



# Baumeigenschaften

Baumkontrolle und -diagnose

Cecilia Sabatini

November 2025



- ▣ 5 Eiszeiten von je ca. 120 000 Jahren
- ▣ Eispanzer in Europa bis zu 300m Stärke
- ▣ Bäume überleben in Rückzugsgebieten im Mittelmeerraum
- ▣ Unterbrochen durch Warmzeiten
  - Wärmer als heute
- ▣ Vor ca. 12000 Jahren endet die letzte Eiszeit



5 mal Neustart aus Rückzugsgebieten im Mittelmeerraum

# Waldgeschichtliche Entwicklung Mitteleuropa nach der letzten Eiszeit

Vor 12.000 Jahren

Ende der letzten Eiszeit  
>  
Birken und Kiefern breiten sich aus

Vor 8000-7000 Jahren

Ulmen, Eschen, Linden breiten sich aus  
>  
bilden dichte Wälder  
>  
'Ulmenzeit'

Vor 4000 Jahren

Mensch schafft durch Nutzung der Wälder parkähnliche Strukturen  
>  
Eiche wird begünstigt und bildet lichte Wälder

Vor 3000 Jahren

Mensch wird sesshaft

- Wald wird nicht mehr flächig beweidet
- Wälder zur Jagd genutzt
- Viel Wild
- Buche wird weniger verbissen als Edellaubhölzer

16. Jahrhundert

Wald wird übernutzt

- Jagd
- Kohle für Eisenverarbeitung

Angst vor Holzknappheit  
>  
Fichte wird gepflanzt

# Welche Bäume schaffen es schnell Richtung Norden?

- Verbreitungsarten
  - Wind
  - Aufschlag
  - Vögel/ andere Tiere

Birke: 300m/Jahr

Eiche: 30m/Jahr

# Daraus ergeben sich verschiedene Baumtypen

- Pionierbaumarten

z.B. Birke, Weide, Pappel, Kiefer

- Schlusswaldbaumarten, Klimax-

z.B. Buche, Bergahorn, Ulme, Tanne

- Und Zwischentypen

# WAS SIND PIONIERGEHÖLZE?

- Sie brauchen viel Licht (Birke, Pappel, Weide, manchmal Ahorn, Erle)
- Meistens Senkwurzler aber nicht alle
- Fruktifizieren schon in früher Jugend und nahezu jährlich
- Sie haben keine höheren Nährstoffansprüche (Pappel, Weide, Birke, Kiefer)
- Brauchen nicht viel Wasser (Weide kann viel Wasser saugen, das ist häufig ein Missverständnis - und wächst dann ganz schnell, aber muss nicht – Buche und Eiche sind nicht so tolerant: deren Wachstumsamplitude - der Range, der den Baum hat - ist bei Buche und Eiche viel geringer)
- Kaum schattentolerant können
- Frost, Einstrahlung, Trockenheit und Wind gut vertragen
- Sehr schnell Jugendwachstum bei insgesamt geringer Lebensdauer
- Sie können überall wachsen, sie bereiten den Wald vor.



# Was sind Klimax-Baumarten:

der hohe Punkt in einer forstwissenschaftlichen Idee der Evolution der Forste → Buche Tanne Linde

- Viel Wasser
- Optimale Nährstoffe
- Keine Bodenverdickung
- Hohen Schattentoleranz (Schattenbaumart)
- Empfindlich gegen Klimaextreme und schätzten daher den Schutz eines Bestandes
- Fruktifizieren spät und unregelmäßig
- Schwere Samen, nicht sehr weit verbreitbar
- In der Jugend wachsen langsam, aber dafür eine lange Lebensdauer

# Nährstoff-Bedarf

Gering	Mittel	Hoch
- Birke (Betula)	- Ginkgo (Ginkgo)	- Eibe (Taxus)
- Pappel (Populus)	- Fichte (Picea)	- Ahorn (Acer)
- Robinie (Robinia)	- Kiefer (Pinus)	- Buche (Fagus)
- Weide (Salix)	- Tanne (Abies)	- Erle -schwarze (Alnus)
Gleditsia	- Zeder (Cedrus)	- Esche (Fraxinus)
Sophora		- Linde (Tilia)
		- Ulme (Ulmus)



# Wasser-Bedarf

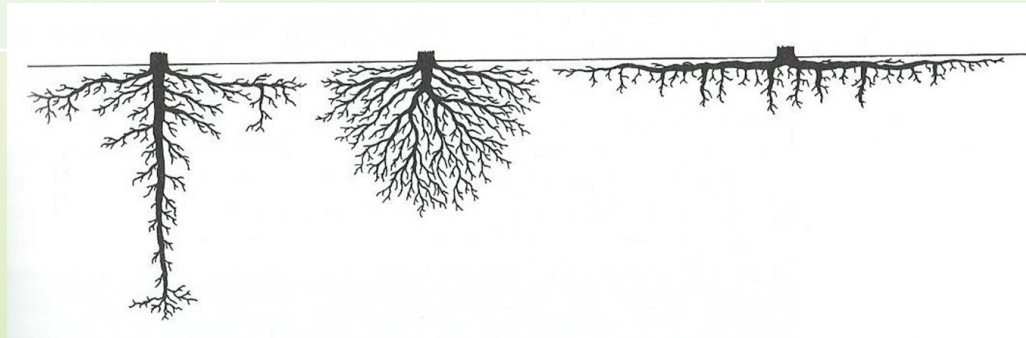
Gering	Mittel	Hoch
- Kiefer (Pinus)	- Eibe (Taxus)	- Küstentanne (Abies grandis)
- Zeder - (Atlas + Libanon) (Cedrus)	- Fichte (Picea)	- Esche (Fraxinus)
- Birke (Betula)	- Buche (Fagus)	- Erle (Alnus)
- Robinie (Robinia)	- Linde (Tilia)	- Stieleiche (Quercus robur)
- Gleditschie (Gleditsia)	- Ahorn (Acer)	
- Pappel (Populus)	- Kastanie (Aesculus)	
- Weide (Salix)	- Ulme (Ulmus)	

# Licht-Bedarf

Gering	Mittel	Hoch
- Tanne (Abies)	- Fichte (Picea)	- Birke (Betulus)
- Eibe (Taxus)	- Ahorn (Acer)	- Eiche (Quercus)
- Linde (Tilia)	- Kastanie (Aesculus)	- Esche (Fraxinus)
- Hainbuche (Carpinus betulus)	- Eiche (Quercus) +	- Weide (Salix)
- Buche (Fagus)	- Hasel (Corylus)	- Gleditschie (Gleditsia)
- Erle (Alnus)	- Ulme (Ulmus)	- Pappel (Populus)
- Sorbus (Sorbus)	- Erle (Alnus)	- Platane (Platanus)
- Ilex	- Douglaise (Pseudotsuga)	- Robinie (Robinia)
		- Lärche (Larix)

# Wurzelsysteme

Pfahl	Herz	Senker
- <b>Weißtanne</b> (Abies alba)	- Linde (Tilia)	- Fichte (Picea)
- <b>Kiefer</b> (Pinus)	- <b>Ahorn</b> (Acer)	- <b>Birke</b> (Betula)
- Eiche (Quercus)	- <b>Buche</b> (Fagus)	- <b>Pappel</b> (Populus)
- Nussbaum (Juglans)	- <b>Ulme</b> (Ulmus)	- <b>Weide</b> (Salix)
	- Erle (Alnus)	- Robinie (Robinia)
	- Rosskastanie (Aesculus)	- Silberahorn (Acer saccharinum)
	- Hainbuche (Carpinus)	- Rosskastanie



# Ph-Wert

Der **pH-Wert** ist das Maß für die saure, neutrale oder alkalische Reaktion des Bodens.

**Natürliche Böden haben pH-Werte zwischen 3 – 8, meist 5 – 6,5** (Kalkböden haben höhere pH-Werte, entkalkte oder kalkfreie Böden haben niedrige pH-Werte).

**Bäume bevorzugen pH-Werte zwischen 6 – 6,5**; allerdings gibt es Unterschiede je nach Baumart (z.B. Atlaszeder, Rotbuche, Esche, Elsbeere sind kalkliebend; Sumpfyypresse, Moorbirke, Rhododendren brauchen saure Böden).

Der pH-Wert beeinflusst stark die Verfügbarkeit von Nährstoffen im Boden. In sauren Böden kann z.B. Phosphor so festgelegt werden, dass der Baum es nicht mehr aufnehmen kann, wogegen bei sehr niedrigen pH-Werten Al-Ionen freigesetzt werden können, die für Wurzeln giftig sind.

Bäume auf alkalischen Böden bilden nicht selten sogenannte Kalkchlorosen aus, da hier Mangan und Eisen aus der Bodenlösung ausfallen und dem Baum dann nicht mehr zur Verfügung stehen.

# Ph-Wert

Gering 2- 5,5 (> Säuren)	Mittel 5,5- 5,6	Hoch 5,6- 7 (>Basen= basisch o. alkalisch)
- Rhododendron	-Alle Anderen	- Atlaszeder (Cedrus atlantica)
- Moorbirke (Betula pubescens)		
Bäume mit hohem Nährstoffbedarf sind PH empfindlicher		

# Samenarten

Anflug: Alles, was fliegt, leichte Samen Bis 600 m	Aufschlag: Alles, was geräuchartig fällt Bis 20 m	Vogelsaat: Samen, die zum keimen wirklich die Enzyme von Vogelmägen
- Weide (Salix)	- Nussbäume (Juglans)	- Apfel (Malus)
- Ulme (Ulmus)	- Buche (Fagus)	- Birne (Pyrus)
- Robinie (Robinia)	- Kastanie (Aesculus)	- Kirschbäume (Prunus)
- Pappel (Populus)	- Eiche (Quercus)	- Sorbusarten (Sorbus) /Vogelbeere
- Nadelbäume	- Birne (Pyrus)	
- Linde (Tilia)	- Apfel (Malus)	
- Hainbuche (Carpinus betulus)	- Gleditschie (Gleditsia)	
- Erle (Alnus)		
- Birke (Betulus)		
- Platane (Platanus)		
- Ahorn (Acer)		

