Rotorkonzept

Bauanleitung
für den OPEN WINDMILL Segelwindmühlenrotor

Building instructions
for the OPEN WINDMILL sailing windmill rotor

OPEN WINDMILL / Green Desert
Projekt: **KUKATE34S-Rotor**

Segelwindmühlenrotor Bauleitung mit Technischen Zeichnungen

Präsentation einer Bauanleitung für einen Rotor der mit Segeltuchflügeln arbeitet.

team@green-desert.info
https://open-windmill.com/#

OPEN WINDMILL
Green Desert e.V.
Bremer Innovations- und Technologiezentrum
Fahrenheitstraße 1
28359 Bremen
Germany

4.4.1 Segelwindmühlenrotor Bauanleitung

Beschreibung des OPEN WINDMILL Segelrotors

Dieser Rotor ist etwas für experimentierfreudige Anwender. Die Leistung dieses Rotors wird nicht von starren Flügelprofilen erzeugt, sondern von Segeln.
Wir liefern Dir hier einen an den KUKATE34K-Rotor angelehnten Bauplan. Die Stückliste ist teilweise der für den KUKATE34K-Rotor entnommen.
Die Angaben über Welle und Lagerung usw. kannst Du den KUKATE34K Unterlagen entnehmen.

Aufbau des Rotors

Der Rotor der Segelwindmühle besteht im Wesentlichen aus fünf Komponenten, die Rotorwelle, die Rotornabe, die Rotorholme, die Segel sowie die Abspannungen.

Segeltuchrotoren sind ideal geeignet für den Antrieb von Pumpen. Aber auch Mahlwerke und andere landwirtschaftliche Maschinen können mit ihnen betrieben werden. Ihre langsame Drehzahl zwischen 30 und 60 Umdrehungen in der Minute ist für solche Zwecke gut geeignet.
Die Konstruktion des Rotors setzt sich aus der modifizierten Rotornabe der KUKATE34, der 40mm-Welle, den Holmen, den Segeln und den Abspannungen zusammen.
Für die Konstruktion werden zunächst Annahmen getroffen, die in der folgenden Tabelle aufgeführt werden.

Tabelle Annahmen für die Konstruktion des Segel-Rotors

Bezeichnung	Annahme
Äußerer Rotordurchmesser	Ca. 3,4 [m]
Rotorwirkungsgrad	0,25 [-]
Blattanzahl	6 [-]
Anstellwinkel	17-30 [°]
Wölbungsverhältnis der Segel	Ca.1:7 - 1:10
Schnelllaufzahl	1-1,5 [-]

Material für das Tuch und eine Wölbung für den Auftrieb

Das Drehmoment des Rotors wird mit Hilfe von Segeln erzeugt.
Für den Einsatz der Segeltücher eignen sich unterschiedliche Materialien, wie beispielsweise Folien, Autoplanen oder auch Textilgewebe. In den Fertigungsunterlagen, speziell in den Stücklisten wird somit kein spezieller Werkstoff für die Segel vorgeschrieben. Die trapezförmigen oder dreieckigen Segel werden aus mehreren Bahnen wie Schiffssegel genäht.
Die Luftanströmung, die sich aus der Rotationsgeschwindigkeit und dem Wind zusammensetzt, wölbt sie dann im Betrieb zu einem aerodynamisch wirksamen Auftriebsprofil.

Holz für die Rotorholme

In der Konstruktion des KUKATE-Rotors unserer Segelwindmühle sollen die Holme des Rotors aus Kernholz gefertigt werden. Kernholzbäume eignen sich besonders gut für den Windmühlenbau, da diese eine ausreichende Festigkeit aufweisen.

Um die Achsenmitte von Kernholzstämmen befindet sich der Kern, der aus abgestorbenen Holzzellen besteht. Dieser ist mit fäulnishemmenden Gerbstoffen sowie Fetten, Harzen und Farbstoffen gefüllt. Zu den Kernholzbäumen zählen Eiche, Akazien, Kiefer, Lärche und Kirsche.

Eiche ist gut geeignet

Bei der Wahl einer passenden Holzart spielt die sogenannte Dauerhaftigkeit eine sehr wichtige Rolle. Dabei handelt es sich um die Zeit, in der ein verarbeitetes Holz den vollen Gebrauchswert besitzt.
In dem traditionellen Mühlenbau hat sich die harte Eiche durchgesetzt. Neben der benötigten Festigkeit besitzt Eiche auch eine sehr gute Dauerhaftigkeit.

Tabelle Dauerhaftigkeit von harter Eiche

Witterungsverhältnisse	**Dauerhaftigkeit in Jahren**
In immer nassen Zustand	700
In immer trockenem Zustand	1800
Abwechselnd in nassem um trockenem Zustand	120

Aufgrund des bewährten Einsatzes von harter Eiche im Windmühlenbau bevorzugen auch wir für die Konstruktion des Segelwindmühlen-Rotors Eiche.

Auch Holme aus Stahlrohren möglich

Die Holme können prinzipiell die gleichen sein wie bei der KUKATE34: Wasserleitungsrohre aus Stahl nach DIN2448 oder DIN 2440 für den Segelrotor nur mit 3,25mm Wandstärke.
Wir empfehlen eine Länge der Flügelholmrohre von 1,6m. Die Enden der Holme tragen kein Segelprofil sondern dienen der Befestigung der Abspannung.
Entweder werden sie mit gut entgrateten Bohrungen versehen oder man klemmt passende Rohrschellen für die Abspannung an die Enden der Holme.

DIN 2440

DN	Zoll	d	s	kg/m	
				schwarz	verzinkt
8	1/4	13.5	2.35	0.65	0.68
10	3/8	17.2	2.35	0.85	0.89
15	1/2	21.3	2.65	1.22	1.27
20	3/4	26.9	2.65	1.58	1.65
25	1	33.7	3.25	2.44	2.55
32	1 1/4	42.4	3.25	3.14	3.28
40	1 1/2	48.3	3.25	3.61	3.77

Rohrtabelle DIN 2440

Nabe und Welle

Im zentralen Bereich des Rotors befindet sich die Rotornabe, an welcher durch Schraubverbindungen und Klemmverbindungen die einzelnen Rotorholme sowie die Rotorwelle befestigt sind. Die Nabe wird auf die Welle gesteckt, positioniert und mit zwei 10mm dicken durch Nabe und Welle gesteckten Schrauben verbunden. So wie bei der KUKATE34K. Die Welle wird wie bei allen KUKATE Windrädern in zwei Stehlagern gelagert. Das hintere Lager ist das Festlager, das vordere das Loslager.

Konstruktionsabfolge des Rotors

Bei der Konstruktion des Rotors der Segelwindmühle wird die Rotornabe übernommen, die bereits in den anderen KUKATE-Rotorkonzepten verwendet wird. Die aus dem Bauplan der KUKATE34 übernommen 450mm Nabenscheiben aus Stahl haben für diesen Rotor **beide (!)** in der Mitte eine Öffnung von 40mm. Das ist neu. Durch die Öffnungen kann die Rotorwelle mit ihrem Durchmesser von 40mm durchgesteckt werden. Es reicht, wenn sie 100mm weit aus der äußeren Scheibe hinausragt. Auf diese 100mm wir der Abspannstock gesteckt.

Die nachfolgende Aufstellung bezieht sich ausschließlich auf die Nabe des Segelrotors, durch die eine Welle mit 40mm Durchmesser gesteckt wird.

Aufgrund ihrer hohen Festigkeit und Dauerhaftigkeit empfehlen wir für Rotorholme Eiche. Zwischen den Platten sollen die Holme 60mm x60mm quadratisch sein. Dann kannst Du sie gut klemmen. Du musst sie soweit zu Mitte schieben, bis die Enden der Holme ein Sechseck bilden und sich berühren. Das ist die richtige Position für die 12mm Verschraubungen.

Die Position 2.1-4S deutet auf die 6 Holme aus Holz hin oder man nimmt die gleichen Stahlrohre wie für die KUKATE34K – nur 100mm länger.

Die Holzversion ist kursiv in der Stückliste präsentiert (*2.1-10S und 2.1.-13S* für die langen Schrauben).

