



Working Paper

Einfluss der Extraktstoffe ausgewählter fremdländischer Holzarten auf die Gleichgewichtsfeuchte **R. Popper ... et al.**

Author(s):

Popper, Rudolf

Publication Date:

2005

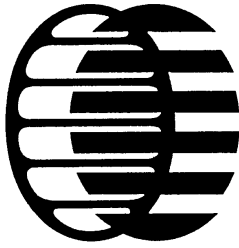
Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005071994> →

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
Institut für Baustoffe
Holzphysik
ETH Hönggerberg
CH-8093 Zürich

Int. Bericht ETHZ-IfB Nr. 31

**Einfluss der Extraktstoffe ausgewählter fremdländischer
Holzarten auf die Gleichgewichtsfeuchte
Influence of the extractives of selected extraneous woods
on the equilibrium moisture content**

R. Popper, P. Niemz, M. Torres ^{*)}, S. Croptier

^{*)} Universidad Austral de Chile, Valdivia / Chile

Zürich, 01. November 2005

1 Zusammenfassung

An 13 verschiedenen tropischen Holzarten wurde das Sorptionsverhalten im Wasserdampf geprüft. Aufbauend auf den experimentell bestimmten Kennwerten wurden mit dem Hailwood-Horrobin-Modell Kennwerte des Sorptionsverhaltens ermittelt. Berechnet wurden die Feuchte bei mono- U_m und polymolekularer U_p Sorption, die Fasersättigungsfeuchte U_{fs} , die Unzugänglichkeit Z des Sorbens zum Sorbat sowie die spezifische Oberfläche Σ des Sorbens. Es bestehen sehr grosse Unterschiede im Sorptionsverhalten zwischen den einzelnen Holzarten. Insbesondere bei Canalete (22,8%) und Doussié (17,8%) wurde eine sehr niedrige Fasersättigungsfeuchte ermittelt, die deutlich unter den europäischen Holzarten liegt (28-32%) aber auch anderer geprüfter tropischer Hölzer liegt. Der Ethanol-Toluol-Extrakt der Holzarten korreliert mit der Feuchte bei polymolekularer U_p und totaler U_{tot} Sorption. Je höher der Extraktstoffanteil ist, umso niedriger sind die Gleichgewichtsfeuchte U_p und U_{tot} . Der Extraktstoffanteil zeigt dagegen keinen Einfluss auf das monomolekular gebundene Wasser U_m . Die Chemisorption bleibt demnach durch den EtOH-Toluol Extraktanteil unbeeinflusst. Die Herabsetzung des Sorptionsvermögens durch den steigenden EtOH-Toluol Anteil ist auf eine Verstopfung der inneren Porenstruktur des Holzes zurückzuführen.

Summary

The water vapour sorption behaviour of 13 different tropical wood species was examined. The experimentally determined values were analysed with the Hailwood Horrobin sorption model. According to the Hailwood-Horrobin model following characteristic values were computed: the monomolecular U_m and polymolekularer U_p sorption, the fiber saturation point U_{fs} , the inaccessibility Z of the sorbent to the sorbate as well as the specific surface of the sorbent Σ . Very large differences exist in the sorption behaviour between the individual wood species. In particular with Canalete (22,8%) and Doussié (17,8%) a very

low fiber saturation point was determined, which is clearly under the European wood species (28-32%) and other examined tropical woods. The higher is the extractives content, the lower are the equilibrium moisture contents U_{tot} and U_p . The extractives show no influence on the monomolekular bound water U_m . The chemisorption remains therefore uninfluenced by EtOH-toluol extractives. The reduction of the sorption capacity by rising EtOH-toluol extractive content is due to the bulking effect.

2 Einleitung

Holzextraktstoffe auch als akzessorische Bestandteile des Holzes bekannt, sind chemische Verbindungen und Verbindungsgruppen, die sich nicht am anatomischen Aufbau beteiligen und aus dem Holz mit neutralen Lösungsmitteln ausgelöst werden können. Sie beeinflussen positiv oder negativ die Holzeigenschaften und sind für die technologische Verwendung massgebend. Die Chemie und Biochemie der Extraktstoffe sind in der Literatur ausführlich beschrieben (HILLS, 1962; GEISSMAN, 1962; SANDERMANN, 1966). Arbeiten über den Einfluss der Extraktstoffe auf die Verleimung findet man bei einigen Autoren (NARAYANAMURTI, 1957; HERRICK und CONCA, 1960; NARAYANAMURTI ET AL. 1962; CHEN, 1970; ROFFAEL und RAUCH, 1974; CHEN und PAULITSCH, 1974; POPPER, 1975; PLOMLEY ET AL. 1976; ALBRITTON und SHORT, 1979). Einige Extraktstoffe, vor allem aus der Rinde werden in der Holzverarbeitenden Industrie als Klebstoffe verwendet (HALL ET AL., 1960; SEDLIAČIK und EISNER, 1972; SAAYMA und OATLEY, 1976). Auf den hydrophobierenden Einfluss der Extraktstoffe haben BORGIN und CORBETT (1974) hingewiesen. Die Holzextraktstoffe beeinflussen auch die Permeabilität von Gasen und Dämpfen (CHARUK und RAZUMOVA, 1974; VOLOGIN ET AL., 1972). Die akzessorischen Bestandteile des Holzes können eine Korrosion der Sägeblätter (KRILOV und GREF, 1986) oder eine Behinderung des Zement-Abbindens in zementgebundenen Holzwerkstoffen (BIBLIS und LO, 1968) verursachen. Die Extraktstoffe haben einen Einfluss auf das Sorptionsverhalten (WANGAARD und GRANADOS, 1967; LADOMERSKÝ, 1978; THEMELIN, 1998) und auf die Feuchteverformung (BURMESTER, 1989; MILITZ und HOMAN, 1993) von Holz.

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, den Einfluss der Extraktstoffe auf die Gleichgewichtsfeuchtigkeit ausgewählter fremdländischer Holzarten aufgrund von Wasserdampf-Sorptionsanalyse zu qualifizieren.

