

# Schadenminderung bei Vernässungen durch spezielle Trocknungsverfahren

zur Vermeidung, Bekämpfung und Abtötung von Schwamm und/oder Pilzbefall an organischen Baumaterialien, wie z. B. Holzkonstruktionen und dgl.

Wolfgang Wegener

Durch spezielle Trocknungsverfahren können Kosten und zeitlicher Aufwand gegenüber den bisher allgemeiner üblichen Trocknungsmethoden wesentlich herabgesetzt werden.

Es ist seit langem bekannt, Luft in Räumen u. a. mit Adsorptionsentfeuchtern zu entfeuchten, jedoch ist das Einleiten von entfeuchteter, verdichteter und zugleich aufgeheizter Luft, z. B. in mit Dämmmaterial ausgefüllte Zwischenschichten, zudem in luftundurchlässige Schichten, nach Wissen des Verfassers noch nicht weit verbreitet.

In diesem Zusammenhang sei u. a. auf die Ausführungen von Steger, Hamburg, „Schadenminderung bei Wassereinwirkung“, „schadenprisma“ 2/81, hingewiesen, aus denen eindeutig hervorgeht, daß eine Raumtrocknung, wie sie häufig mit den verschiedenartigsten Aufheiz- und Trocknungsgeräten ohne vorherige Luftentfeuchtung praktiziert wird, nicht den gewünschten Erfolg bringt.

Vor allem benötigen konservative Trocknungsmethoden so viel Zeit, daß ein einwandfreies Entfernen der Restfeuchtigkeit damit nicht erreicht werden kann, so daß Folge- und Spätschäden zu erwarten sind.

Hinzu kommt, daß durch diese Trocknungsmethoden optimale Bedingungen – nämlich eine sogenannte „Feuchtwärme“ – für das Wachstum von Schwämmen und Pilzen geschaffen werden, zumal dann, wenn es sich um die Durchfeuchtung von Holzkonstruktionen, wie Holzbalkendecken, Einschübe, Flachdachkonstruktionen, Fachwerk, Schwingböden, sowie von organischen Dämmstoffen, wie Kork und dgl., handelt.

Es ist deshalb notwendig, den Trocknungsprozeß möglichst sofort nach Eintritt des Wasserschadens vorzunehmen. Nur dann lassen sich die Vernässungsschäden in der Regel relativ gering halten und sonst unvermeidliche Folgekosten sparen. Je schneller der Trocknungsprozeß eingeleitet wird, desto geringer wird das Restrisiko für evtl. Folgeschäden sein.

Nur weitgehend entfeuchtete, also sogenannte „Trockenluft“, hat ein höheres Feuchtigkeitsaufnahmevermögen und er-

möglicht durch die naturgegebene Diffusion bei gezieltem Einsatz eine schnelle Beseitigung der unerwünschten überschüssigen Feuchtigkeit.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch, daß die Arbeiten meßtechnisch überwacht werden, d. h. der Austrocknungserfolg durch Meßprotokolle nachgewiesen wird. Eine derartige Überwachung der Maßnahmen ist unerläßlich.

Vornehmlich Holzfußböden auf Holzbalkendecken mit Einschub und Lehmschlag und/oder Schlackenschüttung in älteren Häusern lassen sich durch Einführen entfeuchteter, verdichteter und ausreichend erwärmter Luft sicher und schnell trocknen. Der dafür erforderliche Kostenaufwand ist in der Regel vertretbar (Abb. 1).

Voraussetzung für die Anwendung derartiger Trocknungsverfahren ist jedoch immer das Vorhandensein eines nahezu geschlossenen Raumes. Öffnungen nach außen – wie zerstörte oder fehlende Fenster, Türen und Wanddurchbrüche – sind daher zunächst vorübergehend abzudichten oder sofort zu ersetzen.

Vernässungen durch Schwitz- und Tauwasserbildung (Kondenswasser) aufgrund baulicher Mängel lassen sich ebenso wie Vernässungen als Folge eines Rohrbruches oder durch Löschwasser verursacht mit diesen speziellen Trocknungsverfahren, also mit entfeuchteter, verdichteter und aufgeheizter Luft, beseitigen.

Auch hölzerne Flachdachkonstruktionen und Vernässungen im Dachstuhlbereich (z. B. nach Sturmschäden) können bei sach- und fachgerechter Anwendung solcher Verfahren auf die gleiche Art und Weise von eingedrungener Feuchtigkeit befreit werden. Bei Flachdächern kann je nach Art des Dämmstoffes praktisch die volle Wirksamkeit der Wärmedämmung wiederhergestellt werden, bevor größere Folgeschäden entstehen.

