

Wissenswertes über Klebstoffe für Holz

Grundsätzliches zur Klebung von Holz

Das Verkleben von Holzteilen (Fügeteilen) mit Hilfe von wasserlöslichen Kondensationsharzen, d. h. Phenol-, Melamin-, Harnstoffharzen, wird nach alteingeführtem Sprachgebrauch noch heute „Verleimen“ genannt. Klebstoff ist der Oberbegriff und schließt andere gebräuchliche Begriffe für Klebstoffarten, wie z. B. Leim, ein. Korrekterweise sollte von Verleimen aber nur dann gesprochen werden, wenn zum Verbinden der Teile ein Leim verwendet wird, d. h. ein Klebstoff, der eine Lösung von tierischen, pflanzlichen oder synthetischen Grundstoffen in Wasser darstellt. Physikalisch-chemisch gelten für Verleimen natürlich die gleichen Gesetze wie für sonstige Verklebungen. Die Festigkeit einer durch Kleben hergestellten Verbindung hängt einerseits von den Kräften ab, die an den Grenzflächen zwischen den Holzteilen und dem Klebstoff wirken und andererseits von der Festigkeit des Klebstofffilms selbst. Die schwächste Stelle der Klebung ist maßgebend für die Festigkeit der Verbindung.

Bei einer guten Klebung sollen im allgemeinen die an den Grenzflächen von Klebstoff und Holz wirkenden Kräfte und die Festigkeit der Klebschicht selbst größer sein als die Festigkeit des Holzes, so daß bei einer mechanischen Zerstörung der Klebung der Zerstörungsriß im Holz auftritt.

Als Kohäsion bezeichnet man die Summe aller Kräfte, die den inneren Zusammenhalt (innere Festigkeit) und damit die mechanische Festigkeit der Klebschicht bewirken. Es handelt sich um molekulare Bindungskräfte in der Klebschicht. Eine ausreichende Kohäsion wird bei den Holzklebstoffen, die flüssig verarbeitet werden oder beim Abbinden die flüssige Phase durchlaufen, erst nach der Überführung in den festen Zustand erreicht. Bei hochmolekularen Produkten ist die Kohäsion bei höherem Molekulargewicht größer als bei niedrigem. Das Verfestigen der Klebschicht, die Entwicklung der Kohäsion, ist von physikalisch-chemischen Vorgängen begleitet, über die im einzelnen später noch berichtet wird.

Als Adhäsion (Flächenhaftung) bezeichnet man die Kräfte, die bei der Klebung an der Grenzfläche von Klebschicht und Holz auftreten. Es handelt sich also um Bindungskräfte zwischen den Fügeteilen und der Klebschicht. Das sind einmal die mechanische Adhäsion, die durch mehr oder weniger starkes Eindringen des flüssigen Klebstoffs in das Holz wie eine Verdübelung oder Verzahnung wirkt, und zum anderen molekulare Kräfte zwischen den Klebstoffmolekülen und den ihnen artfremden Molekülen des Holzes. Während die Adhäsionskräfte bei jeder Klebung wirksam sind, können bei Klebstoffen, die nicht durch Trocknung, sondern durch eine chemische Reaktion abbinden, während des Abbindeprozesses Hauptvalenzbindungen zwischen Klebstoff und Holz auftreten.

Voraussetzung für die volle Wirksamkeit der Adhäsionskräfte zwischen Klebstoff und Holz ist eine gleichmäßige und vollständige Benetzung des Holzes durch den an der Klebfläche verteilten Klebstoff. Dazu muß der Klebstoff wenigstens zeitweise mehr oder weniger flüssig sein. Andererseits besteht bei einer guten Benetzung der zu verklebenden Holzflächen die Gefahr, daß der Klebstoff zu stark in das Holz eindringt. Durch Einstellung einer entsprechenden Viskosität des Klebstoffs ist es jedoch möglich, auch bei guter Benetzung eine zu starke Imprägnierung des Holzes zu vermeiden.

Klebstoffarten

Zur Kennzeichnung der verschiedenen Klebstoffarten hat sich die Unterscheidung an Hand des Herkommens und des chemischen Aufbaus ihrer Grundstoffe eingeführt:

I. Natürliche Leime

1. Auf Eiweißbasis:

- a) Glutinleime, hergestellt auf tierischer Grundlage mit Glutin als Hauptbestandteil, wie z. B. Hautleim (aus Rohhautabfällen und Sehnen), Lederleim (aus entgerbten Lederabfällen), Knochenleim (aus entfetteten Knochen);
- b) Kaseinleime (aus Kasein mit alkalischen Aufschlußmitteln);
- c) Sojabohnenleime (aus dem Eiweiß der Sojabohne);
- d) Blotalbuminleime (aus Tierblut, meist Rindern und Pferden).

