

Untersuchungen über das Sorptionsverhalten des Bast- und Borkeanteils verschiedener Baumrinden*

W. Standke und A. Schneider

Mitteilung aus dem Institut für Holzforschung der Universität München

Als Beitrag zur Aufklärung des Sorptionsverhaltens von Baumrinden wurden die Sorptionsisothermen für 20 °C des Bastes und der Borke von Fichte, Kiefer, Roßkastanie, Pappel und Birke aufgenommen. Während bei der Pappel- und Birkenrinde die Borke, vermutlich wegen eines hohen Suberingehaltes, durchweg weniger hygroskopisch als der Bast war, verliefen die Sorptionsisothermen der Borke von Fichte, Kiefer und Roßkastanie bis rund 90% relativer Luftfeuchtigkeit oberhalb der Vergleichskurven der Bastanteile. Die Sorptionsisothermen des Fichten-, Kiefern- und Pappelbastes stiegen oberhalb von 90% relativer Luftfeuchtigkeit sehr steil an und erreichten bei 100% Feuchtigkeitsbeträge von 101 bis 105%. Diese extrem hohen Feuchtigkeitsbeträge dürften vorwiegend auf das Vorhandensein von wasserlöslichen Zuckern in diesen Bastanteilen zurückzuführen sein.

Investigations on the Sorption-Behaviour of the Inner and Outer Bark of Different Trees

As a contribution to the determination of the sorption-behaviour of barks, the sorption isotherms for 20 °C of inner and outer bark of spruce, pine, horse-chestnut, poplar and birch were taken up. Whereas the outer bark of poplar and birch, probably due to a high content of suberin, was less hygroscopic than the inner bark, the sorption isotherms of the outer bark of spruce, pine and horse-chestnut up to approximately 90% relative humidity lay above the comparative curves of the inner bark. The sorption isotherms of the inner bark of spruce, pine and poplar rose extremely above 90% relative humidity and at 100% reached moisture contents of 101–105%. These extremely high moisture contents might be caused by the existence of water soluble sugars in these inner barks.

1 Einleitung

Die weltweiten Bemühungen um eine verbesserte, womöglich industrielle Rindenverwertung werden zur Zeit noch dadurch wesentlich erschwert, daß die hierfür benötigten Kenntnisse über die Eigenschaften der Rinden noch sehr gering sind. Bisherige Untersuchungen an Rinden ergaben, daß diese in ihrem makro- und mikroskopischen Bau, ihrer chemischen Zusammensetzung und in ihrem physikalischen Verhalten eine weit größere Variationsbreite als die Hölzer aufweisen. Insbesondere trifft dies auch für das Sorptionsverhalten der Rinden zu, das nach vorliegenden Untersuchungen (Schneider 1978) weit größere Unterschiede zeigt als das der Hölzer. Dies dürfte schon dadurch bedingt sein, daß zwi-

schen dem Bast und der Borke, entsprechend ihren speziellen physiologischen Aufgaben im Baum, wesentliche Unterschiede in der Struktur, den chemischen Bestandteilen sowie bezüglich der physikalischen Eigenschaften bestehen und das Mengenverhältnis Bast: Borke bei den Rinden individuell sehr verschieden ist. Zur Aufklärung der Ursachen für die großen Unterschiede in der Hygroskopizität der Rinden erscheint es deshalb zunächst erforderlich, das Sorptionsverhalten des Bastes und der Borke solcher Rinden, über deren ganzheitliches Sorptionsverhalten bereits Ergebnisse vorliegen, gesondert zu untersuchen. Als Beitrag hierzu wurde die 20 °C-Sorptionsisotherme für den Bast und die Borke der Rinde von fünf einheimischen Baumarten aufgenommen.

2 Überblick über bisherige Untersuchungen

Orientierende Vergleichsuntersuchungen über das Sorptionsverhalten von 16 mitteleuropäischen Rinden und ihrer zugehörigen Hölzer bei 20 °C und bis 97,6% relativer Luftfeuchtigkeit (Schneider 1978) ergaben, daß neun der untersuchten Rinden (von Ahorn, Eiche, Fichte, Kiefer, Lärche, Linde, Roterle, Salweide, Ulme) stärker hygroskopisch, drei Rinden (von Birke, Douglasie, Pappel) weniger hygroskopisch als ihre zugehörigen Hölzer waren, während die Sorptionsisothermen der restlichen vier Rinden (von Robinie, Roßkastanie, Rotbuche, Tanne) ein- oder zweimal die Vergleichskurven der zugeordneten Hölzer kreuzten. Der Streubereich der Gleichgewichtsfeuchtigkeit für die Gesamtheit der untersuchten Rinden war im Gesamtbereich der relativen Luftfeuchtigkeit rund doppelt so groß wie bei den zugehörigen Hölzern; bei 97,6% relativer Luftfeuchtigkeit ergab er sich für die Rinden zu 24,1 bis 38,3%, für die Hölzer zu 22,9 bis 30,4%.

