



ALBERT-LUDWIGS-  
UNIVERSITÄT  
FREIBURG

## Zwischenbericht zum Forschungsprojekt Thermisch modifiziertes Holz nach dem WTT-Thermo Verfahren

Prof. Dr. Dr. h. c. Gero Becker, Denny Ohnesorge, Inga Krowas;  
Institut für Forstbenutzung & Forstliche Arbeitswissenschaft  
Prof. Dr. Siegfried Fink, Andrea Tausch; Professur für Forstbotanik

**Kontakt:**

Universität Freiburg,  
Institut für Forstbenutzung und  
Forstliche Arbeitswissenschaft,  
Werthmannstr. 6, 79085 Freiburg

Tel: 0761/ 2033764  
Fax: 0761/ 2033763  
info@fobawi.uni-freiburg.de



# Thermoholz

## - Forschungsbericht



ETS Röthlisberger SA,  
Schweiz

Seite 1 von 8



Wood Treatment Technology,  
Dänemark

Freiburg, 2008



Dieses Projekt wird vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe e.V. (FNR) gefördert.



## - Untersuchungen zur Resistenz thermisch behandelten Holzes gegenüber holzzerstörenden Pilzen und anderen Mikroorganismen -

### Projektportrait

In diesem Forschungsprojekt werden die holztechnologischen und holzbiologischen Eigenschaften von thermisch modifiziertem Holz untersucht. Die Behandlung des Holzes erfolgte beim Projektpartner Ets Röthlisberger SA in Glovelier (Schweiz) in einer Pilotanlage des dänischen Anlagenherstellers "WTT-Wood Treatment Technology".

Die Untersuchung der Holzeigenschaften erfolgt in den Laboren des Instituts für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft sowie des Instituts für Forstbotanik und Baumphysiologie der Universität Freiburg. Die Versuche gliedern sich in einen holztechnologischen und einen holzbiologischen Teil. In der ersten Versuchsphase wurden Kennwerte zum Quell- und Schwindverhalten, dem Sorptionsverhalten, der Dimensionsstabilität sowie der Festigkeitseigenschaften der Holzarten Buche, Esche, Eiche, Fichte, Kiefer und Tanne ermittelt. Im Anschluss daran werden in der zweiten Versuchsphase holzbiologische Versuche zur Ermittlung der Resistenz der thermisch behandelten Hölzer durchgeführt. Die Ergebnisse aus beiden Versuchsphasen sollen letztendlich dazu beitragen, das nach dem WTT-Verfahren thermisch vergütete Holz hinsichtlich seiner Eignung für verschiedene Einsatzzwecke zu beurteilen (Abbildung 1).

### Holzbiologische Untersuchungen

Ein wesentliches Ziel der thermischen Behandlung ist die Erhöhung der Resistenz gegenüber holzzerstörenden Pilzen. Hiervon profitieren insbesondere wenig dauerhafte, einheimische Hölzer wie die Rotbuche. Die genannten Holzarten wurden jeweils mit zwei unterschiedlichen Temperaturstufen – bei 160 sowie bei 180°C – nach dem WTT-Verfahren behandelt. Das WTT-Verfahren gehört zu den Feuchte-Wärme-Druck-Verfahren.

Um die Ergebnisse besser beurteilen zu können, wurde jeweils parallel zum Vergleich unbehandeltes sowie mit Holzschutzmittel getränktes Holz untersucht. Dazu wurden parallel zu den thermisch behandelten Prüfkörpern für die Holzarten Buche, Kiefer und Fichte noch solche Prüfkörper untersucht, die mit einem Kupfer-Chrom Holzschutzmittel (Impralith CCO) behandelt. Alle Prüfkörper werden vor Ver-

suchsbeginn einer Auswaschung nach DIN 84 unterzogen. Die Auswaschung nach DIN 84 wird üblicherweise vor biologischen Laborversuchen durchgeführt. Sie soll eine beschleunigte Alterung des Materials unter Freilandbedingungen simulieren.



