

TKH-Merkblatt 4

Stand: Oktober 2023



Industrieverband
Klebstoffe e.V.

Schmelzklebstoffe

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

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|---|
| Einleitung..... | 2 |
| 1. Definition und Begriffe..... | 2 |
| 2. Klebstoffeigenschaften..... | 3 |
| 2.1. Physikalische Klebstoffeigenschaften | 3 |
| 2.2. Chemische Klebstoffeigenschaften..... | 3 |
| 3. Eigenschaften der Substrate | 4 |
| 3.1. Physikalische Materialeigenschaften..... | 4 |
| 3.2. Chemische Materialeigenschaften..... | 4 |
| 4. Verarbeitungsparameter..... | 5 |
| 5. Verarbeitungsverfahren | 6 |
| 6. Testmethoden..... | 6 |
| 7. Auswahl eines Klebstoffes..... | 6 |
| 8. Umwelt und Sicherheitsaspekte | 6 |
| Literatur | 7 |

Einleitung

Schmelzklebstoffe sind aus der modernen Holz- und Möbelfertigung nicht mehr wegzudenken. Als einziges Klebstoffsystem erlauben sie es, ihre Verarbeitungseigenschaften dem Verarbeitungsprozess gezielt anzupassen. So lässt sich z. B. das Auftragsverhalten dieser Klebstoffe bereits durch Temperaturerhöhung oder Temperaturabsenkung an die erforderlichen Bedürfnisse präzise anpassen. Diese Eigenschaft macht Schmelzklebstoffe zu einem perfekten Werkzeug, wenn es darum geht, Arbeitsabläufe zu automatisieren.

Ziel des vorliegenden Merkblattes ist es, die Vielzahl an Begriffen zu erklären, mit denen die Verarbeiter von Schmelzklebstoffen konfrontiert werden.

1. Definition und Begriffe

Nach DIN EN 923¹⁾ ist ein Schmelzklebstoff (englisch: hotmelt adhesive, französisch: colle thermofusible) definiert als ein thermisch aufschmelzbares Klebstoffsystem, das durch Abkühlung Kohäsion (innere Festigkeit) entwickelt.

Grundsätzlich besteht ein Schmelzklebstoff, wie alle Klebstoffe, aus einem oder mehreren Polymeren, ergänzt durch Zusatzstoffe, wie Pigmente oder Stabilisatoren etc. Mehr Informationen hierzu findet man im Kapitel 2.2. *Chemische Klebstoffeigenschaften*.

Schmelzklebstoffe werden meist nach ihren Basispolymeren benannt:

Tabelle 1:
Basispolymere für die Herstellung von Schmelzklebstoffen

| Basispolymer | Bemerkungen |
|---------------------------|---|
| Ethylen-Vinylacetat (EVA) | Häufig verwendetes Basispolymer für Standardanwendungen |
| Polyolefin (PO) | Ermöglicht höheren Wärmestand als EVA |
| Polyamid (PA) | Hoher Wärmestand |
| Polyurethan (PUR) | Meist reaktives System mit hoher Wärmestand- und Feuchtfestigkeit |
| Polyester (PES) | Breites Haftspektrum und lange offene Zeit |

Viele Systeme sind **thermoplastisch** und **chemisch reaktiv** realisierbar.

Thermoplastische Schmelzklebstoffe lassen sich reversibel aufschmelzen. Bei genügend hohem Wärmeinput werden sie wieder fließfähig und reduzieren infolgedessen ihre innere Festigkeit (Kohäsion). Dieser Eigenschaft (manchmal erwünscht, z. B. bei der Vorbeschichtung) kann man dadurch entgegenwirken, dass man die Polymermoleküle nach dem Abkühlvorgang untereinander verknüpft (chemisch vernetzt). Der Kohäsionsabbau bei erhöhter Temperatur wird dadurch nahezu eliminiert und die Bindekraft des Schmelzklebstoffes bleibt erhalten. Solche Systeme, die während oder nach der Abkühlung chemische Vernetzungsreaktionen durchlaufen, werden **reaktive Schmelzklebstoffe** genannt.

