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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 142 (1991)

Heft: 5

Artikel: Trocken und Dämpfen von Buchenschnittholz

Autor: Kisseloff, Panteley

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766473

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

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

Trocknen und Dämpfen von Buchenschnittholz[1]

Von *Panteley Kisseloff*

FDK: 176.1 Fagus: 846

Einleitung

Im Rahmen des NFP-12-Forschungsprojektes «Optimierung des Dämpfens und des Trocknens von Schweizer Buchenholz», welches seit 1988 im Departement Wald- und Holzforschung, Professur Holztechnologie der ETH Zürich, bearbeitet wird, sind eine Fülle von neuen Erkenntnissen gewonnen worden, die Ausgangspunkte für eine weitere Verbesserung dieser technologischen Vorgänge bieten. Die nachfolgenden drei Beispiele geben einen vorläufigen Überblick über die wesentlichen Erkenntnisse aus diesem Forschungsvorhaben und die Folgerungen für die Praxis, die daraus abgeleitet werden können.[2]

1. Beispiel: Das spezifische Trocknungsverhalten von Buchenholz

Bei der genauen Verfolgung der Feuchteabnahme über den Querschnitt von sägefrischen Buchenbrettern zeigte sich, dass bis etwa 45 bis 50% Wassergehalt die Feuchteabnahme gleichmässig über den gesamten Querschnitt erfolgt und erst dann die Bildung eines Feuchtegradienten einsetzt. Dieses Trocknungsverhalten des Buchenholzes ist weitgehend unabhängig von den Klimabedingungen bei der technischen Trocknung und wurde selbst bei den milden Bedingungen der Freilufttrocknung festgestellt. Der unterschiedliche Trocknungsablauf über den Querschnitt von Buchenschnittholz, dargestellt in den *Abbildungen 1* und *2,* steht im Gegensatz zum Trocknungsverhalten beispiels-

[1] Referat, gehalten am 10. Dezember 1990 im Rahmen der Kolloquien der Abteilung für Forstwirtschaft an der ETH Zürich.

[2] Das Projekt ist inzwischen abgeschlossen worden. Die Forschungsergebnisse werden zur Zeit in einem Handbuch über Trocknen und Dämpfen von Schweizer Buchenholz zusammengefasst und den interessierten Betrieben aus der Holzwirtschaft zur Verfügung gestellt. Die neugewonnenen Erkenntnisse, die Anhaltspunkte für eine Optimierung des Trocknens und des Dämpfens von Buchenschnittholz ergeben, werden in nächster Zeit in Pilotversuchen unter Betriebsbedingungen praxisnah getestet.

