

# Leseprobe

**Christiani**

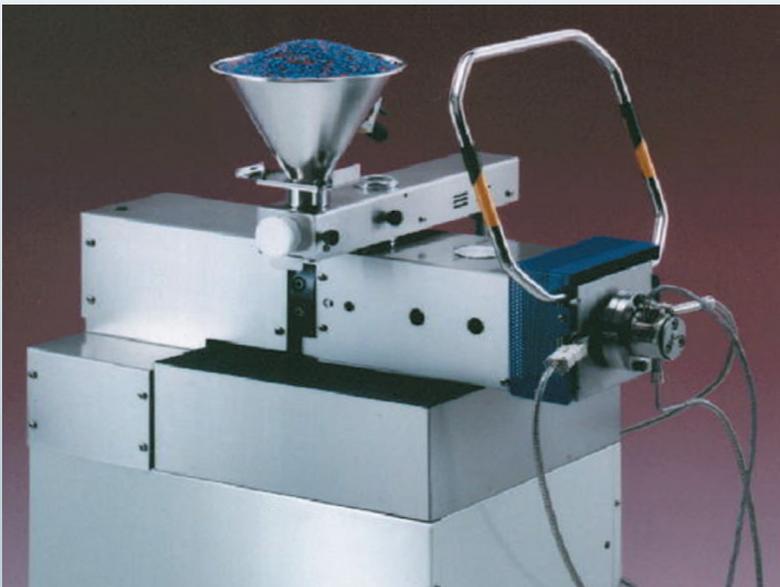
Technisches Institut für  
Aus- und Weiterbildung

## Kunststoff

*Begleitheft für*

*den Ausbilder – mit*

*Fachinformationen*



Bestell-Nr. 80355  
ISBN 978-3-87125-265-5

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

**Inhaltsverzeichnis**

Kunststoff

	<b>Seite</b>
<b>Grundsätzliches zur Übungsreihe</b>	
Anwendungsbereich und Aufbau	
Aufteilung der Übungsreihe .....	7
Richtzeiten, Bewertung und Benotung .....	8
Übersicht über den Werkstoffbedarf	
Werkzeuge und Vorrichtungen .....	9, 10
Übersicht über die benötigten Arbeitsmittel .....	11
Übersicht über die Übungen .....	12,13
<b>Grundkenntnisse</b>	
Vorbereitung, Hinweise .....	14
Lösungen der Kenntnisaufgaben .....	15
Fachinformationen .....	16... 34
Fachinformationen	
Spanende Bearbeitung von Kunststoffen .....	35 ... 38
<b>Übung 1</b> Spanende Bearbeitung von PVC-U	
Vorbereitung, Hinweise .....	39
Lösungen der Kenntnisaufgaben .....	40
Fachinformationen	
Kleben von Kunststoffen .....	41 ... 43
<b>Übung 2</b> Spanen und Kleben von PVC-U	
Vorbereitung, Hinweise.....	44
Lösungen der Kenntnisaufgaben .....	45
<b>Übung 3</b> Laminieren	
Vorbereitung, Hinweise .....	46
Lösungen der Kenntnisaufgaben .....	47
Fachinformationen .....	48 ... 51
Fachinformationen	
Schweißen von Kunststoffen.....	52 ... 65
<b>Übung 4</b> Warmgasschweißen	
Vorbereitung, Hinweise .....	66
Lösungen der Kenntnisaufgaben .....	67
<b>Übung 5</b> Warmgas-Fächelschweißen	
Vorbereitung, Hinweise .....	68
Lösungen der Kenntnisaufgaben .....	69
<b>Übung 6</b> Warmgas-Ziehschweißen	
Vorbereitung, Hinweise .....	70
Lösungen der Kenntnisaufgaben .....	71
<b>Übung 7</b> Abkanten und Warmgasschweißen	
Vorbereitung, Hinweise .....	72
Lösungen der Kenntnisaufgaben .....	73
<b>Übung 8</b> Heizelementstumpfschweißen	
Vorbereitung, Hinweise .....	74
Lösungen der Kenntnisaufgaben .....	75
<b>Übung 9</b> Heizelementstumpfschweißen	
Vorbereitung, Hinweise .....	76
Lösungen der Kenntnisaufgaben .....	77
<b>Übung 10</b> Schwenkbiegeschweißen	
Vorbereitung, Hinweise .....	78
Lösungen der Kenntnisaufgaben .....	79
<b>Übung 11</b> Biegen von PVC-U-Rohr	
Vorbereitung, Hinweise .....	80
Lösungen der Kenntnisaufgaben .....	81
Fachinformationen ..	82, 83