3 Material und Methode

3.1 Versuchsmaterial

Tabelle 3-1: Versuchsmaterial
Table 3-1: The test material

<u>Handelsname:</u>	<u>Lateinischer Name:</u>	<u>Pflanzenfamilie:</u>	<u>Geographische Verbreitung:</u>
Bilinga / Opepe	<i>Nauclea diderrichii</i> Merill	Rubiaceae	Tropisches Afrika
Bongossi / Azobé	<i>Lophira alata</i> Banks ex Gaertn. f.	Ochnaceae	Tropisches Afrika
Canalete	<i>Cordia</i> sp.	<i>Boraginaceae</i>	Mittel- und tropisches Südamerika
Danta / Kotibé	<i>Nesogordonia papaverifera</i> (A. Chev.) R. Capuron	Sterculiaceae	Tropisches Afrika
Doussié	<i>Afzelia</i> sp.	Caesalpiniaceae	Tropisches Afrika
Makassar	<i>Diospyros celebica</i> Bakh.	Ebenaceae	Asien (Pakistan bis Sri Lanka; Indomalaysia)
Mansonia / Bété	<i>Mansonia altissima</i> A. Chev.	Sterculiaceae	Tropisches Afrika
Merbau	<i>Intsia</i> sp.	Caesalpiniaceae	Asien (Burma bis Australien); Madagaskar
Okoumé	<i>Aucoumea klaineana</i> Pierre	Burseraceae	Tropisches Afrika
Ramin	<i>Gonystylus bancanus</i> (Miq.) Kurz	Gonystylaceae	Asien (Indomalaysia)
Weisses Lauan	<i>Shorea</i> sp.	Dipterocarpaceae	Asien (Thailand bis Indomalaysia)
Wengé	<i>Millettia laurentii</i> De Wild.	Papilionaceae	Tropisches Afrika
Zebrano / Zingana	<i>Microberlinia</i> sp.	Caesalpiniaceae	Tropisches Afrika

Je Holzart wurden 3 Proben verwendet.

4 Methode

4.1 Versuchsbedingungen

Die Versuchsproben wurden in einer Klimakammer bei konstanter Temperatur von 20°C und bei relativen Luftfeuchtigkeiten RH von 35%, 50%, 65% und 95% bis zur jeweiligen Material-Gleichgewichtsfeuchtigkeit konditioniert. Als Bezugsgrösse wurden die jeweiligen Darrmasse der Versuchsproben nach DIN 52 183 (1977) ermittelt.

4.2 Sorptionsanalyse

Die Versuchsproben wurden der Sorptionsanalyse nach Hailwood und Horrobin (1946) (weiter als HH bezeichnet) unterzogen. Die HH-Gleichung wurde abgeleitet unter der Annahme, dass das sorbierte Wasser als eine einfache Lösung und als Hydrat des Holzes existiert. Es wird weiter angenommen, dass die sorbierte Schicht, die aus nichthydratisiertem und hydratisiertem Holz sowie aus freiem flüssigem Wasser besteht, eine ideale feste Lösung bildet. Dieses Sorptionsmodell ermöglicht unter anderem die Trennung der mono- U_m von der polymolekularen Sorption U_p und die Schätzung der Fasersättigungsfeuchtigkeit U_{FS} , die experimentell nur schwer zu bestimmen ist. Mit Hilfe des HH-Modells lassen sich weitere Grössen berechnen: die Unzugänglichkeit Z des Sorbens zum Sorbat und die spezifische Oberfläche Σ des Sorbens.

4.3 Ethanol-Toluol Extrakt

Die Extraktstoffbestimmung in den ausgewählten fremdländischen Holzarten sind annähernd an die Normen T 264 cm-97 und T 204 cm-97 erfolgt.

5 Resultate und Diskussion

5.1 Sorptionsisothermen ausgewählter Holzarten

Die submikroskopischen Eigenschaften des Holz/Wasser-Systems sind aus den durchgeführten Wasserdampf-Sorptionsmessungen abgeleitet. Die gemessenen Gleichgewichtsfeuchten ausgewählter Holzarten sind in Tabelle 5-1 zusammengestellt. Für jede Dampfdruckstufe sind in der Tabelle die Mittelwerte sowie die Standardabweichungen aufgeführt.

Tabelle 5-1: Gleichgewichtsfeuchten ausgewählter fremdländischer Holzarten
Table:5-1: Equilibrium moisture content of selected extraneous woods

Holzart		Gleichgewichtsfeuchte in % bei rel. Luftfeuchte				
		35%	50%	65%	80%	95%
<i>Bilinga</i>	x	6.46	8.64	11.11	16.88	22.92
	s	0.48	0.59	0.72	1.01	1.63
<i>Bongossi</i>	x	6.46	8.96	11.53	17.21	23.75
	s	0.16	0.12	0.13	0.13	0.09
<i>Canalete</i>	x	5.75	7.70	9.81	14.45	19.12
	s	0.30	0.35	0.45	0.76	1.36
<i>Danta</i>	x	6.88	9.08	11.61	17.27	24.06
	s	0.08	0.05	0.04	0.09	0.32
<i>Doussié</i>	x	5.34	6.97	8.63	12.00	15.52
	s	0.06	0.07	0.08	0.02	0.38
<i>Makassar</i>	x	6.28	8.32	10.47	15.76	22.65
	s	0.06	0.06	0.09	0.17	0.37
<i>Mansonia</i>	x	6.14	8.19	10.62	16.24	23.33
	s	0.08	0.11	0.13	0.26	0.47
<i>Merbau</i>	x	7.58	9.73	12.02	16.97	22.87
	s	0.02	0.06	0.08	0.12	0.13
<i>Okoumé</i>	x	6.32	8.50	11.09	17.20	25.59
	s	0.04	0.04	0.06	0.06	0.14
<i>Ramin</i>	x	6.28	8.36	10.86	16.77	26.13
	s	0.11	0.11	0.13	0.25	1.32
<i>Weisses Lauan</i>	x	6.38	8.49	10.97	16.79	23.78
	s	0.14	0.17	0.19	0.34	0.21

<i>Wengé</i>	x	5.93	7.79	9.84	14.17	17.24
	s	0.08	0.11	0.14	0.29	0.36
<i>Zebrano</i>	x	6.08	8.15	10.56	16.21	24.54
	s	0.05	0.05	0.06	0.14	0.37

Legende: x ... Mittelwert

s ... Standard Abweichung

Die gemessenen und nach dem HH-Modell berechneten Sorptionsisothermen ausgewählter Holzarten sind in Bildern 5-1 bis 5-13 dargestellt. Die berechneten Werte U_m , U_p , U_{fs} , Σ und Z bei Fasersättigung sind in Tabelle 5-2 zusammengestellt. Die Resultate der Extraktstoff- sowie der Raumdichtezahl-Bestimmung sind in Tabelle 5-3 zusammengefasst.

Das verwendete Sorptionsmodell zeigt eine ausgezeichnete Übereinstimmung der gemessenen U_{mes} mit der berechneten U_{tot} Werte für alle ausgewählten Holzarten. Die Aufteilung der U_{tot} in eine monomolekulare U_m und eine polymolekulare U_p Sorption sowie die Berechnung der Werte für die Fasersättigung ermöglicht weitere Schlüsse für den Einfluss des EtOH / Toluol-Extraktanteils auf das Sorptionsverhalten von Holz zu ziehen. Die monomolekulare Sorption zeigt sich von dem Extraktstoffanteil unbeeinflusst. Eine Gegenüberstellung der nach dem HH-Modell berechneten Sorptionswerten der ausgewählten Holzarten mit dem jeweiligen EtOH / Toluol-Extraktwert deutet darauf hin, dass lediglich die polymolekulare Sorption durch die Extraktstoffe beeinflusst wird.

