

## 0 Vorbereitung

In diesem Kapitel werden grundlegende Informationen dargelegt, die für die Fertigung der KUKATE34 essenziell sind. Diese sind speziell auf diese Anlage zugeschnitten und müssen sorgfältig durchgelesen werden. Technische Zeichnungen, Stücklisten, Werkzeuglisten, Fertigungshinweise und die Bauanleitung sind aufeinander abgestimmt.

### 0.1 Nummerierungssystem

Da das Nummerierungssystem speziell für diese Arbeit zugeschnitten ist, wird dieses in diesem Abschnitt genauer dargestellt.

Abbildung 3 zeigt die Darstellung des Nummerierungssystems. Dabei steht die erste Ziffer für das Kapitel und die zweite für das jeweilige Unterkapitel. Die dritte Nummer definiert das Bauteil aus der Stückliste. Die Stücklisten sind in den jeweiligen Kapiteln oder dem Anhang D zu entnehmen.

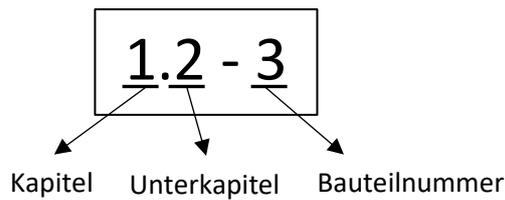


Abbildung 3 - Nummerierungssystem

### 0.2 Technische Zeichnungen

Die Zeichnungsnormen werden nach festen Regeln aufgestellt. In diesem Abschnitt werden die für die OPEN-WINDMILL Anlage benötigten Regeln genauer erklärt und der Umgang möglichst einfach dargestellt

#### Blattformat

Die DIN 823 gibt die Bezeichnung und Größen der Zeichenblätter vor.

A0: 841 x 1189 mm

A1: 594 x 841 mm

A2: 420 x 594 mm

A3: 297 x 420 mm

A4: 210 x 297 mm

A5: 148 x 210 mm

Abbildung 4 zeigt die Zeichenblätter im Verhältnis zueinander.

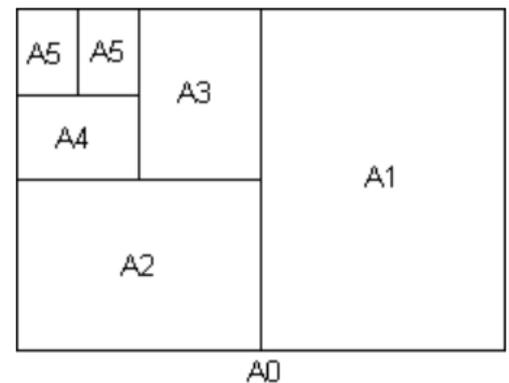


Abbildung 4 - Blättermaße nach DIN 823

## Maßstab

Die Bemaßung auf den genormten technischen Zeichnungen ist wichtig, da in der Bauanleitung keine Maßstäbe oder Längen verwendet werden. Diese können ausschließlich aus den technischen Zeichnungen entnommen werden. Sie werden verwendet, um Bauteile so darstellen zu können, dass die Verhältnisse auch bei einer Verkleinerung oder Vergrößerung stets gegeben sind. Zeichnungen von Werkstücken in natürlicher Größe haben einen Maßstab von 1:1. Abbildung 5 zeigt Schachfiguren mit einer Höhe von 50mm. Diese können problemlos im Maßstab 1:1 auf einem DIN A5-Blatt dargestellt werden.

