

Kinetik der Feuchteverformung von Druck- und Gegenholz entlang der Sorptionsisotherme

Journal Article**Author(s):**

Popper, Rudolf; Eberle, Gerhild

Publication date:

1996

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-006104744>

Rights / license:

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

Originally published in:

Drevársky Výskum 41(1)

KINETIK DER FEUCHTEVERFORMUNG VON DRUCK- UND GEGENHOLZ ENTLANG DER SORPTIONSISOTHERME

RUDOLF POPPER—GERHILD EBERLE

ETH Zürich, Dept. für Wald- und Holzforschung, Professur für Holztechnologie

SCHLÜSSELWÖRTER: *Abies alba Mill.*, Druckholz, Gegenholz, Wasserdampfsorption, Feuchteverformung, Anisotropie

EINLEITUNG

Das Reaktionsholz bereitet wegen der ausgeprägten Quellungsanisotropie Schwierigkeiten in der Holzverarbeitenden Industrie. Die zeitlich bedingte Verteilung des Wassers innerhalb des Holzes kann innere Spannungen hervorrufen, die bis zu einer Ribbildung führen können. Da sich das Reaktionsholz nur in einem örtlich beschränkten Teil des Stammes (Druck- resp. Zugseite) bildet, können sich Unterschiede in der Wasseraufnahmegeschwindigkeit des Reaktions- und des Gegenholzes auf die inneren Spannungen im Stammquerschnitt extrem auswirken. Die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme und demzufolge auch der Feuchteverformung von Holz ist grundsätzlich von der Migrationsrate der Wassermoleküle in das Holzinnere, der Verformungsgeschwindigkeit der Holzstruktur, der Solvatationsenergie, der anatomischen Richtung, der Materialfeuchte, der Temperatur und von der Art des Sorbats (flüssiges oder dampfförmiges Wasser) abhängig.

Die vorliegenden kinetischen Feuchteverformungsuntersuchungen an Tannendruck- und Tannengegenholz sollen vor allem zur Klärung von Ribbildung bei der integralen Wasseraufnahme des Reaktionsholzes (*Druckholzes*) beitragen.

MATERIAL

Die kinetischen Verformungsversuche wurden an Tannendruck- und Tannengegenholz (*Abies alba Mill.*) durchgeführt. Für die Untersuchung wurden

insgesamt sechs 3 cm dicke Stammscheiben aus 2 m Höhe entnommen. Aus jeder Stammscheibe wurden je 2 Druckholzproben und 2 Gegenholzproben mit den gleichen Jahrringen hergestellt. Die Probenabmessungen betragen 20 mm in der Tangential-, 20 mm in der Radial- und 20 mm in der Axialrichtung, wobei auf den kantenparallelen Verlauf der tangentialen, radialen und axialen Richtung des Holzes besonders geachtet wurde.

MEßMETHODE UND MEßEINRICHTUNG

Die Versuchsprobe befand sich in einem luftfreien Rezipienten unter genau definierten Klimabedingungen. Die Verformung des Prüflings wurde in einer Verformungsmeßvorrichtung (POPPER, 1979) in den drei anatomischen Hauptrichtungen mittels induktiver Längenänderungsaufnehmer stetig abgetastet. Die durchschnittliche Meßgenauigkeit der Längenänderungsmessungen betrug $\pm 2\%$. Im Proberaum wurde der relative Dampfdruck mittels eines elektrolytischen Widerstandselements gemessen. Die Versuchstemperatur konnte mit $20 \pm 1^\circ\text{C}$ angegeben werden. Die Temperaturabhängigkeit des Feuchtefühlers wurde mit Hilfe eines NTC-Widerstands automatisch kompensiert. Dieser NTC-Widerstand diente gleichzeitig auch für die Ermittlung der Temperatur im Proberaum. Dieses hygrometrische Meßelement ermöglichte eine relative Feuchtemessung im Bereich zwischen 5 % und 95 % mit einer mittleren Meßgenauigkeit von etwa $\pm 2\%$ (Temperatur $\pm 1^\circ\text{C}$). Die Reproduzierbarkeit betrug $\pm 0,2\%$ rel. Feuchtigkeit und $\pm 0,2^\circ\text{C}$. Analogsignale aller Meßfühler wurden abgetastet (*Multiplexer*) und in Digitalwerte umgewandelt (*A/D-Wandler*). Der Computer besorgte allgemein die Steuerung der Ventile bei der Erzeugung des relativen Dampfdruckes und des Vakuums im Proberaum, die Regelung der Abtastrate sowie der Abtastfolge aller Meßfühler, die Erfassung der Längenänderungen der Probe während des Versuches, des relativen Dampfdruckes und der Temperatur im Rezipienten, die Auswertung der Meßdaten, die Ausgabe der Resultate am Bildschirm, mit dem Drucker und/oder mit dem Plotter, sowie das Abspeichern der Daten im permanenten Speicher. Als Bezugsgröße für die Feuchteverformungsmessungen des Holzes wurden die durch eine Vakuumtrocknung erreichten Trockendimensionen der Probe gewählt.

Die Aufnahme der Feuchteverformung wurde durch das Meßsystem so geregelt, daß die Anzahl der Messungen während der Zeitspanne von ca. 70 Std. pro Hauptrichtung 1500 betrug. Die Zeitabstände zwischen den einzelnen Messungen folgten einer exponentiellen Beziehung, so daß die Abtastrate am Anfang der Verformung sehr hoch war und diese dann allmählich herabgesetzt wurde. Für die Auswertung wurde allenfalls noch eine Datenreduktion vorgenommen.

