

Inhalt

	Vorwort	5
	Dank	6
1	Biologie, Morphologie, Ökologie und Vorkommen von Hausfäule- und Bauholzpilzen	15
1.1	Aufbau und makroskopische Merkmale	15
1.1.1	Fruchtkörper	16
1.1.2	Mycelien und Stränge	22
1.1.2.1	Mycelien (Oberflächenmycelien)	22
1.1.2.2	Stränge	25
1.1.2.3	Verwechslungsmöglichkeiten von Strängen oder Mycelien mit anderen Strukturen in Gebäuden	31
1.1.3	Sonderformen von Fruchtkörpern und Mycelien: Dunkelfruchtkörper	33
1.1.4	Sonderformen zur Überdauerung: Sklerotien und Bulbillen	38
1.2	Mikroskopische Merkmale	39
1.2.1	Hyphen	39
1.2.1.1	Hyphennetzwerk – innere Struktur und Mechanismen	39
1.2.1.2	Hyphentypen	42
1.2.1.3	Verwechslungsmöglichkeiten von Hyphen mit Pflanzen- und synthetischen Fasern sowie mit Tierteilen	49
1.2.2	Basidien und Sporen	51
1.3	Wachstum und Entwicklung im und am Holz	57
1.3.1	Struktur des gesunden Holzes	57
1.3.2	Natürlicher Stoffkreislauf des Holzes	58
1.3.3	Besiedlung des Holzes	58
1.3.4	Zerstörung des Holzes	60
1.3.5	Vermehrung der Pilze	61
1.4	Einfluss von Umweltfaktoren auf das Wachstum	64
1.4.1	Holzfeuchte und Wasser	64
1.4.2	Luftfeuchte und Luftaustausch	69
1.4.3	Temperatur	70
1.4.4	Versorgung mit anorganischen Nährstoffen und Sauerstoff	71
1.5	Vorkommen	72
2	Dauerhaftigkeit und Fäule	81
2.1	Dauerhaftigkeit von Holz	81
2.1.1	Dauerhaftigkeits- und Gebrauchsklassen	81
2.1.2	Beeinträchtigung der Dauerhaftigkeit durch Splintholzanteile	84
2.2	Fäuletypen und Fäulebezeichnungen	86
2.2.1	Braunfäule	88
2.2.2	Weißfäule	92
2.2.3	Moderfäule	96
2.2.4	Fäulebezeichnungen nach praktischen Gesichtspunkten (Braun- oder Weißfäule)	98
2.2.4.1	Hausfäule	98
2.2.4.2	Stammfäule und Wurzelfäule	99

2.2.4.3	Innenfäule	99
2.2.4.4	Lagerfäule und Rotstreife	100
2.3	Einteilung von Fäulepilzen nach Fäuletypen und Schadensorten	102
3	Bestimmung von Hausfäule- und Bauholzpilzen	105
3.1	Mikroskopische Bestimmung	105
3.1.1	Probenart	106
3.1.2	Mikroskopieren	106
3.1.3	Präparation	109
3.1.3.1	Präparation von frischem Material	110
3.1.3.2	Präparation von älterem oder trockenem Material	112
3.1.4	Färbungen	114
3.1.5	Bestimmung von Befallstiefe und -ausbreitung in pilzbefallenem Holz	118
3.1.6	Größenmessungen	118
3.1.7	Mikroskopische Verfahren	120
3.2	Schlüssel zur Bestimmung	125
3.2.1	Benutzung der Schlüssel	125
3.2.2	Orientierungsschlüssel: Welcher Schlüssel oder welches Kapitel führt bei der Bestimmung weiter?	128
3.2.3	Schlüssel für Fruchtkörper	131
3.2.4	Schlüssel für Stränge	160
3.2.5	Schlüssel für Stränge aus dem Mauerwerk, Putz usw.	179
3.3	Molekularbiologische Bestimmung	190
3.3.1	Vergleich und Bewertung traditioneller und molekularbiologischer Bestimmungsmethoden	190