Im geschmolzenen Zustand ist der Schmelzklebstoff eine **fließfähige Masse**. Nur als solche benetzt er die Oberfläche der zu klebenden Substrate und entwickelt **Adhäsion** darauf. Eine fließfähige Masse kann Kräfte aber nur sehr bedingt übertragen, da sie eine vergleichsweise geringe **Kohäsion** besitzt. Infolge der Abkühlung erstarrt der Schmelzklebstoff und wird zu einem Festkörper, der dann eine hohe Kohäsion für die Kraftübertragung besitzt. Die viskoelastische Eigenschaft der Polymere sorgt dann dafür, dass die Ad-

häsion trotz der beim Abkühlen aufgebauten mechanischen Spannungen erhalten bleibt.

2. Klebstoffeigenschaften

2.1. Physikalische Klebstoffeigenschaften

Aus der obigen Erklärung des Klebevorgangs ergibt sich, dass bei der Beschreibung eines Schmelzklebstoffes genau unterschieden werden muss, ob man sich dabei auf die Schmelze, den Phasenübergang oder den erstarrten Festkörper bezieht. Die meisten **Anwendungsparameter** beschreiben die Schmelze, die meisten **Auswahlkriterien** den festen Zustand.

Die Schmelze wird mittels Größen beschrieben, die sich auf eine Flüssigkeit beziehen (z. B. die Viskosität), der Festkörper wiederum mittels mechanischer Größen (z. B. der G-Modul). Dazwischen befinden sich die Parameter, die den Phasenübergang zwischen beiden Zuständen beschreiben (z. B. der Erweichungspunkt).

Tabelle 2:
Größen zur Charakterisierung der Schmelze

| Größe | Abkürzung | Einheit | Messmethode | Beschreibung |
|------------------|-----------|-----------|---------------|--------------------------------------|
| Viskosität | η | Pa·s | Rheometer | Fließverhalten unter Kräfteinwirkung |
| Melt Flow Index | MFI | g/10 min | MFI-Messgerät | Weiteres Viskositätsmerkmal |
| Melt Volume Rate | MVR | ml/10 min | MFI-Messgerät | Weiteres Viskositätsmerkmal |

Tabelle 3:
Größen zur Charakterisierung des Phasenübergangs

| Größe | Abkürzung | Einheit | Messmethode | Beschreibung |
|--|-------------------|---------|---|--|
| Erweichungspunkt bzw. Erweichungsbereich | EP bzw. EWB | °C | Kofler-Heizbank ²⁾ ; Ring & Kugel ³⁾ | Visuelles Verhalten des Klebstoffs beim Erwärmen |

Tabelle 4:
Größen zur Charakterisierung des Festkörpers

| Größe | Abkürzung | Einheit | Messmethode | Beschreibung |
|---------------------|--------------|-------------------|--------------|---|
| Dichte | ρ | g/cm ³ | Volumetrisch | Spezifisches Gewicht |
| Elastischer G-Modul | G' | Pa | Rheometer | Speichermodul, beschreibt die Elastizität |
| Plastischer G-Modul | G'' | Pa | Rheometer | Verlustmodul, beschreibt die Plastizität |
| Verlustfaktor | tan δ | | Rheometer | Verhältnis von plastischen zu elastischen Eigenschaften |

2.2. Chemische Klebstoffeigenschaften

Schmelzklebstoffe sind Mehrkomponentensysteme, bei denen durch Kombination verschiedener Polymere und Zusatzstoffe gezielt Eigenschaften eingestellt werden. Dadurch können Schmelzklebstoffe z. B. ein thermisches oder mechanisches Verhalten erlangen, das sich von dem der Einzelpolymere stark unterscheidet. Dies ist vergleichbar mit dem Werkstoff Stahl. Hier werden durch die Legierung der Hauptkomponente Eisen mit anderen Metallen Eigenschaften erreicht, die jene des Eisens bei weitem überreffen.

Durch dieses Vorgehen lassen sich Schmelzklebstoffe als Polymerlegierungen nach Maß herstellen. Die nachstehende Tabelle listet wesentliche Rohstoffe von Schmelzklebstoffen auf.