Bei Anwendung geeigneter Trocknungsverfahren zum Entfeuchten von organischen Materialien, wie z. B. Holz, ist es zunächst erforderlich festzustellen, welcher Feuchtigkeitsgehalt des Holzes je nach Nutzung und Anwendungszweck noch ohne spätere Schädigung der betreffenden Holzkonstruktion zugelassen werden kann.

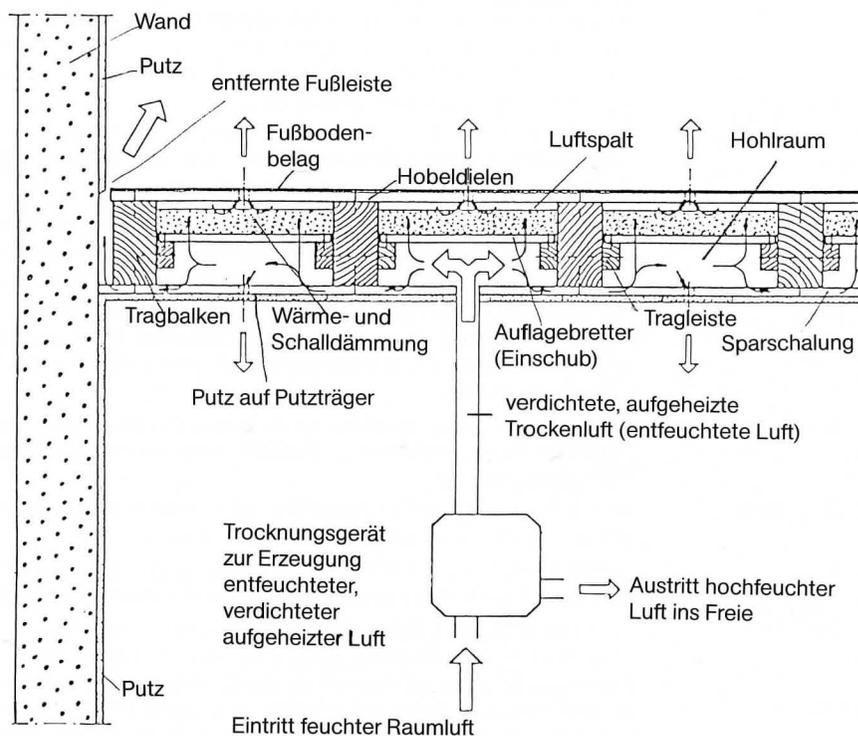


Abbildung 1. Trocknung einer Balkendecke.

Dr. rer. nat. Wolfgang Wegener,  
öbuv Sachverständiger für Baustoffkunde  
und Bauchemie, Darmstadt

Hier sind die Normen DIN 68800 Teil 2 und 3 sowie DIN 1052 Blatt 1, Okt. 69 zu beachten. Für DIN 1052 liegt auch der Entwurf DIN 1052 Teil 1, Aug. 84 vor.

Charakteristische Werte für die Holzfeuchte enthält Tabelle 1.

Um zu einer dauerhaften Beseitigung der Vernässungen zu gelangen, ist es allerdings unerlässlich, unbedingt für einen normgemäßen Zustand der betreffenden Holzkonstruktion zu sorgen und evtl. Mängel möglichst vor dem Trocknungsprozeß zu beseitigen.

Darüber hinaus ist es angebracht, nach Beseitigung der Vernässungen zu überprüfen, ob außerdem eine zusätzliche vorbeugende Behandlung mit chemischen Holzschutzmitteln erforderlich wird. In vielen Fällen wird sich dies erübrigen, zumal derartige Holzschutzmittel häufig auch aus physiologischen, toxischen oder technischen Gründen nicht ohne weiteres anwendbar sind.

Der Trocknungsprozeß ist jedoch unbedingt so lange fortzusetzen, bis z.B. das Mauerwerk ausgetrocknet ist und das

Holz seine Ausgleichsfeuchte wiedererlangt hat.

Die größte Gefahr, die sich aus der nicht rechtzeitigen Beseitigung von Feuchtigkeit durch Vernässung für organische Baustoffe ergibt, ist ein möglicher Schwamm-/Pilzbefall, der zu einer langsamen und oft zunächst unbemerkten Zerstörung von Holzkonstruktionen führt; denn Pilzsporen befinden sich überall.