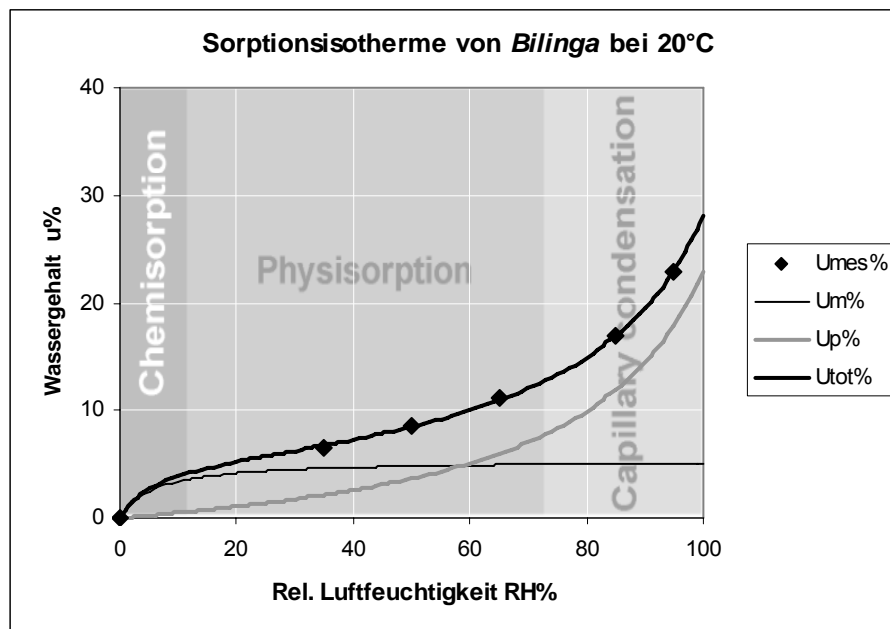


Abbildung 5-1: Gemessene und nach HH-Modell berechnete Sorptionsisotherme von *Bilinga*.

Figure 5-1: Measured and according to the HH-model computed sorption isotherm of *Bilinga*.

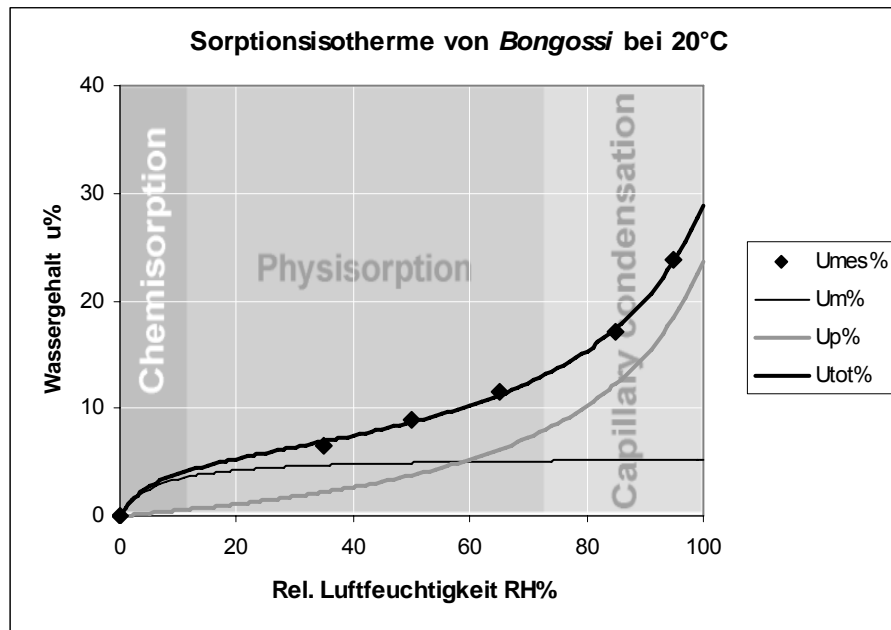


Abbildung 5-2: Gemessene und nach HH-Modell berechnete Sorptionsisotherme von *Bongossi*.
Figure 5-2: Measured and according to the HH-model computed sorption isotherm of *Bongossi*.

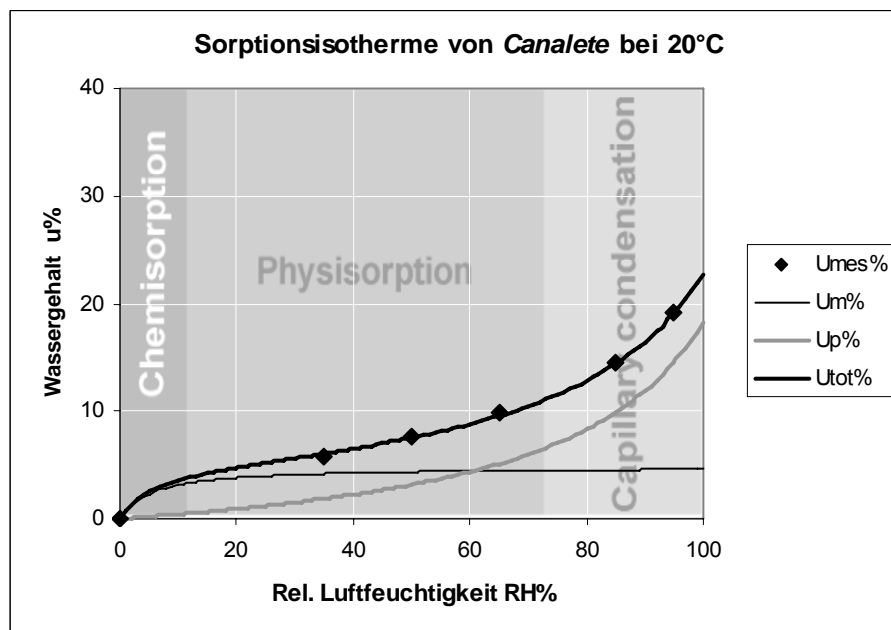


Abbildung 5-3: Gemessene und nach HH-Modell berechnete Sorptionsisotherme von *Canelete*.
Figure 5-3: Measured and according to the HH-model computed sorption isotherm of *Canelete*.

