



Inhaltsverzeichnis

[\[Verbergen\]](#)

1 Vorwort

2 Allgemeines

- 2.1 Geschichtliches
- 2.2 Was versteht man eigentlich unter Kleben ?
- 2.3 Was ist ein Klebstoff?
- 2.4 Vorteile:
- 2.5 Nachteile:

3 Funktionsweise von Klebstoffen

4 Einteilung von Klebstoffen

- 4.1 physikalisch abbindende Klebstoffe:
- 4.2 chemisch abbindende Klebstoffe: (Reaktionsklebstoffe)

5 Kleberverbindungen herstellen:

- 5.1 Vorbehandlung:
- 5.2 Klebvorgang:
- 5.3 Nachbehandlung:

6 Auslegung/Gestaltung/Berechnung:

- 6.1 Berechnungsgrundlagen:
- 6.2 Aufgaben:
 - 6.2.1 Aufgabe 1:
 - 6.2.2 Aufgabe 2:
 - 6.2.3 Aufgabe 3:

7 Festigkeit und Einflüsse darauf:

8 Anwendungsgebiete und Belastbarkeit:

9 Gefahren von Klebstoffen für den Menschen:

10 Besondere Anwendungen von Klebstoffen:

11 Normung:

- 11.1 DIN-Normen
- 11.2 VDI-Richtlinien:

12 Weblinks:

13 Quellen

1 Vorwort

Dieser Artikel enthält sehr viele Informationen rund um das Thema Kleben.

Um direkt zu dem Bereich Entwicklung Konstruktion dieses Artikels zu gelangen bitte

[HIER KLICKEN!](#)

2 Allgemeines

2.1 Geschichtliches

Kurzer Exkurs über die geschichtliche Entwicklung der Klebstoffe:

| | |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ca. 5000 -2000 v. Chr. | Birkenharz diente zum Befestigen von Harpunen- und Speerspitzen im Schaft |
| | Sumerer und Ägypter, benutzten für ihre Tempel Asphalt. Weitere Rohstoffe aus denen sie Klebstoff gewinnen konnten waren: Erdpech und Baumharz. |
| 1754 | Zum ersten mal wurde ein Klebstoff (ein Tischlerleim) in England patentiert. |
| um 1870 | Synthetische Klebstoffe |
| | Entdeckung der Nitrozellulose |
| um 1900 | Entwicklung der Phenol-Formaldehydharze |
| um 1912 | Entwicklung von PVAc |
| bis 1935 | Entwicklung der Polyacrylate, Harnstoff-Formaldehydharze, Polyurethane, Polychloroprene |
| um 1940 | Entwicklung der Epoxidharze |
| um 1950 | Entwicklung der Cyanacrylate (Sekundenkleber) |

2.2 Was versteht man eigentlich unter Kleben ?

Unter Kleben (nach DIN 16920) ist das oftmals nicht lösbare Verbinden/Fügen zwischen verschiedenen oder gleichen Werkstoffen/Materialien zu verstehen. Das Verbinden/Fügen geschieht mit Hilfe eines Klebstoffes, welcher auf die Werkstoffe/Materialien aufgetragen oder zwischen ihnen eingebracht wird. Kleben ist somit eine feste und dauerhafte Oberflächenverbindung.

2.3 Was ist ein Klebstoff?

Definition des Klebstoffes nach DIN 16920: Ein Klebstoff ist ein nichtmetallischer flüssiger, plastischer oder fester Stoff der Füge­teile unterschiedlicher oder gleicher Materialien durch Flächenhaftung (Adhäsion) und innerer Festigkeit (Kohäsion) zeitweise oder dauerhaft miteinander verbinden kann.

2.4 Vorteile:

- verbinden unterschiedlicher (unterschiedlichster) Werkstoffpaarungen möglich
- ungünstige Werkstoffbeeinflussungen durch Oxidieren, Aushärten und Ausglühen entfallen
- geringer thermischer Verzug aufgrund keiner bzw. nur gering vorliegender thermischer Werkstoffbeanspruchung
- keine Kontaktkorrosion
- keine Oberflächenbeschädigung
- kraft- und Spannungsverteilung ist gleichmäßig
- optisch anspruchsvolle Konstruktion möglich
- schwingungsdämpfend
- hohe Steifigkeit und Gewichtsersparnis aufgrund von Sandwichbauweise (Leichtbau)
- Verbindungen sind dicht, spaltfrei und isolierend
- Querschnittsminderung der Bauteile aufgrund von Löchern für Schraubverbindungen oder Nietverbindungen entfällt. Daraus ergibt sich u.U. auch eine Gewichtsreduzierung.

2.5 Nachteile:

- häufig ist eine aufwendige Oberflächenbehandlung erforderlich
- u.U. lange Abbindezeiten bis zur Endfestigkeit der Verbindung
- vielfach Flächendruck und Wärme zum Abbinden notwendig
- geringe Schäl-, Warm-, Dauerfestigkeit
- oft kein Zerstörungsfreies Prüfen der Verbindung möglich
- empfindlich gegen Schlag und Stoßbelastung

