

# Leseprobe

**Christiani**

Technisches Institut für  
Aus- und Weiterbildung

Metalltechnik

## Metallkleben

*Begleitheft für  
den Ausbilder*



Bestell-Nr. 80490  
ISBN 978-3-87125-124-5

Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG  
[www.christiani.de](http://www.christiani.de)

**Inhaltsverzeichnis**

**Grundsätzliches zu diesem Ausbildungsmittel .....7**  
    Anwendungsbereich und Aufbau .....7  
    Aufteilung .....7  
    Richtzeiten .....8  
    Bewertung und Benotung .....8  
    Arbeitsplatz .....9  
    Arbeitsmittel .....9  
    Klebstoffe .....9  
    Übersicht über den Werkstoffbedarf .....10  
    Übersicht über die Übungen .....11  
    Umweltschutz .....12  
    Arbeitssicherheit .....13  
    Erste Hilfe .....14

**Einleitung .....15**

**Vorbereitung .....15**

**Grundlagen .....16**

**Bindemechanismen bei der Klebeverbindung .....18**

**Volumen und Oberflächeneigenschaften .....20**

**Aufbau der Klebstoffe .....21**

**Einteilung der Klebstoffe .....23**

**Einteilung der Klebschicht .....26**

**Lösungen zu den Aufgaben .....28**

**Übung 1 .....29**

**Übung 2 .....32**

**Übung 3 .....36**

**Übung 4 .....39**

**Übung 5 .....41**

**Übung 6 .....43**

**Übung 7 .....45**

**Übung 8 .....47**

**Übung 9 .....49**

**Übung 10 .....51**

**Schreibtischboy .....53**

**Projekt Bilderrahmen .....55**

**Prüfung zur Qualitätssicherung .....56**

**Normen und Richtlinien .....57**

**Literaturverzeichnis .....58**

## Übersicht über die benötigten Arbeitsmittel

## Metallkleben

### Arbeitsplatz

Im Wesentlichen ist eine einfache, saubere Werkbank ausreichend, doch muss eine wirksame Be- und Entlüftung vorhanden sein.

Die Übungen zum Metallkleben können auch gut an dem zum Löten geeigneten Arbeitsplatz durchgeführt werden.

Für Abfall und Sondermüll werden getrennte Behälter benötigt.

Für die Übung 8 ist ein Umluftofen und für die Übung 10 eine UV-Lichtquelle notwendig.

Als Schutzkleidung werden ein Baumwollkittel, eine Schutzbrille und Schutzhandschuhe benötigt. Für den Hautschutz sind außerdem Hautschutzsalbe und Spezialseife zum Entfernen von Klebstoffresten (Fachhandel) erforderlich.

Zur Klebwerkstatt gehören:

Verbandskasten für Erste Hilfe und eine Augenspülflasche (Augenspülgas). Ein Feuerlöscher muss ebenfalls vorhanden sein.

### Arbeitsmittel

Zum Vorbereiten der Fügeteile werden Arbeitsmittel aus der Blechbearbeitung wie z. B. eine Hebelblechschere und eine Richtplatte benötigt. Zum Spanen werden eine Drehmaschine und eine Fräsmaschine gebraucht.

Sollen Zugscherversuche durchgeführt werden, so ist eine Zerreißmaschine bzw. eine Universalprüfmaschine notwendig.

Des Weiteren wird benötigt:

- Schraubzwingen,
- Schleifklötzer,
- Biegeklotz,
- Rundholz,
- Holzleiste,
- Spanplatte,
- Fixiermöglichkeiten: Klebband, Nägel, Gummiringe, Distanzblech,
- Schmirgelleinen (Körnung 100 und 240),
- Anreißwerkzeug: Stahlmaßstab, Faserschreiber, Bleistift,
- Mischunterlage: PE-Folie (Haushaltsfolie), Aluminiumfolie,
- Einweggefäß,
- Einwegtücher (weiß und fusselfrei),
- Holzspatel (Laborfachhandel),
- Pinsel Entfettungsmittel,
- Aceton.

Für die Abschlussübung und das Projekt werden die Arbeitsmittel individuell und der Arbeit entsprechend zusammengestellt.