Das spezifische Sorptionsverhalten der Rinden dürfte durch den im Vergleich zu den Hölzern sehr hohen Gehalt an Extraktstoffen und deren größere Artenvielfalt wesentlich mitbestimmt werden. Nach Martin (1969) entfällt bei den Rinden etwa ein Drittel ihres Gewichts auf Extraktstoffe. Murphey, Beall, Cutter u. Baldwin (1970) fanden zwar wesentlich niedrigere Beträge (maximal 27%), doch lagen auch diese noch weit über denen der Hölzer, bei denen der Extraktstoffgehalt im Durchschnitt weniger als 3% beträgt.

Wilhelmsen (1969) untersuchte das Sorptionsverhalten des Bastes und der Borke von Fichte (*Picea abies*), Kiefer (*Pinus sylvestris*) und Birke (*Betula pubescens*) bei 25 °C. Im Falle der Fichten- und Kiefernrinde waren die Unterschiede zwischen den Gleichgewichtsfeuchtigkeitsbeträgen von Bast und Borke im Bereich niedriger und mittlerer relativer Luft-

* Die beschriebenen Untersuchungsergebnisse sind der gleichnamigen forstwissenschaftlichen Diplomarbeit von W. Standke an der Universität München (1981) entnommen und werden vom zweitgenannten Verfasser (Betreuer der Diplomarbeit) interpretiert.

feuchtigkeit nur sehr gering ($\leq 0,5\%$ Feuchtigkeitsgehalt); oberhalb von etwa 70% stellte sich die Gleichgewichtsfeuchtigkeit des Bastes durchweg höher ein, bei 76% relativer Luftfeuchtigkeit um 0,7% (Fichte) und 1,1% (Kiefer), bei 93% um 8,0% bzw. 10,4%. Mehrfach größere Feuchtigkeitsunterschiede ergaben sich bezüglich der Fasersättigungsfeuchtigkeit, die für den Bast beider Rinden zu 165%, für die Borke der Fichte zu 63%, der Kiefer zu 70% und vergleichsweise für beide Hölzer zu 42% bestimmt wurde. Davon sehr abweichende Ergebnisse wurden für den Bast und die Borke der Birkenrinde erhalten. Hier zeigte sich die Gleichgewichtsfeuchtigkeit des Bastes schon im Bereich niedriger relativer Luftfeuchtigkeit rund doppelt so hoch wie die der Borke. Bei 93% wurde die Gleichgewichtsfeuchtigkeit des Bastes zu 23,3% bestimmt; für die Borke ergab sich der extrem niedrige Betrag von 9,4%. Sowohl die Fasersättigungsfeuchtigkeit der Borke (32%) als auch die des Bastes (62%) lag weit unter den Vergleichsbeträgen der beiden Nadelholzrinden. Bei allen drei untersuchten Rinden ergab sich die Sorptionshysterese der Borke deutlich größer als die des Bastes.

Okoh u. Skaar (1979) bestimmten die Adsorptions- und Desorptionsisotherme für 25 °C des Bastes und des Holzes von 10 nordamerikanischen Laubbaumarten. Dabei ergab sich, daß die Adsorptionsisothermen des Bastes und des Holzes der untersuchten Baumarten weitgehend übereinstimmen, jedoch die Desorptionsisotherme des Bastes in allen Fällen durchweg flacher als die des Holzes verlief und somit die Sorptionshysterese des Bastes vergleichsweise allgemein schwächer ausgeprägt war.

Kajita (1975) untersuchte das Sorptionsverhalten des Bastes, der Borke und des Holzes von Birke (*Betula maximowicziana* Regel) bei 20 und 30 °C. Während der Verlauf der Sorptionsisothermen des Bastes und des Holzes annähernd übereinstimmte, wurden für die Borke extrem niedrige Gleichgewichtsfeuchtigkeitsbeträge erhalten (so z. B. nur rund 4% bei 90% relativer Luftfeuchtigkeit und 20 °C), die noch wesentlich tiefer lagen als die von Wilhelmsen (1969) für die Borke einer anderen Birkenart (*Betula pubescens*) festgestellten Sorptionsbeträge.

