

# TKH-Merkblatt 5

Stand: November 2024



Industrieverband  
Klebstoffe e.V.

## EPI-Klebstoffe

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

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Einleitung.....	2
1. Charakterisierung von EPI-Klebstoffen.....	2
2. Anwendungsbereiche.....	2
3. Verarbeitungssysteme und Verfahren.....	4
4. Fehleranalyse.....	4
5. Umwelt- und Sicherheitsaspekte.....	4
5.1. Hauptkomponente auf Dispersionsbasis.....	4
5.2. Härterkomponente auf Isocyanatbasis.....	4
Literatur.....	5

## Einleitung

Im TKH-Merkblatt 3 „Dispersions-Holzleime“ werden unter Punkt 1.3 EPI-Klebstoffsysteme (Emulsion-Polymer-Isocyanat) angesprochen. In diesem ergänzenden Merkblatt sollen weitere technische Informationen zu den Besonderheiten dieser Klebstoffart gegeben werden.

## 1. Charakterisierung von EPI-Klebstoffen

EPI-Klebstoffe gehören zur Kategorie der Dispersionsklebstoffe, die auf Basis verschiedener Polymere hergestellt sein können. Sie sind überwiegend frei von Lösemitteln, können aber zur Einstellung der Verarbeitung- und Klebeigenschaften mit verschiedenen Additiven modifiziert sein. Die meist hohen Mengen an mineralischen Füllstoffen können, aufgrund der abrasiven Eigenschaften mineralischer Füllstoffe, zu einem erhöhten Werkzeugverschleiß führen.

Die Besonderheit der EPI-Klebstoffe besteht darin, dass sie mit relativ großen Mengen eines MDI-basierenden Isocyanates vernetzt werden (üblicherweise Zugabe von 15 Gew.-%). Diese Vernetzungsreaktion gewährleistet eine ausgezeichnete Beständigkeit gegenüber Wasser und Wärme.

Was tun, wenn D4 als alleiniges Kriterium nicht reicht?

In der Klassifizierung von Holzklebstoffen nach DIN EN 204 werden die Einsatzbereiche der höchsten Stufe D4 wie folgt beschrieben:

Innenbereich mit häufiger starker Einwirkung von abfließendem Wasser oder Kondenswasser. Außenbereich, der Witterung ausgesetzt, jedoch mit angemessenem Oberflächenschutz.

Die Erfahrung zeigt aber, dass es Fälle gibt, bei denen höhere Beanspruchungen auftreten.

## 2. Anwendungsbereiche

Die Klassifizierung von thermoplastischen Holzklebstoffen erfolgt nach ihrer Wasserfestigkeit und ist in der DIN EN 204 geregelt. Diese Einteilung hat keine Gültigkeit für duromere (z. B. Kondensationsklebstoffe) oder elastomere Klebstoffe (z. B. Polyurethanklebstoffe). Die EPI-Klebstoffe lassen sich aufgrund ihrer Verarbeitungsbedingungen den thermoplastischen Holzklebstoffen zuordnen. Die EPI-Klebstoffe können gemäß DIN EN 205 geprüft werden. Die Ergebnisse, die in solch einer Prüfung erzielt werden können, liegen z. T. deutlich über den üblichen Werten eines D4-Klebstoffes. Ähnlich ist es mit der Prüfung der Wärmebeständigkeit nach DIN EN 14257 (WATT '91), die bei EPI-Klebstoffen deutlich höhere Werte hervorbringt als klassische D3- oder D4-Klebstoffe auf PVAc-Basis.

Diese Eigenschaften der EPI-Klebstoffe sind die Ursache für die besondere Eignung in Anwendungsfällen, bei denen D4 als alleiniges Kriterium nicht ausreicht. Ein typisches Beispiel hierfür ist eine dunkel gestrichene Haustürfüllung aus Eiche, modifizierte Hölzer

oder Exotenhölzer. Vom Einsatzbereich her würde zwar noch D4 ausreichen, eine Fugenöffnung ist bei herkömmlichen PVAc-D4-Leimen aber nicht auszu-schließen. Der Grund liegt in der Kombination aus Feuchte- und starker Wärmebelastung und den daraus resultierenden Spannungen aus dem Quell- und Schwindverhalten des Holzes, der verringerten Wasseraufnahme oder den Holzinhaltstoffen.

