

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 146 (1995)

Heft: 1

Artikel: Rahmenbedingungen für die Bereitstellung von ausreichend trockenem und masshaltigem Konstruktionsholz

Autor: Richter, Klaus / Sell, Jürgen

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-766943>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Rahmenbedingungen für die Bereitstellung von ausreichend trockenem und masshaltigem Konstruktionsholz¹

Von Klaus Richter und Jürgen Sell

Keywords: timber quality, wood drying, building timbers.

FDK 833: 847: 852.3

1. Einleitung

Massivholzbalken, grossformatig eingesetzt als tragende und zugleich gestalterische Elemente, sind in den Alpenländern ein klassisches einheimisches Starkholzsortiment. Aus dem derzeitigen Trend zu ausgebauten, bewohnbaren Dachräumen und Maisonetten kann erfreulicherweise abgesehen werden, dass hier auch in Zukunft ein nicht unerheblicher Teil des Schweizer Holzes eingesetzt wird. Im Gegensatz jedoch zu früheren Jahren wird der Holzbauunternehmer heute mit einem gesteigerten Qualitätsbewusstsein der Architekten und auch der Bauherren konfrontiert, die – abgestützt auf fachgerechte Informationen, Richtlinien und Normen – eine hohe Ausführungsqualität auch im Holzbau erwarten. Wird diese nicht gewährleistet, sind Reklamationen und Zusatzarbeiten die direkten, ein Imageverlust für den Ausführenden und das Baumaterial möglicherweise weit schlimmere Folgen.

Die an der EMPA-Holzabteilung und anderen Holzforschungsinstituten vorliegenden Erfahrungen zeigen, dass ein erheblicher Teil von Mängeln im Holzbau auf einen zu hohen Feuchtegehalt des Holzes beim Einbau bzw. Abbund zurückzuführen ist. Trocknungsrisse, Setzungen, Verformungen, Schimmelpilz- und Bläuepilzbefall sind die primären Folgen, Anschlussprobleme, ungenügend dichte Gebäudehüllen und bauphysikalische Schäden die sekundären, meist schwerwiegenderen Folgen. Als erste, wesentliche Massnahme zur Gewährleistung einer guten Ausführungsqualität im Holzbau ist somit zu fordern, dass (Bau-)Holz mit einer Holzfeuchte, die dem Klima am

¹ Nach einem Referat, gehalten am 29. November 1993 im Rahmen der Montagskolloquien der Abteilung für Forstwissenschaften der ETH Zürich.

Einbauort entspricht, eingebaut werden muss. Da zudem maschinelle Sortierverfahren, die für eine Holzsortierung nach EN 519 (maschinelle Sortierung) zukünftig an Bedeutung gewinnen, bei homogener Holzfeuchteverteilung über den Querschnitt eine bessere Effizienz aufweisen und hochentwickelte Abbund- sowie Verbindungssysteme eine niedrigere Holzfeuchte voraussetzen, ist der Holztrocknung von Bauholzquerschnitten in Zukunft eine vermehrte Bedeutung beizumessen (*Tabelle 1*).

Tabelle 1. Entwicklungen im Holzbau, die die Verwendung von getrocknetem Konstruktionsholz fordern.

-
- Bevorzugung sichtbar verbauter, raumgestaltender Holzkonstruktionen (z.B. in Dachräumen)
 - Ausführung von statisch hochbeanspruchten Konstruktionen mit schlanken Holzquerschnitten
 - Verzicht auf vorbeugenden Holzschutz durch Verwendung trockenen Holzes
 - Ausschreibung hochentwickelter Wandkonstruktionen zur Wärme- und Schalldämmung
 - Beachtung der Wohnbehaglichkeit («Luftdichtigkeit der Gebäudehülle»)
 - Einsatz moderner und effizienter Sortierverfahren
 - Förderung von Holzbausystemen mit hohem Vorfertigungsgrad
 - Verfügbarkeit von computergesteuerten Abbundanlagen und weiterentwickelten Verbindungssystemen
-

