

Dauerhaftigkeit in den Gefährdungsklassen unter besonderer Berücksichtigung von Lärchen- und Douglasien Kernholz

Rapp, A.O.; Augusta, U.

Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg
und Universität Hamburg, Ordinariat für Holzbiologie

Zusammenfassung

Es bestehen widersprüchliche Auffassungen zu Dauerhaftigkeit und Verwendung von Lärchen- und Douglasien-Kernholz und anderen heimischen Holzarten in den Gefährdungsklassen. Die Verunsicherung bei Planern, Verarbeitern und Endverbrauchern ist groß. Es wird deshalb der Zusammenhang zwischen Dauerhaftigkeit und Gefährdung von Bauteilen aus Holz beleuchtet. Dies erfolgt unter Berücksichtigung der geltenden europäischen und deutschen Regeln und vertiefend am Beispiel jüngster experimenteller Untersuchungen der Dauerhaftigkeit von Lärchen-Kernholz und Douglasien-Kernholz in den unterschiedlichen Gefährdungsklassen.

Aus den Ergebnissen der durchgeführten Freilandversuche läßt sich zusammenfassen:

- Zwischen den 7 geprüften unterschiedlichen Lärchen-Kernhölzern bestanden hinsichtlich ihrer Dauerhaftigkeit im Erdkontakt im Testfeld Hamburg keine nennenswerten Unterschiede. Nach drei Jahren Standzeit waren alle Lärchenprüfkörper entweder stark angegriffen oder vollständig durch Weißfäule zerstört. Dagegen befanden sich die Kiefern-Splintholzproben, die mit 9 kg/m³ Kupfer-Chrom-Arsen kesseldruckimprägniert worden waren, in einem sehr guten Zustand.
- Lärchenkernholz kann im Erdkontakt kesseldruckimprägniertes Holz mit vorgeschriebener Solleinbringmenge an Kupfer-Chrom-Salzen nicht ersetzen. Auch die sibirische Lärche mit besonders engem Jahrringbau macht hier keine Ausnahme.
- Lärchen-Kernholz, Douglasien-Kernholz und Kiefern-Kernholz sind im Erdkontakt nach DIN EN 350-2 (1994) zurecht als 3-4 „mäßig bis wenig dauerhaft“ eingestuft.
- Lärchen-Kernholz und Douglasien-Kernholz sind bei Prüfung und Einsatz nach den bisherigen experimentellen Ergebnissen außerhalb des Erdkontaktes und unter Zugrundelegung der Kriterien von DIN EN 350-1 (1994) vermutlich besser als 3-4 „mäßig bis wenig dauerhaft“ einzustufen.
- Für Holzarten sollte deshalb künftig nicht nur die Klassifizierung der Dauerhaftigkeit im Erdkontakt, sondern auch außerhalb des Erdkontaktes angegeben werden.
- Das Zusammenspiel von Konstruktion und natürliche Dauerhaftigkeit bestimmt neben anderen Faktoren maßgeblich die Lebensdauer eines Holzbauteils in Gefährdungsklasse 3. Deshalb muss die Konstruktion dem Material angemessen sein und umgekehrt.
- DIN EN 460 (1994) gibt allgemeine weitgefasste Empfehlungen, DIN 68 800-3 (1990) fordert für tragende Bauteile eine Spezifikation die im Einklang mit DIN EN 460 (1994) steht.

1. Einleitung

Es bestehen widersprüchliche Auffassungen zu Dauerhaftigkeit und Verwendung von Lärchen- und Douglasien-Kernholz und anderen heimischen Holzarten in den Gefährdungsklassen. Auf der einen Seite existieren freibewitterte Holzbauwerke aus Lärchenholz in den Alpen teilweise seit Jahrhunderten. Es gibt außerdem Importeure von sibirischer Lärche (*Larix sibirica* Ledeb.), die behaupten, ihr Holz könne aufgrund feiner Jahrringe, hoher Rohdichte und hohem Extraktstoffgehalt sehr dauerhafte Tropenhölzer und kesseldruckimprägniertes Holz auch im Erdkontakt ersetzen (NILSSON, 1997). Auf der anderen Seite stehen die Normen DIN 68 364 (1979) und DIN EN 350-2 (1994), die Lärchen- und Douglasien-Kernholz als „mäßig bis wenig dauerhaft“, d.h. nach DIN EN 350-1 (1994) in Dauerhaftigkeitsklasse 3 - 4 einstufen. Holz dieser Dauerhaftigkeitsklasse kann nach DIN EN 460 (1994) in Gefährdungsklasse 3, im Freien ohne Erdkontakt eingesetzt werden, während dies nach DIN 68 800-3 (1990) nicht zugelassen ist.

Die Verunsicherung bei Planern, Verarbeitern und Endverbrauchern ist angesichts der aufgezeigten Widersprüchlichkeiten groß. Nachfolgend soll deshalb der Zusammenhang zwischen Dauerhaftigkeit und Gefährdung von Bauteilen aus Holz nicht nur unter Berücksichtigung der geltenden Regeln, sondern vertiefend am Beispiel jüngster experimenteller Untersuchungen der Dauerhaftigkeit von Lärchen-Kernholz und Douglasien-Kernholz in den unterschiedlichen Gefährdungsklassen beleuchtet werden.

2. Dauerhaftigkeit im Erdkontakt

Charakteristisch für die Gefährdung von Holz im Erdkontakt (Gefährdungsklasse 4) nach DIN EN 335-1 (1992) ist eine große Vielfalt von holzerstörenden Organismen und eine hohe Holzfeuchte. Im Erdkontakt überschreitet die Holzfeuchte - zumindest in Nord- und Mitteleuropa - nahezu ganzjährig die für einen Holzabbau notwendige Grenz-Holzfeuchte von 20% bis 25%. Abbildung 1 zeigt Prüfungen der Dauerhaftigkeit von Lärchen- und Douglasienkernholz im Erdkontakt nach DIN EN 252 (1990).