Pos		**Roh-material**	**Bezeichnung**	**Norm**	**Maße**	**Menge**	**Material**
2.1	**-1**	**R - 13**	Platte	DIN EN 10051	450x450x10mm	1	S235
	-2	**R-13**	Platte	DIN EN 10051	450x450x4mm	1	S235
	-4	**R - 14**	Flach	DIN EN 10058	100x40x6mm	6	S235
	-4	**R - 15**	Rohr oder	DIN EN 10220-1	33,7x4x1600mm Stahl	6	S235 oder Holz
	-4S	***Holz***	*Holzholm für Segel*	*Holz in der Nabe 60mmx60mm. Bis zum Ende Rundprofil von 60-40mm*	*60x60 quadratisches Eichenprofil zwischen den Platten 1600mm*	*6*	*Holz*
	-6	**R - 18**	Rohr (Nabe)	DIN EN 10220-1	60,3x10x224mm	1	S235
	-8	**R - 19**	Rohr		20x1,5x16mm	6	Aluminium
	-10		Sechskantschraube	ISO 4017	M10x65-8.8	12	
	-10S		*Sechskantschraube Holz größere Klemmlänge*	*ISO 4017*	*M10x90-8.8*	*12*	
	-11		Sechskantmutter	ISO 4034	M10-8.8	12	
	-12		Unterlegscheibe	ISO 7089	10	24	
	-13		Sechskantschraube	ISO 4017	M12x65-8.8	6	
	-13S		*Sechskantschraube Holz größere Klemmlänge*	*ISO 4017*	*M12x90-8.8*	*6*	
	-14		Unterlegscheibe	ISO 7089	12	12	
	-18		Sechskantmutter	DIN EN ISO 7040	M12-8.8	12	
	Segel-rotor	**R - 18**	Abspannstock	DIN EN 10220 (DIN 2440)	48,3x3,25x1000mm	1	S235
	Segel	**R - 13**	Scheibe Abspannstock	DIN EN 10051	D100mm x 4mm	1	S235

Stückliste für den Segelflügelrotor KUKATE34S

Die Nabenkonstruktion

Die Flügel werden zwischen zwei Stahlscheiben geklemmt. Der 5mm-Radius der dicken Nabenscheibe soll die Kerbwirkung der Scheibenkante auf die Flügelholme verringern. Er ist also „nach innen“ zu positionieren.
Die 10mm dicke Nabenscheibe [2.1-1] ist mit dem Nabenrohr [2.1-7] und den Knotenblechen [2.1-3] spannungsfrei verschweißt. Die nur 4mm dicke Scheibe hat dasselbe Bohrungsmuster.
Die 12mm-Schrauben am inneren Ende der Segelholme fangen die Fliehkräfte auf. Sie sind über den inneren Lochkreis mit der Nabe verbunden. Man braucht hier nur 6 statt 12 Löcher auf dem inneren Lochkreis der Nabenscheibe.
Die Schrauben des äußeren Lochkreises klemmen die sechs Holme am Umfang der beiden Scheiben. Die dünnere Scheibe wird sich dabei mehr biegen als die hintere, dicke. Das Festziehen der Schrauben muss sorgfältig mit einem Drehmomentschlüssel erfolgen. Die Verschraubung der Nabenscheiben muss gegen Losdrehen mit Loctite, Lack oder anders (Sicherungsmuttern) gesichert werden.
Für die Rohrholmversion gilt: Aluminiumhülsen [2.1.-9] in den Rohren sollen ein Stauchen der Rohrenden beim Verschrauben verhindern (vgl. RoWiTool oder KUKATE34K Bauunterlagen)

Konstruktion

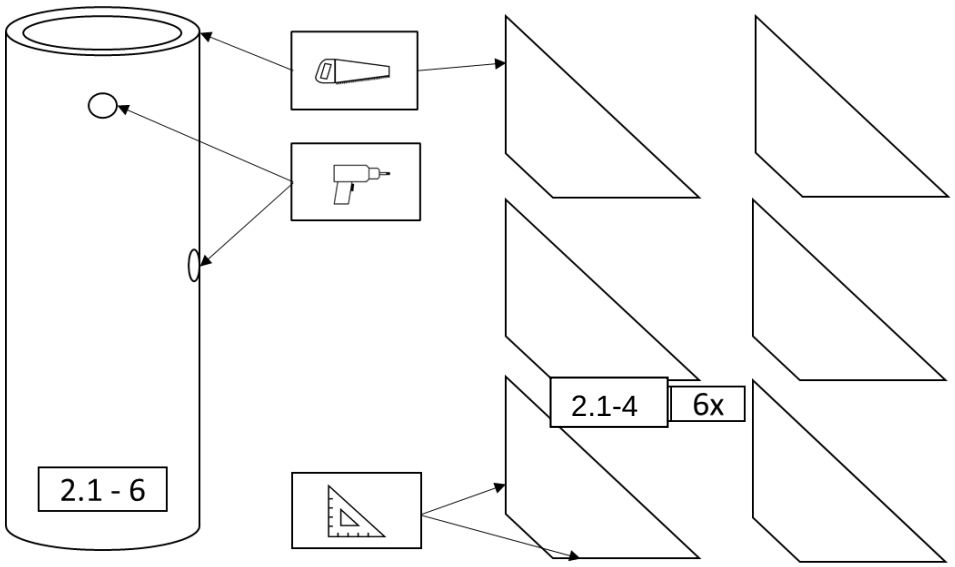
1. Rotornabe

Gleichzeitiges Bohren von Welle, Exzenterrohr und Rotornabe

1. Zuerst wird das Rohr [2.1-6], welches die Verbindung zur Welle ist, auf Maß gesägt und die Löcher mit einem Ø12mm Bohrer gebohrt. **Welle und Nabenrohr [2.1.-6] müssen jeweils gleichzeitig gebohrt werden!** Dabei ist darauf zu achten, dass die Löcher einen Versatz von 90° zueinander haben.

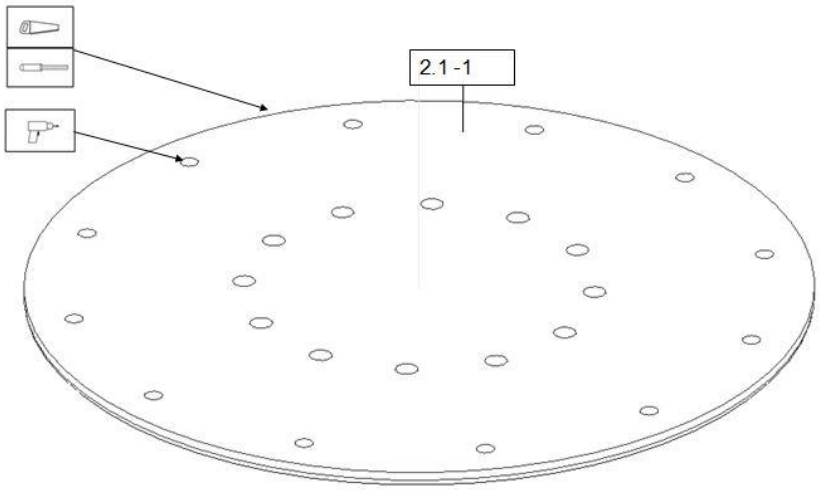
Verstärkungsbleche

Ebenso werden die 6 Bleche [2.1-4] gesägt und entgratet. Dabei ist darauf zu achten, dass die gekennzeichneten Flächen einen 90° Winkel aufweisen.



Platten für die Rotornabe aussägen, entgraten und bohren

2. Die 10mm dicke Platte [2.1-1] wird zuerst rund ausgesägt und auch der 5mm-Radius am Umfang gefeilt. Im Anschluss werden die Bohrungen für die Klemmung mit einem Ø11mm Bohrer und die Löcher für die Flügelholme mit einem Ø13mm Bohrer gebohrt. Dabei ist die Anordnung der Bohrungen einzuhalten. Für den Segelrotor sind beim inneren Lochkreis nur 6 Bohrungen erforderlich.

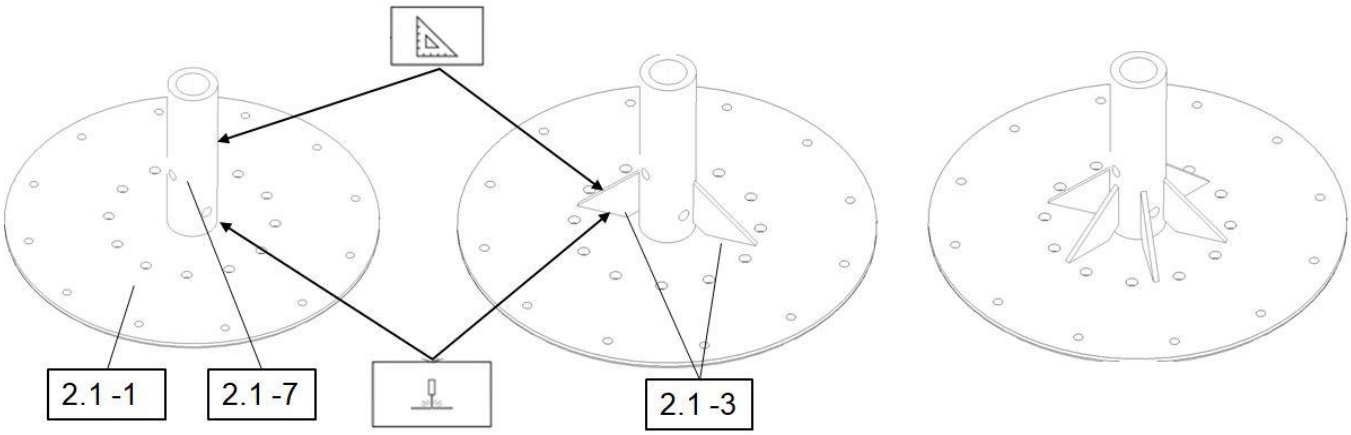


Das Duplikat mit 4mm Dicke

3. Im dritten 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 bei beiden Scheiben identisch sein.

Rotornabe verschweißen

4. 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 genau platziert und in kleinen Abschnitten festgeschweißt. Wichtig hierbei ist, dass das Rohr exakt 90° 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 2,5x2,5mm zu schweißen (siehe Zeichnung).