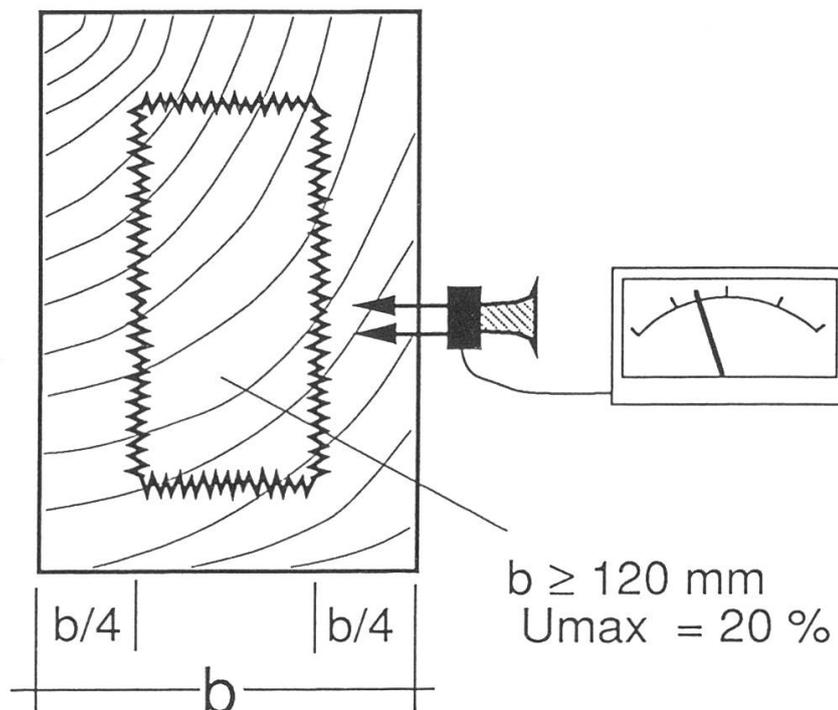
2. Anforderung an die Trockenheit von Konstruktionsholz

Während im Möbel- und Schreinerhandwerk die Einbaufeuchten von Holz bekannt sind und in der Regel auch eingehalten werden, stellen manche Zimmerleute die in der SIA-Norm 164 (Holzbau) seit langem festgeschriebenen «Normalwerte» der Holzfeuchte mit Argumenten in Frage wie:

- In der Vergangenheit ist man sehr gut ohne spezielle Trocknung angekommen...
- Bauholzquerschnitte können nicht derart tief abgetrocknet werden...
- Es ist keine Zeit zum Trocknen...
- Das Holz wird auf der Baustelle doch sowieso wieder nass usw.

Obwohl einige diese Argumente nicht gänzlich unberechtigt erscheinen, muss ein Umdenken stattfinden, zumal auch andere Normen direkt oder indirekt die Verwendung von masshaltigem und infolgedessen getrocknetem Konstruktionsholz fordern (z.B. SIA-Norm 231 «Holzbau, Leistung und Lieferung»; SIA-Norm 238 «Wärmedämmung in Steildächern und in Aussenwänden mit hinterlüfteten Verkleidungen»). Daher wurde im Jahr 1989 von verschiedenen Verbänden und Institutionen in der Schweiz ein Merkblatt zur «Trocknung von Konstruktionsholz» (*EMPA et al.*, 1989) herausgegeben, in

dem auf die Problematik der Trocknung grosser Querschnitte eingegangen wird und die in *Abbildung 1* aufgeführten Richtwerte für die Einbaufeuchte vorgegeben sind.



Innen beheizt	Innen unbeheizt	Aussen unter Dach
Umittel = 15 %	18 %	-
b ≤ 120 mm Umax = 17 %	20 %	rund 25 % (< FS)
b ≥ 120 mm Umax = 20 %	20 %	rund 25 % (< FS)

Abbildung 1. Richtwerte zur Einbaufeuchte von Konstruktionsholz (u = % Holzfeuchte).