3 Versuche

3.1. Versuchsdurchführung

Für die Sorptionsuntersuchungen wurden Bast- und Borkeproben von Fichte (*Picea abies*), Kiefer (*Pinus sylvestris*), Roßkastanie (*Aesculus hippocastanum*), Pappel (*Populus spec.*) und Birke (*Betula spec.*) verwendet. Maßgeblich für diese Auswahl war, daß sich bei früheren Untersuchungen (Schneider 1978) die Rinde von Fichte und Kiefer stärker, die von Pappel und Birke weniger hygroskopisch als die des zugehörigen Holzes erwies, während sich die Gleichgewichtsfeuchtigkeit der Roßkastanienrinde in aufeinanderfolgenden Teilbereichen der relativen Luftfeuchtigkeit abwechselungsweise höher und niedriger als die des Vergleichsholzes ergab.

Die Versuchsbäume, aus deren unterem Drittel die Proben entnommen wurden, stammten aus der Umgebung von München. Das Alter der Kiefer wurde zu 100 Jahren, der Fichte sowie Roßkastanie zu 64 und der Pappel sowie Birke zu 30 Jahren bestimmt. Nur im Falle der Birkenrinde, bei der die Borke stellenweise in Form unregelmäßiger Zacken in den Bast übergriff, war eine vollständige Separierung des Bastes von der Borke nicht möglich.

Da die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes von Rinden nach der Darrmethode (Trocknung bei 103 °C) infolge der Flüchtigkeit von Extraktstoffen (Litvay u. McKimmy

1975) und einer bereits eintretenden, nicht mehr vernachlässigbaren thermischen Teilzersetzung (Cassens 1974) zu fehlerhaften Ergebnissen führt, wurde das Trockengewicht der Proben durch deren mehrwöchigen Lagerung bei Raumtemperatur in evakuierten Exsikkatoren, zuerst über Silicagel, anschließend bis zur Gewichtskonstanz über Phosphorpentoxid, bestimmt.

Von jeder der fünf Baumarten wurden 36 Bast- und Borkeproben verwendet, die in Dreiergruppen auf die 12 Probengefäße einer erweiterten einfachen Vakuum-Sorptionsapparatur (Kollmann u. Schneider 1958) verteilt wurden, mit der die Sorptionsisotherme anhand von 12 gleichzeitig aufgenommenen Meßwerten für das hygroskopische Gleichgewicht der Proben bei den folgenden Beträgen des relativen Dampfdruckverhältnisses φ (Schneider 1960) bestimmt wurde:

φ	Eingestellt mit	φ	Eingestellt mit
9%	H ₂ SO ₄ —H ₂ O-Gemisch	86,0%	KCl in ges. Lösung
19%	H ₂ SO ₄ —H ₂ O-Gemisch	90,0%	ZnSO ₄ · 7H ₂ O in ges. Lösung
33,8%	MgCl ₂ · 6H ₂ O in ges. Lösung	93,0%	NH ₄ H ₂ PO ₄ in ges. Lösung
43,8%	K ₂ CO ₃ · 2H ₂ O in ges. Lösung	96,2%	KH ₂ PO ₄ in ges. Lösung
58,0%	NaBr · 2H ₂ O in ges. Lösung	97,6%	K ₂ SO ₄ in ges. Lösung
75,8%	NaCl in ges. Lösung	100%	H ₂ O

Ausgehend vom Trockenzustand der Proben wurde zuerst die Adsorptionsisotherme, anschließend, nach ausreichend langer Zwischenlagerung sämtlicher Proben im Vakuum über Wasser, die Desorptionsisotherme, jeweils in einem Klimaraum bei 20 ± 0,2 °C, aufgenommen.

3.2 Versuchsergebnisse

Die im folgenden dargestellten Sorptionsisothermen sind die Mittellinien zu den, aus den aufgenommenen Adsorptions- und Desorptionsisothermen gebildeten, Sorptionschleifen der Versuchsobjekte. Der Verlauf der Sorptionsisothermen zwischen 97,6% und 100% relativer Luftfeuchtigkeit konnte unter den gegebenen Versuchsbedingungen nur mit vergleichsweise geringerer Genauigkeit bestimmt werden, da in diesem Bereich bereits Temperaturschwankungen von 0,2 °C zur Feuchtigkeitskondensation an den Proben und damit zu Fehlmessungen führen können. Trotz dieser Einschränkung werden die Sorptionsisothermen auch noch in diesem Bereich dargestellt, da die Möglichkeit der Fehlmessung qualitativ in gleicher Weise für die Gleichgewichtsfeuchtigkeitsbeträge aller einschlägigen Proben bestand und die Unterschiede zwischen dem Sorptionsverhalten von Bast und Borke der untersuchten Rinden gerade im Bereich sehr hoher relativer Luftfeuchtigkeit besonders deutlich hervortraten.