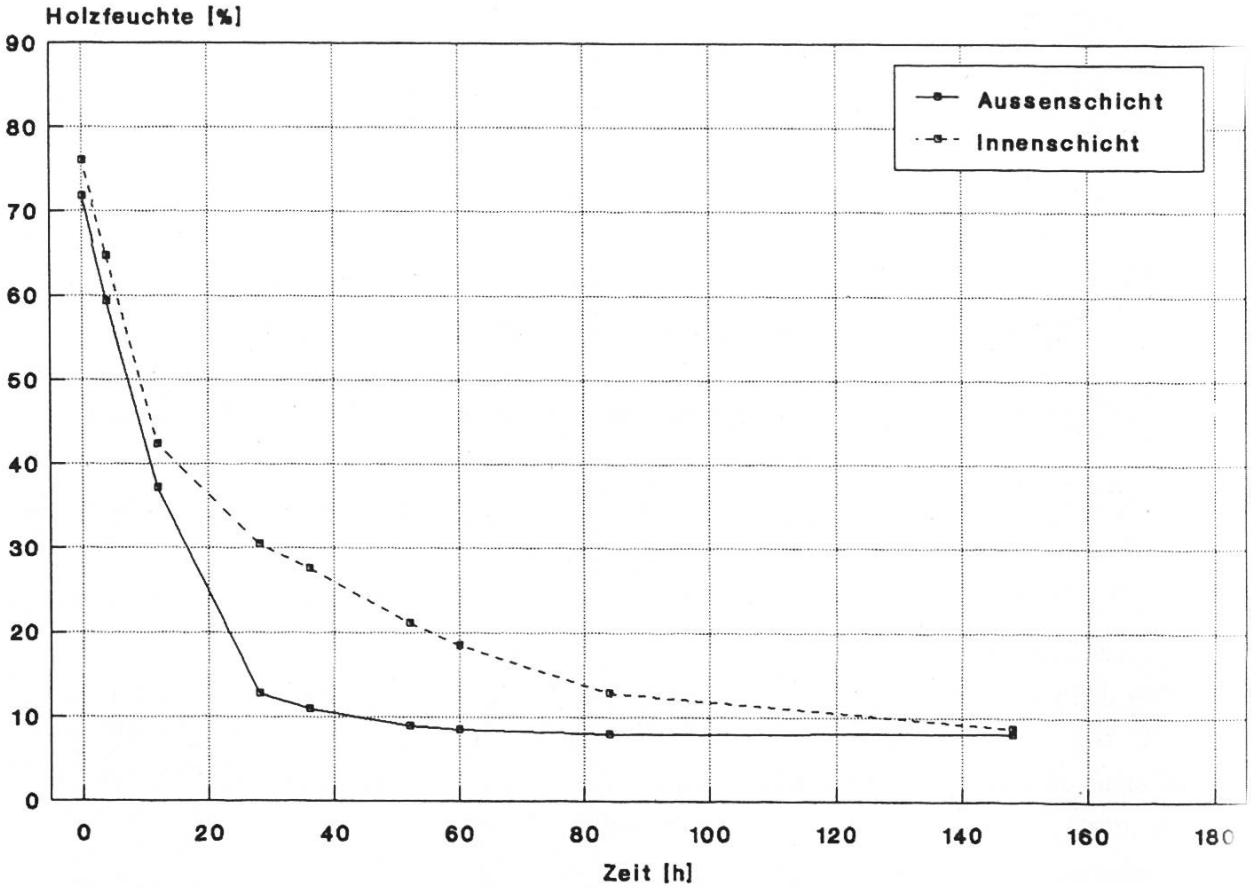

Abbildung 1. Trocknungsverhalten von Buchenholz bei der technischen Trocknung.