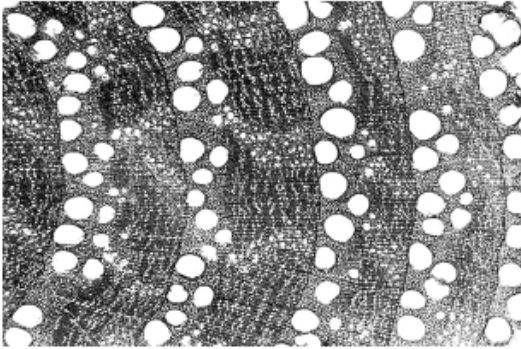
# Organisationsform

Eschenorganisation Ringporer 1-5	Ahornorganisation Zerstreutporer 10-25	Nadelbäume
- Esche (Fraxinus)	- Ahorn (Acer)	- Gingko (Ginkgo)
- Eiche (Quercus)	- Linde (Tilia)	- Zeder (Cedrus)
- Esskastanie (Castanea sativa)	- Buche (Fagus)	- Kiefer (Pinus)
- Robinie (Robinia)	- Hainbuche (Carpinus betulus)	- Eibe (Taxus)
- Ulme (Ulmus)	- Birke (Betula)	- Tanne (Abies)
- Ailanthus	- Rosskastanien (Aesculus)	- Fichte (Picea)



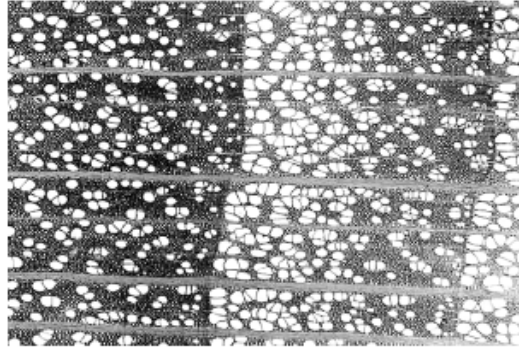
# Organisationsform

**Besonderheit beim LAUBHOLZ ist die PORIGKEIT**



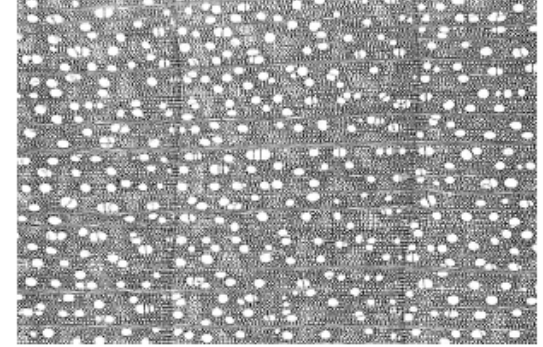
## **Ringporigkeit**

Beispiele: Eiche, Esche,  
Ulme, Edelkastanie, Robinie



## **Halbringporigkeit**

Beispiele: Kirschbaum,  
Nussbaum



## **Zerstreutporigkeit**

Beispiele: Ahorn, Buche,  
Birnbäum

Es unterscheiden sich nicht nur die Anordnung der Poren, sondern auch die Größe!

# Wassertransport und Porendurchmesser

Tabelle 12: Geschwindigkeit des Wassertransports und Porendurchmesser (zusammengestellt nach HUBER und SCHMIDT, 1936, aus HÖSTER, 1993 sowie MEYER, 1982) – MEYER-Messung in Brusthöhe, Grundtabelle von HÖSTER, ergänzt um Werte von MEYER (kursiv).

	Porenanordnung	Wassertransport [m/h]	Porendurchmesser [µm]
<i>Picea abies</i>	–	1,2	bis 45
<i>Larix decidua</i>	–	2,1	bis 55
<i>Aesculus hippocastanum</i>	zerstreutporig	0,96 – 1,0	30 – 60
<i>Fagus sylvatica</i>	zerstreutporig	1,07 – 1,1	16 – 80
<i>Pyrus communis</i>	zerstreutporig	1,1 – 1,11	50 – 80
<i>Carpinus betulus</i>	zerstreutporig	1,25	16 – 80
<i>Betula pendula</i>	zerstreutporig	1,6	30 – 130
<i>Alnus glutinosa</i>	zerstreutporig	2,0	20 – 90
<i>Magnolia acuminata</i>	zerstreutporig	2,06	–
<i>Acer pseudoplatanus</i>	zerstreutporig	2,4	30 – 110
<i>Liriodendron tulipifera</i>	zerstreutporig	2,6 – 2,62	50 – 120
<i>Tilia tomentosa</i>	zerstreutporig	3,4 – 3,43	25 – 90
<i>Laburnum anagyroides</i>	ringporig	3,9	60 – 250

<i>Juglans regia</i>	halbringporig zerstreutporig	4,1 – 4,12	120 – 160
<i>Ulmus laevis</i>	ringporig	6,0	130 – 340
<i>Populus deltoides</i>	zerstreutporig	6,25	80 – 120
<i>Carya tomentosa</i>	ringporig	19,2	180 – 300
<i>Allanthus altissima</i>	ringporig	22,2	170 – 250
<i>Castanea sativa</i>	ringporig	24,0	300 – 350
<i>Fraxinus excelsior</i>	ringporig	25,7	120 – 350
<i>Quercus rubra</i>	ringporig	27,7	250
<i>Robinia pseudoacacia</i>	ringporig	28,8	160 – 400
<i>Quercus robur</i>	ringporig	43,6	200 – 300

Angegeben sind die Höchstwerte um die Mittagszeit in 1,3 m Höhe, Werte abgerundet. Bei den Ringporen bezieht sich der Porendurchmesser auf die Frühholztracheen.

Die Wasserleitung durch Tracheiden erfolgt langsam, aber sicher. Die Wasserleitung durch Gefäße erfolgt schnell, aber mit zunehmendem Gefäßdurchmesser aufgrund der Gefahr von Luftembolien unsicher. Dabei sind besonders ringporige Bäume mit ihrer Beschränkung der Wasserleitung auf den letzten Jahrring gefährdet.

Blätter, regulierbaren Spaltöffnungen, internen Wasserspeichern sowie der Größe und Effizienz des Wurzelsystems ab. Die Antriebskraft des Wassertransportes in der Pflanze ist die Transpiration, die vor allem über die Spaltöffnungen der Blätter erfolgt. Durch die Verdunstung über die Blätter werden Wassermoleküle von unten aus den Wurzeln nachgezogen.

Die Wassertransportsysteme von Bäumen bestimmen ihre Trockenstressverträglichkeit. Diese hängt außerdem von der Cuticula der

Die Wasserfäden in Tracheiden und Gefäßen sind dabei Zugkräften ausgesetzt, die durch



# Verkernung



Geschützt unter einem robusten Panzer: das wasserleitende Splintholz zwischen Rinde und **Kernholz** bei **Robinie** (*Robinia pseudoacacia*)



Täuschend echt: Die Bildung eines **Falschkerns** der **Esche** wird durch exogene Einflüsse ausgelöst, z.B. durch einen Astabbruch. Das Holz ist **nicht dauerhaft**.

Quelle: <https://treeland.de/holz/holzbiologie/>

# Obligatorischer Farbkernholzbildung

Bäume mit obligatorischer Farbkernholzbildung:

- bilden zumeist ein dunkleres Kernholz,
- die Splint-Kern Grenze verläuft meistens entlang eines Jahrrings,
- das Verhältnis Splint/Kern ist baumartentypisch (z.B. bei Robinie 1cm, bei Eiche 3-5 cm).
- die Kernstoffe (z.B. toxische Phenolen) diffundieren in die Zellwände und imprägnieren das Holz. Hierdurch erhält es eine **natürliche erhöhte Resistenz gegenüber Schadorganismen**. Obligatorisches FKHB wird daher von holzzersetzenden Pilzen deutlich langsamer abgebaut als Splintholz. Zwar sind einige holzzersetzende Pilze aus Kernholz spezialisiert, z.B. der Schwefelporling, sie brauchen aber lange → wesentliche Strategie zur Schadensabwehr.

Z.B. bei Edelkastanie, Eiche, Ulme, Kirsche, Nussbaum, Robinie, Catalpa, Kiefer, Lärche, Douglasie, Eibe.

# Fakultativer Farbkernholzbildung

Der unterscheidet sich hinsichtlich Entstehung und Eigenschaften erheblich vom obligatorischen FKHB. Entsteht aufgrund von Umwelteinflüssen, meist durch Lufteinbruch infolge von Verletzungen.

- Das **verfärbte Holz** im Stamminnern ist unregelmäßig geformt und ungleichmäßig gefärbt
- Auch hier werden **Inhaltstoffe** synthetisiert, die das Holz verfärben. Diese dringen aber kaum in die Zellwand ein
- dient der passiven Abwehr nicht, da die Inhaltstoffe keine wesentliche Resistenz gegenüber Schadorganismen bewirken
- ▣ Z.B. Birke, Weide, Pappel, Esche, Ahorn, Rosskastanie, Linde, Buche

In der Literatur findet man die Kategorie der Splinthölzer: das Wasser wird über dem ganzen Querschnitt transportiert.) → Laut M.Walter ist das eine sehr umstrittenen Kategorie..



# Farbkernbildung

Bei vielen NH sind im Holzkörper Harzkanälen vorhanden. Diese werden sowohl axial in den Jahrringen als auch radial in den Holzstrahlen gebildet. Sie durchziehen den Holzkörper wie ein Netz.

Epithelzellen umgeben die Harzkanäle und sondern bei Bedarf Harz in diese ab. Dieses wird dann zum Beispiel bei Verletzungen an die Stelle der Beschädigung geleitet und dort abgesondert. Das ist ein Schutzmechanismus vor biotischen Schadeinflüssen.

Harzkanäle kommen zum Beispiel bei den Gattungen Kiefer (*Pinus* spp.), Lärche (*Larix* spp.) und Fichte (*Picea* spp.) vor.

Sie fehlen beispielsweise bei der Eibe (*Taxus* spp.), dem Wacholder (*Juniperus* spp.) und der Tanne (*Abies* spp.). Diese Gattungen können nicht im Holz, aber in der Rinde Harz bilden. Die Harzbildung ist bei Trockenheit erheblich erschwert oder gar nicht möglich, sodass zum Beispiel Borkenkäfer (*Scolytinae*) ohne nennenswerte Abwehr Fichten (*Picea* spp.) besiedeln können.

