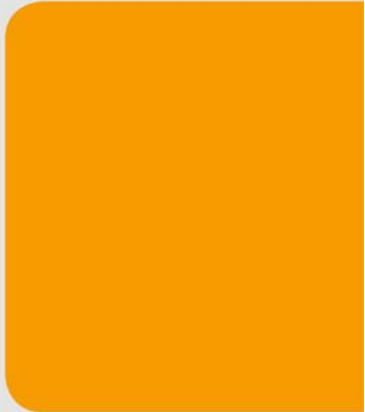




Allgemeine  
Verarbeitungsempfehlungen für  
HPL



## Vorwort

Hochdrucklaminat (HPL) gemäß EN 438 wird seit vielen Jahrzehnten im Bau- und Möbelbereich verwendet. Die Europäische Norm EN 438 definiert Material, Anforderungen und Eigenschaften von HPL.

HPL ist ein duroplastischer Verbundwerkstoff auf der Basis von Harzen und Papieren und verfügt über eine einzigartige, extrem robuste, widerstandsfähige, moderne und sehr dekorative Oberfläche. HPL ist ein allgegenwärtiger Bestandteil des täglichen Lebens und wird selbsttragend oder im Verbund mit Trägerwerkstoffen eingesetzt. Die Einsatz- und Verwendungsbereiche von HPL sind sehr vielfältig und entwickeln sich stetig weiter. Das macht ein Wissensmanagement erforderlich, welches in Form der Anwendungstechnischen Merkblätter regelmäßig aktualisierte Informationen und Hilfestellungen zu verschiedenen Anwendungen und Verarbeitungen gibt.

Das Technische Merkblatt „Allgemeine Verarbeitungsempfehlungen für HPL“ gibt eine Übersicht zur Be- und Verarbeitung von HPL.

Dieses Technische Merkblatt aktualisiert, erweitert und ersetzt die Allgemeinen Verarbeitungsempfehlungen von Dekorativen Schichtstoff von Februar 2011

## Wichtiger Hinweis:

Diese Ausarbeitung dient lediglich Informationszwecken. Die in dieser Ausarbeitung enthaltenen Informationen wurden nach derzeitigem Kenntnisstand und nach bestem Gewissen zusammengestellt. Der Autor und pro-K übernehmen jedoch keine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Informationen. Jeder Leser muss sich daher selbst vergewissern, ob die Informationen für seine Zwecke zutreffend und geeignet sind.

Stand: Januar 2022

## Fachgruppe proHPL

proHPL ist eine Fachgruppe des pro-K Industrieverbandes Halbzeuge und Konsumprodukte aus Kunststoff e.V., Städelstraße 10, D-60596 Frankfurt am Main; Tel.: 069 - 2 71 05-31

E-Mail: [info@pro-kunststoff.de](mailto:info@pro-kunststoff.de); [www.pro-hpl.org](http://www.pro-hpl.org)

pro-K ist Trägerverband des Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie e.V. (GKV)



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>4</b>
1.1	Typische Anwendungsgebiete für HPL	5
<b>2</b>	<b>Lagerung und Handhabung</b>	<b>5</b>
2.1	Lagerung	5
2.2	Konditionierung	6
2.3	Handhabung	7
<b>3</b>	<b>Bearbeiten von HPL</b>	<b>8</b>
3.1	Allgemeines	8
3.1.1	Werkzeuge	8
3.1.2	Vorgehensweise	8
3.1.3	Unterlage	8
3.2	Zuschnitt von HPL und HPL-Elementen	9
3.2.1	Handkreissägen	9
3.2.2	Stichsägen	9
3.2.3	Tisch- und Formatkreissägen	9
3.2.4	Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten	11
3.3	Schnittkantenbearbeitung und Profilierung	12
3.3.1	Kantenbearbeitung von Hand	12
3.3.2	Kantenbearbeitung mit stationären Maschinen	13
3.4	Bohren	13
3.5	Technische Richtwerte	15
<b>4</b>	<b>Herstellung von HPL-Elementen</b>	<b>16</b>
4.1	Trägermaterial	16
4.2	Spannungsausgleich	17
4.3	Klebung	17
4.3.1	Klebungungsverfahren	18
4.4	Anhang „Allgemeine Berechnung des Pressdrucks bei hydraulischen Pressen“	22

## 1 Allgemeines

HPL, gemäß DIN EN 438, ist ein ausgezeichneter Werkstoff für Oberflächen im Innen- und Außenbereich. Dazu wird dieser entweder auf geeignetes Trägermaterial aufgebracht oder als selbsttragendes HPL-Compact eingesetzt. HPL erfüllt höchste Anforderungen hinsichtlich Hygiene, Feuerwiderstandsfähigkeit und Beständigkeit gegen Feuchtigkeitseinfluss. Die besonderen Vorteile der Platten liegen außer in den mechanischen Eigenschaften auch in der dekorativen Vielfalt.

HPL wird in einer Vielzahl von Farben, Dekoren und Oberflächenstrukturen angeboten und erlaubt dadurch Architekten und Designern umfangreiche Gestaltungsmöglichkeiten. Ihre Oberflächen sind hart und widerstandsfähig gegen Abrieb-, Stoß- und Kratzbeanspruchung. Darüber hinaus widerstehen sie weitgehend dem Einfluss von Vandalismus, lassen sich leicht reinigen und haben eine lange Lebensdauer.

HPL bieten zusätzlich zu ihren physikalischen Eigenschaften viele andere Vorzüge. Sowohl Verbundelemente als auch Kompaktplatten ermöglichen eine schnelle und leichte Vorortmontage. Bei Renovierung in Trockenbauweise brauchen vorhandene Tapeten, Textilbeläge, Fliesen oder andere Wandbeläge nicht entfernt zu werden.

HPL besteht aus Papierschichten, die mit Kunstharzen imprägniert und unter Hitze und hohem Druck verpresst werden. Der Aufbau besteht, je nach Dicke, aus einer bestimmten Anzahl von Kernpapierschichten, die Decklage in der Regel aus Melaminharz imprägnierten Dekorpapieren. Bei bedruckten Dekorpapieren sorgt ein zusätzliches Overlay für eine abriebfeste Schutzschicht.

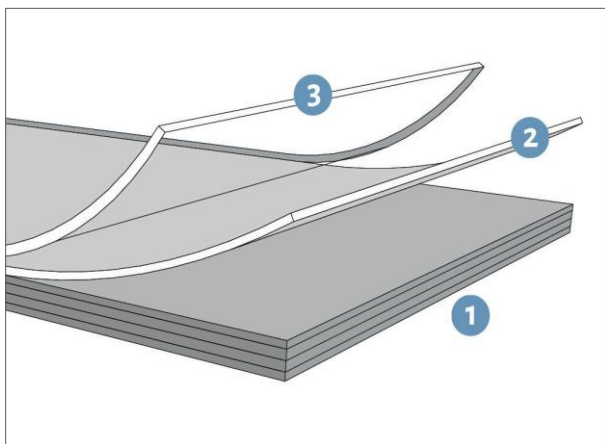


Abbildung 1: Typischer Aufbau von HPL

1 Kraftpapierlagen | 2 Dekorpapier | 3 Overlay

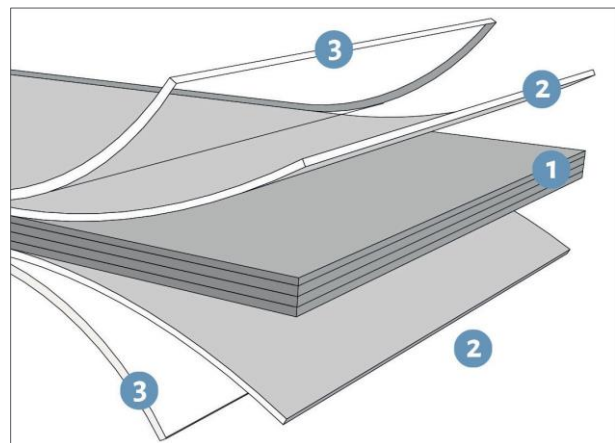


Abbildung 2: Typischer Aufbau von HPL-Compact

1 Kraftpapierlagen | 2 Dekorpapier | 3 Overlay

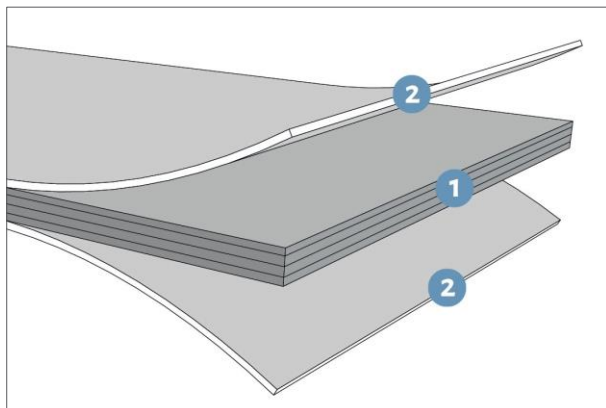


Abbildung 3: Typischer Aufbau von HPL-Compact ohne Overlay

1 Kraftpapierlagen | 2 Dekorpapier

HPL können in verschiedenen Qualitäten hergestellt werden. Neben der Standardqualität können diese z. B. auch nachformbar oder mit flammhemmenden Zusätzen ausgestattet werden.

