

Zusammenfassung

Unmittelbar nach dem Verlassen der Heißpresse sind die Eigenschaften von Holzwerkstoffplatten noch nicht vollständig ausgeprägt. Sie ändern sich sowohl während der freiluftumsplten Auskühlung als auch während der Lagerung im Stapel zum Teil beträchtlich. In der industriellen Produktion werden die Platten vor der Qualitätsprüfung in der Regel vollständig ausgekühlt. Dadurch vergehen zwischen der Herstellung und dem Zeitpunkt bis die Eigenschaftswerte vorliegen, meist mehr als zwei Stunden. Wünschenswert wäre, durch eine Verringerung dieser Zeitspanne direkter auf Eigenschaftsschwankungen reagieren zu können. Voraussetzung dafür ist, dass durch frühzeitige Eigenschaftsprfung Aussagen über die zu erwartenden Werte getroffen werden können. Ein Ziel der Arbeit war daher, die Änderung der physikalisch-technologischen Eigenschaften von industriell gefertigten Span- und Faserplatten während der Abkühlung zu ermitteln.

Es ist sowohl aus der Literatur als auch aus der industriellen Praxis bekannt, dass, in Abhängigkeit von den Klebstofftypen, Lagerbedingungen und weiteren Faktoren, die Platteneigenschaften nach Verlassen der Presse unterschiedlich beeinflusst werden. Dies kann bedeuten, dass in der Presse die Platten nicht "fertig gepresst" werden müssen, um nach entsprechender Behandlung nach dem Pressen erhöhte Eigenschaftswerte zu erreichen. Diese Zusammenhänge sind bisher in ihrer Komplexität nicht soweit bekannt, dass klare Strategien für die Plattenherstellung ableitbar sind. Hauptaugenmerk der Arbeit ist daher die Erarbeitung allgemeiner Zusammenhänge der Eigenschaftsentwicklung von Spanplatten während der Stapellagerung nach dem Pressen. Daraus werden Konzepte abgeleitet, um die Stapellagerung gezielt zur Verbesserung der Eigenschaften von aminoplast- und phenoplastharz-verleimten Platten zu nutzen.

Die Änderung physikalisch-technologischer Eigenschaften während der freien Auskühlung wurde an mit Harnstoff- (UF), Melamin-Harnstoff- (MUF) und Phenol-Formaldehydharz (PF) verklebten Spanplatten sowie an UF-verklebten Faserplatten untersucht. Ermittelt wurden die Druckscherfestigkeit parallel zur Plattenebene, die Querkzugfestigkeit, die Biegefestigkeit sowie der Biege-Elastizitätsmodul über einen Zeitraum von 24 Stunden. Ferner wurde die Entwicklung von Plattendicke, Temperatur und Feuchte in der Deck- und Mittelschicht gemessen. Neben den zerstörenden Prüfmethoden wurden zerstörungsfreie Verfahren zur Bestimmung des dynamischen Biege-Elastizitätsmoduls und der berührenden sowie berührungslosen Bestimmung der Schallgeschwindigkeit senkrecht zur Plattenebene angewandt.

Die elastomechanischen Eigenschaften haben unmittelbar nach dem Verpressen etwa 60% bis 90% ihres Endwertes erreicht. Dabei besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Plattentemperatur und den Eigenschaften. Die Eigenschaften der MUF- und PF-verleimten Platten nehmen je 1°C Temperaturänderung stärker zu als die der UF-verleimten Platten. Dicke Platten kühlen langsamer ab als dünne und weisen daher eine stärkere relative Eigenschaftszunahme auf. Auch die Dauer der Temperatureinwirkung während der Abkühlung wirkt sich also auf die Entwicklung der Platteneigenschaften aus.

Die vorliegende Untersuchung ergab für jeden Plattentyp und für definierte Abkühlbedingungen einen statistisch gesicherten Zusammenhang zwischen dem Temperaturverlauf und der Eigenschaftsentwicklung. Daher besteht die Möglichkeit unter Berücksichtigung der Temperatur die Eigenschaftsmessung zeitnah zum Verpressen durchzuführen, um dann mit Hilfe der Regression zwischen der Temperatur und der Eigenschaft den Wert nach vollständiger Auskühlung abzuleiten.

Um die Veränderungen der Klebstoffe und des Holzes während der Stapellagerung charakterisieren zu können, wurden zunächst in der industriellen Produktion die Temperatur- und Feuchtebedingungen ermittelt, denen die Platten während der Abkühlung und Lagerung nach dem Verpressen ausgesetzt sind.

