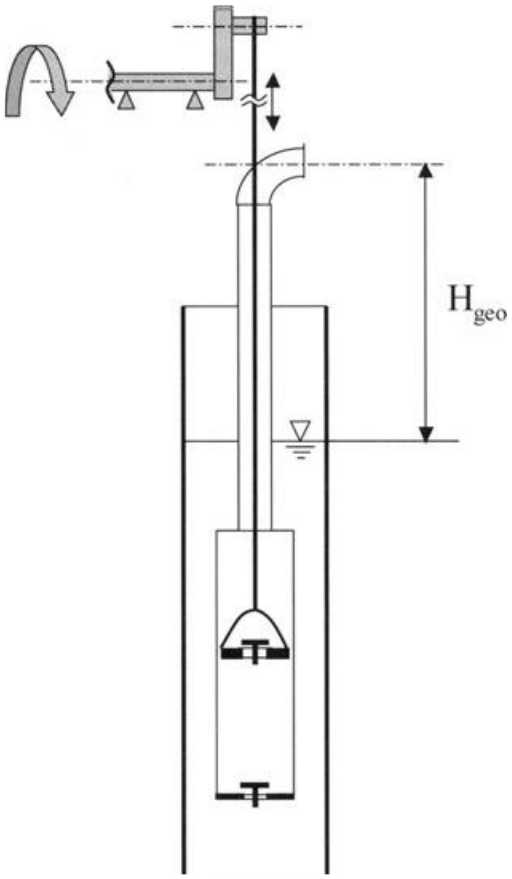
4 Pumpe

Einführung in die Kolbenpumpe
Die Kolbenpumpe für den Betrieb der KUKATE 34K bei ist eine einfach wirkende Hubkolbenpumpe. Die Pumpe wird im Bohrbrunnen unter dem Wasserspiegel platziert. Die Pumpe ist deshalb eine Tauchpumpe. Das Wasser muss nicht angesaugt werden, da sich die Pumpe unter dem Wasserspiegel befindet.



Konstruktion
In der Abbildung ist der grundsätzliche Aufbau einer Hubkolbenpumpe dargestellt. Die Pumpe ist in den Bohrbrunnen eingelassen und der Kolben befindet sich unter dem Wasserspiegel im Brunnen. Der Kolben ist über ein Gestänge, das im Mast und Steigrohr verläuft, mit dem Kurbeltrieb des Rotors verbunden. Im Kolben befindet sich das Druckventil. Der Kolben ist über Dichtungen zur Zylinderwandung abgedichtet. Am unteren Ende des Zylinders befindet sich ein weiteres Ventil (Fußventil), welches im geschlossenen Zustand die Öffnung zwischen Brunnen und Zylinderraum schließt.

Funktionsweise
Über dem Kolben befindet sich Wasser, welches einen Druck auf die Oberfläche des Kolbens und Ventils ausübt. Infolgedessen ist das Ventil geschlossen, so dass das über dem Kolben befindliche Wasser durch die Hubbewegung des Kolbens angehoben wird. Über die Steigleitung wird das Wasser aus dem Auslauf gedrückt.

Währenddessen strömt Wasser durch das geöffnete Fußventil in den Zylinderraum nach. Im oberen Totpunkt (OT), der den oberen Umkehrpunkt des Kolbens darstellt, beginnt die Abwärtsbewegung des Kolbens. Dabei wird der Ventilkolben bei geöffnetem Ventil durch das im Zylinder stehende Wasser bewegt. Das Fußventil ist dabei geschlossen. Das im Zylinder stehende Wasser strömt durch das Kolbenventil in den oberen Zylinderraum.

Erreicht der Kolben den unteren Totpunkt (UT), dreht sich die Bewegungsrichtung des Kolbens wieder um und die Hubbewegung beginnt von Neuem. Aufgrund des Druckes, der auf den Kolben, durch die sich über ihm befindliche Wassermasse ausgeübt wird, werden Dichtungen zwischen Kolben und Zylinderwandung häufig schadhaft. Bei der KUKATE 34K kann der Kolben mit dem Kolbengestänge einfach ausgebaut werden. Die Dichtungen bestehen aus Leder und können leicht selbst gefertigt und ausgetauscht werden.
Rohrkolbenpumpen haben eine außenliegende Dichtung, die als Stopfbuchse ausgeführt ist. Der Vorteil unserer Hubkolbenpumpe KUKATE34K liegt darin, dass wir auch bei geringen Drehzahlen Förderströme aus 10m Tiefe von 1Liter pro Sekunde bei ca. 6m/s Windgeschwindigkeit erreichen.

Nur bei großen Förderhöhen machen sich die Leckverluste der Pumpe infolge von schadhaften Dichtungen und verspätetem Ventilschluss bemerkbar. Dieses zeigt sich auch in Abbildung, bei der die prinzipielle Pumpenkennlinie einer Kolbenpumpe dargestellt ist. Die Pumpenkennlinie weist infolge erhöhter Leckverluste bei großen Förderhöhen (H) eine leichte Wölbung in Richtung kleinerer Förderströme (Q) auf.

Ein Nachteil der Hubkolbenpumpe ist, dass die ganze Förderarbeit der Pumpe bei Kolbenaufgang geleistet wird. Dies führt zu einem unrunden Lauf und zu großen dynamischen Kräften bei der Aufwärtsbewegung des Kolbens. Durch vorgespannte Federn oder Gummizüge, die zwischen Maststruktur und Kolbenstange gespannt sind, wird bei der KUKATE34 der Kraftbedarf bei Kolbenaufgang verringert und gleichzeitig wird ein gleichmäßiger Lauf der Pumpe erreicht. Die Feder oder die Gummizüge werden dabei beim Kolbenniedergang gespannt und wirkt so beim Kolbenaufgang unterstützend beim Fördervorgang.

4.1 Rohrsystem

Das Rohrsystem der KUKATE34K dient dem Kolben der Hubpumpe auch als Zylinder. Es ist dabei aus mehreren Rohrstücken zusammengesetzt. Diese sind mit Flanschverbindungen verbunden. Deshalb ist der Transport des insgesamt 10,7 Meter langen Rohrsystems einfach. Die Montage im Bohrbrunnen ist bei aufgestelltem Windrad einfach. Das Rohrsystem ist aus PVC-U Rohren und Fittings aufgebaut. Das Material weist sehr gute mechanische Eigenschaften auf und eignet sich somit für die Verwendung zur Grundwasserförderung.

Hinzu kommt, dass die Verarbeitung der Rohrteile durch die Klebetechnik sehr einfach ist. Als Klebstoff wird dabei PVC-Kleber verwendet. Dieser löst die Oberflächen der zu verbindenden Teile an und stellt durch das Ausgasen des Lösungsmittels eine feste Verbindung zwischen den Teilen her. Dieser Vorgang wird auch als Quellschweißen bezeichnet. Die Klebeverbindung weist danach die gleichen Eigenschaften wie das ursprüngliche Material auf.
Im Folgenden wird auf die einzelnen Bereiche des Rohrsystems eingegangen.

4.1.1 Saugkorb

Der Saugkorb stellt die Eintrittsöffnung für das Brunnenwasser in die Pumpe dar. Er dient dazu, grobe Verunreinigungen von der Pumpe fernzuhalten. Dabei sind die Ansaugöffnungen mit Sieben abgedeckt. Die gesamte freie Querschnittsfläche der Sieböffnungen hat dabei mindestens das Vierfache der Querschnittsfläche des Saugrohres. So wird auch bei teilweiser Verstopfung der Saugwiderstand klein gehalten.
Beim Saugkorb kann improvisiert werden:

Der Saugkorb muss folgende Konstruktionsmerkmale aufweisen:

- Er wird unten am Pumpenrohr befestigt.
- Sein Durchmesser muss kleiner als der des Brunnenrohres sein.
- Seine Material muss korrosionsfest und mechanisch stabil sein.
- Der Saugkorb darf das in den Pumpenzylinder einströmende Wasser nicht spürbar behindern