Das Klassifizierungssystem von HPL, HPL-Compact und HPL-Elementen ist ausführlich im HPL Kompendium, Kapitel 1.3, beschrieben.

## 1.1 Typische Anwendungsgebiete für HPL

HPL ist vielseitig sowohl im Innen- als auch im Außenbereich einsetzbar. Beispielgebend sollen hier genannt sein:

- Möbel- und Innenausbau
- Fahrzeugbau
- Objektbau
- Außenanwendungen

## 2 Lagerung und Handhabung

### 2.1 Lagerung

HPL muss bei normalem Raumklima, d.h. bei ungefähr 18 – 25 °C und 50 – 65 % rel. Luftfeuchte, so gelagert werden, dass es vor Nässe, Feuchtigkeit und direkter Sonneneinstrahlung geschützt ist. Die Platten sollen plan auf einem geeigneten ebenen Untergrund horizontal aufliegen, z. B. auf einer Palette mit Unterlegplatte. Der Stapel muss mit einer Abdeckplatte beschwert werden. Wird HPL in einer Folienverpackung angeliefert, wird empfohlen, nach jeder Entnahme die Folie wieder zu schließen und mit der Abdeckplatte zu bedecken. Wo eine horizontale Lagerung nicht möglich ist, empfiehlt sich eine Schrägstellung im Winkel von ca. 80° bei ganzflächiger Abstützung und einem Gegenlager auf dem Boden, um ein Abrutschen zu verhindern.

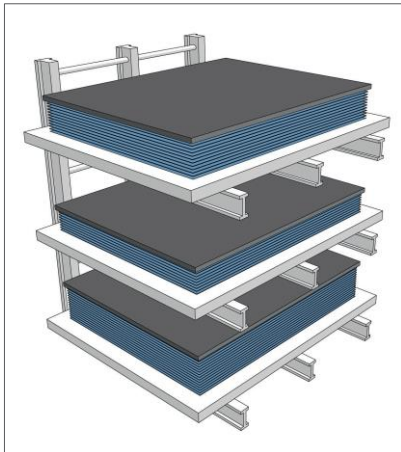


Abbildung 4: horizontale Lagerung von HPL mit Abdeckplatte

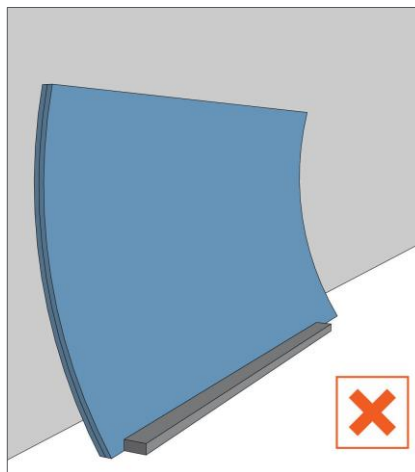
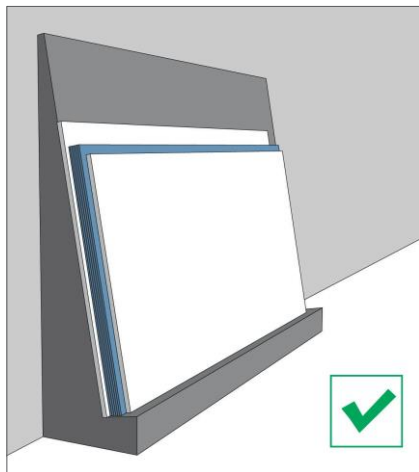


Abbildung 5: schräg stehende Lagerung von HPL mit Abdeckplatte und vollflächiger Abstützung

## 2.2 Konditionierung

HPL und Trägermaterialien sollen vor der Verarbeitung gemeinsam konditioniert werden, damit sich beide Materialien in ihrem Feuchtigkeitsgehalt annähern. Materialien, die in zu feuchtem Zustand verarbeitet werden, neigen im Laufe der Zeit zur Schrumpfung, die Rissbildung und Verwerfung nach sich ziehen kann. Zu trockene Materialien sind schwerer zu verarbeiten und können sich später ausdehnen, so dass ein Verzug nicht ausgeschlossen bleibt. Grundsätzlich sind bei Planung und Konstruktion von Verbundbauteilen die klimatischen Bedingungen während der späteren Nutzung zu beachten. Eine gute Konditionierung kann nur bei normalem Raumklima (d. h. bei ungefähr 18 - 25 °C und 50 – 65 % rel. Luftfeuchte) erreicht werden.

Es wird empfohlen:

- eine ausreichende Zirkulation der Umluft während mind. zehn Tagen um jede Platte (s. Abb. unten)
- dass HPL und Trägermaterial für wenigstens drei Tage so miteinander gestapelt werden, wie sie später geklebt werden (die relative Luftfeuchte soll dabei ähnlich der ihres späteren Einsatzbereichs sein), s. Abb. 6.

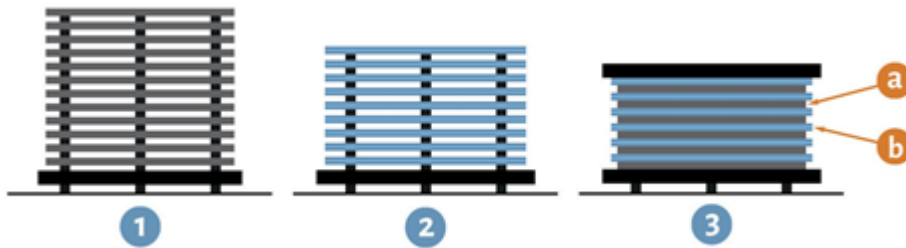


Abbildung 6: Konditionierung von HPL

1 Stapel mit Trägerplatten | 2 Stapel mit HPL

3 Vorkonfekzionierter Stapel mit a Trägerplatten | b HPL

Diese Empfehlungen gelten für die Verarbeitung in gemäßigten Klimazonen. Für extreme Klimazonen empfehlen wir Rücksprache mit dem Hersteller.

Wird das herzustellende Verbundelement bei seinem späteren Verwendungszweck einer andauernd niedrigen rel. Luftfeuchte ausgesetzt, empfiehlt es sich, HPL und das Trägermaterial bei der Klimatisierung einer entsprechenden Luftfeuchte auszusetzen, um später auftretende Schrumpfspannungen vorwegzunehmen. Die Klebung muss im unmittelbaren Anschluss an die Konditionierung erfolgen. Es empfiehlt sich auch hier Rücksprache mit dem Hersteller. Auch beim Transport ist auf eine geeignete Konditionierung zu achten.

### 2.3 Handhabung

Bei der Handhabung von HPL ist in jedem Fall zu vermeiden, dass die Dekorseiten gegeneinander verschoben oder übereinander gezogen werden. Bei größeren Formaten empfiehlt es sich, die Platten um die Längsachse gewölbt zu tragen, um das sonst unvermeidliche Durchhängen zu verhindern. Einzelne Platten können auch gerollt getragen werden (Dekorseite nach innen, dabei jedoch scheuernde Bewegungen vermeiden). Beim Transport von Plattenstapeln mit Transportfahrzeugen verschiedener Art sind ausreichend große und stabile Paletten zu verwenden. Sie sind gegen Verrutschen zu sichern.