Im folgenden wird der Frage nachgegangen, mit welchen Verfahren diese Werte erreicht werden können, welche Trocknungszeiten dies verursacht und wie die Trocknungsqualität und Trocknungskosten zu beurteilen sind.

3. Verfahren zur Bauholz-trocknung

Die physikalischen Abläufe bei der Holz-trocknung sind – unabhängig von den Dimensionen des Trocknungsgutes (Furnier, Schnittholz, Bauholz) – prinzipiell die gleichen. Dennoch spielen die Abmessungen des Trocknungsgutes bei der Auswahl des geeigneten Trocknungsverfahrens eine wesentliche Rolle; sie wirken sich zudem überproportional auf die Trocknungsdauer und damit auf den Energie- und Kostenaufwand aus. Zur Bauholz-trocknung werden in der Schweiz insbesondere die folgenden Verfahren eingesetzt:

3.1 Freilufttrocknung

Bei der natürlichen Holz­trocknung (Freilufttrocknung) erfolgt der Feuchte­zug aus dem gestapelten Bauholz ohne technische Hilfsmittel. Der Trocknungsverlauf wird von den sich natürlich einstellenden Klimagrössen (Temperatur, Niederschlag, Luftfeuchtigkeit und Wind- /Luftzirkulation) bestimmt. Bei den in der Schweiz herrschenden jahreszeitlichen Klimaschwankungen mit rund 50 bis 60% relativer Luftfeuchte im Sommer und 80 bis 90% im Winter liegen die theoretisch erreichbaren Holzfeuchtegehalte in der Freilufttrocknung bei rund 16 bis 18% im Sommer und 22 bis 25% im Winter. Praxiserfahrungen zeigen dementsprechend, dass die für eine Holzverwendung im Innenbereich geforderten Trocknungsgrade nicht bzw. nur mit unverhältnismässig grossem Zeitaufwand erreicht werden. Zudem sind eine Steuerung und Planung nicht möglich, so dass die natürliche Trocknung als alleinige Massnahme nicht ausreicht. Dennoch bietet die Freilufttrocknung die wirtschaftlich und ökologisch interessante Möglichkeit, als Vorstufe der technischen Trocknungsverfahren den mengenmässig bedeutenden Anteil des «freien Wassers» aus der Holzsubstanz zu entziehen, was die anschliessende Kammertrocknungszeit erheblich verkürzt. Dabei erfolgt eine Abtrocknung bis zum Fasersättigungsbereich meist relativ schnell (etwa 1 bis 3 Monate) und ohne Schäden, verlangsamt sich dann aber erheblich, so dass zur Erreichung von 20% Restfeuchte mindestens 6 bis 9 Monate anzusetzen sind.

3.2 Konventionelle Frischluft-/Ablufttrocknung

Das am weitesten verbreitete technische Trocknungsverfahren bedingt eine je nach den Anforderungen einfach bis aufwendig zu erstellende Trocknungskammer mit technischen Einrichtungen zur Messung und Regelung des Kammerklimas und zur Be- und Entlüftung. Das Verfahren erlaubt wegen seiner grossen Flexibilität (Temperaturbereich von 30 bis etwa 90°) eine auch auf Bauholzdimensionen abgestimmte Trocknungsführung. Es wird jedoch bei den Betreibern von Trockenkammern bemängelt, dass die Kammerhersteller ihre Trocknungsprogramme in der Regel auf Schnittware ausrichten und wenig Unterstützung bei der Bauholztrocknung anbieten, so dass die jeweilige Effizienz stark von den Erfahrungswerten der Praktiker bestimmt wird. Qualitätsprobleme stellen sich auch immer wieder ein, wenn

- bei gemischten Bauholzlisten mit unterschiedlichen Längen und Querschnittsabmessungen eine gute Stapelung nicht gewährleistet werden kann.
- Bauholz in Form von Zuladungen zur Brettware mitgetrocknet wird und die Steuerung nach dem Trocknungsfortschritt in der Brettware vorgenommen wird.

