

Dispersions-Holzleime

Stand November 2004

erstellt von der Technischen Kommission Holzklebstoffe (TKH)
im Industrieverband Klebstoffe e.V., Düsseldorf



**Industrieverband
Klebstoffe e.V.**

www.klebstoffe.com

Dieses Merkblatt kann gegen einen Kostenbeitrag von € 0,50/Expl. bezogen werden vom Industrieverband Klebstoffe, Postfach 23 01 69, 40087 Düsseldorf, Telefon (02 11) 6 79 31-22, Telefax (02 11) 6 79 31-88

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	2
1. Charakterisierung der Dispersions-Holzleime	3
1.1 Kenngrößen	3
1.2 Einteilung der Holzleime	4
1.3 EPI-System	4
2. Anwendungsbereiche	4
2.1 Weitere Anwendungen	4
3. Verarbeitungssysteme und -verfahren	5
4. Ablauf der Verleimung von Holz und Holzwerkstoffen	5
4.1 Trocknung/Holzfeuchte	6
4.2 Konditionierung	6
4.3 Spanende Bearbeitung	6
4.4 Klebstoffauftrag	6
4.5 Offene Zeit	6
4.5.1 Offene Wartezeit	6
4.5.2 Zusammenlegung der Fügeiteile	6
4.5.3 Geschlossene Wartezeit	6
4.6 Pressvorgang (Zeit, Druck, Temperatur)	6
5. Fehleranalyse	7
6. Verfärbungen	8
7. Umwelt- und Sicherheitsaspekte	8
7.1 Umweltaspekte	8
7.1.1 Emissionen aus PVAc-Holzleimen	8
7.2 Sicherheitsaspekte	8
7.2.1 Einkomponenten-Leime	8
7.2.2 Zwei-Komponenten-Systeme	8
7.2.2.1 Metallsalz-Vernetzer	8
7.2.2.2 Isocyanatbasierte Vernetzer	8

Einleitung

Bis in die 50er Jahre des 20. Jahrhunderts waren zur Verleimung von Holz wässrige Klebstoffe auf tierischer oder pflanzlicher Basis (z.B. Knochenleime) gebräuchlich. Mit der Entwicklung der Polymerchemie wurden diese abgelöst durch Dispersionsleime auf Basis von Polyvinylacetat (PVAc).

1. Charakterisierung der Dispersions-Holzleime

PVAc-Holzleime, häufig auch Weißleime genannt werden hergestellt durch Polymerisation von Vinylacetat und zählen zu den thermoplastischen Klebstoffen. Moderne Holzleime sind heute überwiegend frei von Lösemitteln. Sie enthalten zur MFT-Einstellung Filmbildehilfsmittel.

1.1 Kenngrößen

Die wichtigsten physikalischen Kenngrößen von PVAc-Holzleimen sind in der folgenden Tabelle angegeben:

Kenndaten	Messgröße/ Messverfahren	Einheit
Feststoffgehalt	DIN ISO 1625	%
pH-Wert	DIN ISO 976	
Viskosität	DIN EN ISO 2555	mPa*s
Minimale Filmbildetemperatur (MFT)	DIN ISO 2115	°C

Daneben sind bei Holzleimen eine Reihe von anwendungstechnischen Eigenschaften von Bedeutung, die zum Teil auch in den technischen Datenblättern der Produkte angegeben werden.

Kenndaten	Messgröße/Messverfahren	Einheit
Offene Zeit	Häufig aufgeteilt in Offene und Geschlossene Wartezeit, Bestimmung meist mittels manuellem Test unter standardisierten Bedingungen	Minuten
Abbindegeschwindigkeit	Bindfestigkeit nach definierter Presszeit unter standardisierten Bedingungen	N/mm ²
Mindestpresszeit	Pressdauer bis zum Erreichen der erforderlichen Mindestfestigkeit unter gegebenen Bedingungen	Minuten
Wasserfestigkeit	Bindfestigkeit nach Wasserbelastung unter standardisierten Bedingungen (EU-Normen)	N/mm ²
Wärmestand	Bindfestigkeit bei erhöhter Temperatur unter standardisierten Bedingungen (EU-Normen)	N/mm ²
Creepfestigkeit	Widerstandsfähigkeit gegenüber kaltem Fluss bei statischer Belastung (nationale Normen)	Tage
Topfzeit (bei Zwei-Komponenten-Systemen)	Dauer der Verarbeitungsmöglichkeit von Zweikomponenten Materialien nach ihrer Vermischung mit dem Härter.	Minuten, Stunden, Tage

Die folgende Tabelle enthält die wichtigsten europäischen Normen für PVAc-Holzleime.

