

Holzerstörende Insekten und Pilze, Methoden der Erkennung und Vorgehen

Urs Stalder
Bernere Fachhochschule Architektur, Holz und Bau, Biel

1 EINLEITUNG

Holz als natürliches Material ist unter gewissen Bedingungen biologisch abbaubar. Dabei spielen holzerstörende Insekten und Pilze eine wesentliche Rolle. In der Natur ist diese Eigenschaft wünschenswert und führt die im Holz gespeicherte Sonnenenergie und die Stoffe am Ende des Lebenszyklus eines Baumes wieder in den Kreislauf zurück und lässt so andere Lebewesen daran teilhaben. Im verbauten Zustand versuchen wir aber, diese Abbauprozesse möglichst zu verhindern oder zu verzögern.

Dass Holz von Insekten und Pilzen angegriffen und zerstört werden kann, hängt von den folgenden Faktoren ab:

- Holzart
- Holzfeuchte
- Umgebungsbedingungen (Temperatur, Feuchte, Licht, ...)

Im verbauten Zustand zusätzlich

- Konstruktiver Holzschutz
- Chemischer Holzschutz
- Wartung und Unterhalt der Holzkonstruktion

Der vorliegende Beitrag gibt einen kurzen Überblick über einige holzabbauende Organismen, Methoden der Erkennung eines Befalls und Methoden der Bekämpfung von Schadorganismen. Für vertiefte Informationen wird auf die verwendete und weiterführende Literatur verwiesen.

2 PILZE

2.1 Entwicklungsbedingungen

2.1.1 Substrat

Holzbewohnende Pilze ernähren sich entweder von den Holzinhaltsstoffen wie Zucker oder Stärke oder dann vom eigentlichen Holzgewebe (Zellulose, Lignin). Einige Pilze sind spezialisiert auf Nadel- oder Laubholz oder beides. Einige auf Kern- oder Splintholz oder beides.

Befallen und abgebaut können auch andere holzhaltige Produkte, wie Papier, Holzwerkstoffe, Baumwolle, usw.

Einige Holzarten werden nicht oder kaum von Pilzen befallen und abgebaut. Sie sind durch holzeigene Stoffe gegen einen Pilzbefall geschützt. Diese Resistenz wird in 5 Klassen dargestellt (höchste Resistenz: Klasse 1). Splintholz ist immer Resistenzklasse 5.

2.1.2 Umweltbedingungen

Um sich entwickeln können, brauchen Pilze günstige Umweltbedingungen. Dazu gehören Sauerstoff, einen gewissen Temperaturbereich und vor allem Feuchtigkeit. Der Pilz braucht sie einerseits für die Keimung der Sporen und andererseits für die Ausscheidung der Enzyme und den Nährstofftransport.

Nachfolgend sind von einigen Pilzarten die beobachteten Umweltbedingungen aufgeführt. Je nach Quelle bestehen teilweise beträchtliche Unterschiede in den Angaben.

Für die meisten Pilzarten liegt das Optimum im Bereich der Fasersättigung ($u = 28 - 32\%$). Wenn diese Bedingungen nun über einen längeren Zeitraum gegeben sind (> 6 Monate), kann sich ein schädlicher Pilzbefall entwickeln.

Tab. 1: Feuchte- und Temperaturansprüche einiger Pilzarten (Quelle: Lignatec 14/2001 ergänzt)

Pilze	Holzfeuchtigkeit in %	Temperaturbereich in °C (optimal)
Braunfäulepilze generell	mind. ca. 25 opt. ca. 50 - 60	18 - 31
Echter Hausschwamm	mind. 20 opt. ca. 30 - 40	18 - 22
Weiss- und Moderfäulepilze	mind. 30 opt. 40 – 70	18 - 28
Schimmelpilze	mind. 18 opt. 25 - 70	24 - 28
Bläuepilze	mind. 30 opt. 30 - 80	ca. 5 - 35

2.2 Entwicklung von Pilzen

Die Entwicklung von Pilzen kann anhand eines Kreislaufs gut dargestellt werden, vgl. Abb.1.

Sporen

Sie werden vom Fruchtkörper gebildet und sorgen für die Verbreitung des Pilzes. Pilzsporen können sehr langlebig sein und auch nach langer, inaktiver Zeit bei guten Bedingungen noch auskeimen. Aus diesem Grund ist die Gefahr der Verbreitung durch Verschleppung der Sporen gross.

