

## **Holzkonstruktionen in tropischen Klimaten – Was ist zu beachten?**

Dr. André Peylo  
Öbuv Sachverständiger f. Holzschäden und Holzschutz,  
Lauenburg

### **1.1 Gliederung**

1. Einleitung
2. Einflußparameter:
  - Holzfeuchte
  - Schadorganismen
    - Pilze
    - Insekten
  - natürliche Dauerhaftigkeit
3. Schadensfälle in der Praxis
4. Schlußfolgerungen

### **1. Einleitung**

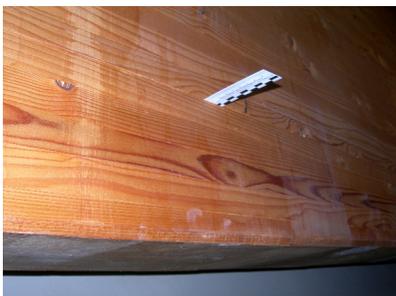
Verleimte Träger in Form von Brettschichtholz o.ä. werden in Mitteleuropa und Nordamerika seit rund 100 Jahren erfolgreich eingesetzt. In tropischen Regionen sind sie dagegen seltener zu finden. Stahl- und Beton überwiegen.

Holz als Naturprodukt unterliegt bei seiner Verwendung vielfältigen Belastungen. Entscheidende Belastungen resultieren aus dem Schwind- und Quellverhalten. So sind geöffnete Leimfugen in einem bestimmten Rahmen zulässig und normal.

Was kann nun in den Tropen passieren?

In tropischen und mediterranen Klimaten konnten verschiedene Schadensfälle an Vollholzkonstruktionen untersucht werden. Dabei zeigten sich neben holztypischen Eigenschaften immer wieder Planungs- und Ausführungsfehler als die eigentliche Ursache von Schäden. Alle beobachteten Planungsfehler beruhten auf einer Fehleinschätzung der Belastungen im Einsatzbereich, offenbar aufgrund mangelnder Kenntnisse zum Einsatzort.

Ziel dieses Beitrags ist es daher, nach einigen Grundüberlegungen die Einflußparametern anhand von Schadensfällen zu beleuchten. Die Ergebnisse können grundsätzlich auch auf verleimte Bauteile übertragen werden.



## 2. Einflußparameter

### 1.1.1 Holzfeuchte

Die Holzeigenschaften wie auch die Verleimung werden wesentlich durch die Holzfeuchte bestimmt. Tropische Klimate zeichnen sich durch eine zwar hohe relative Luftfeuchte und hohe Temperaturen aus, im Vergleich zu Europa befinden sich diese jedoch auf einem gleichmäßig hohen Niveau. Spannungen durch Feuchtewechsel, die bei Brettschichträgern oft Ursache der Fugenrisse sind, treten daher weniger auf.

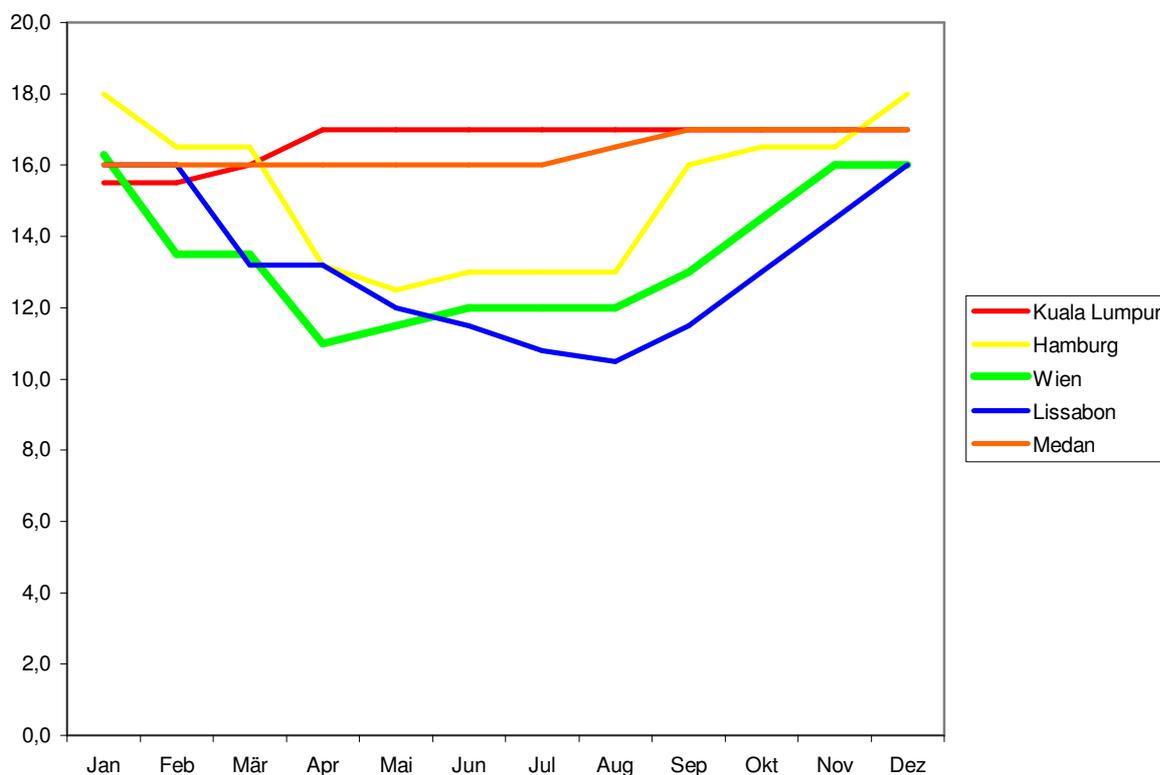


Bild 1: Holzfeuchten berechnet aus den langjährigen Monatsmittelwerten für Luftfeuchte und Temperatur. Berechnet nach Keilwerth

## 1.2 Holzschutz

Der Holzschutz ist in DIN 68800, bzw. Önorm B 3802 geregelt.