Abbildung 1: Thermoholzbehandlung in einer Druck-Vakuumanlage des Anlagenherstellers Wood-Treatment-Technology (WTT)

### Versuchsbeschreibung

Zur Beurteilung der Resistenz der thermisch behandelten Hölzer werden zwei Laborverfahren angewendet. Es erfolgen Laborversuche in Anlehnung an ENV 807:2001 (*Bestimmung der Grenze der Wirksamkeit gegen Moderfäule und andere erdbewohnende Mikroorganismen*) sowie die Bestimmung der natürlichen Dauerhaftigkeit in Anlehnung an die EN 350-1:1994 (*Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz*) unter Durchführung von Laborversuchen nach EN 113:1996 (*Bestimmung der vorbeugenden Wirksamkeit gegen holzzerstörende Basidiomyceten*). Beide Verfahren bilden auch die Grundlage für die Beurteilung der Wirksamkeit eines Holzschutzmittels gegenüber holzzerstörenden Organismen und werden seit längerem auch für die Beurteilung thermisch modifizierten Holzes herangezogen. Beim Versuch nach ENV 807 werden die Prüfkörper in einem Substrat aus natürlicher Oberflächenerde eingebracht, und in einer Klimakammer mit einer Temperatur von 27°C



**Kontakt:**

und 70% relativer Luftfeuchte für insgesamt 32 Wochen gelagert (vergl. Tabelle 1 und Abbildung 3).

**Tabelle 1: Übersicht über die Versuchsbedingungen für die Untersuchungen nach EN 113 und ENV 807**

Versuch	Versuchsdauer	Temperatur	Relative Luftfeuchte
ENV 807	32 Wochen	27°C	70%
EN 113/ EN 350-1	16 Wochen	22°C	70%

Für die Versuche nach EN113 werden unbehandelte gemeinsam mit thermisch behandelten Holzproben in Glascontainern Pilzen ausgesetzt, die zuvor auf einem Nährmedium herangezüchtet wurden (Abbildung 2). Der Versuch wird bei einem Klima von 22°C und 70% relativer Luftfeuchte sowie nach Norm über einen Zeitraum von 16 Wochen durchgeführt.



**Abbildung 2: Lagerung je eines Behandlungs- und eines Kontrollprüfkörpers in Laborflaschen (9,4x9,4x140mm) für die Resistenzprüfung in Anlehnung an EN 113**

## Ergebnisse

Die vorliegenden Ergebnisse nach ENV 807 haben nur orientierenden Charakter, da der Versuch noch nicht abgeschlossen ist, und in die angegebenen Masseverluste noch kein Korrekturwert eingeflossen ist. Aus den Ergebnissen für die Versuche nach EN 113 kann des Weiteren noch kein Rückschluss auf die Dauerhaftigkeit gezogen werden, da hierzu eine Verrechnung mit dem Masseverlust von Vergleichsprüfhölzern erfolgen muss. Die Ergebnisse dazu werden jedoch erst zum Projektende vorliegen.

### Ergebnisse der Bodentests nach ENV 807

Für Versuche durchgeführt in Anlehnung an ENV 807 liegen Ergebnisse nach 8,16 und 24 Wochen von

insgesamt 32 Wochen Versuchsdauer vor. Es wurden unterschiedlich thermisch behandelte Prüfhölzer sowie mit Holzschutzmittel getränkte Prüfkörper (8 und 16 Wochen) getestet. Buche zeigt in unbehandeltem Zustand den höchsten Masseverlust aller im Versuch untersuchten Holzarten (Abbildung 4). Allerdings ist Buche auch die Holzart bei der durch die thermische Behandlung die größte Reduktion im Masseverlust erreicht wird. Der Masseverlust sinkt (nach 24 Wochen Versuchsdauer) durch die thermische Behandlung von 53% auf 18% (Temperatur 160°C) bzw. 4% (180°C). Auch die anderen beiden Laubholzarten weisen eine – im Vergleich zur unbehandelten Variante – deutliche Reduktion des Masseverlustes auf. Die Ergebnisse für die Holzart Eiche beruhen bei 180°C auf einer nur geringen Prüfkörperanzahl, welche auf starke Trocknungsrisse infolge der thermischen Behandlung zurückzuführen ist. Im Vergleich zu den Laubhölzern ist die Reduktion des Masseverlustes durch die thermische Behandlung bei den Nadelholzarten gering. Insgesamt ist zu erkennen, dass mit zunehmender Behandlungstemperatur die Reduktion des Masseverlustes steigt. Bei allen Holzarten gesehen liegt der Masseverlust für die 180°C nach 24 Wochen bei lediglich 2% bis 5%.