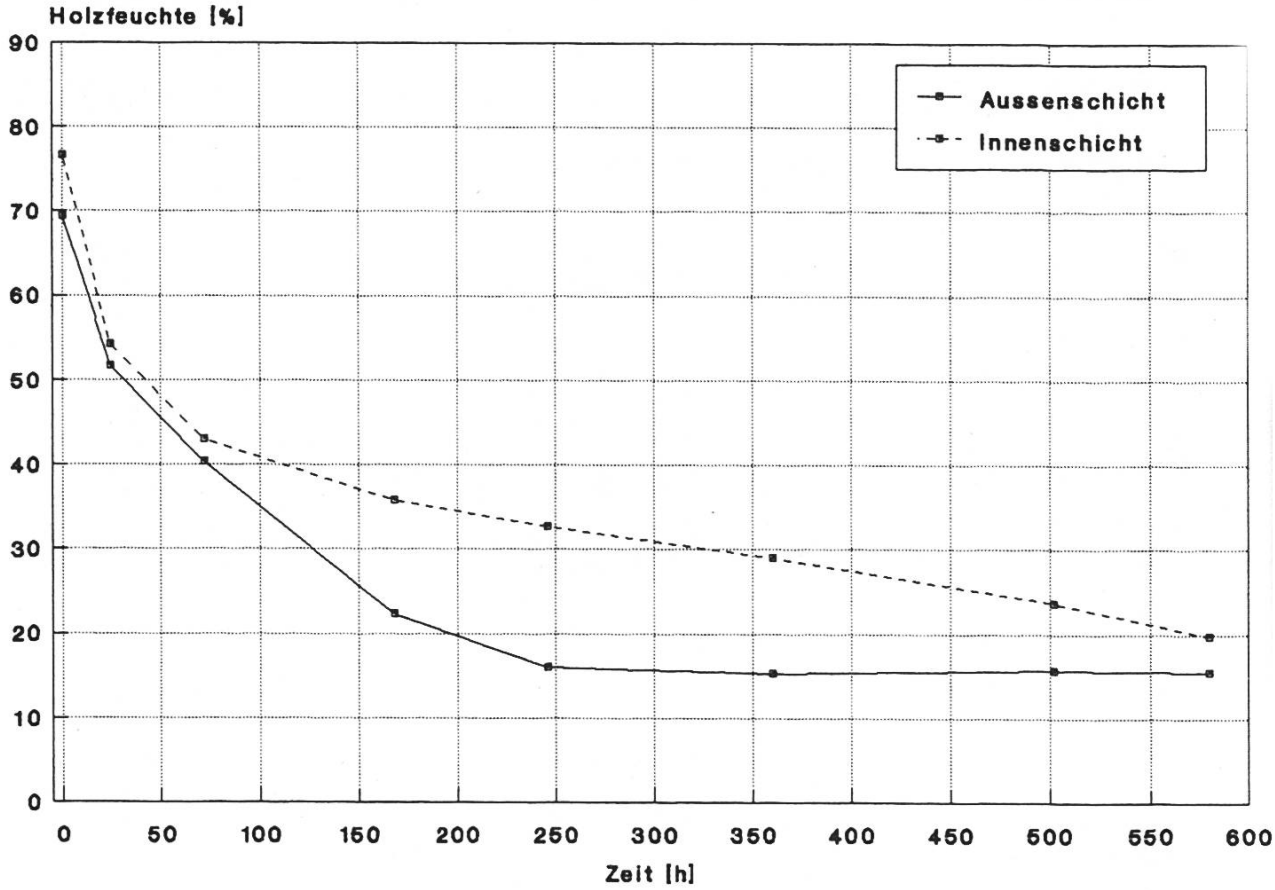

Abbildung 2. Trocknungsverhalten von Buchenholz bei der Freilufttrocknung.

weise von Eichenholz, wie aus *Abbildung 3* ersichtlich ist. Die Feuchteabnahme im Inneren von sägefrischem Eichenholz ist von Anfang an gegenüber den näher an den Holzoberflächen gelegenen Schichten zeitlich stark verzögert. Der Feuchtegradient über dem Querschnitt ist bei Eichenholz auch im späteren Trocknungsverlauf viel stärker ausgeprägt als bei Buchenholz.

Diese Feststellungen sind für ein vertieftes Verständnis des Holztrocknungsmechanismus aufschlussreich. Sie lassen vermuten, dass das unterschiedliche Trocknungsverhalten der Holzarten in der submikroskopischen Porenweitenverteilung begründet ist und nicht so sehr von Unterschieden in der Rohdichte, wie noch vielfach angenommen wird, abhängt. Diese Erkenntnis bringt auch praktische Anhaltspunkte für eine Steigerung der Trocknungseffizienz. Es hat sich gezeigt, dass wegen dieses spezifischen Verhaltens sägefrisches Buchenschnittholz bis zu dieser kennzeichnenden Holzfeuchte von etwa 45 bis 50% unter relativ scharfen Klimabedingungen getrocknet werden kann, ohne dass man Verschalungserscheinungen, das heisst ein unverhältnismässig starkes Austrocknen der Holzoberflächenschichten und dadurch verursachte Spannungen und Rissbildungen, befürchten muss. Für die Praxis bedeutet dies kürzere Trocknungszeiten und damit eine höhere Trocknungseffizienz.