### Klebstoffe

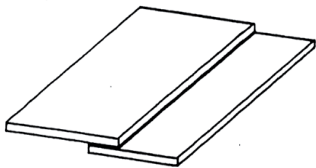
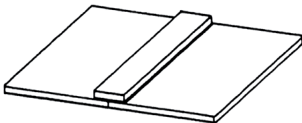
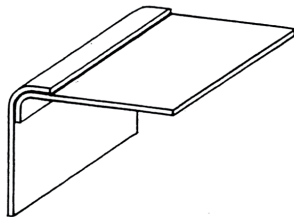
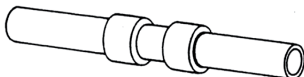
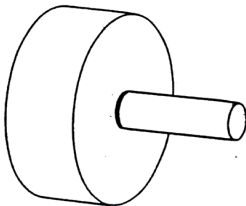
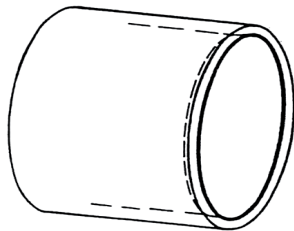
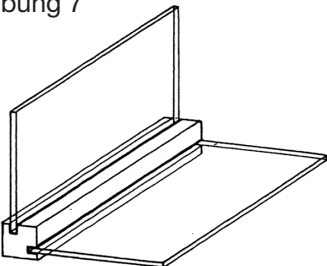
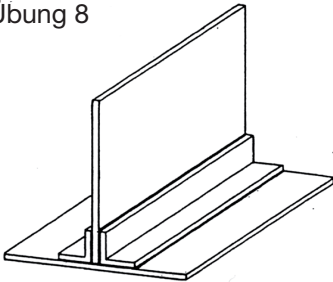
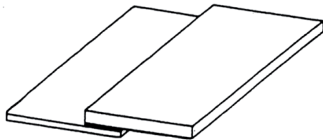
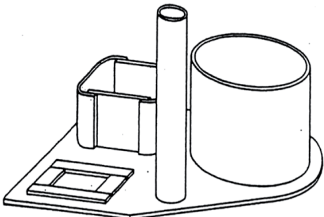
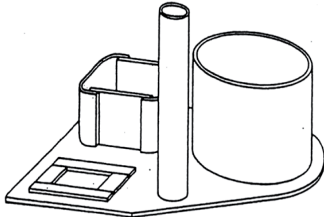
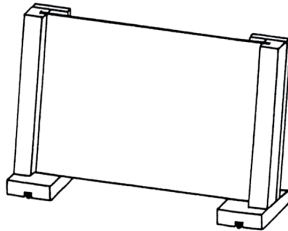
Zu empfehlen ist die Anschaffung jeweils kleiner Mengen. Es ist zu beachten, dass die Haltbarkeit bei den einzelnen Klebstoffen auf 1 oder 2 Jahren begrenzt ist.

Im Übungsheft ist eine Übersicht über mögliche Klebstoffe vorhanden.

Bei den Zweikomponentenklebstoffen gibt es im Handel Kleinpackungen, in denen Harz und Härter in geringen Mengen zu erhalten sind.

Übersicht über die Übungen (unmaßstäblich)

**Metallkleben**

<p>Übung 1</p>  <p>Überlappstoß</p>	<p>Übung 2</p>  <p>Überlappstoß mit eigener Lasche</p>	<p>Übung 3</p>  <p>Eckverbindung</p>
<p>Übung 4</p>  <p>Rohrverbindung</p>	<p>Übung 5</p>  <p>Verbindung Welle/Nabe</p>	<p>Übung 6</p>  <p>Rohr mit Boden</p>
<p>Übung 7</p>  <p>Eckverbindung</p>	<p>Übung 8</p>  <p>Stegverbindung</p>	<p>Übung 9</p>  <p>Stahl-Gummi-Verbindung</p>
<p>Übung 10</p>  <p>Deckel mit O-Ring</p>	<p>Abschlussübung</p>  <p>Schreibtischboy</p>	<p>Projekt</p>  <p>Bilderrahmen</p>

## Bindemechanismen bei Klebverbindungen

## Metallkleben

noch nicht vorhanden, zur Schaffung von reaktionsbereiten Endgruppen der Makromoleküle abgeflammt oder in einer Lichtbogenentladung aktiviert werden.