3 Funktionsweise von Klebstoffen

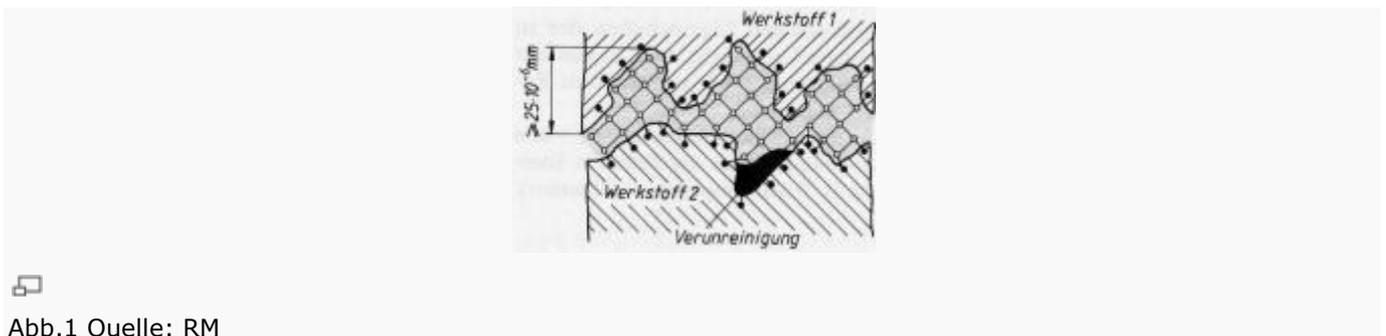


Abb.1 Quelle: RM

Wie eingangs schon erwähnt beeinflussen Adhäsion und Kohäsion die Klebeverbindung. Unter Adhäsion versteht man hierbei die herrschenden Kräfte zwischen dem Kleber und dem Werkstoff welcher mit dem Kleber in direktem Kontakt steht und unter Kohäsion die wirkenden Kräfte in der Klebeschicht. Grafik zur Verdeutlichung:

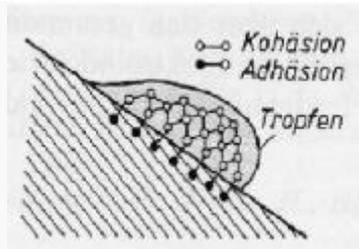


Abb.2 Quelle: RM

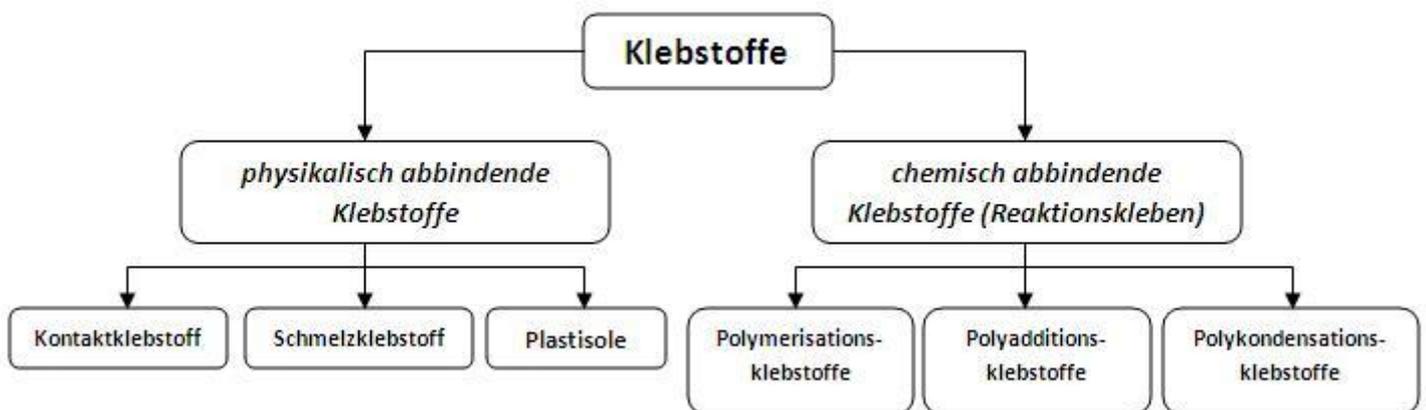
Da die Adhäsionskräfte nur eine minimale Reichweite haben (molekulare Größenordnung) und Oberflächen im mikroskopischen Bereich eher zerklüftet und rau sind, kommen sich zwei Materialien in der Realität nur selten so nahe, das es zu einer spürbaren Adhäsion (Grenzflächenhaftung) kommt. Nur ein flüssiger Stoff kann sich den Oberflächenkonturen vollständig anpassen und als „Brückenmedium“ eine Adhäsion bewirken. Da aber der innere Zusammenhalt (Kohäsion) von Flüssigkeiten im Normalfall äußerst gering ist und sie somit als verbindendes Element nicht geeignet sind müssen sie die Eigenschaft haben, nachdem sie sich an die Oberfläche geschmiegt haben zu verfestigen. Hier kommen nun die Klebstoffe ins Spiel. Die benötigte Adhäsion ist gegeben und wenn ein Klebstoff aushärtet erhält er die nötige Kohäsion.

4 Einteilung von Klebstoffen

Klebstoffe können nach vielen verschiedenen Gesichtspunkten eingeteilt werden. z.B.

- nach der Bindefestigkeit
- nach der Art des Abbindemechanismus
- nach Anwendungsgebieten
- nach Art des Grundwerkstoffes

In der VDI-Richtlinie 2229, auf die im Folgenden eingegangen wird, werden Klebstoffe nach Art des Abbindens eingeteilt:



4.1 physikalisch abbindende Klebstoffe:

Diese Arten der Klebstoffe sind häufig eine Lösung von natürlichen und makromolekularen Grundstoffen (z.B. Kunstharze, Nitrozellulose oder Kautschuk) in organischen Lösemitteln (insb. Kohlenwasserstoffe) bzw. Dispersionsmittel.

Die Klebeschicht entsteht durch physikalische Vorgänge wie das Ablüften des Lösungsmittels vor dem Fügen, Erstarren der Klebstoffschmelze oder Gelieren (bei einem mehrphasigen System).