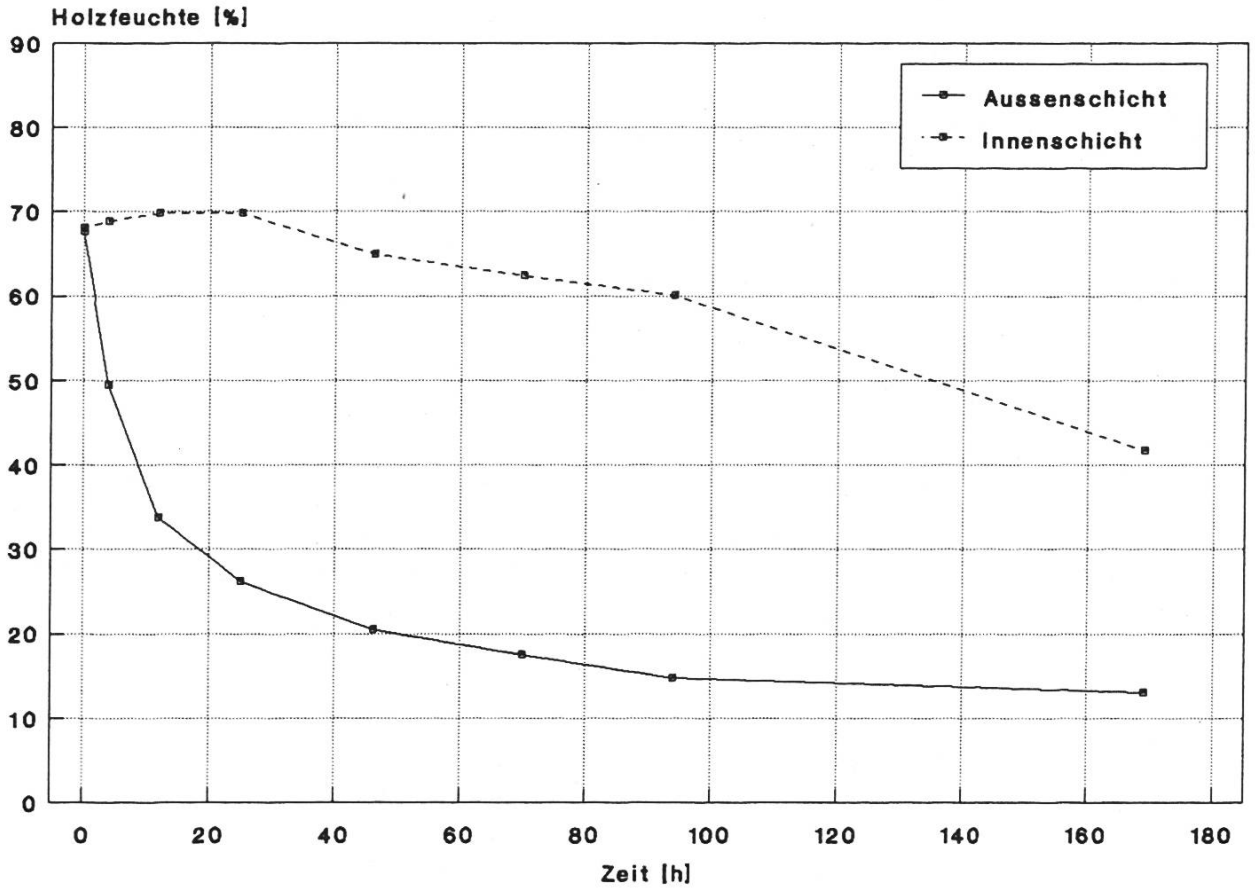

Abbildung 3. Trocknungsverhalten von Eichenholz bei der technischen Trocknung.

2. Beispiel: Neuer Ansatz zur Steuerung der technischen Holztrocknung

Bei der Holztrocknung in Frischluft/Abluft-Kammern werden heute computerisierte Programmsteuerungen verwendet. Als Führungsgrösse für die Veränderung der Zustandsgrössen der Trocknungsluft – Lufttemperatur und relative Luftfeuchte – wird dabei ausschliesslich die Holzfeuchteabnahme herangezogen. Das Prinzip dieses Steuerungsverfahrens ist einfach: mit der Holzfeuchteabnahme wird die Lufttemperatur erhöht und die relative Luftfeuchte abgesenkt. Das Verfahren hat aber zwei schwerwiegende Nachteile: zum ersten ist die Verknüpfung der Holzfeuchte mit den Zustandsgrössen der Trocknungsluft eine rein empirische Ermessenssache, da keine physikalisch eindeutige funktionale Beziehung zwischen diesen Grössen vorhanden ist. Zum zweiten ist die elektrische Messung der Führungsgrösse Holzfeuchte, insbesondere bei Wassergehalten über 20%, zu ungenau, so dass eine genaue Befolgung der empirischen Programmvorgaben nicht gewährleistet ist.