Die Dauerhaftigkeit von Lärchen Kernholz im Erdkontakt wird seit Mai 1997 im Freilandtestfeld der BFH an Material aus sieben unterschiedlichen Lärchen-Kernholzlieferungen plus Referenzproben aus Douglasien-Kernholz und Kiefern-Splintholz ohne und mit Kupfer-Chorm-Arsen Kesseldruckimprägnierung untersucht. Aus der ausführlichen Legende in Abbildung 2 ist ersichtlich, dass es sich bei dem Lärchen-Kernholz um vier verschiedene Probenmaterialien handelt, die von 3 beteiligten Forschern aus Deutschland, Schweden und Finnland geliefert wurden. Je Material wurden 10 parallele Prüfkörper mit den Abmessung 200 x 20 x 8 mm³ (l x r x t) geprüft. Außerdem wurden zusätzlich je 10 Prüfkörper in den Abmessungen 500 x 50 x 25 mm³ aus Kiefern-Splintholz ohne und mit 2 kg/m³ sowie 9 kg/m³ Kupfer-Chorm-Arsen Kesseldruckimprägnierung unter gleichen Bedingungen geprüft.

Weder hinsichtlich Abbautyp (starke Weißfäule und Moderfäule) noch Abbaugrad ergaben sich bei der jährlich nach EN 252 (1990) durchgeführten Beurteilung der Proben nennenswerte Unterschiede zwischen den beiden Prüfkörperdimensionen. In Abbildung 2 ist deshalb ausschließlich der zeitliche Verlauf des Abbaus an Prüfkörpern der Dimension 200 x 20 x 8 mm³ dargestellt.



Abbildung 1: Prüfung der Dauerhaftigkeit nach EN 252 im Erdkontakt

Abbaubewertung [nach DIN EN 252, 1990] (Plätze A1 bis C146 im BFH-Testfeld in Hamburg)

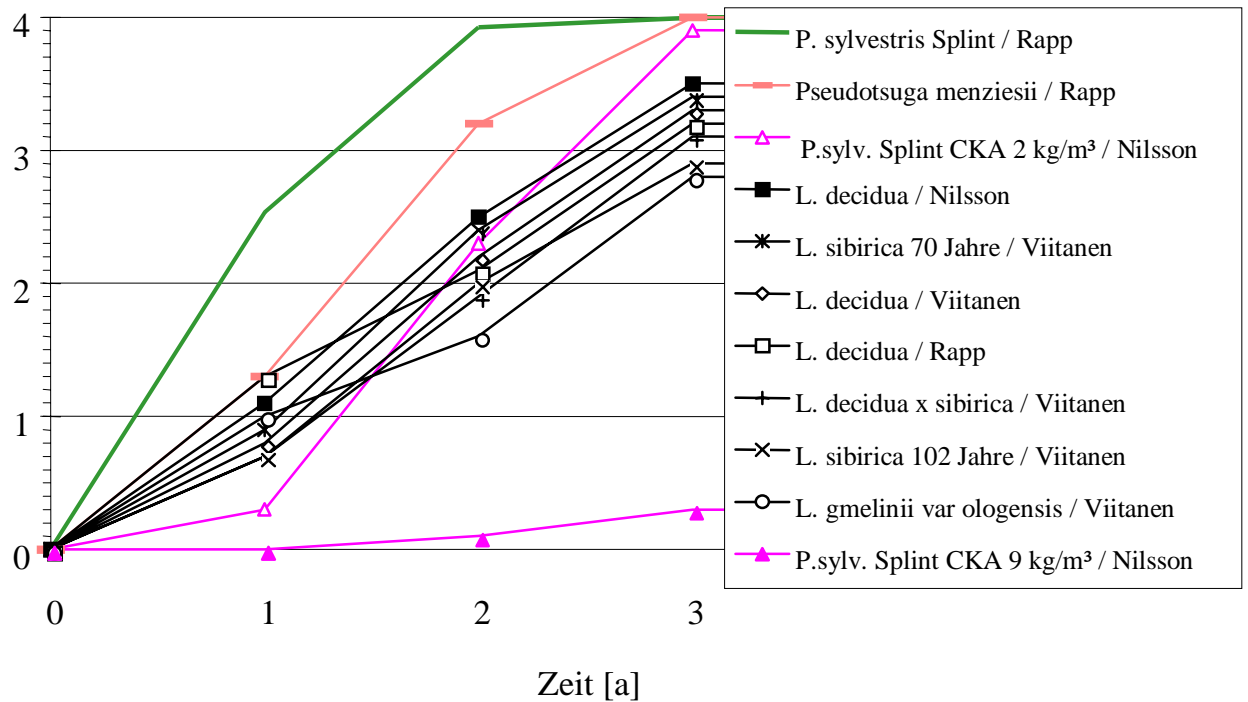


Abbildung 2: Dauerhaftigkeit von Douglasien- und Lärchenkernholz und unterschiedlicher Herkunft im Erdkontakt

Die Prüfung im Erdkontakt ergab:

1. Es handelt sich in Hamburg um ein aktives Weißfäule-/Moderfäuletestfeld, in dem die Kontrollen aus unbehandeltem Kiefern-Splintholz nach 2 Jahren nahezu vollständig zerstört waren. Das mit 2 kg/m³ Kupfer-Chrom-Arsen behandelte Kiefern-Splintholz, und Douglasiern-Kernholz war nach 3 Jahren nahezu vollständig zerstört.
2. Zwischen den 7 unterschiedlichen Lärchen-Kernhölzern ergaben sich im Erdkontakt keine nennenswerten Unterschiede. Auch das feinringige Holz einer 102 Jahre alten sibirischen Lärche macht hier keine Ausnahme. Nach drei Jahren Standzeit waren alle 70 Lärchenprüfkörper entweder durch Weiß- und Moderfäule zerstört oder zumindest stark angegriffen. Während alle mit 9 kg/m³ Kupfer-Chrom-Arsen behandelten Prüfkörper entweder nicht oder nur schwach angegriffen waren.
3. Es lässt sich bereits im 3. Jahr abschätzen, dass im 4. Jahr nahezu alle Lärchenkernholzproben vollständig zerstört sein werden und sich damit eine um den Faktor 2 verlängerte Lebensdauer gegenüber unbehandeltem Kiefern Splintholz ergibt. Nach DIN EN 350-1 (1994) ist das geprüfte Holz damit in Dauerhaftigkeitsklasse 3 bis 4 einzustufen (vergl. Tabelle 1). Dies entspricht den in DIN EN 350-2 (1994) für Lärchen-Kernholz genannten Werten.