Diese Kleber sind besonders geeignet um Metalle (undurchlässiges Werkstoffe) mit porösen Werkstoffen wie z.B. Holz zu verbinden. Hingegen sind sie ungeeignet um zwei undurchlässige Werkstoffpaarungen wie z.B. Metall – Metall zu verbinden, da bei größeren Klebeflächen ein ausreichendes Ablüften und somit eine gute Bindung nicht möglich ist.

Physikalisch abbindende Klebstoffe sind thermoplastisch und sind somit wärmeempfindlich, sie haben eine erhöhte Kriechneigung und sind anfälliger gegen Lösungsmittel als chemisch abbindende Klebstoffe.

Sie werden unterteilt in:

Kontaktklebstoff: wird beidseitig auf die Oberflächen aufgetragen und nach Ablüften des Lösungsmittels innerhalb der Kontaktklebzeit (Herstellerangaben beachten) unter (starkem) Druck gefügt.

Schmelzklebstoff: wird in geschmolzenem Zustand ca. 150°C – 190°C aufgetragen und die Teile müssen vor Erstarren der „Schmelze“ gefügt werden. (Bp. Heissklebepistole)

Plastisole: sind lösungsmittelfreie Klebstoffe die bei einer Temperatur von 140°C bis 200°C abbinden.

| Klebstofftyp | Beispiel | Bedingungen | Komponenten | Abbinde-temperatur | Lösungsmittel Dispersionsmittel | Anwendung |
|-------------------------|---------------|------------------------------------|-------------|--------------------|------------------------------------|------------------------------------------|
| Schmelz- klebstoff | Polyester, | | 1 | warm | ohne | Papier, Textilien, Leder, Kunststoffe |
| Plastisol- klebstoff | PVC | +Weichmacher und Haftvermittler | 1 | warm | ohne | Metalle, Keramik |
| Kontakt- klebstoff | Polychloropen | | 1 | kalt | verdunsten vor dem Kleben | Holz, Gummi, Kunststoffe, Metalle |

4.2 chemisch abbindende Klebstoffe: (Reaktionsklebstoffe)

Reaktionsklebstoffe sind Klebstoffe, die durch zugesetzten Härter (Katalysator) oder weitere Komponenten chemische Reaktionen auslösen, und somit sehr feste und dauerhafte Verbindungen eingehen. Meist werden Reaktionsklebstoffe aus zwei Stoffen zusammengemischt Grundstoff (Bindemittel) und Härter (Katalysator) daher werden sie auch Zwei-Komponenten-Kleber genannt. (bestehend aus Epoxidharzen, Acrylatharzen und weiteren Harzen). Weiter gibt es bei den Reaktionsklebstoffen die Gruppe der „Ein-Komponentenklebstoffe“ aus

Cyanacrylat. (Sekundenkleber) Diese Klebstoffe benötigen eine „unsichtbare“ zweite Komponente, die Feuchtigkeit, die sie aus der Umgebungsluft beziehen. Im Allgemeinen gilt das Abbinden der Reaktionsklebstoffe wird durch einen Katalysator, einwirken erhöhter Temperatur, Luftfeuchtigkeit oder durch Entziehen des Sauerstoffes (anaerob) in Gang gesetzt.

Da Reaktionsklebstoffe keine Lösungsmittel enthalten sind sie deshalb besonders geeignet für glatte, nicht poröse und feste Materialien wie z.B. Glas, Metalle, Keramik, Kunststoffe und Gummi. Die Klebestellen sollten aber vor dem Fügen durch Anschleifen von anhaftenden Oxidschichten befreit werden. Insbesondere gilt dies für Gummi, da es durch Einwirkung von [UV-Strahlen](#) und [Ozon](#) geschädigt wird und keine klebefähige Schicht mehr hat.

Da die Abbindung u.U. Tage dauert ist es sinnvoll eine weitere dritte Komponente einen Beschleuniger hinzuzufügen.

Reaktionsklebstoffe werden unterteilt in:

Polymerisationsklebstoffe: (Ein- oder Zweikomponentenkleber) Die Polymerisation wird durch die Reaktion mit dem [Katalysator](#) ausgelöst. Bei den anaerob abbindenden Klebstoffen bleibt die Reaktion aus, solange der [Katalysator](#) im flüssigen Klebstoff mit Sauerstoff in Berührung kommt. Durch die Katalysatormenge und Temperaturänderungen ist die Reaktionszeit beeinflussbar.

Polyadditionsklebstoffe: (Ein- oder Mehrkomponentenkleber) Durch die Reaktion von mindestens zwei chemisch unterschiedlichen und reaktionsfähigen Stoffen, welche im [stöchiometrischen](#) Verhältnis miteinander gemischt werden entstehen diese Klebstoffe.

Polykondensationsklebstoffe: reagieren bei einem Anpressdruck $\geq 0,4 \text{ N/mm}^2$ unter Abspalten flüchtiger Stoffe und einer Abbinde temperatur von ca. 120°C bis 160°C .