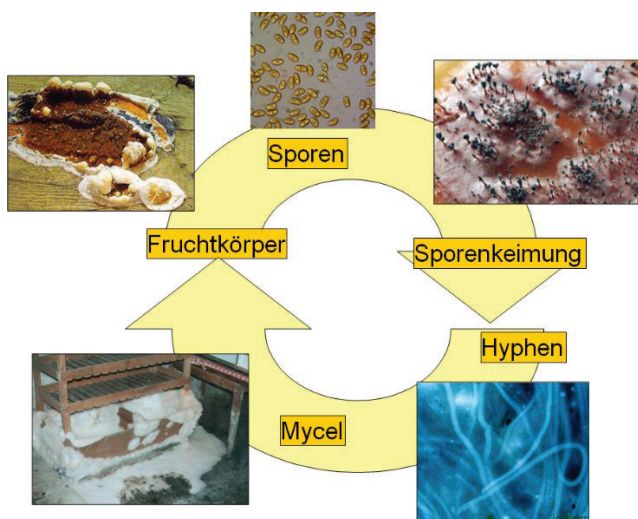


Abb. 1: Entwicklungskreislauf von Pilzen

Sporenceimung

Wenn Sporen auf einen geeigneten Nährboden (Substrat) fallen und dazu günstige Umweltbedingungen vorhanden sind, keimen sie aus.

Hyphen

Aus den Sporenceimen bilden sich Pilzfäden, welche zu einem Geflecht verschmelzen und als gesamtes das Myzel bilden.

Myzel

Die Myzelstränge machen die Nährstoffe für das Pilzwachstum zugänglich. Durch das Ausscheiden von Enzymen lösen sie Zellinhaltsstoffe oder Zellwandsubstanzen des Holzes auf. Sie sind somit verantwortlich für die eigentlichen Schäden und kommen sowohl im Innern wie auch auf der Holzoberfläche (Oberflächenmyzel) vor.

Fruchtkörper

Fruchtkörper erscheinen meistens als gut sichtbare schwammartige Gebilde, die aber nur ein Teil des Pilzes sind. Wird dieser entfernt, geht die Holzerstörung durch das Myzel gleich weiter. Der Fruchtkörper erzeugt im Innern oder auf der Oberfläche Sporen, über die sich die Pilze fortpflanzen. Der Kreislauf ist somit geschlossen.

Mit Ausnahme der Sporenceimung dienen alle diese Bestandteile und Entwicklungsstufen als Erkennungsmerkmale für die Bestimmung von Pilzen.

2.3 Einteilung von holzbewohnenden Pilzen

Eine erste Eingrenzung eines Befalls lässt sich anhand des Befallsbildes machen. So sind Braunfäule (Destruktionsfäule) und Weissfäule (Korrosionsfäule) auch für Laien recht einfach zu unterscheiden.

Da bei der Braunfäule in erster Linie die Zellulose abgebaut wird bleibt das Lignin übrig und führt zu Längs- und Querrissen im Holz. Das zeigt sich in einer würfelartigen Struktur.

Bei der Weissfäule werden Lignin und Zellulose gleichzeitig abgebaut. Das Holz nimmt eine hellen bis weisslichen Farbton an. Es löst sich in Faserbüscheln auf.

Für die Einteilung der holzbewohnenden Pilze gibt es diverse Möglichkeiten. Die Einteilung nach Abb. 4 hat sich für die Baupraxis einigermassen gut bewährt.