Abbildung 7: Handhabung von HPL

### 3 Bearbeiten von HPL

#### 3.1 Allgemeines

Bei Ausschnitten und Innenaussparungen von HPL-Elementen und HPL-Compact sind die Ecken stets abzurunden (Abbildung 7). Der Innenradius soll möglichst groß gehalten werden, mindestens 6 mm.

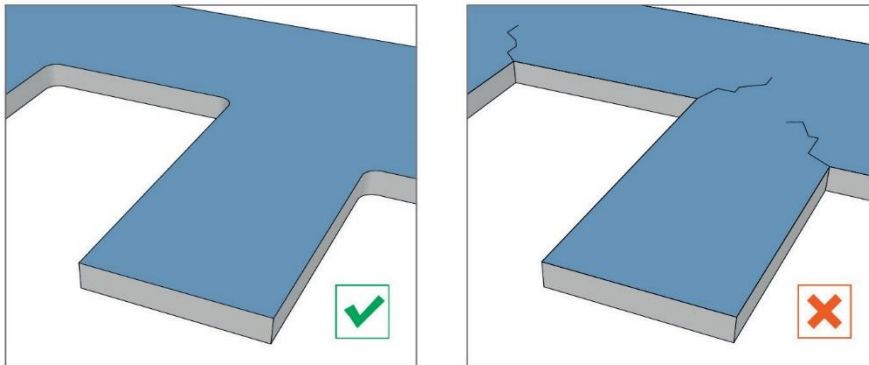


Abbildung 8 Ausschnitte von Arbeitsplatten

##### 3.1.1 Werkzeuge

Die Oberfläche von HPL besteht aus hochwertigen Melaminharzen und ist deshalb relativ hart. Die Werkzeugbeanspruchung ist höher als bei den meisten Hölzern oder Holzwerkstoffen. Werkzeuge mit Hartmetallschneiden haben sich gut bewährt. Auch diamantbestückte Werkzeugschneiden sind für serienmäßige Bearbeitungsvorgänge vorteilhaft.

##### 3.1.2 Vorgehensweise

Die Bearbeitung nicht aufgeleimter Platten soll auf einer planen, festen Unterlage erfolgen. Jede Vibration und jedes Flattern der Platte sind zu vermeiden. Scharfe Schneiden und ruhiger Lauf der Werkzeuge sind für einwandfreies Arbeiten unerlässlich. Ausbrechen, Aussplittern und Aufwölben der Dekorseite sind Folgen falscher Bearbeitung oder ungeeigneter Werkzeuge. Dabei entstandene Kerben können bei HPL-Elementen zu Rissbildung führen.

Die folgenden Angaben sind allgemeine Hinweise. Vorversuche mit eigenen Werkzeugen, Maschinen und Werkstoffen sind auf jeden Fall zu empfehlen.

##### 3.1.3 Unterlage

Immer wenn bei der Bearbeitung die Dekorfläche über die Auflagefläche geschoben werden muss oder umgekehrt, ist eine Führung oder Auflage (z. B. Sperrholz) ratsam, die mit dem HPL über die Auflagefläche mitläuft. An ihrer Stelle können für Maschinenwerkzeuge auch ebene Auflageflächen mit Rillen verwendet werden, um die Berührungsflächen zum HPL möglichst gering zu halten. Bei Tischen mit Luftkissenauflage ist eine Unterlage nicht notwendig.



## 3.2 Zuschnitt von HPL und HPL-Elementen

### 3.2.1 Handkreissägen

Um einen geraden Schnitt zu erzeugen, muss eine Führungsschiene oder eine Anschlagleiste verwendet werden. Der Schnitt muss von der Plattenunterseite erfolgen, um Ausrisse an der Sichtkante zu vermeiden. Bei Handkreissägen mit Tauchfunktion ist der Sägeblattüberstand zu beachten.

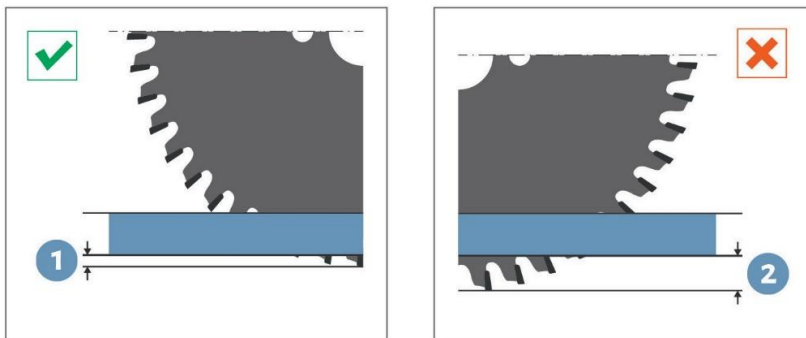


Abbildung 9: Sägeblattüberstand bei Handkreissägen

1 sauberer Sägechnitt mit Überstand ca. 3 – 5 mm 2 Sägechnitt mit Ausrissen bei Überstand > 5 mm

### 3.2.2 Sticksägen

Sticksägen sind nur mit geeigneten Sägeblättern und Nachbearbeitung der Kante für den Zuschnitt geeignet. Der Schnitt muss von der Plattenunterseite erfolgen, um Ausrisse an der Sichtkante zu vermeiden. Um die sichtbare Dekorseite vor dem Verkratzen zu schützen, sollte eine saubere Unterlage (z.B. Filzunterlage) verwendet werden.

### 3.2.3 Tisch- und Formatkreissägen

Für ein gutes Ergebnis beim Zuschnitt mit Tisch- und Formatkreissägen muss die Dekorseite nach oben zeigen. Die Güte der Schnittkanten ist u.a. von der Höheneinstellung des Sägeblatts abhängig. Die optimale Höhe richtet sich nach der Dicke des zu trennenden HPL und des verwendeten Kreissägeblatts. HPL können auch im Paket zugeschnitten werden.

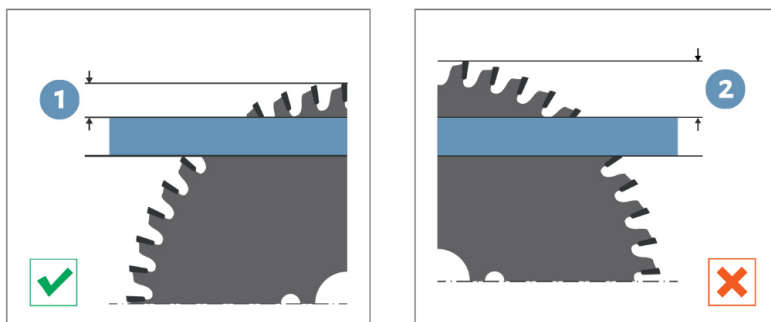


Abbildung 10: Sägeblattüberstand bei Tisch- und Formatkreissägen

1 sauberer Sägechnitt mit Überstand ca. 10 – 15 mm 2 Sägechnitt mit Ausrissen bei Überstand > 15 mm

Die Güte der Schnittkante ist vor allem abhängig von:

- Qualität und Zustand der Maschine und des Kreissägeblatts
- Zahnform
- Zähneanzahl
- Schnittgeschwindigkeit
- Vorschubgeschwindigkeit

Für den Zuschnitt von HPL, HPL-Compact und HPL-Elementen sind vier Zahnformen bei Kreissägeblättern üblich:

Der **Flachzahn** ist die einfachste Zahnform mit der gute Schnittergebnisse erzielt werden können. Der Flachzahn ist problemlos und wirtschaftlich nachschärfbar.

Der **Wechselzahn** ist die universelle Zahnform für Format- und Trennschnitte. Durch die Schnittaufteilung ist eine geringere Leistungsaufnahme der Maschine gegeben. Der ziehende Schnitt des Wechselzahns erzeugt eine sehr gute Kantenqualität an der Eintrittsseite. Sie sind einfach und wirtschaftlich nachschärfbar.

