ETH zürich

ETH Library

Energieumwandlungsbestimmungen bei integraler Wasseraufnahme durch das gesunde und das immissionsgeschädigte Fichten- und Tannenholz

Report

Author(s):
Popper, Rudolf; Eberle, G.

Publication date:
1988

Permanent link:
https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-a-006117362

Rights / license:
In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

This page was generated automatically upon download from the ETH Zurich Research Collection.
For more information, please consult the Terms of use.

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

Ecole polytechnique fédérale Zurich
Politecnico federale svizzero di Zurigo
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Inst. für Wald- und Holzforschung, Fachbereich Holzkunde und Holztechnologie

Int. Bericht Nr. 311.15 Pp/14.01.1988

Energieumwandlungsbestimmungen bei integraler Wasseraufnahme durch das gesunde und das immissionsgeschädigte Fichten- und Tannenholz

R. Popper und G. Eberle

1 Problemstellung

Das immissionsgeschädigte Holz verursacht bei einigen Verfahren (z.B. bei Verleimungen, Lackierungen und Beizungen) technologische Schwierigkeiten gegenüber dem gesunden Holz (Kucera 1984). Da alle diese Verfahren auf der Oberflächenaktivität des Holzes beruhen, wurden im Rahmen des Forschungsprogramms Nr. 311.15 Untersuchungen angestellt, die Auskunft darüber verschaffen sollten, ob die verfahrenstechnischen Schwierigkeiten auf die Unterschiede in der Oberflächenaktivität zurückzuführen sind.

2 Probenmaterial

Aus dem gleichen Standort (Jura) wurden Proben aus gesunder und gleichaltriger, kranken Fichte und Tanne entnommen. Die Entnahme erfolgte jeweils aus einer Stammscheibe, die in der Höhe von 1,5 m aus dem Baum herausgeschnitten wurde. Für die Bestimmung der Oberflächenenergie wurden 100 µm dicke, 1 cm breite (Axialrichtung), 2 cm lange (Radialrichtung), luftgetrocknete Tangentialschnitte aus:

- krankem Fichtensplintholz (bezeichnet als KFIS),
- gesundem Fichtensplintholz (bezeichnet als GFIS),
- krankem Tannensplintholz (bezeichnet als KTAS),
- gesundem Tannensplintholz (bezeichnet als GTAS),
- krankem Tannenkernholz (bezeichnet als KTAK),
- gesundem Tannenkernholz (bezeichnet als GTAK),

benutzt.

Pro Versuchsgruppe (KFIS, GFIS, KTAS, GTAS, KTAK, GTAK) wurden im Durchschnitt 5 parallele Messungen durchgeführt.

3 Methode

Bei der Sättigung der Anziehungskräfte des Holzes durch Sorbat-Moleküle verlieren diese einen Teil ihres Energieinhaltes, der als Wärme frei wird. Die Wärme kann man als Temperaturänderung eines Kalorimeters bestimmen. Dabei wird in einem Vergleichsversuch dem Kalorimeter eine solche Wärmemenge zugeführt, die der Temperaturänderung beim Hauptversuch entspricht. Die Versuchsproben wurden bei 20°C unter Vakuum über Phosphorpentoxid getrocknet und die Energie bei der Benetzung mit flüssigem Wasser kalorimetrisch ermittelt. Für die Bestimmung der Oberflächenenergie des kranken und des gesunden Holzes wurde das kalorimetrische System eigener Konstruktion verwendet (POPPER 1971, POPPER; BOSSHARD 1976).

3.1 Oberflächenenergie

Die thermodynamische Definition der inneren Energie eines Systems *e* ist:

$$e = h - p.V \qquad (1)$$

wobei

- *e*... innere Energie,

- h... Enthalpie,
- p... Druck,
- V... Volumen.

Für die Enthalpieänderung dh gilt:

$$dh = de + p.dV + V.dp \qquad (2)$$

und unter isobarischen Bedingungen:

$$dh = de + p.dV \qquad (3)$$

oder

$$h = e + p.\Delta V. \qquad (4)$$

Bei der Benetzung eines Festkörpers mit Flüssigkeit ist die Volumenänderung ΔV so klein (in der Grössenordnung von etwa 10^{-8} cm^3), dass man das zweite Glied der Gl. 4 vernachlässigen und die Enthalpie der Oberflächenenergie gleichstellen kann:

$$h \approx e. \qquad (5)$$

4 Ergebnisse und Diskussion

Die integrale Oberflächenenergie des gesunden und des kranken Holzes wurde aus den kalorimetrischen Wärmemessungen zwischen Trocknung und Wasserlagerung ermittelt. Da sich Unterschiede in der zeitlichen Wärmeabgabe bei den einzelnen Proben gezeigt haben, wurde zusätzlich die Geschwindigkeit der Wärmeabgabe für jede Probe berechnet. Die Resultate fasst Tabelle 4-1 zusammen. Das Balkendiagramm (siehe Bild 4-1) stellt für das gesunde und kranke Tannenholz die Mittelwerte der Oberflächenenergie sowie die unteren und oberen Variationsgrenzen bei einer 90% Wahrscheinlichkeit dar.

Tabelle 4-1 Die Oberflächenenergie und die Geschwindigkeit der Wärmeabgabe des gesunden und kranken Tannen- und Fichtenholzes

Proben-bezeich-nung	Anzahl Proben	Oberflächenenergie (J/g) 90% Variationsinterval			Geschwindigkeit (J/s) 90% Variationsinterval		
		Mittw.	unteres	oberes	Mittw.	unteres	oberes
GTAK	6	78.7	68.2	89.3	0.389	0.209	0.569
KTAK	6	89.2	78.3	100.1	0.556	0.389	0.724
GTAS	5	100.5	98.1	102.8	0.502	0.285	0.720
KTAS	5	91.8	81.4	102.2	0.360	0.163	0.556
GFIS	6	92.3	88.4	96.1	0.356	0.247	0.464
KFIS	4	95.8	94.1	97.5	0.431	0.406	0.452

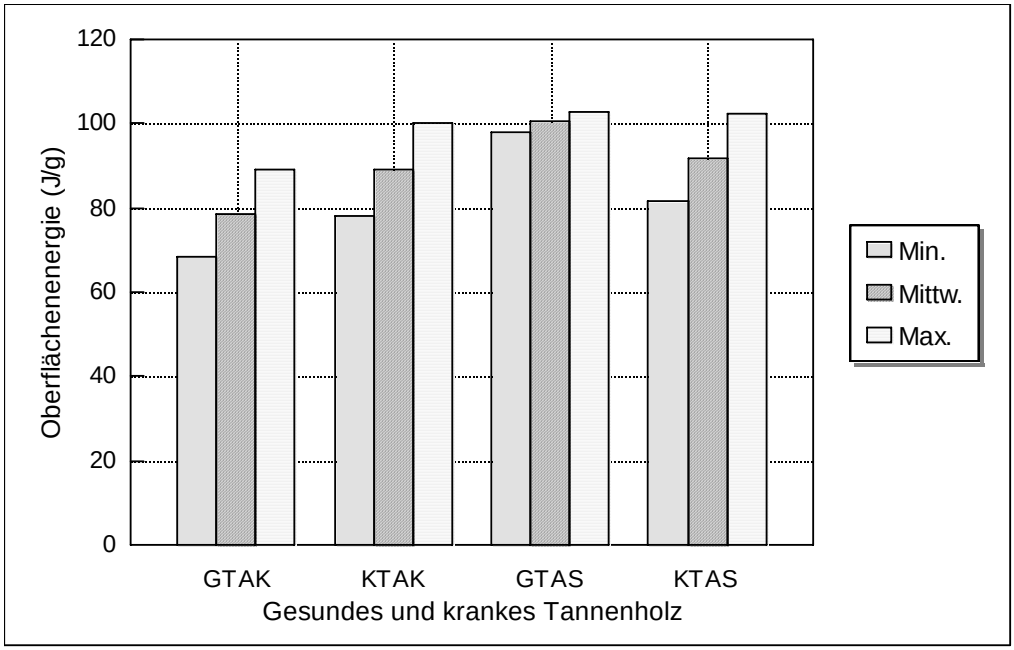
Legende:
- GTAK gesundes Tannenkernholz,
- KTAK krankes Tannenkernholz,
- GTAS gesundes Tannensplintholz,
- KTAS krankes Tannensplintholz,
- GFIS gesundes Fichtensplintholz,
- KFIS krankes Fichtensplintholz.