Abb. 2: Braunfäule mit typischer Würfelstruktur an einer Parkbank



Abb. 3: Weissfäule mit faseriger Struktur, Befall an einem Baumstrunk

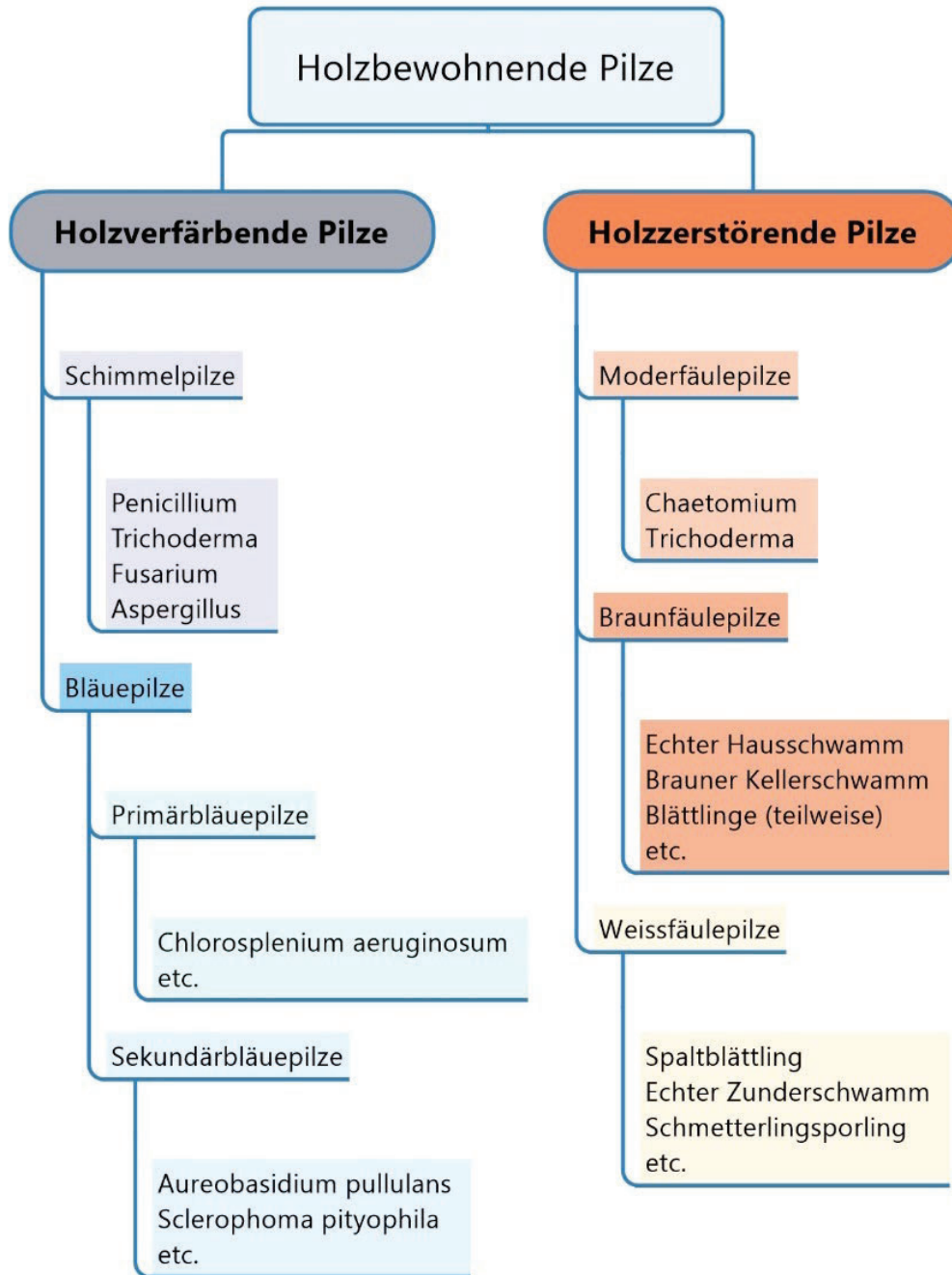


Abb. 4: Mögliche Einteilung von holzbewohnenden Pilzen (nur Auswahl)

Auch wenn Schimmel- und Bläuepilze keine Strukturschäden am verbauten Holz verursachen, sind sie doch untrügliche Zeichen, dass die Umgebungsbedingungen pilzfreundlich sind. Sie entwickeln sich meistens vor den holzerstörenden Pilzen und dienen so als «Zeigerpilze».

Auch die Unterscheidung von Primär- und Sekundärbläue kann hilfreich sein. So lässt sich beispielsweise eindeutig feststellen, ob Bauholz feucht eingebaut wurde oder nachträglich wieder feucht geworden ist.

3 INSEKTEN

Gleich wie bei den Pilzen, sind auch Insekten auf gewisse Lebensbedingungen angewiesen, damit sie sich entwickeln und vermehren können.

