

Sommersemester 2022



Wissenschaftliche Arbeit zur Erlangung des Grades  
*Bachelor of Science (B.Sc.)*

Bachelorarbeit zum Thema:

**Konstruktion der Komponenten Tank, Bodenplatte und Unterbau der  
Espressomaschine „Style“**

*Construction of the components Tank, Bodenplatte and Unterbau of the  
“Style” espresso machine*

---

Name, Vorname: **Reitsam, Erik**  
E-Mail: ereitsam@hm.edu  
Matrikelnummer: 21122618  
Studiengang: Maschinenbau  
Studiengruppe: MBB7  
Betreuer: Herr Dipl.-Ing. Armin Rohnen  
  
Abgabedatum: 27.09.2022



## Eigenständigkeitserklärung

Hiermit wird erklärt, dass die Arbeit mit obigem Thema selbständig verfasst und noch nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt wurde. Weiterhin sind keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel verwendet und wörtliche sowie sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet worden.

München, den 27.09.2022



Erik Reitsam

## Kurzfassung/Abstract

Die vorliegende Bachelorarbeit umfasst die Dokumentation der Konstruktion verschiedener Komponenten der Espressomaschine „Style“. In dieser Arbeit werden die Komponenten so konstruiert, dass ein erster Prototyp der Maschine damit gefertigt werden kann. Die zu konstruierenden Komponenten sind ein Borosilikatglastank, eine Bodenplatte und das Modul Unterbau. Letzteres beinhaltet die Platzierung und Befestigung der Elektronikkomponenten und aller Komponenten im Rohrleitungssystem sowie Bauteile, die für die Steifigkeit der Bodenplatte sorgen.

*This bachelor thesis comprises the documentation of the construction of different components from the espresso machine “Style”. In this bachelor thesis, components are constructed in a way that they can be used to build a prototype of the machine. The components to construct are a borosilicate glass tank, a ground plate and the module “Unterbau”. The latter contains the placement and mounting of the electronic components and all components in the piping system as well as parts that ensure the stiffness of the ground plate.*

## Formelzeichen

Formelzeichen	Einheit	Erklärung
$D_I$	[mm]	Innendurchmesser
$D_{I,min}$	[mm]	Minimaler Innendurchmesser
$D_A$	[mm]	Außendurchmesser
$D_{A,max}$	[mm]	Maximaler Außendurchmesser
$d$	[mm]	Wandstärke
$t_R$	[mm]	Rundheitstoleranz
$t_d$	[mm]	Toleranz der Wandstärke
$t_{D_A}$	[mm]	Toleranz des Außendurchmessers
$W$	[mm]	Empfohlener Kantenabstand für Gewindeeinsätze
$E$	[mm]	Nenndurchmesser des Außengewindes eines Gewindeeinsatzes

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
ISO	International Organization for Standardization
M2,5	Metrisches Gewinde in der Nenngröße 2,5
M3	Metrisches Gewinde in der Nenngröße 3
M4	Metrisches Gewinde in der Nenngröße 4
M5	Metrisches Gewinde in der Nenngröße 5
M6	Metrisches Gewinde in der Nenngröße 6
PVDF	Polyvinylidenfluorid
Stck.	Stück
CNC	Computer Numerical Control (Numerische Steuerung)
vgl.	Vergleiche

## Inhalt

Eigenständigkeitserklärung .....	II
Kurzfassung/Abstract .....	III
Formelzeichen .....	IV
Abkürzungsverzeichnis .....	IV
1. Einführung .....	1
2. Aufbau der Glasboiler Espressomaschine „Style“ .....	2
3. Tanks.....	3
3.1. Toleranzberechnung des Borosilikatglasrohres .....	3
3.2. Konstruktion des Tankbodens.....	5
3.3. Montage des Tanks .....	6
4. Bodenplatte .....	8
5. Unterbau .....	10
5.1. Konzepte für die Platzierungen .....	11
5.2. Anbindungsrahmen .....	17
5.3. Versteifungsblech.....	20
5.4. Montage der Komponenten im Unterbau .....	21
5.4. Fertigungsprüfung und Ermittlung der Herstellkosten .....	26
6. Zusammenfassung/ Ausblick.....	27
Literaturverzeichnis.....	i
Abbildungsverzeichnis.....	i
Tabellenverzeichnis .....	ii
Anhangsverzeichnis.....	ii
Anhang .....	iii

## 1. Einführung



Im Zuge verschiedener studentischer Projekte und Kooperationen wurden mehrere Espressomaschinen entwickelt. Eine dieser Espressomaschinen verwendet als Designelement einen Borosilikatglasboiler. Der Borosilikatglasboiler ist zu Beginn dieser Arbeit als Prototyp vorhanden. Zusätzlich zu dem Borosilikatglasboiler werden zwei Borosilikatglastanks entworfen. Die Glaselemente werden im Sichtbereich platziert und bilden damit das Alleinstellungsmerkmal der Espressomaschine.

Die sichtbaren Komponenten befinden sich auf der Bodenplatte. Sie ist das Verbindungsstück aller Komponenten. Auf der Unterseite der Bodenplatte befindet sich das Modul Unterbau. Es beinhaltet alle elektronischen Komponenten, das Rohrleitungssystem und die Versteifungskonstruktion.

Die Espressomaschine soll in zwei Varianten erhältlich sein. Die Untertischvariante wird in eine Arbeitsplatte eingesetzt. Die Auftischvariante ist baugleich zur Untertischvariante, ist jedoch in einem Gehäuse verbaut.

Ziel der Arbeit ist es, alle genannten Komponenten zu konstruieren bzw. zu platzieren, sodass eine Prototypenfertigung möglich ist. Bei der Konstruktion der Komponenten muss auf Herstellkosten, Funktion und Montierbarkeit geachtet werden. Die Konstruktion bildet einen iterativen Prozess, durch den Änderungen sukzessive eingearbeitet werden.



## 2. Aufbau der Glasboiler Espressomaschine „Style“

In herkömmlichen Espressomaschinen sind Komponenten wie Tank und Boiler hinter einem Gehäuse versteckt. Bei der Glasboiler Espressomaschine „Style“ sind diese Komponenten als Designelemente im sichtbaren Bereich der Maschine platziert. So befinden sich zwei Borosilikatglastanks, ein Borosilikatglasboiler, ein Brühturm und eine Dampf- und eine Teewasserlanze im sichtbaren Bereich. Diese Komponenten sind alle auf der Bodenplatte befestigt, die im Falle der Untertischvariante auf der Tischplatte aufliegt. Bei der Auftischvariante bildet die Bodenplatte die Oberseite des Gehäuses, in dem die Maschine sitzt. Der Brühturm dient der Befestigung der Brühgruppe und beinhaltet ein Display sowie Bedientasten. Abbildung 1 zeigt die Anordnung der Komponenten der Glasboiler Espressomaschine „Style“.

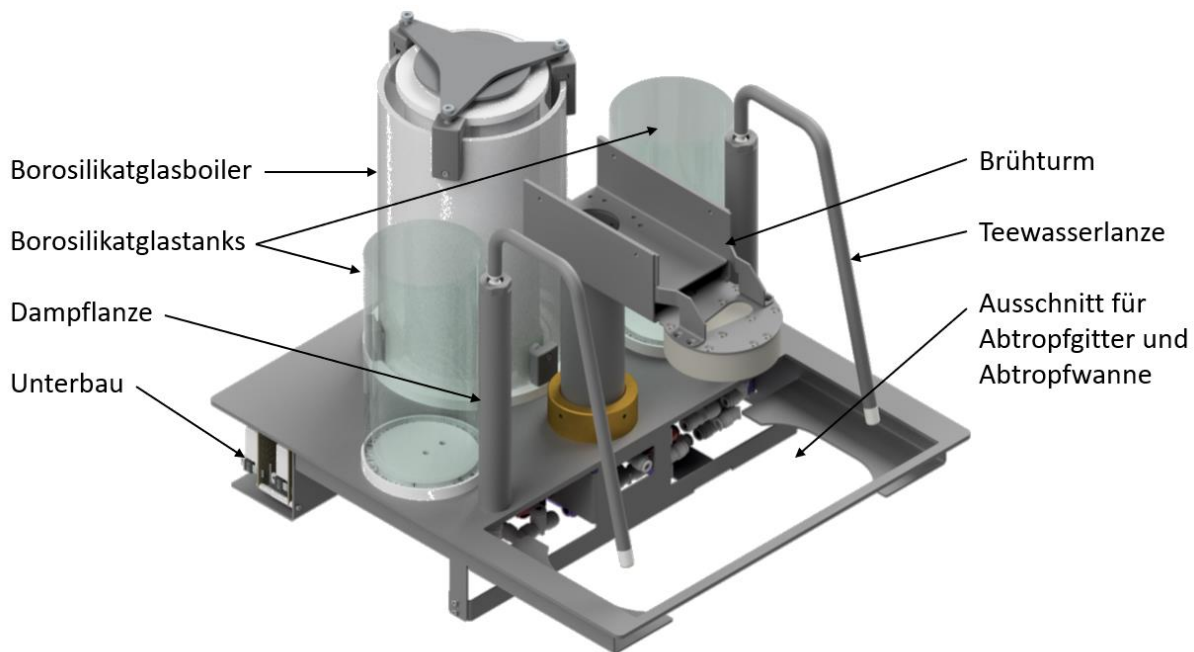


Abbildung 1: Isometrische Ansicht der Glasboiler Espressomaschine „Style“

### 3. Tanks

Auf der oberen, sichtbaren Seite der Espressomaschine sollen zwei Wassertanks platziert werden. Ein Tank besteht zum aktuellen Konstruktionsstand aus einem Borosilikatglasrohr und einem Tankboden. Die Baugruppe Tankboden besteht aus den Bauteilen Tankboden, Gewindeeinsätzen, einer Niveausonde und einem Steckverbinder. In einem Tank befindet sich eine Niveausonde für den maximalen Füllstand, in dem anderen Tank eine Niveausonde für den minimalen Füllstand. Die Tanks sind über eine Rohrleitung miteinander verbunden. Beide Tanks mitsamt deren Komponenten müssen konstruiert werden. Um die Form des Tankbodens korrekt zu bestimmen, wird eine Toleranzberechnung für das Borosilikatglasrohr durchgeführt.

#### 3.1. Toleranzberechnung des Borosilikatglasrohres

Das Borosilikatglasrohr ist eine Duran Röhre der Firma Schott [Lieferant 16]. Das Rohr hat einen Durchmesser von 105 mm, eine Wandstärke von 5 mm und eine Länge von 210 mm. Der Hersteller gibt eine Toleranz von  $\pm 1,4$  mm auf den Außendurchmesser und eine Toleranz von  $\pm 0,4$  mm auf die Wandstärke an. In der Worst-Case Betrachtung ist davon auszugehen, dass der Innendurchmesser eines Glasrohres die kleinstmögliche Abmessung aufweist. Um den kleinsten Innendurchmesser zu ermitteln, wird eine Toleranzberechnung durchgeführt. Das Maß des Innendurchmessers ist nicht angegeben. Es errechnet sich aus dem Außendurchmesser und der Wandstärke. Zur Berechnung des Innendurchmessers mit der kleinstmöglichen Abmessung muss neben den Toleranzen der Wandstärke und des Außendurchmessers die Rundheitstoleranz berücksichtigt werden. Durch die Rundheitstoleranz fällt ein Glasrohr oval aus. Die ovale Form des Rohrs beeinflusst sowohl den kleinstmöglichen Innendurchmesser als auch den größtmöglichen Außendurchmesser des Glasrohres. Der in Abbildung 2 gezeigte kleinstmögliche Innendurchmesser muss für das Glasrohr ermittelt werden. Zur Fertigung des Tankbodens ist ebenfalls der Außendurchmesser mit der größten Abmessung relevant.

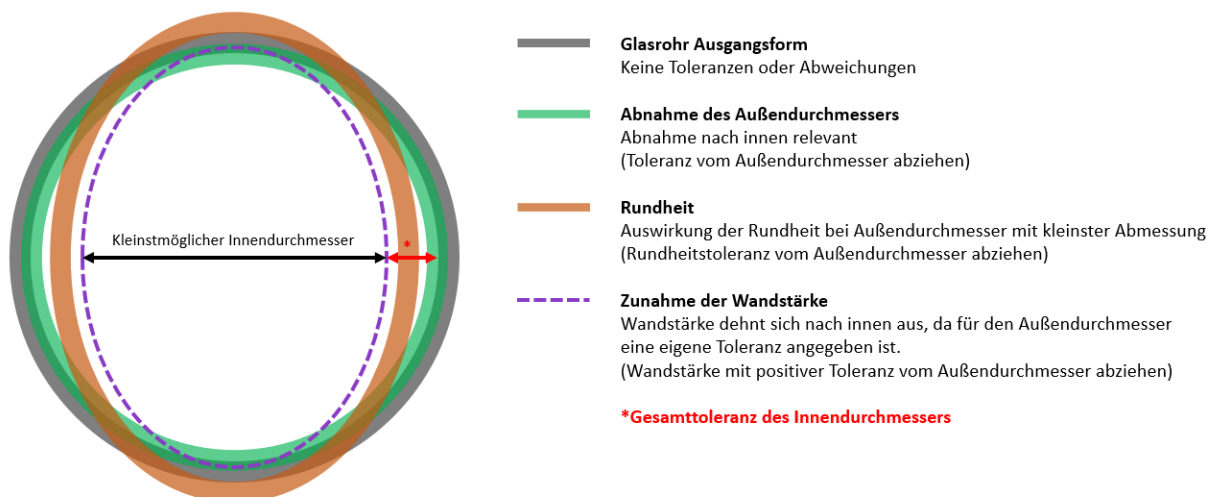


Abbildung 2: Worst-Case Betrachtung zur Ermittlung des kleinsten Innendurchmessers



Die Rundheit des Borosilikatglasrohres ist abhängig vom Außendurchmesser. Für Außendurchmesser bis  $200\text{ mm}$  wird die Rundheitstoleranz vom Hersteller mit  $0,7\%$  vom Außendurchmesser angegeben. Die Rundheitstoleranz des Glasrohres errechnet sich mit folgender Formel:

$$t_R = \text{Außendurchmesser} \cdot \text{prozentuale Rundheitstoleranz} = 105\text{ mm} \cdot 0,7\% = 0,74\text{ mm} \quad (1)$$

Zur Berechnung des kleinsten Innendurchmessers wird Formel 2 angewendet:

$$D_{I,\min} = D_A - t_{D_A} - 2 \cdot (d + t_d) - t_R = 105\text{ mm} - 1,4\text{ mm} - 2 \cdot (5\text{ mm} + 0,4\text{ mm}) - 2 \cdot 0,74\text{ mm} = 92,07\text{ mm} \quad (2)$$

Der toleranzbedingt größte Außendurchmesser eines Glasrohres errechnet sich anhand der Formel 3:

$$D_{A,\max} = D_A + t_{D_A} + t_R = 105\text{ mm} + 1,4\text{ mm} + 0,735\text{ mm} = 107,135\text{ mm} \quad (3)$$

Das Borosilikatglasrohr für den Tank wird mit den errechneten Worst-Case Abmaßen konstruiert, um die möglichen Abmaße sichtbar zu machen. Das erleichtert die Konstruktion des Tankbodens.

### 3.2. Konstruktion des Tankbodens

Der Tankboden ist eine Baugruppe und beinhaltet den Tankboden, sechs Gewindeeinsätze, eine Niveausonde und einen Steckverbinder.