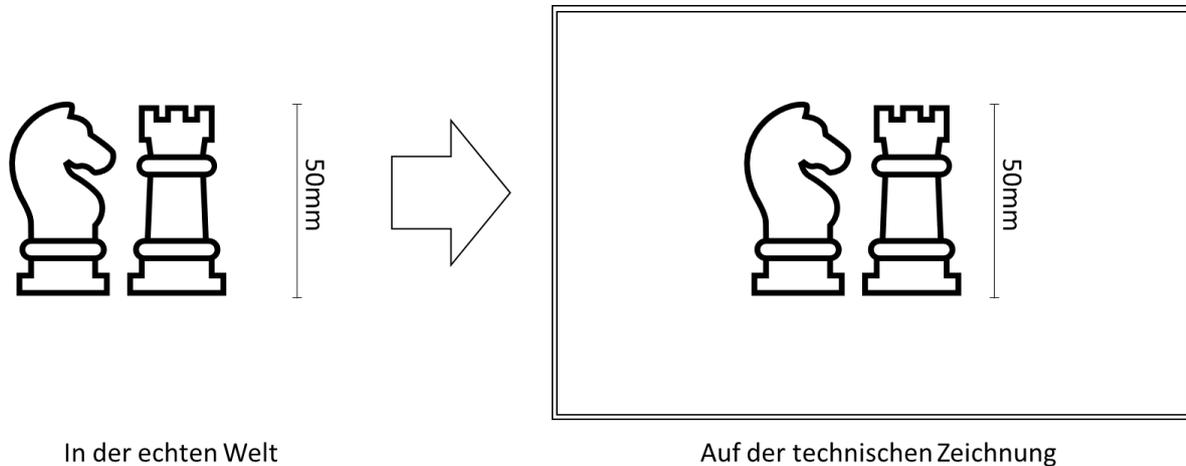


Abbildung 5 - Maßstabverhältnis 1:1

Große Bauteile werden verkleinert dargestellt. Abbildung 6 zeigt den Mast mit einer Gesamthöhe von 10m.