Bei den mit Holzschutzmittel getränkten Prüfkörpern der Holzarten Buche, Fichte und Kiefer (nur Splint) ist kein Masseverlust zu verzeichnen. Der Feuchtegehalt der Prüfkörper der Fichte lag allerdings bei Versuchsende zwischen 34 und 38%, und somit unter den nach Norm ENV 807 geforderten 40%.



**Abbildung 3: Lagerung der Prüfkörper im Erdesubstrat in Anlehnung an ENV 807**

### Ergebnisse der Labortests nach EN 113

Für Versuche in Anlehnung an EN 113 wird zu Ergebnissen nach 16 Wochen (voller Versuchszeit-



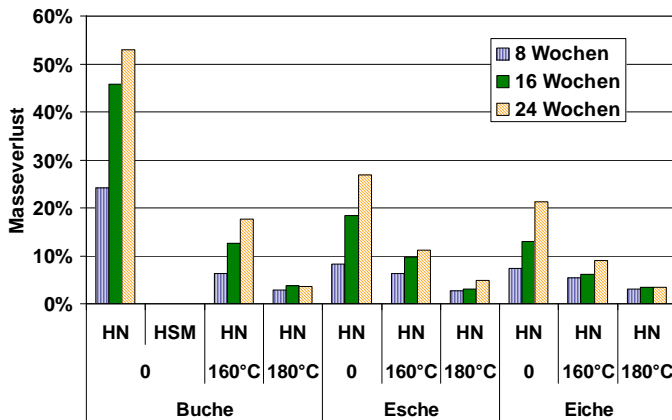


Abbildung 4: Masseverluste [%] nach ENV 807 der Holzarten Buche, Esche und Eiche nach 8, 16 und 24 Wochen Versuchsdauer dargestellt für die jeweilige Temperaturstufe (Temp. 0= unbehandelte Kontrollvariante; n=12 je Holzart und Versuchsdauer; Eiche bei Temp. 180°C n=4)

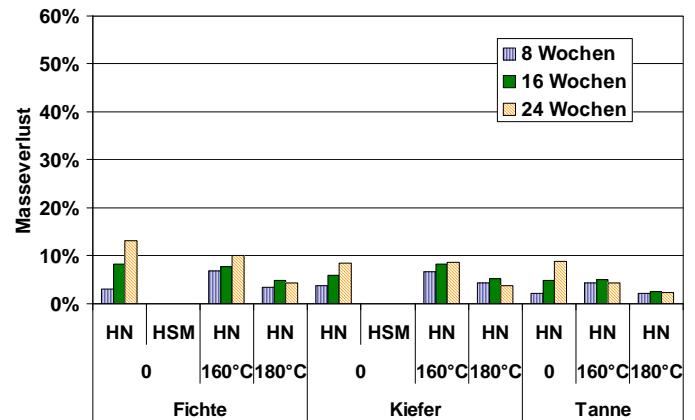


Abbildung 5: Masseverluste [%] nach ENV 807 der Holzarten Fichte, Kiefer und Tanne nach 8, 16 und 24 Wochen Versuchsdauer dargestellt für die jeweilige Temperaturstufe (Temp. 0= unbehandelte Kontrollvariante; n=12 je Holzart und Versuchsdauer)

raum) für die Holzarten Buche, Eiche und Fichte berichtet. Zum jetzigen Zeitpunkt liegen für Buche die Ergebnisse zu 3 Prüfpilzen (*Coniophora puteana*, *Gloeophyllum trabeum* und *Coriolus versicolor*) vor.