Das Myzelium oder Myzel (Pilzgeflecht – Pilzrasen) einer jeden Pilzart besitzt bei einer gleichbleibenden Wachstumstem-

Tabelle 1. Charakteristische Werte für die Holzfeuchte  $\mu$  nach Grosser [17]

$\mu$	Charakterisierung
0%	Darrgewicht des Holzes; darrtrockenes, ofentrockenes, absolut trockenes („atro“) Holz
6 ··· 8 (10) %	Gleichgewichtsfeuchte in zentralbeheizten Räumen
8 ··· 10 %	Gleichgewichtsfeuchte in ofenbeheizten Räumen
8 ··· 12 %	nach DIN 18355 (VOB-Verdingungsordnung für Bauleistungen; Teil C: Allgemeine Techn. Vorschriften; Tischlerarbeiten) Sollfeuchte für Bauteile im Innern von Räumen
9% ( $\pm$ 2%)	nach DIN 280 (Parkett) Sollfeuchtigkeit fertiger Parkettstäbe, -riemen und Mosaikparkett-Lamellen zum Zeitpunkt der Lieferung (bei Fertigparkett-Elementen $8 \pm 2\%$ )
9% ( $\pm$ 3%)	nach DIN 1052, Teil 1 (Holzbauwerke; Berechnung und Ausführung) Normalwert (Gleichgewichtsfeuchte) von Bauholz bei allseitig geschlossenen Bauwerken mit Heizung
~ 12%	Gleichgewichtsfeuchte im Normalklima (20°C, 65% relative Luftfeuchtigkeit). Zugleich üblicher Bezugswert für die Prüfung und Angabe von Holzeigenschaften nach verschiedenen DIN-Normen
12% ( $\pm$ 2%)	nach DIN 68368 (Laubschnittholz für Treppenbau; Gütebedingungen) Sollfeuchtigkeit für hartes Laubschnittholz zum Bau von Treppen
12% ( $\pm$ 3%)	nach DIN 1052, Teil 1, Normalwert (Gleichgewichtsfeuchte) von Bauholz bei allseitig geschlossenen Bauwerken ohne Heizung
12 ··· 15 %	nach DIN 18355 (Tischlerarbeiten) Sollfeuchtigkeit für Bauteile, die ständig mit Außenluft in Berührung kommen (Fenster, Außentüren)
12 ··· 16 %	Sollfeuchte für Holzgegenstände und Geräte im Freien
14 ··· 20 %	Gleichgewichtsfeuchte des im Freien gelagerten bzw. verarbeiteten Holzes (= luftgetrockenes Holz); im luftig gelagerten Schnittholz stellt sich im Sommer z. B. eine Gleichgewichtsfeuchte von etwa 15% ein, während in den Herbst- und Wintermonaten mit durchschnittlich etwas höheren Werten bis 20% gerechnet werden muß; der Begriff lufttrocken („lutro“) kennzeichnet somit keine konstante, sondern eine für ein bestimmtes Holz je nach gegebenen Verhältnissen u. U. ständig wechselnde Größe
< 15%	nach DIN 1052 dürfen für Leimverbindungen nur Hölzer unterhalb $\mu = 15\%$ verwendet werden; grundsätzlich müssen jedoch alle Bauteile mit dem Feuchtegehalt verbaut werden, der im Regelfall dem im eingebauten Zustand zu erwartenden mittleren Wert entspricht (zumeist $12 \pm 3\%$ )
15% ( $\pm$ 3%)	nach DIN 1052, Teil 1, Normalwert (Gleichgewichtsfeuchte) von Bauholz bei überdeckten, offenen Bauwerken
$\geq 18\%$	nach DIN 1052, Teil 1, häufige Holzfeuchtigkeit bei allseitig der Witterung ausgesetzten Bauteilen; da im Jahresverlauf sehr starke Feuchteänderungen auftreten, kann ein enger Bereich nicht definiert werden, und es muß i. d. R. mit 18% und mehr gerechnet werden
20%	nach DIN 68800, Teil 1 (Holzschutz im Hochbau; Allgemeines) und DIN 68364 (Kennwerte von Holzarten; Festigkeit, Elastizität, Resistenz) <b>unterer Grenzwert für einen Befall durch holzverfärbende und holzzerstörende Pilze</b> ; der in DIN 68800, Teil 3, verankerte Wert von 18% berücksichtigt eine zusätzliche Sicherheitsspanne
20%	nach DIN 4074 (Bauholz für Holzbauteile) und DIN 68365 (Bauholz für Zimmerarbeiten; Gütebedingungen) Grenzwert für die Bezeichnung „trocken“, wenn der mittlere Feuchtigkeitsgehalt des Bauholzes diesen Wert nicht überschreitet
28 ··· 32%	Fasersättigungsbereich (= Gleichgewichtsfeuchte bei angenähert 100% relativer Luftfeuchtigkeit); häufig verwendete Mittelwerte sind 28% und 30%
30%	nach DIN 4074 und DIN 68365 Grenzwert für die Bezeichnung „halbtrocken“, wenn bei Querschnitten bis 200 cm <sup>2</sup> der mittlere Feuchtigkeitsgehalt des Bauholzes diesen Wert nicht überschreitet
35%	nach DIN 4074 und DIN 68365 Grenzwert für die Bezeichnung „halbtrocken“, wenn bei Querschnitten über 200 cm <sup>2</sup> der mittlere Feuchtigkeitsgehalt des Bauholzes diesen Wert nicht überschreitet; bei höheren Feuchtigkeitswerten gilt Bauholz als „frisch“. Das Holz darf beim Einbau halbtrocken sein, wenn es bald auf den trockenen Zustand ( $\mu < 20\%$ ) für dauernd zurückgehen kann; für Sonderfälle gelten die Festlegungen übergeordneter DIN-Normen, z. B. für Leimverbindungen DIN 1052

peratur auch ein bestimmtes konstantes Längenwachstum.

