

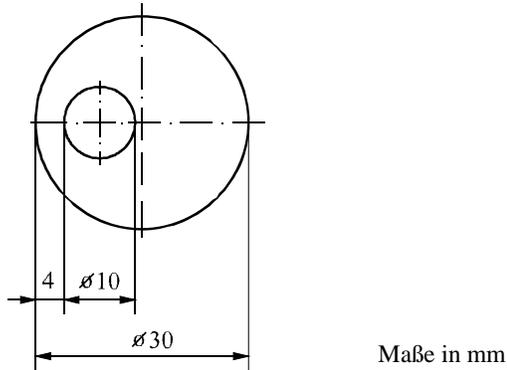
14 Arbeitsblätter zur Verarbeitung von Kunststoffen

Zu 3.2: Bearbeiten:

B1: Allgemeine Tätigkeiten

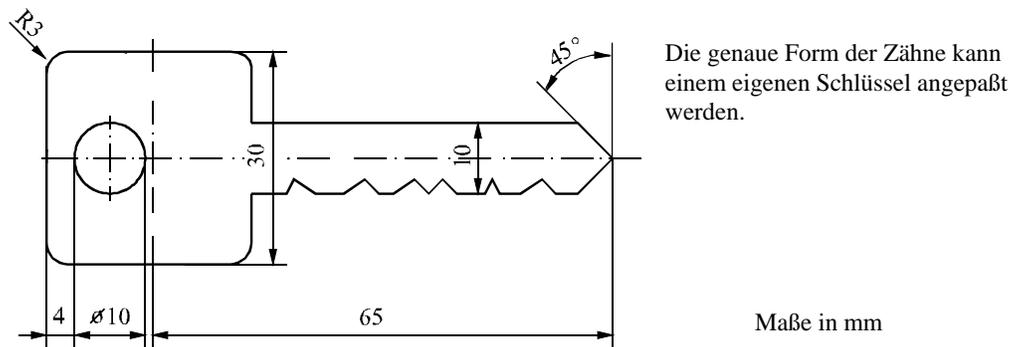
Aufgabe 1

Stelle nachfolgenden Schlüsselanhänger her:

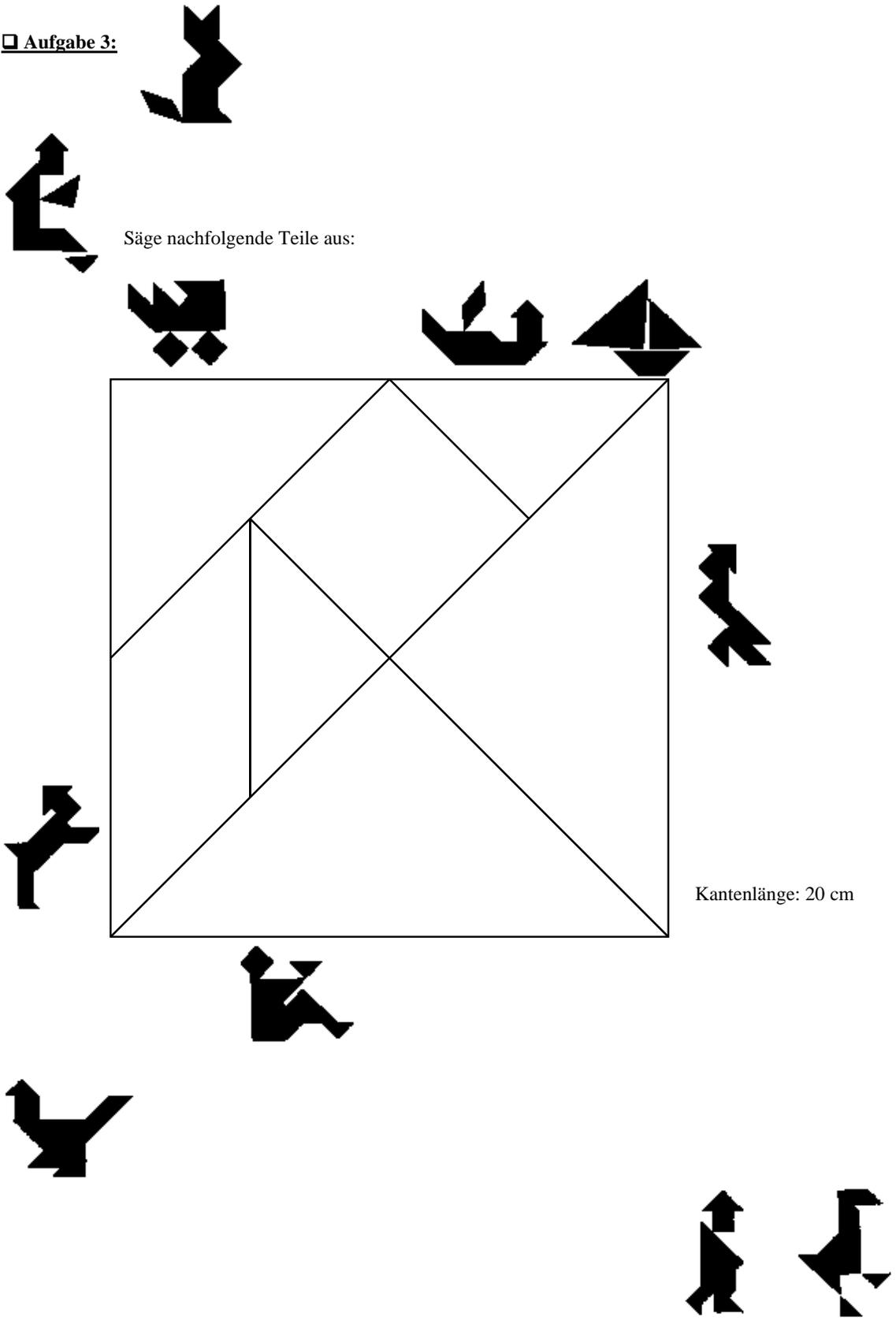


Aufgabe 2

Stelle nachfolgenden Schlüsselanhänger her:

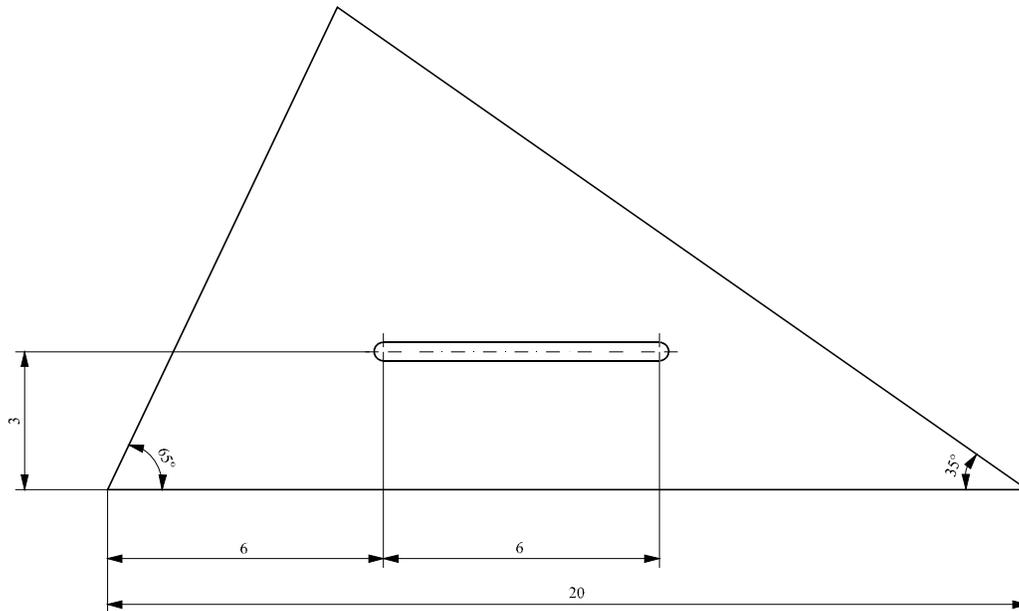
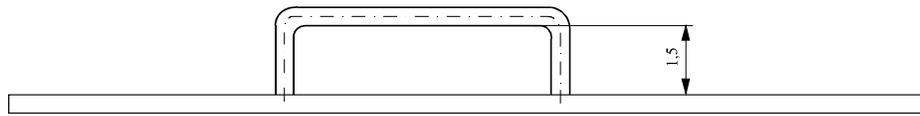


Aufgabe 3:



□ Aufgabe 4:

Stelle nachfolgendes Geodreieck her



Zu 3.2: Bearbeiten:

B2: Bohren

Die Drehzahl, mit der ein Werkstück spanend bearbeitet wird, hängt vom Werkstoff (= Material) des Werkstückes, vom Werkstoff des Werkzeuges (z.B. Bohrer oder Drehmeißel) und der Schnittgeschwindigkeit ab. Die Zusammenhänge errechnen sich nach der Formel:

$$v_c = \pi \cdot d \cdot n$$

v_c : Schnittgeschwindigkeit in m/min
 d : Durchmesser des Werkzeuges oder des Werkstückes in m
 n : Drehzahl in 1/min

Aus der nachfolgenden Tabelle (Auszüge aus Falk, Krause, Landsknecht, Tiedt: Metalltechnik Tabellen) sind die Kenndaten herauszulesen.