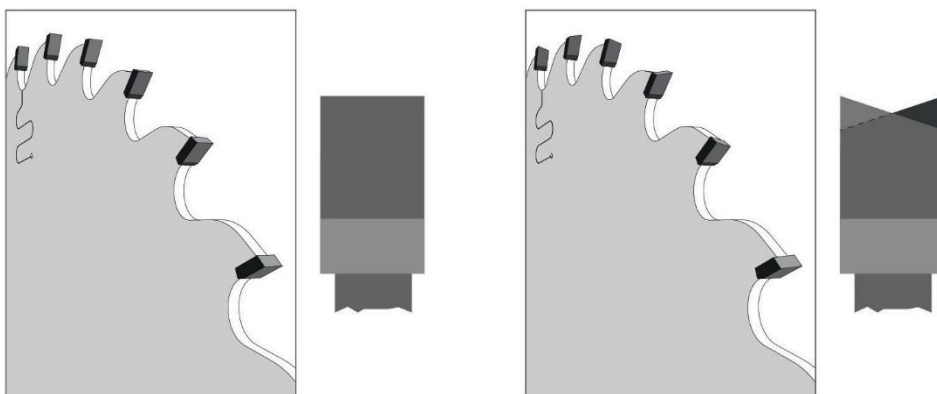


Abbildung 11: Flachzahn (links) und Wechselzahn (rechts)

Die ebenfalls einfach nachschärfbare Kombination aus **Trapezzahn und Flachzahn** stellt eine Gruppenverzahnung dar. Der Trapezzahn übernimmt die Vorzerspannung und führt das Sägeblatt. Es wird eine bessere Schnittqualität als mit dem Wechselzahn erzielt.

Die Kombination aus **Dachzahn und Hohlzahn** stellt eine Gruppenverzahnung dar, bei der der Dachzahn die Vorzerspannung übernimmt und das Sägeblatt führt. Der durch den Hohlschliff des Hohlzahnes erzeugte doppelseitige Achswinkel sorgt für eine optimale Kantenqualität, besser als die Kombination aus Trapezzahn und Flachzahn bei gleichzeitig hohem Standweg. Bei richtigem Kreissägeblattüberstand kann eine optimale Ober- als auch Unterkante erzeugt werden. Besonders geeignet für Maschinen ohne Vorritzaggregat. Das Nachschärfen ist nur in ausgewiesenen Fachbetrieben zu empfehlen.

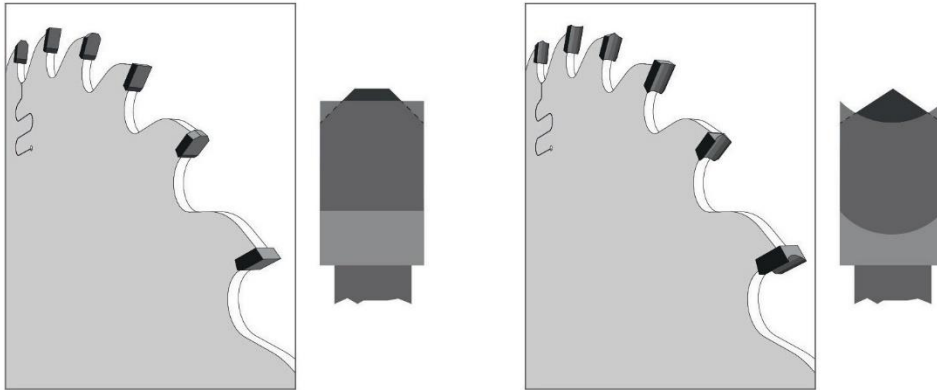


Abbildung 12: Trapez- und Flachzahn (links) und Dach- und Hohlzahn (rechts)

### 3.2.4 Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten

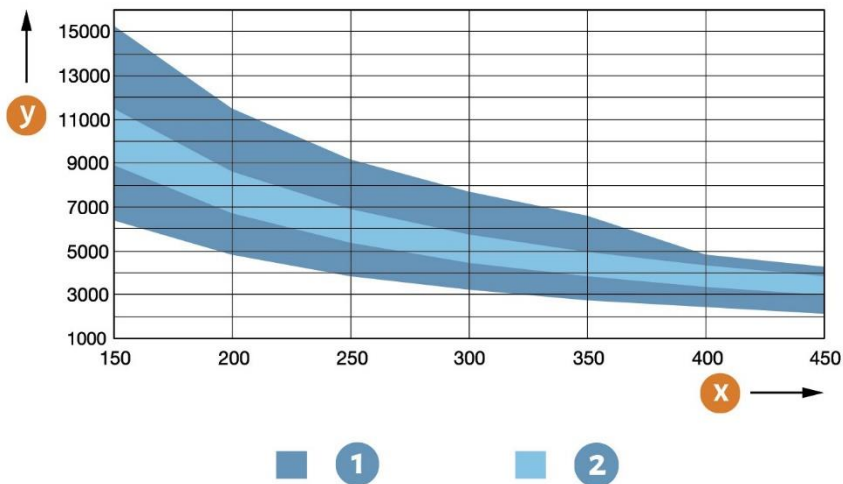


Abbildung 13: Drehzahldiagramm, zulässige Einsatzdrehzahl, empfohlene Einsatzdrehzahl

**y** Drehzahl  $n$  [min<sup>-1</sup>] in Abhängigkeit vom **x** Kreissägeblattdurchmesser  $D$  [mm]

**1** Zulässige Einsatzdrehzahl | **2** Empfohlene Einsatzdrehzahl

Die Vorschubgeschwindigkeit  $v_f$  für mechanischen Vorschub berechnet sich nach folgender Formel:

$$v_f = n \times Z \times f_z / 1000$$

$Z$ : Zähneanzahl,  $n$ : Drehzahl,  $f_z$ : Zahnvorschub.

Bei HPL wird empfohlen:  $f_z = 0,03 - 0,06$  mm

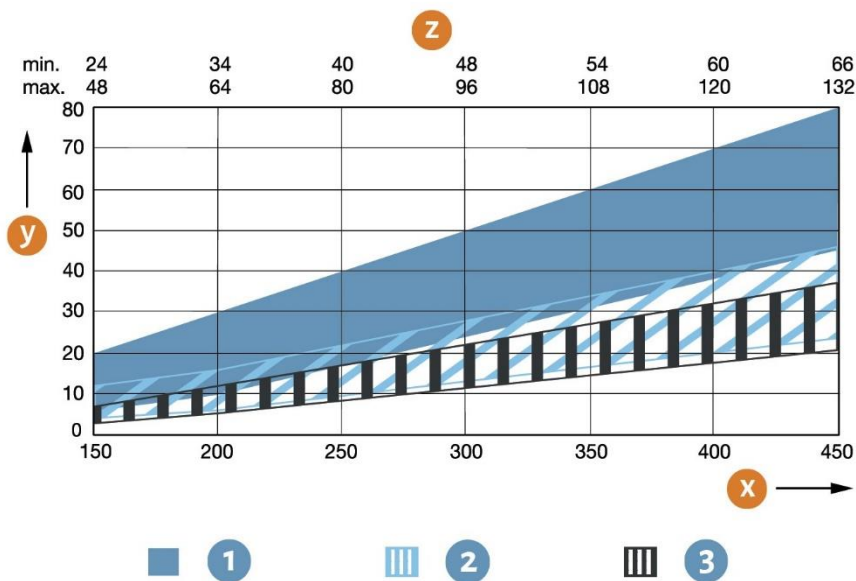


Abbildung 14: Schnitthöhendigramm

**y** Schnitthöhe  $h$  [mm] in Abhängigkeit vom **x** Kreissägeblattdurchmesser  $D$  [mm]  
mit zugehöriger, **z** Zähneanzahl  $Z$  [-] | 1 Vollhölzer | 2 Holzwerkstoffe | 3 HPL

### 3.3 Schnittkantenbearbeitung und Profilierung

#### 3.3.1 Kantenbearbeitung von Hand

**3.3.1.1** Feile, Schleifpapier, Ziehklinge: Für das Bearbeiten der Kanten sind Feilen geeignet. Die Feilrichtung geht von der Dekorseite zum Trägermaterial. Zum Brechen von Kanten können mit gutem Erfolg feine Feilen, Schleifpapier (Körnung 100 - 150) oder Ziehklingen verwendet werden.

