

## 2 Gondel

Die Gondel der KUKATE34 setzt sich aus dem Rotor [2.1], dem Gondelgestell [2.2] und dem Kurbeltrieb [2.3] zusammen.

### 2.1 Rotor

Der exzellent konstruierte und aerodynamisch genial arbeitende Rotor der KUKATE34 ist eine Innovation.

Er ist ein universaler Antrieb für viele Anwendungen, sehr effizient und extrem einfach zu bauen und zu variieren.

Er hält aus dem Wind gedreht Böen bis 60m/s aus.

Aerodynamisch ist er nicht auf eine gute Laminare und stetige Windströmung angewiesen, sondern er arbeitet auch bei Turbulenzen und Böen zuverlässig.

Wegen des hohen Anfangsdrehmomentes startet er schon bei moderaten Windgeschwindigkeiten.

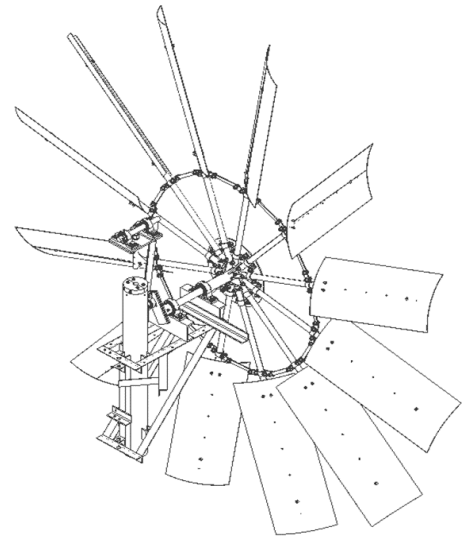
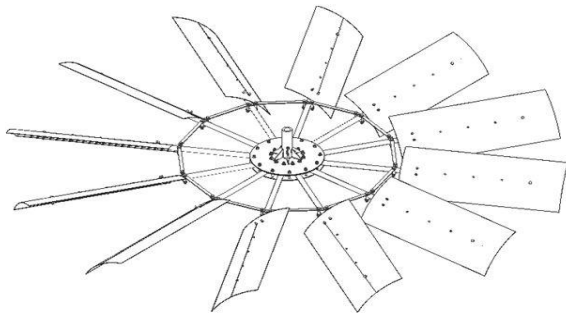


Abbildung 20 – Gondel mit Rotor gesamt

Sollten die Flügel – aus welchen Gründen auch immer – beschädigt sein, kann man sie in kürzester Zeit reparieren oder sogar neu bauen.

Der Rotor besteht aus zwei Metallscheiben im Zentrum, einem Ring, Flügeln aus Blech und Wasserleitungsrohren als Holme. Er ist komplett verschraubt.

### 2.2 Gondelgestell

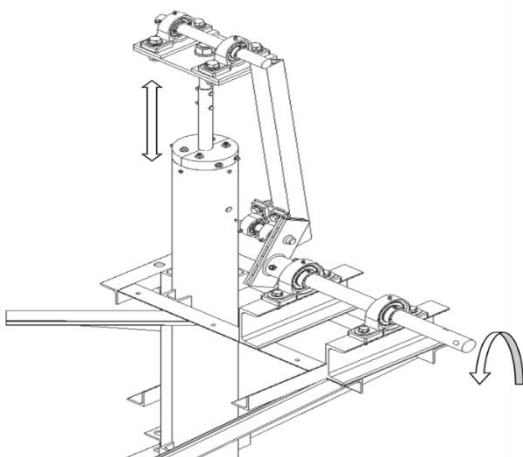
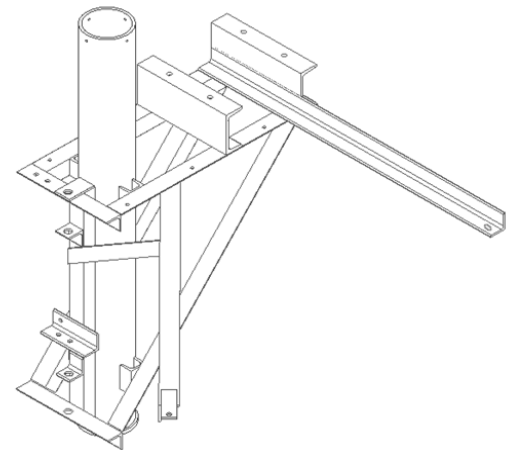
Die Gondel wird aus U- und L-Profilen, Flacheisen und einem zentralen Rohr aus Stahl geschweißt.

An das Gondelgestell wird eine Hälfte des Steuerfahnscharniers geschweißt und die Halterung für die Seitenfahne angebracht.

Die Kunst beim Bau des Gondelgestänges ist es, alle Teile entweder genau parallel oder genau rechtwinklig und an den richtigen Stellen des Rohres zu positionieren.

Das Rohr des Gondelgestells hat unten ein Drucklager und innen zwei Laufflächen für groß dimensionierte radiale Gleitlager.

Die auf dem Rohr und unter dem Rohr installierten Lager aus Hartholz führen die Kolbenstange. Sie können leicht ausgewechselt werden.



### 2.3 Kurbeltrieb

Zwei überall auf der Welt lieferbare Stehlager ermöglichen die Rotation der Welle, und vier verwandeln die Rotationsbewegung der Welle in die Auf- und Abbewegung der Kolbenstange.

Diese preiswerten Lager sind überdimensioniert und halten deshalb viele Jahre lang.

## 2.1 Rotor

### Die erforderliche Pumpleistung

Der Rotor der KUKATE23 konvertiert die Windleistung in die Leistung der Rotorwelle. Durch die unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten (Wind) an Vorder- und Rückseiten der Flügel entsteht ein Druckunterschied. Deshalb dreht sich der Rotor. Der Rotordurchmesser von 3,4m bei unserem OPEN WINDMILL - Konzept wurde nach der gewünschten Pumpleistung dimensioniert:

Wir wollen einen Liter Wasser pro Sekunde aus einer Tiefe von 10 m pumpen. Das sind über 86.000 Liter pro Tag. Dafür brauchen wir eine Pumpleistung von 100 Watt. Um diese Pumpleistung sicher zu garantieren, rechnen wir mit einem kleinen Wirkungsgrad von nur 20%. Darum brauchen wir 500W Antriebsleistung an der Welle. 500W erfordern eine Rotorfläche von  $6,6\text{m}^2$ . Diese Fläche hat ein Rotor mit einem Durchmesser von 3,4m. Wir erreichen diese 500W Rotorwellenleistung bei einer Windgeschwindigkeit von ca. 6-7m/s.

### Die Rotorkonstruktion

Die Bleche für die Flügel können aus 1,5 -2mm dickem Stahlblech oder aus Aluminiumblech mit 2-3mm Dicke sein. Die Rohre für die Holme für die Flügel sollen 33,7mm Außendurchmesser haben. Die Wandstärke der Rohre soll mindestens 4mm sein.

Die gebogenen Flügelbleche werden auf die Holme geschraubt. Um Spaltkorrosion zu vermeiden, wird vor dem Verschrauben ein Strang Silicon, Sikaflex oder ein anders elastisches Dichtmittel genau auf die Lochlinie aufgetragen. Vorher müssen Rohrholm und Rotorfläche entfettet werden!

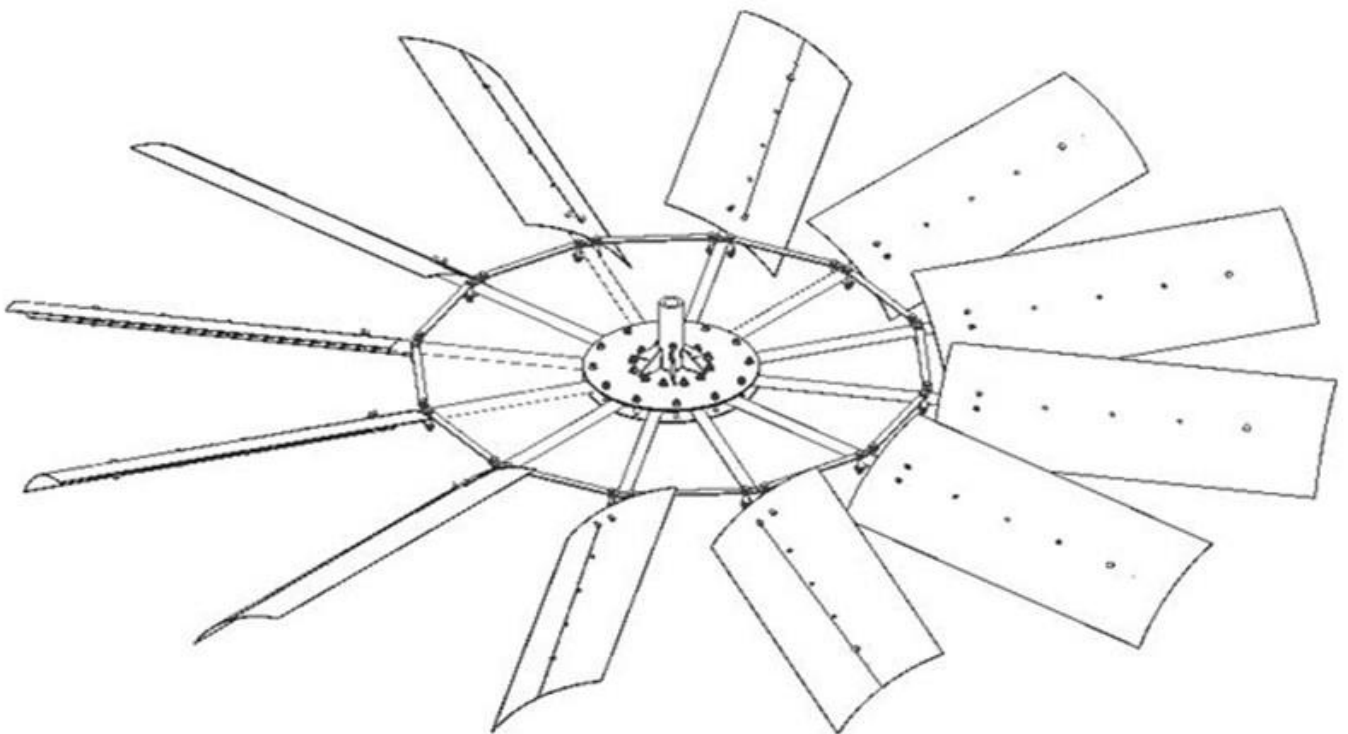


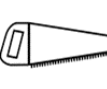
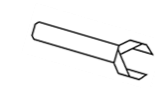
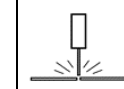

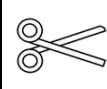





Abbildung 21 - Rotor gesamt

## Werkzeuge

									
	12; 11	Metall	SW 13; 16; 18		90°	Blech			

Material		Material	Bezeichnung	Norm	Maße	Menge	Material
Pos		Rohmaterial					
2.1	-1	R - 13	Platte	DIN EN 10051	450x450x10mm	1	S235
	-2	R-13	Platte	DIN EN 10051	450x450x4mm	1	S235
	-3	R - 14	Flach	DIN EN 10058	100x40x6mm	6	S235
	-4	R - 15	Rohr	DIN EN 10220-1	33,7x4x1500mm	12	S235
	-5	R - 16	Blech	EN 10051	1000x370x2mm	12	S235
	-6	R - 17	Flach	DIN EN 10058	330x20x5mm	12	S235
	-7	R - 18	Rohr	DIN EN 10220-1	60,3x10x224mm	1	S235
	-8	R - 17	Flach	DIN EN 10058	70x20x5mm	24	S235
	-9	R - 19	Rohr		16x20x1,5mm	24	Aluminium
	-10		Sechskantschraube	ISO 4017	M10x65-8.8	36	
	-11		Sechskantmutter	ISO 4034	M10-8.8	48	
	-12		Unterlegscheibe	ISO 7089	10	62	
	-13		Sechskantschraube	ISO 4017	M12x65-8.8	12	
	-14		Unterlegscheibe	ISO 7089	12	24	
	-15		Sechskantschrauben	DIN EN ISO 7040	M6 x 45-8.8	36	
	-16		Sechskantmutter für Position 2.1-17	DIN EN ISO 7040	M6	36	
	-17		Sechskantschraube	ISO 7380	M10x50-8.8	12	
	-18		Sechskantmutter, Klemmteil	DIN EN ISO 7040	M12-8.8	14	
	-19		Rundstahlbügel	DIN 3570	M8	12	
	-20		Sechskantmutter	ISO 4034	M8-8.8	24	
	-21		Sechskantschraube	ISO 4017	M12x80-8.8	2	

Tabelle 12 - Stückliste 2.1 Rotor

### Bemerkung:

Die Stahlrohre für die Flügelholme [2.1-3] können auch 1Zoll EN 10255-H S 235 (DIN 2441), EN 10219 S 235 JR, EN 10210 oder DIN2448 sein. Wichtig für den KUKATE34 Rotorholm aus Stahl sind die Maße **33,7mm Außen Durchmesser und 4mm Wandstärke.**

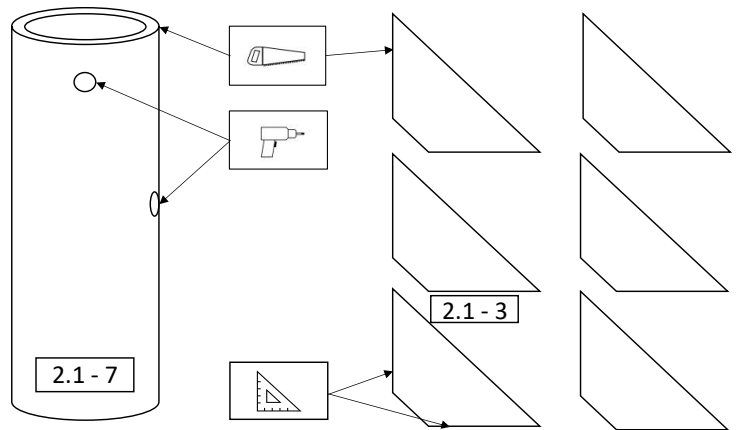
## Konstruktion

### 1. Verstärkungsbleche

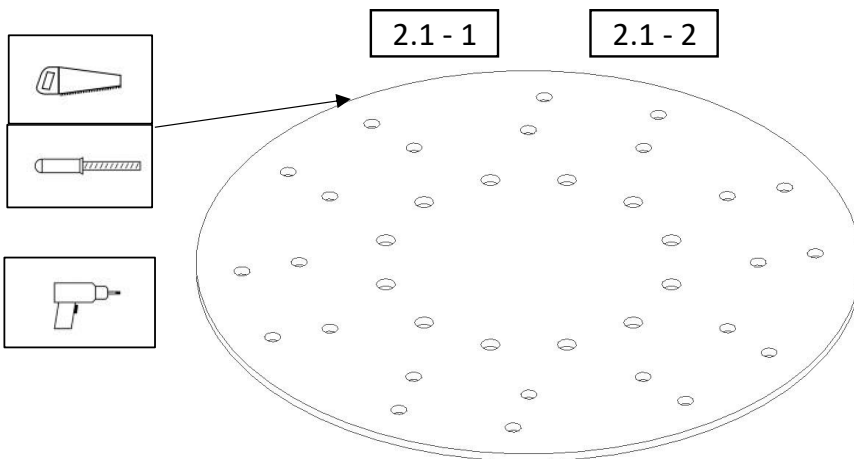
Zuerst wird das Rohr [2.1-7], welches die Verbindung zur Welle ist, auf Maß gesägt und die Löcher mit einem  $\varnothing 12\text{mm}$  Bohrer gebohrt.

