviel Staubgefässen wie Perigonzipfel, in cymösen Knäueln oder einzeln in den Achseln von Laubblättern. Fruchtknoten einfächerig (mit dem Rudiment eines zweiten Faches), mit einer Samenknope. Windblütler. Holzpflanzen mit abfallenden zungenförmigen Nebenblättern. Ca. 130 Arten.

### Ulme. *Ulmus* (franz. Orme).

Blüten in von Knospenschnuppen umgebenen Knäueln in den Achseln vorjähriger Blätter, vornehmlich im unteren und mittleren Teil der Triebe, lange vor dem Laubausbruch anblühend. Frucht ein ringsum häutig geflügeltes Nüsschen. Blätter vom Grund an fiedernervig, ungleich, die der Zweigspitze zugekehrte Hälfte grösser, streng 2zeilig angeordnet. Endknope fehlt; Seitenknospen schieb über scharf vortretenden, 3 derbe Gefässbündelspuren tragenden Blattnarben. Blütenknospen dick kugelig.

1. *Ulmus campestris* Spach (syn. *U. glabra* Miller.) Feldulme, Gemeine Ulme, Rotulme, Rusche. (Laub)knospen klein, spitzeiförmig, mit dunkelbraunen Schuppen, kahl, oder kurz weisslich behaart. Junge Zweige dünn, glänzend rostgelb bis rotbraun, glatt. Blätter lanzettlich bis



breit herzförmig, gespitzt, mit sehr ungleichem Grunde, ca. 6—10 cm lang, in Form und Grösse sehr variabel, an Kurztrieben stets kleiner wie an Langtrieben, meist länger gestielt, ausgewachsen sehr derb, oft fast lederartig, oberseits dunkelgrün, meist lebhaft glänzend, unterseits matt hellgrün, mit dem grössten Durchmesser in der Mitte, meist kahl, seltener bei Strauchformen in der Regel, kurz rauhaarig, meist nur unterseits in den Nervenwinkeln gebartet, einfach bis doppelt gekerbt-gesägt. Blüten sehr kurz gestielt; Staubgefässe meist 4—5, 2—3 mal so lang als das Perigon, mit karmintroten Staubbeuteln. Frucht meist verkehrt eiförmig, 1—2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> cm lang, Nüsschen rötlich, meist dem Vorderrand des kahlrandigen Flügels genähert und bis zum Rande der Einkerbung reichend. — Die Mannbarkeit tritt auch im Freistand nicht leicht vor dem 30.—40. Jahre ein, reichliche Samenjahre meist jedes 2. Jahr. Blütezeit März oder April. Samenreife Ende Mai, oder im Juni. Keimfähigkeit gewöhnlich nur 20—40%, bis zum nächsten Frühjahr haben die meisten Samen ihre Keimkraft eingebüsst und die Keimung erfolgt dann spät oder die Samen liegen über; gleich nach der Reife gesät keimen die Samen in 3—4 Wochen, mit zwei dicken fleischigen, verkehrt-eiförmigen, am Grunde pfeilförmigen kleinen Keimblättchen (denen von *Carpinus* ähnlich), das erste Laubblattpaar ist gegenständig, grob gesägt, noch nicht unsymmetrisch. Im 1. Jahr wird das Pflänzchen 20 cm und darüber hoch. Der Jugendwuchs ist rasch, dem der Eiche ähnlich, in den ersten 5 Jahren durchschnittlich je 30—50 cm. Der grösste Höhen- und Stärkewuchs liegt zwischen dem 20. und 40. Jahre. Im 50.—60. Jahre ist der Höhenwuchs im wesentlichen erschöpft und die Krone wölbt sich ab. Im Schlusse kann der geradschaftige Baum bis 30 und 33 m Höhe und beträchtliche Stärke erreichen, im Freistand löst er sich 6—8 m und weniger über dem Boden in eine sehr breite, reichastige, locker belaubte Krone auf, deren ältere Langtriebe auffällig zweigliedrig verzweigt und flach ausgebreitet sind. Das Alter kann mehrere Jahrhunderte betragen. Die älteste deutsche Ulme dürfte die „Schimsheimer Effe“ in der Rheinpfalz sein, die in Brusthöhe 11 m 73 Umfang besitzt und deren Alter auf 450—600 Jahre geschätzt wird. In der Jugend hat der Baum eine tiefgehende Pfahlwurzel, die aber namentlich auf Aueböden bald verschwindet, so dass vom 6.—10. Jahre von einem starken Wurzelstock einige kräftige „Herzwurzeln“ in die Tiefe gehen und zahlreiche Seitenwurzeln flach unter der Erdoberfläche streichen. Das Ausschlagvermögen aus dem Stock wie aus dem Stamm ist sehr bedeutend und ebenso die Neigung zur Bildung von Wurzelbrut, durch welche sie sich in Auwäldungen vornehmlich erhält. Die an dickwandigen Bastfaserbündeln reiche Rinde, anfänglich glatt und bräunlichgrau, reisst im Staugenholzalter auf und bildet eine, später in anfällig rechteckige Stücke zerklüftete, an alten Bäumen vorwiegend tief längsrissige, dunkelgraubraune, der Stieleiche ähnliche Borke. Bei der Var. *suberosa* bildet die Rinde an einzelnen Zweigen und schwächeren Ästen leistenförmige Korkflügel, die nach einigen Jahren abgestossen werden. Das ringporige Holz besitzt einen lebhaft chocoladebraunen Kern und gelblichen schmalen Splint und lässt auf dem Querschnitt die Markstrahlen mit blossen Auge nicht erkennen, dagegen verlaufen im Spätholz zahlreiche feine, unterbrochene Wellenlinien, welche aus einfachen Reihen enger Gefässe bestehen. Die Hauptmasse des Holzes besteht aus dickwandigen Holzfasern. Das sehr wertvolle Holz ist grobfaserig, elastisch, zähbiagsam, sehr fest, schwer (0,74), sehr zähe, sehr schwerspalzig, ziemlich hart, von ausserordentlicher Dauer und sehr brennkräftig (0,80 bis 0,90).

Das Verbreitungsgebiet der Feldulme umfasst in Europa, wo ihr Optimum südlich den Alpen liegt, die milderen Gegenden bis zum südlichen Schweden und Nor-

wegen. Sie ist ein Baum der Ebene und Flusstäler, wo sie eingesprengt, horstweise, oder auch als herrschende Holzart (z. B. in den Auenwäldern der Elbe) vorkommt, im Gebirge, wenigstens in Mittel- und Süddeutschland, kaum über 400—500 m emporsteigend. In bezug auf Boden und Klima gehört die Feldulme zu den anspruchsvollsten aller unserer Waldbäume und verlangt zu vollkommener Entwicklung sehr mineralkräftige, tiefgründige, lockere und frische Böden und verträgt beinahe wohl Nässe wie die Esche; Bruchboden sagt ihr nicht zu. Ebenso gehört sie zu den wärmebedürftigsten Holzarten, ist aber, der Schwarzerle ähnlich, ein nur in mässigem Grade lichtbedürftiger Waldbaum.

2. *Ulmus montana* Withering (syn. *U. campestris* Linnés Herbar.; *scabra* Miller). Bergulme, Haselulme, Weissulme oder -rüster, von der Feldulme, mit der sie vielfach verwechselt wurde, durch folgende Merkmale zu unterscheiden: Laubknospen grösser und voller, dunkelbraun, auf dem Rücken rostbraun behaart. Blätter ebenfalls sehr vielgestaltig, kürzer gestielt, grösser, 8—16 cm lang, dünn, länger zugespitzt, scharf doppelt gesägt, die endständigen (grössten) der Zweige oft 3zipfelig, über der Mitte am breitesten, dunkler grün, oberseits nur wenig glänzend, beiderseits durch kurze, steife Behaarung rau. Bei jungen, namentlich in starker Beschattung erwachsenen Bäumen sind diese Unterschiede am auffälligsten, nicht selten sind hier die Blätter am keilförmigen Grund kaum ungleich und hier wie namentlich an Ausschlaglothen erinnern die breiten Blätter oft an die Hasel. Blüten kurz gestielt (bis 1 mm), grösser als bei der Feldulme; Staubgefässe, meist 5, ungefähr doppelt so lang als das Perigon, mit violetten Staubbeutel. Die kahlen, grösseren (bis 3 cm) Früchte sind meist oval und tragen das grünliche Nüsschen meist in der Mitte des Flügels, den Rand der oberen Einkerbung lange nicht erreichend. Im Entwicklungsgang gleicht die Bergulme der Feldulme, ist aber in allen Teilen derber und kräftiger und erwächst gleichfalls zu ansehnlichen Bäumen mit teilweise abwärts geneigten Zweigen. Korkleistenbildung an jüngeren Zweigen tritt nur sehr selten auf. Die Borke ist mehr seicht längsrissig, der Eiche sehr ähnlich, das Holz hat einen blassbraunen Kern und unterscheidet sich anatomisch dadurch vom Feldulmenholz, dass die engen Gefässe des Spätholzes in zusammenhängenden wellenförmigen, breiteren Linien auftreten. Seine Güte ist wesentlich geringer; es ist lockerer und splintreicher, weniger fest und elastisch, etwas besser spaltbar, schwer (0,69), minder brennkräftig. — Das europäische Verbreitungsgebiet der Bergulme, die in Deutschland zwar nur eingesprengt oder horstweise auftritt, aber weitaus die verbreitetste Ulme ist, umfasst die nördliche Hälfte Europas, wo sie von Schottland und vom südlichen Schweden und Norwegen, sowie vom nördlichen Russland bis zu den südlichen Alpen und Karpathen reicht. Die Bodenansprüche sind nahezu die gleichen wie bei der Feldulme, doch geht sie höher im Gebirge empor und begnügt sich mit geringerer Luftwärme.

3. *Ulmus effusa* Willdenow. Flatterulme, Effe, lffe, Bast-rüster. Knospen spitz, schlank, zimmetbraun, kahl, durch dunkle Beraudung ihrer Schuppen gescheckt. Junge Zweige dünn, hellbraun, meist glatt und glänzend, an Stockausschlägen aber behaart, stets ohne Korkflügel. Blätter dünn, oberseits kahl oder etwas rau, unterseits gleichmässig weich behaart, hinsichtlich der Grösse zwischen beiden vorstehenden Arten, in der Mitte am breitesten, am Grunde sehr unsymmetrisch, lang zugespitzt, scharf doppelt gesägt, Hauptzähne nach vorn gekrümmt. Blüten lang gestielt (bis 17 mm), in flatterigen Büscheln, ca. 14 Tage früher aufblühend. Früchte an 3—4 cm laugen Stielen hängend, kleiner als bei vorigen (bis 1½ cm), mit central gelagertem Nüsschen und deutlich ge-

wimpertem Flügelrand. Bewurzelung ziemlich tief, mit oft mächtigen Wurzelanläufen. Der Wuchs ist etwas rascher als bei der Feldulme, sie erwächst ebenfalls zu stattlichen Bäumen mit etwas schlankerem Stamm und breiter, lockerer, unregelmässiger, reichästiger Krone. Der Stockausschlag ist reichlich; die Neigung zu Wurzelbrut scheint verschieden, im allgemeinen aber bedeutend zu sein. Die Rinde bildet eine nur mässig dicke, längsrisrige, graubraune, fortwährend in flachen gekrümmten Schuppen abblätternde Borke. Das Holz hat breiten Splint, schwach lichtbraunen Kern, spez. Gewicht 0,66 und steht in seinen technischen Eigenschaften den beiden anderen Arten erheblich nach, bildet aber häufig sehr schöne Maserungen. Je heller der Kern, desto geringwertiger pflegt das Ulmenholz überhaupt zu sein und umgekehrt. Anatomisch ist es durch feine, aber deutliche Markstrahlen und durch fast ununterbrochene wellenförmige Bänder von engen Gefässen im Spätholz ausgezeichnet und infolge dessen lockerer. Die Flatterulme ist ein Baum Mitteleuropas; auf den südlichen Halbinseln sowie in Grossbritannien und der skandinavischen Halbinsel fehlt sie; fast ausschliesslich auf die Ebene beschränkt, findet sie sich, im allgemeinen nirgends häufig, an ähnlichen Standorten wie die Feldulme, ist aber in ihren Bodenansprüchen etwas bescheidener und kommt noch auf leichtem sandreichem Boden und auf moorigen Standorten fort.

4. *Ulmus americana* Linné. Amerikanische Ulme, fast im ganzen atlantischen Amerika verbreitet, ebenfalls sehr variabel, der Flatterulme ähnlich, mit unterseits ebenfalls weichhaarigen, am Grunde aber weniger ungleichen, auf dem Rücken der Randzähne oft nur einmal gezähnten Blättern, deren Seitenrippen nach Mayr vor dem Eintritt in die Zahnspitze jeweils einen kräftigen Nerv nach der Zahnbasis abgeben, mit am Rand gewimperten Früchten, deren Nüsschen der Flügeleinkerbung dicht anliegt. Erreicht in ihrer Heimat auf bestem Standort bis 35 m Höhe und 1 m Stärke, während sie auf trockenen Standorten niedrig bleibt. Bei uns vollkommen hart, selbst in Norddeutschland und auf geeigneten Standorten die gleichen Dimensionen wie in ihrer Heimat erreichend, wurde diese Ulme bei uns vielfach, namentlich in den 60er und 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts und besonders in Ost- und Westpreussen forstlich angebaut. Da ihr sehr schwerspatiges Holz nur ein spez. Gewicht von 0,65 und einen hellbraunen Kern besitzt, will man neuerdings mit Recht nichts mehr von ihr wissen.

§ 78. *Celtis australis* Linné. Gemeiner Zürgelbaum (franz. Micoquier). Knospen gerade über den Blattnarben. Blätter 2zeilig, 5–20 cm lang, schiefeilanzettlich, lang zugespitzt, unterseits kurzhaarig, am Rande einfach gesägt, am Grunde handnervig, indem vom keilförmigen Grunde neben der Mittelrippe je ein kräftiger Seitennerv bis gegen die Mitte des Randes läuft. Blüten lang und dünn gestielt, einzeln (oder zu 2–3) in der Achsel diesjähriger Laubblätter. Frucht eine ca. 1 cm grosse, anfangs orangegelbe, später braunviolette kugelige Steinfrucht mit spärlichem, geniessbarem Fleisch. — Der gemeine Zürgelbaum ist eine südeuropäische Holzart, welche in den südlichen Alpenländern, in Italien, Croatien und Südungarn die Nordgrenze seiner Verbreitung findet, mit Ausnahme Südungarns hier meist nur vereinzelt in sonnigen Lagen auftritt und langsam sich entwickelnd in 150–200 Jahren 15–20 m hohe Bäume mit grosser rundlicher Krone bildet und ein vielhundertjähriges Alter erreichen kann. Sein Holz, im Splint gelblich, im Kern grau, atlasglänzend, von der Struktur der Ulmenhölzer, aber mit deutlichen Markstrahlen, ist ein vorzügliches Werkholz vom Gewicht 0,75 bis 0,82, das an Zähigkeit alle europäischen Holzarten übertrifft.

*Celtis occidentalis* Linné, der amerikanische Zürgelbaum, ein in ganz Nordamerika mit dem Optimum im feuchten Flussgebiet des Mississippi heimischer Baum mit nach Mayr ziemlich geringwertigem Holz, mit beiderseits kahlen oder nahezu kahlen, bis 9 cm langen, variablen Blättern und ungeniessbaren rötlichbrannen Steinfrüchten, ist bei uns frosthärter und vielfach als Zierbaum angepflanzt.

Zelkowa Keáki Dippel (syn. *Planera acuminata* Planchon). Keáki, der wertvollste Laubholzbaum Japans, dort in der Edelkastanienzone heimisch. Leittrieb dünn, schief gestellt. Blätter spitzeiförmig, meist gleichseitig, sehr kurz gestielt, grob stachelspitzig, gekerbt-gesägt, gleichmässig fiedernervig mit meist 10 Nervenpaaren, an fruchtbaren Zweigen ca. 3–6 cm, an unfruchtbaren 6–12 cm lang. Blüten meist eingeschlechtig, unscheinbar, sitzend an kurzen Seitenzweigen, die männlichen einzeln in den oberen Blattachseln, die weiblichen in 3–5gliedrigen Knäueln am unteren, blattlosen Teil der Triebe. Frucht eine kleine schiefkugelige Steinfrucht, den Nüsschen der Hainbuche ähnlich. — Das feinfaserige Holz dieser in Japan sehr rasch wüchsigen Lichtholzart, die sehr starke Dimensionen erreicht, hat einen dunkelbraunen Kern und wird in seiner Heimat höher geschätzt als das der dortigen, unserer Zerreihe vergleichbaren Eichen. — In Deutschland in den Kreis der forstlichen Anbauversuche gezogen, hat sich die Keáki bis jetzt bewährt, ist auch bei uns raschwüchsig, in 8 Jahren ca. 4 m hoch, und stellt, wie zu erwarten, ziemlich hohe Ansprüche an Bodengüte und Wärme, ähnlich der *Carya alba*. Die Früchte besitzen meist grosse Keimfähigkeit, laufen nach ca. 4 Wochen auf und die jungen Pflanzen werden im 1. Jahre 20–25 cm hoch. Im Freiland geht das Bäumchen frühzeitig in die Aeste. Eine Pfahlwurzel fehlt, gleich nach dem Versuchen bilden sich 5–6 kräftige Herzwurzeln aus. Der junge Baum verlangt volles Licht von oben und Seitenschutz; milder kräftiger Lehm oder frischer sandiger Lehm sagt ihm am besten zu.

§ 79. *Viscum album* Linné. Gemeine Mistel (franz. Gui) aus der ca. 500 meist tropische Arten umfassenden Schmarotzerfamilie der Loranthaceen. Immergrüner, Zhäusiger, sehr ästiger, rundlicher Busch mit glatter oder querrunzeliger gelbgrüner Rinde ohne Korkbildung, mit gegenständigen, lederigen, länglichen, abgerundeten dunkel- oder gelblichgrünen Blättern an den Enden der Gabeläste. Blütezeit je nach Klima vom Februar bis April. Die weissen oder gelblichen Beeren mit sehr klebrigem Fleische reifen im Dezember oder im nächsten Frühjahr und werden durch Vögel (Misteldrossel) verbreitet. Die Keimwurzel der an der Rinde der Nährbäume angeklebten Samen bildet zunächst auf der Rinde eine flache Hartscheibe, aus deren Mitte dann eine kegelförmige Saugwurzel hervortritt und die Rinde bis zum Holzkörper radial durchwächst, ohne in denselben einzudringen. Aus der Basis dieses ersten „Senkers“ entspringen einige flach in den jüngsten Rindenschichten ausserhalb des Cambiums weiterwachsende und seitlich mit den Rindenzellen fest verwachsene Seitenwurzeln, die „Rindenzwurzeln“, welche sich alljährlich wenig verlängern (bei der Kiefer im Durchschnitt 0,75, bei der Tanne 1,7 cm) und alljährlich einen bis höchstens zwei, oft nur alle 2 Jahre einen neuen Senker bilden, so dass die Senker in Längsreihen zu stehen kommen. Die Spitze der Senker geht in Dauergewebe über, wenn sie an der Grenze des Holzkörpers angelangt ist und gelangt in das Holz, indem sie vom nächsten Jahresring umwachsen wird. In der Region des jeweiligen Cambiums dagegen bleiben die Senker wachstumsfähig und verlängern sich so alljährlich, genau wie ein Markstrahl, um die Dicke eines Jahresringes und das Ende der Senker kommt alljährlich um einen Jahresring weiter (unter günstigen Umständen bis

40 und mehr) in das Holz hinein. Die Senker nehmen mit ihren Seitenflächen, soweit sie im wasserleitenden Holze stecken, Wasser auf und sterben an den Enden erst ab, wenn sie ins Kernholz kommen, wo sie radial verlaufende Löcher hinterlassen. Später werden die Tragäste krebsartig verunstaltet, weil endlich auch die Basis der alten, breiten, dicht beisammenstehenden Senker in Dauergewebe übergeht und so ein weiteres Dickenwachstum der Aeste an den Ansatzstellen der Büsche verhindert. An den Rindenwurzeln, die von der Basis des Busches aus nach dessen Absterben auch allmählich absterben, entspringen als echte Wurzelbrut zahlreiche Adventivknospen, welche neue Büsche (vielfach einen ganzen Bestand) erzeugen. Das Abschneiden der Mistelbüsche ist nur dann von Erfolg, wenn die Aeste so weit entfernt werden, als die Rindenwurzeln reichen. — Unter den Waldbäumen schmarotzt die in ganz Europa östlich bis Memel verbreitete Mistel am häufigsten auf Kiefern und Tannen, Pappeln, Linden, Birn- und Apfelbäumen, findet sich aber gelegentlich auch auf den meisten anderen und ist sehr selten auf Eichen, Lärchen, Cedern und Eiben, während sie auf der Fichte fehlt.

*Loranthus europaeus* Linné. Gemeine Riemenblume, auch „Eichenmistel“ genannt, mit dunkler, schwärzlicher Rinde und deutlich gestielten sommergrünen Blättern, deren Paare auch im mittleren Teile der Gabeläste stehen, ist ein südosteuropäischer Schmarotzer der Eiche und Edelkastanie. Ihre Saugwurzeln wachsen nur im jeweils jüngsten Holze ohne Senkerbildung und rufen bis kopfgrosse knollige Verdickungen an den befallenen Aesten hervor. In Deutschland ist sie vereinzelt in Sachsen gefunden worden, während sie in Oesterreich, namentlich in den südöstlichen Staaten, nicht selten ist.

§ 80. Aus der den Rannnenlaceen nahestehenden Familie der Magnoliaceen, ausgezeichnet durch die in der Knospe tutenförmig geschlossenen und die jungen Blattanlagen einhüllenden Nebenblätter und durch vereinzelte Oelzellen in Mark, Rinde und Blättern, sind folgende beide Arten bei uns versuchsweise angebaut worden:

*Magnolia hypoleuca* Siebold et Zuccarini. Hönoki, Japanische Magnolie. Blätter oval-eiförmig, sehr gross (15—25 cm lang), unterseits weisslich mit 12—20 Nervenpaaren. Blüten 12—15 cm im Durchmesser, gelblichweiss, mit scharlachroten Staubfäden, mit dem Laubansbruch anblühend und schon an 20jährigen Bäumen erscheinend. Die klimatischen Bedingungen dieses prächtigen, raschwüchsigen, japanischen Baumes entsprechen denjenigen der Stieleiche in Deutschland. Enge, warme Täler der Mittelgebirge mit frischem, kräftigem Boden könnten nach Mayr das Optimum dieser lichtbedürftigen Holzart bilden. Der Wert des vortrefflichen, sehr geradfaserigen, frisch graugrünen, trocken olivengrünen Holzes von sehr schöner Färbung und vom spez. Gewicht 0,55—0,50 liegt in seiner Elastizität; es wird zu Gegenständen, die sich nicht werfen und nicht reissen dürfen, verarbeitet. Im Schluss bildet der Baum einen astreinen walzigen Schaft und erreicht 30 m Höhe und darüber. Die Samen müssen in der fleischigen Fruchthülle oder im Zapfen belassen werden, wenn sie ihre Keimfähigkeit auf der Reise nach Europa nicht verlieren sollen.

*Liriodendron tulipifera* Linné. Tulpenbaum. Knospen zusammengedrückt eiförmig, einem dicken Vogelschnabel ähnlich, über rundlichen Blattnarben an glänzend grünlichbraunen Trieben. Blätter langgestielt, bis 10 cm lang und zuweilen noch breiter, 4lappig, an der Spitze mit stumpfwinkeligem Einschnitt abgestutzt, vor dem Laubfall goldgelb. Blüten im Juni und Juli, tulpenähnlich, ca. 6 cm Durchmesser, grünlichgelb, aussen orangefarben. — Dieser im östlichen Nordamerika

heimische, raschwüchsige Baum erreicht in seinem Optimum, den südlichen Tälern des Alleghaniegebirgs nach Mayr nicht selten 60 m Höhe und 4 m Durchmesser. Das leichte (0,52—0,62), ziemlich grobfaserige, glänzende, weiche, ziemlich leichtspaltige und biegsame, sehr dauerhafte Holz mit grünlichgelbem bis grünbraunem Kern ist in seiner Heimat als Konstruktionsholz sehr geschätzt. In Europa schon 1663 eingeführt, hat sich der Tulpenbaum in Süd- und Mittelddeutschland als vollständig hart erwiesen, gedeiht auch noch in Norddeutschland, ist in Parks und Anlagen vielfach angepflanzt und schon in über 30 m hohen Exemplaren in älteren Anlagen vorhanden. Der Baum verlangt zu gutem Gedeihen tiefgründigen frischen Boden und darf nur in angetriebenem Zustand (Ende April, Anfang Mai) unter besonders sorgfältiger Behandlung der Wurzel verpflanzt werden.

§ 81. *Cercidiphyllum japonicum* Siebold et Zuccarini, Kádsura, Judasblattbaum aus der Familie der Trochodendraceae, auf frischem kräftigem Boden in Flussauen, an Bachufern, im Klima der Wallnuss und der Eichen mit Buchen in Japan Bäume von 30 m Höhe mit astlosem Schaft von 13 m liefernd, kommt in seinen Ansprüchen der Esche am nächsten. Blätter gegenständig, ca. 4—6 cm lang, rot gestielt, untere rundlich herzförmig, obere elliptisch, alle klein gekerbt, handnervig, beim Aufbrechen zart rosa, später oben dunkel-, unten hellgrün mit roten Nerven, im Herbst grell scharlachrot. Die Kurztriebe entwickeln auch am zwei- und mehrjährigen Zweige nur 1 Blatt. Blüten unscheinbar, nackt, 2häusig. Holz geradfaserig, mit hellbräunlichem oder gelblichem Kern, vom spez. Trockengewicht 0,49, makroskopisch einem Nadelholz täuschend ähnlich, von grosser Feinheit und Gleichmässigkeit, für Bauten sehr geschätzt. — Der raschwüchsige Baum (bei uns in 5 Jahren 3,5 m) gedeiht bei uns anscheinend gut, besitzt ein aus vielen, kräftigen Seiten- und sehr zahlreichen, äusserst feinen Faserwurzeln bestehendes Wurzelsystem, verlangt grosse Vorsicht beim Verpflanzen, neigt frühzeitig dazu, schon vom Boden an mehrere Schäfte zu entwickeln (grosses Stockanschlagvermögen!) und beansprucht frischen, kräftigen, lehmhaltigen Boden und bedeutende Sonnenwärme. Bis jetzt bei uns, trotz frühzeitigen Austreibens, frosthart.

§ 82. *Clematis vitalba* Linné, die gemeine Waldrebe aus der Familie der Ranunculaceae, klettert in der südlichen Hälfte Europas an Bäumen und Sträuchern, mit ihren Blattstielen sich festrankend, bis zur Höhe von 5 und 6 m empor und kann durch Ueberlagern junger Holzpflanzen schädlich werden.

*Berberis vulgaris* Linné, der gemeine Sauerdorn oder die Berberitze, aus der Familie der Berberidaceae, bildet dicht bestockte 1—2½ m hohe Büsche. Die Blätter der rutenförmigen Langtriebe sind zu 3teiligen Dornen umgewandelt, in deren Achseln die laubblatttragenden Kurztriebe mit endständigen gelben Blütentrauben stehen. Die Pflanze liefert zwar dicke, undurchdringliche Hecken, ist aber hierfür nicht zu empfehlen, weil sie der Zwischenwirt des Getreiderostes ist. Sie findet sich an lichten Waldrändern, in Hecken und Gebüschern zerstreut in ganz Europa, besonders häufig aber in den Alpen.

Aus der Familie der Saxifragaceae, Unterfam. Ribesioideae, kommen *Ribes Grossularia* Linné, die Stachelbeere, bis 1 m hohe Büsche bildend, deren einjährige Langtriebe wie bei *Berberis* nur 1—3teilige Blattstacheln tragen, in deren Achseln die mit rundlich 3—5lappigen Blättern besetzten Kurztriebe stehen, *Ribes petraeum* Wulfen, die stachellose Felsen-Johannisbeere mit anfangs aufrechten, später hängenden Blütentrauben und

Deckblättern, die länger als die Blütenstiele sind, ebenso hoch wie vorige werdend und namentlich *Ribes alpinum* Linné, die Alpen-Johannisbeere, gleichfalls stachellos, mit aufrechten Blütenständen und kürzeren Deckblättern, bis 2½ m hohe Sträucher bildend, gelegentlich am Waldraud und auch als Unterholz im Walde vor.

§ 83. Aus der nahe verwandten Familie der *Platanaceae*, die nur die Gattung *Platanus* enthält, sind zwei schwer zu unterscheidende variable Arten, die von manchen Autoren nur als Varietäten einer einzigen Art, *Platanus vulgaris*, angesehen werden, häufig als Park- und Strassenbäume bei uns angepflanzt. *Platanus orientalis* Linné, die orientalische Platane aus Kleinasien und *Platanus occidentalis* Linné, die amerikanische Platane aus Nordamerika. Knospen vom kegelförmig hohlen Blattstiel bis zum Laubfall umschlossen. Blätter denen des Bergahorns ähnlich, meist 5lappig, 12—25 cm lang, einzeln stehend, mit grossen, tenförmig oberhalb der Blattbasis fadenförmig umschliessenden, bald abfallenden Nebenblättern und fussförmiger Blattnervatur (die Hauptnerven der beiden Seitenlappen entspringen aus den Hauptnerven der mittleren Lappen). Blüten einhäusig eingeschlechtig, an hängenden Stielen seitenständige Köpfchen bildend; weibliche nach der Befruchtung sich vergrössernd zu ca 3½ cm grossen, verholzten, kugeligen, warzigen Fruchtständen. Der Laubansbruch findet Ende April oder Anfang Mai statt, die Blütezeit ist im Mai oder Anfang Juni, die Samenreife im Oktober. Der Same keimt 3—4 Wochen nach Aussaat. Die gelblich- oder grünlich-graue Rinde verwandelt sich frühzeitig in eine sehr charakteristische Blätterborke, die sich fortwährend in grossen, dünnen Blättern abschilfert, so dass der Platanenstamm immer gescheckt erscheint. Das zerstreutporige Holz ist rötlichweiss, dem Rotbuchenholz ähnlich, die sehr gleichmässig zerstreuten Gefässe mit blossen Auge kaum zu erkennen, alle Markstrahlen sehr scharf, breit und nahe beisammenstehend, so dass ⅓—⅓ der Holzfläche von den Markstrahlen eingenommen wird; als Nutzholz ist es etwas mehr als das Rotbuchenholz geschätzt, grobfasrig, mittelschwer (0,63), ziemlich hart, äusserst schwerspaltig, sehr zäh, mässig schwindend, nur im Trocknen von einiger Dauer, von grosser Heizkraft. Die sehr raschwüchsigen Bäume haben eine tiefgehende und weitreichende kräftige Bewurzelung und bilden bei uns stattliche 20—30 m hohe, geradschaftige Bäume mit mächtiger, breit ansiedender, stärkster Krone, reinigen sich ziemlich hoch hinauf von Aesten und können auf günstigen Standorten riesige Dimensionen und (*orientalis*) ein angeblich mehrtausendjähriges Alter erreichen. Beide Platanen verlangen zu ihrem Gedeihen einen tiefgründigen, lockeren, humusreichen, feuchten Boden und geschützte Lagen, entsprechend ihrem Vorkommen an Flussufern in ihrer Heimat. Trockene Böden, insbesondere Kalkböden und sehr nasse Lagen sagen ihnen nicht zu. Als ausgesprochene Lichtholzarten, die mit weit ausgebreiteter, zwar dünner belaubter, aber grossblättriger Krone den Boden etwa so dicht wie die Rotbuche beschatten, sind sie trotz Raschwüchsigkeit und Massenproduktion keine eigentlichen Waldbäume, da sie sich weder zum Hochwaldbetrieb noch als Oberständer im Mittelwalde eignen; sie verdienen aber Aufpflanzung an Bestandesrändern und an Wegen.

*P. orientalis* hat grosse Borkeschuppen, meist tief 5lappige Blätter mit gestutzter oder herzförmiger Basis, seltener 3- oder 5lappige mit keilförmiger Basis, abstehende Aeste und zwei oder mehr weibliche Köpfchen an gemeinsamem Stiel; *P. occidentalis* dagegen hat kleine Borkeschuppen, meist seicht 3- (seltener etwas 5-lappige, ziemlich klein gezähnte Blätter, die am Grunde in der Regel abge-

rundet, seltener abgestutzt und meist in den Blattstiel vorgezogen sind. Die weiblichen Köpfechen stehen in der Regel einzeln. Der Baum ist frosthärter als orientalis.

§ 84. Die grosse, ca. 2000 Arten umfassende Familie der Rosaceen hat fast stets regelmässige, oberständige oder halboberständige (perigyne) Blüten mit meist 5 Kelch-, 5 Blumenblättern, zahlreichen Staubgefässen und einem, wenigen oder vielen apocarpn Fruchtknoten. Blätter meist wechselständig mit Nebenblättern. Von den 4 Unterfamilien kommen hier im wesentlichen nur die Pomoideae und Prunoideae in Betracht, während die Spiraeoideae mit der Gattung *Spiraea* in Südosteuropa, die Rosoideae mit den Rosen, Brombeeren und Himbeeren lediglich als Forstunkräuter zu erwähnen sind, von denen die letzteren, namentlich auf Kahlschlägen, oft verdämmend auf den jungen Holzwuchs wirken.

1. Unterfamilie Pomoideae. Meist 2—5 (seltener 1) Fruchtknoten, unter einander und mit dem sie umgebenden Achsenbecher verwachsen und daher unterständig. Frucht eine vom Kelche gekrönte Apfelfrucht, deren Fächer entweder pergamentartig dünn (Kernapfel) oder dick und hart (Steinapfel) sind. Das zerstreutporige Holz, dessen Jahresringe in der Spätholzzone gewöhnlich dunkler gefärbt sind, enthält sehr zahlreiche, gleichmässig über den Jahresring verteilte, einzelstehende, kleine Gefässe, die, ebenso wie die sehr zahlreichen, feinen Markstrahlen, mit blossen Auge nicht mehr zu erkennen sind.

1. *Crataegus monogyna* Jacquin, der eingriffelige Weissdorn oder Hagedorn (franz. Aubépine), hat mit blattwinkelständigen Dornen besetzte Langtriebe und häufig in Dornen endigende Seitenzweige, ca. 3—7 cm lange, vielgestaltige, meist tief 3—7spaltige oder -teilige, unterseits blaugrüne Blätter mit, wenigstens im untern Teil, nach auswärts gebogenen Seitennerven, sehr grosse, an unfruchtbaren Langtrieben bleibende, nierenförmige, zerschlitzte oder gesägte Nebenblätter, weisse (nur bei Kulturvarietäten rosa) Blüten mit roten Staubbeuteln und einem Griffel in aufrechten, zusammengesetzten Trugdolden, ca. 14 Tage später als *oxyacantha* aufblühend. Früchte eiförmig, scharlachrot mit nur einem Steinkern. Die im Frühjahr gesäten Früchte liegen über. — Der eingriffelige Weissdorn ist ein trügwüchsiger, sperriger Strauch von 1—3 m Höhe mit sehr langen, wenig verästelten Wurzeln, seltener ein Baum mit spannrückigem Stamm, der unter günstigen Umständen auf nahrhaftem, kalkreichem Boden bis 10 m Höhe und 2 m Umfang sowie im mehrhundertjährigen Alter erreichen kann. Er findet sich in ganz Europa (und weit darüber hinaus), mit Ausnahme des hohen Nordens und äussersten Südens, in Mittel- und Südeuropa häufiger als *oxyacantha*, in Hecken, Gebüsch, an Waldrändern und als Unterholz in Mittelwäldern der Ebene und des Hügellandes und steigt im Gebirge an sonnigen Berghängen bis ca. 900 m empor. Er verträgt den Schnitt sehr gut und schlägt sowohl aus dem Stock wie den verschnittenen Aesten und Zweigen sehr kräftig aus und eignet sich bei seinen sonstigen Eigenschaften vorzüglich zu lebenden Hecken. Das matt fleischrote Holz ohne gefärbten Kern zeigt häufig zahlreiche Markflecke, ist sehr feingebaut, sehr hart, sehr schwerspalzig, stark schwindend, vom spez. Gewicht 0,80—0,88 und wird namentlich zu Drechslrarbeiten verwendet.

2. *Crataegus oxyacantha* Linuë, der gemeine Weissdorn oder Hagedorn, ist dem ersten in jeder Beziehung sehr ähnlich und unterscheidet sich durch ebenfalls sehr vielgestaltige, meist weniger tief geteilte und selbst ungeteilte, unterseits gelblichgrüne Blätter, mit, wenigstens im untern Teil, nach einwärts gebogenen Seitennerven, 2- (selten 3-)griffelige Blüten und kleinere, 2steinige Früchte. Er ist ebenso verbreitet wie der



eingriffelige und im allgemeinen in der nördlichen Hälfte Europas häufiger, in der südlichen seltener.

Ein Bastard zwischen beiden Arten verbindet die Griffelzahl von monogyna mit dem Blattbau von *oxyacantha*.

3. *Crataegus pentagyna* Waldstein et Kitaibel mit 5 Griffeln und zottigen bis weisswolligen Blütenstielen und roten Früchten und 4. *C. nigra* Waldst. et Kit. mit unterseits graufilzigen, 7–9 lappigen Blättern und schwarzen kugeligen Früchten sind südosteuropäische Sträucher, welche auf ähnlichen Standorten wie die ersteren im südlichen Ungarn etc. vorkommen.

*Mespilus germanica* Linné, die gemeine Mispel (franz. Neflier), angeblich aus Persien stammend, wird in ganz Süd- und Mitteleuropa kultiviert und ist mitunter auf nahrhaftem Boden in schattigen Lagen in Hecken, Gebüsch und Waldrändern verwildert und zwar meist als mit kurzen geraden Dornen besetzter Strauch, während die Kulturpflanze unbewehrt ist. Die Blätter sind länglich-lanzettlich, meist ganzrandig, oberseits flaumig dunkelgrün, unterseits grau bis weissfilzig, die einzeln stehenden, grossen (3–4 cm), von den wollig filzigen Kelchzipfeln überragten Blüten weiss mit purpurroten Staubbeuteln. Steinapfel bis 3 cm gross, niedergedrückt, kugelig, braun, mit 5 Kernen. Sie ist langsamwüchsig und liefert ein zähes Holz.

1. *Cotoneaster vulgaris* Lindley, die gemeine Bergmispel, ein höchstens 2 m hoher Strauch, an steinigem und felsigen, sonnigen bebuchten Hügeln, sowie an ähnlichen Plätzen in Laub- und Mittelwäldern, vorzugsweise auf Kalk, durch ganz Europa zerstreut, im Norden selten, im Süden entschiedene Gebirgspflanze, steigt in den Alpen bis über 2000 m und hat kleine, meist nur 2–3 cm lange, sehr kurzgestielte, eiförmige, oberseits kahle, unterseits dicht grau-bis weissfilzige Blätter und 2–5blütige, etwas hängende Doldentrauben mit kleinen, glockigen, rosa gefärbten Blüten und erbsengrossen, scharlachroten Steinäpfeln.

2. *Cotoneaster tomentosa* Lindley, die filzige Bergmispel, auf die Südhälfte Europas beschränkt, mit dem südlichen Süddeutschland als Nordgrenze, bewohnt ähnliche Standorte, steigt aber im Kalksteingebirg etwas weniger weit empor und unterscheidet sich von der ersteren durch auch oberseits flaumhaarige, etwas grössere Blätter, vielblütige, meist aufrechte Trugdolden und etwas stattlicheren Wuchs.

§ 85. *Pirus Malus* Linné (Syn. *Malus communis* Lamarek), der Apfelbaum, Holzapfel, Wildapfel (franz. Pommier), vielfach nichts anderes als ein verwilderter Apfelbaum, ist forstlich von untergeordneter Bedeutung, ein sehr trügwüchsiger kleiner Baum mit meist nur 2–4 m (–7 m) hohem, spannrückigem Stamm und tief angesetzter, sperriger, unregelmässiger Krone. Durch die zahlreichen, allseitig abstehenden, in eine spitze Endknospe oder einen Dorn auslaufenden Kurztriebe ist er im Winter „borstig wie ein Keiler“. Blätter spitz eiförmig, variabel gezähnt, ca. 3–5 cm lang, meist ca. doppelt so lang als ihr Stiel, mit wenigen (ca. 4), unterseits vortretenden Seitenrippen, oberseits kahl, unterseits kahl bis filzig. Blüten aussen zartrosa, innen weiss. Staubbeutel gelb. Früchte ca. 4 cm grosse kugelige, grüne bis gelbe, oft rotbackige „Kernäpfel“. An Waldrändern oder als Unterholz ist er durch ganz Europa mit Ausnahme des hohen Nordens zerstreut und bevorzugt einen kräftigen, kalkreichen, nicht zu feuchten Boden und lichten Stand. Die Rinde bildet an älteren Bäumen eine hellfarbige in dünnen Schuppen abblätternde Borke. Das rötliche Holz hat einen dunkelrotbraunen Kern mit zahlreichen dunkeln Markflecken, ist feinfaserig, ziemlich matt, schwer (0,77),

ziemlich hart, schwerspaltig, mittelbiegsam, schwach elastisch, ziemlich fest, sehr wenig dauerhaft, ziemlich brennkräftig, stark schwindend. Es wird weniger geschätzt als das Birnbaumholz.

2. *Pirus communis* Linné, die Holzbirne, (franz. Poirier), ebenfalls vielfach nur eine verwilderte Kulturbirne, spielt als Waldbaum nur eine untergeordnete Rolle, bildet aber grössere, auch sehr langsam wüchsige Bäume (unter sehr günstigen Verhältnissen bis 16 und 20 m Höhe und 50 cm Stärke) mit tiefrüssiger, in nahezu würfelförmige kleine Stücke geteilter Borke und mässig ausgebreiteter Krone, die vorwiegend von aufgerichteten Aesten gebildet wird, deren Langtriebe mit einer spitzen Endknospe oder mit einem Dorn abschliessen und zahlreiche dornspitzige Kurztriebe tragen. Die Blätter sind rundlich oder eiförmig, kurz zugespitzt, kleingesägt, ungefähr so lang als ihr Stiel, mit ziemlich zahlreichen (ca. 8) unterseits kaum vortretenden Seitenrippen, oberseits glänzend dunkelgrün, unterseits heller, in der Jugend wollig behaart oder fast kahl. Blüten weisse stattliche Dolden am Ende belaubter Kurztriebe. Früchte rundlich bis birnförmig, sehr herb, reich an Steinzellnestern. Die geographische Verbreitung und die Standorte und Standortsansprüche sind die gleichen wie beim Holzapfel, doch ist die Holzbirne etwas häufiger und erlangt im Freiland oft eine sehr stattliche Grösse. Sie steigt in der Schweiz bis etwa 900, in Tirol bis 1500 m empor, während der Holzapfel dort bis ca. 1000 bezw. 1350 m beobachtet wurde. Das Holz ist nicht ganz so feinfaserig, wie das des Holzapfels, bräunlichrot, meist mit Markflecken, ohne gefärbten echten Kern, aber häufig mit Faulkern, matt, schwer spaltbar, mittelbiegsam, schwach elastisch, ziemlich fest, zähe, sehr gut nach allen Richtungen hin schneidbar, mässig schwindend (höchstens 4,5%), im Trocknen ziemlich dauerhaft, heizkräftig.

§ 86. Die vielfach mit *Pirus* vereinigte Gattung *Sorbus*, Eberesche, unterscheidet sich nur durch unbewehrte Zweige, meist zusammengesetzte oder tiefge-lappte Blätter, kleine Blüten in reichblütigen Blütenständen und meist 2—4fächerige Früchte.

*Sorbus aucuparia* Linné, gemeine Eberesche, Vogelbeerbaum (franz. Sorbier). Knospen gross, schwarzviolett, filzig. Blätter 10—20 cm lang, unpaarig gefiedert mit 5—8 Paar fast sitzender, schmal elliptischer, gespitzter, scharf gesägter, glanzloser, oben dunkel-, unterseits matthellgrüner, 3—5 cm langer Blätchen, in der Jugend weisswollig, ausgewachsen meist kahl. Blüten mit meist 3 Griffeln, in grossen, konvexen, reich zusammengesetzten Trugdolden. Früchte klein, kugelig, ca. 7—9 mm, anfangs gelb, dann leuchtend scharlachrot, mit meist 3 Kernen, die nach einigen Wochen bei Frühlingsaat keimen. — Die Mannbarkeit der in der Jugend raschwüchsigen, aber bald nachlassenden Bäume tritt frühzeitig, schon mit ca. 20 Jahren ein und trägt dann der Baum fast alljährlich reichlich Früchte. Im allgemeinen ist der Höhenwuchs der ziemlich lichtbedürftigen Holzart vom ca. 20. Jahre ab ziemlich langsam, mit 10—16 m Gesamthöhe abschliessend. Die Lebensdauer überschreitet selten 80 Jahre. Der Stamm ist ziemlich gerade, schlank, hoch hinauf astrein, die Krone etwas sperrig, licht beblättert, rundlich-eiförmig, die Rinde sehr lange glatt, hellgrau, glänzend, erst im höheren Alter etwas auf-reissend, die Bewurzelung auf tiefgründigem Boden tiefgehend und weit reichend, auf schlechtem flach. Das Reproduktionsvermögen ist durch reichlich ent-stehenden Stock- und Wurzelanschlag wie durch Wurzelbrutbildung sehr beträchtlich. Das Holz hat rötlichweissen Splint und gelbbraunen Kern und deutlichen Glanz auf den Spaltflächen. Zellgänge sind auch hier häufig; es ist ferner ziemlich fein-

faserig, mittelschwer (0,64), hart, sehr schwerspaltig, fest, mässig schwindend (um 5—6%), äusserst wenig dauerhaft, von mittelgrosser Brennkraft. — Das Verbreitungsgebiet der Eberesche umfasst ganz Europa bis zum Nordkap und ganz Nordasien; in der nördlichen Hälfte unseres Erdteils ist sie häufiger als in der südlichen. Sie verträgt grosse Temperaturschwankungen, gedeiht noch im rauhesten Klima bei einer mittleren Jahrestemperatur von 0°, findet sich (strauchförmig) im hohen Norden, wie in den mitteleuropäischen Gebirgen noch an der Baumgrenze und tritt überall eingesprengt, selten bestandbildend auf; als Strassenbaum ist sie überall, wo Obstbäume nicht mehr gedeihen, beliebt. In ihren Standortsansprüchen ist sie ausserordentlich bescheiden. Wenn sie sich auch naturgemäss nur auf besserem, etwas kalkhaltigem Boden vollkommen entwickelt, so kommt sie doch auf Böden aller Art, auch auf den schlechtesten, selbst auf Moorböden noch fort.