Tabelle 5:
Wesentliche Rohstoffe zur Herstellung von Schmelzklebstoffen

| Name | Abkürzung | Funktion, Beispiele |
|---------------------|-----------|---|
| Ethylen-Vinylacetat | EVA | Basispolymer |
| Polyolefin | PO | Basispolymer |
| Polyamid | PA | Basispolymer |
| Polyurethan | PUR | Basispolymer |
| Polyester | PES | Basispolymer |
| Füllstoffe | | Z. B. Kreide, Schwerspat |
| Präpolymere | | Vernetzungskomponente, z. B. Isocyanate |
| Harze | | Klebrigmacher (engl. Tackifier), z. B. Naturharze oder petrochemische Harze |
| Additive | | Z. B. Stabilisatoren, Pigmente, Wachse |

Erklärungsbedürftig ist ggf. der etwas vage Begriff **Harz**. Dem Sprachgebrauch folgend werden Harze als diejenigen Polymere bezeichnet, die hauptsächlich in der Schmelze für den Adhäsionsaufbau zuständig sind. Im Vergleich zu den Basispolymeren handelt es sich dabei meist um niedermolekulare Verbindungen. Das Wort **Füllstoff** ist in diesem Zusammenhang nicht als Synonym für "Billigmacher" zu verstehen. Füllstoffe beeinflussen maßgeblich die Rheologie und Struktur der Klebstoffe und tragen somit wesentlich zu ihrem Profil bei. Im Straßenbau dient der Kiesanteil im Asphalt ja auch nicht zum Strecken des Bitumens, sondern zur Gewährleistung der Stabilität der Straßendecke.

3. Eigenschaften der Substrate

Die Eigenschaften einer Klebung werden nicht nur durch den Klebstoff, sondern auch durch die Substrate beeinflusst. Damit erweitern wir die Betrachtung der Eigenschaften einer Klebung auf den Gesamtverbund. Letztlich ist dieser Gesamtverbund von Bedeutung und nicht seine einzelnen Komponenten wie Klebstoff oder Substrat.

3.1. Physikalische Materialeigenschaften

In Tabelle 6 sind als Beispiel Eigenschaften von Möbelkantenbändern aufgeführt, die besonders hohe physikalische Belastungen für geklebte Verbunde verursachen können.

Die letzte Spalte "Überprüfung" soll andeuten, dass – zumindest im Vergleichstest – das Verhalten der Kantenbänder bei länger andauernder hoher Wärme- einwirkung eine Abschätzung der zu erwartenden Spannungen erlaubt.

Tabelle 6:
Eigenschaften von Möbelkantenbändern, die besonders hohe Belastungen für Verbunde mit sich bringen können

| Problem | Ursache | Auswirkung | Überprüfung |
|-------------------------------------|--|--|--|
| Eigenspannung | Material- eigenschaft | Dauerlast auf Klebstoff. Auftreten bei steigender Temperatur. | Verhalten des Kantenbandes im Wärmeschrank |
| Eingefrorene mechanische Spannungen | Herstellprozess (z. B. Extrusion, Kalandrierung, Kantenbandrollenradius) | Wirkt sich oft erst nach langer Zeit aus. | Verhalten des Kantenbandes im Wärmeschrank |
| Kondensationsgrad | Herstellprozess | Eigenspannung, Wasserfestigkeit, Verhalten unter Feuchteinfluss. | Verhalten des Kantenbandes im Wärmeschrank |

Betrachten wir die Klebung eines thermoplastischen Kantenbandes mit einem rein thermoplastischen Schmelzklebstoff auf eine Spanplatte als Beispiel. Mit steigenden Temperaturen (oberhalb der Zimmertemperatur) werden sowohl Schmelzklebstoff als auch Kantenband weicher. Der Verbund hält, solange der Klebstoff die auftretenden mechanischen Spannungen bei dieser Temperatur kompensieren bzw. übertragen kann.

Die Belastung des Klebstoffes wird durch die in den Substraten Kantenband und Platte auftretenden Spannungen bestimmt. So wird Kantenmaterial, das bei hohen Temperaturen zum Schrumpfen neigt (Scher- spannung durch Materialeigenschaft), bzw. Kantenmaterial, das sich aufrollt (Spannung durch eingefrorene mechanische Spannungen), manche Klebstoffe mechanisch überlasten. Im täglichen Sprachgebrauch

wird das bis kurz vor Versagen des Verbundes "Wärme- standfestigkeit" genannt.

Als weiteres Beispiel wird ein wasserunlöslicher Schmelzklebstoff betrachtet. Dieser wird auf einer im Wasser quellenden Spanplatte kein Kantenband festhalten können, wenn sich z. B. die Deckschicht der Platte unter Wassereinwirkung ablöst.