Eine möglichst einheitliche Querschnittsbeschickung der Kammern ist nur zu erreichen, wenn das übliche Listenbauholz vermehrt durch Standarddimensionen ersetzt würde.

3.3 Vakuumtrocknung

Die kontinuierliche Vakuumtrocknung hat in den letzten Jahren durch technisch ausgereifte Anlagen und gute Trocknungsergebnisse neue Impulse erhalten. Die Entfeuchtung erfolgt je nach Verfahren entweder als Verdampfungstrocknung in einer reinen Dampfatmosfera (im Teilvakuum bei rund 70°) oder als Verdunstungstrocknung im Wasserdampf-Luftgemisch. Die im Vergleich zur Frischluft-/Ablufttrocknung hohen Investitionskosten lassen sich trotz guter Trocknungsqualitäten nur bei optimaler Auslastung der Anlagen amortisieren, wie sie vor allem bei Lohntrocknungsbetrieben gewährleistet sein dürfte. Erste Praxiserfahrungen in der Schweiz und in Deutschland zeigen die grundsätzlichen Möglichkeiten des Verfahrens zur Bauholztrocknung auf (U. Müller, 1990; A. Opel, 1991).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass eine Kombination «Freiluft-Vortrocknung + Resttrocknung in Trockenkammern» besonders für die Konditionierung von Konstruktionsholz vorteilhaft erscheint. Dies setzt voraus, dass die Bauholzlisten vom Planer frühzeitig in Auftrag gegeben werden oder dass Bauholzsortimente mit wenigen, jedoch festgelegten Querschnittsdimensionen eingesetzt werden. Diese könnten dann von den Sägereien auf Vorrat eingeschnitten und vorgetrocknet und erst bei der Bestellung technisch auf das erforderliche Feuchteniveau herabgetrocknet werden. Weiter zeichnet es sich ab, dass die Bauholzsortimente in Zukunft vermehrt von Lohntrocknungsunternehmen oder gegebenenfalls von Trocknungskooperationen (Zusammenschluss mehrerer kleiner, regional zusammenliegender Sägewerke) getrocknet werden. Dies hat einerseits den Vorteil, die hohen Investitionskosten, insbesondere der Vakuumtrocknungsanlagen, realisieren zu können, andererseits verbessert sich die Effizienz der Bauholztrocknungen, wenn eine gute Kammerauslastung mit möglichst homogenen Querschnitten gewährleistet werden kann, was beim Zusammenfassen mehrerer Aufträge möglich erscheint.

4. Trocknungsdauer

Die Dauer der Bauholztrocknung ist unter herkömmlichen Bedingungen ein wesentliches Argument gegen eine den Anforderungen genügende Feuchteconditionierung von Konstruktionsholz. In Anbetracht der zukünftigen Erfordernisse auf diesem Gebiet wurden jedoch an verschiedenen