Der Längenzuwachs beginnt bei den holzzerstörenden Pilzmyzelien bei ca. 3 °C und nimmt von da an mit einer Steigerung der Temperatur bis zum optimalen Wachstumspunkt gleichmäßig zu.

Bei einem gleichmäßigen Substrat (Nährboden – z. B. einer Dielenunterfläche oder einem Flachdach auf einer Holzbalkenunterkonstruktion) entwickelt sich z. B. das Myzel des Echten Hausschwammes (*Merulius domesticus lacrimans* bzw. *Serpula lacrimans*) von einem Wachstums-

herd aus strahlenförmig nach allen Richtungen gleichmäßig fort.

Bei freiem Wachstum des Myzels an der Oberfläche, d. h., wenn es sich ungehindert vollziehen kann, tritt also z. B. im Zeitraum von 10 Tagen bei bestimmten Temperaturen ein entsprechender Längenzuwachs ein, der sich jedoch vermindert bzw. aufhört, wenn die Temperaturen das Optimum über- bzw. unterschreiten, und zwar jeweils in Verbindung mit dem jeweiligen Feuchtigkeitsgehalt des Holzes.

So liegt die günstigste Wachstumstemperatur bei den Hausschwammarten etwa zwischen 18 °C und 27 °C, bei einem günstigen Feuchtigkeitsgehalt des Holzes von 20% bis etwa 40% – siehe Tabelle 2.

Alle anderen holzzerstörenden Pilze (Schwämme) liegen etwa auch in diesen Bereichen, wobei lediglich *Coniophora cerebella* bzw. *Coniophora puteana* (Brauner Warzenschwamm oder Kellerschwamm) einen besonders hohen, günstigen Feuchtigkeitsgehalt des Holzes von etwa 55% (50 bis 60%) benötigt.

Die Wachstumsgeschwindigkeiten betragen bei einem Feuchtigkeitsgehalt des Holzes von 20% in 10 Tagen beim Echten Hausschwamm bei 22 °C etwa 6 cm, bei 5 °C immerhin noch 1,3 cm, d. h. der Echte Hausschwamm weist bei relativ niedrigen Temperaturen noch ein meßbares Wachstum auf.

Die übrigen Schwammarten – außer dem Kellerschwamm – weisen bei Temperaturen bis 30 °C je nach optimalem Feuchtigkeitsgehalt des Holzes ein Wachstum von etwa 5,5 cm bis ca. 7 cm innerhalb von 10 Tagen auf.

Lediglich der Kellerschwamm (*Coniophora puteana*) wächst bei 26 °C und einer Holzfeuchtigkeit von 55% bis zu etwa 11 cm innerhalb von 10 Tagen, stellt jedoch bereits bei etwa 34 °C sein Wachstum ein.

Auch die übrigen Schwammarten kommen etwa in diesem Temperaturbereich zum Wachstumsstillstand. Beim gefährlichen Echten Hausschwamm tritt der Wachstumsstillstand bereits bei 26 °C ein. Lediglich die relativ häufig vorkommenden Lenzitesarten (Blätterschwamm oder Blättlinge, auch Lagerfäule genannt) stellen ihr Wachstum erst bei etwa 36 °C bis 44 °C ein. Die optimale Holzfeuchtigkeit beträgt bei diesem Schwamm nach Liese und Wünsche etwa 38% und nach Grosser 50 bis 60% – siehe Tabellen 2, 3 und 5.