Erwartungsgemäß erleidet unbehandeltes Buchenholz den höchsten Masseverlust (MV) (zwischen 10 und 34%), gefolgt von der Temperaturstufe 160°C mit einem MV zwischen 3 und 10%. Thermisch behandelte Buche der 180°C zeigt einen MV zwischen 0 und 4%. Beruhend auf diesen Ergebnissen ergibt sich eine Verschiebung der Zuordnung von der ursprünglichen Dauerhaftigkeitsklasse (DHK) 5 (= nicht dauerhaft) auf DHK 2 (dauerhaft) für Temperaturstufe 160°C und DHK 1 (sehr dauerhaft) für 180°C.

Für Esche liegen die Ergebnisse zu den gleichen

Pilzen wie bei Buche vor. Unbehandelte Esche weist mit 15 bis 28% MV zwar einen etwas geringeren MV als unbehandelte Buche auf, schneidet im Vergleich zur Temperaturstufe 160°C (0–8% MV) jedoch erheblich schlechter ab. Am resistentesten gegen die 3 Prüfpilze zeigt sich bei 180°C behandeltes mit höchstens 1% MV.

Nach DIN 350-1 bzw. DIN 350-2 wird unbehandelte Esche als wenig dauerhaft bzw. nicht dauerhaft eingestuft. Thermisch behandelte Esche kann nach vorliegenden Ergebnissen in DHK 2 (dauerhaft) für Temperaturstufe 160°C bzw. DHK 1 (sehr dauerhaft) für 180°C eingestuft werden.

Ergebnisse für Fichte liegen ebenfalls zu 3 Prüfpilzen vor (*Coniophora puteana*, *Gloeophyllum trabeum* und

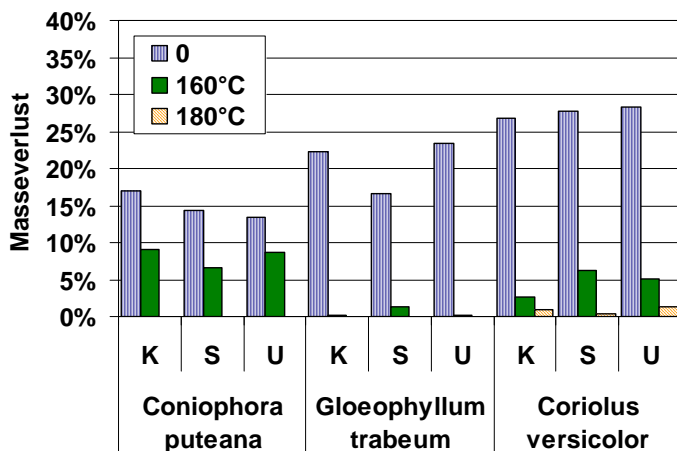


Abbildung 6: Masseverluste [%] getestet nach EN 113 für Kern- (K), Splint- (S) und Übergangsholz (U) von Esche nach 16 Wochen Versuchsdauer dargestellt für den jeweiligen Versuchspilz und der Temperaturstufe (0 = nicht thermisch behandelt)