**Inhaltsverzeichnis**  
 Kunststoff

	<b>Seite</b>
<b>Übung 12</b>	Vorbereitung, Hinweise ..... 84
Rohre fügen	Lösungen der Kenntnisaufgaben ..... 85
durch Umformen	Fachinformationen ..... 86
<b>Übung 13</b> Rohre fügen	Vorbereitung, Hinweise ..... 87
durch Kleben	Lösungen der Kenntnisaufgaben ..... 88
<b>Übung 14</b>	Vorbereitung, Hinweise ..... 89
Wirbelsintern	Lösungen der Kenntnisaufgaben ..... 90
	Fachinformationen ..... 91
<b>Erkennen von Kunststoffen</b>	Vorbereitung, Hinweise ..... 92
	Lösungen der Kenntnisaufgaben ..... 93
	Fachinformationen ..... 94, 95
<b>Abschlussübung</b>	Vorbereitung, Hinweise ..... 96
Vogelhaus	Bewertung und Benötung ..... 97
	Laminierformen ..... 98
<b>Übung 15</b>	Vorbereitung, Hinweise ..... 99
Bearbeiten von PMMA	Lösungen der Kenntnisaufgaben ..... 100
<b>Übung 16</b>	Vorbereitung, Hinweise ..... 101
Warmgasschweißen	Lösungen der Kenntnisaufgaben ..... 102
<b>Übung 17</b>	Vorbereitung, Hinweise ..... 103
Lösungsmittelkleben	Lösungen der Kenntnisaufgaben ..... 104
<b>Übung 18</b> Duroplaste	Vorbereitung, Hinweise ..... 105
bearbeiten und kleben	Lösungen der Kenntnisaufgaben ..... 106
<b>Übung 19</b>	Vorbereitung, Hinweise ..... 107
Umformen von	Lösungen der Kenntnisaufgaben ..... 108
Kunststoffen	Fachinformationen ..... 109 ...112
<b>Abschlussübung</b>	Vorbereitung, Hinweise ..... 113
Aktenkoffer	Bewertung und Benötung ..... 114
<b>Zusatzübung 1</b>	Vorbereitung, Hinweise ..... 115
Spritzgießen	Lösungen der Kenntnisaufgaben ..... 116
	Fachinformationen ..... 117 ...125
<b>Eigenschaften von Kunststoffen</b>	..... 126 ...128
<b>Literaturverzeichnis</b>	..... 129 ...135
<b>Sachwortverzeichnis</b>	..... 136

Die Übungsreihe Kunststoff ist für die berufliche Bildung im Bereich der Ver- und Bearbeitung von Kunststoffen erstellt worden.

Dieses Begleitheft ist Bestandteil einer insgesamt fünfteiligen Ausbildungsunterlage und enthält zusammengefasst die Hinweise und Anregungen zur Durchführung aller Übungen der Grund- und Aufbaustufe. Gegeben werden die Daten für die Planung und den Ablauf der gesamten Übungsreihe sowie die Lösungen zu den Kenntnisaufgaben. Fachinformationen sollen außerdem die Umfelder zu den Übungen beschreiben.

Die Schnellheftung, die Farbgebung und die Vierfachlochung der Blätter erleichtern das Zusammenstellen einer individuellen Ausbildungsunterlage.

Wir nehmen gern alle Hinweise der Ausbildungspraxis entgegen, die die Übungsreihe verbessern können.