Die Versuchsprobe wurde zuerst unter Vakuum und Phosphorpentoxid getrocknet und das tangentiale und radiale Trockenausmaß ($l_{o,tg}$ und $l_{o,rd}$) ermittelt. Der erreichbare Enddruck im Rezipienten konnte mit $5 \cdot 10^{-6}$ mbar angegeben werden. Mit Hilfe gesättigter wäßriger Salzlösungen wurde ein bestimmter Wasserdampfdruck erzeugt (SCHNEIDER 1960). Das tangentiale und radiale Ausmaß der Versuchsprobe ($l_{\varphi,t,tg}$) und ($l_{\varphi,t,rd}$) wurde durch das Datenerfassungssystem zeitabhängig abgetastet und auf einem Datenträger gespeichert. Die zeitabhängige integrale Quellung der Probe wurde nach folgender Gleichung berechnet:

$$\alpha_{\Delta\varphi,t,i} = 100 \cdot \frac{l_{\varphi,t,i} - l_{o,i}}{l_{o,i}}$$

wobei: $\alpha_{\Delta\varphi,t,i}$ integrales Quellmaß in % in einer bestimmten anatom. Haupt- richtung i , bei einem Dampfdruckgradienten $\Delta\varphi$ und zur be- stimmten Zeit t ,

$l_{\varphi,t,i}$ das Maß des feuchten Holzes in mm in einer bestimmten anatomi- schen Hauptrichtung i , bei einem rel. Dampfdruck φ und zur bestimmten Zeit t ,

$l_{o,i}$ das Maß des trockenen Holzes in mm in einer bestimmten anatomi- schen Hauptrichtung i ,

Index i anatomische Hauptrichtung ($tg =$ tangential, $rd =$ radial, $ax =$ = axial).

Der zeitabhängige Anisotropiekoeffizient wird wie folgt definiert:

$$\alpha_{\Delta\varphi,t} = \frac{\alpha_{\Delta\varphi,t,tg}}{\alpha_{\Delta\varphi,t,rd}}$$

wobei: $\alpha_{\Delta\varphi,t}$ der Anisotropiekoeffizient bei einem Dampfdruckgradienten $\Delta\varphi$ zum Zeitpunkt t ,

$\alpha_{\Delta\varphi,t,tg}$ das tangentiale, integrale Quellmaß bei einem Dampfdruckgra- dienten $\Delta\varphi$ und zur bestimmten Zeit t ,

$\alpha_{\Delta\varphi,t,rd}$ das radiale, integrale Quellmaß bei einem Dampfdruckgradien- ten $\Delta\varphi$ und zur bestimmten Zeit t .

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Bei der Diskussion der Resultate ist neben den rein chemischen Aspekten der Zusammensetzung und Konstitution der Bestandteile, den physikalischen Phä- nomenen der Diffusion des Quellmittels zu den sorptiv aktiven Stellen des Holzes, auch eine Berücksichtigung morphologischer Gesichtspunkte erforder- lich, da die Holz/Wasser-Reaktionen ortsgebunden sind und eine topochemi-

sche Betrachtungsweise fordern. Der Quellungsverlauf ist von einer Vielzahl von weiteren qualitativen und quantitativen Faktoren abhängig. Die Migrationsrate des Quellmittels in das Holzinere ist von der Druckdifferenz zwischen der Umgebung und der inneren Porenstruktur des Holzes bestimmt. Der Dampfdruck ist wiederum temperaturabhängig. Die Porenstruktur ist chemisch und anatomisch bedingt. Der Vergleich zwischen dem Quellungsverhalten von Druck- und Gegenholz hängt vom quantitativen Anteil des Reaktionsholzes in der Versuchsprobe ab. Einige dieser Einflußfaktoren sind nicht ohne weiteres genau reproduzierbar, wodurch man mit gewissen Änderungen im Verformungsablauf rechnen muß. Mit jeder Versuchsprobe wurden im Durchschnitt 4 Meßwiederholungen durchgeführt. Für eine Charakterisierung der Eigenschaften ist eine Typisierung der Erscheinungen erstrebenswert. Folgende Ausführungen beziehen sich auf typische Verformungsabläufe des Druck- und des Gegenholzes.

Bild 1 stellt die integrale tangentielle Quellung in Abhängigkeit von der Zeit und der relativen Luftfeuchtigkeit für das Gegen- und das Druckholz dreidimensional dar. *Bild 2* zeigt das Gleiche für die radiale Richtung. *Bild 3* und *4* stellt die gleichen Abhängigkeiten jedoch für die Anfangsphase der Verformung dar. Damit vor allem die Anfangsphase der Verformung deutlicher zum Ausdruck kommt, wird die Zeitachse bei den grafischen Darstellungen als Wurzel der Zeit ausgedrückt. Aus diesen Bildern geht hervor, daß sowohl das tangentielle als auch das radiale maximale Quellmaß des Gegenholzes dasjenige des Druckholzes übersteigt. Das Druckholz weist eine relativ hohe Lignin- und dementsprechend niedrigere Polyosenkonzentration auf (CÔTÉ et al. 1968), womit die geringere tangentielle und radiale Quellung des Druckholzes zu erklären wäre. Die Quellung des Holzes setzt je nach Dampfdruckgradient erst nach einer gewissen Zeit ein. Dies kann einerseits auf den besonderen Ordnungszustand des Wassers an der inneren Oberfläche des Holzes (STAMM 1964, SEIFERT 1972, POPPER; BARISKA 1973, POPPER; BOSSHARD 1976), andererseits auf die Diffusion des Wassers in das Holzinere (BRAMMALL 1979) zurückgeführt werden. Außerdem wäre eine Quellung in die Zellhohlräume denkbar. Es ist eine allgemeine Tendenz zu erkennen: je kleiner der Dampfdruckgradient, desto größer die Quellungsverzögerung. Dies kann mit der sinkenden Migrationsrate der Wassermoleküle in das Holzinere bei sinkendem Wasserdampfpartialdruck begründet werden. In bezug auf den Unterschied zwischen Gegenholz und Druckholz ergeben sich noch weitere Tendenzen. In der Anfangsphase der Wasserdampfeinwirkung ist die Quellung des Druckholzes dermaßen verzögert, daß sich praktisch nur die Quellung des Gegenholzes bemerkbar macht. Dies gilt sowohl für die beiden untersuchten anatomischen Hauptrichtungen (Tangential- und Radialrichtung) als auch für alle untersuchten rel. Dampfdrücke. Diese anfängliche Quellungsverzögerung des Druckholzes gegenüber dem Ge-