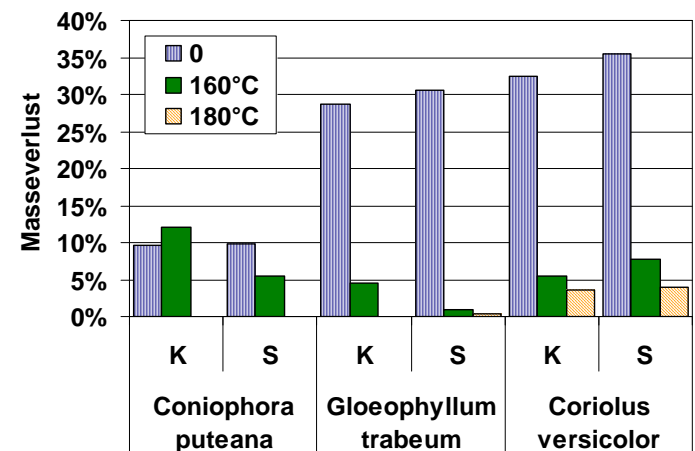


Abbildung 7: Masseverluste [%] getestet nach EN 113 für Kern- (K) und Splintholz (S) von Buche nach 16 Wochen Versuchsdauer dargestellt für den jeweiligen Versuchspilz und der Temperaturstufe (0 = nicht thermisch behandelt)



*Poria placenta*). Mit 17-31% MV liegt unbehandelte Fichte im Rahmen der getesteten Laubhölzer. Wiederum gefolgt von Temperaturstufe 160°C mit 10-20% MV. Zwar zeigt auch 180°C der Fichte den niedrigsten MV auf (1-7%), erweist sich – bedingt durch den rel. starken Masseabbau durch *Poria placenta* – mit bis zu 7% MV jedoch deutlich weniger dauerhaft als 180°C der Buche oder Esche.

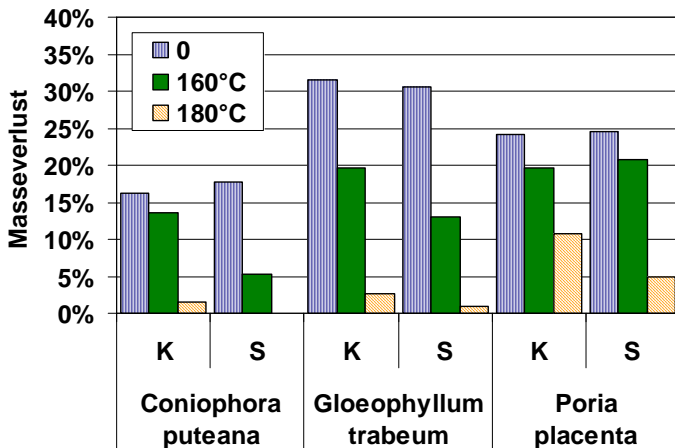


Abbildung 8: Masseverluste [%] getestet nach EN 113 für Kern- (K), und Splintholz (S) von Fichte nach 16 Wochen Versuchsdauer. Dargestellt sind der jeweiligen Versuchspilz und die Temperaturstufe (0 = nicht thermisch behandelt).

Im Gegensatz zu unbehandeltem Fichtenholz, das als wenig dauerhaft (DHK 4) eingestuft wird, wurde für bei 180°C behandeltes Fichtenholz (180°C) als dauerhaft bis sehr dauerhaft (DHK 1-2) eingestuft. Die schwächere Thermobehandlung (Temperaturstufe 160°C) führt allerdings nur zu einer leicht erhöhten Dauerhaftigkeit (DHK 3-4).

## Diskussion und Ausblick

Insgesamt ist aus den Ergebnissen zu erkennen, dass bei allen Holzarten mit zunehmender Behandlungstemperatur der Masseverlust zurückgeht. Je nach Holzart ist das Ausmaß des Rückgangs jedoch unterschiedlich. Besonders fällt bei Betrachtung der Ergebnisse nach ENV 807 auf, dass es für alle Holzarten bei der 180°C-Variante nach 8 Wochen Versuchsdauer keine wesentliche Zunahme des Masseverlustes stattgefunden hat. Dies deutet darauf hin, dass der größte Masseabbau in den ersten Wochen stattfindet und es nach dieser Zeit zu einer Stabilisierung kommt. Allerdings sollten für eine abschließende Bewertung die Ergebnisse für die Versuchsdauer von 32 Wochen (Versuchsende) abgewartet werden. Bei der Kiefer ist erst bei 180°C – d.h. mit höherer Temperatur – eine erkennbare Reduktion

im Masseverlust zu verzeichnen. Ein starker Rückgang des Masseverlustes vor allem bei Buche wird auch anderen Untersuchungen berichtet. Die Ergebnisse des Masseverlustes von Fichte und Kiefer liegen ebenfalls in Bereichen die aus anderen Untersuchungen bekannt sind. Eine abschließende Beurteilung kann erst nach Abschluss dieser Versuche vorgenommen werden.