Dr.-Ing. Paul Christiani & Co. KG

## Spanende Bearbeitung von PVC-U

Kunststoff  
Übung 1

### Inhalt und Folge der Kenntnisvermittlung

1. Erläutern des Übungsziels
2. Bearbeiten des Werkstücks
  - Anreißen
  - Sägen
  - Feilen
  - Bohren
  - Senken
  - Gewindeschneiden

### Vorbereitung

Eine Platte aus PVC-U und sämtliche Arbeitsmittel sind bereitzustellen.

Zum Spannen im Schraubstock sollte für Teile aus Kunststoff grundsätzlich Filz oder weiche Pappe als Zwischenlage vorgesehen werden. Dadurch bleiben die empfindlichen Oberflächen des Kunststoffs geschützt.

Die Schutzfolie, mit der viele Tafelhalbzeuge geliefert werden sollte erst nach dem Zuschneiden und der Kantenbearbeitung entfernt werden.

Als Werkzeuge können die für die Metallbearbeitung vorhandenen verwendet werden. Wenn jedoch optimale oder besser an die Kunststoffbearbeitung angepasste Möglichkeiten gegeben sind, sollten diese genutzt werden. Dazu können die Werkzeuge für die Metallbearbeitung nachgearbeitet oder spezielle für die Kunststoffbearbeitung vorgesehene Werkzeuge beschafft werden.

### Arbeitssicherheit

Bei allen Arbeiten mit der Bohrmaschine ist auf ein gutes Spannen des Werkstücks zu achten. Bei längeren Haaren soll der Auszubildende eine Mütze oder ein Haarnetz tragen.

Beim Spanen von Thermoplasten entstehen zusammenhängende Fließspäne. Die Späne werden mit speziellen Spannhaken aus dem Bearbeitungsbereich entfernt.

Beachten sie die Unfallverhütungsvorschriften Ihrer Berufsgenossenschaft. Für den Umgang mit Arbeitsmaschinen, hier besonders für das Arbeiten mit Sägemaschinen jeder Art, gilt die VBG 7 j „Maschinen und Anlagen zur Be- und Verarbeitung von Holz und ähnlichen Werkstoffen“.

### Hinweise

In dieser Übung soll der Auszubildende den Werkstoff Kunststoff spanend bearbeiten. Dabei sollen die Fertigkeiten Sägen, Feilen, Bohren, Senken, Gewindeschneiden aus dem Metallbereich bekannt sein so dass die dem Kunststoff eigenen Kriterien deutlich werden.

Für die wesentlichen Bearbeitungsvorgänge gelten bei Kunststoffen von denen der Metallbearbeitung abweichende Regeln. Zwar ist der Kraftaufwand wesentlich niedriger, das darf aber nicht zu schnellerem Arbeiten mit hohen Vorschüben führen, da alle Kunststoffe schlechte Wärmeleiter sind und sich die entstehende Wärme staut.

Wichtig ist auch die Pflege der verwendeten Maschinen, da beim Spanen korrosionsfördernde Substanzen frei werden können.

Richtwerte für die spanende Bearbeitung von Kunststoffen gibt übersichtlich die VDI-Richtlinie 2003.

Beim Anzeichnen der Bohrungsmitte ist die Kerbempfindlichkeit von Kunststoffen zu beachten, bleibende Anrisslinien werden deshalb mit dem Bleistift gezogen.

Wegen der großen Kerbempfindlichkeit werden im allgemeinen Gewinde direkt im Kunststoff vermieden. Sie sind nur dann zu verwenden, wenn die Beanspruchung nicht zu groß ist. Auch dann wäre ein Rundgewinde einem Spitzgewinde vorzuziehen.

Das Beschriften des Werkstücks erfolgt werkstoffgerecht durch Einschmelzen. Dazu muss das Werkstück erwärmt werden.

Ohne Erwärmen kann graviert werden.

Bei der Besprechung des Arbeitsergebnisses sind besonders die Sauberkeit und die Maßhaltigkeit der Bohrungen bzw. Senkungen zu beurteilen.