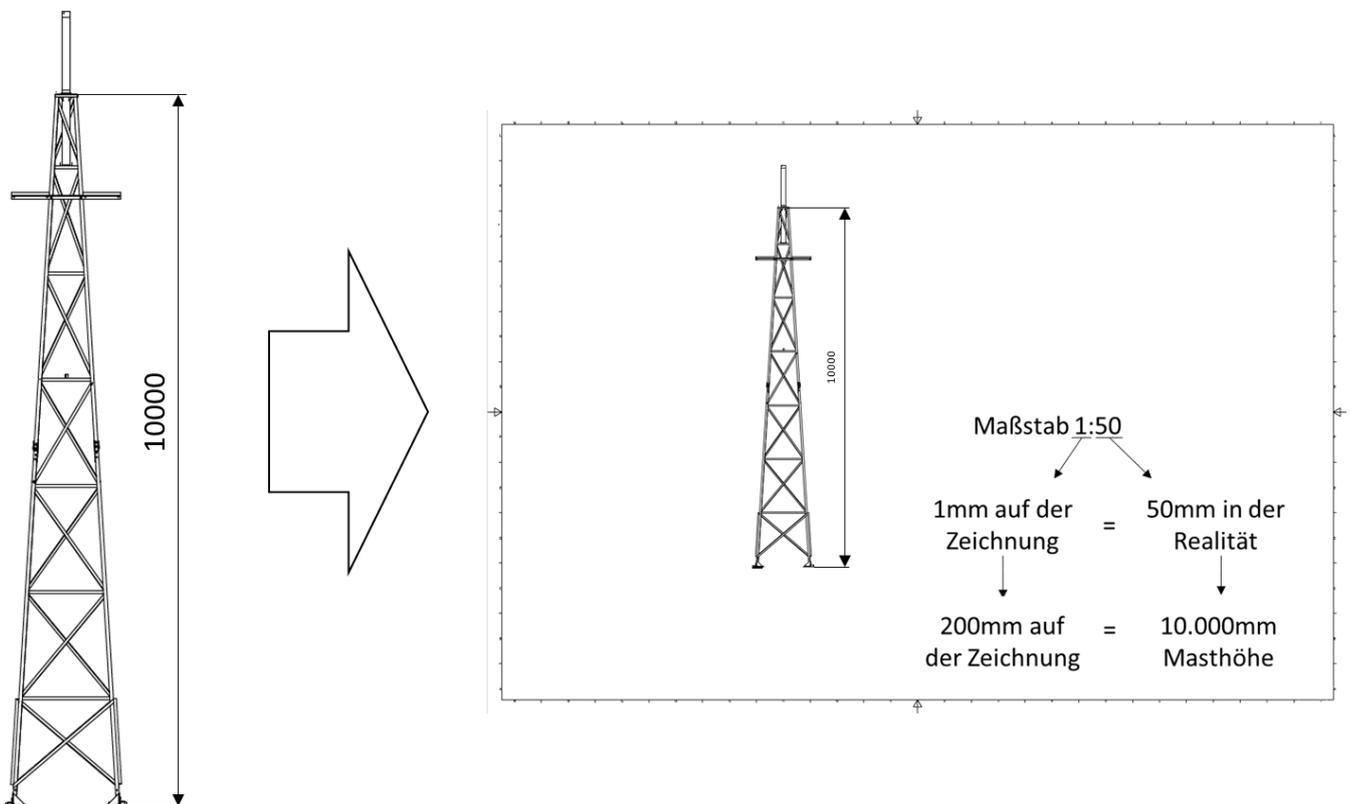


Abbildung 6 - Maßstabverhältnis 1:50

Die Zeichnung des gesamten Mastes ist zu groß für ein DIN-A4-Blatt und wird mittels des Maßstabes passend skaliert. Mit einem Maßstab von 1:50 passt der Mast auf ein DIN-A4-Blatt. Wenn also der reale Mast eine Höhe von 10m = 10.000 mm hat, so wird dieser eine Höhe von 200mm auf der Zeichnung aufweisen. Die angezeigte Bemaßung muss jedoch die der Realität entsprechen. Der Maßstab muss immer auf einer technischen Zeichnung angegeben sein.

Computerdrucker drucken nur unter bestimmten Bedingungen die Zeichnungen genau.

Oftmals passen Drucker die Abbildungen an bestimmte Formate an, die nicht dem Original gleichen. Darum dürfen Maße nur dann direkt aus Zeichnungen gemessen und angewendet werden, die genau den Originalen gleichen. Sonst muss mit Hilfe der Proportionalrechnung das echte Maß errechnet werden.

Wird eine mit 200mm bemaßte Länge auf dem Druck mit 194mm nachgemessen, so müssen gemessene Maße für die Fertigung um drei Prozent vergrößert werden.  $200\text{mm}/100 = 2\text{mm}$  entsprechend 1%. Da die Abweichung 3% ist, ergeben sich 6mm Korrektur für den Mast. Alle anderen gemessenen Längen sind dann um 3% zu vergrößern. Manche Drucker drucken sogar in x- und y-Richtung verschiedene Maßstäbe. In der Regel sind aber alle Fertigungsmaße richtig mit Zahlen in mm-Längen angegeben.

## Linien nach DIN 15

In technischen Zeichnungen sind die Linien von entscheidender Wichtigkeit. Jede Linienart hat dabei ihre eigene Verwendung. Tabelle 2 zeigt die in dieser Arbeit verwendeten Linien.

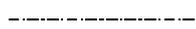
Linienart	Linienbreite	Bild	Benennung	Verwendung
breit	0,5 mm		Volllinie	Für sichtbare Kanten und Umrisse
mittel	0,35 mm		Strichlinie	Für verdeckte Kanten und Umrisse
schmal	0,25 mm		Volllinie	Maßlinien, Maßhilfslinien, Schraffurlinien, Oberflächenzeichen, Diagonalkreuze, Bezugslinien
schmal	0,25 mm		Strichpunktlinie	Mittellinien, Teilkreise, Lochkreise
schmal	0,25 mm		Freihandlinie	Bruchlinien

Tabelle 2 - Linien nach DIN 15

## Zeichenebene

In diesem Abschnitt wird erklärt, wie technische Zeichnungen vom Körper bis zum „Fertigungsbild“ entstehen.

Stellt man sich einen Körper vor, der von oben z.B. mit Sonnenlicht bestrahlt wird, so wirft dieser einen Schatten auf den Boden. Dieser Schatten wird auf einer Zeichenebene aufgefangen (Abbildung 7). Somit erhält man die Umrisse des Körpers von einer Seite.

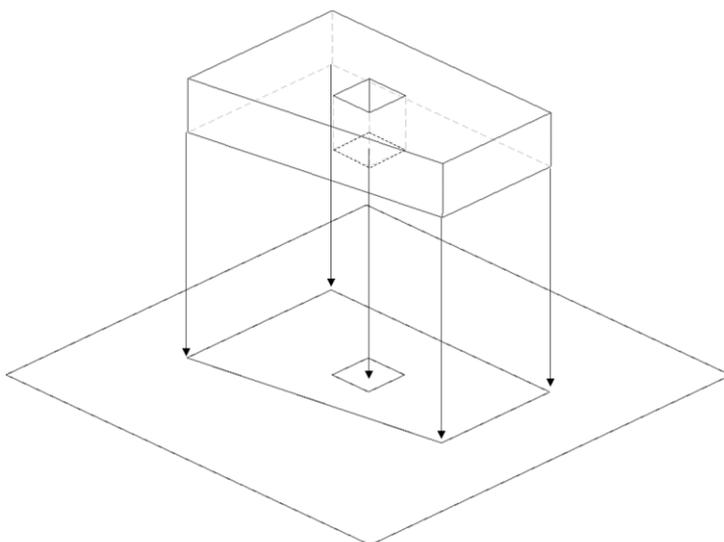


Abbildung 7 - Rechtwinklige Parallelprojektion

Da dies jedoch nur von einer Seite abgebildet wird, sind nicht genügend Informationen vorhanden, um den gesamten Körper zu erkennen. Es fehlt unter anderem die Dicke des Körpers, aber auch „versteckte Kanten“ können verloren gehen. Dazu wird der Körper um  $90^\circ$  gedreht und wiederum projiziert (Abbildung 8).