Tabelle 1: Kriterien für die Klassifikation der natürlichen Dauerhaftigkeit von Holz nach DIN EN 350-1 (1994). X ist ein Relativwert bezogen auf unbehandelte Kiefer bzw. Buche

Dauerhaftigkeitsklasse	Beschreibung	Zeitfaktor x auf Basis der Lebensdauer
1	sehr dauerhaft	$5 < x$
2	dauerhaft	$3 < x \leq 5$
3	mäßig dauerhaft	$2 < x \leq 3$
4	wenig dauerhaft	$1,2 < x \leq 2$
5	nicht dauerhaft	$x \leq 1,2$

Die bei der Prüfung im Erdkontakt des Testfeldes Hamburg gefundene Einstufung von Lärchen-Kernholz in Dauerhaftigkeitsklasse 3-4 steht in Übereinstimmung mit den Ergebnissen aus Laborprüfungen von VAN ACKER et al. (1998) und SIERRA-ALVAREZ et al. (1998).

3. Dauerhaftigkeit außerhalb des Erdkontaktes

Einsatz von Holz im Freien außerhalb des Erdkontaktes (Gefährdungsklasse 3) bedingt, dass die Holzfeuchte von 20% häufig überschritten wird (DIN EN 335-1 1992). Wie häufig und wie lange sich ein Holzbauteil im für einen pilzlichen Abbau kritischen Feuchtebereich bewegt, hängt neben dem Klima und der Konstruktion von der Holzart ab. Materialien mit einer langsamen kapillaren Wasseraufnahme (bei Regen) und gleichzeitig raschen Wasserdampfabgabe (bei Sonnenschein) haben hier besondere Vorteile (RAPP und PEEK 1999). Seit Juli 1997 wird durch Feuchtemessungen an Lap-Joint-Prüfkörpern (Abbildung 3) nach DIN V ENV 12037 (1996) der Einfluss der Holzart auf die sich einstellende Feuchte und damit auf das Abbaurisiko im Freiland in Hamburg untersucht (Abbildung 4).