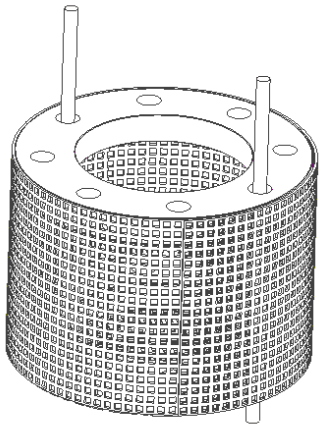


Abbildung 31 – Saugkorb gesamt

Werkzeug

	8;10	SW 13; 16	Metall	Metall

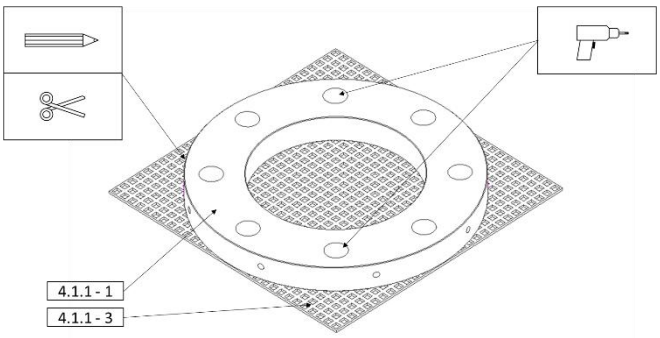
Material

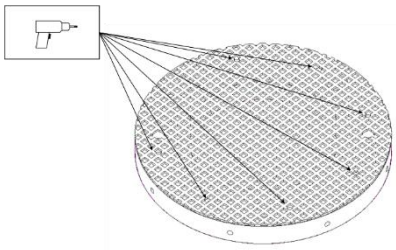
Pos		Rohmaterial	Bezeichnung	Norm	Maße	Menge	Material
4.1.1	**-1**		Losflansch DN100	DIN 8062		2	PVC
	-2	**R - 2**	Lochblech	EN AW 5754	160x750x2mm	1	Aluminium
	-3	**R - 2**	Lochblech	EN AW 5754	220x220x2mm	1	Aluminium
	-4		Gewindestange	DIN 976	M10x560 mm	2	
	-5		Sechskantmutter	DIN EN ISO 4032	M10-A2-8.8	8	
	-6		Unterlegscheibe	DIN EN ISO 7091	10-A2	8	
	-7		Sechskantmutter, Klemmteil	DIN EN ISO 7040	M10-A2-8.8	4	
	-8		Flachkopfblechschraube	DIN EN ISO 7049	St5,5x13-A2	24	

Tabelle 20 - Stückliste 4.1.1 Saugkorb

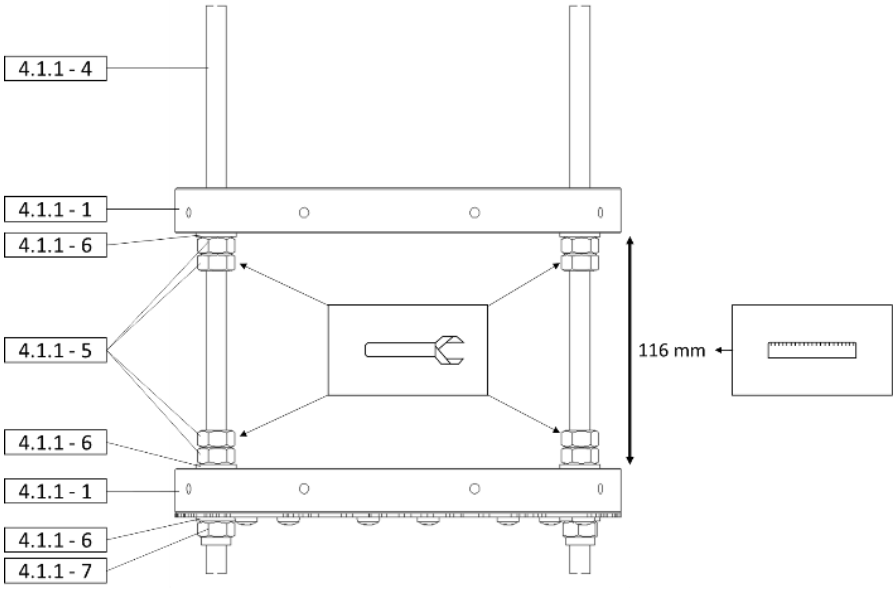
Konstruktion

1. **Gitterblech passend schneiden und verschrauben**
   Zu Beginn wird das Bodengitter [4.1.1-3] aus [R-2] herausgeschnitten. Der Flansch kann hierfür als Vorlage verwendet werden. Der Flansch wird auf dem Gitter platziert und der Umriss nachgezogen. Jetzt wird die Scheibe aus dem Gitter herausgeschnitten.
   Die beiden Löcher für die Gewindestangen können in das Gitter gebohrt werden. Es ist wichtig, dass die ausgewählten Löcher fluchten.
   Das Gitter wird auf den Flansch gesetzt und mit 6 Schrauben [Pos. 4.1.1-8] befestigt. Die Löcher sollten mit einem kleinen Bohrer vorgebohrt werden.



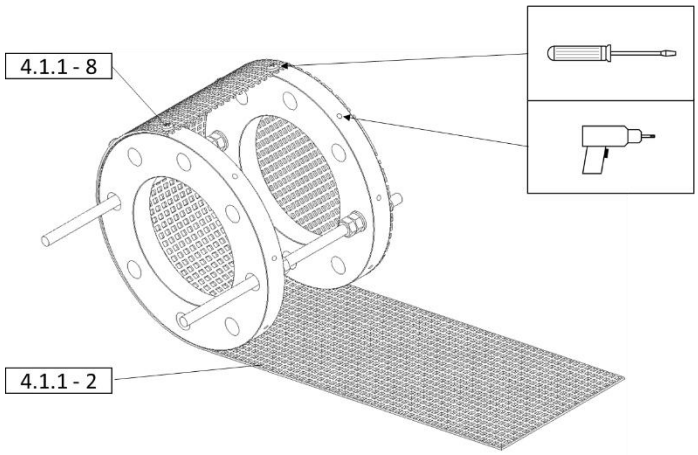


   Das Gitter wird auf den Flansch gesetzt und mit 6 Schrauben [Pos. 4.1.1-8] befestigt. Die Löcher sollten mit einem kleinen Bohrer vorgebohrt werden.



2. **Montage des Gitterkorbes**
   Als nächstes müssen die beiden Flansche zusammengebaut werden. Dazu werden die Gewindestangen am unteren Flansch befestigt. Wie die Abbildung zeigt, müssen pro Gewindestange vier Muttern verwendet werden. Dies stellt sicher, dass sich die Muttern gegenseitig sichern und sich nicht lösen können.

3. **Siebrahmen am Umfang des Saugkorbes montieren**
   3. Der mit den Gewindestangen befestigte Siebrahmen, wird auf das Bodengitter gelegt [4.1.1-2]. Beide Enden des Siebes werden mit Flachkopfschrauben [4.1.1-8] an den beiden Flanschen verschraubt.
   Jetzt kann der Siebrahmen über die Arbeitsfläche gedreht werden, wobei das Gitterblech an der Außenfläche der Flansche anliegt. Alle 90 mm wird das gebogene Gitterblech mit einer Schraube in den Flanschen befestigt [4.1.1-8].



4.1.2 Fußventil

Das Fußventil ist direkt über dem Saugkorb angeordnet und besteht aus einer Ventilplatte, einer biegsamen Gummiplatte und einem Ventilblech, wie in Abbildung 32 dargestellt. Dabei sind die Teile über drei Schraubverbindungen miteinander verbunden. Das Fußventil dient der Durchströmung der Förderflüssigkeit vom Saugbereich in den Zylinder, in dem der Kolben seine auf- und ab Bewegung ausführt. Dabei muss die biegsame Gummiplatte bei Kolbenniedergang schließen, sodass das Wasser unterhalb des Kolbens nicht in den Saugkorb zurückfließen kann. Bei der Aufwärtsbewegung des Kolbens biegt sich das Gummi und gibt den Durchströmungsbereich durch die Fußventilplatte frei. Das Wasser fließt in den freiwerdenden Zylinderbereich unterhalb des Kolbens ein.

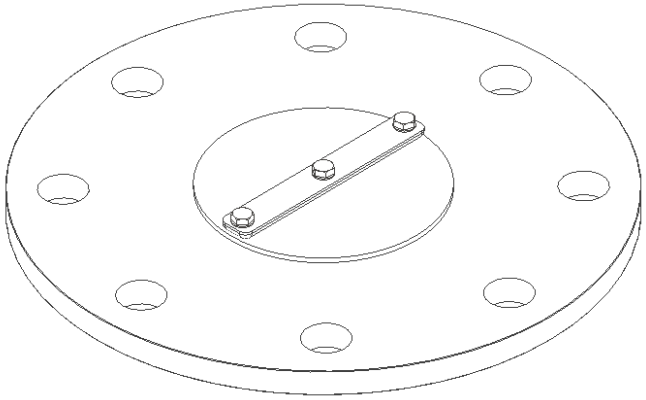


Abbildung 32 – Fußventil gesamt

Werkzeug

	4;5;10	SW 8	Metall	Metall	Meißel

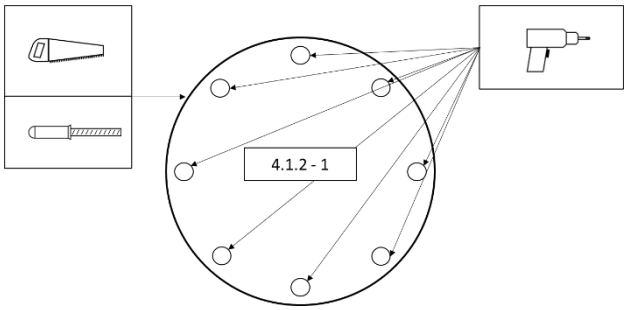
Material

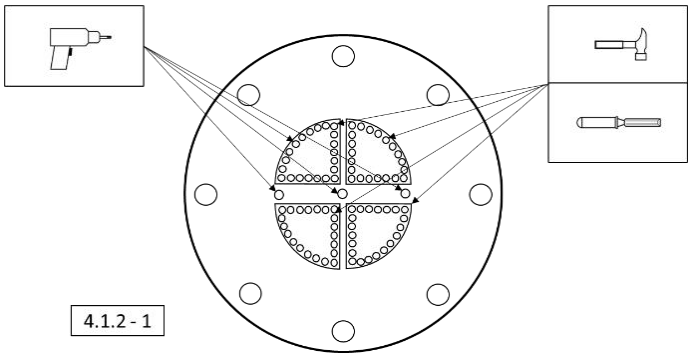
Pos	Rohmaterial	Bezeichnung	Norm	Maße	Menge	Material
4.1.2 -1	**R - 1**	Kolbenboden	DIN EN 573-1	220x220x10mm	1	Aluminium
-2	**R - 3**	Blech	DIN EN 573-1	90x14x4mm	1	Aluminium
-3	**R - 4**	Platte		80x80x2mm	1	Vollgummi
-4		Sechskantschraube	DIN EN ISO 4017	M5x35-8.8	3	
-5		Unterlegscheibe	DIN EN ISO 7092	5	6	
-6		Sechskantmutter, Klemmteil	DIN EN ISO 7040	M5-8.8	5	