Daneben existieren im außereuropäischen Ausland für Holzleime eine Reihe von weiteren Normen, die wichtigsten davon in den USA als ASTM- und in Japan als JIS bzw. JAS-Standards.

Nom	Titel	Gültige Version vom
EN 204	Klassifizierung von thermoplastischen Holzklebstoffen für nichttragende Anwendungen	September 2001
EN 205	Klebstoffe – Holzklebstoffe für nichttragende Anwendungen – Bestimmung der Klebfestigkeit von Längsklebung im Zugversuch	März 2003
EN 14257	Klebstoffe – Holzklebstoffe - Bestimmung der Klebfestigkeit von Längsklebung im Zugversuch in der Wärme (WATT 91) Veröffentlichung	Veröffentlichung geplant in 2004
EN 14292	Klebstoffe – Holzklebstoffe – Bestimmung der Beständigkeit von Holzklebstoffen bei statischer Belastung in der Wärme (HRT 92)	Veröffentlichung geplant in 2004
MU 700 BS 4071	Beständigkeit von Verklebungen unter statischer Belastung bei Raumtemperatur (Creepfestigkeit).	Entwurf einer europäischen Norm in Arbeit

Tabelle 4: Klassifizierung von thermoplastischen Holzklebstoffen nach der Wasserfestigkeit (DIN EN 204)

Beanspruchungsgruppe	Lagerungsfolge	Geforderte Verklebungsfestigkeit
D1	D1-1 7 Tage Lagerung bei Normklima*	> 10 N/mm ²
D2	D2-1 7 Tage Lagerung bei Normklima*	> 10 N/mm ²
	D2-2 7 Tage Lagerung bei Normklima* Lagerung der Prüfkörper für 3 Stunden in kaltem Wasser (ca. 20 °C) 7 Tage Lagerung bei Normklima*	> 8 N/mm ²
D3	D3-1 7 Tage Lagerung bei Normklima*	> 10 N/mm ²
	D3-3 7 Tage Lagerung bei Normklima* 4 Tage Lagerung der Prüfkörper in kaltem Wasser (ca. 20 °C)	> 2 N/mm ²
	D3-4 7 Tage Lagerung bei Normklima* 4 Tage Lagerung der Prüfkörper in kaltem Wasser (ca. 20 °C)	> 8 N/mm ²
	7 Tage Lagerung im Normklima*	
D4	D4-1 7 Tage Lagerung bei Normklima*	> 10 N/mm ²
	D4-3 7 Tage Lagerung bei Normklima* 4 Tage Lagerung der Prüfkörper in kaltem Wasser (ca. 20 °C)	> 4 N/mm ²
	D4-5 7 Tage Lagerung bei Normklima* 6 h Lagerung der Prüfkörper in kochendem Wasser 2 h Lagerung der Prüfkörper in kaltem Wasser (ca. 20 °C)	> 4 N/mm ²

*Normklima: 23 °C / 50% rel. Feuchte (bzw. 20 °C, 65% rel. Feuchte)

1.2 Einteilung der Holzleime

Die Einteilung der PVAc-Holzleime erfolgt in Deutschland üblicherweise nach ihrer Wasserfestigkeit. Nach der EN 204 werden vier Beanspruchungsgruppen (D1, D2, D3 und D4) unterschieden.

1.3 EPI-System

Eine bisher hauptsächlich in Asien verbreitete Besonderheit sind die sogenannten EPI-Systeme (**E**mulsion-**P**olymer-**I**socyanat), die mit ca. 15% Isocyanat (meist MDI) als Härter arbeiten. Diese Systeme, die man als Übergang zu duroplastischen Klebstoffen ansehen kann, haben meist sehr kurze Topfzeiten und werden maschinell aufgetragen. Mit EPI-Systemen lassen sich extrem hohe Wasser- und Wärmestandsfestigkeiten erzielen.