**3.3.1.2** Hobel: Zum Kantenbearbeiten können auch Handhobel verwendet werden. Es empfiehlt sich, Metallhobel mit HSS-Messern zu benutzen, deren Auflagefläche sich beim Entlangstreifen am Plattenrand nicht abnutzt. Der Schnittwinkel des Messers soll ungefähr  $15^\circ$  betragen.

Handoberfräsen werden vorwiegend für das Bündigfräsen überstehender Plattenränder benutzt. Zum Schutz der HPL-Oberfläche ist die Auflagefläche der Handoberfräse mit einem nicht scheuernden Material zu belegen. Schmutzpartikel und Frässpäne müssen stets sorgfältig entfernt werden.

- Fräswerkzeug-Durchmesser: ca. 10 – 25 mm
- Drehzahl:  $20.000 \text{ min}^{-1}$
- Schnittgeschwindigkeit: 10 – 25 m/s

Empfohlen werden ein- oder zweischneidige hartmetallbestückte Fräser, die bei größeren Durchmessern auch mit Wendepalten erhältlich sind. Zur besseren Werkzeugausnutzung sind höhenverstellbare Fräswerkzeuge mit achsparallelen Schneiden vorzuziehen. Die Kanten werden hinterher gebrochen. Der Plattenüberstand sollte nicht größer als unbedingt notwendig gewählt werden (2 – 3 mm), um das

Werkzeug nicht unnötig zu belasten. Für länger dauernde Arbeiten und insbesondere für Dauerbetrieb ist auf genügend starke Motoren zu achten.

### **3.3.2 Kantenbearbeitung mit stationären Maschinen**

Auf der Tischfräse haben sich zylindrische Fräs- und Messerköpfe mit auswechselbaren Wendeplatten aus Hartmetall bewährt.

- achsparallele Schneiden für ein- oder beidseitig belegte Platten
- einseitig schrägstehende Schneiden für einseitig belegte Platten
- beidseitig schrägstehende Schneiden für beidseitig belegte Platten

Für Großserien werden Werkzeuge mit Diamantschneiden empfohlen.

Bei Tisch-Oberfräsen kommen ein- oder zweischneidige, hartmetallbestückte Werkzeuge, auch mit auswechselbaren Messern, bei einer günstigen Schnittgeschwindigkeit von 10 – 15 m/s in Frage. Dieses Werkzeug wird auch für Innenaussparungen verwendet (Abschnitt 3.5). HPL-Compact und HPL-Elemente sind nur mit Aufspanvorrichtungen einwandfrei zu fräsen. Als Zugabe reichen in den meisten Fällen 2 mm je Kante. Bei geschweiften Kanten ist es oft ratsam, die ungefähre Form vorzuschneiden, damit nicht zu viel weggefräst werden muss.

Eine Abrichthobelmaschine (mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 5 – 15 min<sup>-1</sup>, einer Schnittgeschwindigkeit von 12 – 15 m/s und einer Drehzahl von 3.000 min<sup>-1</sup>) ist wegen der kurzen Standwege der üblichen Messer nur bedingt geeignet. Bei größeren Serien sollten Hartmetallschneiden verwendet werden.

Eine bedeutende Rolle spielen Kantenanleimmaschinen für die kommissionsweise Fertigung und für die Kleinserienfertigung. Diese Maschinen sind für die einseitige Bearbeitung ausgelegt und haben typischerweise einen optionalen Formatbearbeitungsteil mit Fügefräsern und Kantenanleimteil. Die Kantennachbearbeitung besteht aus einem Kappaggregat, einem Vorfräsaggregat, wahlweise einem Profil- oder Formfräsaggregat sowie Ziehklingen-, Schleif- oder Schwabbelaggregaten zur Erzeugung des Kantenfinish. Zum Fügen der Werkstückkanten werden Fügefräser mit Diamantschneiden (PKD) empfohlen.

Doppelendprofiler im klassischen Sinne bestehen aus zwei parallel angeordneten und über ein Verstellsystem zueinander verschiebbaren Fräsaggregaten. Nach den Fräsaggregaten kann ein Kantenanleimsystem direkt mit der Anlage verkettet sein. Die Formatbearbeitung erfolgt in der Regel mit Zerspanern, die mit Diamantschneiden (PKD) ausgestattet sind.

## **3.4 Bohren**

Zum Bohren von HPL sind Bohrer für Kunststoffe am besten geeignet. Es sind Spiralbohrer mit einem Spitzenwinkel von etwa 60 – 80 ° statt 120 ° bei normalen Metallbohrern. Sie besitzen außerdem eine große Steigung (steiler Drall) mit großem Spanraum (weite Nuten). HSS-Bohrer werden für Handmaschinen, Hartmetallbohrer (HW) für Maschinen mit mechanischem Vorschub empfohlen. Drehzahl ca.

1.500 – 3.500 min<sup>-1</sup>. Für abgestufte Bohrungen mit unterschiedlichen Durchmessern eignen sich Absatz-/Stufenbohrer, für Bohrungen mit größerem Durchmesser eignen sich Zylinderkopfbohrer. Verwendung finden zudem Kreisschneider mit Führungszapfen und bei noch größerem Durchmesser sogenannte verstellbare Kreisschneider mit Führungszapfen. Bei Letzteren ist das Loch möglichst von beiden Seiten her zu schneiden. Alternativ sind größere Aussparungen mit der Oberfräse mittels Schablone herzustellen

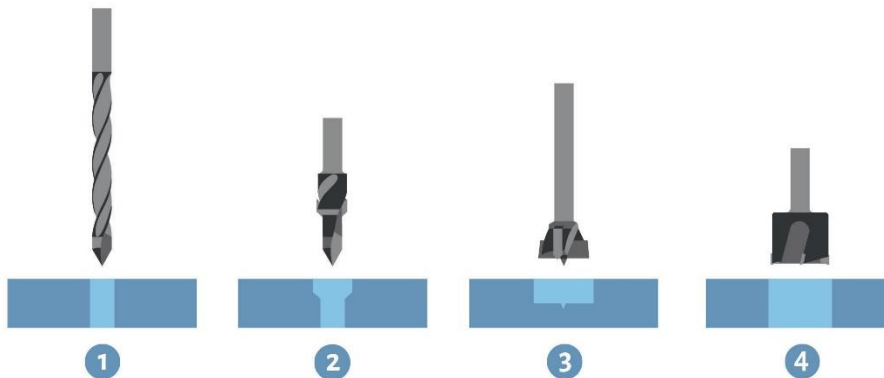


Abbildung 15: Bohrertypen

1 Spiralbohrer | 2 Absatz- bzw. Stufenbohrer | 3 Zylinderkopfbohrer | 4 Kreisschneider

Die Eindringgeschwindigkeit des Bohrers muss so gewählt werden, dass das HPL nicht beschädigt wird. Die Schnittgeschwindigkeit bei HSS-Bohrern beträgt ca. 0,8 m/s, bei Hartmetallbohrern bis zu 1,6 m/s. Ein Vorschub von 0,02 - 0,05 mm pro Umdrehung gilt als günstig, d. h., bei 1000 Umdrehungen ein Eindringen des Bohrers zwischen 20 mm und 50 mm je Minute.

Wenn man eine Hartholz- oder HPL-Unterlage verwendet, kann das Aufwerfen des Materials am Bohreraustritt verhindert werden. Noch bessere Ergebnisse werden bei Serienfertigung mit Bohrlehren erzielt, die auf beiden Seiten Bohrbuchsen tragen und ein festes Einspannen des zu bohrenden Teils ermöglichen. Zum Senken sind um die Hälfte niedrigere Drehzahlen angebracht.