Furnierstreifen verschiedener Holzarten (Kiefer, Fichte und Buche) wurden gepresst und anschließend einer Lagerung unterzogen. Dabei wurden Temperatur- und Feuchtebedingungen eingestellt, denen die Platte während des Verpressens und der Stapellagerung ausgesetzt ist. Während der Lagerung betrug die Temperatur zwischen 60°C und 100°C und die Feuchte zwischen 6% und 12%. Ziel dieser Untersuchung war es die Änderung der Gleichgewichtsfeuchte, des pH-Wertes und der Pufferkapazität sowie der Formaldehydemission zu ermitteln. Es wurde festgestellt, dass die Sorptionsfähigkeit des Holzes sowohl durch den Pressvorgang als auch durch die Lagerbedingungen beeinflusst wird: Je höher die Feuchte und die Temperatur, umso geringer ist die Gleichgewichtsfeuchte. Die pH-Werte und Pufferkapazitäten ändern sich beim Pressen nicht. Während einer längeren Lagerung bei 100°C werden diese Eigenschaften deutlich beeinflusst. Der pH-Wert sinkt für die untersuchten Holzarten innerhalb von 7 Tagen auf etwa 4,0 ab und die Pufferkapazität steigt über diesen Zeitraum linear an. Die Formaldehydemission des Holzes, bestimmt nach der Flaschenmethode, nimmt während der Lagerung in Abhängigkeit von der Temperatur geringfügig zu.

An Furnierstreifen, die mit Aminoplast-Harzen verklebt wurden, wurde die Entwicklung der Zugscherfestigkeit während der Lagerung unter verschiedenen Temperatur- und Feuchtebedingungen untersucht. Es kamen konventionelle Spanplatten-Klebstoffe zum Einsatz: ein reines UF-Harz und je ein melaminhaltiges UF-Harz mit geringem (UFm) und hohem (MUF) Melaminanteil. Die Bedingungen beim Verkleben der Furnierstreifen wurden mit Presszeiten von 60 bis 100 Sekunden und mit Presstemperaturen von 110°C und 200°C den Gegebenheiten der Deck- bzw. Mittelschichten einer Spanplatte simuliert. Die Proben wurden ebenfalls bei Temperaturen zwischen 60°C und 100°C bei einer Feuchte von 6% und 12% für mehrere Tage gelagert. Für das reine UF-Harz zeigte sich, dass sich die Scherfestigkeit der Klebfuge nach einer kurzen Presszeit innerhalb der ersten 6 Stunden der Lagerung erhöht. Nach einer Lagerzeit von 6 Stunden erhöht sich die Zugscherfestigkeit bei einer Temperatur von 60°C nicht weiter, bei fortgesetzter Lagerung ist bei einer Temperatur von 80°C und insbesondere 100°C ein deutlicher Abfall der Klebfugenfestigkeit infolge von Hydrolyse erkennbar. Diese Zusammenhänge werden auch für die Feuchtebeständigkeit der Klebfuge, die mit Hilfe der Scherfestigkeit nach zweistündiger Wasserlagerung ermittelt wurden, gefunden.

Bei Erhöhung des Melamingehaltes der Harze liegt das Temperaturniveau, bei dem sich die Klebfugenfestigkeit optimal entwickelt, höher. Beim UFm-Harz wurde die maximale Festigkeit innerhalb von 6 Stunden bei 80°C ermittelt, bei 100°C ist nach einem starken Anstieg der Festigkeit innerhalb von 3 Stunden nach dem Verpressen eine deutliche Abnahme feststellbar. Bei MUF ist auch nach einem Anstieg der Scherfestigkeit innerhalb von 6 Stunden bei 100°C ein Einsetzen der Hydrolyse erkennbar, allerdings wird die Klebfugenfestigkeit erst nach 24 Stunden deutlich reduziert.

Im nächsten Schritt wurden Laborspanplatten hergestellt und bei erhöhter Temperatur für mehrere Stunden gelagert. Zu diesem Zweck wurde ein Klimatisierungsgert so angepasst, dass die Stapelbedingungen für kleinformartige Platten im Labor nachgestellt werden konnten. Die Tauglichkeit dieser Apparatur wurde an Vergleichsmessungen mit industriell produzierten und gestapelten Platten nachgewiesen. Als Klebstoffe wurden UF-Harze (je mit einem Molverhältnis F:U > 1 und F:U < 1), ein MUF und ein MUPF sowie zwei PF-Harze (unmodifiziert und modifiziert) eingesetzt. Des weiteren wurden die Herstellparameter (Presszeit, Hrtermenge und Mattenfeuchte) und die Einstapeltemperaturen variiert.

Die Querkzugfestigkeit der Platten mit dem UF-Harz mit einem Molverhältnis F:U < 1 wurde während einer Stapellagerung bei 75°C nach kurzer Presszeit innerhalb von etwa 6 Stunden auf das gleiche Niveau angehoben wie die Platten mit längerer Presszeit. Dickenquellung und Formaldehydgehalt werden während der Stapellagerung mit zunehmender Stapeltemperatur grundsätzlich vermindert.