Unter den Varietäten möge die aus Mähren stammende *Var. dulcis* Krätzl<sup>41)</sup>, nur durch Veredelungen vermehrbar, mit grösseren, essbaren Früchten, erwähnt sein.

2. *Sorbus domestica* Linné, die zahme Eberesche, auch Sperberbaum, Speierling, Schmeerbirne genannt, stimmt im Bau der unterseits bläulichgrünen, grösseren Blätter mit der Vogelbeere im wesentlichen überein, unterscheidet sich aber durch kahle, gelblichgrüne, klebrige Knospen, 5-grifflige grössere Blüten und etwa haselnussgrosse, eingekocht geniessbare, birnförmige, reif gelbe, rotbackige, überreif lederbraune 5samige Früchte. Die Krone des erwachsenen Baumes ist abgesetzt, starkästig, die Rinde bildet gleich der des Birnbaums eine rauhe Borke. Das im Splint rötlich-weiße Holz enthält im tief rotbraunen Kern viele Markflecke und ist feinfaserig, etwas glänzend, sehr schwer 0,73—1, im Mittel 0,88, elastisch, fest, bis 6% schwindend, sehr schwerspaltig, mittelbielsam, dauerhafter, brennkräftiger und wertvoller als dasjenige der Vogelbeere. — Der Speierling ist eine südeuropäische Holzart, welche in der Südschweiz, Südtirol, Krain und dem südlichen Ungarn im allg. die Nordgrenze seiner natürlichen Verbreitung findet, darüber hinaus aber namentlich in Süddeutschland vielfach angepflanzt und gelegentlich verwildert im Walde vorkommt. Ebenfalls trügwüchsig, verlangt aber besseren Boden und erwächst zu viel stattlicheren, erst im 40. bis 50. Jahre mannbaren Bäumen (bis 20 m) mit Pfahlwurzel und kann ein Alter von mehreren (5—6) Jahrhunderten erreichen.

3. *Sorbus torminalis* Crantz, der Elsbeerbaum, ist in forstlicher Hinsicht die wichtigste Art<sup>42)</sup>. Knospen gross, kugelig eiförmig, glänzendgrün, kahl. Blätter langgestielt, ca. 8—10 cm lang, breit eiförmig, tief gelappt mit spitzen, ungleich gesägten Lappen, oberseits glänzend dunkelgrün, unterseits flaumhaarig blassgrün. Früchte ca. 1/2 cm gross, anfangs rötlich gelb, reif braun mit weissen Punkten, inwendig teigig und dann essbar. — Die Elsbeere bildet stattliche 15 (bis 20) m hohe Bäume mit kleinschuppiger, vorwiegend längsrissiger Borke und eiförmig-rundlicher, umfangreicher, dicht belaubter Krone. Sie ist ebenfalls langsam wüchsig, wird etwa mit dem 20. bis 30. Jahre mannbar, pflegt dann alljährlich reichlich zu blühen und zu fruchten und kann über 100 Jahre alt werden; der Höhenwuchs ist aber mit dem 40. bis 50. Jahre im wesentlichen abgeschlossen. Rotwertvolle, im Splint rötlichweiße, später ins bräunliche nachdunkelnde, im Kern rotbraune Holz ist feinfaserig, sehr schwer (0,67—89, im Mittel 0,77), hart, mit musche-

41) Cf. Krätzl, Die süsse Eberesche, mit Farbentafel, Wien und Olmütz 1890.

42) Cf. Oberförster Frömbling in forstl. Blätter 1889 p. 303.

liger Spaltfläche sehr schwerspaltig, sehr elastisch, mittelbiegsam, sehr fest, bis 7% schwindend und sehr breunkräftig. Der Elsbeerbaum ist eine vorwiegend mittel- und südeuropäische Holzart, die sich in Centralenropa meist einzeln eingesprengt, vorwiegend im Bergland, bis ca. 650 m Höhe emporsteigend, von Mitteldeutschland bis zu den südlichen Alpen und Karpathen in sonnigen Lagen, namentlich auf Kalkboden findet, aber auch auf anderen mineralkräftigen Böden wächst, an Humusgehalt, Tiefgründigkeit und Bodenfrische mässige Ansprüche stellt, auf Sand- oder nassem Boden dagegen nicht mehr gedeiht. Das Ausschlagvermögen ist bei kurzer Lebensdauer der Stücke aus Stock und Wurzeln mässig, die Bewurzelung, anfangs zur Pfahlwurzelbildung neigend, besteht später, namentlich auf flachgründigem Boden, aus starken Seitenwurzeln.

4. *Sorbus Aria Crantz* (syn. *Aria nivea* Host) der Mehlbeerbaum, auch Mehlbeere, Mehlbirne genannt, hat grosse, grünlichbraune, kahle Knospen, ca. 6—12 cm lange, länglich eiförmige, ungeteilte oder am Rande etwas eingeschnittene, doppelt gesägte, oberseits glänzend dunkelgrüne, unterseits grau- bis schneeweissfilzige Blätter, ziemlich grosse Blüten mit weissfilzigen Stielen und Kelchen und kugelige, kirschgrosse, rote, hellpunktierte, 2saunige, sehr mehlig, ungeniessbare Früchte (aus denen aber Essig und Brantwein hergestellt werden kann). Diese ziemlich anspruchsvolle Holzart des Berglandes findet sich in Mitteleuropa als Unterholz, an Waldrändern und in Gebüschern vornehmlich in den mitteldeutschen Gebirgen, den Alpen, Sudeten und Karpathen, bis 1600 m ansteigend, vornehmlich auf Kalkboden und an sonnigen Standorten. Je nach Standort, Bodengüte und Höhenlage erwächst er sehr langsam, aber andauernd, zu stattlichen Strüchern oder kleinen ca. 6—12 m hohen, bis 200 Jahre alten, meist krummschäftigen, oft spannrrückigen Bäumen und hat ziemlich tief gehende Bewurzelung und beträchtliches Ausschlagvermögen. Sein Holz stimmt mit dem des Elsbeerbaums im wesentlichen überein.

5. *Sorbus Mugeoti* Soyer-Willemet et Godron, der Alpenmehlbeerbaum, unterscheidet sich von vorstehender Art im wesentlichen nur durch geniessbare Früchte und durch Blätter, deren Rand mit 8—10 ziemlich kurzen, spitz gezähnten Lappen versehen ist. Hin und wieder in den Alpen und den deutschen Mittelgebirgen.

6. *Sorbus scandica* Fries (Syn. *S. intermedia* Ehrhart), der schwedische Mehlbeerbaum, auch Oxelbirne, Saubirne, Popenbaum genannt, mit vorstehender Art häufig verwechselt, hat jederseits meist nur 8 Lappen an seinen unterseits mehr graufilzigen Blättern. Sein Verbreitungsgebiet ist auf Skandinavien und Finnland event. auch die Ostseeländer beschränkt; bei uns kommt er nur angepflanzt vor.

7. *Sorbus chamaemespilus* Crantz, die Zwergmispel, ist ein kleiner, 1—2 m hoher Strauch der oberen Bergregion (bis 1800 m) Mittel- und Südeuropas; er bevorzugt ebenfalls felsigen Kalkboden, hat 4—8 cm lange, sehr kurzgestielte, eiförmig längliche, scharf doppeltgesägte, oberseits glänzend dunkelgrüne, unterseits matt blassgrüne, kahle oder etwas filzige, sehr derbe Blätter und kleine Blüten mit schmalen, rosa gefärbten, aufgerichteten Blumenblättern in aufrechten, armlütigen, schirmförmigen Tragdolden und hell scharlachrote, ca. 1 cm grosse, wohlschmeckende Früchte.

Von den Bastarden der *Sorbus*arten, an deren Bildung sich namentlich der Mehlbeerbaum beteiligt, kommen häufiger vor:

8. *S. Aria* × *terminalis* = *S. latifolia* Persoon, der breit-

blättrige Mehlbeerbaum oder die Saubirn mit über 10 cm langen und 6 cm breiten, unterseits locker weiss- oder graufilzigen Blättern mit 7—9 seicht ausgeschnittenen, nach oben an Grösse abnehmenden, gesägten Lappen auf jeder Seite und gelben bis roten, im teigigen Zustande geniessbaren Früchten. Meist kleine Bäume mit apfelbaumähnlicher Rinde, zerstreut mit den Stammeltern.

9. *S. Aria* × *aucuparia* = *S. hybrida* W. Koch, die Bastardeberesche, mit 5—13 cm langen, länglichen, in der unteren Hälfte teils gefiederten, teils fiederspaltig bis fiederschnittigen, in der oberen Hälfte meist eingeschnitten gelappten, selten nur scharf gesägten, jederseits mit 10—12 Seitennerven versehenen, unterseits dünnfilzigen Blättern und kleinen herben Früchten. Kommt ebenfalls nur vereinzelt zwischen den Stammeltern vor.

*Amelanchier vulgaris* Moench (Syn. *A. rotundifolia* C. Koch, *Mespilus Amelanchier* Linné) die Felsen- oder Traubenbirne, ein niedriger 1½—2(3) m hoher Strauch mit aufgerichteten, schlanken Zweigen, findet sich im süd- und mitteleuropäischen Bergland, meist auf felsigem Kalkboden, bis 1800 m in den bayrischen Alpen emporsteigend. Die Blätter sind 2—4 cm lang, oval, meist stumpf, jung beiderseits rothraunfilzig, alt kahl, scharf gesägt. Die meist schon im April erscheinenden Blüten stehen in kurzen, achselständigen, 3—blütigen Trauben, mit weissfilzigen Stielen und schmal länglichen, ausgebreiteten, weissen Blumenblättern. Früchte erbsengross, blanschwarz.

§ 87. 2. Unterfamilie Prunoideae. Blüten perigyn. 1 Fruchtknoten mit 2 Samenknochen, Blütenachse an der Fruchtbildung nicht beteiligt. Frucht eine Steinfrucht, gewöhnlich nur einen einzigen Samen enthaltend. — Das zerstreutporige Holz der Prunoideae ist von dem der Pomoideae dadurch unterschieden, dass die Markstrahlen mit blossen Auge scharf und deutlich erkennbar sind und die Gefässe an der Innengrenze des Jahrringes zwar nicht erheblich grösser, aber meist zahlreicher sind und dadurch eine lockerere, meist heller gefärbte Frühholzzone bedingen.

*Amygdalus nana* Linné, die Zwergmandel, ist ein kleinblättriger, kaum meterhoher, südosteuropäischer Strauch mit schlanken Zweigen, einzeln oder paarweise aus Seitenknospen vorjähriger Triebe entspringenden, sitzenden, pfirsichroten, ziemlich grossen Blüten und kleinen, seitlich zusammengedrückten, glattsteinigen, sammetfilzigen, lederigen Früchten. Wild in Mitteleuropa nur in Niederösterreich und Ungarn, zumeist im Flachlande und zum Teil Gebüsche bildend; sonst nicht selten als Zierstrauch angepflanzt.

*Prunus spinosa* Linné, der Schlehdorn, auch Schwarzdorn oder Schlehe genannt, bildet fast in ganz Europa, vorwiegend in der Ebene und im Hügelland, auf jedem, insbesondere auf trockenem, steinigem Boden und in soniger Lage an Rainen, Waldrändern und Hecken sowie als Unterholz in lichten Wäldern mittelgrosse (1—2 m hohe), sehr sperrige Büsche mit bis 4 cm langen, breitlanzettlichen, scharf gesägten Blättern, zahlreichen, rechtwinklig abstehenden, in einen scharfen Dorn endigenden Seitenzweigen und weitausstreichenden, Wurzelschösslinge treibenden Wurzeln. Ueber den Blattnarben stehen gewöhnlich 3 Knospen nebeneinander, von welchen die mittlere hängig, die seitlichen stets Blütenknospen sind. Da an Kurztrieben die Blütenknospen dicht gehäuft stehen, so sind die Büsche im Frühjahr oft über und über mit den kurzgestielten, meist kurz vor dem Laubansbruch aufblühenden, kleinen, weissen Blüten bedeckt. Die schwarzblauen, bereiften Steinfrüchte

sind sehr herb und werden erst nach einem derben Frost einigermaßen geniessbar. Das schwere (0,83), feinfaserige Holz mit rötlichem Splint und braunrotem Kern ist etwas glänzend und sehr hart. Der trägwüchsige Strauch ist mit ca. 20 Jahren voll entwickelt und dauert bis etwa zum 40. Jahre aus.

2. *Prunus avium* Linné, die Vogelkirsche oder Wildkirsche, ist die Stammpflanze der zahlreichen kultivierten Süsskirschen. Blätter (6) 9—12 (15) cm lang, meist eiförmig, zugespitzt, scharf gesägt, schlaff, oberseits dunkelgrün, unterseits blassgrün und meist spärlich flaumhaarig, am Blattstiel meist mit 2 grossen roten Drüsen. Kurztriebe quergebügelt, gewöhnlich nur mit einer endständigen Knospe. Blüten gross (bis  $3\frac{1}{2}$  cm), lang gestielt, in dichten doldigen Büscheln aus den Endknospen vorjähriger Kurztriebe im April oder Mai. Früchte meist nur 1 cm gross, schwarzrot, mit grossem rundlichem Stein und bittersüßem Fleisch. Der Samen keimt schon im Frühling nach der Reife, wie alle Prunusarten mit dicken, rundlichen, oberirdischen Keimblättern. Der bis ca. zum 40. Jahre raschwüchsige Baum schliesst mit 50—60 Jahren sein Wachstum ab, in dieser Zeit im Bestandesschluss 16—20 m Höhe und bis über  $\frac{1}{2}$  m Stärke erreichend, wird aber selten älter als 80—90 Jahre. Die Mannbarkeit tritt mit ca. 20—25 Jahren ein. Der Stamm ist bis zum Wipfel geradschaftig und vollholzig, die Krone unregelmässig, dichtästig, hochangesetzt und locker beblättert, die Rinde in der Jugend glatt, glänzend, rötlichgrau, sehr zäh, mit breiten rostfarbigen Lenticellen, löst später ihr Periderm ringförmig in bandartigen Lappen, ähnlich wie die Birke, ab und bildet erst spät eine flachrisrige, dunkle Borke. Das Wurzelsystem entbehrt der Pfahlwurzel und besteht aus ziemlich weitstreichenden, teils flach verlaufenden, teils tief in den Boden eindringenden kräftigen Wurzelsträngen. Das im schmalen Splint rötlichweisse, im Kern hell gelbbraune, ziemlich wertvolle Holz ist grobfaserig, glänzend, mittelschwer (0,57—78 in Mittel 0,66), sehr hart, sehr schwerspalzig, mittelbiegsam, elastisch, fest, bis 6% schwindend, im Freien wenig dauerhaft, dem Wurmfraße sehr ausgesetzt, brennkräftig (0,80). — Die Vogelkirsche ist mit Ausnahme des höheren Nordens und des Nordostens über ganz Europa verbreitet, meist vereinzelt in Wäldern, besonders in Misch- und Mittelwäldern, in Gebüsch und Waldrändern in der Ebene wie im Gebirge (Bayrische Alpen bis 1100 m, Südtirol bis 1500 m) in warmen sonnigen Lagen, auf frischem, fruchtbarem, besonders kalkhaltigem Boden am besten gedeihend. Sie ist eine ausgesprochene Lichtholzart, die selbst mässige Beschattung nicht mehr erträgt.

3. *Prunus Cerasus* Linné, die Sauerkirsche oder Weichsel, aus Kleinasien stammend, ist gelegentlich im Walde verwildert und durch Laubblätter am Grunde der Blütenbüschel und durch kleinere, oberseits glänzende, unbehaarte Blätter mit meist drüsenlosen Stielen von der Vogelkirsche zu unterscheiden.

4. *Prunus chamaecerasus* Jacquin (Syn. *P. fruticosa* Pallas) die Zwergweichsel, bildet niedrige Büsche, namentlich auf sonnigen Kalkhängen und am Rande wie im Innern lichter Bergwälder. Ihr Verbreitungsgebiet reicht von Sibirien durch Mittel- und Südrussland, den mittleren Teil Oesterreich-Ungarns bis Thüringen und den Mittel-Rhein. Ihre Blätter sind klein (2—3 cm lang), oberseits bläulich glänzend dunkelgrün, unterseits matt blassgrün, klein gekerbt gesägt, 2gestaltig, an den Langtrieben lanzettlich, an den Kurztrieben gebüschelt, länglich verkehrt-eiförmig, mit drüsenlosen Stielen, die Blüten langgestielt, klein, weiss, zu 2—3 am Ende von Kurztrieben. Die kleinen, roten, saueren Früchte haben einen spitzen Steinkern.

5. *Prunus Padus* Linné, die Traubenkirsche, auch Ahlkirsche oder Faulbaum genannt, hat ca. 6—12 cm lange, elliptische, zugespitzte, scharf

gesägte, kahle Blätter mit grüdrüssigen Stielen. Die reichblütigen, langen, hängenden, deckblattlosen, weissen Blütentrauben erscheinen meist schon im April am Ende beblätterter Kurztriebe; die erbsengrossen, schwarzen, bittersüssen Früchte mit spitzen, netzgrubigem Stein reifen meist Ende Juli. In der Jugend bis zum 20. oder 30. Jahre sehr raschwüchsig und selten länger als 60 Jahre dauernd, erwächst die Traubenkirsche zu grossen Strüchern mit rutenförmigen, gran- oder grünlichbraunen Zweigen oder zu mittelgrossen, bis 13 m hohen und 60 cm starken Bäumen mit tiefangesehter, dicht belaubter Krone und zum Teil hängender Beastung und oft spannrückigen Stämmen, deren schwarzgrüne Rinde erst spät eine dünne, längsrisssige Borke bildet. Die Bewurzelung ist mehr seitwärts als tief streichend. Das Ausschlagvermögen ist sehr gross und liefert sie nach dem Abhieb reichlichen, raschwüchsigem Stockausschlag und gerade steife Wurzelohden. Das frisch unangenehm riechende Holz von sehr beschränktem Gebrauchswert hat breiten, gelbweissen Splint, braungelben Kern, ist ziemlich feinfaserig, glänzend, mittelschwer, weich, leichtspaltig, zähbiegsam, schwach elastisch, fest, wenig dauerhaft, bis 6% schwindend, wenig brennkraftig. Das Verbreitungsgebiet der Traubenkirsche umfasst beinahe ganz Europa (bis zum 70° in Norwegen!). Im allgemeinen eine Holzart der feuchten Ebenen und Flussniederungen, steigt sie doch mit den Wasserläufen in feuchten Talgründen hoch im Gebirge empor (in den nördlichen Kalkalpen bis 1500 m, in Norwegen bis gegen 1200 m). Sie verlangt zu gutem Gedeihen mineralkräftige Böden von grösserem Feuchtigkeitsgehalt, ist aber nur in mittlerem Grade lichtbedürftig und trägt mässige Beschattung. »

6. *Prunus Máhaleb* Linné, die Felsenkirsche, auch türkische Weichsel oder Steinweichsel genannt, deren Stockohden beim Trocknen den bekannten Weichselgeruch annehmen, bewohnt die Südhälfte Europas, vornehmlich auf kalkhaltigen Standorten des Hügellandes, im Weinklima von den Vogesen bis zum Siebengebirge und durch die Alpenländer bis Siebenbürgen verbreitet. Sie ist eine sehr lichtbedürftige, meist stranchig bleibende, selten zu 4–8 m hohen Bäumen heranwachsende Holzart mit reichlichem, sehr raschwüchsigem Stockausschlag nach dem Abhieb. Die Blätter sind meist eiförmig zugespitzt, gekerbt-gesägt, kahl und glänzend, ca. 3–6 cm lang, an drüsenlosen Stielen. Die der Traubenkirsche ähnlichen Blüten stehen aber in aufrechten, rundlichen Trauben; die erbsengrossen, schwarzen Früchte schmecken sehr herbe. — Die zu „Weichselrohren“ verwendeten Ausschläge werden meist in sog. Weichselgärten mit gärtnerischer Pflege in 3jährigem Umtrieb gezogen.

7. *Prunus serotina* Ehrhart, die spätblühende Traubenkirsche, ist durch das ganze Laubholzgebiet Nordamerikas verbreitet, bleibt dort nach Mayr an der nördlichen und südlichen Grenze ein kleiner Baum, erwächst aber in den südlichen Alleghanies auf kräftigem Boden, dem Laubwald eingesprengt, zu einem stattlichen Baume von 20–30 m Höhe und bis 1 m Stärke. Der Baum wächst auch leicht auf trockenem Boden, der für landwirtschaftliche Zwecke bereits zu arm ist, und gehört zu den schnellwüchsigsten, vorzüglichsten Hartholzarten Nordamerikas (mit schönem rotem Holz), ist in Europa längst eingeführt, aber erst seit 1890 und zwar bis dato mit bestem Erfolg, in den Kreis der forstlichen Anbauversuche gezogen worden. Der im Herbst gesäte frische Samen keimt im nächsten Frühjahr; bei Frühljahrsaussaat ist mindestens 3tägliches Einquellen erforderlich, wenn nicht die meisten Samen überliegen sollen. Im 1. Jahre werden die Pflanzen bei uns 20–30 cm, in 3 Jahren schon 1½ m und in 9 Jahren 6 m hoch, so dass sie ausser der Esche alle heimischen Holzarten übertreffen. In ihren Bodenan-

sprechen ist *P. serotina* ziemlich genügsam und gedeiht selbst auf humosem Sandboden freudig, wenn derselbe genügend frisch ist; sie verlangt volles Licht und ist für Seitenschutz dankbar. Gegen Dürre, Spätfröste und Winterkälte ist sie, von besonders üppigen Trieben abgesehen, unempfindlich; auf den Stock gesetzt, bildet sie schon im nächsten Jahre 2 m 20 Länge erreichende Triebe. — Von unserer Traubenkirsche unterscheidet sie sich durch grössere, bis 10 cm lange, derbere, lederartige, oberseits glänzend dunkelgrüne Blätter, kürzere, aufrechte oder vorn-übergeneigte Blüentrauben, die erst Ende Mai oder Anfang Juni aufblühen und durch den glatten Stein ihrer Früchte. Durch besondere Schnellwüchsigkeit soll sich die Form *cartilaginea*, die glänzendblättrige, mit grösseren, bis 15 cm langen, lebhafter grünen und stärker glänzenden Blättern auszeichnen.

§ 88. Die Familie der Leguminosae, die zweitgrösste des Pflanzenreichs mit ca. 7000 Arten, in der Unterfamilie Papilionatae mit meist gefiederten oder 3teiligen Blättern, in der Regel in Trauben stehenden Schmetterlingsblüthen und 2klappig aufspringenden Hülsen, besitzt in Europa wesentlich nur in der südlichen Hälfte baumartige Vertreter, während die forstlich für uns wichtigste Art nordamerikanischen Ursprunges ist (ursprüngliche Heimat die südlichen Alleghanieberge), nämlich:

*Robinia Pseudacacia* Linné, die Robinie, in Deutschland allgemein Akazie genannt, in Europa mit Ausnahme des nordöstlichen Teiles längst völlig eingebürgert. Blätter unpaarig gefiedert, 10—30 cm lang, weich, mit ca. 10—20 kahlen, 2—4 cm langen, ovalen Fiederblattpaaren und zu stehenden Stipulardornen umgewandelten Nebenblättern, die paarweise an der Blattstielbasis sitzen und mehrere Jahre dauern; Blüten ansehnlich, weiss, in langen, blattwinkelständigen, hängenden Trauben im Juni; Hülsen breit lineal, ca. 1—1½ cm breit, 5—9 cm lang, rotbraun mit ca. ½ cm grossen, nierenförmigen, braunen Samen, die im Oktober oder November reifen, von Februar an abfallen und ca. 14 Tage nach Frühlingsaat mit 2 dicken halbeirunden Keimblättern oberirdisch keimen. Die Dauer der Keimkraft beträgt 2—3 Jahre. Die Mannbarkeit tritt mit 20—25 Jahren ein. Samenjahre alle 1—2 Jahre. Die Robinie ist in der Jugend ungemein raschwüchsig, erreicht nicht selten schon im 1. Jahre eine Höhe von 70 cm bis 1 m, mit 10 Jahren 10 m und darüber, doch lässt der Wuchs rasch nach und ist im 30. bis 40. Jahre im wesentlichen abgeschlossen. Sie erreicht bei uns bis 25 m Höhe und bis 80 cm Stärke und zumeist ein 100 Jahre nicht überschreitendes Alter (nur ausnahmsweise 200 und mehr), bildet eine lockere, sperrige, unregelmässige, dünnbelaubte Krone, neigt zum Zwieselwuchs, bildet als Samenpflanze im Schluss unter günstigen Bedingungen gerade, schlanke, bis zu beträchtlicher Höhe astreine Stämme, während sie sich im Freiland in mehrere steil aufstrebende schlanke Aeste gabelt. Anschlagsstämme werden fast stets krummwüchsig. Die Bewurzelung ist nur anfänglich in die Tiefe gerichtet und streicht bald mit starken Wurzelästen seitlich weit aus. Das Ausschlagvermögen aus Stock und Wurzel ist sehr bedeutend. Die Rinde bildet früh eine tief netzförmig aufreissende, starke, braungraue Borke. Das ringporige Holz besitzt einen nur wenige Jahrringe breiten gelbweissen Splint und einen grünlich-gelbbraunen, an der Luft stark nachdunkelnden Kern. Die Markstrahlen sind mit blossem Auge meist nicht erkennbar; die Gefässe des Spätholzes, ähnlich wie bei *Ulmus*, nahe der Ringgrenze in konzentrischen Linien angeordnet; sämtliche Gefässe mit Ausnahme der des äussersten Jahrringes sind durch Thyllen verstopft. Das Robinienholz ist ein vortreffliches Werkholz, sehr schwer (0,58—0,85, im Mittel 0,77), sehr grobfaserig, glänzend, hart, sehr fest, schwer aber



schönspaltig, elastisch, ausserordentlich dauerhaft und brennkräftig. Die Standortsanprüche der Robinie<sup>43)</sup> sind ganz eigenartige. Sie gehört zu den anspruchsvollsten Holzarten hinsichtlich der Mineralstoffe, die sie dem Boden alljährlich entzieht und zugleich zu den anspruchslosesten, weil sie auf den ärmsten und dürresten Böden gedeihen kann, indem sie die Fähigkeit besitzt, sich die Mineralstoffe auch unter schwierigen Umständen zu beschaffen und ausserdem als Schmetterlingsblütler an ihren Wurzeln Wurzelknöllchen trägt, so ihren Stickstoffbedarf aus der Luft zu decken vermag und hinsichtlich des Humusgehaltes keinerlei Ansprüche an den Boden stellt. Bedingung ihres Gedeihens ist aber, da die Wurzeln, ähnlich wie bei den Pappeln, weit über den Kronenraum des Baumes hinausgehen, weiter Wurzelraum nach der Seite oder auch nach der Tiefe, hinreichend lockerer und gut durchlüfteter Boden ohne dichten Unkrautwuchs, reichlicher Lichtgenuss, da sie als äusserst lichtbedürftige Pflanze keinerlei Ueberschirmung verträgt und sich im Bestand frühzeitig verlichtet, und möglichst milde, namentlich vor Frühfrösten geschützten Lagen, weil sie zwar spät austreibt, aber erst der August den Höhentrieb bringt. Schwere Ton-, nasse oder gar moorige Böden eignen sich nicht für sie. Die Ansprüche an Bodenfeuchtigkeit sind sehr gering und so eignet sich die Robinie in wärmerem Klima (z. B. in den ungarischen Steppen in grossem Umfang durchgeführte) vorzüglich zur Bindung des Bodens in baumlosen Sandniederungen, sowie zur Befestigung von Dämmen, Böschungen, Schluthalden und dergl.

*Colutea arborescens* Linné, der gemeine Blasenstrauch, ist ein bis 3 m hoher Strauch Südeuropas und des Orients mit gefiederten Blättern, ansehnlichen, goldgelben, in aufrechten Trauben stehenden Blüten, grossen, stark aufgeblasenen, hängigen Hülsen, als Zierstrauch überall angebaut und namentlich auf Kalkboden in Süddeutschland, der Schweiz und den südlichen und östlichen Kronländern Oesterreichs, hier und da im Bergland wild oder verwildert.

1. *Cytisus laburnum* Linné, der gemeine Bohnenbaum oder Goldregen, mit 3zähligen (kleeähnlichen), langgestielten, unterseits graugrünen, angedrückt-seidenhaarigen Blättern und langen, hängenden, goldgelben Blütentrauben, ist ein bis gegen 7 m Höhe erreichender Grossstrauch mit rutenförmigen Langtrieben und hartem, glänzendem, sehr schwerspalzigem, elastischem, biegsamem, wenig dauerhaftem Holz, dessen schmaler Splint gelbweiss, dessen Kern gelbbraun oder grünbraun bis schwarzbraun ist. Diese süd- und osteuropäische Holzart ist in Mitteleuropa als Zierstrauch überall angepflanzt, nicht selten auch im Walde verwildert, wild wohl in Südwestdeutschland, der südlichen und westlichen Schweiz sowie in den südlichen und östlichen Kronländern Oesterreichs. Ausser auf nassen Standorten gedeiht der anfangs sehr raschwüchsige, aber nur 20—30 Jahre dauernde Goldregen auf Böden verschiedenster Art, besonders auf trockenem, sonnigen Kalkhängen, so z. B. in der Oberförsterei Grubenhagen<sup>44)</sup> im südlichen Hannover, wo er bestandbildend im Niederwald, oder als Unterholz im Buchenmittelwald, die übrigen Unterhölzer mehr und mehr verdrängend, auftritt und sich durch ausserordentliche Unempfindlichkeit gegen Druck und Ueberschirmung auszeichnet. Das Stockausschlagvermögen ist sehr beträchtlich, die Stocklöcher raschwüchsiger als die Samenlöcher (in 18 Jahren 6½ m hoch und 5—7 cm stark). Wur-

43) Weise, Robinie und Weymouthskiefer. Mündener forstl. Hefte 12. 1897. p. 1 ff.

44) Frömbling, Der Goldregen und seine forstliche Bedeutung. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1886. p. 87.

zelbrut fehlt. Die Wurzeln sind dünn, flach- und weitstreichend. Zur Aufforstung verödeter Muschelkalkhänge, auf denen andere Holzarten leicht versagen, wird er empfohlen.

2. *Cytisus alpinus* Miller, der Alpen-Bohnenstrauch, ist der vorigen Art in jeder Beziehung sehr ähnlich. Er unterscheidet sich durch unterseits freudig grüne, nicht seidenhaarige Blätter und stets kahle, an den Rändern nicht wulstige Hülsen. Ebenfalls häufig angepflanzt. Seine natürliche Verbreitung reicht nördlich aber nicht über die Gebirgswälder der Alpen und Karpathen hinaus.

3. *Cytisus Weldenii* Visiani bedeckt als 1–2 m hoher Strauch im südlichen Dalmatien grosse Karstflächen und ist dort als Bodenschutzholz und als Brennholzlieferant von Bedeutung. Die dunkler gelben, betäubend stark riechenden Blüten stehen in aufrechten, vielblütigen Trauben. Die Zweige sind kantig.

4. *Cytisus nigricaus* Linné, der schwärzliche Bohnenstrauch, verdankt seinen Namen dem Umstande, dass Blätter, Blüten und Hülsen beim Trocknen schwärzlich werden. Ein kleiner, höchstens ca. 1½ m Höhe erreichender Strauch mit dichten, aufrechten, endständigen, reichblütigen Blütentrauben. Von Mitteldeutschland an südwärts an steinigcn, waldigen Orten.

Die übrigen kleinstrauchigen *Cytisus*arten entbehren der forstlichen Bedeutung und finden sich als südeuropäische Pflanzen im Gebiet zumeist nur in den südlichsten Teilen Mitteleuropas.

Ebenso sind die mit meist einfachen Blättchen versehenen Angehörigen der Gattung *Genista*, Ginster, von denen einzelne Arten oft in Masse auftreten, lediglich forstliche Unkräuter, die durch Verdämmung des jungen Holzwachses gelegentlich schädlich werden können.

*Sarothamnus vulgaris* Wimmer (syn. *Spartium scoparium* Linné, *Cytisus scoparius* Link) der Besenginster, auch Besenstrauch, Hasenheide (fr. Genêt), genannt, ist ein gesellig wachsender Strauch mit 2gestaltigen, spärlichen, kleinen Blättern, die an der Basis der Triebe gestielt und 3zählig, an der Spitze einfach und sitzend sind. Die sehr grossen, goldgelben, gestielten Blüten mit uhrfederartig eingerolltem Griffel stehen einzeln oder zu zweien blattwinkelständig. Der Wuchs ist meist strauchartig, mit aufrechten oder aufsteigenden, 1–2 m langen und bis 5 cm starken Stämmchen und zahlreichen, aufrechten, ruthenförmigen, kantig gefurchten, grünen Ästen und Zweigen. Die Hauptwurzel dringt, namentlich im Sandboden, tief in den Boden ein und bildet weit ausstreichende Seitenwurzeln. Als Bewohner der Ebene oder niederer Gebirge ist der beinahe ganz Europa bewohnende, lichtbedürftige Strauch am häufigsten im nördlichen und westlichen Mitteleuropa in milderer Lagen. Empfindlich gegen strenge Winterkälte wie gegen Früh- und Spätfröste, ist er doch wegen seiner tiefgehenden Bewurzelung und wegen ungemein lange andauernder Keimkraft seiner Samen in Kulturen ein schwer auszurottendes Unkraut. Am häufigsten ist er in den sandigen Niederungen Norddeutschlands als einzige bestandbildende Holzart (Rehheide, Hasenheide) und im Buntsandsteingebiet des Maines.

*Spartium junceum* Linné, der Pfriemenstrauch oder spanische Ginster, ist eine Holzart der Mittelmeerländer, die nördlich bis Südtirol und dem südlichen Steiermark auf felsigen, sonnigen Hügeln ähnliche Büsche wie der Besenginster bildet, sich aber durch graugrüne Farbe und stielrunde, binsenartige, fast blattlose Zweige mit einfachen Blättchen augenfällig von dem Besenginster

unterscheidet.

*Ulex europaeus* Linné, der Stechginster oder Hecksame, im wesentlichen eine Holzart des westlichen und südlichen Europas, kommt vom westlichen Norddeutschland bis zur Insel Rügen auf Sandboden, zu dessen Befestigung er sich unter geeigneten klimatischen Bedingungen wegen seines hervorragenden Stock- und Wurzelanschlagvermögens vorzüglich eignet, vor und ist auch vielfach als Heckenpflanze von sehr sperrigem Wuchs, die das Beschneiden gut verträgt, angeban. An den von Dornen starrenden grünen Büschen sind die oberen Blätter der Triebe in einen gefurchten pfriemlichen grünen Dorn und sämtliche kurzen Achselprossen zu ebensolchen einfachen oder verzweigten Dornen umgewandelt. In kalten Wintern erfriert der Stechginster bis zum Boden, treibt aber dann vom Stock wieder aus.

*Cladrastis amurensis* Ruprecht. Amur-Gelbholz. Dieser japanische Baum hat 16—30 cm lange, unpaarig gefiederte Blätter mit 3—6 Blattpaaren, die aus der Knospe mit prächtig silberweisser Behaarung hervorbekommen, und grünlichweisse, in dichten aufrechten Trauben stehende Blüten mit freien Staubfäden. Er ist von Mayr zu Anbauversuchen empfohlen und auch neuerdings in den Kreis derselben gezogen worden, weil sein vorzügliches Holz mit sehr schmalen gelbem Splint und rotbraunem Kern dasjenige der Robinie übertrifft und er voraussichtlich noch in solchen Klimatalagen zum Baume erwächst, in denen die Robinie nicht mehr emporkommt. In der Jugend etwas träg-, später raschwüchsig, ist dieser Lichtholzbaum, der schon mit 10 Jahren Samen trägt, bis jetzt bei uns völlig hart und stellt ungefähr die gleichen Lebensansprüche, wie *Magnolia hypoleuca*.

*Gleditschia triacanthos* Linné, der Christdorn, die dreidornige Gleditschie, aus der Unterfamilie der Caesalpinioideae in der südlichen Hälfte des atlantischen Nordamerika einheimisch, mit einfach oder doppelt gefiederten Blättern, unscheinbaren Blüten, 25—35 cm langen, bis 4 cm breiten, meist gedrehten Hülsen und dreigliedrigen, rotbraunen, spitzen Stammdornen an den jungen Trieben, am Stamm und den älteren Aesten von reichverzweigten, büschelig zusammenstehenden, sperrigen, grossen Dornen starrend, ist in der südlichen Hälfte Mittel-europas als grosser, raschwüchsiger, sehr lichtbedürftiger Zierbaum mit weitansgreifender sperriger Krone verbreitet. In ihrer Heimat erreicht sie auf dem kräftigen Boden der Flussniederungen 30—40 m Höhe und verlangt bei uns zu gutem Gedeihen milde, dem Wind nicht stark ausgesetzte Lagen und tiefgründigen, fruchtbaren, lockeren Boden. Ihr wertvolles, im Kern rosarotes Holz, im anatomischen Bau dem Robinienholze ähnlich, ist schwer (0,78) sehr grobfaserig, äusserst schwerspaltig, sehr dauerhaft, biegsam und wenig elastisch. Da sie den Schnitt gut verträgt, ist sie auf geeignetem Standort auch eine vorzügliche Heckenpflanze.

§ 89. *Ailantus glandulosa* Desfontaines, der drüsige Gütterbaum aus der Familie der Simarubaceae, stammt aus China und ist bei uns in milderen Lagen als Park- und Alleebaum vielfach seit langem angepflanzt. Die einzeln stehenden, grossen (bis 80 cm), paarig gefiederten Blätter tragen am Grunde der grossen, zugespitzten, eilanzettlichen Blättchen jederseits 1—3 kleine, je eine undurchsichtige Drüse tragende Lappchen, was sie von allen bei uns vorkommenden Gehölzen unterscheidet. Blüten klein, polygam, grünlich, in endständigen grossen Rispen. Früchte zweiseitig geflügelt, bis 5 cm lang, anfangs rot, dann braun. Der allerdings kurzlebige Baum (40—50 Jahre) ist

ungemein raschwüchsig (in 5 Jahren bis 5 m), stellt an die Fruchtbarkeit und namentlich an die Feuchtigkeit des Bodens sehr geringe Ansprüche, wenn der Boden nur hinreichend tiefgründig und locker ist, und besitzt ein ausserordentliches Anschlagsvermögen aus Stock und namentlich aus den Wurzeln. In Oesterreich-Ungarn im Rebenklima ist er mit Erfolg zur Aufforstung öder Karstengründen verwendet worden.

*Phellodendron amurense* Ruprecht, der Mandschurische Korkbaum aus der Familie der Rutaceae, ist ein japanischer Baum von sehr stattlichen Dimensionen, der in höherem Alter auffallend reiche Korkbildung zeigt, deswegen von Mayr zu Anbauversuchen empfohlen und auch in den Kreis derselben gezogen wurde. Seine gegenständigen, unterseits kahlen Blätter gleichen denjenigen unserer Esche und riechen, zwischen den Fingern zerrieben, unangenehm. Die 2häusigen, kleinen, grünlichgelben Blüten stehen in endständigen Doldenträuben. Nach seinem natürlichen Vorkommen verlangt er bei uns Eichenklima und gedeiht auf kräftigem, frischem Boden in warmen Lagen sehr gut, die Eiche an Wachstumsgeschwindigkeit übertreffend, ist winterhart, treibt spät aus, doch dauert die Vegetation lange in den Herbst hinein, so dass die Triebspitzen regelmässig zurück frieren. Die erbsengrossen, schwarzen, terpentinhaltigen Steinfrüchte enthalten 5 einsamige Steine und bleiben mehrere Jahre keimfähig. Die Keimpflanzen werden im 1. Jahre 20–25 cm hoch und entwickeln eine Pfahlwurzel mit vielen feinen Faserwurzeln. Die Rinde enthält einen gelben Farbstoff. Das gelbe Holz ist von grosser Dauer.

*Buxus sempervirens* Linné, der gemeine Buchsbaum (Fr. Bois) aus der den Euphorbiaceen nahestehenden Familie der Buxaceae, ein ungemein langsamwüchsiger Strauch oder kleiner Baum, der bis 8 m Höhe und  $\frac{1}{2}$  m Stärke und ein Alter von mehreren Jahrhunderten erreichen kann, hat kleine lederige, eiförmige, gegenständige, immergrüne Blätter und kleine, gelblich weisse, schon im März oder April erscheinende Blüten, die in achselständigen Knäulen stehen. In jedem Knäuel steht eine weibliche Blüte mit 3 dicken Griffeln inmitten mehrerer männlichen. — Das hochwertige, hellgelbe, ungemein gleichmässige, hornartige Holz lässt kaum die Jahresringe erkennen und besitzt sehr enge Gefässe; es ist sehr schwer (0,99–1,02), sehr feinfaserig, äusserst schwerspaltig, fest, glanzlos und dauerhaft, und bekanntlich das wertvollste Material für Holzschnitte. — Der in unseren Gartenanlagen allenthalben angepflanzte Buchsbaum ist eine Holzart des Mittelmeergebiets, die nördlich der Alpen nur selten wild wachsend vorkommt, so namentlich an gebirgigen Orten im Moseltal bei Bertrich, auf der Buchshalde bei Grenzach in Baden und auf dem schweizer Jura bei Pieterlen<sup>45)</sup>, wo ein ganzes Wäldchen von 325 4–8 m hohen Bäumchen stockt. — Obwohl der Buchsbaum steinige, sonnige Hänge oft mit einem dichten Mantel überzieht, ist er doch in hohem Masse schattenertragend.

*Empetrum nigrum* Linné, die Krähen- oder Ranschbeere aus der nahe verwandten Familie der Empetraceae, ist ein hochnordischer, kleiner, heidekrautähnlicher, immergrüner Strauch mit am Rande zurückgerollten, nadelähnlichen, oft scheinbar quirlständigen Blättchen und erbsengrossen, schwarzen Beeren. Der gesellig wachsende Kleinstrauch ist in ganz Zentraleuropa zerstreut, namentlich im Norden in moorigen Kiefernwäldern auf Sandböden (Empetrumheiden) etc., auf Hochmooren der deutschen Mittelgebirge und in den Alpen häufig.

Aus der Familie der Anacardiaceae reichen 3 im Mittelmeergebiet ein-

45) Schweizer Zeitschr. f. Forstwesen 1898, p. 151 mit Abbildung.

heimische Holzgewächse mit der Nordgrenze ihres Verbreitungsgebiets noch in das südliche Zentraleuropa herein.

1. *Pistacia Lentiscus* Linné, der Mastixstrauch, ist in ausgedehnter Masse an der Zusammensetzung der immergrünen Buschformation, der Macchien, namentlich auf steilem und steinigem Gelände in Istrien und Dalmatien beteiligt und bleibt hier meist stranchförmig. Die trüchwüchsigen, aromatisch duftenden, kräftig bewurzelten und sehr reproduktionsfähigen dichten Büsche haben immergrüne, paarige Fiederblätter mit 3—7 (meist 5) Paaren 1,5—3 cm langer, schmaleiförmiger, derber, kurzbespitzter, ganzrandiger Blättchen an schmal geflügelter Mittelrippe. Die Rinde liefert das wohlriechende Mastixharz; die Blätter dienen zum Gerben.

2. *Pistacia Terebinthus* Linné, die Terpentini-Pistazie, geht weiter nach Norden und findet sich noch in Südtirol und Krain; sie neigt mehr zu baumartigem Wuchs. Die sommergrünen Blätter sind derb, unpaarig gefiedert mit 2—4 Paaren schmal bis breit-eiförmiger 4—8 cm langer Blättchen an ungeflügelter Mittelrippe. Das sehr schwere (0,9—1,1) Holz mit wechselnder, zuweilen schön kastanienbrauner Kernfärbung ist ein wertvolles Drechslerholz.

*Rhus Cotinus* Linné (syn. *Cotinus Coggygria* Scopoli), der bekannte Perrückenstrauch unserer Gärten, mit beinahe kreisrunden bis rundlich eiförmigen Blättern und endständigen grossen Blütenrispen, deren behaarte Blütenstiele sich nach dem Verblühen der meist unfruchtbaren, abfallenden Blüten bedeutend verlängern, ist nordwärts bis zur südlichen Schweiz, bis Südtirol, wo er fast in alle Niederwälder eingesprengt ist, bis in die Umgebung Wiens und bis ins südliche Ungarn verbreitet auf sonnigen Hügeln, namentlich im Kalkgebirge. Seine Blätter sind ein wertvolles Gerb- und Färbematerial; auch das goldgelbe Holz (Fisettholz) dient zum Färben.

§ 90. *Ilex aquifolium* Linné, der gemeine Hülse, auch Christusdorn oder (zumeist) Stechpalme genannt, aus der Familie der Aquifoliaceae (Fr. Houx), ist eine an mildes See- oder luftfeuchtes Gebirgsklima gebundene, äusserst trüchwüchsige Holzart Süd- und Westeuropas, die in Zentraleuropa auf frischem, sandigem oder kalkreichem Boden, meist als Unterholz schattiger Laub- und Nadelholzwaldungen, in der westlichen norddeutschen Zone von Rügen bis zum Niederrhein, in den Vogesen, im Schwarzwald, im Jura und in den Alpen (bis 1200 m!) zerstreut vorkommt, meist stranchförmig bleibt und nach dem Abtrieb reichlichen Stockanschlag treibt, auch das Beschneiden gut verträgt (Heckenpflanze). Die Krone ist bei baumartigem Wuchs pyramidal mit 5—8 cm langen, kurzgestielten, oberseits glänzend dunkelgrünen, unterseits mattgrünen, am Rande welligen, grobdornig gezähnten Blättern an den unteren Zweigen, während dieselben etwa von Mannshöhe an häufig einen glatten unbewehrten Rand haben. Nur in West- und Südeuropa bildet die Stechpalme mehrhundertjährige, bis 15 m hohe und 1/2 m starke Bäume, während sie bei uns stets erheblich kleiner bleibt. Die kleinen, weissen Blüten stehen in den Blattachsen gehäuft, die erbsengrossen, scharlachroten Steinfrüchte enthalten 4 einsamige Steinkerne, die meist erst im 2. Jahre nach der Frühlingssaat keimen. Das gelblich bis grünlichweisse, zerstretporige Holz mit kleinen Gefässen und sehr feinen Markstrahlen und Jahresringgrenzen ist hart und schwer (0,78), sehr gleichmässig und feinfaserig, schwerspaltig, schwindet stark und wirft sich sehr (Drechslerholz).