Es stellte sich deshalb die Frage, ob es für die Steuerung der Holztrocknung nicht andere, effizientere Möglichkeiten gibt, die nicht an die unsichere Messung der Holzfeuchte geknüpft sind. Die Suche nach einer messtechnisch unproblematischeren und physikalisch sinnvolleren Führungsgrösse führte zu der Holztemperatur, genauer gesagt zum Temperaturverlauf im Holzkern während der Trocknung.

Die Wahl dieser Bezugsgrösse liegt begründet in einem an sich bekannten physikalischen Sachverhalt. Unter der Wirkung von Temperatur und relativer Feuchte der Trocknungsluft ergibt sich eine gewisse Intensität der Wasserverdunstung im Holz. Der Verdunstungsvorgang entzieht Wärme aus der unmittelbaren Umgebung der Verdunstungszone im Holz, so dass, solange der Vorgang andauert, immer eine gewisse Temperaturdifferenz zwischen Trocknungsluft und Holz aufrechterhalten bleibt. Je intensiver die Verdunstung, desto mehr Wärme (Verdampfungswärme) wird verbraucht und desto grösser ist die Temperaturdifferenz zur Umgebungsluft. Umgekehrt: wenn die Verdunstung nachlässt, wird weniger Wärme verbraucht und entsprechend nimmt die Differenz zwischen Luft- und Holztemperatur ab.

Abbildung 4, in der Messdaten aus einer Versuchsreihe Buchenholztrocknungen zusammengefasst sind, belegt diesen Zusammenhang: einer niedrigen Verdunstungsrate, was gleichbedeutend mit niedriger Trocknungsgeschwindigkeit ist, entspricht eine niedrige Temperaturdifferenz und umgekehrt – höhere Temperaturdifferenz bewirkt eine höhere Trocknungsgeschwindigkeit.

Auf diesem Sachverhalt lässt sich eine neuartige Trocknungssteuerung für Frischluft/Abluft-Trockenkammern aufbauen. Dabei dient der Verlauf der Holztemperatur, kontinuierlich gemessen im Kern eines oder mehrerer Bretter einer Trocknungscharge, als Führungsgrösse für die Regelgrössen Lufttemperatur und relative Luftfeuchte der Trocknungsluft. Wenn die Verdunstungsrate

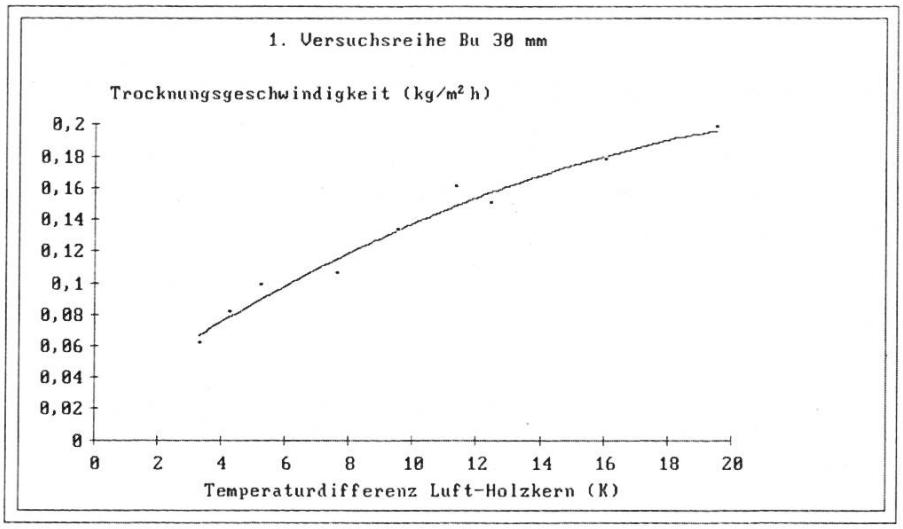

Abbildung 4.
Buchenholztrocknung: einer niedrigen Verdunstungsrate entspricht eine niedrige Temperaturdifferenz und umgekehrt.