### 3.5 Technische Richtwerte

Tabelle 1: Richtwerte Bearbeitungsparameter

Arbeitsgang	Maschine	Schnittgeschw. [m/s]	Drehzahl [min <sup>-1</sup> ]	Vorschub [m/min]
Plattenzuschnitt	Plattenaufteilsäge	60 – 100	ca. 3.000 – 6.000	ca. 10 – 30
Formatzuschnitt	Tisch-, Format- und Handkreissäge, BAZ (*)	30 – 100	ca. 3.000 – 6.000	bis ca. 10
Formatieren	Doppelendprofiler, vorritzen, schneiden und zerspanen	40 – 60	ca. 6.000	ca. 6 – 60
Kanten fräsen	Tischfräse oder Kantenbearbeitungs-Anlage, BAZ (*)	40 – 60	bis 12.000	ca. 6 – 24
Kanten fräsen	Handoberfräse	10 – 25	ca. 12.000 – 27.000	ca. 3 – 8
Nuten	Tischkreissäge, Tischfräse, BAZ (*)	40 – 100	ca. 3.000 – 6.000	ca. 3 – 10
Nuten	Doppelendprofiler	40 – 60	ca. 6.000 – 9.000	ca. 6 – 24
Nuten	Oberfräse, Handoberfräse, BAZ (*)	10 – 25	ca. 12.000 – 27.000	ca. 3 – 8
Bohren	Bohrmaschine, Dübelautomat, BAZ (*)		ca. 3.000 – 6.000	ca. 0,5 – 3

(\*) BAZ: CNC-Bearbeitungszentrum

Die nachfolgenden Kurvenlinien zeigen Schnittgeschwindigkeiten im m/s, ermittelt aus Drehzahl und Werkzeugdurchmesser. Es kann die erforderliche Drehzahl entnommen werden, wenn Werkzeugdurchmesser und Schnittgeschwindigkeit gegeben sind. Ebenso kann der Werkzeugdurchmesser ermittelt werden, wenn Drehzahl und Schnittgeschwindigkeit vorgegeben sind.

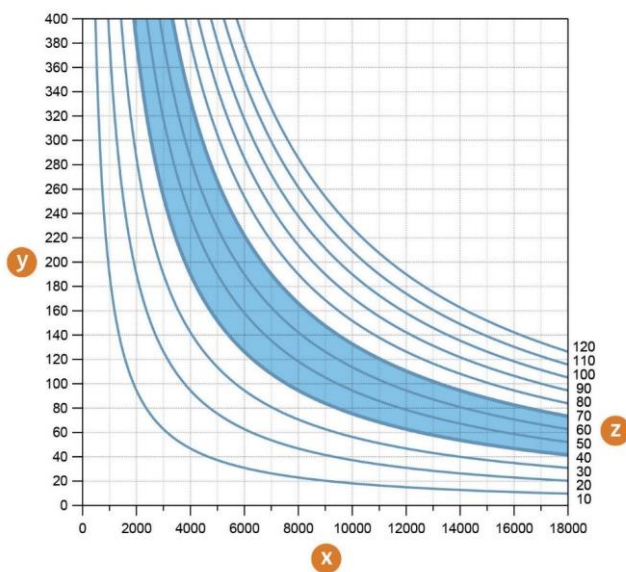


Abbildung 15: Schnittgeschwindigkeit in Abhängigkeit von Drehzahl und Werkzeugdurchmesser

x Drehzahl  $n$  [min<sup>-1</sup>] y Werkzeugdurchmesser  $D$  [mm] z Schnittgeschwindigkeit  $v_c$  [m/s]

## 4 Herstellung von HPL-Elementen

### 4.1 Trägermaterial

Das Trägermaterial hat verschiedene Eigenschaften zu erfüllen. Insbesondere muss es formstabil sein und über eine glatte Oberfläche verfügen. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung für ein gutes optisches Erscheinungsbild. Auch die Wahl des geeigneten Klebstoffs, die Klebstoffauftragsmenge sowie der Pressdruck und die Presstemperatur bei der Klebung beeinflussen wesentlich die Optik der Oberfläche des HPL-Elementes. Wie viele andere Materialien auch, reagiert HPL auf Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsschwankungen mit Maßänderungen. Diese können gegenüber denen der Trägermaterialien und der Klebstoffe unterschiedlich sein und müssen bei der Verarbeitung berücksichtigt werden.

In der nachstehenden Tabelle sind beispielhaft einige Materialien aufgeführt, die als Trägermaterialien Verwendung finden können:

Tabelle 2: Trägermaterialien, Werkstofftypen und Untergruppen

Werkstofftyp	Untergruppen
Spanbasierte, plattenförmige Holzwerkstoffe	Spanplatten
Faserbasierte, plattenförmige Holzwerkstoffe	Faserplatten (MDF, HDF)
Furnierbasierte, plattenförmige Holzwerkstoffe	Sperrholz
	Furnierschichtholz
Kombinierte, plattenförmige Holzwerkstoffe	Tischlerplatten
Wabenplatten	Papier-, Metall-, Kunststoffwaben
Geschäumte, plattenförmige Kunststoffe	Verschiedene Polymere
Mineralische Trägerwerkstoffe	Gipskarton, Gipsfaser, Vermiculite, Kalziumsilikat, Faserzement, zementgebundene Spanplatten
Vollflächige, plattenförmige Metalle	

Für besondere Anwendungen werden spezielle Plattentypen, z. B. mit erhöhter Feuchtebeständigkeit oder erhöhtem Flammwiderstand eingesetzt. Beispiele sind u. a. Verbundelemente mit mineralischen Trägerwerkstoffen. Sie können im Einzelfall besondere Verarbeitungsbedingungen erfordern. Es empfiehlt sich deshalb Rückfrage bei den Plattenherstellern.

Darüber hinaus müssen folgende Punkte beachtet werden:

- Geeignete Klebstoffe verwenden
- Regeln, die für das Endprodukt gelten, z. B. CE-Kennzeichnung, Brandschutz
- Anforderungen bzgl. Emissionen, z. B. Formaldehyd
- Richtlinien, die am Einsatzort gelten
- Presstemperaturen und -drücke
- Abhebefestigkeiten der Trägerwerkstoffe müssen ausreichend sein
- Ggf. Kalibrierschliffe mit dem Trägermaterial vornehmen
- Es ist möglich, dass Klebstoffe in das Trägermaterial einziehen (wegschlagen) und somit eine unzureichende Klebungsqualität eintritt



- Vor dem Kleben sind die Komponenten im selben Klima zu lagern
- Verarbeitungsrichtlinien sind zu beachten, z. B. vom Klebstoffhersteller

## 4.2 Spannungsausgleich

Zwischen zwei miteinander verbundenen verschiedenartigen Materialien treten stets Spannungen auf. Mit einem symmetrischen Aufbau des HPL-Elements werden die besten Ergebnisse erzielt. Dies ist wichtig, wenn die fertige Verbundplatte freitragend sein soll. Die beiden HPL auf Vorder- und Rückseite müssen immer dieselbe Laufrichtung aufweisen. Dieses Vorgehen ist wichtig, da sich das Ausdehnungsverhalten in Längs- und Querrichtung stark unterscheidet. Gute Ergebnisse werden auch durch die Verwendung von speziellen, von den HPL-Herstellern angebotenen, Gegenzugmaterialien erzielt.

## 4.3 Klebung

Der Klebung von HPL kommt eine besondere Bedeutung zu, da die späteren Eigenschaften dadurch maßgeblich beeinflusst werden. Dazu stehen auf dem Markt verschiedene Klebesysteme zur Verfügung, die sich durch gute Haftfestigkeit und Beständigkeit gegen Temperatur sowie Feuchtigkeit auszeichnen. Sie sind deshalb gut für die Klebung von HPL geeignet. Bei der Auswahl des geeigneten Klebstoffsystems sind sowohl die zu klebenden Materialien als auch Transport- und Einsatzbedingungen zwingend zu beachten. Bei Arbeiten mit Klebstoffen sind die Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften einzuhalten! Darüber hinaus ist auf absolut saubere und rückstandsfreie Oberflächen, Vorder- und Rückseite, zu achten. Auf die Eignung der eingesetzten Reinigungsmittel ist besonderer Wert zu legen.

Klebstoffe erfordern besondere Sorgfalt bei der Verarbeitung und Lagerung. Daher sind die Richtlinien und Datenblätter der Klebstoffhersteller genau einzuhalten. Bei Fragen zur Klebung und bei neuen Anwendungen kontaktieren Sie bitte den Hersteller des Klebstoffes.

Folgende Klebstofftypen sind geeignet: Dispersionsklebstoffe (z. B. PVAc-Klebstoffe bzw. Weißleime), Kondensationsharzklebstoffe (z. B. Harnstoff, Resorzin- und Phenolharz), Kontaktklebstoffe (z. B. Polychloroprenklebstoffe), Reaktionsklebstoffe (z. B. Epoxid-, ungesättigte Polyester-, Polyurethanklebstoffe) und Schmelzklebstoffe (z. B. Polyurethan-Schmelzklebstoffe).