**Welle [2.3.1-4] und Nabenrohr [2.1.-7] und Exzenterrohr [2.3.1-2] müssen jeweils gleichzeitig gebohrt werden!** Dabei ist darauf zu achten, dass die Löcher einen Versatz von  $90^\circ$  zueinander haben

Ebenso werden die 6 Bleche [2.1-3] gesägt und entgratet. Dabei ist darauf zu achten, dass die gekennzeichneten Flächen einen  $90^\circ$  Winkel aufweisen.



### 2. Platten für die Rotornabe aussägen, entgraten und bohren.



Die 10mm dicke Platte [2.1-1] wird zuerst rund ausgesägt und gefeilt. Im Anschluss werden die Bohrungen für die Klemmung mit einem  $\varnothing 11\text{mm}$  Bohrer und die Löcher für die Flügelrohre mit einem  $\varnothing 13\text{mm}$  Bohrer gebohrt. Dabei ist die Anordnung der Bohrungen einzuhalten.

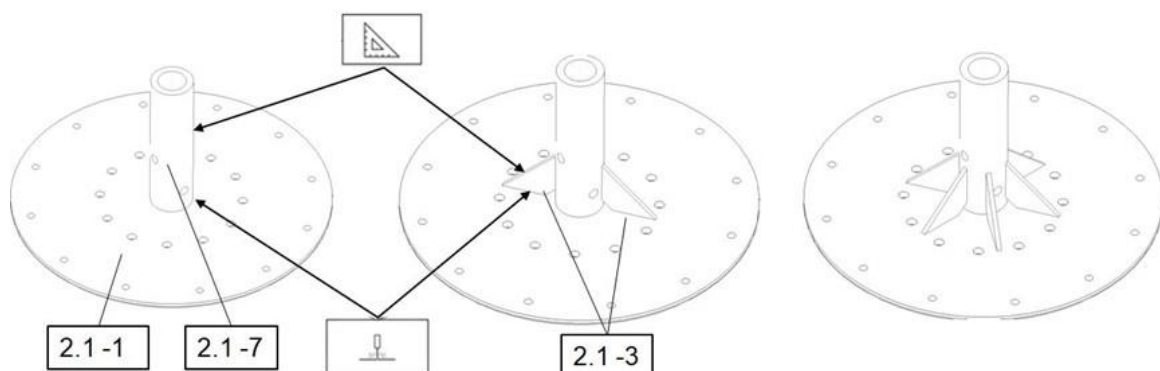
Im zweiten Arbeitsschritt wird die Klemmplatte [2.1-2] hergestellt. Für diesen Schritt wird die dünnere Platte auf dieselben Maße wie das Bauteil [2.1-1] gesägt. Das Lochbild muss dem

der Platte [2.1-1] entsprechen. Die Platte [2.1-1] als Schablone für die Platte [2.1-2] ist eine Möglichkeit.

**Position und Größe der Löcher müssen identisch sein.**

### 3. Rotornabe verschweißen

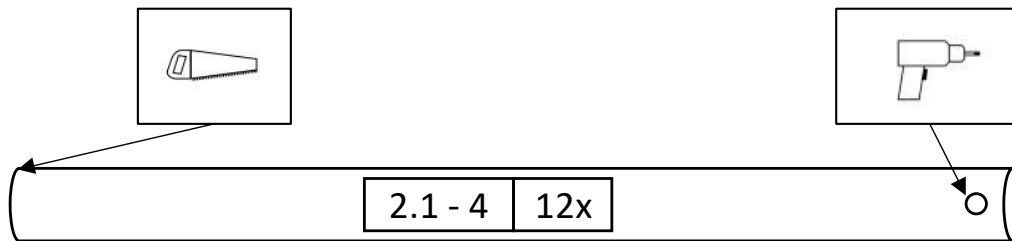
Im nächsten Schritt wird die Platte [2.1-1] mit dem Rohr [2.1-7] und dem Flacheisen [2.1-3] verschweißt. Dazu wird das Rohr zunächst mittig platziert und in kleinen Abschnitten festgeschweißt. Wichtig hierbei ist, dass das Rohr **exakt  $90^\circ$  zur Platte aufweist**. Danach werden die Flacheisen angeschweißt. Dabei ist darauf zu achten, dass immer die **gegenüberliegenden Seiten** geschweißt werden. Somit bleibt das Rohr mittig und ein sauberer Rundlauf des Rotors ist gewährleistet. Beim Schweißen der Nähte ist dringend zu beachten, dass diese in **kurzen Intervallen** geschweißt und immer wieder abgekühlt werden. Andernfalls kann sich die Konstruktion verziehen. Abweichend zu allen anderen Schweißnähten der Anlage, sind die Schweißnähte der Nabe mit den Abmaßen  $2,5 \times 2,5\text{mm}$  zu schweißen (siehe Zeichnung).



#### 4. Rohrholme sägen und anzeichnen

Als Nächstes werden die 12 Rohre [2.1-4] zugeschnitten. Dann zeichnet man eine Linie parallel zur Mittellinie außen auf das Rohr [2.1-4].

**Achtung:** Das oben gezeigte 13mm-Loch rechts im Rohr für die Verschraubung der Flügelholme mit den Nabenplatten wird erst später gebohrt.



#### 5. Rotorbleche zuschneiden, anzeichnen und biegen

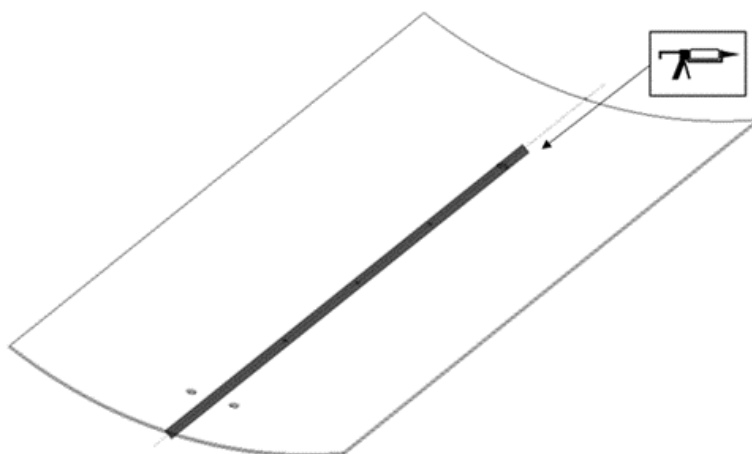
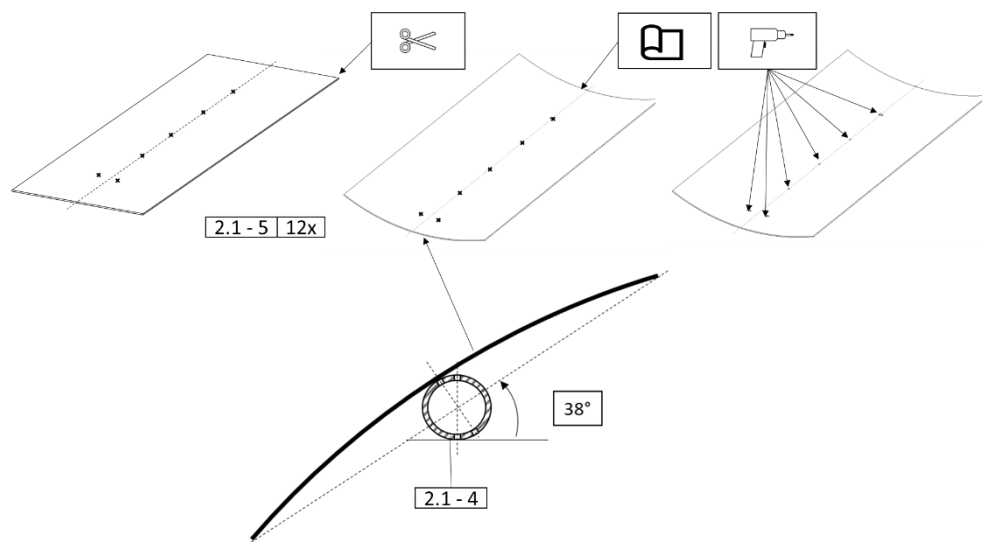
Im nächsten Schritt werden die Flügel [2.1-4] auf Maß geschnitten. Die Bohrungen werden vorerst nur markiert. Jetzt werden die Flächen gebogen (siehe technische Zeichnung 2.1-4Blech 1000x370x2). Die Durchbiege-Höhe sollte zwischen 36mm und 40mm liegen.

Rohrholm und Bleche zusammen bohren und paarweise kennzeichnen

3. Achtung: Das 13mm-Loch im Rohr für die Verschraubung der Flügelholme mit den Nabenplatten wird erst später gebohrt.

Jetzt bohrt man das äußere 11mm Loch im Abstand von 80mm vom Rohrende ZUSAMMEN mit dem Blechprofil [2.1-5] durch den Rohrholm. Anschließend werden die anderen 6mm-Löcher zum Verschrauben des Bleches mit dem Holm GLEICHZEITIG mit dem Blechprofil durch den Holm [2.1-3] GANZ durchgebohrt.

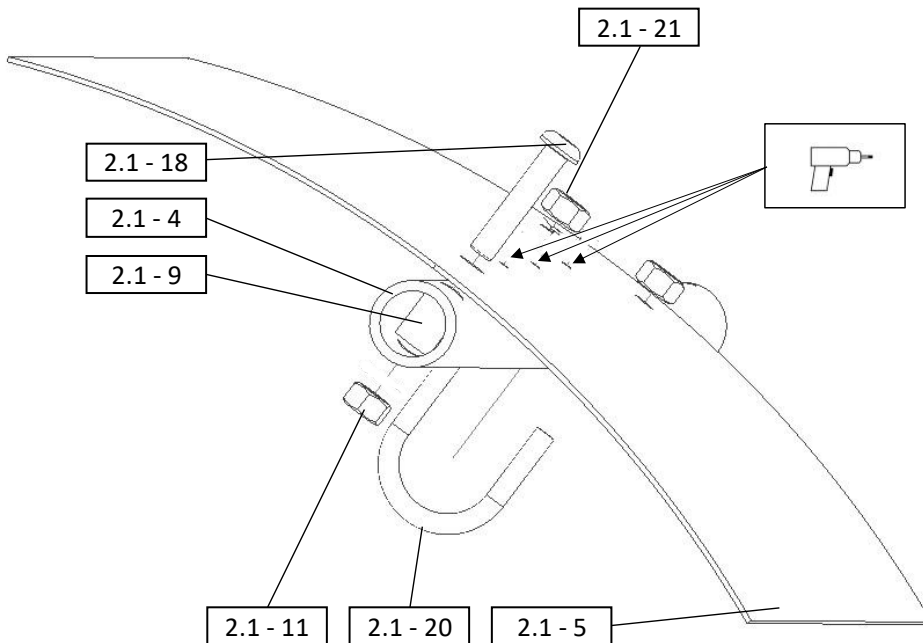
Man muss nach dem Bohren die zusammengehörenden Paare aus Holm und Profil paarweise kennzeichnen, damit man sie beim Verschrauben später nicht verwechselt!!



#### 6. Rohrholme und Blechprofile verschrauben

Jetzt werden die Holme und Profile sorgfältig entfettet.

Dann appliziert man einen Strang eines elastischen Dichtungsmittels (Sicaflex oder wetterbeständiges Silicon) genau auf die Bohrungslinie bis zum Profilende. Nun verschraubt man die Flügelprofile mit dem Holm.