3.3.2	Techniken auf der Grundlage der Eiweiße	192
3.3.2.1	SDS-Polyacrylamid-Gelelektrophorese	192
3.3.2.2	Immunologische Verfahren	192
3.3.3	Techniken auf Grundlage der Nukleinsäuren	193
3.3.3.1	Genomsequenzierung	193
3.3.3.2	Polymerase-Kettenreaktion	193
3.3.3.3	Untersuchung der Randomly amplified polymorphic DNA	193
3.3.3.4	Untersuchung der ribosomalen DNS	194
3.3.4	Massenspektrometrie zur Untersuchung von Eiweißen und Nukleinsäuren	199
4	Hausfäulepilze	201
4.1	Echter Hausschwamm (<i>Serpula lacrymans</i>) – Braunfäule	201
4.1.1	Fruchtkörper	207
4.1.2	Mycelien und Stränge	214
4.1.3	Mikroskopische Merkmale	225
4.1.4	Bestimmung	230
4.1.4.1	Besondere Schwierigkeiten bei der Bestimmung	231
4.1.4.2	Schlüssel für sporentragende Fruchtkörper, die dem Echten Hausschwamm (<i>Serpula lacrymans</i>) ähnlich sind	233
4.1.4.3	Sichere Bestimmung	234
4.2	Wilder Hausschwamm (<i>Serpula himantoides</i>) – Braunfäule	234
4.2.1	Fruchtkörper	236
4.2.2	Mycelien und Stränge	236
4.2.3	Mikroskopische Merkmale	239
4.3	Brauner Kellerschwamm (<i>Coniophora puteana</i>) – Braunfäule	240
4.3.1	Fruchtkörper	245
4.3.2	Mycelien und Stränge	249
4.3.3	Mikroskopische Merkmale	254
4.3.4	Bestimmung	258
4.3.4.1	Besondere Schwierigkeiten bei der Bestimmung	258
4.3.4.2	Schlüssel für Fruchtkörper der Kellerschwämme (<i>Coniophora</i> spp.)	259
4.3.4.3	Sichere Bestimmung des Mycels	260
4.4	Marmorierter Kellerschwamm (<i>Coniophora marmorata</i>) – Braunfäule	260
4.4.1	Fruchtkörper	261

4.4.2	Mycelien und Stränge	261
4.4.3	Mikroskopische Merkmale	263
4.5	Weitere Kellerschwämme (<i>Coniophora</i> spp.)	265
4.5.1	Trockener Kellerschwamm (<i>Coniophora arida</i>) – Braunfäule	265
4.5.1.1	Fruchtkörper	265
4.5.1.2	Mycelien und Stränge	265
4.5.2	Olivbrauner Kellerschwamm (<i>Coniophora olivacea</i>) – Braunfäule	265
4.5.2.1	Fruchtkörper	267
4.5.2.2	Mycelien und Stränge	267
4.5.2.3	Mikroskopische Merkmale	268
4.5.3	Häutiger Kellerschwamm (<i>Coniophora prasinoidea</i>) – Braunfäule	268
4.5.3.1	Fruchtkörper	268
4.5.3.2	Mycelien und Stränge	268
4.5.3.3	Mikroskopische Merkmale	269
4.5.4	Spindelsporiger Kellerschwamm (<i>Coniophora fusispora</i>) – Braunfäule	269
4.6	Braunfäuletrameten (<i>Antrodia</i> spp.) – Braunfäule	270
4.6.1	Wellige Braunfäuletramete (<i>Antrodia sinuosa</i>), Breitsporige Braunfäule- tramete (<i>Antrodia vaillantii</i>) und seltenere Braunfäuletrameten	270
4.6.1.1	Fruchtkörper	274
4.6.1.2	Mycelien und Stränge	278
4.6.1.3	Mikroskopische Merkmale am Beispiel der Breitsporigen Braunfäule- tramete (<i>Antrodia vaillantii</i>)	282
4.6.1.4	Bestimmung	285
4.6.2	Gelbliche Braunfäuletramete (<i>Antrodia xantha</i>)	286