### 1.2.1 Pilze

Bei Holzfeuchten unterhalb 20% sind Schäden durch holzerstörende Pilze ausgeschlossen. DIN 1052, bzw. Önorm B 4100 legen zudem 20% Holzfeuchte als Obergrenze der Verwendung fest.

Pilze benötigen in der Regel frei verfügbares Wasser, so daß zumindest partiell an der Holzoberfläche die Fasersättigungsfeuchte erreicht sein muß. Solange die Bauteile daher nicht bewittert werden oder einer Tauwasserbelastung ausgeschlossen ist, sind Schäden durch Pilze nicht zu erwarten.

### 1.2.2 Insekten

Befall durch holzerstörende Insekten erfolgt am trockenen Holz. Die Feuchteoptima sind jedoch unterschiedlich. Zusätzlich muß beachtet werden, ob die Insekten überhaupt in der Lage sind, das Holz für einen Befall zu finden: So können sich Hausbocklarven in technisch getrocknetem Holz zwar gut entwickeln. Die Eiablage, somit der Beginn des Befalls, ist aber weniger wahrscheinlich, da sich die Käfer am Geruch des Holzes orientieren. Aufgrund der Erhitzung sind leicht flüchtige Komponenten bereits ausgegast, so daß technisch getrocknete Hölzer seltener zur Eiablage aufgesucht werden (Schumacher, Wegner 2007). Schadensfälle sind aus der Praxis bisher nicht berichtet worden (Radovic 2009).

Häufige Schadinsekten an Vollholz:

**Hausbockkäfer** (*Hylotrupes bajulus*): Durch die verborgene Tätigkeit ihrer Larven, die ca. 6-8mm dicken Gänge und Ausfluglöcher hinterlassen, können Holzbauteile völlig zerstört werden. Typisch ist das Stehenbleiben einer papierdünnen Holzoberfläche, die von einzelnen Ausfluglöchern bezeichnet wird.

Zu Ihrer Entwicklung benötigen die Hausböcke, die den weitaus überwiegenden Teil ihres Lebens von ca. 5-10 Jahren als holzerstörende Larve verbringen, eine Temperatur und Holzfeuchte, wie sie allgemein in Dachstühlen herrscht, sowie einen ausreichenden Eiweißgehalt des Holzes. Mit Zunehmendem Alter des Holzes wird die Entstehung eines intensiven Befalls daher unwahrscheinlicher, aber nicht ausgeschlossen. Die in der Literatur genannten Zeiträume von 15-60 Jahren, in denen das Holz besonders reizvoll für die Insekten ist, sind zwar durch Erfahrungen belegt, aber auch wesentlich ältere Hölzer können, vor allem nach Umbauten, befallen werden. Dabei scheint vor allem der Geruch des Holzes für das Insekt entscheidend zu sein, um das Material für die Eiablage aufzufinden.

Hausbockkäfer treten in geeigneten Klimazonen Weltweit auf.

**Holzwürmer** (*Anobium punctatum*). ernähren sich als Larve über 1-3 Jahre vom Holz, bevor sie im Mai-Juni als Käfer ausschlüpfen, die typischen 1-2mm großen Ausfluglöcher hinterlassen und nach der Eiablage absterben. Sie benötigen zu Ihrer Ernährung vorzugsweise Nadelholz (Fichte, Kiefer), können aber auch im nicht

dauerhaften Splintholz von Laubhölzern leben. Insgesamt benötigen sie eine erhöhte Holzfeuchte, die typisch in Kellern oder nicht beheizten Gebäuden wie Kirchen oder Scheunen anzutreffen ist. In modernen, zentralbeheizten Gebäuden oder intakten Dächern finden sie daher kaum Entwicklungsmöglichkeiten.

Die von ihnen an Konstruktionshölzern verursachten Schäden sind verhältnismäßig gering. Erst nach vielen Jahren oder Jahrzehnten werden Bauteile in ihrer Funktion beeinträchtigt. Größere Schäden entstehen dagegen an Möbeln und Gebrauchsgegenständen, die partiell zerstört werden können.

Auch Nagekäfer sind weltweit vorhanden und anspruchsloser als Hausböcke.

### 1.3 Termiten

Bereits in Südfrankreich, Mittelitalien und Spanien sind die ersten Vertreter zu finden. Termiten leben als staatenbildende Insekten verborgen im Holz. Sie meiden das Sonnenlicht, so daß sich der Befall unterhalb einer zunächst intakt bleibenden Oberfläche entwickelt. Weltweit sind etwa 2800 verschiedene Termitenarten bekannt. Die Mehrzahl der Termitenarten ist nicht in der Lage zu fliegen, so daß ein Befall über den Erdboden erfolgen muß. Durch einfache konstruktive Schutzmaßnahmen kann daher ein Befall meist verhindert werden. Fliegende Termitenarten sind vor allem in Afrika zu finden.

### 1.4 Natürliche Dauerhaftigkeit

Zunehmend werden dauerhaftere Kernholzarten auch in verleimten Trägern eingesetzt.

DIN 68 800-3 (Holzschutz, Vorbeugender chemischer Holzschutz, April 1990), bzw. Önorm B 3802-3, definieren Gefährdungsklassen und nennt unterschiedlich dauerhafte Holzarten. Die Norm verweist zur Klassifizierung auf DIN 68 364 (Kennwerte von Holzarten , 11-1979): Resistenzklassen. Dieser Verweis ist inzwischen als Veraltet zu betrachten

Der Beuth-Kommentar (1998) verweist dagegen auf die neuere und umfassendere [DIN bzw. Önorm] EN 350-2 (Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz, 10-1994): Dauerhaftigkeitsklassen

Für eine frei der Bewitterung ausgesetzte Konstruktion sind demnach nur Hölzer der Dauerhaftigkeitsklasse 2 zulässig. Zu dieser zählt Eiche. Lärchen-, Douglasien- und Kiefern Kernholz werden dagegen nur in die Dauerhaftigkeitsklasse 3 eingeordnet. Eine Verwendung in der GK 3 (der Bewitterung ausgesetzt) ist damit ohne chemischen Holzschutz nicht zulässig.