3.1 Substrat

Mehr noch als Pilze sind holzbewohnende Insekten auf bestimmte Holzarten oder Holzartengruppen spezialisiert. So wird ein Hausbock nie ein Laubholz befallen. Er ist spezialisiert auf europäische Nadelhölzer und lebt dabei vorwiegend im Splintholz. Diese Spezialisierung kann deshalb für eine Erkennung gut herangezogen werden. In der nachstehenden Tabelle Tab. 2 sind einige gut bekannte Trockenholzinsekten und ihr bevorzugtes Substrat aufgeführt.

Tab. 2: Trockenholzinsekten und ihre Holzarten

Holzart	Hausbock	Nagekäfer	Splintholzkäfer
Fichte	☺	☺	
Tanne	☺	☺	
Lärche	☺	☺	
Föhre (Kiefer)	☺	☺	
Buche		☺	
Eiche		☺	☺
Nussbaum / Ulme		☺	☺
Abachi / Limba		☺	☺

Eine grundsätzliche Unterscheidung ist auch die Einteilung in Frischholz- und Trockenholzinsekten. Frischholzinsekten, befallen frisch gefällte Bäume oder auch noch stehendes Bäume (Rundholz) oder frisch eingeschnittenes Schnittholz. Sie befallen kein verbautes Holz. Wird befallenes Holz hingegen ohne Wärmebehandlung z.B. durch technische Trocknung mit einer Temperatur von > 55°C verbaut, können ausfliegende Käfer durch ihr Ausflugsloch Schäden bei Luftdichtigkeitsschichten oder Sperrfolien verursachen.

Trockenholzinsekten hingegen können auch verbautes Holz mit einer Holzfeuchtigkeit unter 18% befallen und so zu Schäden an Bauten führen.

3.2 Umweltbedingungen

Auch Insekten haben ihre bevorzugten Umweltbedingungen. Am schnellsten entwickeln sie sich natürlich unter optimalen Bedingungen. Sie sind jedoch fähig auch bei schlechteren Bedingungen zu überleben. Die Entwicklung dauert dann eben länger.

Tab. 3: Feuchte- und Temperaturansprüche einiger Trockenholzinsekten (Quelle: Lignatec 14/2001 ergänzt)

Insekt	Holzfeuchtigkeit in %	Temperaturbereich in °C (optimal)
Hausbock	mind. ca. 11 opt. ca. 18 - 30	24 - 30
Nagekäfer	mind. 13 opt. ca. 20 - 35	18 - 24
Splintholzkäfer	mind. 7 opt. 16	26 - 27

3.3 Entwicklung von Insekten

Bei der Entwicklung vom Ei zum eigentlichen Käfer durchläuft das Insekt vier Stadien: Ei – Larve – Puppe – Käfer (Vollinsekt). Sie stellen die sogenannte Generationsdauer dar, die bei den einzelnen Insektenarten unterschiedlich lang ist.

Bei den meisten einheimischen Käferarten dauert dieser Entwicklungszyklus gewöhnlich mehrere Jahre. Dabei sind das Ei- und Puppenstadium im Allgemeinen sehr kurz und erstrecken sich nur auf wenige Wochen oder sogar nur Tage. Auch der fertig entwickelte Käfer lebt mit meist nur drei bis fünf Wochen nicht lange. Daher ist die Lebenszeit als Larve sehr lang und kann sich über mehrere Jahre erstrecken.