Beispiele:

| Kunststofftyp | Reaktionsbedingungen | Anzahl der Komponenten | Abbinde temperatur | Reaktionsprodukte | Anwendung |
|---------------|----------------------|------------------------|--------------------|-------------------|-------------------------------------|
| Epoxid | +Säureanhydride | 2 | warm | | Metalle, Keramik, Kunststoffe |
| Epoxid | +Polyamine | 2 | kalt | | Metalle, Keramik, Kunststoffe |
| Polysocyanate | +Polyole | 2 | Kalt | | Metalle, Keramik, Kunststoffe |

| | | | | | |
|--------------------------|------------------------------|---|------|--------------------------------|-----------------------------------------------|
| Cyanacrylate | | 1 | Kalt | | Metalle, Keramik, Kunststoffe, Gummi |
| Methacrylate | | 1 | Kalt | | Metalle |
| Harnstoff Formaldehyd | +Styrol oder Methacrylate | 2 | Kalt | bleiben in der Klebeschicht | Metalle, Keramik, Kunststoffe |
| Silicon-Harze | + Feuchtigkeit | 1 | Kalt | verdunsten beim Kleben | Keramik |

5 Kleilverbindungen herstellen:

Aufgrund der großen Vielfalt von Klebstoffen mit ihren unterschiedlichen Eigenschaften kann man nur allgemeine Richtlinien angeben. Für die richtige Verarbeitung und Anwendung eines Klebstoffes sind immer die Herstellerangaben zu beachten.

5.1 Vorbehandlung:

Um eine möglichst hohe Adhäsion des Klebstoffes zu erreichen müssen die Oberflächen der zu fùgenden Teile von Schmutz, Rost, Oxidschichten und Fett befreit werden. Zu glatte Oberflächen müssen vor dem verkleben/fùgen durch abschmirgeln oder sandstrahlen angeraut werden.

Haftgrundbehandlung versch. Werkstoffe Quelle: RM

5.2 Klebvorgang:

Hier gilt auch die Herstellerangaben unbedingt beachten um ein optimales Ergebnis zu erzielen. Im Normalfall werden Lösemittelhaltige Klebstoffe entsprechend der Konsistenz beidseitig mit Pinsel oder Spachtel auf die Fùgeteile aufgetragen, Dann sollten die Fùgeteile eine Zeit „ruhen“, damit ein Großteil des Lösemittels verdunsten und der Grundstoff sich durch Adhäsion mit der Oberfläche verbinden kann. Nach genügender Abbindung des Klebstoffes werden beide Fùgeteile unter Druck zusammengefügt. Nun wird die Verbindung durch Kohäsion in der Klebeschicht hergestellt. Die Klebeschicht ist in der Regel nach ein bis zwei tagen aufgrund des Verdunstens des Lösemittels vollständig abgebunden.

Bei Reaktionsklebstoffen wird das Gemisch aus den Komponenten einseitig auf eines der Fùgeteile, mit der vorbereiteten Oberfläche, aufgetragen (entsprechend des Klebstoffes auch gestreut oder bei Klebefolien aufgelegt). Die Teile können in der Regel sofort gefùgt werden, da ja kein Lösemittel verdunsten muss.

Entsprechend des Klebstoffes erfolgt das Abbinden mit oder ohne Druck/Wärmeeinfluss innerhalb weniger Minuten (Warmklebstoffen) oder in mehreren Tagen (Kaltklebstoffe).

Man sollte immer nur soviel Klebstoff anmischen wie gebraucht wird bzw. soviel wie während der Tropfzeit verarbeitet werden kann, da die Reaktion sofort nach dem Vermischen der Komponenten einsetzt.

5.3 Nachbehandlung:

Je nach Einsatz der Werkstücke und des verwendeten Klebstoffes müssen die Klebefugen nachbehandelt werden. Dies geschieht durch einfaches Entfernen von Kleberesten (sofern nicht schon beim Kleben geschehen) durch abschmirgeln/-schleifen bis hin zum Lackieren der Fugen. Das versehen mit Lacküberzügen ist besonders bei vielen Reaktionsklebern wichtig, da sie oftmals wasserempfindlich sind.

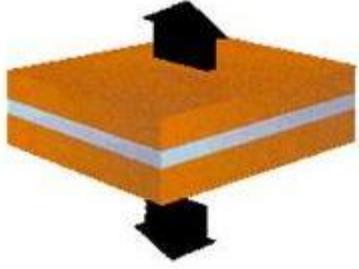
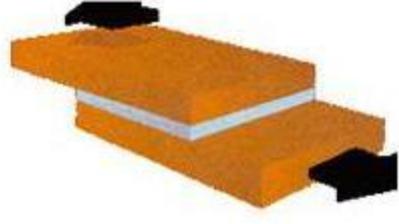
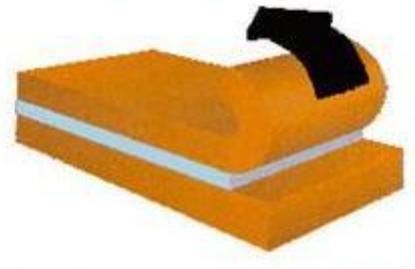
6 Auslegung/Gestaltung/Berechnung:

Grundsätzlich gilt:

Klebgerecht konstruieren und richtige Wahl des Klebers (siehe RM TB 5-2)

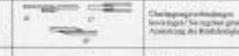
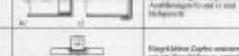
Weiter ist zu beachten:

- Klebefläche ausreichend dimensionieren (Überlappungen bevorzugen)
- Scherbeanspruchung in der Klebefuge anstreben
- Zugbeanspruchung nur in besonderen Fällen zulassen
- Fugenspalt so klein wie möglich halten
- Schälbeanspruchung unter allen Umständen vermeiden (konstruktive Maßnahmen z.B. Versteifungen)
- Schutz vor Witterung und Feuchtigkeit (z.B. Lacküberzug)

| Zugbeanspruchung | Scherbeanspruchung | Schälbeanspruchung |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| günstig | günstig | ungünstig - vermeiden |