Da der Körper nur geklappt und nicht verschoben wurde, liegen die zusammengehörenden Bildpunkte der Kanten auch weiterhin auf einer Geraden: Die Ecken A und A' fallen in der Zeichenebene in der ersten Ansicht zusammen. Nach dem Klappen sind beide in der Projektion als Endpunkte der Strecke AA' sichtbar.

Als Vorderansicht wird in der Regel die aussagekräftigste Ansicht (Form, Größe, Einzelheiten) festgelegt. Es kann aber auch die Fertigungs- oder Gebrauchslage des Werkstücks sein.

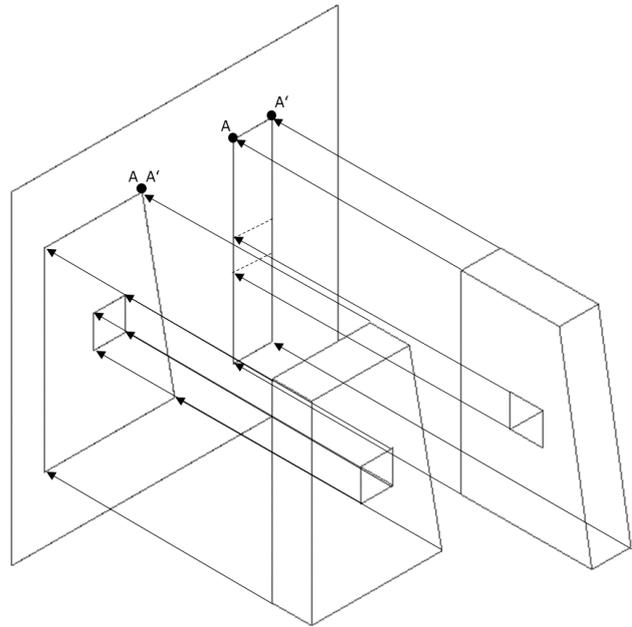


Abbildung 8 - Rechtwinklige Parallelprojektion mit  $90^\circ$  Drehung

## Bemaßungssystem

Um ein Bauteil fertigen zu können, sind die Bemaßungen von entscheidender Wichtigkeit. Die Längenmaße sind in dieser Arbeit immer in Millimeter. Dabei werden die Angaben möglichst außerhalb des Körpers platziert.

## Darstellung in einer Ansicht

Abbildung 9 zeigt die Darstellung eines Bauteils in einer Ansicht. Das dargestellte Bauteil wird aus einer Platte der Dicke  $t = 2\text{mm}$  hergestellt. Die „Tiefe“ des Bauteils ist damit bekannt und benötigt somit nur eine Ansicht.

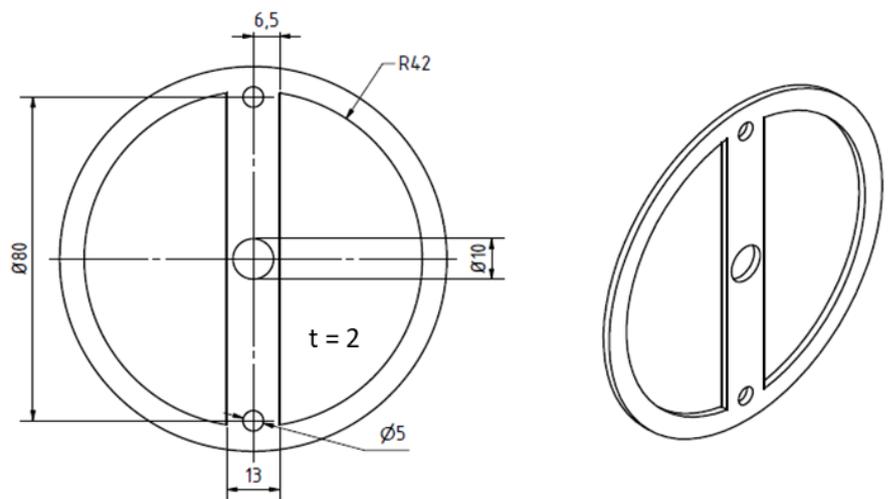


Abbildung 9 - Darstellung in einer Ansicht

**Darstellung in zwei Ansichten**

Abbildung 10 zeigt ein Bauteil, bei dem eine zweite Ansicht erforderlich ist. Andernfalls wäre beispielsweise die Position der Bohrung mit dem Durchmesser von 6mm nicht auszumachen.