Tabelle 21 - Stückliste 4.1.2 Fußventil

Konstruktion

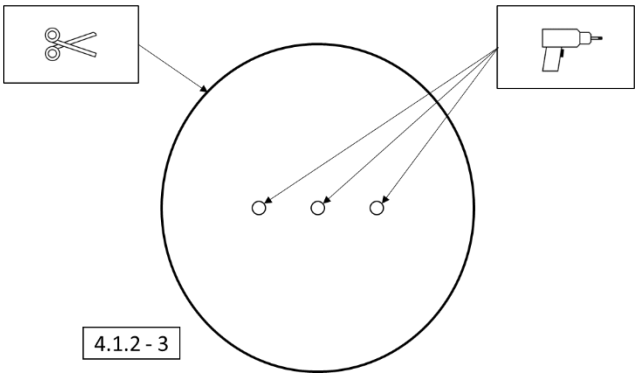
1. **Sägen/Bohren der Aluminiumplatte**
   Zu Beginn wird die Aluminiumplatte auch [4.1.2-1] zu einer Scheibe mit dem Durchmesser von 220mm gesägt. Danach wird die Scheibe mit einer Feile fertig gefeilt. Die 8 Löcher werden mit einem 18mm Bohrer gebohrt

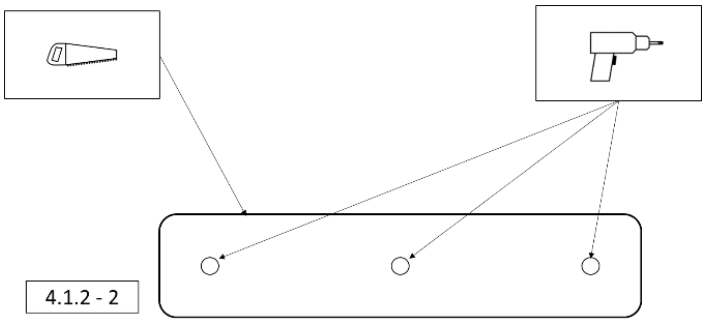




2. Die inneren vier Aussparung werden zuerst gezeichnet. Danach empfiehlt es sich, mehrere Löcher mit einem 4mm – 6mm Bohrer dicht nebeneinander zu bohren. Dabei ist darauf zu achten, dass die Löcher die gezeichnete Linie nicht berühren. Danach werden die Stege zwischen den Bohrungen mit Hilfe eines flachen Meißels und eines Hammers ausgestanzt und die vier inneren Konturen gefeilt. Zum Schluss werden die 3 Löcher gebohrt. Man kann die vier Aussparungen auch mit einer Stichsäge aussägen

3. **Gummiplatte fertigen**
Das Gummi rechts wird auf einen Durchmesser von 90mm ausgeschnitten und die 3 Löcher mit einem 5mm Bohrer gebohrt. Dabei bietet es sich an, die Platte [4.1.2-1] als Schablone zu verwenden

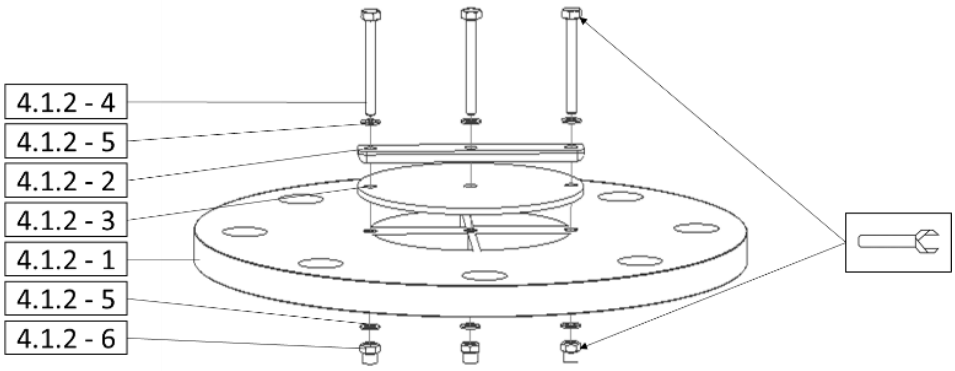




4. **Der Aluminiumsteg** ist das letzte zu fertigende Bauteil des Fußventils. Er wird gesägt, gefeilt und anschließend mit 3 Löchern versehen.
Es bietet sich auch hier, an die Aluminiumplatte [4.1.2-1] als Schablone zu verwenden. Dies hat den Vorteil, dass die Bohrungen aller drei Bauteile fluchten.

<u>Es ist wichtig, die unteren beiden Kanten der des Alubleches mit einem Radius von mindestens 3mm zu versehen. Dann knickt die Ventilplatte bei jedem Pumpenhub nicht über eine scharfe Kante.</u>

5. **Montage**
Zum Schluss wird das Fußventil zusammengebaut.
Dazu werden der Kolbenboden [4.1.2-1], die Gummiplatte [4.1.2-3] und die Aluminiumplatte [4.1.2-2] aufeinandergelegt und mit den Schrauben [4.1.2-4], Unterlegscheiben [4.1.2-5] und Muttern [4.1.2-6] befestigt



4.1.3 Auslauf

Der Auslaufbereich besteht ausschließlich aus PVC-U Rohren und Fittings, welche miteinander verklebt sind. Im unteren Bereich des Auslaufs bildet ein Flansch die Verbindung zur Rohrleitung. Dieser ist mit dem oberen Flansch der Rohrleitung über einen Dichtungsring verschraubt. Der obere Festflansch ist mit einem 0,7m langen Rohr verklebt, das am oberen Ende mit einem Kreuzstück versehen ist.
Am oberen Ende des Kreuzstückes bildet ein kurzes Rohr das Verbindungselement zwischen Festflansch und Kreuzstück. An einer der beiden Seiten des Kreuzstückes ist eine Querschnittsverengung eingeklebt, die zusammen mit dem angeschlossenen Rohrbogen und einer Schlauchtülle die Leitung auf einen Durchmesser von d = 25mm verengt.
Mittels einer Schlauchschelle kann ein Schlauch di = 40mm mit dem Auslauf der Pumpe befestigt werden. Der Auslauf befindet sich auf einer Höhe von h = 0,6m über dem Boden, sodass problemlos ein Eimer darunter platziert werden kann Die andere Seite des Kreuzstückes bietet die Möglichkeit eines weiteren Auslaufs. In der Abbildung ist dieser mit einer Verschlusskappe verschlossen.

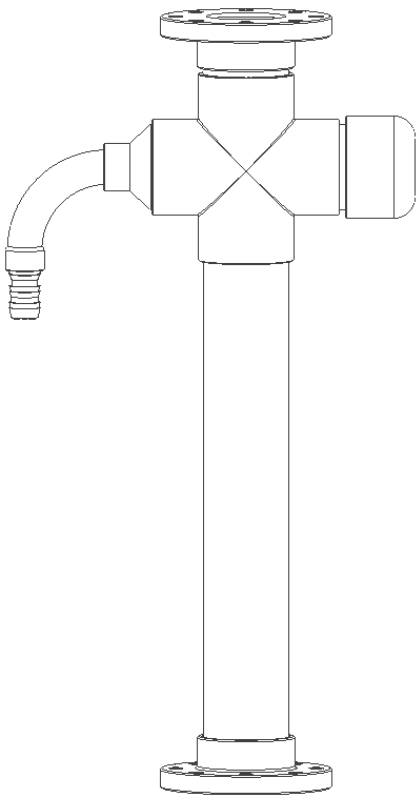


Abbildung 33 - Auslauf gesamt

<u>Vor dem Verkleben müssen die Flächen entfettet und gereinigt werden. (Spiritus, Benzin)</u>
<u>Das Kleben muss schnell und ohne Stopp erfolgen. Die Verklebung lässt sich nicht mehr lösen.</u>

Alternativ kann das Kreuzstück auch durch ein T-Stück ersetzt werden, wenn lediglich ein Auslauf benötigt wird.