Beispiel für eine klebgerechte Konstruktion wenn Stumpf an Stumpf liegt:



| Ungünstig | Günstig | Hinweise |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>Überlappungsverbindungen bewirken bei Scherung eine geringere Ausdehnung der Klebflächen.</p> |
|  |  | <p>Bei kleinen Klebflächen bzw. bei Klebungen unterhalb der Klebfugenbreite ist die Klebfuge zu vermeiden.</p> |
|  |  | <p>Überlappungsverbindungen bewirken bei Scherung eine geringere Ausdehnung der Klebflächen.</p> |
|  |  | <p>Überlappungsverbindungen bewirken bei Scherung eine geringere Ausdehnung der Klebflächen.</p> |
|  |  | <p>Überlappungsverbindungen bewirken bei Scherung eine geringere Ausdehnung der Klebflächen.</p> |
|  |  | <p>Überlappungsverbindungen bewirken bei Scherung eine geringere Ausdehnung der Klebflächen.</p> |



Weitere Beispiele einer klebgerechten Konstruktion

Folgernd lässt sich sagen:

In Bezug auf auftretende Kräfte:

- **Bevorzugt sollten Klebverbindungen auf Druck/Zug oder Scherung belastet werden.**
- Biege- und Schälbelastungen sollten vermieden werden.

In Bezug auf Abmessungen:

- **Je grösser die Kraft ist die übertragen wird, desto grösser muss die Klebfläche sein.**

6.1 Berechnungsgrundlagen:

Folgendes sind vereinfachte Berechnungen und ergeben lediglich Richtwerte, da sehr viele Einflussfaktoren, vom verwendeten Klebstoff abhängig sind. Die Einflussfaktoren sind überdies nur sehr schwer zu erfassen und nur überschlägig berücksichtigt. Maßgebend für alle Anwendungsfälle sind die Angaben der Hersteller.

Wichtige Kenngrößen und deren Berechnung:

- **Bindefestigkeit:** (die wohl wichtigste Kenngröße) Verweis: RM FS 4-1

Sie ist das Verhältnis zwischen Zerreißkraft (Bruchlast) zur Klebfugenfläche. Statische Bindefestigkeit.

$$\tau_{KB} = \frac{F_m}{A_{KI}} = \frac{F_m}{l_{\ddot{u}} * b}$$

- **Schälfestigkeit:** Verweis: RM FS 4-3

Sie ist der Widerstand gegen Schälbeanspruchung in N je mm Klebfugenbreite.

$$\sigma = \frac{F}{b}$$

- **Zeitstands- und Dauerfestigkeit:** Verweis: RM FS 4-2

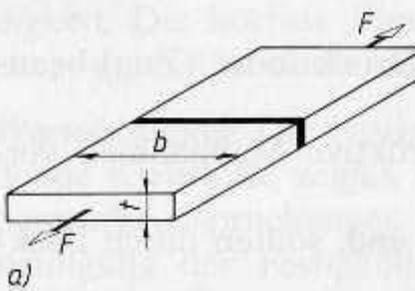
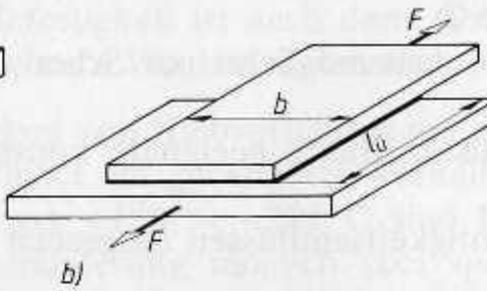
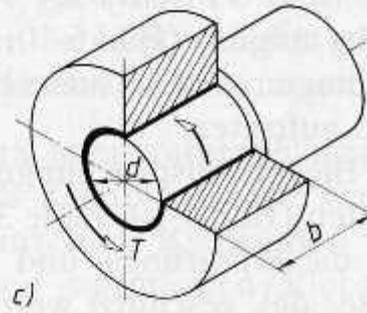
Kleberverbindungen, welche dauerbelastet werden neigen zur plastischen Verformung. Bei zeitstandsbelasteten Verbindungen kann bereits eine wesentliche geringere Belastung zum Bruch führen. Somit berechnet man die dynamische Bindefestigkeit folgendermaßen:

$$\tau_{KIW} \approx (0,2 \dots 0,4) * \tau_{KB}$$

wechselnd:

$$\tau_{KISch} \approx 0,8 * \tau_{KB}$$

schwellend:

| Beanspruchungen verschiedener Klebnahtformen | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| a) Stumpfstoß, zugbeansprucht unter Längskraft F | b) einfache Überlappung, zugscherbeansprucht unter Längskraft F | c) Rundklebung, schubbeansprucht unter Torsionsmoment T |

Mit ausreichender Genauigkeit wird die unter der Belastung F bzw. T auftretende Beanspruchung als gleichmässig verteilte Nennspannung berechnet. (Siehe Grafik / Formeln 5.3, 5.4, 5.5) Diese werden den zulässigen Spannungen gegenübergestellt.