In den Bildern 1 und 2 sind die Sorptionsisothermen für 20 °C des Bastes und der Borke der Fichten- bzw. Kiefernrinde dargestellt. Nach Schneider (1978) ist die Gleichgewichtsfeuchtigkeit dieser Rinden durchweg höher als die der zugehörigen Hölzer. Wie aus den beiden Diagrammen zu ersehen ist, verläuft die Sorptionsisotherme der Borke beider Rinden bis etwa 88% relativer Luftfeuchtigkeit oberhalb der Vergleichskurve des zugeordneten Bastanteils. Die maximale hy-

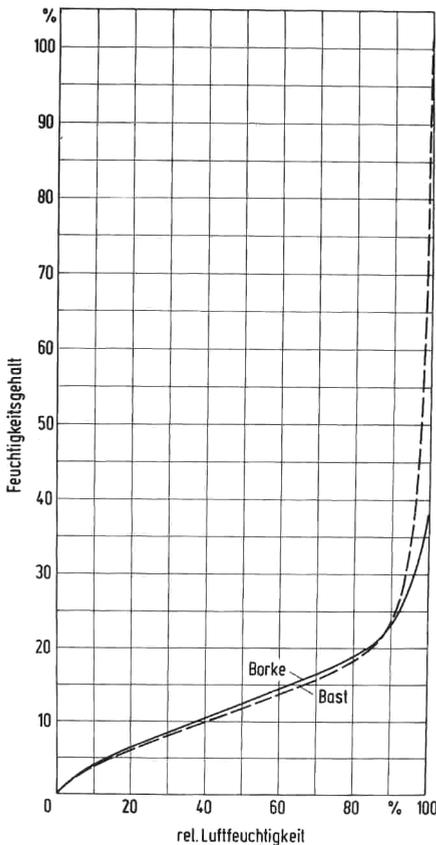


Bild 1. Sorptionsisothermen (20 °C) für Bast und Borke von Fichte (*Picea abies*)
Fig. 1. Sorption isotherms (20 °C) for the inner and outer bark of spruce (*Picea abies*)

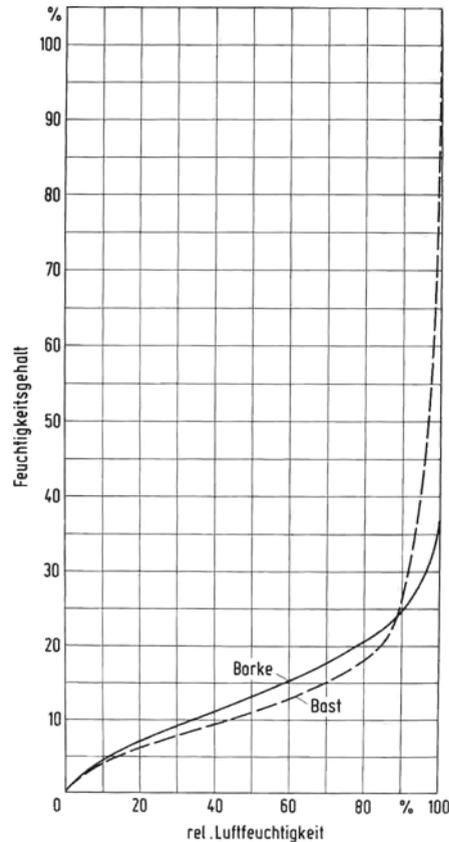


Bild 2. Sorptionsisothermen (20 °C) für Bast und Borke von Kiefer (*Pinus sylvestris*)
Fig. 2. Sorption isotherms (20 °C) for the inner and outer bark of pine (*Pinus sylvestris*)

grooskopische Feuchtigkeit der beiden Borken wurde zu 38% (Fichte) und 37% (Kiefer) bestimmt und lag damit nur um einige Prozente über dem Vergleichsbetrag der zugehörigen Hölzer (rund 30% nach Keylwerth, s. Kollmann 1952). Im Gegensatz dazu stieg die Gleichgewichtsfeuchtigkeit des Bastanteiles beider Rinden oberhalb von etwa 88% relativer Luftfeuchtigkeit sehr steil an, bei 97,6% auf 52% (Fichte) und 55% (Kiefer); bei 100% stellten sich die sehr hohen Luftfeuchtigkeitsbeträge von 101% bzw. 105% ein, die jedoch noch beträchtlich unter den dafür von Wilhelmsen (1969) gefundenen Beträgen (jeweils 165%) lagen.