Das gesamte Rohrsystem der OPEN WIND KUKATE34P kann auch mit anderen Rohren gestaltet werden, wenn das von uns ausgewählte genormte PVC-Rohrsystem nicht verfügbar ist. Die Innenoberfläche der Rohre muss im Bereich des Kolbenhubes sehr glatt sein. Dort bildet die Rohroberfläche die Zylinderwand der Pumpe.

Der Kolbendurchmesser sollte aber möglichst nicht kleiner als 100mm sein. Ist er zum Beispiel 120mm, müsste man den Hub am Exzenter um ca. 40% verkleinern (da die Kolbenfläche dann 44% größer ist). Es ist darauf zu achten, dass die Gummiventilklappen nicht auf zu große Strömungsquerschnitte in Zylinderboden und Kolben (Aussparungen oder Löcher) klappen. Sie gehen dann früher kaputt.

Werkzeug

	Kleber	Metall

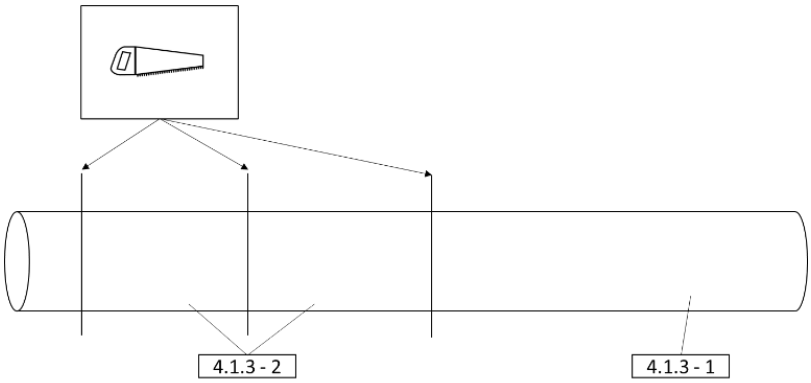
Material

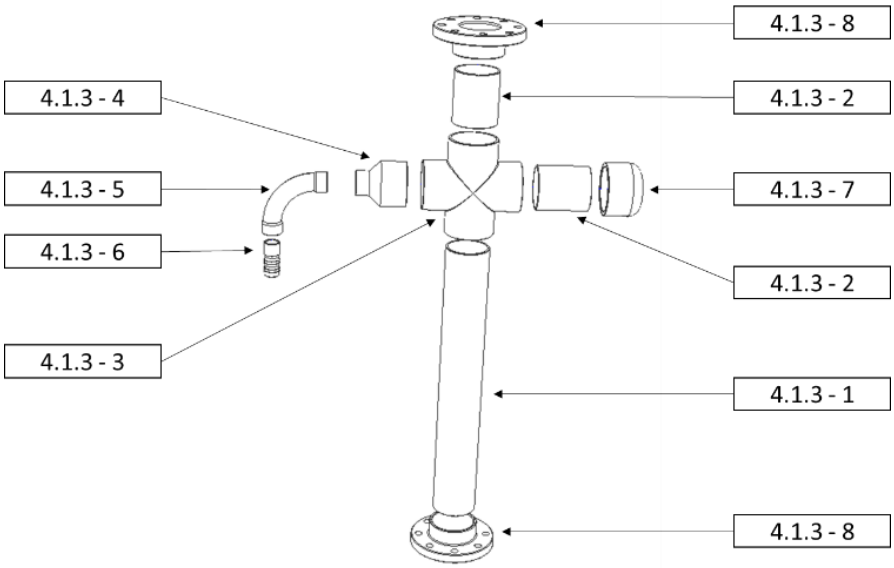
Pos		Rohmaterial	Bezeichnung	Norm	Maße	Menge	Material
4.1.3	**-1**	**R - 5**	Druckrohr DN 100	DIN 8062	730mm	1	PVC-U
	-2	**R - 5**	Druckrohr DN 100	DIN 8062	130mm	2	PVC-U
	-3		Kreuzstück DN 100	DIN 8062		1	PVC-U
	-4		Verengung DN 40	DIN 8062		1	PVC-U
	-5		Rundbogen DN 40	DIN 8062	90°	1	PVC-U
	-6		Schlauchtülle DN 40	DIN 8062		1	PVC-U
	-7		Kappe DN 100	DIN 8062		1	PVC-U
	-8		Festflansch DN 100	DIN 8062		2	PVC-U

Tabelle 22 - Stückliste 4.1.3 Auslauf

Konstruktion

1. **Rohre sägen und mit Flanschen verkleben**
   Zu Beginn ist das Rohr [R-5] in 3 Teile zu sägen. Daraus entstehen die beiden benötigten Druckrohre [4.1.3-1] und [4.1.3-2].





2. **Nun wird der Auslauf zusammengebaut.**

- Die Klebe-Flächen vorher mit Schleifpapier angeraut werden.
- Dann die Oberfläche reinigen.
- Danach den Kleber auftragen und das Gestell montieren.

Im Anschluss den gesamten Aufbau 24h ruhen lassen.

4.1.4 Deckel

Der Deckel bildet den oberen Abschluss des Rohrsystems und besteht aus einem herkömmlichen PVC-U Blindflansch und einem Holzstück, welche miteinander verschraubt sind. Der Holzklotz wird bei der Fertigung in zwei Teile zersägt. Dies vereinfachen Einbau und Wartung. Gleichzeitig dient dieser als Gleitlager für das Gestänge, welche mittig auf- und ab Bewegungen durchführt.

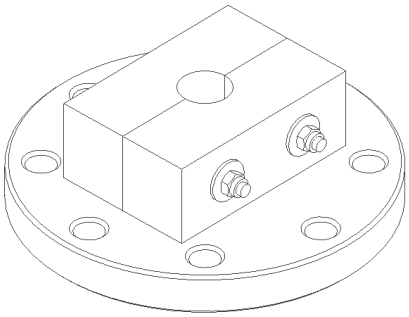


Abbildung 34 - Deckel gesamt

Werkzeug

	8	Metall Holz	SW 13	

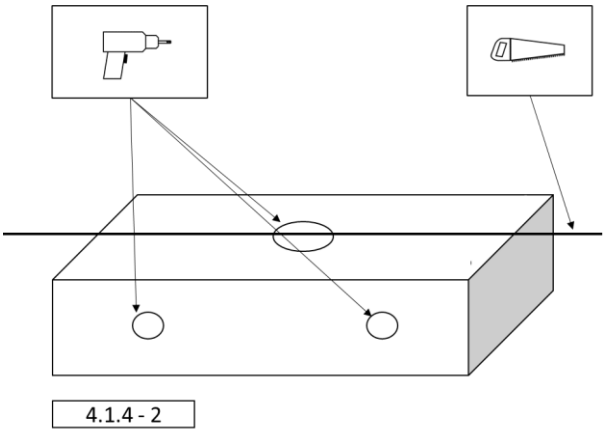
Material

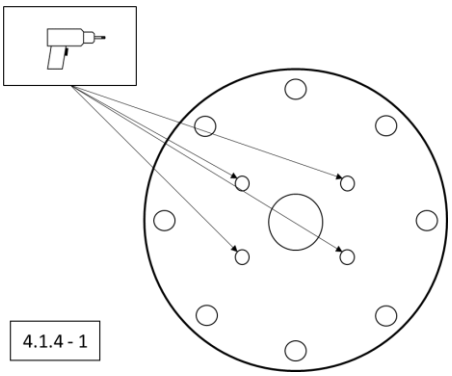
Pos		Rohmaterial	Bezeichnung	Norm	Maße	Menge	Material
4.1.4	**-1**		Blindflansch DN 100	DIN 8062		1	PVC-U
	-2		Hartholzlager		45x130x40mm	2	Holz
	-3		Holzschraube	DIN EN ISO 7050	5,5x45mm	4	
	-4		Gewindestange	DIN 976 - A2	M8x120mm	2	
	-5		Karosseriescheibe	DIN 9021 - A2	M8x25	4	
	-6		Sechskantmutter, Klemmteil	DIN EN ISO 7040	M8-A2-8.8	12	

Tabelle 23 - Stückliste 4.1.4 Deckel

Konstruktion

1. **Holzlager bohren und sägen**
   Zu Beginn ist der Holzklotz auf Maße zu sägen. Danach werden die seitlichen Löcher mit einem 8mm Bohrer gebohrt. Im Anschluss wird der Holzklotz in der Mitte durchgesägt. Danach wird die 30mm-Bohrung gebohrt.
   Achtung:
   Diese mittlere 40mm-Gleitlagerbohrung muss als Passung die glatte Kolbenstange eng umschließen.
   Wenn das Wasser in einen beispielsweise 1,5m hohen Speicher gepumpt werden soll, muss die Lagerung möglichst dicht sein oder man muss das Rohrstück [4.1.3-1] entsprechend der Förderhöhe verlängern.
   Hier kann anstatt des Holzes beispielsweise PVC oder ein anderer Kunststoffklotz ausgewählt werden.