Aufgrund der vorstehenden Wachstumsgeschwindigkeiten lassen sich also die Ausbreitung des Herdes, aber auch in etwa das Alter von vor Eintritt eines Wasserschadens vorhanden gewesenen Schwammbildungen (Altschäden) berechnen, immer unter der Voraussetzung, daß mit den diesbezüglichen Untersuchungen möglichst unmittelbar nach Eintritt des Wasserschadens begonnen wird. Selbst-

Tabelle 2. Feuchtigkeits- und Temperaturansprüche sowie Wachstumsgeschwindigkeiten der wichtigsten Bauholzpilze nach Wünsche [4]

Pilzart	Günstigste Wachstumstemperatur in Grad C	Günstiger Feuchtigkeitsgrad des Holzes in %	Wachstumsgeschwindigkeit in 10 Tagen bei verschiedenen Temperaturen in cm	Stillstand des Zuwachses bei Grad C
1	2	3	4	5
Merulius domesticus (echter Hausschwamm)	18 bis 22	20	5° = 1,3 10° = 2,4 14° = 4,0 18° = 5,5 22° = 6,0	26
Merulius minor (kleiner Hausschwamm)	22	etwa 20	14° = 1,9 bis 2,1 18° = 2,55 bis 3,0 22° = 6,0	26
Merulius silvester (wilder Hausschwamm)	24 bis 27	etwa 22	14° = 3,2 18° = 4,6 27° = 6,8	34
Merulius pinastris (gelbrandiger Hausschwamm)	26	35 bis 40	14° = 2,2 18° = 3,0 26° = 4,5	etwa 30
Polyporus vaporarius (Porenschwamm)	26	40	5° = 0,3 14° = 2,4 18° = 4,1 26° = 5,9	37
Coniophora (Warzenschwamm)	22 bis 26	55	10° = etwa 4,0 14° = 8,0 26° = etwa 11,0	34
Paxillus acheruntius (Porenschwamm)	26	35	8° = 1,0 26° = 5,5	28
Lenzitesarten	28 bis 30	38	8° = 1,0 22° = 4,2 30° = 5,5	36 bis 42

Tabelle 3. Feuchtigkeits- und Temperaturansprüche der wichtigsten Bauholzpilze u. a. nach Grosser [17]

Pilzart	Günstigster Feuchtigkeitsgehalt des Holzes in %	Temperaturansprüche (°C)	Temperaturoptimum (°C)
Echter Hausschwamm	~ 30 <sup>1)</sup>	3... 26	18... 22
Brauner Kellerschwamm	50... 60	3... 35	22... 24
Weißer Porenschwamm	40 (30... 50)	3... 36	27
Blättlinge			
Tannenblättling	–	5... 36	29,5
Zaunblättling	50... 60 <sup>2)</sup>	5... 44	35
Schuppiger Sägeblättling	30... 40	8... 38	27... 29
Muschelkrempling	50... 70 <sup>3)</sup>	5... 29	23... 26
Angaben nach Bavendamm und Liese			
<sup>1)</sup> Cartwright und Findlay geben als wahrscheinliches Feuchtigkeitsoptimum 30... 40% an; Wälchli vermutet bei fortgeschrittener Pilzentwicklung einen optimalen Feuchtigkeitsbereich von 40... 60%.			
<sup>2)</sup> Nach Liese beträgt das Optimum für beide Blättlingsarten 38%.			
<sup>3)</sup> Liese gibt eine optimale Holzfeuchtigkeit von nur 35% an.			

Tabelle 4. Mittleres Myzelwachstum pro Tag in mm in Abhängigkeit von der Temperatur nach Wälchli [11]

Pilzarten	Myzelwachstum in mm pro Tag bei						
	4	10	16	21	26	31	38°C
Serpula lacrimans	1,0	2,0	3,9	<u>5,5</u>	3,2	0,9	0,2
Coniophora puteana	1,3	2,3	4,4	6,4	<u>6,7</u>	3,7	1,0
Poria placenta	1,4	2,0	4,2	5,4	<u>6,2</u>	<u>6,3</u>	1,3
Lentinus lepideus	0,2	1,2	2,8	5,7	7,2	<u>7,8</u>	0,8
Gloeophyllum abietinum	0,7	1,4	2,5	3,6	<u>4,7</u>	3,8	0,5
Gloeophyllum trabeum	0,3	1,1	3,0	5,4	8,6	<u>11,4</u>	11,0
Coriolus versicolor	1,7	3,4	5,3	6,7	8,9	<u>9,5</u>	1,9
Trametes pubescens	0,8	2,8	4,3	6,1	<u>7,2</u>	6,8	1,2

Unterstrichene Werte = Werte bei optimaler Temperatur.

verständlich differieren die jeweils festgestellten Wachstumsgeschwindigkeiten entsprechend der zuträglichen Lichtverhältnisse. Im direkten Sonnenlicht stellt z.B. der Echte Hausschwamm sein Wachstum vollständig ein.

Im großen und ganzen stimmen die seinerzeit von Wünsche mitgeteilten Daten über die Feuchtigkeits- und Temperaturansprüche sowie die Wachstumsgeschwindigkeiten und den Stillstand des Myzelwachstums durch Hitzeeinwirkung mit den neueren Untersuchungen von Grosser, Wälchli et al. überein – siehe Tabellen 2, 3, 4 und 5.