Richtwerte für das Zerspanen von Kunststoffen											
VDI 2003 (01.76)											
Richtwerte für das Trennen von Kunststoffen											
Kunststoff	Schneidstoff	Drehen						Fräsen			
		Freiwinkel α in °	Spanwinkel γ_0 in °	Einstellwinkel χ in °	v_c in m/min	f in mm	a in mm	Freiwinkel α in °	Spanwinkel γ_0 in °	v_c in m/min	
Dureplaste Schichtpreßstoffe und Preßstoffe mit organischen Füllstoffen	SS	5...10	15...25	45...60	...80	0,05...0,5	...10	...15	15...25	...80	
	HM	5...10	10...15	45...60	...400			...10	5...15	...1000	
Schichtpreßstoffe und Preßstoffe mit anorganischen Füllstoffen	HM	5...11	0...12	45...60	...40			...10	5...15	...1000	
Thermoplaste PMMA	SS	5...10	0...4	≈15	200...300	0,1...0,2	...6	2...10	1...5	...2000	
PS SAN ABS SB		5...10	0...2	≈15	50...60	0,1...0,2	...2	2...10	1...5	...2000	
POM		5...10	0...5	45...60	200...500	0,1...0,5	...6	5...10	...10	...400	
PC		5...10	0...5	45...60	200...300	0,1...0,5	...6	5...10	...10	...1000	
PTFE		10...15	15...20	9...11	100...300	0,05...0,25	...6				
PVC, CA		5...10	0...5	45...60	200...500	0,1...0,2	...6	5...10	...15	...1000	
CAB								5...25			
PE, PP, PA	5...15	0...10	45...60	200...500	0,1...0,5	...6	5...15	...15	...1000		

Kunststoff	Schneidstoff	Bohren				Sägen						
		Freiwinkel α in °	Seiten-spanwinkel γ_1 in °	Spitzen-winkel φ in °	v_c in m/min	f in mm	Freiwinkel α in °	Spanwinkel in ° $\gamma_K^{1)}$ $\gamma_B^{1)}$	Zahn-teilung f in mm	$v_{cK}^{1)}$ $v_{cB}^{1)}$ in m/min		
Dureplaste Schichtpreßstoffe und Preßstoffe mit organischen Füllstoffen	SS	6...8	12...16	100...120	30...40	0,4...0,6	30...40	5...8	5...8	4...8	...3000	...2000
	HM	6...8		100...120	100...120		10...15	3...6		8...18	...5000	
Schichtpreßstoffe und Preßstoffe mit anorgan. Füllstoffen	HM	6...8		80...100	20...40							
	Dia-mant							Diamantkorn Z		1000...2000	...3000	
Thermoplaste PMMA	SS (HM)	3...8		60...90	20...60	0,1...0,5	30...40	5...8	0...4	2...8	-	...3000
PS		3...8		60...90	20...60	0,1...0,5						
SAN, ABS		5...8		60...90	30...80	0,1...0,5						
SB		8...10	60...75	30...80	0,1...0,5							
POM		5...8	60...90	50...100	0,1...0,5							
PC		5...8	60...90	50...120	0,2...0,5							
PTFE		16	130	100...300	0,1...0,3	bei HM)						
PVC, CA, CAB	8...10	80...110	30...80	0,1...0,5								
PE, PP, PA	10...12	60...90	50...100	0,2...0,5								

1) k: Index für Kreissägen, B: Index für Bandsägen

Aufgabe 1

Stelle eine PVC-Platte (200 x 30 x 5) her mit 2 Bohrungen Ø4, 4 Bohrungen Ø5 und 4 Bohrungen Ø8. Alle Bohrungen sind auf der gleichen Mittenachse und haben jeweils den gleichen Mittenabstand. Der Randabstand entspricht dem halben Mittenabstand zwischen zwei Bohrungen.



Zu 3.3: Umformen

A1: Abkanten

○ Funktionsweise

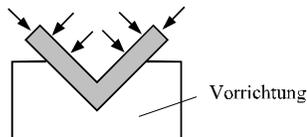
Abkanten bedeutet Verformen von flachem Material, so daß zwei Flächen entstehen die unter einem gewissen Winkel (häufig 90°) zueinander stehen. Gegenüber dem Runden ist der Krümmungsradius beim Abkanten quasi Null.