Die Querkzugfestigkeit der MUF- und MUPF-verleimten Platten nimmt bei Erhöhung der Stapeltemperatur auf 75°C zu. Bei weiterer Erhöhung der Temperatur auf 100°C nimmt die Festigkeit aber wieder deutlich ab. Die Dickenquellung dieser Platten wird bei beiden Temperaturen innerhalb von 24 Stunden deutlich reduziert, bei einer Lagertemperatur von 100°C nehmen die Werte darüber hinaus aufgrund des Rückgangs der Querkzugfestigkeit wieder zu.

Bei Platten mit einem unmodifizierten PF-Harz steigt die Querkzugfestigkeit in Abhängigkeit von der Lagertemperatur um bis zu 25% an. Für das modifizierte PF-Harz ist der Temperatureinfluss bei der Festigkeitszunahme nicht erkennbar, weil das Harz bereits während des Pressvorgangs vollständiger aushärtet. Für beide Harze wird die Dickenquellung in Abhängigkeit von der Stapeltemperatur mehr als halbiert, woraus geschlossen werden kann, dass die Dickenquellung auch durch Veränderungen im Holz während der Lagerung bei erhöhter Temperatur beeinflusst wird. Es wurde festgestellt, dass durch die Stapellagerung der pH-Wert aufgrund der Sureabspaltung des Holzes unter den gewählten Bedingungen deutlich vermindert werden kann. Bei allen untersuchten Platten wird die Gleichgewichtsfeuchte mit Zunahme der Stapeltemperatur vermindert.

Anhand der Untersuchungen in der industriellen Produktion konnten unter den gegebenen Bedingungen verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie die Einstapeltemperatur und auch die Abkühlungsgeschwindigkeit der Platten während der Lagerung im Stapel beeinflusst werden können. In diesem Zusammenhang ist eine hohe Flexibilität beim Plattenhandling im Bereich der Sternwender und bei der Wahl des Schleifzeitpunktes sinnvoll.

An den industriell produzierten und gestapelten UF-verleimten Platten bestätigte sich die prinzipielle Möglichkeit, die Querkzugfestigkeit bei einer Stapeltemperatur von etwa 80°C innerhalb von 24 Stunden zu steigern. Allerdings ist bei noch längerer Lagerung eine Abnahme der Querkzugfestigkeit festzustellen. Die Dickenquellung, die Formaldehydmission und die Gleichgewichtsfeuchte wurden bei Stapeltemperaturen bis 80°C (Einstapeltemperatur) vermindert.

Bei den MUF-verleimten Platten nimmt die Querkzugfestigkeit mit höherer Stapeltemperatur (bis 75°C) innerhalb der ersten 6 Stunden der Lagerung zu. Ebenso werden die Dickenquellung, die Gleichgewichtsfeuchte und die Formaldehydmission mit zunehmender Lagertemperatur reduziert.

Alle physikalisch-technologischen Eigenschaften der PF-verleimten Platten werden bei hohen Stapeltemperaturen verbessert. Je höher die Temperatur (mindestens 80°C) und je länger diese auf die Platten einwirkt (mindestens 24 Stunden), umso höher ist die Qualität der Platten.

An den PMDI-Spanplatten und Faserplatten, bei denen unter industriellen Bedingungen Stapeltemperaturen lediglich zwischen 50°C und 60°C eingestellt werden kann, ändern sich die Platteneigenschaften nicht wesentlich.

Es wurde an MUPF-verleimten Spanplatten nachgewiesen, dass sich eine veränderte Strategie für die Kühlung und Stapelung der Platten nach dem Verpressen positiv auf die Platteneigenschaften auswirken kann: Die Platten wurden unmittelbar nach dem Verpressen eingestapelt und bei entsprechend hohen Temperaturen von etwa 95°C für bis zu drei Stunden gelagert. Danach wurden die Platten wiederum in den Prozess eingeführt und in Sternwendern gekühlt. Hierbei ergab sich eine Verminderung der Dickenquellung um 7%, eine Erhöhung der Querkzugfestigkeit um 6% und eine Erhöhung der Querkzugfestigkeit nach Kochprüfung um 12% gegenüber Platten, die konventionell direkt nach dem Pressen in Sternwendern gekühlt und eingestapelt wurden.

Ein gezieltes Einstellen des Verfahrensablaufs nach dem Pressen unter Berücksichtigung der komplexen Zusammenhänge ermöglicht eine deutliche Verbesserung der Eigenschaften von amino- und phenoplast-gebundenen Holzwerkstoffen.