4.6.2.1	Fruchtkörper	287
4.6.2.2	Mycelien und Stränge	288
4.6.2.3	Mikroskopische Merkmale	290
4.7	Ausgebreiteter Hausporling (<i>Donkioporia expansa</i>) – Weißfäule	292
4.7.1	Fruchtkörper	295
4.7.2	Mycelien	298
4.7.3	Mikroskopische Merkmale	300
4.7.4	Bestimmung	303
4.7.4.1	Schlüssel für Weißfäule-Erreger, die dem Ausgebreiteten Hausporling (<i>Donkioporia expansa</i>) ähnlich sind	303
4.7.4.2	Sichere Bestimmung des Mycels	304
4.8	Blättlinge (<i>Gloeophyllum</i> spp.) – Braunfäule	304
4.8.1	Fruchtkörper und Mycelien	309
4.8.2	Mikroskopische Merkmale	319
4.8.3	Bestimmung	321
4.8.3.1	Vergleich von Merkmalen der Blättlinge (<i>Gloeophyllum</i> spp.)	321
4.8.3.2	Sichere Bestimmung des Mycels	322
4.9	Saftporlinge (<i>Oligoporus</i> spp.) – Braunfäule	322
4.9.1	Rosafarbener Saftporling (<i>Oligoporus placenta</i>)	323
4.9.1.1	Fruchtkörper	325
4.9.1.2	Mycelien und Stränge	326
4.9.1.3	Mikroskopische Merkmale	326
4.9.2	Gelber Saftporling (<i>Oligoporus rennyii</i>)	328
4.9.3	Bauchpilz-Saftporling (<i>Oligoporus ptychogaster</i>) und Rötlicher Polsterpilz (<i>Ptychogaster rubescens</i>)	329
5	Braunfäulepilze an Bauwerken	333
5.1	Pilze mit Falten oder Lamellen	333
5.1.1	Fältlingshäute (<i>Leucogyrophana</i> spp.)	333
5.1.1.1	Kleine Fältlingshaut (<i>Leucogyrophana pulverulenta</i>)	335
5.1.1.2	Sklerotien-Fältlingshaut (<i>Leucogyrophana mollusca</i>)	338
5.1.1.3	Kiefern-Fältlingshaut (<i>Leucogyrophana pinastri</i>)	342
5.1.1.4	Vergleich der Fältlingshäute (<i>Leucogyrophana</i> spp.) mit den Haus- schwämmen (<i>Serpula</i> spp.) und den Kellerschwämmen (<i>Coniophora</i> spp.) .	345
5.1.1.5	Sichere Bestimmung des Mycels	350
5.1.2	Muschel-Krempling (<i>Paxillus panuoides</i>)	350

5.1.2.1	Fruchtkörper	351
5.1.2.2	Mycelien und Stränge	354
5.1.2.3	Mikroskopische Merkmale	356
5.1.2.4	Sichere Bestimmung des Mycels	357
5.1.3	Schuppiger Sägeblättling (<i>Lentinus lepideus</i>)	357
5.1.3.1	Fruchtkörper	359
5.1.3.2	Mycelien	361
5.1.3.3	Mikroskopische Merkmale	362
5.2	Pilze mit Poren oder Leisten	363
5.2.1	Eichenwirrling (<i>Daedalea quercina</i>)	363
5.2.1.1	Fruchtkörper	364
5.2.1.2	Mycelien	366
5.2.1.3	Mikroskopische Merkmale	366
5.2.2	Baumschwämme (<i>Fomitopsis</i> spp.)	367
5.2.2.1	Rotrandiger Baumschwamm (<i>Fomitopsis pinicola</i>)	367
5.2.2.2	Rosafarbener Baumschwamm (<i>Fomitopsis rosea</i>)	370
5.3	Pilze mit gallertigen Fruchtkörpern, Gewebehäute, Haut-, Schicht- und Rindenpilze	371
5.3.1	Gallertränen (<i>Dacrymyces</i> spp.)	371
5.3.1.1	Fruchtkörper	373
5.3.1.2	Mikroskopische Merkmale	374
5.3.2	Weiche Gewebehaut (<i>Hypochniciellum molle</i>)	374
5.3.2.1	Fruchtkörper, Mycelien und Stränge	374