2. Auf Kohlehydratbasis:

- a) Stärkeleime (aus Stärke oder Quellungsprodukten von Stärke);
- b) Dextrinleime (aus Stärkeabbauprodukten).

Stärke- und Dextrinleime sind in Europa kaum noch als Holzleime gebräuchlich.

II. Synthetische Klebstoffe (Reaktionsklebstoffe)

1. Duroplastische Klebstoffe

- a) Harnstoff-Formaldehyd-Kondensate;
- b) Melamin-Formaldehyd-Kondensate;
- c) Phenol-Formaldehyd-Kondensate
(Phenol oder seine Homologen und Derivate, z. B. Resorcin, Kresol, Xylenol). Anstelle von Formaldehyd als Reaktionspartner können auch andere Aldehyde, wie z. B. Acetaldehyd, Acrolein oder Furfurol, verwendet werden;
- d) Mischkondensate, z. B. solche auf Basis von Harnstoff, Melamin, Phenol und Formaldehyd.

Es handelt sich bei dieser Gruppe um chemisch abbindende Klebstoffe.

2. Lösungsmittel- und Dispersionsklebstoffe (vornehmlich Polymerisate von Vinylverbindungen)

Definitionsgemäß nicht korrekt werden diese Klebstoffe auch Dispersionsleime oder Weißleime genannt.

Sie binden hauptsächlich physikalisch ab. Eine Thermoplastizität der Klebung kann je nach Klebstofftyp erreicht werden.

3. Sonstige synthetische Klebstoffe

Hierzu zählen die mit Feuchtigkeit abbindenden Polyisocyanate sowie die Polyisocyanate in Verbindung mit Polyolen. Auch die Epoxidharze und Polyamide sind hier zu nennen. Diese Gruppe wird im allgemeinen nur für Spezialklebungen verwendet. Sie binden chemisch-physikalisch ab. Eine Thermoplastizität der Klebung kann je nach Klebstofftyp erreicht werden.

Die Klebstoffe für Holz werden flüssig, als Pulver oder Granulat und in Sonderfällen auch als Filme geliefert. Abgesehen von den Filmen, erfolgt die Verarbeitung mit oder ohne Zusatz weiterer Stoffe zur Zeit praktisch ausschließlich in Form meist wäßriger Lösungen.

Alle diese Lösungen sind jedoch keine echten, sondern kolloidale Lösungen. Kolloidale Lösungen unterscheiden sich von echten Lösungen durch entwickelte Grenzflächen zwischen dem „gelösten“ Stoff und dem

„Lösungsmittel“. In den kolloidalen Lösungen ist ein feindisperser Stoff in einer Flüssigkeit (Dispersionsmittel) verteilt. Die Größe der dispergierten Teilchen liegt bei den Kolloiden bei 10^{-5} bis 10^{-7} cm. Man bezeichnet kolloidale Lösungen auch als Sol.

Vorgänge bei der Verfestigung der Klebschicht

Die meisten Klebstoffe für Holz werden in Form von wäßrigen Solen verarbeitet. Beim Verfestigen (Abbinden) der Klebschicht tritt durch Entzug des Wassers aus dem Sol oder durch dessen Abkühlung eine Umwandlung in einen zunächst gallertartigen und später festen Zustand, den sogenannten Gel-Zustand, ein. Die Sol-Gel-Umwandlung kann reversibel oder irreversibel sein. Die Art der Sol-Gel-Umwandlung ist für die Festigkeit der Klebung von ausschlaggebender Bedeutung. Diese Festigkeit wird erst nach dem Austrocknen der Klebschicht erreicht.

Neben der rein physikalischen Sol-Gel-Umwandlung durch Wasserentzug oder durch Abkühlung kann bei der Abbindung von Holzklebstoffen noch eine stoffliche Veränderung des Klebstofffilms durch chemische Reaktion eintreten. Diese chemischen Reaktionen lassen sich durch Arbeiten bei erhöhten Temperaturen und in vielen Fällen durch Zugabe von Härtern beschleunigen. Ablauf und Geschwindigkeit der chemischen Reaktionen des auf eine Klebfläche verteilten Klebstoffs hängen oft stark vom pH-Wert ab. Deshalb bewirken die gebräuchlichen Härter die Einstellung eines sauren oder alkalischen pH-Wertes des Klebstoffs.

Die Endfestigkeit dieser Klebungen ist nicht nur von der endgültigen Austrocknung, sondern auch von der chemischen Reaktion abhängig. Bei diesen Klebstoffen ist die Sol-Gel-Umwandlung stets irreversibel.