Der Holzkörper eines Baumes setzt sich zusammen aus dem außen liegenden **Splintholz**, charakterisiert durch das Vorhandensein noch lebender Zellen, und dem innen liegenden **Kernholz**, das nur noch aus toten Zellen besteht. Die vom Kambium nach innen abgegebenen lebenden Zellen sterben nach einigen Wochen ab, um ihre verschiedenen Funktionen erfüllen zu können. Nur die Parenchymzellen leben noch viele Jahre. Mit zunehmender Alterung verlieren die Zellen im Splintholz nach etwa 10 bis 20 Jahren ihre Fähigkeit zum Transport von Wasser. Die Parenchymzellen

sterben bei den dann einsetzenden Verkerungsprozessen ab. Dabei werden vor allem Gerbstoffe mit bakterizider und fungizider Wirkung gebildet und eingelagert. Durch diese natürliche Imprägnierung kann das Kernholz durch Pilze und Bakterien nur schwer zerstört werden. Lediglich wenige Spezialisten wie der Schwefelporling (*Laetiporus sulphureus*) sind dazu in der Lage. Aufgrund einer Oxidation der Gerbstoffe ist das Kernholz dann häufig dunkler gefärbt als das Splintholz. Viele Baumarten bilden aber auch keinen Farbkern aus oder die Verfärbung setzt erst im hohen Alter ein. Bei Weiden (*Salix* spp.), Pappeln (*Populus* spp.), Linden (*Tilia* spp.), Ahorn (*Acer* spp.) oder Birken (*Betula* spp.) unterbleibt die Verkernung, sodass diese im Innern fäulnisanfälliger sind.

Davon zu unterscheiden sind die sogenannten **Falschkernbildungen**. Dazu gehört die **Rotkernbildung** bei der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) nach stammnahen Astabschnitten oder Astabbrüchen. Diese wird wegen der wolkigen Struktur oft mit einer Holzverfärbung durch Pilzbefall verwechselt. Eine andere Form der Falschkernbildung stellt die **Nasskernbildung** dar. Bei der Pappel (*Populus* spp.) kann sich dabei ein pathologischer, mit Bakterien besiedelter Nasskern bis in den Splintholzbereich erstrecken und die Wasserversorgung des Baumes beeinträchtigen.

Tabelle 9: Vorkommen von Farbkernen bei Nadel- und Laubbäumen nach HÖSTER (1993).

Baumgattungen mit Farbkern		Baumgattungen ohne Farbkern
<i>Larix</i>	<i>Malus</i>	<i>Abies</i>
<i>Pinus</i>	<i>Platanus</i>	<i>Ginkgo</i>
<i>Pseudotsuga</i>	<i>Populus (alba, nigra)</i>	<i>Picea</i>
<i>Taxus</i>	<i>Prunus</i>	<i>Acer</i>
<i>Ailanthus</i>	<i>Quercus</i>	<i>Aesculus</i>
<i>Castanea</i>	<i>Robinia</i>	<i>Alnus</i>
<i>Catalpa</i>	<i>Salix</i>	<i>Betula</i>
<i>Corylus</i>	<i>Sophora</i>	<i>Carpinus</i>
<i>Fraxinus</i>	<i>Sorbus</i>	<i>Crataegus</i>
<i>Gleditsia</i>	<i>Ulmus</i>	<i>Fagus</i>
<i>Juglans</i>		<i>Populus (tremula)</i>
<i>Liquidambar</i>		<i>Pyrus</i>
<i>Liriodendron</i>		<i>Tilia</i>

# Verkernung

Baumgattungen mit <b>fakultativer</b> Farbkernholzbildung: nicht zwingend, nur nach Verletzungen oder Altersabhängig		Kernhölzer / Baumgattungen mit <b>obligatorischer</b> Farbkernholzbildung: bilden immer einen Kern aus
Splinthölzer	Reifhölzer	
- <b>Pappel</b> (Populus)	- Linde (Tilia)	- Eiche (Quercus)
- <b>Weide</b> (Salix)	- <b>Ahorn</b> (Acer)	- <b>Kiefer</b> (Pinus)
- <b>Birke</b> (Betula)	- Fichte (Picea)	- Kirsche (Prunus)
- Hainbuche (Carpinus)	- Rosskastanie (Aesculus)	- Esskastanie (Castanea)
	- Esche (Fraxinus)	- Robinie (Robinia)
	- Zeder (Cedrus)	- Gleditschie (Gleditsia)
		- <b>Ulme</b> (Ulmus)
		- Eibe (Taxus)
		- Lärche
		- Douglasie



## Funktion und Anatomie des Holzgewebes

(...)

### Parenchymzellen

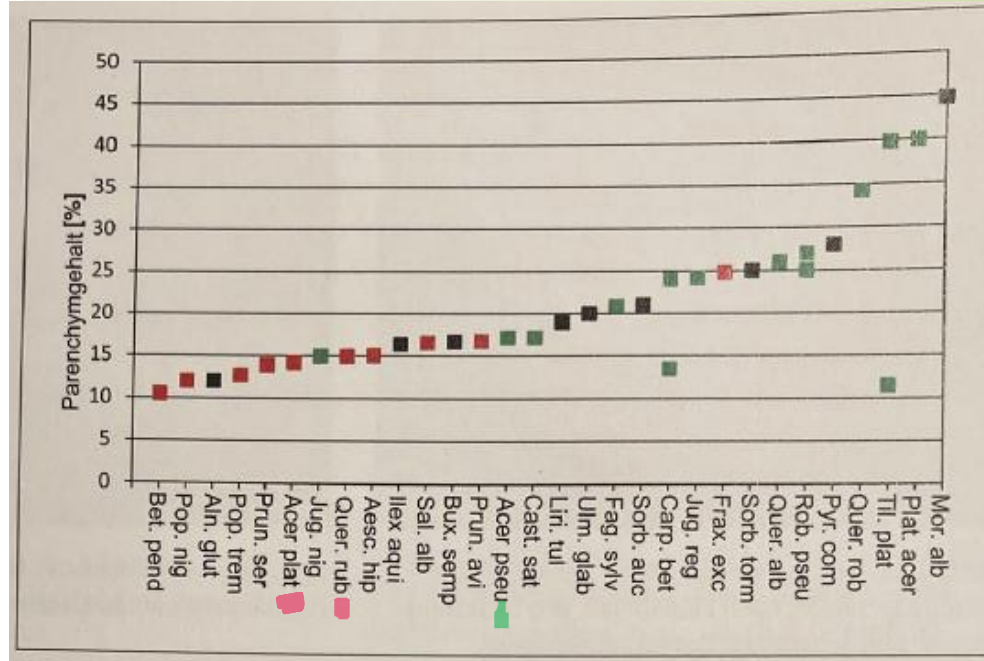
**Parenchymzellen** sind das **Speichergewebe** sowohl der Laub- als auch der Nadelhölzer. Diese verholzten **lebenden Zellen** können einen Anteil von mehr als 30% des Holzgewebe einnehmen. Sie können sowohl als **Längstparenchym axial** oder als **Strahlparenchym** in den **radial** verlaufenden **Holzstrahlen** angeordnet sein. Dadurch bilden sie ein Netzwerk, das sich über das ganze Holzgewebe des Baumes erstreckt. Durch die Lage des Parenchymgewebes zwischen Holzkörper und Rinde dient es als Transport- und Speichergewebe.

Die Reaktionsnormen eines Gehölzes auf eine Schnittmaßnahme sind genetisch fixiert. Dies bedeutet, dass die Reaktion selbstverständlich individuell ist, aber auch klon-, sorten- und artabhängig. Das zeigt sich zum Beispiel in der Klassifizierung von Gehölzgattungen nach der **Fähigkeit, eine Wunde zu kompartimentieren** (s. Kap. 2.3; FLL 2017, PFISTERER 1999, STOBBE et al. 1998). Diese Klassifizierung ist bisher längst nicht für alle relevanten Gehölze publiziert worden. Wie zuvor dargelegt wurde, sind für diese wichtige Einschätzung der Anteil lebender Zellen (Parenchym) im Holzkörper, in denen die Abwehrstoffe gebildet werden können, sowie seine räumliche Anordnung ausschlaggebend (DUJESIEFKEN und LIESE 2022, MORRIS et al. 2020).

Abbildung 6.5 gibt einen Überblick über den mittleren Parenchymgehalt verschiedener Holzarten (nach FREY-WYSSLING und AEBERLI 1942, HUBER und PRÜTZ 1938, WAGENFÜHR 2007, WEDEL 1964). Dabei wurden die Anteile an Strahlparenchym und axialem Parenchym addiert und die schwachen und effektiven Kompartimentierer nach DUJESIEFKEN und LIESE (2022) und GILMAN (2012) markiert.

Der mittlere Parenchymgehalt des Holzes ist bei der Sand-Birke (*Betula pendula*) mit 10,5 Prozent am geringsten und beim Weißen Maulbeerbaum (*Morus alba*) mit 44,7 Prozent am höchsten. Die Markierung der schwachen Kompartimentierer zeigt deutlich, dass diese mit maximal 18 bis 20 Prozent einen signifikant geringeren Parenchymgehalt haben als die effektiven Kompartimentierer. Dass Arten einer Gattung nicht pauschal zugeordnet werden können, belegten die Daten für die Gattungen *Acer* und *Quercus*. So hat die Rot-Eiche (*Quercus rubra*) einen deutlich geringeren Parenchymanteil als die Stiel-Eiche (*Quercus robur*), was der Einstufung ihrer Fähigkeit, eine Wunde abzuschotten, entspricht (DUJESIEFKEN und LIESE 2008). Der Spitz-Ahorn (*Acer platanoides*) wird nach DUJESIEFKEN und LIESE (2022) als schwacher, der Berg-Ahorn dagegen als effektiver Kompartimentierer eingestuft.

## Abschottung



Parenchymanteil im Holz verschiedener Baumarten als entscheidender Einflussfaktor für Ihre Abschottungsfähigkeit.