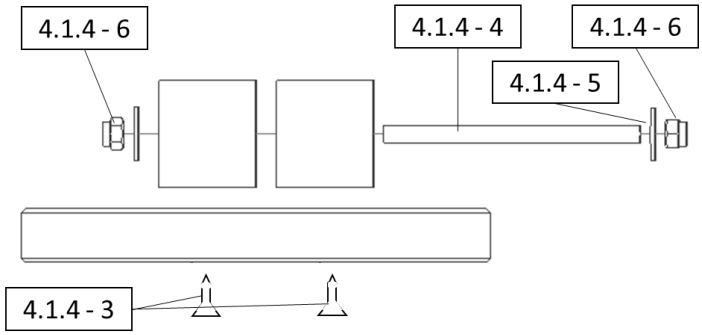




2. **Schraubenlöcher bohren**

Nun sind die Ø8mm Löcher ebenfalls in den Blindflansch zu bohren. Dabei ist darauf zu achten, dass die mittlere Bohrung des Holzklotzes mittig auf dem Flansch sitzt. Hierbei kann der Holzklotz als Schablone verwendet werden.

3. Zum Schluss werden die beiden Bauteile miteinander verschraubt. Die Holzschrauben [4.1.4-3] sind von oben nicht zu sehen.



4.1.5 Rohrverbindung

Beschreibung
Die Rohrleitung der KUKATE34K bildet das Steigrohr für das Wasser und verbindet den Einlaufbereich (Saugkorb) mit dem Auslaufbereich. Ebenfalls dient es dem Kolben als Zylinder. Dabei besteht die Rohrleitung mit einer Gesamtlänge von l= 9,52m aus 3 Segmenten, die über Flanschverbindungen verbunden sind. Dies ist notwendig, um den Transport zum Aufstellungsort und die Montage im Mast zu ermöglichen.
Die Verbindung der einzelnen Rohrsegmente erfolgt durch das Verschrauben der Festflansche, die an den jeweiligen Enden mit den Rohren verklebt sind. Dabei wird die Flanschdichtung zwischen den Festflanschen platziert. **Es muss sichergestellt sein, dass die Rohrleitungen sich an den Verbindungsstellen nicht verschieben können, damit der Kolben problemlos ein- und ausgeführt werden kann.**
Deshalb wird der PVC-Flansch von Rohrsegment 1 auf einer Seite nicht bündig auf das Rohr aufgeschoben, sondern so verklebt, dass das Rohr ein Stück aus dem Flansch hervorragt. Am Rohrsegment 2 ist auf einer der beiden Seiten der Flansch auf dem Rohr so verklebt, dass das Rohr im Inneren des Flansches endet und einen Abstand zur Flanschoberfläche aufweist. So kann das hervorstehende Rohr von Segment 1 in den Flansch von Segment 2 eingeführt und eine halbmondförmige Verschiebung der Rohre ausgeschlossen werden. Entsprechend ist bei allen weiteren Verbindungen zu verfahren. Die Länge der Segmente wird durch die Tiefe des Brunnens bestimmt. In dieser Anleitung wurde eine Wassertiefe von 9,52 m angenommen, da dies der Tiefe der Testanlage entspricht. Dementsprechend muss die Länge individuell angepasst werden.

Abbildung 35 - Rohrverbindung gesamt

Werkzeuge

	Kleber	Metall	SW 24

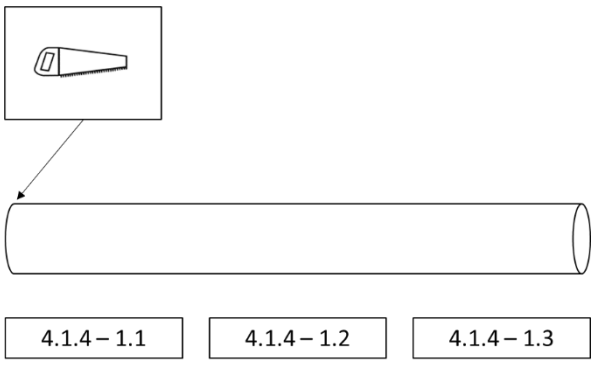
Materialen

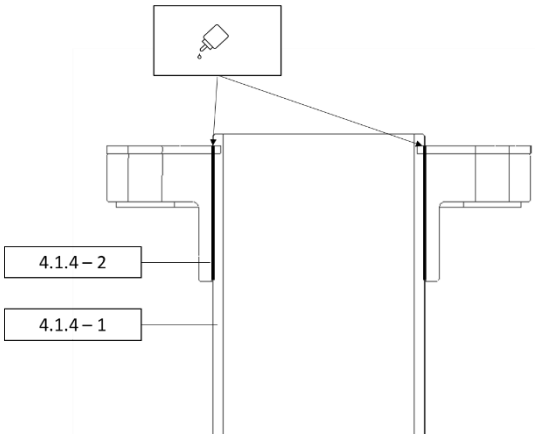
Pos		Rohmaterial	Bezeichnung	Norm	Maße	Menge	Material
4.1.5	**-1**	**R - 5**	Druckrohr DN 100	DIN 8062	3000mm	3	PVC-U
	-2		Festflansch DN 100			6	PVC-U
	-3		Flanschdichtung DN100		Ø110x4mm	3	Gummi
	-4		Sechskantschrauben	DIN EN ISO 4017	M16x90-A2-8.8	32	
	-5		Sechskantmutter, Klemmteil	DIN EN ISO 7040	M16-A2-8.8	32	
	-6		Unterlegscheibe	DIN EN ISO 7091	16	64	

Tabelle 24 - Stückliste 4.1.5 Rohrverbindung

Konstruktion

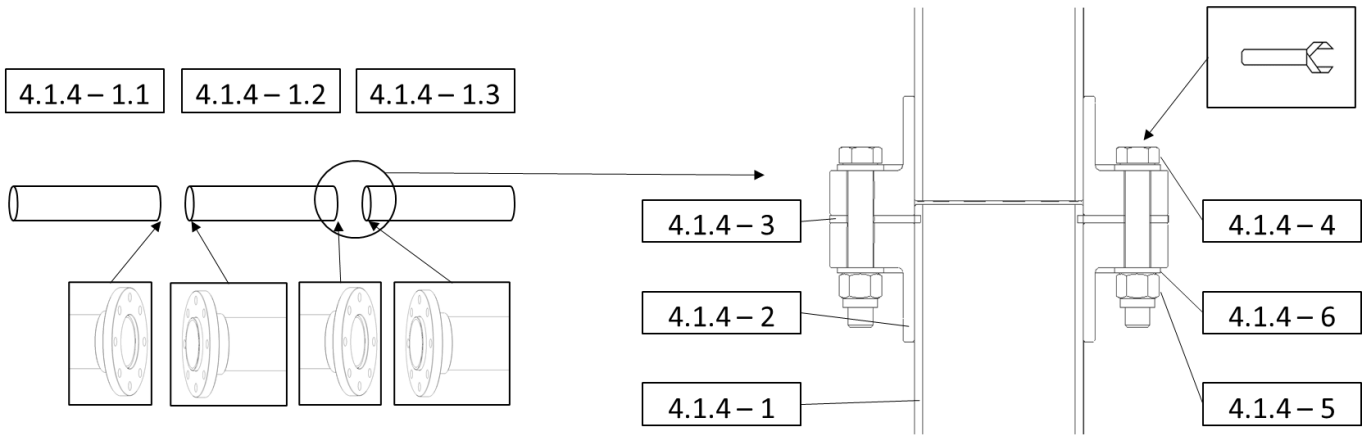
1. **Rohre sägen**
   Zu Beginn werden die 3 Rohre [Pos. 4.1.5-5] auf Länge gesägt. Je nach Wassertiefe muss diese Länge individuell angepasst werden. Dabei ist darauf zu achten, dass das unterste Rohr ins Wasser ragt.





2. **Verbindung zwischen den Rohren in der Länge versetzt kleben**
   Als nächstes werden die Flansche [Pos. 4.1.5-2] auf die Rohre geklebt. Die Abbildung zeigt die zu verklebenden Stellen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Rohrenden auf einer Seite 14mm herausstehen und auf der anderen Seite der Flansch 16mm übersteht. Somit ist gewährleistet, dass die Rohre und die Flanschdichtungen [Pos. 4.1.5-3] beim späteren Zusammenbauen fluchten. Nur dann kann man den Kolben durch die gesamte Länge der Leitung schieben.
   Am Ende der gesamten Rohrleitung werden die Flansche bündig mit den Endflanschen verklebt.

3. **Zusammenbau am Einsatzort**
   Zum Schluss werden die Rohrsegmente zusammengebaut. Es ist zu empfehlen, dies erst am Einsatzort zu montieren.