Die Ergebnisse der Labortests nach EN 113 entstammen bisher der Untersuchung von nur drei, der vier der nach EN113 vorgesehenen Prüfpilze. Dementsprechend beruht die Klassifizierung der natürlichen Dauerhaftigkeit nach EN 350-1 auf den Ergebnissen nur dieser Prüfpilze und kann sich bis zum Abschluss der Versuche noch ändern. Dessen ungeachtet zeigt sich für die geprüften Holzarten Buche, Esche und Fichte ein deutlicher Einfluss der thermischen Behandlung (Abbildung 9).

Dauerhaftigkeitsklasse und Lebenserwartung (nach EN 350-1: Dauerhaftigkeit gegen holzerstörende Pilze)				
nicht dauerhaft [5]	wenig dauerhaft [4]	mäßig dauerhaft [3]	dauerhaft [2]	sehr dauerhaft [1]
Buche			Buche Beh. 1	Buche Beh. 2
		Fichte Fichte Beh. 1		Fichte Beh. 2
	Esche		Esche Beh. 1	Esche Beh. 2
< 5 Jahre	5 - 10 Jahre	bis 15 Jahre	15 - 25 Jahre	Über 25 Jahre

Abbildung 9: Vorläufige Einstufung in Dauerhaftigkeitsklassen anhand der getesteten Prüfpilze *Coniophora puteana*, *Gloeophyllum trabeum* und *Coriolus versicolor* für Buche und Esche sowie *Coniophora puteana*, *Gloeophyllum trabeum* und *Poria placenta* für Fichte

Derzeit werden weitere Resistenzversuche nach EN 113 für die Holzarten Eiche, Kiefer und Tanne mit den oben schon genannten Pilzen sowie Versuche aller Holzarten mit dem Pilz *Serpula lacrymans* durchgeführt. Nach Abschluss aller Versuche kann eine Einstufung in die natürlichen Dauerhaftigkeitsklassen auf Grundlage aller normungsrelevanten Prüfpilze vorgenommen werden. Die Klassifizierung auf Grundlage vorgenannter Untersuchungen, als auch die Untersuchungen zum Sorptionsverhaltens und den Festigkeitseigenschaften bilden zusammen die Basis für die Entscheidung möglicher Einsatzbereiche von Produkten aus thermisch behandeltem Holz. Anhaltspunkt wird hierfür die Eingruppierung in die Gebrauchsklassen nach DIN 335-1 sein.



# Zwischenbericht zum Forschungsprojekt Thermisch modifiziertes Holz nach dem WTT-Thermo Verfahren

Prof. Dr. Dr. h. c. Gero Becker, Denny Ohnesorge, Inga Krowas;  
Institut für Forstbenutzung & Forstliche Arbeitswissenschaft  
Prof. Dr. Siegfried Fink, Andrea Tausch; Professur für Forstbotanik

**Kontakt:**

Universität Freiburg,  
Institut für Forstbenutzung und  
Forstliche Arbeitswissenschaft,  
Werthmannstr. 6, 79085 Freiburg

Tel: 0761/ 2033764  
Fax: 0761/ 2033763  
info@fobawi.uni-freiburg.de

Thermisch modifiziertes Holz nach dem WTT-Verfahren  
- Resistenz gegenüber holzerstörenden Pilzen -

## Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.)

