

## Die Klebtechnik

Etwas miteinander zu verbinden, ob vorübergehend oder dauerhaft, ist die Funktion von Klebstoffen.

In der Natur gibt es Seepocken, die sich mit Hilfe eines unter Wasser härtenden Proteinklebstoffes fest an Schiffsrümpfe ankleben und Termiten, die aus ihrem klebrigen Speichel, Erde, Holz und zerkaumtem Pflanzenmaterial einen Baustoff für bis zu 7 m hohe Termitentürme herstellen.

Der Mensch hat die Vorbilder der Natur übernommen und weiterentwickelt. Die Ägypter verklebten ihre Holzmöbel mit tierischen Leimen und die Römer klebten Gegenstände des täglichen Bedarfs mit Casein-, Knochen- und Fischleimen.

Mit dem industriellen Aufbruch im 20. Jahrhundert entwickelten sich die ursprünglichen Klebstoffe zu leistungsfähigen Verbindungen. Nachdem anfangs noch Klebstoffe auf Basis natürlicher Rohstoffe (Polymere) wie Stärke, Dextrin, Casein, Glutin oder Naturkautschuk eingesetzt wurden, sind mit dem Aufkommen der Kunststoffe diese durch synthetisch hergestellte Polymere ersetzt worden. Mit der Entwicklung von Reaktionsklebstoffen wie Phenolharzen (ab 1920), Polyurethanen, Acrylaten und Epoxiden (ab 1940) begann die eigentliche Ära der Hightech-Klebstoffe. Den Anfang machte der Flugzeugbau, hier wurden Phenolharze eingesetzt, später folgten mit dem Automobil- und Maschinenbau Anwendungsbereiche für Epoxide und Polyurethane. Heute gibt es leistungsfähige Klebstoffe für nahezu alle Anwendungsbereiche.

Es lassen sich fast alle technisch relevanten Werkstoffe sowohl miteinander als auch untereinander flächig und stoffschlüssig fügen.

In der Regel werden die spezifischen Eigenschaften der zu fügenden Werkstoffe nicht verändert, da das Kleben, anders als beim Schweißen oder Löten, wärmearm oder –frei erfolgt.

Die Füge­teile werden auch nicht wie beim Schrauben und Nieten durch das Bohren von Löchern geschädigt und damit geschwächt.

Durch den Einsatz von Hightech-Klebstoffen lässt sich eine bislang unerreichte Wertschöpfung erzielen, denn er erlaubt es, Fertigungsprozesse zu optimieren oder Leichtbaukonstruktionen herzustellen und somit deutlich u. a. zur Material- und Energieeinsparung beizutragen.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Klebverbindung sind aber gute Kenntnisse über die Klebstoffe und deren sachgemäße Verarbeitung.

Die wichtigsten Fertigungsschritte bei der Herstellung von Klebverbindungen sind:

- die Vorbehandlung der Füge­teile,
- die Vorbereitung und Handhabung des Klebstoffs,
- die Applikation des Klebstoffs,
- das Fixieren der Füge­teile,
- die Aushärtung des Klebstoffs und
- die Kontrolle der Klebverbindung.

## Auswahl des Klebstoffs

Um den richtigen Klebstoff zu finden, sollten folgende Fragen beantwortet werden:

- Welche Werkstoffe sollen verklebt werden?
- Wie sind die Oberflächen beschaffen?
- Können die Oberflächen mechanisch oder chemisch bearbeitet werden?
- Wie groß ist die zu verklebende Fläche?
- Reicht die vorhandene Paßgenauigkeit aus?
- Wie wird die Verklebung beansprucht? (Belastungsart, Beständigkeit gegen Alterung, Lösemittel, Wärme, Witterungseinflüsse, Festigkeit und Elastizität)
- Aushärtungszeit kurz oder auch lang möglich?

Prüfungen von Klebverbindungen können zerstörend oder zerstörungsfrei durchgeführt werden.