Rot: schwache Kompartimentierer

Grün: effektive Kompartimentierer

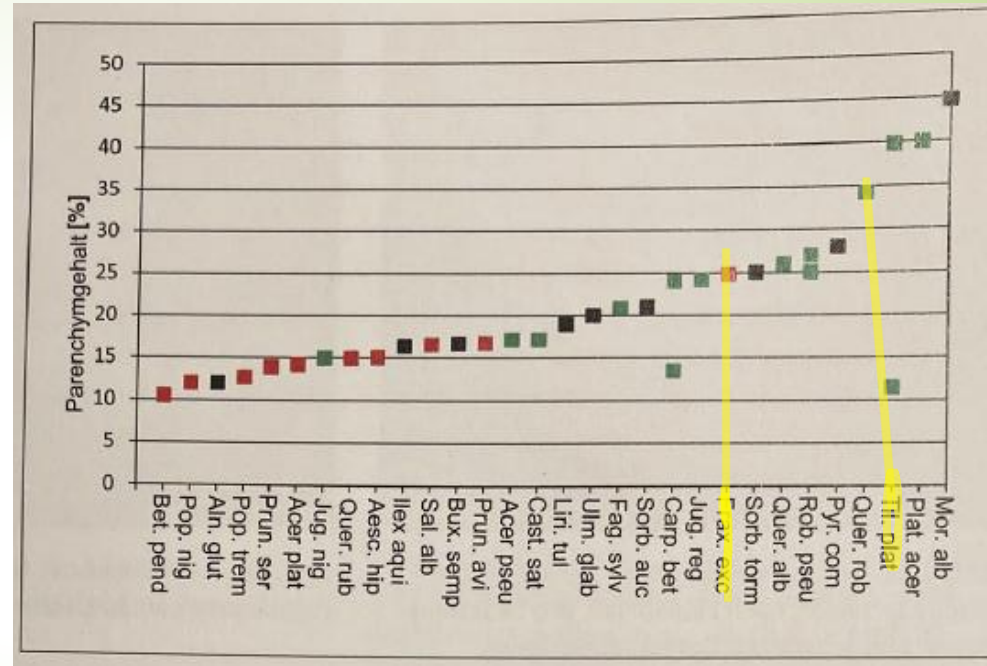
Schwarz: bisher keine Angaben

(Grafik: Ulrich Pietzarka)



## Abschottung

Die Abbildung macht jedoch auch deutlich, dass es einige Ausreißer gibt. So wird die Sommer-Linde nach DUJESIEFKEN und LIESE (2022) als effektiver Kompartimentierer eingeschätzt, hat aber mit 11,5 Prozent nur einen sehr geringen Parenchymanteil (WAGENFÜHR 2007). Eine andere Untersuchung gibt für die Sommer-Linde aber nur eine schwache Kompartimentierungsfähigkeit an (BAUM und SCHWARZE 2002). Die Abbildung zeigt auch, dass es erhebliche Unterschiede in den Angaben verschiedener Quellen gibt. So geben FREY-WYSSLING et al. (1942) für die Sommer-Linde 39,8 Prozent Parenchym an, was zu einer Einstufung als effektiver Kompartimentierer passen würde. Hier zeigt sich deutlich weiterer Untersuchungsbedarf zum Parenchymgehalt verschiedener Baumarten, seiner individuellen Streuung und eventuellen Altersabhängigkeit. Im Gegensatz dazu wird die Esche trotz des hohen Parenchymgehaltes als schwacher Kompartimentierer eingestuft. Die Ursache hierfür könnte bei dieser ringporigen Baumart in einer langsameren oder weniger effektiven Abschottung der weiten Frühholzgefäße liegen (vgl. ECKSTEIN et al. 1979). Dennoch erscheint die Trennung zwischen den schwachen und effektiven Kompartimentierern anhand des Parenchymanteils scharf genug zu sein, um auch Baumarten einzustufen, für die bisher keine Einschätzung publiziert wurde. So können Laubgehölze mit einem Parenchymanteil von über 20 Prozent (bei ringporigen über 25 Prozent) als effektive Kompartimentierer angesehen werden.



Parenchymanteil im Holz verschiedener Baumarten als entscheidender Einflussfaktor für Ihre Abschottungsfähigkeit.

Rot: schwache Kompartimentierer

Grün: effektive Kompartimentierer

Schwarz: bisher keine Angaben

(Grafik: Ulrich Pietzarka)

## Abschottung

Für die **Nadelgehölze** mit ihrem generell sehr geringen Parenchymanteil eignet sich dieser nicht, die Kompartimentierungsfähigkeit einzuschätzen. Der im Vergleich zu den Laubgehölzen geringere Tracheidendurchmesser, zusätzliche Strukturen wie z.B. **Harzkanäle**, oder **Inhaltsstoffe**, z.B. Taxol bei der Eibe, erleichtern oder unterstützen die Kompartiementierung, sodass sie zumeist als **effektive Kompartimentierer** eingeschätzt werden.



## Abschottung (s. 39-41)

Man unterscheidet effektive Kompartimentierer (gut abschottende Baumarten: z. B. Berg-Ahorn, Hainbuche, Weißdorn, Rot-Buche, Lärche, Kiefer, Platane, viele Eichenarten, Eibe, Linde, Ulme) von schwachen Kompartimentierern (schlecht abschottende Baumarten, z. B. Silber-/Spitz-Ahorn, Götterbaum, Rosskastanie, Birke, Erle, Ess-Kastanie, Baum-Hasel, Esche, Amberbaum, Apfelbaum, Pappel, Fichte, Kirsche, Rot-Eiche, Schnurbaum, Ebereschen/Mehlbeeren, Weide). Dazwischen stehen mäßige Kompartimentierer, z. B. Ginkgo, Gleditschie, Walnuss, Birne, Robinie. Dafür ist der Parenchymanteil im Splintholz entscheidend, der die unterschied-

lich erfolgreiche Fähigkeit meist gut erklären kann.

Nach CODIT stehen dem Baum anatomisch drei Zellwand-Hemmstrukturen zur Verfügung:

- 1) gegen die Ausbreitung von Pathogenen/Schäden in axialer Richtung,
- 2) gegen ihre radiale Ausbreitung,
- 3) gegen das tangential Vordringen.

Diese Strukturen sind bereits im Holz durch den anatomischen Aufbau vorgegeben, weshalb sich bei der Abschottungsqualität eine Rangfolge ergibt. Demnach verläuft die am schlechtesten abschottende Hemmung in axialer Richtung der Wasserleitungsbahnen, die einer Schadens- und Schädlingausbreitung nur geringe natürliche Grenzen entgegenzusetzen können. Effektiver ist die Hemmung in radialer Richtung, durch die einzelnen \*Jahrringe mit ihrem Spätholz, welches kleinere Zelllumina und dickere Zellwände besitzt sowie stärker verholzt ist. Vergleichsweise stark ist die Hemmung in tangentialer Richtung durch die zahlreichen Zellwände. Zudem findet in dieser Richtung der geringste Sauerstoff- und Stofftransport statt. Insbesondere das Strahlparenchym stellt hier eine effektive Grenze dar. Diese drei Hemm-

strukturen bilden die sogenannte \*Reaktionszone um das geschädigte Holz herum, welche durch chemische Modifizierung bereits vorhandener Holzzellen charakterisiert ist und ausschließlich im \*Splintholz gebildet wird. Von den noch lebenden Kambiumzellen werden nach der Verwundung Zellen produziert, die eine Grenze zwischen dem verletzten und dem neugebildeten, gesunden Holz bilden können (sogenannte \*Barrierzone).

■ **Pilzbefall – Barrierzone, Reaktionszone, Grenzschrift** Wenn Pilze das Holz lebender Bäume befallen haben und darin vordringen wollen, müssen sie zunächst in den Baum eindringen, z. B. über Lentizellen, Spaltöffnungen, Blatt- und Triebnarben, Verletzungen, und dann die im Holz vorhandenen anatomischen Hindernisse wie Zellwände, Jahrringgrenzen u. a. überwinden. Zudem kann der Baum aktiv auf den Pilzbefall reagieren, z. B. durch die Einlagerung von pilzwidrigen Substanzen im Holz, und eine sogenannte Reaktionszone (dunklere, wolkige Zonen in Abb. 2.41) gegen die infizierten Bereiche ausbilden. Wurde das Kambium des Baumes verletzt und ein Pilz dringt von außen in das Holz ein, kann sich der Baum auch mit einer sogenannten Barrierzone schützen. Mit dieser versucht er durch zusätzliche spezia-

# Abschottung

Schlecht	Mittel	Gut
- Birke (Betula)	- Fichte (Picea)	- Ginkgo (Ginkgo)
- Erle (Alnus)	- Gleditschie (Gleditsia)	- Berg- und Feld-Ahorn (Acer)
- Pappel (Populus)	- Kiefer (Pinus)	- Atlaszeder (Cedrus atlantica)
- Walnuß (Juglans regia)	- Platane (Platanus)	- Buche (Fagus)
- Weide (Salix)	- Ulme (Ulmus)	- Eibe (Taxus)
Obstbäume	- Weißtanne (Abies alba)	- Eiche (Quercus)
Silberhorn	- Rosskastanie (Aesculus)	- Hainbuche (Carpinus betulus)
	- Spitzahorn	- Lärche (Larix)
		- Linde (Tilia)



# Pilzbefall - Holzfäulen

■ **Pilzbefall – Barrierzone, Reaktionszone, Grenzschicht** Wenn Pilze das Holz lebender Bäume befallen haben und darin vordringen wollen, müssen sie zunächst in den Baum eindringen, z. B. über Lentizellen, Spaltöffnungen, Blatt- und Triebnarben, Verletzungen, und dann die im Holz vorhandenen anatomischen Hindernisse wie Zellwände, Jahrringgrenzen u. a. überwinden. Zudem kann der Baum aktiv auf den Pilzbefall reagieren, z. B. durch die Einlagerung von pilzwidrigen Substanzen im Holz, und eine sogenannte Reaktionszone (dunklere, wolkige Zonen in Abb. 2.41) gegen die infizierten Bereiche ausbilden. Wurde das Kambium des Baumes verletzt und ein Pilz dringt von außen in das Holz ein, kann sich der Baum auch mit einer sogenannten Barrierzone schützen. Mit dieser versucht er durch zusätzliche spezia-



Abb. 2.41 Kompartimentierung bei Rot-Buche (*Fagus sylvatica*) nach Fäulebefall, mit Reaktionszonen und schwarzen Demarkationslinien.