#### Tankboden

Der Tankboden wird CNC gefertigt und besteht aus dem Material PVDF. Der Außendurchmesser des Tankbodens beträgt 110 mm und die Dicke beträgt 11 mm. Auf der oberen Seite ist ein kreisringförmiger Ausschnitt (vgl. Abbildung 3, Nummer 4) mit einer Tiefe von 5 mm angebracht, in den das Borosilikatglasrohr eingesetzt wird. Außen- und Innendurchmesser des Ausschnitts entsprechen den in Kapitel 1 errechneten kleinsten Innendurchmesser und größten Außendurchmesser. Dadurch ist eine Montage des Tankbodens mit sowohl einem Glasrohr mit toleranzbedingt kleinstem Innendurchmesser als auch größtem Außendurchmesser möglich.

Wie in Abbildung 3 ersichtlich ist, befindet sich mittig die Durchgangsbohrung 1 mit 6 mm Durchmesser. In radialem Abstand von 20 mm befindet sich die Durchgangsbohrung 2 mit ebenfalls 6 mm Durchmesser. Beide Bohrungen sollen M6 Gewindeeinsätze aufnehmen.

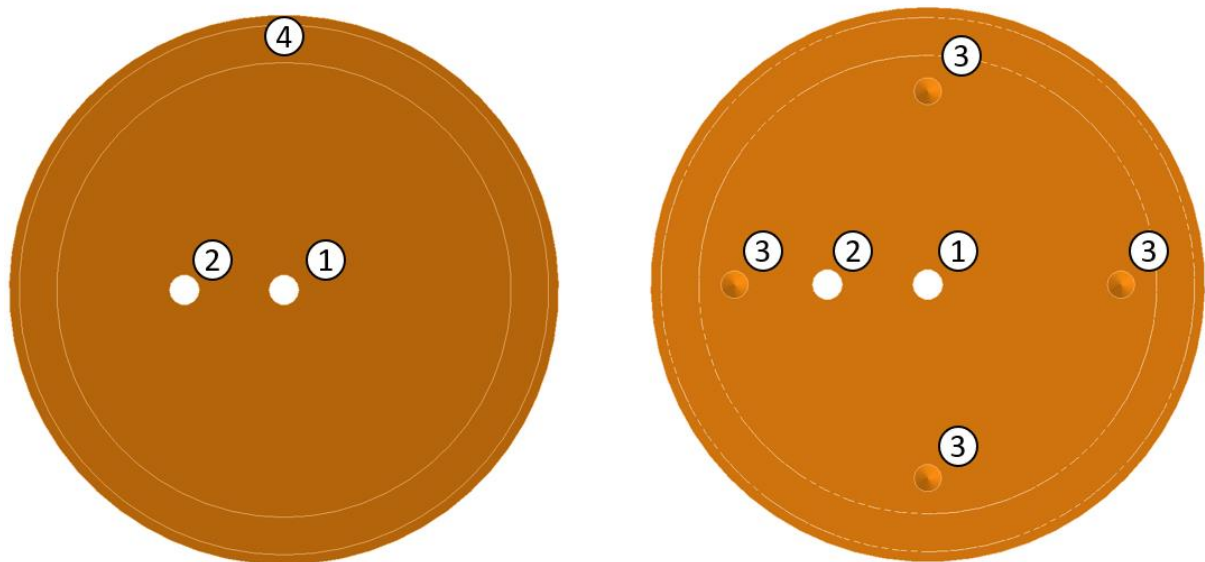


Abbildung 3: Tankboden in der Draufsicht (links) und in der Ansicht von Unten mit verdeckten Kanten (rechts).

An der Unterseite des Tankbodens befinden sich vier 8 mm tiefe Sacklochbohrungen, mit je einem Durchmesser von 5,5 mm. Sie sind in Abbildung 3 jeweils mit der Nummer 3 markiert. Die Bohrungstiefe entspricht der vom Hersteller geforderten Mindest-Bohrlochtiefe von 8 mm für die dafür verwendeten Gewindeeinsätze. Die vier Sacklochbohrungen sind mit einem Abstand von 90° zueinander auf einem Lochkreis mit einem Durchmesser von 77 mm angeordnet. Diese Bohrungen dienen als Befestigungsbohrungen für den Tank. Der Lochkreis ist möglichst groß gewählt, um einen großen Abstand der Bohrungen zueinander zu erreichen. Bei der Wahl des Durchmessers des Lochkreises ist der Abstand der Bohrungen zu einer naheliegenden Kante zu beachten. Dies gilt insbesondere, wenn es sich bei den Bohrungen um Aufnahmebohrungen für Gewindeeinsätze handelt. Der von der Firma Kerbkonus [Lieferant 25] empfohlene Richtwert für den Kantenabstand bei Kunststoffen für die Verwendung von Gewindeeinsätzen ist in der Formel 4 angegeben.

$$W \geq 0,25 \text{ bis } 0,9 E \quad (4)$$

Mit  $E = 6 \text{ mm}$  bei einem Gewindeeinsatz der Baureihe SBD und einem M4 Innengewinde errechnet sich der empfohlene Kantenabstand wie folgt:

$$W \geq 1,5 \text{ mm bis } 5,4 \text{ mm} \quad (5)$$

Der Kantenabstand der vier Befestigungsbohrungen zum nächsten Ausschnitt beträgt 4,5 mm und erfüllt somit diese Anforderung. Alle Bohrungen sind entsprechend der vom Hersteller der Gewindeeinsätze angegebenen Dimensionen für Aufnahmebohrungen von Gewindeeinsätzen konstruiert.

### Gewindeeinsätze

In jede der sechs Bohrungen wird ein Gewindeeinsatz eingeschraubt. Alle verwendeten Gewindeeinsätze werden von der Firma Kerbkonus bezogen. Für die vier Sacklochbohrungen sind M4 Dünnwand-Gewinde-Einsätze der Baureihe Ensat-SBD (Artikelnummer: 347 000 040 500) mit einer Länge von 6 mm vorgesehen. In die Bohrungen 1 und 2 (vgl. Abbildung 3) werden M5 Dünnwand-Gewinde-Einsätze derselben Baureihe mit einer Länge von 10 mm verwendet (Artikelnummer: 348 000 050 500). Die Durchmesser der sechs Bohrungen entsprechen jeweils den Richtwerten des Herstellers für die jeweiligen Gewindeeinsätze.

### Niveausonde

Die Niveausonde wird je Tank mit dem M5 Gewindeeinsatz in Bohrung 1 (vgl. Abbildung 3) eingeschraubt. In einem Tank ist dabei eine Niveausonde für den minimalen Füllstand und im anderen eine Niveausonde für den maximalen Füllstand vorgesehen. Als Niveausonde wird voraussichtlich die „Niveau-Sonde 175 mit Steckzunge“ der Firma AVS Römer (Artikelnummer 390199-03M) verwendet. Die technischen Daten und Anschlussmaße des Produktes können dem Anhang entnommen werden (vgl. Anhang 1).

### Steckverbinder

Die Befüllung und der Wasserbezug erfolgten je Tank über die Bohrung 2 (vgl. Abbildung 3). In den in Bohrung 2 des Tankbodens eingeschraubten Gewindeeinsatz wird je Tank von unten eine M5 Winkel-Einschraub-Verbindung (Artikelnummer: 930P3-6ff-M5) der Firma AVS Römer [Lieferant 4] eingeschraubt. Beide Tanks sind über eine T-Steck-Verbindung miteinander und dem Wasserstrang verbunden.

## 3.3. Montage des Tanks

Der Tankboden wird mit dem Borosilikatglasrohr verklebt. **Dazu wird eine Kleberaupe auf der horizontalen Fläche des Kreisringausschnitts des Tankbodens sowie auf der Stirnseite des Glasrohres aufgebracht.** Das Rohr wird dann in den Ausschnitt eingesetzt, sodass die beiden mit Klebstoff benetzten Flächen aufeinandertreffen. Die Klebeverbindung muss stirnseitig erfolgen, da aufgrund der Fertigungstoleranzen ein zu großer radialer Spalt entstehen würde, um eine Klebeverbindung zwischen den vertikalen Flächen des Glasrohres und des Ausschnitts zu ermöglichen.

Alle Gewindeeinsätze werden von unten so weit in den Tankboden eingeschraubt, bis deren Unterseite bündig zu der Unterseite des Tankbodens ist, Abbildung 4.

Zur Befestigung des Tanks mit der Bodenplatte werden vier Senkschrauben ISO 10642 – M4 x 12 – A2-70 verwendet. Die Schraubverbindung zwischen Tank und Bodenplatte muss nicht nachgerechnet werden, da die Belastungen, die auf die Schraubverbindungen wirken, gering sind. Es wirkt im Wesentlichen die Gewichtskraft des Tanks mitsamt der Tankfüllung senkrecht nach unten. Die Gewichtskraft wird von der Bodenplatte

abgefangen, da aufgrund des kleinen Ausschnitts in der Bodenplatte der Tank mit einem Großteil seiner Grundfläche auf der Bodenplatte steht. Mit einer Durchbiegung des Tankbodens ist daher nicht zu rechnen. Eine nennenswerte Krafteinwirkung in horizontaler Richtung an der Oberkante des Tanks ist bei normaler Nutzung der Espressomaschine nicht zu erwarten.

Der Tank wird auf die Bodenplatte aufgesetzt und zusammen mit dem Anbindungsrahmen mit den Senkschrauben von unten verschraubt. Die Niveausonde und die Winkel-Einschraub-Verschraubung werden danach von unten in die M5 Gewindeeinsätze des Tankbodens eingeschraubt. Zur Wartung können so die Niveausonde und die Winkel-Einschraub-Verschraubung auch ohne Demontage des Tanks getauscht werden. Der Tankdeckel soll so konstruiert werden, dass er ohne den Gebrauch von Werkzeug aufgesetzt, bzw. abgenommen werden kann. Somit kann der Tank von Innen gereinigt werden, ohne dass es einer Demontage bedarf.

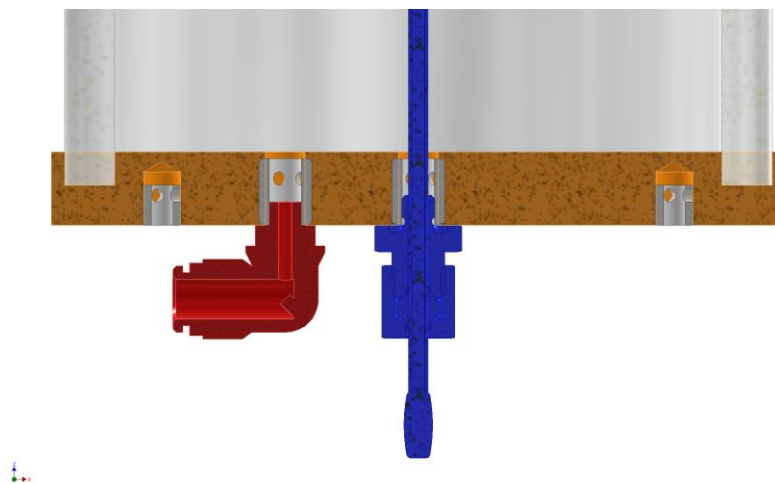
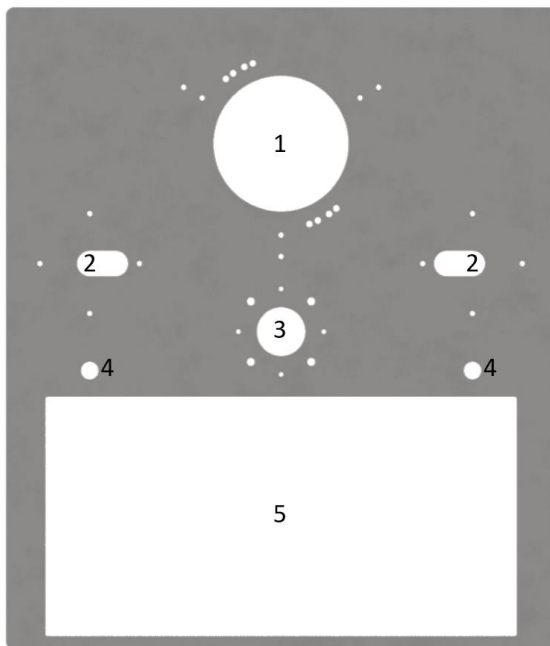


Abbildung 4: Schnittansicht des Tanks. Rot: Winkel-Einschraub-Verbindung; Blau: Niveau-Sonde; Grau: Gewindeeinsätze; Orange: Tankboden; Hellgrau: Borosilikatglas Rohr

## 4. Bodenplatte

Die Bodenplatte (vgl. Abbildung 5) ist ein Edelstahlblech mit 4 mm Blechdicke, auf dem auf der oberen Seite die sichtbaren Komponenten Tank, Boiler, Brühturm, Teewasserlanze und Dampfzange angebracht sind. An der unteren Seite ist das Modul Unterbau angebunden. Für die genannten Komponenten befinden sich in der Bodenplatte entsprechende Ausschnitte bzw. Bohrungen zur Befestigung. Die Form der Ausschnitte sowie die Anzahl und Größe der Befestigungsbohrungen auf der Bodenplatte ergibt sich aus den Anschlussmaßen der übrigen Komponenten.



- 1: Ausschnitte für Glasboiler
- 2: Ausschnitte für Tanks
- 3: Ausschnitte für Brühturm
- 4: Bohrung für Dampf- und Teewasserlanze
- 5: Ausschnitt für Abtropfgitter und Abtropfwanne

Abbildung 5: Draufsicht der Bodenplatte

Die Maße der Bodenplatte betragen 425 mm Breite und 495 mm Länge. Die Bodenplatte überdeckt die Schnittkanten der Arbeitsplatte im Falle der Untertischvariante um 5 mm. Damit ergibt sich ein auszuschneidendes Rechteck aus der Arbeitsplatte von 415 mm Breite und 485 mm Länge.

Alle Durchgangslöcher für Schrauben in der Bodenplatte sind so ausgeführt, dass sich die Schrauben bei der Montage leicht einsetzen lassen. Demnach sind für M4 Schrauben Durchgangslöcher mit 4,5 mm Durchmesser, bzw. für M6 Schrauben Durchgangslöcher mit 6,6 mm Durchmesser ausgeführt.

Um eine möglichst hohe Steifigkeit zu erreichen, müssen die Ausschnitte der Bodenplatte so klein wie möglich sein. Der Glasboiler ist zum Zeitpunkt der Erstellung der Bodenplatte bereits als Prototyp und CAD-Datei vorhanden, daher wird das Lochbild (vgl. Abbildung 5) zu dessen Befestigung aus der CAD-Datei des Prototyps übernommen. Der Durchmesser von 105 mm des kreisförmigen Ausschnitts für die Anschlussstücke des Glasboilers kann nicht weiter reduziert werden. Denn der Boilerboden weist auf dessen Unterseite einen zylinderförmigen Absatz auf, der in diesem Ausschnitt sitzt. Es befinden sich acht Bohrungen auf einem Lochkreis um den Boilerausschnitt herum. Davon liegen je vier Bohrungen nebeneinander auf 5 Uhr und 11 Uhr. Sie dienen des Wasserabtransports im Falle eines Bruchs des inneren Glasrohres des Boilers. Der Durchmesser der Bohrungen beträgt 5,5 mm. Zur Befestigung des Boilers sind je 2 Durchgangslöcher auf 2, 6, und 10 Uhr mit einem Durchmesser von 4,5 mm vorhanden. Die konstruierte Bodenplatte ist um 2 mm dicker als die Bodenplatte des Prototyps. Daher können drei der im Prototyp verbauten M3 Schrauben der Länge 16 mm zur Befestigung der unteren Spannhaken des Boilers nicht mehr verwendet werden. Im Prototyp wurden zur Reduzierung der Variantenvielfalt für die Befestigung der äußeren Spannhaken für die äußeren und inneren

Bohrungen dieselben Schrauben gewählt. Die Klemmlänge der äußeren drei Schrauben ist um 2 mm größer als die der inneren drei Schrauben, da diese zusätzlich den Auffangbehälter befestigen. Daher ist die Einschraubtiefe der äußeren drei Schrauben geringer als die der inneren drei Schrauben. Da im Vergleich zum Prototyp eine dickere Bodenplatte verwendet wird, ist die Einschraubtiefe der äußeren Schrauben zu gering. Daher müssen die 4 mm längeren Zylinderschrauben ISO 4762 - M3 x 20 – A2-70 verwendet werden.