Wie dauerhaft sind aber nun Hölzer der Dauerhaftigkeitsklasse 2? Welche Lebensdauer ist zu erwarten?

DIN EN 350-1 (Grundsätze für die Prüfung und Klassifikation, Oktober 1994) beschreibt die Versuchsanordnung zur Bestimmung der Dauerhaftigkeitsklassen.

In Labor- und/oder Freilandversuchen werden die zu prüfenden Holzarten mit einer Vergleichsholzart Kiefer (*Pinus sylvestris*) oder Buche (*Fagus sylvatica*), jeweils nur Splintholz, anhand einer 5-Stufigen Skala verglichen.

Bei den Versuchen, z.B: EN 113 Labor: Schwammkeller] und EN 252 [Freiland: grave yard]) werden die Proben einem Pilzangriff ausgesetzt. Mindestens 30 Probekörper aus 3 verschiedenen Stämmen werden eingesetzt.

Die Dauerhaftigkeit ergibt sich als Quotient im Vergleich zur Vergleichsholzart (Tabelle).

Entsprechende Versuche werden für Insekten durchgeführt.

Bei den Ergebnissen sollen Freilandtests, möglichst aus gemäßigttem Klimagebieten, der Vorzug gegeben werden.

**Tabelle 2: Klassen der natürlichen Dauerhaftigkeit von Holz gegen Pilzbefall aufgrund von Freilandversuchen auf der Basis von EN 252**

Dauerhaftigkeitsklasse	Beschreibung	Ergebnisse der Freilandversuche, ausgedrückt als $x^*$ )
1	sehr dauerhaft	$x > 5$
2	dauerhaft	$x > 3$ aber $\leq 5$
3	mäßig dauerhaft	$x > 2$ aber $\leq 3$
4	wenig dauerhaft	$x > 1.2$ aber $\leq 2$
5	nicht dauerhaft	$x \leq 1.2$
*) Wert $x = \frac{\text{mittlere Lebensdauer der Prüfstäbe}}{\text{mittlere Lebensdauer des dauerhaftesten Satzes von Vergleichsstäben}}$		

Tabelle: Auszug aus EN 350-1

Die Einstufung einer Holzart als „dauerhaft“ beruht somit auf einem relativen Vergleich auf der Basis mitteleuropäischer Versuchsergebnisse. Unter extremen Einsatzbedingungen, in denen ein ungeschütztes Splintholz nach 1-2 Jahren zerstört ist, kann auch ein dauerhaftes Holz bereits nach 4-8 Jahren zerstört sein.

Die Ergebnisse in gemäßigten Klimazonen können zusätzlich erheblich von tropischen Bedingungen abweichen. Ein besonderes Beispiel hierfür ist Eiche. Diese wird in Mitteleuropa in die Dauerhaftigkeitsklasse 2 eingeordnet. In tropischen Regionen kann sie aber bereits nach 5 Jahren erhebliche Schäden aufweisen (Schulz 1976, 1979).

## 2. Schadensfälle

### 2.1 Hausbauprojekt Indonesien

Von einer internationalen Hilfsorganisation war ein Programm ausgearbeitet worden um ca. 8000 Familien nach einem Erdbeben wieder ein Haus zur Verfügung stellen zu können.

Die Häuser wurden aus Fichte auf einem massiven Stahlrahmen erstellt.

Starke Farbveränderungen nach wenigen Monaten gaben Anlaß zur Sorge.



Neu errichtetes Gebäude nach ca.6 Monaten (Indonesien)



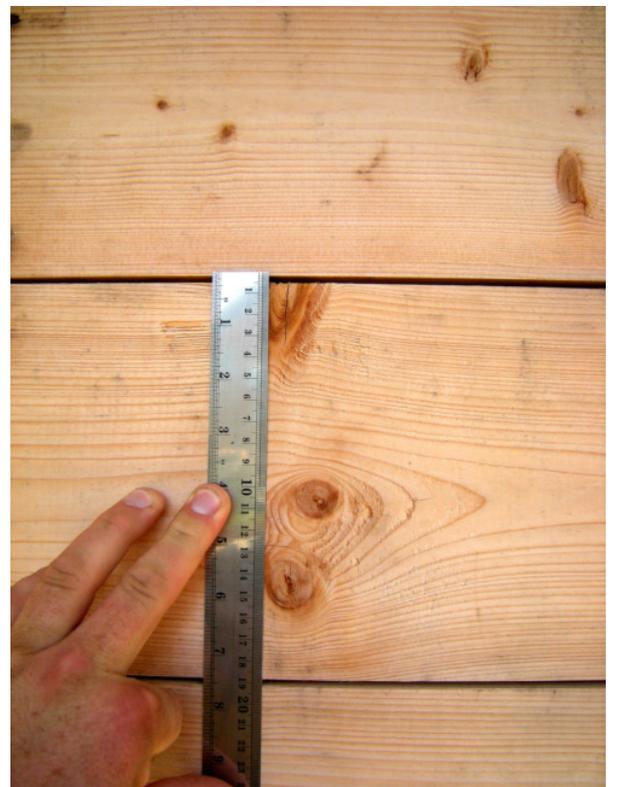
Detail: Unterschiedliche Intensität der Vergrauung. Die Wände bestehen aus Fichte, der Fensterladen dagegen aus Kiefer..