Abb. 2.42 Weißfäule mit Holzzerfaserung an Birke (*Betula pendula*) durch den Zunderschwamm.

lisierte Zellneubildung entlang von neuen Jahrringen das Vordringen des Pilzes zu verhindern. In vielen Fällen ist diese Reaktion sehr erfolgreich – das hängt von der Aggressivität des Pilzes und vom Zustand und der Art des befallenen Baumes ab, vor allem von seiner Vitalität. Sonst ist die Stand- oder Bruchsicherheit des Baumes gefährdet. Die Grenzschicht trennt nach einer Verletzung das abgestorbene bzw. vom Baum aufgegebene Gewebe vom gesunden, funktionsfähigen Holz und bewirkt die \*Abschottung. Sie ist oft dunkler als die Nachbarbereiche und wird von lebenden oder absterbenden \*Parenchymzellen gebildet. Wenn mit Zuwachsbohrern oder Bohrwiderstandsgeräten unwissend Grenzschichten im Stamminneren durchbohrt werden, können sich die Pilze in bisher intakte Bereiche ausbreiten.

■ **Holzfäulen – Weißfäule, Braunfäule, Moderfäule** Der Begriff Weißfäule wird traditionell für Holzfäulen verwendet, bei denen das Holz eine gebleichte Erscheinung annimmt. Sie tritt vor allem an Laubbäumen auf (Abb. 2.42). Im Unterschied zur Braunfäule wird hierbei neben Zellulose/Hemizellulosen auch das Lignin abgebaut, wobei das Lignin entweder im Anfangsstadium stärker oder etwa gleichmäßig zusammen mit der Zelu-

lose abgebaut wird. Die Festigkeiten bleiben länger erhalten als bei Braunfäule, es erfolgt zunächst eine Abnahme der Druckfestigkeit, erst nachfolgend auch der \*Bruch- und Zugfestigkeit. Es kommt nicht zur Rissbildung oder zu Würfelbruch wie bei Braun- und Moderfäule.

Braunfäule ist eine Holzzerse-  
tzungsart, die ausschließlich durch Basidiomyceten (Ständerpilze) verursacht wird. Sie tritt viel seltener als Weißfäule auf und ist weitgehend mit Nadelbäumen assoziiert. Im Holzsubstrat werden Zellulose und Hemizellulosen abgebaut, während das Lignin in leicht veränderter Form erhalten bleibt. Durch den bevorzugten Abbau von Kohlenhydraten erhält das Holz eine rötlich-braune Farbe und brüchige Konsistenz, zerbricht würfelförmig (Abb. 2.43) und zerfällt schließlich pulverig. Dabei gibt der Verbleib von modifiziertem Lignin dem zersetzten Holz seine charakteristische Farbe und Konsistenz. Es findet vor allem eine starke Verminderung der Biege-, Bruch- und Zugfestigkeit statt.

Das charakteristische Merkmal der Moderfäule ist das bevorzugte Wachstum der Pilzhyphen innerhalb der Zellwand, sodass sich in dieser längs zur Holzachse orientierte Hohlräume (Kavernen) bilden. Bei diesem



## Holzfäulen (s. 40-42)



Abb. 2.43 Braunfäule mit Würfelbruch an Birke (*Betula pendula*) durch den Birken-Porling.

Fäuletyp findet ein bevorzugter Zellulose- und Hemizelluloseabbau statt, Lignin wird mehr oder weniger stark abgebaut, es kommt bei Abnahme der Biege-, Bruch-, Zug- und schließlich auch der Druckfestigkeit oft zu einer charakteristischen Holzversprödung und Würfelbruch. Bei vielen Pilzarten ist der Fäuletyp vorbestimmt, aber nach neueren Erkenntnissen längst nicht bei allen, da sie ihre Zersetzungstypen modifizieren können.

■ **Faserstauchungen, Rindenfalten** Faserstauchungen können auf der druckbelasteten Stammseite vor allem an Nadelbäumen hervorgerufen werden, z. B. durch Sturmereignisse, Nassschneeeauflagen und Eisanhang. Oft bilden sich in der Folge Querrwülste über den gestauchten Stammbereichen (z. B. auf der windabgewandten Stammseite). Da die Zugfestigkeit der gestauchten Fasern vermindert ist, wird das Bruchrisiko des Stammes erhöht. Diese Erscheinung gibt es aber auch genetisch bedingt und wird forstlich als Wimperwuchs bezeichnet.

An Wurzelanläufen und bei horizontaler Abzweigung eines alten Astes vom Stamm kann es unterhalb der Astansatzstelle zu Rindenfalten kommen, da der Winkel zwischen Wurzel/Ast und Stamm beim Dickenwachstum gestaucht wird (Abb. 2.44). Dies ist eine vollkommen normale, unproblematische

Erscheinung und nicht mit den zuvor genannten Faserstauchungen zu verwechseln.

■ **Totholz, Hohlräume, Plomben** Totholz und Hohlräume entstehen mit zunehmendem Baumalter in verschiedenen Teilen des Baumes: Absterbende Astspitzen und ganze Äste in der Schattenkrone und Kronenspitze, faule/hohle Innenbereiche des Stammes und abstehende Borke, bei fortgeschrittener Seneszenz auch tote Stammteile gehören zum Baumleben natürlicherweise dazu und können ein Problem für die Verkehrssicherheit werden, wenn der Baum nahe Fuß- oder Verkehrswegen steht. Gegebenenfalls besteht dann Handlungsbedarf durch Schnitt- oder Sicherungsmaßnahmen. Auch komplett abgestorbene Bäume und Stubben sind hier zu nennen.

Totholz und Höhlungen haben in jüngster Zeit eine stark zunehmende Bedeutung für den \*Naturschutz, da dieser im Stadtbereich immer wichtiger wird und man erkannt hat, dass gerade in/auf Totholz und Hohlräumen viele geschützte Pilz-, Insekten-, Vogel-, Fledermaus-, Moos- und Flechtenarten leben/brüten (Abb. 2.45a). Man versucht daher zunehmend, durch Kompromisse und Rücksicht die Belange des Naturschutzes einzubeziehen, z. B. durch die Wahl des \*Schnittzeitpunktes (nicht zur Brutzeit), Belassen ungefährlicher Totäste, Erhalt von Höhlungen und Faulstellen.

Das früher übliche Verschließen von Stammhöhlungen durch Beton oder Ausmauern mit Pflastersteinen („Plomben“, Abb. 2.45b) hat sich als großes Problem für die weitere Baumentwicklung erwiesen, da es zu schnellerem Fäulefortschritt im Stamminneren führt aufgrund der günstigen Mikrohabitat- und -klimabedingungen, vor allem für pathogene Pilze, denn die Hohlräume können dann nicht mehr abtrocknen. Sind solche Plomben jedoch seit längerer Zeit im Stamm eingebaut und bereits eingewachsen, sind sie unbedingt zu belassen, da das Herausholen zu nochmaligen Verletzungen des Stammes führt.

Thomas Sinn

# Handbuch Baumstatik

Schadsymptome und Messverfahren zur  
Feststellung der Stand- und Bruchsicherheit



**Handbuch Baumstatik, von  
Thomas Sinn**

## Baumeigenschaften (Seiten 316-322)

### 3.2.9.5 Verkehrssicherheitsrelevante und andere Charakteristika einiger Baumarten

Die Darstellungen in den beiden nachfolgenden Unterkapiteln stellen keine hinweisenden Symptome dar.

Die stichwortartigen Anmerkungen des Autors in den nachfolgenden Ausführungen zu Pilzbefall und Verkehrssicherheit beziehen

sich jeweils auf freistehende Bäume. Sie geben die Erfahrungen aus eigenen Praxisfällen wieder. Die Größenangaben wurden dem BRUNS Sortimentskatalog (2011/2012) entnommen. In den Klammern dahinter werden eigene Erfahrungswerte wiedergegeben.



### Feldahorn (*Acer campestre*)

Allgemein bis in das hohe Alter hinein eine der sichersten und unproblematischsten Baumarten. Wächst auch strauchartig. Heimisch,

bis zu 25 m hoch und 15 m breit, frost-, hitze- und schnittverträglich. Der Baum wird 120 bis 150 Jahre alt.

### Silberahorn (*Acer saccharinum*)

In der Altersphase besteht zunehmende Ausbruchgefahr insbesondere von ausladenden Ästen vor allem an windexponierten Standorten. Aus Nordamerika, bis zu 30 m hoch und 25 m breit, frostverträglich, wurzelaggressiv,

starkwüchsig. Kurzlebige Baumart, wird selten älter als 120 Jahre. Der Zuckerahorn, *Acer saccharum*, gilt dagegen als windfest. Beide Arten werden im Ursprungsland zur Zuckergewinnung genutzt.

### Roskastanie (*Aesculus hippocastanum*)

Geringes Abschottungsvermögen. Neigt zur Ausbildung bruchgefährdeter V-Zwiesel. Aus Osteuropa, seit dem 16. Jahrhundert eingebürgert, bis zu 30 m hoch und 25 m breit, frostverträglich, streusalzempfindlich.

Vor allem bei gestressten Bäumen, zum Beispiel auf trockenen oder nicht zusagenden Standorten und wenn das abgefallene Laub nicht entfernt wird, Probleme mit Roskastanienminiermotte (*Cameraria ohridella*). Die Raupen dieses Kleinschmetterlings fressen in den Blättern befallener Bäume, die zunehmend verbraunen. Bei starkem Befall kann das bereits bis zum Sommer zum Totalverlust des Laubes und damit einer merklichen Schwächung des Baumes führen. Außer einer Bekämpfung mit chemischen Präparaten, Sexuallockstoffen oder gar einer Baumimpfung haben sich Leimringe an den Stämmen bewährt, an denen die hinaufkletternden Motten im Frühjahr nach dem Schlüpfen klebenbleiben.

Eine andere effektive Bekämpfungsmethode stellen das Einsammeln des herabgefallenen Laubes und sofortiges Verbrennen oder heißes Kompostieren über 60 °C dar. Das muss allerdings kontinuierlich über das ganze Jahr geschehen, da *Cameraria ohridella* in West- und Mitteleuropa drei bis vier aufeinanderfolgende Generationen pro Jahr ausbildet. Diese fliegen im April/Mai, Juli und Mitte August bis Ende September. Die Larven aus herabgefallenen Blättern verkriechen sich bereits nach zwei bis drei Tagen in den Boden und sind dann über das Einsammeln des Laubes nicht mehr erreichbar.

Durch die *Pseudomonas*-Rindenkrankheit können Bäume relativ rasch absterben und verkehrgefährdend sein. Die Baumart kann bis zu etwa 300 Jahre alt werden.