Das Kunststoffteil wird beim Abkanten ausschließlich in dem Bereich erwärmt, wo die Verformung stattfinden soll d.h. entlang der Linie, wo später die Kante verläuft.

Beim Abkanten wird, ähnlich wie beim Runden, die Innenseite der Verformung gestaucht und die Außenseite gestreckt. Damit sich nicht zuviel Material in der Kanteninnenseite ansammelt muß vor dem Abkanten eine Nut in das Material gebracht werden. Dies erfolgt durch Fräsen oder mit Hilfe einer Kreissäge. Die Tiefe der Nut entspricht ca. einem Drittel der Materialdicke, die Breite ist 3 mm.

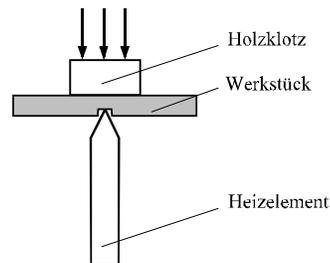
Zum Abkanten wird das Material mit der Nut auf einen Heizspiegel gelegt. Mit einem Holzklotz oder ähnlichem wird leicht auf das Werkstück gedrückt, damit es sich gleichmäßig erwärmt. Das Werkstück kann auch mit einem Heißluftgebläse erwärmt werden, allerdings wird hier meistens mehr Material neben der Nut erwärmt als erforderlich, wodurch eine ungewünschte Verformung beim Abkanten auftreten kann.

Wenn der Kunststoff anfängt sich plastisch zu verformen, wird das Werkstück abgekantet. Hierzu wird es zunächst grob in die



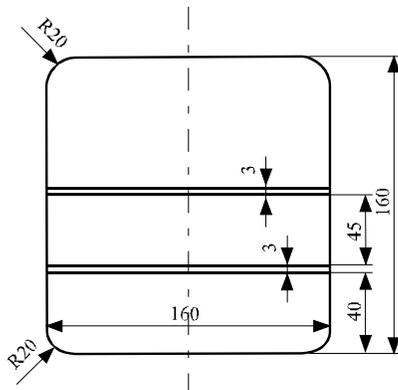
richtige Form gedrückt und dann in eine Vorrichtung mit entsprechendem Winkel gehalten. Das Werkstück muß solange in der Vorrichtung in der neuen Form gehalten werden, bis es abgekühlt ist.

Mit Hilfe eines feuchten Schwammes kann das Abkühlen beschleunigt werden. Das sehr warme Werkstück darf nicht zu schnell abgekühlt werden (z.B. durch fließendes Wasser) da sonst hohe Spannungen im Material entstehen und es zu einem Verzug kommt.

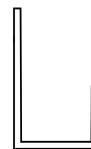


□ Aufgabe 1

Stelle folgenden Briefhalter her:



Zeichne die Radien in das vorbereitete Werkstück ein, säge die Form grob aus und feile den genauen Radius. Glätte die Seiten und brich die Kanten (damit du dich später nicht schneidest) mit einer Feile. Kante das Werkstück in die gewünschte Form.



□ Aufgabe 2

Fertige einen Würfel:

Fase alle Seiten des vorbereiteten Werkstückes mit der Hobelabrichtmaschine unter 45° an.

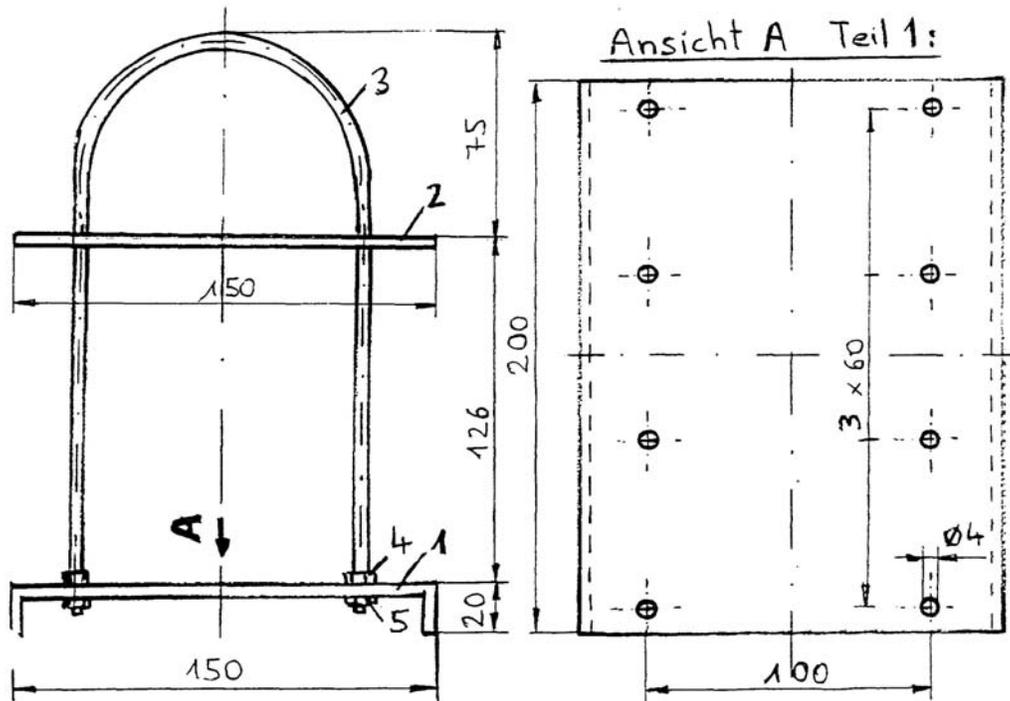
Kante das Werkstück in die gewünschte Form.