Für den zugbeanspruchten Stumpfstoß gilt:

$$\sigma_K = \frac{F}{A_K} = \frac{F}{b * t} \leq \frac{\sigma_{Kb}}{S}$$

Verweis: RM 5.3

Für den zugscherbeanspruchten Überlappstoß gilt:

$$\tau_K = \frac{F}{A_K} = \frac{F}{b * l_{\ddot{u}}} \leq \frac{\tau_{Kb}}{S}$$

Verweis: RM 5.4

Für die in Umfangsrichtung schubbeanspruchte Rundklebung gilt:

$$\tau_K = \frac{2 * T}{\pi * d^2 * b} \leq \frac{\tau_{Kb}}{S}$$

Verweis: RM 5.5

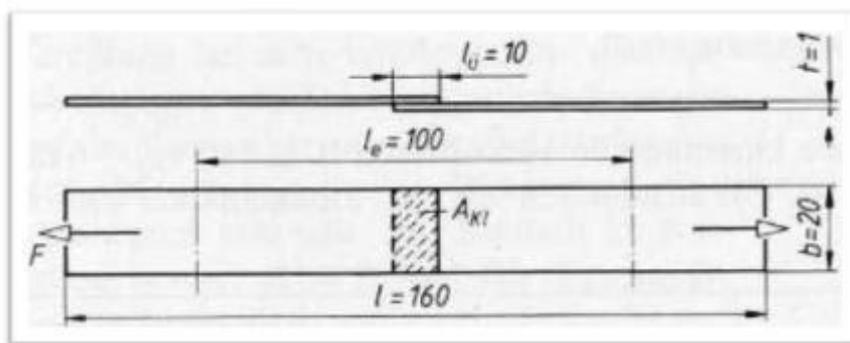
6.2 Aufgaben:

6.2.1 Aufgabe 1:

Berechnungsaufgabe 1:

Bei einem Zugversuch an einem Prüfstab (siehe Grafik) ergibt sich eine Bruchlast $F_m = 5200\text{N}$.

Wie groß ist die Bindefestigkeit τ_{KB} des verwendeten Reaktionsklebstoffes ?



[Hinweise zur Lösung](#)

[Lösung](#)

Download: [Aufgaben Kleben](#) / [Lösungen](#)

6.2.2 Aufgabe 2:

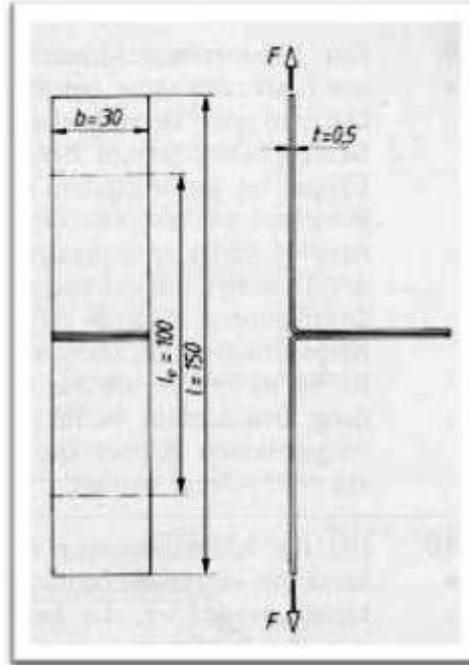
Berechnungsaufgabe 2:

Bei einem Schälversuch an dem Prüfkörper war zum Einreißen der Klebverbindung eine Kraft $F_1=450\text{N}$ und zum fortlaufenden Schälen die Kraft $F_2=180\text{N}$ erforderlich.

Zu ermitteln sind:

a: die absolute Schälfestigkeit σ_{abs}

b: die relative Schälfestigkeit σ_{rel}



[Hinweise zur Lösung](#)

[Lösung](#)

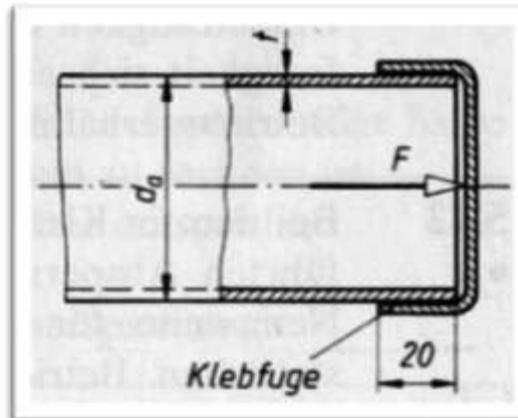
Download: [Aufgaben Kleben](#) / [Lösungen](#)

6.2.3 Aufgabe 3:

Berechnungsaufgabe 3:

Das Ende eines Wasserrohres aus Polyvinylchlorid (PVC) mit Aussendurchmesser $d_a=63\text{mm}$ und einer Wandstärke von $t=3\text{mm}$ wird mit einer Kappe verschlossen, welche aufgeklebt werden soll.

Es ist zu ermitteln ob die Klebverbindung bei einem maximalen Wasserdruck von $p=4\text{bar}$ sicher hält, wenn die Bindefestigkeit des Klebers bei 20mm Überlappungslänge $\tau_{KB}= 8\text{ N/mm}^2$ beträgt. Standard Sicherheit 1,5-2,5.



[Hinweise zur Lösung](#)

[Lösung](#)

Download: [Aufgaben Kleben](#) / [Lösungen](#)

7 Festigkeit und Einflüsse darauf:

Die Festigkeit von Kleberverbindungen ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig. Hier gilt Angaben des Herstellers beachten. Bp.

- Temperatur
- Verarbeitung
- Vorbereitung
- Umwelteinflüsse

Es gibt mehrere Faktoren die die Festigkeit der Kleberverbindung beeinflussen:

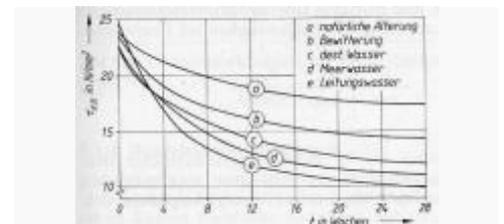
- Korrosionsbeständigkeit
- Alterungsbeständigkeit/Zeit
- Warmfestigkeit

Korrosionsbeständigkeit: Reaktionsklebstoffe sind im Allgemeinen beständiger als Lösungsmittelklebstoffen gegenüber Lösungsmitteln (z.B. Alkohol, Aceton, Benzin, etc.) und anderen Flüssigkeiten (z.B. Öle, Säuren, Laugen, etc.) Bei Einwirkung von Wasser über einen längeren Zeitraum ergeben sich jedoch Festigkeitsminderungen (verstärkt noch durch Wärmeeinwirkung) durch Beeinträchtigung der Adhäsion und Kohäsion.