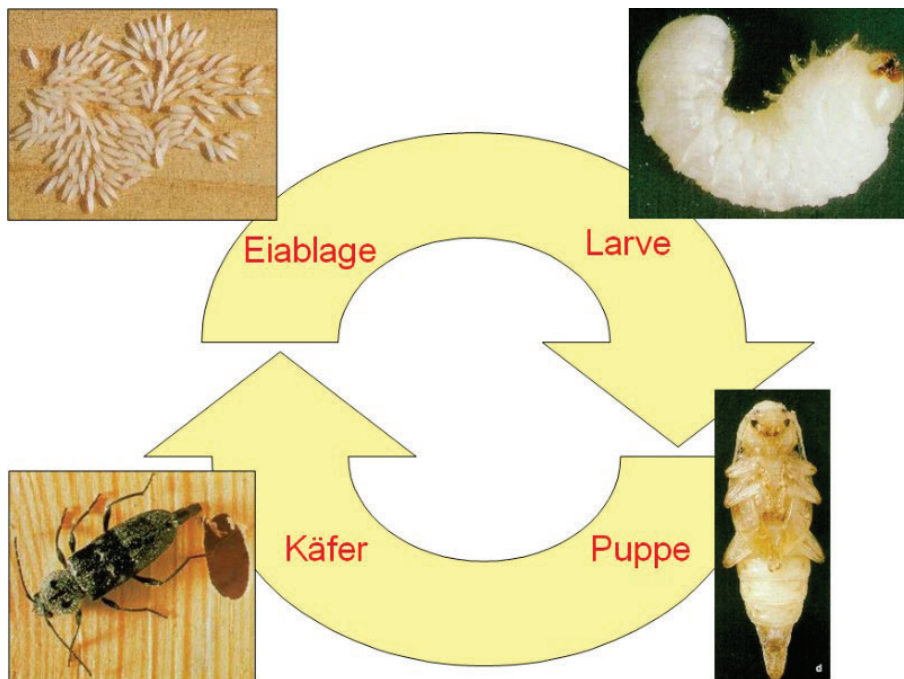


Abb. 5: Entwicklungskreislauf von Insekten

Eiablage

Das Käferweibchen legt mit einer Legeröhre winzige Eier in kleine Risse, Spalten, alte Ausfluglöcher und auch grosse Poren des Holzes. Auf der glatten Holzoberfläche werden diese Eigelege natürlich nicht, wie oben dargestellt, abgelegt. Von einem Weibchen werden oftmals mehrere hundert Eier produziert.

Larve

Aus den Eiern schlüpfen die Larven und beginnen, sich durch das Holz zu nagen. Dabei hinterlassen sie die für jeden Käfer charakteristischen Frassgänge. Sie hinterlassen Frassmehl und arttypische Kotpartikel.

Unter günstigen Lebensbedingungen und gutem Nährstoffangebot entwickeln sich die Larven rasch. Während dieser Zeit fressen sie entsprechend viel. Liegen ungünstige Umweltbedingungen bzw. Nährstoffgehalte des Holzes vor, kann sich das Larvenstadium um Jahre verlängern. In dieser Zeit fressen sie allerdings nicht sehr viel; sie kümmern vor sich hin oder sterben ab.

Puppe

Die Puppenwiege ist meistens dicht unter der Holzoberfläche. Jetzt erfolgt die Umwandlung zum Insekt.

Insekt

Das schlüpfende Insekt frisst sich aus dem Holz und hinterlässt ein charakteristisches Flugloch, das unterschiedlich gross ist, rund oder oval sein kann.



Abb. 6: Schadensbild des Hausbocks an einem Pfosten in einem ausgebauten Dachstock

Auch hier können die einzelnen Lebensphasen und Merkmale oder Hinterlassenschaften für die Erkennung und Bestimmung des betreffenden Insekts hergenommen werden. Am einfachsten ist die Bestimmung natürlich, wenn ein Vollinsekt vorliegt. Alternativ kann aber auch mit den anderen Merkmalen ein Schädling erkannt oder zumindest eingegrenzt werden. Abb. 7 zeigt einen schön gezeichneten Vergleich von diversen Schadinsekten.