4.2 Scheibenkolben

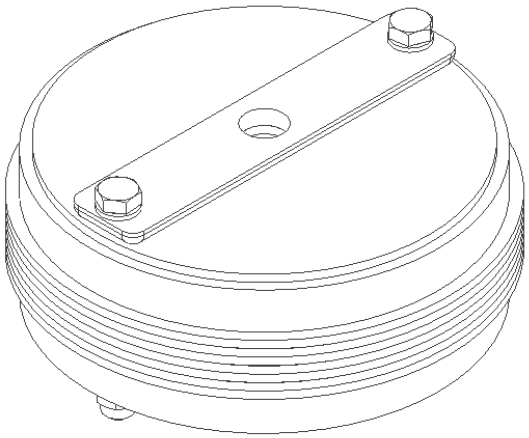


Abbildung 36 - Scheibenkolben gesamt

Beim Ventilkolben der Pumpe handelt es sich um einen Scheibenkolben. Dieser ist aus zwei Kolbenböden aufgebaut, zwischen denen das Lederpaket als Dichtung zum Rohr verklemmt ist. Das Ventil liegt auf dem Ventilboden des Kolbens auf und besteht aus einer biegsamen Gummiplatte. Diese ist über ein Ventilblech auf dem Kolben befestigt. Die Kolbenböden bestehen aus zwei gleichgroßen Aluminiumplatten. Damit keine Berührung zwischen den Kolbenböden und der Zylinderwandung besteht, sind sie kleiner ausgeführt als der Rohrinnendurchmesser des PVC- Rohres.
Der obere Kolbenboden ist zusätzlich zu den Löchern, die der Befestigung dienen, mit Bohrungen versehen, die den Durchströmungsquerschnitt durch den Ventilboden bilden. Die Löcher sind dabei so angeordnet, dass ein möglichst großer Durchströmungsquerschnitt bei einfacher Fertigung entsteht, und gleichzeitig eine Auflagefläche für die Gummiplatte zwischen den Öffnungen vorhanden ist. Aufgrund des großen Gewichtes der Wassersäule, die auf dem Ventil lastet, dürfen die Löcher nicht zu groß ausgeführt werden. Andernfalls würde das Gewicht des Wassers die Ventilplatte durch die Öffnungen eindrücken.
Der untere Kolbenboden dient der Befestigung des Lederpaketes, das zwischen den beiden Kolbenböden eingeklemmt wird. Dieser ist mit 2 großen halbmondförmigen Öffnungen versehen, so dass möglichst wenige Verluste bei der Durchströmung des Fördermediums entstehen.
Zwischen den Kolbenböden befindet sich das Lederpaket und dient als Dichtung zwischen Kolben und Zylinderwandung. Das Lederpaket besteht aus abwechselnd übereinander liegenden Lederscheiben und Aluminiumringen. Dabei dienen die Aluminiumringe als Trennungsscheiben zwischen den Dichtungsringen aus Leder und wirken stabilisierend.

Werkzeuge

	10;7;5	Metall	SW 8	Metall Leder	

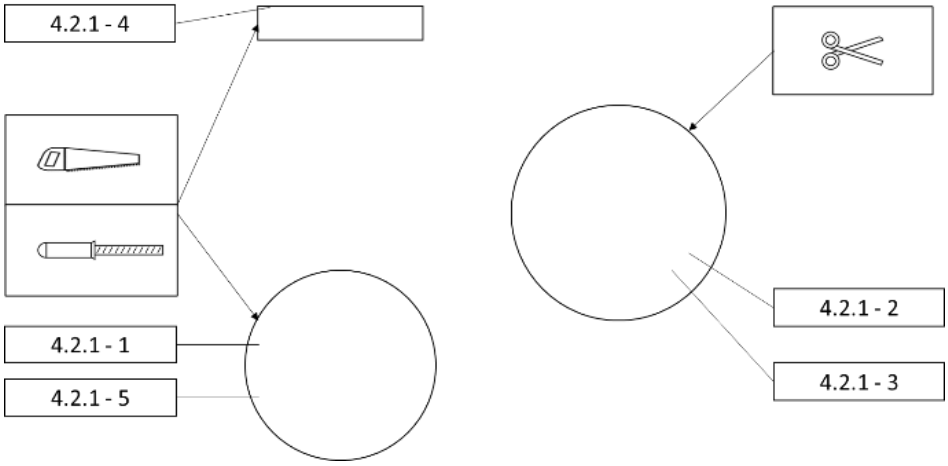
Materialen

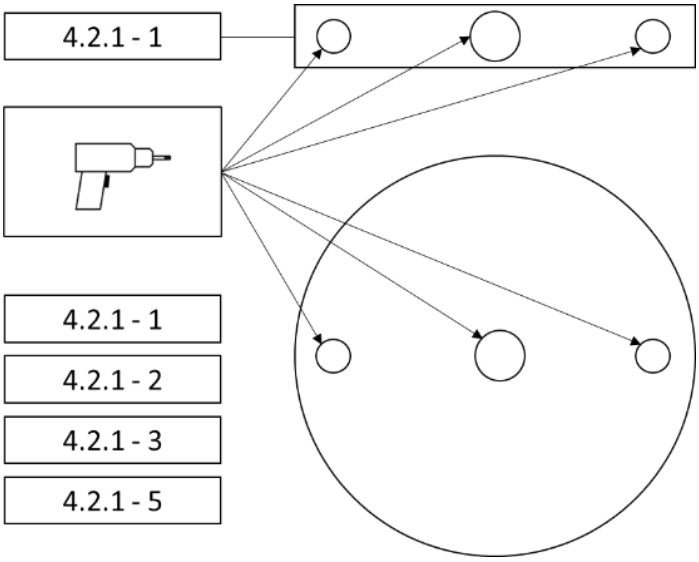
Pos		Rohmaterial	Bezeichnung	Norm	Maße	Menge	Material
4.2	**-1**	**R - 1**	Platte	DIN EN 573-1	100x100x10mm	2	Aluminium
	-2	**R - 4**	Platte		90x90x2mm	1	Gummi
	-3	**R - 7**	Lederdichtung		102x102x2mm	4	Leder
	-4	**R - 3**	Blech	DIN EN 573-1	90x13x4mm	1	Aluminium
	-5	**R - 11**	Blech	DIN EN 573-1	100x100x2mm	3	Aluminium
	-6		Unterlegscheibe	DIN EN ISO 7092	5	4	
	-7		Sechskantschrauben	DIN EN ISO 4017	M5x5-8.8	2	
	-8		Sechskantmutter, Klemmteil	DIN EN ISO 7040	M5-8.8	2	

Tabelle 25 - Stückliste 4.2 Scheibenkolben

Konstruktion

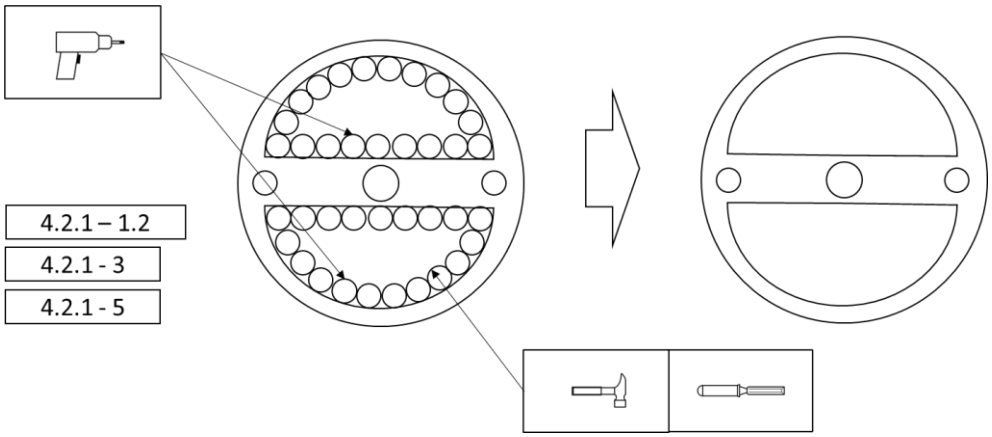
1. **Verschiedene Scheiben anfertigen**
Zu Beginn werden die Bauteile auf ihren Außendurchmesser zugeschnitten. Dazu zuerst grob aussägen und danach auf Maß feilen. Den Steg ebenfalls erst sägen und dann auf Länge feilen. Die Bauteile aus Leder und Gummi werden genau kreisförmig ausgeschnitten.
Wenn eine Drehmaschine verfügbar ist, kann man die Scheiben zunächst grob aussägen. Sie dann auf eine Gewindestange M10 stecken festspannen und dann vorsichtig runddrehen.
(Es ist dann hilfreich, die 10mm Bohrung zunächst nur mit 9,8mm oder wenn zu eng mit 9,9mm eng zu bohren, damit die Scheiben zentriert und fest auf die Gewindestange aufgespannt werden können).



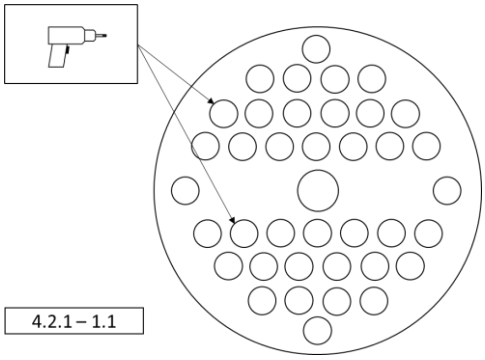


2. **Löcher bohren**
Die Bohrungen in den Kolbenböden, die der Befestigung dienen, müssen exakt übereinanderliegen. Kleine Ungenauigkeiten können im Betrieb zu einem Klappern der Teile führen. <u>Aus diesem Grund sollten alle Bauteile bei der Bohrung der Befestigungslöcher übereinandergelegt und fixiert werden und die Bohrungen gleichzeitig durch beide Bauteile erfolgen. Das mittlere Loch kann ebenfalls gebohrt werden</u>

3. **Aussparungen in den Scheiben anfertigen**
Im nächsten Schritt werden die Aussparungen gefertigt. Dazu werden zuerst Bohrungen mit einem 5mm Bohrer nebeneinander gebohrt. Nach dem Bohren werden die Löcher mit einem Hammer und Meißel ausgeschlagen und auf Maß gefeilt.