Alterungsbeständigkeit: bei Metallklebungen ist abhängig von der Art des verwendeten Klebstoffes, den zu fügenden Materialien, der Vorbehandlung der Oberfläche und besonders von schädigenden Umwelteinflüssen. Die warmabbindenden Klebstoffe sind in der Regel beständiger als kaltabbindende Klebstoffe. Direkt nach dem Abbinden besitzen die Klebstoffe die größte Bindefestigkeit, daraufhin stellt sich jedoch ein u.U. über längeren Zeitraum andauernder Festigkeitsabfall ein.

Warmfestigkeit: Klebstofffestigkeit ist stark Temperaturabhängig. Auch hier zeigen die warmabbindenden Klebstoffe ein besseres Verhalten als die kaltabbindenden. Je nach Klebstoffsorte lässt sich kurzzeitige Beständigkeit bis zu +350°C realisieren, zu berücksichtigen ist dabei jedoch ein Festigkeitsverlust. In der Regel liegt die zulässige Dauertemperatur zwischen ca. +80°C und +150°C.

Die Abbildung zeigt Das Festigkeitsverhalten eines Klebstoffes (Sicomet-Standard) bei verschiedenen Umwelteinflüssen über einen grösseren Zeitraum.



Korrosion Quelle: RM

8 Anwendungsgebiete und Belastbarkeit:

So vielfältig die Welt der Klebstoffe ist so vielfältig sind auch ihre Anwendungsgebiete. Man kann sagen, dass für so ziemlich jede Anwendung ein spezieller Klebstoff erhältlich ist. Hauptanwendungen in Werkstätten sind

- Schraubensicherung
- Verbinden von Werkstücken verschiedenster Materialien
- Verbinden von Wellen/Naben
- Flächendichtungen

Auch bei der Belastbarkeit muss man sich an die Vorgaben zum Verarbeiten des Klebstoffes halten um eine optimale Verbindung zu erhalten. (siehe [Zugversuch](#))

9 Gefahren von Klebstoffen für den Menschen:

Das Hauptproblem des Klebens, stellen die Lösungsmittel dar. Weitere enthaltene Problemstoffe sind (pilzabtötende Stoffe), Konservierungsmittel oder Weichmacher. Die größte Gefahr geht aber in erster Linie von den leichtflüchtigen Anteilen des Klebstoffes aus, welche je nach individueller Empfindlichkeit und Vorschädigung bei häufigerem Kontakt äußerst schwerwiegende Krankheiten und Zerstörungen anrichten können. Das Spektrum geht von Schleimhautreizungen über Kopfschmerzen, Übelkeit bis hin zur krebserregenden Wirkung einiger Komponenten und Schädigung von Leber und Niere (Entgiftung). Daher müssen bei der Verwendung von Klebstoffen eine ganze Reihe von Vorsichtsmaßnahmen und Richtlinien beachtet werden.

- Absauganlagen bzw. ausreichende Lüftung
- Körperschutz (Persönliche Schutzausrüstung)
- Lagerung in überschaubaren Mengen
- Beachten der Warnhinweise des Herstellers ([R-Sätze](#) und [S-Sätze](#))



Beispiel für Warnhinweise.

Informationen über den sicheren Umgang mit Klebstoffen kann man bei jedem Klebstoffhersteller anfordern.

10 Besondere Anwendungen von Klebstoffen:

Cyanacrylatklebstoff besser bekannt als Sekundenkleber ist ein 1-Komponentenkleber, welcher binnen kürzester Zeit Abbindet. Bei dem Abbindevorgang entstehen dämpfe mit deren Hilfe man Fingerabdrücke sichtbar machen kann.

Dieses verfahren wurde und wird in der Kriminalistik auch heute noch angewendet. [Voigtländer Kriminaltechnik](#)

Geräte und Chemikalien:

Becherglas 250ml, Aluminiumfolie, kleine Aluminiumschale (gefertigt aus der Aluminiumfolie), Cyanacrylat (Sekundenkleber), Polyethylenfolie (Frischhaltefolie), Heizschrank (ca. 60°C vorgeheizt), Gummiband, Spritze 2ml, Einweg Handschuhe. Zange (Pinzette)

Sicherheit:

Cyanacrylat ist reizend (Xi), kann innerhalb von Sekunden Haut und Augenlider verkleben. In gut gelüfteten Räumen verarbeiten.

Durchführung:

Auf ein ca. 10x10 cm großes Stück Pe oder Aluminium Folie wird mittig ein oder mehrere Fingerabdrücke durch anfassen bzw. berühren der Folie mit der Fingerkuppe, aufgebracht ggf. kann man den Bereich mit einem Edding markieren.

Aus einem weiteren Stück Aluminiumfolie wird eine kleine schale geformt in welche später der Klebstoff eingefüllt wird. Größe: ca. 10mm Durchmesser, Höhe ca. 5mm **Wichtig!** ist, das der Boden der schale keine löcher aufweist wo Kleber entweichen kann.

Mit der Spritze werden ca. 2ml Wasser in das Becherglas gegeben.