Dabei dürfen für die Praxis natürlich nicht so ohne weiteres die Abtötungsversuche auf Malzagar zugrunde gelegt werden, wohl aber die Versuche, die mit Holzklötzchen vorgenommen wurden.

Es kann daher davon ausgegangen werden, daß auch die widerstandsfähigsten Bauholzpilze abgetötet werden, wenn diese anfangs ca. vier Tage mit feuchter Hitze bei Temperaturen zwischen 45°C und 50°C behandelt werden. Bei diesen Temperaturen und der o. a. Behandlungsdauer wurde vom Verfasser bereits eine zusätzliche Sicherheitsspanne berücksichtigt.

Zu den widerstandsfähigsten Bauholzpilzen gehören u. a. der Zaunblättling (*Gloeophyllum sepiarium*) und der Schuppige Zählung (*Lentinus lepideus*) – siehe Tabelle 5.

Aus den vorstehenden Ausführungen über die Wachstumsgeschwindigkeit, die optimale Wachstumstemperatur und den Wachstumsstillstand – unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit des Substrates (Holzfeuchtigkeit) – ist zu ersehen, daß – wenn durch Wasserschäden durchnäßtes Holz sobald wie möglich schonend wieder entfeuchtet wird und dies über einen längeren Zeitraum von mindestens vier Tagen bei Temperaturen von 45°C bis 50°C bei anfangs in der Regel noch feuchter Atmosphäre geschieht – davon ausgegangen werden kann, daß Holz, welches vorher noch nicht von einem holzerstörenden Pilz – also einem Schwamm – befallen war, mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit in Zukunft auch nicht befallen wird. Dies hat jedoch zur Voraussetzung, daß der Feuchtigkeitsentzug und das Aufheizen auf die erforderliche Temperatur zunächst relativ langsam erfolgt; denn – wie aus Tabelle 5 ersichtlich – vertragen gewisse Pilze die trockene Hitze besser als die feuchte Wärme.

Wird nämlich der Feuchtigkeitsgehalt in der gesamten Holzkonstruktion so bald

Tabelle 5. Empfindlichkeit des Myzels\*) der wichtigsten Bauholzpilze gegenüber Hitzeeinwirkung nach Grosser [17]

Pilzart	Temperatur-optimum (°C)	Eintritt der Wachstumshemmung (°C)	Hitzetod	Testbedingungen	Autor
Echter Hausschwamm ( <i>Serpula lacrimans</i> )	18... 22	27	58°C/30 Min.	Versuche auf Malzagar	J. Liese
Brauner Kellerschwamm ( <i>Coniophora puteana</i> )	22... 24	34	58°C/30 Min.	Versuche auf Malzagar	J. Liese
Weißer Porenschwamm ( <i>Poria vaillantii</i> )	27	35	58°C/60 Min.	Versuche auf Malzagar	J. Liese
Zaunblättling ( <i>Gloeophyllum sepiarium</i> )	35	39	keine Abtötung bei 58°C/60 Min. 44°C/3½ Tage 55°C/12 Std.	Versuche auf Malzagar Versuche auf Holzklötzchen (Holzart: Sitkafichte) bei feuchter Hitze	J. Liese Snell
Schuppiger Zählung ( <i>Lentinus lepideus</i> )	27... 29	39	70... > 90°C/3 Tage 105°C/12 Std.	Versuche auf Holzklötzchen (Holzart Sitkafichte) bei trockener Hitze	
			keine Abtötung bei 58°C/60 Min. 65°C/60 Min.	Versuche auf Malzagar Versuche auf Holzklötzchen (Holzart: Kiefer)	J. Liese Montgomery
			keine Abtötung bei 60°C/9 Std. 44°C/3½ Tage 55°C/12 Std.	Versuche auf Malzagar Versuche auf Holzklötzchen (Holzart: Sitkafichte) bei feuchter Hitze	Snell
			70... > 90°C/3 Tage 105°C/12 Std.	Versuche auf Holzklötzchen (Holzart: Sitkafichte) bei trockener Hitze	
Muschel-Krempling ( <i>Paxillus panuoides</i> )	23... 26	34	58°C/60 Min.	Versuche auf Malzagar	J. Liese

\*) Im Vergleich zum Myzel sind die Sporen wesentlich hitzebeständiger. Sie werden meist erst durch kochendes Wasser abgetötet.

wie möglich schonend auf den in jedem Holz vorhandenen normalen Feuchtigkeitsgehalt von ca. 15% (Ausgleichsfeuchtigkeit bzw. Gleichgewichtsholzfeuchtigkeit) zurückgeführt, so ist nicht damit zu rechnen, daß die Vernässung einen Schwammbefall auslöst bzw. ein im Entstehen begriffener Pilzrasen (Schwammmyzel) sich weiter ausbreitet und/oder das Holz in seiner Struktur und/oder Festigkeit nennenswert beeinträchtigt wird.