Montage des Rotors

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

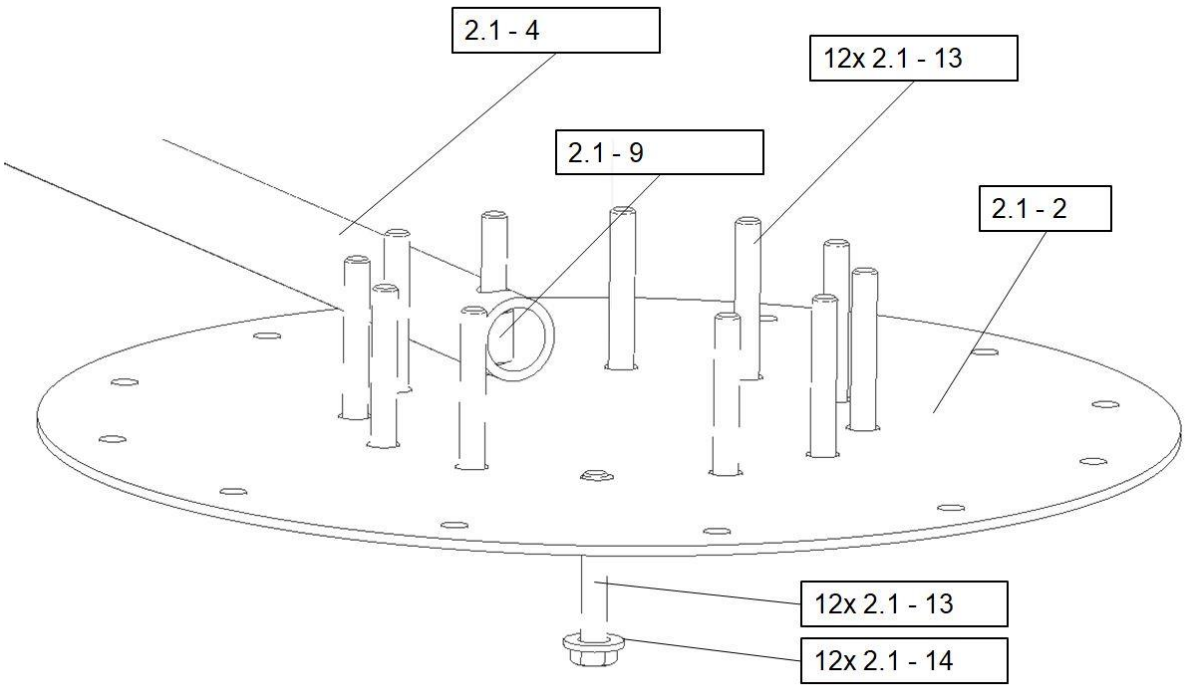


Abbildung: Bestücken der vorderen Platte mit Schrauben und Unterlegscheiben

Die Holzholme werden wie die Rohrholme in der Abbildung oben auf die Platte gelegt und die Schrauben von unten positioniert.

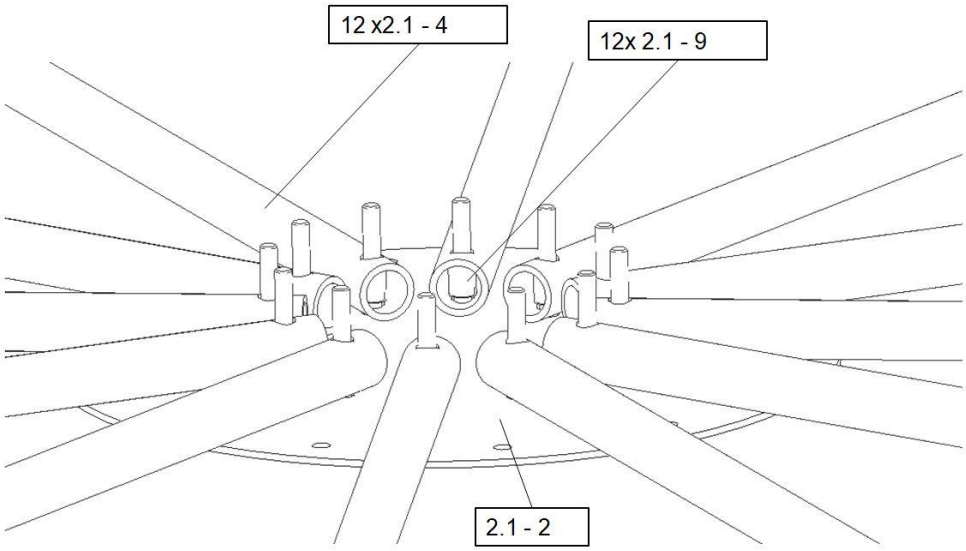
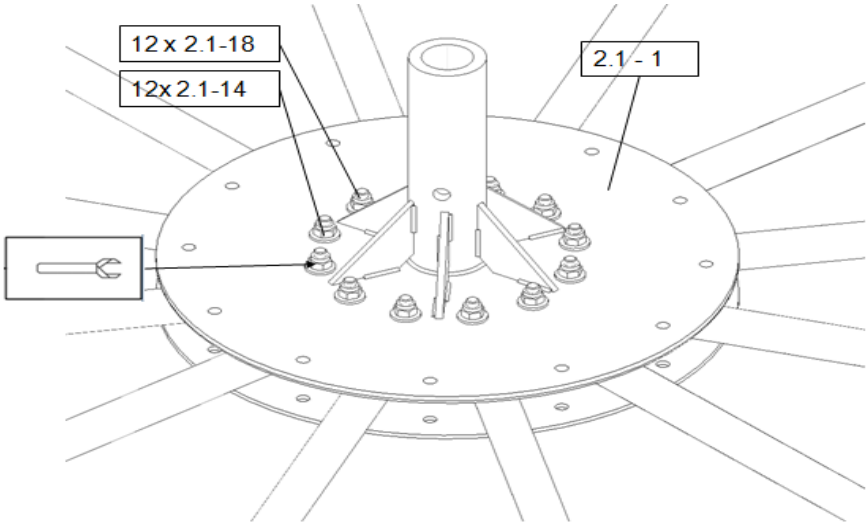


Abbildung: Anbringen der Flügel am Rotor

Positionieren der Holmverschraubung mit Abstandshülsen (Nur für Stahlrohrholme)

6. Die 6 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.

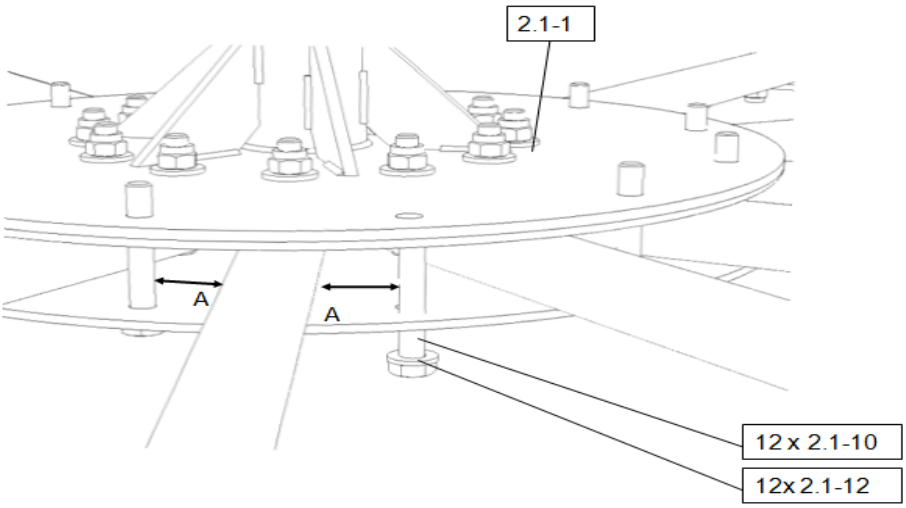
Zusammenbau mit der Rotornabe



7. Nun kann der vormontierte Flansch auf die Schrauben gesetzt werden.
Die Schrauben werden danach mit einer Unterlegscheibe und der M12-Mutter vorsichtig verschraubt.
Anders als in der Abbildung werden es beim Segelwindmühlenrotor nur 6 statt 12 Flügel sein.

Abbildung: Ansetzen und Vorverschrauben der der Flansche mit dem Rotor

8. Nachdem die Flansche vorverschraubt sind, müssen die M10-Schrauben von unten in die Flansche gesteckt werden. Die M10 Schrauben [2.1 -10S] 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.



Ansetzen und Ausrichten des gesamten Rotors

Endkontrolle der Rotormontage und Sicherung der Schraubverbindungen

9. Im letzten Schritt wird der Rotor komplett verschraubt. Sind die Flügelholme richtig ausgerichtet, werden zunächst die M10- Schrauben festgezogen. Diese klemmen die Flügel in ihre 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. Ein Drehmomentschlüssel ist hier nötig.

10. 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 KUKATE34S-Rotor mit seiner Nabe ist nun bis auf die Abspannung fertig für die Endmontage.