## Zerstörende Prüfungen:

<u>Prüfverfahren</u>	<u>DIN-Norm</u>	<u>EN-Norm</u>
Zugscherversuch	DIN 53 283	EN 1465
Rollenschälversuch	DIN 53 289	EN 1464
Zugversuch	DIN 53 288	-
Druckscherversuch	DIN 54 452	-
Torsionsscherversuch	DIN 54 452	EN 6721
Winkelschälversuch	DIN 53 282	-
Schubspannungs- Gleitungsprüfung	DIN 54 451	-
Dauerschwingfestigkeit	DIN 53 285	-
Zeitstandversuch	DIN 53 284	-
Biegefestigkeitstest	ASTM D 1184-55	-

## Zerstörungsfreie Prüfungen

Ultraschallprüfung vorwiegend zur Kontrolle großflächiger, planarer Schichten.  
Fehlererkennung: Poren, Lunker und ungleichmäßige Benetzung.

Um Fehler auszuschließen, muß der Klebprozess von Anfang an sorgfältig durchgeführt werden. Zerstörungsfreie Prüfungen sind sehr aufwendig und nur in Verbindung mit zerstörenden Prüfungen aussagekräftig. In der Praxis werden bei einer Serienproduktion daher statistische Methoden zur Bauteilprüfung angewandt.

## Arbeitsschutz und Umweltverhalten

Hightech-Klebstoffe sind chemische Produkte, die bei sachgemäßer Anwendung und unter Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften den Verarbeiter und die Umwelt nicht gefährden. Einzelheiten zum jeweiligen Klebstoff sind in den technischen Informationen und den Sicherheitsdatenblättern beschrieben.

### Einige Fachbegriffe:

Abbinden	Verfestigung des Klebstoffs durch physikalische und/oder chemische Vorgänge.
Adhäsion	Haftung des Klebstoffs auf einer Werkstoffoberfläche.
Alterung	Verhalten des ausgehärteten Klebstoffs in der Klebefuge unter Umwelteinflüssen.
Aushärtung	Siehe Abbinden
Benetzung	Neigung eines Klebstoffs, sich auf einer festen Werkstoffoberfläche zu verteilen.
Beschleuniger	Klebstoffbestandteil, der die Dauer der Aushärtung herabsetzt.
Diffusion	Wanderung von Flüssigkeiten oder Gasen in festen Stoffen, z. B. in der Klebstoffschicht.
Endfestigkeit	Festigkeit einer Klebschicht nach vollständiger Aushärtung; wird z. B. bei feuchtigkeitsvernetzenden Klebstoffen erst nach Tagen erreicht.
Haftklebstoff	In Lösungsmittel oder Wasser vorliegender Klebstoff, der nach der Trocknung dauerklebrig bleibt.
Härter	Bei zweikomponentigen Klebstoffen neben dem Harz die zweite Komponente.
Hotmelt	Klebstoff, der bei erhöhter Temperatur aufgetragen wird und beim Erkalten physikalisch abbindet.
Klebstoff	Substanz, die auf die Oberfläche zweier Werkstoffe aufgetragen wird, um eine nicht lösbare Verbindung zu erzielen.
Kohäsion	Innere Festigkeit eines ausgehärteten Klebstoffs.
Lagerungsbeständigkeit	Zeitspanne zwischen Herstellung und letztmöglicher Anwendung des Klebstoffs, die nicht überschritten werden sollte.
Primer	Spezielle Lösung, die die Haftung des Klebstoffs auf schwierig zu verklebenden Werkstoffen verbessert.
Reaktionsklebstoffe	Chemisch aushärtende Klebstoffe, die für konstruktive Verklebungen eingesetzt werden.
Topfzeit	Zeitspanne, die bei der Verarbeitung zwei-komponentiger Klebstoffe nicht überschritten werden darf.
Viskosität	Zähigkeit eines fließfähigen Stoffs; zurückzuführen auf innere Reibung