nachlässt – sei es, weil die Trocknungsluft mit Feuchte gesättigt wird oder weil die Verdunstungszone ins Holzinnere zurückschreitet und dadurch die Wasserdampfdiffusion bis zur Holzoberfläche erschwert wird –, so kann, über entsprechenden Stellgliedern, die steigende Holztemperatur für eine proportionale Erhöhung der Lufttemperatur bzw. für eine Absenkung der relativen Luftfeuchte benutzt werden, um dadurch dem Nachlassen der Trocknungsintensität entgegenzuwirken. An der Labor-Trocknungsanlage des Departements Wald- und Holzforschung der ETH Zürich wurde eine solche Regelung realisiert und erste Ergebnisse mit dem neuen Regelverfahren belegen, dass damit eine Steigerung der Trocknungseffizienz erzielt werden kann.

3. Beispiel: Farbänderungen beim Trocknen und Dämpfen von Buchenschnittholz

Mit Hilfe eines modernen Farbmessgerätes, das eine exakte, zahlenmässige Farbbewertung nach der L*a*b*-Methode der Internationalen Beleuchtungskommission CIE ermöglicht, wurde der Einfluss verschiedener Dämpfbedingungen auf die Farbänderung von Buchenschnittholz in den Stärken 30, 50 und 70 mm systematisch verfolgt und analysiert. Für die richtige Interpretation der Untersuchungsergebnisse ist zu bemerken, dass die Farbänderungen beim Dämpfen und auch beim Trocknen von Buchenholz in drei Richtungen verlaufen: in Richtung einer Veränderung der Rotfärbung (Farbton a*), in Richtung einer Veränderung der Gelbfärbung (Farbton b*) und in Richtung einer Helligkeitsänderung (Helligkeit L*). Das, was nach einer Behandlung visuell als Farbänderung empfunden wird, ist also das Ergebnis einer Verschiebung der ursprünglichen Farbwerte für Rot und Gelb sowie ein Unterschied in der Helligkeit.

Die Einflüsse der massgebenden Parameter (Temperatur und Zeit) auf diese drei Komponenten der Farbänderung sind in den *Abbildungen 5* bis *7* dargestellt. Bei einer Trocknung von sägefrischem Buchenholz mit 40 °C Lufttemperatur ist zunächst festzustellen, dass diese niedrige Temperatur zu keiner Verfärbung führt; die leichte Abnahme der Farbwerte a* *(Abbildung 5)* und b* *(Abbildung 6)* sowie die Helligkeitszunahme L* *(Abbildung 7)* sind wahrscheinlich im wesentlichen auf die Abnahme der Holzfeuchte zurückzuführen.

Erst bei Temperaturen um und oberhalb 70 °C macht sich eine deutliche Zunahme des Farbwertes Rot und Gelb und eine Abnahme der Helligkeit bemerkbar. Die Richtung und der Verlauf der Änderungen sind beim Trocknen und beim Dämpfen gleich. Lediglich die Rotfärbung ist beim Dämpfen mehr ausgeprägt als beim Trocknen. Diese Änderungen sind am stärksten in den ersten 30 Stunden, danach verändern sich die Farbwerte nur unbedeutend; die Helligkeitsabnahme setzt sich jedoch in gewissem Umfang weiter fort.