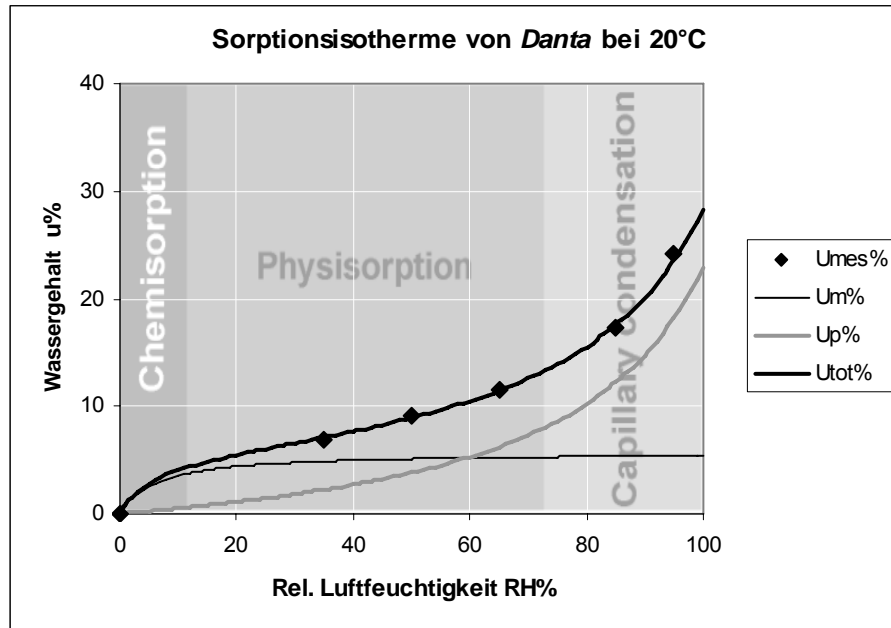


Abbildung 5-4: Gemessene und nach HH-Modell berechnete Sorptionsisotherme von *Danta*.
Figure 5-4: Measured and according to the HH-model computed sorption isotherm of *Danta*.

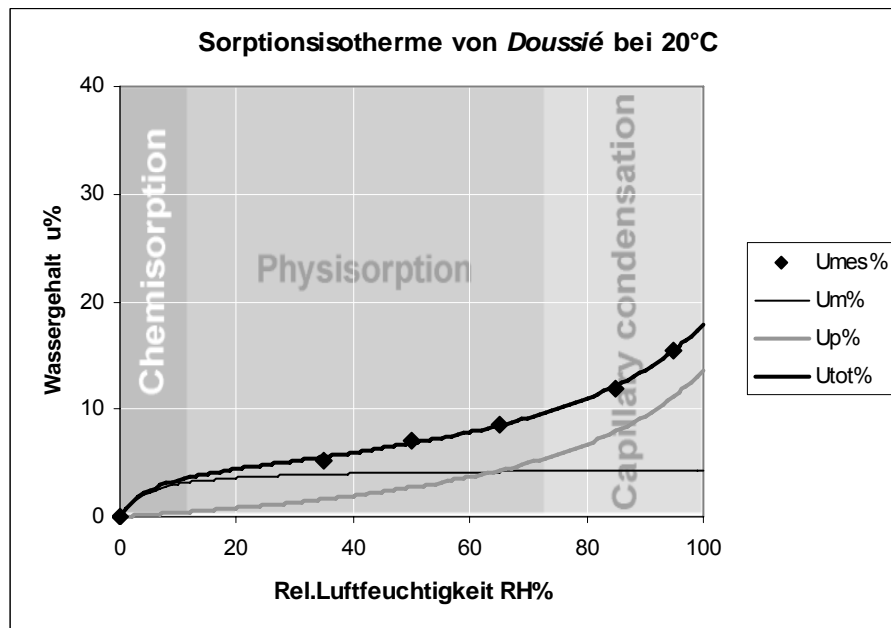


Abbildung 5-5: Gemessene und nach HH-Modell berechnete Sorptionsisotherme von *Doussié*.
Figure 5-5: Measured and according to the HH-model computed sorption isotherm of *Doussié*.

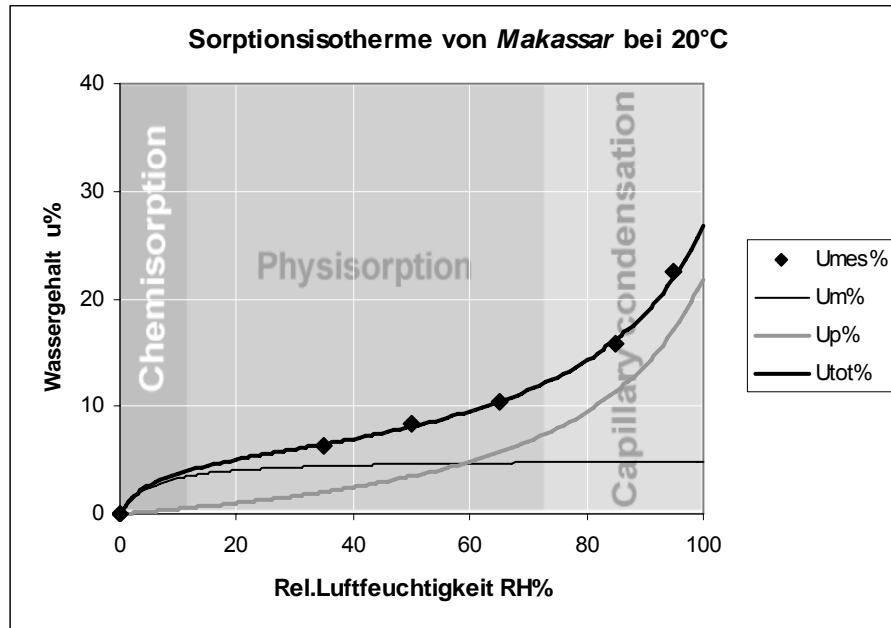


Abbildung 5-6: Gemessene und nach HH-Modell berechnete Sorptionsisotherme von *Makassar*.
Figure 5-6: Measured and according to the HH-model computed sorption isotherm of *Makassar*.

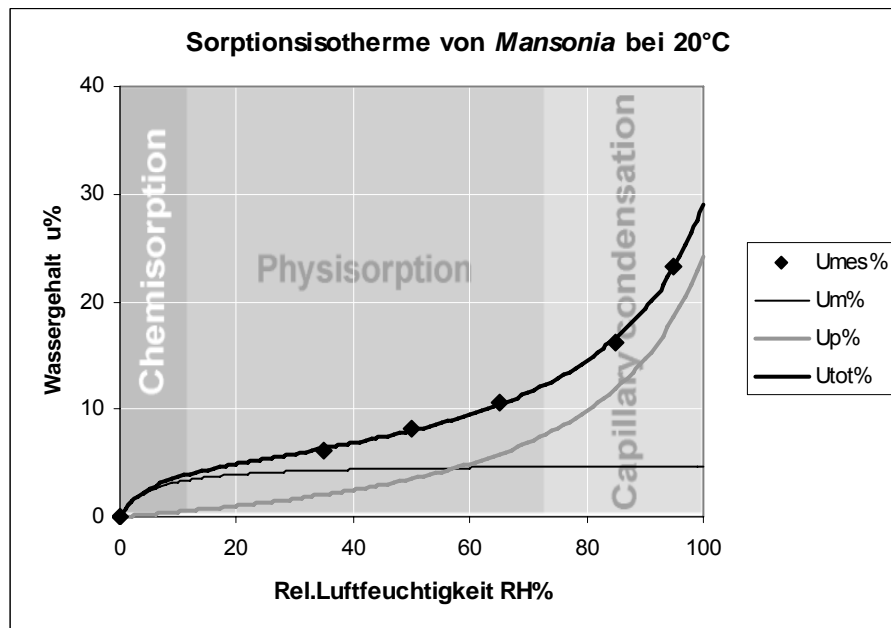


Abbildung 5-7: Gemessene und nach HH-Modell berechnete Sorptionsisotherme von *Mansonia*.
Figure 5-7: Measured and according to the HH-model computed sorption isotherm of *Mansonia*.