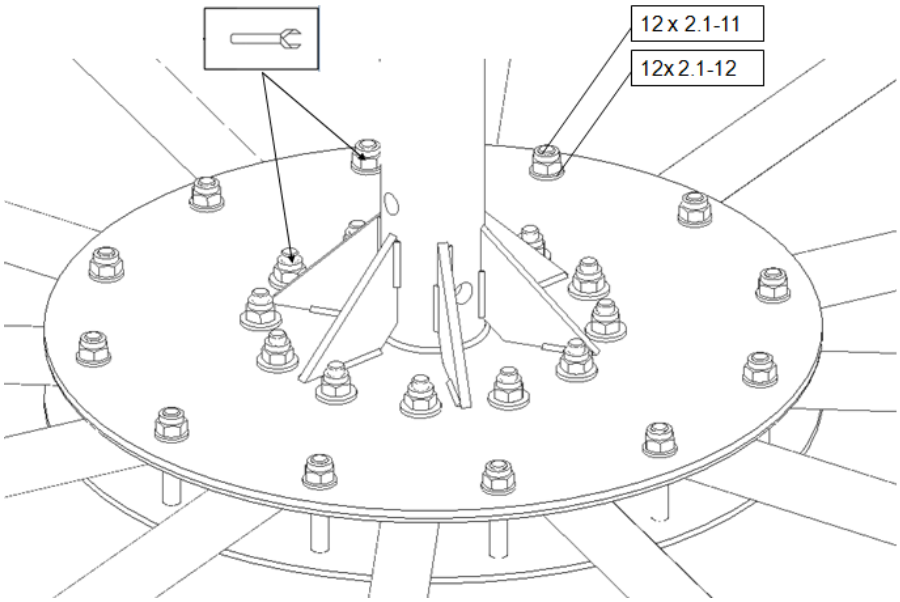
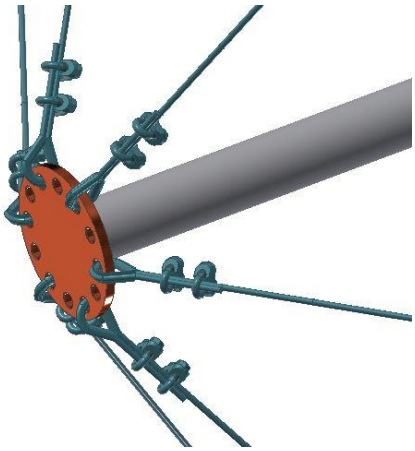


Abbildung: Verschrauben des Rotors zur fertigen Baugruppe.
Beim Segelrotor sind hier nur 6 Holzholme zu montieren.

Holme und Abspannungen

Bei der Konstruktion bilden die Rotorholme sowie die Segel die Besonderheiten des Rotors.
Die Rotorholme sind an den Enden durch Abspannungen miteinander und mit dem auf das 100mm-Ende der Rotorwelle gesteckten 1200mm lange Abspannrohr verbunden. Das Rohr wird auf den Wellenstummel gesteckt und zusammen mit der Welle durchgebohrt. Eine durch die Bohrung gesteckte 10mm Schraube fixiert Welle und Abspannstock.
Am anderen Ende wird eine Stahlscheibe mit ca.100mm Durchmesser und 6 gut entgrateten 12mm Löchern geschweißt. Von ihr aus laufen die Drähte zu den Rotroholmenden.
Durch diese starre Konstruktion aus Dreiecken werden während des Betriebs Schwingungen des Rotors minimiert.
Die Abspannungen bestehen aus 4 mm starken Stahldraht, der mit Hilfe von Drahtseilklemmen gespannt wird.
ANDERS ALS IN DER ABBILDUNG MÜSSEN DIE SEILENDEN NACH DER KAUSCHE AUF JEDER SEITE MIT 4 SEILKLEMMEN BEFESTIGT WERDEN!!
Vor allem bei Edelstahl-Drähten ist das wichtig. Sie sind glatt wie Seife und rutschen leicht. Die Seilklemmen sollten mindestens M6 oder M8 Klemmbügel-Gewinde haben.
Entweder müssen sie mit einem Drehmomentenschlüssel oder sehr sorgfältig nur von Hand nach Gefühl angezogen werden.



Gewindegröße	Anzugsmoment/Anzugsdrehmoment für Regelgewinde in [Nm]			
Festigkeitsklasse	**4.6**	**5.6**	**6.8**	**8.8**
M6	4	5	7,69	**10**
M8	5,4			

Der Aufbau des Rotors sowie die Befestigung der Abspannungen sind in der folgenden Abbildung zu sehen

Die Segel

Die Segel, die beispielsweise aus Leinentüchern bestehen können, weisen einen dreieckförmigen Zuschnitt auf und befinden sich zwischen den einzelnen Rotorholmen. Eine Seite des Segeltuchs ist über die gesamte Länge schlaufenförmig zusammengenäht, diese Schlaufe bildet die Befestigungen zu den Rotorholmen.
Wer leicht die Segel abnehmen möchte, muss sich für die Schlaufe eine lösbare Verbindung ausdenken.
Die andere Seite des Segels ist frei wehend, wobei die obere Ecke durch eine zusätzliche Abspannung straff gehalten wird.
Bei optimalen Windverhältnissen beträgt der Anstellwinkel der Segel ca. 23° und eine Wölbung bei ca. 1:10.

Die Segel werden an den Ecken stark belastet. Dort sollen die Segel nicht reißen. Diese Ecken werden durch das Aufnähen von mehreren Lagen des Segeltuchs verstärkt. Nach dem Aufnähen der zusätzlichen Verstärkungen muss eine sehr stabile Öse angebracht werden. Diese kann ein eingenähter Metallring oder eine gestanzte Spezialöse sein.

In der folgenden Abbildung ist die Verstärkung des Segels an der Ecke zu sehen

Verstärkung des Segels

Prinzipiell gibt es – ohne das die entscheidenden Vorteile des KUKATE-Konstruktionsprinzips verloren gehen –viele Varianten bei der Ausführung.

Einfache Beeinflussung der Leistung

Kann der Rotor ständig beobachtet werden, kann man die Leistung auch über eine Verringerung der Segelanzahl kontrollieren. Die Segel sind dann mit einer lösbaren Verbindung mit dem Holm und der umlaufenden Abspannung verbunden.
Eine weitere Möglichkeit der Leistungsreduzierung ist möglich, wenn man das Segeltuch teilweise um die Holme wickelt.
Für die beiden letzten Verfahren der Leistungsregelung schlagen wir aber eine Masthöhe von nur 4,5m oder 6m und eine große Arbeitsbühne oben am Mast vor.
Diese Verfahren erfordern eine gewisse Routine und auch Zeit.

Sicherheit bei Sturm

Wird der Wind stärker, hat sie insgesamt drei Sicherheitssysteme:

1. Die abreißende Strömung im äußeren Rotorbereich bei (zu) starkem Wind aufgrund der dann zu großen Flügeltiefe an den Enden begrenzt die Drehzahl.

2. Die sich bei Starkwind dehnenden hinteren Abspannungen der Segelflächen aus Gummi, die die Strömung abreißen lassen.
Hat der Rotor seine Nennleistung erreicht, dehnen sich die Abspannungen durch den stärker werdenden Sog zunehmend zur Leeseite hin. Die im Betriebsfall anliegende Luftströmung reißt dann an den Hinterkanten der Segel ab und verwirbelt. Die so entstehenden Verwirbelungen begrenzen in wünschenswerter Weise die Drehzahl. Eingebaute Sicherheit nennen wir so etwas.

3. Eine bewährte Seiten- und Steuerfahnenregelung, die den Rotor bei Sturm aus dem Wind dreht. Die Bauanleitung dafür haben wir bei den KUKATE34K Bauplänen abgespeichert.
Der Scharnierabstand von 600mm für die Steuerfahne muss bei der Konstruktion eingehalten werden.

Windfahnen sorgen für die Ausrichtung des Rotors

Die Ausrichtung des Rotors kann auf zwei Weisen geschehen:
1. Das Windrad hat eine nach hinten ausgebaute Steuerfahne von 2m²an einem 4 - 5m langen Arm. Dieser ist starr mit der Gondel verbunden. Eine solche Steuerung hält den Rotor immer voll im Wind.
Die Sicherung des Rotors muss dann nur über einen Strömungsabriss an den Segeln erfolgen.
2. Die Ausrichtung erfolgt so, wie bei der KUKATE34. Alle Konstruktionsunterlagen und die Bauanleitung können von dort übernommen werden.

Wir warten

Wir von OPEN WINDMILL sind schon sehr gespannt auf erfolgreiche Erfahrungsberichte, die wir gern mit Euren Änderungs- und Verbesserungsvorschlägen weitergeben.

HAFTUNGSAUSSCHLUSS bezüglich der Bauanleitungen und Technischen Zeichnungen

Wichtiger Hinweis

Ausdrücklich sei hier angemerkt, dass die *Hinweise* und *Bauanleitungen* auf diesen Seiten für so komplexe Anlagen wie Windkonverter trotz aller Sorgfalt wahrscheinlich nicht ganz frei von Fehlern sind, die sich möglicherweise erst beim Anwender herausstellen.

Deshalb möchten die Verfasser nicht falsch verstanden werden, wenn sie trotz aller Sorgfalt bei der Zusammenstellung dieser Materialien *keine Haftung* für enthaltene Mängel und deren Folgen übernehmen. Alle Anregungen beruhen auf Berechnungen und langjährigen Erfahrungen, wobei viele mögliche Störfälle berücksichtigt wurden; verständlicherweise sind jedoch nicht alle Einflüsse und Risiken vorhersehbar.

Die Autoren gehen davon aus, dass die Nutzer dieser Seiten alle im Bereich des Baus und Betriebs der KUKATE-Windkonverter geltenden Gesetze, gesetzlichen und gängigen Sicherheitsvorschriften und Arbeitsregeln einhalten, die den Bau und Betrieb der KUKATE-Windenergiekonverter betreffen.