Für die Beiden Tanks ist je ein Ausschnitt in Form eines Langlochs vorgesehen (vgl. Abbildung 5). Die Breite des Langlochs beträgt 20 mm. Dadurch ist gewährleistet, dass sowohl die Niveausonde als auch die Winkel-Einschraub-Verbindung am Tank zu Wartungszwecken mit gängigem Werkzeug montiert, bzw. demontiert werden können. Für die Befestigungsschrauben des Tanks sind vier Durchgangsbohrungen mit einem Durchmesser von 4,5 mm vorhanden. Aufgrund der verwendeten M4 Senkschrauben ist eine Senkung auf der Unterseite des Anbindungsrahmens notwendig. Eine Senkung für M4 Schrauben nach DIN 74 ist 2,1 mm tief. Da der Anbindungsrahmen nur 2 mm dick ist, muss die Bodenplatte um 0,1 mm gesenkt werden. Dies sollte bereits durch die Entgratung der Bohrungen der Bodenplatte abgedeckt sein, weshalb keine zusätzliche Senkung nach einer Entgratung in der Bodenplatte notwendig ist.

Der kreisförmige Ausschnitt für den Brühlturm (vgl. Abbildung 5) ist an den Innendurchmesser des Rohres im Brühlturm angepasst und hat einen Durchmesser von 38 mm. Dieser Ausschnitt wird nicht aus steifigkeitsgründen verkleinert, da die Montage, bzw. Demontage der 4 hindurchführenden Leitungen mit 6 mm Durchmesser sonst deutlich erschwert würde. Der Brühlturm wird über 4 Schraubverbindungen und 4 Passtiftverbindungen mit der Bodenplatte, dem Anbindungsrahmen und dem Versteifungsblech befestigt. Das Lochbild der Bohrungen wird von dem Verbindungsstück des Brühlturmes übernommen. Die Durchgangsbohrungen für die Schraubverbindungen haben einen Durchmesser von 6,6 mm, die Bohrungen für die Stiftverbindungen sind mit einem Durchmesser von 4mm und einer H7 Passung bemaßt.

Für die Teewasser- und für die Dampfzanze sind je eine Durchgangsbohrung mit dem Durchmesser 14 mm und einer Passung H7 in der Bodenplatte links und rechts vom Brühlturm platziert. Zur Befestigung der Lanzen muss eine niedrige Sechskantmutter ISO 4035 – M14 – A2-70 auf das Befestigungsstück der Lanze aufgeschraubt werden. Es kann keine höhere Sechskantmutter verwendet werden, da sonst die Winkel-Einschraub-Verbindung nicht vollständig in das Befestigungsstück der Lanze eingeschraubt werden kann.

Der Ausschnitt für das Abtropfgitter bzw. Abtropfwanne hat die Abmaße 365 mm Länge und 185 mm Breite. Der Spalt zwischen dem Abtropfgitter und der Schnittkante des Ausschnitts sollte möglichst klein sein. Somit kann wenig Wasser durch den Spalt durchtreten. Die Maße des Abtropfgitters betragen 363 mm Länge und 183 mm Breite. Dadurch entsteht ein Spalt von 1 mm zwischen Abtropfgitter und Schnittkante der Bodenplatte. Dieser Spalt wird nicht kleiner dimensioniert, um ein Verkanten beim Einsetzen oder Herausnehmen des Abtropfgitters zu vermeiden. Die Abtropfwanne hat eine Länge von 325 mm und eine Breite von 175 mm. Aufgrund des deutlich größeren Ausschnitts kann die Abtropfwanne bei entferntem Abtropfgitter leicht gegriffen werden und ohne Kippen senkrecht aus der Espressomaschine herausgenommen werden.

Die Platzierung der sichtbaren Komponenten auf der Bodenplatte ist durch das Designkonzept vorgegeben. Aufgrund der größeren Dimensionen des Anbindungsstücks des Brühlturms wird der Abstand zwischen dem Brühlturm und dem Glasboiler um 5 mm gegenüber dem im Designkonzept vorgesehenen Abstand vergrößert.

## 5. Unterbau

Nachdem die sichtbaren Komponenten auf der Oberseite der Bodenplatte platziert und deren Anbindungsmaße definiert sind, müssen die restlichen Komponenten der Espressomaschine unterhalb der Bodenplatte konstruiert bzw. platziert werden. Diese Komponenten werden in dem Modul Unterbau zusammengefasst. Im Weiteren werden die Konstruktionsschritte erläutert.

Die maximale Höhe des Bauraums der Baugruppe Unterbau ist von der Unterseite der Bodenplatte abwärts mit 85 mm definiert. Mit dieser Anforderung wird garantiert, dass die Espressomaschine in einer herkömmlichen Küchenarbeitsplatte eingesetzt werden kann, **ohne dass eine Schublade dafür stillgelegt werden muss**. Der Ausschnitt in der Arbeitsplatte soll 475 mm lang und 409 mm breit sein. Damit ergibt sich zwischen der Bodenplatte und der Arbeitsplatte für die kurze Seite eine Auflagefläche von 5 mm und für die lange Seite eine Auflagefläche von 8 mm. Der Bauraum des Unterbaus ist mit 400 mm Breite und 470 mm Länge so gewählt, dass ein senkrechtliches Herausheben der Maschine möglich ist. Die unterzubringenden Komponenten sind dem Hydraulikplan (vgl. Anhang 2) entnommen und sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Auflistung aller Komponenten, die sich im Unterbau befinden

Bezeichnung	Lieferant	Teilenummer	Stck.
Anbindungsrahmen	Konstruktion	Noch nicht vergeben	1
Versteifungsblech	Konstruktion	Noch nicht vergeben	1
Befestigungswinkel für Magnetventile	Konstruktion	Noch nicht vergeben	8
Basisplatte	Konstruktion	Noch nicht vergeben	1
Messplatine	Konstruktion	Noch nicht vergeben	1
SSR-Insel	Konstruktion	Noch nicht vergeben	1
Netzteil	Mouser	709-LRS-150-24	1
Getriebepumpe	Fluid-o-Tech	FG304XDOPN10000	1
Motor	Fluid-o-Tech	90-76-04/82040011	1
Drucksensor	AVS Römer	IPS-V36-958P3-6FF-016-51	1
Leitwertsensor	AVS Römer	ICS-3-958P3-6FF-200-020-U05-51	1
Durchflusssensor	Digma	9NB-0100/01A	1
Dosierventil	AVS Römer	EFC-11-958P305-6FF-U10-51	2
Anti-Vakuum	AVS Römer	VNR-954-P340-6FF	1
Überdrucksicherung	LF-Ersatzteile	1515002	1
Multifunktionsventil	AVS Römer	MFV-984-P340-6PF-035	1
Magnetventil 2/2 Wege	AVS Römer	EAV-813P3-B12-6FFK-00	7
Magnetventil 3/2 Wege	AVS Römer	EAV-813P3-C12-6FFK-00	1

## 5.1. Konzepte für die Platzierungen

Diverse Änderungen erfordern eine kontinuierliche Anpassung der Platzierung der Komponenten und dem damit verbundenen Bauraum. Dies erfordert die Ausarbeitung von drei Konzepten, die im Folgenden erläutert werden.



### Konzept 1

Für die erste Version (vgl. Abbildung 6) der Platzierung der Unterbau-Komponenten sind zwei SSR-Platinen und eine Basisplatine vorgesehen. Aufgrund der maximalen Bauhöhe von 85 mm können Basisplatine und Netzteil nur liegend verbaut werden. Die SSR-Platinen sind aus platzgründen und aufgrund guter Erreichbarkeit stehend nebeneinander angeordnet. Somit befinden sich die Elektronikkomponenten in der rechten Seite des Unterbaus. Der übrige Bauraum auf der linken Seite ist für die übrigen Komponenten, mitsamt deren Verrohrung, vorgesehen. Der Wasseranschluss ist hier mittig an der Rückseite der Maschine vorgesehen. Von dort verläuft eine Rohrleitung mitsamt Magnetventilen und Verbindern zur Getriebepumpe. Ab der Getriebepumpe verläuft die Rohrleitung durch zwei Winkel-Steck-Verbindungen herabgesetzt, im unteren Bereich des Unterbaus. Ab der Pumpe verläuft die Leitung in U-Form am hinteren Ende der Espressomaschine entlang. Ab den Magnetventilen, die zwischen Bezug und Schmutzwasserrücklauf schalten, verlaufen die Leitungen im oberen Bereich. Für die Rohrleitungsverbindung mit den restlichen Komponenten, die im Brühlturm mündet, bzw. Tee- und Dampfwaterstrang, ist zu wenig Bauraum vorhanden. Die Anforderung, dass die freie Rohrlänge, zwischen zwei Steckverbindern bzw. Komponenten mindestens 10 mm betragen muss, kann nicht eingehalten werden. Außerdem wäre aufgrund der sehr kompakten Anordnung eine Montage bzw. Wartung besonders erschwert. Daher wird das Konzept 1 nicht mehr weiterverfolgt.

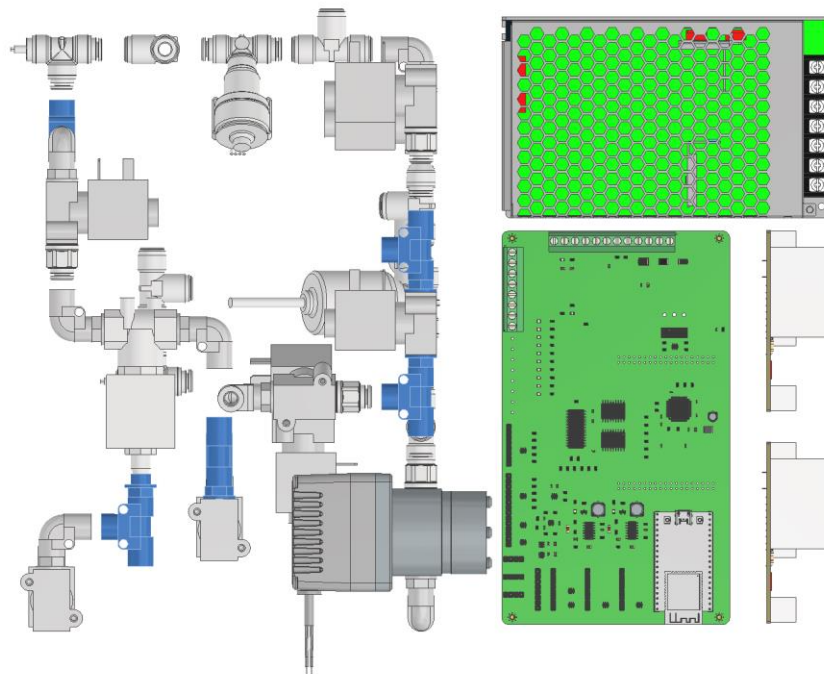


Abbildung 6: Konzept 1 der Platzierung der Komponenten im Unterbau; Draufsicht

Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse müssen Menge und Dimension der Elektronikkomponenten geändert werden. Die ursprünglich liegend platzierte Basisplatine wird in drei Dimensionen verkleinert und kann somit stehend platziert werden. Eine Messplatine mit denselben Dimensionen entsteht und muss zusätzlich platziert werden. Anstelle der ursprünglich zwei SSR-Inseln ist nun eine SSR-insel vorgesehen, deren Länge und Breite



mit denen des Netzteils übereinstimmt. Somit kann die neue SSR-Insel liegend oberhalb des Netzteils platziert werden. Durch die beschriebenen Änderungen können etwa 2/3 des Bauraums, den Basisplatte und SSR-Inseln ursprünglich eingenommen haben, eingespart werden.

## Konzept 2

In der zweiten Platzierung (vgl. Abbildung 7) befinden sich Netzteil und SSR-Insel übereinander, im hinteren, rechten Teil der Maschine. Im linken, hinteren Teil befinden sich Basisplatte und Messplatte, stehend hintereinander. Der mittig zwischen den Komponenten liegende Korridor ist für den Frisch- und Schmutzwasseranschluss sowie für den Stromanschluss vorgesehen. Der vordere Teil des Bauraums des Unterbaus ist wesentlich größer als im ersten Konzept. Das ermöglicht das Einhalten der Mindestlänge der freien Rohrleitung zwischen zwei Komponenten von 10 mm. Der Rohrleitungsbereich lässt sich in zwei Ebenen unterteilen. In der unteren Ebene verläuft der Kaltwasserstrang. In der oberen Ebene liegen der Mischwasserstrang sowie der Dampf- und Teewasserstrang. Die Unterteilung in zwei Ebenen entsteht aufgrund der Anforderung, dass Schmutzwasserleitungen horizontal verlaufen müssen, um das Abfließen des Schmutzwassers zu ermöglichen. Die Magnetventile Y09 (im Dampfstrang) und Y13 (im Mischwasserstrang) sind 3/2 Wegeventile. Um eine horizontale Rohrleitungsführung zu ermöglichen, müssen diese Magnetventile liegend verbaut werden. Damit das Schmutzwasser abfließen kann, darf die Leitung vor und nach dem Ventil nicht steigen. Daher sind die Magnetventile in der oberen Ebene, direkt unterhalb der Bodenplatte platziert.

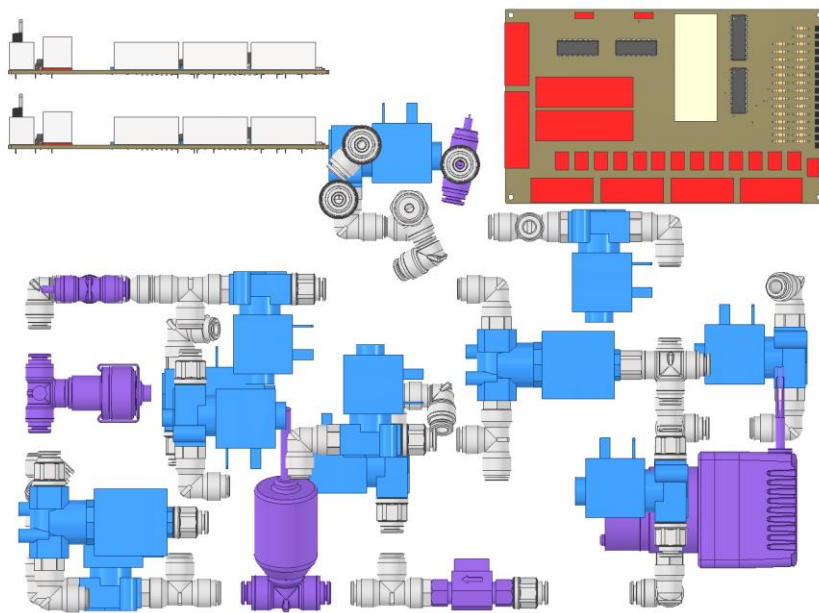


Abbildung 7: Konzept 2 der Komponenten im Unterbau; Draufsicht

Aufgrund der Menge an Magnetventilen, die in den horizontal verlaufenden Rohrleitungen in der oberen Ebene zu platzieren sind, müssen die Magnetventile über den kompletten oberen Bereich des Bauraums verteilt werden. Das führt dazu, dass Schmutzwasserleitungen länger werden als gefordert. Auch die Position und Ausrichtung der Magnetventile Y08, Y11, Y12 und Y13 ist nicht zweckmäßig. Um eine Rohrleitung zu entleeren, muss das Magnetventil, das die Entleerung schaltet, so nah wie möglich an dem T-Stück liegen, wo die Schmutzwasserleitung von der Mischwasser, bzw. Dampfleitung abgeht. Der Rohrleitungsteil, der zwischen dem T-Stück und dem Magnetventil liegt, wird nicht entleert und muss somit kurzgehalten werden. Diese



Anforderung konnte aufgrund des geringen Bauraums in der oberen Ebene des Unterbaus nicht erfüllt werden. Hierfür wäre eine Anpassung der Platzierung oder eine Vergrößerung des Bauraums notwendig.