Qualitativ ähnliche Unterschiede waren auch zwischen dem Sorptionsverhalten des Bastes und der Borke der Roßkastanienrinde festzustellen. Wie aus Bild 3 ersichtlich, verläuft hier bis etwa 92% relativer Luftfeuchtigkeit die 20 °C-Sorptionsisotherme der Borke oberhalb der des Bastes. Die maximale hygroskopische Feuchtigkeit der Borke ergab sich zu 30%. Die Sorptionsisotherme des Bastes steigt oberhalb von 90% relativer Luftfeuchtigkeit vergleichsweise übermäßig steil an; bei 97,6% wurde die Gleichgewichtsfeuchtigkeit zu 35% bestimmt. Der sich bei 100% relativer Luftfeuchtigkeit einstellende Feuchtigkeitsgehalt von 56% war nur etwas mehr als halb so hoch wie beim Bast der Fichten-, Kiefern- und Pappelrinde.

In Bild 4 ist die Sorptionsisotherme für 20 °C des Bastes und der Borke der Pappelrinde dargestellt. Wie daraus zu ersehen ist, steigt die Sorptionsisotherme des Bastes oberhalb von etwa 85% relativer Luftfeuchtigkeit sehr steil an; bei 97,6% wurde die Gleichgewichtsfeuchtigkeit zu 51% bestimmt, bei 100% relativer Luftfeuchtigkeit stellte sich der sehr hohe Feuchtigkeitsgehalt von 103% ein. Das Sorptions-

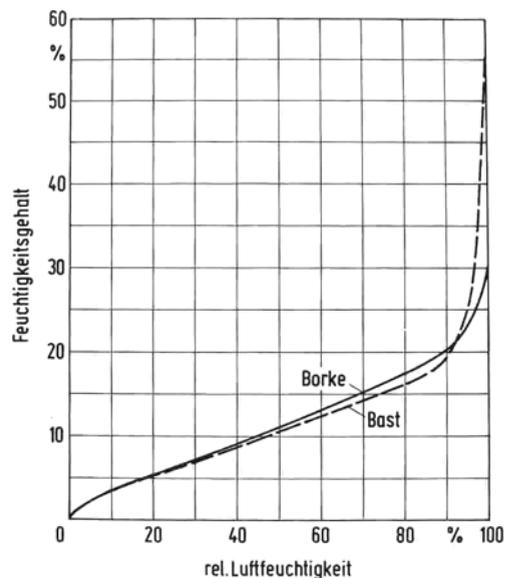


Bild 3. Sorptionsisothermen (20 °C) für Bast und Borke von Roßkastanie (*Aesculus hippocastanum*)
Fig. 3. Sorption isotherms (20 °C) for the inner and outer bark of horse-chestnut (*Aesculus hippocastanum*)

verhalten des Bastes der Pappelrinde stimmte somit weitgehend mit dem des Fichten- und Kiefern- und Roßkastanie überein. Im Gegensatz zu den bei der Fichte, Kiefer und Roßkastanie jeweils festgestellten höheren Gleichgewichtsfeuchtigkeitsbeträgen der Borke gegenüber dem Bast unterhalb von etwa

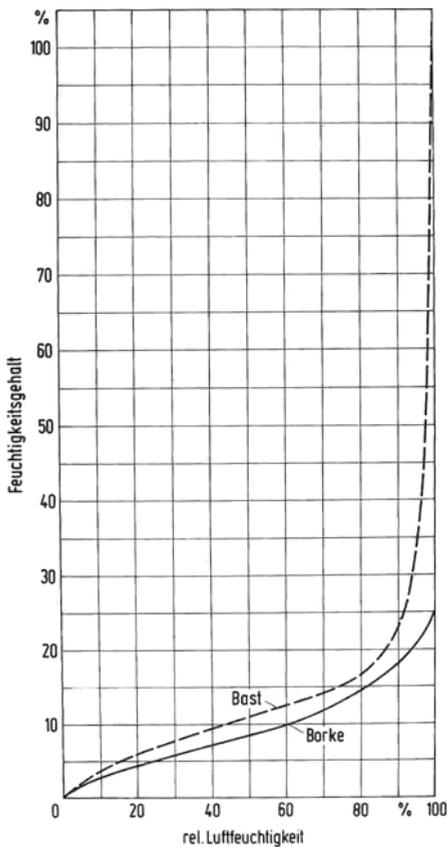


Bild 4. Sorptionsisothermen (20°C) für Bast und Borke von Pappel (*Populus spec.*)