Handbuch Baumstatik, von  
Thomas Sinn

## Baumeigenschaften - Laubbäume

## Baumeigenschaften - Laubbäume

### Götterbaum (*Ailanthus altissima*)

Zunehmende Astbruchgefahr weit ausladender und exponierter Äste im hohen Baumalter vor allem an windexponierten Standorten. Aus China um 1740 nach Europa gebracht, bis zu 25 m hoch und 20 m breit, sehr starkwüchsig. Bis zum 10. Standjahr sind

Höhenzuwächse von mehr als 1 m im Jahr möglich, bei Wurzelsprossen noch deutlich mehr. Trockenheitsverträglich. Invasive und kurzlebige Baumart, die selten älter als 80 bis 100 Jahre wird.

### Birke, Hängebirke (*Betula pendula*)

Bei Befall mit Birkenporling (*Piptoporus betulinus*) besteht je nach Befallsbild Bruchgefahr, sonst bis in das hohe Baumalter meist unproblematisch. Durch hängenden Wuchs oftmals Beeinträchtigung des Lichttraumprofils. Heimisch, bis zu 30 m hoch und 12 m bis 15 m breit. Wegen oberflächennaher Wurzelbildung und hohem Wasserverbrauch

offenbar jedoch empfindlich gegen längere Trockenperioden, zahlreiche Ausfälle nach den Trockensommern in den Jahren 2018/2019. Stirbt ab, wenn ein zuvor feuchter Standort abtrocknet. Wird als Pionierbaumart selten älter als 100 bis 120 Jahre.



**Esskastanie, Edelkastanie (*Castanea sativa*)**  
Allgemein bis in das hohe Alter hinein eine der sichersten Baumarten. Aus Südeuropa/Nordafrika, bis zu 35 m hoch und 25 m breit, etwas frostempfindlich, hitze- und trockenheitsverträglich. Probleme mit dem um 1940 aus Amerika eingeschleppten **Kastanienrindenkrebs** (*Cryphonectria parasitica* syn. *Endothia parasitica*), der Kambium- und Bastgewebe der Bäume in befallenen Bereichen zerstört und zu einem Welken führt. Nach der Einschleppung wurden große Teile der Esskastanienbestände Südeuropas vernichtet, aktuell ist durch biologische Bekämpfung eine Erholung der Bestände feststellbar.

### **Rotbuche (*Fagus sylvatica*) und Blutbuche (*Fagus sylvatica* 'Atropunicea')**

Die Bruchsicherheit bei Pilzbefall wird insbesondere durch die Wuchsform bestimmt. Bei Ausbildung regelrechter Wurzelplatten ungeachtet der Pilzart häufig noch verkehrssicher. Bei Befall mit Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) besteht meistens Bruchgefahr, insbesondere Ausbruchgefahr von Ästen. Rotbuchen neigen zur Ausbildung bruchgefährdeter V-Zwiesel. Spontanastbruchgefahr wie bei der Massaria-Krankheit von

Vor allem auf feuchten Standorten kann die sogenannte **Tintenkrankheit**, verursacht durch einen *Phytophthora*-Pilz, von einer Blattwelke bis hin zum Absterben der Bäume führen. Das Pilzmycel befällt Bäume über die Wurzeln und führt häufig am Stammfuß zu dunklem Ausfluß, der für diese Krankheit namensgebend ist.

Esskastanien können etwa 500 bis 1.000, vielleicht sogar 2.500 Jahre alt werden. Sie werden seit der Antike im gesamten Mittelmeerraum wegen ihrer essbaren Früchte, der Maronen, angebaut.

*Platanus* spp. durch den Pilz Münzenförmige Kohlenbeere (*Biscogniauxia nummularia*).

Heimisch, bis zu 30 (35) m hoch und 30 m breit, frosthart, sehr empfindlich gegen alle Arten von Veränderungen wie Freistellung, Überfüllung, Bodenverdichtung, Trockenheit, Staunässe.

Die Baumart kann ein Alter von bis zu 300 Jahren erreichen.

**Handbuch Baumstatik, von  
Thomas Sinn**

## **Baumeigenschaften - Laubbäume**

## Baumeigenschaften - Laubbäume

### Esche (*Fraxinus excelsior*)

Bei Befall mit Zottigem Schillerporling (*Pseudoinonotus hispidus*) wie *Platanus* spp., jedoch weniger gut abschottend. Heimisch, bis zu 40 m hoch und 35 m breit, junge Pflanzen etwas frostempfindlich, sehr große Wurzelwerke, wächst mit Wurzeln in fließendes Wasser. Probleme vor allem auf feuchten Stand-

orten mit dem Pilz (*Hymenoscyphus pseudoalbidus*), der das Eschentriebsterben verursacht. Dabei trocknen befallene Bäume meist von oben zurück und zeigen mit der Zeit durch die Bildung von Reiteraten regelrechte „Büschelkronen“. Die Baumart kann bis zu 300 Jahre alt werden.

### Lederhülsenbaum, Gleditsie (*Gleditsia triacanthos*)

Verletzungsgefahr durch lange Dornen auch am Stamm jüngerer Bäume. 'Inermis' ist eine dornenlose Sorte. Auf nährstoffreichen Standorten schneller Wuchs und mit zunehmender Größe Astbruchgefahr. Daher nur auf mageren

Standorten, zum Beispiel Sandböden, pflanzen. Aus Nordamerika, bis zu 30 m hoch und 20 m breit, trockenheitsverträglich. Der Baum kann bis zu 150 Jahre alt werden.

### Platane (*Platanus × hispanica*)

Ebenfalls eine der sichersten Baumarten. Im Freiland sehr große Kronen und hohe Windlastmomente. Altbäume bilden auf geeigneten Standorten glockenförmig zwei Wurzelebenen aus, dadurch enorm standfest. In einem Gutachtenfall des Autors waren mittelalte Bäume zu beurteilen, die umgestürzt waren. Sie wiesen eine gestörte Wurzelentwicklung, vermutlich durch einen Verdichtungshorizont im

Boden, auf. Gefährdung durch Schnittmaßnahmen in der Krone und anschließenden Befall mit Zottigem Schillerporling (*Pseudoinonotus hispidus*). Widersteht bei frei gewachsenen Bäumen am Stamm und Stämmlingen dem Pilz bis in weit fortgeschrittene Befallsstadien. Bei Schiefstämmigkeit beziehungsweise Befall an Ästen kann schon früher Bruchgefahr bestehen. Verträgt ansonsten auch starke

Rückschnitte sehr gut. Ein Beispiel dafür sind Flachschnittplatanen. Nicht heimisch, Hybride aus *P. orientalis* und *P. occidentalis*, bis 30 m (40 m) hoch und breit, frosthart, hitze- und trockenheitsverträglich. Probleme mit der Massaria-Krankheit vor allem bei Altbäumen oder älteren Bäumen im Dichtstand. An Stadtstandorten häufig Probleme mit Stolperstellen durch oberflächennah wachsende Wurzeln. *Platanus* kann über 250 Jahre alt werden. Am Kloster Arnsburg bei Lich steht mit einer Baumhöhe von 41,3 m eine der höchsten Platanen Deutschlands. Der Baum ist weitgehend frei gewachsen.



### Schwarzpappel (*Populus nigra*)

Gilt als windfest, aber weit ausladende Äste können nach Erreichen der Altersphase vor allem an windexponierten Standorten zunehmend windbruchgefährdet sein. *Populus* spp. ist eine schwach abschottende Baumgattung, das heißt Pilzbefall, insbesondere an unbeschnittenen Bäumen mit hohen Windlasten, ist besonders kritisch zu werten. Seltene einheimische Baumart, bis 30 m (35 m) m hoch und 20 m (25 m) breit, im Alter auch größer, frosthart. Kann mehrere hundert (300) Jahre alt werden.

### Säulenpappel (*Populus nigra* 'Italica')

In der Altersphase kommt es nicht selten zur Nasskernbildung. Die Baumstämme sind dann im Stamminnern hohl. Dennoch sehr lange standfest, da im Verhältnis zu den Stamm-/Wurzeldimensionen nur vergleichsweise geringe Windangriffsfläche. Bis zu 30 m (35 m) hoch und 5 m (10 m) breit, kann Brettwurzeln bilden. Wie bei allen säulenförmigen Baumarten reichen die Baumwurzeln sehr weit über

### Pappel-Hybride, allgemein für verschiedene Kreuzungen, hier als *Populus* × *canadensis* spp. bezeichnet

Mehr als 10 Sorten verschiedener Pappelkreuzungen sind bekannt. Diese weisen größere Massenleistungen auf als die heimische *Populus nigra* und wurden vor allem aus ökonomischen Gründen gezüchtet oder sind durch natürliche Kreuzung entstanden. Die Kanadische Pappel (*Populus* × *canadensis* syn. *Populus* × *euramericana*) ist zum Beispiel eine Hybride aus der heimischen Schwarzpappel (*Populus nigra*) und der Kanadischen Schwarzpappel (*Populus deltoides*). Diese Hybride ent-

stand durch natürliche Kreuzung nach der Einführung von *Populus deltoides* nach Europa.

Bei Hybridpappeln kann zunehmende Bruchgefahr vor allem der unteren ausladenden Äste in einem Alter ab etwa 50 Jahren bestehen, besonders an windexponierten Standorten. Erkennungsmöglichkeit bruchgefährdeter Äste: Anfänglich bogiger Wuchs, der mit zunehmender Entfernung vom Stamm mehr in die Waagerechte übergeht.

Abb. 463: Der Pappelerindenbrand kann zum Absterben betroffener Säulenpappeln führen.

die Kronentraufe hinaus, pappeltypisch können sie oberflächennah mehr als 20 m weit streichen.

Ab  
rin  
Ab  
Sä

Pappel-Kreuzungen werden bis zu 40 m hoch und bis zu 30 m ('Robusta') breit. Sie sind starkwüchsig und frosthart. Pappel-Hybi-

den werden selten älter als 100 Jahre, können aber wie *Populus* × *canadensis* 'Robusta' auch 150 Jahre alt werden.



