

**EINFÜHRUNG**

«Klebstoffe sind nichtmetallische Werkstoffe, die feste Füge­teile durch Adhäsion und Kohäsion verbinden, ohne dass sich die Struktur und die Eigenschaften der verbundenen Materialien in unerwünschter Weise verändern.» (Torben Rabe)

Leim ist im Schulalltag nicht mehr wegzudenken. Alle möglichen Materialien werden durch Leimen untereinander oder mit anderen Materialien verbunden. Die Technologie der Klebstoffe ist sehr komplex. Ge­klebt wird im Fahrzeug- und Flugzeugbau, in der Elektronik, auf dem Bau, in der Lebensmittelbranche, in der Medizin.....deshalb liegt der Schwerpunkt in diesen Technikfacts auf den volksschulrelevanten Klebstoffen. Erwähnt werden verschiedene Klebstoffe die Holz, Metall, Kunststoff, Karton, Glas und Textilien miteinander und untereinander verbinden.

**QUELLEN**

[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

[www.ifam.fraunhofer.de](http://www.ifam.fraunhofer.de)

[www.cmosberger.ch](http://www.cmosberger.ch)

[www.handling.de](http://www.handling.de)

Was kann mit welchem Kleber geklebt werden? Klebeberatung siehe

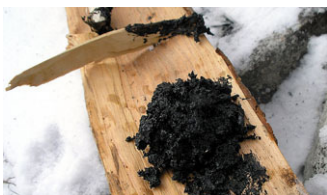
[www.uhu.com](http://www.uhu.com), [www.klebstoffe.com](http://www.klebstoffe.com) oder [www.kleber-klebstoff-beratung.de](http://www.kleber-klebstoff-beratung.de)



Knochen und Tierhäute gekocht und zu Tafeln gegossen



Pfeile mit Birkenpech



Birkenpech



Ikarus und Dädalus

**GESCHICHTE**

Schon in der frühesten Geschichte des Menschen suchte er - wenn auch vielleicht unbewusst - nach Klebstoffen. Irgend etwas musste immer miteinander verbunden werden, sei es durch einfaches Ineinanderfügen, durch Verzahnen, Nageln oder eben Kleben. Von allen Möglichkeiten schien das Kleben die einfachste, schnellste und sicherste Methode zu sein; die Urbevölkerung benutzte bereits Naturklebstoffe, wie Blut, Eiweiss und Baumharz.

In Mesopotamien wurde um 4000 v. Chr. mit Asphalt gebaut, rund 1000 Jahre später kannten die Sumerer den Leim aus tierischen Häuten. Etwa um 1500 v. Chr. nahmen die Ägypter tierische Leime für Furnierarbeiten. Zeuge davon ist eine Tafel, die im Grab des Königs Tutanchamun - er lebte etwa um 1350 v. Chr. - gefunden wurde.

Auch die berühmte Sage von Ikarus und Dädalus hat, für Ikarus tragi­cherweise, mit „Leim“ zu tun.

Sehr viel später, um 1690, wurde die erste Leimfabrik in Holland ge­gründet, das erste Patent für Fischleim wurde 1754 in England erteilt und der erste gebrauchsfertige Pflanzenleim erfand 1889 der deut­sche Ferdinand Sichel. Das Zeitalter der Klebstoffe auf Basis synthe­tisch hergestellter Rohstoffe begann aber erst 1909, als der belgische Chemiker Leo Hendrik Baekeland ein Verfahren zur Phenolharz-Här­tung zum Patent anmeldete, aus dem er dann auch den Kunststoff Bakelit entwickelte.

In den nächsten Jahrzehnten wurde der synthetisch hergestellte Leim immer weiter entwickelt. Wichtige Schritte in dieser Beziehung wur­den dem Polyvinylacetat, Polychlorbutadien und die von Bayer paten­tierten Polyurethane zugeschrieben. Von grosser Bedeutung wurden die 1960 produzierten anaeroben und Cyanacrylat-Klebstoffen, de­nen ein entscheidender Durchbruch in der Klebstoffindustrie im Be­reich der Metall- und Kunststoffverbindungen gelang.



Klebstoffe für den Unterricht

### KLEBSTOFFARTEN

Beim Kleben unterscheidet man zwischen

- + physikalisch abbindenden Klebstoffen (ohne stoffliche Veränderung) und
- + chemisch reagierende Klebstoffe (Makromolekülbildung)

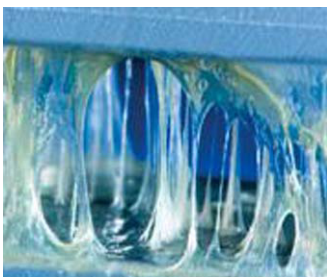
#### Physikalisch abbindende Klebstoffe

Bei diesen Klebstoffen werden vier Kategorien unterschieden:

- + Nasskleber: Diese werden auf einen Fügepart aufgetragen und zusammengepresst (wichtig). Das Lösungsmittel verdunstet oder zieht sich in das Fügepart (z.B. Holz) - die Haftung tritt ein.  
Z.B. Weissleim (Dispersionsklebstoff), Cementit
- + Kontaktkleber: Der Klebstoff wird auf beide Fügepart aufgetragen. Nach der Ablüfzeit werden die Fügepart mit einem kurzen, hohen Anpresdruck zusammengefügt. Es tritt eine Soforthaftung ein, die eine schnelle Weiterbearbeitung/Nutzung des Werkstückes erlaubt.  
Z.B. Kontaktkleber für Gummi, Leder, Styropor.
- + Schmelzkleber: Diese Klebstoffe sind frei von Lösungsmitteln. Es sind keine Dosier- oder Mischvorgänge zu beachten. Der Schmelzklebstoff kann als Pulver, Granulat, Stift, Netz oder Folie durch Temperatureinwirkung in der Klebefuge aufgeschmolzen werden.  
Z.B. Heissleim, Leim zum Aufbügeln von Kunststoffkanten.
- + Haftkleber: Haftklebstoffe sind nicht aushärtende Klebstoffe.  
Z.B. Post-it Zettel.



Tischroboter für Klebvorgänge



Vergrößerung chemischer Klebstoff

#### Chemisch reagierenden Klebstoffe

Auch diese Klebstoffe werden in vier Kategorien eingeteilt:

- + Einkomponentenkleber: Diese Klebstoffe härten entweder mit Hilfe der Luftfeuchtigkeit (aerob) oder unter Luftausschluss - unterstützt durch den Kontakt mit Metalloberflächen (anaerob)  
Z.B. Schraubenfix (Localite)
- + Aerobe Kleber: Diese härten an der Luft meist durch Ausnutzung der Luftfeuchtigkeit in eine chemische Reaktion. Diese Klebstoffe bestehen aus Polyurethanen oder Silikonkautschuk.  
Z.B. PU-Kleber (Polyurethan-Kleber)
- + Cyanacrylat-Kleber: Diese sind sehr schnell reagierende Klebstoffe.  
Z.B. Sekundenkleber
- + Zwei- oder Mehrkomponentenkleber: Diese bestehen aus zwei oder mehreren flüssigen oder pastenförmigen Bestandteilen. Die Komponenten müssen exakt nach dem vorgeschriebenen Verhältnis gut vermischt werden. Sie härten innerhalb einer von der Temperatur abhängigen Zeit aus. Diese Klebstoffe können nur während einer gewissen Verarbeitungszeit, der „Topfzeit“, verarbeitet werden. Sie müssen bis zum vollständigen Aushärten fixiert bzw. gepresst werden  
Z.B. Epoxidharzkleber (Araldit)



Klebroboter in der Industrie

**WIE FUNKTIONIEREN KLEBSTOFFE?****Dispersionsklebstoffe**

Dispersionsklebstoffe eignen sich hervorragend für Holzverbindungen und bestehen grösstenteils aus Wasser. Der Klebstoff selbst ist ein Feststoff. Er wird (ähnlich wie Schmutzteilchen im Spülwasser) von Tensiden in einem Knäuel („Micelle“) im Wasser in der Schwebe gehalten. Beim Auftrag des Klebstoffs zieht das Wasser ins Holz ein. Dadurch brechen die Tensidkäfige auf und die fadenförmigen, „aufgeknäulten“ (ziemlich langen) Klebstoffmoleküle „strecken“ sich aus. Durch das herausziehende Wasser schrumpft die Klebstofffuge insgesamt um die Hälfte. Die Klebstoffketten legen sich dadurch eng aneinander. Die Adhäsion an Holz klappt besonders gut, weil der Klebstoff so genannte „polare“ Stellen aufweist. Die lagern sich wiederum bevorzugt an den polaren Gruppen der Cellulose an. Holz besteht zu einem großen Teil aus Cellulose.

**Sekundenklebstoffe**

Für „schnelle“ Klebungen besonders geeignet sind Sekundenklebstoffe. Der Klebstoff wird erst während der Klebung aus kleinen Einzelteilchen zusammengebaut und besteht aus diesen kleinen Bauteilchen, die durch eine Säure vor dem Zusammengehen geschützt sind. Wenn die beiden Klebteile zusammengepresst werden, reichen Spuren von Luftfeuchtigkeit an den Oberflächen aus, um einige Säureteilchen zu neutralisieren. Dieser Vorgang initiiert eine Reaktion, in der aus kurzen Molekülbauteilen lange Klebstoffmoleküle werden. Diese wachsen von der Werkstoffoberfläche auf die andere Seite der Klebefuge. Sobald die Ketten eine gewisse Länge erreicht haben, erhärten sie.

**Alleskleber**

In den Allesklebern steckt derselbe Klebstoff wie im Holzleim (Dispersionsklebstoff)- nämlich Polyvinylacetat. Die Ketten sind aber viel kürzer und 30% des Klebstoffs sind in 70% Lösemitteln gelöst. D.h. sie sind von den Lösemitteln vollständig ummantelt, so dass sie nicht aneinander kleben können. Sobald die Lösungsmittel verdampfen, zieht sich die Klebstofffuge zusammen. Die langen Molekülketten lagern sich aneinander und haften zusammen.