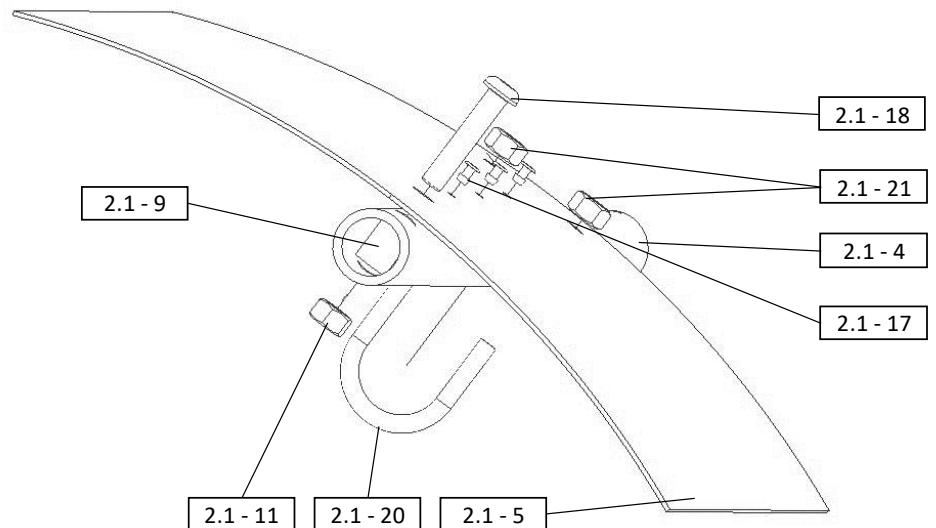


### 7. Loch für den richtigen Anstellwinkel anzeichnen und bohren

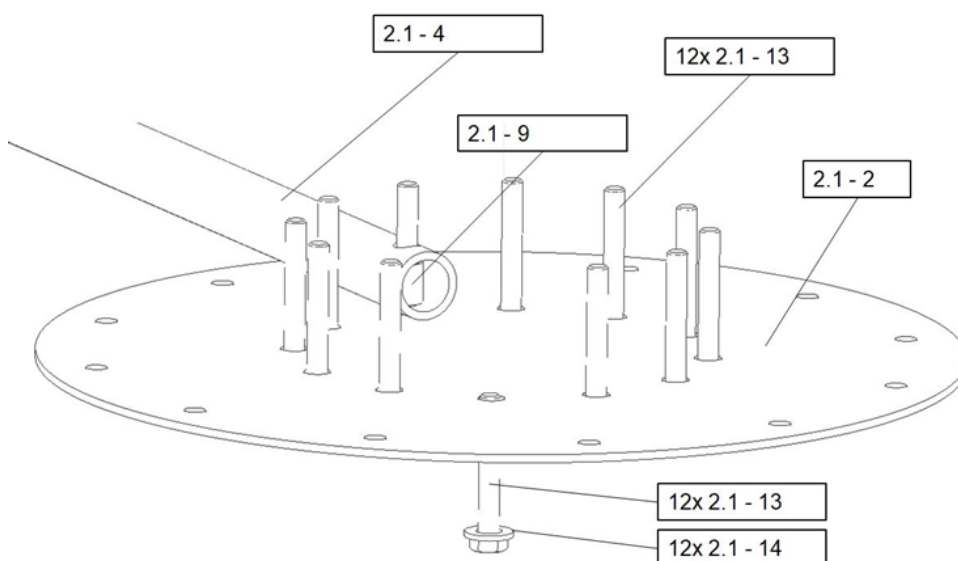
Mit einer Winkelschablone von 38 Grad aus Pappe, Holz oder Blech richtet man die Flügelsehne mit 38° zur Ebene der „Rotorfläche“ aus und bohrt nun das 13mm Loch 20mm vom inneren Ende des Holms entfernt gebohrt. Durch dieses Loch wird der Flügel zwischen den Platten der Nabe verschraubt.

### 8. Loch für den richtigen Anstellwinkel anzeichnen und bohren

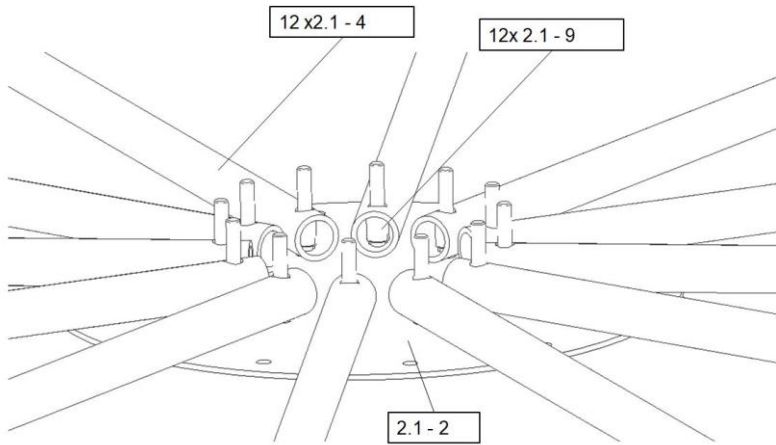
Mit einer Winkelschablone von 38 Grad aus Pappe, Holz oder Blech richtet man die Flügelsehne mit 38° zur Ebene der „Rotorfläche“ aus und bohrt nun das 13mm Loch 20mm vom inneren Ende des Holms entfernt gebohrt. Durch dieses Loch wird der Flügel zwischen den Platten der Nabe verschraubt.



### Montage des Rotors



9. Im nächsten Schritt wird die dünnere vordere Platte [2.1 – 2] zunächst mit allen 12 M12 Schrauben [2.1 – 13] mit Unterlegscheibe [2.1 – 14] versehen. Die Schrauben werden von unten in die Platte gesteckt und die Platte plan auf den Boden gelegt.

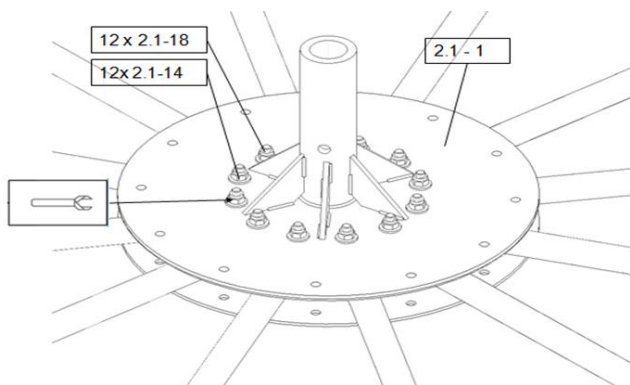
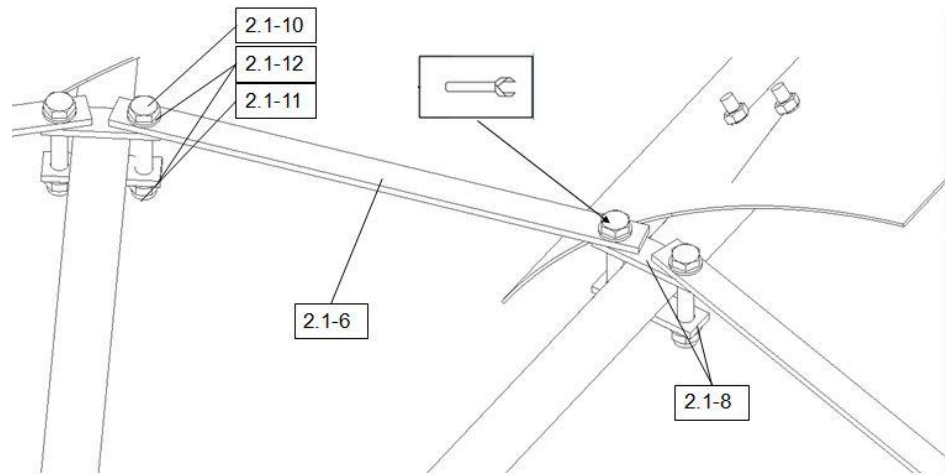


## 10. Positionieren der Holmverschraubung mit Abstandshülsen.

Die 12 Flügelholme [2.1 – 4] werden von oben auf die 4mm-Nabe gelegt, so dass die Schrauben [2.1 – 13] durch die Löcher im Holm zeigen. Die Bleche der Holme zeigen dabei nach oben. Innerhalb des Rohres wird wieder die Aluminiumhülse [2.1 – 9] eingesetzt.

## 11. Montage des Umfangringes

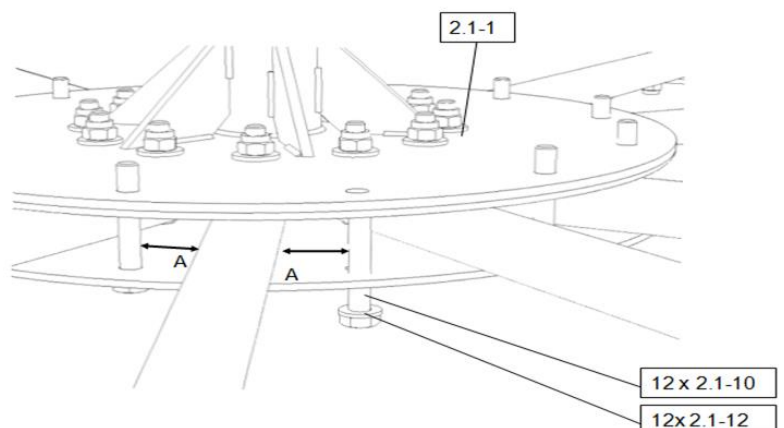
Nachdem die Flügel auf dem Flansch liegen, wird der äußere Ring montiert. Es wird bei einem Flügel begonnen und zuerst eine Schraube durch das Flacheisen [2.1 -6] gesteckt und dann durch ein Flacheisen [2.1 -8] oberhalb des Rohrholmes und dann unterhalb des Rohrholmes. Diese Verschraubung muss nun leicht festgezogen werden. Dieser Arbeitsschritt muss nun um den kompletten Rotor durchgeführt werden, bis sich der Ring geschlossen ist. Danach wird der Ring so ausgerichtet, dass er überall denselben Abstand zum Mittelpunkt hat. Dann werden die Schrauben [2.1 -10] fest angezogen.



## 12. Zusammenbau mit der Rotornabe

Nachdem der äußere Ring fest verschraubt ist, kann der vormontierte Flansch auf die Schrauben gesetzt werden. Die Schrauben werden danach mit einer Unterlegscheibe und der M12-Mutter leicht verschraubt

13. Nachdem die Flansche vorverschraubt sind, müssen die M10-Schrauben von unten in die Flansche gesteckt werden. Die M10 Schrauben [2.1 -10] werden mit Unterlegscheiben [2.1 – 12] verwendet. Die Holme für die Flügel werden jetzt so ausgerichtet, dass der Abstand zwischen den Holmen und den M10-Schrauben gleich groß ist.

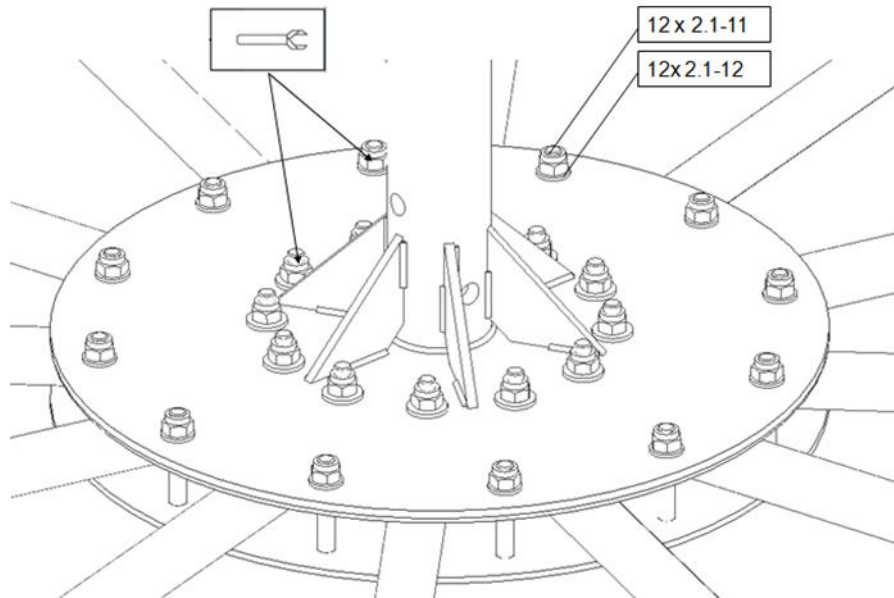


#### 14. Endkontrolle der Rotormontage und Sicherung der Schraubverbindungen

Im letzten Schritt wird der Rotor komplett verschraubt. Sind die Flügel richtig ausgerichtet, werden zunächst die M10- Schrauben festgezogen. Diese klemmen die Flügel in Position. Durch das Festziehen der M12-Schrauben wird die Positionierung noch einmal verbessert. Es ist sinnvoll, die Schrauben über Kreuz anzuziehen, um so den Verzug der Platten zu verringern.

**Zum Schluss ist der Rotor genau ausgerichtet.** Alle Schrauben sind angezogen. Es ist gut, wenn man sie mit einem Tropfen Farbe, Loctite, Sikaflex oder einem anderen geeigneten Klebstoff sichert.