Eine andere Möglichkeit der Aufräumung ist die Behandlung mit Lösemittel (das teilweise schon dem Klebstoff zugesetzt ist).

Die Reichweite der Adhäsionskraft der Atombindung ist kleiner als 0,5 nm (1 nm ist der millionste Teil eines Millimeters), das heißt kleiner als die Rautiefe selbst polierter Oberflächen. Deshalb müssen die Klebstoffmoleküle durch Fließen und eventuell unter Druck aufgebracht werden.

Um bessere Haftung zu gewährleisten, kann vor dem Auftragen des Klebstoffes eine als Haftvermittler bezeichnete organische Zwischenschicht auf die Oberfläche aufgebracht werden (Bild 7). Die Bindung zwischen dieser Zwischenschicht und dem eigentlichen Klebstoff erfolgt dann durch Wechselwirkung artgleicher Moleküle. Die Klebverbindung wird aus diesem Grund hoch tragfähig.

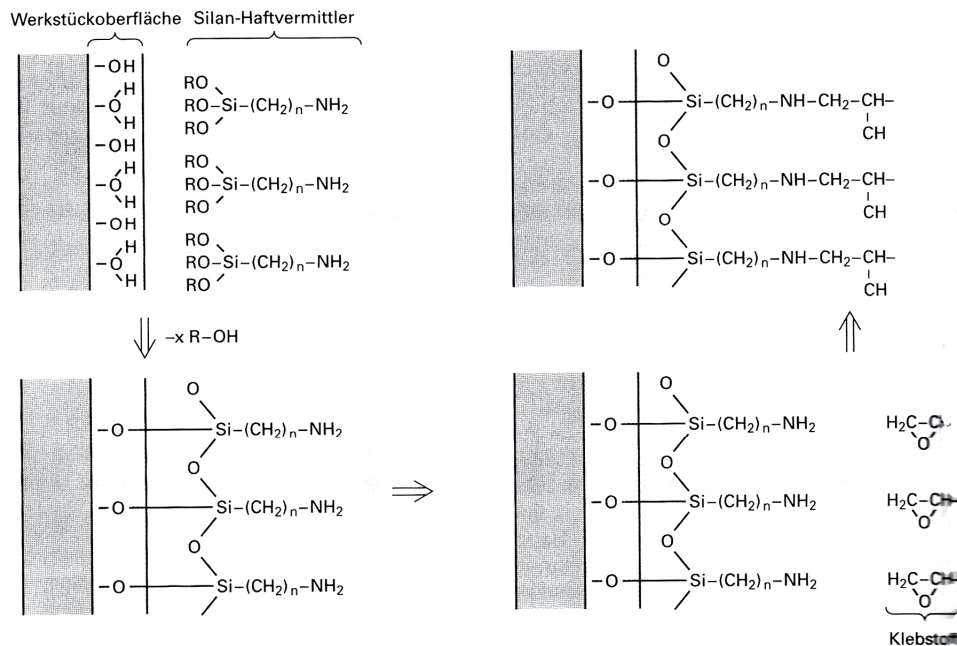


Bild 7: Reaktion eines Haftvermittlers mit der Reaktionsproduktschicht des Werkstücks und dem Klebstoff

### Innerhalb der Klebschicht (Folie 14)

Zusätzlich zur Neigung von hohen Adhäsionskräften zum Werkstück muss der Klebstoff auch durch seine innere Festigkeit die Klebung zu einem kräfteübertragenden Verbund machen (Bild 8), was als Kohäsion bezeichnet wird und seine Ursache in den chemischen und physikalischen Mechanismen innerhalb und zwischen den Makromolekülen hat.

