

# **Hausfäule- und Bauholzpilze**

Diagnose und Sanierung

mit 984 Abbildungen und 77 Tabellen

**Dr. Tobias Huckfeldt**

**Professor Dr. Olaf Schmidt**



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Grundlagen zur Biologie, Morphologie und Ökologie der Hausfäulepilze .....</b>	13
1.1	Aufbau und Merkmale von Hausfäulepilzen .....	13
1.1.1	Fruchtkörper .....	14
1.1.2	Mycelien und Stränge .....	17
1.1.3	Verwechslungen mit Wurzeln, Schimmelpilzen und Spinnengewebe .....	19
1.2	Mikroskopische Merkmale von Hausfäulepilzen .....	20
1.2.1	Hyphen .....	20
1.2.2	Fruchtkörper .....	27
1.3	Wachstum und Entwicklung von Hausfäulepilzen im und am Holz .....	30
1.3.1	Struktur des gesunden Holzes .....	30
1.3.2	Dauerhaftigkeits- und Gefährdungsklassen von Holz .....	31
1.3.3	Natürlicher Stoffkreislauf des Holzes .....	33
1.3.4	Besiedlung von Holz .....	33
1.3.5	Zerstörung des Holzes .....	34
1.3.6	Vermehrung der Pilze .....	35
1.4	Einfluss von Umweltfaktoren auf das Wachstum von Hausfäulepilzen .....	36
1.4.1	Holzfeuchte .....	36
1.4.2	Luftfeuchte und Luftaustausch .....	40
1.4.3	Temperatur .....	40
1.4.4	Versorgung mit anorganischen Nährstoffen und Sauerstoff .....	42
1.4.5	Ursachen für erhöhte Holzfeuchte in Gebäuden .....	42
<b>2</b>	<b>Fäuletypen .....</b>	45
2.1	Braunfäule .....	45
2.2	Weißfäule .....	49
2.2.1	Weißlochfäule .....	49
2.2.2	„Rotfäule“ .....	49
2.2.3	„Grünfäule“ .....	49
2.3	Fäuleschäden mit Braun- oder Weißfäule .....	50
2.3.1	Stammfäule .....	50
2.3.2	Innenfäule .....	50
2.3.3	Lagerfäule und Rotstreife .....	51
2.3.4	Hausfäule .....	51
2.4	Moderfäule .....	52
2.5	Gruppierung der Hausfäulepilze nach Fäuletypen .....	52
<b>3</b>	<b>Methoden zur Untersuchung von Gebäuden .....</b>	55
3.1	Wichtige Methoden .....	55
3.1.1	Probenentnahme zur Pilzbestimmung .....	55
3.1.2	Bohrkerne .....	56
3.1.3	Endoskopie .....	57
3.1.4	Bohrwiderstandsmessungen (Resistographie) .....	58
3.1.5	Bestimmung der Holzfeuchte .....	58
3.1.6	Vitalitätsbestimmung .....	59