Wenn die Wärme vor allem auf das Innere des Holzes und des Mauerwerks nicht mit Temperaturen von 45°C bis 50°C längere Zeit eingewirkt hat, ist z.B. die Abtötung eines Echten Hausschwammes fraglich. Andererseits wurde festgestellt, daß lediglich erhöhte Temperaturen in Verbindung mit nicht entfeuchteter Luft den Echten Hausschwamm vielleicht abtöten können, aber einen Unterdienraum derart aufzuwärmen vermögen, daß sie den Lenzites-Arten und dem Wilden Hausschwamm geradezu ein optimales Wachstum ermöglichen. Selbst bei mehrstündiger Einwirkung einer Temperatur von 40°C bleiben die Sporen des Echten Hausschwammes noch keimfähig.

Aus den vorstehenden Ausführungen geht eindeutig hervor, daß nur durch die Anwendung entfeuchteter, verdichteter und entsprechend erwärmter Luft und Einwirkung derselben über einen ausreichend langen Zeitraum gewährleistet werden kann, daß auch die besonders gefährdeten Bereiche, z.B. der Balkenköpfe etc., so getrocknet werden, daß ein Schwammbefall vermieden wird, d. h., die Temperatur muß auch an diesen Stellen so lange zwischen 45°C und 50°C gehalten werden, bis der Feuchtigkeitsgehalt im Substrat (z. B. Holz) so weit abgesunken ist, daß das Myzelwachstum des betreffenden holzerstörenden Pilzes zum Stillstand kommt und dieser abgetötet wird. Andernfalls können die nicht abgetöteten Sporen auskeimen, und das Schwammwachstum beginnt von neuem.

Zumindest ist der Trocknungsprozeß mit entfeuchteter Luft so lange fortzusetzen, bis das Holz in allen Bereichen seine Ausgleichsfeuchte (Gleichgewichtsholzfeuchtigkeit) von ca. 15% erreicht hat.

Dennoch empfiehlt es sich, das betroffene Bauobjekt an den besonders gefährdeten Stellen, z.B. den Balkenkopfbereichen, weiterhin zu beobachten, ob nicht doch an einer Stelle, die evtl. trotz sorgfältigsten Vorgehens nicht vollständig durch das vorbeschriebene Trocknungsverfahren erfaßt wurde, aus welchen Gründen auch immer ein Schwammbefall festgestellt werden kann. Ein gewisses Restrisiko wird sich also nicht vermeiden lassen.

Dieses Restrisiko ist jedoch im allgemeinen so gering, daß die Anwendung derartiger Trocknungsverfahren aus den bereits geschilderten Gründen durchaus gerechtfertigt erscheint.

Wie aus dem Vorstehenden darüber hinaus entnommen werden kann, ist es nicht unbedingt erforderlich, daß ein durch einen Wasserschaden aus dem Holz herausgelöstes Holzschutzmittel (Schwammbekämpfungsmittel) in jedem Fall erneut aufgetragen wird. Dies würde nur die Kosten für die Instandsetzung der betroffenen Holzkonstruktion erhöhen; vor allem aber könnten diese Mittel wegen der mehr oder minder hohen toxischen Einwirkungen die Gesundheit der Benutzer beeinträchtigen.

Trocknungsverfahren, die mit entfeuchteter, verdichteter und entsprechend aufgeheizter Luft arbeiten, können demnach durchaus eine Alternative zu den chemischen Holzschutzmitteln sein. Hinzu kommt, daß sie nicht nur zur Verhinderung einer Schwammbildung eingesetzt werden können, sondern auch zum Abtöten tierischer Holzschädlinge, wie z. B. dem gefährlichen Hausbock (*Hylotrupes bajulus*). Hausbocklarven sowie andere tierische Holzschädlinge werden z. B. abgetötet, wenn sie 15 bis 20 Minuten lang einer Temperatur von 54°C bis 55°C im Holzinnern ausgesetzt sind. Um dies zu erreichen, muß die entfeuchtete Luft dann allerdings über einen längeren Zeitraum mit einer Temperatur von mindestens 55°C auf die Holzkonstruktion einwirken.

### Zusammenfassung

Durch die Anwendung von entfeuchteter, verdichteter und entsprechend aufgeheizter Luft ist es möglich, Vernässungsschäden und Vernässungsfolgeschäden auf ein Mindestmaß zu begrenzen und vor allem überall dort, wo bisher noch keine Schimmelpilzbildung und kein Schwammbefall vorgelegen haben, durch eine sofortige, langsam einsetzende, d. h. schonende Trocknung dafür zu sorgen, daß Folgeschäden durch Schwammbefall an organischen Materialien und Baumaterialien, wie z. B. Holz, Kork und dgl., praktisch nicht auftreten.