Nicht bewitterte Bereiche.



Schwindung



Schwindung



Holz in der Verarbeitung.  
Holzfeuchtemessung (34°C)



Lokale traditionelle Häuser



Lokaler Neubau



Verbesserungen der Konstruktion Eigeninitiative. Gut sichtbar ist auch die massive Stahlrahmen auf Pfosten, so daß das Gebäude nicht im Erdkontakt steht.

## 2.2 Eisenbahnschwellen (Eiche) im Malaysia

Eine neu errichtete Eisenbahnlinie in Malaysia zeigte an den Eichenschwellen (Europäische Eiche) massive Fäulnisschäden nach nur 5 Jahren Betrieb. Gleisschrauben hatten sich während des Betriebes bereits gelöst.



Schwellen zeigen nach 5 Jahren bereits massive Fäulnisschäden. Aufgefallen war das Problem durch Befestigungsschrauben, die sich im Betrieb gelöst hatten





Fig. 16: Querschnitte aus der ausgebauten Schwelle zeigen deutlich den fortgeschrittenen Fäulnisprozeß (dunklere Braunfärbung) in Verbindung mit Rissen..

Auffällig ist die Zonierung der Proben in helle, feuchte und dunklere, trockenere Bereiche. Die Fäulnisschäden liegen in den hellen Bereichen.

### 2.3 Ein Hochseilgarten in Portugal

Nach 2-3 Jahren Betrieb waren massive Fraßschäden durch Haussbocklarven an dne Douglasien-Masten entstanden.

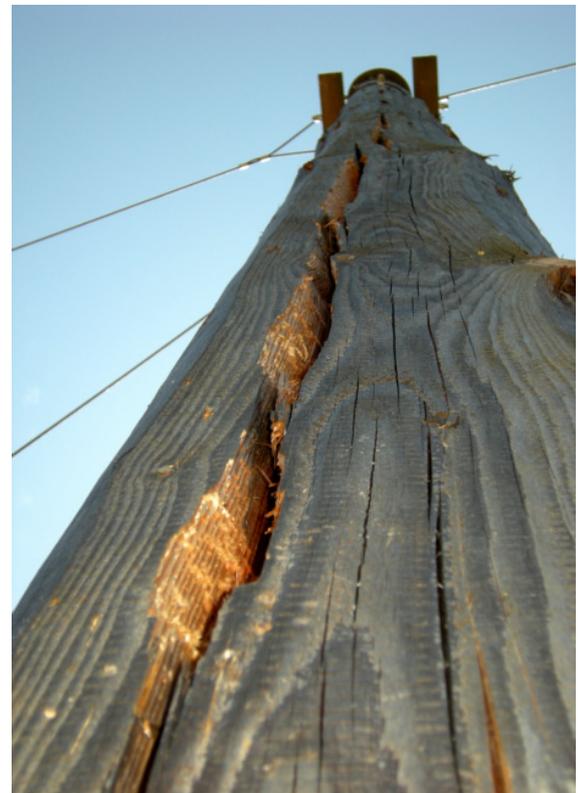


Bild 1 (oben): Übersicht

Bild 2 (oben, rechts): Fraßschäden an der Stammbasis von Mast 7. Das Holz ist bis zu 2cm tief völlig zerstört. Das folgend Holz ist noch tragfähig, das Kernholz ist ungeschädigt.

Bild 3 (rechts): Der Spechtbefall entlang eines Trockenrisses an Mast 7 zeigt diverse Fraßkanäle und belegt zudem die Aktivität der Larven, denn diese wurden vom Specht als Nahrung gesucht.

Der Befall ist bis in die Spitze vorhanden.



Schulz, G., 1976: Erfahrungen mit Holzschwellen in einer Erzbahnstrecke in Liberia, Westafrika Holz Roh.-Werkstoff 34 (1976) 325-330.

Schulz, G., 1979: Verwendung von Holzschwellen in tropischen Gebieten. Holz Roh.-Werkstoff 37 (1979) 469-472.

Schumacher



**Dr. André Peylo**

Öffentl. best. u. vereid. Sachverständiger f. Holzschäden und Holzschutz (IHK-Lübeck)  
Blumenstr. 22, D - 21481 Lauenburg, peylo@holzlabor.com

Geboren 1965 in Hamburg

**Lebenslauf**

Studium der Holzwirtschaft (1991) und Promotion über das Auswaschverhalten von Borsalzen (1995) an der Universität Hamburg. Seitdem Bor-Fan.

Wiss. Mitarbeiter an der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg bis 1998. Koordination eines Verbundprojektes zur Schnellanalyse von Altholz.

Geschäftsführer lavTOX Deutschland (Handel mit Holzschutzmitteln auf Basis von Borsalzen)

Seit Januar 2001 öffentl. best. u. vereidigter Sachverständiger [IHK Lübeck] für Holzschutz und Holzschäden.

Mitarbeit an verschiedenen WTA-Merkblättern (Echter Hausschwamm, Balkenköpfe, Thermische Verfahren) und am Sanierungsleitfaden des Umweltbundesamtes.

Stadtvertreter im Rat der Stadt Lauenburg

Ehrenlokkführer bei den Harzer Schmalspurbahnen.

Verheiratet, 2 Töchter, 4 Ponies

# Holzkonstruktionen in tropischen Klimaten

## Was ist zu beachten?

### 2 Gliederung

2. Einleitung
3. Einflußparameter auf Holz:
  - Holzfeuchte
  - Holzschutz
    - Pilze
    - Insekten
    - natürliche Dauerhaftigkeit
4. Schadensfälle in der Praxis
5. Schlußfolgerungen
6. Literatur

### **3 Einleitung**

Verleimte Träger in Form von Brettschichtholz o.ä. werden in Mitteleuropa und Nordamerika seit rund 100 Jahren erfolgreich eingesetzt. In tropischen Regionen sind sie dagegen seltener zu finden. Stahl und Beton überwiegen.