3.2	Weitere Methoden .....	62
3.2.1	Bestimmung der Holzdichte .....	62
3.2.2	pH-Wert-Messung .....	62
3.2.3	Ionenkonzentrationsmessung .....	62
<b>4</b>	<b>Einführung in die mikroskopische Bestimmung von Hausfäulepilzen .....</b>	<b>65</b>
4.1	Probenart .....	66
4.1.1	Fruchtkörper .....	66
4.1.2	Mycelien .....	66
4.2	Mikroskopieren .....	66
4.2.1	Präparation von frischem Material .....	67
4.2.2	Präparation von älterem oder trockenem Material .....	68
4.3	Färben und Messen .....	70
4.3.1	Färben von Mycel-Präparaten .....	71
4.3.2	Färben von pilzbefallenen Holz .....	72
4.3.3	Farbstoffe und Lösungen .....	73
4.3.4	Größenmessungen .....	73
4.4	Mikroskopische Verfahren .....	74
4.4.1	Durchlicht-Hellfeld .....	74
4.4.2	Phasenkontrast .....	74
4.4.3	Schiefe Beleuchtung .....	74
4.4.4	Durchlicht-Dunkelfeld .....	75
4.4.5	Polarisation .....	75
4.4.6	Vergleich mikroskopischer Verfahren .....	76
<b>5</b>	<b>Sanierung bei Hausfäuleschäden .....</b>	<b>79</b>
5.1	Allgemeines .....	79
5.1.1	Sachverständige/Gutachter .....	79
5.1.2	Ausführung durch Fachfirmen .....	80
5.1.3	Gesundheitsgefährdung durch Hausfäule- und Schimmelpilze .....	80
5.2	Für die Sanierung notwendige Maßnahmen .....	80
5.2.1	Vorarbeiten und Sicherungsmaßnahmen .....	81
5.2.2	Bestimmung des Schadenserregers und des Befallsausmaßes .....	81
5.2.3	Bekämpfung des Befalls .....	82
5.2.4	Nachhaltige Trockenlegung des Gebäudes .....	92
5.2.5	Wieder- oder Neuherstellung der sanierten Räume .....	92
5.2.6	Vermeidung von Wiederbefall .....	94
5.3	Sonderverfahren zur Behandlung von Hausfäulepilzen .....	95
5.3.1	Heißluftverfahren gegen holzzerstörende Pilze .....	95
5.3.2	Sanierung einzelner Balken und Holzteile .....	97
5.4	Vorbeugende Maßnahmen zur Begrenzung eines Hausfäulepilzbewuchses .....	98
5.4.1	Baulicher Holzschutz – Holzschutz durch entsprechende Konstruktion .....	98
5.4.2	Alternativer Holzschutz .....	98
5.4.3	Holzvergütungen .....	98
<b>6</b>	<b>Diagnose von Hausfäulepilzen .....</b>	<b>99</b>
6.1	Tabellarische Übersicht der typischen Merkmale wichtiger Hausfäulepilze .....	99
6.2	Benutzung der Schlüssel .....	99
6.3	Makroskopischer Schlüssel für Fruchtkörper von Gebäudepilzen .....	102
6.4	Schlüssel für Strang bildende Hausfäulepilze .....	124

---

<b>7</b>	<b>Molekularbiologische Bestimmung von Hausfäulepilzen</b>	139
7.1	Rückblick auf klassische Methoden	139
7.2	Molekularbiologische Methoden	141
7.2.1	Techniken auf der Grundlage der Eiweiße	141
7.2.2	Techniken auf der Grundlage der Nukleinsäuren	142
7.2.3	Molekulare Techniken für Hausfäulepilze in der Entwicklungsphase	147
<b>8</b>	<b>Hausfäulepilze in Gebäuden</b>	149
8.1	Häufigkeit und Vorkommen	149
8.2	Echter Hausschwamm ( <i>Serpula lacrymans</i> ) und Wilder Hausschwamm ( <i>Serpula himantoides</i> )	149
8.2.1	Fruchtkörper	154
8.2.2	Mycelien und Stränge	160
8.2.3	Mikroskopische Merkmale	168
8.2.4	Besondere Schwierigkeiten bei der Bestimmung	173
8.2.5	Sichere Bestimmung des Mycels	175
8.3	Brauner Kellerschwamm ( <i>Coniophora puteana</i> )	175
8.3.1	Fruchtkörper	178
8.3.2	Stränge	181
8.3.3	Mycelien	183
8.3.4	Mikroskopische Merkmale	186
8.3.5	Besondere Schwierigkeiten bei der Bestimmung	190
8.3.6	Sichere Bestimmung des Mycels	190
8.4	Marmorierter Kellerschwamm ( <i>Coniophora marmorata</i> )	191
8.4.1	Fruchtkörper	191
8.4.2	Mycelien und Stränge	192
8.4.3	Mikroskopische Merkmale	193
8.5	Trockener Kellerschwamm ( <i>Coniophora arida</i> )	194
8.5.1	Fruchtkörper	194
8.5.2	Mycelien und Stränge	195
8.6	Breitsporiger und Schmalsporiger Weißer Porenschwamm ( <i>Antrodia vaillantii</i> und <i>Antrodia sinuosa</i> ) und Reihige Tramete ( <i>Antrodia serialis</i> )	196
8.6.1	Fruchtkörper	198
8.6.2	Mycelien und Stränge	201
8.6.3	Mikroskopische Merkmale	204
8.6.4	Besondere Schwierigkeiten bei der Bestimmung	207
8.6.5	Sichere Bestimmung des Mycels	207
8.7	Gelber Porenschwamm ( <i>Antrodia xantha</i> )	207
8.7.1	Fruchtkörper	208
8.7.2	Mycelien und Stränge	210
8.7.3	Mikroskopische Merkmale	211
8.8	Seltene Porlinge an nassem Holz	212
8.8.1	Stachelsporlinge ( <i>Trechispora</i> spp.)	212
8.8.2	Wässriger und Rotfleckender Porling ( <i>Physisporinus vitreus</i> und <i>Physisporinus sanguinolentus</i> )	214
8.9	Ausgebreiteter Hausporling ( <i>Donkioporia expansa</i> )	215
8.9.1	Fruchtkörper	216
8.9.2	Mycelien und Stränge	219
8.9.3	Mikroskopische Merkmale	222
8.9.4	Sichere Bestimmung des Mycels	224
8.10	Blättinge ( <i>Gloeophyllum</i> spp.)	225
8.10.1	Fruchtkörper	228
8.10.2	Mycelien	232
8.10.3	Mikroskopische Merkmale	234