*Staphylea pinnata* Linné, die gemeine Pimpernuss, aus der Familie der Staphyleaceae, als Gartenzierstrauch allgemein beliebt, kommt meist vereinzelt und sehr zerstreut auf nahrhaftem, namentlich kalkreichem Boden und

lichten Standorten in Bergwäldern der rheinischen und süddeutschen Zone, sowie in den nördlichen Vorbergen des ganzen Alpenzugs (bis ca. 600 m) und sonst mitunter auch verwildert vor. Sie bildet stattliche, 2—5 m hohe Sträucher, die schon vor dem Abtrieb reichlich schlanke Ausschlaglohlen bilden, und hat gegenständige, 12—20 cm lange, unpaarig gefiederte Blätter mit meist nur zwei 5—9 cm langen, eiförmig zugespitzten Fiederpaaren. Die weissen, glockigen Blüten bilden tragdollig verästelte, hängende Trauben; die ca. 4 cm grossen, dünnhäutigen, aufblasbaren, grünen Früchte sind 3fächerig mit meist je einem verkehrt eiförmigen, glänzend gelbbraunen, ölreichen, essbaren, grossen Samen, der meist erst nach 1jährigem Ueberliegen keimt. Das zerstreutporige, gelblichweisse Holz mit deutlichen, zahlreichen Markstrahlen und Jahresringen ist sehr hart, schwer (0,82) und schwerspaltig (Drechslerholz).

Die Spindelbäume, *Evonymus*, aus der Familie der Celastraceae, sind Sträucher oder kleine Bäume mit einfachen, gegenständigen Blättern und spielen forstlich eine bescheidene Rolle als Unterholz. Die 4- oder 5zähligen Blüten stehen in achselständigen, langgestielten Trugdolden. Die sehr charakteristischen roten Kapsel Früchte enthalten von fleischigem rotem Samenmantel (Arillus) umhüllte Samen.

1. *Evonymus europaea* Linné, der gemeine Spindelbaum oder das Pfaffenkäppchen (fr. Fasain) bildet sperrige Sträucher, seltener kleine Bäume (bis 6 m Höhe) mit grünen, durch Korkflügel vierkantigen Zweigen, mit ca. 4—6 cm langen, eilanzettlichen Blättern, 4zähligen, grünlichen Blüten, zahlreichen, ungeflügelten, meist stumpf 4lappigen Kapseln und weisslichen, vom orangefarbenen Arillus völlig eingehüllten Samen. Das Verbreitungsgebiet dieser häufigsten Art umfasst beinahe ganz Europa, wo er sich auf fruchtbarem, frischem, kalkreichem Boden zerstreut an Waldrändern, Hecken, Feldgehölzen, sowie in lichten Wäldern der Ebenen, Hügel und Vorberge wildwachsend findet. Er hat wie alle Spindelbäume ein kräftiges Ausschlagvermögen. Das Holz hart, gelbweiss (Drechslerholz).

2. *Evonymus latifolius* Scopoli, der breitblättrige Spindelbaum, ist ein 4—6 m hoher Strauch des Mittelmeergebietes, der nördlich bis zu den Alpenländern und dem südlichen Ungarn vorkommt, im allgemeinen aber selten ist. Die Blätter sind bis 10 cm lang und bis 6 cm breit, die bräunlichen Blüten meist 5zählig, die rutenförmigen, etwas zusammengedrückten Zweige ohne Korkflügel, die meist 5lappigen Kapseln geflügelt kantig, die Samen wie bei vorigen.

3. *Evonymus verrucosus* Scopoli, der warzige Spindelbaum, ist eine osteuropäische Holzart, in allen Teilen kleiner als der gemeine S., mit stielrunden, dicht mit grossen Korkwarzen bedeckten, olivgrünen Zweigen, 4zähligen Blüten und schwarzen, an dünnen Fäden lang aus den Fruchtfächern heraushängenden Samen, welche von dem hochroten Arillus nur zur Hälfte umhüllt sind.

§ 91. Die Familie der Aceraceae enthält ausser der Gattung *Dipteronia* mit 1 Art nur die ca. 100 baumartige Arten umfassende Gattung *Acer*, Ahorn. Blüten eingeschlechtlich oder scheinzwittrig, 5- (selten) 4zählig, in endständigen Trauben oder Rispen, meist nur 8 Staubgefässe. Die männlichen Blüten besitzen lange Staubfäden und einen kleinen, verkümmerten Fruchtknoten, die scheinzwittrigen weiblichen dagegen einen wohlentwickelten Fruchtknoten und kurze, scheinbar normale, aber den Pollen nicht entleerende Staubfäden. Fruchtknoten 2fächerig, mit je 2 Samenknochen, bei der Reife in 2 einsamige

langgeflügelte, nussartige Teilfrüchte zerfallend. Blätter gegenständig, ohne Nebenblätter, meist handförmig gelappt, seltener ungeteilt oder geteilt. Echte Gipfelknospen. Keimung mit Ausnahme von *A. dasycarpum* oberirdisch.

1. *Acer Pseudoplatanus* Linné, Bergahorn (fr. Erable). Knospen ansehend grün beschuppt, an den Seiten der bräunlichgrauen, kahlen Zweige abstehend. Endknospe wie bei allen Ahornarten grösser. Blätter langgestielt, 8–16 cm lang, oberseits glänzend dunkelgrün, kahl, unterseits hell graugrün, in den Nervenwinkeln weissförmig behaart, 5lappig mit herzförmigem Grund, die untersten Lappen viel kleiner als die 3 andern; Lappen am Grunde etwas verschmälert, mit konvexen Umrisslinien, spitz, grob gesägt, durch spitze Buchten getrennt. Blüten in endständigen, hängenden, aus 3blütigen Tragdolden zusammengesetzten Trauben, nach dem Laubausbruch erscheinend. Teilfrüchte erbsengross, mit langen, grünlichen, netzaderigen, kahlen Flügeln, deren Rückenlinien meist einen spitzen Winkel mit einander bilden. — Die Mannbarkeit tritt bei im Schlusse aus Samen erwachsenen Bäumen meist nicht vor dem 40., im Freistand nicht vor dem 25. Jahre ein, bei Stockausschlägen oft schon mit dem 10. Jahre, Laubausbruch im April, Blütezeit Ende April oder Mai, Fruchtreife im September, Abfall von Oktober an. Samenjahre in der Ebene fast alljährlich, im Gebirge alle 2–3 Jahre. Keimfähigkeit 50–60%, Dauer der Keimkraft ca. 1 Jahr. Das Auflaufen erfolgt bei Frühjahrssaat nach 5–6 Wochen mit grossen, zungenförmigen, parallelnervigen Keimblättern. Erstlingsblätter spitz eiförmig, grob gesägt. Die einjährige Pflanze wird 10–15 cm lang, der Höhenwuchs ist in der Jugend bis zum 20. oder 30. Jahre rascher als bei der Rötbeche, lässt dann nach und ist mit 80 bis 100 Jahren mit ca. 20–25 m Gesamthöhe abgeschlossen, doch dauert das Dickenwachstum unter günstigen Umständen noch sehr lange an und der Baum kann 2–3 m Durchmesser und ein Alter von 400–500 Jahre erreichen. Im Bestandesschluss bildet der Bergahorn sehr regelmässige, vollholzige, hoch hinauf astreine Stämme, während er im Freistand eine tiefangesetzte, sehr starkästige, mächtige, schattende Krone und einen dickeren, abholzigen Stamm entwickelt. Die in der Jugend vorhandene Pfahlwurzel lässt bald nach und im Alter besteht das Wurzelsystem aus einigen starken, tief in den Boden dringenden, wenig verzweigten Herzwurzeln, nur auf schlechtem Boden kommen weitausreichende Seitenwurzeln zur Ausbildung. Das Stockausschlagvermögen liefert reichliche und raschwüchsige Ausschläge, ist aber nicht andauernd. Die Rinde bleibt sehr lange glatt und grau und bildet erst spät eine hellbräunliche, in flachen breiten Schuppen abblätternde, sehr charakteristische Borke. Das zerstreutporige Holz ist durchweg von schönweisser Splintfarbe, seine engen, sehr gleichmässig verteilten Gefässe sind mit blossem Auge nicht zu erkennen, die Jahrringgrenzen dagegen und die verschieden starken Markstrahlen sehr scharf. Das Bergahornholz ist ein zu sehr mannigfachen Zwecken brauchbares Nutzholz; es ist mittelschwer (0,53–0,79, im Mittel 0,60), ziemlich feinfaserig, atlasglänzend, fest, ziemlich elastisch, mittel-zähbissig, hart, schwer- aber geradspaltig, nur im Trocknen von Dauer, dem Wuraufress wenig ausgesetzt, mässig schwindend und sehr brennkräftig. An alten, im Freistand erwachsenen Bäumen zeigt die untere Stammartie oft schönen, sehr geschätzten Maserwuchs. Das natürliche Verbreitungsgebiet deckt sich ungefähr mit demjenigen der Weissstanne und ist, wie bei jener, durch Kultur weit über die natürlichen Grenzen erweitert; seine grösste Vollkommenheit erreicht der Baum in der Alpenzone. Er tritt meist nur eingesprengt oder horstweise, namentlich in Bergwäldern

oder freistehend auf Alpenmatten auf. Nach seinen Standortansprüchen gehört er, mit Ausnahme der Wärme, an die er mässige Anforderungen stellt, zu den anspruchsvollsten Holzarten und erreicht nur auf sehr fruchtbarem, tiefgründigem und lockerem, mineralkräftigem Boden vollkommene Entwicklung. Ebenso gehört er zu den wasserbedürftigsten Holzarten und verlangt einen stets frischen Boden und gedeiht auch in feuchten Gebirgstälern freudig, nicht aber in stauender Nässe, in den tieferen Lagen die luftfechteren Schattenseiten, in den höheren die Sonnenseiten bevorzugend. Sein Lichtbedürfnis, etwa zwischen Eiche und Ulme stehend, ist, namentlich in der Jugend, auf günstigem Standort ein mässiges, und reine Horste verlichten sich verhältnismässig spät. In höherem Alter verträgt er aber die Ueber-schirmung sowie die Bedrängung der Krone durch Nachbarbäume schlecht.

Das Variationsvermögen des Bergahorns betrifft nur die Gestalt der Blätter und Früchte, hinsichtlich deren beträchtliche Abweichungen vom Typus vorkommen.

2. *Acer tataricum* Linné, der tatarische Ahorn, ist eine südost-europäische Holzart, die in den Wäldern der südöstlichen Hälfte Oesterreich-Ungarns eingesprengt wild vorkommt und hier meist nur Büsche oder kleine, bis 6 m hohe Bäume bildet. Die kleinen, 6—8 cm langen und etwas schmälere Blätter sind beiderseits grün und am Rande ungeteilt oder doch nur seicht gelappt. Die ebenfalls nach der Entfaltung des Laubes aufbrechenden Blüten bilden endständige, aufrechte, reichblütige Rispen. Die Früchte haben meist schön purpurrot gefärbte, aufrechte, oft gekrümmte Flügel.

3. *Acer platanoides* Linné, der Spitzahorn, ist von geringerer Bedeutung für den Wald als der Bergahorn, von welchem er sich durch folgende Merkmale unterscheidet: Knospen etwas armschuppiger, meist rot überlaufen, den glänzend braunen Zweigen angedrückt. Blätter beiderseits kahl und glänzend grün mit buchtig und fein zugespitzt gezähnten Lappen, die durch gerundete Buchten von einander getrennt sind. Die Stiele und Rippen jüngerer Blätter enthalten einen weissen Milchsaft. Blüten (manchmal 2häusig) in aufrechten, reichblütigen Ebensträussen vor dem Laubaubruche (selten mit demselben) aufblühend. Die Flügel der beiden Teilfrüchte bilden mit ihren Rückenlinien einen sehr stumpfen Winkel. Die Samenproduktion ist im allgemeinen noch reichlicher. Die Mannbarkeit tritt 5—10 Jahre früher ein. Die Bewurzelung geht etwas weniger tief, aber mehr in die Breite. Der Höhen- und Stärkewuchs ist, wenigstens in Mitteleuropa, im ganzen geringer als beim Bergahorn, wenn auch anfänglich etwas rascher. Das Alter überschreitet selten 150 Jahre. Die Rinde bildet frühzeitig eine vorwiegend längsrissige, schwärzliche, nicht abblätternde Borke. Das Holz ist dem des Bergahorns sehr ähnlich, schwer (0,56—0,81, im Mittel 0,74), etwas grobfaseriger und steht jenem an Güte und Wert etwas nach. — Das natürliche Verbreitungsgebiet des Spitzahorns umfasst die nördliche Hälfte Europas, wo er in Schweden bis 61°, in Norwegen bis 63° n. B. geht. Vorwiegend ein Baum der Ebene und des Hügellandes, bleibt er in den Alpen, wo er viel seltener als der Bergahorn ist, hinsichtlich der Höhenverbreitung weit hinter denselben zurück. Im nördlichen Mitteleuropa ist er viel häufiger, namentlich in Auenwäldern, als im südlichen, kommt aber auch dort fast stets nur eingesprengt vor. In seinen Standortansprüchen ist er etwas bescheidener als der Bergahorn, namentlich hinsichtlich der Tiefgründigkeit und Frische des Bodens; er kann aber noch auf nassem Bruchboden fortkommen und zeigt überhaupt ein etwas grösseres Anpassungsvermögen.



3. *Acer campestre* Linné, der Feldahorn oder Massholder, hat kleine, ca. 5—7 cm lange, handförmig (3—)5lappige Blätter mit meist stumpfen Lappen, von denen der mittelste stets 3lappig ist, während die seitlichen ganzrandig oder gelappt sind. Blattstiele und junge Triebe wie beim Spitzahorn mit Milchsaft. Blüten in aufrechten oder zuletzt überhängenden Ebensträussen, meist mit, seltener nach der Entfaltung der Blätter aufblühend. Früchte etwas kleiner als bei vorigen mit gerade abstehenden, oft einen überstumpfen Winkel bildenden rötlichen Flügeln. — Der Feldahorn ist von den einheimischen Arten am trügwüchsigsten, bleibt auf schlechtem Boden vielfach strauchartig oder entwickelt bis höchstens 10 m hohe Bäume, während er unter günstigsten Bedingungen in 50—60 Jahren 12—14 m Höhe, ausnahmsweise später auch 20 m erreichen kann und, namentlich im Freiland, erheblich über 100 Jahre alt und 60—70 cm stark werden kann. Bewurzelung reich verästelt und je nach Standort mehr oder weniger tief. Rinde jung lebhaft braun und glänzend, an ein- und mehrjährigen Zweigen, namentlich bei strauchigen Formen, oft von echtem Kork ringsum korkflügelig, später eine netzartig aufgerissene (im Schlusse eine mehr rechteckig gefelderte) hell-graubraune, korkreiche Borke bildend. Das häufig Maserwuchs zeigende Holz ist rötlichweiss, lässt die Markstrahlen mit blossen Auge meist nicht mehr erkennen und enthält zuweilen brännliche Markflecke; es ist noch etwas schwerspaltiger als das der vorigen Arten, mit denen es sonst im wesentlichen übereinstimmt, ein geschätztes Material für Drechsler und Bildschnitzer. — Das Verbreitungsgebiet des Feldahorns umfasst, mit sehr ungleicher Verteilung, den grössten Teil Europas mit Ausnahme des nördlichen Skandinaviens und Russlands, sowie Griechenlands und der Südhälfte Spaniens. Als Baum der Ebenen und des Hügellandes findet er sich in Feldgehölzen und Hecken, an Waldrändern und eingesprengt im Mittel- und Niederwald. Auch als Heckenpflanze wird er wegen seines grossen Anschlagvermögens gelegentlich gezogen. In seinen Standortsansprüchen ist er hinsichtlich des Bodens genügsamer und anpassungsfähiger als der Berg- und Spitzahorn, verträgt auch mehr Beschattung, obwohl er nur im vollen Lichtgenuss zum stattlichen Baume erwächst; dagegen ist er wärmebedürftiger.

Hinsichtlich der Grösse und Zerteilung der Blätter variiert der Feldahorn in der Natur mehr als die anderen einheimischen Arten.

§ 92. 4. *Acer monspessulanum* Linné (Syn. *A. trilobum* Mönch), der dreilappige oder französische Ahorn, ist eine trügwüchsige, in ihrer äusseren Erscheinung dem Feldahorn ähnliche Holzart, die mit Vorliebe, sonneig, steinige Standorte bewohnt und sich ausser im ganzen Mittelmeergebiet als Holzart des Berglandes in den südlichen Kronländern Oesterreich-Ungarns, in der südlichen und westlichen Schweiz, in der Pfalz und im mittleren Rheingebiet und Umgegend zerstreut vorfindet. Die kleinen, 4—6 cm laugen, 3lappigen und 3uervigen, unterseits graugrünen Blätter mit meist ungeteilten bis welligen, stumpfen Lappen und die kahlen Früchte, deren kahle, rötliche Flügel absteilen und mit den Rändern oft übereinander greifen, unterscheiden ihn leicht vom Feldahorn.

5. *Acer obtusatum* Waldstein et Kitaibel, der stumpfblättrige Ahorn, ist eine südeuropäische, am häufigsten auf der Balkanhalbinsel auftretende Holzart, die bis Istrien und Dalmatien sowie dem südlichen Ungarn nordwärts verbreitet ist und einzeln oder horstweise eingesprengt in Gebirgswäldern mit frischem Kalkboden vorkommt. Der raschwüchsige, 15—20 m Höhe erreichende, im Aussehen dem Bergahorn ähnliche Baum hat bis 10 cm lange, sehr variable, 3- bis 5lappige, oberseits kahle, unterseits oft bleibend graufilzige Blätter mit stumpfen bis stumpf gezähnten kurzen Lappen und behaarten Stielen und schlaff hängende,

lockeren Quasten ähnliche, vielblütige Doldentrauben. Die kahlen Früchte haben meist rechtwinkelig divergierende Flügel. — Als Zierbaum bis zum südlichen Norwegen angebaut.

Von den sehr zahlreichen bei uns in Gärten und Anlagen kultivierten ausländischen Ahornarten sind folgende 3 Amerikaner in den Kreis der forstlichen Anbauversuche gezogen worden:

6. *Acer saccharinum* Wangenheim (nicht Linné) der Zuckerahorn (Syn. *A. nigrum* und *A. barbatum* Michaux; *A. Saccharum* Marshall der neuen amerikanischen Nomenklatur), aus dessen Saft in seiner Heimat Zucker bereitet wird, ein Baum, um den wir, nach Mayr, allen Grund haben, die Amerikaner zu beneiden, ist im ganzen östlichen Nordamerika von Neufundland bis Texas und Florida verbreitet und im nördlichen, klimatisch unseren Buchenrevieren ähnlichen Teil dieses Gebietes hervorragend an der Waldbildung beteiligt, so am Südufer des Lake superior, wo  $\frac{3}{4}$  der dortigen grossen Waldungen aus dieser Holzart bestehen, die dort in 150—200 Jahren im Durchschnitt 27 m Höhe mit bis 14 m astlosem Schaft bei 67 cm mittlerem Durchmesser erreicht haben; auch in Deutschland haben wir alte Stämme von 25—30 m, da der Baum schon 1735 als Parkbaum eingeführt wurde. Blätter variabel, 3—5lappig, denen des Spitzahorns ähnlich, aber nicht milchend, mit gerundeten Buchten, unterseits meist graugrün und zerstreut weichhaarig, vor Eintritt des Frostes im Herbst orange-purpurrot. Blüten in schlaffhängenden Ebensträssen, lang gestielt, ohne Blumenkrone. Früchte kahl, kugelig, mit ziemlich breiten, aufgerichteten Flügeln. Die hellgraue, lange geschlossen bleibende Rinde bildet eine braune, schmalrissige Borke, die sich im hohen Alter in lose hängenden Fetzen abschält. Das sehr wertvolle rötlichweisse Holz ist ziemlich schwer (0,65—0,75), fest, seidenglänzend und ziemlich feinfaserig, schwer aber glattspaltig und zeigt ziemlich häufig schöne Maserbildung. In seinen Standortansprüchen steht der Zuckerahorn unserem Spitzahorn nahe, er hat eine tief gehende Bewurzelung, ist in den ersten Lebensjahren etwas trügwüchsiger und verlangt Seitenschutz; vom 5. Jahre geht er bei uns in die Höhe und ist mit 6 Jahren schon 2 m hoch. Er ist voraussichtlich als eine wertvolle Einführung zu betrachten.

7. *Acer dasycarpum* Ehrhart (= *A. saccharinum* Linné der neueren amerikanischen Nomenklatur!) der Silberahorn, auch weisser oder wollfrüchtiger Ahorn genannt, stammt aus dem gleichen Verbreitungsgebiet wie der vorige, mit dem Optimum im Ufergebiet des Ohio. Schon in der 1. Hälfte des 17. Jahrhunderts in Europa eingeführt, ist der schöne, raschwüchsige Baum, der frischen, lockeren, kräftigen Boden verlangt, schon in der Jugend ein äusserst kräftiges Wurzelsystem entwickelt und bei uns vollständig frost- und winterhart ist, vielfach als Zier- und Alleebaum angepflanzt. Die zierlich geformten Blätter sind bis 12 cm lang, oberseits glänzend dunkelgrün, unterseits matt bläulichweiss, tief handförmig 5lappig, die tief eingeschnitten gesägten Lappen berühren sich wie zwei sich schneidende Kreisbogen. Endknospen mit den beiden untersten, bis zur Spitze reichenden Schuppen die übrigen verdeckend, Seitenknospen angedrückt, mehrschuppig. Blüten rötlich, im Gegensatz zu allen vorhergehenden ohne Discus, sehr kurz gestielt, ohne Blumenkrone, in dichten Büscheln lange vor dem Laubausbruch aus Seitenknospen hervorbrechend; Fruchtknoten dicht filzig; Früchte zuletzt kahl, mit sehr grossen Flügeln, schon in der 1. Hälfte Juni reifend und am besten gleich ausgesät. Keimung nach 14 Tagen bis 3 Wochen. Einjährige Pflanzen bei uns 20—30 cm lang, in Amerika nach Mayr bis 70 cm.

50jährige Bäume erreichen noch in Mitteldeutschland bis 30 m Höhe. Die lange glatt bleibende graue Rinde bildet später eine dünnschuppige Borke. Das weissliche Holz ist mittelschwer (0,52—0,71), leichtspaltig, aber nicht elastisch, unsern einheimischen Arten nachstehend. Da überdies der Baum Neigungen sperriger Kronenbildung aufweist und wegen seines leichten, spröden Holzes leicht vom Winde zerfetzt wird, dürfte seine Anbauwürdigkeit im Walde eine beschränkte bleiben.

8. *Acer negundo* Linné (Syn. *Negundo aceroides*), der östliche eschenblättrige Ahorn, ist gleichfalls ein bei uns, namentlich in Süddeutschland, vielfach als Park- und Strassenbaum angepflanzter Ahorn des östlichen Nordamerika, wo er vom Lorenzstrom bis zum Mississippidelta und westlich bis zum Felsengebirge als einer der häufigsten Waldbäume verbreitet ist, nach Mayr aber nur im tiefen, kräftigen Boden der Flussniederungen einen nutzbaren Schaft von geringem Gebrauchswert entwickelt. Blätter gross, unpaarig gefiedert, mit meist 2, seltener 1 oder 3—5 Paaren von eilanzettlichen, 5—10 cm langen, meist kahlen, seltener unterseits etwas behaarten Fiederblättchen. Blüten lange vor dem Laubaussbruch aus seitenständigen Knospen, 2häusig, klein, grünlich, ohne Discus und Blumenkrone, die männlichen langgestielt, mit nur 4—6 sehr langen und feinen Staubfäden, in hängenden Büscheln, die weiblichen in schlaffen, hängenden Trauben. Früchte klein, kahl, auffallend hell, mit durchscheinenden, spitzwinkelig zusammenschliessenden, oft einwärts gekrümmten Flügeln. Die anfangs glatt gelbbraune Rinde bildet später eine quer- und längsrisige dicke Borke. Das Holz ist hellgelb, von spez. Gewicht 0,55—0,60, hart und spröde. — Der eschenblättrige Ahorn ist auch bei uns in der Jugend ungemein raschwüchsig, (Jährlinge bis 1 m, 3jährige bis 3 m, 9jährige bis 7 (und 9) m!), doch lässt der Höhenwuchs meist schon vom 6. Jahre ab nach und wird dann von unsern gewöhnlichen Ahornarten überholt; ausserdem ist der Wuchs der sehr starken Krone ein ungemein sperriger. Schon im 1. Jahre entwickelt diese Art eine bis 50 cm lange Pfahlwurzel mit mehreren kräftigen Seitenwurzeln; später überwiegt das Wachstum der Seitenwurzeln, die bereits im 3. Jahre 1½ m Länge erreichen können. Diese sehr frühzeitig ergründende, gegen Beschattung empfindliche Lichtholzart besitzt ein grosses Ausschlagvermögen, ist namentlich auf Freilagern etwas frostempfindlich und verlangt einen frischen bis feuchten, lockeren, etwas lehmigen Boden, gedeiht sogar auf Moorböden noch recht gut, während er auf trockenem Boden überall versagt hat. Die neueren Anbauversuche wurden mit der durch besondere Raschwüchsigkeit ausgezeichneten Form *violaceum* mit violett bereiften Zweigen ausgeführt. Wenn diese Form von den Gärtnern vielfach auch als *A. negundo californicum* bezeichnet wird, so kann dies nur zu unliebsamen Verwechslungen führen; der echte *A. californicum* Torrey et Gray ist ein kleiner, frostempfindlicher, bei uns nicht mehr gedeihender Baum, mit sametfilzigen jüngeren Zweigen und Blattstielen und unterseits weichhaarigen Blättern.

§ 93. Aus der Familie der Hippocastaneaceae ist die in den Gebirgen Nordgriechenlands in schattigen Waldschluchten der unteren Tanneuregion, in einer Meereshöhe von 1000—1300 m heimische, als Zier- und Alleebaum allenthalben verbreitete *Aesculus hippocastanum* Linné, die gemeine Rosskastanie (fr. Marronier) ihrer Schönheit und ihrer als Wildfutter wertvollen, sehr stärkereichen Samen halber meist von bescheidener forstlicher Bedeutung und an Waldstrassen, Bestandesrändern und freien Plätzen im Walde gelegentlich angepflanzt. Knospen sehr gross, namentlich die Endknospen, klebrig, glänzend. Blätter

gegenständig, langgestielt, gefingert mit 5–7 verkehrt eiförmigen, gespitzten, am Rande doppelt gesägten, bis 20 cm langen, sitzenden Blättchen. Blüten nach dem Laubausbruch in grossen, aufrechten, schlank kegelförmigen, aus Wickeln zusammengesetzten Trauben, zumeist rein männlich, zum kleinen Teil zwittrig oder weiblich, mit meist 5 weissen, gelb- oder rotgefleckten Blümenblättern und meist 7 niedergebogenen Staubfäden. Frucht kapseln bis 5 cm gross, kugelig, ziemlich weichstachelig, 3 grosse rotbraune, rundliche Samen, die „Roskastanien“ enthaltend, die den „Früchten“ der Edelkastanie sehr ähneln und mit dicken, fleischigen Keimblättern 3–4 Wochen nach Frühlingsaat keimen. Die junge Pflanze erreicht schon im 1. Jahre eine Höhe vom  $\frac{1}{2}$  m und bildet eine lange Pfahlwurzel, die aber später bald nachlässt, so dass die Bewurzelung hauptsächlich flach und weit ausstreichend wird. Das mässige Ausschlagvermögen ist nicht andauernd und liefert nur Stocklöden. Der raschwüchsige Baum, der auf gutem Standort schon mit 10–15 Jahren mannbar werden kann, hat in der Regel eine tiefangesetzte, starkästige, breite Krone, die durch die Horizontalstellung der grossen Blätter sehr schattet, aber ähnlich der Linde und Weissbuche auch viel Schatten verträgt. Die Höhe des Baumes kann bis 20 m, die Dicke bis über 1 m, das Alter bis ca. 200 Jahren betragen. Der kurze, starke, vollholzige Stamm ist stets nach rechts drehwüchsig. Die schwarzgraubraune, lange geschlossen bleibende Rinde bildet später eine in dünnen Schuppen abblätternde Borke. Das sehr gleichmässige, mässig schwindende (5%), leichte, gelblichweisse, weiche und leichtspaltige, zerstreuporige Holz hat geringe Dauer, unzureichende Festigkeit und geringen Brennwert. Zu vollkommener Entwicklung beansprucht die Roskastanie einen lockeren, humosen, sandigen, ziemlich tiefgründigen Boden von mässiger Frische, während sie hinsichtlich des Klimas sehr anpassungsfähig und ziemlich anspruchslos ist (gedehlt noch bis zum 68° in Norwegen).

2. *Aesculus carnea* Willdenow (= *A. rubicunda* Lodd), die rote Roskastanie, wahrscheinlich ein Bastard zwischen der vorigen und der amerikanischen *Pavia rubra*, hat kleinere, kurzgestielte Blättchen, die in der Mitte am breitesten sind, rosa bis purpurrote, gelbgefleckte, beinahe 2lippig glockig zusammenschliessende Blumenblätter, aufrechte Staubfäden (meist 8), nicht klebrige Knospen und kleinere, meist glatte, seltener teilweise stachelige Früchte. Häufig als Zier- und Alleebaum, etwas frostempfindlicher, ca. 14 Tage später blühend.

Die Gattung *Pavia* hat nicht klebrige Knospen, deutlich gestielte Blättchen, 4 langgenagelte Blumenblätter, 7–8 behaarte Staubfäden und meist stachellose, nur halb so grosse Früchte.

§ 94. *Palurus aculeatus* Lamarck (syn. *P. australis* Gärtner), der gemeine Stechdorn aus der Familie der Rhamnaceae, ist ein im ganzen Mittelmeergebiet verbreiteter, bis zur Südschweiz, Südtirol, Krain und dem östereich-reichen Küstenlande reichender, 2–5 m hoher, sehr sperriger Strauch, der auf steinig-sonnigen Plätzen wächst, oft auch zu Hecken angebannt wird und im Walde seiner scharfen Dornen halber ein höchst lästiges Forstunkraut ist. Er hat ca. 2–3 cm lange, eiförmige, 2zellig gestellte Blätter mit 3 Längsrippen; die Nebenblätter sind in scharfe Dornen umgewandelt, von denen der eine vorgestreckt, der andere zurückgekrümmt ist.

1. *Rhamnus cathartica* Linné, der gemeine Krenzdorn (franz. Nerprun), mit 3–6 cm grossen, breit eilanzettlichen, feingesägten, gegenständigen Blättern mit bogenlänglichen Nerven, 2häusigen, in achselständigen Büscheln

stehenden, kleinen, grünlichen, 4zähligen Blüten und erbsengrossen schwarzen Steinfrüchten mit meist 4 Kernen, bildet sehr sperrige Sträucher von 2—3 m Höhe, seltener kleine Bäume, die 6—8 m hoch und über ein Jahrhundert alt werden können. Fast sämtliche Langtriebe endigen mit einem stechenden Dorn; nur die knotigen Kurztriebe älterer Sträucher besitzen eine Endknospe. Das sehr dauerhafte, harte, schwerspaltige, im Kern schön orangefarbene Holz ist durch die Verteilung der Gefässe im Jahresring „gefleamt“ und ein geschätztes Drechslerholz; die Beeren liefern Farbstoffe. Der Stockausschlag nach dem Abtrieb ist unbedeutend, dagegen bildet er leicht Wurzelprossen und Absenker, durch die er sich besser als durch Samen vermehren lässt. — Der Kreuzdorn ist eine trüg-wüchsige, lichtbedürftige Holzart der Ebene und des Hügellandes, besonders auf steinigem Kalkboden an Waldrändern, als Unterholz in lichten Wäldern, in Feldgehölzen und Hecken durch beinahe ganz Europa mit Ausnahme des höheren Nordens verbreitet.

*Rhamnus saxatilis* Jacquin und *Rhamnus intermedia* Steudel et Hochstetter sind südeuropäische, kleinblättrige, sperrig-dornige Kleinsträucher ohne forstliche Bedeutung, von denen der erstere mit 2—3 cm langen zarten Blättern noch in Süddeutschland vorkommt, der letztere mit nur 1—1½ cm langen derben Blättern aber über die österreichischen südlichen Alpenländer nicht hinausgeht. Zu den Wegdornen mit einzeln stehenden Blättern und dornelosen Zweigen und ebenfalls 2häusigen, meist 4zähligen Blüten gehören: 2. *Rhamnus carniolica* Kerner, der steyerische Wegedorn, ein bis 3 m hoher Strauch der südöstlichen Kalkalpen, bis Croatien und Dalmatien an felsigen Abhängen wie als Unterholz in Nadelwäldern verbreitet, mit weissbucheähnlichen, 5—10 cm langen Blättern, die 16—20 parallele Nervenpaare besitzen. 3. *Rhamnus alpina* Linné, mit vorstehendem oft verwechselt, mit etwas breiteren, mehr als die Weisslerer erinnernden Blättern, die im allgemeinen nur 10—14 Nervenpaare besitzen, hauptsächlich im felsigen Buschwald der Westschweiz und des Jura zerstreut. 4. *Rhamnus pumila* Linné, der zwerge Wegedorn, ein Kriechstrauch der Kalkalpen mit meist nur 6 Nervenpaaren und knorrigen Zweigen, sowie 5. *Rhamnus Alaternus* Linné, der immergrüne Wegedorn, mit ca. 3—6 cm langen lederigen Blättern von mehrjähriger Dauer, der ansehnliche, zuweilen baumartige Sträucher von 2—5 m Höhe im Mittelmeergebiet und auch in Istrien und Dalmatien bildet.

Zu den Faulbäumen mit nackten Knospen, 5zähligen Zwitterblüten und bei der Keimung unterirdisch bleibenden dicken Keimblättern gehört:

6. *Rhamnus Frangula* Linné, der gemeine Faulbaum oder das Pulverholz (syn. *Frangula Alnus* Miller) mit braunfilzigen Knospen, 4—7 cm langen, meist verkehrt eiförmigen, ganzrandigen, kurzgespitzten, federnervigen Blättern, weisslichen, in kleinen blattwinkelständigen Trugdolden stehenden Blüten und schwarzen, höchstens drei Steinkerne enthaltenden, kugeligen Steinfrüchten, bildet ansehnliche Büsche oder kleine 5—7 m hohe Bäume mit aufstrebenden rutenförmigen Zweigen, deren violett- oder dunkelbleigrüne, innen gelbe Rinde mit sehr auffälligen weisslichen Lenticellen besetzt ist. Das Holz hat sehr schmalen gelblichen Splint, leuchtend gelbroten Kern mit gleichmässig zerstreuten, kleinen Gefässen, ist grobfaserig, weich, leicht spaltbar, gerbstoffreich, 0,57—0,61 schwer und liefert die vorzüglichste Kohle zur Schiesspulverherstellung. — Die in der Jugend raschwüchsige Holzart, die nach dem Abtrieb reichlichen und raschwachsenden Stockausschlag liefert und sich auch durch Wurzelbrut vermehrt, liebt frischen bis anhaltend feuchten Boden, verträgt selbst noch sumpfigen und moorigen Boden und kommt als häufiges Unterholz in Mittel- und Niederwäldern, am liebsten in Anwaldungen durch

fast ganz Europa in der Ebene wie im Gebirge vor.

7. *Rhamnus rupestris* Scopoli, der Felsenfaulbaum, ist ein Bewohner felsiger, sonniger Orte der südöstlichen Kalkalpen, Istriens und Dalmatiens als Bodenschutzholz und unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Faulbaum durch kleinere (3—3½ cm lange), derbere, am Rande knorpelig kerbzählige Blätter, flaumhaarige Zweige, hellere Rinde und niedrigen, oft knorrigen Wuchs.

§ 95. Die Familie der Tiliaceae mit ca. 270 meist tropischen Arten ist nur durch die Gattung *Tilia*, Linde, vertreten. Blätter 2zeilig, mit abfallenden zungenförmigen Nebenblättern. Jahrestriebe ohne Gipfelknospe. 5 Kelch-, 5 Blumenblätter, zahlreiche Staubgefäße, 5fächeriger Fruchtknoten mit 2 Samenanlagen in jedem Fach. Die langgestielten trugdoldigen Blütenstände sind mit einem eigentümlichen bleichgrünen Blatt, dem „Flügelblatt“ verwachsen und stehen neben einer Knospe in den Achseln von Laubblättern. Der Blütenstand ist der Achselknospe, welcher mit 2 Blättern, dem Flügelblatt und einer diesem gegenüberstehenden Knospenschuppe, beginnt. In der Achsel der letzteren steht die Winterknospe. Von den 10 Lindenarten sind nur 3 in Mitteleuropa einheimisch. Nervatur der Blätter handförmig, mit stärkerer, fiederförmig verzweigter Mittelrippe und schwächeren Seitenerven, welche nur nach aussen parallele Nebenrippen entsenden. Alle parallelen Nebenrippen sind durch bogig gekrümmte, rechtwinkelig abgehende Nerven mit einander verbunden.

1. *Tilia parvifolia* Ehrhart (syn. *T. cordata* Miller, *ulmifolia* Scopoli.) Kleinblättrige Linde, Winterlinde (franz. Tilleul). Knospen etwas schief über kleinen Blattnarben, stumpf eiförmig, mit zwei glatten grünen Schuppen. Blätter sehr vielgestaltig, langgestielt, am Grunde ungleich, breiterzförmig, lang zugespitzt, am Rande gesägt, ca. 4—7 cm lang, oberseits dunkelgrün, kahl, unterseits (ausser bei Stockausschlägen und Schattenblättern) bläulichgrün, in den Nervenwinkeln rostrot gebartet. Blütenstände reichblütig (meist 5—11, mindestens aber mehr als 3), gewöhnlich länger als das Tragblatt, durch Umdrehung des Flügelblattes, das meist nicht bis zur Basis des Stieles herabreicht, nach oben gewendet. Blumenblätter und Griffel kürzer als die (ca. 30) Staubgefäße. Frucht ein einsamiges, rostbraunes, birnförmiges Nüsschen, dessen Fruchtwand sich leicht zwischen den Fingern zerdrücken lässt. — Die Mannbarkeit tritt frühzeitig ein, im Freistand mit 20—30 Jahren, an Stocklöden oft schon mit 15—20 Jahren, und der Baum blüht und fruchtet dann fast alljährlich reichlich. Laubausbruch je nach Klima und Lage Anfang April bis Anfang Juni, Blütezeit Juni oder Juli. Frucht reife im August oder September. Keimfähigkeit 50—60%. Die Keimung der im Frühjahr gesäten Früchte erfolgt gewöhnlich erst im nächsten Frühjahr oberirdisch mit zwei grossen, handförmig gelappten Keimblättern. Der Höhenwuchs ist in den ersten Lebensjahren sehr langsam, dann, bis etwa zum 60. Jahre rascher, aber selten mehr als 15 cm pro Jahr, hierauf wieder langsamer und mit ca. 130 bis 150 Jahren mit ca. 18 m beendet. Das Dickenwachstum kann noch mehrere Jahrhunderte lang andauern und ganz gewaltige Dimensionen liefern. Im Freistand bildet die Winterlinde sehr kurze, dicke Stämme mit sehr tief angesetzter, breit ausladender, viel- und starkästiger, dichtbeblätterter, sanft abgewölbter Krone, im Schlusse dagegen vermag sie zu einem bis 25 m hohen, vollholzigen, astreinen Baum, mit hoch angesetzter, kleinerer, kugelförmiger Krone zu erwachsen.

Stamm- und Kronenbildung erinnert an die Eichen, Blattstellung an Buchen und

Lilmen. Das Ausschlagvermögen und ebenso die Neigung zur Maserbildung an unteren Ende des Stammes ist sehr beträchtlich. Bewurzelung kräftig, aus mehreren in die Tiefe gehenden starken Herzwurzeln und oberflächlich oft weitreichenden Seitenwurzeln. Rinde sehr reich an zähen, dickwandigen Bastfaserbündeln, die auf dem Querschnitt in keilförmigen Figuren angeordnet sind, an jungen Zweigen braun, glatt, im Alter eine dunkelfarbige, längsfurchte Tafelborke bildend. Das zerstreuporige, rötlich- oder gelblichweisse Holz ohne gefärbten Kern, schwindet stark (7%), ist auf den Spaltflächen schwach seidenglänzend, ziemlich grobfaserig, aber gleichmässig gefügt, leicht (0,52), sehr weich, leicht- aber nicht glattsplittig, elastisch, in mittlerem Grade biegsam, wenig fest und dauerhaft und nur im Trockenem zu verwenden (Schnitzholz), wenig brennkräftig. Die Markstrahlen sind auf dem Querschnitt mit blossen Auge noch als feine Linien sichtbar, die Jahringgrenzen infolge des geringen Unterschieds zwischen Frühjahrs- und Herbstholz undeutlich, die Gefässe sind zahlreicher als beim Ahorn und nicht wie bei Betula zu Gruppen vereinigt. — Das Verbreitungsgebiet der Winterlinde umfasst den grössten Teil Europas und ist sie in dessen nördlicher Hälfte die einzige wildwachsende Lindenart. An der Waldbildung ist sie im allgemeinen in untergeordnetem Masse beteiligt, besonders in der südwestlichen Hälfte Mitteleuropas, während sie in der nordöstlichen, in Laub- und Mischwäldern eingesprengt oder an Waldrändern häufiger vorkommt; bestandbildend tritt sie, meist mit Eichen gemengt, seltener rein, fast nur im mittleren Russland auf. Als Baumart des Flachlandes ist ihre Höhenverbreitung im allgemeinen gering, bis ca. 600 m, nur in der Schweiz und in Tirol soll sie bis 1200 m emporsteigen. In ihren Standortsansprüchen ist sie hinsichtlich ihres Wärme- und Lichtbedürfnisses (Schattenholzart) sehr bescheiden und gedeiht auf den verschiedenartigsten Böden gut, vorausgesetzt, dass dieselben tiefgründig, mineralkräftig, frisch und locker sind; sehr trockener und leichter Boden sagt ihr nicht zu.

2. *Tilia grandifolia* Ehrhart (syn. *T. platyphyllos* Scopoli.) Grossblättrige Linde, Sommerlinde, Baum vom Wuchse der vorhergehenden Art, die sie an Schönheit der Erscheinung noch übertrifft, noch weniger Waldbaum, als Allee- und Parkbaum wie als Dorf- oder Dorflinde aber häufiger angepflanzt. Knospen und Zweige im allgemeinen derber, Blätter noch variabler, grösser, ca. 4–10 cm lang, weicher, meist beiderseits etwas behaart, unterseits graugrün, in den Nervenwinkeln weisslich gebartet. Blütenstände arm- (meist 2–5) blütig, hängend, mit nicht ungewendetem, häufig bis zum Grunde des Stieles herabreichendem Flügelblatt. Blüten etwas grösser, sonst wie bei voriger, ca. 14 Tage früher aufblühend, wie denn die Sommerlinde sich auch um so viel früher belaubt. Früchte ebenfalls grösser, mit 5 kräftigen Längsrippen, hartschalig, nicht zwischen den Fingern zerdrückbar. Die Entwicklung ist ähnlich wie bei der Winterlinde, der Höhenwuchs etwas rascher, die Gesamthöhe (bis 33 m), der Stammumfang (bis 16 m) grösser und das Maximalalter (über 1000 Jahre) höher. Die berühmten alten (tausendjährigen) Linden gehören fast alle hierher; die älteste und stärkste derselben in Deutschland dürfte die vom Staffelstein in Bayern sein, die aber jetzt nur noch eine dem Absterben nahe Ruine ist.

Das Holz ist noch weniger dicht (0,49), noch weicher und etwas weniger biegsam, schwindet etwas weniger (5,6%) und hat noch geringere Brennkraft (68). Das Verbreitungsgebiet der Sommerlinde umfasst die südliche Hälfte Europas bis zu den Kankasusländern und bis zum Ural. Ueber das mittlere Deutschland dürfte ihr natürliches Vorkommen nicht hinausreichen. Auch bei ihr liegt das Maximum des Vorkommens in Russland und zwar im südlicheren, wo sie teils in reinem Bestand,

teils mit Winterlinde und Stieleiche ausgedehnte Waldungen bildet. In den südlichen Gebirgen steigt sie etwas höher empor. Ihre Standortansprüche sind ähnlich, aber etwas höher wie bei der Winterlinde.

3. *Tilia tomentosa* Mönch (syn. *T. argentea* Desf., *alba* Waldst. et Kit.) Ungarische Silberlinde, eine auf Südosteuropa und den Orient beschränkte Lindenart, welche im Hügellande Südüngarns und Kroatiens an der Waldbildung teilnimmt und zum Teil geschlossene Bestände bilden soll. Die Blätter sind unterseits silberweiss sternförmig, von der Grösse der Sommerlinde oder grösser (bis 15 cm), die Knospen ebenfalls füllig. Blütenstände reichblütig, hängend, kürzer als die Blätter. Blüten kleiner, Blumenblätter scheinbar 10, indem die 5 äussersten Staubgefässe zu blumenblattartigen Staminodien umgebildet sind, wie bei den amerikanischen Linden, ebenso Blumenblätter und Griffel (zuletzt) länger als die sehr zahlreichen (ca. 50 und mehr) Staubgefässe. Von der amerikanischen Silberlinde, *T. alba* Aiton, ist sie auch durch die schwach oder kaum gerippten Nüsschen unterschieden, während diese bei *T. alba* 5knotig und der Blütenstand wenigblütig ist.

Von allen 3 Linden sind zahlreiche Formen, die zum grossen Teil eigene Namen erhalten haben, nach Gestalt und Behaarung der Blätter, des Blütenstandes und der Früchte unterschieden worden; ausserdem existiert eine Anzahl Bastarde zwischen ihnen sowohl, wie auch (in Anlagen) mit den amerikanischen und asiatischen bei uns angepflanzten Linden.