genholz ist vermutlich mit der unterschiedlichen Verteilung von Lignin in der Zellwand zu erklären. Die hohe Konzentration des eher hydrophoben Lignins in der $S_2(L)$ des Druckholzes (TIMELL 1982, 1983) hindert die Wassermoleküle daran, die quellungsfähigen Polyosen der Zellwand zu erreichen.

In der nächsten Periode ist eine Steigerung der Feuchteverformung des Druckholzes gegenüber derjenigen des Gegenholzes zu verzeichnen, wobei sich diesbezüglich die radiale Richtung mehr bemerkbar macht als die tangential. Wir nehmen an, daß die relativ hohe Feuchteverformung des Druckholzes in dieser Zeitphase auf die niedrigere Kristallinität der Zellulose im Druckholz (LINDREN 1958, LEE 1961, MARTON et al. 1972, TAKASHIMA et. al. 1974, TANAKA et al. 1981) und demzufolge auf eine relativ bessere Zugänglichkeit der Wassermoleküle zu den sorptiv aktiven Stellen des Druckholzes zurückzuführen ist.

Die Feuchteverformungsgeschwindigkeit zu einer bestimmten Zeit kann als die erste Ableitung der Längenänderungs-Zeitkurve definiert werden. Um diese zu bestimmen wurden die Meßwerte einer Regressionsanalyse unterzogen. Die daraus abgeleiteten Feuchteverformungsgeschwindigkeiten sind aus *Bild 5* ersichtlich. Aus diesen Kurven kann gefolgert werden, daß die Feuchteverformungsgeschwindigkeit vom Dampfdruckgradienten abhängig ist. Je größer der Dampfdruckgradient, desto größer ist die Verformungsgeschwindigkeit in der Anfangsphase der Feuchteeinwirkung.

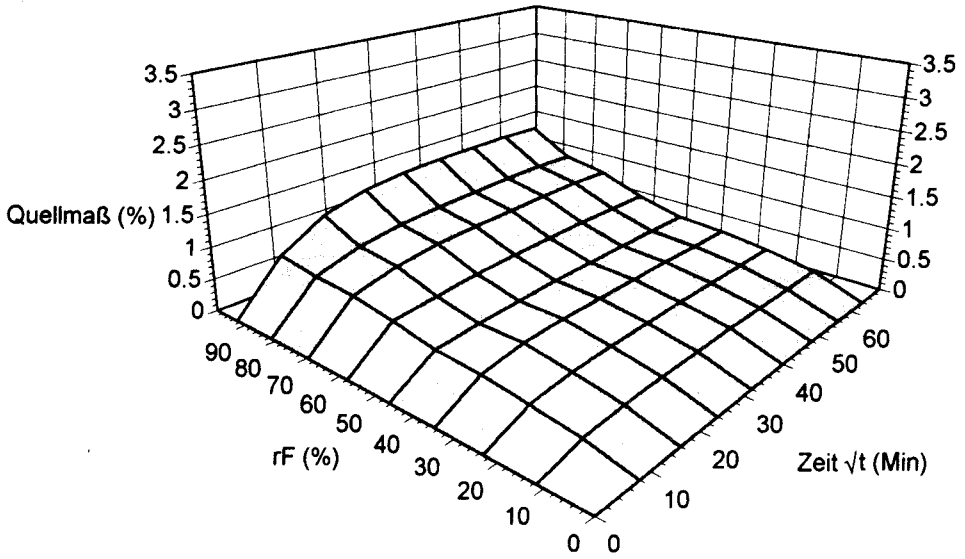
Das Gegenholz weist in der Anfangsphase der Feuchteeinwirkung eine größere Verformungsgeschwindigkeit auf, wobei das Gegenholz eine absteigende und das Druckholz eine ansteigende Tendenz zeigen.

Im nachfolgenden Zeitintervall nähert sich die Verformungsgeschwindigkeit des Druckholzes derjenigen des Gegenholzes, wobei höheren Dampfdruckgradienten diese die Geschwindigkeit des Gegenholzes zeitweise sogar übersteigt.

Beim Gegenholz ist die tangentiale Feuchteverformungsgeschwindigkeit größer als diejenige in der Radialrichtung. Das Druckholz weist hingegen keine nennenswerten Unterschiede zwischen der tangentialen und der radialen Feuchteverformungsgeschwindigkeit auf.