Füge zwei solcher Werkstücke durch Kleben zusammen.

Bonus: Der Würfel kann auch eine Spardose sein ... ☺

Aufgabe 3

Fertige nachfolgenden CD-Ständer

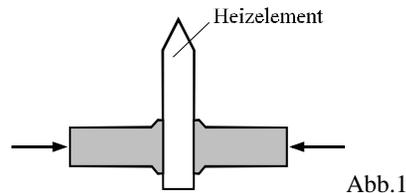


Pos.	Stk.	Bezeichnung
5	4	Mu M4
4	4	Mu M4
3	4	Schweißdraht gebogen
2	1	Zwischen boden
1	1	Sockel

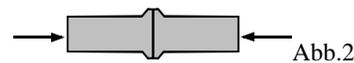
Zu 3.4: Fügen (Schweißverfahren):**S1: Heizelementschweißen****○ Funktionsweise**

Zum Verbinden von zwei Kunststoffteilen durch Heizelementschweißen müssen diese erwärmt werden, bis die Oberfläche aufgeschmolzen ist. Die hierzu erforderliche Wärme wird von einem sogenannten Heizelement (z.B. Heizspiegel) geliefert, einem meist elektrisch beheizten metallischem Körper, der Wärme abgibt. Das Heizelement ist mit einer Antihafbeschichtung (z.B. Teflon) versehen.

Die Kunststoffteile werden mit leichtem Druck an das Heizelement gehalten (Abb.1), bis die Kontaktfläche leicht schmilzt und einen Wulst bildet (sich etwas verformt).



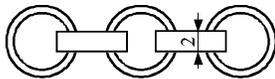
Dann müssen die Kunststoffteile schnell zusammengefügt werden d.h. mit gleichmäßigem Druck aneinander gepreßt (Abb.2) werden, bis der Kunststoff soweit abgekühlt ist, daß er sich nicht mehr thermoplastisch verformen kann.

**○ Verwendung**

Häufig verwendetes Schweißverfahren zum Verbinden von PP- oder PE-Rohren, wird auch automatisiert verwendet.

□ Aufgabe 1

Stelle folgende Kette her:



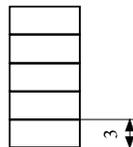
Die Rohre werden mit einem Rohrschneider oder einer Säge auf Maß geschnitten.

Jedes Glied der Kette wird zunächst aufgeschnitten und dann zusammengeschweißt.

□ Aufgabe 2

Stelle folgenden Turm her:

Die Rohre werden mit einem Rohrschneider oder einer Säge auf Maß geschnitten.

**□ Aufgabe 3**

Stelle folgendes Werkstück (Abb.3) her:

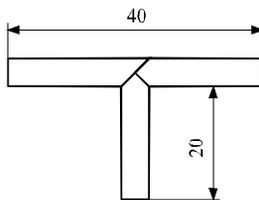


Abb.3

Die Rohre werden mit einem Rohrschneider oder einer Säge auf Maß geschnitten.

Zuerst muß ein Winkelstück (Abb.4) hergestellt werden, das dann abgesägt und an den das dritte Stück angeschweißt wird.