Stellen Bemühungen unternommen, die Trocknungszeiten von Konstruktionsholz unter gleichzeitiger Beibehaltung der Trocknungsqualität zu optimieren (*P. Glos et al., 1991*). In *Tabelle 2* sind die Ergebnisse dieser Trocknungen zusammengefasst dargestellt. Es wird bestätigt, dass die Freilufttrocknung selbst im Sommerklima viel Zeit beansprucht und auch die erreichten Endfeuchtigkeiten für viele Anwendungen im Innenbereich unzureichend sind. Dagegen können in konventionellen Frischluft-/Abluftkammern vielfach schärfere Trocknungsprogramme gefahren werden, als von den Kammerherstellern angegeben, und zwar ohne eine Verminderung der augenscheinlichen Trocknungsqualität (Risse, Verformungen, Verfärbungen). Einzig die Schwankungsbreite der Holzfeuchte über dem Holzquerschnitt erhöht sich bei kürzeren Trocknungszeiten. Auch bei Verwendung des an der EMPA untersuchten Zusatzmittels «Erbatop» zur Trocknungsbeschleunigung (*K. Richter, 1990*) zeigt die Holzfeuchte im Inneren der getrockneten Balken höhere Werte im Vergleich zur Holzfeuchteverteilung bei normaler Trocknung (*Abbildung 2*). Hier muss ein Kompromiss gefunden werden zwischen optimaler Trocknungsdauer und einer den Anforderungen genügenden homogenen Holzfeuchteverteilung.

Tabelle 2. Ergebnisse aus Trocknungsversuchen mit Konstruktionsholz.

Verfahren/ Sortiment	u_a %	u_e mittel %	u_e innen %	Schwankungs- breite $\Delta u\%$	Trocknungszeit Tage
Freiluft* Fi 16x16 cm ²	40	19	20	3	150
Freiluft** Fi 14x14 cm ²	50	20	24	8	60
F/A, normal* Fi 16x16 cm ²	40	15	20	10	9
F/A, scharf* Fi 16x16 cm ²	40	15	25	15	3
F/A, normal** Fi 14x14 cm ²	42	14	20	9	11
F/A, normal** Fi 14x14 cm ²	37	14	24	15	7
Vakuum*** Fi/Ta 18x22 cm ²	50	18	–	–	3,5

Legende: u_a , u_e : Anfangs-/Endfeuchte

Fi, Ta: Fichte, Tanne

* Versuche am Institut für Holzforschung der Universität München

** Versuche an der Abteilung Holz der EMPA

*** Angaben der Firma Müller, Olten

Die Trocknungsdauer einschliesslich der noch nicht wissenschaftlich überprüften Angabe zur Vakuumtrocknung zeigt jedoch insgesamt, dass innerhalb einer bis eineinhalb Wochen durchaus mittlere Holzfeuchtigkeiten erreicht werden können, die deutlich unter den Werten liegen, die bisher im Holzbau üblich sind.