Die zu erwartende Feuchtigkeitsbelastung der Klebefugen wird nach DIN EN 204 (Klassifizierung von thermoplastischen Holzklebstoffen für nichttragende Anwendungen) folgendermaßen eingeteilt:

D 1: Innenbereich: maximale Holzfeuchte 15 %

D 2: Innenbereich: mit gelegentlicher kurzzeitiger Einwirkung von abfließendem Wasser oder Kondenswasser oder gelegentlicher hoher Luftfeuchte mit einem Anstieg der Holzfeuchte bis 18 %

D 3: Innenbereich: mit häufiger kurzzeitiger Einwirkung von abfließendem Wasser oder Kondenswasser oder Einwirkung hoher Luftfeuchte

Außenbereich: vor der Witterung geschützt

D 4: Innenbereich: mit häufiger lang anhaltender Einwirkung von abfließendem Wasser oder Kondenswasser

Außenbereich: der Witterung ausgesetzt, jedoch mit angemessenem Oberflächenschutz

Die in den folgenden Tabellen aufgeführten Angaben zur Temperaturbeständigkeit gelten nur für eine kurzfristige Belastung der Klebstoffuge. Sie dürfen nicht mit einer langfristigen Beanspruchung des HPL-Elements (aus HPL, Klebstoff und Trägermaterial) verwechselt werden. Die Dauerbelastbarkeit des HPL-Elements ist vielmehr abhängig von Typ und Klasse des HPL, vom Trägerwerkstoff sowie von Luftfeuchtigkeit und Umgebungstemperatur. Entscheidend ist in jedem Fall die richtige Verarbeitung. Da die Klebstoffe innerhalb der aufgeführten Gruppe unterschiedliche Eigenschaften besitzen und auch laufend weiterentwickelt werden, ist für spezielle Einsatzzwecke stets eine Rückfrage bei dem Klebstoffhersteller erforderlich.

#### **4.3.1 Klebungsverfahren**

Beide Seiten des HPL und des Trägermaterials müssen vor der Klebung sauber, staub- und fettfrei sein. Sie müssen unmittelbar vor der Klebung frei sein von sämtlichen Trennmitteln, Partikeln, und groben Teilchen, die sich nach der Klebung auf der Oberfläche markieren können. Fett- und Ölflecken lassen sich durch geeignete Lösungsmittel entfernen (Unfallverhütungsvorschriften einhalten!).

Grundsätzlich sind Probeklebungen unter den örtlichen Bedingungen immer zu empfehlen. Für das Arbeiten mit Klebstoffen, Lösungsmitteln und Härtern müssen die Sicherheitsvorschriften der Berufsgenossenschaften und des Arbeitsschutzes eingehalten werden.

Der Klebstoffauftrag muss grundsätzlich über die Fläche gleichmäßig verteilt erfolgen. Es ist darauf zu achten, dass bei HPL-Elementen die Auftragsmenge auf beiden Seiten dieselbe ist, um Verzugserscheinungen zu vermeiden. Dies gilt besonders für wasserhaltige Klebstoffsysteme; bei ihrer Verarbeitung ist deshalb auch die Klebstoffauftragsmenge möglichst gering zu halten. Der Klebstoffauftrag kann von Hand mit Zahnpachtel oder Handroller erfolgen, maschinell mit Leimauftragsmaschinen. Besonders gleichmäßiger Klebstoffauftrag lässt sich bei gleichzeitig günstiger Dosierung mit Vierwalzen-Maschinen erreichen.

Kaltpressen: Spindelpressen, Ein- oder Mehretagenpressen.

Warmpressen: Ein- oder Mehretagenpressen, Kurztaktpressen, Rollenpressen, Doppelbandpressen.

Spannungsfreie Verbundelemente lassen sich am sichersten bei Presstemperaturen von ca. 20 °C herstellen. Höhere Temperaturen ermöglichen eine Herabsetzung der Presszeit. Da jedoch die Maßänderungen des HPL im Vergleich zum Trägermaterial von der Temperatur abhängen, sollten 60 °C nicht überschritten werden. Damit können erhöhte Spannungen vermieden werden, die zum Verziehen und zur Veränderung der Oberfläche führen. Die Herstellerangaben sind zu beachten.

Dispersionsklebstoffe nutzen in der Regel Wasser als mobile Phase (Dispersionsmittel), in der die Klebstoffbestandteile als Dispersion vorliegen. Der Wasseranteil liegt in der Regel zwischen 40 und 70 Gewichtsprozent. Nach Aufbringen auf die zu klebende Fläche entweicht das Wasser in die Füge-teile oder es verdunstet in die Umgebung. Die Klebstoffbestandteile nähern sich dabei an und bilden einen Film, der die beiden Füge-teile verbinden kann. Es ist wichtig, dass während des Abbindevorgangs der Pressdruck gehalten wird. Wässrige Dispersionsklebstoffe werden heute vielfältig als Ersatz der Lösemittelklebstoffe verwendet. Sie sind weder brand- und explosionsgefährlich, noch setzen sie Lösemittel frei. Allerdings benötigen wasserbasierte Klebstoffe zum Abbinden längere Zeit oder mehr Energie. Dispersionsklebstoffe sind z. B.:

- PVAc-Klebstoffe
- 2 K-PVAc-Klebstoffe

Hier ist besonders zu beachten: Geringer und gleichmäßiger Klebstoffauftrag sowie Einhaltung der Presstemperaturen und -zeiten.

Kondensationsharzklebstoffe gehören in die Gruppe der Klebstoffe, die mit min. 2 – 5 bar Pressdruck verarbeitet werden müssen. Unterschiedliche Härtertypen ermöglichen eine weitgehende Variation der Klebungs- und Pressparameter. Verunreinigungen der Oberfläche durch Klebstoff- und Härterreste müssen vor dem Pressen beseitigt werden, da sie sich sonst nicht mehr ohne Beschädigung der Oberfläche entfernen lassen. An entsprechender Stelle aufgebrauchte Trennmittel verhindern ein Anhaften von Klebstoffresten an HPL-Oberflächen und Pressblechen. Je nach verwendetem Kondensationsharzklebstoff empfehlen sich erhöhte Temperaturen, um die Presszeit zu verkürzen. Phenol- und Resorzinharzklebstoffe werden auch zur Herstellung von HPL-Elementen mit erhöhtem Widerstand gegen Flammeinwirkung eingesetzt. Hier ist besonders zu beachten: Geringer und gleichmäßiger Klebstoffauftrag sowie Einhaltung der Presstemperaturen, -drücke und -zeiten.

Kondensationsharzklebstoffe sind z. B.:

- Melamin-Harnstoffharz
- Phenolharz
- Resorzinharz

Warmpressen: Ein- und Mehretagenpressen, Kurztaktpressen, Doppelbandpressen.

Kontaktklebstoffe können sowohl Lösemittelklebstoffe als auch Dispersionsklebstoffe sein, die im Kontaktklebeverfahren verarbeitet werden. Als Bindemittel für diesen Klebstofftyp werden Polymere verwendet, die nach Verdunsten des Lösemittels nach einer gewissen Zeit vom amorphen in den kristallinen Zustand übergehen, wobei sich ihre Festigkeit stark erhöht. Dazu werden zunächst beide Klebeflächen gleichmäßig mit Klebstoff benetzt. Dann lässt man das Lösemittel so lange ablüften, bis sich der Klebefilm trocken anfühlt, das heißt, bei der Fingerprobe keine Fäden mehr zieht und nur noch eine geringe Klebrigkeit aufweist. Wie bei den Lösemittelklebstoffen muss auch hier mindestens eine der zu klebenden Flächen lösemitteldurchlässig sein, da sonst die Aushärtung des Klebstoffes bis zum Erreichen der Endfestigkeit sehr lange dauern kann.