Auch erhält schon vorhandener Pilz- und Schwammbefall, sofern dieser die Holzstruktur und -festigkeit noch nicht beeinträchtigt hat, kaum Gelegenheit, sich weiter auszubreiten, wenn das Holz wie vorbeschrieben sach- und fachgerecht getrocknet wird.

Bei Anwendung derartiger Trocknungsverfahren ist es bei rechtzeitigem Einsatz normalerweise nicht erforderlich, die mehr oder minder die Gesundheit des Menschen beeinträchtigenden Holzschutzmittel (Schwammbekämpfungsmittel) einzusetzen.

Diese Verfahren verhindern jedoch nur dann eine Schwammbildung an Holz und anderen Materialien organischer Herkunft, wenn dabei Temperaturen angewandt werden, bei denen die Sporen der Pilze bzw. Schwämme abgetötet, d. h. die Keimung und das Wachstum der Myzelien (Pilzgeflechte) unterbrochen werden.

Das ist dann der Fall, wenn über eine längere Zeitdauer mit Temperaturen von 45°C bis 50°C getrocknet wird, und zwar so lange, bis der Feuchtigkeitsgehalt im Holz (Substrat) so weit abgesunken ist, daß das Myzelwachstum zum Stillstand kommt und der Pilz sowie die bereits auskeimenden Sporen abgetötet sind und das Holz seine Gleichgewichtsfeuchte von ca. 15% wiedererlangt hat.

Ein gewisses Restrisiko bleibt ggf. z. B. im Bereich der Balkenköpfe und in den Bereichen einer Holzkonstruktion, die u. U. schlecht zugänglich sind, sowie immer dann, wenn nicht ausreichend Zeit zum vollständigen Austrocknen zur Verfügung steht. Die Trocknungsmaßnahmen müssen daher durch wiederholte Feuchtigkeits- und Temperaturmessungen überwacht werden.

### Literaturverzeichnis:

- [1] Gistel, R., „Einführung in die Biologie des Bauens“, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, Ausgabe 1946
- [2] Schmidt, H., „Die tierischen Schädlinge des Holzes“, Verlag M. & H. Schaper, Hannover, 1949
- [3] Madel, W., „Schädlinge im Bauholz“, Otto Elsner Verlagsgesellschaft, Darmstadt, 1952
- [4] Wünsche, M., „Schwamm im Haus – Vorbeugung und sichere Bekämpfung“, Verlag des Druckhauses Tempelhof, Berlin, Ausgabe 1952
- [5] Czaja, Th., „Ist schwammsicheres Bauen möglich?“, Werner-Verlag GmbH, Düsseldorf-Lohausen, 1952
- [6] Mahlke/Kristen, „Hausschwamm-Merkblatt“, 3. erweiterte Auflage, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln-Braunsfeld, 1953
- [7] Müller, E., Loeffler, W., „Mykologie – Grundriß für Naturwissenschaftler und Mediziner“, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, Ausgabe 1971
- [8] Jahn, H., „Pilze, die an Holz wachsen“, Busseche Verlagshandlung, Herford, Ausgabe 1979
- [9] Enderle, M., Laux, H. E., „Pilze auf Holz“, Franck'sche Verlagshandlung, Stuttgart, Ausgabe 1980
- [10] Becker, H., „Die Bekämpfung pflanzlicher und tierischer Holzschädlinge“, Bautenschutz + Bausanierung, Heft 3, 1980
- [11] Wälchli, O., „Der echte Hausschwamm – Erfahrungen über Ursachen und Wirkungen seines Auftretens“, Holz als Roh- und Werkstoff 38, 1980
- [12] Cymorek, S., „Schäden durch Pilze und Insekten – Vorbeugende Maßnahmen und Bekämpfung“, Bautenschutz + Bausanierung, Heft 1, 1981
- [13] Steger, H., „Schadenminderung nach Wassereinwirkung“, „schadenprisma“ Heft 2, 1981
- [14] Schulze, H., „Baulicher Holzschutz“, Bericht „Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der Deutschen Gesellschaft für Holzforchung“, München, Oktober 1981
- [15] „Holzschutzmittel in Wohnräumen und ihre Auswirkung auf die Gesundheit der Bewohner“, Forschungsbericht T 972, Informationszentrum RAUM und BAU der Fraunhofer-Gesellschaft, Stuttgart, 1982
- [16] „Baubiologische Gesichtspunkte beim Umgang mit Altbauten“, Fachtagung im Haus der Technik, Essen, am 10. 06. 1983
- [17] Grosser, D., „Pflanzliche und tierische Bau- und Werkholzschildlinge“, DRW-Verlag, Leinfelden-Echterdingen, 1985