**Stieleiche (*Quercus robur*) und Traubeneiche (*Quercus petraea*)**  
Beide zählen mit zu den sichersten Baumarten. Gutes Abschottungsvermögen bei Pilzbefall. Das Kernholz widersteht durch die Einlagerung von Gerbstoffen mit bakterizider und fungizider Wirkung sehr lange. Bäume sind selbst bei Befall durch aggressive Pilzarten wie Lackporlinge (*Ganoderma* spp.) häufig noch einige Zeit verkehrssicher. Heimisch,

#### **Amerikanische Roteiche (*Quercus rubra*)**

In einem Gutachtenfall des Autors wurde ein Baum untersucht, der umgestürzt war. Diese *Quercus rubra* wies Befall durch *Ganoderma* spp. auf. Das Wurzelwerk des Baumes war weitgehend zersetzt, der Stamm jedoch nur wenig angegriffen. Die Baumart verfügt über ein gutes Abschottungsvermögen und eine hohe Pilzresistenz des Kernholzes. Auch sonst

#### **Robinie, Scheinakazie (*Robinia pseudoacacia*)**

Kernholzbildung und gutes Abschottungsvermögen. Altbäume, die selten älter als 120 Jahre werden, sind häufig hohl. Die Bäume sind meistens dennoch sicher, da bis zu 27 m hohe Bäume vergleichsweise geringe Windlastmomente bis 700 kNm aufweisen. Befall mit Schwefelporling (*Laetiporus sulphureus*) am Stamm zumindest in der Anfangsphase der Fruchtkörperbildung bei frei gewachsenen Bäumen für die Verkehrssicherheit meist ohne Bedeutung. Vor allem auf nährstoffreichen Böden bei Mastwuchs mit dem Alter zunehmende Astbruchgefahr, außerdem dann Gefahr vorzeitiger Verreisung und selbst

#### **Kugelrobinie (*Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera')**

Bis zu 6 m hoch und breit, sonst wie *R. pseudoacacia*. Kurzlebige Baumart, wird bis etwa 80 Jahre alt. Verreisert früh bei alljährlichem starken Rückschnitt oder auf gut versorgten Standorten.

#### **Silberweide (*Salix alba*)**

Gilt als windfest, dennoch in fortgeschrittenem Alter zunehmende Ausbruchgefahr ausladender Äste vor allem an windexponierten Standorten. Bei Pilzbefall durch Feuerschwamm (*Phellinus* spp.) sowie dem Vorhandensein von Spechthöhlen bei unbeschrittenen Bäumen meistens Bruchgefahr. Bäume mit Befall durch den Schwefelporling (*Laetiporus sulphureus*) waren zumindest im An-

bis zu 40 m hoch und 25 m breit, frosthart. *Q. robur* auch trockenheitsverträglich. Allerorten Probleme mit Befall durch Eichenprozessions Spinner (*Thaumetopoea processionea*). Artenvielfaltbaum ersten Ranges. Es wurden schon über 1.000 Insektenarten an *Quercus* spp. festgestellt. Baumalter bis etwa 800 Jahre, *Q. robur* auch etwas älter.

allgemein wenig problematisch. Aus Nordamerika, bis zu 25 m (30 m) hoch und 22 m (25 m) breit, starkwüchsig, frosthart, hitzeverträglich. Der Baum hat mit maximal 200 Jahren die Altersgrenze erreicht. Vereinzelt Probleme mit Befall durch Eichenprozessions Spinner (*Thaumetopoea processionea*).

bei vergleichsweise jungen Bäumen Neigung zur Bildung oftmals symptomloser Stockfäulen. Robinien benötigen für einen gesunden Wuchs nährstoffarme Bodenverhältnisse und leichte Böden wie zum Beispiel Sandböden. Aus Nordamerika, bis zu 25 m hoch und 20 m breit, in der Jugend sehr starkwüchsig, frosthart, gelegentlich Jungpflanzen empfindlich gegen Früh- und Spätfröste, hitze- und trockenheitsverträglich, Baumteile giftig, Stickstoffbindung durch Knöllchenbildung, weitreichende Wurzeln, dadurch häufig Wegebelagsanhebungen mit Stolperstellen.

fangsstadium des Befalles trotz des geringen Abschottungsvermögens der Gattung oftmals noch bruchssicher. Heimisch, bis zu 25 m hoch und 20 m breit, frosthart, verträgt auch starke Rückschnitte sehr gut. Ein Beispiel dafür sind Kopfweiden. Langlebigste Weidenart, kann um die 150 Jahre alt werden. Intensive, weitreichende Bodendurchwurzelung mit der Gefahr der Bildung von Stolperstellen in Wegebelägen.

#### **Trauerweide (*Salix alba* 'Tristis')**

Wie *Salix alba*, aber noch anfälliger gegen Bruchversagen vor allem im Alter und wenn Spechthöhlen gezimmert sind. Bruchgefährdet auch bei Befall mit Feuerschwamm (*Phellinus* spp.). Verträgt starke Rückschnitte sehr gut. Durch hängenden Wuchs oftmals Prob-

#### **Vogelbeere/Eberesche (*Sorbus aucuparia*)**

Heimisch, bis zu 12 m hoch und 6 m breit, frosthart, trockenheitsempfindlich. *Sorbus aucuparia* ist als Pioniergeholz kurzlebig, die Art wird selten älter als 80 Jahre.

#### **Winterlinde (*Tilia cordata*) und Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*)**

Stand- und Bruchsicherheitsgefährdung unbeschrittener Bäume im Alter bei Befall durch Lackporlinge (*Ganoderma* spp.) oder Brandkrustenpilz (*Kretzschmaria deusta*). Im Freiland sehr große Kronen und hohe Windlastmomente.

Heimisch, bis zu 30 m hoch und 20 m breit, *T. platyphyllos* bis zu 40 m hoch und 25 m breit, frosthart, *T. platyphyllos* ist luft- und bodentrockenheitsempfindlich, *T. cordata* nicht, und zudem hitzetolerant, Verschmutzung durch

#### **Silberlinde (*Tilia tomentosa*)**

Wie *Tilia platyphyllos* und *T. cordata*, Kronenaufbau häufig mit Stämmchen, die an V-Zwiebeln ansitzen.

Aus Südosteuropa, bis zu 30 m hoch und 20 m breit, frosthart, hitzeresistent, von allen *Tilia* spp. verträgt sie Trockenheit am besten, kaum Honigttau. Wird bis zu 200 Jahre alt.

Das bekannte Hummel- und auch Bienensterben unter *T. tomentosa* ist nicht der Baumart Silberlinde zuzuschreiben, auch wenn die Ursachen dafür noch nicht abschließend geklärt sind. Die früher aufgestellte Mannose-Legende (Mannose ist ein unverdaulicher/

#### **Krimlinde (*Tilia × euchlora*)**

Hybride, das heißt Kreuzung zwischen den Arten *Tilia cordata* und *Tilia dasystyla*.

Der Baum verreisert oftmals im Vergleich zu anderen Linden früh. Geringes Abschottungsvermögen gegen holzabbauende Pilze. In Parkanlagen können insbesondere an alten Astab-

leme mit dem Lichtraumprofil. Heimisch, bis zu 20 m hoch und breit, frosthart. Intensive, weitreichende Bodendurchwurzelung mit der Gefahr der Bildung von Stolperstellen in Wegebelägen. Kurzlebig, der Baum erreicht selten ein Alter von 100 Jahren.

Vergreisert vor allem auf ungeeigneten Böden früh und bildet dann in großem Umfang absterbende Kronenteile.

Honigtauabsonderung von Blattläusen vor allem an gestressten Bäumen.

Nach überdurchschnittlich kalten Wintern und trockenen Sommern vor allem auf stark verdichteten Standorten und hohe Windlastmomente. Schäden durch das Stigmina-Triebsterben durch den Pilz *Stigmina pulvinata*. Möglicherweise älteste *Tilia* ist eine *T. platyphyllos* in Schenkklengsfeld mit einem Alter von 1.000 bis 1.200 Jahren, die Altersgrenze von *T. cordata* wird bei 1.000 Jahren liegen.

giftiger Zucker) greift nicht, da dieser Zucker im Nektar von *T. tomentosa* nicht vorkommt. Wahrscheinlichste Ursachen sind der späte Blütezeitpunkt des Baumes und ein Verhungern der Tiere, da andere Blühpflanzen spät im Jahr nur noch in geringer Zahl vorhanden sind. Ein Fällen der Bäume stellt also keinen Lösungsansatz dar, denn dann wird den Tieren auch noch diese Nektarquelle genommen. Stattdessen empfiehlt sich das Pflanzen alternativer spätsommerlicher nektarreicher Blühpflanzen, wie zum Beispiel *Buddleja* oder *Rudbeckia*, in den Vorgärten.

schnitten Spechthöhlen gezimmert sein. Geringe Windlastmomente.

Bis zu 20 m hoch und 12 m breit, frosthart, hitzeresistent, verträgt zeitweilige Trockenheit. Die Altersgrenze dürfte mit etwa 150 Jahren erreicht sein.



**Stieleiche (*Quercus robur*) und Traubeneiche (*Quercus petraea*)**  
Beide zählen mit zu den sichersten Baumarten. Gutes Abschottungsvermögen bei Pilzbefall. Das Kernholz widersteht durch die Einlagerung von Gerbstoffen mit bakterizider und fungizider Wirkung sehr lange. Bäume sind selbst bei Befall durch aggressive Pilzarten wie Lackporlinge (*Ganoderma* spp.) häufig noch einige Zeit verkehrssicher. Heimisch,

#### Amerikanische Roteiche (*Quercus rubra*)

In einem Gutachtenfall des Autors wurde ein Baum untersucht, der umgestürzt war. Diese *Quercus rubra* wies Befall durch *Ganoderma* spp. auf. Das Wurzelwerk des Baumes war weitgehend zersetzt, der Stamm jedoch nur wenig angegriffen. Die Baumart verfügt über ein gutes Abschottungsvermögen und eine hohe Pilzresistenz des Kernholzes. Auch sonst

#### Robinie, Scheinakazie (*Robinia pseudoacacia*)

Kernholzbildung und gutes Abschottungsvermögen. Altbäume, die selten älter als 120 Jahre werden, sind häufig hohl. Die Bäume sind meistens dennoch sicher, da bis zu 27 m hohe Bäume vergleichsweise geringe Windlastmomente bis 700 kNm aufweisen. Befall mit Schwefelporling (*Laetiporus sulphureus*) am Stamm zumindest in der Anfangsphase der Fruchtkörperbildung bei frei gewachsenen Bäumen für die Verkehrssicherheit meist ohne Bedeutung. Vor allem auf nährstoffreichen Böden bei Mastwuchs mit dem Alter zunehmende Astbruchgefahr, außerdem dann Gefahr vorzeitiger Verreisung und selbst

#### Kugelrobinie (*Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera')

Bis zu 6 m hoch und breit, sonst wie *R. pseudoacacia*. Kurzlebige Baumart, wird bis etwa 80 Jahre alt. Verreiselt früh bei alljährlichem starken Rückschnitt oder auf gut versorgten Standorten.