Die Zeitabhängigkeit des Anisotropiekoeffizienten des Druck- resp. des Gegenholzes geht aus *Bild 6* hervor. In der Anfangsphase der Feuchteverformung verhalten sich das Druck- und das Gegenholz diametral unterschiedlich. Überwiegt beim Gegenholz die tangentiale Verformung diejenige in der radialen Richtung, so zeigen sich diese Verhältnisse beim Druckholz gerade umgekehrt. Im Zeitintervall bis etwa 60 s sind die Anisotropiewerte des Druckholzes aller Dampfdruckstufen kleiner als 1, wobei sich hier eine Tendenz abzuzeichnen scheint: je größer der Dampfdruckgradient desto schneller übersteigt der Anisotropiekoeffizient den Wert 1. Der weitere Verlauf der Anisotropie/Zeit-Kurve weist ebenfalls eine Abhängigkeit vom Dampfdruckgradienten auf. Bei

Druckholz, RD-Richtung



Gegenholz, RD-Richtung

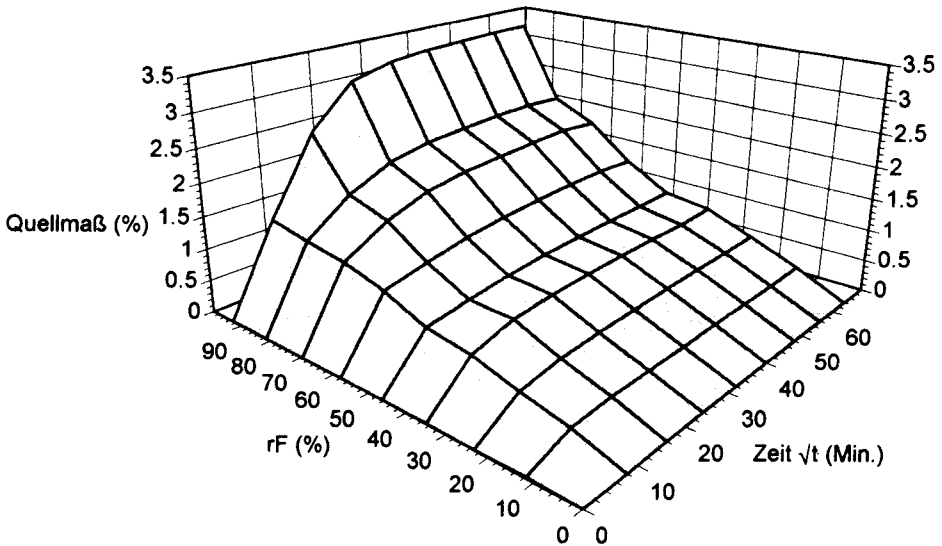
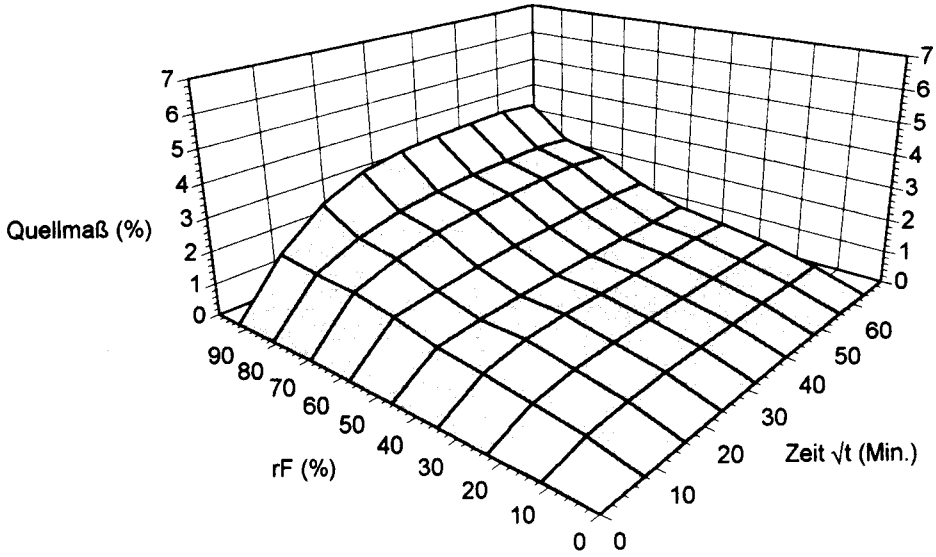


Bild 1. Kinetik der tangentialen Quellung des Druck- und Gegenholzes entlang der Sorptionsisotherme

Druckholz, TG-Richtung



Gegenholz, TG-Richtung

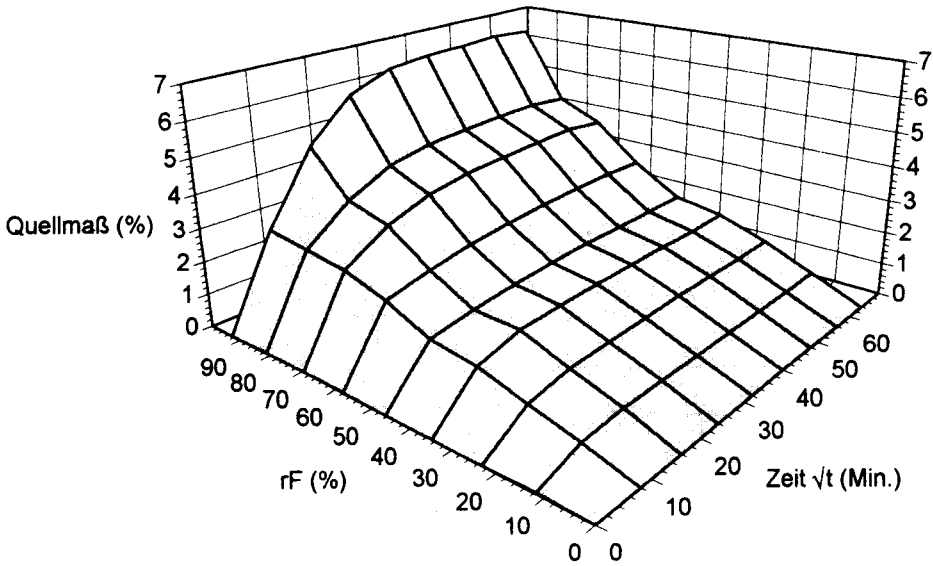
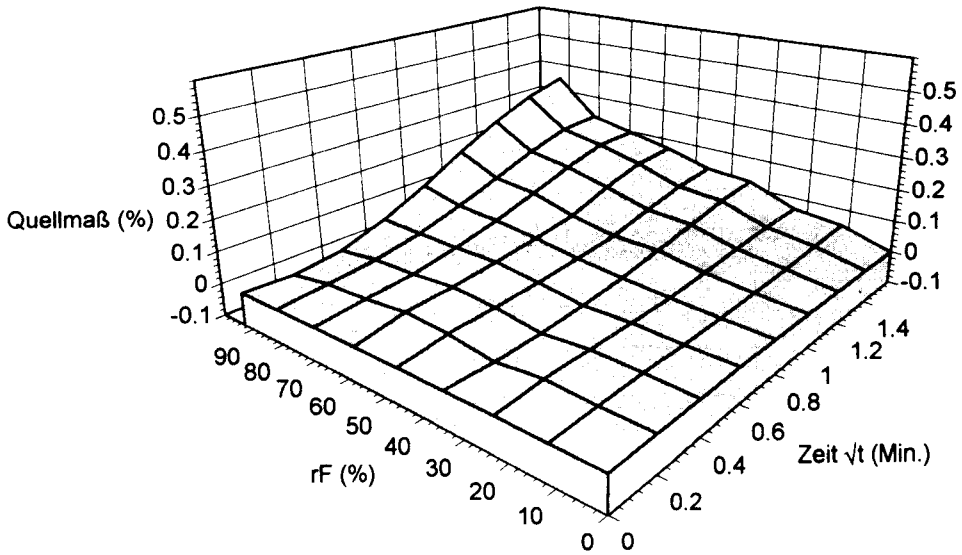