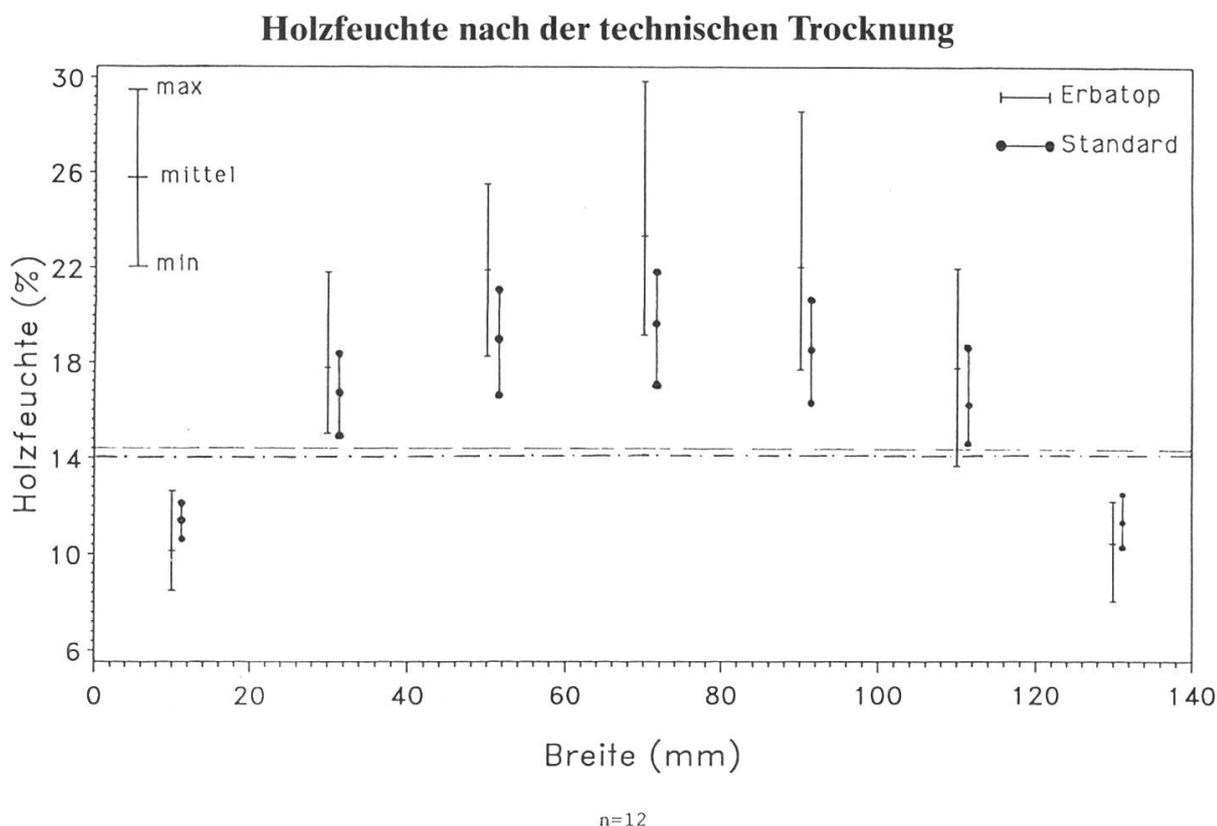


Abbildung 2. Holzfeuchteverteilung über den Kantholzquerschnitt nach Frischluft-/Ablufttrocknung unter Standardbedingungen bzw. unter Einsatz des Zusatzmittels Erbatop. Mittelwerte aus je 12 Kanthölzern.

5. Holzqualität

Umfangreiche Untersuchungen über die Qualitätsveränderung bei der Bauholztrocknung bestätigen, dass das Ausmass der Verdrehung und der Rissbildung entscheidend von der Einschnittart abhängt. Einstielig eingeschnittene Markhölzer weisen erheblich breitere Risse auf als markfrei eingeschnittene Kreuzhölzer. Kreuzhölzer mit Markröhre haben ebenfalls breitere Risse als entsprechende markfreie Kreuzhölzer. Auch die Neigung zum Verdrehen nimmt bei markhaltigen Konstruktionshölzern in entscheidendem Masse zu. In zweiter Linie beeinflusst dann die vorliegende Holzqualität (Schrägfaserigkeit, Buchsanteil) die Veränderungen bei der Bauholztrocknung.

Die Querschnittsabmessungen der Konstruktionshölzer haben einen direkten Einfluss auf die Rissbildung: Grössere Kanthölzer reissen stärker als

kleinere. Durch Entlastungsnuten kann die Rissbildung ausserhalb der eingefrästen Schlitzte zwar reduziert werden, am Nutgrund selbst entstehen jedoch tiefere Risse, die die Tragfähigkeit des Kantholzes unter Umständen ungünstig beeinflussen können. Über die Wirksamkeit von mechanischen Belastungen der Holzstapel zur Verminderung der Verformung liegen unterschiedliche Aussagen vor. Während neuere Studien dieser einfachen Möglichkeit keine Effizienz beimessen, werden aus der Praxis immer wieder gute Erfahrungen berichtet.

Die in Zusammenhang mit der Bauholztrocknung genannten hohen Ausschussanteile sind somit zum kleineren Teil der eigentlichen Trocknung zuzurechnen. Durch sachgerechte und gewissenhafte Vorbereitung der Trocknungsware (Einschnittart, Sortierung, Stapelung) kann der Trocknungsausschuss trotz beschleunigter Trocknungsverfahren minimal gehalten werden.