§ 96. *Myricaria germanica* Desvauz (syn. *Tamarix germanica* L.) Deutsche Tamariske aus der Familie der *Tamaricaceae*. 1—2 m hoher Stranch. mit gelbgrünen bis purpurroten, rutenförmigen Zweigen, hellblaugrünen, schuppenförmigen, dem gemeinen Heidekraut ähnlich gestalteten Blättern und kleinen, blassrosa gefärbten, in endständigen gedrunghenen Achren stehenden Blüten, bewohnt in kleinen, dichten Beständen kiesige Ufer und Sandbänke der Alpen- und Karpathenflüsse, dieselben namentlich im Donau- und Rheingebiet weit in die Ebene begleitend. Ausschlagvermögen aus übersandeten Aesten und Zweigen sehr gross.

*Hippophaë rhamnoides* Linné. Gemeiner Sanddorn, Oelweide, Seekreuzdorn, aus der Familie der *Elaeagnaceae*. Der auffallend sperrige, 2häusige Stranch von 2½—3 m, seltener kleine Baum von 5—7 m, mit 5—8 cm langen, schmalen, oberseits graugrünen, unterseits silberweiss beschuppten Blättern, scharf dornspitzigen Zweigen und zahlreichen, leuchtend orangegelben, erbsengrossen Scheinbeeren (vom fleischig gewordenen Perigon umgebenen Nüsschen), bewohnt ganz Europa und findet sich in Mitteleuropa auf Sandböden der Nord- und Ostseeküsten, sowie auf sandigem oder kiesigem Alluvium der Alpenflüsse, häufig in Gesellschaft der vorigen, sowie von *Salix incana*. Vermöge seiner weit ausstreichenden, reichlich Wurzelbrut liefernden Bewurzelung eignet er sich zur Bindung von Flugsand an Flussfern und Meeresküsten, auch zur Heckenbildung. Das 0.66—0.73 schwere Holz besitzt schmalen gelblichen Splint, lebhaft brannen Kern, schönen Seidenglanz auf dem Längsschnitt und ist zu Drechslerarbeiten benutzbar.

*Hedera helix* Linné, der gemeine Efeu aus der den Umbelliferen nahe stehenden Familie der *Araliaceae*, hat an den auf dem Waldboden kriechenden, an Bäumen und Mauern kletternden, unfruchtbaren, jugendlichen Trieben stumpf fünfklappige, mattgrüne Blätter und zahlreiche, gleich hinter dem Vegetationspunkt des Stämmchens angelegte Kletterwurzeln auf der Schattenseite, an alten Pflanzen oben am Stamm und in der Krone der Bäume von der Unterlage abgewendete



fruchtbare Zweige ohne Luftwurzeln, mit herzförmigen oder eirautenförmigen, glänzenden Blättern. Er ist am üppigsten in Süd- und Südwesteuropa entwickelt, hat langsames Wachstum und erreicht ein mehrhundertjähriges Alter. Er liebt besonders feuchte Talschluchten, Wälder mit steinigem, humosem Boden und feuchte Luft.

§ 97. Ans der Gattung *Cornus*, Hartriegel, aus der Familie der *Cornaceae*, kommen zwei Arten bei uns vor:

*Cornus mas* Linné, der gelbe Hartriegel, auch Kornelkirsche, Herlitz genannt (franz. Cornouiller), hat dünne graue Knospen mit einem weichen Schuppenpaar, grüne, unter der Endknospe 4kantige Zweige, lang zugespitzte, 5–8 cm lange, breit eilanzettliche, ganzrandige, gegenständige Blätter mit bogenläufigen Nerven, unterseits in den Nervenwinkeln weiss gebartete Blätter, kleine, gelbe, 4zählige Blüten, die lange vor dem Laubaussbruch, oft schon im März, in einfachen Dolden aus vorjährigen kurzgestielten Seitenknospen oder seitlichen Kurztrieben hervorbrechen. Die roten, essbaren, ovalen, ca. 2 cm grossen Steinfrüchte mit grossem 2samigen Kern sind hängend. Die anfangs gelbgraue Rinde bildet später eine in dünnen, verbogenen Schuppen abstehende und abblätternde Borke. Das im Splint rötlichweisse, im Kern rotbraune bis fast schwarze Holz ist ausserordentlich dicht und schwer (0,88–1,03), sehr fest, hart, äusserst schwerspaltig und zähe und ein wertvolles Drechslerholz. — Die Kornelkirsche bildet sehr trügwüchsige Büsche oder kleine Bäume von ca. 3–8 m Höhe und kann ein Jahrhundert alt werden. Eine Holzart Süd- und Mitteleuropas (angebaut bis Christiania), die sich in der Ebene und im Hügelland als Unterholz, an Waldrändern etc. auf leichtem humosem kalkhaltigem Boden häufig in den ungarischen Donauauen sowie in den niederösterreichischen Schwarzkiefernbeständen findet, sonst in der rheinischen, süddeutschen und Alpenzone sehr zerstreut und vielfach nur verwildert auftritt. Ausser als Obstbaum und Zierstranch wird die Kornelkirsche, die das Beschneiden gut verträgt und ein grosses Ausschlagvermögen aus Stock und Wurzel besitzt, auch nicht selten als Heckenpflanze gezogen.

2. *Cornus sanguinea* Linné, der gemeine Hartriegel oder rote Hornstranch hat nackte Knospen ohne Knospenschuppen, unter der Endknospe etwas zusammengedrückt 2kantige, im Winter blutrote Zweige, etwas breitere, kurz zugespitzte, unterseits nicht gebartete Blätter und weisse, in reichblütigen Trugdolden am Ende junger beblätterter Triebe stehende, erst im Mai oder Juni aufblühende Blüten, sowie erbsengrosse, blauschwarze Steinbeeren. Das vorzügliche Holz hat keinen gefärbten Kern, ist etwas weniger schwer (0,77 bis 0,88), aber ebenfalls sehr hart, fest und zäh und dient zu ähnlichen Zwecken. — Die ebenfalls trügwüchsige Holzart bildet in 15–20 Jahren 3–3½ m hohe Büsche und wird selten älter als 30 Jahre. Ausser durch die meist erst im 2. Jahre auftaufenden Samen vermehrt sich der Hornstranch durch Absenker und Wurzelbrut, und besitzt gleichfalls ein grosses Ausschlagvermögen aus dem Stock. Sein Verbreitungsgebiet umfasst beinahe ganz Europa mit Ausnahme des südlichsten Teils und des hohen Nordens und kommt diese Holzart der Ebenen und des Hügellandes, die starke und anhaltende Beschattung verträgt und lockeren kalkhaltigen Boden bevorzugt, häufig eingesprengt im Niederwald, an Waldrändern, als Unterholz im Mittelwald, in Feldhölzern, Hecken etc. vor.

§ 98. Die Familie der *Ericaceae* eröffnet die Reihe der Holzge-

wächse mit verwachsenen Kronenblättern (Sympetalae). Die baumartigen Vertreter der Familie sind Gewächse des Mittelmeergebietes und erreichen *Arbutus Unedo* Linné, der Erdbeerbaum, ein Grossstrauch oder bis 5 m hoher Baum mit 4—7 cm langen, scharf gesägten, lederartigen, glänzenden Blättern und in kurzen, verzweigten, hängenden Trauben stehenden, kirschgrossen, scharlachroten, dichtwarzigen (erdbeerähnlichen), essbaren Früchten und *Erica arborea* Linné, die Baumheide, als aesehnlicher Mittel- oder Grossstrauch oder kleiner Baum mit rutenförmigen Zweigen im Gebiete ihre Nordgrenze, ersterer in Wäldern und felsigen Orten Istriens und Dalmatiens, letztere ausserdem auch noch in Südtirol vorkommend. Aus dem gemaserten, rotbraunen Wurzelholz der letzteren, dem Bryèreholz, werden die kurzen Tabakspfeifen geschnitzt. Die übrigen Heidearten und sonstigen holzigen Vertreter dieser Familie, wie die *Vaccinium*-arten, die Alpenrosen (*Rhododendron*), die Bärentrauben (*Arctostaphylos*) und der Porst (*Ledum palustre*) spielen im Walde lediglich die Rolle von forstlichen Unkräutern, die unter Umständen verdünnend auf den jungen Holzwuchs wirken können. Die im Herbst blühende *Calluna vulgaris* Salisbury, das gemeine Heidekraut oder die Besenheide, ist weitaus die verbreitetste gesellig wachsende Heideart und unterscheidet sich von den echten Heiden (*Erica*) durch ihre (rosagefärbten) die Blumenkrone glockig überragenden Kelchblätter. Sie findet sich in der Ebene wie im Gebirge als bodenstete Pflanze am häufigsten auf armen Sand- und Moorboden, teils mit anderen Zwergstrüchern „Heiden“ bildend, teils als Unterholz in lichten Wäldern, namentlich Kiefernwäldern, selbst auf dem ärmsten Boden noch gut gedeihend und ihm allein noch nutzbare Erträge abringend, nicht etwa weil sie für solchen Boden besondere Vorliebe hat, sondern weil sie auf besserem Boden von anderen Arten verdrängt oder zurückgedrängt wird. Immerhin gedeiht sie als trügwechsigste Pflanze nur auf nährstoffarmen Böden, ihr Alter überschreitet selten 12 Jahre, ihre Vermehrung findet hauptsächlich durch Samen und — nach Heidebrennen — durch Stockausschlag statt. Ihr reichliches Vorkommen zeigt stets eine weitgehende Verarmung des Bodens an. Nur in der Seennähe wächst sie auf ganz freien Schlägen in den ersten Jahren schneller als die Kiefer, lässt aber auf Flächen, die sie bereits beherrscht, nur schwer andere Holzarten aufkommen, da ihr dichter Wurzelföhl Rohhumus bildet, der das Wachstum wertvollerer Holzgewächse ausserordentlich erschwert oder gar verhindert.

Die ebenfalls langsamwüchsigste Heidelbeere, *Vaccinium Myrtillus* Linné, teilt mit der Heide vielfach die Standorte, verträgt aber, im Gegensatz zu jener, auch die stärkste Beschattung, soweit es sich nur um blosse Erhaltung des Lebens handelt, bildet unter einer fast vollen Beschirmung noch zusammenhängende Bodenüberzüge und vermehrt und erhält sich ausser durch Samen namentlich durch unterirdisch-kriechende, dünne Rhizome, die sog. Kriechtriebe.

§ 99. Aus der Familie der Oleaceae, der ölbaumartigen Laubbölzer mit 4zähligen Blüten, deren Staub- und Fruchtblätter auf 2 reduziert sind, und gegenständigen, nebenblattlosen Blättern, kommen folgende Arten in Betracht:

1. *Fraxinus excelsior* Linné. Gemeine Esche (fr. Frêne). Knospen schwarzbraun bis schwarz, die Endknospe viel grösser, meist mit nur 2 Knospenschuppen. Blätter gross (bis 40 cm), unpaarig gefiedert mit 4—6 (8) sitzenden, meist eilanzettlichen, zugespitzten ca. 4—10 cm langen, an Rande klein gesägten, von der Spitze an Grösse zunehmenden, meist kahlen Fiederpaaren. Blüten nackt, nur aus Staubgefässen mit herzförmigen Staubbeuteln und Fruchtknoten mit 2lappiger Narbe bestehend, dunkel purpurn oder violett, in mehr oder

weniger dichten Büscheln oder Rispen, polygam oder 2häusig, vor dem Laubausbruch aus Seitenknospen vorjähriger Zweige. Früchte flach zusammengedrückte, in einen zungenförmigen Flügel verlängerte, ca. 4 cm lange und 1 cm breite, hellbraune, kahle, 1samige Nüsschen in büscheligen, hängenden Rispen. — Die Mannbarkeit tritt bei Samenpflanzen im Freiland kaum vor dem 25. im Schluss erst mit dem ca. 40., bei Stockklothen oft schon mit dem 20. Jahre ein. Die Blütezeit fällt in den April oder Mai, der Laubausbruch Ende April bis Anfang Juni; männliche Bäume blühen viel reicher als weibliche bzw. polygame und ihre Blütenbüschel sind viel dichter. Laubfall meist gleichzeitig nach dem ersten Frost im Oktober oder November, Samenreife von Ende Juli bis Oktober, Abfliegen der Früchte sehr allmählich den Winter über bis ins Frühjahr hinein. Samenjahre meist alle 2 Jahre. Die Keimung der im allgemeinen zu 60—70% keimfähigen und ihre Keimkraft 1—3 Jahre bewahrenden Samen erfolgt in der Regel erst im 2. Frühjahr mit 2, denen des Bergahorns ähnlichen, aber fiedernervigen, schmal ei- bis zungenförmigen, dickfleischigen Keimblättern, auf welche ein Paar einfacher, eilanzettlicher, dann ein solches 3zähliger und hierauf erst die Fiederblattpaare folgen. Im 1. Jahre bleibt die Pflanze klein, vom 2. an ist der Höhenwuchs rasch, im 3. oft schon mannshoch, zwischen dem 20. und 40. Jahre durchschnittlich  $\frac{1}{2}$  m pro Jahr, dann nachlassend, aber doch bis über das 100. Jahr aushaltend; bedeutendster Stärkezuwachs zwischen dem 40. und 60. Jahre. Auf gutem Boden kann die Esche 200—250 Jahre alt werden und über 30 m Höhe und bis 1,7 m Durchmesser erreichen. Bis etwa zum 30. Jahre entwickelt die Esche auf zugrundem Standort nur weitläufig beblätterte Langtriebe und ähnlich der Kiefer eine sehr regelmässig verzweigte, ausgebreitete Krone. Später, auf schlechtem Boden auch schon vor dem 30. Jahre, entwickeln sich zahlreiche Kurztriebe, die sich alljährlich nur durch ihre Endknospe zu bogenförmig aufwärts gekrümmten, knotigen Kurzweigen verlängern, so dass die abgewölbte, lockere Krone alter Eschen nur aus solchen Kurzweigen besteht, die am Ende ein Blätterbüschel tragen. Im Bestandesschluss bildet die Esche einen bis hoch hinauf streinen, vollholzigen, geraden Schaft; im Freiland neigt sie zum Gabelwuchs, wie keine andere einheimische Holzart und zur Bildung einer tiefangesetzten, starkästigen Krone. Das Ausschlagvermögen aus Stock und Stamm ist vorzüglich, aber bald nachlassend. Das Wurzelsystem besteht anfänglich aus einer Pfahlwurzel, später aus starken, tief und weitstreichenden, reich verzweigten Seitenwurzeln. Die Rinde, bis zum 30. oder 40. Jahre hell grünlichgrau und glatt, bildet später eine dicht aber flachrissige, schwarzbraune Borke mit gestreckt rhombischen Feldern. Die in manchen Gegenden sehr häufigen „Rindenrosen“ Ratzeburgs sind eine krankhafte, krebsartige Erscheinung. Das angesprochene ringporige Holz hat einen breiten, 27 bis (40) Jahrringe umfassenden Splint und einen hellbraunen, der Eiche ähnelnden Kern; die Gefässe des gegen das Spätholz scharfabgesetzten Frühjahrsholzes sind sehr weit, die des Spätholzes eng, spärlich und gleichmässig zerstreut, die für *Carya* charakteristischen, peripherischen Parenchymzell-Linien fehlen (Parenchym findet sich fast nur als Belag der Gefässe, namentlich derjenigen des Spätholzes), die Markstrahlen sind kaum zu erkennen. Das häufig Maserwuchs zeigende Eschenholz ist eines der wertvollsten Nutzhölzer, 0,57—0,91 im Mittel 0,73 schwer, ziemlich fein- und langfaserig, glänzend, hart, gerade aber schwerspaltig, elastisch, zähe und biegsam, sehr tragkräftig, mässig schwindend, (5%) , wirft sich wenig, im Freien von mittlerer Dauer und mindestens so brennkräftig wie das Buchenholz.

Das Verbreitungsgebiet der Esche umfasst beinahe ganz Europa bis

zum 63° in Norwegen (strauchförmig sogar bis zum 69°). Am häufigsten ist sie in den Ostseeländern und in der ungarischen und slawonischen Niederung. Ihre schönste Entwicklung zeigt sie in Auen und Niederungen meist vereinzelt oder horstweise im Mischwald, in den Alpentälern bis ca. 1300 m emporsteigend. Ihren Standortansprüchen nach gehört die Esche zu den anspruchsvollsten Holzarten. Aehnlich den Ulmen und Ahornen stellt sie die grössten Anforderungen an die Mineralkraft des Bodens und verlangt tiefgründige, lockere, feuchte bis nasse Standorte (aber keine stagnierende Nässe), ziemliche Luftfeuchtigkeit, aber nur mässige Luftwärme. Ihr Lichtbedürfnis ist sehr gross, demjenigen der Eiche ähnlich; nur in der Jugend ist ihr mässige Beschattung zuträglich, namentlich auf geeignetem Standort. Gegen Spätfröste ist sie von allen einheimischen Holzarten am empfindlichsten; jeder junge Trieb, der von einem leichten Spätfrost getroffen wird, ist verloren.

2. *Fraxinus americana* Linné, die Weissesche, in der Osthälfte Nordamerikas an ähnlichen Standorten heimisch wie unsere Esche, in Deutschland auch *F. alba*, *cinerea*, *ascanica* genannt und schon im 18. Jahrhundert, wesentlich als Allee- und Parkbaum, in Anhalt auch als Forstbaum eingeführt, stimmt hinsichtlich ihres Wuchses und ihrer Holzgüte mit unserer Esche überein. Ihr Vorzug besteht in etwas (ca. 14 Tage) späterem Austreiben, wodurch sie gegen Spätfröste gesicherter erscheint, und in etwas geringeren Bodenansprüchen, namentlich verträgt sie Ueberschweimmungen während der Vegetationsperiode gut; endlich keimen die Samen, im Herbst gesät, oder im Frühjahr 3 Tage vor der Saat eingeweicht, ohne überzuliegen ca. 14 Tage nach Frühlingssaat. Aus diesen waldbaulichen Gründen wird sie neuerdings vielfach als Ersatz für die gemeine Esche bei uns angebaut. — Die Knospen der Weissesche sind hell zimmetbraun, die Blätter haben meist nur 2 oder 3 etwas grössere, gestielte Fiederpaare, die am Rande ganzrandig (oder schwach gesägt), oberseits auffallend dunkelgrün und glänzend, unterseits weissgrau und ganz oder nahezu kahl sind. Die meist 2häusigen Blüten haben stets einen Kelch und die Staubbeutel sind lineal, kurz und stumpfbespitzt. Die hellbraunen Flügel Früchte sind etwas schlanker wie bei unserer Esche. Die Rinde ist an jüngeren Aesten gelblichgrau gefärbt.

3. *Fraxinus pubescens* Lamarck (richtiger *F. pennsylvanica* Marshall) die flaumhaarige Esche oder Rotesche, gleichfalls im ganzen Laubwaldgebiet des östlichen Nordamerika verbreitet und mit ersterer Bestände bildend, wurde früher zu den forstlichen Anbauversuchen herangezogen, weil man die in den anhaltischen Forsten so gut gedeihende amerikanische Esche irrthümlicherweise für *F. pubescens* hielt (Willkomm). Sie unterscheidet sich von jener durch braune Knospen und dicht filzige junge Triebe, bleibend filzige Blattspindeln, unterseits beim Entfalten dicht granfilzige, später nur noch auf den Nerven filzige, dazwischen locker weichhaarige Blätter und schmal elliptische, scharf und ziemlich lang bespitzte Staubbeutel. Die Früchte sind 4—5 cm lang, aber nur 5—6 mm breit und der Flügel umfasst nur das obere Drittel der stielranden Nuss. — Da die Rotesche langsamwüchsiger ist als unsere Esche und in ihrer Heimat nur 12 bis 15 m Höhe erreicht und da sie ebenso frostempfindlich ist wie jene und sie sich weder durch waldbauliche Eigenschaften noch durch die Qualität ihres Holzes auszeichnet, so liegt zu ihrer Einführung in unsere Wälder kein Grund vor.

4. *Fraxinus ornus* Linné, die Blumen- oder Mannaesche, ist eine südeuropäische Holzart, die mit der Nordgrenze ihrer Verbreitung bis

nach der Südschweiz (Tessin), Südtirol, Krain, Untersteiermark vordringt. Sie kommt, in ihren Bodenanprüchen äusserst bescheiden, hauptsächlich auf trockenem Kalkboden vor, ist trüg-wüchsig und bildet kleine Bäume, die gewöhnlich nicht höher als ca. 8 m und nicht stärker als ca. 30 cm werden. Von den übrigen Eschen unterscheidet sich die Blumenesche durch bräunlich bis silbergraue Knospen, durch rostgelbe, wollige Behaarung der Stielen und Mittelrippen der 3 oder 4 Fiederblattpaare und vor allem durch ihre wohlriechenden, mit Kelch und weisser Blumenkrone versehenen, in langen, endständigen, reichblütigen, am Grund beblätterten Rispen stehenden Blüten. Als Zierbaum ist sie in Süd- und Mittelddeutschland vielfach angepflanzt.

*Ligustrum vulgare* Linné, die gemeine Rainweide oder der Liguster (franz. Troene), ist ein bis 2 m Höhe erreichender, dichtbuschiger Strauch mit ca. 3—5 cm langen und 1—2 cm breiten, spitz elliptischen, ganzrandigen, dunkelgrünen Blättern, von denen zumeist ein Teil den Winter überdauert, mit weissen, stark aber mangelhaft riechenden, kleinen Blüten, die ähnlich denen der Syriage am Ende beblätterter Zweige in reichblütigen Rispen stehen, mit erbsengrossen, glänzend schwarzen, den Winter über an den Zweigen hängenden Beeren. — Als vorwiegend west- und südeuropäische Holzart dürfte der Liguster mit seinem natürlichen Verbreitungsgebiet kaum über Süddeutschland hinausgehen, ist aber auch in Mittelddeutschland ziemlich häufig, selten in Norddeutschland, wahrscheinlich verwildert, in Gebüsch und Feldhölzern und lichten Waldungen anzutreffen. Er liebt nahrhaften, kalkhaltigen Boden, bildet ein sehr schweres (0,92—0,95) heimhartes und schwerspaltiges Holz und ist eine beliebte Heckenpflanze, da er den Schnitt gut verträgt und durch Wurzelbrut, Ableger und Stecklinge leicht zu vermehren ist.

*Phillyrea latifolia* Linné, die gemeine Steinlinde, eine Holzart des Mittelmeergebiets mit sehr variablen, 2—3 cm langen, derben, immergrünen, eiförmigen Blättern, deren Rand ungeteilt bis sägezählig ist, mit kleinen weissen, in kurzen blattwinkelständigen Trauben stehenden, im März erscheinenden Blüten und erbsengrossen, schwarzen Beeren, geht nordwärts bis Südtirol, Istrien und Dalmatien und nimmt, gewöhnlich buschförmig bleibend, selten als Baum von 5—8 m und bis zu 65 cm Stärke erheblichen Anteil an der Bildung der immergrünen Buschformation jener Länder. Das feinfaserige, weisse, schwere (0,92) Holz der trüg-wüchsigsten, sonnige und steinige Orte bevorzugenden, mit grossem Ausschlagvermögen begabten Steinlinde ist ein wertvolles Nutzholz, wird aber, ungenügender Formverhältnisse halber, in jenen holzarmen Ländern meist als Brennholz verwendet.

*Olea europaea* Linné, der gemeine Oelbaum, dessen langsam wüch-sige Kulturbäume mit ihrer graugrünen Belaubung und ihren knorrigen und zerklüfteten Stämmen an alte Weiden erinnern, kommt in der wilden Varietät *Oleaster* De Candolle, meist als sperrigästiger Strauch mit dornspitzigen Zweigen, kleinen, perennierenden, länglich-eiförmigen Blättern und kleinen, schwarzen, kugeligen, wenig Oel enthaltenden Früchten, an ähnlichen Orten wie vorige Art vor.

§ 100. *Nerium Oleander* Linné, der gemeine Oleander, mit lineallanzettlichen, lederigen Blättern in 3gliederigen Quirlen und rosenroten grossen Blüten, aus der Familie der Apocynaceae, als Kübelpflanze allent-halben kultiviert, ist ein giftiger, immergrüner Strauch des Mittelmeergebiets, der in Südspanien und Algerien an Flussufern sehr gemein ist und auch an einzelnen Orten Südtirols und Dalmatiens noch wild vorkommt.

*Vitex Agnus Castus* Linné, der Keuschbaum aus der Familie der *Verbenaceae*, ist ebenfalls im Mittelmeergebiet heimisch und bevorzugt sonnige Lagen und frische, nahrhafte Böden. Der sehr anschlagfähige, bis 2 m hohe Strauch, selten kleine Baum von 3—4 m Höhe, dessen weissfilzige, 4kantige Zweige Flechtmaterial liefern, kommt auch in der Strandregion Istriens und Dalmatiens vor. Durch seine grossen, sommergrünen, gegenständigen, aus 5—7 oberseits dunkelgrünen, unterseits grünlichen  $3\frac{1}{2}$ —9 cm langen, lanzettlichen Blättchen handförmig zusammengesetzten Blätter und die in endständigen Scheinähren stehenden kleinen, violetten Blüten, bildet er eine sehr auffallende Erscheinung.

*Catalpa speciosa* Warder, der prächtige Trompetenbaum oder die westliche *Catalpa*, aus der exotischen Familie der *Bignoniaceae*, stammt aus dem zentralen Nordamerika, dem Grenzgebiete des südlichen und des nördlichen Laubwaldes, wo sie, besonders nach Südwesten hin verbreitet, auf kräftigem Boden der Flussniederungen nach Mayr ausnahmsweise bis 45 m Höhe erreicht. Von der bei uns als Park- und Alleebaum schon lange angepflanzten *C. bignonioides* Walter, die auch in ihrer Heimat nur 15 m erreicht und im Freiland ebenfalls eine breit ausladende, starkästige Krone bildet, unterscheidet sie sich durch Geruchlosigkeit der bis 30 cm grossen, gegenständigen oder zu 3 im Quirl stehenden, herzeiförmigen, meist eckig gelappten, lang zugespitzten Blätter, durch grössere (4—5 cm lange) Blüten, die wie dort innen weiss, gelb und violett gefleckt sind und in grossen, aufrechten, pyramidalen Rispen stehen, endlich durch breitere, bis 50 cm lange Schoten. — Die ungemein raschwüchsige Holzart liefert ein zwar leichtes (0.42), aber im Freien ganz ausserordentlich dauerhaftes Holz — Eisenbahnschwellen von 20jähriger Dauer — mit braunviolettem Kern und einen auf den jüngsten Jahrring beschränkten Splint. In Amerika hält man 20—35 Jahre bei ziemlich engem Stande zur Nutzholzerziehung für genügend. Wegen seiner Holzgüte und Raschwüchsigkeit ist der in seinen Bodenanprüchen genügsame Baum auch in den Kreis der neueren Anbauversuche gezogen worden, hat sich aber wegen der häufig unvollkommenen Verholzung der jüngsten Triebe, namentlich in der Jugend, als sehr frostenpfindlich erwiesen und verlangt jedenfalls sehr milde und geschützte Lagen. Obwohl sehr lichtbedürftig, ist er doch in der Jugend für Seitenschutz sehr dankbar.

§ 101. Der Familie der *Caprifoliaceae* mit gegenständigen Blättern, 5zähligen Blüten, deren Staubgefässe der Krone eingefügt sind, und aus 2 bis 5fächerigen Fruchtknoten hervorgegangenen Beeren oder beerenartigen Steinfrüchten, gehört der Rest der hier noch namhaft zu machenden Holzpflanzen ohne nennenswerte forstliche Bedeutung an.

Die Angehörigen der Gattung *Lonicera* mit einfachen, ganzrandigen Blättern und 2lippigen Blüten sind teils Gaisblätter, windende Sträucher mit quirlständigen Blüten, wie *Lonicera Periclymenum* Linné, das gemeine oder wilde Gaisblatt mit stets getrennten Blättern, welches durch ganz Europa an Waldrändern, in Gebüsch und lichten Wäldern auf fruchtbarem Boden stellenweise verbreitet ist, 5—10 m an Stangenhölzern emporklettert und durch seine innige Umschlingung dieselben mitunter verunstaltet, oder wie *L. Caprifolium* Linné, das in Gärten häufig gezogene ächte Gaisblatt, auch Jelängerjeller genannt, eine nur in der Südhälfte Europas an ähnlichen Standorten einheimische, weiter nach Norden aber ab und zu verwildert vorkommende Schlingpflanze, die bei massenhaftem Vorkommen verblümend auf den jungen Holzwuchs wirken kann.

Während so die Gaisblätter als Forstunkräuter zu bezeichnen sind, spielen die nichtschlingenden, strauchförmigen Arten, die Heckenkirschen, eine bescheidene Rolle als Unterholz oder Bodenschutzholz. In ihren Blattachsen stehen 2 bis 3 beschuppte Knospen in einer Reihe übereinander und ihre Blüten stehen paarweise am Ende blattwinkelständiger Stiele. 3. *Lonicera xylosteum* Linné, die gemeine Heckenkirsche, auch Beinholz, Beinweide genannt, ist als flachwurzelnder höchstens 2 m Höhe erreichender Strauch mit anfangs weissen, dann gelben, ansehnlichen Blüten von der Länge der Blütenstandstiele und mit roten, am Grunde etwas verwachsenen Beeren, an Hecken, Zäunen, in Gebüsch, als Unterholz in Mittelwäldern in ganz Europa, namentlich auf Kalk, zerstreut und steigt im Gebirge bis 1600 m empor. 4. *Lonicera nigra* Linné, die schwarze Heckenkirsche, durch Blütenstandstiele, die mehrfach länger sind als die rüthlichen Blüten, und durch glänzend schwarze Beeren von voriger unterschieden, ist als Unterholz schattiger Bergwälder im mitteleuropäischen Berglande und in den Alpen und Karpathen zwischen 500 und 1600 m auf frischem bis feuchtem, humosem Boden zerstreut. 5. *Lonicera alpigena* Linné, die Alpenheckenkirsche, mit Blütenstandstielen, die mehrmals länger sind als die roten Blüten, fast bis zur Spitze zusammengewachsenen Fruchtknoten und glänzend roten Doppelbeeren, kommt in den süd- und mitteleuropäischen Gebirgen in den gleichen Höhenlagen wie *L. nigra* stellenweise, namentlich auf Kalk, in Laubwäldern und Gebüsch vor. 6. *Lonicera coerules* Linné, die blaue Heckenkirsche, mit Blütenstandstielen, die viel kürzer sind als die gelben Blüten, mit völlig verwachsenen Fruchtknoten und erbsengrossen, schwarzen, blaubereiften Beeren und von nur 2 Knospenschuppen behüllten Knospen, ist ausser im hohen Norden Europas, in den Alpen- und Karpathenländern zwischen 800 und 2000 m namentlich auf steinigem Kalkboden in Wäldern und Gebüsch stellenweise verbreitet.

*Viburnum Opulus* Linné, der gemeine Schneeball (franz. Viorne), hat 2schuppige Knospen, 3(—5)lappige, oberseits dunkelgrüne und kahle, unterseits flammig bläulichgrüne, ca. 5—8 cm lange Blätter mit spitzen, grob gezähnten Lappen und 5zählige, in grossen endständigen Trugdolden stehende Blüten, die am Rande der Trugdolde geschlechtslos und viel grösser (strahlend) sind. Die Frucht ist eine erbsengrosse, einkernige, einsamige, glänzend rote Steinbeere. — Der gemeine Schneeball bildet ansehnliche, bis 5 m hohe und 6—10 cm starke, raschwüchsige Sträucher in ca. 12—15 Jahren, besitzt ein grosses Stockauschlagvermögen und bildet aus den flach verlaufenden Wurzeln reichliche Wurzelbrut; er ist durch ganz Europa verbreitet und bevorzugt feuchte, humose Boden in der Ebene und im Hügelland an Waldrändern sowie als Unterholz in Auenmittelwäldern, wo er Ueberschirmung gut verträgt. Die zahlreichen Stock- und Stammlothen tragen viel grössere Blätter und sind sechskantig, gerade, lang und stark. Das harte, schwerspalrige und feinfaserige, im Splint rüthlichweisse, im Kerne gelbbraune Holz lässt die Markstrahlen und Jahrringgrenzen nicht oder kaum erkennen.

2. *Viburnum Lantána* Linné, der wollige Schneeball, unterscheidet sich von vorstehendem durch filzige junge Triebe und nackte Knospen, durch eiförmige, oberseits runzelig dunkelgrüne, unterseits filzig graugrüne, am Rand klein und scharf gesägte, 6—10 cm lange Blätter, durch kleine, gleichmässig gestaltete, in dichten gewölbten Trugdolden stehende Blüten und durch anfangs scharlachrote, zuletzt schwarze Steinbeeren. Der 4 m Höhe erreichende, gleichfalls raschwüchsige und sehr ausschlagfähige Strauch kommt wild auf ähnlichen

Standorten wie der vorige, aber nur in der Südhälfte Europas und vorzugsweise auf Kalk vor.

3. *Viburnum Tinus* Linné, der immergrüne Schneeball, von den Gärtnern *Laurus Tinus* genannt, ist ein ansehnlicher Strauch des Mittelmeergebiets oder kleiner Baum von 2—4 m Höhe mit 4—8 cm langen, spitz elliptischen, ganzrandigen, oberseits glänzend dunkelgrünen Blättern, rotbraunen 4kantigen Zweigen und kleinen, weissen, in ähnlichen Trugdolden wie bei vorigem stehenden Blüten. Bei uns, wie auch die andern Arten, beliebter Zierstrauch, kommt er wild in der immergrünen Buschformation Istriens und Dalmatiens häufig vor, Kalk und sonnige Lagen bevorzugend.

*Sambucus nigra* Linné, der gemeine oder schwarze Hollunder oder Flieder (franz. Sureau), hat bis ca. 30 cm lange, nupaarig gefiederte Blätter mit 2—3 Paaren breit eilanzettlicher, langgespitzter, scharf gesägter, 3—12 (16) cm langer, kurzgestielter Fiederblättchen, kleine gelbweisse, im Juni erscheinende, in grossen, wiederholt 5strahlig geteilten, endständigen, aufrechten Ebensträssen stehende Blüten und erbsengrosse, glänzend schwarze Beeren an roten Stielen in hängenden Ebensträssen. Der schwarze Hollunder bewohnt fast ganz Europa, zumeist in der Nähe menschlicher Wohnungen auftretend; er steigt zwar in den Alpen bis ca. 1200 m empor, ist aber im grossen und ganzen viel mehr eine Holzart der Ebenen und des Hügellandes, die humosen, frischen bis feuchten Boden liebt, an Hecken, Zäunen etc., aber auch als Unterholz in lichten Anwaldungen sich findet und als raschwüchsige und überaus ausschlagfähige, schon vor dem Abtrieb reichlich starke, markreiche Stammlobben entwickelnde Holzart grosse Büsche oder 4—5 m hohe und 20—30 cm starke Bäume mit malerischer Krone und bogenförmig gekrümmten Aesten bildet. Das zerstreutporige Holz mit deutlichen Markstrahlen ist gelblichweiss, vom spez. Gewicht 0,53—0,76, ziemlich feinfaserig und leichtspaltig, hart, fest, schwer trocknend und sich stark verfend.

2. *Sambucus racemosa* Linné, der Traubenhollunder, unterscheidet sich von dem gemeinen durch länger zugespitzte, schmälere, scharfer gesägte, unterseits bläulichgrüne, meist auch kleinere Fiederblättchen, die meist in der Zahl 5 vorhanden sind und besonders durch die schon im April oder Mai aufblühende, in dichten eiförmigen Rispen stehenden grüngelben Blüten und die leuchtend korallenroten Beeren. — Der Traubenhollunder stimmt in der äusseren Erscheinung und den sonstigen Eigenschaften mit dem schwarzen überein, bleibt aber kleiner und zierlicher und ist mehr eine Holzart des Hügellandes, wo er in Mittel- und Südeuropa vorzugsweise als Unterholz in lichten Wäldern, an Waldwegen etc., auf humosem steinigem Boden und in sonnigen Lagen verbreitet ist. Durch den sehr reichlichen Wurzel ausschlag seiner sehr weitstreichenden Wurzeln kann der fast stets strauchartig bleibende Traubenhollunder in jungen Kulturen gelegentlich sehr lästig werden.

### 3. Biologie und Morphologie der baumschädigenden Pilze.

Literatur: A. de Bary, Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bakterien. Leipzig 1884. 558 p. 8<sup>o</sup> mit 198 Holzschn. — A. B. Frank, Die pilzparasitären Krankheiten der Pflanzen. Breslau 1896. 574 p. 8<sup>o</sup> mit 96 Abb. — Robert Hartig, Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten (3. Aufl. des Lehrb. der Baumkrankheiten). Berlin 1900. 324 p. 8<sup>o</sup> mit 280 Abb. und 1 Tafel. — F. v. Tavel, Morphologie der Pilze. Jena 1892. 208 p. 8<sup>o</sup> mit 90 Holzschn. — Karl Freih. von Tubenb., Pflanzenkrankheiten, durch kryptogame Parasiten



verursacht. Berlin 1895. 599 p. 8<sup>o</sup> mit 306 Abb. — Engler u. Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. I. Teil (Pilze), Abt. I. Leipzig 1897. 513 p. 8<sup>o</sup> mit 1844 Einzelbildern und Abt. 1\*\* 1900. 570 p. mit 1693 Einzelbildern.

### I. Allgemeiner Teil.

§ 102. Während die Infektionskrankheiten des Menschen und der höheren Tiere zum ganz überwiegenden Teil durch Bakterien hervorgerufen werden, kennen wir bei unseren Waldbäumen bis dato keine einzige Bakterienkrankheit. Ebenso ist die grosse Abteilung der Schleimpilze (Mycetozoa oder Myxomycetes), deren Angehörige häufig an abgestorbenen Baumstümpfen auftreten, durchaus unfähig, lebende Bäume zu schädigen. Sämtliche Pilze, welche die normalen Lebensfunktionen unserer Holzpflanzen bald mehr, bald weniger stören, gehören zu den höheren Pilzen, den Fadenpilzen, so genannt, weil der der Ernährung dienende, auf oder in dem Substrat lebende, vegetative Teil, das Mycelium, aus i. d. R. verzweigten, mit Spitzenwachstum begabten Fäden (sog. Hyphen) besteht, die (mit Ausnahme der Phycomyceten) durch Querwände gegliedert sind. Seinen Ursprung nimmt das Mycel aus der Spore, wie die Fortpflanzungszellen der Pilze ganz allgemein genannt werden. Bei vielen Pilzen bleibt der vegetative Teil nicht auf der Stufe eines typischen Mycels stehen, sondern er bildet kompliziertere Verbände wie Mycelhäute, Mycelstränge, schliesslich Pilzkörper, deren Gewebe im Gegensatz zu demjenigen der höheren Pflanzen durch Verflechtung, immer dichtere Verzweigung und nachträgliche Verwachsung der ursprünglich getrennten Pilzhypfen gebildet wird. Wasserarme Pilzkörper, deren nährstoffreiche Hyphen besonders innig verwachsen sind und stark verdickte Zellwände besitzen, heissen Sklerotien. Sie stellen vegetative Dauerzustände dar. Das meist sehr wasserreiche Plasma der Pilze enthält keine Chromatophoren, keine Stärke, dagegen häufig Fett. Die Zellhaut besteht nur bei den Saprolegniaceen und Peronosporaceen aus Cellulose, bei den andern Pilzen nicht aus „Pilzcellulose“, wie man früher annahm, sondern nach den Untersuchungen von Winterstein<sup>46)</sup> besteht die stickstoffhaltige Zellwand zum grösseren oder geringeren Teile aus Chitin, also derjenigen Substanz, aus welcher die Körperdecke der Insekten etc. aufgebaut ist; daneben finden sich noch beträchtliche Mengen stickstoffärmerer oder stickstofffreier Substanzen, zwar keine ächte Cellulose, wohl aber andere zellwandbildende Kohlehydrate, wie Hemicellulosen und andere leicht hydrolysierbare Stoffe, die zum grossen Teil noch näherer Untersuchung bedürfen.

§ 103. Kein Pilz assimiliert nach Art der grünen Pflanzen, alle sind Schmarotzer oder Fäulnisbewohner, welche wenigstens hinsichtlich ihres Kohlenstoffbedarfs auf organische Verbindungen angewiesen sind. Nach ihrer Ernährungsweise unterscheidet man obligate Saprophyten (Fäulnisbewohner), die sich nur von abgestorbenen organischen Resten nähren, obligate Parasiten, die wenigstens unter den von Natur gebotenen Verhältnissen nur auf oder in lebenden Tieren oder Pflanzen leben können, (z. B. die Rostpilze); fakultative Saprophyten heissen solche Parasiten, die gelegentlich saprophytisch, fakultative Parasiten solche Saprophyten, die gelegentlich parasitisch leben. Die Pilzasche besteht der Hauptmenge nach aus Kali (gewöhnlich die Hälfte, selten weniger als ein Viertel) und Phosphorsäure, die nächst dem Kali den Hauptbestandteil bildet. Sonst bedürfen die Pilze der gleichen Aschenbestandteile wie die grüne Pflanze, mit Ausnahme des Calciums, was hier bedeutungslos ist, da alle baumbewohnenden Pilze reich-

46) Näheres hierüber bei Lafar, Technische Mykologie p. 394 ff.

lich Calcium vorfinden. Das Mycel der Schmarotzerpilze lebt entweder epiphytisch, d. h. auf der Oberfläche der befallenen Pflanzenteile und bezieht dann seine Nahrung durch besondere Seitenzweiglein, welche sich in die Epidermiswandung (z. B. Trichosphäria) oder ins Innere der Epidermiszellen (z. B. die Erysipheen oder Meltauipilze) einbohren, oder das Mycel lebt im Innern der Wirtspflanzen, endophytisch, und zwar intercellular, wenn es, wie bei den Uredineen, nur in den Intercellularräumen wuchert, die angrenzenden Zellen durch besondere Haustorien oder auf rein osmotischem Wege aussaugend, oder intracellular, wenn es ins Innere der lebenden Zellen eindringt. Von den Spitzen der fortwachsenden Pilzhypen wird eine ganze Reihe von ungeformten Fermenten, sog. Enzyme, ausgeschieden, die ihnen die Durchbohrung der Zellwände und die Aneignung der Nahrung ermöglichen. So wird von den Baumpilzen eine, den verschiedenen Cellulosen und sonstigen Membranstoffen entsprechende Reihe von Cellulose oder Pectin (in den Mittellamellen der Zellen) spaltenden Enzymen gebildet, so wird die verholzte Membran häufig zersetzt und daraus die Cellulose frei gemacht; aus den in Holz und Rinde der Bäume oft in beträchtlichen Mengen vorkommenden Glykosiden (Salicin, Populin, Amygdalin, Coniferin etc.) vermögen sie durch entsprechende Enzyme abspaltbare Kohlehydrate zu ihrer Ernährung heranzuziehen, ebenso zersetzen sie vor allem Eiweissstoffe durch eiweisslösende, Stärke durch diastatische und Fette durch fettsplappende Enzyme. Die Durchbohrung der Zellwand einer Wirtszelle kann in manchen Fällen auch durch rein mechanischen Druck der vorwärts drängenden Hyphen erfolgen, namentlich, wenn sich dieselbe durch besondere Haftorgane, sog. Adpressorien, eine Art Widerlager geschaffen hat. Autöcisch heissen die Pilze, welche ihren ganzen Entwicklungsgang auf einer Wirtspflanze durchlaufen, heteröcisch diejenigen, welche während ihrer Entwicklung auf eine zweite, von der ersten oft systematisch weit entfernte stehende Species übergehen.

§ 104. Die fruktifikativen Organe der Pilze bringen die Sporen hervor, von denen man Eudosporen (in Sporangien erzeugte), Oo- und Zygosporien (durch Vereinigung zweier Zellen erzeugte), Exosporen oder Conidien und Chlamydosporen (auch Gemmen oder Gliedersporen genannt) unterscheidet. Der Name Schimmelpilz bezeichnet keinen systematischen Begriff, sondern lediglich eine Wachstumsform: Pilze, deren Mycel entweder im Substrat oder auf dem Substrat lebt, deren Fruktifikationsorgane aber stets aus demselben herausreten, von demselben fortwachsen und so an der Luft ihre Sporen produzieren. Die Conidien werden am Ende von einfachen Fruchtträgern (besonderen Hyphen) einzeln oder reihenweise abgeschnürt; zunächst sind sie einzellig, in manchen Fällen werden sie durch spätere Zellteilungen mehrzellig. Sind die pallisadenartig dicht gedrängten Conidienträger in eine von benachbarten Mycel gebildete und anfänglich geschlossene, meist mehrschichtige Hülle eingeschlossen, so heisst ein solches Gebilde Pycnide (auch wohl Conidienfrucht). Bildet das Mycel keine Conidienträger, sondern zerfällt es ganz oder zum Teil in kurze, conidienähnliche Teilstücke, so erhalten wir Gliedersporen oder Oidien; verdedt sich die Membran solcher Gliedersporen unter gleichzeitiger Anhäufung von Reservestoffen, so nehmen sie den Charakter von Dauersporen an und werden dann gewöhnlich Chlamydosporen oder Gemmen genannt. Besitzt ein Pilz mehr als eine Fruktifikationsform, so heisst er pleomorph. Die Lebensfähigkeit der Sporen ist meist grösser als diejenige des Mycels, namentlich der Austrocknung gegenüber. Im trockenen Zustand ist auch die Widerstandsfähigkeit vieler Sporen gegen hohe Wärmegrade eine sehr bedeutende. Gegen Kälte sind die meisten Sporen fast unbegrenzt widerstandsfähig, während das Mycel, namentlich das

safteiche, oft schon bei geringen Kältegraden erfriert. Ueber das Verhalten der parasitischen Mycelien ist in dieser Hinsicht wenig bekannt; wahrscheinlich sind sie an das Klima, in welchem ihre Wirtspflanzen leben, angepasst und viele überwintern so anstandslos.