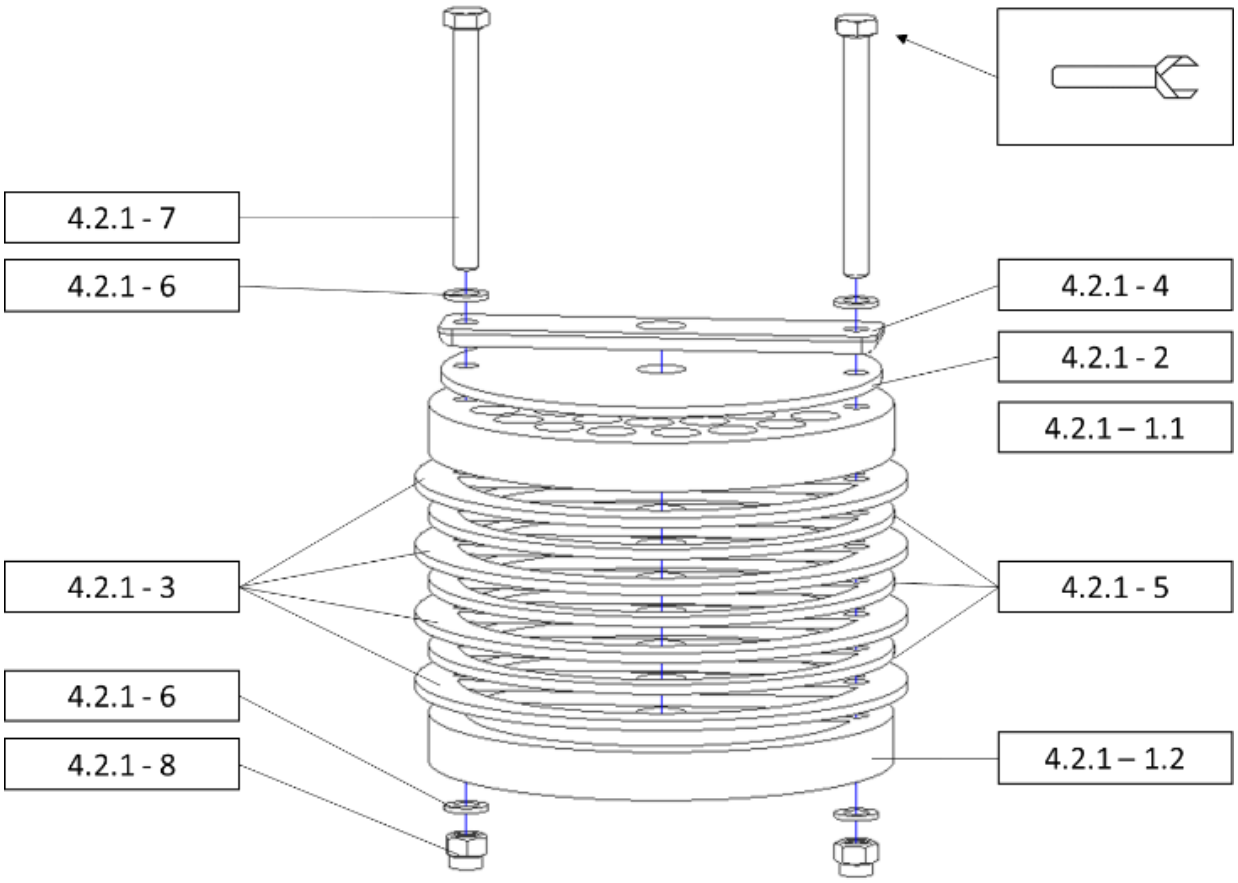


Diese Öffnungen können auch mit einer Stichsäge angefertigt werden.



4. Die obere Aluminiumplatte wird lediglich mit Bohrungen (Ø7mm) versehen. Die Anordnung ist dabei weniger wichtig, jedoch sollte ein Mindestabstand von 1mm zwischen den Bohrungen eingehalten werden.

5. Zum Schluss sind alle Bauteile miteinander zu verschrauben.



4.3 Gestänge

Das Kolbengestänge stellt die Verbindung zwischen Kolben und Antriebseinheit her und wird im eingebauten Zustand eine Länge von insgesamt 21m aufweisen. In dieser Baugruppe wird das gesamte Gestänge vorbereitet. Die Endmontage sollte erst am Einsatzort erfolgen, da so ein einfacher Transport gewährleistet ist.

Bei Kolbenniedergang kann es infolge der Druckbeanspruchung beim Gestänge aufgrund der Länge zu einer Knickung kommen. Um dies zu vermeiden, sind Tellerscheiben am Gestänge im Inneren des Rohrsystems angebracht. Der Außendurchmesser der Teller beträgt 95mm. Der Teller verfügt über große Öffnungen, damit das Wasser hindurchströmen kann. Im Normalfall liegen die Teller nicht an der Rohrwandung an. Sollte es jedoch bei der Abwärtsbewegung des Kolbens zu einer Knickung kommen, legen sich die Teller an die Rohrwandung an und das Gestänge wird gestützt