- Unbehandeltes Versuchsholz
- Bei 160°C thermisch behandeltes Holz
- Bei 180°C thermisch behandeltes Holz

Dauerhaftigkeitsklasse nach biologischen Laborversuchen (in Anlehnung an EN 350-1: Dauerhaftigkeit gegen holzerstörende Pilze)				
nicht dauerhaft [5]	wenig dauerhaft [4]	mäßig dauerhaft [3]	dauerhaft [2]	sehr dauerhaft [1]
Kern			Kern 160°C	Kern 180°C
Splint			Splint 160°C	Splint 180°C
< 5 Jahre	5-10 Jahre	bis 15 Jahre	15-25 Jahre	Über 25 Jahre

Einstufung anhand des Pilzes mit höchstem Masseverlust: Pilz *Coriolus versicolor*; mit Ausnahme von Kern 160°C: *Coniophora puteana*

Thermisch modifiziertes Holz nach dem WTT-Verfahren  
- Resistenz gegenüber holzerstörenden Pilzen -

## Gemeine Esche (*Fraxinus exelsior* L.)

- Unbehandeltes Versuchsholz
- Bei 160°C thermisch behandeltes Holz
- Bei 180°C thermisch behandeltes Holz

Dauerhaftigkeitsklasse nach biologischen Laborversuchen (in Anlehnung an EN 350-1: Dauerhaftigkeit gegen holzerstörende Pilze)				
nicht dauerhaft [5]	wenig dauerhaft [4]	mäßig dauerhaft [3]	dauerhaft [2]	sehr dauerhaft [1]
	Kern		Kern 160°C	Kern 180°C
	Splint		Splint 160°C	Splint 180°C
< 5 Jahre	5-10 Jahre	bis 15 Jahre	15-25 Jahre	Über 25 Jahre

Einstufung anhand des Pilzes mit höchstem Masseverlust: Pilz *Coriolus versicolor*; mit Ausnahme von Kern 160°C: *Coniophora puteana*





# Zwischenbericht zum Forschungsprojekt Thermisch modifiziertes Holz nach dem WTT-Thermo Verfahren

Prof. Dr. Dr. h. c. Gero Becker, Denny Ohnesorge, Inga Krowas;  
Institut für Forstbenutzung & Forstliche Arbeitswissenschaft  
Prof. Dr. Siegfried Fink, Andrea Tausch; Professur für Forstbotanik

**Kontakt:**

Universität Freiburg,  
Institut für Forstbenutzung und  
Forstliche Arbeitswissenschaft,  
Werthmannstr. 6, 79085 Freiburg

Tel: 0761/ 2033764  
Fax: 0761/ 2033763  
info@fobawi.uni-freiburg.de

Thermisch modifiziertes Holz nach dem WTT-Verfahren  
- Resistenz gegenüber holzerstörenden Pilzen -

## Eiche (*Quercus species L.*)

- Unbehandeltes Versuchsholz
- Bei 160°C thermisch behandeltes Holz
- Bei 180°C thermisch behandeltes Holz

Dauerhaftigkeitsklasse nach biologischen Laborversuchen (in Anlehnung an EN 350-1: Dauerhaftigkeit gegen holzerstörende Pilze)				
nicht dauerhaft [5]	wenig dauerhaft [4]	mäßig dauerhaft [3]	dauerhaft [2]	sehr dauerhaft [1]
	Kern*	→	Kern 160°C	→ Kern 180°C
	Übergang*	→	Übergang 160°C	→ Übergang 180°C
<b>&lt; 5 Jahre</b>	<b>5-10 Jahre</b>	<b>bis 15 Jahre</b>	<b>15-25 Jahre</b>	<b>Über 25 Jahre</b>

Einstufung anhand Pilz mit höchstem Masseverlust: Pilz *Coriolus versicolor*. \*Die Einstufung beruht auf den Ergebnissen aus Laborversuchen mit o.g. Prüfpilz. Die Ergebnisse stimmen nicht mit den allgemeinen Erfahrungen aus der Praxis überein, wo von einer natürlichen Dauerhaftigkeit von Eichenkernholz bis zur Klasse 2 („Dauerhaft“) ausgegangen werden kann.