Um den Temperaturverlust in der Heißwasser- bzw. Mischwasserleitung so gering wie möglich zu halten, muss die Leitung möglichst kurz konstruiert werden. In der Mischwasserleitung sind zwei Temperatursensoren der Firma AVS Römer vorgesehen. Diese sind als Winkel ausgeführt. Daher muss die Mischwasserleitung an zwei Stellen um 90° umgelenkt werden. Die Mischwasserleitung verläuft aufgrund der Richtungsänderungen nicht auf direktem Weg zu dem Brühurm. Daraus ergibt sich eine deutlich längere Leitungslänge (vgl. Abbildung 8) als gewünscht.

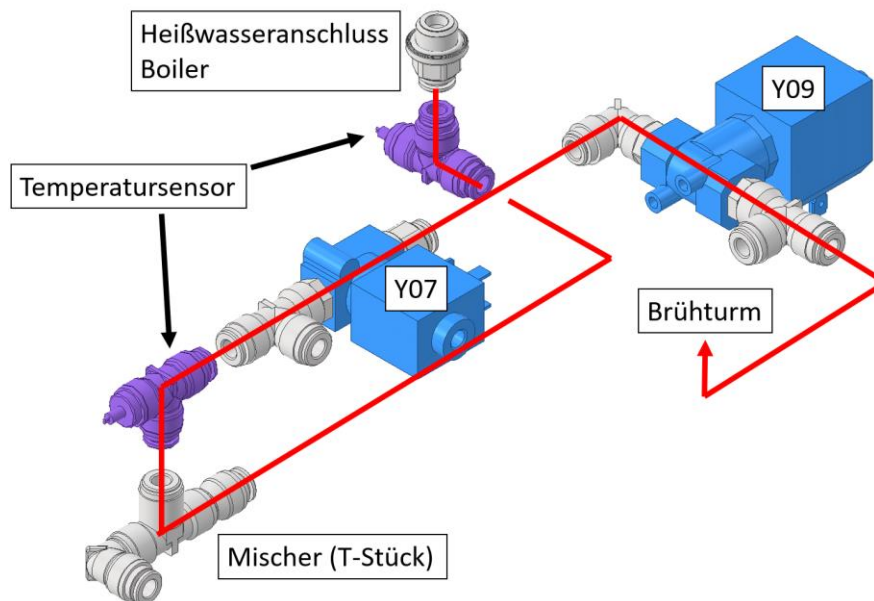


Abbildung 8: Verlauf des Heiß- bzw. Mischwasserleitungsverlaufs in Konzept 2

Aufgrund der zu großen Länge der Heiß- bzw. Mischwasserleitung sowie ungünstigen Platzierung der Magnetventile, die der Entleerung der Schmutzwasserleitungen dienen, muss die Platzierung überarbeitet werden oder Änderungen an den Komponenten bzw. des Hydraulikplans vorgenommen werden.

Nach der Ausarbeitung des zweiten Konzepts wurde beschlossen, anstatt der ursprünglich verbauten Magnetventile mit Messingkörper, Magnetventile des Herstellers AVS Römer mit einem Körper aus PPSU zu verwenden. Dabei handelt es sich um die Magnetventile „Typ EAV Baureihe 800“. Aufgrund des Kunststoffkörpers ist ein reduzierter Temperaturverlust zu erwarten. Die Ventile unterscheiden sich außerdem durch deren Anschlussart. Eingang und Ausgang eines 2/2-Wege-Magnetventils sind als ELSA-Steckanschluss für Rohr/Schlauch D6 ausgeführt, gegenüber den Messingventilen mit G1/8 Innengewinde, bei denen eine zusätzliche Einschraub-Steck-Verbindung notwendig ist. Somit werden Kosten und Bauraum eingespart. Außerdem ist die Wahrscheinlichkeit einer Undichtigkeit durch die geringere Anzahl zu verbauender Steckverbinder reduziert. Bei der Kombination einer T-Verbindung mit einem Magnetventil fällt der Bauraum bei den Kunststoff-Magnetventilen jedoch deutlich größer aus als bei denen aus Messing (vgl. Abbildung 9). Denn hier muss eine freie Rohrleitungslänge von mindestens 10 mm eingehalten werden. Bei den Messing-Magnetventilen können Einschraub-T-Verbindungen genutzt werden.

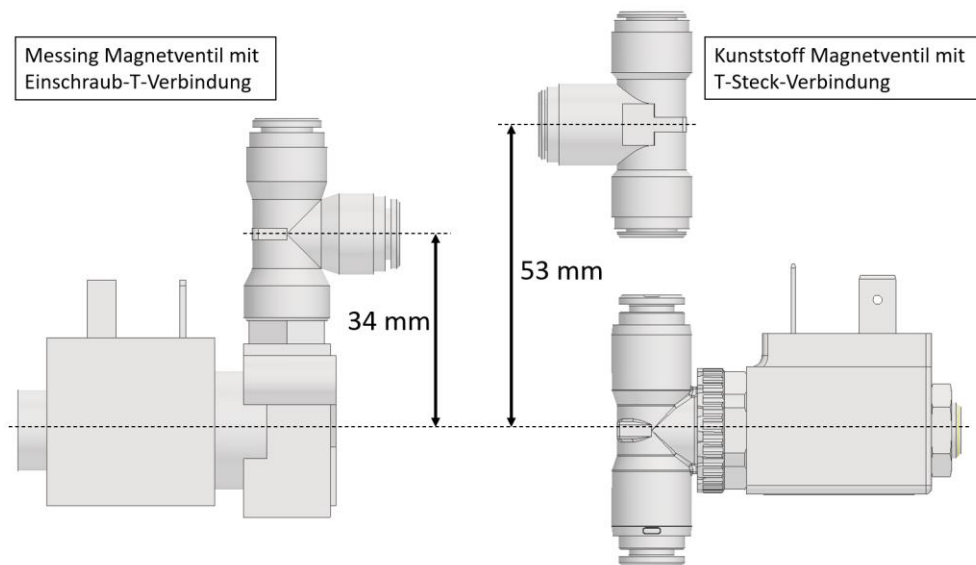


Abbildung 9: Vergleich zwischen einem Messingmagnetventil und einem Kunststoffmagnetventil bezüglich des Abstands zwischen dem senkrechten Abgang der T-Verbindung und der Mitte des Magnetventils.

### Befestigung der Magnetventile

Für die PPSU-Magnetventile sind laut Hersteller noch keine Befestigungsmöglichkeiten vorhanden. Daher muss eine Befestigungsmöglichkeit für die Magnetventile entworfen werden. Dafür ist ein gebogenes Blech mit Langlöchern vorgesehen. Das Befestigungsblech wird am Magnetventil verschraubt (Vgl. Abbildung 10). Dafür wird die Mutter, die die Magnetspule an dem Magnetventil fixiert, gelockert. Das Befestigungsblech wird zwischen Mutter und Magnetspule eingeschoben. Dabei greift das Außengewinde des Magnetventils in den U-förmigen Ausschnitt des Befestigungsblechs. Im Befestigungsblech befinden sich in der L-förmigen Lasche zwei Langlöcher. Sie sind zur Verschraubung mit dem Unterbau vorgesehen. Die Langlöcher sind 3,4 mm breit, daher werden zur Befestigung je Langloch eine M3 Zylinderschraube verwendet. Zur Wartung bzw. Montage kann das Magnetventil bei gelockerter Mutter entlang des U-förmigen Ausschnittes verschoben bzw. rotiert werden. Durch die Möglichkeit zur Verschiebung, bzw. Rotation können Fertigungstoleranzen ausgeglichen und Spannungen in Rohrleitungen vermieden werden.

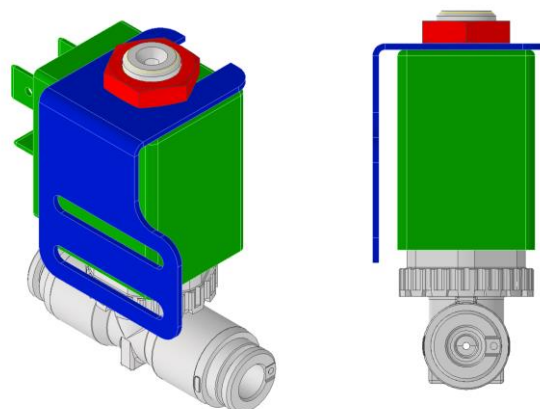


Abbildung 10: Magnetventil mit Befestigungsblech. Rot: Mutter, blau: Befestigungsblech, grün: Magnetspule, grau: Magnetventil

Die Anbindungspunkte der Befestigungsbleche zur Befestigung der Kunststoffmagnetventile unterscheiden sich wesentlich von denen der ursprünglich verwendeten Magnetventile. Die Magnetventile im zweiten Konzept lassen sich daher nicht durch die neuen Magnetventile mitsamt Befestigungsblech ersetzen. Dafür



wären umfängliche Anpassungen in den Positionierungen notwendig. Deshalb wird ein drittes Konzept entworfen, das im Folgenden beschrieben wird.

### Konzept 3



Zusätzlich zu den Änderungen bezüglich der Magnetventile wurden **Änderungen im Hydraulikplan** (vgl. Anhang 2) vorgenommen. Durch die Platzierung der Magnetventile Y07, Y09 und des Mischers im Brühlturm steht wesentlich mehr Bauraum für die übrigen Komponenten im Unterbau zur Verfügung. Grundsätzlich ist die Möglichkeit der Platzierung dieser Komponenten im Brühlturm gegeben. Deshalb werden sie nicht im Unterbau platziert. Außerdem ist aufgrund der Verlegung der Magnetventile Y07 und Y09 das Entwässerungsmagnetventil Y11 nicht mehr notwendig und wird daher nicht mehr verbaut. Eine weitere Änderung im Hydraulikplan ist das Dosierventil, das über einen Bypass in einer Leitung platziert ist, die parallel zur Pumpe verläuft.

~~Im Folgenden wird auf die Besonderheiten und technischen Anforderungen der Platzierung genauer eingegangen.~~ Aus dem zweiten Konzept wird die Platzierung der Mess- und Basisplatte, der SSR-Insel sowie des Netzteils übernommen. Die räumliche Anordnung und der Abstand der elektronischen Komponenten zueinander wurden so gewählt, dass alle angeschlossenen Leitungen erreicht werden können, ohne die Komponenten demontieren zu müssen. Die Heißwasserleitung verläuft aufgrund der geforderten kurzen Strecke auf geradem Weg direkt unterhalb der Bodenplatte vom Boiler (vgl. Abbildung 11: Eckverbinder rechts des Magnetventils Nummer 4) zum Brühlturm (links des Dosierventils, Nummer 11). Dort wird die Leitung über eine Winkel-Steck-Verbindung um 90° nach oben in den Brühlturm umgelenkt. Durch den direkten Weg ist ein minimaler Temperaturverlust innerhalb der Heißwasserleitung gegeben.

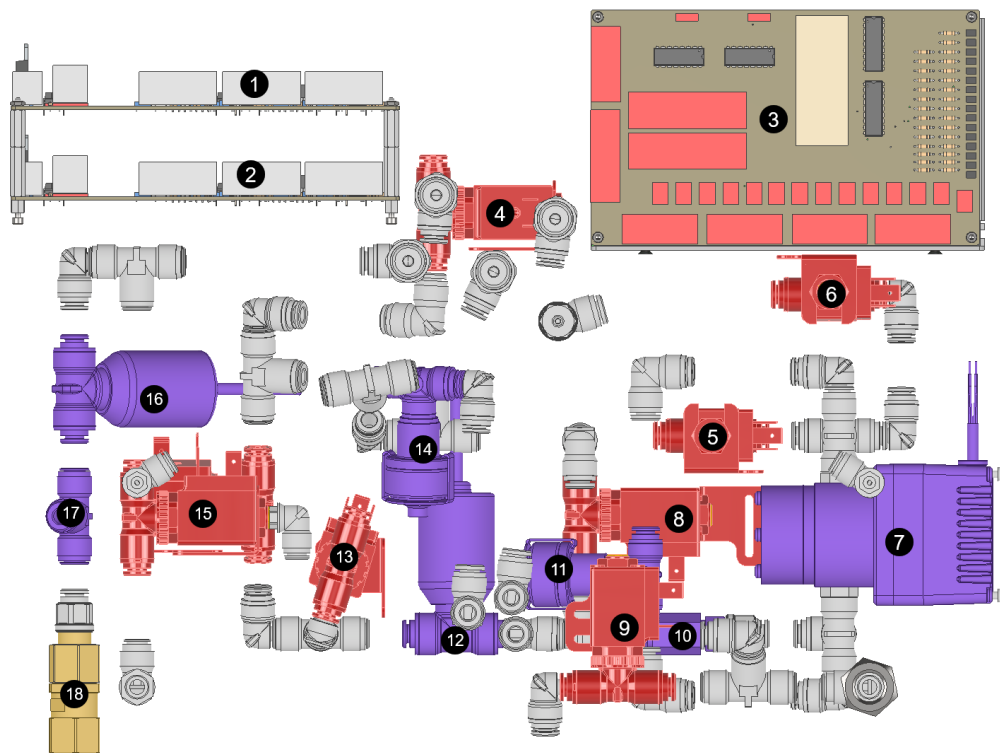


Abbildung 11: Übersicht der Komponenten im Unterbau. 1: Basisplatte, 2: Messplatte, 3: SSR-Insel und Netzteil, 4: Y01, 5: Y02, 6: Y03, 7: Pumpe, 8: Y05, 9: Y12, 10: Durchflusssensor, 11: Dosierventil, 12: Leitwertsensor, 13: Y04, 14: Dosierventil, 15: Y13 und Y06 dahinter, 16: Drucksensor, 17: Anti-Vakuum Ventil, 18: Überdrucksicherung

Der Abstand der Schmutzwasserleitung zu der Unterkante der Bodenplatte ist durch die Dampf- bzw. Teewasserlanze definiert. Dieser setzt sich aus der senkrechten Länge der Tee- bzw. Dampfwaterlanze unterhalb der Bodenplatte und der darin verschraubten Winkel-Einschraub-Verschraubung zusammen. Der Abstand beträgt 29,6 mm. Er bestimmt die Einbauhöhe der Abtropfwanne, da die Schmutzwasserleitungen im Prototyp in der Abtropfwanne münden sollen. Dabei liegen die Schmutzwasserleitungen auf der Oberkante der Abtropfwanne auf. Die Höhe der verlaufenden Schmutzwasserleitungen definiert auch die Einbauhöhe der Magnetventile Y12 und Y13. Beide Ventile sind liegend platziert. Im Falle des Magnetventils Y13 ist dies notwendig, da die Schmutzwasserleitung von diesem 3/2-Wege-Magnetventil von dem dritten Auslass abgeht. Aufgrund der Anforderung an die Schmutzwasserleitungen müssen alle Komponenten in den Dampf- bzw. Misch- und Heißwasserleitung im oberen Teil des Unterbaus platziert sein.