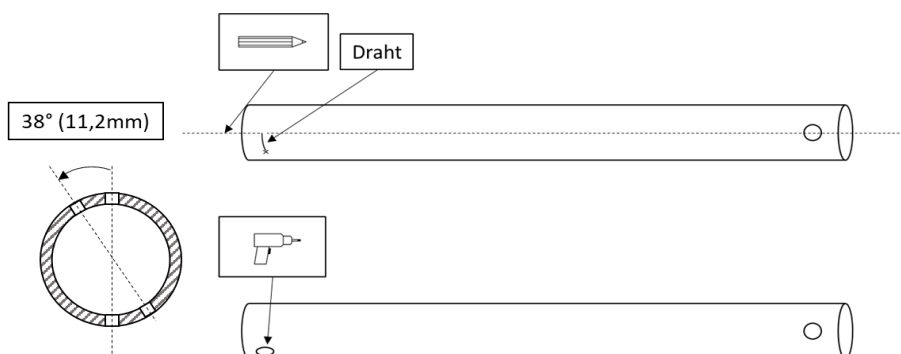
Der Rotor mit seiner Nabe ist nun fertig für die Endmontage.



#### Alternativ: Hier eine zweite Möglichkeit, die Bohrungen des Rotorholmes [2.1-4] richtig auszurichten.

Da die Flügel einen Anstellwinkel von  $38^\circ$  haben, müssen die restlichen Bohrungen diesen Versatz aufweisen. Dazu kann man einen am Rohrumfang anliegenden Draht zum Messen benutzen, der auf 11,2mm Länge geschnitten wird. Bei einem Durchmesser von 33,7mm ergibt das durch die Kreisumfangsformel  $U = \pi \cdot D$  ein Umfang von 105,87mm. Teilt man diesen Umfang durch  $360^\circ$ , ergibt das eine Länge von 0,29mm pro Grad. Nun muss das Ergebnis noch mit 38 multipliziert werden und man erhält die Umfangslänge von 11,2mm, um die das Rohr gedreht werden muss.

Damit kann die Bohrung am anderen Ende des Rohres angezeichnet werden. Zum Anzeichnen zieht man auf dem Rohr eine Linie genau mittig von der Mitte des 13mm Loches bis zum Punkt, an der die zweite Bohrung erfolgen soll. An diese Linie legt man den an die Rohrkontur gebogenen Draht von 11,2mm Länge und kann dann dort kornen und bohren.)





## 2.2 Gondelgestell

Das Gondelgestell der OPEN WIND KUKATE ist das zentrale Bauteil, an das die anderen Bauteile Rotorlager, Steuer- und Seitenfahne und Regelgewichtsarme montiert werden.

Die Konstruktion ist einfach. Sie besteht aus dem zentralen Rohr mit seinen Lagerflächen, Winkelprofilen und U-Profilen. Der Innendurchmesser beträgt  $(139,7\text{mm} - 2 \times 8\text{mm Wandstärke}) = 123,7\text{mm}$ . Die aufrecht gestellten 120mm U-Profile [2.2.1-2] wurden gewählt, um dem Exzenter genug Platz zum Drehen zu bieten. Auf ihnen sind die Stehlager für die Welle, auf die der Rotor und der Kurbeltrieb gesteckt werden

Die Profile werden miteinander verschweißt. Um das Gestell richtig am Außenrohr zu positionieren, werden noch U-Profile eingefügt, die direkt am Rohr anliegen und angeschweißt werden. Zusätzliche Profilstücke hinten werden benötigt, um das Scharnier für die Steuerfahne befestigen zu können. Die Seitenfahne wird mithilfe von Blechen an der Seite angeschraubt. Es muss ein Drehen der beiden Seitenfahnencharnierbolzen in den Befestigungswinkeln der Gondel verhindert werden. Die Bolzen sollen sich in den Lagerhülsen drehen

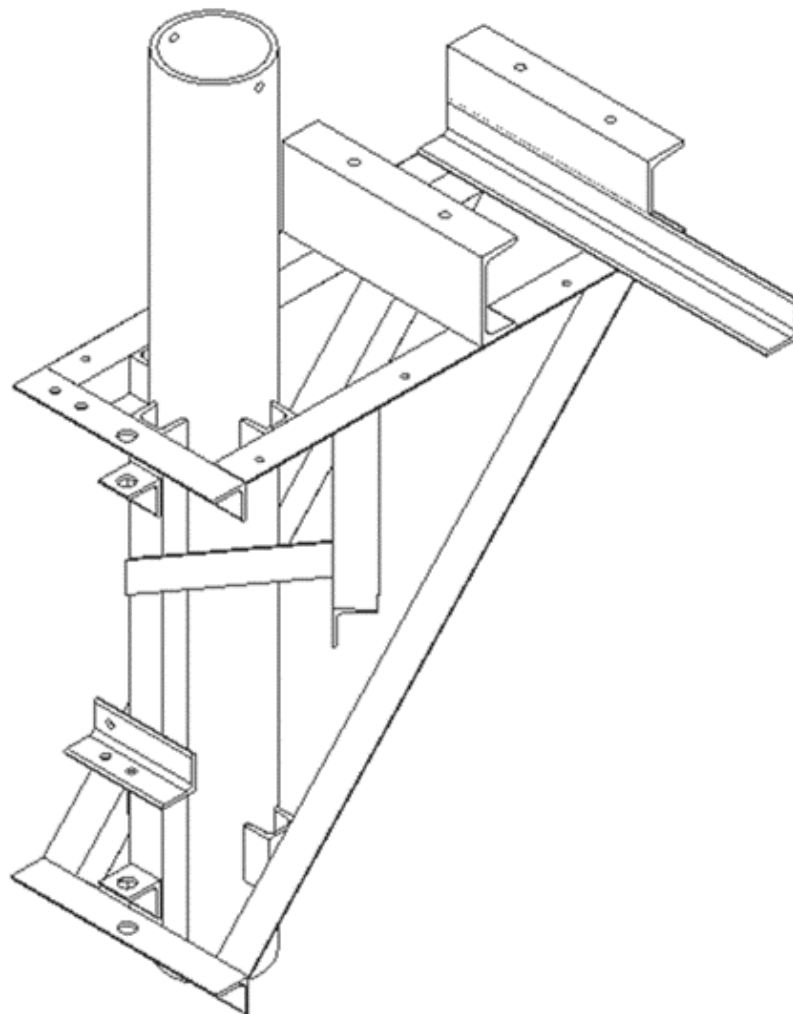

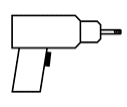

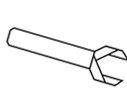
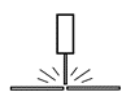
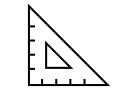


Abbildung 22 - Gondelgestell

## 2.2.1 Gestell

### Werkzeug

					
	11;12;22	Metall	SW 18		90°

### Materialien

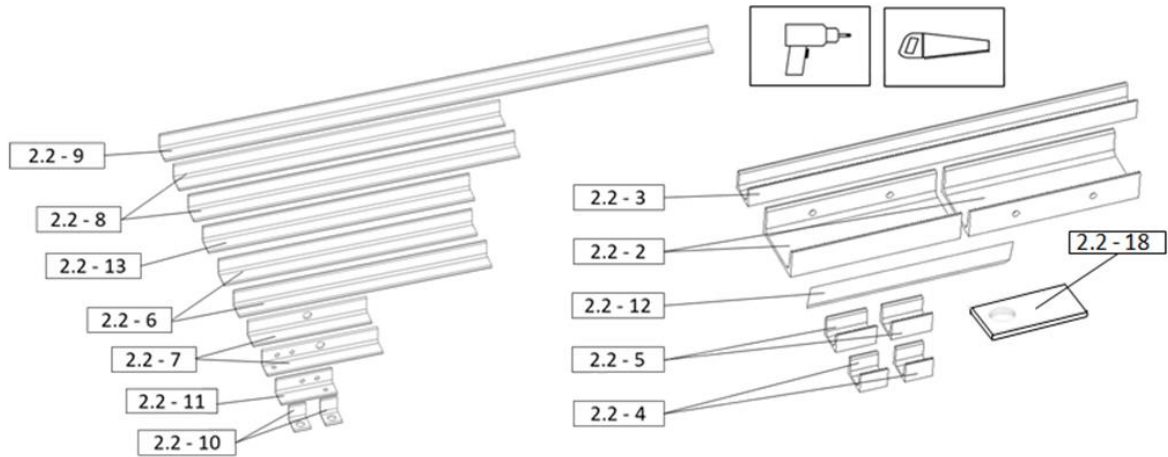
Pos	ohmaterial	Bezeichnung	Norm	Maße	Menge	Material	
2.2	-1	R - 24	Rohr	DIN2448/1629, DIN EN 10220-1 / 10210 / 10216 / 10297-1	139,7 x (8 x 7,1)* 1200mm	1	S235
	-2	R - 20	U-Profil	EN1026	U120x309mm	2	S235
	-3	R - 21	U-Profil	EN1026	U50x705mm	1	S235
	-4	R - 21	U-Profil	EN1026	U50x50mm	2	S235
	-5	R - 21	U-Profil	EN1026	U50x74mm	2	S235
	-6	R - 22	L-Profil	DIN EN 10056-1	50x50x5x674mm	2	S235
	-7	R - 22	L-Profil	DIN EN 10056-1	50x50x5x309mm	2	S235
	-8	R - 22	L-Profil	DIN EN 10056-1	50x50x5x869mm	2	S235
	-9	R - 22	L-Profil	DIN EN 10056-1	50x50x5x1000mm	1	S235
	10	R - 22	L-Profil	DIN EN 10056-1	50x50x5x45mm	2	S235
	11	R - 22	L-Profil	DIN EN 10056-1	50x50x5x150mm	1	S235
	12	R - 23	Flach	DIN EN 10058	40x5x368mm	1	S235
	13	R - 22	L-Profil	DIN EN 10056-1	50x50x5x800mm	1	S235
	14		Stehlager	UCP208		2	S235
	15		Kegelschmiernippen	DIN 71412	AM6	2	S235
	16		Sechskantschraube	ISO 4017	M12x50-8.8	4	
	17		Unterlegscheibe	ISO 7089	12	8	
	18	R - 13	Flach	DIN EN 10058	60x50x95mm	1	S235

\* Bei einem Gondelgestellrohr von 139,7 x 8mm muss 4mm Messingblech für die Gleitlagerhülsen eingesetzt werden, bei einem Gondelgestellrohr von 139,7 x 7,1mm kann das Messingblech 5mm dick sein. Das Blech kann auch aus Bronze oder Rotguss sein.

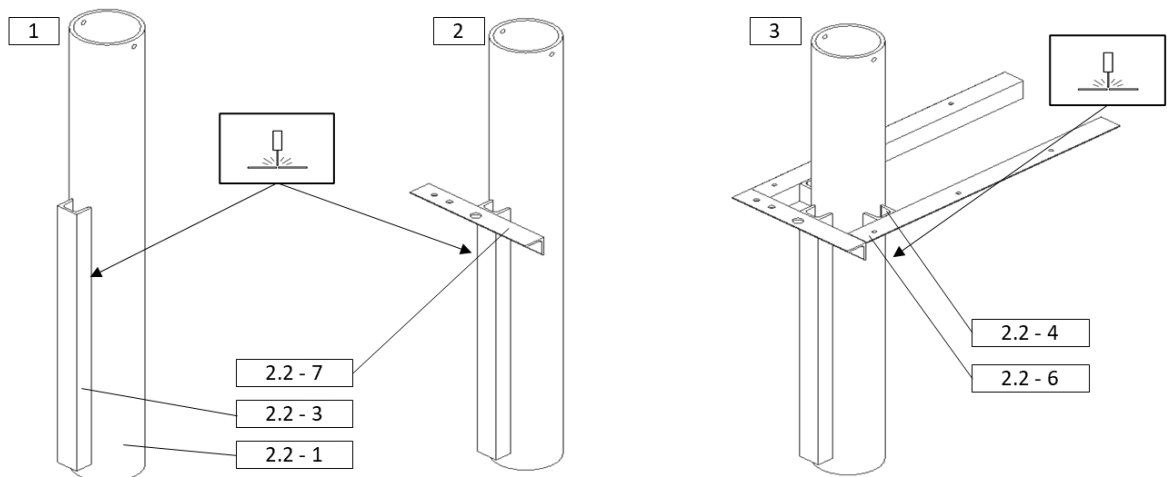
Tabelle 13 - Stückliste 2.2.1 Gondelgestell