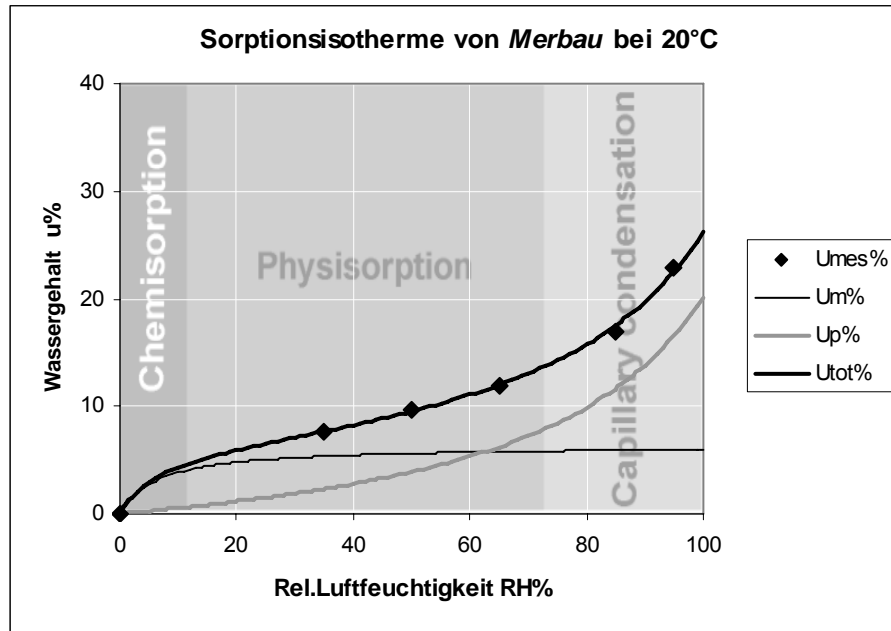


Abbildung 5-8: Gemessene und nach HH-Modell berechnete Sorptionsisotherme von Merbau.
Figure 5-8: Measured and according to the HH-model computed sorption isotherm of Merbau.

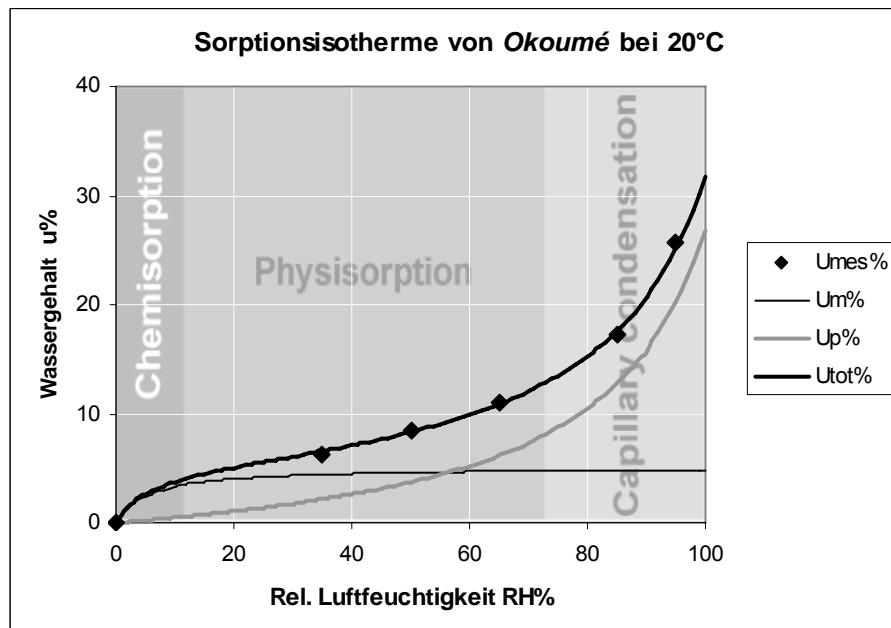


Abbildung 5-9: Gemessene und nach HH-Modell berechnete Sorptionsisotherme von Okoumé.
Figure 5-9: Measured and according to the HH-model computed sorption isotherm of Okoumé.

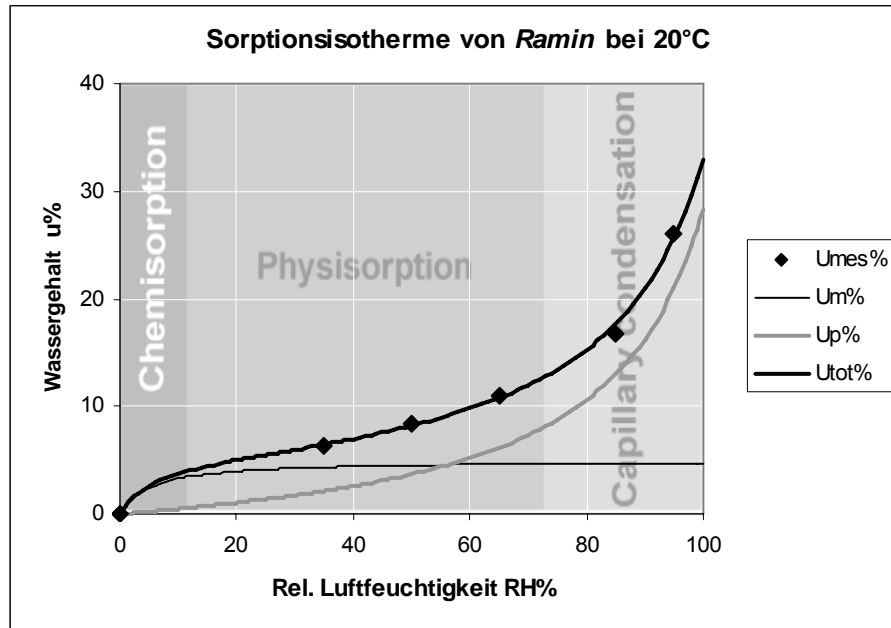


Abbildung 5-10: Gemessene und nach HH-Modell berechnete Sorptionsisotherme von *Ramin*.
Figure 5-10: Measured and according to the HH-model computed sorption isotherm of *Ramin*.