URHEBERRECHT / COPYRIGHT

1. Nutzung der Inhalte

Die Inhalte werden hier von OPEN-WIND/Green Desert für den Nachbau der OPEN-WINDMILL-KUKATE Windenergieanlagen und mit einer in diesem Zusammenhang stehenden Präsentation veröffentlicht. Sie sind für den privaten, wissenschaftlichen und nichtgewerblichen Gebrauch für eine eigene Nutzung sowie für die berufliche Ausbildung zusammengestellt worden.

Soweit möglich, müssen die verbreiteten Inhalte aus der Website Copyright-Hinweise und Quellenangaben enthalten.

Die Autoren gehen davon aus, dass die Nutzer dieser Seiten alle für den Bereich des Baus und Betriebs der KUKATE-Windkonverter geltenden Gesetze, gesetzlichen und gängigen Sicherheitsvorschriften und Arbeitsregeln einhalten.

2. Alle Rechte vorbehalten, all rights reserved,

Der Bau der OPEN WINDMILL KUKATE Windenergieanlagen ist gewünscht. Trotzdem sind diese Online-Dokumente und Webseiten einschließlich ihrer Teile urheberrechtlich geschützt.

Die Autoren behalten alle Rechte an den Inhalten, die hier veröffentlicht werden, insbesondere an den von ihnen entwickelten Konstruktionen, angefertigten Bilder, Grafiken, Darstellungen, Berechnungen, Diagrammen und Texten etc.

DISCLAIMER regarding the construction instructions

Important note

It should be expressly noted here that the notes and construction instructions on these pages for such complex systems as wind converters are, despite all care taken, probably not entirely free of errors which may only become apparent when the user uses them. Therefore, the authors do not wish to be misunderstood if, despite all care taken in compiling these materials, they do not accept any liability for defects contained therein and their consequences. All suggestions are based on calculations and many years of experience, and many possible incidents have been taken into account; understandably, however, not all influences and risks can be foreseen.

The authors assume that the users of these pages comply with all applicable laws, legal and common safety regulations and work rules concerning the construction and operation of KUKATE wind energy converters.

COPYRIGHT

1. use of the contents

The contents are published here by OPEN-WIND/Green Desert for the purpose of rebuilding the KUKATE wind energy converters and with a presentation in this context. They have been compiled for private, scientific and non-commercial use for personal use as well as for professional training.

As far as possible, the distributed contents from the website must contain copyright notes and source references.

The authors assume that the users of these pages comply with all laws, legal and common safety regulations and work rules applicable to the field of construction and operation of KUKATE wind converters.

2. all rights reserved, all rights reserved,

The construction of the OPEN WINDMILL KUKATE wind turbines is desired. Nevertheless, these online documents and web pages including their parts are protected by copyright.

The authors retain all rights to the contents published here, in particular to the designs developed by them, images, graphics, representations, calculations, diagrams and texts, etc., which they have produced.

Zuerst lesen

Segelwindmühlen-Rotor

Die Zeichnungen kommen aus dem Zeichnungsvorrat der KUKATE34-Rotoren.

Die Zeichnungen zeigen die Nabe.

Bitte beachte die Stückliste auf Seite 3 in der Bauanleitung. Sie ist für diese Konstruktion besser geeignet.

Die Stückliste auf der Technischen Zeichnung 2.1. Rotor ist nur für die Stahlversion.

In der Bauanleitung sind die Rotorholme aus Stahl beschrieben.

Reizvoller ist wahrscheinlich der Bau der Rotorholme aus Eichenholz.

Dein Rotor, den Du baust, ist ein Unikat.

Bitte studiere die Zeichnungen sorgfältig.

Dann passt Du sie an Deine Konstruktion an.

Deine Wahl!

Read first

Sailing windmill rotor

The drawings come from the drawing stock of KUKATE34 rotors.

The drawings show the hub.

Please refer to the parts list on page 3 in the building instructions. It is more appropriate for this design.

The parts list on Technical Drawing 2.1. rotor is for the steel version only.

The building instructions describe the steel rotor spars.

It is probably more attractive to build the rotor spars from oak.

The rotor you build is unique.

Please study the drawings carefully.

Then adapt them to your construction.

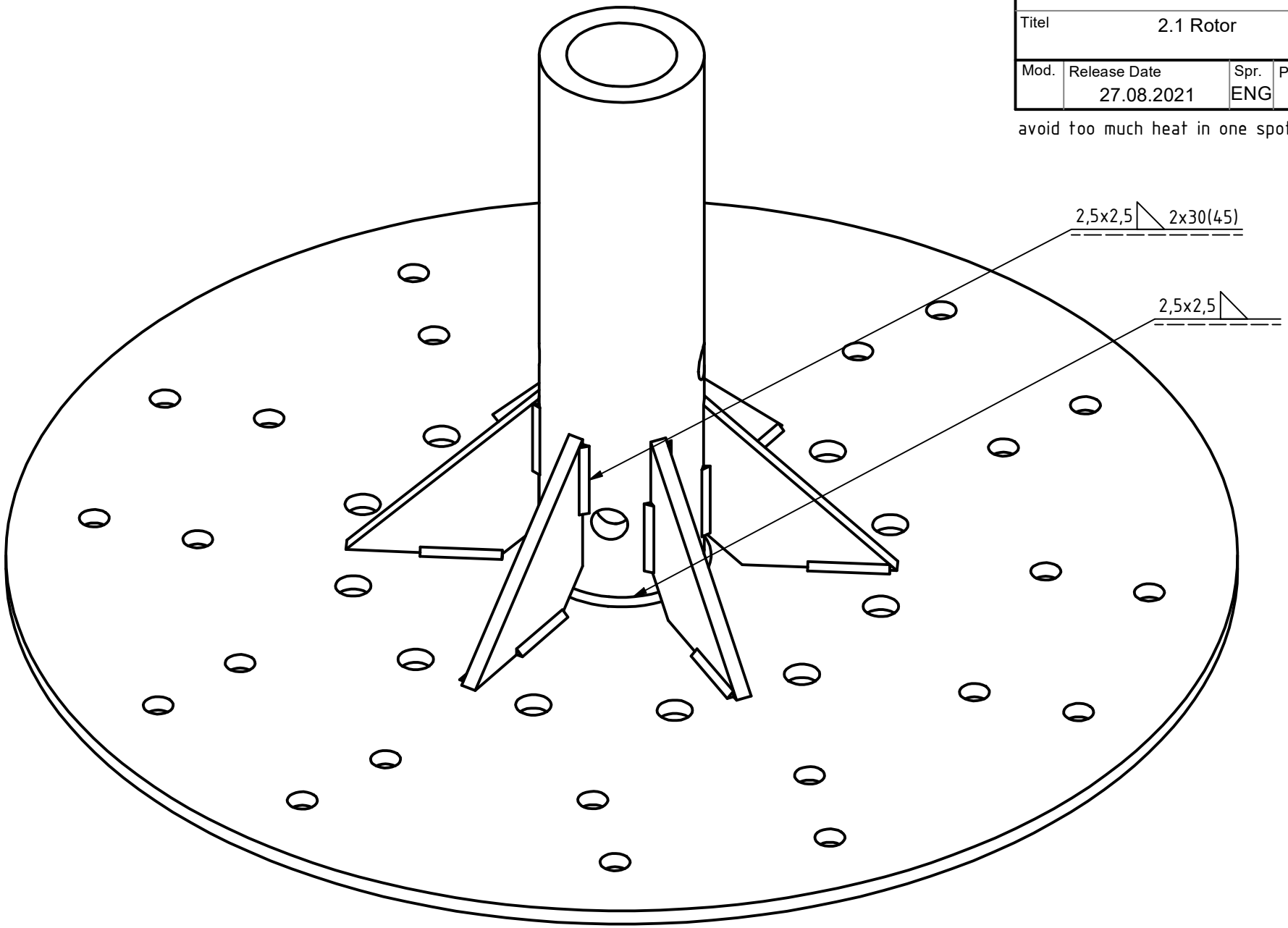
Your choice!