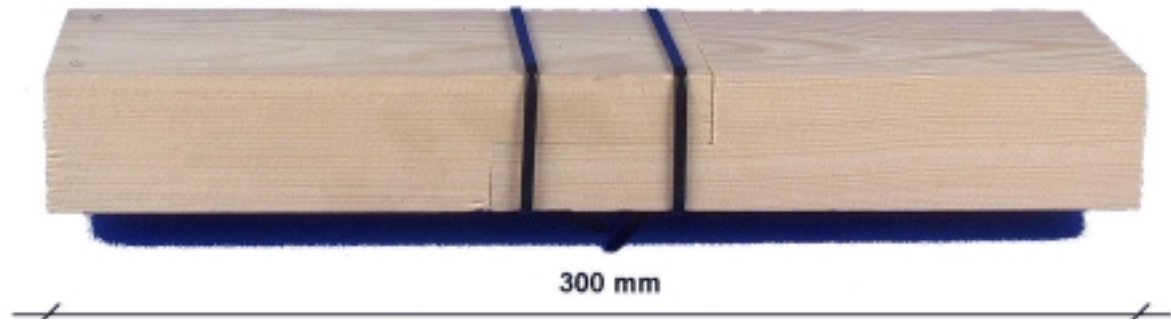


Abbildung 3: Form von Lap-Joint Prüfkörpern nach DIN V ENV 12037

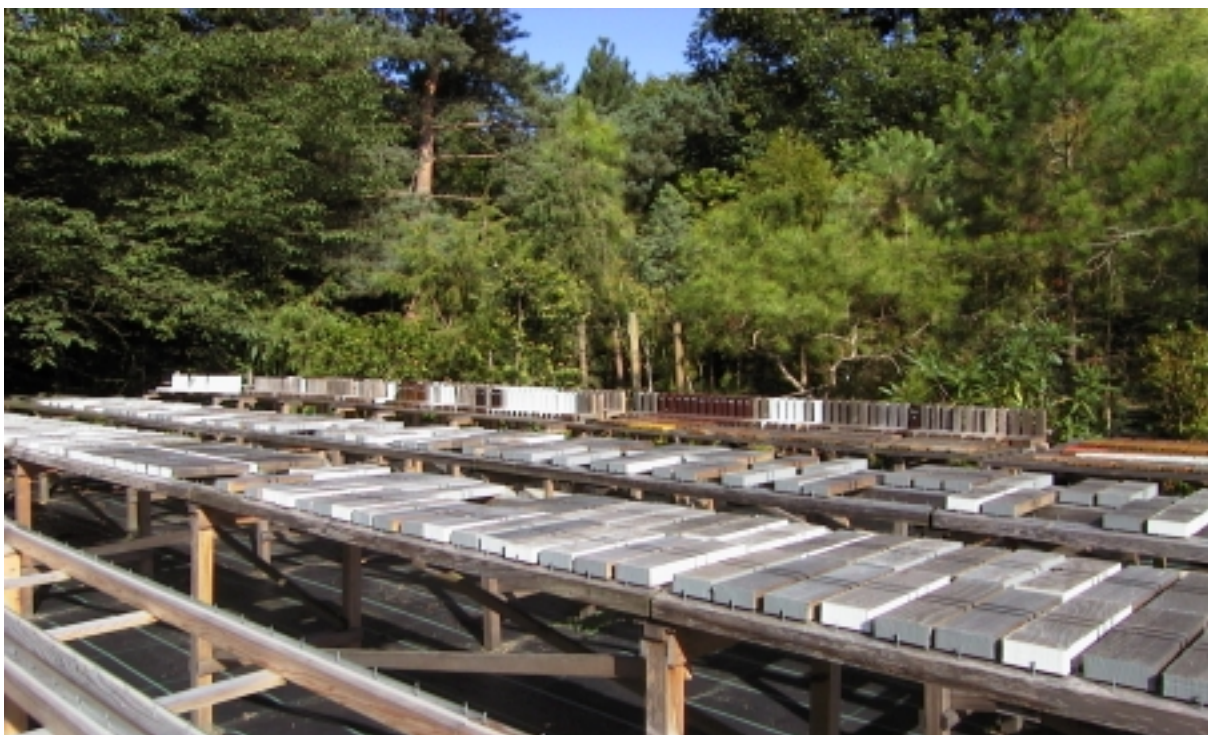


Abbildung 4: Anordnung von Lap-Joint Prüfkörpern im Freilandtestfeld der BFH in Hamburg

Der in Abbildung 5 dargestellte Holzfeuchteverlauf von Lap-Joint Prüfkörpern bei Freilandbewitterung belegt, dass das Lärchen-Kernholz viel kürzer und geringfügiger die Grenzfeuchte von 20 bis 25% Holzfeuchte überschreitet, als Kiefern-Splintholz unter den gleichen Bedingungen.

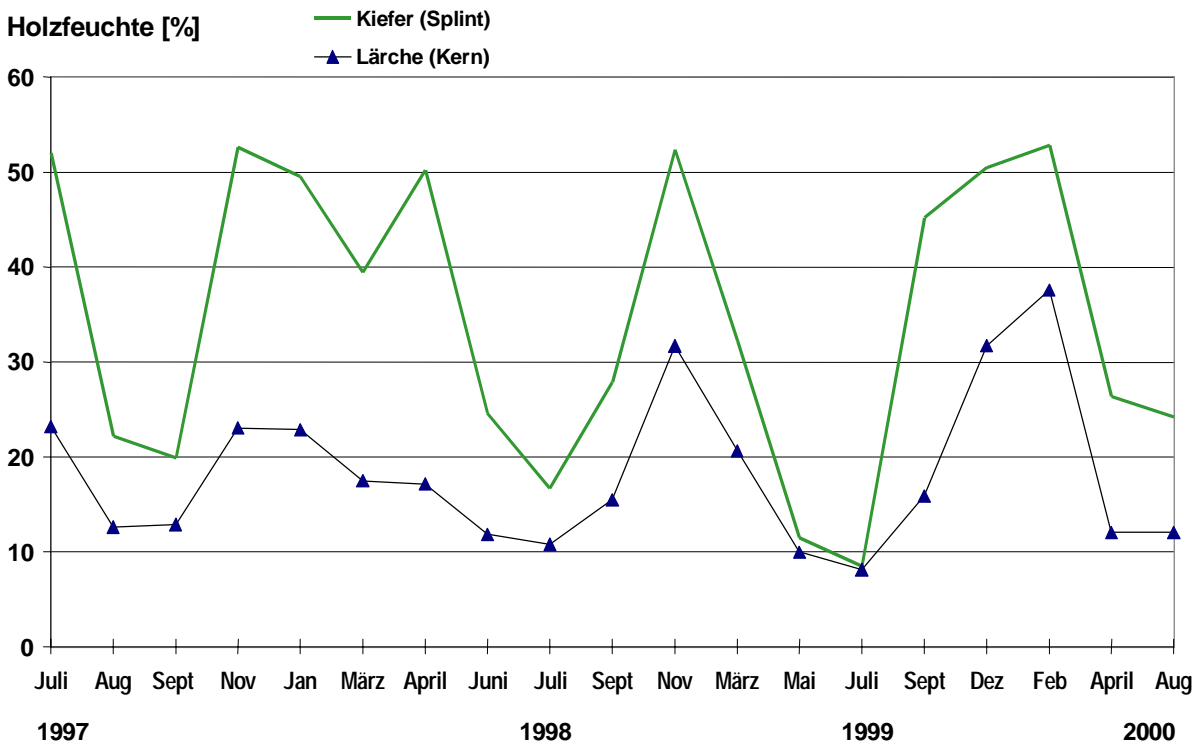


Abbildung 5: Feuchteverlauf von Lap-Joint Prüfkörpern aus Kiefern-Splintholz und Lärchen-Kernholz bei Freilandbewitterung im Testfeld Hamburg (SAILER et.al. 1999)

Trotz gleicher äußerer Bedingungen stellen sich im Lärchen-Kernholz aufgrund der geringeren Holzfeuchte ungünstigere innere Abbaubedingungen ein als im Kiefern-Splintholz. Daraus ergibt sich im Vergleich zum Einsatz im Erdkontakt, wo im Kiefern-Splintholz und Lärchen-Kernholz ähnliche Holzfeuchten herrschen, ein zusätzlicher Vorteil für das Lärchen-Kernholz außerhalb des Erdkontaktes. Hier lässt sich daher eine Verlängerung der Lebenserwartung um mehr als Faktor 2 gegenüber Kiefern-Splintholz erwarten. Lärchen-Kernholz würde dann nach DIN EN 350-1 (1994) bei Prüfung und Einsatz in GK3 eine bessere Einstufung der natürlichen Dauerhaftigkeit erzielen als bei Prüfung und Einsatz in GK4.