Die beiden Beispiele zeigen, dass "Wärme- standfestigkeit" und "Wasserfestigkeit" typische Eigenschaften eines Verbundes darstellen und keine Klebstoffeigenschaften sind. Dies muss bei einer Betrachtung der Anforderungsparameter beachtet werden.

3.2. Chemische Materialeigenschaften

Der Basiswerkstoff dient auch bei Beschichtungsstoffen und Kantenbändern der Namensgebung. In Tabelle 7 sind einige heute gebräuchliche Werkstoffe aufgezählt, ohne dass die Liste Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

Aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung ergeben sich unterschiedliche Eigenschaften. In Bezug auf den Klebevorgang ist die Oberflächenenergie eine wesentliche Eigenschaft. Sie tritt zwar physikalisch in Erscheinung, hat aber in den chemischen Eigenschaften ihren Ursprung. Passt die Oberflächenenergie der Substrate nicht zur Oberflächenenergie des Schmelzklebstoffs, findet keine hinreichende Benetzung statt. Die Folge ist dann eine verminderte oder sogar nicht vorhandene Adhäsion.

Holz und Holzwerkstoffe können im Regelfall ohne besondere Vorbehandlung geklebt werden, solange ihre Klebeflächen frei von Staub, Fett und Öl sind. Kunststoffe und Metalle hingegen erfordern häufig eine Vorbehandlung zur Adhäsionsverbesserung. Deshalb werden zum Teil schon vom Hersteller entsprechende Haftvermittler (Primer) aufgebracht, die dann die eigentliche Kontaktfläche zum Klebstoff darstellen.

Tabelle 7:
Basiswerkstoffe für Beschichtungsstoffe und Möbelkanten

| Name | Verwendung |
|--------------------------------------|---------------|
| ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol) | Kante, Fläche |
| PVC (Polyvinylchlorid) | Kante, Fläche |
| PP - PE (Polypropylen - Polyethylen) | Kante, Fläche |
| PET / Polyester | Kante, Fläche |
| Aluminium | Kante, Fläche |
| Schichtstoffe / Laminat | Kante, Fläche |
| Furniere / Massivholz | Kante, Fläche |
| Spanplatte / Sperrholz | Träger |
| MDF / HDF | Träger |
| Verbundplatte | Träger |
| Massivholz | Träger |

4. Verarbeitungsparameter

Tabelle 8 ist eine Auflistung von für Klebprozesse bedeutsamen Parametern. Es handelt sich dabei um Größen, die dem Phasenübergang des Schmelzklebstoffs von fließfähig zu fest zuzuordnen sind. Sie haben direkten Einfluss auf die erzielbare Qualität der Klebung und erfordern entsprechende Berücksichtigung beim Einstellen der Verarbeitungsanlage.

Es ist wichtig zu verstehen, dass diese Parameter besonders bei Schmelzklebstoffen keine Fixgrößen sind, sondern vielmehr variable Größen, die während der Verarbeitung als Folge der vorherrschenden Rahmenbedingungen eingestellt werden. Dementsprechend können sie bei ein- und demselben Schmelzklebstoff bei unterschiedlichen Anwendungen auch unterschiedliche Werte aufweisen. Aus diesem Zusammenhang heraus wird klar, dass ein Versuch, diese Größen als Fixwerte zu quantifizieren scheitern muss.

Mit Hilfe eines einfachen Modells werden auf der nächsten Seite dieses Merkblattes Überlegungen präsentiert, die es gestatten, die im Verarbeitungsprozess nur schwer messbaren Größen aus messbaren Klebstoffkenngrößen und messbaren Umgebungsparametern abschätzen zu können, um so den Anwender in der bestmöglichen Einstellung der Verarbeitungsanlage zu unterstützen.

Betrachtet wird folgendes Modell:

Ein Schmelzklebstoff benetzt dafür geeignete Substrate, solange er hinreichend fließfähig ist. Die Benetzung hängt von Viskosität und Oberflächenspannung im fließfähigen Zustand ab. Beide sind messbare Eigenschaften in Abhängigkeit von der Temperatur.

Durch Abgabe von Wärme an Substrate und Umgebung kühlt der Klebstoff ab.