Für derartige Anwendungsbereiche mit extremen Beanspruchungen wird ein Klebstoff benötigt, der eine sehr hohe Festigkeit der Klebung, auch unter den vorgenannten klimatischen Bedingungen, gewährleistet.

Dies kann zum einen durch Klebstoffe aus dem tragenden Holzleimbau (s. Kasten), zum anderen auch mit EPI-Klebstoffen geleistet werden. Zu beachten ist, dass für die Herstellung von tragenden Bauteilen im Sinne

der DIN 1052 natürlich nur zugelassene Klebstoffe verwendet werden dürfen. Die Herstellung solcher Bauteile darf darüber hinaus nur in zugelassenen und überwachten Betrieben erfolgen.

Im Bereich des tragenden Holzleimbau werden Klebstoffe eingesetzt, die mit einem sehr hohen Prüfaufwand auch im Hinblick auf hohe klimatische Belastungen im Innen- und Außenbereich getestet werden. Diese Klebstoffe können nach erfolgreicher Prüfung nach DIN EN 301/302 eine Zulassung für den Einsatz in tragenden Bauteilen nach DIN 1052 erhalten. Wir finden hier duromere Klebstoffe auf Kondensationsharz-Basis, Polyurethanklebstoffe, aber auch EPI-Klebstoffe.

**Tabelle 1: Anwendungsbeispiele thermoplastischer Holzklebstoffe für Vollholzanwendungen**

Anwendung	Holzarten	Beanspruchungsgruppe	Typische Klebstoffe	Bemerkungen
Möbelbau, Innenausbau	heimische Holzarten	D1, D2, D3	PVAc-Weißleime	
Möbelbau, Innenausbau	Exotenhölzer	D1, D2, D3	PVAc-Weißleime, EPI-Klebstoffe	Im Möbelbereich werden EPI-Klebstoffe hauptsächlich in Asien eingesetzt.
Parkettherstellung	Holzwerkstoffe, verschiedenste Hartholzarten	D3	PVAc-Weißleime, EPI-Klebstoffe	Wegen der vielen verschiedenen Holzarten und der hohen Wärmebeständigkeit werden zunehmend EPI-Klebstoffe eingesetzt.
Fenstereckverbindungen	heimische Holzarten, besondere Fensterhölzer	D3, D4	PVAc-Weißleime	Erhöhte Wärmebeständigkeit (> 7 N/mm <sup>2</sup> ) nach DIN EN 14257 gefordert.
Fensterkanteln	heimische Holzarten, besondere Fensterhölzer, modifizierte Hölzer*	D4	PVAc-Weißleime, EPI-Klebstoffe	Erhöhte Wärmebeständigkeit (> 7 N/mm <sup>2</sup> ) nach DIN EN 14257 gefordert.
Wintergartenbau, nichttragende Anwendung	heimische Holzarten, besondere Fensterhölzer	D4 nicht anwendbar	EPI-Klebstoffe	Witterungsbeständigkeit Außenfugen, generell sind Vorversuche unerlässlich.
Holz in der Außenanwendung	imprägnierte Hölzer, Lärche	D4 nicht anwendbar	EPI-Klebstoffe	

\*Im Bereich der Holzmodifikation gibt es aktuell diverse Verfahren. Zu nennen wären hier z. B. Acetylierung, Acrylierung, Furfurylierung, Hydrophobierung, Imprägnierung mit duromer härtenden Harzen, Wärmebehandlung.

Ziel aller Holzmodifikation ist es, technische Eigenschaften des Baustoffs Holz über den gesamten Holzquerschnitt für bestimmte Einsatzzwecke zu verbessern. So sorgt z. B. die durch die genannten Verfahren erzielte hohe Fäulnisresistenz dafür, dass sich auch heimische Hölzer für den Einsatz im Außen- und Nassbereich eignen, ohne dass nach kurzer Zeit Schäden durch Pilzbefall entstehen. Die verringerte Wasseraufnahmefähigkeit reduziert die für Holz typische Neigung zum Quellen und Schwinden, Verformen und Reißen.

Aufgrund der unterschiedlichen Verfahren und Komplexität der Holzmodifikationen sind Vorversuche zur Beurteilung der Adhäsion erforderlich.