## Konstruktion

1. Zuerst müssen die Materialien auf Maß gebracht und mit den dazugehörigen Bohrungen versehen werden.

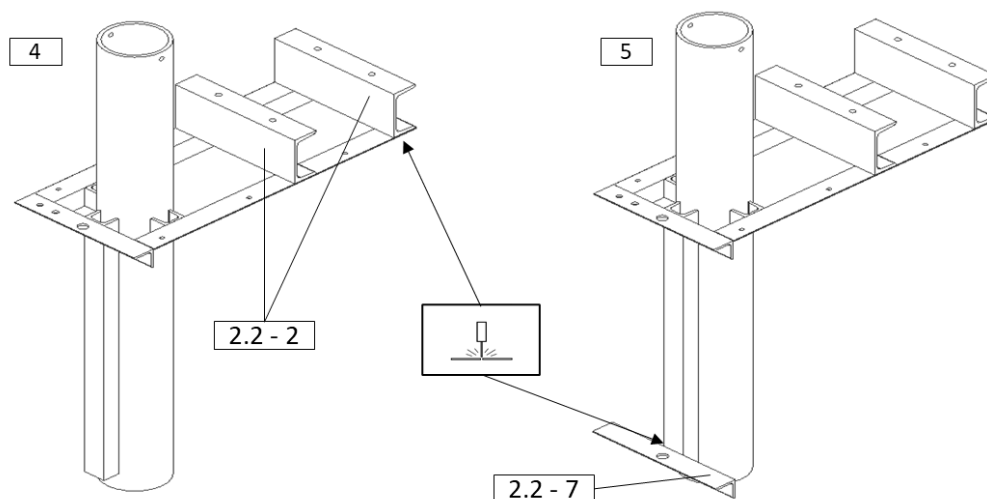


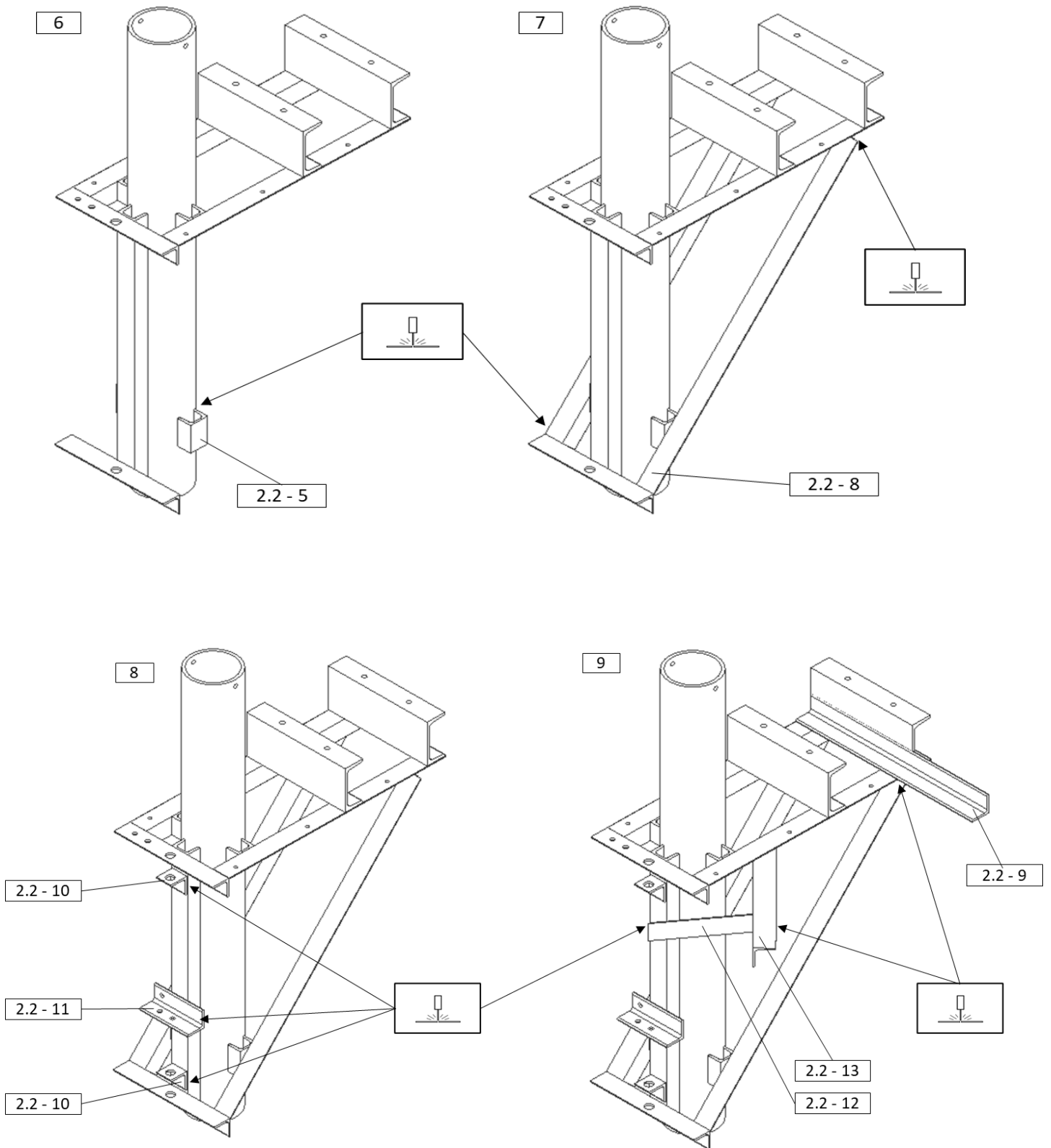
2. Jetzt wird das Gondelgestell geheftet und dann zusammengeschweißt. Die folgenden Abbildungen zeigen die Reihenfolge des Zusammenbaus. Mit Hilfe von Winkeln zum Einhalten der 90 Gradverbindungen und Schraubzwingen werden die **Bauteile sorgfältig ausgerichtet**.



Von der Ausrichtung dieser Teile hängt später ab, ob die Anlage gut justiert ist. Hier muss sehr sorgfältig gearbeitet werden. Wenn die Abstände und Bohrungen nicht genau stimmen, hängt später zum Beispiel die Seitenfahne schief [2.2-7 / 2.2-11]!

Wenn die L-Profile [2.2-6] nicht **genau senkrecht zum Rohr** stehen, läuft der Rotor schief.





### Verstärkung der Scharnierbefestigung

Auf das obere Gondelgestellwinkelprofil 2.2-7 und das U-Profil 2.2-3 wird bis zum Anschlag an das Gondelgestellrohr 2.2-1 ein Flacheisen [2.2-18] geschweißt und mit der 20er Bohrung für den scharnierbolzen versehen (Verstärkung des Winkeleisens wegen der hohen Zugkraft durch die Steuerfahne).

## 2.2.2 Holzlagerdeckel

Der Holzlagerdeckel wird mit dem oberen Ende des Gondelgestells verschraubt. Dieser dient nicht nur zum Schutz vor Wasser, sondern gleichzeitig auch als Lagerführung für das Gestänge, das zwischen der Zapfenverbindung und dem Kolben der Pumpe liegt.

Die lange Kolbenstange wird durch diese Holzlager zentriert. Die Kolbenstange aus Aluminium hat einen Durchmesser von 40mm. Die Lagerbohrungen in den Holzlagern sollten mit einem 41mm oder 42mm Bohrer gebohrt werden. Wichtig ist ein verschleißfestes Hartholze.

Mit Leinöl, Olivenöl oder einem anderen Öl kann man die Holzlager schmieren. Dann halten sie länger als ohne Öl.

Eine Abnutzung der Lager ist fest eingeplant. Wenn das Lager Spiel zu groß ist, muss das Lager ausgewechselt werden.

Das funktioniert sehr einfach. Die Kolbenstange muss dafür nicht ausgebaut werden.

Die Lagerteile müssen vor dem Bohren zusammengespannt und gleichzeitig gebohrt werden.

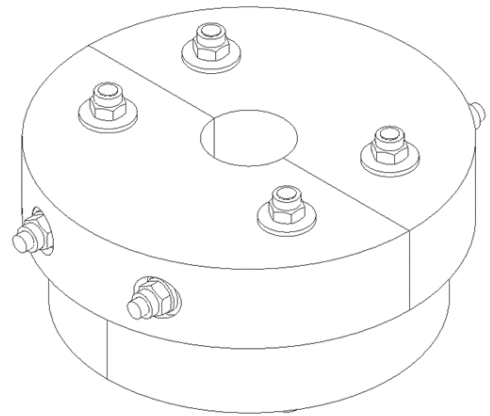


Abbildung 23 – Holzlagerdeckel gesamt

### Werkzeuge

	6,6; 30	Metall	SW 10	

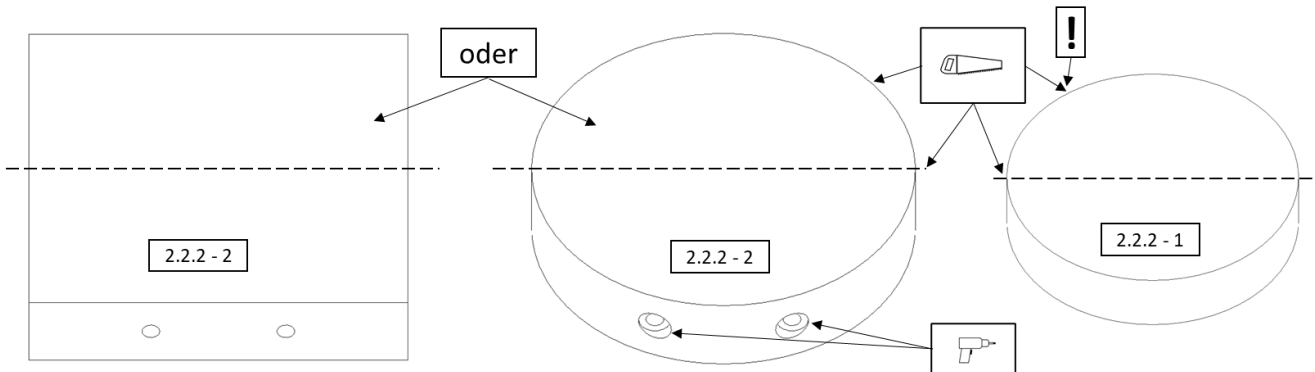
### Materialien

Pos	Rohmaterial	Bezeichnung	Norm	Maße	Menge	Material
2.2.2 -1		Holzlager		123x30mm	2	Hartholz
-2		Holzdeckel		140x30mm	2	Hartholz
-3	R - 27	Gewindestange	DIN 976 - A2	M6x150	2	
-4	R - 27	Gewindestange	DIN 976 - A2	M6x80	4	
-5		Unterlegscheibe	ISO 7089	6	4	
-6		Karoseriescheibe	DIN 9021 - A2	6	8	
-7		Sechskantmutter, Klemmteil	DIN EN ISO 7040	M6-8.8	12	
-8		Holzschraube	DIN 571	5x30mm	4	

Tabelle 14 - Stückliste 2.2.2 Holzlagerdeckel

## Konstruktion

- Die Holzlager sind in eine obere und untere Hälfte geteilt. Das ist wichtig, da Holz durch die Maserung nicht ein homogener Werkstoff ist. Der Verschleiß soll symmetrisch sein. Deshalb werden die Maserungen von Deckel und zweitem Teil um 90 Grad versetzt angeordnet.  
Der Holzdeckel [2.2.2-2] wird zuerst auf das Außenmaß gesägt und gefeilt. In der Abbildung wurde eine runde Form gewählt.



Der Deckel kann auch eine quadratische Form annehmen.

Im Anschluss werden die beiden seitlichen Durchgangsbohrungen gebohrt.

Zuletzt wird der Deckel in der Mitte durchgesägt. Dieses sorgt für einen einfachen Ein- und Ausbau.

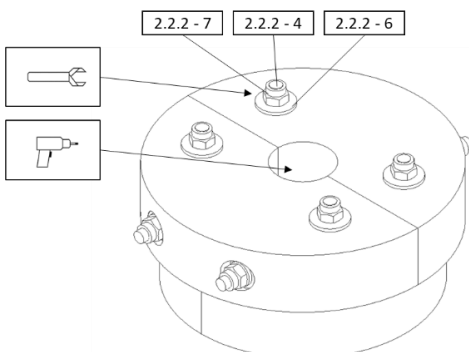
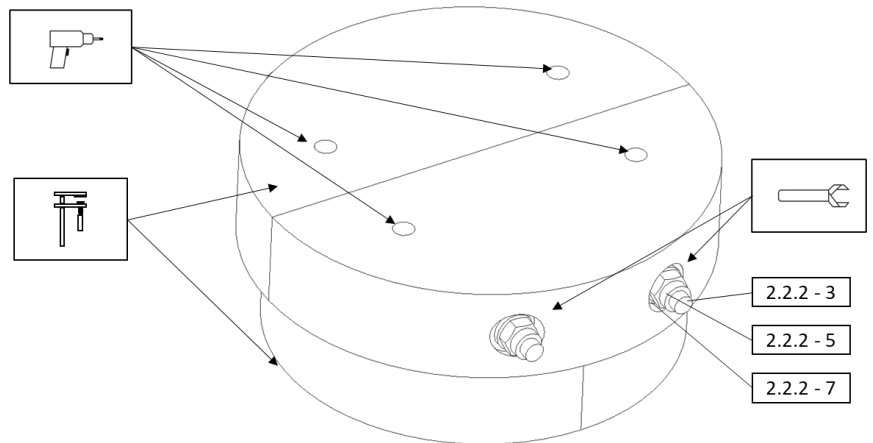
Beim unteren Teil des Holzlagers [2.2.2-1] ist die runde Form erforderlich, da diese später in das Rohr [2.2.1-1] des Gondelgestells gesteckt und verschraubt wird.

Beim Aussägen der Holzlagerteile ist wichtig, dass der Außendurchmesser größer gewählt wird als auf der technischen Zeichnung angegeben. Da das anschließende Teilen des Lagers einen Verschnitt durch die Säge mit sich führt, muss der Durchmesser entsprechend größer ausgesägt werden.

Nachdem das Holzlager in der Mitte durchgesägt wurde, kann dieses auf Maß gefeilt werden. Dabei kann das Rohr [2.2.1-1] als Schablone dienen.

- Zuerst wird der Holzdeckel [2.2.2-2] zusammengesraubt. Danach wird das Holzlager [2.2.2-1] am Deckel fixiert. Dazu können Schraubzwingen verwendet werden. Im Anschluss werden die angezeigten Bohrungen gebohrt.

Als letztes wird das mittige große Loch für die Kolbenstange in zusammengebautem Zustand gebohrt. So erhält man eine versatzfreie Bohrung, in der das Gestänge [4.3] später sauber auf- und abgleiten kann. Wenn dieses Gleitlager für das Gestänge genau und die Oberfläche glatt ist, wird es lange halten.



### Lager im Rohr fixieren

Für das Montieren ist es praktisch, an den Enden des Gestellrohrs [2.2-1] jeweils zwei oder drei 8mm-Löcher 20mm von den Enden entfernt am Umfang zu bohren. Mit Hilfe von Holzschrauben kann man so die Lager leicht fixieren.

Das sollte man vor der Montage machen. Wenn später gebohrt wird, können die Stahlspäne der oberen Bohrungen auf das oben liegende Azimutgleitlager (aus Messing!) fallen und es beschädigen.