2. Anwendungsbereiche

PVAc-Holzleime werden weit verbreitet in der Industrie, im Handwerk und im Verbraucherbereich eingesetzt. Die folgende Aufstellung gibt einen Überblick über die wichtigsten Einsatzbereiche.

- Möbelherstellung (Innenanwendungen)
 - Furnieren von Holz und Holzwerkstoffen.
 - Für Brettfugen- u. Blockverleimungen von Hart- und Weichhölzern.
 - Für Dübel-, Gestell- und Korpusverleimung und anderen Montageverklebungen.
 - Für die Furnierveredelung, wie z.B. Vlieskaschierung, Furnierdoublierung und Vliesimprägung.

- Flächenverleimung von Holzwerkstoffen mit HPL, CPL und anderen geeigneten Beschichtungsmaterialien.
- Zur Thermokaschierung von Holzwerkstoffen mit Dekorfinish-Folien.

- Möbel mit Feuchtbelastung (Bad, Küche, Aussenbereich)
 - Zur Herstellung von Möbeln und Einbauteilen in Bädern, Küchen und anderen Feuchträumen sind D3- bzw. D4-Systeme zu verwenden.
- Fenster- und Türenherstellung
 - Zur Herstellung von lamellierten Fensterkanten und Fenstereckverbindungen. Hier sind spezielle Anforderungen wie Wärmestandsfestigkeit und Wasserbeständigkeit zu beachten.
- Verlegung von Parkett und Laminat
 - Als Fugenleime zum Verlegen von Parkett- und Laminatböden (z.B. Nut/Feder-Verleimung) sollten vorzugsweise D3-Leime verwendet werden.
 - Versiegelung von Fugen gegen Feuchtigkeit.

2.1. Weitere Anwendungen

- Treppen und Treppengeländer (aus Holz), Innenausbau mit Holzwerkstoffen
- Verleimungen für den Außenbereich mit D4-Systemen, jedoch nur mit angemessenem Oberflächenschutz. Die Klebfugen dürfen nicht der Freibewitterung ausgesetzt sein.
- Herstellung von Gipskartonplatten.
- Reparaturklebungen von Holzwerkstoffen.