Von der Dampfleitung geht über ein T-Stück eine Leitung ab, in der ein Drucksensor, ein Anti-Vakuum Ventil und eine Überdrucksicherung verbaut sind. Die Überdrucksicherung bildet das Ende der abzweigenden Leitung, Abbildung 11.

Da der obere Bereich des Unterbaus durch die Dampf-, Tee- und Mischwasserleitungen bereits belegt ist, müssen alle übrigen Komponenten der Kaltwasserleitungen im unteren Teil des Bauraums des Unterbaus platziert werden. Bei der Kaltwasserleitung spielt Temperaturverlust keine Rolle, weshalb die Komponenten dort, wo es der Bauraum ermöglicht, weiter voneinander entfernt platziert werden. Das vereinfacht die Montage, bzw. Wartung der Komponenten. Aus Platzgründen ist der Abstand zwischen der Pumpe, dem Durchflusssensor und dem Leitwertsensor kürzer gewählt. Die Anschlüsse der Pumpe und des Durchflusssensors sind als G1/8 Gewinde ausgeführt. An den Abgängen, an denen im weiteren Leitungsverlauf eine Abzweigung vorgesehen ist, ist eine T- bzw. L-Einschraub-Verschraubung. Das spart Platz gegenüber einer Kombination einer Gerade-Einschraub-Verschraubung mit einer T-Steck-Verbindung. Dort, wo die Rohrleitung aus Platzgründen möglichst kurzgehalten werden muss, ist jeweils die minimal zulässige Rohrleitungslänge verbaut. Das entspricht einer sichtbaren Rohrleitungslänge von 10 mm zwischen zwei Komponenten. Anstelle der Winkel-Steck-Verbindungen sind teils Winkel-Steckanschlüsse platziert, um eine geringere Leitungslänge zu bekommen und somit Bauraum einzusparen.

Die Leitungsführung ist beim dritten Konzept so entworfen, dass möglichst wenige Verbindungsstücke verbaut sind. Auch ist eine gute Erreichbarkeit der meisten Komponenten gegeben. An Stellen, die zum Zwecke der Montage bzw. Wartung nicht gut erreichbar sind, kann ein größeres Rohrleitungsstück ab- bzw. angesteckt werden, und somit mehrere Komponenten gleichzeitig erreicht werden.

Alle Magnetventile müssen im Unterbau befestigt sein. Dafür sind die Magnetventile, bzw. deren Befestigungsbleche bereits horizontal oder vertikal ausgerichtet. Das ermöglicht das einfache Konstruieren von Versteifungsbauteilen, an denen die Magnetventile angeschraubt werden können.

## 5.2. Anbindungsrahmen

Die Magnetventile, Elektronikkomponenten und die Pumpe müssen im Unterbau befestigt sein. Dafür ist ein Anbindungsrahmen vorgesehen. Der Anbindungsrahmen muss außerdem die Durchbiegung der Bodenplatte abfangen. Zusätzlich muss er so konstruiert sein, dass die Maschine zur Wartung aus der Arbeitsplatte oder dem Gehäuse herausgenommen, und auf einem Tisch abgestellt werden kann. Dabei dient der Anbindungsrahmen als Standfuß der Maschine. Des Weiteren soll der Anbindungsrahmen aus möglichst wenig Bauteilen bestehen, um die Montage zu erleichtern.

Der konstruierte Anbindungsrahmen (vgl. Abbildung 12) ist ein Bauteil, das als Blechkonstruktion mit Biegungen ausgeführt ist. Da das Bauteil bei der Wartung oder Montage mit Wasser in Berührung kommen kann, besteht der Anbindungsrahmen aus dem Werkstoff Edelstahl – 1.4301. Um die Steifigkeit zu gewährleisten, beträgt die Materialstärke 2 mm. Zur Befestigung des Anbindungsrahmens werden alle Verschraubungen genutzt, die durch die Bodenplatte gehen, abgesehen derer des Boilers. Für den Boiler existiert ein Auffangbehälter, der im Falle eines Bruchs des inneren Borosilikatglasrohres des Boilers das Wasser abtransportiert. Die Abmaße des Anbindungsrahmens betragen 85 mm Höhe, 400 mm Breite und 470 mm Länge.

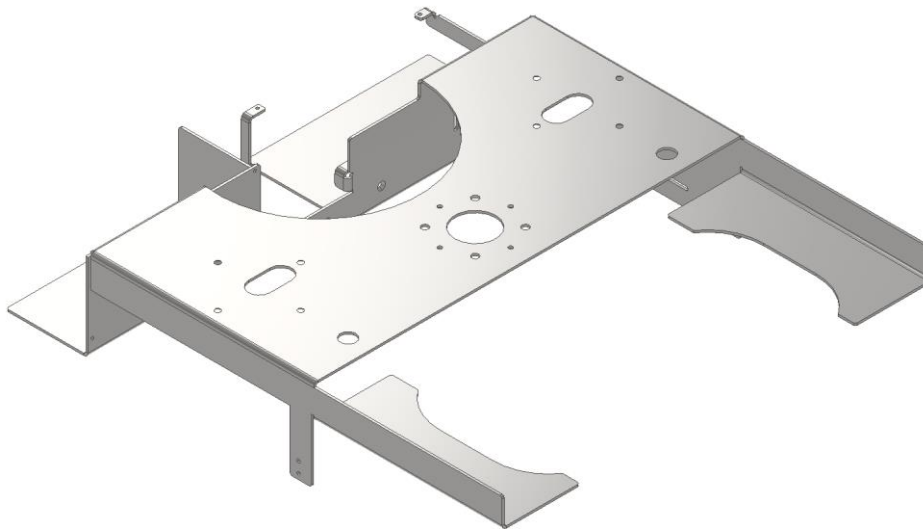


Abbildung 12: Isometrische Ansicht des Anbindungsrahmens

Die Oberseite des Anbindungsrahmens bildet die Ausschnitte der Bodenplatte für Tanks, Brühlturm und Dampf- und Teewasserlanzen ab. Diese Fläche liegt direkt an der Unterseite der Bodenplatte an. Der halbkreisförmige Ausschnitt mittig im hinteren Teil der Maschine dient als Aussparung für den Auffangbehälter des Boilers. Die insgesamt 8 Befestigungsbohrungen für die Tanks sind an der Unterseite des Anbindungsrahmens gesenkt. Es handelt sich hierbei um eine Senkung DIN 74 – A4 für die entsprechenden M4 Senkschrauben des Tanks. Eine Passung an den Bohrungen für Dampf- und Teewasserlanze ist nicht vorgesehen, da bereits die Bohrungen der Bodenplatte dafür als Passung ausgeführt sind. Der Verschiebung des Anbindungsrahmens zur Bodenplatte wirken sowohl die die Senkungen für die Tankbohrungen als auch die Passtiftverbindung zwischen Unterbau, Bodenplatte und Brühlturm entgegen.

Von der Oberseite sind links, rechts und hinten Laschen heruntergebogen, die für die Befestigung verschiedener Komponenten benötigt werden.

Die linke und rechte senkrechte Lasche, in Abbildung 13 blau markiert, sind je Seite um 175 mm nach vorne verlängert. Von deren Unterkante ist je eine weitere Lasche (grün) zur Maschinenmitte gebogen. Diese Laschen dienen als Auflagefläche der Abtropfwanne und bilden deren Kontur ab. Die Abtropfwanne wird durch die Konturen beim einsetzen zentriert, wodurch sie sich immer mittig unterhalb des Abtropfgitters befindet. In der Mitte weist die linke Lasche (blau) eine Ausprägung auf, deren Unterseite als Auflagefläche zum Abstellen der Maschine dient. Die Ausprägung mittig der rechten Lasche ist größer dimensioniert, da dort die Pumpe befestigt wird. Zur Befestigung sind Langlöcher in der Fläche eingebracht, entlang derer die Pumpe zu Montagezwecken verschoben werden kann.

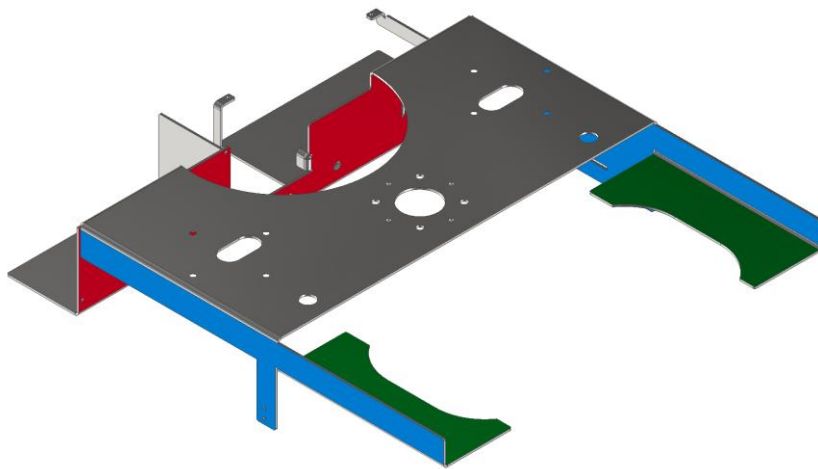


Abbildung 13: Isometrische Ansicht des Anbindungsrahmens mit eingefärbten Flächen

Im hinteren Teil des Anbindungsrahmens werden Netzteil, SSR-Insel, Basisplatine und Messplatine befestigt. Diese Komponenten sind über vertikale Blechlaschen (vgl. Abbildung 13, rote Flächen) zu den übrigen Komponenten im Rohrsystem abgetrennt. Dadurch sind sie von den elektronischen und magnetischen Feldern der Magnetventile abgeschirmt. Außerdem wird somit Wasserkontakt bei einer eventuell auftretenden Undichtigkeit vermieden. An der Unterkante der vertikalen Blechlaschen ist je eine Lasche nach hinten gebogen. Diese Laschen dienen als Auflageflächen zum Abstellen der Maschine auf einem Tisch zu Wartungszwecken.

Auf der rechten Lasche liegt das Netzteil auf. Das Netzteil ist so ausgerichtet, dass die Kabelklemmen zum Korridor zwischen den senkrechten Blechlaschen ragen und sich das Lüftungsgitter auf der Oberseite befindet (vgl. Abbildung 14). Um das Netzteil in Position zu halten, wird es mit zwei Senkschrauben M3 x 8 – A2-70 mit der senkrechten Blechlasche verschraubt. Dafür befinden sich auf der dem Netzteil abgewandten Seite der Lasche Senkungen. Die SSR-Insel wird an vier Punkten verschraubt. Dafür sind vier Blechausprägungen gebogen, deren Auflagefläche für die SSR-Insel einen Abstand von 9 mm zum Netzteil aufweist. Die SSR-Insel muss mit Abstandsbolzen an den Blechlaschen befestigt werden. Hierfür werden M2,5 Abstandsbolzen der Länge 5 mm mit Innen- und Außengewinde verwendet. Die SSR-Insel liegt dabei je Befestigungsbohrung auf einem Abstandsbolzen auf. Die SSR-Insel wird über eine Zylinderschraube M2,5 x 4 mit dem Abstandsbolzen verschraubt. Der Abstandsbolzen wird mit einer Sechskantmutter M2,5 mit dem Anbindungsrahmen verschraubt. Die beiden Magnetventile Y01 und Y03 sind an der Rückseite der rechten senkrechten Blechlasche

angeschraubt. Zur erleichterten Montage ist dafür je Magnetventil ein Langloch vorhanden, das um 90° gegenüber den Langlöchern der Befestigungsbleche gedreht ist.

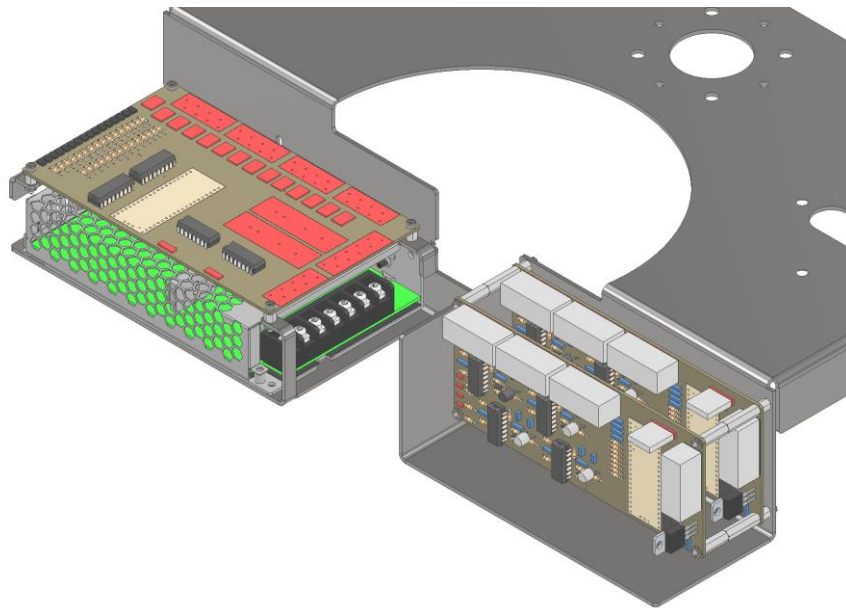


Abbildung 14: Isometrische Ansicht der hinteren Komponenten des Anbindungsrahmens

Basisplatine und Messplatine sind an der linken, hinteren, senkrechten Blechlasche (Abbildung 13, linke rote Fläche) mit Abstandsbolzen befestigt. Da die Abmaße der Mess- und Basisplatine identisch sind, kann bei der Inbetriebnahme entschieden werden, in welcher Reihenfolge die Platinen platziert werden sollen. Eine Platine wird mit vier M2,5 Abstandsbolzen der Länge 5 mm und vier Zylinderschrauben ISO 4762 - M2,5 x 4 am Anbindungsrahmen verschraubt. Die Platine liegt an den vier Abstandsbolzen an. Es werden vier Abstandsbolzen M2,5 der Länge 20 mm in die 5 mm langen Abstandsbolzen geschraubt und damit die Platine geklemmt. Der Abstand beider Platinen zueinander beträgt 35 mm. Dafür werden vier weitere, 15 mm lange Abstandsbolzen M2,5 in die 20 mm langen Abstandsbolzen eingeschraubt. Die zweite Platine wird mit deren Bohrungen in die Außengewinde der Abstandsbolzen gesetzt und mit vier Sechskantmuttern M2,5 verschraubt. Die Orientierung der Abstandsbolzen ist relevant, da das Innengewinde des 5 mm langen Abstandsbolzens 3 mm lang ist. Die Platine hat eine Wandstärke von 1,57 mm. Das Außengewinde eines Abstandsbolzens ist 5 mm lang. Das Einschrauben eines Abstandsbolzens in das Innengewinde des 5 mm langen Abstandsbolzens würde die Platine daher nicht klemmen. Die Platinen sind über eine weitere Blechlasche zur Seite des Korridors abgeschirmt.