Nach 3 Jahren Freilandexposition kann noch keine endgültige Einstufung getroffen werden, jedoch haben sich an den Kiefern-Splintholzproben bereits teilweise Fruchtkörper von holzerstörenden Pilzen gebildet, während noch keine der Lärchen-Kernholzproben sichtbar angegriffen ist. Daraus abzuleiten, dass Lärchen-Kernholz außerhalb des Erdkontaktes immer „dauerhaft“ oder sogar „sehr dauerhaft“ ist, wäre jedoch falsch. Es gibt wissenschaftlich belegte Fälle, in denen freibewitterte Lärchen-Kernholzbauteile durch Pilze innerhalb weniger Jahre zerstört wurden (NILSSON und EDLUND 1996). In der Praxis belegen Lärchenholzbauteile mit besonders kurzer oder „ewiger“ Lebensdauer, dass die Konstruktion eine entscheidende Rolle spielt. In anderen Worten: durch eine ungeeignete Konstruktion kann Lärchen-Kernholz selbst im gemäßigten europäischen Klima und außerhalb des Erdkontaktes schnell überfordert werden. Bei angemessener Konstruktion kann die höhere natürliche Dauerhaftigkeit von Lärchenholz in Form von langer Lebensdauer und zusätzlicher Sicherheit genutzt werden.

Zur Klärung der Frage welche Konstruktion für welche Holzart „angemessen“ ist oder wissenschaftlicher ausgedrückt: in welchem Maß sich die Konstruktion innerhalb von GK3 auf die Holzfeuchte und damit Dauerhaftigkeit von verschiedenen Holzarten auswirkt, wird

von der BFH seit Frühjahr 2000 für die wichtigsten heimischen Holzarten im Freiland untersucht. Hierbei wurden 3 Aufbauten mit unterschiedlicher konstruktiver Schutzwirkung gewählt, welche aus Abbildung 6 bis Abbildung 8 ersichtlich sind. Der besseren Übersicht wegen, sind aus der Vielzahl der geprüften Holzarten, Herkünfte und Standorte in Abbildung 9 bis Abbildung 11 exemplarisch lediglich die an Kiefern-Splintholz und Douglasien-Kernholz täglich elektrisch gemessenen Holzfeuchten für die 3 unterschiedlichen Konstruktionen am Standort Stuttgart dargestellt.

Die Hirnholzabdeckung an den vertikal hängenden Prüfkörpern (Abbildung 6) ergab einen so guten konstruktiven Schutz, dass weder das Kiefern-Splintholz, noch das Douglasien-Kernholz die kritische Holzfeuchte von 20-25% im betrachteten Zeitraum (Frühjahr und Sommer 2000) am Standort Stuttgart überschritt (Abbildung 9).

An vertikal hängenden Prüfkörpern ohne Hirnholzabdeckung (Abbildung 7), ergab sich unter sonst gleichen Bedingungen ein völlig anderes Bild (Abbildung 10). Hier überschritt das Kiefern-Splintholz bei länger andauernden Regenfällen häufig die kritische Holzfeuchte, während Douglasien-Kernholz diese nie erreichte. Eine Konstruktion, welche an einem realen Holzbauteil solche Feuchten hervorruft, würde beispielsweise Kiefern-Splintholz überfordern, während die gleiche Konstruktion in Douglasien- oder Lärchen-Kernholz noch "angemessen" wäre.

Im Gegensatz hierzu wird bei horizontal liegenden Prüfkörpern mit zusätzlichen Kapillarfugen (Abbildung 8) Kiefern-Splintholz über lange Perioden bei sehr hohen Feuchten gehalten und Lärchen-Kernholz selbst im Sommer in die kritische Grenzfeuchte geführt (Abbildung 11). Eine Konstruktion, welche an einem realen Holzbauteil solche Feuchten hervorruft, würde auf lange Sicht Douglasien- oder Lärchen-Kernholz überfordern, obwohl es sich eindeutig um Gefährdungsklasse 3 und nicht um Gefährdungsklasse 4 handelt.



Abbildung 6: Prüfung der Dauerhaftigkeit in Gefährdungsklasse 3, hier vertikal geschützt mit Hirnholzabdeckung



Abbildung 7: Wie nebenstehend, jedoch nicht geschützt, d.h. ohne Hirnholzabdeckung



Abbildung 8: Prüfung der Dauerhaftigkeit in GK3, horizontale Exposition mit Kapillarlugen