Fig. 4. Sorption isotherm (20°C) for the inner and outer bark of poplar (*Populus spec.*)

88% bzw. 92% relativer Luftfeuchtigkeit, verläuft im Falle der Pappelrinde die Sorptionsisotherme der Borke durchweg unterhalb des Bastes und erreicht bei 100% relativer Luftfeuchtigkeit einen Feuchtigkeitsgehalt von nur 25%. Diese vergleichsweise auffallend geringe Hygroskopizität der Pappelborke dürfte die Ursache dafür sein, daß sich bei früheren Sorptionsuntersuchungen (Schneider 1978) die Gleichgewichtsfeuchtigkeitsbeträge der gesamten Pappelrinde in dem dabei erfaßten Bereich bis 97,6% relativer Luftfeuchtigkeit durchweg niedriger als die des Pappelholzes ergaben.

Wie Bild 5 zeigt, verläuft auch die Sorptionsisotherme für 20°C der Borke der Birkenrinde durchweg unterhalb der Bastanteile. Die Gleichgewichtsfeuchtigkeit der Borke bei 93% relativer Luftfeuchtigkeit ergab sich zu 22,5%; bei 100% stellte sich ein Feuchtigkeitsgehalt von 28% ein. Die extrem niedrigen Gleichgewichtsfeuchtigkeitsbeträge für Birkenborke, wie sie z. B. bei 93% relativer Luftfeuchtigkeit von Wilhelmson (1969) zu 9,4% (*Betula pubescens*) und von Kajita (1975) zu rund 5% (*Betula maximowicziana* Regel) bestimmt wurden, konnten somit bei den vorliegenden Untersuchungen nicht festgestellt werden. Die Sorptionsisotherme des Birkenbastes (Bild 5) zeigt, im Gegensatz zum Sorptionsverhalten der Bastanteile der vier anderen untersuchten Rinden, im Bereich sehr hoher relativer Luftfeuchtigkeit nur einen vergleichsweise geringen Anstieg; die festgestellte maximale hygroskopische Feuchtigkeit (31%) überschreitet nur um 3% die der Birkenborke.

Im Bereich niedriger und mittlerer relativer Luftfeuchtigkeit ergaben sich die größten Unterschiede zwischen den Gleichgewichtsfeuchtigkeitsbeträgen der untersuchten fünf Borken (z. B. 5,9% bei 58% relativer Luftfeuchtigkeit) viel

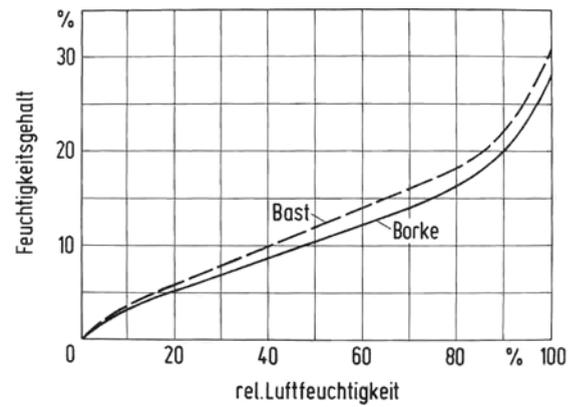


Bild 5. Sorptionsisothermen (20°C) für Bast und Borke von Birke (*Betula spec.*)

Fig. 5. Sorption isotherms (20°C) for inner and outer bark of birch (*Betula spec.*)

größer als im Falle der fünf Bastanteile (vergleichsweise 1,4%).

Bei allen fünf untersuchten Rinden zeigte sich, wie dies schon früher von Wilhelmson (1969) festgestellt worden war, daß die Sorptionshysterese bei der Borke stärker als beim Bast ausgeprägt war. Am deutlichsten war dies bei der Pappelrinde, am wenigsten bei der Birke der Fall.