5.3.2.2	Mikroskopische Merkmale	375
5.3.3	Eichen-Krustenhaut (<i>Crustoderma dryinum</i>)	376
5.3.3.1	Fruchtkörper und Mycelien	376
5.3.3.2	Mikroskopische Merkmale	376
5.3.3.3	Bestimmung: Abgrenzung ähnlicher Arten	377
5.3.4	Schwefelporling als Nebenfruchtform (<i>Laetiporus sulphureus</i>)	377
6	Weißfäulepilze an Bauwerken	381
6.1	Pilze mit Lamellen	381
6.1.1	Seitlinge (<i>Pleurotus</i> spp.)	381
6.1.1.1	Fruchtkörper, Mycelien und Stränge	382
6.1.1.2	Mikroskopische Merkmale	384
6.1.2	Krüppelfüßchen (<i>Crepidotus</i> spp.)	385
6.1.2.1	Fruchtkörper, Mycelien und Stränge	385
6.1.2.2	Mikroskopische Merkmale des Gallertfleischigen Krüppelfüßchens (<i>Crepidotus mollis</i>)	386
6.1.3	Gemeiner Spaltblättling (<i>Schizophyllum commune</i>)	386
6.1.3.1	Fruchtkörper und Mycelien	387
6.1.3.2	Mikroskopische Merkmale	388
6.2	Pilze mit Poren	388
6.2.1	Feuerschwämme (<i>Phellinus</i> spp.)	388
6.2.1.1	Großporiger Feuerschwamm (<i>Phellinus contiguus</i>)	389
6.2.1.2	Kiefern-Feuerschwamm (<i>Phellinus pini</i>)	392
6.2.1.3	Dunkelgezonter Feuerschwamm (<i>Phellinus nigrolimitatus</i>)	394
6.2.1.4	Schlüssel für dunkelfleischige Weißfäule-Erreger ohne Schnallen, die den Feuerschwämmen (<i>Phellinus</i> spp.) ähnlich sind	395
6.2.2	Trameten (<i>Trametes</i> spp.)	396
6.2.2.1	Fruchtkörper und Mycelien	398
6.2.2.2	Mikroskopische Merkmale	400
6.2.2.3	Schlüssel für hellfleischige Weißfäule-Erreger mit Poren und Schnallen, die den Trameten (<i>Trametes</i> spp.) ähnlich sind	401
6.2.3	Dauerporenschwämme (<i>Perenniporia</i> spp.)	402
6.2.3.1	Fruchtkörper und Mycelien	403
6.2.3.2	Mikroskopische Merkmale	404
6.2.4	Gemeiner Wurzelschwamm (<i>Heterobasidion annosum</i>)	404
6.2.4.1	Fruchtkörper	405
6.2.4.2	Mycelien	406

6.2.4.3	Mikroskopische Merkmale	406
6.2.5	Grauender Porling (<i>Diplomitoporus lindbladii</i>)	406
6.2.5.1	Fruchtkörper	408
6.2.5.2	Mycelien und Stränge	408
6.2.5.3	Mikroskopische Merkmale	410
6.2.6	Gelbporiger Spaltporling (<i>Schizopora flavipora</i>)	411
6.2.7	Angebrannter Rauchporling (<i>Bjerkandera adusta</i>)	412
6.2.8	Gemeiner Violettporling (<i>Trichaptum abietinum</i>)	412
6.2.9	Seltene Porlinge an Bauwerken	414
6.2.9.1	Wässriger Porling (<i>Physisporinus vitreus</i>) und Rotfleckender Höckerporenschwamm (<i>Physisporinus sanguinolentus</i>)	414
6.2.9.2	Wachsporling (<i>Ceriporia metamorphosa</i>) und Schleimiger Wachsporenschwamm (<i>Ceriporiopsis mucida</i>)	415
6.3	Schicht- und Rindenpilze	416
6.3.1	In Gebäuden entstehende Schicht- und Rindenpilze	417
6.3.1.1	Sternsetenpilze (<i>Asterostroma</i> spp.)	417
6.3.1.2	Stachelsporlinge (<i>Trechispora</i> spp.)	423