## 2.3 Kurbeltrieb

In der Abbildung 24 ist die Konstruktion des Gestänges an der Gondel dargestellt. Die Rotorwelle wird durch die Wellenlager an der Gondel montiert. Diese Rotorwelle verbindet den Rotor mit dem Gestänge. Die Kurbel besteht aus dem Exzenter, dem Pleuel und der oben liegenden Zapfenverbindung. Diese Komponenten bilden die mechanische Übersetzung der rotierenden Bewegung in der oszillierenden (auf und ab) Bewegung. Der Exzenter ist an der Rotorwelle montiert und dreht sich mit. Die Konstruktion des Exzenters an der Rotorwelle ermöglicht eine auf-und-ab-Bewegung des Pleuels. Diese auf-und-ab-Bewegung wird auf die Zapfenverbindung übertragen. Auf die Gewindestange der Zapfenverbindung wird das Gestänge gesteckt und verschraubt.

### Funktion

Die Übersetzung der rotierenden Bewegung in oszillierende Bewegung wird als Kurbeltrieb bezeichnet. Der Kurbeltrieb wird durch das Gestänge erzeugt. In der Abbildung 25 ist die auf-und-ab-Bewegung des Kurbeltriebs dargestellt. Am Ende der Rotorwelle wird der Exzenter montiert. Deshalb rotiert dieser entsprechend mit. Der Bolzen des Exzenters ist an der äußeren Kante des Exzenters steif verschweißt. Dadurch rotiert dieser Bolzen mit dem Radius des Exzenters. Die auf dem Bolzen gelagerte Pleuelstange wird bei der rotierenden Bewegung des Exzenters um die Achse des Exzenters bewegt. Dabei erfolgt eine schwenkende auf-und-ab-Bewegung der Pleuelstange. Diese Bewegung wird auf den Kurbelzapfen am oberen Ende des Pleuels übertragen. Dieser Kurbelzapfen überträgt die auf-und-ab-Bewegung auf das sich linear bewegende Gestänge, das mit der Pumpe verbunden ist.

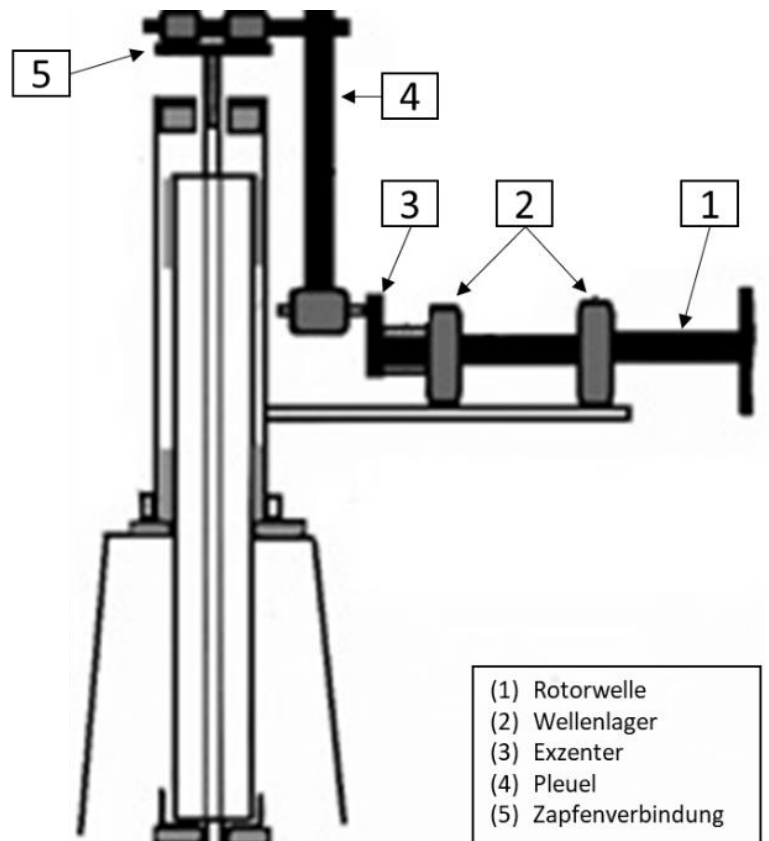
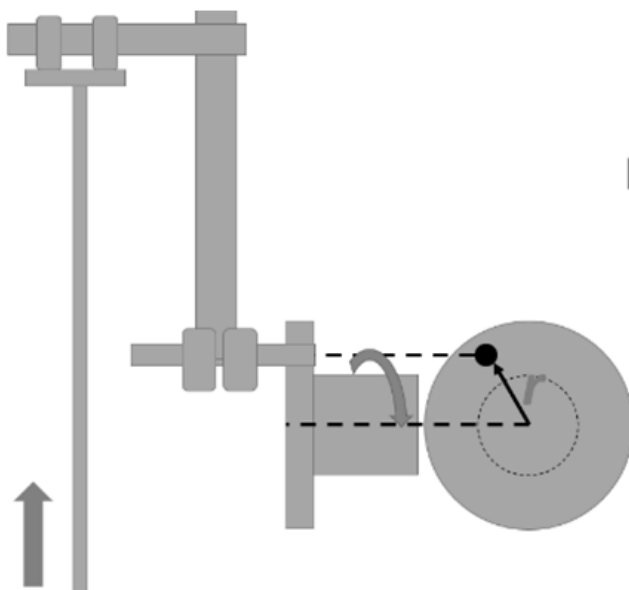


Abbildung 24 – Aufbau Kurbeltrieb

### Auf-Bewegung



### Ab-Bewegung

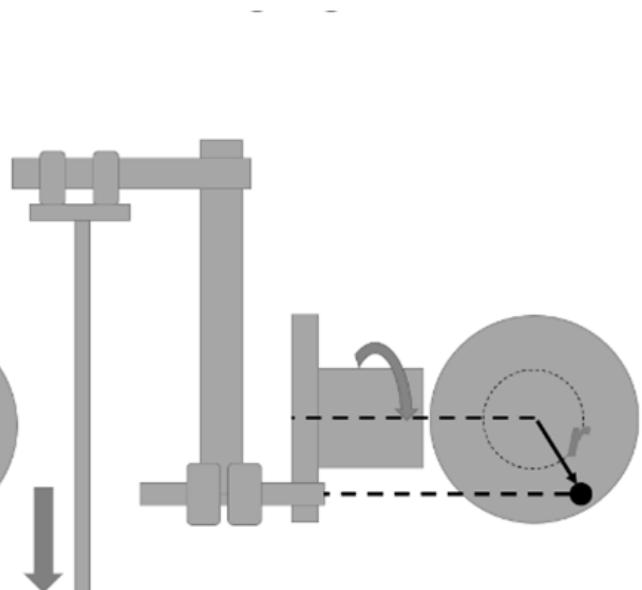


Abbildung 25 – Funktionsprinzip des Kurbeltriebes

### 2.3.1 Exzenter

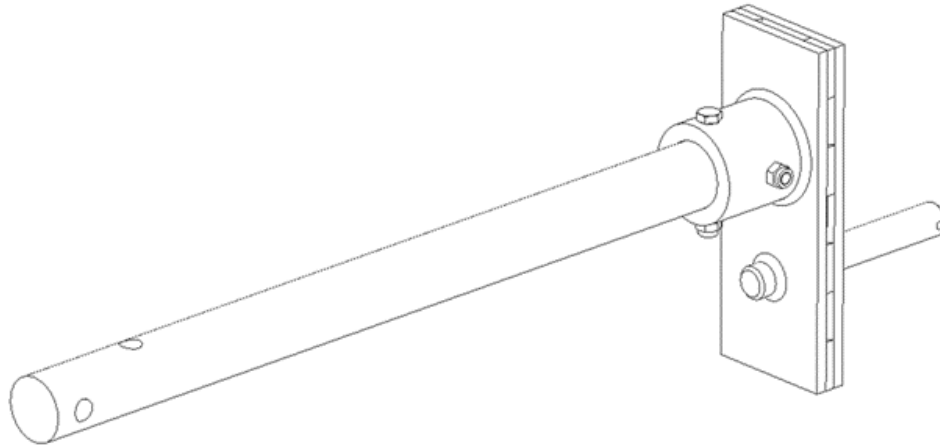


Abbildung 26 – Exzenter gesamt

In der Abbildung 26 ist der Exzenter dargestellt. Dieser wird aus einem Rohr, zwei Flachstähen und einem Bolzen gefertigt. In das Rohr wird die Rotorwelle gesteckt und verschraubt. Das Rohr ist an dem Flachstahl angeschweißt. Der Bolzen wird durch das Loch des Flachstahlbündels geführt und verschweißt. An dem Bolzen wird die Pleuelstange angebracht.

#### Werkzeuge

	9; 13,5; 20	Metall	SW 13; 18		90°

#### Materialien

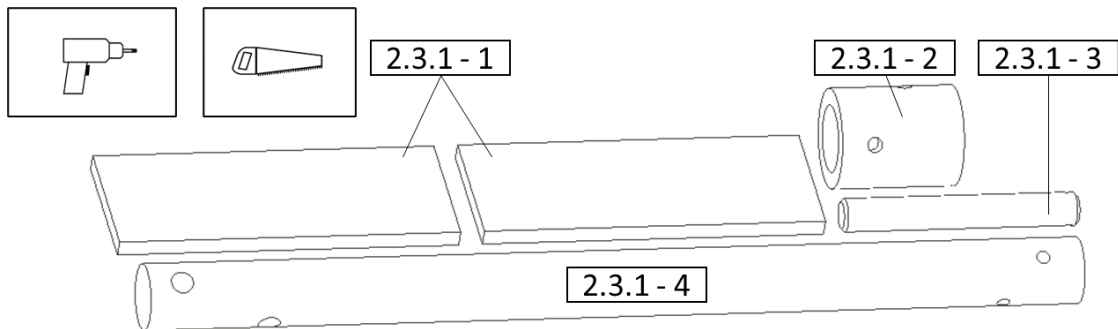
Pos	Rohmaterial	Bezeichnung	Norm	Maße	Menge	Material
2.3.1 -1	R - 25	Flach	DIN EN 10058	210x80x10mm	2	S235
-2	R - 18	Rohr	DIN EN 10220-1	60,3x10x75mm	1	S235
-3	R - 26	Rund	DIN EN 10060	Ø20x115mm	1	S235
-4		Welle	DIN EN 10060	40x575mm	1	S235
-5		Sechskantschraube	ISO 4017	M10x70-8.8	2	
-6		Sechskantmutter, Klemmteil	DIN EN ISO 7040	M10-8.8	2	
-7		Splint	DIN EN ISO 1234	4,6x32mm	1	S235
-8		Sechskantschraube	ISO 4017	M12x80-8.8	2	
-9		Sechskantmutter, Klemmteil	DIN EN ISO 7040	M12-8.8	2	

Tabelle 15 - Stückliste 2.3.1 Exzenter

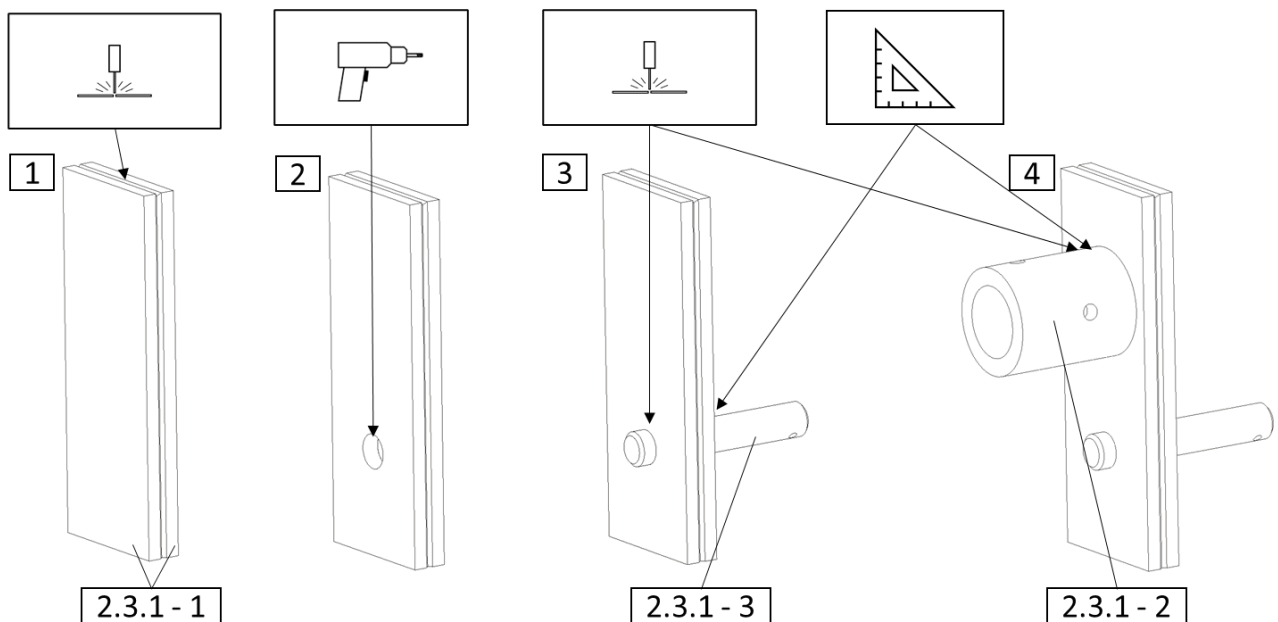


## Konstruktion

1. Zu Beginn werden alle Bauteile auf Maß gebracht und mit den entsprechenden Bohrungen versehen. **Dabei ist zu beachten, dass die Welle [2.3.1-4] zuerst in das Rohr [2.3.1-2] gesteckt und dann gemeinsam gebohrt wird.** Die Flachstähle [2.3.1-1] werden nicht zu Beginn gebohrt. Dies erfolgt erst in Schritt 2.