Seine Viskosität und Oberflächenspannung nehmen dabei zu, während die Benetzungsfähigkeit abnimmt und die Kohäsion (innere Festigkeit) zunimmt. Wie schnell diese Vorgänge ablaufen, wird durch die Wärmeströme messbar charakterisiert: langsam, wenn die Umgebung die Wärme schlecht aufnimmt und der Klebstoff eine hohe Wärmekapazität besitzt, schnell, wenn z. B. die Umgebung kalt ist, weil dann die Wärmeströme groß sind.

Tabelle 8:
Wichtige Parameter im Zuge der Schmelzklebstoffverarbeitung

| Parameter | Definition | Beeinflussbare Größen | Bedeutung |
|---|--|--|--|
| Benetzungsfähige Zeit (meist auch als offene Zeit bezeichnet) | Zeitspanne nach dem Klebstoffauftrag, innerhalb der die Benetzung der zu fügenden Substrate gewährleistet ist. | Wärmeströme, Umgebungstemperatur, Substrattemperatur, Schichtdicke des Klebstoffs <i>Beeinflussbar durch Anwender</i> | Maximale Zeit nach dem Klebstoffauftrag bis zum Fügen der Substrate |
| Abbindezeit | Vollständiger Kohäsionsaufbau. Viskosität nicht messbar hoch. | Wärmeströme, Umgebungstemperatur, Substrattemperatur, Schichtdicke des Klebstoffs <i>Beeinflussbar durch Anwender</i> | Minimale Zeit nach dem Klebstoffauftrag bis zur mechanischen Belastbarkeit einer Klebefuge |
| Oberflächenspannung | Temperaturabhängiges Maß für das Benetzungsvermögen des Schmelzklebstoffes | Klebstofftemperatur, Vorbehandlung der Substrate <i>Beeinflussbar durch Anwender</i> | Wichtige Kenngröße für Benetzbarkeit |
| Adhäsion | Wechselwirkung zwischen Klebstoff und Substrat-Anhaftungskraft | Temperatur, Oberflächenspannung, staubfrei, fettfrei | Reinigung der zu klebenden Teile |
| Anfangsfestigkeit | Zusammenspiel von Kohäsion und Adhäsion nach dem Fügevorgang | Viskositätsprofil <i>Beeinflussbar durch Klebstoffhersteller</i> | Mechanische Belastbarkeit noch während des Fügevorgangs |
| Kohäsionsaufbauzeit | Maß für das Verfestigungsverhalten | Viskositätsprofil <i>Beeinflussbar durch Klebstoffhersteller</i> | Mechanische Belastbarkeit kurz nach dem Fügevorgang |
| Reaktivierbarkeit | Wiederaufschmelzverhalten | Reaktivierungstemperatur, Fügedruck <i>Beeinflussbar durch Anwender</i> | Gestaltung des Produktionsprozesses |
| "Schmierer" | Verhalten des Schmelzklebstoffs bei Fräsvorgängen (sog. Bündigfräsen) | Viskositätsprofil, Klebstofftemperatur, Klebstofftyp <i>Beeinflussbar durch Anwender</i> | Verunreinigung der Werkzeuge und Fertigteile |

5. Verarbeitungsverfahren

Tabelle 9 zeigt typische Anwendungen von Schmelzklebstoffen in der Möbelindustrie und die dazugehörigen Verarbeitungsverfahren. Die oben genannten Parameter fallen für die verschiedenen Anwendungen unterschiedlich stark ins Gewicht. Die jeweils bedeutendsten sind in der letzten Spalte aufgeführt.

Entsprechend der Auftragstechnik und der Klebstoffart kann die Lieferform der Klebstoffe variieren. Wichtig ist, dass beides aufeinander abgestimmt ist. Einige übliche Lieferformen sind z. B. Granulate, Patronen oder Blöcke. Bei chemisch reaktiven Schmelzklebstoffen müssen die Verpackungen die Klebstoffe vor der Umgebungsfeuchte schützen, um eine vorzeitige Reaktion zu verhindern. In den Aufschmelzgeräten muss der Klebstoff ebenfalls von der Umgebungsfeuchte abgeschirmt sein.