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

2.1 Welding

Project	KUKATE34©		
Titel	2.1 Rotor		
Mod.	Release Date 27.08.2021	Spr. ENG	Page 4/4

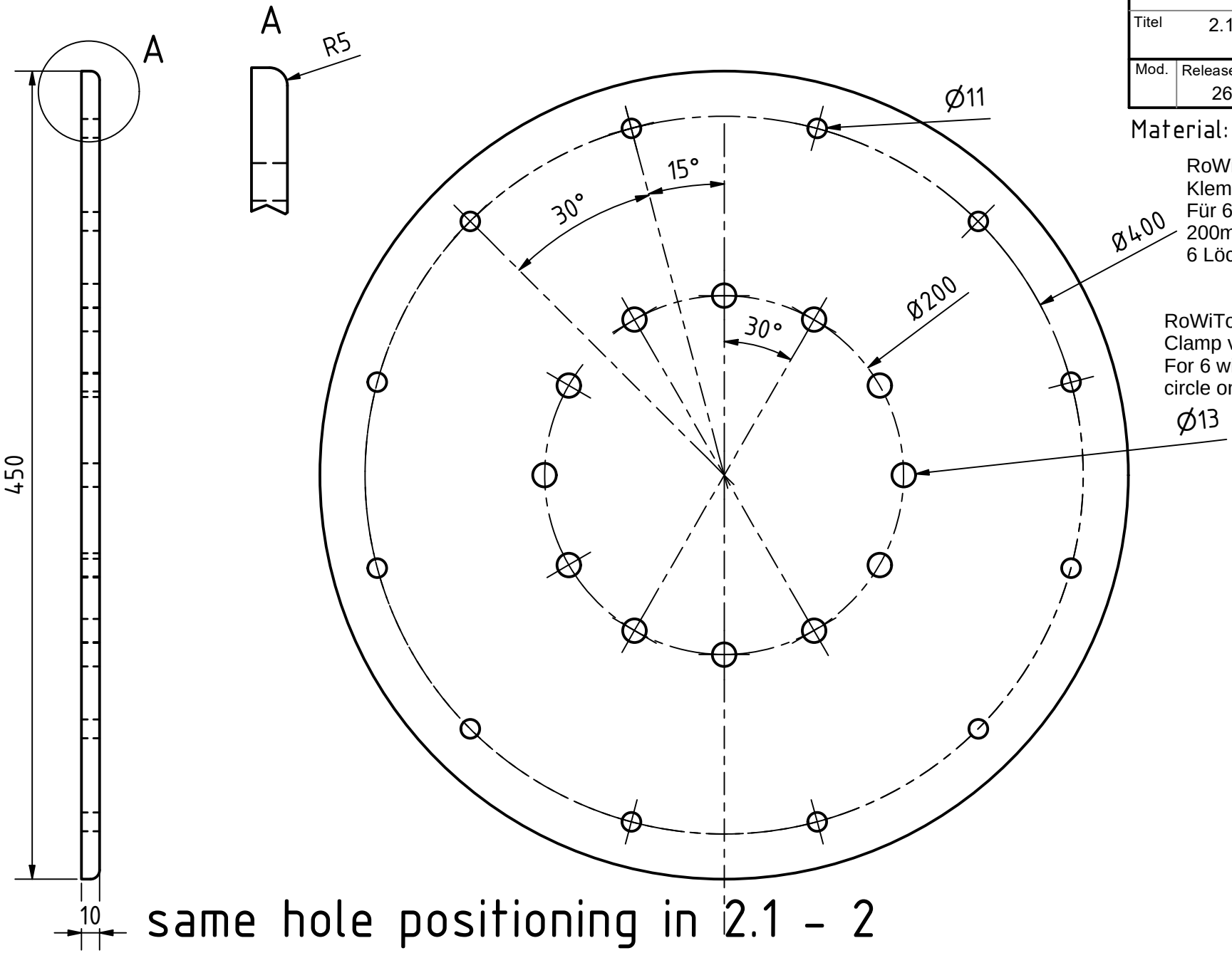
avoid too much heat in one spot



2.1-1 Plate 450x450x10

Project	KUKATE34©		
Titel	2.1-1 Plate 450x450x10		
Mod.	Release Date 26.11.2021	Spr. ENG	Page 1/1

Material: Steel



RoWiTool:
Klemmversion für 12 Flügel.
Für 6 Flügel auf dem
200mm-Lochkreis nur
6 Löcher bohren

RoWiTool:
Clamp version for 12 wings.
For 6 wings on the 200mm hole
circle only drill 6 holes.

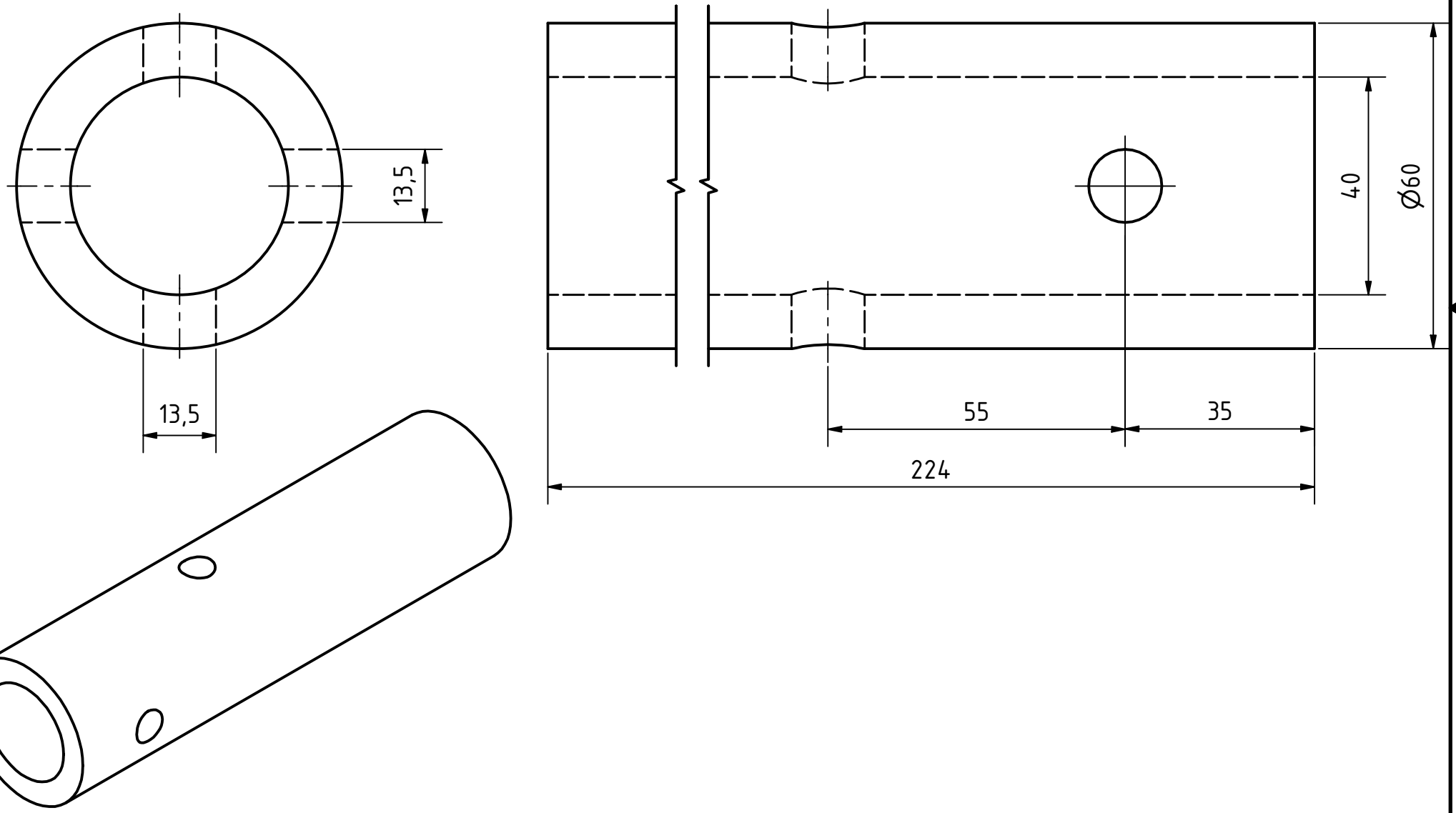
same hole positioning in 2.1 - 2

2.1-6 Pipe 60,3x10x224

Material: Steel

Project	KUKATE34©		
Titel	2.1-6 Pipe 60,3x10x224		
Mod.	Release Date 29.11.2021	Spr. ENG	Page 1/1