---

8.10.4	Merkmalsvergleich der Blättlingsarten . . . . .	235
8.10.5	Sichere Bestimmung des Mycels . . . . .	237
8.11	Fältlingshäute ( <i>Leucogyrophana</i> spp.) . . . . .	237
8.11.1	Kleine Fältlingshaut ( <i>Leucogyrophana pulverulenta</i> ) . . . . .	238
8.11.2	Sklerotien-Fältlingshaut ( <i>Leucogyrophana mollusca</i> ) . . . . .	240
8.11.3	Kiefern-Fältlingshaut ( <i>Leucogyrophana pinastri</i> ) . . . . .	243
8.11.4	Vergleich der Fältlingshäute mit den Hausschwammarten und dem Braunen Kellerschwamm . . . . .	245
8.11.5	Sichere Bestimmung des Mycels . . . . .	249
8.12	Muschel-Krempling ( <i>Paxillus panuoides</i> ) und ähnliche Pilze . . . . .	250
8.12.1	Fruchtkörper des Muschel-Kremplings . . . . .	251
8.12.2	Mycelien und Stränge des Muschel-Kremplings . . . . .	253
8.12.3	Mikroskopische Merkmale des Muschel-Kremplings . . . . .	254
8.12.4	Sichere Bestimmung des Mycels des Muschel-Kremplings . . . . .	255
8.12.5	Pilze, die dem Muschel-Krempling ähneln . . . . .	255
8.13	Seltene Mycelformen in Gebäuden: Dunkelfruchtkörper . . . . .	259
<b>9</b>	<b>Merkmale von weniger beachteten Pilzen in Gebäuden . . . . .</b>	<b>263</b>
9.1	Grauer Porling ( <i>Diplomitoporus lindbladii</i> ) . . . . .	263
9.1.1	Fruchtkörper . . . . .	263
9.1.2	Mycelien und Stränge . . . . .	263
9.1.3	Mikroskopische Merkmale . . . . .	264
9.2	Feuerschwämme ( <i>Phellinus</i> spp.) . . . . .	266
9.2.1	Großporiger Feuerschwamm ( <i>Phellinus contiguus</i> ) . . . . .	266
9.2.2	Kiefern-Feuerschwamm ( <i>Phellinus pini</i> ) . . . . .	270
9.3	Sternsetenpilze ( <i>Asterostroma</i> spp.) . . . . .	272
9.3.1	Fruchtkörper . . . . .	272
9.3.2	Mycelien und Stränge . . . . .	274
9.3.3	Mikroskopische Merkmale . . . . .	274
9.4	Schuppiger Sägeblättling ( <i>Lentinus lepideus</i> ) . . . . .	276
9.4.1	Fruchtkörper . . . . .	276
9.4.2	Mycelien . . . . .	278
9.4.3	Mikroskopische Merkmale . . . . .	278
9.5	Zerfließende und Bewurzelte Gallertränne ( <i>Dacryomyces stillatus</i> und <i>Dacryomyces capitatus</i> ) . . . . .	279
9.5.1	Fruchtkörper . . . . .	279
9.5.2	Mikroskopische Merkmale . . . . .	280
9.6	Rosafarbener Saftporling ( <i>Oligoporus placenta</i> ) und ähnliche Arten . . . . .	281
9.6.1	Fruchtkörper des Rosafarbenen Saftporlings . . . . .	282
9.6.2	Mycelien und Stränge des Rosafarbenen Saftporlings . . . . .	282
9.6.3	Mikroskopische Merkmale des Rosafarbenen Saftporlings . . . . .	283
9.6.4	Ähnliche Arten . . . . .	284
9.7	Eichenwirrling ( <i>Daedalea quercina</i> ) . . . . .	285
9.7.1	Fruchtkörper . . . . .	286
9.7.2	Mycelien und Stränge . . . . .	287
9.7.3	Mikroskopische Merkmale . . . . .	287
9.8	Wurzelschwamm ( <i>Heterobasidion annosum</i> ) . . . . .	288
9.8.1	Fruchtkörper . . . . .	288
9.8.2	Mycelien und Stränge . . . . .	290
9.8.3	Mikroskopische Merkmale . . . . .	290
9.9	Trameten ( <i>Trametes</i> spp.) . . . . .	290
9.9.1	Fruchtkörper . . . . .	292
9.9.2	Mycelien . . . . .	292
9.9.3	Mikroskopische Merkmale . . . . .	292
9.10	Gemeiner Violettporling ( <i>Trichaptum abietinum</i> ) . . . . .	294