Tabelle 9:
Typische Anwendungen von Schmelzklebstoffen in der Möbelindustrie

| Anwendung | Charakteristik | Auftragstechnik | Wichtige Parameter |
|------------------------------|--|---------------------|--|
| Geradkantenklebung | Klebstoffauftrag auf die Trägerplatte oder das Kantenband | Auftragswalze, Düse | Benetzungsfähige Zeit, Anfangsfestigkeit |
| Softforming | Klebstoffauftrag auf das Kantenband | Auftragswalze, Düse | Benetzungsfähige Zeit, Anfangsfestigkeit |
| Stationärbearbeitung | Werkstück wird in einer Aufspannung spanend bearbeitet und mit einem Kantenband versehen | Auftragswalze | Anfangsfestigkeit |
| Vorbeschichtete Kantenbänder | Klebstoffauftrag auf das Kantenband, spätere Reaktivierung des Klebstoffes | Auftragswalze, Düse | Reaktivierbarkeit |
| Postforming | Formen der Flächenbeschichtung um die Schmalfläche | Auftragswalze, Düse | Anfangsfestigkeit |
| Ummantelung | Klebstoffauftrag auf die Beschichtung | Auftragswalze, Düse | Benetzungsfähige Zeit |
| Montageklebung | Montagehilfe, "warmer Nagel" | Düse, Handpistole | Benetzungsfähige Zeit |

6. Testmethoden

Tabelle 10 gibt die wichtigsten Methoden zur Prüfung von Klebungen wieder, die mit Schmelzklebstoffen hergestellt wurden. Die meisten Methoden werden bei

den Anwendern zur schnellen Qualitätskontrolle eingesetzt. Allen gemeinsam ist, dass sie Objektprüfungen darstellen. Sie sind damit sinnvolle Prüfungen an Klebungen, die jedoch nicht den Anspruch erheben, Aussagen über einen Klebstoff ohne Substrat zu ermöglichen. Dieses ist im Sinne der vorangegangenen Ausführungen auch nicht denkbar.

Tabelle 10:
Methoden zur Prüfung einer Klebung mit Schmelzklebstoffen

| Begriff | Methode / Charakteristikum |
|-------------------------|---|
| Schälfestigkeit | 90-Grad-Rollenschältest (Achtung: Biegesteifigkeit der Kante ⁴⁾ berücksichtigen) |
| Manueller Adhäsionstest | Anwendungsspezifischer Objekttest |
| Aufsteigender Wärmetest | Anwendungsspezifischer Objekttest |
| Absteigender Kältetest | Anwendungsspezifischer Objekttest |
| Klimawechseltest | Anwendungsspezifischer Objekttest |
| Langzeittest | Anwendungsspezifischer Objekttest |
| Wasserfestigkeit | Anwendungsspezifischer Objekttest |

7. Auswahl eines Klebstoffes

Die Auswahl des geeigneten Klebstoffes für einen bestimmten Anwendungsfall ergibt sich nicht allein aus dessen Rohstoffbasis. Entscheidend ist vielmehr das Zusammenspiel zwischen Klebstoff und Substrat. Unter zusätzlicher Beachtung der Verarbeitungsverfahren (Kapitel 5), der relevanten Verarbeitungsparameter (Kapitel 4) und dem Anforderungsprofil an ein geklebtes Bauteil, kann dann eine Klebstoffauswahl erfolgen. Unterstützend hierzu bieten sich verschiedene Testmethoden für vergleichende Prüfungen an (Kapitel 6).

Bitte beachten: Ein Klebstoff ist kein Allheilmittel.

Eine professionelle Beratung dazu ist deshalb im Vorfeld zwingend erforderlich!

8. Umwelt und Sicherheitsaspekte

Die Sicherheits-, Verarbeitungs- und Entsorgungshinweise der Klebstoffhersteller sind zu beachten.

Literatur

1. DIN EN 923
„Klebstoffe – Benennungen und Definitionen“,
Entwurf März 2015, Beuth Verlag, Berlin
2. Kofler Heizbank:
Metallplatte mit definiertem
Temperaturgradienten
3. ASTM E 28
Bestimmung des Erweichungspunktes; Ring- und
Kugel-Verfahren
4. DIN EN 1464
„Klebstoffe – Bestimmung des Schälwiderstandes
von Klebungen – Rollenschälversuch

Die Hinweise und Angaben in diesem Merkblatt entsprechen bestem Wissen nach derzeitigem Stand der Technik. Sie dienen zur Information und als unverbindliche Richtlinie. Gewährleistungsansprüche können daraus nicht abgeleitet werden.

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.
Alles Wissenswerte aus der Welt, in der wir (k)leben.