4 Diskussion der Versuchsergebnisse

Für die Sorptionsisothermen des Bastes der Fichten-, Kiefern-, Pappel- und Roßkastanienrinde ist der gegenüber denen der zugehörigen Borken außerordentlich steile Anstieg im Bereich sehr hoher relativer Luftfeuchtigkeit besonders kennzeichnend. Ein damit qualitativ völlig übereinstimmendes Sorptionsverhalten zeigen beispielsweise salzgetränkte Hölzer. Kollmann u. Schneider (1959) stellten fest, daß die Gleichgewichtsfeuchtigkeit salzgetränkter Hölzer von dem Betrag der relativen Luftfeuchtigkeit an, der sich über der gesättigten wäßrigen Lösung des betreffenden Salzes einstellt (z. B. rund 76% im Falle von Kochsalz), mit steigender Luftfeuchtigkeit zunehmend stärker die Gleichgewichtsfeuchtigkeit des unbehandelten Holzes überschreitet. Dies ist darauf zurückzuführen, daß das eingebrachte Salz bei entsprechend hoher relativer Luftfeuchtigkeit zunächst völlig in Lösung geht und sich die Salzlösung bei weiter ansteigender Luftfeuchtigkeit so lange zunehmend verdünnt, bis der Wasserdampfdruck der Lösung mit dem jeweiligen in der Umgebung übereinstimmt. In einem salzgetränkten Holz wird demnach bei entsprechend hoher relativer Luftfeuchtigkeit die Wasserdampfsorption des Holzes durch den Lösungsvorgang des Salzes „überlagert“.

Je nach Art und Menge, grundsätzlich jedoch in qualitativ ähnlicher Weise, müssen sich auch die wasserlöslichen Extraktstoffe in den Hölzern und Rinden in unterschiedlichem Maße auf deren Feuchtigkeitsbindung bei entsprechend hoher Luftfeuchtigkeit auswirken. Bisher für Birkenrinde (Kajita 1975) und Kiefernrinde (Pearl u. Buchanan 1976), getrennt nach Bast und Borke, vorliegende Analysen der Extraktstoffe zeigen, daß der Bast dieser Rinden weit mehr wasserlösliche Extraktstoffe als deren Borke enthält. Besondere Beachtung verdient dabei, daß Pearl u. Buchanan (1976) in der Borke der von ihnen untersuchten Kiefernrinde (*Loblolly pine*) keine löslichen Zucker fanden, während sie davon im Bast einen Anteil von 7,9% (2,4% Sucrose, 1,5% Glucose, 4,0% Fruc-

tose) feststellen konnten. Da diese Zucker, in gleicher Weise wie für die Salze beschrieben, bei entsprechend hoher relativer Luftfeuchtigkeit in Lösung gehen¹, ist es wahrscheinlich, daß der beim Bast der Fichten-, Kiefern-, Roßkastanien- und Pappelrinde festgestellte sehr steile Anstieg der Sorptionsisotherme oberhalb von etwa 90% relativer Luftfeuchtigkeit im wesentlichen auf das – erst noch nachzuweisende – Vorhandensein von wasserlöslichen Zuckern in diesen Bastarten zurückzuführen ist. Umgekehrt würde sich dann das Fehlen dieses übermäßig steilen Anstiegs der Sorptionsisotherme im Falle des Bastes der Birke und generell bei den fünf ausgewählten Borken aus dem Fehlen von wasserlöslichen Zuckern in der Gruppe der hydrophilen Extraktstoffe dieser Untersuchungsobjekte erklären.

Während über den Einfluß der verschiedenen Extraktstoffe auf das Sorptionsverhalten der Borken noch keine Ergebnisse vorliegen, ist bereits bekannt, daß das nur in der Borke vorkommende Suberin – die Grundsubstanz des Korks – verhältnismäßig wenig hygroskopisch ist und sich somit vermindern auf die Gleichgewichtsfeuchtigkeit der Borken auswirken muß. So fand Schneider (1978), daß die Gleichgewichtsfeuchtigkeit des sog. Reproduktionskorks der Korkeiche (*Quercus suber* L.) im mittleren Bereich der relativen Luftfeuchtigkeit nur knapp die Hälfte der für 16 untersuchte Hölzer und Rinden erhaltenen Durchschnittsbeträge erreichte und bei 97,6% relativer Luftfeuchtigkeit nur 15% betrug. Es ist deshalb zu vermuten, daß die im Gesamtbereich der Sorptionsisotherme festgestellte niedrigere Gleichgewichtsfeuchtigkeit der Borke der Pappel- und Birkenrinde gegenüber dem zugehörigen Bastanteil vorwiegend auf einem hohen Suberingehalt dieser beiden Borken beruht. Diese Vermutung wird dadurch erhärtet, daß Jensen, Fremer, Sierilä u. Wartiovaara (1963) bei der von ihnen analysierten Birkenborke (*Betula verrucosa*) einen Suberingehalt von 38,7% feststellten. Demgegenüber fanden Pearl u. Buchanan (1976) bei der Borke einer amerikanischen Kiefer (*Loblolly pine*) nur einen Suberingehalt von 2,0%. Dieser vergleichsweise sehr geringe, auch für andere Kiefernarten etwa in gleicher Höhe anzunehmende, Suberingehalt dürfte die wesentliche Ursache dafür sein, daß die Sorptionsisotherme der untersuchten Kiefernborke (*Pinus sylvestris*) durchweg deutlich höher als die der Pappel- und Birkenborke verlief und bis 88% relativer Luftfeuchtigkeit auch die Sorptionsisotherme des Kiefernbastes überschritt.