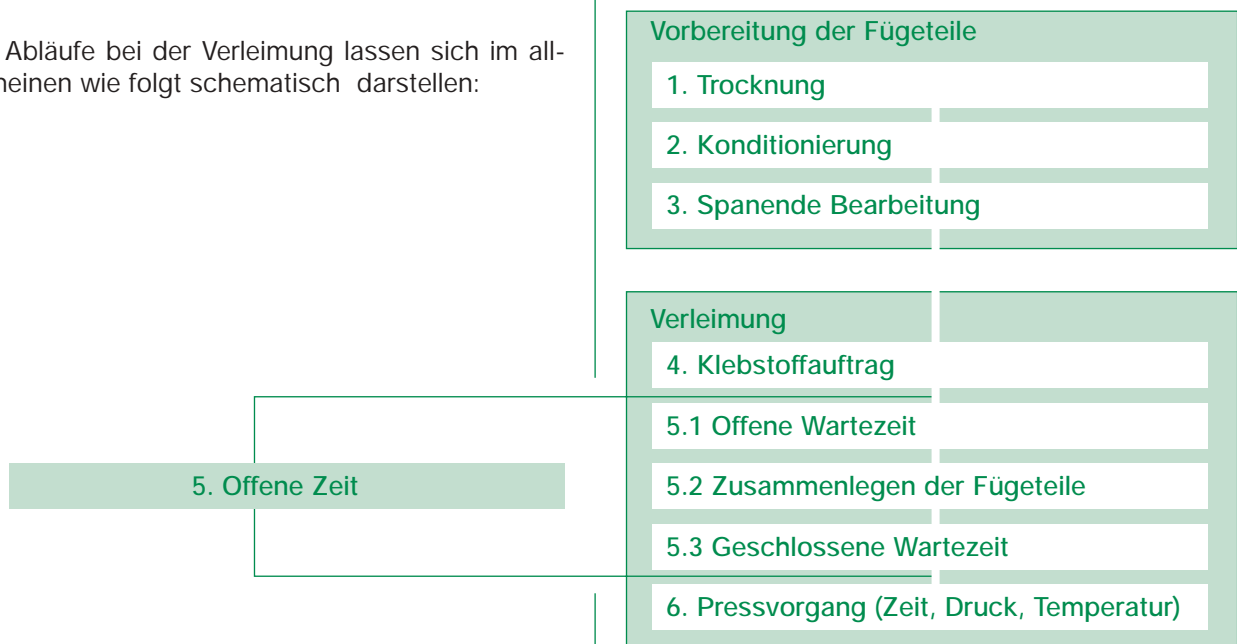
3. Verarbeitungssysteme und -verfahren

Entsprechend der Vielzahl von Einsatzbereichen gibt es eine Reihe von unterschiedlichen Auftragsverfahren für PVAc-Holzleime:

Klebstoffanwendungen	Klebstoffauftragssysteme Manuelle Auftragstechnik	Automatische Auftragstechnik
Dübelverleimung	- Applikation mittels Flasche in das Dübelloch - Applikation mittels Druckgerät	- Dübeleinspritzautomat - Injektion mittels Dosieranlage (Druckgerät)
Furnierverleimung	- Zahnspachtel - Leimauftragsroller	- Leimauftragsmaschine * Zwei-/Vierwalzenstuhl
Schlitz-/Zapfenverleimung	- Beidseitig gelochte Flächenspachtel - Überdruckgerät mit Schlitz-/ Zapfenroller - Kettenrad - Pinsel, Spachtel	- Automatische Dosieranlage mit beidseitig gelochtem Flächenspachtel
Kantelherstellung	- Pinsel - Spachtel - Überdruckbehälter mit Flächenrakel - Druckbehälter mit Raupenauftrag - Druckbehälter mit Walze	- Zweiwalzenauftrag - Raupengießverfahren - Raupen/Düsenauftragsverfahren - Automatische Dosieranlage mit mehrfachem Raupenauftrag
Brettfugenverleimung	- Pinsel - Mehrdüsenschwert - Walzenauftrag - Druckbehälter	- Automatische Dosierung * Mehrdüsenschwert * Rakel * Walze
Flächenverleimung	- Zahnspachtel - Leimauftragsroller z.B. Gupforoller	- Leimauftragsmaschine * Zweiwalzenstuhl * Vierwalzenstuhl -
Folienkaschierung/Fläche	- Leimauftragsroller z.B. Gupforoller	- Leimauftragsmaschine * Zweiwalzenstuhl * Vierwalzenstuhl -
Gestellverleimung	Leimflasche	
HF-Verleimung	- Zahnspachtel - Walze	- Leimauftragsmaschine -

4. Ablauf der Verleimung von Holz und Holzwerkstoffen

Die Abläufe bei der Verleimung lassen sich im allgemeinen wie folgt schematisch darstellen:



4.1. Trocknung / Holzfeuchte

Holz als Naturprodukt nimmt Feuchte aus der Umgebung auf und gibt sie auch wieder ab. Diese Tatsache ist bei der Verleimung insbesondere von Massivhölzern von großem Einfluss und daher zu berücksichtigen.

Luftgetrocknetes Holz erreicht eine Holzfeuchte von ca. 15 – 20%, je nach Klimabedingungen. Wird das Holz im Wohnbereich eingesetzt, geht man von ca. 8% Holzfeuchte aus. Hierauf beziehen sich auch meist die Verarbeitungsangaben in den Datenblättern. Hölzer mit einer höheren Feuchte benötigen eine längere Presszeit, da das Wasser aus der Dispersion nicht so schnell von dem Holz aufgenommen werden kann.

4.2. Konditionierung

Die zu verleimenden Hölzer müssen immer die gleiche Feuchte haben, die Toleranz darf max. 2 % betragen, da sonst aufgrund des unterschiedlichen Quell- und Schwindverhaltens bei Ausgleich der Holzfeuchte Spannungen entstehen, die nicht nur die Leimfuge belasten, sondern auch zu Verformungen des Werkstücks führen können. Um dies zu vermeiden, müssen die Werkstücke vor der Verleimung ausreichend lange konditioniert werden (Temperatur- und Feuchteausgleich). Die notwendige Mindestdauer der Konditionierung ist auch abhängig von der Art und den Abmessungen des Werkstückes.