Der Klebstoffauftrag kann von Hand mittels Zahnpachtel und maschinell mit Spritzanlagen (heiß oder kalt) erfolgen. Weiterhin können diese Klebstoffe unter Verwendung von Gießanlagen auf HPL und Trägermaterial aufgebracht werden. Beim Klebstoffauftrag mit einem Zahnpachtel muss die Auftragsrichtung auf Träger und HPL im rechten Winkel zueinander stehen. Wichtig ist gutes Ablüften (Fingertest!). Die offene Zeit kann durch eine beschleunigte Trocknung der Klebstofffilme herabgesetzt werden. Dabei muss aber eine Übertrocknung vermieden werden. Kontaktklebstoffe erfordern einen kurzen aber kräftigen Anpressdruck, um eine sichere Klebung zu gewährleisten. Dies z. B. durch eine Handandruckrolle und für schmale Flächen eine Rollenpresse. Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass beim Zusammenfügen von Träger und HPL keine Spannungen im Material entstehen.

Reaktionskleber bestehen aus meist zwei verschiedenen Stoffen, die chemisch miteinander reagieren und die zu klebenden Teile im Verlaufe der Aushärtung verbinden. Zu den Reaktionsklebstoffen zählen die 2 K-Kleber aus Epoxidharzen, MS-Polymere oder aus Acrylatharzen ebenso wie die 1 K-Kleber aus Cyanacrylat und Polyurethan, die zur Aushärtung Feuchtigkeit benötigen. Reaktionsklebstoffe finden vorwiegend Anwendung für Spezialklebungen. Die zahlreichen unterschiedlichen Typen lassen jedoch eine allgemeingültige Verarbeitungsempfehlung nicht zu. Bei Fragen zur Klebung und bei neuen Anwendungen sollte der Klebstoffhersteller kontaktiert werden.

Schmelzklebstoffe sind in fast allen Bereichen der modernen Produktion (Flächenkaschierung, Kantenanleimung, Schleifmittelherstellung, Möbelfertigung, Automobilherstellung, etc.) zu finden. Man unterscheidet die Schmelzklebstoffe hierbei nach ihrer chemischen Zusammensetzung. Diese unterscheidet auch über den Verwendungszweck des Produktes. Es gibt Ethylen-Vinylacetat (EVA)-, Polyolefin (APAO/PO)- und Polyurethan (PUR)-Schmelzklebstoffe. Bei der Kaschierung von diversen Trägerwerkstoffen mit HPL finden sehr oft reaktive Polyurethan-Schmelzklebstoffe Verwendung. Die Applikation erfolgt durch Heißleimgeräte mit Heizschläuchen und Auftragsköpfen (Düse oder Walze).

Die in der folgenden Tabelle angegebenen Richtwerte beziehen sich ausschließlich auf die Klebstoffuge

Tabelle 3: Beanspruchbarkeit der Klebstoffe (Erfahrungswerte)

Klebstofftyp	Temperaturbeständigkeit (Circa-Werte) <sup>(1)</sup>	Beanspruchbarkeit in Anlehnung an DIN EN 204 <sup>(2)(3)</sup>
<b>Dispersionsklebstoffe:</b>		
PVAc-Klebstoffe	- 20 °C bis + 100 °C	D 2 bis D 4
2 K-PVAc-Klebstoffe	- 20 °C bis + 100 °C	D 3 oder D 4
<b>Kondensationsharzklebstoffe:</b>		
Harnstoffharz	- 20 °C bis + 150 °C	D 3
Melamin-Harnstoff-Harz	- 20 °C bis + 150 °C	D 3
Phenol-, Resorzinharz	- 20 °C bis + 150 °C	D 3 oder D 4
<b>Kontaktklebstoffe:</b>		
Kontaktklebstoffe ohne Härter	- 20 °C bis + 70 °C	–
Kontaktklebstoffe mit Härter (1 K und 2 K)	- 20 °C bis + 100 °C	Anfrage beim Hersteller
<b>Reaktionsklebstoffe:</b>		
Epoxid- und Polyurethanklebstoffe	- 20 °C bis + 140 °C	D 3 oder D 4
<b>Schmelzklebstoffe:</b>		
EVA	- 20 °C bis + 90 °C	D 2
APAO/PO	- 20 °C bis + 110 °C	D 2
PUR	- 30 °C bis + 140 °C	D 3 oder D 4
(1) Die angegebenen Werte beziehen sich auf eine kurzzeitige Belastung		
(2) Trägermaterial und Kantenschutz müssen den jeweiligen Beanspruchungen entsprechen		
(3) DIN EN 204 gilt nur für thermoplastische Klebstoffe (Dispersionsklebstoffe)		

Tabelle 4: Anwendung von Klebstoffen

Klebstofftyp	Verarbeitungsmethode	Bemerkung	Typischer Anwendungsfall
<b>Dispersionsklebstoffe:</b>			
PVAc-Klebstoffe Zweikomponenten-PVAc-Klebstoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manuell (Handwalze, Spachtel etc.)</li> <li>• maschinell (Walze)</li> </ul>	Pressdruck mittels stationärer Presse oder Zwinge	Fläche, Kante
<b>Kondensationsharzklebstoffe:</b>			
Harnstoffharz Melamin-Harnstoff-Harz Phenol-, Resorzinharz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manuell (Handwalze, Spachtel etc.)</li> <li>• maschinell (Walze)</li> </ul>	Pressdruck mittels stationärer Presse unter Zuführung von Wärmeenergie	Fläche
<b>Kontaktklebstoffe:</b>			
Kontaktklebstoffe ohne Härter Kontaktklebstoffe mit Härter (1 K und 2 K)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manuell (Handwalze, Becherpistole, Pinsel etc.), beidseitiger Auftrag mit nachträglichem Ablüften</li> </ul>	Pressdruck unter kurzzeitigem hohem Druck durch Walze	Fläche, Kante
<b>Reaktionsklebstoffe:</b>			
1 K-Systeme Feuchtigkeitsvernetzende Polyurethanklebstoffe (PUR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manuell (Handwalze, Spachtel etc.)</li> <li>• maschinell (speziell für diesen Zweck konstruierte Walze etc.)</li> </ul>	Bei 1 K-Systemen muss eine geeignete Feuchtigkeitsmenge aus den zu fügenden Materialien vorhanden sein. Der Einsatz von Wärme verkürzt die Prozesszeit.	Fläche, Kante
2 K-Systeme Epoxid- und Polyurethanklebstoffe		2 K-Systeme vernetzen durch die Zugabe von Härtern (Mischungsverhältnis beachten)	Vorrangig Fläche
<b>Schmelzklebstoffe:</b>			
EVA APAO/PO	• maschinell	Einsatzbereich: Wohnraum	Kante
PUR		Einsatzbereich: vorrangig in Bereichen mit hoher Feuchte- und Wärmebelastung	Fläche, Kante

#### 4.4 Anhang „Allgemeine Berechnung des Pressdrucks bei hydraulischen Pressen“

Zur Erzielung des richtigen Pressdrucks für unterschiedliche Plattenabmessungen ist es notwendig, den von den Kolben ausgeübten Druck und den entsprechenden Manometerdruck zu berechnen. Formel:

$$\frac{\text{Notwendiger Pressdruck [bar]}}{\text{Anzahl der Kolben [-]}} \times \frac{\text{Plattenfläche [cm]}}{\text{Kolbenfläche [cm}^2\text{]}} = \text{Manometerdruck [bar]}$$

mit Kolbenfläche =  $r^2 \times \pi$  [cm<sup>2</sup>]

##### Beispiel:

Gegeben sei eine hydraulische Presse, 6 Kolben von je 12 cm Durchmesser (d. h. Radius  $r = 6$  cm), ferner eine zu verleimende Platte mit den Abmessungen 210 cm x 80 cm. Der Pressdruck soll 3 bar betragen.

$$\frac{3 \text{ [bar]}}{6 \text{ [-]}} \times \frac{210 \times 80 \text{ [cm]}}{62 \text{ [cm}^2\text{]} \times 3,14} \hat{=} 74 \text{ bar Manometerdruck}$$

##### Hinweise:

- Bei Werkstücken mit Rahmenkonstruktionen darf nur die tragende Fläche vom Rahmen und der Einlage (z.B. Waben) berücksichtigt werden.
- 1 bar  $\hat{=} 0,1 \text{ N/mm}^2 \hat{=} 100 \text{ kPa} \hat{=} 1 \text{ kp/cm}^2$