Der Klebverbund, bei dem ein Isocyanat als Vernetzer verarbeitet wurde, ist gegen Bewitterung im Vergleich zu anderen Klebungen sehr beständig. Lediglich bei direkter UV-Einstrahlung auf die Klebfuge kommt es in Verbindung mit Sauerstoff, wie bei allen polyurethanbasierten Systemen, zu einer Oxidationsreaktion, die die Festigkeit beeinträchtigt. Das heißt, dass der Klebstoff im freien Film keine Beständigkeit gegen Bewitterung mit Sonnenlicht aufweist. Erst in der Klebung, bei der die Klebfuge im Inneren der Konstruktion liegt, kann eine entsprechende Beständigkeit erhalten werden. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich grundsätzlich, auch die Fugen konstruktiv oder aber chemisch mit einem angemessenen Oberflächenschutz zu versehen, wie es auch in der DIN EN 204 für die Beanspruchungsgruppe D4 gefordert wird.

### 3. Verarbeitungssysteme und Verfahren

Grundsätzlich ist der Basisklebstoff (Dispersionskomponente) mit dem Vernetzer (Isocyanatkomponente) vor der Verwendung im vorgeschriebenen Mischungsverhältnis homogen zu verrühren. Nach dem Anmischen muss der Klebstoff innerhalb der genannten Topfzeit verarbeitet werden.

Manuelle Auftragstechnik	Automatische Auftragstechnik
Verwiegen der Dispersion und des Vernetzers nach Herstellerangaben. Manuelles Untermischen des Vernetzers z. B. mit Flügelrührern.	Automatische Dosier- und Mischgeräte mit dynamischen oder statischen Mischelementen.
Klebstoffauftrag von Hand über Pinsel, Spachtel, Leimauftragsroller. Beim Einsatz von Druckbehältern oder Leimpumpen mit Raupen- oder Walzenauftrag ist besonders auf die Topfzeit zu achten.	Die angemischte Klebstoffflotte kann über Walzenauftrags- oder Rakelsysteme aufgetragen werden. Beim Einsatz von Gießköpfen ist die umlaufende Klebstoffmenge wegen der kurzen Topfzeit möglichst klein zu halten. Bei Start-Stopp-Systemen ohne Umlaufmengen wird die geringste Menge an gemischtem Klebstoff bevorratet.

### 4. Fehleranalyse

In Ergänzung zur Fehleranalyse im TKH-Merkblatt 3 „Dispersions-Holzleime“ sei hier auf die Besonderheit von zweikomponentigen Dispersionsklebstoffen hingewiesen.

Die EPI-Klebstoffe werden entsprechend der Herstellerangaben unmittelbar vor der Verarbeitung mit dem Vernetzer vermischt. Durch die hohe Reaktivität der Klebstoffsysteme haben EPI-Klebstoffe meist sehr

kurze Topfzeiten. Es ist wichtig, den angemischten Klebstoff innerhalb der vorgegebenen Topfzeit zu verarbeiten, da es sonst zu Fehlverklebungen kommen kann.

Typischerweise schäumen angerührte EPI-Klebstoffe zum Ende der Topfzeit hin auf. Daher dürfen angemischte Klebstoffe nicht in fest verschlossenen Gebinden gelagert werden (Berstgefahr).

Die Topfzeit und die Verarbeitbarkeit werden aber auch vom Anwender und den Umgebungsbedingungen beeinflusst:

- Hohe Temperaturen verkürzen die Topfzeit.
- Zu lange Rührzeiten verkürzen die Topfzeit.
- Eine zu schlechte Durchmischung verursacht eine inhomogene Verteilung des Vernetzers.

### 5. Umwelt- und Sicherheitsaspekte

#### 5.1. Hauptkomponente auf Dispersionsbasis

Polymerdispersionen sind wie fast alle Polymere nur schwer biologisch abbaubar. Im ausgehärteten Zustand verbleiben sie in der Umwelt bzw. es erfolgt ein abiotischer und langsamer biologischer Abbau. Allerdings weisen sie keine Umwelttoxizität und keine Bioakkumulation auf. Daher sind entsprechende Polymerdispersionen unter Umweltaspekten von nachrangiger Bedeutung.

Aufgrund ihrer Zusammensetzung weisen moderne Komponentensysteme von Polymerdispersionen nur geringe Emissionen auf.

#### 5.2. Härterkomponente auf Isocyanatbasis

Mit der Veröffentlichung eines Rechtsakts (Verordnung (EU) 2020/1149) am 3. August 2020 zur Anpassung der REACH-Verordnung wird die Verwendung von Diisocyanaten beschränkt. Demnach dürfen ab dem 24. August 2023 Diisocyanate mit einem Anteil ab 0,1 % (w/w) nicht gewerblich oder industriell verwendet werden.