2. Im Anschluss werden die beiden Flachstähle [2.3.1-1] miteinander verschweißt. Dann wird das 20mm-Loch durch beide gebohrt. Danach wird das Wellenrohr [2.3.1-2] positioniert und mit den beiden Platten verschweißt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Bauteile [2.3.1-2] und [2.3.1-3] **sehr genau im 90° Winkel zu der aus zwei Platten [2.3.1-4] zusammengeschnittenen Verbindung** angebracht werden. Sie dürfen sich bei Schweißen nicht verziehen.



Der Zusammenbau mit der Welle erfolgt erst bei der Montage.

### 2.3.2 Pleuel

Das Pleuel besteht aus zwei Lagern, einem Winkelstahl, einer Stahlplatte und einem Bolzen mit Flachstahlverstärkung. Die Stahlplatte ist mit dem Winkelprofil verschweißt. Der Bolzen [2.3.1 – 3] des Exzenters steckt in den beiden unteren Stehlagern. Diese sind mit der Platte verschraubt. Am anderen Ende des Profils wird der Bolzen in allen drei Richtungen so genau wie möglich ausgerichtet und angeschweißt. Zur Versteifung werden zwei Flachstäbe mit dem Bolzen und dem Winkelstahl verschweißt. Der Bolzen verbindet die Pleuelstange mit den Lagern der oberen Zapfenverbindung.

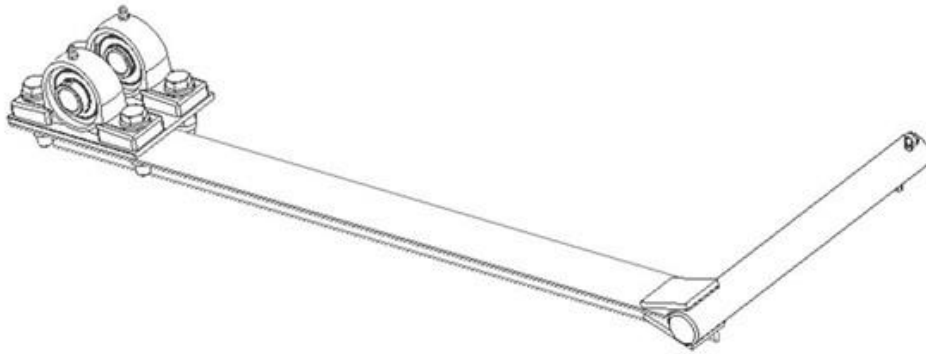


Abbildung 27 – Pleuel gesamt

#### Werkzeuge

	6,6; 13,5	Metall	SW 18		90°

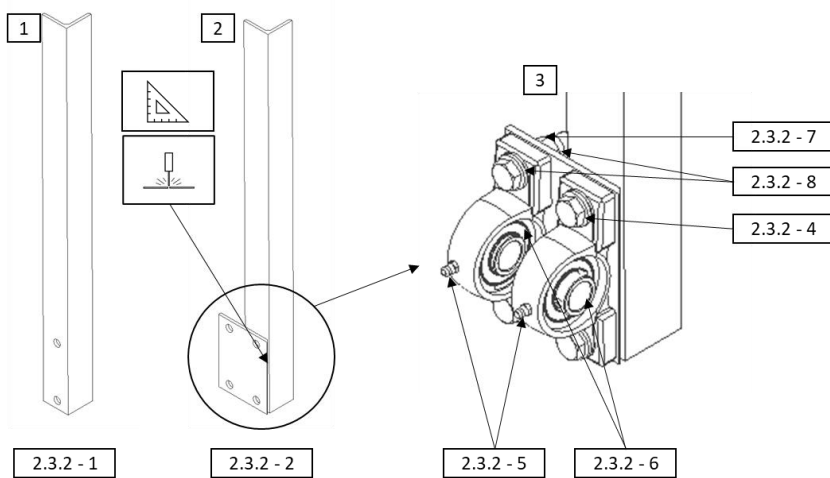
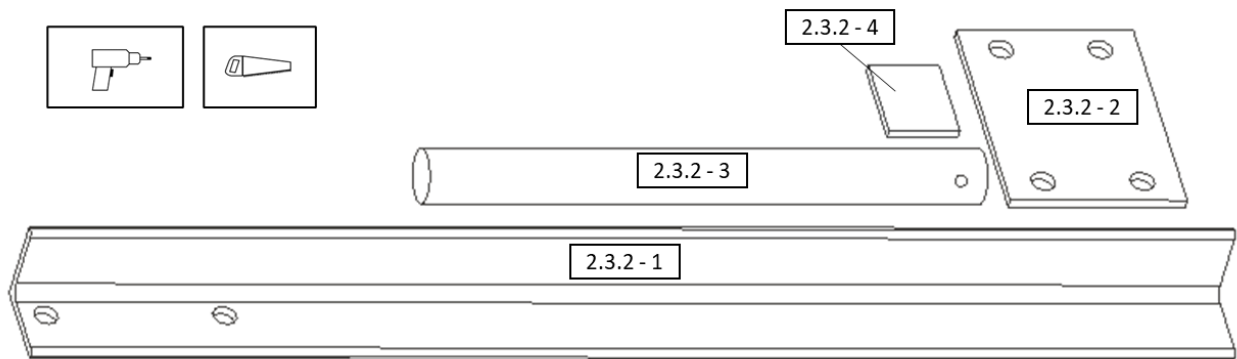
#### Materialien

Pos	Rohmaterial	Bezeichnung	Norm	Maße	Menge	Material
2.3.2 -1	R - 22	L-Profil	DIN EN 10056-1	50x50x5x680mm	1	S235
-2		Platte	DIN EN 10025	100x130x5mm	1	S235
-3	R - 23	Rund	EN 10060	Ø30x400mm	1	S235
-4		Flach	DIN EN 10058	50x40x5mm	1	S235
-5		Kegelschmiernippen	DIN 71412	AM6	2	S235
-6		Stehlager	UCP204		2	S235
-7		Sechskantmutter, Klemmteil	DIN EN ISO 7040	M12-8.8	4	
-8		Unterlegscheibe	ISO 7089	M12	8	
-9		Sechskantschraube	ISO 4017	M12x50-8.8	4	
-10		Splint	DIN EN ISO 1234	6,3x45mm	1	S235

Tabelle 16 - Stückliste 2.3.2 Pleuel

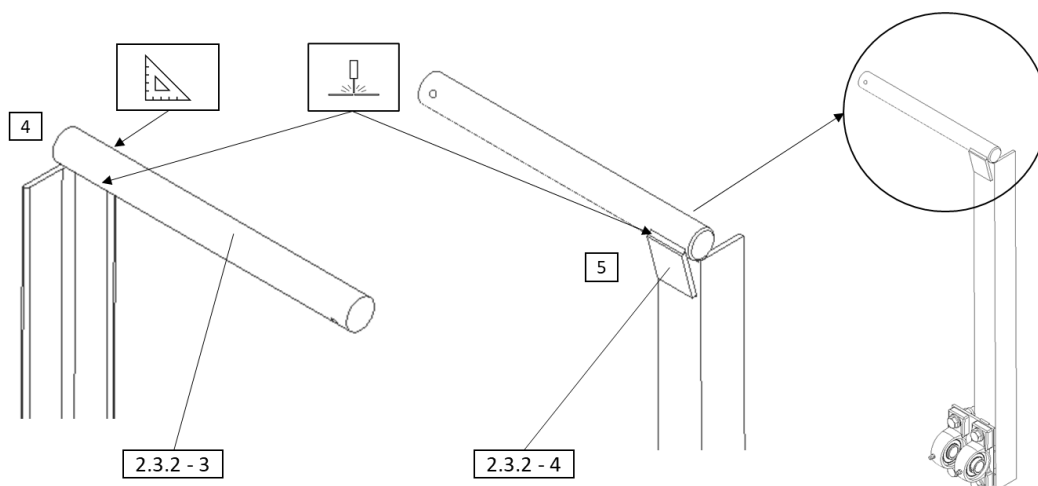
## Konstruktion

1. Alle Teile auf Maß sägen und mit den Bohrungen versehen. Man kann die Teile [2.3.2-1] und [2.3.2-2] mit einer Schraubzwinde verbinden, ausrichten und zusammen bohren.



2. Die Platte wird anschließend mit dem Winkelstahl verschweißt. Dabei ist darauf zu achten, dass das Schweißen der Platte [2.3.2-2] exakt im 90° Winkel durchgeführt wird. Um die Biegebelastung auf den Bolzen des Exzenters zu verringern und die Steifigkeit der Konstruktion zu sichern, sind auch hier zwei Stehlager [2.3.2-6] montiert. Die Befestigungsbohrungen in den Lagergehäusen haben eine große Toleranz. Deshalb kann man die Lager beim Festschrauben genau ausrichten. Dafür wird ein langer 20mm Rundstahl durch beide Lager gesteckt. Mit einem rechten Winkel kann die genaue Justierung erfolgen. Danach schraubt man die Lager fest.

3. Auf den oberen Teil des Pleuels der KUKATE34 wird der 30mm-Rundstahl [2.3.2-3] mit zwei Verstärkungen [2.3.2-4] geschweißt. Diese Schweißnähte müssen viel Kraft übertragen. Zuerst wird der Rundstahl mit der oberen Winkelstahlkante **dreidimensional rechtwinklig ausgerichtet** und dann beidseitig verschweißt. Danach werden die beiden Flachstähle [2.3.2-4] auf beiden Seiten mit dem Bolzen und dem Winkelstahl verschweißt. Hier treten im Betrieb große Kräfte auf. Hier ist ebenfalls darauf zu achten, dass der Rundstahl exakt in allen drei Richtungen im 90° Winkel zum L-Profil [2.3.2-1] steht.



### 2.3.3 Zapfenverbindung

Die Bewegung des Pleuels wird über den 30mm Pleuelbolzen [2.3.2-3] auf das Pumpgestänge übertragen. Die Gewindestange [2.3.3-3] verbindet den Kolbenbolzen lose mit dem Gestänge. Um die Biegebelastung auf den Bolzen zu verringern und die Steifigkeit der Konstruktion zu sichern, sind zwei Stehlager montiert. Die Befestigungsbohrungen in den Lagergehäusen haben eine große Toleranz. Deshalb kann man die Lager beim Festschrauben noch genau ausrichten.

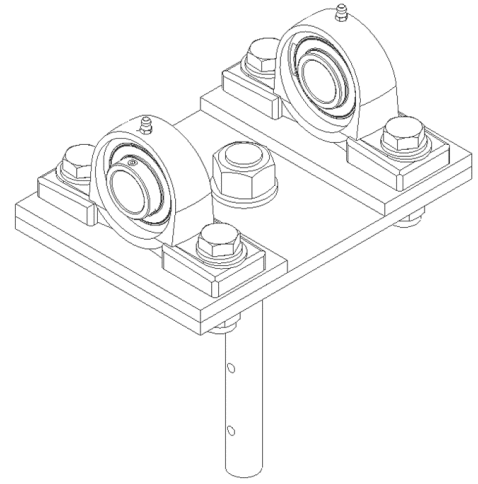


Abbildung 28 - Zapfenverbindung gesamt

#### Werkzeuge

	17,5; 26	Metall	SW 24; 36		90°

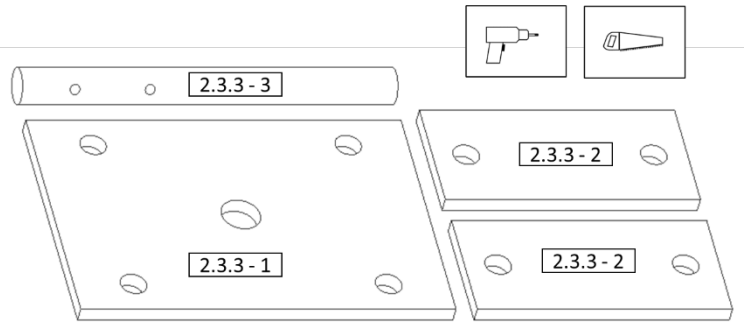
#### Materialien

Pos	Rohmaterial	Bezeichnung	Norm	Maße	Menge	Material
2.3.3 -1		Platte	DIN EN 10025	250x170x10mm	1	S235
-2	R - 25	Flach	DIN EN 10058	170x80x10mm	2	S235
-3		Gewindestange	DIN 976 - A2	Ø24x200mm	1	S235
-4		Stehlager	UCP206		2	S235
-5		Kegelschmiernippen	DIN 71412	AM6	2	
-6		Sechskantschraube	ISO 4017	M16x65-8.8	4	
-7		Sechskantmutter	ISO 4032	M16-8.8	4	
-8		Unterlegscheibe	ISO 7089	16	8	
-9		Sechskantmutter	ISO 4032	M24-8.8	2	
-10		Unterlegscheibe	ISO 7089	24	2	
-11		Lagerblech		50x50x3	1	Messing

Tabelle 17 - Stückliste 2.3.3 Zapfenverbindung

## Konstruktion

1. Alle Teile auf Maß sägen und mit den Bohrungen versehen. Hierbei bietet es sich an, die Gewindestange [2.3.2-3] mit dem obersten Rohr des Gestänges [4.3-1] zusammen zu bohren.