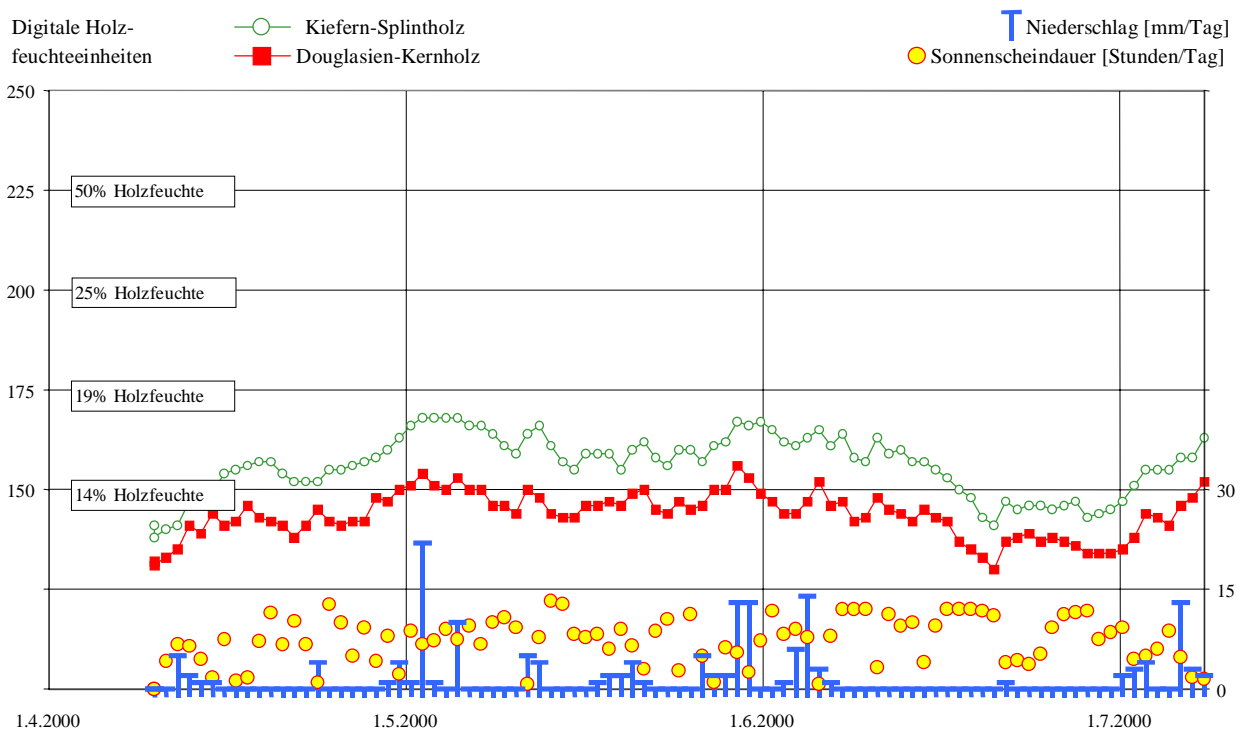


Abbildung 9: Feuchteverlauf von Kiefer-Splintholz und Douglasien-Kernholz in Stuttgart. Exposition: Vertikal, geschützt mit Hirnholzabdeckung, wie in Abbildung 6 dargestellt

22. Holzschutz-Tagung der DGfH am 17 und 18. Oktober 2000 in Bad Kissingen

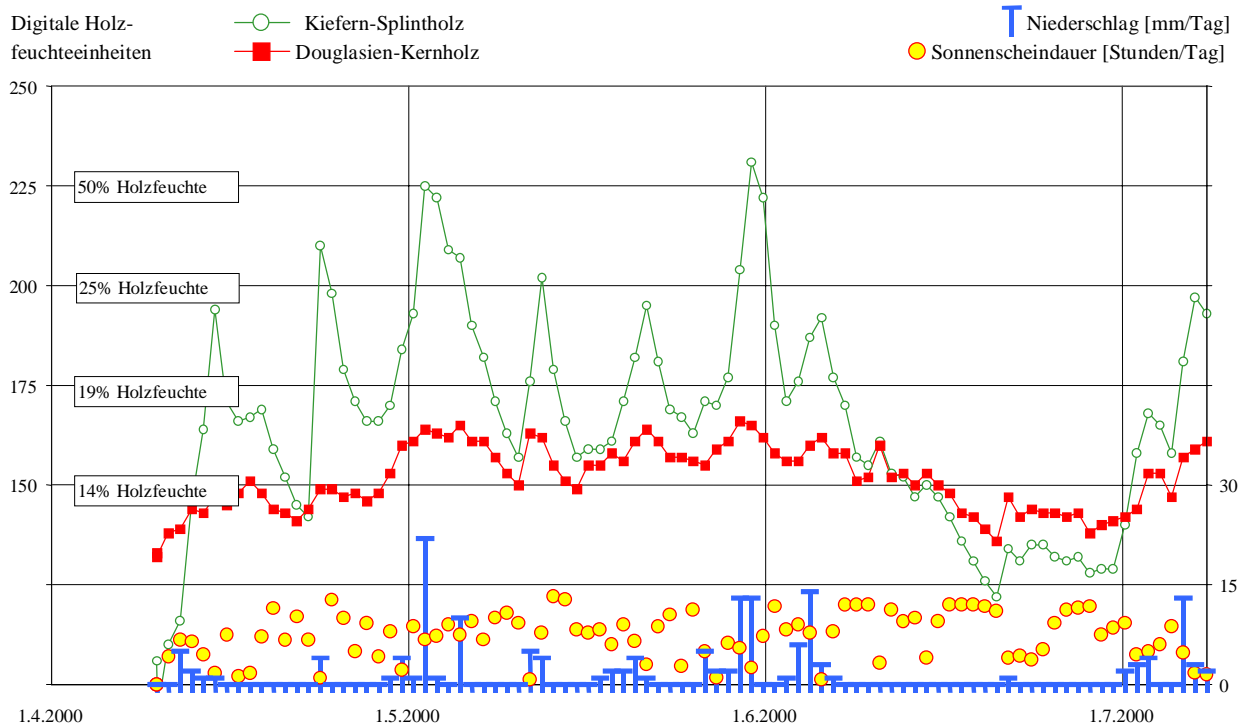


Abbildung 10: Feuchteverlauf von Kiefern-Splintholz und Douglasien-Kernholz in Stuttgart. Exposition: Vertikal, Hirnholz ungeschützt, wie in Abbildung 7 dargestellt