Bild 2. Kinetik der radialen Quellung des Druck- und Gegenholzes entlang der Sorptionsisotherme

Druckholz, TG-Richtung



Gegenholz, TG-Richtung

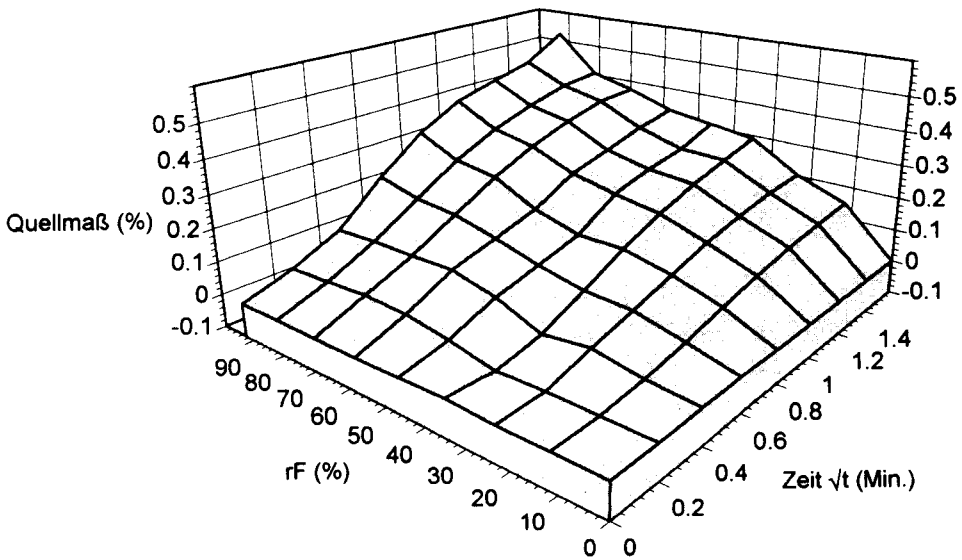
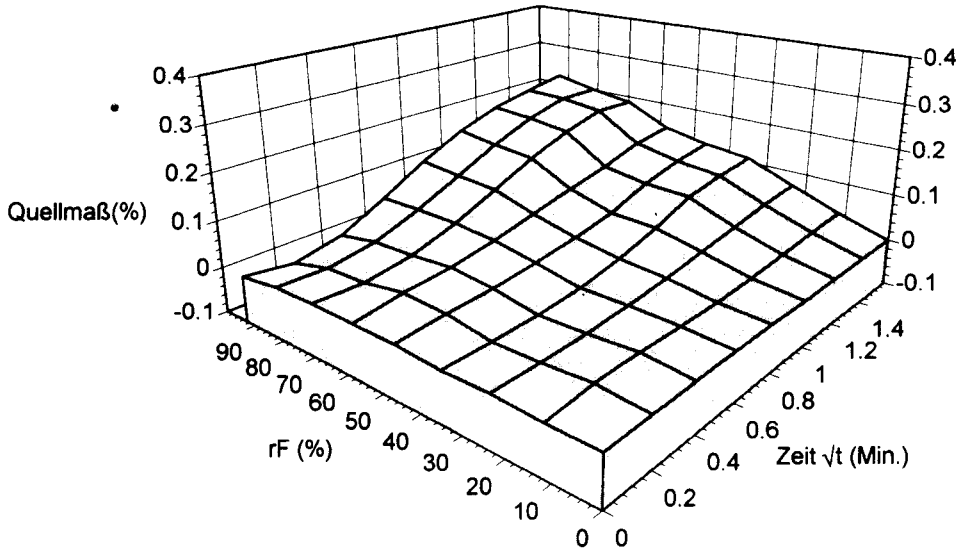


Bild 3. Anfangsphase der tangentialen Quellung des Druck- und Gegenholzes entlang der Sorptionsisotherme