6. Trocknungskosten

Bei der Kalkulation der Trocknungskosten sind eine Reihe von Einflussfaktoren einzubeziehen, die betriebsspezifisch gewissen Schwankungen unterliegen (z.B. Anschaffungskosten, Amortisation, Betriebskosten, Trocknungsart, -sortiment, Anfangs-, Endfeuchte usw.). Eine überschlägige Vergleichsbetrachtung der Trocknungskosten für die Frischluft-/Ablufttrocknung bzw. Vakuumtrocknung von Bauholz zeigt daher nur grob die Grössenordnungen auf und ist im Einzelfall mit firmeneigenen Daten anzupassen.² In *Tabelle 3* sind die Trocknungskosten für einen m³ technisch getrocknetes Bauholz überschlagen. *Tabelle 4* zeigt die Gesamtkosten für masshaltiges Bauholz (Fi/Ta, FK 2) aus den beiden Trocknungsarten im Vergleich zu Brettschichtholz. Während die reinen Trocknungskosten beim Frischluft-/Abluftverfahren um rund 20% günstiger als bei der Vakuumtrocknung liegen, reduziert sich dieser Preisvorteil, bezogen auf den Gesamtpreis von konditioniertem Bauholz, insbesondere durch die etwas geringer angenommene Ausschussquote beim Vakuumverfahren auf etwa 3%. Im Verhältnis zum Brettschichtholz besteht bei konditioniertem, getrocknetem Massivholz noch immer ein Preisvorteil in der Grössenordnung von 15 bis 20%. Dieser Preisvorteil wird sich jedoch nur dann geltend machen lassen, wenn die Eigenschaften des massiven Bauholzes, insbesondere die Masshaltigkeit, denen des Brettschichtholzes voll entsprechen.

² Die Angaben wurden im Rahmen der IP-Holz Arbeitsgruppe «Sortier- und Dispositionsverfahren/Trockenes Holz» durch H.P. Gautschi, Betriebswirtschaftlicher Obmann des SHIV bereitgestellt.

Tabelle 3. Überschlägige Berechnung der Trocknungskosten pro m³ technisch getrocknetes Konstruktionsholz.

	<i>F/A-Trockner</i>	<i>Vakuumtrockner</i>
Schnittholz/Charge (m ³)	20	20
Trockenzeit/Charge (Std.)	287	193
Anzahl Chargen/Jahr	29	43
Laufzeit Kammer (Std./Jahr)	8322	8322
Beschickung (Std./Jahr)	29	65
Stillstand (Std./Jahr)	409	374
Jahreskapazität (m ³)	580	860
Trocknungskosten (Fr./m ³)	131	178
Trocknungskosten einschl. Stapeln, Transport (Fr./m ³)	160	205

Tabelle 4. Gesamtkosten (Fr.) pro m³ masshaltiges Konstruktionsholz gegenüber ungekrümmtem Brettschichtholz.

	<i>Frischlucht/Abluft</i>	<i>Vakuum</i>	<i>Brettschichtholz</i>
Bauholz Fi/Ta, Fk0/1	450	450	–
Technische Trocknung	160	205	–
Trocknungsausschuss	75	50	–
Hobeln	90	90	–
Gesamtpreis rund	775	795	950

Zusammenfassung

Die zukünftigen Anforderungen an die Trocknungsqualität von massivem Bauholz sind aufgezeigt. Neben Änderungen im Planungs- und Ausführungswesen (frühzeitiges Bestellen, Reduktion der Querschnittsabmessungen, Einführung von standardisierten Normquerschnitten) und angepassten Organisationsformen (Bildung von Trocknungskooperationen, vermehrte Lohntrocknungen) muss dieser Entwicklung durch stärkere Beachtung der Trocknungsvorbereitung und -durchführung begegnet werden.