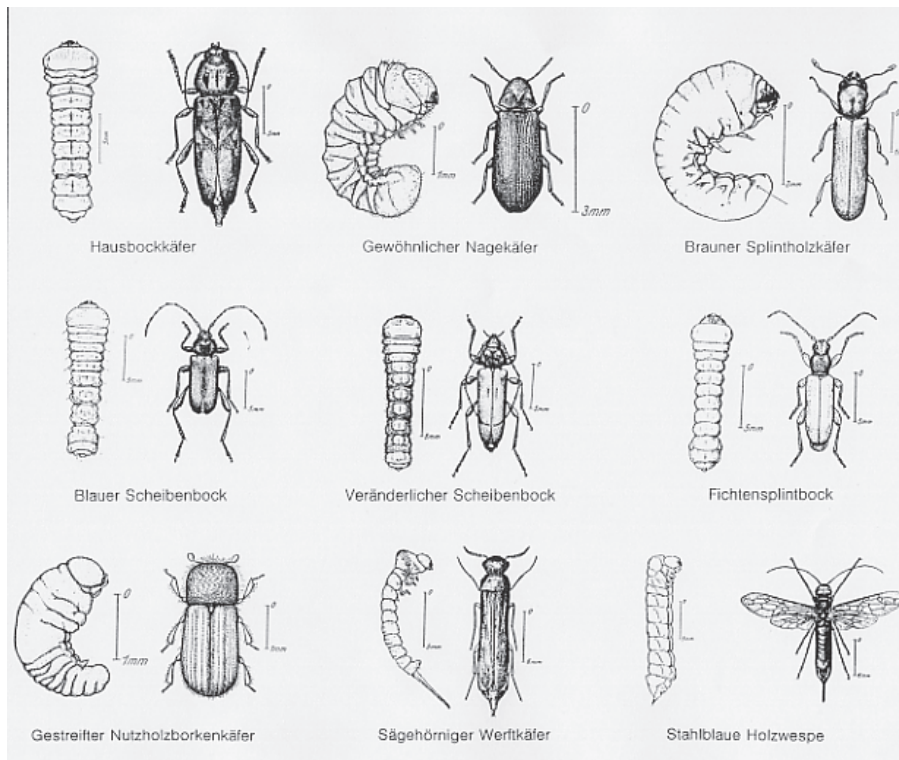


Abb. 7: Gegenüberstellung der Larven und Käfer verschiedener Holzschädlingen. (Grosser D. 1985)

4 VORGEHEN

Sanierungen von befallenen Holzbauteilen sind anspruchsvoll. Damit eine Sanierung erfolgreich durchgeführt werden kann und eine nachhaltige Wirkung zeigt, ist eine globale Sicht notwendig. Die Richtlinie der EMPA/Lignum "Lignatec 14/2001, Holzerstörende Pilze und Insekten - Analyse, Prognose, Bekämpfung" erklärt im Einzelnen die Sanierung von Pilze und Insektenschäden. Dabei sind die folgenden Verfahrensschritte einzuhalten (siehe auch Abb. 8):

- Analyse und Diagnose
- Prognose
- Bekämpfung
- Vorbeugende Massnahmen

Analyse Diagnose	Einsicht	<ul style="list-style-type: none"> • Ausräumen • Freilegen der Konstruktion • Reinigen der Konstruktion • Bei Hausschwamm befallene Teile entfernen
	Organismen	<ul style="list-style-type: none"> • Genaue Bestimmung des Schädlings
	Bauphysik	<ul style="list-style-type: none"> • Feuchtigkeit überprüfen • Ursache erhöhter Feuchtigkeit feststellen • Feuchtequelle beseitigen • Konstruktion dauerhaft austrocknen
	Statik	<ul style="list-style-type: none"> • Beurteilung der Tragfähigkeit • Stark geschwächte Bauteile ausbauen und ersetzen • Ev. Anbringen von Verstärkungen
Prognose	Ausbreitung	Ist eine weitere Ausbreitung zu erwarten? <ul style="list-style-type: none"> • Nein: keine weiteren Massnahmen • Ja: chemische und/oder physikalische Bekämpfung
Bekämpfung		<ul style="list-style-type: none"> • Aktiver Hausschwamm: chemische oder thermische Verfahren bekämpfend (P_b, Barrierebildung im Mauerwerk) • Aktiver Insektenbefall: chemische oder thermische Verfahren bekämpfend (I_b)
Vorbeugen	Bauphysikalische Massnahmen genügend	<ul style="list-style-type: none"> • Keine weiteren Massnahmen
	Bauphysikalische Massnahmen ungenügend	<ul style="list-style-type: none"> • Hausschwamm: chemische Verfahren (P, P_b) • Insekten (I_v).

Abb. 8: Die Phasen der Sanierung biogener Holzschäden (aus Lignatec 14/2001)

4.1 Methoden der Bekämpfung

Für die Bekämpfung steht eine Vielzahl von Methoden zur Verfügung, welche alle ihre Vor- und Nachteile, ihre Möglichkeiten und Grenzen haben.