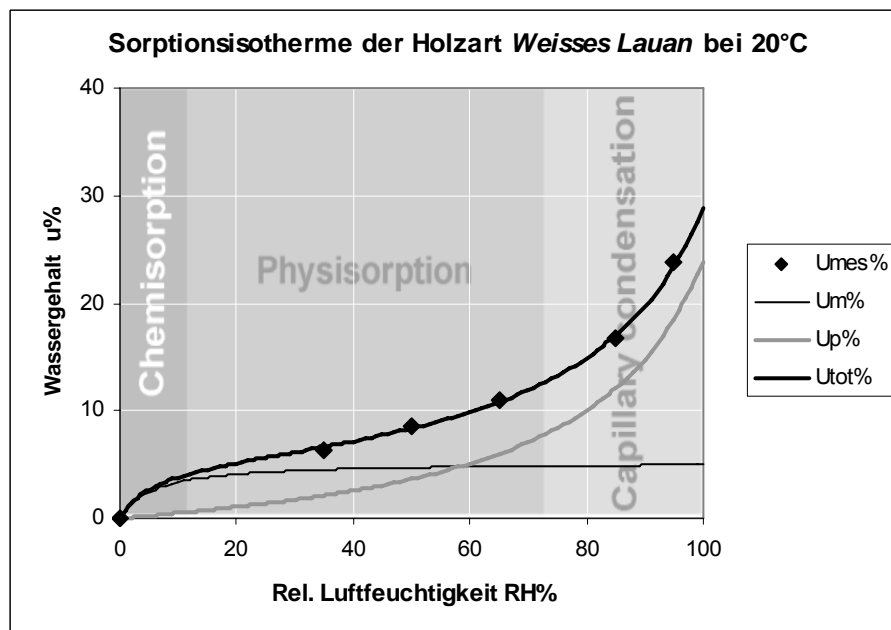


Abbildung 5-11: Gemessene und nach HH-Modell berechnete Sorptionsisotherme der Holzart *Weisses Lauan*.
Figure 5-11: Measured and according to the HH-model computed sorption isotherm of *White Lauan*.

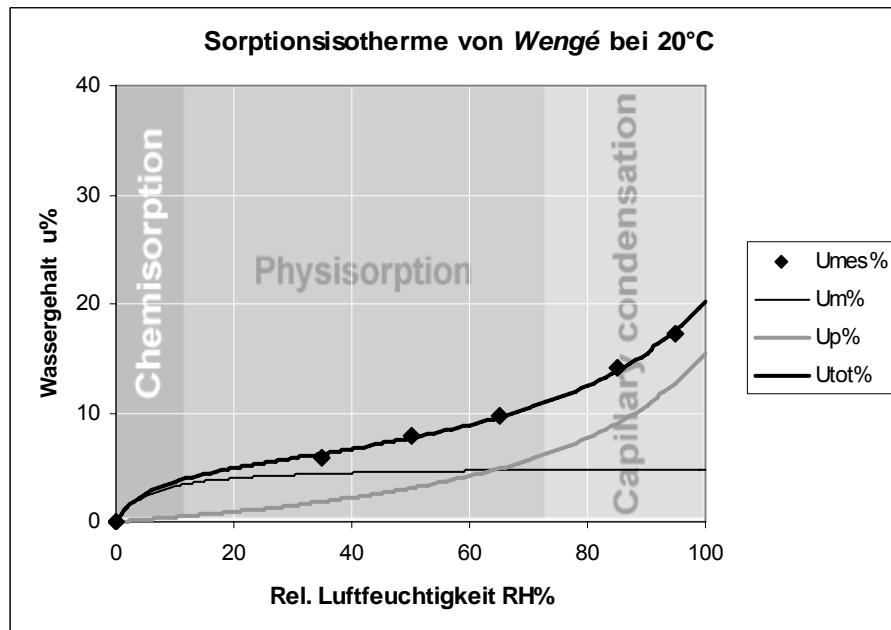


Abbildung 5-12: Gemessene und nach HH-Modell berechnete Sorptionsisotherme von *Wengé*.
Figure 5-12: Measured and according to the HH-model computed sorption isotherm of *Wengé*.

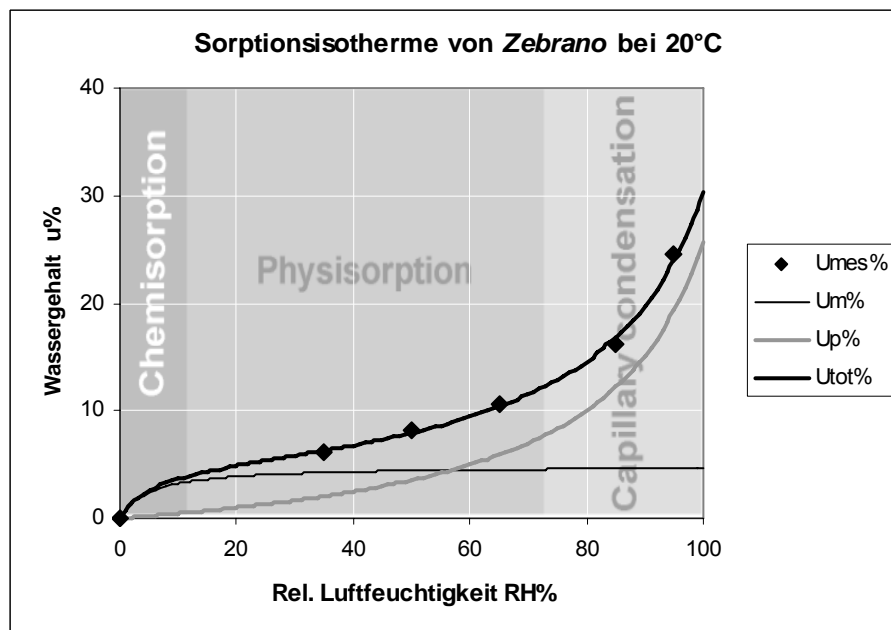


Abbildung 5-13: Gemessene und nach HH-Modell berechnete Sorptionsisotherme von *Zebrano*.
Figure 5-13: Measured and according to the HH-model computed sorption isotherm of *Zebrano*.