Im einzelnen können die Vorgänge bei der Verfestigung der Klebschicht wie folgt charakterisiert werden:

I. Natürliche Leime

1. Auf Eiweißbasis:

- a) Die Abbindung der Glutinleime ist in erster Linie eine reversible Sol-Gel-Umwandlung.
- b) Bei Kaseinleimen ist die Abbindung eine von einer chemischen Reaktion begleitete irreversible Sol-Gel-Umwandlung.
- c) Die Abbindung bei Sojabohnenleimen ist vor allem eine Sol-Gel-Umwandlung infolge einer chemischen Reaktion.
- d) Die Abbindung von Blutalbuminleimen wird durch eine in der Wärme ablaufende chemische Reaktion zwischen dem Blutalbumin und dem zugefügten Kalkhydrat ausgelöst. Diese Reaktion führt zu einer „Gerinnung“ des Blutalbumins, einer irreversiblen Sol-Gel-Umwandlung.

2. Auf Kohlehydratbasis:

Bei diesen Leimen erfolgt die Abbindung – also die Sol-Gel-Umwandlung – durch langsames Abwandern des Wassers in das Holz. Diese Leime erfordern daher lange Preßzeiten.

II. Synthetische Klebstoffe

1. Duroplastische Klebstoffe (Reaktionsklebstoffe)

- a) Bei Harnstoff-Formaldehyd-Kondensaten besteht die Abbindung aus einer chemischen Reaktion – der Fortsetzung der bei der Herstellung unterbrochenen Polykondensationsreaktion – und einem physikalischen Vorgang – der Entfernung des Wassers aus der Klebschicht. Beide Teilvorgänge müssen zeitlich aufeinander abgestimmt ablaufen. Harnstoffharze erfordern sowohl beim Kalt- als auch beim Heißkleben geeignete Härter.
- b) Für die Abbindung von Melamin-Formaldehyd-Kondensaten gilt prinzipiell das gleiche wie für Harnstoff-Formaldehyd-Kondensate. Beim Heißkleben (über 130 °C) und beim Kaltkleben ist die Zugabe von Härtern erforderlich.

- c) Phenol-Formaldehyd-Kondensate binden durch eine Reaktion ab, die ähnlich verläuft wie bei den vorgenannten Klebstoffarten. Bei der Heißklebung ist eine Härterzugabe nicht erforderlich. Bei der Kaltklebung dagegen binden Phenol-Formaldehyd-Kondensate nur nach Zugabe geeigneter Härter schnell genug ab. Typisch für Phenol-Resorcin-Formaldehyd-Kondensate ist das rasche Abbinden in der Kälte, das es gestattet, Klebungen schon im schwach alkalischen Bereich durchzuführen.
- d) Das unter b) und c) Gesagte gilt sinngemäß auch für die schon eingangs erwähnten Mischkondensate auf der Basis von Harnstoff, Melamin, Phenol und Formaldehyd.

2. Lösungsmittel- und Dispersionsklebstoffe

Die Abbindung derartiger – oft thermoplastischer – Klebstoffe ist eine Sol-Gel-Umwandlung durch Entzug des Dispersionsmittels. Im Gegensatz zur Polykondensation der Reaktionsklebstoffe ist die Polymerisation der Dispersionsklebstoffe am Ende der Herstellung abgeschlossen. Beim Abbinden findet keine chemische Reaktion mehr statt.

Bei den sogenannten vernetzbaren Weißleimen werden beim Polymerisieren reaktive Gruppen in das Molekül eingebaut. Diese reaktiven Gruppen vernetzen beim Kleben durch Härtereinwirkung.

3. Die Reaktionsklebstoffe der dritten Gruppe sind im allgemeinen keine wäßrigen Lösungen. Die Abbindung in der Klebschicht entsteht durch eine chemische Reaktion zwischen den Komponenten.

Bei Klebstoffen auf der Basis von Diisocyanaten treten chemische Reaktionen mit dem Wasser (Feuchtigkeit des Holzes) und der Cellulose des Holzes ein.

Zur Beachtung

Die Angaben in dieser Druckschrift basieren auf unseren derzeitigen Kenntnissen und Erfahrungen. Sie befreien den Verarbeiter wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei Verarbeitung und Anwendung unserer Produkte nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung bestimmter Eigenschaften oder der Eignung für einen konkreten Einsatzzweck kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze und Bestimmungen sind vom Empfänger unserer Produkte in eigener Verantwortung zu beachten.

BASF Aktiengesellschaft
Unternehmensbereich Anorganika
Geschäftseinheit Leime und Tränkharze
67056 Ludwigshafen

BASF