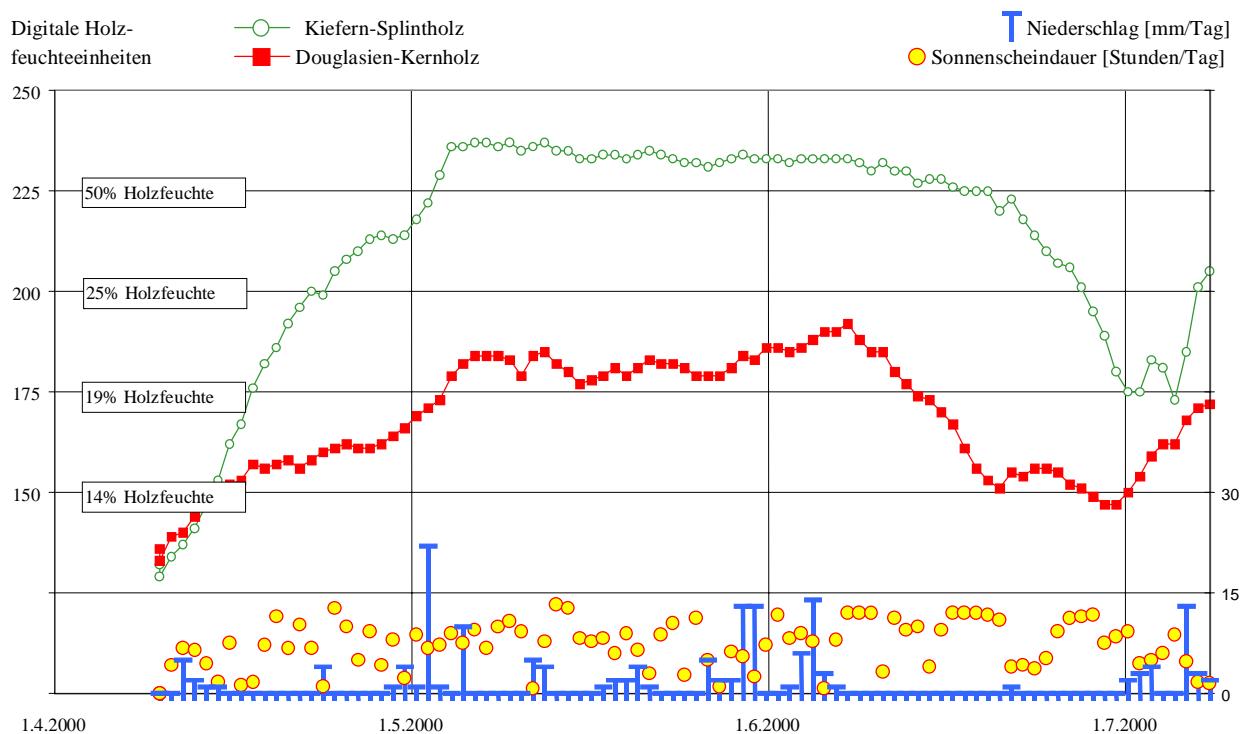


Abbildung 11: Feuchteverlauf von Kiefern-Splintholz und Douglasien-Kernholz in Stuttgart. Exposition: Horizontale Exposition mit Kapillarfugen, wie in Abbildung 8 dargestellt

4. Geltende Regeln

Die zuvor dargestellten Zusammenhänge lassen sich in Übereinstimmung mit DIN EN 460 (1994) bei der Holzartenwahl in den Gefährdungsklassen berücksichtigen. So können nach DIN EN 460 (1994) in Gefährdungsklasse 3 Holzarten der Dauerhaftigkeitsklasse 2 bis 4 sinnvoll eingesetzt werden. Zur Verwendung in Gefährdungsklasse 3 für die Hölzer aus den drei Dauerhaftigkeitsklassen wird gesagt:

Dauerhaftigkeitsklasse 2

„*Natürliche Dauerhaftigkeit ausreichend*“

Dauerhaftigkeitsklasse 3:

„*Natürliche Dauerhaftigkeit üblicherweise ausreichend, aber unter bestimmten Gebrauchsbedingungen kann eine Behandlung empfehlenswert sein*“

Dauerhaftigkeitsklasse 4:

„*Natürliche Dauerhaftigkeit kann ausreichend sein, aber in Abhängigkeit von der Holzart, ihrer Durchlässigkeit und der Gebrauchsbedingungen kann eine Schutzbehandlung notwendig sein*“

DIN EN 460 (1994) lässt also Spielraum für die Wahl der Dauerhaftigkeitsklasse unter Berücksichtigung von Randbedingungen:

„*Zum Beispiel kann Holz mit geringerer Durchlässigkeit unter wechselnden Befeuchtungsbedingungen einen geringeren **Feuchtegehalt** im Vergleich zu durchlässigeren Arten annehmen und wird daher unter diesen Bedingungen ein vermindertes Risiko eines Pilzbefalls aufweisen. Ein Hinweis auf die Neigung, Feuchte aufzunehmen, kann von der **Tränkbarkeitsklassifikation** der verschiedenen Holzarten erhalten werden (siehe EN 350-2). Entsprechend können Hölzer einer bestimmten Dauerhaftigkeitsklasse gegen holzerstörende Pilze und einer Tränkbarkeitsklasse von 3 oder 4 bei Anwendung ohne Erdkontakt (Gefährdungsklasse 2 oder 3) eine höhere Nutzungsdauer erreichen als Holzarten der gleichen Dauerhaftigkeitsklassifikation, aber mit einer Tränkbarkeitsklassifikation von 1 oder 2.*“

Außerdem lässt DIN EN 460 (1994) Spielraum für die Berücksichtigung des **Klimas** und **Kleinklimas**, welches durch die **Konstruktion** geschaffen wird:

„*Zum Beispiel können in Gefährdungsklasse 3 die Konstruktionsdetails eines Holzelements, die eine Wasseraufnahme und –ansammlung verhindern und welche die Wasserableitung und Belüftung begünstigen, in Verbindung mit lokalen klimatischen Bedingungen und Wartungsmaßnahmen einen Einfluß auf die Standdauer haben.*“

DIN EN 460 (1994) berücksichtigt ebenfalls die **Lebenserwartung** von Konstruktionselementen:

„*Bei Auswahl eines Holzes mit einer höheren Dauerhaftigkeitsklasse als der in dieser Norm empfohlenen, kann eine verlängerte Gebrauchsdauer für einen bestimmten Einsatz erwartet werden. Wenn Konstruktionselemente nur eine kurze Gebrauchsdauer aufweisen müssen (temporär oder provisorisch) oder wenn eine extreme Langlebigkeit notwendig ist, kann es zweckmäßig sein, Holzarten mit einer geringeren oder einer höheren Dauerhaftigkeitsklasse zu verwenden als in Tabelle 1 angegeben.*“

Für tragende Holzbauteile gilt in Deutschland die bauaufsichtlich eingeführte DIN 68800-3 (1990). Hiernach ist bei Verzicht auf chemischen Holzschutz in Gefährdungsklasse 3 der Einsatz von Holzarten der Dauerhaftigkeitsklasse 1 oder 2 nach DIN 68 364 (1979) gefordert. Dies steht nicht etwa im Widerspruch, sondern im Einklang mit DIN EN 460 (1994), da hier eine Spezifikation der weiten, nicht auf den tragenden Bereich beschränkten Empfehlungen von DIN EN 460 (1994) vorliegt. Zweifellos ist für ein tragendes Bauteil an einem

Gebäude "extreme Langlebigkeit" und zusätzlich Sicherheit zu fordern. Dies führt den Anwender von DIN EN 460 (1994) in Gefährdungsklasse 3 formal zu Dauerhaftigkeitsklasse 2.

