

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Die Entwicklung der organisch gebundenen Holzspanplatte in den vierziger Jahren des vorherigen Jahrhunderts stellt einen Meilenstein in der Geschichte der Holzwerkstoffe dar. Im Jahr 2003 entfielen etwa zwei Drittel der rd. 36 Mio. m³ europaweit produzierten Holzwerkstoffe auf die Holzspanplatte (DÖRY 2004). Auch im Jahr 2004 konnte die Spanplattenproduktion um weitere 4,6 % gesteigert werden (ANONYMUS 2005). Damit ist die Spanplatte trotz wachsender Konkurrenz durch andere Holzwerkstoffe wie die mitteldichte Faserplatte (MDF) und das Oriented Strand Board (OSB) nach wie vor der bedeutendste Holzwerkstoff in Europa. Verwendung finden Holzspanplatten vor allem in der Möbelindustrie. Hier werden nach DÖRY (2004) europaweit ca. 56 % der produzierten Spanplatten verarbeitet. Ungefähr 23 % der hergestellten Spanplatten werden, dem zitierten Autor zufolge, im Baubereich verwendet. Mit einem Anteil an der Holzwerkstoffproduktion von ca. 20 % im Jahr 2003 ist die mitteldichte Faserplatte (MDF) nach der Spanplatte der meistproduzierte Holzwerkstoff in Europa. Die rd. 11 Mio. m³ europaweit produzierte MDF werden nach DÖRY (2004) zu etwa 55 % von der Möbelindustrie verarbeitet, rd. 30 % dienen als Trägermaterial für die Laminatbodenherstellung und ca. 8 % werden im Baubereich eingesetzt.

Hauptbestandteil der Holzspan- und Faserplatten und wichtigster Rohstoff für deren Herstellung ist mit etwa 90 % der Plattenmasse das Holz. In Europa wird für die Herstellung von Span- und Faserplatten hauptsächlich Nadelholz eingesetzt, welches entweder in Form von Waldholz oder als Industrierestholz aus der Sägeindustrie Verwendung findet. Eine weitere Rohstoffquelle für die Herstellung von Holzwerkstoffen stellt die

Verwendung von Altholz dar. Während in Deutschland aus Gebrauchtholz gewonnene Späne nur in relativ geringem Umfang zur anteiligen Substitution der aus „frischem“ Holz erzeugten Späne Verwendung finden, werden z.B. in Italien Anlagen betrieben, die Holzwerkstoffe ausschließlich auf Basis von Gebrauchtholz produzieren (PALADIN 2002).

Die Nutzung des Altholzes als Rohstoff für die Herstellung von Holzwerkstoffen erfordert eine Aufbereitung dieses zumeist heterogenen Gemisches von Hölzern und holzhaltigen Stoffen durch mehrstufige Verfahren, die eine mechanische Zerkleinerung, Ausschleusung von Störstoffen und Fraktionierung umfassen. Es besteht weiterhin auch die Möglichkeit, gebrauchte Span- und Faserplatten gezielt zu recyceln. Zu diesem Zweck wurden neben der einfachen mechanischen Zerkleinerung der Gebrauchtspanplatten verschiedene auf dem Prinzip der Thermohydrolyse basierende Verfahren entwickelt. Aufbauend auf einem bereits 1963 von SANDBERG zum Patent angemeldeten Verfahren (DE-AS 1201045), wurde in der Folgezeit das Prinzip der Thermohydrolyse in Deutschland von der Fa. Pfeleiderer und dem Fraunhofer Institut für Holzforschung (WKI) nochmals aufgegriffen und in vielerlei Hinsicht verbessert. Das vom WKI patentierte Verfahren (DE-OS 19509152 A1), welches eine Vorquellung der zerkleinerten Gebrauchtspanplatten vor dem Aufschluss vorsieht, wird zurzeit diskontinuierlich in der Industrie eingesetzt. Das kontinuierlich arbeitende Verfahren der Pfeleiderer AG (DE-OS 4224629 A1) wurde bislang im Pilotmaßstab erprobt.