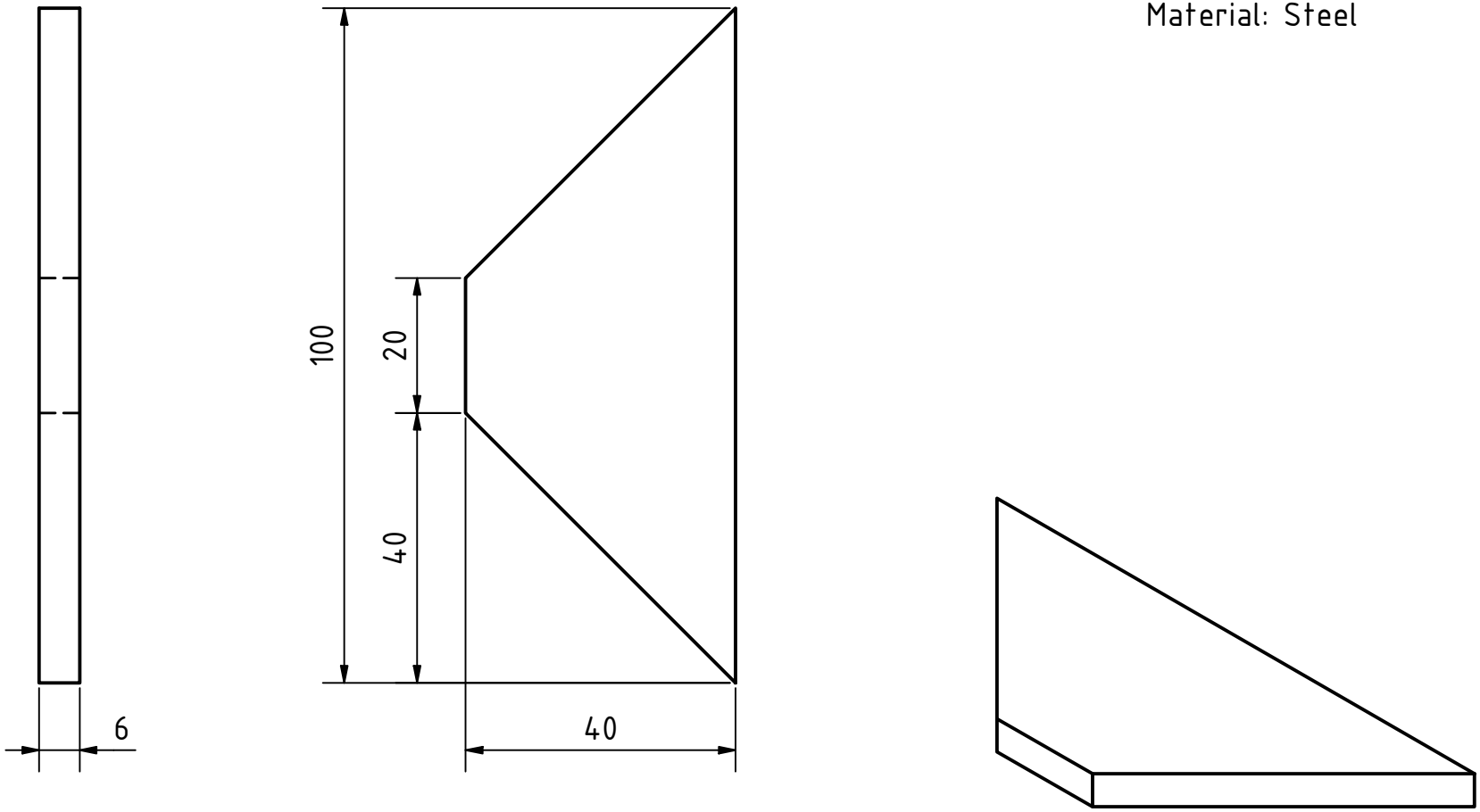
Holes drilled together with 2.3.1 - 4



2.1-3Flat steel 100x40x6

Project	KUKATE34©		
Titel	2.1-3 Flat steel 100x40x6		
Mod.	Release Date 18.09.2021	Spr. ENG	Page 1/1

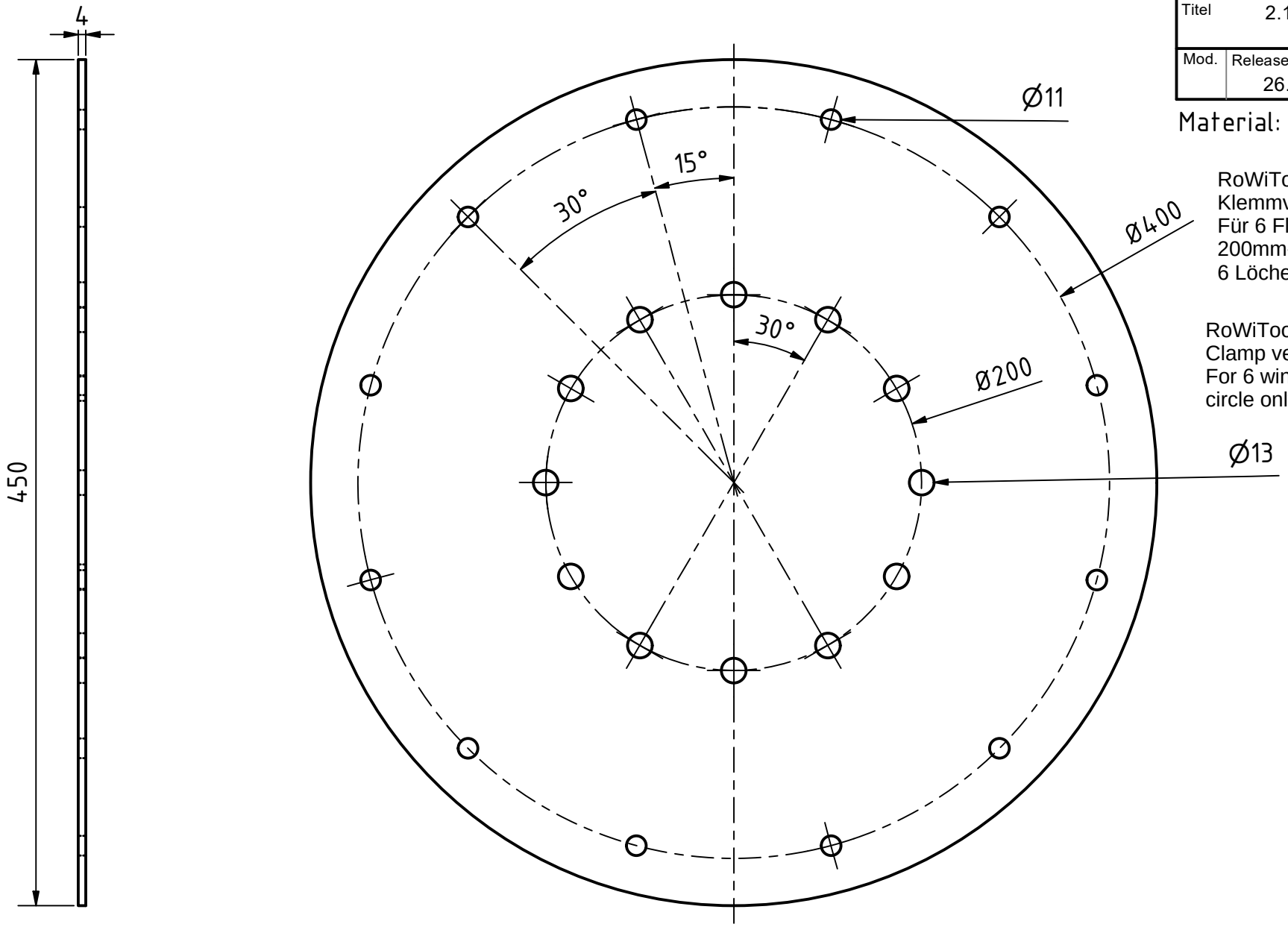
Material: Steel



2.1-2 Plate 450x450x4

Project	KUKATE34©		
Titel	2.1-2 Plate 450x450x4		
Mod.	Release Date 26.11.2021	Spr. ENG	Page 1/1

Material: Steel

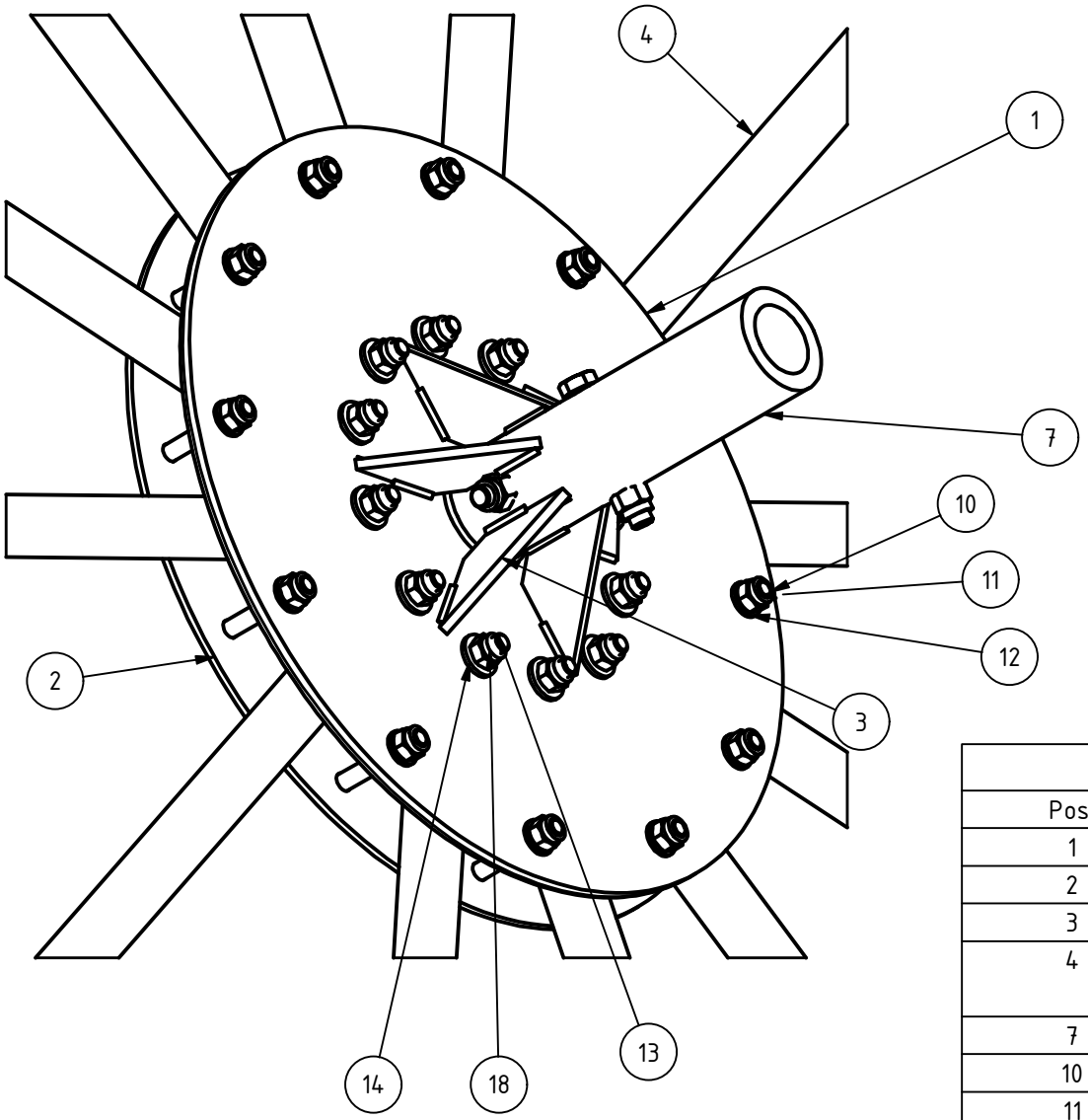


RoWiTool:
Klemmversion für 12 Flügel.
Für 6 Flügel auf dem
200mm-Lochkreis nur
6 Löcher bohren