Die Ausnahme ist, dass eine entsprechende Schulung zur „sicheren Verwendung von Diisocyanaten“ erfolgreich abgeschlossen wurde. Die Schulung ist mindestens alle 5 Jahre zu wiederholen.

Anwenderinnen und Anwender von bestimmten Kleb- und Dichtstoffen müssen daher ab dem 24. August 2023 besondere, neu geregelte Schulungsnachweise vorweisen können. Betroffen sind alle Produkte mit einer Gesamtkonzentration an monomeren Diisocyanaten von mehr als 0,1 %.

Die entsprechende Schulung steht auf der PU-Schulungsplattform [safeusediisocyanates.eu](https://safeusediisocyanates.eu) in allen EU-Sprachen zur Verfügung.

Die Bewertung hinsichtlich der Gesundheitsaspekte ist vorrangig von dem verwendeten Härtersystem abhängig. Üblicherweise werden Härter auf Basis von Diphenylmethandiisocyanat (MDI) eingesetzt.

Isocyanate sind reaktive Verbindungen. Mit Blick auf die gesundheitsrelevanten Eigenschaften sind, abhängig von Isocyanattyp und Applikationsverfahren, neben anderen toxikologischen Aspekten vor allem ihre Reizwirkung auf Haut, Augen und Atemwege sowie ihr sensibilisierendes Potenzial zu berücksichtigen. In der Folge können, insbesondere nach wiederholtem Kontakt, allergische Hautreaktionen auftreten. Eine Überexposition gegenüber Diisocyanaten durch Einatmen kann zu einer Atemwegssensibilisierung 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.

Mit Ausnahme von aerosolbildenden Applikationsverfahren (z. B. Spritzapplikation) und bei Wärmehärtung werden ansonsten bei ausreichender Lüftung die Arbeitsplatzgrenzwerte der verwendeten Diisocyanate typischerweise nicht überschritten. Schwerflüchtige Polyisocyanate tragen unter den üblichen Bedingungen nicht zu einer Atemwegsexposition bei. Eine Hautexposition wird durch Tragen geeigneter Schutzhandschuhe verhindert.

Bei Applikationsverfahren, bei denen es zu Aerosolbildung kommen kann, sind wirksame Absaugvorrichtungen zu installieren. Bei kurzzeitigen, vorübergehenden Expositionsmöglichkeiten reicht gegebenenfalls persönliche Schutzausrüstung aus:

Atemschutzmaske (Frischlufthilfe, bzw. Filter A2 – P2), Schutzkleidung, -brille und -handschuhe (auf Basis

von Butyl- oder Fluorkautschuk). Angaben hierzu finden sich in den Sicherheitsdatenblättern der Hersteller. Hinsichtlich des Arbeitsschutzes und der Überwachung gelten die Regelungen der TRGS 430 „Isocyanate – Exposition und Überwachung“.

Fachgerecht ausgehärtete EPI-Klebstoffsysteme sind inert (durchpolymerisierte Kunstharze) und physiologisch unbedenklich.

Die gültigen Sicherheitsdatenblätter der Hersteller sind zu beachten.

## Literatur

1. Merkblatt TKH-3 „Dispersionsklebstoffe“
2. DIN EN 204 „Klassifizierung von thermoplastischen Holzklebstoffen für nichttragende Anwendungen“
3. DIN EN 205 „Klebstoffe – Holzklebstoffe für nichttragende Anwendungen – Bestimmung der Klebfestigkeit von Längsklebungungen im Zugversuch“
4. DIN EN 301 „Klebstoffe für tragende Holzbauteile – Phenoplaste und Aminoplaste – Klassifizierung und Leistungsanforderungen“
5. DIN EN 302 „Klebstoffe für tragende Holzbauteile – Prüfverfahren“
6. DIN EN 923 „Klebstoffe – Benennungen und Definitionen“
7. DIN EN 14257 „Klebstoffe – Holzklebstoffe – Bestimmung der Klebfestigkeit von Längsklebungungen im Zugversuch in der Wärme“ (WATT '91)
8. DIN 1052 „Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau“

Alle verfügbaren Merkblätter der  
Technischen Kommission Holzklebstoffe (TKH)  
im Industrieverband Klebstoffe  
finden Sie in der jeweils aktuell gültigen Fassung unter

**www.  
klebstoffe  
.com**

Die Info-Plattform im Internet.