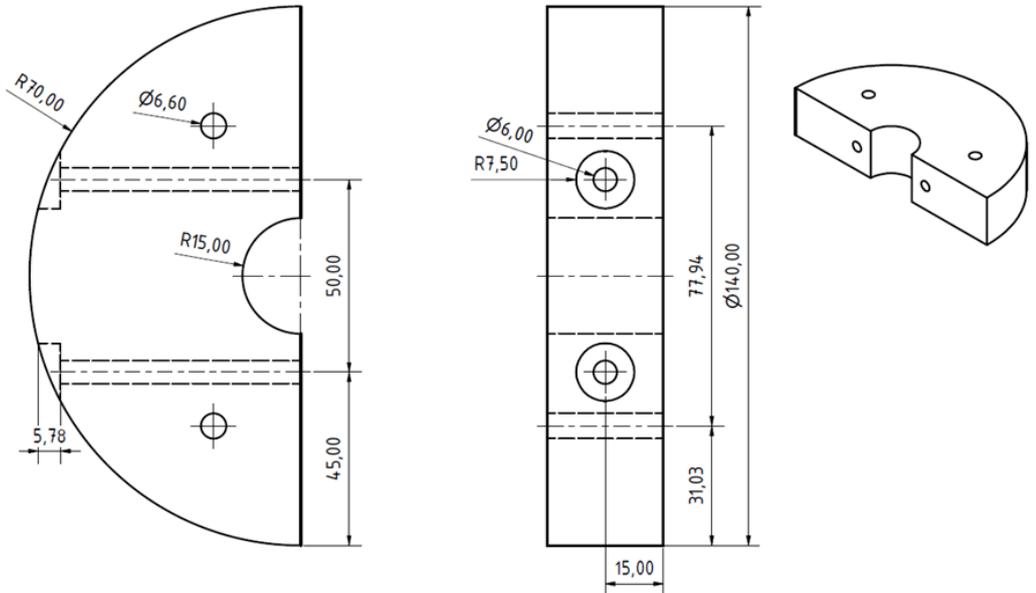


Abbildung 10 - Darstellung in zwei Ansichten

**Symbole und Bemaßung der technischen Zeichnungen**

Symbol	Erklärung																																								
	Beschreibt die Entfernung zwischen zwei Punkten. Die Angabe ist in Millimeter.																																								
	Bohrungen oder Löcher können auf verschiedene Weise angegeben werden. Dies ist meist abhängig von der Ansicht oder der Vorliebe des Zeichners Ø – Durchmesser R – Radius																																								
	Durch eine Mittellinie wird eine Bohrung in der Seitenansicht gekennzeichnet.																																								
	Die Buchstaben deuten auf eine Detailansicht hin. Es sind immer 2 auf einer Zeichnung zu finden. Der erste Buchstabe ist auf der Kompletten Ansicht zu finden und der zweite in der Detailansicht. Die eingekreiste 4 steht für eine Positionsnummer. Die Nummer und das gezeigte Bauteil sind in der Teileliste, auf der Zeichnung, wieder zu finden.																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">TEILELISTE</th> </tr> <tr> <th>Kap.</th> <th>Pos.</th> <th>Bezeichnung</th> <th>Norm</th> <th>Anz.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>Maststruktur</td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>Gondelverbindung</td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>3</td> <td>Mastfuß</td> <td></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>4</td> <td>Gestängellagerung</td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>Arbeitsbühne</td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>6</td> <td>Stellschere</td> <td></td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	TEILELISTE					Kap.	Pos.	Bezeichnung	Norm	Anz.	1	1	Maststruktur		1	1	2	Gondelverbindung		1	1	3	Mastfuß		4	1	4	Gestängellagerung		2	1	5	Arbeitsbühne		1	1	6	Stellschere		1	Die Teileliste zeigt alle verwendeten Baugruppen, Halbzeuge und Bauteile an. Kap. + Pos.- Die beiden Spalten ergeben die Bauteilnummer Pos. - Über die Position ist das Bauteil auf der Zeichnung wieder zu finden Bezeichnung - Gibt den Namen des Bauteils/ der Baugruppe an Norm - Die Norm wie z.B. DIN, EN oder ISO wird dort angegeben Anz. - Die verwendete Menge des jeweiligen Bauteils
TEILELISTE																																									
Kap.	Pos.	Bezeichnung	Norm	Anz.																																					
1	1	Maststruktur		1																																					
1	2	Gondelverbindung		1																																					
1	3	Mastfuß		4																																					
1	4	Gestängellagerung		2																																					
1	5	Arbeitsbühne		1																																					
1	6	Stellschere		1																																					
	Schnittansichten werden durch zwei mit einem - verbundene Buchstaben angedeutet. Die Grundansicht zeigt durch eine Punkt-strich Linie und die beiden Buchstaben an welcher Stelle des Bauteils der Schnitt positioniert ist																																								
	Das Symbol deutet auf eine Schweißnaht mit bestimmten Maßen hin. 2,5x2,5 - gibt die beiden Schänkel Längen der Schweißnaht an 2x - Anzahl der Schweißnähte 30 - ist die Länge der Schweißnaht (25) - gibt an wie viel Abstand zur nächsten Schweißnaht ist																																								