Druckholz, RD-Richtung



Gegenholz, RD-Richtung

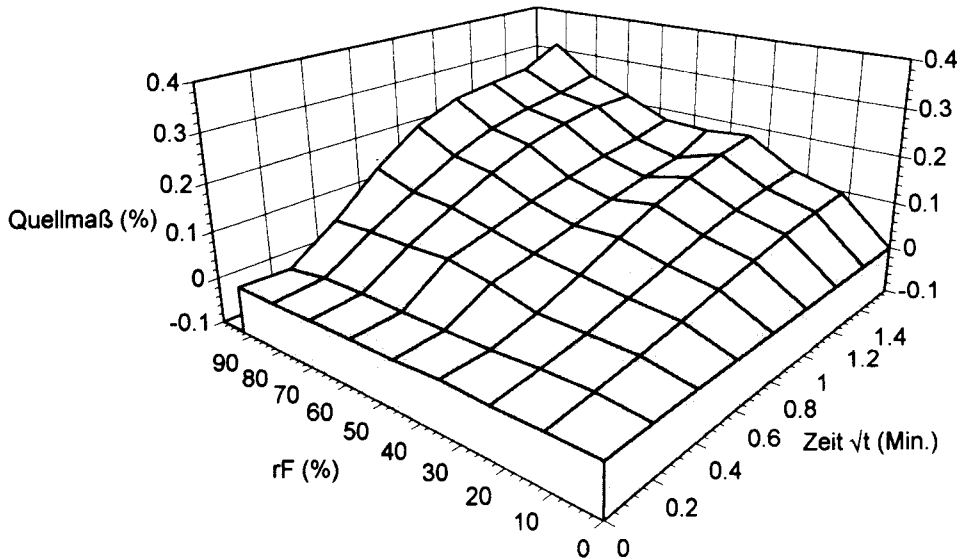


Bild 4. Anfangsphase der radialen Quellung des Druck- und des Gegenholzes entlang der Sorptionsisotherme

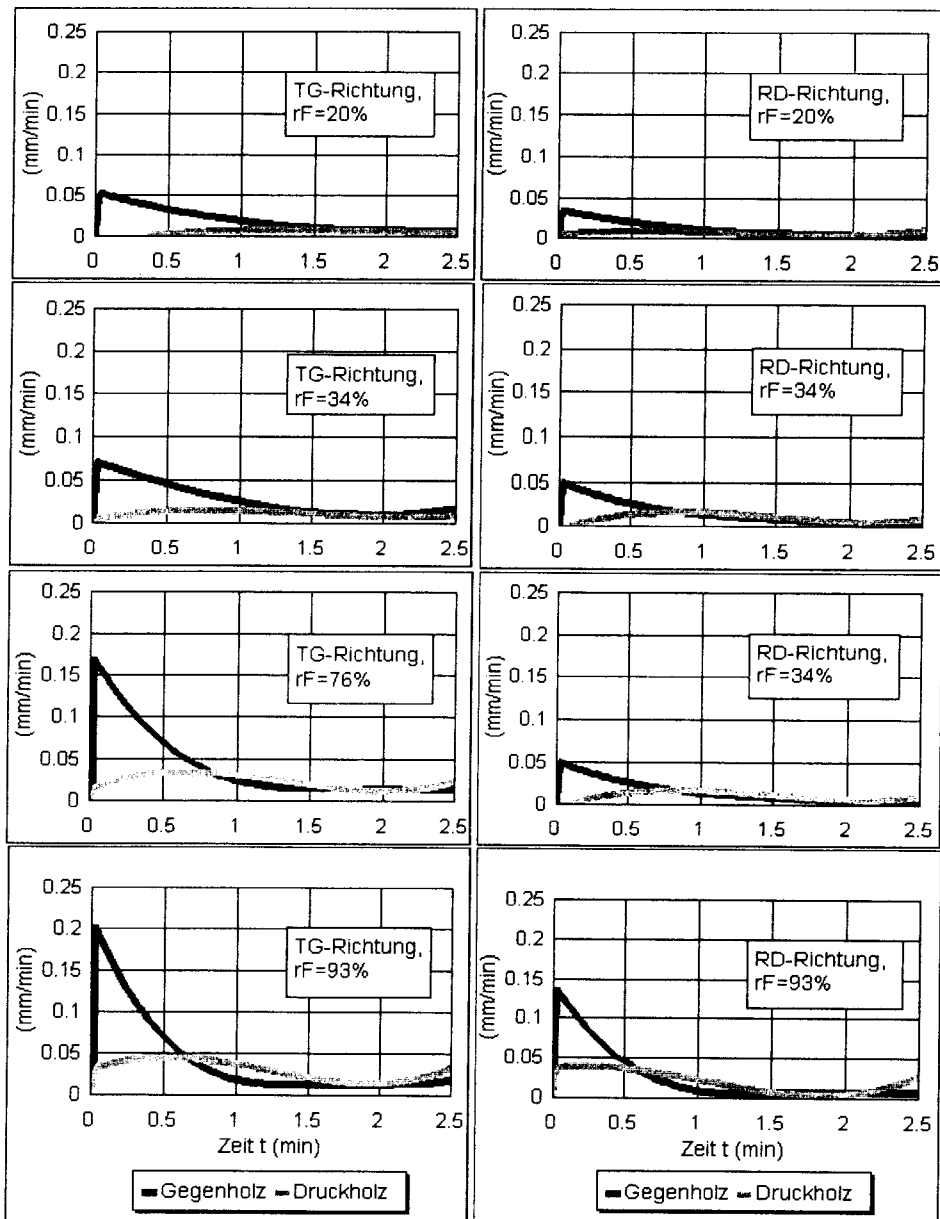


Bild 5. Die zeitabhängige Feuchteverformungsgeschwindigkeit des Druck- und des Gegenholzes