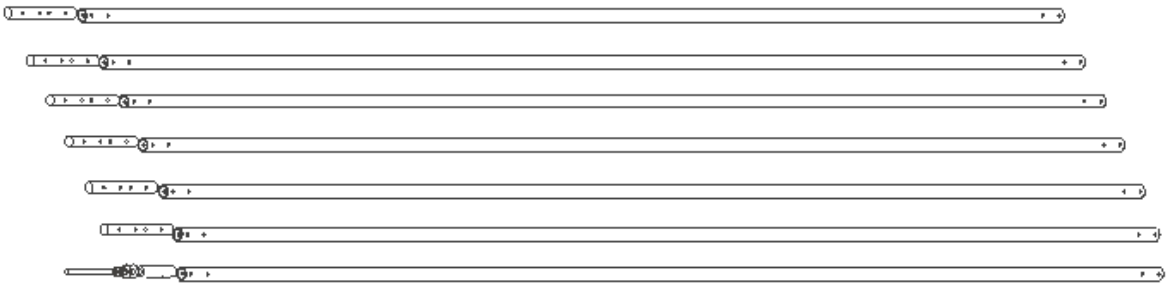


Abbildung 37 - Gestänge gesamt

Werkzeuge

	8;2,6	Metall Holz	SW 10	Metall		M6

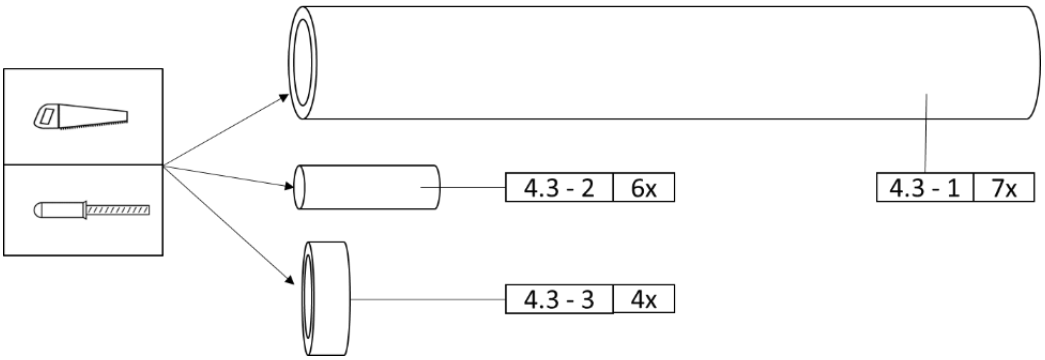
Materialien

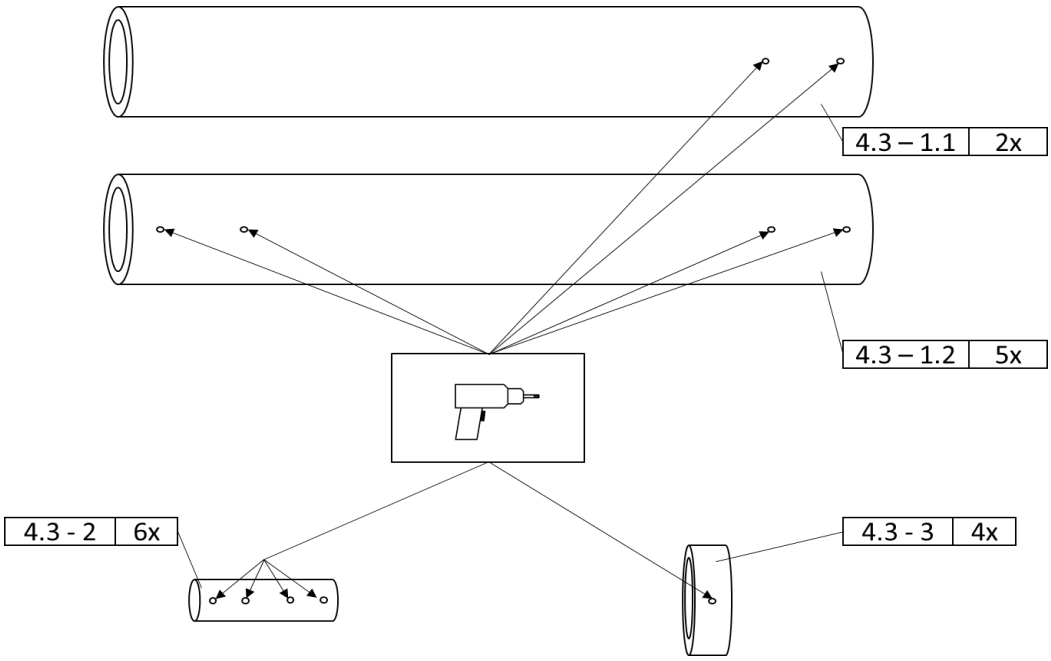
Pos		Rohmaterial	Bezeichnung	Norm	Maße	Menge	Material
4.3	**-1**	**R - 9**	Rohr	DIN EN 755-7	Ø30x3000mm	7	Aluminium
	-2	**R - 8**	Stange	DIN EN 755-3	Ø24x200mm	7	Aluminium
	-3	**R - 10**	Rohr	DIN EN 755-7	Ø40x20mm	4	Aluminium
	-4	**R - 4**	Platte		35x35x2mm	1	Gummi
	-5	**R - 12**	Platte		95x95x10mm	2	Kunststoff
	-6		Karosseriescheibe	DIN 9021 - A2	M10	1	
	-7		Gewindestange	DIN 976 - A2	M10x140mm	1	
	-8		Sechskantschraube	DIN EN ISO 4014	M6x40-A2-8.8	21	
	-9		Sechskantschraube	DIN EN ISO 4014	M6x50-8.8	4	
	-10		Sechskantmutter, Klemmteil	DIN EN ISO 7040	M6-A2-8.8	25	
	-11		Sechskantmutter, Klemmteil	DIN EN ISO 7040	M10-8.8	1	
	-12		Sechskantmutter	DIN EN ISO 4032	M10-8.8	4	
	-13		Unterlegscheibe	DIN EN ISO 7092	10	2	
	-14		Gewindestange	DIN 976 - A2	M10x60mm	1	
	-15		Ringmutter	DIN 582	M10	2	
	-16		Gummiband			2	

Tabelle 26 - Stückliste 4.3 Gestänge

Konstruktion

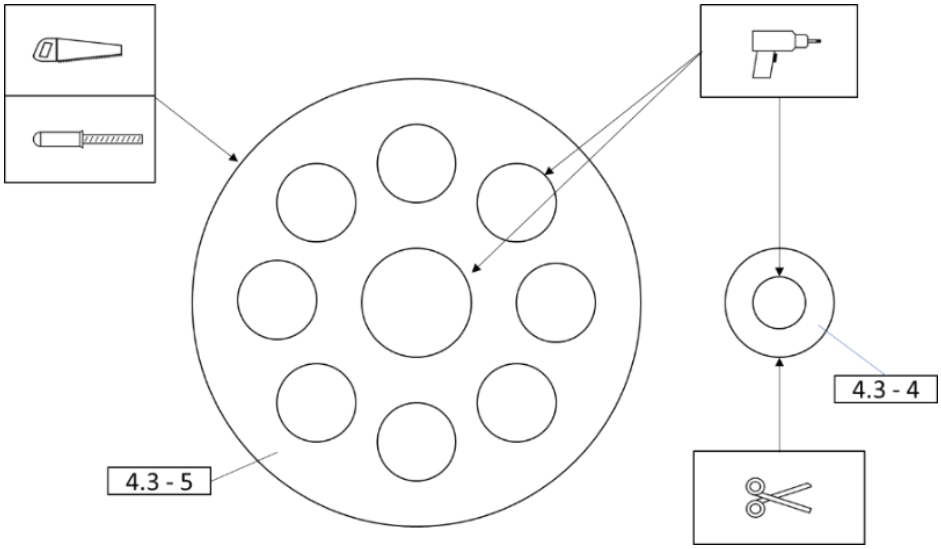
1. **Sägen und Entgraten**
   Zu Beginn sind die Rohre und Stangen auf Länge zusägen.

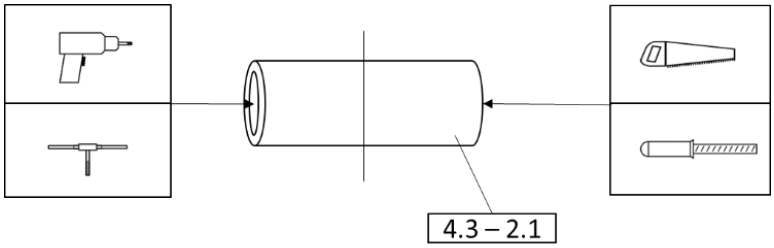


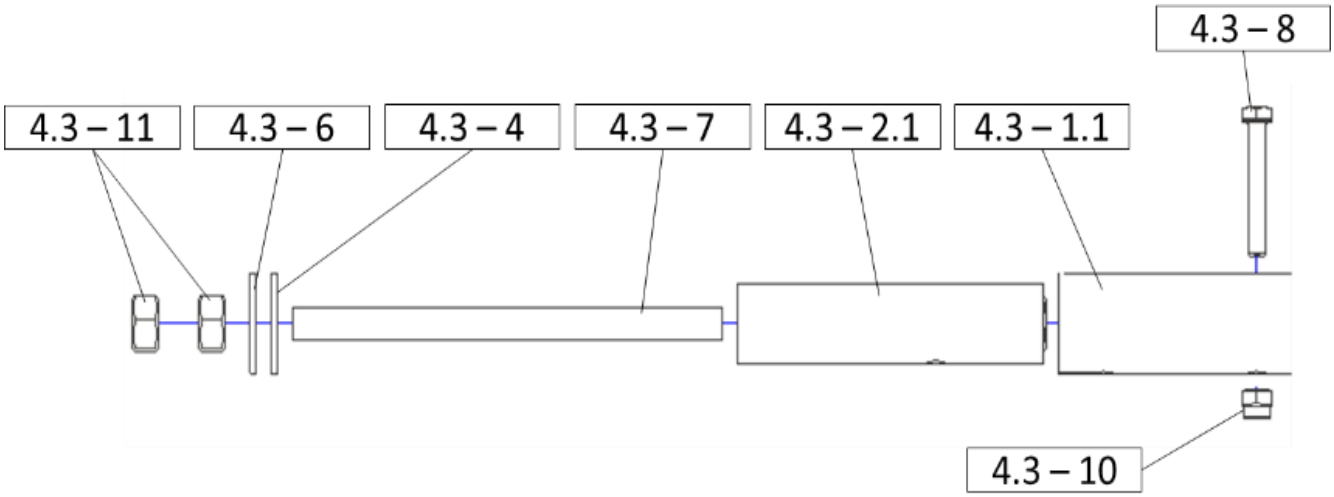


2. **Bohren**
Als Nächstes werden die Löcher in die gezeigten Bauteile gebohrt. Es werden 4 Löcher in 5 der 7 Rohre [4.3-1.1] gebohrt und 2 Löcher in die anderen beiden Rohre [4.3-1.2]. Diese werden am oberen Ende mit der Antriebswelle und unten mit dem Kolben verbunden.

3. **Kunststoff-Distanzscheibe fertigen**
   Die Kunststoffscheibe [4.3 - 5] wird ausgesägt und auf Maß gefeilt.
   Das Gummi [4.3 - 4] kann mit einer Schere ausgeschnitten werden. Im Anschluss werden die Löcher gebohrt.





4.**Kupplungsstück Gestänge-Kolben fertigen**
Zunächst wird die Hülse [4.3-2.1] gefertigt. Sie dient als Verbindungselement zwischen dem Gestänge und dem Kolben. Dazu zuerst die Hülse auf Länge sägen. Von einer Seite wird dann ein 8,2mm Loch bis zur Hälfte der Hülsenlänge gebohrt. Im Anschluss wird ein M10 Gewinde geschnitten.

5. **Testmontage**
Eines der beiden Endrohre [4.3-1] wird nun mit der Kupplung [4.3-2] und der Gewindestange [4.3-7] montiert. Dazu wird die Hülse in das Rohr gesteckt, sodass es bündig abschließt und mit einer 6mm (Besser: Zwei Bohrungen kreuzweise 20mm auseinander – wegen hohem Lochlaibungsdruck) Bohrung versehen. Nachdem die Kupplung mit einer (Besser 2!) Schraube [4.3-8] und Mutter [4.3-10] versehen wurde, kann sie nicht mehr aus dem Rohr rutschen.
Als nächstes wird die Gewindestange eingedreht, die Karosserie- scheibe [4.3-6] und das Gummi [4.3-4] darauf gesteckt und mit 2 Muttern [4.3-12] gesichert.