Neben den sich aus der Nutzung von Altholz und Gebraucht-Holzwerkstoffen als Rohstoff für die Herstellung von Holzwerkstoffen ergebenden wirtschaftlichen Vorteilen, sind vor allem auch die in den letzten Jahren eingeleiteten umweltpolitischen Maßnahmen zur Vermeidung und Verwertung von Abfällen (KrW-/AbfG, TA Siedlungsabfall, VerpackV, AltholzV) als Triebfeder für die oben genannten Entwicklungen zu sehen. Das durch diese Vorschriften bewirkte Verbot der Deponierung

von organischen Abfällen, zu denen das Altholz zählt, erfordert eine Ausweitung der stofflichen und energetischen Verwertung dieser Stoffe. Es ist daher davon auszugehen, dass das Recycling im Sinne einer stofflichen Verwertung des Altholzes und insbesondere auch der gebrauchten Holzwerkstoffe in der Holzwerkstoffindustrie zukünftig von Bedeutung sein wird.

1.2 Aufgabenstellung

Eine wichtige Eigenschaft aller Holzwerkstoffe ist ihr Verhalten bei der Einwirkung von Wasser und der Feuchte der Umgebungsluft. Im ersten Fall, also dem Kontakt mit Wasser, reagieren Holzspan- und -faserplatten mit einer mehr oder weniger starken Quellung vor allem in der Plattendicke. Dieses als Dickenquellung bezeichnete Verhalten nimmt nach einer 24-stündigen Wasserlagerung bei 20 °C je nach Werkstoff, Bindemittel und Herstellungsbedingungen im Allgemeinen Werte von unter 10 % bis zu ca. 30 % an. Hieraus ergeben sich Auswirkungen im Hinblick auf eine Verwendung der Holzwerkstoffe im Möbelbau, Fußboden- und vor allem auch im Baubereich.

Ebenfalls von Bedeutung ist die Reaktion von Span- und Faserplatten auf Änderungen der relativen Luftfeuchte. Durch das hygroscopische Verhalten des Holzes, das sich auf die zu großen Teilen hieraus bestehenden Holzwerkstoffe überträgt, kommt es bei einer Änderung der relativen Feuchte der Umgebungsluft zu einer entsprechenden Erhöhung oder Erniedrigung der Feuchte des Holzwerkstoffes, die eine mehr oder minder ausgeprägte Auswirkung auf dessen Abmessungen in der Plattenebene und auch senkrecht dazu bewirkt. So beträgt, Untersuchungsergebnissen von NIEMZ UND POBLETE (1996) an UF-gebundenen Spanplatten zufolge, bei einer Erhöhung der relativen Luftfeuchte von 40 % auf 95 % die Dimensionsänderung in Plattenebene

0,38 % und senkrecht zur Plattenebene 10,5 %. Bei UF-gebundenen MDF fanden die Autoren eine Dimensionsänderung von 0,19 % in der Plattenebene und 8,7 % senkrecht dazu. Die gering erscheinenden Werte der Dimensionsänderung in der Plattenebene gewinnen an Bedeutung, wenn man sich vor Augen hält, dass bei großflächiger Verwendung der Holzwerkstoffe im Baubereich oder bei Fußbodenanwendungen auch solch gering anmutende relative Dimensionsänderungen durchaus ein für die Verwendung relevantes absolutes Ausmaß annehmen können. Die hierdurch unter Umständen entstehenden Schäden sind zum Teil erheblich (SATTLER 1997). Die Dimensionsstabilität der Holzspan- und Holzfaserverplatten bei einer Verschiebung der Feuchte der Umgebungsluft ist daher eine wichtige Eigenschaft dieser Werkstoffe, zumal ein direkter Kontakt mit Wasser zwar durch geeignete konstruktive Maßnahmen in vielen Fällen vermieden werden kann, demgegenüber die Einwirkung der Luftfeuchte jedoch fast immer gegeben ist und nur durch spezielle Maßnahmen, wie einer Erhöhung des Diffusionswiderstands (z.B. durch eine Beschichtung), weitgehend umgangen werden kann.