Die verschiedenen Methoden können unterteilt werden in folgende Gruppen:

- Behandlung/Massnahmen mit Holzschutzmitteln
- Thermische Verfahren
- Elektrophysikalische Verfahren
- Begasungsverfahren
- Biologische Verfahren
- Weitere Verfahren

Tab. 4: Methoden und Verfahren der Bekämpfung

Verfahren / Bekämpfung	Wirksamkeit		
	gegen Pilze	gegen Insekten	vorbeugend
Streichen mit Holzschutzmittel	ja	ja	ja
Spritzen mit Holzschutzmittel	ja	ja	ja
Tauchen in Holzschutzmittel	ja	ja	ja
Bohrlochtränkung	ja	ja	ja
Holzschutzmittel mittels Druckapparaten injizieren	ja	ja	ja
Depotverfahren mit Festsalzstäbchen	ja	nein	ja
"Schwalbennester «mit Mauerwerkschutzmitteln	ja	nein	ja
Schaumverfahren	ja	ja	ja
Heissluftverfahren	ja	ja	nein
Feuchtegeregeltes Warmluftverfahren	bedingt	ja	nein
Kontaktheizungsverfahren	ja	ja	nein
Kälteverfahren	nein	ja	nein
Lötlampen für Hitzebehandlung von Mauerwerk	ja	nein	nein
Mikrowellentechnik			
Hochfrequenztechnik	ja	ja	nein
Infrarotstrahler für die Hitzebehandlung von Mauerwerk	ja	nein	nein
Begasung mit Stickstoff	nein	ja	nein
Begasung mit CO ₂	nein	ja	nein
Begasung mit giftigen Gasen	ja	ja	nein
Biologische Bekämpfung mit Organismen	ja	ja	nein
Insektenfalle mit Duftstoffen	nein	ja	ja
Behandlung mit amorphem Siliciumdioxid	nein	ja	nein

Für die gewerbliche Anwendung von Holzschutzmitteln und die Anwendung von giftigen Gasen wird in der Schweiz je eine entsprechende Fachbewilligung gebraucht. Ausserdem dürfen in der Schweiz nur zugelassene Holzschutzmittel eingesetzt werden.

Für die Anwendung von Mikrowellentechnik ist bewilligungspflichtig. Die ausführende Person muss einen entsprechenden Strahlenschutzkurs besucht haben.

Nach jeder Behandlung ist ein Protokoll mit den wichtigsten Angaben zu erstellen und in geeigneter Form zu archivieren. Bei Behandlung mit Holzschutzmitteln ist zudem die Kennzeichnung der behandelten Bauteile wichtig, um bei späteren Arbeiten an diesen Stellen die notwendigen Arbeitsschutzmassnahmen vorsehen zu können.

Ausserdem ist vielfach ein Monitoring sinnvoll, um die Wirksamkeit der Massnahmen zu überprüfen.

5 VERWENDETE UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR

- Kempe K. (2009), Holzschädlinge.: Vermeiden, Erkennen, Bekämpfen. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart
- Reul H. (2007), Handbuch Bautenschutz und Bausanierung, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, Köln
- Mankel, W. et al. (2010) Schutz des Holzes IV, Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung, FORUM EIPOS, Band 23, expert verlag, Renningen
- Marutzky R., Willeitner H., Radiovic B., Hertel H., Grosser D. (2013), Holzschutz, Praxiskommentar zu DIN 68800 Teile 1 bis 4
- Berner Fachhochschule, Architektur, Holz und Bau (2009), Leitfaden Fachbewilligung Holzschutz, Biel
- Graf E., Meili M. (2001), Lignatec 14/2001, Holzzerstörende Pilze und Insekten, Analyse, Prognose, Bekämpfung, Lignum, Zürich
- Fuhrmann C., Pizio S. (2019) Lignatec Erhaltung von Tragwerken, Lignum Holzwirtschaft Schweiz, Zürich
- Hach A., Schwarze F. (2018) Schweizerisches Holzschutzmittelverzeichnis 2018, 1. Teil: Informationen zum Thema Holzschutz, Lignum Holzwirtschaft Schweiz, Zürich
- Leisse B., Löfflad H. (-), Lehrgangsskript, Kapitel 4.4, Holzbehandlung und Holzschutz zum Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen
- Grosser, D. (1985), Pflanzliche und tierische Bau- und Werkholzschädlinge. Leinfelden-Echterdingen: DRW-Verlag Weinbrenner KG
- Binker G., Flohr E, Brückner G, Huckfeldt T., Noldt U., Parisek L., Rehbein M., Wegner R. (2014), Praxis-Handbuch Holzschutz: Vorbeugen, Beurteilen, Sanieren, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, Köln
- Rüpke H.J., Kürsten E. (2021), holzfragen.de, Bürogemeinschaft Sachverständigenbüro für Holzschutz, Hannover
- Binker Materialschutz GmbH (2021), binker.eu, Lauf a.d. Pegnitz