Tabelle 3 - Symbole und Bemaßung der technischen Zeichnungen

## 0.3 Symbole und Bemaßung der Bauanleitung

In der Bauanleitung wird eine Vielzahl von Symbolen verwendet, die den Fertigungsprozess genauer beschreiben. Die dazu verwendeten Symbole sind in der Tabelle 4 dargestellt und erklärt.

Symbol	Erklärung	Zu beachten
	<b>Allgemeines Werkzeugset</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dieses Set beinhaltet Werkzeuge Schutz- und Hilfsmaterialien, die bei allen Arbeiten benötigt werden</li> <li>- In der Anleitung werden die einzelnen Werkzeuge/Hilfsmittel nicht mehr aufgelistet</li> </ul>	Das Werkzeugset beinhaltet folgende Werkzeuge/Hilfsmittel: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Markiergeräte (Körner, Reißnadel, Filzstift für die Teilenummern), Messgeräte, Hammer, Meisel, Schraubzwingen</li> <li>- Arbeitsschuhe, Handschuhe, Schutzbrille, Schutzhelm</li> </ul>
	<b>Bohren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verschiedene Arten von Bohrmaschinen</li> <li>- Standbohrmaschinen sollten bevorzugt verwendet werden</li> <li>- Größe der Bohrer sind aus der technischen Zeichnung zu entnehmen</li> <li>- Durchmesser der erforderlichen Bohrer ist angegeben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vor dem Bohren werden die Bohrungen immer markiert</li> <li>- Abstände mit einem Messwerkzeug abgetragen und mit einem Markierer (z.B. Anreißnadel) markiert</li> <li>- Körner auf die markierte Stelle setzen und durch einen Hammerschlag kornen</li> <li>- Drehzahl des Bohrers entscheidend. Die Drehzahlen können aus Tabelle 6 - Drehzahlgeschwindigkeiten beim Bohren Tabelle 6 entnommen werden</li> <li>- Nach dem Bohren werden die Löcher mit einer Feile oder Senker entgratet</li> </ul>
	<b>Schraubendreher/Schraubenschlüssel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zum Festdrehen von Schrauben und Muttern</li> <li>- In der Regel werden immer zwei Schraubenschlüssel benötigt (für Schraube und Mutter)</li> <li>- Erforderliche Schlüsselweiten sind nach ISO angegeben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Je nach Größe und Art der Schraube muss der passende Schraubendreher gewählt werden</li> <li>- Zugelassenes Anzugsmoment darf nicht überschritten werden (Tabelle 5)</li> </ul>
	<b>Schere</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zum Schneiden von Materialien. Für unterschiedliche Materialien gibt es unterschiedliche Arten von Scheren</li> </ul>	
	<b>Markieren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zum Markieren von Materialien vorzugsweise eine Anreißnadel verwenden</li> </ul>	
	<b>Messen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es werden unterschiedlichste Messwerkzeuge verwendet. Diese sind je nach nötiger Genauigkeit zu wählen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Messschieber</b> - sehr genau für den 0,1mm Bereich</li> <li>- <b>Lineal</b> – genau für den 1mm Bereich</li> <li>- <b>Maßband</b> – zur Verwendung für große Längen (&gt;1m)</li> </ul>
	<b>Zirkel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zum Markieren von Kreisen, Radien und Winkel</li> </ul>	
	<b>Wasserwaage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zum Ausrichten der Bauteile auf waagerechter und senkrechter Ebene</li> </ul>	
	<b>Sägen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Säge je nach Material wählen. Vorzugsweise sind Standsägen (z.B. Bandsägen oder Kaltkreissägen) zu wählen</li> <li>- Alternativ eignen sich Winkelschleifer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vor dem Sägen werden die Schnitte markiert</li> <li>- Verschnitt der Säge muss berücksichtigt werden</li> <li>- Nach dem Sägen werden die Kanten mit einer Feile oder einem Winkelschleifer entgratet</li> </ul>