#### Silberweide (*Salix alba*)

Gilt als windfest, dennoch in fortgeschrittenem Alter zunehmende Ausbruchgefahr ausladender Äste vor allem an windexponierten Standorten. Bei Pilzbefall durch Feuerschwamm (*Phellinus* spp.) sowie dem Vorhandensein von Spechthöhlen bei unbeschrittenen Bäumen meistens Bruchgefahr. Bäume mit Befall durch den Schwefelporling (*Laetiporus sulphureus*) waren zumindest im An-

bis zu 40 m hoch und 25 m breit, frosthart. *Q. robur* auch trockenheitsverträglich. Allerorten Probleme mit Befall durch Eichenprozessions Spinner (*Thaumetopoea processionea*). Artenvielfaltbaum ersten Ranges. Es wurden schon über 1.000 Insektenarten an *Quercus* spp. festgestellt. Baumalter bis etwa 800 Jahre, *Q. robur* auch etwas älter.

allgemein wenig problematisch. Aus Nordamerika, bis zu 25 m (30 m) hoch und 22 m (25 m) breit, starkwüchsig, frosthart, hitzeverträglich. Der Baum hat mit maximal 200 Jahren die Altersgrenze erreicht. Vereinzelt Probleme mit Befall durch Eichenprozessions Spinner (*Thaumetopoea processionea*).

bei vergleichsweise jungen Bäumen Neigung zur Bildung oftmals symptomloser Stockfäulen. Robinien benötigen für einen gesunden Wuchs nährstoffarme Bodenverhältnisse und leichte Böden wie zum Beispiel Sandböden. Aus Nordamerika, bis zu 25 m hoch und 20 m breit, in der Jugend sehr starkwüchsig, frosthart, gelegentlich Jungpflanzen empfindlich gegen Früh- und Spätfröste, hitze- und trockenheitsverträglich, Baumteile giftig, Stickstoffbindung durch Knöllchenbildung, weitreichende Wurzeln, dadurch häufig Wegebelagsanhebungen mit Stolperstellen.

fangsstadium des Befalles trotz des geringen Abschottungsvermögens der Gattung oftmals noch bruchssicher. Heimisch, bis zu 25 m hoch und 20 m breit, frosthart, verträgt auch starke Rückschnitte sehr gut. Ein Beispiel dafür sind Kopfweiden. Langlebigste Weidenart, kann um die 150 Jahre alt werden. Intensive, weitreichende Bodendurchwurzelung mit der Gefahr der Bildung von Stolperstellen in Wegebelägen.

#### Trauerweide (*Salix alba* 'Tristis')

Wie *Salix alba*, aber noch anfälliger gegen Bruchversagen vor allem im Alter und wenn Spechthöhlen gezimmert sind. Bruchgefährdet auch bei Befall mit Feuerschwamm (*Phellinus* spp.). Verträgt starke Rückschnitte sehr gut. Durch hängenden Wuchs oftmals Prob-

#### Vogelbeere/Eberesche (*Sorbus aucuparia*)

Heimisch, bis zu 12 m hoch und 6 m breit, frosthart, trockenheitsempfindlich. *Sorbus aucuparia* ist als Pioniergeholz kurzlebig, die Art wird selten älter als 80 Jahre.

#### Winterlinde (*Tilia cordata*) und Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*)

Stand- und Bruchsicherheitsgefährdung unbeschrittener Bäume im Alter bei Befall durch Lackporlinge (*Ganoderma* spp.) oder Brandkrustenpilz (*Kretzschmaria deusta*). Im Freiland sehr große Kronen und hohe Windlastmomente.

Heimisch, bis zu 30 m hoch und 20 m breit, *T. platyphyllos* bis zu 40 m hoch und 25 m breit, frosthart, *T. platyphyllos* ist luft- und bodentrockenheitsempfindlich, *T. cordata* nicht, und zudem hitzetolerant, Verschmutzung durch

#### Silberlinde (*Tilia tomentosa*)

Wie *Tilia platyphyllos* und *T. cordata*, Kronenaufbau häufig mit Stämmchen, die an V-Zwieseln ansitzen.

Aus Südosteuropa, bis zu 30 m hoch und 20 m breit, frosthart, hitzeresistent, von allen *Tilia* spp. verträgt sie Trockenheit am besten, kaum Honigtau. Wird bis zu 200 Jahre alt.

Das bekannte Hummel- und auch Bienensterben unter *T. tomentosa* ist nicht der Baumart Silberlinde zuzuschreiben, auch wenn die Ursachen dafür noch nicht abschließend geklärt sind. Die früher aufgestellte Mannose-Legende (Mannose ist ein unverdaulicher/

#### Krimlinde (*Tilia x euchlora*)

Hybride, das heißt Kreuzung zwischen den Arten *Tilia cordata* und *Tilia dasystyla*.

Der Baum verreiselt oftmals im Vergleich zu anderen Linden früh. Geringes Abschottungsvermögen gegen holzabbauende Pilze. In Parkanlagen können insbesondere an alten Astab-

leme mit dem Lichtraumprofil. Heimisch, bis zu 20 m hoch und breit, frosthart. Intensive, weitreichende Bodendurchwurzelung mit der Gefahr der Bildung von Stolperstellen in Wegebelägen. Kurzlebig, der Baum erreicht selten ein Alter von 100 Jahren.

Vergreiselt vor allem auf ungeeigneten Böden früh und bildet dann in großem Umfang absterbende Kronenteile.

Honigtauabsonderung von Blattläusen vor allem an gestressten Bäumen.

Nach überdurchschnittlich kalten Wintern und trockenen Sommern vor allem auf stark verdichteten Standorten und hohe Windlastmomente. Schäden durch das Stigmina-Triebsterben durch den Pilz *Stigmina pulvinata*. Möglicherweise älteste *Tilia* ist eine *T. platyphyllos* in Schenklingfeld mit einem Alter von 1.000 bis 1.200 Jahren, die Altersgrenze von *T. cordata* wird bei 1.000 Jahren liegen.

giftiger Zucker) greift nicht, da dieser Zucker im Nektar von *T. tomentosa* nicht vorkommt. Wahrscheinlichste Ursachen sind der späte Blütezeitpunkt des Baumes und ein Verhungern der Tiere, da andere Blühpflanzen spät im Jahr nur noch in geringer Zahl vorhanden sind. Ein Fällen der Bäume stellt also keinen Lösungsansatz dar, denn dann wird den Tieren auch noch diese Nektarquelle genommen. Stattdessen empfiehlt sich das Pflanzen alternativer spätsommerlicher nektarreicher Blühpflanzen, wie zum Beispiel *Buddleja* oder *Rudbeckia*, in den Vorgärten.

schnitten Spechthöhlen gezimmert sein. Geringe Windlastmomente.

Bis zu 20 m hoch und 12 m breit, frosthart, hitzeresistent, verträgt zeitweilige Trockenheit. Die Altersgrenze dürfte mit etwa 150 Jahren erreicht sein.

## NADELBÄUME

### **Zeder (*Cedrus* spp.)**

*Cedrus atlantica*, *Cedrus deodara*, *Cedrus libani*. Freistehende Bäume sind trotz der ungünstigen Holzeigenschaften in der Regel stand- und bruchsicher. Ab Erreichen der Altersphase besteht zunehmende Bruchgefahr von Ästen oder Kronenteilen, vor allem bei *Cedrus atlantica* 'Glauc'. Diese kann bis zu

40 m hoch und 20 m breit werden und wurde einmal von einem Baumpfleger als sein „Brotbaum“ bezeichnet, da er sie immer wieder aus zu kleinen Vorgärten entfernen muss. Zedern können mehrere hundert (bis 900) Jahre alt werden.

### **Serbische Fichte (*Picea omorika*)**

Trotz geringer Windlastmomente nicht selten ungenügende Verankerung im Wurzelwerk und Kippgefahr insbesondere von Altbäumen an windexponierten oder eingegengten Standorten, vor allem wenn die Bäume aufgeastet wurden. Aus Serbien, bis zu 30 m hoch und

4 m (8 m) breit, frosthart. Empfindlich gegen Bodenverdichtung, Staunässe und Verschattung. Trockenheitsempfindlich und daher in den Trockensommern 2018 und 2019 zahlreiche Ausfälle. Die Altersgrenze liegt bei 100 Jahren.

### **Gewöhnliche Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*)**

Freistehende Bäume sind in der Regel stand- und bruchsicher. Auf geeigneten Standorten deutlich besser im Boden verankert als zum Beispiel *Picea* spp. Ab Erreichen der Altersphase besteht zunehmende Bruchgefahr von Ästen unter Windeinfluss oder Schneelast.

Aus Nordamerika, bis zu 50 m (70 m) hoch und 12 m (15 m) breit. Der höchste Baum Deutschlands ist eine 67 m hohe Douglasie bei Freiburg. Kann mehrere hundert (um 500) Jahre alt werden.

### **Mammutbaum (*Sequoiadendron giganteum*)**

Allgemein bis in das hohe Alter hinein eine der sichersten Baumarten. Aus Nordamerika, bis zu 50 m hoch und 12 m (15 m) breit. Probleme mit dem Mammutbaumtriebsterben oder *Botryosphaeria*-Triebsterben (*Botryosphaeria dothidea*), das vor allem nach hohen Temperaturen im Sommer und Trockenstress auftritt. Dabei verfärben sich einzelne Zweige und Äste zunächst gelblich, werden dann

braun und sterben ab. Charakteristisch ist ein Harzaustritt an den erkrankten Ästen. Durch das Triebsterben wird die Krone immer lückiger. Zur Eindämmung sind erkrankte Triebe zu entfernen und vor allem in sommerlichen Trockenperioden ist der Baumstandort zu wässern. Der Mammutbaum wird in der amerikanischen Heimat über 3.000 Jahre alt.

Handbuch Baumstatik, von  
Thomas Sinn

# Baumeigenschaften - Nadelbäume



# DANKE

für die Aufmerksamkeit!

*Applied Sciences  
for Life*

Cecilia Sabatini