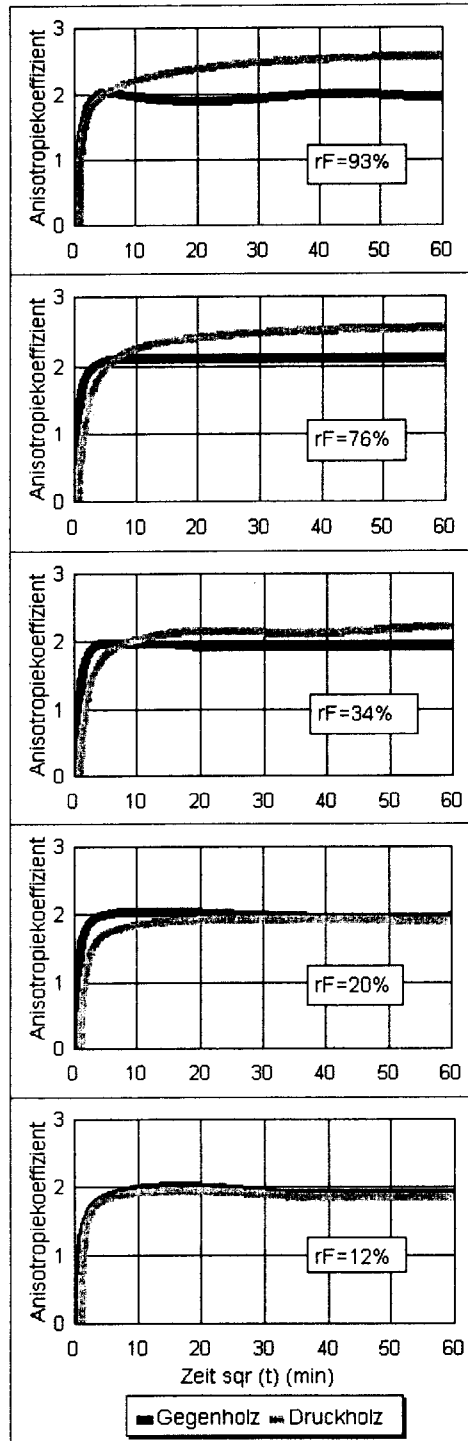


Bild 6. Zeitlicher Verlauf des Anisotropiekoeffizienten entlang der Sorptionsisotherme

$\Delta\varphi = 12\%$ folgt die Anisotropiekurve des Druckholzes derjenigen des Gegenholzes. Bei $\Delta\varphi = 20\%$ zeigt die Anisotropiekurve des Druckholzes eine anfängliche Verzögerung gegenüber dem Gegenholz, wobei sich im weiteren Verlauf die beiden Anisotropiekoeffizienten allmählich angleichen. Ab Dampfdruckgradient $\Delta\varphi = 34\%$ übersteigen die Anisotropiekoeffizienten des Druckholzes nach anfänglicher Verzögerung die Anisotropiewerte des Gegenholzes. In der Endphase der Feuchteverformung zeichnet sich ein weiterer Unterschied in der Verformungsanisotropie zwischen dem Druck- und dem Gegenholz ab. Bleibt in diesem Zeitintervall der Anisotropiekoeffizient des Gegenholzes bei allen Dampfdruckstufen praktisch konstant, so zeichnet sich beim Druckholz eine Abhängigkeit des Anisotropiekoeffizienten vom Dampfdruckgradienten ab. Je höher der Dampfdruckgradient desto größer ist auch der Anisotropiekoeffizient.

Bleibt der maximale integrale Anisotropiekoeffizient des Gegenholzes bei allen untersuchten Dampfdruckstufen praktisch konstant ($\alpha_{\Delta\varphi, \max} \approx 2$), so zeigt das Druckholz ab $\Delta\varphi = 34\%$ eine Steigerung des maximalen Anisotropiekoeffizienten mit dem Dampfdruckgradienten. Bei dem Dampfdruckgradienten von $\Delta\varphi = 12\%$ und von $\Delta\varphi = 20\%$ ist der maximale Anisotropiekoeffizient des Druckholzes gleich dem des Gegenholzes. Bei höheren Dampfdruckgradienten steigt der maximale Anisotropiekoeffizient des Druckholzes hingegen von $\alpha_{\Delta\varphi = 34\%} \approx 2.2$ bis auf $\alpha_{\Delta\varphi = 93\%} \approx 2.6$ an.

Die unterschiedliche maximale lineare aber vor allem die zeitlich bedingte Feuchteverformung des Druck- und des Gegenholzes kann erhebliche innere Spannungen im Holz verursachen. Zieht man die durch den hohen Ligningehalt der Sekundärwand, den großen Mikrofibrillenwinkel und die niedrige Ligninkonzentration in der Mittellammelle verursachte Sprödigkeit des Druckholzes (MARK; GILLIS 1973, SCHNIEWIND 1962), sowie die Tatsache, daß das Wasser an das Druckholz weniger stark gebunden ist als beim Gegenholz (POPPER; BOSSHARD 1976) in Betracht, können sich die Feuchteverformungsspannungen auf die Rißbildung bei der Trocknung auswirken.

LITERATUR

1. BRAMHALL, G.: Sorption diffusion in wood. Wood Sci. 12, 1979, No. 1, pp. 3—13.
2. CÔTÉ, W. A., JR.—KUTSCHA, N. P.—SIMSON, B. W.—TIMELL, T. E.: Studies on compression wood. VI. Distribution of polysaccharides in the cell wall of tracheids from compression wood of balsam fir (*Abies balsamea* L. Mill.). Tappi 51, 1968, pp. 33—40.
3. LEE, C. L.: Crystallinity of wood cellulose fibers. For. Prod. J. 11, 1961, No. 2, pp. 108—112.
4. LINDGREN, P. H.: X-ray orientation investigations on some Swedish cellulose materials. Arkiv Kemi 12, 1958, No. 38, pp. 437—452.
5. MARK, R. E.—GILLIS, P. P.: The relationship between fiber modulus and S2 angle. Tappi 56, 1973, No. 4, pp. 164—167.