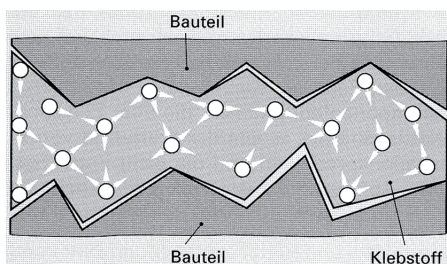


Bild 8: Wirkung von Kohäsionsmechanismen

## Kleben mit Einkomponentenklebstoffen

### Übung 8

#### Inhalt und Folge der Kenntnisvermittlung

1. Erläutern des Übungsziels,
2. Hinweise zum Übungsblatt,
3. Prüfen von Klebverbindungen.

#### Vorbereitung

Es sollen Aluminiumteile geklebt werden. Falls Halbzeuge aus reinem Aluminium nicht zur Verfügung stehen, können auch Aluminiumlegierungen verarbeitet werden.

Das Fixieren der geklebten Teile kann behelfsweise, z. B. mit Wäscheklammern oder mit Draht erfolgen, um eine gewisse Improvisation aufzuzeigen.

#### Hinweise

Im Kenntnissbereich zu dieser Übung ist allgemein das Prüfen von Klebverbindungen beschrieben. Als zerstörungsfreie Prüfverfahren werden derzeit das Ultraschallverfahren und das Wärmeflussverfahren angewendet. Die Anwendung der Verfahren ist abhängig von der Konstruktion des Fügeteils und nicht bei jeder Klebung möglich.

Es gibt Ultraschallprüfgeräte auf der Basis des Frequenz- bzw. des Impuls-Echo-Verfahrens. Im ersten Fall wird meist mit dem Fokker-Bond-Tester gearbeitet. Bei Geräten dieser Art wird die Änderung der Eigenschwingungscharakteristik eines Schwingers in Abhängigkeit von Frequenz und Amplitude gemessen, die die Klebfuge als Prüfkörper verursacht. Der Nachweis von Klebfehlern wird durch Vergleich von Standardproben mit definierten Fehlern geführt.

Das zweite Verfahren arbeitet mit Longitudinalwellen, die unter einem bestimmten Winkel und mit einer bestimmten Prüffrequenz in den plattenförmigen Prüfkörper eingeleitet werden. Die Dämpfung der Wellenausbreitung gilt als Qualitätsmaß der Klebung. Gemessen werden der Abbindegrad der Klebschicht, mögliche Poren oder Blasen, Benetzungsfehler zwischen Klebstoff und Metall sowie die Klebschichtdicke.

Beim Wärmeflussverfahren werden die Vor- oder Rückseite der geklebten Fügeteile gleichmäßig kurz erwärmt, über den Wärmedurchgang schließt man auf die Qualität der Klebung. Ein ungleichmäßiger Wärmedurchgang - mit Infrarotkamera, Flüssigkristallen oder Farbstiften sichtbar gemacht - zeigt Klebfehler auf.

Für die zerstörende Prüfung gibt es eine Reihe bewährter Verfahren. Im Gegensatz zu der zerstörenden Prüfung von metallischen Werkstoffen, bei denen es nur auf die Abmessungen der Probekörper ankommt, ist bei den Klebverbindungen neben den Abmessungen der Probekörper auch die Oberflächenbehandlung und das Herstellverfahren wichtig, um reproduzierbare Werte zu erhalten. Deshalb ist in DIN 53281 festgelegt, wie bei der Herstellung der Probekörper verfahren werden soll.

Das Arbeitsergebnis ist mit dem Auszubildenden zu besprechen. Die Rechtwinkligkeit und die Parallelität der Teile zueinander werden geprüft.

## **Metallkleben**

## **Lösungen zu den Aufgaben, Übung 10**

### **Lösungen zu den Aufgaben**

#### **Übung 10**

##### **Aufgabe 1:**

Noch benötigte Arbeitsmittel: Entfettungsmittel, Einwegtücher, Drehmaschine, Messzeug.

##### **Aufgabe 2:**

Bereits vorbehandelte Klebflächen dürfen nicht wieder berührt werden.

##### **Aufgabe 3:**

Der Klebstoff bindet durch Einwirken von ultraviolettem Licht ab.

##### **Aufgabe 4:**

Hautverklebungen lassen sich durch die Benutzung von Gummihandschuhen vermeiden.