Holz als Naturprodukt unterliegt bei seiner Verwendung vielfältigen Belastungen. Entscheidende Belastungen resultieren aus dem Schwind- und Quellverhalten. Diese bewegen sich häufig in einem zulässigen Rahmen. So sind geöffnete Leimfugen bis zu einer bestimmten Tiefe zulässig und normal (Brettschichtholz-Merkblatt 2005).

Was kann nun in den Tropen passieren?

In tropischen und mediterranen Klimaten konnten sehr unterschiedliche Schadensfälle an Vollholzkonstruktionen untersucht werden. Dabei zeigten sich neben holztypischen Eigenschaften immer wieder Planungs- und Ausführungsfehler als die eigentliche Ursache von Schäden. Alle beobachteten Planungsfehler beruhten auf einer Fehleinschätzung der Belastungen im Einsatzbereich, offenbar aufgrund mangelnder Kenntnisse zum Einsatzort und zum Material Holz.

Ziel dieses Beitrags ist es daher, nach einigen Grundüberlegungen die Einflußparameter anhand von Schadensfällen zu beleuchten. Die Ergebnisse können grundsätzlich auch auf verleimte Bauteile übertragen werden.

### **4 Einflußparameter auf Holz**

#### **4.1 Holzfeuchte**

Die Holzeigenschaften wie auch die Verleimung werden wesentlich durch die Holzfeuchte bestimmt. Tropische Klimate zeichnen sich durch eine zwar hohe relative Luftfeuchte und hohe Temperaturen aus. Im Vergleich zu Europa befinden sich diese jedoch auf einem gleichmäßig hohen Niveau. Spannungen durch Feuchtewechsel, die bei Brettschichträgern oft Ursache der Fugenrisse sind, treten daher weniger auf.

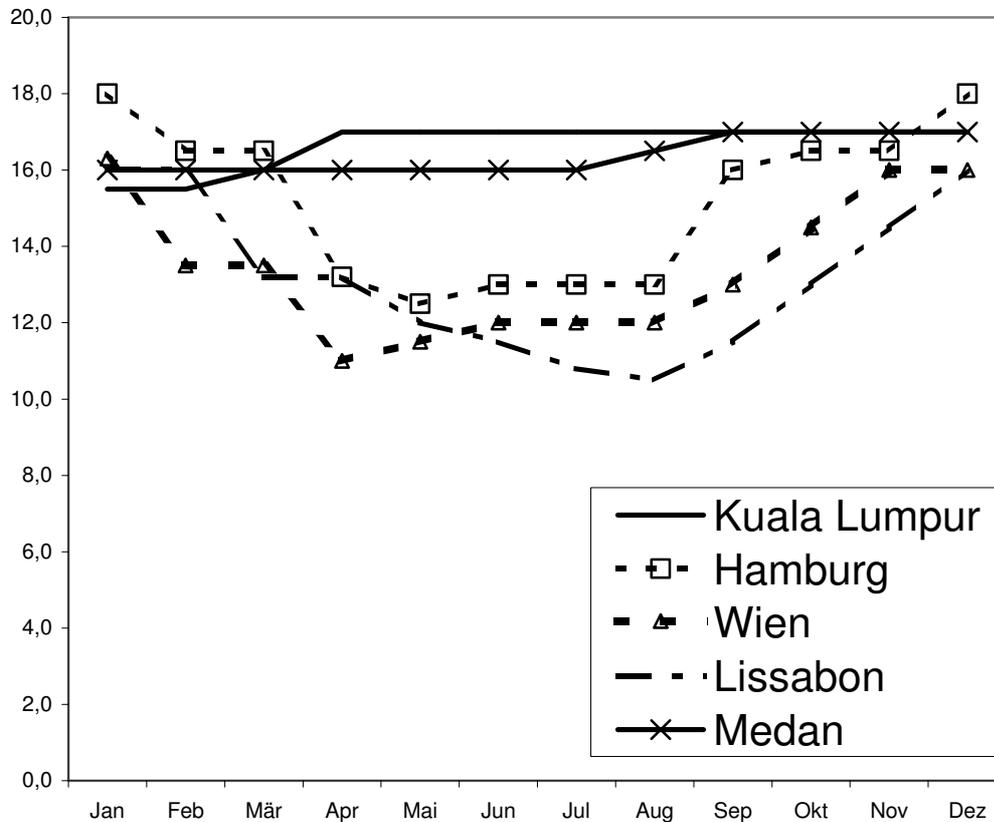


Bild 1: Holzfeuchten berechnet aus den langjährigen Monatsmittelwerten für Luftfeuchte und Temperatur. Berechnet nach Keilwerth

## 4.2 Holzschutz

Der Holzschutz ist in DIN 68800, bzw. Önorm B 3802 geregelt. Diese gelten grundsätzlich auch für verleimte Hölzer.

### 4.2.1 Pilze

Bei Holzfeuchten unterhalb 20% sind Schäden durch holzerstörende Pilze ausgeschlossen. DIN 4074 und 1052, bzw. Önorm B 4100 legen zudem 20% Holzfeuchte als Obergrenze der Verwendung fest.

Pilze benötigen in der Regel frei verfügbares Wasser, so daß zumindest partiell an der Holzoberfläche die Fasersättigungsfeuchte erreicht sein muß. Solange die Bauteile daher nicht bewittert werden oder einer Tauwasserbelastung ausgeschlossen ist, sind Schäden durch Pilze nicht zu erwarten.