Vor jedem Verleimen sollte immer die Holzfeuchte mit den dafür geeigneten Messgeräten ermittelt werden.

Neben der Konditionierung des Holzwerkstoffes muss auch die Mindestfilmbildetemperatur (MFT) des Klebstoffes beachtet werden. Unter MFT versteht man die Temperatur, die eine Dispersion benötigt, um beim Abbindeprozess einen Film zu bilden, der den Eigenschaften des Klebstoffes entspricht.

Bei der Verarbeitung ist darauf zu achten, dass Raum- sowie Klebstoff- und Fügeiteiltemperatur den Angaben im Datenblatt entsprechen. Bei Unterschreitung der MFT bildet sich kein Film mehr. Die Dispersion trocknet nur noch zu einer weißen Schicht aus, die keine Festigkeit entwickeln kann.

4.3. Spanende Bearbeitung

Die Maschinen und Werkzeuge müssen so eingestellt sein, daß beim Bearbeiten eine gute Passgenauigkeit und Oberflächenqualität erreicht wird. Hobelschläge, stumpfe und verschlissene Werkzeuge usw. führen zu Passungenauigkeiten und somit auch zu Fehlverleimungen. Verbrennungen der Schnittkanten durch zu stumpfe Werkzeuge behindern das normale Abbinden des Klebstoffes, was die Festigkeit vermindert.

Das Holz sollte möglichst bald nach der Bearbeitung verleimt werden, damit sich die Oberflächen nicht wieder verändern können. Dies ist besonders wichtig bei harz- und ölhaltigen Holzarten, wie z.B. Teak, Palisander und Gummibaum (Rubberwood).

4.4. Klebstoffauftrag

PVAc-Holzleime sind so in den Viskositäten eingestellt, dass sie mit unterschiedlichen Auftragsverfahren verarbeitet werden können. Wichtig ist, dass der Leim gleichmäßig aufgetragen wird. Die Leimmenge hängt von der Saugfähigkeit und Passgenauigkeit der Hölzer oder Holzwerkstücke ab und beträgt in der Regel zwischen 100 und 250 g/m². Bei einigen Holzwerkstoffen kann ein einseitiger Leimauftrag ausreichend sein; bei der Verarbeitung von Hartholz sowie harz- und ölhaltigen Hölzern wird ein zweiseitiger Leimauftrag empfohlen.

In allen Fällen ist es wichtig, die Empfehlungen der Hersteller zu ihren Produkten zu beachten.

4.5. Offene Zeit

Unter Nassklebzeit oder Offener Zeit versteht man nach DIN 16920 die „Zeitspanne, nach dem Klebstoffauftrag, innerhalb der ein Nasskleben möglich ist.“ Dies ist die Zeit vom Auftrag des Klebstoffes bis zum Einsetzen des Pressdrucks.

Sie umfasst damit sowohl die Offene Wartezeit als auch die Geschlossene Wartezeit und ist abhängig von z.B. der Auftragsstärke, Saugfähigkeit der Fügeiteile, Raum- und Fügeiteiltemperatur sowie der Luftfeuchtigkeit und Luftgeschwindigkeit. Die Richtzeiten werden in den Datenblättern zu den einzelnen Produkten angegeben.

4.5.1. Offene Wartezeit

Als Offene Wartezeit wird die Zeit vom Klebstoffauftrag bis zum Zusammenlegen der Fügeiteile bezeichnet (DIN 16920 und EN 923: 1996). Von manchen Herstellern wird nach EN 923: 1996 auch die Offene Wartezeit als Offene Zeit angegeben. Da hier die Definition nicht ganz eindeutig ist, sollte im Zweifelsfall der Klebstoffhersteller befragt werden, ob die im Datenblatt angegebene Offene Zeit gleichzusetzen ist mit der Offenen Wartezeit oder ob sie als Summe von Offener und Geschlossener Wartezeit definiert wurde.

4.5.2. Zusammenlegung der Fügeiteile

Die zu verleimenden Werkstücke müssen innerhalb der Offenen Zeit zusammengelegt werden. Dabei ist eine Verschmutzung der zu verleimenden Flächen auszuschließen.