Da der Masseanteil der Borke (bis zu 90%) den des Bastes der Rinden meistens weit überschreitet, wird das Sorptionsverhalten der ungeteilten Rinde in der Regel weit mehr von dem

¹ In orientierenden Messungen mit einem Dubrovin-Manometer (Kollmann u. Schneider 1957) wurden die sich über den gesättigten wäßrigen Lösungen der drei Zucker bei 20 °C einstellenden Beträge der relativen Luftfeuchtigkeit bestimmt zu 93,2% (Sucrose), 91,6% (Glucose) und 63,8% (Fructose)

der Borke als dem des Bastes bestimmt. Demzufolge kommt auch der festgestellte sehr steile Anstieg der Sorptionsisotherme des Bastes der Fichten-, Kiefern-, Roßkastanien- und Pappelrinde im Bereich sehr hoher relativer Luftfeuchtigkeit im Sorptionsverhalten der Gesamtrinde dieser Bäume nur noch stark abgeschwächt zum Ausdruck (Schneider 1978).

Zur systematischen Aufklärung der Ursachen für das festgestellte charakteristische Sorptionsverhalten des Bastes und der Borke der fünf ausgewählten Rinden erscheinen zunächst vergleichende Sorptionsuntersuchungen an deren unbehandelten und auf verschiedene Weise extrahierten Bast- und Borkeanteilen erforderlich.

5 Literatur

- Cassens, D. L. 1974: Bark properties of eight western softwoods. *Forest Prod. J.* 24 (4): 40–45
- Jensen, W.; Fremer, K. E.; Sierilä, P.; Wartiovaara, V. 1963: The chemistry of bark. In Browning, B. L.: *The chemistry of wood: 587–666*. New York/London: Interscience Publishers
- Kajita, H. 1975: The bark-water relationship. *Soc. of Mat. Sci. J. (Japan)* 24: 862–866
- Kollmann, F. 1952: Untersuchungen über die Trocknung von Kiefernholz mit erhöhten Temperaturen. *Medd. 23, Svenska Träforskningsinstitutet, Trätekn. Avd., Stockholm*
- Kollmann, F.; Schneider A. 1957: Sorptionsmessungen an Holzwoleplatten. *Holz Roh-Werkstoff* 15: 321–324
- Kollmann, F.; Schneider A. 1958: Einrichtungen zur praxisnahen und wissenschaftlich exakten Messung der Sorptionseigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen. *Holz Roh-Werkstoff* 16: 117–122
- Kollmann, F.; Schneider A. 1959: Sorptionsmessungen an mit Salzen imprägnierten Hölzern. *Holz Roh-Werkstoff* 17: 212–218
- Litvay, J. D.; McKimmy, M. D. 1975: Determining moisture content and moisture sorption in Douglas-fir bark. *Wood Sci.* 7 (4): 284–291
- Martin, R. E. 1969: Characterization of southern pine barks. *Forest Prod. J.* 19 (8): 23–30
- Murphey, W. K.; Beall, F. C.; Cutter, B. E.; Baldwin, R. C. 1970: Selected chemical and physical properties of several bark species. *Forest Prod. J.* 20 (2): 58–59
- Okoh, K. I. A.; Skaar, C. 1980: Moisture sorption isotherms of the wood and inner bark of ten southern U. S. hardwoods. *Wood a. Fiber* 12 (2): 98–111
- Pearl, I. A.; Buchanan, M. A. 1976: A study of the inner and outer barks of loblolly pine. *Tappi* 59 (2): 136–139
- Schneider, A. 1960: Neue Diagramme zur Bestimmung der relativen Luftfeuchtigkeit über gesättigten wässrigen Salzlösungen und wässrigen Schwefelsäurelösungen bei verschiedenen Temperaturen. *Holz Roh-Werkstoff* 18: 269–272
- Schneider, A. 1978: Orientierende Vergleichsuntersuchungen über das Sorptionsverhalten mitteleuropäischer Baumrinden und Hölzer. *Holz Roh-Werkstoff* 36: 235–239
- Wilhelmsen, G. 1969: Bark-water relationships. II. Hygroscopicity of bark of spruce, pine and birch. *Norsk Skogind.* 23: 333–339