Eine Freilufttrocknung als Vortrocknung kann die Anfangsfeuchtigkeit vor einer Kammertrocknung herabsetzen. Die für eine Innenverwendung nötigen Feuchtigkeitswerte (rund 15%) sind nur mit technischen Trocknungsverfahren erreichbar. Die Trocknungsführung bei der Frischluft-/Ablufttrocknung kann auch bei Bauholz schärfer erfolgen als in den Trocknungsprogrammen angegeben, so dass kürzere Trocknungszeiten möglich werden. Die Vakuumtrocknung kann bei der Trocknung von grossformatigen Querschnitten Zeit- und Qualitätsvorteile bringen. Verdrehungen und

Rissbildung werden entscheidend von der Einschnittart, dem Faserverlauf und den Querschnittsabmessungen bestimmt; sie sind nicht ursächlich den Trocknungsverfahren zuzuschreiben.

Konditioniertes, masshaltiges Massivholz hat derzeit noch gewisse preisliche Vorteile gegenüber verleimten Balken; diese sind allerdings nur dann ein Argument für die Massivholzverwendung, wenn die aufgezeigten Anforderungen vollständig erfüllt werden.

Résumé

Conditions pour un approvisionnement en bois de construction suffisamment sec et de dimensions stables

Cette étude expose les exigences que devra remplir dans le futur la qualité du séchage des bois de construction massifs. A côté des changements à apporter dans le domaine de la planification et de l'exécution (commande précoce des bois, réduction des sections, introduction de sections standards normalisées) et d'une adaptation des formes d'organisation (création de coopératives de séchage, davantage de séchage à façon), la préparation et l'exécution du séchage devraient elles aussi être optimisées.

Un séchage à l'air utilisé comme séchage préalable permet de réduire l'humidité de départ avant le séchage en chambre. Les valeurs d'humidité nécessaires pour une utilisation à l'intérieur (environ 15 %) ne peuvent être obtenues que par un séchage technique. Lors du séchage par convection du bois de construction, la conduite du séchage peut être effectuée dans des conditions plus sévères que celles indiquées dans les programmes de séchage, ce qui permet de réduire sa durée. Le séchage sous vide peut présenter des avantages de temps et de qualité pour le séchage des grosses sections. L'apparition de déformations et de fentes est essentiellement déterminée par le mode de débitage, la texture des fibres et les dimensions des sections; la cause de ces défauts n'est pas due au séchage lui-même.

Le bois massif conditionné et offrant la stabilité dimensionnelle nécessaire présente encore actuellement un certain avantage au niveau du prix sur le bois lamellé-collé; cet avantage n'est cependant un argument en faveur de l'utilisation du bois massif que lorsque les exigences énumérées ici sont totalement remplies.

Literatur

- EMPA, SHIV, SIA, SZV, LIGNUM (1989): Merkblatt «Trocknung von Konstruktionsholz». Sonderdruck aus Schweiz. Holzzeitung Holz, 13, 1–8.
- Müller, U. (1990): Erfahrungsbericht eines Praktikers über die Anwendung des DWT-Verfahrens für die Trocknung von Eichenholz und Bauholz mit starken Querschnitten. Vortrag am 22. November 1990, EDG-Trocknungsseminar Hamburg.
- Opel, A. (1991): Vakuumtrocknung als Lösung für das Problem der Trocknung von Bauholz mit grossen Querschnitten. Holz-Zentralblatt 109, 1692 und 1696.
- Glos, P., Böhner, G., Wagner, L. (1991): Qualitätsbeeinflussende Faktoren für die Trocknung von Bauholz mit grossen Querschnitten. Holz-Zentralblatt 49, 751–756.
- Richter, K. (1990): Anforderungen an die Trockenheit von Bauholz; technische Lösungsmöglichkeiten. Tagungsband 14. Dreiländerholztagung, Interlaken.

Verfasser: Dr. Klaus Richter und Dr. Jürgen Sell, EMPA, Abteilung Holz, CH-8600 Dübendorf.