Wie aus Tabelle 4-1 hervorgeht, besteht zwischen dem kranken und gesunden Fichten- und Tannenholz sowohl in Bezug auf die Oberflächenenergie als auch in bezug auf die Geschwindigkeit der Wärmeabgabe bei Wasseraufnahme kein statistisch relevanter Unterschied. Bei der gesunder Tanne weist das Splintholz im Vergleich zum gesunden und kranken Kernholz eine erhöhte Oberflächenaktivität gegenüber Wasser auf. Ein statistisch gesicherter Unterschied besteht ausserdem zwischen dem gesunden Tannen- und Fichtensplintholz. Hier zeigt die Tanne gegenüber der Fichte eine erhöhte Oberflächenaktivität. Beim kranken Splintholz lässt sich hingegen für die beiden Holzarten kein Unterschied in der Oberflächenaktivität feststellen.

Die im Balkendiagramm scheinbar relativ erhöhte Oberflächenaktivität des kranken Tannenholzes gegenüber dem gesunden Tannenkernholz sowie die relativ niedrigere Oberflächenenergie des kranken gegenüber dem gesunden Tannensplinholz sind wegen der starken Streuung statistisch nicht gesichert. Auf eine Stichprobenerweiterung wurde jedoch aus zeitlichen Gründen verzichtet. Diese nicht gesichrten Tendenzen wären im Einklang mit der Tatsache, dass das gesunde Tannensplintholz gewöhnlich einen höheren Wassergehalt aufweist als das entsprechende Kernholz. Je stärker die Interakaktion zwischen der inneren Holzoberfläche und dem Wasser, desto höher ist die freigesetzte Energie. Demnach kann die innere Energie des Holzes als ein Mass der Affinität zwischen Holz und Wasser angesehen werden. Ge-

messen an der Oberflächenenergie würde das kranke Tannenkernholz gegenüber dem gesunden Holz eine erhöhte Affinität zum Wasser aufweisen (Nasskern).

Abbildung 4-1 Oberflächenaktivität des gesunden und kranken Tannenholz



Da die Bindungsenergien zwischen Atomen, Molekülen und Molekulargruppen für die primären, sekundären oder nebenvalenten Bindungen bekannt sind, kann man aufgrund der Energiebestimmung auf die Holz/Wasser-Bindungsart schliessen. Bei der Annahme, dass für die Bindung des Wassers an das Holz vor allem die wasseraktiven Molekülgruppen der Cellulose verantwortlich sind, ergeben sich für die Versuchsproben in der Tabelle 4-2 aufgeführten mittleren Zusamenhaltsenergien.

Tabelle 4-2 Mittlere Zusammenhaltsenergien des Holz/Wasser-Systems für das gesunde und kranke Tannen- und Fichtenholz

Holzprobe	mittlere Zusammenhaltsenergie (kJ/Mol)
gesundes Tannenkernholz	12.7
krankes Tannenkernholz	14.4
gesundes Tannensplintholz	16.3
krankes Tannensplintholz	14.9
gesundes Fichtensplintholz	14.9
krankes Fichtensplintholz	15.5

Bemerkung: berechnet unter der Annahme, dass für die Wasseraufnahme das Cellobiosemolekül massgeblich verantwortlich ist.

Aus Tabelle 4-2 geht hervor, dass die Bindung des Wassers an das kranke und gesunde Holz den physikalischen Kräften und den Wasserstoffbrückenbindungen zugesprochen werden kann. Da die Energieumwandlungsmessungen lediglich zwischen Trocknung und Wasserlagerung durchgeführt worden sind, erlauben die Resultate keine Differenzierung zwischen diesen beiden Bindungskräften. Im Gange sind noch kalorimetrische Messungen der Oberflächenenergie des gesunden und kranken Tannenholzes, das keiner Trocknung unterzogen wurde, sowie Wasserdampfsorptionsmessungen am gleichen Versuchsmaterial.

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungen ergeben sich keine Anhaltspunkte dafür, dass bei der Behandlung des kranken Tannen- und Fichtenholzes mit polaren Behandlungsmitteln Schwierigkeiten auftreten sollten.

5 Literatur

1. POPPER, R. (1972): Kalorimetrische Bestimmung der Sorptionswärme. Anleitung zum Gebrauch des Kalorimeters. Interner Bericht Nr. HP/AC/CAL/3/1, Inst. f. Mikrotechnologische Holzforschung der ETHZ, 44 S.
2. POPPER, R.; BOSSHARD, H. H. (1976): Kalorimetrische Messungen zur Darstellung von Unterschieden im Cellulose-Lignin-System von Druck- und Normalholz. Holz Roh- Werkstoff 34: 281-288.
3. KUCERA, L. J. (1984): Waldsterben-Holzeigenschaften-Holzqualität. SAH-Bulletin 12 (4): 1-28.