4.5.3. Geschlossene Wartezeit

Unter Geschlossener Wartezeit versteht man sowohl nach DIN 16920 als auch nach EN 923:1996 die Zeit nach dem Zusammenlegen der Fügeiteile bis zum Erreichen des erforderlichen Pressdruckes. Die Geschlossene Wartezeit ist Bestandteil der Offenen Zeit.

4.6. Pressvorgang (Zeit, Druck, Temperatur)

Die Mindestpressdauer wird von der Holzart und der Presstemperatur beeinflusst. Harthölzer und harz- sowie ölhaltige Hölzer erfordern eine längere Presszeit.

Eine Erhöhung der Temperatur führt zu einer Verkürzung der notwendigen Mindestpresszeit. Der Pressdruck muss ausreichend sein, um die erforderlichen Fugenpassungen zu gewährleisten. Der spezifische Druck beträgt abhängig von der Holzart zwischen 0,2 und 1,5 N/mm². Ein zu hoher Druck kann zum Wegschlagen des Leimes und damit zu Fehlerverleimungen führen. Die Temperaturen und Presszeiten sowie der erforderliche Druck sind meist in den technischen Datenblättern angegeben.

5. Fehleranalyse

Um die Fehlersuche beim Auftreten von Fehlerverleimungen zu vereinfachen wurde folgende Tabelle erarbeitet, in der die häufigsten Ursachen für fehlerhafte Verleimungen und deren Behebung aufgelistet sind.

Fehleranalyse		
Erscheinungsbild	Fehler	Fehlerbehebung
Klebstofffuge stark sichtbar. Bei Unebenheiten der Fügeteile ist der ausgehärtete Klebstoff teilweise als glänzender Film zu erkennen.	Pressdruck zu gering Unzureichende Passgenauigkeit der Fügeteile	Pressdruck erhöhen. Passgenauigkeit der Oberflächen verbessern
Fugenöffnung. Teilweise ist ein auseinandergezogener Klebstofffilm zu erkennen	Presszeit zu gering	Presszeit erhöhen. Presstemperatur erhöhen. Evtl. Holzfeuchte verringern.
Normalerweise transparent aushärtende Klebstoffe härten weiß aus.	MFT unterschritten	Temperatur von Klebstoff, Material und Raum der MFT anpassen.
Fugenöffnung. Keine ausreichende Benetzung der Fügeteile zu erkennen. Bei der Verleimung tritt kein Klebstoff aus den Fugen	Klebstoffauftrag zu gering.	Klebstoffauftrag erhöhen bis ein durchgehender Austritt aus der Fuge zu erkennen ist.
Fugenöffnung. Teilweise ist ein auseinandergezogener Klebstofffilm zu erkennen. Meist bei HF - Verleimungen.	Temperatur zu hoch	Temperatur senken. HF-Zeit verringern, Abkühlzeit verlängern.
Fugenöffnung. Klebstoff härtet nicht schnell genug aus. Presszeiten verlängern sich.	Holzfeuchte zu hoch	Holzfeuchte verringern. Presszeiten verlängern.
Fugenöffnung Teilweise keine Benetzung. Klebstoffverfärbung.	Öl- und harzhaltige Hölzer	Nur frisch gehobelte Hölzer verleimen. Oberflächen unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften mit geeigneten Lösemitteln reinigen. Klebeversuche durchführen.
Fugenöffnung. Bei einseitigem Auftrag erfolgt keine ausreichende Benetzung des zweiten Fügeteils.	Überschreitung der Offenen Zeit	Nachweis der Benetzung durch Jodprobe möglich. Einhaltung der Offenen Zeit. Klebstoffauftrag erhöhen. Luftbewegungen an der offenen Klebstoffuge vermeiden. Offene Klebstoffuge vor Temperaturbelastung schützen.

6. Verfärbungen

Eine Holzverfärbung ist die Änderung der natürlichen Farbe des Holzes. Sie kann verschiedene Ursachen haben.

Die Verfärbung des Holzes wird häufig entweder durch Pilzbefall hervorgerufen (z.B. Bläuepilz, Braunfäulepilz, Weissfäulepilz) oder durch andere Einflüsse physiologischer bzw. chemischer Art (z.B. Verwitterung, Wassereinwirkung, Trocknung, Kontakt mit Eisen oder Eisenionen, UV-Bestrahlung, pH-Wert Änderung).