RoWiTool:
Clamp version for 12 wings.
For 6 wings on the 200mm hole
circle only drill 6 holes.

same hole positioning in 2.1 - 1

Project	KUKATE34©		
Titel	2.1 Rotor		
Mod.	Release Date 27.08.2021	Spr. ENG	Page 2/4



PART LIST

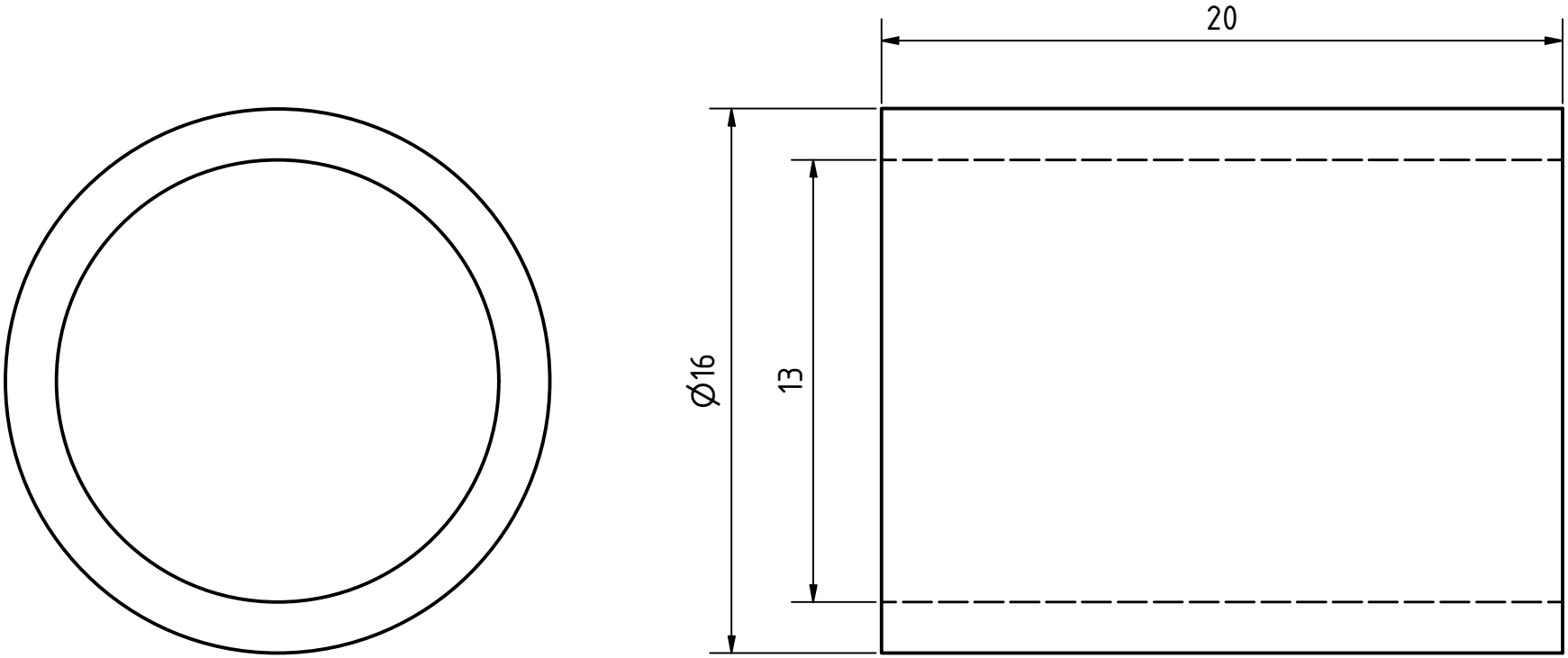
Pos.	Name	Standard	Qty
1	Plate	DIN EN 10051 - 450x450x10	1
2	Plate	DIN EN 10051 - 450x450x4	1
3	Flat steel	DIN EN 10058 - 100x40x6	6
4	Pipe	DIN EN 10220-1 - 33,7x4 - 1500	12
7	Pipe	DIN 2448 - 60,3x10 -110	1
10	Hexagon head screw	ISO 4017 -M10x65 -8.8	24
11	Hex nut	ISO 4034-M10- 8.8	12
12	Washer	ISO 7089 -10	24
13	Hexagon head screw	ISO 4017 -M12x65 -8.8	12
18	Hex nut	ISO 4034-M12- 8.8	12
17	Hexagon head screw	ISO 4017 -M10x50 -8.8	12

2.1-9 Pipe

Project	KUKATE34©		
Titel	2.1-9 Pipe		
Mod.	Release Date 17.05.2020	Spr. ENG	Page 1/1

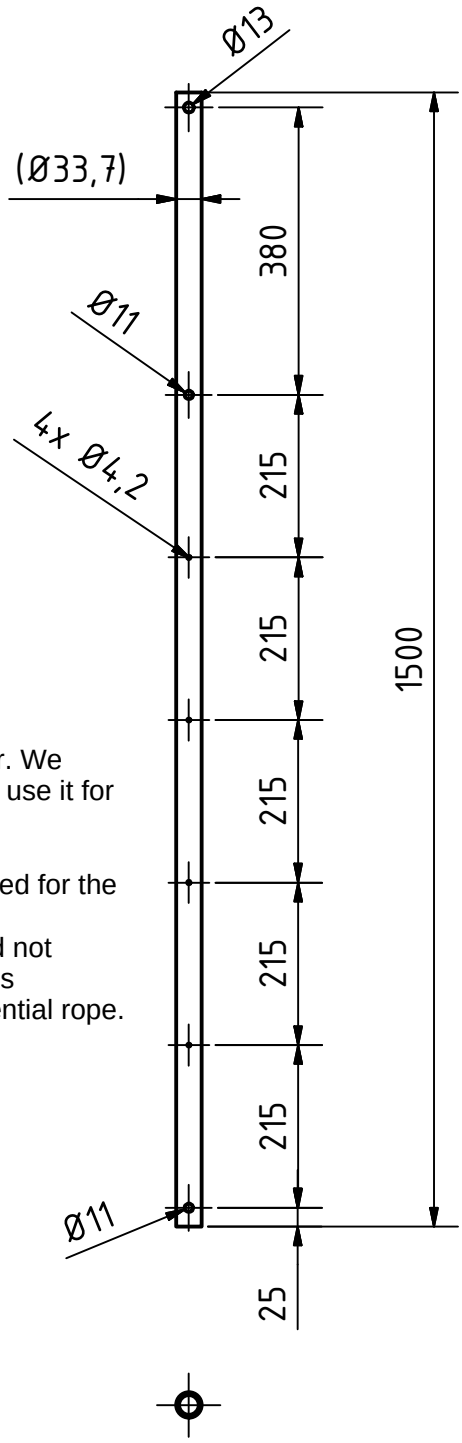
Material: Aluminium

Diese Hülsen werden in die Enden der Holme auf der Nabenseite platziert. Die M12 Schrauben, die durch die Nabenscheiben und die 13mm-Bohrung der Holme geschraubt werden, gehen durch die Aluminumhülsen. Sie verhindern dort ein Quetschen und Zusammendrücken der Rohrholme.



These sleeves are placed in the ends of the spars on the hub side. The M12 screws, that are screwed through the hub washers and the 13mm hole of the tie bars go through the aluminum sleeves. There they prevent the tube spars from being crushed and compressed.

Dieser Holm ist für den RoWiTool-Rotor. Wir zeigen ihn hier, weil wir ihn auch für den KUKATE Segeltuchrotor nutzen können.
Die Bohrungen kann man vielleicht auch für die Segelbefestigung gebrauchen.
Er sollte dann aber 1600mm und nicht 1500mm lang sein. An den 11mm - Bohrungen kann man gut das Umfangsseil befestigen.



This spar is for the RoWiTool rotor. We show it here because we can also use it for the
KUKATE canvas rotor.
The holes can perhaps also be used for the sail attachment.
But then it should be 1600mm and not 1500mm long. At the 11mm - holes
you can fasten well the circumferential rope.
Your choice!

-0,5

+0,5

Werkstoff: S235JR (1.0038)
Norm: DIN 10220-1- 33,7x 4x 1500
Allgemeintoleranzen ISO 2768-m

	1 : 10	Erstellt durch	Genehmigt von	
		Projekt: RoWiTool	Dokumentenstatus	
		Titel, Zusätzlicher Titel	Bauteil: Rotorholm_RoWiTool	
			Änd.	Ausgabedatum: 10.12.2018 / Spr.: de / Blatt: 1