6.3.1.3	Zusammenfließender Reibeisenpilz (<i>Cerocorticium confluens</i>)	426
6.3.1.4	Rindenpilze (<i>Hyphoderma</i> spp.) und Zähnchenrindenpilze (<i>Hyphodontia</i> spp.)	426
6.3.1.5	Zweifarbiger Harz-Rindenpilz (<i>Resinicium bicolor</i>)	428
6.3.1.6	Mosaik-Schichtpilz (<i>Xylobolus frustulatus</i>) und Umlaufbraune Borstenscheibe (<i>Hymenochaete rubiginosa</i>)	430
6.3.2	Häufig in Gebäude eingebrachte Schicht- und Rindenpilze	431
6.3.2.1	Schichtpilze (<i>Stereum</i> spp.)	432
6.3.2.2	Zystidenrindenpilze (<i>Phanerochaete</i> spp.)	434
6.3.2.3	Zystidenrindenpilze (<i>Peniophora</i> spp.)	436
6.3.3	Schlüssel für Schicht- und Rindenpilze mit Weißfäule und dünnwandigen Sporen (häufigere Arten an Holzkonstruktionen)	437
7	Moderfäulepilze an Bauwerken	441
7.1	Vorkommen, Holzschutzmittel, Bedeutung und Verbreitung	441
7.2	Holzfeuchte und Holzabbau	442
7.3	Beurteilung von Schäden	445
7.4	Makroskopische Befallsmerkmale	446
7.4.1	Abbaubild	446
7.4.2	Fruchtkörper und Mycelien	447
7.5	Mikroskopische Befallsmerkmale	449
8	Holz nicht oder nur langsam zerstörende Pilze an Bauwerken	453
8.1	Basidiomyceten	453
8.1.1	Tintlinge (<i>Coprinus</i> spp.) – zum Teil schwache Weißfäule	453
8.1.1.1	Fruchtkörper, Mycelien und Stränge	454
8.1.1.2	Mikroskopische Merkmale	458
8.1.1.3	Ähnliche Pilze an Holz und Pilze an ähnlichen Standorten	459
8.1.2	Bauchpilze (Gasteromyceten)	460
8.1.2.1	Birnen-Stäubling (<i>Lycoperdon pyriforme</i>)	460
8.1.2.2	Kartoffelbovist (<i>Scleroderma</i> spp.)	461
8.1.3	Haariges Filzgewebe (<i>Tomentella crinalis</i>)	462
8.1.4	Röhrlinge (u. a. <i>Boletus</i> , <i>Leccinum</i> , <i>Xerocomus</i> spp.)	463
8.2	Ascomyceten	464
8.2.1	Becherlinge (<i>Peziza</i> spp.)	464
8.2.1.1	Fruchtkörper und Mycelien	466
8.2.1.2	Mikroskopische Merkmale	467
8.2.2	Weitere becherförmige Pilze	468
8.2.2.1	Feuerkissen (<i>Pyronema</i> spp.)	469
8.2.2.2	Gelbsporiger Schwarzbecherling (<i>Orbicula parietina</i>)	470
8.2.3	Schlüssel für fleischige Ascomyceten (Auswahl)	471

8.3	Bläuepilze	472
8.3.1	Vorkommen	473
8.3.2	Entstehung von Bläuepilzbefall	474
8.3.3	Kategorisierung und Tolerierbarkeit von Bläuepilzbefall (Normen)	475
8.3.4	Wachstum von Bläuepilzen und Veränderungen des Holzes	477
8.3.5	Wichtige Gattungen und eine wichtige Art (<i>Aureobasidium pullulans</i>).	480
8.3.6	Bestimmung	480
8.4	Schimmelpilze	482
8.4.1	Wachstum und Holzabbau	483
8.4.2	Schimmelpilze an Holz und Holzwerkstoffen	484
8.4.3	Mikroskopische Merkmale und Bestimmung	487
8.5	Schleimpilze	488
8.5.1	Bedeutung und Verbreitung	488
8.5.2	Vorkommen, Entwicklung und Bestimmung	489
9	Nicht von Pilzen verursachte Holzschäden	491
9.1	Mazeration (Korrosion des Holzes)	491