Tabelle 5-2: Berechnete Werte der Sorptionsanalyse nach dem HH-Modell für die ausgewählten Holzarten bei Fasersättigung
Table 5-2: Computed values of the sorption analysis according to the HH-model of selected extraneous woods at fiber saturation point

Holzart	U_m (%)	U_p (%)	U_{FS} (%)	Σ (m ² /g)	Z (%)
<i>Bilinga</i>	5.1	22.9	28.0	180	52
<i>Bongossi</i>	5.2	23.6	28.8	185	50
<i>Canelete</i>	4.6	18.2	22.8	163	56
<i>Danta</i>	5.4	23.0	28.4	192	48
<i>Doussié</i>	4.3	13.5	17.8	152	59
<i>Makassar</i>	4.9	21.9	26.7	172	54
<i>Mansonia</i>	4.7	24.3	29.0	167	55
<i>Merbau</i>	6.0	20.2	26.2	212	43
<i>Okoumé</i>	4.9	26.9	31.7	172	54
<i>Ramin</i>	4.7	28.3	33.0	168	55
<i>Weisses Lauan</i>	5.0	23.9	28.9	176	53
<i>Wengé</i>	4.9	15.4	20.3	172	54
<i>Zebrano</i>	4.6	25.6	30.3	164	56

5.2 EtOH-Toluol Extraktanteil

Die Resultate der Extraktstoff- sowie der Raumdichtezahl-Bestimmung sind in Tabelle 5-3 zusammengefasst.

Tabelle 5-3: EtOH-Toluol Extraktanteil und Raumdichtezahl der ausgewählten Holzarten
Table: 5-3: EtOH-Toluol extractives and bulk specific gravity of selected woods

Holzart	Raumdichtezahl g/cm ³	EtOH-Toluol Extrakt %
<i>Bilinga</i>	0.63	5.8
<i>Bongossi</i>	0.99	1.0
<i>Canalete</i>	0.82	9.7
<i>Danta</i>	0.72	2.2
<i>Doussié</i>	0.82	14.9
<i>Makassar</i>	1.13	10.4

<i>Mansonia</i>	0.65	3.9
<i>Merbau</i>	0.99	9.5
<i>Okoumé</i>	0.41	2.0
<i>Ramin</i>	0.63	1.2
<i>Weisses Lauan</i>	0.66	10.0
<i>Wengé</i>	0.80	7.7
<i>Zebrano</i>	0.67	3.2

Um zu prüfen inwieweit sich die Holzextraktstoffe auf die Gleichgewichtsfeuchtigkeit auswirken, wurden die Feuchtigkeitswerte bei Fasersättigung U_{fs} , U_p und U_m aus der HH-Sorptionsanalyse und die EtOH-Toluol Extraktanteile der ausgewählten Holzarten einer Regressionsanalyse unterzogen. Die Resultate dieser Analyse sind in aus Tabelle 5-4 und Bild 5-14 ersichtlich.

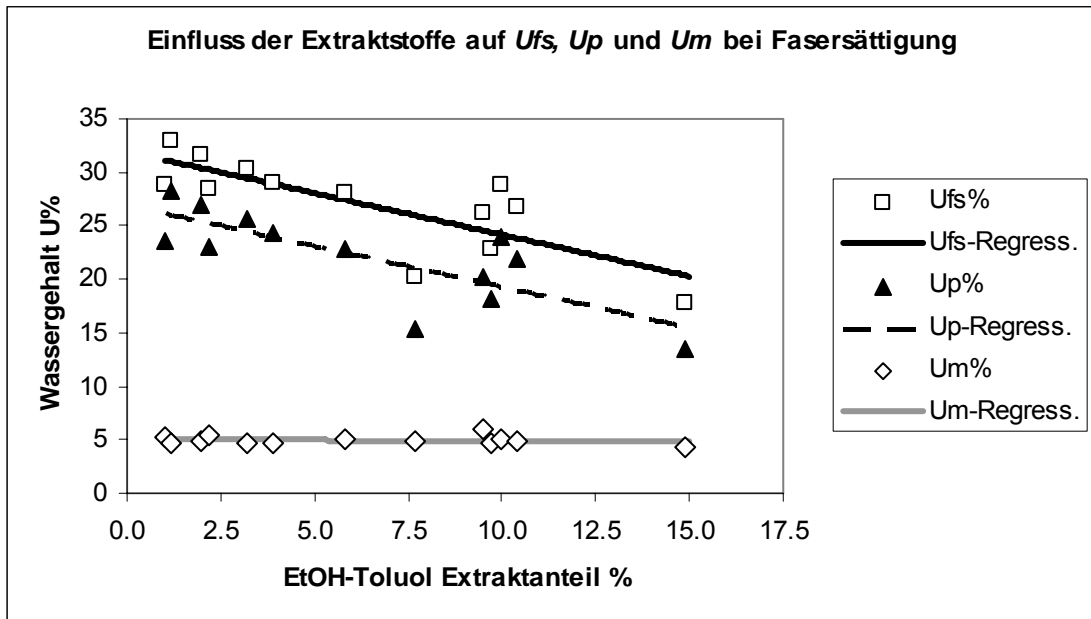


Abbildung 5-14: Einfluss des EtOH-Toluol Extraktanteils auf den Wassergehalt *Ufs*, *Up* und *Um* bei Fasersättigung der ausgewählten Holzarten
 Figure: 5-14: Influence of the EtOH-Toluol extractives on *Ufs*, *Up* and *Um* at fiber saturation point for selected woods

Tabelle 5-4: Resultate der Regressionsanalyse – lineares Modell
 Table 5-4: The results of the regression analysis – linear model

Abhängige Variable	Unabhängige Variable	Schnittpunkt	Steigung	P-Wert	Korrelationskoeff.	BM %
<i>Ufs</i>	EtOH-Toluol Extraktanteil	31.9381	-0.77663	0.0016	-0.780998	60.9958
<i>Up</i>	EtOH-Toluol Extraktanteil	26.8955	-0.76002	0.0018	-0.776892	60.3561
<i>Um</i>	EtOH-Toluol Extraktanteil	5.04243	-0.01535	0.6053	-0.158390	2.50875

Die Resultate der Regressionsanalyse zeigen eine relativ gute Übereinstimmung mit dem linearen Modell für die Abhängigkeit von *Ufs* und *Up* vom EtOH-Toluol Extrakt (Bestimmtheitsmass $BM > 60\%$). Der P-Wert der Variationsanalyse liegt bei *Ufs* und *Up* deutlich unter 0.01 was auf eine statistisch signifikante Abhängigkeit dieser Werte vom EtOH-Toluol Extrakt hindeutet.

Der *Um*-Wert zeigt hingegen keine statistisch gesicherte Abhängigkeit vom EtOH-Toluol-Wert. Das gleiche gilt auch für die Abhängigkeit des Z - und des Σ -Werts vom EtOH-Toluol Extrakt, da die beiden Werte eine Funktion des *Um*-Werts sind.