### 4.2.2 Insekten

Befall durch holzerstörende Insekten erfolgt am trockenen Holz. Die Feuchteoptima sind jedoch unterschiedlich. Zusätzlich muß beachtet werden, ob die Insekten überhaupt in der Lage sind, das Holz für einen Befall zu finden: So können sich Hausbocklarven in technisch getrocknetem Holz zwar gut entwickeln. Die Eiablage, somit der Beginn des Befalls, ist aber weniger wahrscheinlich, da sich die Käfer am Geruch des Holzes orientieren. Aufgrund der

Erhitzung sind leicht flüchtige Komponenten bereits ausgegast, so daß technisch getrocknete Hölzer seltener zur Eiablage aufgesucht werden (Schumacher, Wegner 2007). Schadensfälle sind aus der Praxis bisher nicht berichtet worden (Radovic 2009).

Häufige Schadinsekten an Vollholz:

#### 4.2.2.1 Hausbockkäfer (*Hylotrupes bajulus*)

Durch die verborgene Tätigkeit ihrer Larven, die ca. 6-8mm dicken Gänge und Ausfluglöcher hinterlassen, können Holzbauteile völlig zerstört werden. Typisch ist das Stehenbleiben einer papierdünnen Holzoberfläche, die von einzelnen Ausfluglöchern bezeichnet wird.

Zu Ihrer Entwicklung benötigen die Hausböcke, die den weitaus überwiegenden Teil ihres Lebens von ca. 5-10 Jahren als holzzerstörende Larve verbringen, eine Temperatur und Holzfeuchte, wie sie allgemein in Dachstühlen herrscht, sowie einen ausreichenden Eiweißgehalt des Holzes. Mit Zunehmendem Alter des Holzes wird die Entstehung eines intensiven Befalls daher unwahrscheinlicher, aber nicht ausgeschlossen. Die in der Literatur genannten Zeiträume von 15-60 Jahren, in denen das Holz besonders reizvoll für die Insekten ist, sind zwar durch Erfahrungen belegt, aber auch wesentlich ältere Hölzer können, vor allem nach Umbauten, befallen werden. Dabei scheint vor allem der Geruch des Holzes für das Insekt entscheidend zu sein, um das Material für die Eiablage aufzufinden.

Hausbockkäfer treten in geeigneten Klimazonen Weltweit auf.

#### 4.2.2.2 Holzwürmer (*Anobium punctatum*)

Diese ernähren sich als Larve über 2-4 Jahre vom Holz, bevor sie im Mai-Juni als Käfer ausschlüpfen, die typischen 1-2mm großen Ausfluglöcher hinterlassen und nach der Eiablage absterben. Sie benötigen zu Ihrer Ernährung vorzugsweise Nadelholz (Fichte, Kiefer), können aber auch im nicht dauerhaften Splintholz von Laubhölzern leben. Insgesamt benötigen sie eine erhöhte Holzfeuchte, die typisch in Kellern oder nicht beheizten Gebäuden wie Kirchen oder Scheunen anzutreffen ist. In modernen, zentralbeheizten Gebäuden oder intakten Dächern finden sie daher kaum Entwicklungsmöglichkeiten.

Die von ihnen an Konstruktionshölzern verursachten Schäden sind verhältnismäßig gering. Erst nach vielen Jahren oder Jahrzehnten werden Bauteile in ihrer Funktion beeinträchtigt. Größere Schäden entstehen dagegen an Möbeln und Gebrauchsgegenständen, die partiell zerstört werden können.

Auch Nagekäfer sind weltweit vorhanden und anspruchsloser und zudem widerstandsfähiger gegen Bekämpfungen als Hausböcke.

#### 4.2.2.3 Termiten

Bereits in Südfrankreich, Mittelitalien und Spanien sind die ersten Vertreter zu finden. Termiten leben als staatenbildende Insekten verborgen im Holz. Sie meiden das Sonnenlicht, so daß sich der Befall unterhalb einer zunächst intakt bleibenden Oberfläche entwickelt. Typisch sind die aus Erde und Holzresten gebauten Tunnel und Gallerien. Weltweit sind etwa 2800 verschiedene Termitenarten bekannt. Die Mehrzahl der Termitenarten ist nicht in der Lage zu fliegen, so daß ein Befall über den Erdboden erfolgen muß. Durch einfache konstruktive Schutzmaßnahmen kann daher ein Befall oft verhindert werden. Fliegende Termitenarten sind vor allem in Afrika zu finden.

### 4.3 Natürliche Dauerhaftigkeit

Zunehmend werden dauerhaftere Kernholzarten auch in verleimten Trägern eingesetzt.

DIN 68 800-3 (Holzschutz, Vorbeugender chemischer Holzschutz, April 1990), bzw. Önorm B 3802-3, definieren Gefährdungsklassen und nennt unterschiedlich dauerhafte Holzarten. DIN 68800 verweist zur Klassifizierung auf DIN 68 364 (Kennwerte von Holzarten, 11-1979): Resistenzklassen. Dieser Verweis ist inzwischen als Veraltet zu betrachten

Der Beuth-Kommentar (1998) verweist dagegen auf die neuere und umfassendere [DIN bzw. Önorm] EN 350-2 (Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz, 10-1994): Dauerhaftigkeitsklassen

Für eine frei der Bewitterung ausgesetzte Konstruktion sind demnach nur Hölzer der Dauerhaftigkeitsklasse 2 zulässig. Zu dieser zählt Eiche. Lärchen-, Douglasien- und Kiefernholz werden dagegen nur in die Dauerhaftigkeitsklasse 3 eingeordnet. Eine Verwendung in der GK 3 (der Bewitterung ausgesetzt) ist damit ohne chemischen Holzschutz nicht zulässig.

Wie dauerhaft sind aber nun Hölzer der Dauerhaftigkeitsklasse 2? Welche Lebensdauer ist zu erwarten?

DIN EN 350-1 beschreibt die Versuchsanordnung zur Bestimmung der Dauerhaftigkeitsklassen.