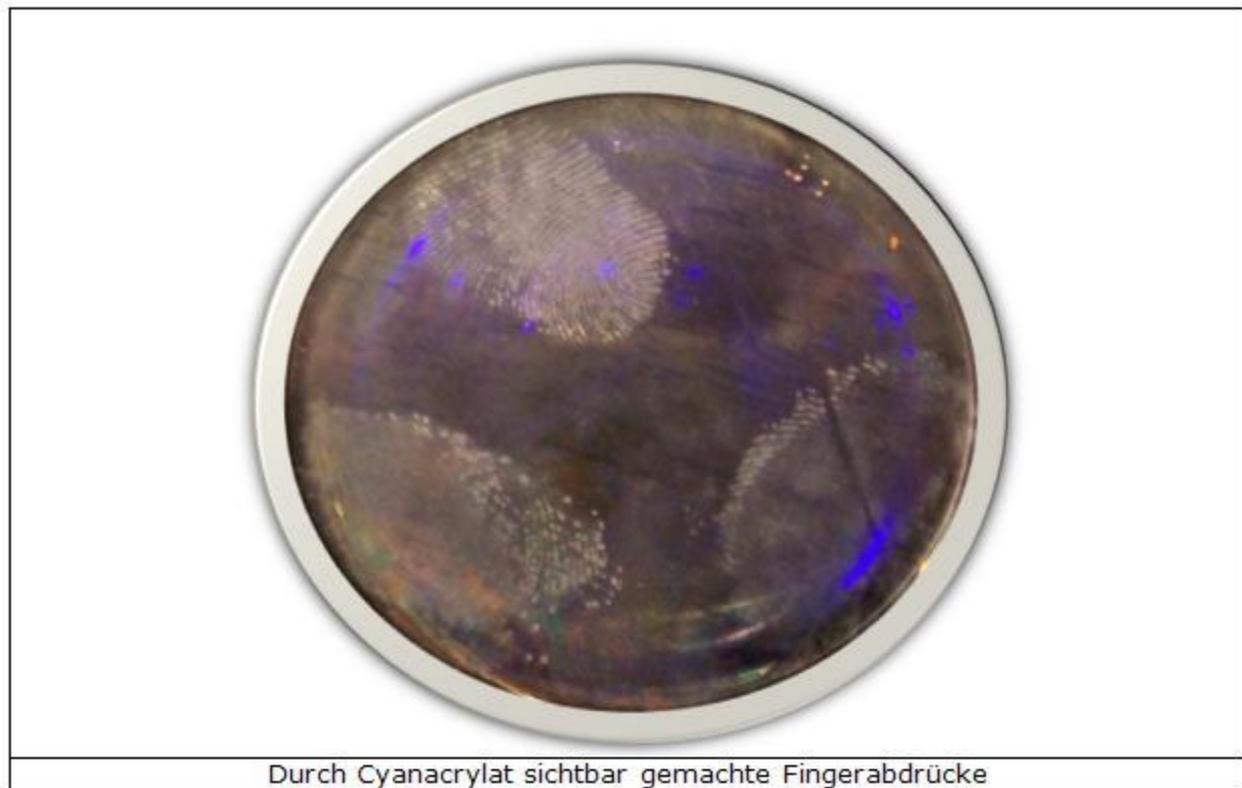
In die Aluminiumschale wird eine ca. erbsengroße Menge Cyanacrylat gegeben **!!ACHTUNG!!** Die schale wird vorsichtig in das Becherglas gestellt. (Pinzette, Zange)

Mit der Vorbereiteten Pe bzw. Aluminiumfolie wird das Becherglas verschlossen und mit einem Gummiband fixiert. Die Folie ist so aufzulegen, das die Oberfläche mit dem Fingerabdruck nach innen zeigt.

Man stellt nun das Gefäß in den Heizschrank bei ca. 60°C und für eine Dauer von ca. 20-30 Minuten.

Beobachtung:

Fingerabdrücke werden als weißes Muster auf der Folie sichtbar. (siehe Foto) Durch Cyanacrylat sichtbar gemachte Fingerabdrücke.



11 Normung:

11.1 DIN-Normen

- [DIN 8593-8](#) Fertigungsverfahren Fügen; Kleben;
- [DIN 16920](#) Klebstoffe und Klebstoffverarbeitung
- [DIN 16921](#)
- [DIN EN 923](#) Definition von Klebstoffen und Benennungen
- [DIN EN ISO 9664](#)

11.2 VDI-Richtlinien:

- VDI 3821 Kunststoffkleben
- VDI 2229 [Metallkleben](#)

Alle DIN-Normen/VDI-Richtlinien kann man beim [BEUTH Verlag](#) bzw. bei [VDI](#) beziehen.

Hersteller:

- - [Loctite](#)
- - [Sika](#)
- - [Uhu](#)
- - ...

Informationen:

- - [Industrieverband Klebstoffe](#)
- - [TU-Clausthal](#) (Folie 23: Löt und Kleilverbindungen)
- - [Fraunhofer IFAM](#)
- - ...

13 Quellen

Quellen

- Roloff/Matek: Maschinenelemente, Lehrbuch und Tabellenbuch, Vieweg Verlag, 18. Aufl. 2007,
[ISBN 978-3-8348-0262-0](#)
- Roloff/Matek Maschinenelemente Formelsammlung, Vieweg Verlag, 8. Aufl. 2006,
[ISBN 978-3-8348-0119-7](#)
- Roloff/Matek Maschinenelemente Aufgabensammlung, Vieweg Verlag,
[ISBN 978-3-8348-0340-5](#)
- Fertigungstechnik 2, Handwerk + Technik GmbH, 10. Auflage,
[ISBN 978-3-582-02313-1](#)
- Tabellenbuch Metall 43. Auflage mit Formelsammlung
[ISBN 3-8085-1723-9](#)