Auch die Ausführung der Gewinde ist wichtig.

### Lösungen der Kenntnisaufgaben

1. Beim Anreißen ist die **Kerbempfindlichkeit** zu bedenken. Deshalb sind bleibende Anrisslinien zu vermeiden. Die geringe **Wärmeableitung** kann beim Spanen wegen der Reibungswärme zu einem Schmelzen des Kunststoffes und z. B. zu einem **Verschmieren** der Feile führen. Die besondere Spanbildung beim Bohren von PVC-U wird durch eine entsprechende **Spanabfuhr** berücksichtigt.
2. Mit Hobelfräserfeilen werden die entstehenden Späne durch Spanöffnungen abgeführt, wodurch ein **Verschmieren** der Feile vermieden wird.
3. a) C) um einem Erweichen des Kunststoffes vorzubeugen, werden Schnittgeschwindigkeit und Vorschub entsprechend gewählt.  
b) D) Um die Spanabfuhr zu verbessern, wird der Spiralbohrer häufig gelüftet.
4. Es sollen keine Eindrücke in der Kunststoffoberfläche entstehen. Das Werkstück soll zwar sicher, aber nicht zu fest gespannt werden. Es werden Schutzbacken und zusätzlich weiche Zwischenlagen aus Filz oder weicher Pappe verwendet.

**Kleben von Kunststoffen**

Kunststoff  
 Fachinformationen zu den Übungen 2, 13, 15, 16, 17, 18

**Kleben von Kunststoffen**

Neben den herkömmlichen Verbindungsverfahren wie Nieten, Schrauben, Schweißen usw. hat das Kleben immer mehr an Bedeutung gewonnen und sich einen großen Anwendungsbereich erschlossen. Der Anwendungsbereich wird sich in Zukunft noch erweitern.

Das Fügeverfahren Kleben ist in der Lage, verschiedene Anforderungen und Aufgaben gleichzeitig zu erfüllen:

- die zu verbindenden Teile werden gar nicht oder kaum angegriffen,
- es kann gleichzeitig eine Dichtwirkung erzielt werden,
- in der Fügeebene entsteht ein Korrosionsschutz,
- neuere Klebstoffentwicklungen zeigen eine hohe Warmfestigkeit (bis über 350 °C),
- das Kleben ist sehr gut mit allen anderen Fügeverfahren zu kombinieren.

Der Begriff „Klebstoff“ wird in der Ausgabe der DIN 16921 definiert als:

nichtmetallischer Stoff, der Fügeile durch flächenhaftung und innere Festigkeit (Adhäsion und Kohäsion) verbinden kann.

Es werden unterschieden:

Lösungsmittelklebstoffe

- Abbinden durch Verdunsten,

Reaktionsklebstoffe

- Abbinden durch chemische Reaktion.

Einen Überblick über die in der Übungsreihe verwendeten Kunststoffe gibt die folgende Übersicht:

Hauptgruppen	Lösungsmittelklebstoffe		Reaktionsklebstoffe
Funktionsweise	Abbinden durch Verdunsten		Abbinden durch Makromolekülbildung infolge chemischer Reaktion
Untergruppen und chemischphysikalische Funktionsweise	Klebstoffe, deren Lösungsmittel auch den Grundwerkstoff anlost	Klebstoffe, deren Lösungsmittel den Grundwerkstoff <u>nicht</u> anlost; Haftung erfolgt ausschließlich durch Anziehungskräfte des Klebstoffs selbst (Adhäsion)	Klebstoffe, welche infolge 1) Polymerisation, oder 2) Polyaddition, oder 3) Polykondensation aushärten
Anwendung	Anlösbare Thermoplaste	die meisten Kunststoffe	die meisten Kunststoffe

Es gibt auch Kombinationen aus Lösungsmittel- und Reaktionsklebstoffen: Acrylglas (PMMA) kann z.B. mit einem durch Polymerisation abbindenden Klebstoff geklebt werden, der im flüssigen Zustand (beim Einbringen in die Klebnaht, vor der Härtung) die Fügeflächen anlost und dadurch eine besonders gute Haftung (Adhäsion) erzeugt.