Die Dickenquellung und die Dimensionsstabilität von Holzwerkstoffen hängen, dem Schrifttum zufolge, von einer Vielzahl von Faktoren ab. Vielfach wird von den Autoren ein Einfluss der Rohdichte der Platten, der zur Herstellung der Späne bzw. Fasern verwendeten Holzart und der Geometrie der Späne angeführt (HALLIGAN 1970, ROFFAEL UND RAUCH 1972, BEECH 1975, GEIMER 1982). Auch Art und Menge des eingesetzten Binde- und Hydrophobierungsmittels und Herstellungsbedingungen wie die Presstemperatur haben Einfluss auf die Dickenquellung und die Dimensionsstabilität der Holzwerkstoffe (LEHMANN 1974, GREUBEL UND PAULITSCH 1977, VITAL ET AL. 1980). Die aufgeführten Arbeiten beziehen sich ausnahmslos auf Span- und Faserplatten, die aus „frischem“ Holz hergestellt wurden, hingegen konnten in der Literatur keine Untersuchungen zur Dimensionsstabilität von Holzspan- und

Holzfaserverplatten aus Recyclingspänen bzw. -fasern gefunden werden. Weiterhin sind keine Untersuchungsergebnisse bekannt, welche die Verleimbarkeit der aus gebrauchten Holzwerkstoffen gewonnenen Recyclingspäne und -fasern mit den verschiedenen in der Holzwerkstoffindustrie üblicher Weise verwendeten Bindemitteln betreffen. Vor dem Hintergrund der zuvor beschriebenen Bemühungen um einen vermehrten Einsatz von aus Gebrauchtholz gewonnenen Recyclingspänen und -fasern in der Holzwerkstoffindustrie, besteht hinsichtlich der Eigenschaften von Holzwerkstoffen, die aus Recyclingspänen und -fasern hergestellt wurden, demnach noch Forschungsbedarf.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, zu untersuchen, inwieweit sich die Verwendung von Recyclingspänen und -fasern in Verbindung mit verschiedenen Bindemitteln auf die physikalisch-technologischen Eigenschaften der hergestellten Holzspan- und -faserplatten auswirkt. Insbesondere die Dimensionsstabilität bei sich ändernder relativer Feuchte der Umgebungsluft und die Dickenquellung bei Lagerung in Wasser sollte hierbei Gegenstand der Untersuchungen sein.

2 Grundlagen

2.1 Zum Recycling in der Holzwerkstoffindustrie

Lange bevor die Themen Kreislaufwirtschaft und Recycling vor dem Hintergrund der Abfallvermeidung und der Ressourcenschonung in Deutschland Gegenstand der öffentlichen Diskussion wurden, war in der Holzindustrie die Verwertung von Produktionsresten, wenn auch vorwiegend aus ökonomischen Gründen, bereits weit verbreitet. Heute ist insbesondere das bei der Be- und Verarbeitung des Holzes anfallende Industrierestholz, vornehmlich Nebenprodukte der Sägeindustrie, ein wichtiger Rohstoff der Holzwerkstoff- und Zellstoffindustrie. Nach MANTAU ET AL. (2003A) werden in Deutschland 57 % des Holzbedarfs der Spanplattenproduktion und 32 % des Bedarfs der MDF-Produktion durch Industrierestholz gedeckt. Damit ist die Holzwerkstoffindustrie, die allein 35 % des in Deutschland anfallenden Industrierestholzes verarbeitet, gefolgt von der Zellstoffindustrie einer der Hauptabnehmer dieses Holzsortiments (MANTAU ET AL., 2003B).

Neben der Nutzung der Nebenerzeugnisse der Sägeindustrie werden in der Holzwerkstoffindustrie schon seit langem die Rückstände der eigenen Produktion wie Schleifstaub, Besäumreste oder Ausschussware wieder verwendet, indem sie entweder dem Produktionsprozess zugeführt, also stofflich verwertet oder thermisch z.B. zur Befeuerung der Späne- bzw. Fasertrockner genutzt werden. In den letzten Jahren hat zudem die Verwendung von Gebrauchtholz (Altholz) als weitere sekundäre Rohstoffquelle an Bedeutung für die Holzwerkstoffindustrie gewonnen. Nach MARUTZKY (2003) werden derzeit in Deutschland etwa 1,5 Mio. t Altholz pro Jahr stofflich verwertet. Vor allem bei der Spanplattenherstellung wird nach MANTAU ET AL. (2003A) in erheblichem Umfang Gebrauchtholz eingesetzt. So betrug im Jahr 2001 die Gebrauchtholzquote

bei der Spanplattenproduktion ca. 19 %, wohingegen bei der Fertigung von MDF und OSB kein oder kaum Gebrauchtholz verwendet wurde.