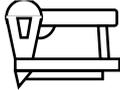
	<b>Kleben</b> - Kleben wird im Kapitel 0.4 beschrieben	
	<b>Hammer</b> - Hilfswerkzeug zum Justieren oder in Kombination mit Meißel zum Ausstanzen großer Löcher	
	<b>Meißel</b> - Zum Spalten verschiedenster Materialien - Wird zum Ausstanzen großer Löcher verwendet	
	<b>Feile</b> - Zum Entgraten geschnittener oder scharfer Kanten oder Bohrungen - Zum Anpassen von Bauteilen, die aufeinander abgestimmt sind - Winkelschleifer kann bevorzugt verwendet werden	
	<b>Gewinde schneiden</b> - Zum Schneiden von Gewinde	- Beim Einsatz muss viel Schmieröl/Schneidöl verwendet werden
	<b>Winkel</b> - Zum Ausrichten vom 90 Grad Winkeln	- Bei Winkeln, die größer oder kleiner als 90° sind, werden diese gesondert angegeben
	<b>Schweißen</b> Mögliche Schweißverfahren: - MAG – Metallschweißen mit aktiven Gasen - Elektroden Schweißen (E-Hand)	- <b>Punktieren (auch Heften genannt)</b> Zum Ausrichten und Fixieren der Bauteile sind kleine Schweißpunkte aufzutragen - <b>Festschweißen</b> - Schweißnähte 30-60mm und wechselseitig Schweißen und immer wieder abkühlen lassen
	<b>Schmieröl</b> - Zur Verwendung bei mechanisch bewegten Bauteilen und zum Bohren - Verringert die Reibung und den Verschleiß	
	<b>Silikon</b> - Dient als Rostschutz	
	<b>Schraubzwinde</b> - Wird zum provisorischen Fixieren von Bauteilen verwendet	
	<b>Nietpistole</b> - Wird zum Nieten verwendet	
	<b>Streichen/Bemalen</b> - Bauteile mit Rostschutzmittel und Farbe anstreichen	

Tabelle 4 - Symbole und Bemaßungen der Bauanleitung

## 0.4 Fertigungsverfahren

### Kleben

Das Verkleben von PVC-Kunststoffrohren und Fittings der Pumpe erfolgt mit PVC-U-Kleber und wird unter anderem als Quellschweißen bezeichnet. Bevor geklebt wird, müssen die Flächen gereinigt werden. Die Kontaktflächen werden durch den Kleber aufgelöst. Sie quellen dabei auf und verschmelzen bei der Trocknung miteinander. Nach der Verklebung sind die Teile untrennbar miteinander verbunden. Die Klebeflächen sind dicht und weisen die gleichen Eigenschaften auf, wie das ursprüngliche Material.

Für das Kleben von PVC-U-Rohren und Fittings sind die geschnittenen Rohre bzw. die bearbeiteten Stellen an den Fittings zunächst zu entgraten und mit einer Fase zu versehen. Danach wird der PVC-U Fitting auf das Rohr an die gewünschte Stelle geschoben. Die Enden der Kontaktfläche zwischen Fitting und Rohr werden mit einem Stift markiert, um die Einstecktiefe zu kennzeichnen. Die Klebeflächen werden mit einem Tuch und PVC-Reiniger entfettet, sodass Rückstände von Trennmitteln, Verschmutzungen und Fette entfernt werden. Danach wird der PVC-Kleber mit einem Flachpinsel mit harten Borsten (kein Pinsel mit Kunststoffhaaren) auf die Kontaktfläche aufgetragen. Dabei sollte das Rohrende großzügig mit Kleber bestrichen werden. Die Kontaktfläche im Fitting wird ebenfalls mit dem Kleber bestrichen. Hier sollte dieser jedoch nur dünn aufgetragen werden, um eine große Klebewulst im Inneren zu vermeiden. Nach dem Bestreichen mit dem Kleber werden die Teile zusammengesteckt. Die dabei entstehende Klebewulst wird mit einem Tuch entfernt. Der Kleber muss mindestens 24 Stunden trocknen und sollte nicht nass oder mechanisch belastet werden. Außerdem sollte das Kleben nur in gut belüfteten Räumen erfolgen, da ein Ausgasen des ungesunden Lösungsmittels während der Trocknung stattfindet.