Die folgenden Angaben sollen besonders das Durchführen der in der Übungsreihe vorgesehenen Klebverbindungen erleichtern.

Für das Kleben von Kunststoffen ist eine Vielzahl von Klebstoffen erforderlich, die unterschiedlich aufgebaut, verarbeitbar und zum Teil nur für bestimmte Kunststoffe verwendbar sind.

#### PVC-U

Die Diffusionsklebung ist besonders gut möglich. Die Kunststoffe hierfür sind entweder Lösungen von nachchloriertem PVC in Chlorkohlenwasserstoffen oder von PVC-Mischpolymerisaten in Tetrahydrofuran (sogenannte „THF-Klebstoffe“). Die Klebungen erreichen eine hohe Festigkeit. Als Klebflächenvorbehandlung empfiehlt sich Abwaschen mit Dichlormethan.

#### PS

Polystyrol lässt sich relativ gut durch Diffusionskleben fügen. Es werden Lösungsmittelgemische und Lösungen von PS in solchen Gemischen verwendet. Die Klebflächenvorbehandlung erfolgt durch mechanisches Aufrauen und folgendem sorgfältigem Reinigen.

#### PMMA

Polymethylmethacrylat ist ein Thermoplast, der allgemein als Acrylglas bezeichnet wird. eine Adhäsionsklebung ist möglich mit Polymerisationsklebstoffen auf Methacrylat-Basis. Dazu können zwei- und Einkomponentenklebstoffe verwendet werden. Die erreichten Klebfestigkeiten betragen bis zu 80 % der Festigkeit des Grundwerkstoffs. Die Klebflächenvorbehandlung erfolgt durch Reinigen mit warmem netzmittelhaltigem Wasser. PMMA kann mit Schleifpapier leicht aufgeraut werden.

#### Duroplaste

Eine Diffusionsklebung ist nicht möglich. Das Adhäsionskleben ist jedoch gut bis sehr gut geeignet und erfolgt mit fast allen lösungsmittelfreien und lösungsmittelhaltigen Klebstoffen. Die Klebflächenvorbehandlung erfolgt durch mechanisches Aufrauen.

Als **Diffusionsklebung** bezeichnet man Klebungen mit Lösungsmitteln oder lösungsmittelhaltigen Klebstoffen (Kleblacke), die den Kunststoff anlösen oder anquellen (Lösungsmitteldiffusion in die Kunststoffoberfläche).

Eine umfassende Information und Darstellung zum Kunststoffkleben gibt die VDI-Richtlinie 3821.

#### Klebflächenvorbehandlung

Die Oberflächen der Fügeile sind meist im Anlieferungszustand nicht klebbereit. Staub- und Schmutzschichten, Fettschichten, Vulkanisations- und Presshäute, Trennmittelreste oder bei der Herstellung und Verarbeitung ausgeschwemmte Gleitmittel, Monomere u. a. können dichte, antiadhäsive Schichten bilden, die eine ausreichende Benetzung der Fügeileoberflächen verhindern und dadurch eine Klebung unmöglich machen oder erschweren. Da Fügeileoberflächen vor dem Klebstoffauftrag absolut sauber sein sollen, müssen sie grundsätzlich gereinigt, entfettet oder mechanisch vorbehandelt werden.

Im direkten Anschluss an die Klebflächenvorbehandlung sollte sofort geklebt werden.

Zum Reinigen eignen sich waschaktive Produkte, Spezialreiniger oder organische Lösungsmittel, deren Auswahl aus den technischen Merkblättern der Klebstoffhersteller zu entnehmen ist.

Eine mechanische Vorbehandlung empfiehlt sich immer bei Adhäsionsklebungen. Kann nicht gestrahlt werden, so muss die Oberfläche geschmirgelt werden. Nach dem mechanischen Vorbehandeln müssen die Fügeflächen sorgfältig von Strahl- und Schleifresten gereinigt oder entfettet werden.