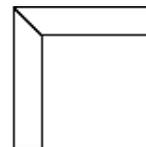
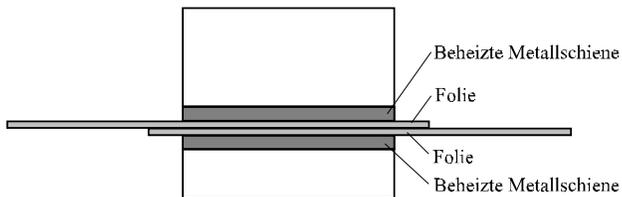


Abb.4

Zu 3.4: Fügen (Schweißverfahren):**S2: Wärmeimpulsschweißen****○ Funktionsweise**

Das Wärmeimpulsschweißen bezeichnet man als indirektes Heizelementschweißen, da die Wärme durch den Kunststoff hindurch zur Verbindungsfläche transportiert wird. Da die Kunststoffe schlechte Wärmeleiter sind, können nur dünne Folien mit dem Wärmeimpulsverfahren verschweißt werden.

Das Gerät besteht aus zwei Hälften mit jeweils einer Metallschiene, die zusammen geklappt werden. Dabei werden automatisch durch einen kurzen Stromimpuls die Metallschienen erwärmt. Diese sind mit einer Antihafbeschichtung (z.B. Teflon) versehen. Sie geben die Wärme an die zu verbindenden Folienteile ab, die dazwischen gehalten werden (Abb.1)

**○ Verwendung**

Verpackungsindustrie (Verschließen von Beuteln, Tüten und Säcken),
private Haushalte (Gefrierbeutel)

□ Aufgabe 1

Stelle eine Tüte her, die 20 cm lang ist, und verschließe den Turm aus Aufgabe 2 (S2: Heizelementschweißen) darin.

Zu 3.4: Fügen (Schweißverfahren):

S3: Warmgasschweißen

○ Funktionsweise

Beim Warmgasschweißen werden die Kunststoffteile, die verbunden werden sollen, durch einen warmen Gasstrom, meistens warme Luft, erwärmt, bis sie an der Kontaktfläche etwas schmelzen. Dabei wird ein Zusatzwerkstoff d.h. zusätzlicher Kunststoff hinzugefügt.

Die warme Luft entsteht durch das Schweißgerät, entweder eine Art Föhn, der mit Strom betrieben wird, oder ein Schweißgerät, das elektrisch erhitzt und von Druckluft aus dem Hausnetz durchströmt wird, die sich dabei erwärmt.

Der Zusatzwerkstoff in Form eines Schweißstabes, der aus dem gleichen Kunststoff besteht, muß mit leichtem Druck auf die zu verbindenden Teile gehalten werden (Abb.1). Der warme Luftstrom muß sowohl die zu verbindenden Teile als auch den Schweißdraht erwärmen, daher ist eine Fächerbewegung, eine Hin- und Herbewegung des Schweißgerätes erforderlich. Diese Bewegung muß in der Ebene von Schweißstab und Schweißnaht sein d.h. es muß darauf geachtet werden, daß beide Seiten von Schweißdraht und Kunststoffteilen gleichmäßig erwärmt werden.

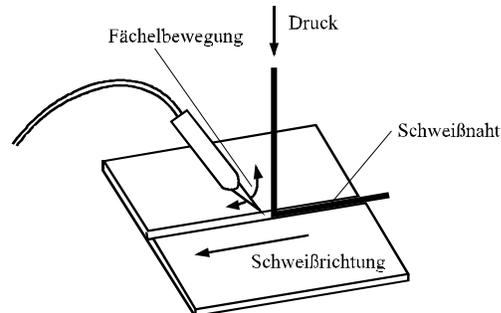


Abb.1

Der Schweißdraht muß senkrecht von oben gleichmäßig nachgeführt werden, wobei stets ein kleiner Druck auf dem Stab sein soll.

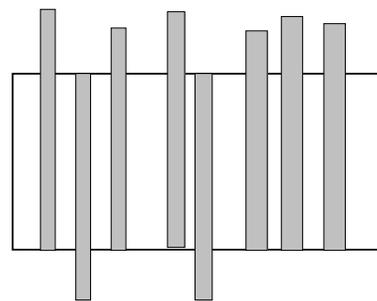
Warmgasschweißen erfordert ein gewisses Maß an handwerklichem Geschick. Man muß konzentriert sein und gleichmäßig arbeiten.

○ Verwendung

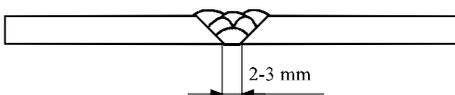
Montagen und Reparaturen von Apparaten und Behältern (z.B. Tanks, Silos)

□ Aufgabe 1

Schweiße auf eine PVC-Platte einige gerade Raupen. Verwende unterschiedlich dicke Schweißdrähte. Laß jeweils das Ende des Schweißdrahtes auf einer Seite überstehen.