§ 105. Die für die Praxis ungemein wichtige Frage, ob ein baumbewohnender Pilz auch ein Parasit ist, liegt sehr einfach für alle die Pilze, welche zu Familien oder Gattungen gehören, die nur parasitisch lebende Vertreter aufweisen, wie z. B. die Uredineen, Erysipheen, Peronosporaceen und Exoasceen: ebenso liegt selbstverständlich ein Parasit vor, wenn ein Pilz auf lebenden Teilen eines Baumes gefunden wird. Sind dagegen die Pflanzenteile, auf welchen der Pilz zu Tage tritt, abgestorben, wie bei den meisten Asco- und Hyphomyceten, dann kann der Beweis für die parasitische Natur eines Pilzes gewöhnlich nur durch künstliche Infektion (Spore- oder Mycelinfektion) geliefert werden, ebenso wie dann, wenn Insekten und Pilze auf einem abgestorbenen Pflanzenteile auftreten. Der Fehlschluss *post hoc, ergo propter hoc* kann in allen zweifelhaften Fällen nur durch richtig eingeleitete und durchgeführte Infektionsversuche vermieden werden. Bei den heterotischen Uredineen ist künstliche Infektion unentbehrlich, um die zweite Wirtspflanze festzustellen. Die künstliche Infektion lehrt uns des weitern, welche Pflanzen überhaupt von einem bestimmten Pilze befallen werden, sie lehrt uns, in welchem Alterszustand, an welchen Teilen der Wirtspflanze und unter welchen äusseren Bedingungen die Infektion stattfindet, ob der Sporeneinschlauch direkt eindringen kann, ob dies durch eine Spaltöffnung oder direkt durch die Membran stattfindet oder ob das Mycel durch vorausgehende saprophytische Ernährung erst hinreichend erstarken muss, wie solches z. B. auch bei den Wundparasiten der Fall ist, bei denen die Keimschläuche der Sporen nicht durch die intakte Oberfläche der Holzgewächse, sondern nur von Wundstellen aus eindringen, entweder zunächst in die offenen Hohlräume der Gefässe ein tretend oder direkt die Zellwände durchbohrend. Endlich können durch solche Versuche allein die Umstände erkannt werden, welche das Zustandekommen einer Infektion begünstigen oder hemmen und so die Mittel zur Bekämpfung oder Verhütung der Krankheit unter Umständen leichter gefunden werden.

Von den beiden Infektionsarten ist die Mycelinfektion der sicherere Weg, in der Natur aber die Sporeinfektion im allgemeinen wohl die häufigere Erscheinung, abgesehen von den Wurzelpilzen, bei welchen die Mycelinfektion Regel ist. Als Verbreitungsmittel der Sporen kommt in erster Linie der Wind in Betracht, dann Insekten, gelegentlich auch grössere Tiere.

§ 106. Wie das aggressive Verhalten der parasitischen Pilze sehr verschieden ist und je nach Species bald nur eine einzige Baumart, bald mehrere, bald eine grosse Anzahl verschiedener Arten befallen wird, so kommen in allen möglichen Abstufungen auch Unterschiede vor im Verhalten des nämlichen Pilzes gegen verschiedene Varietäten und Individuen sowie gegen verschiedenen Gesundheits- und Alterszustand der gleichen Holzart; Erscheinungen, die man als Prädisposition bezeichnet. Hierher gehört auch, dass manche Schmarotzerpilze die lebenden Gewebe der Holzpflanzen nur angreifen, wenn letztere sich im Zustande der Vegetationsruhe, andere, wenn jene sich in voller Lebenstätigkeit befinden, ferner dass manche Pilze nur in Keimblätter einzudringen vermögen, die Pflanze somit der Infektionsgefahr entrickt ist, sobald die Keimblätter abgefallen sind, ferner, dass viele Blätter nur im jugendlichen Zustand, d. h. so lange gefährdet sind, als sie noch nicht durch eine derbe Cuticula geschützt sind, dass feuchtwarmes Wetter, dumpfe Lagen manche Infektionen ungemein begünstigen u. a. m. Demgemäss unterscheidet man individuelle, zeitliche, örtliche und (namentlich nach vorausgegangenen Verwendungen)

**krankhafte Prädisposition.**

§ 107. Die Reaktion des lebenden Wirtes ist durch die spezifische Natur des Wirtes wie diejenige des Parasiten bedingt. Nur in seltenen Fällen bleibt der Parasit auf den Ort des Angriffs und dessen nächste Umgebung beschränkt, z. B. bei den Blattflecken- und -Lücherpilzen, die bei ihrer meist sehr geringen praktischen Bedeutung und grossen Artenzahl hier nicht weiter behandelt wurden; meist verbreitet er sich über grosse Strecken, dabei einzelne Organe oder Gewebe in erster Reihe oder ausschliesslich bevorzugend; auch kann er weite Strecken durchwachsen, ohne dieselben merkbar zu schädigen und erst an Orten, die von der Infektionsstelle weit entfernt sind, die Höhe seiner Entwicklung erreichen und zur Sporenbildung schreiten. Den auch in diesen Beziehungen so verschiedenen aggressiven Verhalten der Parasiten entsprechend, ist die Wirkung auf den lebenden Wirt naturgemäss gleichfalls eine höchst verschiedene: sie kann im wesentlichen eine zerstörende oder eine umgestaltende oder beides zugleich bezw. nacheinander sein.

Dass durch einen fremden Organismus, der, wie ein parasitischer Pilz, ausschliesslich auf Kosten seines Wirtes lebt, die normalen physiologischen Funktionen des letzteren mehr oder weniger tiefgreifend gestört werden müssen, liegt auf der Hand; alle lebenden Zellen, aus denen der Schmarotzer Nahrung bezieht, werden geschädigt; sie können dabei am Leben bleiben oder rasch oder langsam absterben. Der Tod der Zellen erfolgt, weil der Pilz entweder ihren lebenden Inhalt aufzehrt oder sie durch Enzyme tötet, die von ihm abgeschieden werden. Auf letztere Weise gehen vielfach sogar Zellen in der Nachbarschaft des Parasiten zu Grunde, die mit den Hyphen oder Hanstörchen desselben gar nicht in direkte Berührung gekommen sind. Es können ferner ganze Gewebepartien, bald rasch, bald langsamer, bald unter Verfärbung, bald ohne solche, bald nach vorausgegangener Hypertrophie (abnorme Vergrösserung oder Vermehrung der Zellen), bald ohne solche absterben. Es können endlich ganze Organe oder Organsysteme oder die ganzen Individuen getötet werden und die gleiche Wirkung wird natürlich erzielt, wenn ein Parasit die Basis eines Organs oder die Wurzel eines Baumes zerstört. Es kann aber auch der befallene Pflanzenteil am Leben bleiben und durch seine eigene Hypertrophie höher stehende Teile zunächst schädigen und später töten, wie beispielsweise beim Hexenbesen der Tanne das oberhalb der Ansatzstelle desselben befindliche Stück des Tragastes verkümmert und zum Schlusse abstirbt, ähnlich wie dies auch bei einem von einem Mistelbusche besetzten Zweige der Fall ist. In vielen Fällen bleiben die vom Pilze befallenen Gewebe mindestens bis zur Sporenbildung des Pilzes am Leben, so z. B. bei den Rostpilzen, oder das Mycel des Pilzes perenniert Jahre lang in perennierenden Achsen und Wurzeln (Exoascen, Nectria, Peziza Willkommii etc.).

Die Lebensdauer der Nadeln und Blätter, sowie anderer Organe und diejenige der ganzen Pflanze kann verkürzt werden (so bei Fichtennadeln, die von *Chrysoomyxa Rhododendri* oder *Ch. abietis*, bei Kiefernadeln, die von *Lophodermium Pinastri* befallen sind; nur einjährig ist die Lebensdauer der Hexenbesenadeln bei der Weisstanne; nach wenigen Jahren oder Jahrzehnten sterben die Hexenbesen der Laubhölzer und der Tanne ab; vorzeitige Entlaubung kann bei sommergrünen Laubhölzern eintreten etc.). Es kann aber auch vorzeitige Entlaubung eintreten, wenn der Pilz die von ihm befallenen Knospen zu vorzeitigem Austreiben reizt, wie beim Kirschen- und Tannenhexenbesen.

Was die umgestaltende Wirkung der parasitischen Pilze auf die Gestalt und den anatomischen Bau der Wirtspflanzen anlangt, so kommen hier Verkümmernngen und Hypertrophien von Zellen und Geweben wie von ganzen Or-

ganen, namentlich abnorm gesteigertes, Längen-, Flächen- oder Dickenwachstum vor. So finden wir namentlich an Blättern krankhafte Kräuselungen (*Taphrina* resp. *Exoascus*), Wucherungen, die mitunter den Charakter von Neubildungen tragen, wie die von *Exobasidium* hervorgerufenen Alpenrosenäpfel auf den Blättern der Alpenrosen, die grossen blasigen Ausstülpungen von *Taphrina* an den Schuppen der Erlenzäpfchen und andere Pilzgallen mehr; es können Blüten und Früchte, die von *Taphrina* befallen sind, in weitgehendem Masse deformiert werden, wie die Fruchtknoten der Pappeln, der Zwetschgen und die von *Prunus Padus*. — In anderen Fällen veranlasst der Parasit die befallenen Organe zu abnorm starker Verzweigung mit ganz anderer Wachstumsrichtung der Zweige (*Hexenbesenbildung*) oder die Verzweigung fällt spärlicher aus als an gesunden Trieben. Ferner kann die Blütenbildung unterdrückt werden, wie bei den Hexenbesen der Prunusarten, oder die Samenreife, wie bei den von *Sclerotinia* mumifizierten Früchten von Sorbus oder bei den infolge der Infektion von *Aecidium strobilinum* tauben Fichtenzapfen. — Dass derartige pathologische Gewebe sich von den normalen durch einen mehr oder weniger abweichenden anatomischen Bau auszeichnen, sei hier nur kurz erwähnt, ebenso, dass in den erkrankten Zellen vor dem Absterben die verschiedensten Veränderungen des Zellinhaltes auftreten können, wie namentlich Verminderung oder Verschwinden des Chlorophylls, Auftreten (gelber oder roter im Zellsaft gelöster Farbstoffe, Verschwinden der Stärke oder abnorme Anhäufung derselben, Anhäufung von oxalsaurem Kalk etc. — Endlich liegt es auf der Hand, dass der gewaltige Verbrauch an Baustoffen für alle derartigen Hypertrophien, die für die befallene Pflanze ganz zwecklos sind und anderen wichtigen Organen natürlich vorenthalten bzw. entzogen werden, an und für sich schon eine empfindliche Schädigung der Wirtspflanze bedeutet.

§ 108. Die wirtschaftlich schlimmsten Feinde unserer Waldbäume sind diejenigen Parasiten, die förmliche Epidemien hervorrufen; namentlich unter den jugendlichen Holzpflanzen und die ganze junge Kulturen unter Umständen vollständig vernichten können; ihnen folgen die holzerstörenden Pilze, deren Schädlichkeit vielfach dadurch ungemein vergrössert wird, dass viele von ihnen rein saprophytisch zu leben vermögen und an dem geschlagenen Holz bei zu langem Liegen und bei ungeeigneter Aufbewahrung, im Walde wie auf dem Holzlagerplatz, noch die grössten Zerstörungen anrichten können. Ueber die praktische Bedeutung der Gefahr, die den einzelnen Bäumen und Waldungen von den einzelnen Parasiten droht, lässt sich sehr wenig bestimmtes und allgemeines sagen, weil diese Gefahr nicht nur bei verschiedenen Pilz- und Holzarten, sondern auch bei dem nämlichen Pilz und bei der nämlichen Holzart je nach Standorts-, Ernährungs- und Entwicklungsverhältnissen ausserordentlich wechselt, weil ein infolge waldbaulicher Fehler schlechter Stand des Waldes oder aus irgend einem anderen Grunde kümmernde Pflanzen vielfach erst die nötigen Voraussetzungen für einen erfolgreichen Parasitenangriff in grösserem Umfange schaffen und weil wir über die Bedingungen, unter denen im Freien wirksame Infektionen zustande zu kommen pflegen, in den meisten Fällen — von den Rostpilzen abgesehen — ausserordentlich wenig wissen. Endlich werden manche Pilzinfektionen erst dann wirklich schädlich, wenn sie in Verbindung mit vorangegangenen, gleichzeitigen oder folgenden Insektenbeschädigungen auftreten.

## II. Die einzelnen Pilzarten.

### 1. Niedere Pilze (*Phycomycetes*).

§ 109. Das Mycel der *Phycomyceten* oder Algenpilze ist, ähnlich dem Vege-

tationskörper der Siphonien unter den Algen, vor der Bildung der Fortpflanzungsorgane normalerweise nicht durch Querwände gegliedert. Die Fortpflanzung ist entweder eine geschlechtliche durch Zygo- oder Oosporen, oder eine ungeschlechtliche durch Conidien oder in Sporangien erzeugte Endosporen, die nicht selten beweglich sind (in Wassertropfen) und dann Schwärmsporen genannt werden. Nur aus der durch Oosporenbildung ausgezeichneten, endophytisch lebenden Familie der *Peronosporaceae* ist ein Forstschädling bekannt, die *Phytophthora omnivora* de Bary (Syn. Ph. Fagi Hartig), die in Saatbeeten von Laub- und Nadelhölzern und namentlich in natürlichen Buchenverjüngungen als Keimlingskrankheit epidemisch auftritt (cf. Bd. II p. 86). Das später quer gefächerte Mycel wächst vorzugsweise intercellular mit kleinen, knopfförmigen Haustorien; die Conidienträger durchbrechen, oft in grosser Zahl, die Epidermis oder sie treten aus Spaltöffnungen hervor und bilden an der Luft eine grosse, endständige, citronenförmige Conidie. Unterhalb derselben treibt der Conidienträger gewöhnlich einen kurzen Seitenzweig, der an seinem Ende gleichfalls eine Conidie bildet und die erste zur Seite schiebt. Die Conidien fallen ab und keimen bei feuchtem Wetter, indem sie zum Zoosporangium werden und eine Anzahl zwinperiger Schwärmsporen entlassen, welche nach kurzer Schwärmzeit zur Ruhe kommen und einen Keimschlauch treiben. Derselbe dringt, wenn die Keimung auf einem Buchenkeimblatt stattgefunden hat, in die noch nicht durch eine Cuticula geschützte Epidermis desselben ein und entwickelt sich rasch zum Mycel, das bald neue Conidienträger bildet. Die Conidien können auch direkt mit Keimschlauch auskeimen. Später entstehen im Innern des Blattes zahlreiche Oosporen, welche die Dauersporen des Pilzes darstellen, mit dem verfallenden Laub in den Boden gelangen und frühestens im nächsten Frühjahr keimen, aber auch mehrere Jahre im Boden liegen können, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren. — Die hellgrünen Keimpflanzen der Buche werden dunkelgrün, am Stengel treten missfarbene Flecke auf, die Wurzeln werden schwarz, die Keimblätter und die jüngsten Laubblätter werden braunfleckig und verfaulen rasch bei Regenwetter. Erkrankte Nadelholzkeimlinge fallen um.

## 2. Schlauchpilze (Ascomycetes).

§ 110. Das Mycel ist von Anfang an durch Querwände gegliedert und bildet bei den niederen Formen direkt, bei den höheren in sog. Fruchtkörpern Sporangien von keulen- oder schlauchförmiger Gestalt, Ascii genannt, in welchen nach wiederholter Kernteilung Endosporen (Ascosporen) in je nach der Art wechselnder, aber (von den hier nicht in Frage kommenden Hemiasci abgesehen) stets bestimmter Anzahl gebildet werden. Zur Sporenbildung wird in der Regel nicht das gesamte Plasma des Ascus verbraucht. Die Sporen sind anfänglich stets einzellig, können aber bei manchen Arten durch Querwandbildung später mehrzellig werden. Sie werden gewöhnlich aus dem am Scheitel aufreissenden Ascus ausgespritzt. In den Fruchtkörpern, die, von wenigen Fällen abgesehen, ungeschlechtlich entstehen, bilden die Ascii und die häufig zwischen denselben stehenden sterilen Hyphenenden, die Paraphysen, eine zusammenhängende Schicht, das Hymenium, das von einer mehr oder minder starken Hülle dicht verflochtener Pilzfäden, der Peridie, ganz oder teilweise eingeschlossen wird. Ausserdem kommen als Fortpflanzungsorgane noch die verschiedenartigsten Conidien sowie Chlamydosporen vor.

§ 111. Die Gattung *Taphrina* (incl. *Exoascus*) aus der Familie

der ansschliesslich parasitisch lebenden *Exoascaceae*<sup>47)</sup>, besitzt keine Fruchtkörper, sondern die normalerweise 8sporigen *Asci* brechen in grosser Zahl und dicht gedrängt ans der Oberfläche des vom vegetativen Mycel bewohnten Pflanzenteils hervor. Das Mycel lebt teils 1jährig direkt unter der Cuticula der befallenen Blätter, teils (*Exoascus* z. T.) perennierend in Knospen oder älteren Achsentteilen und entwickelt dann in der Vegetationsperiode in Laub- oder Fruchtblättern subcuticular ein einschichtiges Hyphengeflecht, aus dessen Zellen je ein *Ascus* hervorgeht. Die *Ascosporen* sprossen nicht selten im *Ascus* hefeartig aus.

a) Förmliche Hexenbesen werden von folgenden Arten gebildet, deren *Asci* sich auf Blättern entwickeln:

1. *Taphrina Cerasi* Sadeb. auf *Prunus cerasus*, *avium* und *Chamaecerasus*. Hexenb. z. Teil sehr gross, nie blühend. Blätter gekräuselt, durch Ascenüberzüge unterseits grau bereift.

2. *T. Insitiae* Johans. auf *Prunus Insitia* und *domestica*. Hexenb. kleiner. Blätter unterseits mit grauweiss bereiften Flecken.

3. *T. Carpini* Rostr. auf *Carpinus Betulus*. Hexenb. z. Teil sehr gross, dichtbüschig und dichtbelaubt, mit gekräuselten, unterseits grau bereiften Blättern.

4. *T. turgida* Sadeb. auf *Betula verrucosa*. Hexenb. gross, sehr dicht verzweigt, mit hängenden Zweigen und etwas gekräuselten, unterseits grau bereiften Blättern.

5. *T. betulina* Rostr. auf *Betula pubescens*. Hexenb. mit grau bereiften Ueberzügen auf der Blattunterseite.

6. *T. epiphylla* Sadeb. auf *Alnus incana*. Hexenb. sehr zahlreich auf demselben Baum, stark verdickt, sehr schwach verzweigt, mit grauweissem Ascenüberzug auf beiden Blattseiten.

b) Blosses Sprossdeformationen (*Asci* ebenfalls auf den Blättern) bilden:

7. *T. Tosquinetti* Magn. auf *Alnus glutinosa* sehr häufig; Triebe gestreckt und verdickt, Blätter durch sehr grosse Blasen abnorm vergrössert, mit grauweissem Ueberzügen. — 8. *T. Janus* Thomas auf *Betula verrucosa*; blasse rote Blattbeulen, die beiderseits *Asci* tragen. — 9. *T. Ulmi* Johans. auf *Ulmus campestris* und *montana*; Blattflecke und blasige Auftreibungen. — 10. *T. Celtis* Sad. auf *Celtis Australis*; Blattflecke oder schwache Auftreibungen. — 11. *T. Crataegi* Sadeb. auf *Crataegus oxyacantha* und *monogyna*; Verkrümmungen und rote Flecken an den Blättern.

c) Nur blasige Auswüchse, Blattflecken oder glatte Ascenüberzüge (ohne Sprossdeformationen) erzeugen:

12. *T. aurea* Fries an *Populus nigra*, *pyramidalis* und *monilifera*; grosse blasige Auftreibungen der Blätter mit goldgelben Ascenüberzügen der konkaven Unterseite. — 13. *T. Sadebeckii* Johans. auf *Alnus glutinosa*; runde gelbliche oder grauweisse Blattflecke. — 14. *T. carnea* Johans. auf *Betula pubescens*; fleischrote blasige Auftreibungen. — 15. *T. coerulescens* Tul. auf *Q. sessiflora*, *pubescens*, *Cerris*, *rubra* etc.; unregelmässige, graue oder bläuliche Blattflecke. — 16. *T. polyspora* Johans. an *Acer tartaricum* und 17. *T. acericola* Mass. an *Acer campestre* und *Pseudoplatanus*; Blattflecke. — 18. *T. bullata* Tul. auf *Pirus communis*; blasige Auftreibungen der Blätter. — 19. *T. Ostryae* Massal auf *Ostrya carpinifolia*; Blattflecke. — 20. *T. Betulae* Johans. auf *Betula verrucosa* und *pubescens*; weisse bis

47) Die reiche *Exoascaculitatur* ist sehr vollständig zusammengestellt bei K. Giesenhagen: *Exoascus*, *Taphrina* und *Magnusiella* (Bot. Ztg. 1901. I. Abt. p. 115—142.)

gelbliche Blattflecke.

d) Den Fruchtknoten oder Teile der Frucht deformieren:

21. T. Pruni Tul. auf *Prunus domestica* und *P. Padus*. — 22. T. *Rostrupiana* (Sadeb.) auf *P. spinosa*, die sog. Narren oder Taschen erzeugend. — 23. T. *Farlowii* Sadeb. auf *P. serotina*; Deformation der Blätter, Sprossspitzen und Blütenhüllen, Taschenbildung der Früchte. — 24. T. *Alni incanae* Magn. auf *Alnus incana*, gemein in den Voralpen und Alpen, an *A. glutinosa* selten; die Deckschuppen der Erlenzäpfchen wachsen zahlreich zu langen, gekrümmten, roten Blasen aus. — 25. T. *Johansonii* Sadeb. an *Populus tremula* und *tremuloides*; blasige Auftreibung und Gelbfärbung des Fruchtknotens. — 26. T. *rhizophora* Johans. desgl. bei *Populus alba*.

Sämtliche nun folgende Abteilungen der Ascomyceten besitzen sog. „Fruchtkörper“ (Carpocisti).

§ 112. Die Vertreter der Familie der Meltauipilze (Erysiphaceae) leben ausschliesslich epiphytisch auf Blättern und jungen Zweigen und senden Haustorien in die Epidermiszellen. Zahlreiche, aufgerichtete Fäden des Mycelüberzugs zerfallen in eiförmige Gliedersporen (Oidien), so dass die erkrankten Pflanzenteile wie mit Mehl bestäubt aussehen. Die allseitig geschlossene Hülle der punktförmig kleinen, auf dem Mycel zerstreuten Fruchtkörper wächst oft zu charakteristischen fadenförmigen Anhängseln aus. Die Ascosporen werden durch Verwitterung der Hülle frei.

*Podosphaera* enthält in den kugeligen Fruchtkörpern nur einen einzigen, kugeligen Ascus mit 8 Sporen. Die fadenförmigen Anhängsel sind am Ende mehrfach gabelig verzweigt. — *P. oxyacanthae* D. C., hauptsächlich mit Oidiumfruktifikation auf Blättern von *Sorbus*, *Mespilus*, *Crataegus* und besonders schädlich an Apfelbäumen.

*Uncinula* besitzt kugelige Fruchtkörper mit mehreren, 2–8sporigen Schläuchen und fadenförmige, einfache oder gabelig verzweigte Anhängsel mit eingerollten Spitzen. — 1. *U. Aceris* D. C. (mit ovalen Oidien) bildet weisse Flecke auf Ahornblättern. In Entwicklung begriffene von ihr befallene Blätter verkümmern. — 2. *U. Tulasnei* Fuck. (mit kugeligen Oidien) bildet gleichmässige Ueberzüge auf den Blättern von *Salix*, *Betula* und *Populus*. — 3. *U. Salicis* D. C. bildet teils weisse Flecke, teils derbere Ueberzüge auf den Blättern von *Salix*, *Betula* und *Populus*. — 4. *U. clandestina* Biv. (*U. Bivonae* Lév.) auf Blättern von *Ulmus montana*. — 5. *U. Prunastri* D. C. auf Blättern von *Prunus spinosa*.

*Phyllactinia* besitzt abgeplattete Fruchtkörper mit mehreren 2(–3)-sporigen Schläuchen und langen, abstehenden, haarförmigen, an der Basis kugelig angeschwollenen Anhängseln. — *Ph. saffulta* Rebut. (*Ph. guttata* Wallr.) bildet weisse Flecken und Ueberzüge auf den Blättern von *Fagus*, *Quercus*, *Betula*, *Alnus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Fraxinus* und vielen anderen Laubböhlzern. In Rotbuchebeständen veranlasst sie nach Hartig zuweilen frühzeitiges Vertrocknen der Blätter.

§ 113. Die schwarzen, als „Russtaub“ bekannten Ueberzüge auf den Blättern der verschiedensten Bäume und Sträucher werden durch das kurzgliedrige, dickwandige Luftmycel der Gattung *Apiosporium* (Synon. die bekannteren Namen *Capnodium*, *Fumago*) gehörigen *Perisporiaceae* *A. salicinum* (Pers.) Kze u. a. Arten, namentlich auf Pappeln und Weiden gebildet. — 2. *A. pinophilum* Fuck. bedeckt oft ganze Zweige der Weisstanne samt den Nadeln mit schwarzem



Ueberzuge. — Der Russtan stellt sich gewöhnlich nach starker Vermehrung der Blattläuse ein, von deren süßlichen Ausscheidungen, dem Honigtan, der Pilz sich rein saprophytisch nährt; unterhalb der schwarzen Decke bleiben die Blätter durchaus grün. Bei sehr starkem Auftreten kann er Blätter allmählich zum Absterben bringen.

§ 114. Bei den Kernpilzen (*Pyrenomycetes*) kleidet das Hymenium die Innenfläche flaschenförmiger oder rundlicher, am Scheitel mit einer engen Oeffnung versehener Behälter, der Perithechien, aus, von deren Basis die Asci entspringen. Die Ascusfrüchte können aus einem einzigen Perithecium bestehen, gewöhnlich aber sind viele in einen charakteristisch gestalteten Fruchtkörper oder in ein flaches oder polsterförmiges Lager (*Stroma*) eingesenkt.

Die Gattung *Nectria*, aus der Familie der *Hypocreaceae* (mit weichen, gefärbten, in ein Stroma vereinigten Perithechien) besitzt gelb- bis rotgefärbte Perithechien, die sich auf einem ebenso gefärbten Stroma, gewöhnlich in dichten Rasen, entwickeln. Die Asci enthalten 8 zweizellige Sporen.

1. *N. cinnabarina* Fr. ist der gemeinste Saprophyt an abgestorbenem Laubholz, aus dessen Rinde zahllose, kleine, ziegelrote Conidienpolster hervorbrechen, auf denen im Herbst und Winter die dunkelroten Perithechien erscheinen. Das Mycel kann aber, besonders bei *Aesculus* und *Ulmus*, auch parasitisch von Wundstellen aus in lebende Aeste eindringen und sich im Holzkörper, besonders in den Gefäßen rasch verbreiten, so die Wasserleitungsbahnen verstopfen und die Aeste zum Absterben bringen. Die Stärke der Holzzellen wird aufgezehrt und im Innern der Zellen bleibt eine grünliche Substanz zurück, wodurch der Holzkörper schwärzlich gefärbt erscheint.

2. *N. ditissima* Tul. ist der Erzeuger des Laubholzkrebses, der sich am häufigsten an der Rotbuche findet. Sie tritt nur als Parasit, in der Regel als Wandparasit auf, nach Hartig vorzugsweise von Hagelwunden aus eindringend. Das Mycel lebt hauptsächlich in der Rinde und tötet dieselbe, langsam weiter wachend. Die Krebsstellen entstehen, weil der Baum die allmählich grösser werdenden abgestorbenen Partien alljährlich zu überwallen versucht. Die Conidienpolster sind weiss, die Perithechien rot. Bei Rotbuchen scheint das Mycel auch im Holze und zwar sehr schnell vorwärts wandern zu können, weil bei manchen Bäumen oft alle Aeste und Zweige bis zur Spitze zahlreiche Krebsgeschwülste tragen, ohne in ihrer Länge verkürzt zu sein.

3. *N. Cucurbitula* Fr. ist ein Wundparasit der Fichte, seltener der Tanne, Kiefer und Lärche etc. Das Mycel verbreitet sich rasch in der Rinde, besonders in den Siebröhren und meist zur Zeit der Vegetationsruhe und tötet die Rinde und an schwächeren Zweigen und Stämmen auch das Holz. In jungen Fichtenkulturen sterben so häufig die Gipfel ab. Die Fruchtkörper entwickeln sich nur, wenn die abgestorbene Rinde stets feucht erhalten wird. Zuerst brechen stecknadelkopfgrosse weisse und gelbe Conidienpolster hervor, auf denen später rote Perithechien gebildet werden.

§ 115. Aus der grossen *Pyrenomyceten*-Familie der *Sphaeriaceae* (mit dunkeln, festwandigen oder kohligh-brüchigen Perithechien, die dem Substrate völlig frei aufsitzen oder von einer fädigen Unterlage umgeben, aber nie in ein eigentliches Stroma eingesenkt sind), kennen wir eine Anzahl von Baumschädlingen.

*Trichosphaeria parasitica* R. Hartig befällt überall die Weisstanne (selten Fichte und Tsuga) an luftfeuchten Orten, wo man in natürlichen Verjüngungen oder bei dichtem Pflanzenstand überall Zweige sieht, deren zum Teil gebräunte

Nadeln herabhängend und nur durch ein feines Mycel festgehalten werden. Das farblose Mycel perenniert auf der Zweigunterseite und wächst von da auf die Unterseite der Nadeln, dieselben gleichsam festspinnend. Von den meist erst im folgenden Jahre getöteten alten Nadeln wächst das Mycel auf die jungen Maitriebe, tötet die noch nicht ausgewachsenen Nadeln der Zweigbasis sofort, während die mittleren und oberen auswachsen und erst später von dem langsam vordringenden Mycel ergriffen werden. Im Frühjahr sind mitunter junge Triebe dicht übersponnen und alle Nadeln getötet, so dass der Zweig abstirbt. Auf den anfänglich weissen, später bräunlichen Mycelpolstern der Blattunterseite entspringen mit blossem Auge kaum wahrnehmbare, schwarze Peritheecien mit borstenförmig abstehendem Haarbüschel auf der oberen Hälfte. Die Asci enthalten 8 sofort keimfähige, 4zellige, hellgraue Sporen.

*Herpotrichia nigra* R. Hartig ist biologisch dadurch interessant, dass der Pilz in mit Feuchtigkeit gesättigter Luft bei niedriger Temperatur noch unter dem Schnee oder bei Abgang des Schnees wächst. Das russgraue Mycel überzieht vom Schnee niedergedrückte Zweige und junge Pflanzen von Latschen und Fichten (und Wachholder) in höheren Gebirgslagen, Zweige und Nadeln bierfilzartig zusammenspinrend und tödend. Im Kiehlolz entstehen so grosse Fehlstellen, die ausssehen, als ob alles durch Feuer verkohlt sei und ebenso wird in höheren Gebirgslagen oft grosser Schaden an Fichten Saat- und Pflanzbeeten, sowie an jungen vom Schnee umgelegten Fichtenpflanzungen verursacht. — Die schwarzbraunen Peritheecien sind ca.  $\frac{1}{3}$  mm gross und enthalten in 2 Reihen 8, anfangs 2zellige, leicht keimende Sporen.

*Rosellinia quercina* R. Hartig, der Eichenwurzeltöter, befällt und tötet bei feuchtwarmer Witterung die Wurzeln 1–3jähriger (gelegentlich auch bis 10jähriger) Eichen, infolge dessen die oberirdischen Teile verbleichen und vertrocknen; er ist namentlich im Nordwesten Deutschlands sehr verbreitet. Das Mycel dieses interessanten Parasiten besitzt dieselbe Mannigfaltigkeit, wie dasjenige von *Agaricus melleus*. An den kranken Wurzeln bilden sich stecknadelkopfgrosse schwarze Sclerotien, besonders an der Ursprungsstelle der feineren Seitenwurzeln. Daneben entstehen zwirnfadenähnliche, anfangs weisse, später bräunliche Stränge, die „Rhizoctonien“, welche äusserlich die Wurzeln umspinnen, in der Erde weiter wachsen und die Krankheit von Wurzel zu Wurzel verbreiten; gelegentlich wuchert das weisse Mycel auch oberirdisch in dem grasigen Bodenüberzuge. Die Sclerotien bilden in feuchter Luft ein dichtes weissgraues Schimmelmycel, das später ebenfalls Rhizoctonien bildet. Alle Mycelarten dringen in die lebende Rinde ein an Wurzelspitzen, durch die Lenticellen und besonders an der Basis der Seitenwurzeln, wo sich zunächst Infektionsknöllchen bilden, von denen bei günstigen Witterungsverhältnissen Mycelfäden ins Innere der Wurzel wachsen. Die Rindenzellen werden mit dichtem Mycel (Pseudoparenchym) erfüllt und getötet und schliesslich dringt das Mycel bis zur Markröhre vor. Das Wurzelholz schwärzt sich zunächst und wird zuletzt weissfaul. Bei kaltem und trockenem Wetter vermag sich die Wurzel durch Wundkork zu heilen, welcher die Umgebung der Infektionsknöllchen an der Basis der Seitenwurzeln von dem gesunden Gewebe abtrennt. Das Luftmycel bildet im Sommer Conidien auf quirlförmig verästelten Trägern, ausserdem entstehen stecknadelkopfgrosse, schwarze, kugelige Peritheecien entweder an der Oberfläche der kranken Eichenwurzeln oder in deren Nähe an den Rhizoctonien auf der Bodenoberfläche.

*Sphaerella* (nenerdings *Mycosphaerella* genannt) *laricina* R. Hartig, der

Nadelschüttepilz der Lärche, ist nach Hartig einer der gefährlichsten Feinde der Lärche und grossenteils die Ursache des Lärchensterbens in den tieferen Lagen. Frühestens Ende Juni, meist erst im Juli werden die Nadeln braunfleckig, (die von *Chermes geniculatus* angestochenen schon im Mai) und fallen bald ab; in nassen Jahren sind oft schon im August die meisten Nadeln abgeworfen. In trockenen Jahren tritt die Krankheit nur in dumpfen Lagen auf oder da, wo die Lärche in andere Nadelhölzer eingesprenzt ist, zwischen deren Nadeln die infizierten vorjährigen Lärchennadeln zum Teil hängen geblieben sind und Ascosporen gebildet haben. Mit Rotbuche unterbaut, oder mit derselben gemischt, gedeiht die Lärche in tieferen Lagen am besten, weil das abfallende Buchenlaub die viel früher abgefallenen Lärchennadeln bedeckt. — Das Mycel lebt intercellular. Die Conidienpolster durchbrechen die Epidermis der kranken, noch am Zweige hängenden Nadeln, bilden winzige schwarze Pünktchen mit stabförmigen Conidien, werden durch Regen abgewaschen und verbreiten bei feuchter Witterung die Krankheit rapide. An den abgefallenen Nadeln entstehen im nächsten Frühjahr noch kleinere schwarze Pünktchen in grosser Zahl, die Peritheccien und vereinzelt Pycniden.

*Aglaospora taleola* Tul. verursacht wahrscheinlich als Wundparasit nach R. Hartig an Zweigen und Stämmen junger Eichen, an denen noch keine Borkebildung aufgetreten ist, gelegentlich eine verderbliche Krebskrankheit, indem kleinere oder grössere (bis mehrere Meter lange) Rindenstücke absterben, aufplatzen und allmählich überwältigt werden. Das Mycel dringt auch etwas ins Holz ein, das sich oberflächlich bräunt. Auf der erkrankten Rinde, die später abgestossen wird, neigen die Peritheccien gruppenweise mit langen Halsen unter dem Periderm zusammen und durchbrechen dasselbe nur mit der Peritheccienmündung. Die Ascii haben 8 zellige Sporen mit fadenförmigen Anhängseln. Ausserdem werden vom Stroma, nahe der Peritheccienmündung, noch 1zellige, sichelförmige Conidien abgeschüttelt.

Das „Blauwerden“ des Nadelholzes wird von *Ceratostoma piliiferum* veranlasst. Das braungefärbte Mycel dringt von aussen in die toten Stämme, namentlich in abständige Kiefern und verbreitet sich sehr schnell im Splintholz, dasselbe zersetzend, während es das Kernholz mehr meidet.

§ 116. Die *Hypodermataceae* oder Ritzenschorfe besitzen flache oder längliche Fruchtkörper, die Apothecien (wie bei den *Discomyceten*) genannt werden; ihre häutig-ledrige schwarze Wandung ist mit den deckenden Substratschichten verwachsen und platzt nach der Sporenreife mit einem Längsspalt lippenartig auf. Bei feuchter Luft klappen die Ränder auseinander, bei trockener schliessen sie die Spalte. Das geschlossene Apothecium ist von dichtgedrängten Paraphysen erfüllt, zwischen die sich die 8sporigen Ascii einkleiten. Die Sporen sind meist fadenförmig mit aufquellbarer Gallertmembran. Die Apothecien entstehen erst an den schon seit einiger Zeit vom Mycel getöteten Pflanzenteilen. Ausserdem werden noch kleine 1zellige Conidien in Pycniden gebildet.

Die Gattung *Hypoderma* hat keine lang fadenförmigen Sporen, dieselben sind stets viel kürzer als die Schläuche und zur Reifezeit 2zellig.

*H. brachysporum* (Rostr.) Tubeuf, der Nadelritzenschorf der *Weymouthskiefer*, tötet die Nadeln und jungen Triebe und kann ganze Waldpartien durch völlige Entnadelung vernichten. Die Nadeln bräunen sich schon im Sommer, die Apothecien erscheinen als feine schwarze Linien, im Winter fallen die Nadeln ab. Die Ascosporen sind gestreckt oval.

Die Gattung *Lophodermium* hat langgestreckte, einzellige, fa-

denförmige Ascosporen; die Paraphysen sind zum Teil durch Querwände gegliedert und am Ende knopfförmig gebogen.

1. *L. nervisequium* D. C., der Weisstannennritzenschorf, ist überall verbreitet, wo die Tanne heimisch ist; schädlich wird er nur dann, wenn der grösste Teil der Nadeln unter Bräunung abstirbt. Die abgestorbenen Nadeln bleiben lange am Zweige sitzen. Die Bräunung der Nadeln erfolgt im Mai bis Juli an 2jährigen, ins dritte Jahr eintretenden Nadeln. Wenige Monate nach der Bräunung erscheinen die Pycniden auf der Nadeloberseite als 2 wellig gekräuselte schwarze Längswülste. Später bilden sich die Apothecien in einem Längswulst auf der Mittelrippe der Unterseite, in der Regel im April des nächsten Jahres, also am dreijährigen Trieb reifend. Die meisten der erkrankten Nadeln fallen schon früher ab und entwickeln am Boden ihre Apothecien.

2. *L. macrosporum* R. Hartig, der Fichtenritzenschorf, erzeugt die Fichtennadelröte, die in 10—40jährigen Beständen sehr verschiedenartig, in manchen Jahren ungemein intensiv und gefährlich auftritt. Entweder bräunen sich die Nadeln vorjähriger Triebe im Frühling und bilden im Sommer (Juli) die Perithechien, welche in den mittlerweile 2jährig gewordenen Nadeln im April und Mai des nächsten Frühjahrs reifen (so z. B. im feuchten Klima des Erzgebirges von Hartig beobachtet), oder die Nadeln bräunen sich erst im Herbst (Oktober) an 2jährigen Trieben, die erste Anlage der Apothecien erfolgt im Juni des nächsten Jahres an den im dritten Jahre stehenden Nadeln und die Sporenreife im März oder April des folgenden Jahres, wenn die Nadeln nahezu das dritte Jahr vollendet haben. Dazu kommt noch im Herbst mitunter eine „Schütte“ einjähriger gebräunter Nadeln, an denen sich nur kleine isolierte Apothecienhöcker bilden. — Die Apothecien entwickeln sich als lange, glänzend-schwarze Wülste auf den beiden Unterseiten der 4kantigen Nadeln. Die Sporen sind doppelt so lang, als beim Weisstannennritzenschorf.

3. *L. abietis* Rostr. bildet nach Rostrup auf der Fichten- und Tannennadel keine Längswülste, sondern erst gelbe Flecke und dann grosse schwarze Punkte, wobei sich die Nadel verfärbt. — 4. *L. laricinum* Duby auf Lärchennadeln mit sehr kleinen ( $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{2}$  mm) Apothecien, selten. — 5. *L. juniperinum* Fries auf Nadeln des gemeinen Wachholders. — 6. *L. gilvum* Rostr. befällt und tötet die Nadeln von *Pinus laricio*. —

7. *L. pinastri* (Schrad.) Chevall., der Kiefernritzenschorf, verursacht die überall verbreitete und höchst gefährliche Nadelschütte der Kiefer, die aber auch andere Gründe, wie Spätfrost, Anfrieren, Vertrocknen etc. haben kann und die als spezifische Kinderkrankheit vornehmlich 1—4jährige Pflanzen unter allen Klima- und Bodenverhältnissen befällt und tötet; ältere Pflanzen werden relativ wenig von ihr geschädigt. Wie bei allen Ritzenschorfen hängt die Entwicklung ungemein von der Witterung ab, da die Fortpflanzungsorgane des Pilzes nur in abgestorbenen Nadeln gebildet werden und hierzu feuchtes Wetter Vorbedingung ist. Demgemäss hemmen trockene Sommer und kalte Winter die Entwicklung und Ausbreitung der Pilzschütte in hohem Grade, während regnerische Sommer und feuchtwarme Winter sie ebenso begünstigen. Die Infektion scheint nach den eingehenden Untersuchungen von Tubeuf<sup>48)</sup> an jungen Pflanzen im allg. nicht vor August stattzufinden, nicht im Mai an der jungen Nadel, wie man früher annahm, sondern erst an der völlig ausgebildeten. Die Primärnadeln werden frühestens im September, die Kurztrieb-nadeln wahrscheinlich erst später getötet. Bei feuchtem Wetter treten schon im

48) C. v. Tubeuf, Studien über die Schüttekrankheit der Kiefer 1901. 160 p. gr. 8° mit 7 Tltn. (Arb. a. d. biol. Abt. a. Kais. Ges.-Amt II. 1.)

ersten Herbstes die zahlreichen, kleinen, schwarzen Pycniden an; ihnen folgen die flachen, schwarzen Apothecien in grösserer Zahl auf der gleichen Nadel. Bei genügender Feuchtigkeit können sich die Apothecien in wenigen Wochen auf den abgestorbenen, vom Mycel des Pilzes durchwucherten Nadeln bilden. Im Freien reifen sie seltener an noch hängenden Nadeln, meist nach deren Abfall auf dem Boden. Die Apothecien sind grösstenteils schon im April aufgesprungen; die Reife der einzelnen Asci erfolgt sehr allmählich, so dass die Apothecien von April an den ganzen Sommer über (und auch noch im Winter) Sporen answerfen können und die Infektionsmöglichkeit, soweit sie vom Pilze abhängt, jederzeit gegeben ist. Von den verschiedenen Bekämpfungsmitteln der Schütte ist als einzig durchschlagendes die Bespritzung im August mit Kupfermitteln (z. B. Kupferkalkbrühe) anzusehen; wie bei der Blattfallkrankheit des Weinstockes hält auch hier die Schutzwirkung bloss ein Jahr an. Ansser auf der gemeinen Kiefer kommt *L. P.*, bis dato in forstlich bedeutungsloser Weise, auch auf *P. montana*, *Laricio* (und vielleicht andern Zweinadlern) und *P. Cembra* vor.

1. *Hypodermella Laricis* v. Tubeuf ist ein selten und bis dato nur in den Alpen beobachteter Parasit der Lärche, der die ganzen Nadelbüschel tötet und leicht mit *Lophodermium laricinum* (s. o.) verwechselt wird. Seine Apothecien sind noch kleiner, als bei *L. l.* und glänzender schwarz; der Ascus enthält bloss vier tränenförmige, izellige Sporen und die Paraphysen sind einfach, am Ende nicht verdickt oder verbogen.

2. *H. sulcigena* (Link) Tub. findet sich auf Nadeln von *Pinus silvestris* und *montana*.

§ 117. Die Scheibenpilze (*Discomycetes*) besitzen anfangs in der Regel geschlossene, zur Reifezeit scheiben- oder becherförmig offene Fruchtkörper, Apothecien genannt, an deren Oberfläche die Asci mit den Paraphysen (das Hymenium) ausgebreitet sind. Die Hauptmasse der Fruchtkörper wird von dem unter dem Hymenium liegenden Hypothecium gebildet. Forstliche Parasiten finden sich in den Familien der *Rhizinaceae*, *Phacidiaceae* und *Pezi-zaceae*.

Zur Familie der *Rhizinaceae*, mit fleischig wachsartigem, stiellosem Fruchtkörper, von anfang an frei liegendem, nicht vertieftem Hymenium und mit Deckel aufspringenden Schläuchen, gehört *Rhizina undulata* Fr., der Wurzel-schwamm oder die Ringsuche, der als Saprophyt im Walde besonders auf Braudplätzen vorkommt, als Parasit die Wurzeln in- und ausländischer Nadelhölzer verschiedenen Alters angreift. Junge Pflanzen verlieren die Nadeln und sterben ab; in ihrer Umgebung erscheinen später die 1—5 cm grossen, flach ausgebreiteten, sammetglänzenden, dunkelbraunen, mochelähnlichen Fruchtkörper. Das aus den zu je 8 in einem Ascus gebildeten, hyalinen, kahuförmigen Sporen sich entwickelnde Mycel wächst intercellular im Rindenparenchym und im Lumen der Siebröhren. Aus den erkrankten Wurzeln treten rhizoctonienartige Stränge sowie fädiges Mycel aus und verbreiten unterirdisch die Krankheit zentrifugal.

§ 118. Zu den *Phacidiaceae*, in deren mit dem Substrat verwachsenes schwarzes Stroma die dickwandigen, in der Mitte lappig aufreissenden Fruchtkörper eingesenkt sind, gehören:

1. *Rhytisma acerinum* (Pers.) der Ahorn-Rauzelschorf, welcher überall im August auf den grünen Blättern des Spitzahorns, etwas weniger häufig auf denen des Berg- und Feldahorns tütenkocksähnliche, ca. 1—2 cm

grosse, schwarze Flecken (flache Sklerotien) oft in grosser Zahl bildet. Die Blätter fallen meist etwas vorzeitig ab. Auf den abgefallenen Blättern sind im folgenden Frühjahr die Sklerotien etwas dicker und durch die wurmförmigen, etwas vortretenden Apothecien gehiruartig gerunzelt. Aus den bei nassem Wetter mit Längsspalt aufplatzenden Apothecien werden die mit Gallerthülle versehenen fädigen Ascosporen im Mai oder Juni mit grosser Kraft ausgeschleudert und vom Wind auf die Bäume getragen, wo 3 Wochen nach der Infektion schon gelbe Flecken zu sehen sind. 2. *Rh. punctatum* (Pers.) bildet auf den Blättern des Bergahorns aus zahlreichen ca. 1 mm grossen schwarzen Punkten zusammengesetzte Flecken, in deren nächster Umgebung das Blatt länger grün bleibt, so dass im Herbst die Rhythmaflecken in grüne Inseln des gelben Blattes eingebettet sind. 3. *Rh. salicinum* (Pers.) erzeugt auf den Blättern der verschiedensten Weidenarten grosse und kleine schwarze Flecken. 4. *Rh. symmetricum* J. Müller, solche besonders stark auf den Blättern der Purpurweide, wo auf Ober- und Unterseite Apothecien gebildet werden, die nach Schröter schon im Herbst auf den noch lebenden Blättern reifen.