### Schrauben

Schrauben dürfen nicht stärker als mit dem erlaubten Drehmoment angezogen werden. Dafür gibt es die oben genannten Drehmomentenschlüssel. Ohne Drehmomentenschlüssel muss gefühlvoll und keinesfalls zu stark angezogen werden.

Tabelle 5 zeigt die Anzugsmomente für Regelgewinde. Die Festigkeitsklasse einer Schraube – beispielsweise 8.8 – ist auf dem Schraubenkopf angegeben. Ist dies nicht der Fall, ist die Schraube für den Maschinen- und Stahlbau nicht zugelassen. Eine M10-Schraube der Qualität 8.8 muss mit ca. 49Nm angezogen werden. Abweichungen nach oben und unten dürfen nicht größer als 15% sein. Die in dieser Bauanleitung verwendeten Schrauben und Muttern sind mit der Qualitätsklasse 8.8 vorgesehen.

Gewindegröße	Anzugsmoment/Anzugsdrehmoment für Regelgewinde in [Nm]					
	4.6	5.6	6.8	<b>8.8</b>	10.9	12.9
Festigkeitsklasse						
M6	3,84	4,8	7,69	<b>10,25</b>	14,41	17,29
M7	5,13	6,42	10,27	<b>13,70</b>	19,25	23,1
M8	9,35	11,69	18,7	<b>24,93</b>	35,06	42,07
M10	18	23	37	<b>49</b>	70	83
M12	32	40	65	<b>86</b>	121	146
M14	52	65	104	<b>138</b>	194	233
M16	81	101	161	<b>215</b>	302	363
M18	112	139	222	<b>296</b>	417	500
M20	157	197	315	<b>420</b>	590	709

Tabelle 5 - Anzugsmoment für Regelgewinde

## Bohren

Beim Bohren ist die Drehzahl des Bohrers entscheidend. Abhängig von Material und Durchmesser des Bohrers, ist diese an der Bohrmaschine vorher einzustellen. Der entstehende Span kann dadurch sauber und gleichmäßig abgetragen werden. Tabelle 6 listet die Drehzahl für Material und Durchmesser der Bohrer auf. Die aufgelisteten Werte gelten für *High Speed Steel* (HSS) Spiralbohrer. Beim Senken mit einem Kegelsenker wird bei allen Materialien eine Drehzahl verwendet, die einem Bohrer von 20mm entspricht.

	Holz	Stahl	Aluminium	Messing	Kunststoff
Bohrer	Drehzahlgeschwindigkeiten in Umdrehung pro Minute [U/min]				
4 mm	2600	1800	4000	3000	1400
5 mm	2150	1500	3500	2600	1150
6 mm	1800	1200	3000	2200	950
7 mm	1400	100	2500	1800	750
8 mm	1100	800	2000	1450	600
10 mm	650	500	1200	900	350
12 mm	500	400	900	700	300
16 mm	300	300	580	400	220
20 mm	260	250	440	310	190
25 mm	250	240	400	300	170

Tabelle 6 - Drehzahlgeschwindigkeiten beim Bohren

### WERKSTATT für AUSBILDUNG (ca. 5 Ausbildungsplätze)

Hier haben wir eine LUXUS Werkzeugliste für eine komplett neu zu schaffende Ausbildungs- Metallwerkstatt für die Produktion vieler KUKATE-Anlagen zusammengestellt.

Bitte nicht erschrecken:

Über 90% der Kosten sind Investitionsmaterial für eine Metallwerkstatt und hält „ewig“. Nur ganz wenig davon (z.B. Farbe und Schleifpapier) wird für den Bau „verbraucht“.

Einiges Werkzeug ist für eine optimale Fertigung wünschenswert – aber nicht nötig.

Mit dieser Werkzeugausrüstung lassen sich viele OPEN-WIND KUKATE Anlagen bauen. Nur das Verbrauchsmaterial muss entsprechend ergänzt werden.

Die Menge an Gas für das Schweißen und die Menge des Schweißdrahtes beziehungsweise der ummantelten Schweißelektroden ist hier nicht aufgeführt und muss noch ermittelt werden.