In Labor- und/oder Freilandversuchen werden die zu prüfenden Holzarten mit einer Vergleichsholzart Kiefer (*Pinus sylvestris*) oder Buche (*Fagus sylvatica*), jeweils nur Splintholz, anhand einer 5-Stufigen Skala verglichen.

Bei den Versuchen, z.B.: EN 113 Labor: Schwammkeller] und EN 252 [Freiland: grave yard]) werden die Proben einem Pilzangriff ausgesetzt. Mindestens 30 Probekörper aus 3 verschiedenen Stämmen werden eingesetzt.

Die Dauerhaftigkeit ergibt sich als Quotient im Vergleich zur Vergleichsholzart (Tabelle).

Entsprechende Versuche werden für Insekten durchgeführt.

Bei den Ergebnissen sollen Freilandtests, möglichst aus gemäßigtem Klimagebieten, der Vorzug gegeben werden.

**Tabelle 2: Klassen der natürlichen Dauerhaftigkeit von Holz gegen Pilzbefall aufgrund von Freilandversuchen auf der Basis von EN 252**

Dauerhaftigkeitsklasse	Beschreibung	Ergebnisse der Freilandversuche, ausgedrückt als x*)
1	sehr dauerhaft	$x > 5$
2	dauerhaft	$x > 3$ aber $\leq 5$
3	mäßig dauerhaft	$x > 2$ aber $\leq 3$
4	wenig dauerhaft	$x > 1.2$ aber $\leq 2$
5	nicht dauerhaft	$x \leq 1.2$

\*) Wert  $x = \frac{\text{mittlere Lebensdauer der Prüfstäbe}}{\text{mittlere Lebensdauer des dauerhaftesten Satzes von Vergleichsstäben}}$

Tabelle: Auszug aus EN 350-1

Die Einstufung einer Holzart als „dauerhaft“ beruht somit auf einem relativen Vergleich auf der Basis mitteleuropäischer Versuchsergebnisse. Unter extremen Einsatzbedingungen, in denen ein ungeschütztes Splintholz nach 1-2 Jahren zerstört ist, kann auch ein dauerhaftes Holz bereits nach 4-8 Jahren zerstört sein.

Die Ergebnisse in gemäßigten Klimazonen können zusätzlich erheblich von tropischen Bedingungen abweichen. Ein besonderes Beispiel hierfür ist Eiche. Diese wird in Mitteleuropa in die Dauerhaftigkeitsklasse 2 eingeordnet. In tropischen Regionen kann sie aber bereits nach 5 Jahren erhebliche Schäden aufweisen (Schulz 1976, 1979).

## 5 Schadensfälle

### 5.1 Ein Hausbauprojekt in Indonesien

Von einer internationalen Hilfsorganisation war ein Programm ausgearbeitet worden um ca. 8000 Familien nach einem Erdbeben wieder ein Haus zur Verfügung stellen zu können. Die Häuser wurden aus Fichte auf einem massiven Stahlrahmen erstellt. Da das Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammen sollte, entschied man sich schließlich für Fichte eines deutschen Anbieters.

Starke Veränderungen nach wenigen Monaten gaben Anlaß zur Sorge:

Die verarbeiteten Bretter waren im Endzustand geschwunden, so daß sich Spalte entwickelten. Der Einfluß der variierenden Feuchtebedingungen bei Lagerung und Transport waren nicht berücksichtigt worden.

Verfärbungen traten durch Bläuebefall und Bewitterung (Vergrauung) in wenigen Monaten auf. Der konstruktive Holzschutz war nicht berücksichtigt worden. Kurze Dachüberstände waren nicht in der Lage, vor tropischen Regengüssen zu schützen. Ein Vergleich mit lokalen Bautraditionen wäre sinnvoll gewesen, erfolgte aber nicht.

Zum Schutz gegen Termiten ist schließlich ein chemischer Holzschutz verwendet worden. Aufgrund des verwendeten Stahlrahmens mit 6 Pfosten wäre dem konstruktiven Holzschutz Vorrang einzuräumen gewesen. Die oft in Hanglage errichteten Gebäude wiesen jedoch teilweise einen direkten Erdkontakt auf.

### 5.2 Eisenbahnschwellen in Malaysia

Eine von einem deutschen Unternehmen neu errichtete Eisenbahnlinie in Malaysia zeigte an den Eichenschwellen (Europäische Eiche) massive Fäulnisschäden nach nur 5 Jahren Betrieb. Gleisschrauben hatten sich während des Betriebes bereits gelöst.

Die Untersuchung vor Ort zeigte massive Fäulnisschäden und hohe Holzfeuchten in Verbindung mit Trockenrissen in den Eichenschwellen. Dieses Verhalten des Holzes ist aus europäischen Verwendungen nicht bekannt.

Eiche weist nur wenige wirksame Kerninhaltsstoffe, im Wesentlichen Gerbstoffen, auf. Bezeichnend für Eiche ist der Prozeß der Verthyllung, d.h. des Verschlusses der Gefäßbahnen bei der Abtrocknung. Die natürliche Dauerhaftigkeit ist daher eher als eine Kombination schwach wirksamer chemischer Verbindungen mit der anatomischen Struktur zu verstehen (Peylo 2006).

Andere klimatische Verhältnisse und andere Pilze können das Holz daher leicht zerstören.

Eine Literaturrecherche zeigte, daß bereits in den 1970er Jahren ähnliche Ergebnisse für Westafrika berichtet worden sind (Schulze 1976, 1979). Leider liegen diese alten Literaturstellen nur im deutschen Original in der Bibliothek. Arbeiten vor 1990 sind oft nicht elektronisch erfaßt.

### 5.3 Ein Hochseilgarten in Portugal

Nach 2-3 Jahren Betrieb waren massive Fraßschäden durch Hausbocklarven im Splintholz der Douglasien-Masten entstanden. Die Tragfähigkeit war nicht beeinträchtigt, jedoch war die Erscheinung der Anlage stark in Mitleidenschaft gezogen.