9.11	Angebrannter Rauchporling ( <i>Bjerkandera adusta</i> ) .....	295
9.11.1	Fruchtkörper und Mycelien .....	295
9.11.2	Mikroskopische Merkmale .....	296
9.12	Baumschwämme ( <i>Fomitopsis</i> spp.) .....	296
9.12.1	Rotrandiger Baumschwamm ( <i>Fomitopsis pinicola</i> ) .....	296
9.12.2	Rosafarbener Baumschwamm ( <i>Fomitopsis rosea</i> ) .....	298
<b>10</b>	<b>Schicht- und Rindenpilze</b> .....	299
10.1	Schicht- und Rindenpilze, die in Gebäuden entstehen .....	300
10.1.1	Zusammenfließender Reibeisenpilz ( <i>Cerocorticium confluens</i> ) .....	300
10.1.2	Dünnfleischiger Rindenpilz ( <i>Hypoderma praetermissum</i> ) und ähnliche Arten .....	300
10.1.3	Weiche Gewebehaut ( <i>Hypochniciellum molle</i> ) .....	300
10.1.4	Mosaik-Schichtpilz ( <i>Xylobolus frustulatus</i> ) und Umberbraune Borstenscheibe ( <i>Hymenochaete rubiginosa</i> ) .....	301
10.2	Häufig in Gebäude eingebrachte Schicht- und Rindenpilze .....	302
10.2.1	Schichtpilze ( <i>Stereum</i> spp.) .....	303
10.2.2	Zystidenrindenpilze ( <i>Phanerochaete</i> spp.) .....	304
<b>11</b>	<b>Holz nicht oder nur langsam zerstörende Pilze</b> .....	307
11.1	Tintlinge ( <i>Coprinus</i> spp.) .....	307
11.1.1	Fruchtkörper .....	308
11.1.2	Mycelien und Stränge .....	309
11.1.3	Mikroskopische Merkmale am Beispiel des Haus-Tintlings .....	310
11.2	Becherlinge ( <i>Peziza</i> spp.) und andere becherförmige Pilze .....	311
11.2.1	Befallsmerkmale der Becherlinge .....	312
11.2.2	Mikroskopische Merkmale der Becherlinge .....	313
11.2.3	Andere becherförmige Pilze .....	314
11.3	Gemeiner Spaltblättling ( <i>Schizophyllum commune</i> ) .....	314
11.4	Bläuepilze .....	315
11.4.1	Veränderung des Holzes .....	317
11.4.2	Arten und Bestimmung .....	318
11.4.3	Makro- und mikroskopische Befallsmerkmale von Bläuepilzen in Kiefernholz .....	319
11.5	Schimmel- und Schleimpilze .....	320
11.5.1	Schimmelpilze .....	320
11.5.2	Schleimpilze .....	324
<b>12</b>	<b>Moderfäulepilze und weitere Holzschäden</b> .....	325
12.1	Moderfäulepilze .....	325
12.1.1	Holzabbau durch Moderfäulepilze .....	326
12.1.2	Mikroskopische Merkmale .....	327
12.1.3	Befallsmerkmale von Moderfäulepilzen in Holz .....	328
12.2	Mazeration – Korrosion des Holzes .....	329
12.3	Verwitterung (Vergrauen), Bewuchs mit Flechten und Algen .....	333
12.3.1	Verwitterung (Vergrauen) .....	333
12.3.2	Bewuchs mit Flechten und Algen .....	334

<b>13</b>	<b>Erklärung von Fachbegriffen und Abkürzungen</b>	335
<b>14</b>	<b>Namen von Pilzen, Holzarten und Pflanzen</b>	347
<b>15</b>	<b>Anhang</b>	357
15.1	Informationen zu den für die Mikroskopie benötigten Stoffen und Tabellen zur Mikroskopie	357
15.2	Literatur und Normen	359
15.3	Adressen	370
15.4	Stichwortverzeichnis	371