9.2	Holzabbau durch holzerstörende Bakterien	495
9.3	Verwitterung (Vergrauen)	496
9.4	Bewuchs mit Flechten und Algen	498
10	Befallene Gebäude: Untersuchungsmethoden und Doppelbefall	501
10.1	Methoden zur Untersuchung von Gebäuden	501
10.1.1	Augenschein und Bauteilöffnung	501
10.1.2	Probenentnahme	502
10.1.3	Bohrkernentnahme	504
10.1.4	Endoskopie	504
10.1.5	Bohrwiderstandsmessung (Resistographie)	506
10.1.6	Gravimetrische Holzfeuchte-Bestimmung	506
10.1.7	Methoden zur Vitalitätsbestimmung	507
10.1.7.1	Auswuchsversuche (Feuchteammer)	509
10.1.7.2	FDA-Verfahren	510
10.1.7.3	ATP-Bestimmung	511
10.1.8	Methoden zur Feststellung von Schäden an Holz	511
10.1.8.1	Bestimmung der Holzdichte	511
10.1.8.2	pH-Wert-Messung	511
10.1.8.3	Ionenkonzentrationsmessung	512
10.2	Doppelbefall mit mehreren Fäulepilzen sowie mit Pilzen und Insekten	512
10.2.1	Doppelbefall mit Braun-, Weiß- und Moderfäulepilzen	512
10.2.2	Doppelbefall mit Pilzen und Insekten	517
10.2.2.1	Gemeinsames Auftreten von Pilzen und Insekten	517
10.2.2.2	Pilz-Insekten-Beziehungen	517
11	Sanierung bei Schäden durch Hausfäule- und Bauholzpilze	519
11.1	Neuartige Befälle und Schadbilder in Flachdächern	519
11.2	Gefährdungen durch Fäulepilze	520
11.3	Entdeckung von Fäuleschäden und Bewertung einer Sanierung	521
11.4	Anforderungen an Beteiligte einer Sanierung	522
11.4.1	Gutachter	522
11.4.2	Ausführende Betriebe	523
11.5	Für eine Sanierung notwendige Maßnahmen	523
11.5.1	Sicherungsmaßnahmen	524
11.5.2	Bestimmung des Schadenserregers und des Befallsausmaßes	524
11.5.3	Bekämpfung von Hausfäule- und Bauholzpilzen in Gebäuden	527
11.5.3.1	Normen und Merkblätter	527
11.5.3.2	Maßnahmen zur Bekämpfung	529
11.5.3.3	Sanierungsansätze	535
11.5.4	Bekämpfung von Fäulepilzen im Freien	542

11.5.5	Besondere Hinweise zur Bekämpfung einiger Pilzgattungen und -gruppen.	542
11.5.6	Nachhaltige Trockenlegung des Gebäudes	543
11.5.7	Wieder- oder Neuherstellung der sanierten Räume	544
11.5.8	Maßnahmen zur Vermeidung von einem Wiederbefall	546
11.6	Sonderverfahren zur Schadensbehandlung	548
11.6.1	Heißluftverfahren	548
11.6.2	Warmluft-Trocknung, Begasung und Sanierung einzelner Balken und Holzteile	551
11.7	Vorbeugende Maßnahmen zur Schadensbegrenzung und -vermeidung.	552
11.7.1	Baulicher Holzschutz: Holzschutz durch entsprechende Konstruktion.	552
11.7.2	Alternativer Holzschutz	552
11.7.3	Holzvergütungen	553
11.7.4	Holz-Plastik-Verbundstoffe (WPC)	554
12	Anhang	555
12.1	Erklärung von Fachbegriffen und Abkürzungen	555
12.2	Namen von Pilzen, Holzarten und Pflanzen.	567
12.3	Literaturverzeichnis	582
12.3.1	Normen	582
12.3.2	Literatur	582
12.4	Stichwortverzeichnis	600