Aus diesen Erkenntnissen über die Farbänderungen beim Trocknen und Dämpfen von Buchenholz ergeben sich folgende praktische Folgerungen:

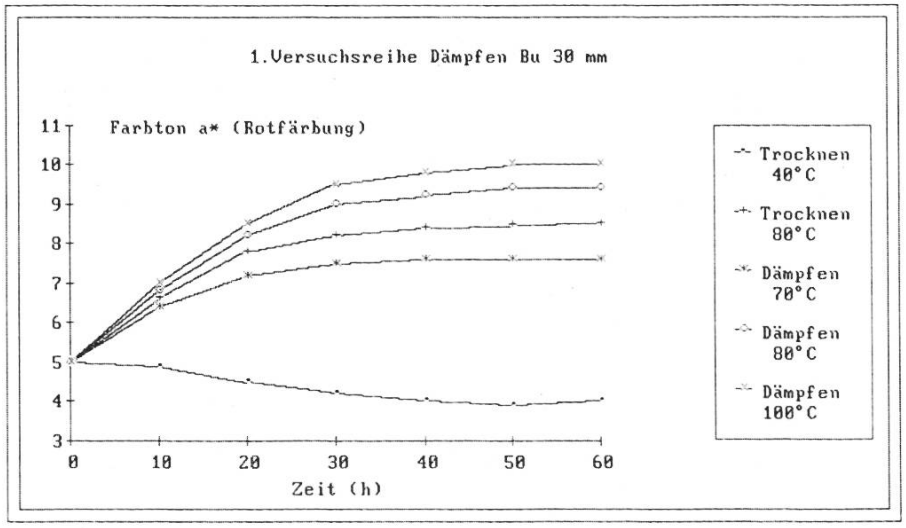

Abbildung 5.
Einflüsse von Temperatur und Zeit auf die Rotfärbung beim Trocknen und Dämpfen von Buchenschnittholz.

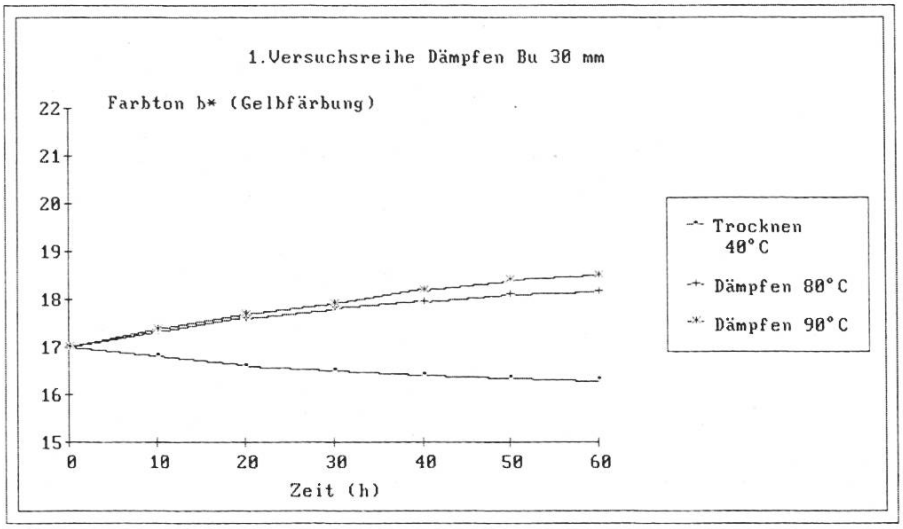

Abbildung 6.
Einflüsse von Temperatur und Zeit auf die Gelbfärbung beim Trocknen und Dämpfen von Buchenschnittholz.