6 Schlussfolgerungen

Die Analyse nach Hailwood-Horrobin Sorptionsmodell lässt folgende Aussagen zu:

- Gesamthalt gesehen stimmen die Ausgleichskurven U_{tot} des HH-Sorptionsmodell mit den Messwerten ausgezeichnet überein.
- Mit steigendem Anteil der Extraktstoffe nimmt die Gleichgewichtsfeuchtigkeit U_{fs} linear ab.
- Die Aufteilung des gesamt sorbierten Wassers U_{tot} gemäss HH-Modell in monomolekulares U_m und polymolekulares Wasser U_p erlaubt Aussagen über die Art der Sorbataufnahme.
- Der Extraktstoffanteil zeigt keinen Einfluss auf das monomolekular gebundene Wasser U_m . Die Chemisorption bleibt demnach durch den EtOH-Toluol Extraktanteil unbeeinflusst.
- Das polymolekulare Wasser U_p nimmt mit steigendem Extraktstoffanteil linear ab. Die Herabsetzung des Sorptionsvermögens durch den steigenden EtOH-Toluol Extraktanteil ist demnach auf eine Verstopfung der inneren Porenstruktur des Holzes, die das Wasser daran hindert den gleichen Raum einzunehmen, zurückzuführen.
- Die Z - und die Σ -Werte weisen erwartungsgemäss keine Abhängigkeit vom EtOH/Toluol Extrakt aus.

7 Literatur

1. ALBRITTON, R. O.; SHORT, P. H. 1979: Effects of extractives from pressure-refined hardwood fiber on gel time of urea-formaldehyde resin. *Forest Products Journal* 29(2): 40-41.
2. BIBLIS, E. J.; LO, CHEN-FAN 1968: Sugars and other wood extractives. Effect on setting of Southern pine-cement mixtures. *Forest Products Journal* 18(8): 28-34.
3. BORGIN, K.; CORBETT, K. 1974: Hydrophobierende und wasserabweisende Eigenschaften der Extraktstoffe aus Akazienrinde. *Wood Sci. Technol.* 8(2): 138-147.
4. BURMESTER, A. 1989: Dimensionsstabilisierung von Buchenholz durch Extrakte aus Rinden, Nadeln, Blättern und Sägespänen. *Holz als Roh- und Werkstoff* 47: S. 33.
5. CHARUK, E. V.; RAZUMOVA, A. F. 1974: Der Einfluss von Extraktstoffen auf die Permeabilität von Holz. *Holztechnologie* 15(1): 3-7.
6. CHEN, CHIA-MING 1970: Effect of extractive removal on adhesion and wettability of some tropical wood. *Forest Products Journal* 20(1): 36-41.
7. CHEN, T. Y.; PAULITSCH, M. 1974: Inhaltstoffe von Nadeln, Rinde und Holz der Fichte und Kiefer und ihr Einfluss auf die Eigenschaften daraus hergestellter Spanplatten. *Holz als Roh- und Werkstoff* 32: 397-401.
8. DIN 52 183. Nov. 1977: Prüfung von Holz. Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes. Seite 1-2.
9. GEISSMAN, T. A. 1962: The chemistry of flavonoid compounds. *New York, The Mac Millan Company* 722 pp.
10. HALL, R. B.; LEONARD, J. H.; NICHOLLS, G. A. 1960: Bonding particle boards with bark extracts. *Forest Products Journal* (5): 263-272.
11. HAILWOOD, A.J.; HORROBIN, S. 1946: Absorption of water by polymers. Analysis in term of a single model. *Trans. Faraday Soc.* 42B: 84-102.
12. HERRICK, F. W.; CONCA, R. J. 1960: The use of bark extracts in cold-setting waterproof adhesives. *Forest Products Journal* (7): 361-368.

13. HILLIS, W. E. 1962: Wood Extractives. *New York: Academic Press.*
14. KRILOV, A.; GREF, R. 1986: Mechanism of sawblade corrosion by polyphenolic compounds. *Wood Sci. Technol.* 20: 369-375.
15. LADOMERSKÝ, J. 1978: Ueber den Einfluss der Extraktstoffe auf das Sorptionsgleichgewicht des Holzes. *Drevársky výskum* 23(3): 145-168.
16. MILITZ, H.; HOMAN, W. J. 1993: The use of natural and synthetical tannins to improve the dimensional stability and durability of beech wood (*Fagus sylvatica*). *Inter. Group on Wood Preservation Doc. No. IRG/WP 93-300316*, 16pp.
17. NARAYANAMURTI, D. 1957: Die Bedeutung der Holzextraktstoffe. *Holz als Roh- und Werkstoff* 15(9): 370-380.
18. NARAYANAMURTI, D.; GUPTA, R. C.; VERMA, G. M. 1962: Influence of extractives on the setting of adhesives. *Holzforschung und Holzverwertung* 14(5/6): 85-88.
19. PLOMLEY, K. F.; HILLIS, W. E.; HIRST, K. 1976: The influence of wood extractives on glue wood bond. Part 1: The effect of kind and amount of commercial tannines and crude wood extracts on phenolic bonding. *Holzforschung* 30(1): 14-19.
20. POPPER, R. 1975: Die Einflüsse der Holzextraktstoffe auf das technologische Verhalten von Holz, insbesondere in bezug auf die Verleimung. *SAH Bulletin* 3(1): 2-11.
21. ROFFAEL, E.; RAUCH, W. 1974: Extraktstoffe in Eiche und ihr Einfluss auf die Verleimbarkeit mit Phenol-Formaldehydharzen, *Holz als Roh- und Werkstoff* 32: 182-187.
22. SAAYMAN, H. M.; OATLEY, J. A. 1976: Holzleime aus Akazien-Rinden-Extrakt. *Forest Product Journal* 26(12): 27-33.
23. SANDERMANN, W. 1966: Holzinhaltstoffe, ihre Chemie und Biochemie. *Naturwissenschaft* 53(20): 513-524.
24. SEDLIAČIK, M.; EISNER, K. 1972: Verwendung von Extrakten aus Fichtenrinde zum Kleben von Holz. *Zborník Vedeckých Prác Drevarské Fakulty VSLD, Zvolen* 23(3): 47-58.
25. STANLEY, G. 1964: Extractives of wood, bark, and needles of the Southern Pines. A review. *Forest Products Journal* 19(11): 50-56.
26. T 204 cm-97 Solvent extractives of wood and pulp, TAPPI (1997): 1-4.
27. T 264 cm-97 Preparation of wood for chemical analysis, TAPPI (1997): 1-3.

28. THEMELIN, A. 1998: Comportement en sorption de produits lingo-cellulosiques. *Bois et forêts des tropiques* 256(2): 55-64.
29. VOLOGIN, A. I.; RAZUMOVA, A. F.; CHARUK, E. V. 1972: Die Bedeutung der Extraktstoffe für die Permeabilität von Kiefern- und Fichtenholz. *Holztechnologie* 20(2): 67-69.
30. WANGAARD, F. F.; GRANADOS, L. A. 1967: The effect of extractives on water-vapor sorption by wood. *Wood Sci. Technol.* 1: 253-277.