*Cryptomyces maximus* (Fries.) bildet auf der Rinde verschiedener Weidenarten breite schwarze Krusten, die grosse Strecken der lebenden Zweige bedecken, bei Regen gallertig aufquellen, beim Trocknen sich abrollen und grosse Narben in der Rinde zurücklassen. Die ovalen Sporen dürften nach Tubenfalls bald junge Triebe infizieren, in welchen das Mycel offenbar überwintert. Oberhalb des Fruchtlagers sterben die erkrankten Weidenzweige ab.

*Scleroderis fuliginosa* (Fries) tötet nicht nur schwache Zweige, sondern auch starke Aeste der verschiedensten Weiden. Auf der Rinde bilden sich ausgedehnte schwarze Krusten, aus denen die kleinen, gestielten, schüsselförmigen Apothecien in grossen Massen hervorbrechen. Der Pilz tötet Rinde, Cambium und die angrenzenden Holzpartien, so dass befallene stärkere Zweige an den erkrankten Stellen sich unregelmässig verdicken, bis sie getötet werden.

§ 119. Zu den Pezizaceae, mit schüsselförmigen, fleischigen oder wachsartigen, oft lebhaft gefärbten Apothecien, gehören:

1. *Sclerotinia Aucupariae* Ludw., mumifiziert durch Sclerotienbildung der Früchte von *Sorbus aucuparia*, 2. *S. Padi* Wor. diejenigen von *Prunus Padus*, 3. *S. Betulae* Wor., diejenigen der Birke, deren Nüsschen an Stelle der elliptischen eine herzförmige Gestalt bekommen, 4. *S. Alni* Naw., diejenigen der Erle, ähnlich wie Heidelbeere, Preiselbeere, Moosbeere, Ranschbeere durch entsprechende Sclerotinien mumifiziert werden. — Aus den Sclerotien entwickeln sich bei hinreichender Feuchtigkeit im Frühjahr die gestielten Peziza-Schüsselfrüchte.

Die Conidienform von *Sclerotinia Fuckeliana* de Bary, der gemeine Traubenschimmel *Botrytis cinerea*, der gewöhnlich saprophytisch lebt, tötet in nassen Frühjahren und Vorsommern mitunter die Nadeln und jungen Triebe der Weisstanne, der Fichte und der Douglastanne (Syn. *B. Douglasii* Tub.), selten Lärche und Kiefer. Bei der Weisstanne können auch vorjährige Triebe ergriffen werden.

*Dasyscypha* (syn. *Peziza*) *Willkommii* R. Hartig verursacht den gefährlichen Lärchenkrebs. Nach Hartig verbreitet sich das Mycel der an Wundstellen keimenden Sporen teils intercellular, teils im Lumen der Siebröhren, die Gewebe tötend und dringt später in das Holz vor bis zur Markröhre. Das getötete Rindengewebe wird im Sommer durch eine breite Wundkorkschicht von der lebenden

Rinde abgetreunt. Im Herbste kommt das Mycel, das anscheinend nur zur Zeit der Vegetationsruhe wächst, vom Cambium oder Holzkörper in die lebende Rinde zurück und vergrössert alljährlich die Krebsstelle, die gewöhnlich Harzfluss zeigt und sich in der Mitte, wo das Gewebe am längsten getödet ist, immer tiefer einsenkt und unregelmässiges Dickenwachstum des Stammes oder Astes veranlasst. Stammkrebe können in den Alpen Metergrösse und ein Alter von über 100 Jahren erreichen. Bei raschem Wachstum umfasst der Krebs bald das ganze Stämmchen und dessen oberer Teil stirbt ab. Auf den Krebsstellen brechen bald nach dem Tode des Rindengewebes junge, gelbe, stecknadelkopfgrosse Fruchtkörper hervor, die aber nur in anhaltend feuchter Luft zur Reife kommen und sich gewöhnlich im August oder September zu den 1—4 mm grossen, orangefarbenen, weissberandeten Pezizaschüsseln entwickeln. An abgestorbenen Teilen treten die Schüsseln auch ohne Krebsstellen auf. Luftfeuchte, dämpfe Lagen begünstigen im Hochgebirg wie im Flach- und Hügelland die Entwicklung des Pilzes.

*Cenangium Abletis* (Pers.) Duby, im allgemeinen ein harmloser Saprophyt, kann nach Frank Schwarz<sup>49)</sup> gelegentlich parasitisch auftreten und selbst grosse Epidemien verursachen (1891 und 1892 in Norddeutschland). Der Pilz, der das auch aus anderen Ursachen eintretende Triebschwinden der gemeinen und der Schwarz-Kiefer verursacht, befällt nur Bäume von geschwächter Lebenskraft und nie solche unter 5 Jahren. Die Infektion erfolgt nur während der Ruheperiode der Pflanzen, das Mycel wächst hauptsächlich in der Rinde und bringt im Frühjahr namentlich die letzten Jahrestriebe mit den Endknospen zum Absterben, nachdem vorher die von der Basis her rot gewordenen Nadeln abgefallen sind. Später können auch ältere Teile und selbst ganze Pflanzen absterben. Nach Tuben<sup>50)</sup> können die Triebe auch nur lokal in grösserer oder kleinerer Ausdehnung erkranken. — Die  $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ (3) mm grossen, schwarzen, pastelförmigen, fast ganz geschlossenen, nur bei Regenwetter sich öffnenden Apothecien brechen sehr zahlreich, zu kleinen Gruppen oder Streifen vereinigt, hauptsächlich an mehrjährigen, später auch an einjährigen Trieben und hier an den Blattnarben, selten an den Nadeln selbst hervor. Die etwas kleineren Pycniden bilden entweder 1zellige, stäbchenförmige, oder mehrzellige sichelförmige Conidien. — An den erkrankten Bäumen traten zumeist Nacherkrankheiten auf (Spanner, Nonne, Gallmücken und Käfer), die schädlicher als die primäre Erkrankung wirkten.

§ 120. Aus der grossen Zahl der *Fungi imperfecti*, wie man die Pilze mit nur unvollkommen bekannten Entwicklungsgänge nennt, können hier nur einige der wichtigeren Arten aufgeführt werden, die wegen ihrer Conidien- und Pycnidenfruktifikation zu den Ascomyeten gerechnet werden:

1. *Phoma abietina* R. Hartig, verursacht die Einschnürungskrankheit der Tannenzweige. In Tannenwäldungen findet man häufig abgestorbene, benadelte Zweige und Gipfel der Unterwüchse, die eine breite, ringförmige Einschnürung mit abgestorbener Rinde aufweisen; aus letzterer brechen zahlreiche, kleine, schwarze Pycniden hervor, deren Sporen im August oder September infizieren. Im Frühjahr sterben die einjährigen Zweige ohne Einschnürung ab; diese tritt nur bei stärkeren Zweigen auf, die nach der bis auf das Cambium reichenden Tötung der Rinde oberhalb und unterhalb der erkrankten Stelle noch ein oder einige Jahre in die Dicke wachsen.

49) Frank Schwarz, Die Erkrankung der Kiefern durch *Cenangium Abietis*. Jena 1895. 126 p. 8°. 2 Tfn., vergl. auch v. Tuben<sup>50)</sup>, Schüttekrankheit I. c.

2. *Ph. Pithya* Sacc. ruft eine ähnliche Krankheit auf den Zweigen der Douglastanne (und der gemeinen Kiefer) hervor, 3. *Ph. sordida* Sacc. verursacht in nassen Sommern ein Absterben junger Weissbuchenriebe, deren Blätter noch den ganzen Sommer über hängen bleiben.

*Septoria parasitica* R. Hartig, der Pilz der Fichtentriebkrankheit, tötet häufig die Gipfel der Fichte (und Sitkafichte) von Sämlingen bis zu 30jährigen Stangenhölzern. Ende Mai oder Anfang Juni hängen die jungen Triebe namentlich, wenn sie an der Basis infiziert wurden, schlaff herab und vertrocknen bald. Im Sommer brechen an den getöteten Zweigen die kleinen schwarzen Pycniden aus der Rinde hervor, namentlich an den Nadelpolstern und der Zweigbasis sowie aus den Nadeln der äussersten Triebspitze. Infektion im Frühjahr tötet die jungen Triebe nach 1—2 Wochen.

*Brunchorstia Pini* Allescher, verursacht vielfach eine von der Rinde beginnende und im Sommer bis zur Nadelbasis sich verbreitende Triebkrankheit von *Pinus Laricio*. Die kleinen Pycniden entwickeln sich an der Nadelbasis, unter den Nadelscheiden versteckt.

*Gloeosporium nervisequium* (Fuck.), nach Klebahn wahrscheinlich zu *Laestadia (Apiospora) veneta* Sacc. gehörig, ruft die bekannte Epidemie der Platanenblätter (und gelegentlich auch der jungen Triebe) hervor, namentlich in feuchten Frühjahren, der oft eine grosse Anzahl der jungen, eben entfaltenen Blätter zum Opfer fallen; dieselben werden von Mitte Mai an hauptsächlich längs der Nerven braunfleckig und vertrocknen und verschrumpfen später.

*Pestalozzia Hartigii* Tubeuf, die überall verbreitete Einschnürungskrankheit junger Holzpflanzen, befällt hauptsächlich junge Fichten und Tannen, namentlich in Pflanzbeeten, aber auch Rotbuchen, Eschen, Ahorn und andere Laubbölzer. Dicht über dem Boden ist das Stämmchen mehr oder weniger augenfällig eingeschnürt, die Blätter oder Nadeln vergilben zuerst, die Pflanze kümmernd und stirbt schliesslich ab. In der Rinde der eingeschnürten Stelle findet sich ein zartes Stroma mit conidienabschnürenden Höhlungen. Die Conidien, in schwarzen Zäpfchen aus der Epidermis tretend, besitzen zwei mittlere braune Zellen, die zusammen eine tonnenförmige Figur bilden, eine lange hyaline Stielzelle und eine kleine hyaline Endzelle mit 2—3 hyalinen Borsten.

*Septogloeum Hartigianum* Sacc. tötet nach Hartig 1jährige Zweige des Feldahorns im Frühjahr vor dem Laubaussbruch. Die strichförmigen, graugrünen Conidienpolster erscheinen im Frühjahr in grosser Zahl. Die Conidien infizieren die jungen Maitriebe, die sich zunächst normal entwickeln und erst im nächsten Frühjahr absterben.

*Fusoma Pini* R. Hartig (syn. *F. parasiticum* Tubeuf) ruft im Mai und Anfang Juni in Fichten- und Kiefernsaatbeeten (gelegentlich auch bei Erlen-, Birkenkeimpflanzen etc.) eine Keimlingskrankheit hervor, die sich in ihren äusseren Erscheinungen kaum von der durch *Phytophthora* erzeugten unterscheidet. Nasses Wetter ist der Ausbreitung der Krankheit sehr förderlich, da dann das Pilzmycel aus den erkrankten Pflanzen auch nach aussen hervorwächst und die benachbarten Pflanzen infiziert; die getöteten Pflänzchen verfaulen dann bald unterirdisch. An dem Luftmycel bilden sich reichlich sichelförmige, meist 6zellige Conidien, die schnell keimen und die Krankheit verbreiten.

*Allescheria (Hartigella Syd.) Laricis* R. Hartig ruft im Mai und Juni, namentlich bei feuchter Witterung, eine verderbliche Nadelkrankheit der Lärche, besonders in Saat- und Pflanzbeeten hervor, wobei die Nadeln



braune Flecke bekommen oder ganz absterben. Aus den Spaltöffnungen wachsen dichtgedrängte kurze Conidienträger hervor, teilen sich durch Querwände in 3—4 Zellen und aus jedem Segment bildet sich, wie bei den Basidien der Uredineen, eine auf kurzem Sterigma stehende, einzellige, bisquitförmige Conidie.

1. *Fusicladium* (zu *Venturia* gehörig) *dendriticum* (Wallr.) Fuck. ruft an lebenden Blättern, Früchten und Zweigen der Apfelbäume (und Ebereschen), 2. *F. pirinum* (Lib.) Fuck. an denen der Birnbäume braune Flecken mit stacheligem Rand („Schorf“) hervor und kann bei starkem Auftreten sehr schädlich werden. — 3. *F. tremulae* Frank tötet die Blätter der Aspe; die Blätter fallen ab, die Triebe vertrocknen. An den zum zweiten Mal gebildeten Trieben kann sich die Krankheit im Sommer wiederholen.

1. *Cercospora acerina* R. Hartig verursacht, namentlich in regnerischen Jahren, eine Keimlingskrankheit der Ahornpflänzchen: Die Keim- und ersten Laubblätter sowie die Triebachsen werden schwarzfleckig oder ganz schwarz und verfaulen. Aus den erkrankten Teilen wachsen zahllose kurze Conidienträger hervor, die auf ihrem Scheitel Büschel von langen, geschweiften, mehrzelligen Conidien erzeugen. Das intercellulare Mycel bildet durch Anschwellen kurzer Zellreihen braune, fädige Dauermycelien (einfachste Sclerotiumform), welche die Krankheit ins nächste Jahr übertragen.

2. *C. microsora* Sacc. erzeugt auf den Blättern der Linde kleine schwarze Flecken und verursacht oft massenhaften, vorzeitigen Laubfall.

### 3. Basidiomycetes.

Die Basidiomyceten sind durch den Besitz von Basidien charakterisiert, d. h. Conidienträgern, welche nach Form, Grösse, Zahl der Sporen und Entstehungsort derselben vollkommen bestimmt sind und welche bei den höheren Formen an der Oberfläche oder in Hohlräumen ungeschlechtlich entstandener Fruchtkörper ein Hymenium bilden.

§ 121. a) Die Rostpilze oder Uredineen gehören zu der unteren Stufe der Basidiomyceten, den Protobasidiomyceten, und sind durch quer geteilte Basidien ausgezeichnet, die immer aus Chlamydosporen hervorgehen und keine Fruchtkörper bilden; sie sind streng obligate Parasiten mit intercellularem Mycel, dessen Plasma orangefarbene oder gelbe Öltröpfchen führt. Den Namen verdanken sie der rotgelben, rostähnlichen Farbe, die ihre Sporenlager häufig aufweisen. Die Uredineen besitzen 5 verschiedene Sporenformen: Uredo-, Teleuto- und Aecidiosporen (die Chlamydosporen sind), Sporidien (Basidiosporen) und Spermactien (Conidien). Diese Sporenformen kommen keineswegs sämtlich bei jeder Species vor; niemals aber fehlen die Teleutosporen, welche bei den meisten Arten die Ueberwinterungsform des Pilzes darstellen. Die Teleutospore ist stets einzellig und sog. zwei- und mehrzellige sind als Reihen einzelliger T. aufzufassen. Bei der Keimung wächst aus jeder Teleutospore ein kurzer Mycelfaden, früher Promycel genannt, hervor, der durch Querwände in 4 Zellen zerfällt und dann eine quergeteilte Basidie vorstellt. Aus jeder der 4 Zellen der Basidie sprosst ein Faden (Sterigma) hervor, der an seiner Spitze eine Basidiospore (früher hier Sporidie genannt) trägt. Bei einigen Gattungen teilt sich die Teleutospore selbst durch Querwände in 4 Zellen und ist dann der Basidie homolog. Die Basidiosporen keimen in Wasser; ihre Keimschläuche dringen stets durch die Epidermiswandung ein. Nach ca. 2—3 Wochen erscheinen meist auf der Blattoberseite die Pycniden (Spermo-

gonien), deren Conidien (Spermatien) reduzierte Organe ohne Bedeutung zu sein scheinen, und bald nach ihnen die stets in Fruchtkörpern, Aecidien, eingeschlossenen, vom Grunde des Fruchtkörpers reihenweise abgegliederten Aecidiosporen, meist an der Blattunterseite becherförmig aufbrechend. Die Aecidien besitzen gewöhnlich eine Hülle, Pseudoperidie, aus einer einfachen Schicht steriler Zellen; fehlt dieselbe, so heisst das Aecidium Caecoma. Bildet das Aecidium (grosse) Blasen, die sich mit einem Riss öffnen, so heisst es Peridermium; öffnet es sich gitter- oder pinselartig, Rüstelia. Die gleichfalls in Wasser mit einem Keimschlauch keimenden Aecidiumsporen infizieren durch die Spaltöffnungen und bringen nach ca. 8—14 Tagen Uredosporen hervor, die meist gestielt sind und in Büscheln oder Streifen beisammen stehen. Die Uredosporen keimen ebenfalls sofort in Wasser, aber mit mehreren Keimschläuchen, infizieren ebenfalls durch die Spaltöffnungen und bringen in 8—10 Tagen neue Uredofruktifikation hervor, die das Spiel wiederholt u. s. w., so dass wir in der Uredospore die hauptsächlichste Verbreitungsform der Rostpilze zu sehen haben und gewöhnlich eine ganze Reihe von Uredogenerationen in einer Vegetationsperiode auf einander folgt, bis zuletzt in den Uredolagern oder auch in besonderen Lagern die gewöhnlich herb- und dunkelwandigen, zumeist erst im nächsten Frühjahr keimenden Teleutosporen als Abschluss des Entwicklungskreislaufes auftreten. Die Aecidiumfrüchte wurden früher, als man den genetischen Zusammenhang mit den Uredosporen etc. noch nicht kannte, unter den oben genannten Namen als selbständige Gattungen beschrieben.

Hinsichtlich des Verhaltens zum Wirt unterscheiden wir zwei Gruppen: solche, die ihren ganzen Entwicklungsgang auf der gleichen Wirtspecies durchlaufen: autochische Rostpilze, und solche, bei denen Aecidien und Spermogonien auf der einen Wirtspecies, Uredo- und Teleutosporen auf einer andern, meist im System weit davon entfernten Nährpflanze vorkommen: heterocische oder wirtwechselnde Rostpilze. Die Heterocie ist in manchen Fällen fakultativ, da manche heterocischen Formen auch im Uredozustand überwintern können, z. B. *Melanosporella Cerastii*. Endlich kennen wir bei einzelnen Arten auch ein überwinterndes oder perennierendes Mycel; die mit letzterem versehenen Arten verursachen zum Teil starke Deformationen des Wirtes, doch können auch einjährige Arten einigermaßen deformierend auftreten. Nach der Zahl der auftretenden Sporenformen bezeichnet man mit der Vorsilbe Eu- vor dem Gattungsnamen, z. B. *Eupuccinia*, eine Species, bei der Aecidien, Uredo- und Teleutosporen vorkommen, *Hemi-(puccinia)*, wenn nur Uredo- und Teleutosporen vorkommen. Keimt die Teleutospore erst nach Winterruhe, so haben wir eine Mikro-(puccinia), keimt sie sofort, eine Lepto-(puccinia) etc. Eine ganze Anzahl der nach Konstatierung des heterocischen Zusammenhangs beschriebenen „Arten“ ist nicht einheitlich; dieselben umfassen Formen, die morphologisch nicht oder nur sehr wenig von einander verschieden sind, die sich aber in der Wahl ihrer Nährpflanzen scharf von einander unterscheiden und die man biologische Species, bezw. Gewohnheitsrassen genannt hat. Für das Studium der hierdurch noch viel verwickelteren Verhältnisse der Heterocie sind kritische Infektionsversuche ein unentbehrliches Hilfsmittel der Forschung, die bei den Gewohnheitsrassen dadurch noch weiter erschwert wird, dass direkt nicht unterscheidbare Teleutosporen verschiedener Arten nicht allzu selten auf dem gleichen Individuum und selbst auf dem gleichen Blatte vorkommen. Durch wiederholte Infektions- und Rückinfektionsversuche ist der genetische Zusammenhang vieler heterocischer baumbewohnender Formen im letzten Jahrzehnt namentlich durch die Forschungen von Klebahn<sup>59)</sup>, dann Fischer, v. Tuben,

59) Klebahn, Kulturversuche mit heterocischen Uredineen I.—10. Bericht. Zeitsch.

Rostrup, Dietel, Hartig, Wagner, Magnus u. s. w. geklärt worden.

Die forstlich wichtigsten Rostkrankheiten sind diejenigen der Nadelhölzer: auf der Kiefer kommen vor und zwar auf den Nadeln mindestens 12 zur Gattung *Coleosporium* gehörige Nadelblasenroste, (früher als *Peridermium Pini acicola* bezeichnet), mehrere Rindenblasenroste, (früher als *Peridermium Pini corticola* bezeichnet), zu einer anderen Gattung, *Cronartium* gehörig, und der Kieferndreher, *Caecoma pinitorquum*, zur Gattung *Melampsora* gehörig; auf der Weisstanne schmarotzt vor allem, Krebs und Hexenbesen erzeugend, das zu *Melamporella* gehörige *Aecidium elatinum*, auf den Nadeln sonst unveränderter Pflanzen die zu *Calyptospora* und *Pucciniastrum* gehörigen *Aecidien* und das zu *Melampsora* gehörige *Caecoma abietis pectinatae*, auf Fichtennadeln finden wir die *Aecidien* von *Chrysonyxa Rhododendri* und *Ledi*, die *Telentosporen* von *Chrysonyxa Abietis*, auf Fichtenzapfen das zu *Thecospora* (*Pucciniastrum*) *Padi* gehörige *Aecidium strobilinum* und das seltene *Aecidium conorum*, auf *Juniperus* verschiedene *Gymnosporangium*-arten, auf Lärchennadeln (*Caecoma laricis*) mindestens 6 zur Gattung *Melampsora* gehörige Arten und 1 *Melamporeidium* (*Aecidium laricis*), auf Weiden-, Birken- und Pappelblättern die orangefarbenen *Uredo*- und dunkeln *Telentosporenlager* zahlreicher *Melampore*-arten. —

§ 122. Die Familie der *Melamporeaceae*<sup>51)</sup>, mit 1—4 zelligen, zu flachen oder polsterförmigen Lagern vereinigten, ungestielten *Telentosporen*, die typische *Promycelien* (*Basidien*) und kleine (ca. 10  $\mu$ ) kugelige *Basidiosporen* bilden, enthält folgende Rostpilze der Holzgewächse:

*Melampore*, mit einzelligen *Telentosporen*, die pallisadenartig dicht gedrängt einschichtige, pechschwarze *Krusten* unter der *Epidermis* bilden und mit frei vortretenden *Basidien* keimen. Die polsterförmigen *Aecidien* ohne *Pseudoperidie* werden *Caecoma* lager genannt. Die einzeln auf Stielen stehenden *Uredosporen* mit farbloser *Membran* und meist ohne deutlichen *Keimporus* stehen, mit kopfig verdickten *Paraphysen* gemischt, in gelben *Polstern* meist auf der Blattunterseite. — Die *Wirtwechselverhältnisse* sind bei dieser Gattung die mannigfaltigsten und kompliziertesten. Die *Nährpflanze*, auf welcher die *Uredo*- und *Telentosporen* erwachsen sind, hat einen gewissen Einfluss auf das Verhalten des Pilzes gegen die *Caecomanährpflanze*. Der *Speciesnamen* der biologischen *Arten* ist nach dem *Telentosporenwirt* zu wählen und nach *Klebahn* vor denselben der Name des *Caecomawirtes* zu setzen (bezw. derjenige des wichtigsten derselben oder der *Untergattung*, zu welcher die *Caecomawirte* gehören.)

Auf *Pappelblättern* sind z. Z. 7 *Melampore*-arten bekannt, die wichtigste derselben ist:

1. *Melampore pinitorqua* Rostr., welche ihre *Uredo*- und *Telentosporen* auf den Blättern der *Zitter- und Silberpappel*, sowie denen von *P. caescens* bildet in ausserordentlicher Menge bildet und die auf der Kiefer als *Caecomawirt* den in ganz Deutschland verbreiteten *Kieferndreher* (*Caecoma pinitorquum*) hervorruft. Die 1—3 cm langen, mit Längsriss aufspringenden, gelben *Caecomapolster* erscheinen (ausser an den Nadeln der Keimpflanzen) an der Rinde junger Triebe, die ihre Längsstreckung noch nicht beendet haben. 1—3jährige Pflanzen werden meist getötet, an dickeren Trieben stirbt die befallene Stelle einseitig ab, durch weitere

für Pflanzenkrankh. 1892—1902. Hier ist auch die weitere Literatur ausführlich citirt.

51) Systematik der Rostpilze im Allg. nach der trefflichen Bearbeitung von Dietel in Nat. Pflanzenf. I. 1\*\*.

Streckung der gesunden, gegenüberliegenden Seite und durch sein eigenes Gewicht krümmt sich der Trieb abwärts, um sich später, im ganzen eine  $\omega$  förmige Figur bildend, wieder aufzurichten. Das Mycel kann Jahrzehnte lang perennieren und alljährlich neue Caemapolster bilden, die bei trockenem Wetter vorzeitig verkümmern, bei nasser Mai- und Juniwitterung aber sich sehr zahlreich entwickeln und den jungen Trieb zum Absterben bringen. Jüngere Kulturen verkrüppeln so mitunter völlig; vom ca. 30. Jahre an verschwindet die Krankheit von selbst. 2. *M. Larici-Tremulae* Kleb. mit U. und T. auf der Zitter- und Silberpappel und 3. *M. Larici-populina* Kleb., mit U. und T. auf *Populus nigra*, *canadensis* und *balsamifera*, bilden ihr Caecoma als kleine, leuchtend orangegelbe Polster auf den Lärchennadeln. Der in ganz Deutschland häufige Lärchennadelrost zerstört oft einen grossen Teil der Benaedelung. 4. *M. Mercuriali-Tremulae* (= *M. Rostrupii* Wagner), mit U. und T. auf *Populus tremula*, *alba*, *balsamifera* (*nigra*, *canadensis* und *italica*) bildet sein Caecoma auf *Mercurialis*, 5. *M. Chelidonii-Tremulae* (= *M. Magnusiana* Wagner), mit U. und T. auf *Populus tremula* und *alba*, bildet Caecoma auf *Chelidonium*, 6. *M. Corydali-Tremulae* (= *M. Klebahnii* Bubák), mit U. und T. auf *Populus tremula*, bildet das Caecoma auf *Corydalis solida* und *cava*. 7. *M. Allii-populina* Kleb., mit U. und T. auf *Populus nigra*, *canadensis* und *balsamifera* (nicht auf *tremula*, *alba* und *canescens*) bildet das Caecoma auf *Allium ascalonicum* und wahrscheinlich anderen Alliumarten.

Auf Weidenblättern kennt man bis jetzt nicht weniger als 14 *Melampsora*-arten, die zum Teil, namentlich bei Kulturweiden, sehr schädlich werden können, weil die befallenen Blätter schwarzfleckig werden und vor der Zeit abfallen: 8. *M. Larici-Daphnoides* Kleb. mit U. u. T. auf *Salix daphnoides* und *acutifolia* (= *pruinosa*), — 9. *M. Larici-Epiteae* Kleb. mit U. u. T. auf *Salix viminalis*, *aurita*, *cinerea*, *Caprea*, *dasyclados*, *fragilis*, (*daphnoides* und *acutifolia*) 10. *M. Larici-Pentandrae* Kleb., mit U. u. T. auf *Salix pentandra* und 11. *M. Larici-Capraearum*, mit U. u. T. auf *Salix Caprea* bilden alle vier ihr Caecoma ebenfalls auf Lärchennadeln. — 12. *M. Allii-Salicis albae* Kleb. mit U. u. T. auf *Salix alba*, 13. *M. Allii-Fragilis* Kleb. mit U. u. T. auf *Salix fragilis*, *pentandra* und dem Bastard beider bilden beide ihr Caecoma auf Alliumarten, — 14. *M. Galanthi-Fragilis* Kleb., mit U. u. T. auf den gleichen *Salix*-arten wie letztere, auf *Galanthus nivalis*. — 15. *M. Ribesii-Viminalis* Kleb. auf *S. viminalis*, 16. *M. Ribesii-Auritae* Kleb. auf *S. aurita* und 17. *M. Ribesii-Purpureae* Kleb. auf *S. purpurea* bilden ihr Caecoma auf Ribesarten. — 18. *M. Evonymi-Capraearum* Kleb., auf *Salix Caprea*, *cinerea* und *aurita*, bilden das Caecoma auf *Evonymus*. — 19. *M. Orchidi-Repentis* Kleb. auf *Salix repens* und *aurita* bilden das Caecoma auf Orchisarten. — 20. *M. Abietis-Capraearum* Tub., auf *Salix Caprea* bildet das Caecoma *Abietis pectinatae* Rees auf jungen Nadeln der Weissstanne, wo mehrere hellgelbe Längspolster auf beiden Seiten des Mittelnervs hervorbrechen. — Die autöcische 21. *M. Amygdalinae* Kleb. dagegen bildet als *Enmelampsora* sämtliche Sporenformen auf *Salix amygdalina* und ist bis dato die einzige bekannte Caecomaform auf einer Weide.

*Melampsorium betulinum* Kleb. (syn. *Melampsora betulina* (Pers.) Tul.) ist von *Melampsora*, mit der sie nur in den Telentosporienlagern übereinstimmt, durch das Fehlen der kopfigen Paraphysen und den Besitz einer Pseudoperidie um die Uredolager und die Aecidien (hierin der Gattung *Cronartium* sich nähernd) verschieden. Die kleinen Uredo- und die anfangs orangefarbenen, später brannen Telentosporienlager stehen auf den Blättern von *Betula alba*, die hell rötlich-orangefarbenen Aecidien

auf den Nadeln der Lärche.

*Melampsorella Cerastii* (Pers.) Schröt., ist von *Melampsora* durch die in den Epidermiszellen gebildeten Telentosporen verschieden, die hier ausgedehnte bleiche Lager bilden, und besitzt, ebenso wie *Melampsorium*, halbkugelige Pseudoperidien mit halbkugeliger Scheitelöffnung um die pustelförmigen, orangegelben Uredosporenhäufchen, welche oft die ganze Pflanze bedecken. Die Alsmeen, insbes. *Stellaria media*, *nemorum*, *Holostea*, *Cerastium triviale* (und *Möhringia trinervia*) stellen — wie zuerst E. Fischer nachgewiesen und dann Klebahn und v. Tubenfuß bestätigt haben — den lange gesuchten Zwischenwirt des *Aecidium elatinum* Alb. et Schw., des Erregers des Tannenkrebses und -Hexenbesens dar, zugleich den ersten bekannten Fall des heterotischen Zusammenlebens zweier perennierender Pilze, da *M. Cerastii* sich in vielen Gegenden Norddeutschlands, denen die Tanne und somit das *Aecidium elatinum* fehlt, durch Mycel und Uredo erhält und verbreitet. Die Infektion der Weisstanne (und anderer Tannenarten) erfolgt an jungen Maitrieben; an den infizierten Stellen wird das Cambium zu gesteigerter Tätigkeit angeregt und es entsteht durch lokalisierte, stärkere Holz- und Rindenentwicklung eine Zweigananschwellung, die junge Krebsbeule, in welcher das Mycel perenniert und den Krebs alljährlich vergrössert. Überall da, wo an einer Zweigananschwellung eine Knospe angelegt wird, entwickelt sich dieselbe im nächsten Jahre zu einem Trieb mit den für die Hexenbesenzweige charakteristischen Eigentümlichkeiten: allseits abstehende, sommergrüne, dickliche, hellgrüne Nadeln, auf deren Unterseite je nach Standort und Witterung im Juni, Juli oder August die gelben *Aecidium*-becher in zwei Reihen hervorbrechen. Die Hexenbesen entwickeln sich zu reichverzweigten Büschen mit aufgerichteten dicken Zweigen. Sie können bedeutende Grösse und ein Alter von über 20 Jahre erreichen. Selten entsteht der Hexenbesen am Gipfeltrieb, nicht selten dagegen an einem der jungen Quirltriebe und wächst dann allmählich bei zunehmender Verdickung des Stammes in denselben ein und das Mycel verbreitet sich dann auch im Stamm und erzeugt hier oft Krebsgeschwülste von ganz gewaltiger Grösse, die nach dem Absterben der Rinde Risse bekommen und so das Eindringen von Holzparasiten (namentlich *Polyporus Hartigii*, *Agaricus adiposus*) ermöglichen, wodurch der Stamm an der Krebsstelle weissfaul wird und infolge dessen als Nutzholz entwertet und auch vom Sturme leicht gebrochen wird. — *Aecidium elatinum* ist der gefährlichste Feind der Weisstanne, der nur durch konsequentes Abschneiden der Hexenbesen namentlich an allen jungen Bäumen erfolgreich zu bekämpfen ist.

*Pucciniastrum Epilobii* Otth. (= *P. pustulatum* (Pers.) Diet. (= *P. Abieti-Chamaenerii* Kleb.) besitzt Uredolager wie *Melampsorella*, aber die Telentosporenlager bilden schwarzbraune, grosse Krusten unter der Epidermis der Blattunterseite von *Epilobium angustifolium* (und *E. Dodonaci*). Die Telentosporen werden meist durch 2 sich kreuzende, senkrecht zur Blattfläche stehende Zellwände vierzellig. Die *Aecidien*, durchweg denen von *Aecidium columnare* gleichend, bewohnen die Weisstannennadeln.

*Calyptospora Güppertiana* Kühn, bildet seine Telentosporen ähnlich wie *Pucciniastrum*, aber in den Epidermiszellen der Rinde von kleinen Hexenbesen der Preiselbeere. Die schwammig verdickte Rinde der federkielartigen, über die gesunden weit emporragenden Triebe ist anfänglich weiss oder rosa und wird später schwarzbraun. Der Pilz perenniert in der Preiselbeere und ist überall im Weisstangegebiet häufig, findet sich aber auch in Gegenden, denen die Tanne fehlt. Die *Aecidien* (*Aecidium columnare*) zeichnen sich durch die sehr lange,

weisse Peridie aus und stehen in 2 Reihen auf der Nadelunterseite der Weisstanne, namentlich in Jungwüchsen. Die orangefarbenen Aecidiosporen sind durch sehr lange, dünne Zwischenzellen von einander getrennt. — *Aecidium pseudocolumnare* Kühn, ebenfalls auf Tannennadeln, ist von vorizem durch weisse, grössere Aecidiosporen unterschieden; den zugehörigen Zwischenwirt kennt man noch nicht.

*Thecopsora Padi* Kunze et. Schm. (syn. *Pucciniastrum Padi*) bildet winzige Uredopusteln vom *Melampsorellatypus* auf der Blattunterseite von *Prunus Padus*; die *Teleutosporen* bilden wie bei *Calyptospora braunrota*, später schwarz-braune Krusten in den Epidermiszellen der Blattoberseite. Das *Aecidium* (*Ae. strobilinum* Alb. et. Schwein) verursacht eine verbreitete Zapfenkrankheit der Fichte, deren Samenanlagen dadurch zerstört werden. Vorzugsweise auf der Innenseite der Zapfenschuppen, die sperrend abstehen, auch bei feuchter Witterung, stehen dicht gedrängt die halbkugeligen dunkelbraunen Aecidien, deren verholzende, dicke Pseudoperidie sich mit einem Querriss deckelartig öffnet, normalerweise erst, wenn die Zapfen den Winter über am Boden gelegen haben.

Nur unvollkommen bekannt ist das nicht autöcische, seltene *Peridermium conorum* Piceae Thüm. (auch *Aecidium c. P.* genannt), das auf der Aussen- seite der Fichten-Zapfenschuppen zwei unregelmässige, 4—6 mm grosse, flache Aecidien bildet. Die noch unbekanntem Uredo- und Teleutosporen gehören wahrscheinlich zu einer *Melampsoraceae*.

§ 123. Die Familie der *Coleosporiaceae* besitzt 1(—2)schichtige, wachsartige, von der Epidermis bedeckte *Teleutosporen*lager, deren ungestielte *Teleutosporen* sich bald in 4 über einander stehende Zellen teilen und aus jeder ein einfaches Sterigma mit grosser (ca. 20  $\mu$ ) *Basidiospore* treiben.

Die Gattung *Coleosporium*, welche den systematischen Anschluss an die *Melampsoraceen* (speziell an *Melampsora*), vermittelt, besitzt blasenförmige Aecidien, deren Pseudoperidie sich mit einem unregelmässigen Risse öffnet (*Peridermium*); die *Uredosporen* werden in kurzen Ketten (ähnlich wie die *Aecidiumsporen*) gebildet. Die *Teleutosporen*lager sind dunkelrot. Hierher gehören die Nadelblasenroste der Kiefern, das alte *Peridermium Pini acicola*, das heute in eine ganze Reihe von biologischen Arten aufgelöst ist. Das aus den keimenden *Basidiosporen* hervorgegangene Mycel bildet noch im gleichen oder erst im folgenden Frühjahr *Pycniden*, wahrscheinlich je nachdem die Infektion der Nadeln frühzeitig erfolgt oder nicht. Die Aecidien (*Peridermien*), die weder makroskopisch, noch mikroskopisch bei den einzelnen Arten zu unterscheiden sind, erscheinen bei allen im Frühjahr auf den Nadeln der gemeinen und der Bergkiefer, in denen das Mycel bis zum normalen Abwurf der Nadeln perenniert. Derzeit kennt man bei uns 1) *Coleosporium Senecionis* (Pers.) Lev. auf *Senecio silvaticus* und vulgaris, dazu gehörig *Peridermium oblongisporium* Kleb., 2) *C. subalpinum* Wagner auf *Senecio alpinus*, dazu *P. Kriegerii* Wag. besonders auf *Pinus montana*, 3) *C. Tussilaginis* (Pers.) Lév. auf *Tussilago farfara*, dazu *P. Plowrightii* Kleb., 4) *C. Petasitis de Bary* auf *Petasites officinalis*, dazu *P. Boudieri* E. Fisch., 5) *C. Cacaliae* D. C. auf *Adenostyles albifrons*, dazu *P. Magnusianum* E. Fisch., 6) *C. Inulae* (Kze.) E. Fisch. auf *Inula Vaillantii* und *Helenium*, dazu *P. Klebahnii* E. Fisch., 7) *C. Sonchi arvensis* (Pers.) Wint. auf *Sonchus arvensis*, asper und oteraceus, dazu *P. Fischeri* Kleb., 8) *C. Euphrasiae* (Schum) Wint. auf *Alectorolophus major* und minor und *Euphrasia officinalis*, dazu *P. Stahlhii* Kleb., 9) *C. Melampyri* (Rebt.) Kleb. auf *Melampyrum pratense*, dazu *P. Sora-*

ueri Kleb., 10) *C. Campanulae* (Pers.) Lév. auf Campanulaarten umfasst, jedenfalls mehrere Formen, deren gegenseitiges Verhalten noch der näheren Prüfung bedarf, so a) *C. Campanulae Trachelii* Kleb., dazu *P. Rostrupii* E. Fisch., b) *C. Phyteumatis* Wagner auf *Phyteuma spicatum*, dazu *P. Kosmahlii* Wag., c) *C. Campanulae rapunculoïdes* Kleb., d) *C. Campanulae rotundifoliae* Kleb. und e) *C. Campanulae macranthae* Wagner und jedenfalls noch andere. — 11) *C. Pulsatillae* (Strauss) Lév. auf *Pulsatilla*, dazu *P. Jaappii* Kleb. — für einige weitere *Coleosporium*arten auf Compositen, für *C. Clematidis*, *C. Cerinthos* ist die Zugehörigkeit zu den Nadelblasenrösten der Kiefern noch experimentell zu erweisen.

*Ochropsora Sorbi* Diet. (als einzige Species der Gattung) erzeugt auf den Blättern der verschiedenen Sorbusarten winzige, zu unregelmässigen Gruppen vereinigte Uredolager mit einzeln auf Stielen stehenden, bräunlichen, feinstacheligen Uredosporen und unregelmässige, bleichgelbe Krusten auf der Blattunterseite bildende Teleutosporienlager. Die blossen Teleutosporen sind einzellig, teilen sich, ehe die Blätter völlig absterben, durch Querwände in 4 Zellen, deren jede auf einem Sterigma eine spindelförmige Basidiospore abschneuert. Der Pilz überwintert jedenfalls als Mycel auf einem noch unbekanntem, vermutlich zu den Coniferen gehörigen *Acidium*wirt.

§ 124. Zur Fam. der *Cronartiaceae* mit reihenweise abgeschneürten, ungestielten Teleutosporen, die gleich nach der Reife mit typischem Promycel und kleinen, kugeligen Basidiosporen keimen, gehört bei uns *Cronartium*, dessen einzellige Teleutosporen in Längs- und Querrichtung zu langen, säulenförmigen, braunen Körpern oder Ranken vereinigt sind, die frei über die Blattfläche hervortreten, und deren Uredosporen auf kurzen Stielchen in eine Pseudoperidie eingeschlossen sind (wie bei *Melampsorella*). Hierher gehören die Rindenblasenröste der Kiefern (das alte *Peridermium Pini corticola*), deren Mycel in Holz und Rinde der Kiefern perenniert und alljährlich im Frühjahr dichtgedrängte, unregelmässig aufreissende, mit rotem Sporenpulver gefüllte, grosse, blasenförmige *Acidien* bildet. Jüngere Pflanzen werden rasch getötet, an älteren hört an den vom Mycel ergriffenen Stellen der Zuwachs auf, das Holz verkümmert, während die Umgebung gesteigerten Zuwachs zeigt, so dass an älteren Aesten und Stämmen, an denen sich die Krankheit alljährlich, namentlich in der Längsrichtung ausbreitet, auffällige Rinnen und oft gedrehte Längswulste von ganz unregelmässiger und abnormer Querschnittsgestalt entstehen, bis endlich nach oft Jahrzehnte langem Kampf die über der erkrankten Stelle gelegenen Stamm- oder Astteile infolge ungenügender Wasserzufuhr vertrocknen. Diese Zopfrocknis, Kienzopf, Krebs, Räude oder Brand genannte Krankheit, die an älteren Bäumen selten ältere als 25jährige Stammteile oder Aeste infiziert, verursacht in reinen Kieferwäldern oft sehr bedeutenden Schaden. Für die weitaus häufigste Form, das *Peridermium Pini* (Willd.) Kleb., ist trotz zahlreicher Infektionsversuche der Uredo- und Teleutosporenzwischenwirt noch nicht gefunden; ebenso wenig ist der Pilz autöcisch. Geglückt sind Infektionen mit dem kaum davon unterscheidbaren, anscheinend nicht sehr häufig auftretenden *P. Cornui* Rostr. und Kleb., das als *Cronartium asclepiadeum* (Willd.) auf braunen Flecken der Blätter von *Cynanchum vincetoxicum* seine gelben Uredo- und später seine braunen Teleutosporen bildet; hiermit identisch sind das frühere *C. flaccidum* Alb. et Schw. auf *Paeonia officinalis* und *tenuifolia* und wahrscheinlich auch 2. *C. Nemesiae* Vesterg. auf der aus Südafrika stammenden (!) *Nemesia versicolor*. — 3. *C. ribicola* Diet. auf den verschiedenen Ribesarten steht in heteröcischem Zusammenhang mit *Peridermium*

*Strobi*, dem gefährlichen Rindenblasenrost der *Weymouthskiefer*. — Von 4. *Cr. Balsaminae* Nissl. und 5. *Cr. gentianum* Thüm. auf *Gentiana asclepiadea* sind die *Aecidien* unbekannt.

*Chrysoomyxa* hat polsterförmige, saumetartige, rote *Teleutosporen*lager; die nicht immer vorhandenen *Uredosporen* stehen ebenfalls in Reihen (wie bei *Coleosporium*). — 1. *Chr. Rododendri* (D.C.) de Bary, der Alpenrosenrost, entwickelt seine schon im Herbst angelegten *Teleutosporen* im Frühjahr gleich nach der Schneeschmelze auf vorjährigen Blättern der Alpenrosen. Die *Basidiosporen* infizieren die jungen Fichtennadeln, auf welchen zuerst kleine, gelbe *Pycniden* und gewöhnlich im August auf gelben Flecken die *Aecidien* (mit langer weisser, an der Spitze aufreissender *Peridie*) meist massenhaft hervorbrechen. Die erkrankten Nadeln fallen bald ab. In den Alpenländern tritt die Krankheit oft sehr heftig auf. — Im nördlichen Deutschland ruft 2. *Chr. Ledii* (Alb. et Schw.) de Bary, auf *Ledum palustre*, die gleiche Erkrankung der Fichtennadeln hervor. — 3. *Chr. Abietis* (Wallr.) Unger, der ebenfalls die Fichtennadeln befällt und in ganz Deutschland verbreitet ist, ist autöisch; er bildet nur *Teleutosporen* in orangefarbenen Längspolstern, die im Mai reifen und alsbald die jungen Nadeln infizieren. Schon Ende Juni zeigen die jungen Nadeln streifenweise Gelbfärbung; die im Herbst schon angelegten *Teleutosporen*lager überwintern. Nach dem Verstäuben der Sporen fallen die Nadeln ab, doch ist der Nadelverlust selten so gross, wie bei *Chr. Rhododendri*.

§ 125. Die Familie der *Pucciniaceae*, mit gestielten, mit typischem *Promycel* keimenden *Teleutosporen*, enthält eine grosse Anzahl fast ausschliesslich auf krautigen Pflanzen theils autöisch, theils heteröisch lebender Arten.

Die Gattung *Puccinia* hat 2 übereinander stehende, (sog. 2zellige) dunkle *Teleutosporen*. 1. *P. graminis* Pers., der Getreiderost, bildet seine *Aecidien* auf verdickten Blattstellen von *Berberis*. 2. *P. coronata* Corda und 3. *P. coronifera* Kleb., beide Haferrost erzeugend, bilden ihre *Aecidien* auf *Rhamnus*, erstere auf den Blättern von *Rh. Frangula*, letztere auf oft deformierten Blättern und jungen Trieben von *Rh. cathartica*. — Autöisch ist 4. *P. Buxi*, auf dem Buchsbaum, die nur *Teleutosporen* besitzt, welche im Frühjahr reifen und sofort keimen und infizieren. — Unvollständig bekannt ist 5. *Puccinia Prunispinosae* Pers., das auf den Blättern verschiedener *Prunus*arten nur hellgelbbraune *Uredo*- und dunkelbraune *Teleutosporen* bildet.