5. **Schlußfolgerungen**

1. Zwischen den 7 geprüften Lärchen-Kernhölzern bestanden hinsichtlich ihrer Dauerhaftigkeit im Erdkontakt im Testfeld Hamburg keine nennenswerten Unterschiede. Nach drei Jahren Standzeit waren alle Lärchenprüfkörper entweder stark angegriffen oder vollständig durch Weißfäule zerstört, während sich Kiefern-Splintholzproben, die mit 9 kg/m³ Kupfer-Chrom-Arsen kesseldruckimprägniert worden waren, in einem sehr guten Zustand befanden.
2. Lärchen-Kernholz kann im Erdkontakt kesseldruckimprägniertes Holz mit vorgeschriebener Solleinbringmenge an Kupfer-Chrom-Salzen nicht ersetzen. Auch sibirische Lärche mit sehr engem Jahrringbau macht hier keine Ausnahme.
3. Lärchen-Kernholz, Douglasien-Kernholz und Kiefern-Kernholz sind im Erdkontakt nach DIN EN 350-2 (1994) zurecht als 3-4 „mäßig bis wenig dauerhaft“ eingestuft.
4. Lärchen-Kernholz und Douglasien-Kernholz sind bei Prüfung und Einsatz außerhalb des Erdkontaktes und unter Zugrundelegung der Kriterien von DIN EN 350-1 (1994) nach den bisher vorliegenden Ergebnissen besser als 3-4 „mäßig bis wenig dauerhaft“ einzustufen.
5. Für Holzarten sollte deshalb künftig nicht nur die Klassifizierung der Dauerhaftigkeit im Erdkontakt, sondern auch außerhalb des Erdkontaktes angegeben werden.
6. Das Zusammenspiel von Konstruktion und Dauerhaftigkeit bestimmt neben anderen Faktoren maßgeblich die Lebensdauer eines Holzbauteils in Gefährdungsklasse 3. Deshalb muss die Konstruktion dem Material angemessen sein und umgekehrt.
7. DIN EN 460 (1994) gibt allgemeine weitgefasste Empfehlungen, DIN 68 800-3 fordert für tragende Bauteile eine Spezifikation die im Einklang mit DIN EN 460 (1994) steht.

6. **Dank**

Die Autoren danken dem Holzabsatzfonds (HAF) und der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung (DGfH) für Förderung eines Teils der vorgestellten Arbeiten und Herrn Prof. Hannu Viitanen (VTT, Finnland) sowie Herrn Prof. Thomas Nilsson (SLU, Schweden) für die gute wissenschaftliche Zusammenarbeit und den Austausch von Probenmaterial. Frau Franziska Büschelberger und Dipl.-Holzw. Michael Sailer gilt besonderer Dank für die gewissenhafte Durchführung von Messungen in den Freilandversuchen.

7. **Literatur**

DIN 68 364 November 1979: Kennwerte von Holzarten; Festigkeit, Elastizität, Resistenz.

DIN 68 800-3 April 1990: Holzschutz; vorbeugender chemischer Holzschutz.

DIN EN 252 April 1990: Freilandprüfverfahren zur Bestimmung der relativen Schutzwirkung eines Holzschutzmittels im Erdkontakt.

DIN EN 335-2 September 1992: Definition der Gefährdungsklassen für einen biologischen Befall; Teil 2: Anwendung bei Vollholz.

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

DIN EN 350-2 Oktober 1994. Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz; Teil 2: Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit und Tränkbarkeit von ausgewählten Holzarten von besonderer Bedeutung für Europa.

DIN EN 460 Oktober 1994: Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz; Leitfaden für die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Holz für die Anwendung in den Gefährdungsklassen.

DIN V ENV 12037 Dezember 1996: Freilandversuch zur Bestimmung der relativen Wirksamkeit eines Holzschutzmittels ohne Erdkontakt: Verfahren mit horizontaler Überlappung („lap-joint“-Verfahren).

NILSSON, T. 1997: Natural durability of larch heartwood against decay. Stockholm, International Research Group on Wood Preservation, document no. IRG/WP 97-10201.

NILSSON, T.; EDLUND, M.-L. 1996: Lärkvirkets beständighet mot rötangrepp. SLU, UPPSALA: Fakta Skog 24.

RAPP, A.O.; PEEK, R.-D. 1999: Melaminharzimprägniertes sowie mit Wetterschutzlasur oberflächenbehandeltes und unbehandeltes Vollholz während zweijähriger Freilandbewitterung.

SAILER, M.; Rapp, A.O.; Peek, R.-D.; Nurmi, A.; Beckers, E.P.J. 1999: Interim balance after 20 months of lap-joint exposure. Stockholm, International Research Group on Wood Preservation, document no. IRG/WP 99-20 164. 9 pp

SIERRA-ALVAREZ, R.; LE BAYON, I.; CAREY, J.; STEPHAN, I.; VAN ACKER, J.; GRINDA, M.; KLEIST, G.; MILITZ, H.; PEEK, R.-D. 1998: Laboratory testing of wood natural durability – In soil-bed assays. Stockholm, International Research Group on Wood Preservation, document no. IRG/WP 98-20141.

VAN ACKER, J.; STEVENS, M.; CAREY, J.; SIERRA-ALVAREZ, R.; MILITZ, H.; LE BAYON, I.; KLEIST, G.; PEEK, R.-D. 1998: Criteria for basidiomycetes testing and ways of defining natural durability classes. Stockholm, International Research Group on Wood Preservation, document no. IRG/WP 98-20144.