Die Getriebepumpe ist an der in Abbildung 13 rechten blau eingefärbten Blechlasche befestigt. In der Lasche befinden sich dazu zwei horizontal verlaufende Langlöcher, entlang derer die Pumpe nach Bedarf bei der Montage verschoben werden kann. Die von Werk aus verwendeten Schrauben auf der Rückseite der Getriebepumpe haben eine Länge von 45 mm. Zur Befestigung der Pumpe an einem Blech mit 2 mm Wandstärke sind längere Schrauben notwendig. Der Hersteller [15] empfiehlt M3 x 50 Schrauben der Klasse A2-70 (siehe Anhang 4). Zur Montage der Pumpe müssen die vier Schrauben auf der Rückseite des Motors gelöst werden. Die Getriebepumpe wird anschließend über vier Zylinderschrauben ISO 4762 – M3 x 50 – A2-70 an dem Anbindungsrahmen befestigt. Es ist darauf zu achten, dass Teile im Inneren des Motors nicht verrutschen, solange der Motor nicht mit der Pumpe verschraubt ist.



### 5.3. Versteifungsblech

Die Formgebung des Anbindungsrahmens fängt die Durchbiegung der Bodenplatte aufgrund einer Krafteinwirkungen am Brühturm nicht ab. Diese Aufgabe übernimmt das dafür konstruierte Versteifungsblech (vgl. Abbildung 15). Das Versteifungsblech dient außerdem der Befestigung der übrigen Magnetventile.

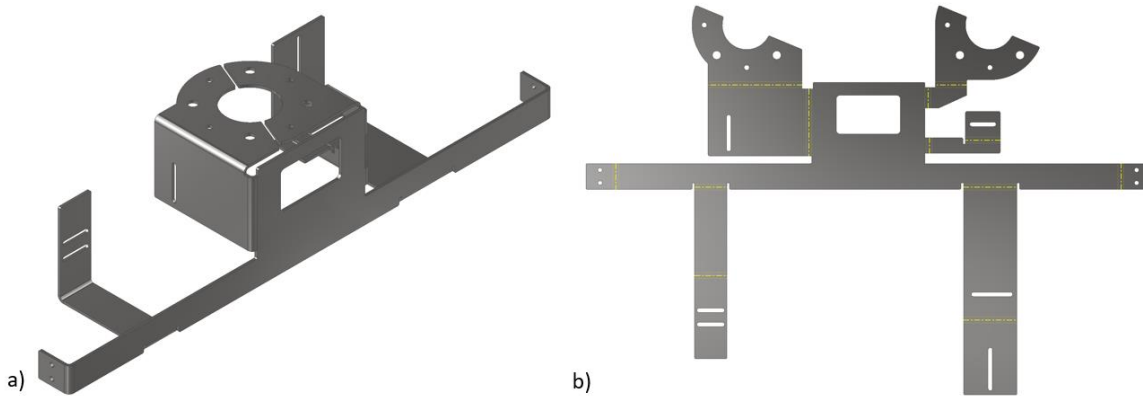


Abbildung 15: Versteifungsblech. a) Isometrische Ansicht, b) Abwicklung mit Biegelinien

Das Versteifungsblech ist ein Blechbauteil aus Edelstahl – 1.4301, mit einer Materialstärke von 2 mm. Die oberen beiden nach innen gebogenen Laschen werden zusammen mit dem Versteifungsblech, dem Anbindungsrahmen, der Bodenplatte und dem Brühturm verschraubt. Hierfür werden die Schrauben und Stifte genutzt, die für die Befestigung des Brühturms vorgesehen sind. Zusätzlich wird das Versteifungsblech an beiden Seiten mit dem Anbindungsrahmen befestigt. Dafür befinden sich in den Laschen an der linken und rechten Seite des Versteifungsblechs je zwei Bohrungen. Beide Bauteile werden über Zylinderschrauben ISO 4762 – M3 x 8 – A2-70 und Sechskantmutter ISO 4032 – M3 – A2-70 miteinander verschraubt. Die zur Bodenplatte senkrecht ausgerichteten Blechlaschen des Versteifungsblechs wirken der Durchbiegung der Bodenplatte entgegen.

Von drei Stellen des Bauteils gehen in einem 90° Winkel Blechlaschen ab, die wiederum im rechten Winkel gebogen sind. Sie sind mit Langlöchern zur Befestigung der Magnetventile versehen. Jedes Langloch des Versteifungsblechs ist jeweils um 90° gegenüber denen des Befestigungswinkels des zugehörigen Magnetventils gedreht. Das ermöglicht ein beliebiges Verschieben der Magnetventile entlang der Fläche der Blechlasche, an der sie befestigt sind. Die Magnetventile Y02, Y04, Y05, Y06, Y12 und Y13 sind am Versteifungsblech verschraubt. Die Magnetventile Y06 und Y13 sind an derselben Blechlasche befestigt. Deshalb sind dort zwei Langlöcher angebracht.

## 5.4. Montage der Komponenten im Unterbau

Aufgrund des geringen Bauraums und der Menge an Komponenten ist eine strukturierte Montage der Bauteile in der Baugruppe erforderlich. Die Reihenfolge der Montage von Bauteilen spielt außerdem eine entscheidende Rolle. Die folgende Montageanleitung ist als Empfehlung zu sehen. Auf das Anschließen von Leitungen zur Energie- oder Datenübertragung wird im Folgenden nicht eingegangen. Gegebenenfalls müssen dafür Rohrleitungen bzw. Komponenten zwischenzeitlich demontiert werden.

Alle Schrauben, die in der Konstruktion verwendet werden, abgesehen der Schrauben zur Befestigung der Platinen, sind als Schrauben mit Innensechskant ausgeführt.

### **Platinen und Netzteil**

Bevor das Netzteil montiert wird, sollte das Befestigungsblech des Magnetventils Y03 angebracht werden, da das Netzteil den Zugang zu der Schraubverbindung erschwert. Für die Befestigung eines Befestigungsblechs sind je zwei Sechskantschrauben ISO 4014 – M3 x 6 – A2-70 und Sechskantmutter ISO 4035 – M3 – A2-70 zu verwenden. Die Sechskantschrauben eignen sich dafür, da deren Kopfhöhe niedriger ist als bei Zylinderkopfschrauben. Sollte das Magnetventil in späteren Montageschritten verschoben werden müssen, kann das Netzteil abgeschraubt und etwas herausgezogen werden. Dadurch lässt sich die Schraubverbindung von der rechten Seite der Maschine aus erreichen.

Die Montage der Basis- und Messplatine, der SSR-Insel und des Netzteils wurde bereits in Kapitel 4.2. erläutert. Zur besseren Erreichbarkeit ist es ratsam, alle Leitungen, die an den jeweiligen Komponenten angeschlossen werden, vor der Montage am Anbindungsrahmen anzuschließen. Die Leitungen an den Platinen werden geklemmt. Sie können nach der Montage der Platinen am Anbindungsrahmen gelöst, bzw. verbunden werden. Die Leitungen am Netzteil werden mit Schrauben geklemmt. Dafür ist ein Kreuzschlitzschraubendreher zum ein- bzw. herausschrauben der Schrauben notwendig.

### **Rohrleitungssystem**

Da zur Montage des Brühsturms das Versteifungsblech bereits mit dem Anbindungsrahmen, der Bodenplatte und dem Verbindungsstück des Brühsturms verschraubt werden muss, sollte dieser Schritt erfolgen, nachdem die anzuschraubenden Komponenten im Unterbau platziert sind. Dadurch können Bauteile zur Montage am Anbindungsrahmen und Versteifungsblech besser erreicht werden.

Da die Einstecktiefe von Komponente zu Komponente variiert, muss die tatsächlich benötigte Rohrlänge zum Erreichen des geforderten Abstands der Komponenten zueinander bei der Montage ermittelt werden. Der kleinste, zulässige Abstand zwischen Zwei Komponenten, die mit einer Rohrleitung verbunden sind, beträgt 10 mm. Kürzere Abstände würden die Demontage der Komponenten deutlich erschweren. Zur Verbindung der Komponenten werden einheitlich Rohre mit einem Außendurchmesser von 6 mm verwendet.

Zuerst sollten die im Nachhinein schwerer erreichbaren Komponenten und Leitungen montiert werden. Dafür sollten die Steckverbinder, die sich am Ein- und Ausgang der Getriebepumpe befinden, ineinandergesteckt und an dem jeweiligen Anschluss der Pumpe verschraubt werden. Die Getriebepumpe wird anschließend auf der Innenseite des Anbindungsrahmens wie in Kapitel 4.2. beschrieben, befestigt. Das Befestigungsblech des Magnetventils Y01 kann dann am Anbindungsrahmen montiert werden. Das Magnetventil Y03 und Y01 werden anschließend an den bereits montierten Befestigungsblechen angesetzt. Nun wird der Durchflusssensor ausgangsseitig mit einer L-Einschraub-Verschraubung der Getriebepumpe verschraubt. Die L-Einschraub-Verbindung wird danach am gerade abgehenden Anschluss über ein Rohrstück mit dem Leitwertsensor in einem Abstand von 10 mm verbunden. An den senkrecht abgehenden Anschluss wird das Magnetventil Y05 im Abstand von 10 mm mit einem Rohrstück angeschlossen. An den anderen Anschluss des Leitwertsensors wird nun eine T-Steck-Verbindung im Abstand von 10 mm mit einem Rohrstock angesteckt. Die Länge des

Abstandes muss zu einem späteren Zeitpunkt gegebenenfalls angepasst werden, um Spannungen zu vermeiden. Senkrecht von der T-Steck-Verbindung wird dann die Leitung zum Magnetventil Y04 verlegt. Das Magnetventil Y02 wird dann eingangsseitig mit der Pumpe verbunden. In Abbildung 16 ist die Anordnung und Ausrichtung der montierten Komponenten zu sehen.

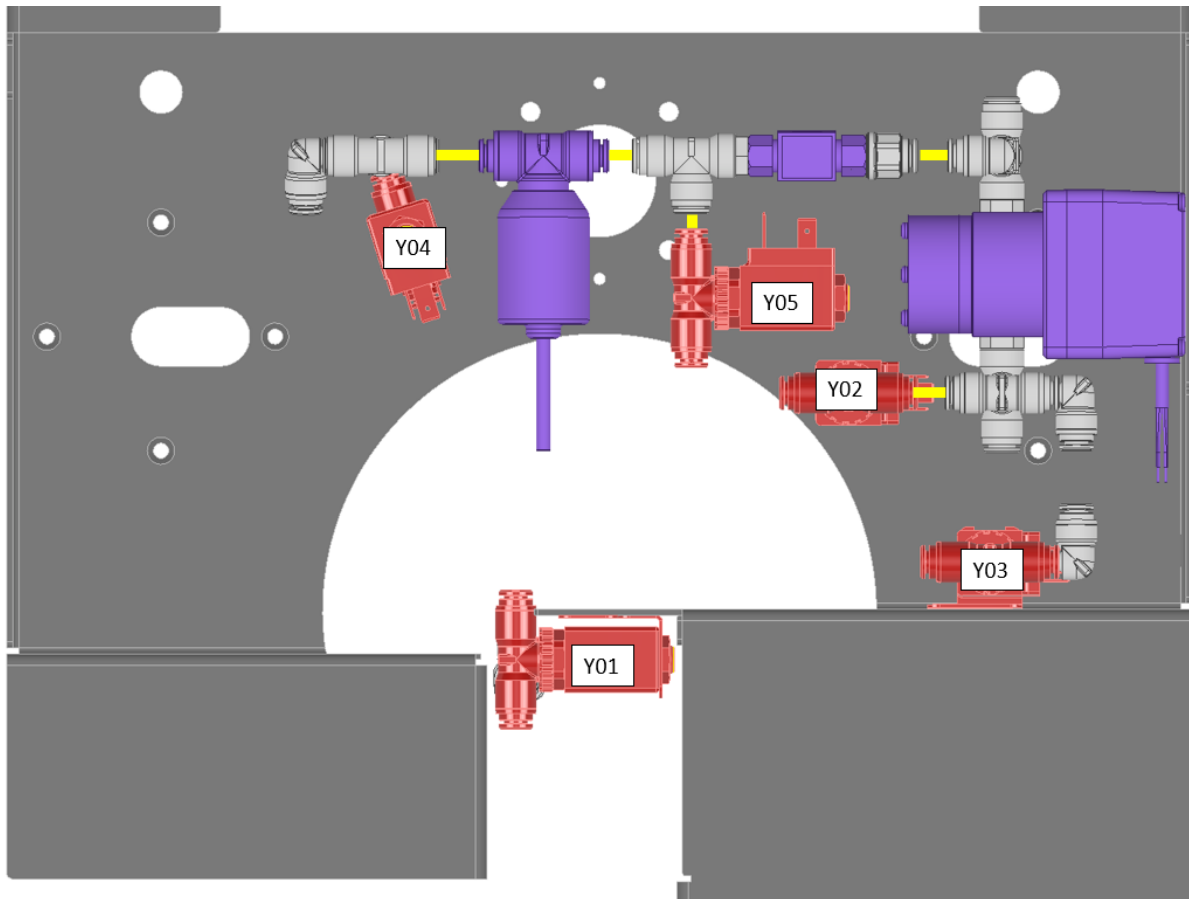


Abbildung 16: Ansicht von Unten des Unterbaus mit dem montierten Strang bestehend aus den Magnetventilen Y01, Y03, Y05, Getriebepumpe, Durchflusssensor und Leitwertsensor

Im nächsten Schritt werden die Befestigungswinkel für die restlichen Magnetventile am Versteifungsblech locker befestigt, sodass diese sich noch verschieben lassen. Das Versteifungsblech wird nun an den linken und rechten Befestigungspunkten mit dem Anbindungsrahmen, wie in Kapitel 4.3. beschrieben, verschraubt.

Um die Rohrleitungslängen der übrigen Rohrleitungen bestimmen zu können, muss für die nächsten Schritte nun der Boiler, die Tanks, der Brühlturm und die Dampf- und Teewasserlanzen montiert werden. Die Gerade- und die Winkel-Einschraub-Verschraubungen werden daraufhin an die entsprechenden Anschlussgewinde der Tanks, des Boilers und der Lanzen angeschraubt. Jetzt werden die Komponenten der Dampf führenden Leitungen verlegt. Dafür wird eine Rohrleitung zwischen dem Magnetventil Y13 und dem Dampfauslass des Boilers so verlegt, dass die Leitungen im 90° Winkel in einer T-Steck-Verbindung aufeinandertreffen. Im nächsten Schritt werden Anti-Vakuum und Drucksensor am freien Ausgang der T-Steck-Verbindung angeschlossen, Abbildung 17. Die Überdrucksicherung wird nach dem Anti-Vakuum angeschlossen und schließt damit die Leitung ab.