*Gymnosporangium* bildet (auf Nadeln und hypertrophierten Zweigstellen der *Juniperus*arten, in denen das *Mycel* perenniert, nur sog. 2zellige *Teleutosporen* mit hell- oder dunkelbrauner Membran. Die langgestielten *Teleutosporen* — *Uredo* fehlt — brechen büchelweise als kleine Zapfchen im Frühjahr in grosser Zahl hervor und bilden, indem die Gallertstiele der Sporen bei Regenwetter stark aufquellen, keulen- oder zungenartige, grosse Gallertpolster. Nach der Keimung der *Teleutosporen* und der Bildung der *Basidiosporen* verquellen und zerfliessen die Zungen. Die *Pycniden* und die mit stark entwickelter, sehr derbwandiger, gitter- oder pinselartig sich öffnender *Pseudoperidie* (*Rüstelia*) versehenen *Aecidien* reifen auf den Blättern der *Pomaceen* im Sommer bzw. Herbst, auf denen sie oft beträchtliche Verdickungen hervorrufen. In Europa sind 5 Arten heimisch:

1. *G. juniperinum* (L.) Wint., bildet seine *Teleutosporen* auf den Nadeln und an den allseitig spindelförmig anschwellenden Zweigen von *Juniperus communis* nur in kleinen Polstern, mit kräftigen, oft fingerförmig verlängerten Papillen über



jedem Keimporns der dickwandigen, 31—52  $\mu$  langen, 21—30  $\mu$  breiten Sporen. *Aecidium* mit langzylindrischer, oft etwas gekrümmter Pseudoperidie (*Rüstelia cornuta* (Gmel.) Fr.) auf lebhaft gelben Flecken von *Sorbus Aucuparia* (und *Amelanchier rotundifolia*). — 2. *G. tremelloides* A.Br. (bisher meist mit vorstehendem verwechselt) bildet an einseitigen Zweiganschwellungen von *Juniperus communis* bis mehrere cm grosse, anfangs derbe und braune Sporenpolster, die später zu grossen Klumpen und Lappen von gelbbrauner Farbe verquellen. Die Membran der 40—66  $\mu$  langen und 22—31  $\mu$  breiten Sporen ist nirgends besonders verdickt. *Aecidien* mit am Rande pinselartig zerfaserter Pseudoperidie (*Rüstelia penicillata* (Müll.) Fr.) auf *Sorbus Aria*, *Chamaemepilus*, *Hostii* und zuweilen massenhaft auf Apfelbäumen. — 3. *G. clavariaeforme* (Jacq.) Rees, bildet ebenfalls an einseitigen Zweiganschwellungen von *J. communis* gelbe, zäpfchenförmige Teleutosporenlager, die zu lang zungenförmigen Bändern verquellen. Teleutosporen 70—120  $\mu$  lang, 14—20  $\mu$  breit. *Aecidien* mit grosser, sackartiger, pinselartig tief zerschlitzer Pseudoperidie (*Rüstelia lacerata* (Sow.) Mer.) besonders auf *Crataegus*arten und *Cydonia*. — 4. *G. Sabiniae* (Dieks.) Wint., bildet auf Zweigen von auf *Juniperus Sabinia*, *virginiana*, *Oxycedrus* und *phoenicea* gallertige, rotbraune, später hellere, zungenförmig zusammengedrückte Teleutosporenpolster mit 36—50  $\mu$  langen, 22—26  $\mu$  breiten, glatten Sporen. Die *Aecidien* mit gitterartig sich öffnender, oben geschlossen bleibender, kegelförmiger Pseudoperidie (*Rüstelia cancellata* (Jacq.) Rebert.) auf den Blättern der Birnbäume. — 5. *G. confusum* Plowr., von voriger Art wenig verschieden und sogar mit ihr gemeinsam auf *J. Sabinia* vorkommend, bildet seine *Aecidien* (*Rüstelia Mespili* (D.C.), die sich stets an der zerschlitzenen Spitze öffnen, auf *Cydonia*, *Crataegus*, *Mespilus germanica*, weniger regelmässig auch auf *Pirus communis*.

§ 126. b) Die *Hymenomyces* gehören zur höheren Stufe der *Basidiomyceten*, den *Antobasidiomycetes*, mit ungetheilten Basidien, welche an ihrem Scheitel in der Regel je 4 Sterigmen tragen, die je eine Basidiospore abgliedern. Mit Ausnahme von *Exobasidium*, von welchem *E. Vaccinii* Wor auf den Blättern der Preiselbeere rote oder weisse Anschwellungen, *E. Rhododendri* Cram. auf denen der Alpenrosen die „Alpenrosenäpfel“ erzeugt, bekleiden die ausgedehnten Hymenien bestimmte, offen liegende Stellen charakteristisch gestalteter, meist stattlicher Fruchtkörper. *Coudien* und *Chlamydosporen* kommen nur in rel. wenigen Fällen vor. Die hier erwähnten Pilze sind fast alle holzbewohnende Windparasiten. An totem Holze, dasselbe zersetzend, kommt ausserdem noch eine grosse Zahl weiterer Arten vor. — Hervorragende Bedeutung als forstliche Schädlinge besitzen nur *Trametes Pini*, *Trametes radiciperda* (= *Polyporus amosus*) und *Agaricus melleus*.

Bei den Gattungen *Trametes* und *Polyporus* inkl. *Fomes* ist die Substanz der meist konsolenförmigen, ungestielten, seitlich angewachsenen Fruchtkörper mit dem aus verwachsenen, engen Röhren bestehenden Hymenium fest verbunden.

*Trametes Pini* fr., der Kiefernbaumschwamm, ruft die namentlich in Kiefernbeständen Norddeutschlands ungemein verbreitete, in Süd- und Mitteldentschland mehr an Fichten auftretende, im Riesengebirge auch an Lärchen und Tannen vorkommende Ring- oder Kernschale hervor. Er greift als Windparasit fast nur ältere Bäume (mit Kernholz) an, von tieferen Astwunden, welche sich nicht durch Harzaustritt schützen können, ausgehend. Das Mycel verbreitet sich vorzugsweise in

der Längsrichtung im Stamm nach oben und unten, seitlich besonders im Frühholz der gleichen Jahresringe, das Holz so in peripheren Zonen als „Ringschale“ stärker zersetzend. Das erkrankte Holz wird zuerst rotbraun, dann entstehen durch stellenweise Lösung der verholzenden Substanzen aus Zellulose bestehende weisse Flecken. Bei Fichte und Tanne dringt die Zersetzung bis zur Rinde vor, bei Kiefer und Lärche wird sie an der Splintholzgrenze durch eine feste verharzende Schicht gehemmt. — Die korkig-holzigen, 8–16 cm breiten, oben konzentrisch gefurchten braunen Fruchtkörper von Krusten- oder Konsolenform können bis 50 Jahre alt werden; sie kommen bei Kiefer und Lärche nur an Aststellen, bei Fichte und Tanne auch aus der Rinde hervor.

Die Gattungen *Fomes* und *Polyporus* unterscheiden sich dadurch von *Trametes*, dass die Substanz zwischen den Röhren von der des Hutes verschieden und nicht wie bei *T.* derselben gleich ist. *Fomes* besitzt von Anfang an holzige, derbe Fruchtkörper mit im Alter geschichteten Röhren, während *Polyporus* anfangs zähleischige, erst später erhärtende, seltener käsig-flockige, zerbrechliche Fruchtkörper besitzt und die Röhren hier nie geschichtet sind.

1. *Fomes (Polyporus) annosus* Fries (= *Trametes radiciperda* Hartig, *Heterobasidion annosum* Brefl.), der Wurzelschwamm, ist unter Umständen ein gefährlicher Parasit der Nadelholzbestände, der die gefürchtetste Art der Rotfäule und Lücken in den Nadelholzwaldungen veranlasst, die sich zentrifugal vergrössern. Er befällt besonders *Pinus silvestris* und *Strobus*, dann Fichte und Weisstanne in allen Altersstufen und wurde auch an anderen Nadelhölzern und an verschiedenen Laubbölzern gefunden. Die Erkrankung beginnt gewöhnlich an den Wurzeln und steigt von da im Stamm schnell und weit empor, ausser bei der gemeinen Kiefer, bei welcher infolge rascher Verharzung die Fäulnis nicht über Stockhöhe emporsteigt. Das Mycel durchwächst, die lebenden Zellen tödend, das Holz der befallenen Wurzel rasch, die Rinde langsamer, und bildet zwischen den Borke-schuppen derselben äusserst zarte, kaum seidenpapierdünne, weisse Mycelhäute mit kleinen Anschwellungen, da wo sie zwischen den Rindenschuppen hervorwachsen. Wo eine kranke Wurzel im Boden eine gesunde eines Nachbarbaumes berührt, kann das Mycel in diese hineinwachsen und sie infizieren. Die Wurzeln werden so nach und nach getötet und damit endlich auch der Baum. Das erkrankte Holz wird nach dem Absterben der Zellen zuerst violett, später hell bräunlichgelb, wobei einzelne schwarze Flecken zurückbleiben, die sich später mit weissen Zonen umgeben. Dabei wird das Holz immer leichter und schwammiger, bekommt zahlreiche Löcher und zerfasert schliesslich. Die Fruchtkörper brechen an den Wurzeln oder am Wurzelstock zwischen den Rindenschuppen hervor als sehr kleine in der Jugend seidenglänzende, oben gelbliche, später chocoladebraune, unten schneeweisse, holzige, ziemlich dünne, schalenförmige Polster, die mit ähnlichen Nachbarpolstern verschmelzen und zu ausnahmsweise 30–40 cm grossen Krusten heranwachsen können. Ausserdem bildet das Mycel an der Luft, wie Brefeld<sup>52)</sup> zuerst bei künstlicher Kultur gezeigt hat, als Schimmelpilz massenhaft *Conidien*.

2. *Fomes (Polyporus) conuatus* Fries, mit reihenweise dachziegelig über einander stehenden und verwachsenden, ausgebreitet-umgebogenen, korkig-holzigen, zottigen, weissen oder grauen Fruchtkörpern, lebt nach Hartig parasitär an Ahornbäumen.

3. *F. (Polyp.) pinicola* Fr., mit dicken, anfänglich polster-, dann hufförmig-

52) Brefeld, Unters. a. d. Gesamtgebiet d. Mykologie (12 Hefte gr. 4<sup>o</sup> mit zahlr. Tafeln 1872—1895, eine Fülle von wertvollen Beobachtungen enthaltend). Bd. 8, p. 181 ff.

gen, korkig-holzigen, ungleichen Fruchtkörpern, die anfangs gelblich, dann schwärzlich mit zinnoberrotem Rande, innen aber weisslich sind, lebt, wahrscheinlich parasitär, an Kiefern, Fichten, Tannen, Birken und Kirschbäumen.

4. *F. (Polyp.) marginatus* Fr., mit ähnlichen, aber meist noch grösseren (bis 35 cm) flachen, kahl oder grau bereiften, konzentrisch gefurchten Fruchtkörpern, die am Rande verschiedenfarbig gezont, innen lederfarbig sind, bewohnt hauptsächlich die Rotbuche, mitunter auch Eiche und Birke.

5. *F. (Polyp.) salicinus* Fr., mit zum grössten Teil umgewendeten, sehr harten, kahlen, zimmetbraunen, später grauen Fruchtkörpern, ist nach Tursky ein gefährlicher Feind der Weiden.

6. *F. (Polyp.) fomentarius* (L.) Fr., der echte Fener- oder Zunderschwamm, mit oft sehr grossen (über 1 m) und alten, hufeisenförmig-polsterartigen, im Umfang halbkreisförmigen, oben konzentrisch gefurchten, kahlen, russig-bräungrauen Fruchtkörpern mit sehr harter Rinde und schwammigen, den Zunder liefernden innerem Gewebe, lebt auch parasitisch an Rotbuchen, seltener an Ulmen und Eichen, im Holze eine durch breite, lederartige, in radialen Spalten verlaufende Mycelappen charakterisierte Weissfäule erzeugend.

7. *F. (Polyp.) igniarius* L. Fr., der falsche Feuerschwamm, ist der gemeinste Wundparasit der meisten Laubbölzer, namentlich der Weiden und Eichen, wo er, das Holz anfänglich tief braun, dann gelblichweiss verfärbend, eine Weissfäule hervorruft. Die durch und durch harten, knugelig knolligen, später hut- oder konsolenförmigen, 6—20 (30) cm breiten Fruchtkörper sind anfangs gelbbraun filzig, später schwarzbraun kahl, konzentrisch gefurcht, an den Röhrenmündungen zimmetbraun.

8. *F. (Polyp.) fulvus* (Scop.) Fr., mit beiderseits convexen, knolligen, anfangs behaarten, dann glatten, gelbbraunen, später grau und rissig werdenden, bis 20 cm grossen Fruchtkörpern mit zimmetbraunen Röhren, ist ein Weissfäule erzeugender, nicht seltener Wundparasit der Weissbuchen, Zitterpappeln und namentlich der Zwetschgenbäume.

9. *Polyporus Hartigii* Allesch. (von Hartig früher als *P. fulvus* Scop. bezeichnet), hat ungeschichtete Röhren, ist also ein *P.* im engeren Sinn. Die oberseits rotbraunen oder aschgrauen, an den Röhrenmündungen gelbbraunen Fruchtkörper besitzen Konsolenform am Stamm und Wulstform an den Aesten. Der Pilz ist ein Wundparasit der Fichte und Tanne, der mit Vorliebe alte, aufgerissene Krebsstellen der Weisstanne befallt und in deren Nähe seine Fruchtkörper bildet.

10. *P. dryadeus* Fr. (syn. *P. pseudoigniarius* Bull.), bildet an der Basis der Eichenstämme bis 1/2 m breite, zuerst fleischige, dann korkige, an der Oberfläche mit grubigen Vertiefungen versehene, rostfarbige, braun werdende, einjährige Fruchtkörper von geringer Dauer. — Das dunkle Kernholz zeigt gelbliche und weisse (Zersetzungs-)Längsstreifen.

11. *P. betulinus* (Bull.) Fr., mit bis 15 cm breiten, meist hufeisenförmigen, fleischigen, weissen, später korkartigen Fruchtkörpern mit dünner, abtrennbarer, bräunlicher Haut und kurzen Röhren, ist ein verbreiteter, Rotfäule erzeugender Wundparasit der Birken.

12. *P. hispidus* (Bull.) Fr., mit einjährigen, weichschwammigen, halbierten, polsterförmigen, oben rostbraunen, innengleichfarbigen, unten gelblichen, bis 25 cm breiten Fruchtkörpern, ist ein Wundparasit von Eschen, Ulmen, Platanen, und namentlich von Maulbeer- und Apfelbäumen.

13. *P. borealis* Fr. mit einjährigen, fleischigen, wasserreichen, polster- oder konsolenförmigen, meist zu mehreren dachziegelig verwachsenen, bis 7 cm breiten und 5 cm dicken weissen Fruchtkörpern von unangenehmem Geruch, ist ein verbreiteter Wundparasit der Fichte, wo er eine eigenartige Weissfäule erzeugt, indem 1—2 mm über einander stehende, mit Mycel erfüllte, quere Lücken im Frühholz entstehen und das ganze Holz schliesslich in würfel- oder backsteinähnliche Stücke zerfällt.

14. *P. sulphureus* (Bull.) mit einjährigen, weichfleischigen (käseartigen), lebhaft schwefelgelb (oben auch rötlichgelb) gefärbten, sehr verschieden gestalteten Fruchtkörpern, von denen oft viele zu grösseren (bis ca. 70 cm) Massen verwachsen sind, ist ein häufiger, Rotfäule verursachender Wundparasit von Laub- und Nadelhölzern.

15. *P. squamosus* (Huds.) Fr. mit einjährigen, seitlich oder exzentrisch gestielten, anfangs zähfleischigen, später verhärtenden, halbkreis- oder nierenförmigen, oberseits gelblichen, braunschuppigen, oft dachziegelig verwachsenen Fruchtkörpern ist ein häufiger, die verschiedensten Laubhölzer befallender, Weissfäule verursachender Wundparasit.

16. *P. sistotrematis* Alb. et Schw. (= *mollis* R. Hartig, = Schweinitzfr.) mit einjährigen, meist trichterförmigen, kurz- und dickgestielten, oft verwachsenen, bis ca. 30 cm grossen, braungelben, weichschwämmigen (im Alter dunkelbraunen und korkigen) Fruchtkörpern, deren weite, anfangs schwefelgelbgrüne, später braune Röhrenmündungen sich beim Berühren tiefrot verfärben, ist ein Wundparasit der gemeinen und der Weymouthskiefer. Im erkrankten, eigenartig nach Terpentin riechenden Holz wird im Gegensatz zu den vorstehenden Arten gerade die Zellulose zersetzt, so dass das Holz schliesslich mürbe und zerreiblich wird.

17. *Poria* (*Polyporus*) *vaporaria* Pers. Lohbeet-Löcherpilz, bildet keine Konsolen, sondern umgewendete (mit dem Hymenium nach oben gerichtete), krustenförmig flach ausgebreitete und mit dem Substrat fest verwachsene, nur ca. 1/2 cm dicke, völlig weisse Fruchtkörper auf der Rinde lebender Fichten und Tannen, deren Holz er, ganz ähnlich wie vorstehende Art, rotfaul macht. — Besonders schädlich wirkt der Pilz auch an totem Holz, das er rasch zersetzt, ähnlich wie der sehr selten auch im Walde an lebenden Bäumen gefundene echte Hausschwamm, *Merulius lacrymans*, dessen Mycel bald grau wird, während dasjenige von *P. vap.* stets weiss bleibt.

18. *Poria* (*Polyporus*) *laevigata* (Fr.) bildet ebenfalls umgewendete, ausgebreitete, lederartig rauhe, dünne, braune, erwachsen sich ablösende Krusten mit hellbraun-filzigem Rand in der Jugend. Wie Mayr<sup>57)</sup> (auch für *P. betulinus*) experimentell nachgewiesen hat, ist der Pilz ein Rotfäule verursachender Wundparasit der Birke.

§ 127. *Hydnum diversidens* Fr. aus der Familie der *Hydnaceae* oder Stachelchwämme mit fleischigen, bis 5 cm breiten und 3 cm dicken, gelbweissen, verschieden gestalteten, gerandet konsolenförmigen oder krustenförmigen Fruchtkörpern, die oberseits mit dichten, 1—1 1/2 cm langen, ver-

53) Bot. Centralbl. Bd. 20. 1884. p. 53 ff.; der Pilz fehlt sowohl in der Rabenhorst-Winterschen Kryptogamenflora wie bei Hennings in den Nat. Pflanzenfam.

schieden gestalteten, vom Hymenium überzogenen Stacheln dicht besetzt sind, ist ein Weissfäule erzeugender Wundparasit der Eiche und Rotbuche.

1. *Stereum frustulosum* Fr. (syn. *Thelephora Perdix* R. Hartig) aus der Familie der Thelephoraceae (mit, wie bei den folgenden Arten, unterseitigen und glatten Hymenium), hat kleine, bis fingernagelgrosse, nennlich gerandete, halbkugelförmige, holzige Fruchtkörper mit gewölbtem, anfangs bereitem, zimmetfarbenem Hymenium. Dieselben stehen meist dicht gedrängt, fast zusammenfliessend und bilden oft felderig-rissige, tellerartige, braunschwarze Krusten. Der Pilz ruft eine sehr charakteristische Zersetzung des Eichenholzes, das sog. Rebhuhnholz hervor, indem in dem erkrankten dunkelbraunen Holz zahlreiche, kleine, weisse, kugelförmige Partien auftreten, die später zu Hohlkugeln werden.

2. *St. hirsutum* Fr. mit hirschbraunen, rauh behaarten, anfangs krusten-, dann meist bechertförmigen, lederartigen Fruchtkörpern mit scharfem, gelblichem Rand und meist orangerotem, gezontem Hymenium, lebt auch als Wundparasit auf verschiedenen Laubhölzern und verursacht die bünfige und charakteristische Zersetzung des Eichenholzes, die unter dem Namen weiss- oder gelbpfeifiges Eichenholz (auch Fliegenholz) bekannt ist. Die von den Aesten angehende Erkrankung verbreitet sich im Stamm in peripheren, weissen Zonen, die im Querschnitt als weisse Punktreihen (Fliegenholz), im Längsschnitt als weisse Streifen erscheinen.

§ 128. 1. *Agaricus melleus* Vahl (syn. *Armillaria mellea* [Vahl] QuéL), der Hallimasch oder Honigpilz aus der Familie der Agaricaceae (deren Hymenium meist strahlig-radial verlaufende Lamellen überzieht), ist ein im Spätsommer oder Herbst gewöhnlich in dichten Rasen an toten Baumstümpfen (nam. Rotbuche) oder in deren Nähe auftretender Hutpilz mit 4—16 cm breitem, honiggelbem oder gelbbraunem, zähfleischigem, dünnem Hut, der oberseits haarig-zottige, braune Schuppen, unterseits entfernte, anfangs weissliche, später fleischfarbene oder bräunlich gefleckte, mehr oder weniger herablaufende Lamellen trägt. Der blass fleischfarbige, schwammig-volle Stiel trägt einen gelbweissen, häutigen Ring. — Aus den massenhaft gebildeten weissen Sporen entwickelt sich ein saprophytisch lebendes zartes Mycel und aus demselben die wurzelähnlich einzeln im Erdboden und sehr reichlich zwischen totem Holz und Rinde verlaufenden braunschwarzen Rhizomorphenstränge, die mit Spitzenwachstum begabt sind und den Pilz im Erdboden verbreiten. Sie können in die Wurzeln der verschiedensten gesunden Nadelhölzer eindringen, aber jedenfalls nur unter noch sehr der näheren Erforschung bedürftigen Voraussetzungen, da der Pilz im Walde einer der allerglichsten Saprophyten an alten Stücken und Wurzeln ist. Nach Hartig scheint er auch Laubhölzer, namentlich Ahorn, unter gewissen Voraussetzungen als Wundparasit infizieren und Eichenstücke im Niederwaldbetrieb töten zu können, ehe sie neue Ausschläge gebildet haben. Von der Spitze der in eine Nadelholzwurzel eingedrungenen Rhizomorphe entspringen zahlreiche Mycelfäden, die rasch im Holze, namentlich in den Harzkanälen aufwärts wachsen und das angrenzende Holzparenchym töten. Unter der Rinde lebender Wurzeln und Bäume wächst das Mycel langsamer und bildet hier derbe weisse Häute (Pol. annosus sehr dünne!). Am Wurzelstock der erkrankten Bäume findet starker Harzfluss statt („Harzstücken, Harzüberfülle“). Später verbreitet sich das Mycel auch in den leitenden Gewebeelementen und ruft eine Art Weissfäule hervor. Wenn das Mycel von der infizierten Stelle aus den Stamm

erreicht und von da aus, wie *Polyp. annosus*, die anderen gesunden Wurzeln ergriffen hat, verdorren die Bäume rasch und die Holzzersetzung hört auf, ehe das Mycel das Kernholz erreicht hat. — Von *A. mellens* zersetztes Holz leuchtet (phosphoresziert) im Dunkeln, so lange das Mycel am Leben ist.

2. *A. adiposus* Fr. mit goldgelben, 6--8 cm (und mehr) breiten Hüten, die von verschwindenden, sperrigen, dunklen Schuppen konzentrisch bedeckt sind, dringt, wie *Pol. Hartigii*, als Wandparasit besonders in die Krebsstellen der Weisstanne ein. Er zersetzt das Holz rasch, das gelb oder honiggelb wird und in Jahresschichten zerblättert, aber auch in horizontaler und radiärer Richtung von Mycelbändern durchsetzt wird.

## Register.

NB. Hinter dem lateinischen Speciesnamen der Pilze ist der Gattungsname eingeklammert.

- Abies** 258 ff.  
**Abieti-Cupracearum** (Melampsora) 401.  
**Abieti-Chamaenerii** (Pucciniastrum) 401.  
**abietina** (Phoma) 396.  
**Abietinene** 245.  
**Abietinum** 396.  
**abietis** (Chrysoomyxa) 405.  
**Abietis** (Lophodermium) 393.  
**Abietis pectinatae** (Caecoma) 401.  
**Ableitung der Assimilate** 237.  
**Ableitung des Regenwassers vom Blatt** 212.  
**Abprünge** 212, 296.  
**Acer**, **Aceraceae** 363 ff.  
**acericola** (Taphrina) 388.  
**acrina** (Ceroospora) 398.  
**Aceris** (Uncinula) 389.  
**aceroides**, **Negundo** 368.  
**Achselknospen** 208.  
**aculeatus**, **Paliurus** 369.  
**acuminata**, **Hicoria** 331.  
**acuminata**, **Picea** var. 250.  
**acuminata**, **Planera** 345.  
**acuminata**, **Salix** 336.  
**acutifolia**, **Salix** 331.  
**adiposus** (Agaricus) 411.  
**Adlerhorst** 258.  
**Adpressorium** 383.  
**Adventivknospen** 208.  
**Adventivwurzeln** 204.  
**Aecidium**, **Aecidiisporae** 399.  
**Aesculus** 368.  
**Agaricus** 410.  
**Aglaospora** 392.  
**Agnus Castus**, **Vitex** 379.  
**Ahlkirche** 355.  
**Ahorn** 363.  
**Ahorn Runzelschorf** 394.  
**Aigeiros**, **Sektion** 339.  
**Ailanthus** 360.  
**ajacensis**, **Picea** 257.  
**Akazie** 357.  
**Alternans**, **Rhamnus** 370.  
**alba**, **Abies** 259.  
**alba** **Aiton**, **Tilia** 373.  
**alba**, **Betula** 322, 324.  
**alba**, **Carya** 330.  
**alba**, **Fraxinus** 377.  
**alba**, **Hicoria** 331.  
**alba**, **Larix eur.** var. 274.  
**alba**, **Picea** 253.  
**alba**, **Populus** 338.  
**alba**, **Salix** 332.  
**alba** **Waldst.**, **Tilia** 373.  
**album**, **Vismum** 345.  
**Alcockiana**, **Picea** 256.  
**Aleppokiefer** 287.  
**Allescheria** 397.  
**Allii-Fragilis** (Melampsora) 401.  
**Allii-populina** (Melampsora) 401.  
**Allii-Salicis albae** (Melampsora) 401.  
**Almster** 327.  
**Alni incanae** (Taphrina) 389.  
**Alni** (Sclerotinia) 395.  
**Alnobetula** 327.  
**Alnus** 325 ff.  
**Alnus**, **Frangula** 370.  
**Alpen-Bohnenstrauch** 359.  
**Alpenecle** 327.  
**Alpenheckenkirsche** 380.  
**Alpen-Johannisbeere** 348.  
**Alpenmehlbeerbaum** 353.  
**Alpenrosen** 375.  
**Alpenrosenapfel** 386, 406.  
**Alpenrosenrost** 405.  
**alpestris**, **Picea** var. 249.  
**alpicana**, **Lonicera** 380.  
**alpina**, **Rhamnus** 370.  
**alpinum**, **Ribes** 348.  
**alpinus**, **Cytisus** 359.  
**amabilis**, **Abies** 265.  
**amara**, **Carya** 331.  
**ambigua**, **Alnus** 327.  
**Amelanchier** 354.  
**americana**, **Castanea** 318.  
**americana**, **Fraxinus** 377.  
**americana**, **Larix** 275.  
**americana**, **Ulmus** 344.  
**Amerikanische Platane** 348.  
**amrense**, **Phellodendron** 361.  
**amurensis**, **Cladrastis** 360.  
**Anur-Gelbholz** 360.  
**Amygdalinae** (Melampsora) 401.  
**amygdalina**, **Salix** 333.  
**Amygdalus** 354.  
**analoge Organe** 202.  
**angulata**, **Populus** 341.  
**annosus** (Fomes, Polypor., Heterobasidium) 407.  
**annulata**, **Pinus sily.** **Lus.** 281.  
**Antiklinen** 217.  
**Aonoriatae** 269.  
**apennina**, **Quercus pedunc.** var. 313.  
**Apfelbaum** 350.  
**Apiospora** 397.  
**Apiosporium** 389.  
**Apophyse** 277.  
**Apothecium** 392, 394.  
**appendiculata**, **Salix** 336.  
**aquifolium**, **Hex** 362.  
**arbores**, **Erica** 375.  
**arborescens**, **Colutea** 358.  
**Arbutus** 375.  
**Arctostaphylos** 375.  
**argentea**, **Tilia** 373.  
**Aria** × **uncuparia**, **Sorbus** 353.  
**Aria**, **Sorbus** 353.  
**Aria** × **terminalis**, **Sorbus** 353.  
**Arillus** 304.  
**arizonica**, **Abies** 267.  
**Arnica** 410.  
**Arve** 293.  
**arcanica**, **Fraxinus** 377.  
**Aschengchalt** 233.  
**Aschweide** 336.  
**asclepiadum** (Cronartium) 404.  
**Ascomyceten** 387.  
**Ascospore** 387.  
**Aspe** 337.  
**Assimilation** 235 ff.  
**Asthilz** 228, 229.  
**Atemhöhle** 220.  
**atlantica**, **Cedrus** 276.  
**Atlasceder** 276.  
**Atmung** 231, 232.  
**Aubépine** 349.  
**aucuparia**, **Sorbus** 351.  
**Aucupariae** (Sclerotinia) 395.  
**Aufnahme des Wassers etc.** 233.  
**Augen**, **schlafende** 210.  
**Aulne** 325.  
**aurea**, **Picea lus.** 252.  
**aurea** (Taphrina) 388.  
**aurita**, **Salix** 336.  
**Ausgereiftes Holz** 237.  
**Aussenrinde** 226.  
**australis**, **Celtis** 344.  
**australis**, **Paliurus** 369.  
**Austreiben der Knospen** 237.

- austriaca, Pinus Laricio 285.  
 Autobasidiomycetes 406.  
 aufreichte Pilze 383, 399.  
 avellana, Corylus 321.  
 avium, Prunus 355.
- baccata, Taxus 304.  
 Bärentraube 375.  
 balsamea, Abies 267.  
 balsamifera, Populus 341.  
 Balsaminaceae (Cronartium) 405.  
 Balsampappel 341.  
 Balsamtanne, Frasers 267.  
 Bandweide 335.  
 Banksiana, Pinus 288.  
 barbatum, Acer 367.  
 Basidie, Basidiospore 398.  
 Basidiomycetes 398.  
 Bastardberesche 354.  
 Bastfasern 215.  
 Bastfrüster 343.  
 Baumgestalt 243.  
 Baumgrenze 243.  
 Baumhaasel 329.  
 Baumheide 375.  
 Baumleben, allg. Bedingungen des 241.  
 Beerenzapfen 302.  
 Befruchtung 213.  
 Beinholz, Beinweide 380.  
 Berberidis (Aecidium) 405.  
 berberis 347.  
 Berberitze 347.  
 Bergahorn 364.  
 Bergerle 327.  
 Bergkiefer 282 ff.  
 Bergnispel 350.  
 Bergulme 343.  
 Berührungseize 240.  
 Besengünster 359.  
 Besenheide 375.  
 Besenstrauch 359.  
 Betula, Betulae 322 ff.  
 Betulaceae 319.  
 Betulae (Sclerotinia) 395.  
 Betulae (Taphrina) 388.  
 betulina (Melampsora) 401.  
 betulina (Taphrina) 388.  
 betulinum (Melampsoridium) 401.  
 betulinus (Polyporus) 408.  
 Betulus, Carpinus 319.  
 Beugefichte 250.  
 bicolor, Picea 256.  
 bifida, Abies 268.  
 bignonioides, Catalpa 379.  
 Biologische Species 399.  
 Biota (orientalis) 299.  
 Birke 322 ff.  
 Birkenrost, siehe Melampsoridium 401.  
 Birnbäum, wilder 351.  
 Bitterness 331.  
 Bivonae (Uncinula) 389.  
 Blasenstrauch 358.  
 Blatt, Kennzeichen des 208.  
 Blattdorne 212.
- Blattfleckenkrankheiten 385.  
 Blattgestalt 211.  
 Blattgrösse 211.  
 Blatt-(Nadel-)Kissen 245.  
 Blattlöcherpilze 385.  
 Blattnarbe 212.  
 Blattnervatur 211.  
 Blattspuren 219.  
 Blattstellung 210.  
 Blauwerden des Nadelholzes 392.  
 Bleistifteder 304.  
 Blüten 213.  
 Blumenesche 375.  
 Blutleche 309.  
 Bluteiche 313.  
 Blutungssaft 237.  
 Bohnenbaum 358.  
 Bordeauxkiefer 287.  
 borealis (Polyporus) 409.  
 Borke 225.  
 Botrytis 395.  
 Bondieri (Peridermium) 403.  
 Boulonn 322.  
 Brabantier Myrthe 331.  
 brachyphylla, Abies 268.  
 brachysporium (Hypoderma) 392.  
 bracteata, Abies 266.  
 Brand (der Kiefer) 404.  
 Breitblättriger Mehlbeerbaum 354.  
 Breitblättriger Spindelbaum 363.  
 Breite der Jahresringe 229.  
 brevifolia, Picea las. 251.  
 Brewerianna, Picea 255.  
 Bruchbirke 324.  
 Bruchweide 333.  
 Bruchhorstia 397.  
 Brutia, Pinus 288.  
 Bruyère-Holz (Erica arborea) 375.  
 Buchen - Keimlingskrankheit 387.  
 Buchsbaum 361.  
 Bündelscheide 220.  
 Buis 361.  
 bullata (Taphrina) 388.  
 Buntfichte 252.  
 Butterness 329.  
 Buxi (Puccinia) 405.  
 Buxus 361.
- Caeciliae (Coleosporium) 403.  
 Caecoma 399.  
 calabrische Kiefer 288.  
 californicum, Acer 368.  
 californicum, Acer negundo 368.  
 Calluna 375.  
 Callus 204.  
 Calyptospora 402.  
 Cambialtätigkeit, Beginn der 229.  
 Cambiformzellen 216.  
 Cambium 218, 222.
- Campanulae (Coleosporium) 404.  
 campestris, Acer 366.  
 campestris Linné, Ulmus 343.  
 campestris Spach, Ulmus 341.  
 canadensis, Picea 253.  
 canadensis, Populus 340.  
 canadensis, Tsuga 269.  
 emacellata (Roestelia) 406.  
 Candelaberbaum 244, 252, 263.  
 candicans, Populus 341.  
 canescens, Populus 339.  
 Capnodium 389.  
 caprea, Salix 355.  
 Caprifoliaceae 379.  
 Caprifolium, Lonicera 379.  
 carnea, Aesculus 369.  
 carnea (Taphrina) 388.  
 carniolica, Rhamnus 379.  
 Carpinus (Taphrina) 388.  
 Carpinus 319.  
 Carponcei 389.  
 cartilaginea, Prunus serotina form. 357.  
 Carya 329 ff.  
 Castanea 317.  
 Catalpa 379.  
 cathartica, Rhamnus 369.  
 Ceder-Wachholder 203.  
 Cedrus 276.  
 Celtis 344.  
 Celtis (Taphrina) 388.  
 cembra, Pinus 293.  
 Cenangium 396.  
 cephalonica, Abies 264.  
 Cerasi (Taphrina) 388.  
 Cerasus (Melamporella) 402.  
 Cerasus, Prunus 355.  
 Ceratostoma 392.  
 Cercidiphyllum 347.  
 Cercospora 398.  
 Cerinthus (Coleosporium) 404.  
 cernis, Quercus 315.  
 chamaecerasus, Prunus 355.  
 Chamaecyparis 399.  
 chamaecyparissus, Sorbus 353.  
 Charme 319.  
 Chataigner 317.  
 Chelidoni-Tremulae (Melamporella) 401.  
 Chemische Beschaffenheit der Zellhaut 215.  
 Chêne 310.  
 Chlamydozopen 383, 387.  
 Chlorophyltkörner 219, 236.  
 Christodorn 361, 362.  
 Chrysomyxa 405.  
 cilicica, Abies 265.  
 cinerea (Botrytis) 395.  
 cinerea, Fraxinus 377.  
 cinerea, Juglans 329.  
 cinerea, Salix 336.  
 cinnabarina (Nectria) 390.  
 cladristis 360.  
 clandestina (Uncinula) 389.  
 clavariaeforme (Gymnosporangium) 406.



- Clematidis (Coleosporium) 404.  
 Clematis 347.  
 Clostridium Pasteurianum 234.  
 coccifera, Quercus 316.  
 coccinea, Quercus 317.  
 coerulea, Lonicera 380.  
 cornubescens (Taphrina) 388.  
 Coggygria, Cotinus 362.  
 Coleosporium, Coleosporiaceae 403.  
 Collaterale Gefäßbündel 218.  
 Colobenchyzelle 215.  
 Coloradothame 266.  
 columnare (Accidium) 402.  
 columnaris Picea lvs. 251.  
 Colurus, Corylus 322.  
 Colutea 358.  
 communis, Juniperus 302.  
 communis, Malus 350.  
 communis, Pirus 350.  
 compressa, Pinus silv. lvs. 281.  
 concolor, Abies 266.  
 confusum (Gymnosporangium) 406.  
 Conidien 383, 387.  
 Coniferennadel, Bau der 220.  
 connatis (Fomes, Polyporus) 407.  
 conorum (Accidium, Peridermium) 403.  
 cordata, Tilia 371.  
 Cornouiller 374.  
 Corni (Peridermium) 404.  
 Cornus 374.  
 cornuta (Roestelia) 406.  
 coronata (Puccinia) 405.  
 coronifera (Puccinia) 405.  
 corsicana, Pinus Laricio var. 286.  
 corticata, Picea lvs. 251.  
 Corydali-Tremulae (Melampsora) 401.  
 Coryleae 319.  
 Corylus 321.  
 Cotinus, Rhus 362.  
 Cotoneaster 350.  
 Gondrius 321.  
 crassifolia, Pinus Laricio var. 285.  
 Crataegi (Taphrina) 388.  
 Crataegus 349.  
 Cronartium, Cronartiaceae 404.  
 Cryptomeria 295.  
 Cryptomyces 395.  
 Cuenbitula (Nectria) 390.  
 Cupressineae 396.  
 Cupressus 301.  
 Cupula 305.  
 Cuticula 217.  
 Cytisus 358.  
 daburica, Larix 275.  
 daphnoides, Salix 334.  
 dasycarpon, Acer 367.  
 Dasyscypha 395.  
 decidua, Larix 272.  
 decurrens, Libocedrus 297.  
 densiflora, Pinus 289.  
 dentriticum (Fusicladium) 398.  
 Deodara, Larix 276.  
 Dickenwachstum, sekundäres 218, 221.  
 Dickrindige Fichte 249.  
 Discomycetes 394.  
 distichum, Taxodium 296.  
 ditissima (Nectria) 390.  
 diversidens (Hydnium) 409.  
 diversifolia, Tsuga 269.  
 dolabrata, Thujaopsis 296.  
 domestica, Sorbus 352.  
 Doppeltanne 251.  
 Dorabildungen 212.  
 Dornfichte 250.  
 Dotterweide 332.  
 Douglasia 270.  
 Douglasii (Botrytis) 395.  
 Douglasii, Pseudotsuga 270.  
 Douglasstanne, -Fichte 269 ff.  
 Drehwuchs 222.  
 Dreilappiger Ahorn 366.  
 Druckholz 230.  
 dryadens (Polyporus) 408.  
 duinensis, Carpinus 320.  
 dulcis, Sorbus ancup. var. 352.  
 Durchwachsene Lärchenzapfen 273.  
 Eberesche, gemeine 351.  
 Eberesche, zahne 352.  
 Edelkastanie 317.  
 Edeltanne 259.  
 Eife 343.  
 effusa, Ulmus 343.  
 Eibe 304.  
 Eichen, die 310 ff.  
 Eichenmistel 346.  
 Eichenwurzeltötter 391.  
 Einschnürungskrankheit junger Holzpflanzen 397.  
 Einschnürungskrankheit der Tannenzweige 396.  
 Elaeagnus, Salix 335.  
 elatum (Accidium) 402.  
 Eller 325.  
 Elsbeerbaum 352.  
 Empetrum 361.  
 Endodermis 219.  
 endophytisches Mycel 382.  
 Energie 215.  
 engadinensis, Pinus silv. var. 282.  
 Engelmanni, Picea 254.  
 Entleerung der Blätter, Herbstliche 238.  
 Enzyme (d. Pilze) 383.  
 Ephen, gemeiner 373.  
 Epiccia 246.  
 Epidermis 217.  
 Epidermis, Aufgabe der 220.  
 Epidermis der Coniferennadel 220.  
 Epidermis der Laubblätter 219.  
 Epilobii (Pucciniastrum) 402.  
 Epinastie 230.  
 epiphytisches Mycel 383.  
 euphylla (Taphrina) 388.  
 Epitrophie 230.  
 Equi Trojani Abies var. 262.  
 Erable 364.  
 Erbeerbaum 375.  
 crecta, Picea 250.  
 Erica 375.  
 Erlen, die 325 ff.  
 Ersatzfasern 216, 227.  
 Erstlingsblätter 210.  
 Erythraceae 389.  
 erythranthera, Pinus silv. lvs. 281.  
 Esche, flaumbaarige 377.  
 Esche, gemeine 375.  
 Eschenblättriger Ahorn 368.  
 Espe 387.  
 Etagenwald 241.  
 Euphrasiae (Coleosporium) 403.  
 Epicrea 246.  
 Eu-(puccinia etc.) 399.  
 europaea, Evonymus 363.  
 europaea, Larix 272.  
 europaea, Loranthus 346.  
 europaea, Olea 378.  
 europaea, Ulex 360.  
 Evonymi-Capraearum (Melampsora) 401.  
 Evonymus 363.  
 excelsa, Picea 246.  
 excelsa, Pinus 293.  
 excelsior, Fraxinus 375.  
 Excentrische Jahresringe 240.  
 Exoasces, Exoascesaceae 387.  
 Exobasidium 406.  
 Fadenpilze 382.  
 Fagaceae 305.  
 Fagi (Phytophthora) 387.  
 Fagus 306.  
 Fahnwuchs 244.  
 Falsche Markstrahlen 320.  
 Farlowi (Taphrina) 389.  
 Fusiclarenbium 218.  
 Faserscheide 221.  
 fastigiata, Abies, lvs. 263.  
 fastigiata, Pinus silv. lvs. 281.  
 fastigiata, Quercus pedunc. lvs. 213.  
 Faulbaum 355.  
 Faulbaum, gemeiner 370.  
 Faulkern 231, 308.  
 Feldahorn 366.  
 Feldhuhn 341.  
 Felsenbirne 354.  
 Felsenfaulbaum 371.  
 Felsen-Johannisbeere 347.  
 Felsenkirsche 356.  
 fennica, Picea var. 249.  
 Festigende Gewebelmente des Holzes 226.  
 Festigkeit durch Turgor 233.  
 Fettläume 227.

- Feuerschwamm, echter 408.  
 Feuerschwamm, falscher 408.  
 Fichte, die 246 ff.  
 Fichte, astlose 259.  
 Fichte, Spielarten der 250 ff.  
 Fichte, Varietäten der 249 ff.  
 Fichte, Wuchsformen der 252 ff.  
 Fichtentriebkrankheit 397.  
 Fichtenritzensechorf 393.  
 firma, Abies 268.  
 Fischeri (Peridermium) 403.  
 Fisetholz 392.  
 flaccidum (Cronartium) 404.  
 Flächenzwachs 239.  
 Flatterulme 341.  
 Flieder 381.  
 Fliegenholz 410.  
 Flussceder, californische 297.  
 Flussnuss 329.  
 fomentarius (Fomes, Polyporus) 408.  
 Fomes 406, 407.  
 Forche 278.  
 Föhre 278.  
 fragilis, Salix 333.  
 Frangula, Rhamnus 370.  
 Frankia alni 326.  
 Französischer Ahorn 366.  
 Fraseri, Abies 267.  
 Fraxinus 375.  
 Frêne 375.  
 Friesema, Pinus 282.  
 Fruchtarten 214.  
 Früehche 310.  
 Frühholz Frühlingsholz) 229, 230.  
 frustulosum (Stereum) 410.  
 fruticoso, Betula 324.  
 fruticosa, Pin. silv. forma 282.  
 fruticosa, Prunus 355.  
 Fuckeliana (Sclerotinia) 395.  
 fuliginosa (Sclerotioris) 395.  
 fulvus (Fomes, Polyporus) 408.  
 Fumago 389.  
 Fünfmannige Weide 333.  
 Fungi imperfecti 396.  
 Fusin 363.  
 Fasciculatum 398.  
 Fusoma 397.  
 Gabelstrauch 331.  
 Gaisblatt, wildes u. echtes 379.  
 Gaisstamm 244, 252.  
 Galanthi-Fragilis (Melampyrum) 401.  
 Gale, Myrica 331.  
 Garbenfichte 252.  
 Gebirgsbuche 309.  
 Gefässe 216, 226.  
 Gefässbündel 218.  
 Gefässbündel, Aufgabe des 220.  
 Gefässbündelendigungen 222.  
 Gehölzöklima 242.  
 Gelbkiefer 280.  
 Gelbpefiges Eichenholz 410.  
 Geleitzellen 222.  
 Gemmen 383.  
 Genet 359.  
 Genévrier 392.  
 Genista 359.  
 gentianum (Cronartium) 405.  
 gennina, Pinus silv. 281.  
 Geotropismus 240.  
 germanica, Mespilus 350.  
 germanica, Myricaria 373.  
 germanica, Tamarix 373.  
 Gestalt d. freiständ. Baumes 243 ff.  
 Gestalt d. Baumes i. Schluss 243 ff.  
 Getreiderost 405.  
 Gewebemutterzellen 222.  
 Gewohnheitsrasen 399.  
 gibba, Pinus silvestris gemmum 281.  
 gigantea, Sequoia 296.  
 gigantea, Thuja 298.  
 Ginster 359.  
 givum (Lophodermium) 393.  
 glabra, Hicoria 331.  
 glabra, Ulmus 341.  
 glandulosa, Ailantus 360.  
 Glänzendblättrige Trauben-  
 kirsche 357.  
 glauca, Pseudotsuga 271.  
 Gliedschia 360.  
 Glehni, Picea 256.  
 Gliedersporen 383.  
 globosa, Picea lus. 251.  
 Gloeosporium 397.  
 glutinosa, Ahnus 325.  
 Gogant 263.  
 Goldfichte 252.  
 Goldföhre 276.  
 Goldregen 358.  
 Göppertiana (Calypsoforma) 402.  
 Götterbaum 360.  
 graminis (Puccinia) 405.  
 grandifolia, Salix 336.  
 grandifolia, Tilia 372.  
 grandis, Abies 265.  
 Graslöhren 274.  
 Grauerle 326.  
 grauer Wallnussbaum 329.  
 Graupappel 339.  
 Grauweide 336.  
 griechische Weisstanne 264.  
 Griffithii, Larix 276.  
 Grossblättrige Linde 372.  
 Grossularia, Ribes 347.  
 Grotze 252.  
 Grundgewebe 217.  
 Grünerle 327.  
 Gui 345.  
 guttata (Phyllactinia) 389.  
 Gymnosporangium 405.  
 Haarbirke 324.  
 Haare 217.  
 Habitus der Holzart 243.  
 Hackenkiefer 283.  
 Hängebuche 309.  
 Hängeeiche 313.  
 Hängefichte 250.  
 Hängetanne 263.  
 Haferrost 405.  
 Hagedorn 349.  
 Haambirke 325.  
 Haubuche 319.  
 hal-pensis, Pinus 287.  
 Hallumusch 410.  
 bamata, Pinus silv. lus. 281.  
 hanfweide 335.  
 Harfenfichte 253.  
 Harthast 225.  
 Hartigium (Septogloem) 397.  
 Hartigella 397.  
 Hartigii (Pestalozzia) 397.  
 Hartigii (Polyporus) 408.  
 Hartigs Buche 309.  
 Hartriegel, gelber, dto. gemei-  
 ner 374.  
 Harzbirke 329.  
 Harzgänge 221, 226.  
 Harzstücken, Harzüberfülle der  
 Nadelhölzer 410.  
 Hasel, Haschnuss 321.  
 Haselfichte 253.  
 Haselulme 343.  
 Hasenheide 359.  
 Hausschwamm 409.  
 Hausgewebe 217.  
 Heckenkirsche, gemeine,  
 schwarze, blau 380.  
 Hecksame 360.  
 Hedera 373.  
 Heideeiche 310.  
 Heidelbeere 375.  
 Heidekraut 374.  
 Heliotropismus 240.  
 helix, Hedera 373.  
 Hemi-(puccinia etc.) 399.  
 Hemlockstanne 269.  
 Herbstholz 229.  
 Herbstliche Entleerung der  
 Blätter 238.  
 Herlitze 374.  
 Herpotrichia 391.  
 Herzweizen 294.  
 Heterobasidium 407.  
 heterotische Pilze 383, 390.  
 Hêtre 306.  
 Hexenbesen 386.  
 Hexenbesenfichte 251.  
 Hexenbesen der Lambhölzer,  
 siehe Taphrina 388.  
 Hexenbesen der Tanne 402.  
 Heyden 297.  
 liba, beiblättrige 297.  
 Hickorynuss, Hicoria 329 ff.  
 Himalayaeder 276.  
 Himalayafichte 255.  
 Himalayalöhre 276.  
 Himalayataune 265.  
 Himalaya- u. Weymouthskiefer  
293.  
 Hinoki 300.  
 hippocastanum, Aesculus 368.