1) Es bestätigt sich die Praxiserfahrung, dass für die Erhaltung der hellen Buchenholzfarbe die technische Trocknung nicht bei höheren Temperaturen erfolgen sollte. Wenn ganz helles Buchenholz erwünscht ist, so darf die Temperatur beim Trocknen nicht über 50 °C erhöht werden.
2) Den Wünschen nach unterschiedlich starken Rotfärbungen des gedämpften Buchenholzes kann durch die Wahl der Behandlungstemperatur recht gut entsprochen werden. Dabei ist eine Zeitdauer der Dämpfbehandlung von etwa 30 bis 40 Stunden für alle üblichen Schnittholzstärken voll genügend; eine längere Behandlung führt nur zu einer fortgesetzten Helligkeitsabnahme, das heisst das Holz wird dunkler, jedoch nicht rötlicher.
3) Dämpfbehandlungen, bei denen nicht auf eine möglichst satte Rotfärbung Wert gelegt wird, könnten auch in normalen, jedoch gut abgedichteten Frischluft/Abluft-Trockenkammern bei Temperaturen von etwa 80 °C vorgenommen werden. Von der Wirtschaftlichkeit her wäre ein solches Vorgehen vorteilhaft, da man anschliessend an die Dämpfbehandlung in derselben Anlage mit der technischen Trocknung fortfahren könnte.

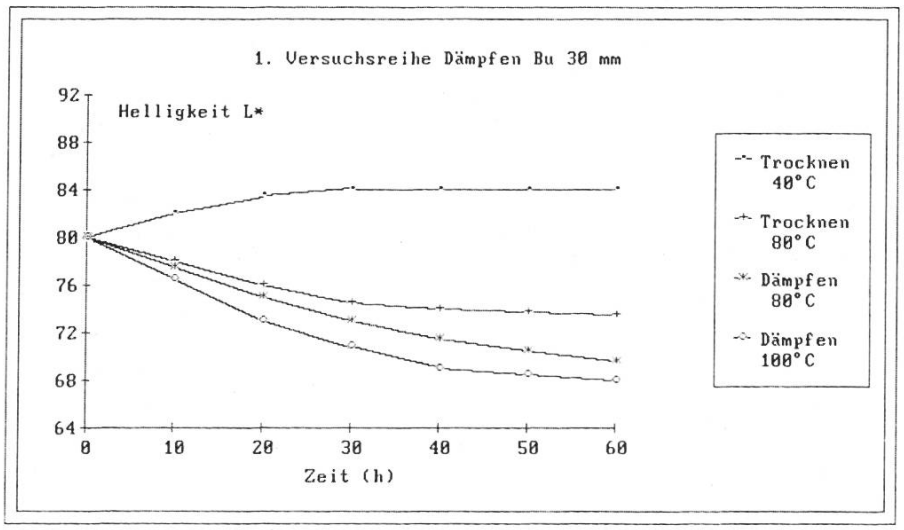

Abbildung 7.
Einflüsse von Temperatur und Zeit auf die Helligkeit beim Trocknen und Dämpfen von Buchenschnittholz.

Ausblick

Bei den Arbeiten an dem Projekt «Optimierung des Dämpfens und des Trocknens von Schweizer Buchenholz» wurde festgestellt, dass viele grundlegende Fragen, insbesondere aus der komplexen Problematik der Holztrocknung, bislang noch ungenügend erforscht und geklärt sind. Die bestehenden Kenntnislücken erschweren die weitere qualitative und wirtschaftliche Optimierung der technischen Holztrocknung, die als Vorstufe fast jeglicher Holzverarbeitung unumgänglich geworden ist. Eine Weiterführung und Ausdehnung

der Forschungsarbeiten auf andere, schwer zu trocknende Holzarten sowie auf die technische Trocknung von Bauholzsortimenten mit grösseren Querschnitten ist deshalb zu befürworten.

Résumé

Séchage et étuvage du bois de hêtre débité

Quelques nouvelles connaissances résultant du projet de recherche PNR 12 «Optimisation de l'étuvage et du séchage du bois de hêtre suisse» sont présentées à l'aide de trois exemples.

Le comportement spécifique du bois de hêtre au séchage est expliqué, une nouvelle approche pour l'exécution du séchage du bois est présentée ainsi que les changements de couleur survenant pendant le séchage et l'étuvage du bois de hêtre. Enfin les conséquences pratiques de ces résultats sont discutées.

Traduction: *Stéphane Croptier*

Verfasser: Dr.-Ing. Panteley Kisseloff, Parkstrasse 12, CH-9430 St. Margrethen