□ Aufgabe 2



Verbinde zwei PVC-Platten mit mehreren Schweißnähten.

Wähle die Dicke des Schweißdrahtes entsprechend dem Platz für die Schweißnaht.

Fixiere die Platten gut damit Du beide Hände frei hast zum Arbeiten.

Warte nach jeder Schweißnaht etwas, damit das Werkstück abkühlen kann.

Zu 3.4: Fügen:

K1: Kleben

○ Funktionsweise

Durch Kleben wird eine stoffschlüssige Verbindung zwischen zwei Werkstücken hergestellt. Kleben ist häufig wirtschaftlicher und kann vielseitiger eingesetzt werden als andere Fügeverfahren, deshalb gewinnt es zunehmend an Bedeutung und ist ein Verbindungsverfahren der Zukunft.

Es können ebenfalls unterschiedlich Werkstoffe verbunden werden, beispielsweise Duroplaste und Thermoplaste, aber auch metallische Werkstoffe. Neben dem Fügen können Klebstoffe auch zum **Dichten** (z.B. Rohrverbindungen) und zum **Sichern** (z.B. Lösen von Schrauben) verwendet werden. Mit Kleben lassen sich auch kleine oder komplizierte Baustücke verbinden. Die Verbindungen isolieren thermisch und elektrisch, können teilweise sogar Schwingungen dämpfen.

Die Verbindung zwischen zwei Werkstoffen beruht auf zwei physikalischen **Haftmechanismen**:
Der **Kohäsion**: der innere Zusammenhalt des Klebstoffes selbst wird durch molekulare Kräfte ("Van der Waals") bewirkt. Beim Aushärten des Klebstoffes entstehen lange Molekülketten, die ineinander verflochten sind.

Der **Adhäsion**: der Zusammenhalt zwischen Klebstoff und Werkstoff. Die Bindungskräfte entstehen durch Verankerung des Klebstoffes in der Oberflächenrauigkeit des Werkstückes. Bei manchen Klebstoffen wird der Werkstoff chemisch angegriffen, die Moleküle des Klebstoffes diffundieren ("wandern") d.h. dringen etwas in die Oberfläche des Werkstückes ein, so daß eine bessere Haftung entsteht.

Für den guten Zusammenhalt einer Verbindung spielt daher die **Oberfläche** der Werkstücke bei der Verarbeitung eine wichtige Rolle:

- diese müssen **sauber** sein, da Schmutz die Adhäsion verringert
- durch **Aufrauen** (z.B. Schleifen) wird mehr Oberfläche geschaffen, so daß die Adhäsionskräfte steigen.

Grundsätzlich gilt: je dünner die Klebeschicht ist, desto fester wird die Verbindung.

Desweiteren entscheidet die **Art der Belastung** über die Eignung zum Kleben:

Scher- (Schub-) und Druckbeanspruchungen werden gut, Schäl-, Biege- und Zugbeanspruchungen schlecht von Klebeverbindungen aufgenommen.



Abb.1: Scherbeanspruchung

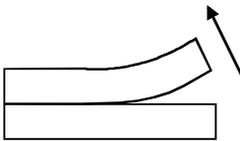
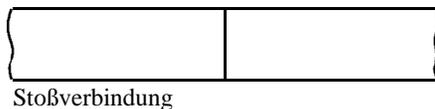


Abb.2: Schälbeanspruchung

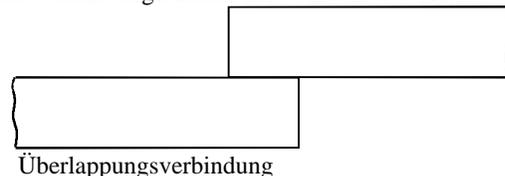
Allgemein sind große Verbindungsflächen anzustreben, insbesondere bei großen Kräften.

□ Aufgabe 1

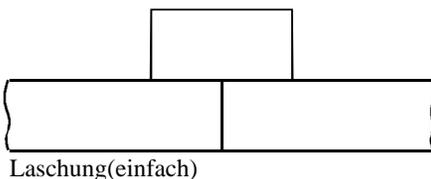
Stelle aus schmalen Werkstückstreifen nachfolgende Verbindungsformen her. Verwende verschiedene Werkstoffe und verschiedene Klebstoffe:



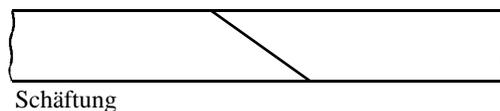
Stoßverbindung



Überlappungsverbindung



Laschung(einfach)



Schäftung

Zu 3.4: Urformen

L1: Handlaminieren

○ Funktionsweise

Ungesättigte Polyesterharze (UP) und **Epoxidharze (EP)** werden häufig mit **Fasern** (aus Glas, Kohlenstoff (Carbon) oder Kevlar (Polyamid-Faser der Fa DuPont)) verarbeitet.