2.1.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die Entwicklung zu einem verstärkten Einsatz von Altholzsortimenten als Rohstoff für die Holzwerkstoffindustrie wurde maßgeblich durch die in den letzten Jahren eingeleiteten umweltpolitischen Maßnahmen zur Vermeidung und Verwertung von Abfällen vorangetrieben. So ist eine Reihe von Gesetzen, Verordnungen und technischen Anleitungen erlassen worden, die direkt oder indirekt die Verwendung von Althölzern in der Holzwerkstoffindustrie betreffen. Vor allem das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG), die Technische Anleitung zur Vermeidung, Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen (TA Siedlungsabfall), die Verordnung über die Vermeidung von Verpackungsabfällen (VerpackV), das Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (EEG) und die Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (AltholzV) sind für die Holzwerkstoffindustrie von Bedeutung (*Tab. 2.1*).

Die genannten Regelwerke bilden den rechtlichen Rahmen, in dem sich die Holzwerkstoffindustrie vor allem hinsichtlich der stofflichen Verwertung bewegt. So schafft das mit der TA Siedlungsabfall und der Altholzverordnung ausgesprochene Deponierungsverbot für die meisten der holzhaltigen Abfälle ein Rohstoffpotential von geschätzten 7,5 bis 8,5 Mio. t pro Jahr (MARUTZKY 2001), das für die stoffliche und energetische Verwertung u.a. durch die Holzwerkstoffindustrie genutzt werden soll.

Tab. 2.1: Deutsche Regelwerke mit Relevanz für die Holzwerkstoffindustrie im Hinblick auf die Verwendung von Altholz
(erweitert nach ERNST, ROFFAEL UND WEBER 1998)

Verpackungsverordnung (VerpackV) vom 12.6.1991, geändert am 26.10.1993

- Verpackungen sollen aus umweltfreundlichen Materialien hergestellt werden
- Verpackungsabfall soll eine Gewichts- und Volumenbeschränkung erfahren

TA Siedlungsabfall (TASi) vom 01.06.1993

- Produkte mit einem Gehalt von mehr als 5 % an organischen Stoffen dürfen ab dem Jahr 2005 (seit dem 01.06.1993 mit einer Übergangsfrist von 12 Jahren) nicht mehr auf Hausmülldeponien gelagert werden

Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) vom 7.10.1996

- Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen
- umweltverträgliche Beseitigung von Abfällen

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vom 29.03.2000

- nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung
- Verdopplung des Anteils erneuerbarer Energien bis 2010

Altholzverordnung (AltholzV) vom 01.03.2003

- Umfassende Regelungen zur stofflichen und energetischen Verwertung von Altholz und deren Überwachung
- Einstufung des Altholzes in Altholzkategorien
- Gleichstellung der stofflichen und energetischen Verwertung

Nach Schätzungen von MARUTZKY (2003) wurden im Jahr 2001 1,2 bis 1,5 Mio. t des Altholzaufkommens einer stofflichen Verwertung zugeführt, weitere 1,6 bis 1,9 Mio. t wurden energetisch verwertet. Ein großer Teil des Altholzes (> 3,5 Mio. t) wurde jedoch der Beseitigung in Müllverbrennungsanlagen und der Deponierung zugeführt. Durch die Gleichstellung von stofflicher und energetischer Verwertung durch das KrW-/AbfG in Verbindung mit der AltholzV und die Förderung der regenerativen Energien durch das EEG wird die Nachfragekonkurrenz um die verfügbaren Altholzmengen erhöht und es ist nicht auszuschließen, dass es zu einer Verknappung des Rohstoffs Altholz für die Holzwerkstoffindustrie kommt (DEPPE 2003).