Des Weiteren können gelegentlich, insbesondere bei der Verwendung von Kernholz, Verfärbungen durch die natürlichen Holzinhaltsstoffe, wie Huminsäuren und Tannine mit verursacht werden.

Eine ungewollte Verfärbung des Holzes lässt sich während der Verarbeitung minimieren durch Vermeidung von Eisenkontakt, Auswahl des geeigneten Klebstoffsystems sowie Beachtung der Verarbeitungshinweise des Klebstoffherstellers. Wertvolle Hinweise zu diesem Thema sind auch im Internet auf der Homepage der Bundesanstalt für Holzforschung in Hamburg (www.bfafh.de) zu finden.

7. Umwelt- und Sicherheitsaspekte

7.1 Umweltaspekte:

PVAc-Holzleime sind wie fast alle Polymere nur schwer biologisch abbaubar. Sie verbleiben in der Umwelt bzw. es erfolgt ein abiotischer und langsamer biologischer Abbau. Allerdings weisen sie keine Umwelttoxizität und keine Bioakkumulation auf. Daher sind Dispersions-Holzleime unter Umweltaspekten von nachrangiger Bedeutung.

7.1.1 Emissionen aus PVAc-Holzleimen

Aufgrund ihrer Zusammensetzung weisen moderne PVAc-Holzleime nur geringe Emissionen auf. Neben Restmonomeren und Hilfsstoffen im ppm-Bereich sind hier vor allem die zur MFT-Einstellung erforderlichen Filmbildungshilfsmittel zu nennen. Diese können bis zu ca. 3% im Leim enthalten sein. Wegen ihrer schweren Flüchtigkeit und der weitgehenden Abdeckung der Leimfuge gehen von dem fertigen Werkstück nur kaum messbare Belastungen aus.

7.2 Sicherheitsaspekte

7.2.1 Einkomponenten-Leime

Vinylacetat-Polymere und -copolymere in wässrigen Systemen sind unter biologischen Gesichtspunkten inert und reaktionsträge. Gesundheitsrelevante Fragestellungen können sich aus den in solchen Systemen eingesetzten Konservierungstoffen ergeben, die zum Schutz vor Keimbefall erforderlich sind.

Die meisten Konservierungsstoffe (biozide Stoffe) sind sensibilisierende Stoffe (Xi, R 43 – Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich). Bei den zur

Konservierung erforderlichen niedrigen Konzentrationen an bioziden Wirkstoffen ist die Induktion einer Allergie als wenig wahrscheinlich anzusehen. Die Auslösung einer allergischen Reaktion bei bereits sensibilisierten Personen ist hingegen möglich. Dies kann aber durch Tragen von Schutzhandschuhen praktisch ausgeschlossen werden.

Sonstige Hilfsstoffe und die Restmonomeranteile der Polymeren sind nach dem gegenwärtigen Stand von untergeordneter Bedeutung.

7.2.2 Zwei-Komponenten-Systeme

7.2.2.1 Metallsalz-Vernetzer

Aluminiumchlorid ist als ätzend eingestuft (C, R34), bei der geringen Einsatzmenge (< 3%) sind aber keine Reizwirkungen zu erwarten. Aluminiumnitrat $\times 9 \text{ H}_2\text{O}$ ist seitens der Hersteller als brandfördernd und reizend (O, Xi, R8, R36/38) eingestuft. Bei der geringen Einsatzmenge (< 3%) im Holzleim sind aber keine brandfördernden Eigenschaften oder gesundheitsrelevanten Auswirkungen zu erwarten.

7.2.2.2 Isocyanatbasierte Vernetzer

Die Bewertung hinsichtlich Gesundheitsaspekten ist von dem verwendeten Härterssystem abhängig. Üblicherweise werden Härter auf Basis von HDI oder MDI eingesetzt.

Monomere Diisocyanate werden aufgrund ihrer Flüchtigkeit und im Hinblick auf das damit verbundene Expositionsrisiko nicht als solche, sondern ausschließlich in Form höhermolekularer, schwerflüchtiger Polyisocyanate eingesetzt. Derartige Polyisocyanate enthalten nur noch geringe Mengen des Ausgangsisocyanats als Restmonomer. Eine Ausnahme bildet hier das MDI, welches aufgrund seiner geringen Flüchtigkeit auch unmodifiziert eingesetzt werden kann.