6. MARTON, R.—RUSHTON, R.—SACCO, J. S.—SUMIYA, K.: Dimensions and ultrastructure of growing fibers. *Tappi* 55, 1972, pp. 1499—1504.
7. POPPER, R.—BARISKA, M.: Die Acylierung des Holzes. 2. Mitt.: Thermodynamik der Wasserdampfsorption. *Holz Roh- Werkstoff* 31, 1973, pp. 65—70.
8. POPPER, R.—BOSSHARD, H. H.: Kalorimetrische Messungen zur Darstellung von Unterschieden im Cellulose-Lignin-System von Druck- und Normalholz. *Holz Roh- Werkstoff* 34, 1976, pp. 281—288.
9. POPPER, R.: Kinetische Feuchteverformungsmessungen an chemisch modifiziertem Holz. 1. Mitt.: Meßtechnische Erwägungen, Aufbau und Funktionsweise der Apparatur. *Holz Roh- Werkstoff* 37, 1979, pp. 77—82.
10. SEIFERT, J.: Zur Sorption und Quellung von Holz und Holzwerkstoffen. 3. Mitt.: Die Volumenkontraktion zwischen Holz und Wasser. *Holz Roh- Werkstoff* 30, 1972, pp. 332—342.
11. SCHNEIDER, A.: Neue Diagramme zur Bestimmung der relativen Luftfeuchtigkeit über gesättigten wässrigen Salzlösungen und wässrigen Schwefelsäurelösungen bei verschiedenen Temperaturen. *Holz Roh- Werkstoff* 18, 1960, No. 7, pp. 269—272.
12. SCHNIEWIND, A. P.: The mechanical behavior of wood. *Proc. Conf. Univ. Cal. Berkeley* 1962, pp. 136—146.
13. STAMM, A. J.: *Wood and Cellulose Science*. The Ronald Press Comp., New York, 1964, p. 63.
14. TAKASHIMA, F.—AKABANE, F.—MIYASAKA, M.: The chemical and physicochemical properties of Akamatsu compression wood and some properties of pulp. *Bull. Exp. For. Tokyo Univ. Ag. Technol.* 11, 1974, pp. 73—78. (In Timell, T. E. 1982).
15. TANAKA, F.—KOSHUJIMA, T.—OKAMURA, K.: Characterisation of cellulose in compression and opposite woods of *Pinus densiflora* tree grown under the influence of strong wind. *Wood Sci. Technol.* 15, 1981, pp. 265—273.
16. TIMELL, T. E.: Recent Progress in the Chemistry and Topochemistry of Compression Wood. *Wood Sci. Technol.* 16, 1982, pp. 83—122.
17. TIMELL, T. E.: Origin and Evolution of Compression Wood. *Holzforschung* 37, 1983, pp. 1—10.

KINETIKA VLHKOSTNEJ DEFORMÁCIE TLAKOVÉHO A PROTIFAHLÉHO DREVA POZDĽŽ SORPČNEJ IZOTERMY

R. POPPER—G. EBERLE

Skúmal sa časový priebeh deformácie jedľového tlakového a protifahlého dreva pozdĺž sorpčnej izotermy. Pritom sa hlavne v počiatočnej fáze pôsobenia vlhkosti ukázali markantné rozdiely medzi tlakovým a protifahľým drevom v napúčaní. Trvanie napúčania, ako aj rozdiely v rýchlosti vlhkostnej deformácie a v anizotropii napúčania tlakového a protifahlého dreva, poukazujú na vnútorné napätia, ktoré môžu viesť až k tvorbe trhlín.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: *Abies alba* Mill., tlakové drevo, protifahlé drevo, sorpcia vodnej pary, vlhkostná deformácia, anizotropia

KINETICS OF THE COMPRESSION AND OPPOSITE WOOD DEFORMATION DUE TO MOISTURE ALONG THE SORPTION ISOTHERM

R. POPPER—G. EBERLE

The period of deformation process of the compression and opposite wood of silver fir along the sorption isotherm has been studied. At the initial stage of moisture action the pronounced

differences between compression and opposite wood occurred. The period of swelling and the differences in rapidity of deformation due to moisture and in anisotropy of swelling of compression and opposite wood point out the inner tensions which may lead to cracking.

KEY WORDS: *Abies alba* Mill., compression wood, opposite wood, water vapour sorption, deformation due to moisture, anisotropy

КИНЕТИКА ВЛАЖНОСТНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ДРЕВЕСИНЫ КРЕНИ И ПРОТИВОЛЕЖАЩЕЙ ДРЕВЕСИНЫ ВДОЛЬ СОРБЦИОННОЙ ИЗОТЕМЫ

Р. ПОППЕР—Г. ЭБЕРЛЕ

Было проведено исследование протекания во времени деформации пихтовой креновой древесины и древесины на противоположной стороне. При этом, особенно в начальной фазе воздействия влажности, проявились заметные различия в набухании между кренью и противоположной древесиной. Продолжительность набухания, а также различия в скорости влажностной деформации и анизотропии набухания креновой и противоположной древесины выявляют существование внутренних напряжений, которые могут привести даже к образованию трещин.

КЛЮЧОВЫЕ СЛОВА: *Abies alba* Mill., креновая древесина, противоположная древесина, сорбция водяного пара, влажностная деформация, анизотропия

Dipl. Ing. RUDOLF POPPER
GERHILD EBERLE
Department für Wald- und Holzforschung
Professur für Holztechnologie
8093 ZÜRICH
Schweiz