Die Eigenschaften der so entstehenden **Verbundwerkstoffe** liegen zwischen denen der Kunststoffe (hart, zerbrechlich) und Fasern (hoch elastisch), man kann sehr hohe mechanische Festigkeiten (z.B. E-Module) bei geringem Gewicht erzielen. Faserverstärkte Verbundwerkstoffe (z.B. GFK: glasfaserverstärkte Kunststoffe) werden zunehmend als Ersatz für Metalle verwendet.

Die Kunststoffe liegen als Flüssigkeiten, sogenannte Harze vor. Sie müssen mit einem Härter und eventuell einem Beschleuniger gemischt werden, dann härten sie aus. Fasern gibt es als "Roving" (Spinnfäden oder Faserstränge), Gewebe (regelmäßig gesponnen) und Matten oder Vliese (unregelmäßig verwirrte Fasern).

Beim Handlaminieren wird das Harz mit dem Härter gemischt (zum **Mischungsverhältnis** und wegen **Gefahren für die Gesundheit** die Hinweise des Herstellers beachten). Die Flüssigkeit wird abwechselnd mit Faservlies oder -gewebe über eine Positiv-Form gelegt. Durch Andrücken mit Pinsel oder Rolle müssen die Fasern gut mit Harz getränkt werden. Je nach Beanspruchungsart müssen mehrere Lagen in verschiedene Richtungen verlegt werden.

Unter- und eventuell oberhalb der harzgetränkten Fasern kommt ein **Trennmittel** (Folie oder Flüssigkeit), damit der ausgehärtete faserverstärkte Kunststoff von der Form getrennt werden kann.

Höchste Festigkeiten werden erreicht indem der Faseranteil möglichst hoch ist (30 bis 50 Gewichts-Prozent), die Fasern müssen jedoch alle getränkt sein (Verwendung von Anpreßdruck oder Vakuum zum Entfernen von überschüssigem Harz).

○ Verwendung

Bootsbau, Hohlkörper (Silos, Großbehälter, weite Rohre), im Tunnel- und U-Bahnbau sowie bei Kläranlagen (Becken) als Wasserisolierung auf Spritzbeton, Badewannen, Motorhauben, Stab zum Hochsprung

□ Aufgabe 1

Teststreifen:

Laminieren einen rechteckigen Streifen der Maße 300 mm x 50 mm

Verwende als Kunststoff a) ungesättigtes Polyesterharz
b) Epoxidharz

Verwende als Fasern a) Glasfasergewebe
b) Glasfaservlies

Laminieren a) auf einer Platte
b) zwischen zwei Platten (Anpreßdruck)

□ Aufgabe 2

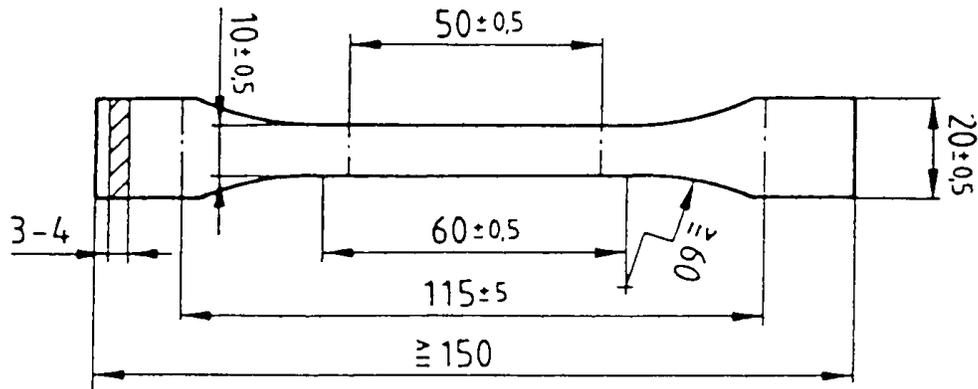
Wickle ein Rohr.

Verwende als Positivform ein Rohr und wickle nacheinander zwei Streifen (schräg zueinander) herum.



Zu 10: Werkstoffprüfung:**Z1: Zugversuch****Aufgabe 1**

Stelle eine genormte Zugprobe her:



Ermittle die Zugfestigkeit und die Bruchdehnung der Probe.