Splintholz wurde am Stamm belassen. Recherchen zeigten, daß Anbieter von Hochseilgärten häufig Splintholz mit verarbeiten und auf einen chemischen Holzschutz verzichten.

Hochseilgärten sind eine relativ junge Entwicklung. Eine eigene Norm ist kürzlich veröffentlicht worden (DIN EN 15567, März 2008). Diese behandelt die speziellen Aspekte des Bauwerks Hochseilgarten. Zum Holzschutz wird auf die Regelungen der DIN EN 350-2 verwiesen. Dies ist logisch und aus Sicht der Normung vollkommen korrekt, da offenbar keine besonderen neuen Erkenntnisse zu speziellen Eigenschaften an Hochseilgärten eingetreten sind.

Der Hochseilgarten in der vorliegenden Form fällt damit in die Gefährdungsklasse 3.

Zur Verhinderung von Schäden können nun Hölzer verwendet werden, die eine natürliche Dauerhaftigkeit gegen die Schadorganismen aufweisen. Dazu gehört die hier verwendete Douglasie.

Die natürliche Dauerhaftigkeit bezieht sich aber nur auf des Kernholz. Das äußere Splintholz dient im lebenden Baum der Wasserleitung und Einlagerung von Nährstoffen. Diese Zone ist bei keiner Holzart dauerhaft. Hierauf wird insbesondere in DIN EN 350-2 hingewiesen und damit auch in der darauf aufbauenden neuen Hochseilgartennorm.

DIN EN 350-2 differenziert unterschiedliche Dauerhaftigkeitsklassen. Für die Anwendung im bewitterten Einsatz dürfen nur Hölzer der Dauerhaftigkeitsklassen 1 und 2 verwendet werden. Dies sind Eiche und verschiedene Tropenhölzer. Lärche und Douglasien-Kernholz werden dagegen in die Dauerhaftigkeitsklasse 3-4 eingeordnet. Sie sind resistent gegen Insekten, aber nur mäßig dauerhaft gegen Pilzbefall bei fortgesetzter Feuchtebelastung. Diese Zuordnung entstammt dem Bereich des klassischen Hochbaus, der von einer Nutzungsdauer der Anlagen von 30-50 Jahren ausgeht. Da ein Hochseilgarten für eine Nutzungsdauer von etwa 10-15 Jahren angelegt ist, kann eine geringere Dauerhaftigkeit akzeptiert werden, so daß Lärchen- und Douglasienkernholz grundsätzlich geeignet sind.

Die klimatischen Bedingungen in Portugal führen nun zu einem deutlich höheren Befallsdruck und zu einer deutlich kürzeren Generationsdauer. Während in Portugal der Hausbock eine Generation in 1-2 Jahren durchlaufen kann, so benötigt er in Deutschland und Österreich etwa 5- 10 Jahre. Eine ähnliche Anlage in Norddeutschland zeigte erst nach 10 Jahren entsprechende Schäden.

Zusätzlich wird durch die höheren Luft-Temperaturen und die Sonneneinstrahlung das Holz stärker erwärmt, so daß für den Hausbock schädliche Inhaltsstoffe (Harze etc) eher ausgasen, das Holz also deutlich früher attraktiv wird.

Für Mitteleuropa geltende Bedingungen – und Normen !! - können somit bereits in Südeuropa anders aussehen. Die Grundlagen bleiben zwar die gleichen, die Bewertung fällt jedoch unterschiedlich aus.

Vor Ort in unmittelbarer Nachbarschaft vorhandene Termiten waren dagegen kein Problem, da durch die Verwendung von Stahl-Schuhen kein direkter Erdkontakt vorlag.

## 6 Schlußfolgerungen

Schadensfälle entstehen weniger aufgrund der natürlichen Eigenschaften des Holzes. Vielmehr sind oft Fehleinschätzungen der Gefährdung des Holzes durch die Umwelt maßgeblich.

Holz, egal ob als Vollholz oder verleimtes Holz ist unter Berücksichtigung seiner eigentlich bestens bekannten Eigenschaften grundsätzlich gut für den Einsatz in den Tropen geeignet. Ein klassischer konstruktiver Holzschutz, im Wesentlichen der Schutz vor direkter Beregnung und Erdkontakt, sind wesentlich.

## 7 Literatur

Brettschichtholz-Merkblatt Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. [www.brettschichtholz.de](http://www.brettschichtholz.de), April 2005.

Keilwerth, 1949, in: Kollmann, F., 1951: Technologie des Holzes. Reprint, Springer-Verlag 1982, 1050S.

Norm DIN EN 350-1. Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz, Teil 1: Grundsätze für die Prüfung und Klassifikation, Oktober 1994.

Norm DIN EN 350-2. Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz, Teil 2, Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit ..., 1994.

Norm DIN 4074. Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit, Teil 1 Nadelschrittholz Juni 2003.

Norm DIN 68800-3. Holzschutz, Vorbeugender chemischer Holzschutz, April 1990

Peylo, A., 2006: Probleme und Variationen mit der natürlichen Dauerhaftigkeit bei Eiche. Vortag Eipos-Seminar, Dresden.

Radovic, B., 2008: Neue DIN 68800, Holzschutz aktueller Stand. Tagungsband 19. Hanseatische Sanierungstage, Heringsdorf/Usedom, Frauenhofer IRB-Verlag, 280S.

Schulz, G., 1976: Erfahrungen mit Holzschwellen in einer Erzbahnstrecke in Liberia, Westafrika Holz Roh.-Werkstoff 34 (1976) 325-330.

Schulz, G., 1979: Verwendung von Holzschwellen in tropischen Gebieten. Holz Roh.-Werkstoff 37 (1979) 469-472.

Schumacher, P., 2007. MPA Eberswalde, pers. Mitteilung.