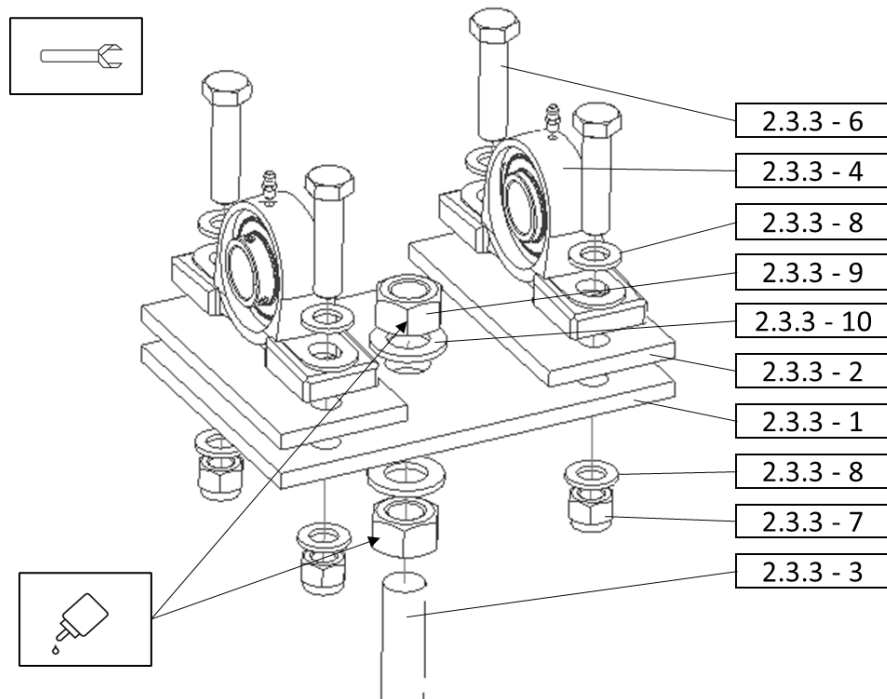


### 2. Spiel der M24-Schraubverbindung der Kolbenstange mit der Zapfenverbindung einstellen und sichern

Zwischen der Unterlegscheibe [2.3.3-10] der oberen Mutter und der Platte [2.3.3-1] wird lose das Lagerblech aus Messing montiert. Die beiden M24 Muttern werden nicht fest angezogen. Es sollte ein Spalt von 1/10mm eingestellt werden. Die beiden M24 Muttern dürfen sich trotzdem nicht lösen können. Sie müssen mit einem Schlag mit dem Körner und/oder Klebstoff (zum Beispiel Loctite) gegen Lösen gesichert werden.

Die M24 Gewindestange muss sich in der Zapfenverbindung drehen können: Wegen der Seile aus Gummi, die das Gewicht der Kolbenstange und der Zapfenverbindung kompensieren, kann die Kolbenstange sich nicht drehen. Die Gummiseile sind am Mast und an der Kolbenstange miteinander verbunden. Die Gondel dreht sich aber bei Windrichtungsänderungen. Da die Gewindestange lose mit der Zapfenverbindung verbunden ist, funktioniert diese Drehung. Auf diese Weise können sich die Gummiseile dann nicht um die Kolbenstange verdrillen. Die Unterlegscheibe liegt auf dem Messing-Lagerblech [2.3.3-11] auf.

Im Anschluss werden alle Teile miteinander verschraubt. Beim Anziehen der beiden Muttern [2.3.3-10] darauf achten, dass diese nicht fest angezogen werden.



### Kurze Wiederholung:



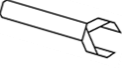
Die Gewindestange [2.3.3-3] darf nicht starr auf der Platte [2.3.3-1] und [2.3.3-11] sitzen. Es sollte 0,1mm Spiel bleiben. Um ein Lösen oder Verstellen der beiden Muttern zu verhindern, werden diese festgeklebt oder anders gegen Lösen z.B. durch Körnerschläge zwischen Bolzen und Mutter gesichert.

Oben darf die Mutter nicht über den Rand der Mutter herausragen. Der Pleuelbolzen darf durch den M24-Gewindebolzen nicht berührt werden.

## 2.4 Zusammenbau

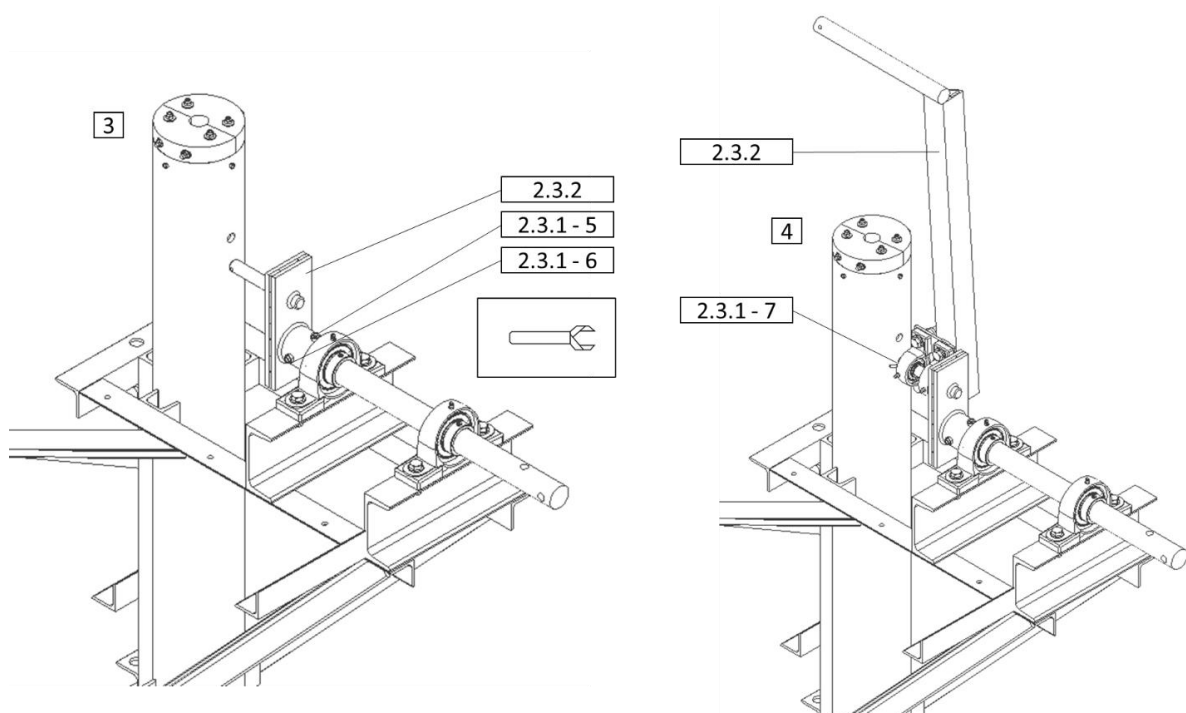
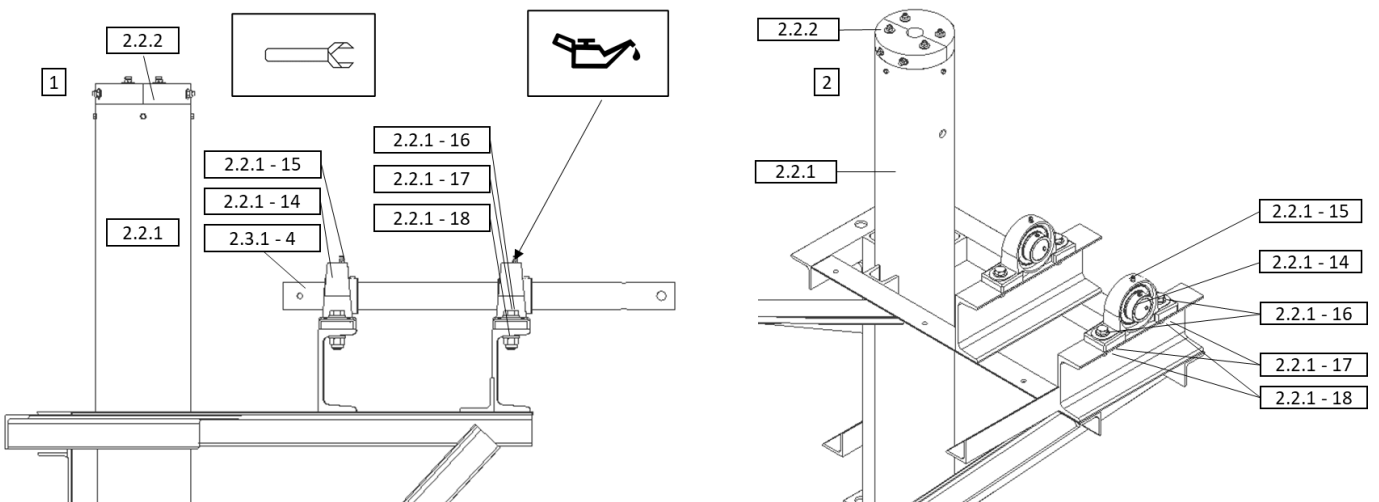
Um einen einwandfreien Betrieb zu gewährleisten, muss der Kurbeltrieb einem Test unterzogen werden.

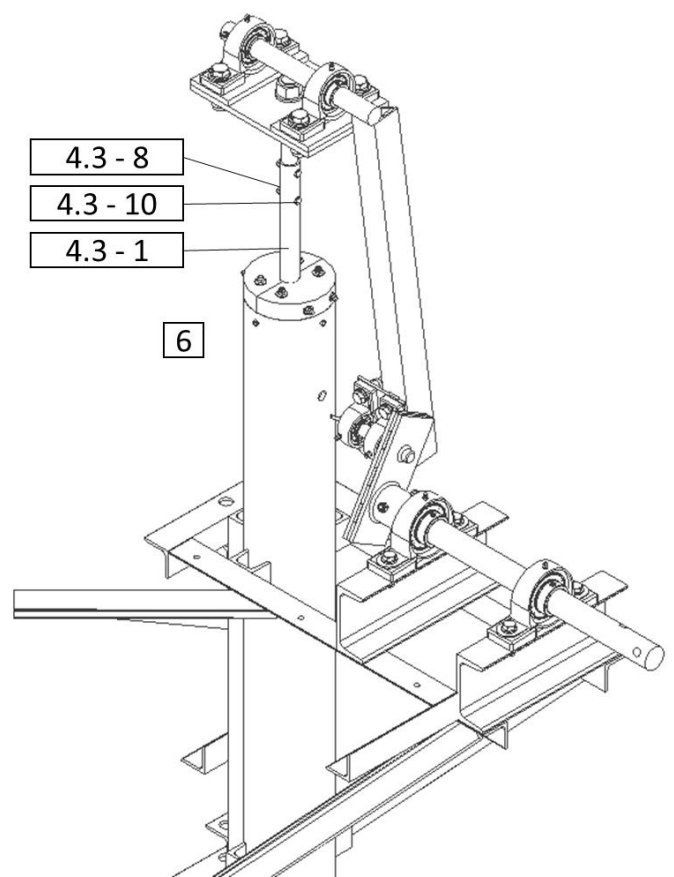
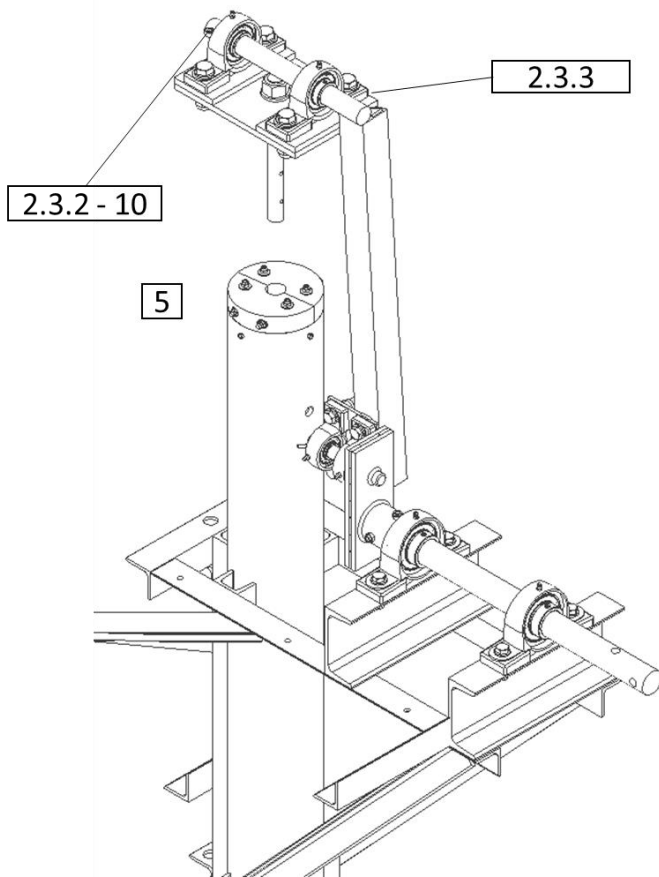
### Werkzeuge

		
		SW 13; 18

### Konstruktion

Zuerst werden die Lager [2.2.1-14] lose auf die U-Profile der Gondel geschraubt. Bevor die Welle eingeschoben wird, sollten die Lager eingefettet werden. Dies dient zum Schutz der Lager. Um eine Leichtgängigkeit beim Einführen der Welle zu ermöglichen, sollte diese ebenfalls eingefettet werden. Danach werden die Schrauben und die Lager angezogen. Das rechte Lager am Kurbeltrieb ist dabei das Festlager. Die folgende Bildreihe zeigt die Montage des Kurbeltriebs.





Zum Schluss sollte eine Funktionsprüfung erfolgen. Dazu einfach die Welle drehen. Bei korrekter Funktion fährt das Gestänge leichtgängig auf und ab.