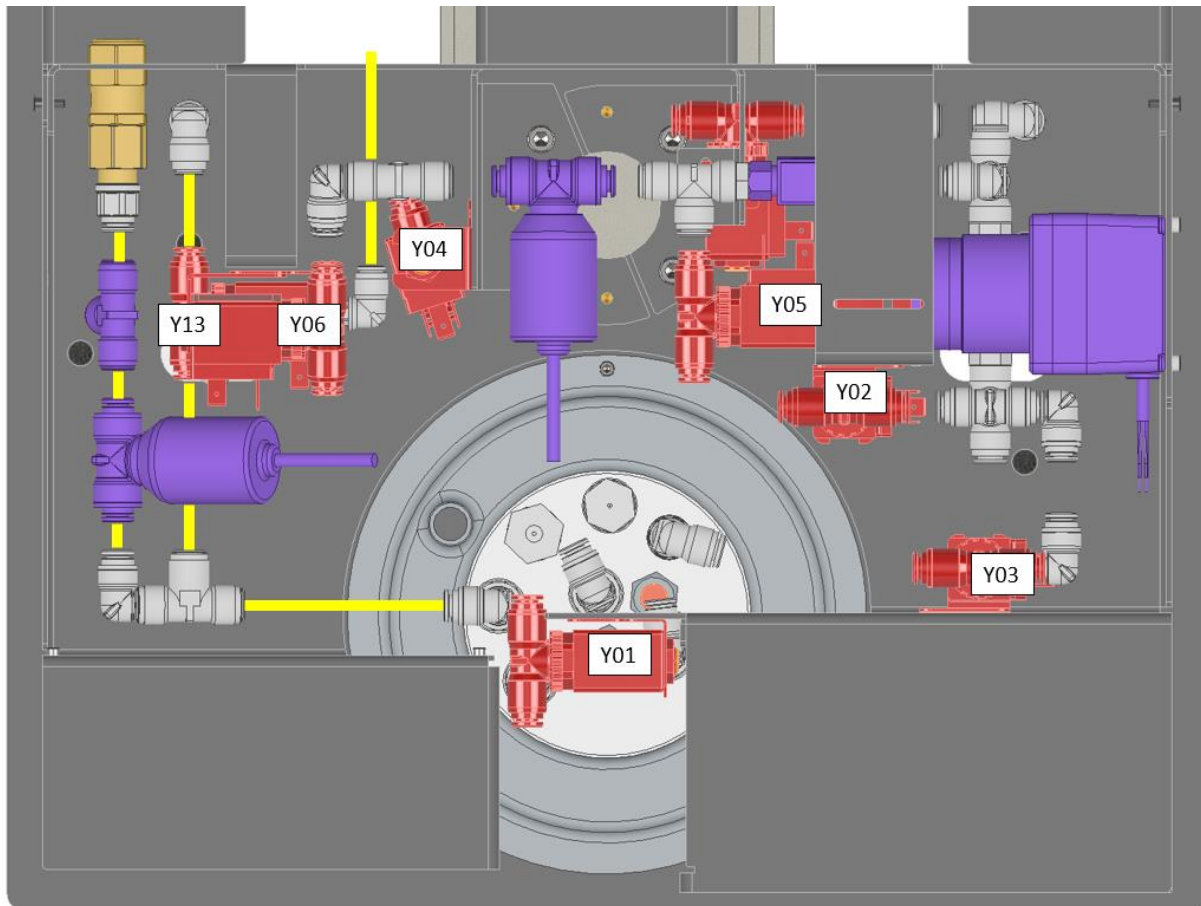


Abbildung 17: Ansicht von unten der Espressomaschine. Stand der Montage nach Anschließen der dampfführenden Leitungen (gelb)

Die Magnetventile Y01 und Y02 **können** jetzt mit Rohrleitungen, die senkrecht aufeinandertreffen und in einer T-Steckverbindung münden, verbunden werden. Der dritte Ausgang des Verbinders muss daraufhin direkt unterhalb der Bodenplatte in eine weitere T-Steck-Verbindung führen, die dann mit beiden Tankanschlüssen verbunden wird.

Von dem Magnetventil Y06 aus kann nun eine Leitung, die über eine T-Steck-Verbindung verzweigt wird, zum Wasserwendelanschluss des Boilers verlegt werden. Von der anderen Seite der Verzweigung wird dann das Dosierventil in einer Rohrleitung, die zum Brühlturm läuft, verlegt.

Nachdem alle Komponenten im Rohrleitungssystem angeschlossen sind, **können** die restlichen Rohrverbindungen, die vom Boiler abgehen, angeschlossen werden. Bevor die Magnetventile mit deren Befestigungswinkeln im nächsten Schritt in deren Position fixiert werden, **sollte** geprüft werden, ob alle Rohrleitungen ordnungsgemäß eingesteckt wurden.

Eine Schmutzwasserleitung, die ein Anti-Vakuum Ventil, ein Multifunktionsventil und ein Überdruckventil beinhaltet, wird dann verlegt. Diese Leitung verläuft vom Eingang des Brühlturms in die Abtropfwanne.

Die Rohrleitung mit einem Dosierventil wird jetzt als Bypass um die Pumpe gelegt. Die Rohrlängen sind so zu wählen, dass das Dosierventil etwa auf Höhe des Magnetventils Y05 liegt. Dadurch ist das Dosierventil gut erreichbar und aufgrund der größeren Länge der Rohrleitung leicht demontierbar.

Zuletzt werden die übrigen Leitungen zum Brühlturm und die Schmutzwasserleitungen verlegt. Bei dem Verlegen der Schmutzwasserleitungen muss darauf geachtet werden, dass diese möglichst horizontal verlaufen und in der Abtropfwanne münden, in dem sie auf der Oberseite der Abtropfwanne aufliegen. Die Anordnung und Ausrichtung der Komponenten und Steckverbinder ist in der Abbildung 18 zu sehen.

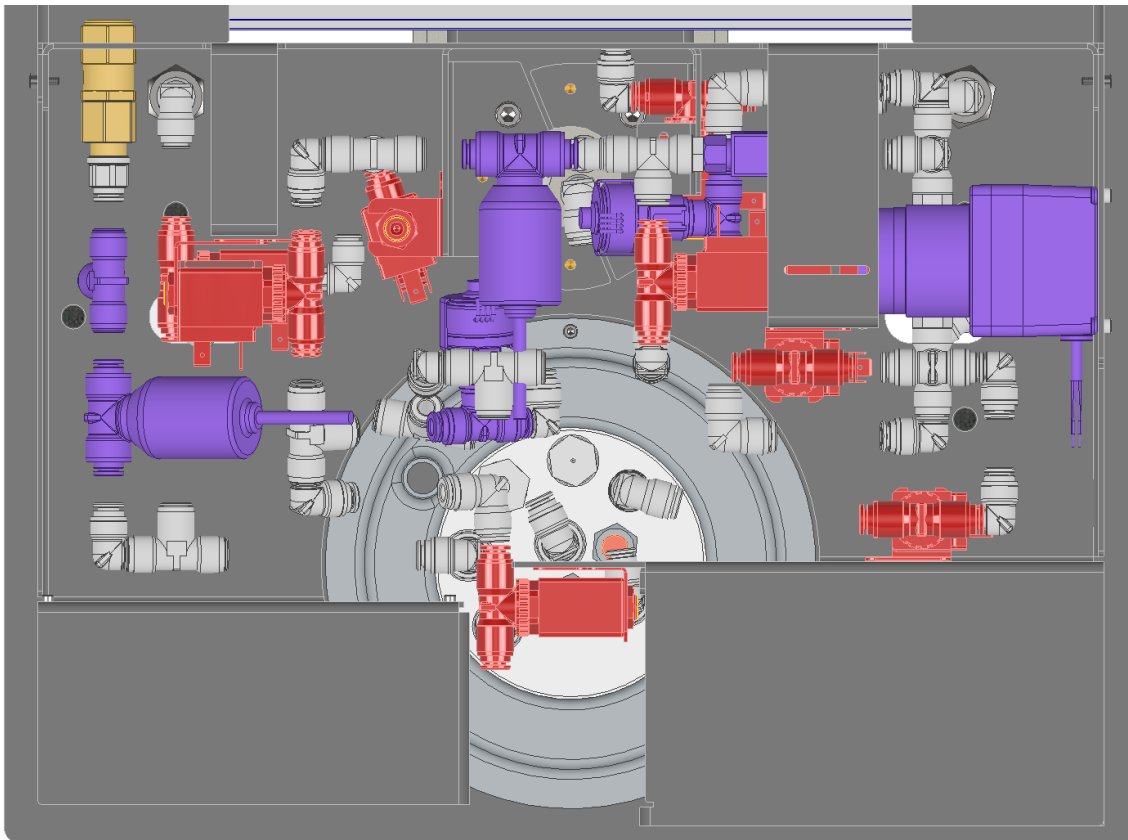


Abbildung 18: Ansicht von Unten des Unterbaus in montiertem Zustand. Die Rohrleitungen sind aufgrund der Übersichtlichkeit ausgeblendet.

Eine Auflistung aller Steckverbinder, Befestigungselemente und Komponenten im Unterbau ist der Tabelle 2 auf der nächsten Seite zu sehen.

Tabelle 2: Stückliste der verwendeten Bauteile im Unterbau

Nr.	Bezeichnung	Lieferant	Artikelnummer	Stck.
1	Anbindungsrahmen	Konstruktion	Noch nicht vergeben	1
2	Versteifungsblech	Konstruktion	Noch nicht vergeben	1
3	Basisplatine	Konstruktion	Noch nicht vergeben	1
4	SSR-Platine	Konstruktion	Noch nicht vergeben	2
5	Netzteil	Mouser	709-LRS-150-24	1
6	Getriebepumpe mit Motor	Fluid-o-tech	FG304XDOPN10000 und 90-76-04/82040011	1
7	Drucksensor	AVS-Römer	IPS-V36-958P3-6FF-016-54	1
8	Leitwertsensor	AVS-Römer	ICS-2-958P3-6FF-200-020-U05-51	1
9	Durchflusssensor	Digma	9NB-0100/01A	1
10	Dosierventil	AVS-Römer	EFC-20-958P310-6FF	2
11	Anti-Vakuum (Rückschlagventil)	AVS-Römer	VNR-954-P340-6FF	2
12	Überdrucksicherung	LF-Ersatzteile	1515002	1
13	Überdruckventil	AVS-Römer	VNR-958-P360-6FF	1
14	Multifunktionsventil	AVS-Römer	MFV-984-P340-6PF-035	1
15	Magnetventil 2/2 Wege Typ EAV Baureihe 800	AVS-Römer	EAV-813P3-A20-6FFK-00	7
16	Magnetventil 3/2 Wege Typ EAV Baureihe 800	AVS-Römer	EAV-813P3-C20-6FFK-00	1
17	Befestigungsblech für Magnetventile	Konstruktion	Noch nicht vergeben	8
18	ELSA-Gerade-Einschraub-Verschraubung	AVS-Römer	951P3-6FF-1/8	3
19	ELSA-Winkel-Einschraub-Verschraubung	AVS-Römer	951P3-6FF-M5	3
20	ELSA-Winkel-Einschraub-Verschraubung	AVS-Römer	930P3-6FF-1/8	2
21	ELSA-Winkel-Einschraub-Verschraubung	AVS-Römer	930P3-6FF-1/4	4
22	ELSA-Winkel-Steck-Verbindung	AVS-Römer	955P3-6FF	8
23	ELSA-Winkel-Steckanschluss	AVS-Römer	911P3-6FF-D6	14
24	ELSA-T-Steck-Verbindung	AVS-Römer	954P3-6FF	7
25	ELSA-T-Steck-Anschluss	AVS-Römer	912P3-6ff-D6	1
26	ELSA-L-Einschraub-Verschraubung	AVS-Römer	922P3-6FF-1/8	3
27	Reduziernippel	AVS-Römer	252X4-1/8FF-1/4	1
28	Abstandsbolzen M2,5 x 5	Würth	44984255	8
29	Abstandsbolzen M2,5 x 15	Würth	449842515	4
30	Abstandsbolzen M2,5 x 20	Würth	449842520	4
31	Zylinderschraube ISO 4762 - M2,5 x 4 - A2-70	Würth	008425 4	8
32	Sechskantmutter ISO 4035 - M2,5 - A2-70	Würth	322925	8
33	Senkschraube ISO 10642 - M3 x 8 - A2-70	Würth	01003 6	2
34	Zylinderschraube ISO 4762 - M3 x 8 - A2-70	Würth	00943 8	4
35	Sechskantmutter ISO 4035 - M3 - A2-70	Würth	32293	20
36	Zylinderschraube ISO 4762 - M3 x 6 - As-70	Würth	00943 6	16
37	Zylinderschraube ISO 4762 - M3 x 50 - A2-70	Würth	00943 50	4



#### 5.4. Fertigungsprüfung und Ermittlung der Herstellkosten

Um einen Prototyp der Espressomaschine im Wintersemester 2022/23 fertigen zu können, müssen die konstruierten Bauteile gefertigt werden. Im Zuge dessen wird vorerst zwischen der Fertigung von Bauteilen in einem hochschulinternen Labor und der Bestellung von Bauteilen bei Lieferanten unterschieden. Außerdem ist eine Übersicht der verwendeten Komponenten zu erstellen.

Der Tankboden wird für den Prototypenbau vorerst hochschulintern gefertigt. Dennoch muss ein Angebot zur Ermittlung der Herstellkosten eingeholt werden. Die voraussichtlichen Herstellkosten des Tanks werden über das Kalkulationsprogramm der Website der Firma Xometry Europe GmbH [Lieferant 37] für die Stückzahlen 1 und 10 ermittelt und ein Angebot (vgl. Anhang 6) dafür erstellt.

Die Blechbauteile Bodenplatte, Anbindungsrahmen und Versteifungsblech sollen von der Firma Blexon GmbH gefertigt werden. Die auf der Website der Firma Blexon GmbH [Lieferant 6] zur Verfügung gestellten Konstruktionstipps zu Blechbauteilen wurden bei der Konstruktion der Blechbauteile berücksichtigt. Die Konstruktionen werden dennoch mit einem Prüfprogramm der Firma Blexon GmbH geprüft. Die Prüfung ergibt, dass die drei Bauteile gefertigt werden können. Daraufhin werden Angebote (vgl. Anhang 5) eingeholt, die die Herstellkosten der jeweiligen Bauteile für die Stückzahl 1 und 10 enthalten.

Die Herstellkosten pro Stück für die Bauteile Tankboden, Bodenplatte, Anbindungsrahmen und Versteifungsblech können der Tabelle 3 entnommen werden.

Tabelle 3: Herstellkosten pro Stück für die Bauteile Bodenplatte, Anbindungsrahmen und Versteifungsblech für die Stückzahl 1 und 10

Bauteilbezeichnung	Herstellkosten pro Stück [€]	
	Stückzahl 1	Stückzahl 10
Tankboden	112,28	32,77
Bodenplatte	85,26	65,50
Anbindungsrahmen	190,7	73,65
Versteifungsblech	109,04	34,37

## 6. Zusammenfassung/ Ausblick

In der vorliegenden Bachelorarbeit wurden die Komponenten Tank, Bodenplatte und Unterbau konstruiert. Ein funktionsfähiger Prototyp des Tanks kann auf Grundlage der CAD-Daten des Tanks gefertigt werden. Lediglich die Konstruktion eines Tankdeckels steht noch aus. Der Tank sollte hinsichtlich Herstellkosten und Montierbarkeit optimiert werden.

Auch die Bodenplatte wurde auf Grundlage des Designkonzepts zur Espressomaschine „Style“ konstruiert und entspricht den somit den aktuellen Anforderungen. Diese können sich durch den Prototypenbau noch ändern, was eine konstruktive Anpassung der Bodenplatte zur Folge hat.