**Klebestifte**

Mit Klebestiften lässt sich schnell und problemlos Papier kleben. In diesem Papierkleber wirken je nach Hersteller verschiedene Klebstoffe. Beispielsweise der Zungenbrecher „Polyvinylpyrrolidon“ oder Stärke. Auch Stärke besteht aus langen Molekülketten, die daher eine Klebewirkung haben. Damit der Klebstoff überhaupt vom Stift auf das Papier gerieben werden kann, dürfen die Klebemoleküle sich nicht berühren. Dafür nutzt man einen Trick: Der Klebestift besteht zur Hälfte aus Wasser. Man erhitzt zuerst das Wasser und löst darin Seife sowie Abbauprodukte von natürlicher Stärke auf. Beim Erkalten wird daraus „fast“ ein Feststoff. Durch das Reiben des Stiftes wird der sehr zähflüssige Klebstoff in die raue Oberfläche des Papiers hinein gedrückt. Das Wasser zieht ein. Insgesamt schrumpft die Klebstofffuge dadurch um die Hälfte. Die Klebewirkung ergibt sich aus der Haftung der polaren Gruppen zwischen Stärke und Papier sowie den langen verknäulten Ketten.

**Umwelt**

Die Forschung und Entwicklung in der Klebstoffbranche versucht immer bessere und wirkungsvollere Kleber zu entwickeln. Zum Beispiel wurden in der Automobilbranche für eine Karosserie vor wenigen Jahren nur wenige Zentimeter Klebnaht verwendet – heute sind es bei einigen Modellen über 150 Meter!

Die Forschung versucht auch immer ökologischere Produkte zu entwickeln. So wurden beispielsweise schon anfangs 90er Jahren lösungsmittelhaltige Leime durch Kleber auf Wasserbasis ersetzt und immer weiterentwickelt.

**Wo die Natur ein Vorbild ist**

+ Bienenwachs verhält sich im Prinzip wie technische Schmelzklebstoffe. Er besteht aus langkettigen Molekülen, die bei der Körpertemperatur der Biene ineinander verhaken und beweglich bleiben – ohne Lösemittel ist das Wachs flüssig und formbar. Kühlt es ab, erstarrt das Gewirr aus Molekülketten – es wird fest.

+ Der Sonnentau, eine fleischfressende Pflanze, fängt seine Nahrung mit Hilfe von Klebstoff-Tröpfchen, an denen Insekten hängenbleiben. Der Klebstoff hält die Beute zwar fest, härtet aber nicht aus – wie ein Haftkleber.

+ Feldwespen gewinnen ihren Nestklebstoff dadurch, dass sie Holzspäne fressen: Zunächst zerkleinern sie die Zellulosefasern mechanisch, dann durch ihr Verdauungssekret chemisch weiter. Der entstehende Zellulose-Brei ist dem Tapetenkleister ähnlich.

+ Der Mensch, letztlich ja ebenfalls ein Stück Natur, hat solche Prinzipien nicht nur weiterentwickelt – er darf sich daneben auch ein paar ganz eigene, beispiellose Erfindungen zugute halten. Kontaktkleber etwa kennt die Tier- und Pflanzenwelt nicht.



Sonnentau mit Insekt

**EINIGE FACHBEGRIFFE**

**Abbinden** eines Klebstoffes bezeichnet den Übergang vom flüssigen in den festen Zustand (Verdunsten des Lösungsmittels).

**Ablüfzeit** ist die Zeit, die nach dem Auftragen des Klebstoffes gewartet werden muss, bis zum Zusammenfügen (Kontaktklebstoff).

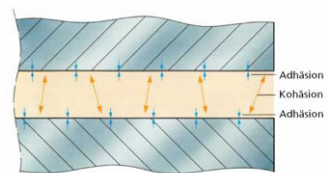
**Adhäsion** bezeichnet die Anziehungskräfte, die an der Grenzfläche zwischen Klebstoff und Fügepartei wirksam werden. Zusammen mit der Kohäsion bestimmt sie die Festigkeit der Verklebung.

**Kohäsion** bezeichnet die Festigkeit des abgebindenen Klebstoffes.

**Offene Zeit** ist die Zeitspanne, innerhalb der die Fügepartei spätestens zusammengefügt werden müssen.

**Topfzeit** ist ein wichtiger Begriff bei der Verarbeitung von 2-K-Reaktionsklebstoffen. Es bezeichnet die Zeit innerhalb der die Mischung der beiden Komponenten verarbeitet (aus dem Topf) sein muss.

**Viskosität** ist ein Mass für das Fließverhalten einer Substanz. Niedrig-viskos = dünnflüssig, hochviskos = dickflüssig

**FORSCHUNGS-AUFTRAGE FÜR SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER**

+ Erkläre die Fachbegriffe auf einer Leimtube oder Behälter mit Hilfe des Internets oder der Fachbücher.

+ Deute die Redewendungen „jemandem auf den Leim gehen“.

+ Was ist ein Leimsieder?

+ Versuche herauszufinden, welche Klebstoffe für welche Materialien geeignet sind.

**DO-IT-AUFGABEN**

+ Pinboard Furnier

+ Schmuckdose Holz und viele andere ©!