- Hippophae** 373.  
*hirsutum* (Stereum) 410.  
*hispidus*, Polyporus 408.  
 Hollunder, schwarzer 381.  
 Holz, anat. Bau des 227—231.  
 Holz, Aufgabe des 226, 234.  
 Holzapfel 350.  
 Holzburne 351.  
 Holzfasern 216, 227.  
 Holzparenchymzellen 227.  
 Holzteil des Gefäßbündels 218, 220.  
*homolepis*, Abies 268.  
 homologe Organe 202.  
*hondocensis*, Picea 257.  
 Hondolärche 274.  
 Honigpilz 410.  
 Honigtan 390.  
 Honoki 346.  
 Hopfenbuche 320.  
 Horabaum 319.  
 Horstrauch, roter 374.  
 Honz 362.  
 Hudsonsichte 254.  
 Hülsen 362.  
*humilis*, Betula 324.  
*hungarica*, Quercus 314.  
*hybrida*, Sorbus 354.  
 Hydnum 469.  
 Hydrophyten 241.  
 Hymenium 387.  
 Hymeniumycetes 406.  
 Hypertrophie 385.  
 Hyphe 382.  
 Hypoceraeae 390.  
 Hypodermataceae, Hypoderma 392.  
 Hypodermella 394.  
*hypoleuca*, Magnolia 316.  
 Hypomyces 230.  
 Hypotrophie 230.  
 Hypothecium 394.  
**Jaapii** (Peridermium) 404.  
 Jahrestrieb, Abschluss des 209.  
 Jahrestriebe, Grenze der einzelnen 209.  
 Jahrringbildung 228—230.  
 Jannus (Taphrina) 388.  
 Japanische Lärche 274.  
*japonica*, Cryptomeria 295.  
*japonica*, Pseudotsuga 272.  
*japonicum*, Thuja 298.  
*japonicum*, Cereidiphyllum 347.  
 Jeffrey, Pinus 290.  
 Jelfängerjehieber 379.  
 Jf 304.  
 Jhe 343.  
 Jgelföhre 287.  
 Jguinaris (Fomes, Polyporus) 408.  
 Jlex 362.  
 Jlex, Quercus 315.  
 Immergrüne 315.  
 Immergrüner Schneeball 381.  
 Immergrüner Wegedorn 379.
- Inhibition** 232.  
*incana*, Alnus 326.  
*incana*, Salix 335.  
*incisa*, Fagus sylvatica Ins. 309.  
 Infektion, künstliche 384.  
 Innenrinne 226.  
 Inselbuche 309.  
*insitiae* (Taphrina) 388.  
 Interzellularräume 218, 232.  
 Interfasciculareambium 218.  
*intermedia*, Rhamnus 370.  
*intermedia*, Sorbus 353.  
 Intramolekulare Atmung 202.  
*lnulae* (Coleosporina) 403.  
 Joehblärche 274.  
 Johannistrieb 209.  
*Johansonii* (Taphrina) 389.  
 Italienische Pappel 340.  
 Judasblatbaum 347.  
*Juglans* 328 ff.  
*juncem*, Spartium 359.  
*juniperinum* (Gymnosporangium) 403.  
*juniperinum* (Lophodermium) 393.  
*Juniperus* 302 ff.  
**Kaddik** 302.  
*Kadsura* 347.  
 Kälteste Orte der Erde 243.  
 Kälte, Schutz gegen 243.  
 Kaempferi, Pseudotsuga 276.  
 Kanadische Pappel 340.  
 Kapselfrüchtige Kätzchenträger 311.  
 Kaspische Weide 334.  
 Kätzchen, Weide 305.  
 Kätzchenlose-Laubbölzer 341 ff.  
 Keaki 345.  
 Kegelfichte 253.  
 Keimzelle 216.  
 Kernseiche 316.  
 Kernbäume 231.  
 Kernpilze 390.  
 Kernschale (der Kiefer) 406.  
 Kerschbaum 379.  
 Kiefernbaumschwamm 406.  
 Kiefern, die 276 ff.  
 Kiefernradler 400.  
 Kiefernritzenschorf 393.  
 Kienzopf (der Kiefer) 404.  
 Klebahn (Melampsora) 401.  
 Klebahnii (Peridermium) 403.  
 Kleinblättrige Lärche 371.  
 Kleinknospen 306.  
 Knackweide 333.  
 Knieholz 283, 284.  
 Knospe 208.  
 Knospe, Entfaltungen der 209.  
 Knospelage der Laubblätter 209.  
 Knospenschuppen, anat. Bau der 221.  
 Knospensvariation 249.  
 Knospenschuppen, Zahl und Aufgabe der 209.  
 Kohlenstoff, Aneignung des 235 ff.  
 Kollerbuche 309.  
*koraiensis*, Pinus 295.  
 Korweide 335.  
 Koreazirbel 295.  
 Korkbaum, mandschurischer 361.  
 Korkbildung 224.  
 Korkeambium 224, 225.  
 Korkkei 316.  
 Korktanne, arizonische 267.  
 Korkwarzen 224.  
 Kornelkirsche 374.  
 Korrelationen des Wachstums 238.  
 Kosmahli (Peridermium) 404.  
 Krähenbeere 361.  
 Kranewit 302.  
 Krebs (der Kiefer) 404.  
 Krebs (der Lärche) 395.  
 Krebs (der Laubholzbäume), s. Noctria 390.  
 Krebs der Tanne 402.  
 Kreuzdorn 369.  
 Kriegeri (Peridermium) 403.  
 Krummfichte 253.  
 Krummholzkiefer 282, 283, 284, 294.  
 Kristalle von Calciumoxalat 294.  
 Kugelypresse 301.  
 Kugelfichte 251.  
 Kühbuche 244.  
*kurilensis*, Larix 275.  
 Kurztriebe 208.  
 Kurzwarzen 205.  
 Kussel 282.  
 Küstebuche 309.  
 Küstentanne, grosse 265.  
*laburum*, Cytisus 358.  
*lacerata* (Roestelia) 406.  
*laerimans* (Merulius) 409.  
*Laestadia* 397.  
*laevigata* (Poria, Polyporus) 409.  
 Lambertbasel, Lambertsnuss 322.  
 Langwurzeln 265.  
*Lantana*, Viburnum 380.  
 Lappenschluppige Fichte 252.  
 Lärche, gemeine 272.  
 Lärchenfichte 251.  
 Lärchenkrebs 395.  
 Laricis (Altescheria, Hartigella) 397.  
*Larici-Capraearum* (Melamps.) 401.  
*Larici-Daphnoides* (Melampora) 401.  
*Larici-epitaxa* (Melamps.) 401.  
*Larici-Pentandrae* (Melamps.) 401.  
*Larici-populina* (Melamps.) 401.  
*Larici-Tremulae* (Melamps.) 401.  
*laricina* (Sphaerella) 391.  
*laricinum* (Lophodermium) 393.

- Laricio, Pinus 285 ff.  
 Laricis (Hypodermella) 394.  
 Larix 272 ff.  
 lasiocarpa, Abies 266.  
 lateralgeotropismus 240.  
 latifolia, Phyllireu 378.  
 latifolia, Sorbus 353.  
 latifolius, Evonymus 363.  
 Latsche 283, 284.  
 Laubblätter 210.  
 Laubbl., anatom. Bau der 219.  
 Laubhölzer 305.  
 Laubhölzer, Transpiration der 295.  
 Laubholzkrebs 390.  
 Laublatzche 327.  
 laurifolia, Populus 341.  
 Lawsoniana, Chamæcyparis 399.  
 Lebensbäume 297 ff.  
 Ledî (Chrysoxyxa) 405.  
 Ledum 375.  
 Legföhre 283, 284.  
 Leguminosae 357.  
 Leitende Gewebelemente des Holzes 226, 229.  
 lenta, Betula 325.  
 Lenticellen 224.  
 lentiscus, Pistacia 362.  
 leptolepis, Larix 274.  
 leptopuccinia etc.) 399.  
 Leuc., Section 337.  
 leucodermis, Pinus 286.  
 Lianaen 242.  
 Libani, Cedrus 276.  
 Libocedrus 297.  
 libriform 246, 227.  
 Lichtgenuss des Blattes 226.  
 Lichtholzart 226, 244.  
 liegende-Markstrahlzellen 227.  
 Lignoster, Lign-strum 378.  
 Linde 271.  
 Liriodendron 316.  
 Lobbit, Thuja 298.  
 Lohbeet-Lücherpilz 409.  
 Lonicera 379.  
 Lophodermium 392.  
 Loranthus 346.  
 Lorbeerpappel 341.  
 Lorbeerweide 333.  
 Lyallii, Larix 275.  
 Machandel 392.  
 Macchien 362.  
 macrocarpa, Juniperus 363.  
 macrocarpa, Pseudotsuga 271.  
 macrosporum Lophodermium) 393.  
 Mädchenzirbel 295.  
 magnifica, Abies 266.  
 Magnolia 246.  
 Magnusiama (Melamp-sora) 401.  
 Magnusiannum (Peridermium) 403.  
 Mahalabeb, Penna 356.  
 Mahus, Pirus 359.  
 Mammothbama 296.  
 Mandelweide 333.  
 Maunaesche 377.  
 Mannbarkeit 246.  
 marginatus (Fomes, Polyporus) 408.  
 Mariana, Picea 254.  
 Mariesii, Abies 269.  
 maritima, Pinus 287.  
 Mark 218, 237.  
 Markflecke 321, 326.  
 Markkronen 226.  
 Markstrahlen 218, 223, 225, 227, 227.  
 Markstrahlen, falsche 320.  
 Markstrahlleisten 308.  
 Marronnier 368.  
 mas, Cornus 374.  
 Maserholz 230.  
 Massenzuwachs 239.  
 Massholder 366.  
 Mastixstrauch 369.  
 Mattenfichte 255.  
 maxima, Corylus 322.  
 maximus (Cryptomyces) 395.  
 Mechanische Gewebelemente des Holzes 226.  
 medioxima, Picea var. 249.  
 Melbheere, Melbirne 353.  
 Meltpilze 389.  
 Melampsora 401.  
 Melampsorilla 402.  
 Melampsoridium 401.  
 Melampyri (Coleosporium) 403.  
 melleus (Agaricus) 410.  
 Membranskulptur 215.  
 Menziesii, Thuja 298.  
 Mercurialis-Tremulae (Melamp-sora) 401.  
 Mertensiana, Tsuga 269.  
 Merulius 402.  
 Mesophyll 219, 220.  
 Mespili (Roestelia) 406.  
 mespilifolia, Quercus sessilif. var. 311.  
 Mespilus 350.  
 metamorphosierte Organe 201.  
 Microcodier 344.  
 microphylla, Pinus silv. Ins. 281.  
 Micro-puccinia etc.) 391.  
 microsora (Cercospora) 398.  
 minima, Hicoria 331.  
 Mispel 359.  
 Mistel 345.  
 Mittelrinde 296.  
 Mitzaminetanne 268.  
 mollis R. Hartig (Polyporus) 409.  
 Monitanne 268.  
 monilifera, Populus 340.  
 monoculis, Abies, Ins. 263.  
 monoculis, Picea Ins. 259.  
 monogyna, Crataegus 349.  
 monepeliensis, Pinus 284.  
 monepeliannum, Acer 366.  
 monstrosa, Picea Ins. 259.  
 montana, Pinus 282 ff.  
 montana, Ulmus 343.  
 monticola, Pinus 282.  
 Moorföhre 284.  
 Moorkiefer 281, 284.  
 Morinda, Picea 255.  
 Mugeoti, Sorbus 353.  
 unghus, Pinus montana var. 284.  
 Mugokiefer 284.  
 Murrayana, Pinus 288.  
 Mycelinfektion 384.  
 Mycelium 382.  
 Mycorrhiza 393.  
 Mycosphaerella 391.  
 Myrica 331.  
 Myricaria 373.  
 Myrtillus, Vaccinium 275.  
 Nachschosse (d. Fichte) 247.  
 Nadelblasenrose (der Kiefer) 403.  
 Nadelkiefer 317.  
 Nadelhölzer, Die 244 ff.  
 Nadelhölzer, Transpiration der 235.  
 Nadelkissen 245.  
 Nadeln, anat. Bau der 219.  
 Nadeln, Länge der 245.  
 Nadeln, winterliche Verfärbung der 212.  
 Nadelritzenschorf der Weymouthskiefer 392.  
 Nadelrschütte der Kiefer 391.  
 Nadelrschüttelpilz d. Lärche 392.  
 Nährstoffe, Herkunft der 222.  
 nana, Amygdalus 354.  
 nana, Betula 324.  
 nana, Juniperus 392.  
 nana, Picea Ins. 251.  
 Nectria 390.  
 Nelfier 359.  
 negundo, Acer 368.  
 Nemeseia (Cronartium) 404.  
 Nerium 378.  
 Nerprun 369.  
 nervi sequium (Gloeosporium) 397.  
 nervisequium (Lophodermium) 393.  
 nigra, Crataegus 350.  
 nigra (Herpotrichia) 391.  
 nigra, Juglans 328.  
 nigra, Lonicera 389.  
 nigra, Picea 254.  
 nigra, Picea Insus 251.  
 nigra, Pinus 285.  
 nigra, Populus 339.  
 nigra, Sambucus 381.  
 nigricans, Cytisus 359.  
 nigricans, Pinus 285.  
 nigricans, Salix 336.  
 nigrum, Acer 367.  
 nigrum, Empetrum 261.  
 Nikkotanne 268.  
 Nitratbildner, Nitritbildner 234.

- niven, *Aria* 353.  
 nobilis, *Abies* 266.  
 Noisetier 321.  
 Nordische Weissbirke 324.  
 Nordmanniana, *Abies* 264.  
 Noyer 328.  
 numida, *Abies* 264.  
 Nussfrüchtige Kätzchenträger 305.  
 nutkaensis, *Chamaecyparis* 301.  
 oblongisporum (*Peridermium*) 403.  
 obovata, *Picea* 249.  
 obtusa, *Chamaecyparis* 301.  
 obtusatum, *Acer* 366.  
 occidentalis, *Celtis* 345.  
 occidentalis, *Larix* 275.  
 occidentalis, *Platanus* 348.  
 occidentalis, *Thuja* 298.  
 Ochropsora 404.  
 odorata, *Betula* 324.  
 Oelbaum 378.  
 Oelweide 379.  
 Ohrweide 336.  
 Oidium 382, 389.  
 Olea 378.  
 Oleaceae 375.  
 Oleander 378.  
 Oleaster 378.  
 omnivora (*Phytophthora*) 387.  
 Omorica, *Picea* 256.  
 Ontariopappel 341.  
 opaca, *Quercus pedunc.* var. 319.  
 Opuntia, *Viburnum* 380.  
 Orechidi-Repentis (*Melampsora*) 401.  
 orientalis, *Carpinus* 320.  
 orientalis, *Picea* 255.  
 orientalis, *Platanus* 348.  
 orientalis, *Thuja* (*Biota*) 299.  
 Ornae 341.  
 Ornus, *Fraxinus* 377.  
 Orthotrope Stellung 240.  
 Ostrya 320.  
 Ostryae (*Taphrina*) 388.  
 ovata, *Hicoria* 320.  
 Oxalsaurer Kalk 231.  
 Oxelbirne 353.  
 oxyacantha, *Crataegus* 310.  
 oxyacanthae (*Podospheera*) 389.  
 oxycedrus, *Juniperus* 305.  
 pachyphylla, *Pinus Laricio* var. 285.  
 Padi (*Sclerotinia*) 385.  
 Pacifiche Tanne 266.  
 Padi (*Thecopsisora*, *Pucciniastrum*) 403.  
 Padus, *Prunus* 355.  
 Palustris 369.  
 Pallasiana, *Pinus Laricio* var. 286.  
 Pallisandenzellen 219.  
 Palmweide 335.  
 palustre, *Lechum* 375.  
 palustris, *Quercus* 317.  
 Panzerföhre 287.  
 Pappel 337.  
 Pappelrost, siehe *Melampsora* 400 ff.  
 Paraphysen 387.  
 Parasiten 382.  
 parasitica (*Septoria*) 397.  
 parasitica (*Trichosporium*) 390.  
 parasiticum (*Fusoma*) 397.  
 Parenchymzelle 215.  
 Parenchymzellen, Arbeitsteilung der 225.  
 Paroliniana, *Pinus* 288.  
 parviflora 265.  
 parvifolia, *Pinus silvestr.* lus. 281.  
 parvifolia, *Tilia* 371.  
 Pavin 369.  
 Pechkiefer 289.  
 pectinata, *Abies* 259 ff.  
 pedunculata, *Quercus* 310.  
 pendula, *Abies*, lus. 259.  
 pendula, *Betula* 322.  
 pendula, *Fagus silv.* lus. 309.  
 pendula, *Picea* lus. 259.  
 pendula, *Pinus silv.* lus. 281.  
 pendula, *Quercus pedunc.* lus. 313.  
 penicillata (*Roestelia*) 406.  
 pennsylvanica, *Fraxinus* 377.  
 pentagyna, *Crataegus* 320.  
 pentandra, *Salix* 333.  
 Perdis (*Thelephora*) 410.  
 Pericambium 219, 225.  
 Periclymenum, *Lonicera* 379.  
 Periderm 224.  
 Peridermium 399.  
 Peridermium *Pinus acicola* 400, 403.  
 Peridermium *Pinus corticola* 400, 404.  
 Periklinea 217.  
 Perithecium 390.  
 Peronosporaceae 387.  
 Perrückenstrauch 362.  
 Pestalozzia 397.  
 Petatit (*Coleosporium*) 403.  
 petraem, *Ribes* 347.  
 pence, *Pinus* 293.  
 Peuplier 327.  
 Peziza, *Pezizaceae* 395.  
 Pfaffenköppchen 363.  
 Pflanzwurz 202.  
 Pflanzwurz 359.  
 Pflanzwurz 359.  
 Phacidiaceae 394.  
 Phellem 224.  
 Phellodendron 361.  
 Phelloderm 224.  
 Phellogen 221.  
 Phelloid 224.  
 Phyllyrea 378.  
 Phlobaphene 226.  
 Phloem 218.  
 phoenicea, *Juniperus* 303.  
 Phoma 396.  
 Phototrophie 240.  
 Phycomyces 386.  
 Phyllosticta 389.  
 Physiognomie der Bäume 243.  
 Physiologische Oxidation 232.  
 Phytomatit (*Coleosporium*) 404.  
 Phytophthora omnivora (*Fagi*) 387.  
 Picea 245 ff.  
 Pichta, *Abies* 267.  
 piliferum (*Ceratostoma*) 392.  
 pilosa, *Quercus ped.* var. 313.  
 Pilzgallen 386.  
 Pilzwurzel 203.  
 Pinpernuss 362.  
 Pin 276.  
 pinaster, *Pinus* 287.  
 Pinaster, Section 277.  
 Pinastri (*Lophodermium*) 393.  
 Pindraun (-draw), *Abies* 265.  
 Pinna, Subsection 277.  
 Pini (*Brunchostia*) 397.  
 Pini (*Fusoma*) 397.  
 Pini (*Peridermium*) 404.  
 Pini (*Trametes*) 406.  
 pinicola (*Fomes*, *Polyporus*) 407.  
 pinitorqua (*Melampsora*, *Caeoma*) 400.  
 pinnata, *Staphylea* 362.  
 pinophilum (*Apiosporium*) 389.  
 Pinus, *Abies* 264.  
 Pinus 276 ff.  
 pinum (*Fasieladum*) 398.  
 Pinus 350.  
 pisifera, *Chamaecyparis* 300.  
 Pistacia 362.  
 Pithya (*Phoma*) 397.  
 Plagiotrope Stellung 240.  
 Plana, *Pinus silv. genuina* 281.  
 Planera 345.  
 Platane, *Platanus* 348.  
 Platanen Blätterkrankheit 397.  
 platanoidea, *Acer* 365.  
 platyphyllos, *Tilia* 372.  
 pleomorphe Pilze 383.  
 plicata, *Thuja* 298.  
 Ploverrightii (*Peridermium*) 403.  
 Podospheera 389.  
 Poiretiana, *Pinus Laricio* var. 285.  
 Poirier 351.  
 Polarität, innere v. Wurz. u. Sprossen 298.  
 polita, *Picea* 255.  
 Polsterlichte 236.  
 Polyporus 406, 407.  
 polyporus (*Taphrina*) 388.  
 Pommier 350.  
 Pomoiidae 349.  
 ponderosa, *Pinus* 290.  
 Poppenbaum 353.  
 Populus 327.  
 porcina, *Carya* 321.

- Poria 409.  
 Porst 375.  
 Prädisposition (für Pilzangriffe) 384.  
 Primäres Holz, Rinde, Markstrahl 218, 223, 225.  
 Pseudobalustränge 218.  
 Pseudomycel 398.  
 Prosenchymzelle 215.  
 Protobasidionycetes 398.  
 Protoplasma 214.  
 Protoplasmatinktur 216, 236.  
 pruinosa, Salix 334.  
 Prunastri (Uncinula) 329.  
 Pruni spinosae (Puccinia) 405.  
 Pruni (Taphrina) 329.  
 Prunoideae 354.  
 Prunus 354.  
 Pseudacacia, Robinia 357.  
 pseudocolonatae (Aecidium) 405.  
 pseudoigniaris (Polyporus) 408.  
 Pseudolarix 276.  
 Pseudoperidie 399.  
 pseudoplatanus, Acer 361.  
 pseudopumilio, Pinus montana var. 284.  
 Pseudosuber, Quercus 316.  
 Pseudotsuga 269 ff.  
 Pterocarya 329.  
 pubescens, Alnus 327.  
 pubescens, Betula 324.  
 pubescens, Fraxinus 377.  
 pubescens, Quercus 311.  
 Puccinia, Pucciniaceae 405.  
 Pucciniastrom 402.  
 Puccinelliae (Colosporium) 404.  
 Pulverholz 329.  
 pumila, Rhamnus 370.  
 pumilio, Pinus montana var. 284.  
 punctatum (Rhytisma) 395.  
 pungens, Picea 254.  
 purpurascens, purpurea, Quercus ped. var. 313.  
 purpurea, Fagus silv. lus. 309.  
 purpurea, Salix 334.  
 purpurea × viminalis, Salix 327.  
 Purpurreiche 213.  
 Purpurtanne 265.  
 Purpurweide 334.  
 pustulatum (Pucciniastrum) 402.  
 Pyenide 383, 398.  
 pyramidalis, Fagus silv. lus. 309.  
 pyramidalis, Populus, Pyramidenpappel 349.  
 Pyramidenbuche 309.  
 Pyramidenleiche 313.  
 pyrenaica, Pinus 288.  
 Pyrenomyces 399.  
 quercina (Rosellinia) 391.  
 Quercus 310 ff.  
 Quirleknospen 246.  
 racemosa, Sambucus 381.  
 Radiales Bündel 249.  
 radiciperda (Trametes) 407.  
 Rinde (der Kiefer) 404.  
 Rainweide 378.  
 Ranken 240.  
 Raubbirke 322.  
 Rauschbeere 361.  
 Rebhulmholz 410.  
 reduzierte Organe 201.  
 reflexa, Pinus silv. lus. 281.  
 Regenmenge, jährliche 212.  
 Regenwald, tropischer 211.  
 regia, Juglans 328.  
 Rebheide 259.  
 Reifweide 334.  
 Reservestoffe 227, 228, 231, 237.  
 Retinospora 396.  
 retroflexa, Fagus silv. lus. 309.  
 Ribes 347.  
 Ribesii-Auritiace (Melamps.) 401.  
 Ribesii-Purpureae (Melamps.) 401.  
 Ribesii-Viminalis (Melamps.) 401.  
 ribicatum (Cronartium) 404.  
 Riemnblume 316.  
 rigida, Pinus 289.  
 Rinde, Aufgabe der 223.  
 Rinde, primäre 218, 223.  
 Rinde, Schutzstoffe der 226.  
 Rinde, sekundäre 218, 225.  
 Rindenblasenrose (der Kiefer) 404.  
 Rindenblasenrose (der Weymouthskiefer) 404.  
 Rindenknollen 240, 308.  
 Rindenporen 224.  
 Rindenrosen (der Eschen) 376.  
 Rindenwurzel (der Mistel) 345.  
 Ringbreite 230.  
 Ringelungsversuche 237.  
 Ringporiges Holz 229.  
 Ringschäle (der Kiefer) 406.  
 Ringscheibe 394.  
 Ritzenschorfe 397.  
 Rhamni (Aecidium) 405.  
 rhamnoides, Hippophae 373.  
 Rhamnus 369.  
 Rhizina 394.  
 Rhizoctonien 391.  
 Rhizomorphenstränge 410.  
 rhizophora (Taphrina) 389.  
 Rhododendri (Chrysoomyxa) 405.  
 Rhododendri (Exobasidium) 406.  
 Rhododendron 375.  
 rhoifolia, Pterocarya 329.  
 Rhus 362.  
 Rhytisma 394.  
 Robinia 357.  
 robur, Quercus 313.  
 Roestelia 399.  
 Rosaceae 349.  
 Rosellinia 391.  
 Rosenkranzpappel 340.  
 Rosettentriebe (der Kiefer) 270.  
 Roskastanie 368.  
 Rospilze 398.  
 rostrata, Pinus montana var. 284.  
 Rostrupiana (Taphrina) 389.  
 Rostrupii (Melampsora) 401.  
 Rostrupii (Peridermium) 404.  
 Rotbuche 306.  
 Roteiche 316.  
 Roterle 325.  
 Rote Rosskastanie 369.  
 Rotesche 377.  
 Rothfichte, amerikanische 254.  
 Rotholz 239.  
 Ratkiefer, japanische 289.  
 Rottanne 246.  
 Rotulme 341.  
 rotundata, Pinus montana var. 284.  
 rotundifolia, Amelanchier 354.  
 Rotzapflige Fichte 256.  
 rubicunda, Aesculus 369.  
 rubra, Larix eur. var. 274.  
 rubra, Picea 254.  
 rubra, rubriflora, Pinus silv. lus. 281.  
 rubra, Quercus 316.  
 rubra, Salix 367.  
 Ruelbirke 324.  
 rudimentäre (Organe) 201.  
 rufescens, Juniperus 393.  
 Rumelische Strobe 293.  
 Rumzelschorf 394.  
 rupostris, Rhamnus 371.  
 Rusche 341.  
 Russtan 389.  
 Saalweide 335.  
 Sabina, Juniperus 393.  
 Sabinaceae (Gymnosporangium) 406.  
 sachalinensis, Abies 268.  
 sacharinum L., Acer 367.  
 sacharinum Wangeub., Acer 367.  
 Saecharum, Acer 367.  
 Sadebaum 293.  
 Sadebeckii (Taphrina) 388.  
 Sadelwuchs, der Lärche 274.  
 Säulenfichte 251.  
 Säulenkiefer 281.  
 Saison-dimorphismus 252.  
 Salbeiweide 336.  
 Salicis (Uncinula) 389.  
 salicinum (Aposporium) 389.  
 salicinum (Fomes, Polyporus) 408.  
 salicinum (Rhytisma) 395.  
 Salix 331 ff.  
 Salzhunger 293.  
 Salzmanni, Pinus Laricio var. 286.  
 Sambucus 381.  
 Sauten 244.

- Samenbildung, Samenjahr 237,  
238, 246.
- Samenvariation 249.
- Sandorn 273.
- sanguinea, Cornus 374.
- Santa Luciatanne 266.
- Sapin 259.
- Sapindusfichte 255.
- Saprophyten 382.
- Sarothamnus 359.
- sativa, Castanea 317.
- Saubirne 353, 354.
- Sauerdorn 347.
- Sauerkirsche 355.
- Saugwurzeln 292.
- Saule 331.
- Sawara 300.
- saxatilis, Rhamnus 370.
- scabra, Ulmus 343.
- scandica, Sorbus 353.
- Scharlacheiche 317.
- Schattenholzart 237, 241.
- Scheibpilze 394.
- Scheidetriebe (der Kiefer) 279.
- Scheinkern 231.
- Schermantze 263.
- Schierlingstaune 269.
- Schimmelfichte 253.
- Schimmelpilz 383.
- Schimmelweide 334.
- Schindeltanne 250.
- Schirmtanne, japanische 295.
- Schlafbewegungen der Blätter 240.
- Schlafende Augen 210.
- Schlangenhuche 309.
- Schlangenfichte 259.
- Schlangenhantkiefer 287.
- Schlangenkiefer 281.
- Schlangentanne 263.
- Schlauchpilze 387.
- Schlehdorn, Schlehe 354.
- Schlesische Weide 336.
- Schlusszellen 217, 219.
- Schlingpflanzen 240.
- Schneeröhre 352.
- Schneeball, gemeiner 389.
- Schneebruchslichte 253.
- Schneidlichte 252.
- Schorf 398.
- Schrenkiana, Picea 255.
- Schuppenkiefer 281.
- Schutzstoffe der Rinde 226.
- Schwärmsporen 357.
- Schwärzlicher Holmstrauch 359.
- Schwammparenchym 290.
- Schwarzdorn 354.
- Schwarzzeichen, amerikanische 316.
- Schwarzer Wallnußbaum 328.
- Schwärzler 325.
- Schwarzfichte, amerikanische 254.
- Schwarzkiefer 285.
- Schwarzkiefer, japanische 289.
- Schwarzpappel 339.
- Schwarzweide 336.
- Schweifregen 247.
- Schwedische Mehlbeere 353.
- Schweinitzii (Polyporus) 409.
- Schweinsuss-Hickory 311.
- Scleroderris 395.
- Sclerotinia 395.
- Sciadopitys 395.
- Scoparius, Cytisus 359.
- scopolorum, Pin. ponder. var. 290.
- Secritionszellen 224.
- Secundäres Dickenwachstum 218, 224.
- Sec. Holz, Rinde 218, 225, 226.
- Sec. Markstrahl 224.
- Secundärwipfel 244.
- Seekiefer 287.
- Seckenzdorn 373.
- Seidelbastblättrige Weide 334.
- Seitendruck 226.
- Seitenknospen 298.
- Seitenwurzeln 292, 294.
- sempervirens, Buxus 361.
- sempervirens, Cupressus 301.
- Senecionis (Colosporium) 403.
- Senkerfichte 243.
- Senkerwurzeln 345.
- Syptogloem 397.
- Septoria 397.
- Sequoia 296.
- serotina, Populus 311.
- serotina, Prunus 356.
- sessiflora, Quercus 313.
- Sevenbann 303.
- Shastatanne, 266.
- sibirica, Abies 267.
- sibirica, Larix 274.
- Sibirische Fichte 249.
- Sibirische Tanne 267.
- Sieboldiana, Juglans 329.
- Sieboldii, Tsuga 269.
- Siebröhren 216, 226.
- Siebart 218, 220, 237.
- Silberhorn 367.
- Silberlinde, amerikanische 373.
- Silberlinde, ungarische 373.
- Silberpappel 368.
- Silbertanne, amerikanische 266.
- Silberweide 332.
- Sikkims Silbertanne 265.
- silesiaca, Salix 336.
- silvatica, Fagus 308.
- silvestris, Pinus 278 ff.
- sistotrenatis (Polyporus) 409.
- sitchensis, Picea 257.
- Sitkaeichte 257.
- Sklerotium 382.
- Sommereiche 310.
- Sommerlinde 372.
- Sonchiarvensis (Colosporium) 403.
- Sonnemyressen 309.
- Soraueri (Peridermium) 403.
- Sorbi (Ochropsora) 404.
- Sorbier 351.
- sorbifolia, Pterocarya 329.
- Sorbus 351 ff.
- sordida (Phoma) 397.
- Spätblühende Traubenkirsche 356.
- Späteeiche 313.
- Spätholz 220, 230.
- Spaltöffnungen 217, 220.
- Spaltöffnungen, Aufgabe der 220.
- Spanischer Ginster 359.
- Spanische Weisstanne 264.
- Spannrückigkeit 330, 329.
- Sparrfichte 251.
- Spartium 359.
- Spezifische Assimilationsenergie 236.
- Spezifische Wachstumsenergie 238.
- speciosa, Catalpa 379.
- Speichernde Gewebelemente des Holzes 226, 227.
- Speierling 352.
- Sperberbaum 352.
- Spermatium, Spermogonium 395.
- Sphaerella 391.
- Sphaeriaceae 399.
- sphaeroidea, Chamaecyparis 391.
- Spiegelrinde 311.
- Spießeiche 317.
- Spindelbaum 363.
- spinosa, Prunus 354.
- Spirke 284.
- Spitzahorn 365.
- Spitzfichte 253.
- Spitthäume 231.
- Sporen (d. Pilze) 383.
- Sporenfiktion 384.
- Sporidie 398.
- Spottmus 331.
- Sprengmast 306.
- Spottmus 331.
- Stärke 226, 237.
- Stärkebäume 227.
- Stahlhii (Peridermium) 403.
- Stammholz 228.
- Standishii Thuja 298.
- Staphylea 362.
- Stehdorn, gemeiner 369.
- Stecheiche 315.
- Steckginster 369.
- Steckpalme 362.
- Stecklinge 228.
- Stecklinge, Bewerzung der 204.
- Stehende-Markstrahlzellen 227.
- Steinbuche 308.
- Steineiche 313.
- Steinfrüchtige Kätzchenträger 328.
- Steinlärchen 273.
- Steinlinde 378.
- Steinweissel 356.
- Steinzellung der Rinde 225.

- Stelzenfichte 253.  
 Sternum 110.  
 Sterigma 398.  
 Sternkiefer 287.  
 Steyrischer Wegedorn 370.  
 Stieleiche 310.  
 Stockausschlag 238.  
 Stoffwanderungen, Stoffwan-  
 dungen 237.  
 Stomata 217.  
 Storchennest 230, 258.  
 Strandkiefer 287.  
 Strandkiefer der Ostseeküsten  
289.  
 Strauchbirke 324.  
 Strauchbuche 309.  
 Strauchkiefer 282.  
 Strauchfichten 253.  
 strigosa, Picea fus. 251.  
 Strobi (Peridermium) 404.  
 Strobulinum (Aecidium) 403.  
 strobilus, Pinus 201.  
 Stroma 300.  
 Stumpfblättriger Ahorn 306.  
 subalpina, Alnus 267.  
 subalpinum (Coleosporium)  
403.  
 suberosa, Ulmus campe. var. 342.  
 suffulca (Phyllosticta) 389.  
 sulcata, Carya 331.  
 sulcifera (Hypofermella) 391.  
 sulphureus (Polyporus) 409.  
 Sumpfpresse 295.  
 Sumpfeiche 317.  
 Sumpfdichte 253.  
 Sumpfkiefer 284.  
 Sureau 281.  
 Stachelbier 347.  
 Stacheln 212.  
 Stammadorn 212.  
 symmictrom (Rhytisma) 395.  
 Sympetalae 375.  
 Tacamahaca, Sektion 311.  
 Taeda, Subsektion 289.  
 teleola (Aglaospora) 391.  
 Tamarack 275.  
 Tamariske, deutsche 373.  
 Tamarix 373.  
 Tanne, ashore 263.  
 Tanne, Balsam- 267.  
 Taphrina 287.  
 lativirens, Acer 305.  
 taxifolia, Pseudotsuga 270.  
 Taxodium 296.  
 Taxus 201.  
 Telotospore 398.  
 Tercebinthus, Pistacia 362.  
 Terpentinfistazie 362.  
 Teufel 284.  
 Thecopora (Fadi) 403.  
 Thelephora 410.  
 Thuja 297 ff.  
 Thunspitze 236.  
 Thunbergii, Pinus 289.  
 Thylenbildung 231.  
 thyoides, Chamaecyparis 301.  
 Tigerschwanzfichte 255.  
 Tilia 371.  
 Tilleul 371.  
 Tinnus, Viburnum, (Laurus) 381.  
 tomentosa, Carya 331.  
 tomentosa, Cotoneaster 359.  
 tomentosa, Tilia 373.  
 torano, Picea 255.  
 terminalis, Sorbus 359.  
 tortuosa, Fagus silv. fus. 309.  
 Toxipinetii (Taphrina) 288.  
 Tracheen 296, 297.  
 Tracheidale Markstrahlzellen  
227.  
 Tracheiden 216, 227.  
 Tränenfichte 255.  
 Tränenkiefer 293.  
 Trametes 406, 407.  
 Transpirationsstrom 231, 235.  
 Transversale Stellung der Or-  
 gane 210.  
 Traubenbirne 354.  
 Traubeneiche 313.  
 Traubenholunder 381.  
 Traubenkirsche 355.  
 Traubenschimmel 395.  
 Trauerfichte 250.  
 Trauerkiefer 281.  
 Trauertanne 263.  
 tremelloides (Gymnosporan-  
 gium) 406.  
 tremula, Populus 307.  
 Tremulae (Fusicladium) 398.  
 trianthos, Gleditschia 390.  
 triandra, Salix 333.  
 Trichosphaeria 390.  
 Triebwinden (der Kiefer)  
306.  
 Triebwurzeln 302.  
 triloba, Picea fus. 252.  
 trilobum, Acer 306.  
 Trockenheit, Schutz gegen 213.  
 Troene 378.  
 Trompetenbaum 379.  
 Tropophyten 211.  
 tuberculata, Abies, fus. 263.  
 tuberculata, Picea, fus. 251.  
 tubulosa, Corylus 322.  
 türkische Weichsel 356.  
 Tulaneii (Uncinula) 389.  
 tulipifera, Lärchendorn 346.  
 Tulpenbaum 346.  
 turfosa, Pinus silv. fus. 281.  
 turgida (Taphrina) 388.  
 Turgor 232, 233, 240.  
 Tussilaginis (Coleosporium)  
403.  
 Ueberschirmung 226.  
 Ulex 360.  
 Ulmaceae, Ulmus 311.  
 Umi (Taphrina) 388.  
 umifolia, Tilia 371.  
 umbilicata, Abies 268.  
 uncinata, Pinus mont. var. 283.  
 Uncinula 389.  
 undulata (Rhizina) 394.  
 Uredo, Arbutus 375.  
 Uredines 398.  
 Uredospore 399.  
 Urmeristem 214.  
 Urwald 241.  
 Vaccinium 375.  
 Vaccinii (Exobasidium) 406.  
 vaporaria (Poria, Polyporus)  
409.  
 variegata, Fagus silv. fus. 309.  
 variegata, Picea fus. 252.  
 variegata, Pinus silv. fus. 281.  
 Vegetationspunkt 216, 217.  
 Veitcheii, Abies 268.  
 veneta (Laestadia, Apiospora)  
397.  
 Venturia 398.  
 Verbisshirne 309.  
 Verbisshichte 252.  
 Verdrickung-ring 211.  
 Verkernung 231.  
 Verplanzen 207.  
 verrucosa, Betula 322.  
 verrucosus, Evonymus 363.  
 verticillata, Suidopitys 255.  
 Vertikalfichte 250.  
 vesca, Castanea 347.  
 Viburnum 380, 381.  
 viminalis, Picea fus. 250.  
 viminalis, Salix 335.  
 violanum, Acer negundo for-  
 ma 368.  
 Viorne 380.  
 virgata, Larix enr. fus. 274.  
 virgata, Picea fus. 250.  
 virgata, Pinus silv. fus. 281.  
 virginiana, Juniperus 303.  
 viridis, Alnus 327.  
 Visum 345.  
 vitalba, Clematis 347.  
 vitellina, Salix alba var. 332.  
 Vitex 379.  
 Vogelbeerbäum 351.  
 Vogelkirsche 355.  
 Vollmast 306.  
 vulgaris, Amelanchier 354.  
 vulgaris, Berberis 347.  
 vulgaris, Calluna 375.  
 vulgaris, Castanea 347.  
 vulgaris, Cotoneaster 359.  
 vulgaris, Ligustrum 378.  
 vulgaris, Ostrya 320.  
 Wachholder 302 ff.  
 Wachstum 238.  
 Wachstumsenergie 239.  
 Waldformationen 242.  
 Walddrehe 347.  
 Wallnussbaum 328.  
 Warzentanne 263.  
 Wasser, Aufnahme des 233.  
 Wasserbewegung im Holz 214,  
235.  
 Wassergehalt der Bäume 234.  
 Waskerkultur 233.



Wasserleitung 226, 228, 231, 234.  
 Wasserleitungssystem, Neben-  
 funktion des 228.  
 Weibhana, Abis 265.  
 Wegedorne 370.  
 Weissulme 343.  
 Weissweide 332.  
 Weichbast 225.  
 Weichsel 355.  
 Weibbuchen 369.  
 Weiden, die 231 ff.  
 Weidenbastarte 267.  
 Weidenröste siehe Melan-  
 spor 401.  
 Weidenunzelschorf 395.  
 Weissbirke 344.  
 Weissbuche 349.  
 Weissdorn 344.  
 weisser Ahorn 367.  
 Weissere 326.  
 Weissesche 377.  
 Weissfichte, amerikanische  
253.  
 Weissföhre 278 ff.  
 Weissgraue Weide 335.  
 Weisspflüßiges Eichenholz 410.  
 Weissrindige Kiefer 286.  
 Weisstanne 259 ff.  
 Weisstannenritzenschorf 393.  
 Weldenii, Cytisus 359.  
 Wellingtonie 206.  
 Wetterfichte 252.  
 Wettertanne 263.  
 Weymouthskiefer 291 ff.  
 Wildapfel 350.

Wildkirsche 355.  
 Willkommenii (Peziza, Dasys-  
 cypha 395.  
 Winddruck, Einfl. des auf d.  
 Jahrringbreite 239.  
 Wände, austrocknende 243.  
 Winterreife 313.  
 Winterknospen 269.  
 Winterlinde 371.  
 Wirkungen der Parasiten auf  
 d. Wirt 285.  
 Wirtschaftlich schlimmste  
 Pilze 326.  
 wollfrüchtiger Ahorn 367.  
 wolliger Schneeball 381.  
 Windparasiten 384, 406.  
 Wurzel, anat. Bänder 248, 249.  
 Wurzel, metamorphosierte 267.  
 Wurzel, reduzierte 267.  
 Wurzel, typische 267.  
 Wurzel, Verzweigung der 263.  
 Wurzelbrant 269, 268.  
 Wurzelhaare 269, 269.  
 Wurzelhaube 262.  
 Wurzelholz 228, 229.  
 Wurzelknäue 286.  
 Wurzelknöthen 234.  
 Wurzelschwamm 394.  
 Wurzelsystem, Habitus des  
294, 305.  
 Wurzelwachstum, Zeit des 296.  
 Wurzelzöpfe 297.  
 Xylem 218.  
 xylotenum, Lonicera 380.

Xerophyten 241.  
 Zapfensucht (der Kiefer) 279.  
 Zargenholz 253.  
 Zerkowa 345.  
 Zelle 214 ff.  
 Zellfusionen 216.  
 Zellhaut (der Pilze) 382.  
 Zellkern 215.  
 Zellstreckung 217.  
 Zerreife 315.  
 zerstreutporiges Holz 229.  
 Zirbe, Zirbelkiefer 293.  
 Zitterpappel 337.  
 Zizendichte 251.  
 Zonen, klimatische 241.  
 Zopftröcknis (der Kiefer) 404.  
 Zottelfichte 250.  
 Zuckerahorn 367.  
 Zügelbaum 344.  
 Zunder 284.  
 Zunderschwamm 408.  
 Zusammenhang d. versch. Ge-  
 webesysteme 228.  
 Zuwachsverminderung 229.  
 Zweiganordnung, physiologi-  
 sche 244.  
 Zwergbirke 294.  
 Zwergbirche 251.  
 zwergiger Wegedorn 371.  
 Zwergmandel 354.  
 Zwergnispel 353.  
 Zwergwachholder 302.  
 Zwillingenfichte 252.  
 Zwischenknospen 246.