Thermisch modifiziertes Holz nach dem WTT-Verfahren  
- Resistenz gegenüber holzerstörenden Pilzen -

## Gemeine Fichte (*Picea abies L.*)

- Unbehandeltes Versuchsholz
- Bei 160°C thermisch behandeltes Holz
- Bei 180°C thermisch behandeltes Holz

Dauerhaftigkeitsklasse nach biologischen Laborversuchen (in Anlehnung an EN 350-1: Dauerhaftigkeit gegen holzerstörende Pilze)				
nicht dauerhaft [5]	wenig dauerhaft [4]	mäßig dauerhaft [3]	dauerhaft [2]	sehr dauerhaft [1]
Kern	→ Kern 160°C	→ Kern 180°C		
Splint	→ Splint 160°C	→	Splint 180°C	
<b>&lt; 5 Jahre</b>	<b>5-10 Jahre</b>	<b>bis 15 Jahre</b>	<b>15-25 Jahre</b>	<b>Über 25 Jahre</b>

Einstufung anhand Pilz mit höchstem Masseverlust: 160°C und 180°C Pilz *Poria placenta*;  
Kern unbehandelt *Gloeophyllum trabeum*; Splint unbehandelt *Serpula lacrymans*





# Zwischenbericht zum Forschungsprojekt Thermisch modifiziertes Holz nach dem WTT-Thermo Verfahren

Prof. Dr. Dr. h. c. Gero Becker, Denny Ohnesorge, Inga Krowas;  
Institut für Forstbenutzung & Forstliche Arbeitswissenschaft  
Prof. Dr. Siegfried Fink, Andrea Tausch; Professur für Forstbotanik

**Kontakt:**

Universität Freiburg,  
Institut für Forstbenutzung und  
Forstliche Arbeitswissenschaft,  
Werthmannstr. 6, 79085 Freiburg

Tel: 0761/ 2033764  
Fax: 0761/ 2033763  
info@fobawi.uni-freiburg.de

Thermisch modifiziertes Holz nach dem WTT-Verfahren  
- Resistenz gegenüber holzerstörenden Pilzen -

## Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris* L.)

- Unbehandeltes Versuchsholz
- Bei 160°C thermisch behandeltes Holz
- Bei 180°C thermisch behandeltes Holz

Dauerhaftigkeitsklasse nach biologischen Laborversuchen (in Anlehnung an EN 350-1: Dauerhaftigkeit gegen holzerstörende Pilze)				
nicht dauerhaft [5]	wenig dauerhaft [4]	mäßig dauerhaft [3]	dauerhaft [2]	sehr dauerhaft [1]
	Kern Kern 160°C Splint 160°C	Kern 180°C Splint 180°C		
< 5 Jahre	5-10 Jahre	bis 15 Jahre	15-25 Jahre	Über 25 Jahre

Einstufung anhand Pilz mit höchstem Masseverlust: Pilz *Poria placenta*; mit Ausnahme von unbehandelt Splint: *Serpula lacrymans*

Thermisch modifiziertes Holz nach dem WTT-Verfahren  
- Resistenz gegenüber holzerstörenden Pilzen -

## Weißtanne (*Abies alba* L.)

- Unbehandeltes Versuchsholz
- Bei 160°C thermisch behandeltes Holz
- Bei 180°C thermisch behandeltes Holz

Dauerhaftigkeitsklasse nach biologischen Laborversuchen (in Anlehnung an EN 350-1: Dauerhaftigkeit gegen holzerstörende Pilze)				
nicht dauerhaft [5]	wenig dauerhaft [4]	mäßig dauerhaft [3]	dauerhaft [2]	sehr dauerhaft [1]
Kern Splint	Kern 160°C Splint 160°C		Kern 180°C Splint 180°C	
< 5 Jahre	5-10 Jahre	bis 15 Jahre	15-25 Jahre	Über 25 Jahre

Einstufung anhand Pilz mit höchstem Masseverlust: Pilz *Poria placenta*; mit Ausnahme von Splint 180°C: *Serpula lacrymans*