Isocyanate sind reaktive Verbindungen. Mit Blick auf die toxikologischen Eigenschaften sind, abhängig von Isocyanattyp und Applikationsverfahren, vor allem ihre Reizwirkung auf Haut, Augen und Atemwege, sowie ihr sensibilisierendes Potenzial zu berücksichtigen. In der Folge können nach wiederholtem Kontakt allergische Hautreaktionen auftreten. Eine Überexposition gegenüber Diisocyanaten durch Einatmen kann zu einer Atemwegs-sensibilisierung mit asthmaähnlicher Ausprägung führen. Während die Sensibilisierung eine Folge einer einmaligen oder wiederholten Überexposition ist, werden allergische Folgereaktionen bei sensibilisierten Personen bereits bei erheblich niedrigeren Konzentrationen ausgelöst. Allergiker, Asthmatiker sowie Personen, die zu Erkrankungen der Atemwege neigen, dürfen für Arbeiten mit isocyanathaltigen Produkten nicht herangezogen werden.

Aerosolbildende Applikationsverfahren (z. B. Spritzapplikation) und Wärmehärtung ausgenommen, werden bei ausreichender Lüftung Arbeitsplatzgrenzwerte der verwendeten Diisocyanate typischerweise nicht überschritten. Schwerflüchtige Polyisocyanate tragen unter diesen Bedingungen nicht zu einer Atemwegsexposition bei.

Eine Hautexposition wird durch Tragen geeigneter Schutzhandschuhe verhindert. Angaben hierzu finden sich in den Sicherheitsdatenblättern der Hersteller. Hinsichtlich Arbeitsschutz und Überwachung gelten die Regelungen der TRGS 430 Isocyanate – Exposition und Überwachung.

Fachgerecht ausgehärtete Dispersions-Holzleime sind inert (durchpolymerisierte Kunstharze) und physiologisch unbedenklich.

Anlage 1: Werte für die Gleichgewichtsfeuchte

Relative Luftfeuchte in %	Holzfeuchte in %
10	2,8
20	4,5
30	6,0
40	7,5
50	9,1
60	10,9
65	12
70	13,3
80	16,4
90	20,7
100	30

Die Werte beziehen sich auf eine Temperatur von 20°C.

Quellennachweis für die beiden Tabellen:

1. Oskar Toscha, „Grundlagen der handwerklichen Holzverleimung“, Verlag: Hans Rösler KG, Augsburg
2. U. Lohmann, „Holzlexikon“, 4. Auflage 2003, DRW Verlag, Leinfelden-Echterdingen

Anlage 2: Quell- und Schwindmaße verschiedener Holzarten

Holzart	Schwindmaße vom frischen Holz bis zum darrtrockenen Zustand				Differenzielle Quellung in % pro 1 %	
	Rohdichte in g/m ²	längs in %	radial in %	tang. in %	radial	tangential
Ahorn	0,63	0,4	3,8	8,2	0,17	0,32
Birke	0,65	0,6	5,3	8,0	0,16	0,24
Buche	0,69	0,3	5,8	11,8	0,20	0,41
Fichte	0,47	0,3	3,6	7,8	0,19	0,36
Eiche	0,69	0,4	4,3	8,9	0,18	0,34
Esche	0,69	0,2	5,0	8,0	0,17	0,28
Kiefer	0,52	0,4	4,0	7,7	0,19	0,36
Kirschbaum	0,61	–	5,0	8,7	0,17	0,31
Lärche	0,59	0,3	3,3	7,8	0,14	0,30
Nußbaum	0,68	0,5	5,4	7,5	0,18	0,33

Die TKH-Merkblätter des Industrieverband Klebstoffe e.V.:

- **TKH-1** Fehlerverleimungen durch falsche Zeiteinschätzung
- **TKH-2** WATT 91 ein Prüfverfahren für die Wärmebeständigkeit
- **TKH-3** Dispersions-Holzleime

**www.
klebstoffe.com**

Die Info-Plattform im Internet.
Alles Wissenswerte aus der Welt, in der wir (k)leben.