Das Modul Unterbau wurde definiert und in einem iterativen Prozess konstruiert. Der aktuelle Konstruktionsstand ermöglicht eine Montage der Komponenten im Unterbau auf Grundlage des ausgearbeiteten Platzierungskonzepts. In der Platzierung liegt verglichen mit anderen Komponenten das größte Potential zur Einsparung von Herstellkosten, da hier die Menge der benötigten Steckverbinder definiert wird. Daher sollte die Platzierung optimiert werden. Dies sollte idealerweise erst geschehen, wenn alle im Hydraulikplan eingeplanten Komponenten in der Praxis getestet wurden. Denn sollten Komponenten aufgrund neuer Erkenntnisse durch die Inbetriebnahme getauscht, entfernt oder hinzugefügt werden, müsste die Platzierung überarbeitet, und gegebenenfalls dadurch der Anbindungsrahmen sowie das Versteifungsblech überarbeitet werden.

Für die Magnetventile wurden Befestigungsbleche konstruiert. Diese sowie der Anbindungsrahmen wurden so ausgeführt, dass die Magnetventile in ihrer Position verschoben werden können. Dies gibt Spielraum für kleinere Änderungen im Hydraulikplan.



## Literaturverzeichnis

<https://moodle.hm.edu/mod/wiki/view.php?id=849477>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Isometrische Ansicht der Glasboiler Espressomaschine „Style“ .....	2
Abbildung 2: Worst-Case Betrachtung zur Ermittlung des kleinsten Innendurchmessers .....	3
Abbildung 3: Tankboden in der Draufsicht (links) und in der Ansicht von Unten mit verdeckten Kanten (rechts). .....	5
Abbildung 4: Schnittansicht des Tanks. Rot: Winkel-Einschraub-Verbindung; Blau: Niveau-Sonde; Grau: Gewindeeinsätze; Orange: Tankboden; Hellgrau: Borosilikatglas Rohr .....	7
Abbildung 5: Draufsicht der Bodenplatte .....	8
Abbildung 6: Konzept 1 der Platzierung der Komponenten im Unterbau; Draufsicht .....	11
Abbildung 7: Konzept 2 der Komponenten im Unterbau; Draufsicht .....	12
Abbildung 8: Verlauf des Heiß- bzw. Mischwasserleitungsverlaufs in Konzept 2 .....	13
Abbildung 9: Vergleich zwischen einem Messingmagnetventil und einem Kunststoffmagnetventil bezüglich des Abstands zwischen dem senkrechten Abgang der T-Verbindung und der Mitte des Magnetventils. ....	14
Abbildung 10: Magnetventil mit Befestigungsblech. Rot: Mutter, blau: Befestigungsblech, grün: Magnetspule, grau: Magnetventil .....	14
Abbildung 11: Übersicht der Komponenten im Unterbau. 1: Basisplatine, 2: Messplatine, 3: SSR-Insel und Netzteil, 4: Y01, 5: Y02, 6: Y03, 7: Pumpe, 8: Y05, 9: Y12, 10: Durchflusssensor, 11: Dosierventil, 12: Leitwertsensor, 13: Y04, 14: Dosierventil, 15: Y13 und Y06 dahinter, 16: Drucksensor, 17: Anti-Vakuum Ventil, 18: Überdrucksicherung .....	15
Abbildung 12: Isometrische Ansicht des Anbindungsrahmens .....	17
Abbildung 13: Isometrische Ansicht des Anbindungsrahmens mit eingefärbten Flächen .....	18
Abbildung 14: Isometrische Ansicht der hinteren Komponenten des Anbindungsrahmens .....	19
Abbildung 15: Versteifungsblech. a) Isometrische Ansicht, b) Abwicklung mit Biegelinien .....	20
Abbildung 16: Ansicht von Unten des Unterbaus mit dem montierten Strang bestehend aus den Magnetventilen Y01, Y03, Y05, Getriebepumpe, Durchflusssensor und Leitwertsensor .....	22
Abbildung 17: Ansicht von unten der Espressomaschine. Stand der Montage nach Anschließen der dampfführenden Leitungen (gelb) .....	23
Abbildung 18: Ansicht von Unten des Unterbaus in montiertem Zustand. Die Rohrleitungen sind aufgrund der Übersichtlichkeit ausgeblendet. ....	24

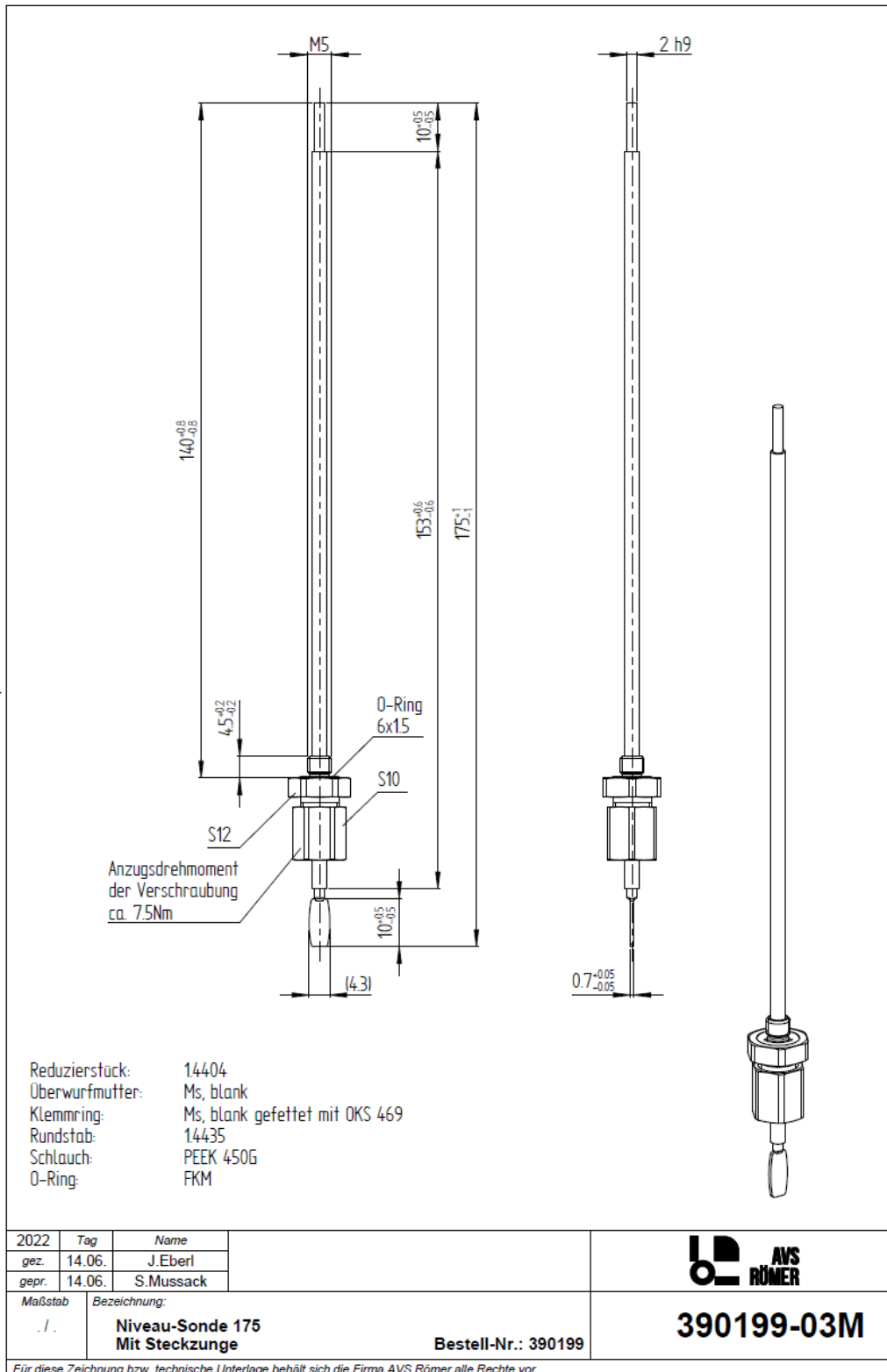
## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auflistung aller Komponenten, die sich im Unterbau befinden .....	10
Tabelle 2: Stückliste der verwendeten Bauteile im Unterbau .....	25
Tabelle 3: Herstellkosten pro Stück für die Bauteile Bodenplatte, Anbindungsrahmen und Versteifungsblech für die Stückzahl 1 und 10.....	26

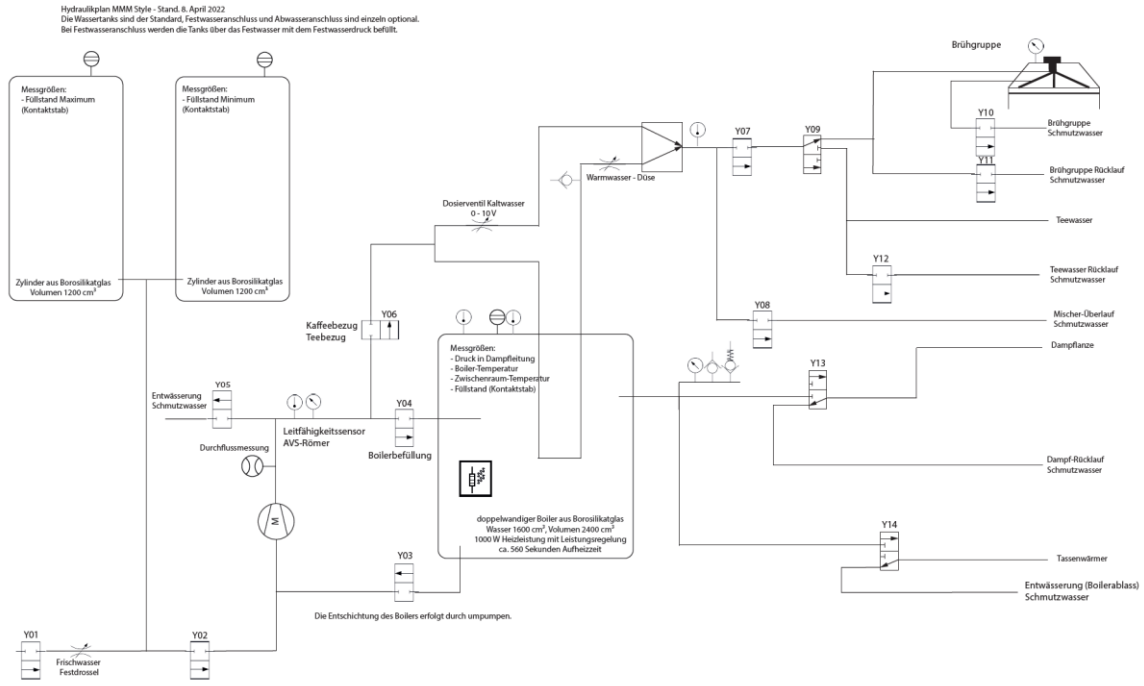
## Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Technische Zeichnung der Niveau-Sonde von AVS Römer [Lieferant 4].....	iii
Anhang 2: Hydraulikplan zu Beginn des Projektstandes (Stand 8.04.2022) [64] .....	iv
Anhang 3: Hydraulikplan Mitte des Projektes (Stand 16.06.2022) [64] .....	iv
Anhang 4: Bedienungsanleitung der Pumpen-Motor-Einheit Serie FG des Herstellers Fluid-o-Tech. [Lieferant 15] .....	vii
Anhang 5: Angebot der Firma Blexon [Lieferant 6] für die Fertigung der Bauteile Anbindungsrahmen, Versteifungsblech und Bodenplatte für die Stückzahl 1 und 10 .....	ix
Anhang 6: Angebote der Firma Xometry [Lieferant 37] zu den Herstellkosten des Tankdeckels für die Stückzahl 1 und 10.....	xi

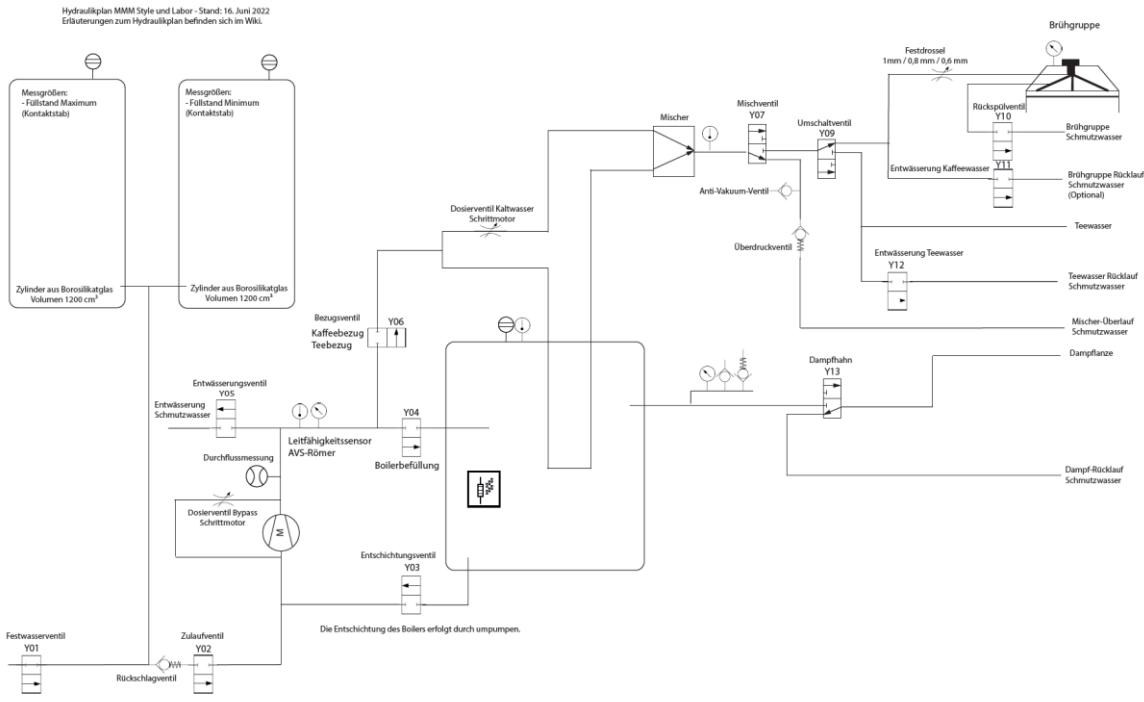
Anhang



Anhang 1: Technische Zeichnung der Niveau-Sonde von AVS Römer [Lieferant 4]



Anhang 2: Hydraulikplan zu Beginn des Projektstandes (Stand 8.04.2022) [64]



Anhang 3: Hydraulikplan Mitte des Projektes (Stand 16.06.2022) [64]

- Um das zufällige Eindringen von Feststoffmaterialien zu vermeiden, die die Innenteile der Pumpe beschädigen könnten, wird empfohlen, die beiden Schutzstopfen auf den Ein- und Ausgangsöffnungen der Pumpe erst unmittelbar vor der Montage der Verbindungen und Leitungen zu entfernen.
- Die Pumpe ist mit besonderer Sorgfalt an die Anschlüsse anzuschließen, um Leckagen zu vermeiden.
- Bei der Verwendung eines Versiegelungsmittels oder eines Teflon®-Bandes ist darauf zu achten, dass es nicht in das Innere der Pumpe eindringt. Es werden Anschlüsse aus Edelstahl oder Kunststoff empfohlen.
- Um Schäden an der Pumpe vorzubeugen ist ihr Trockenbetrieb zu vermeiden.
- Vor dem Ausbau der Pumpe ist die Versorgung abzutrennen.
- Bei einem Anschluss an externe Steuerungssysteme ist die Versorgung zu unterbrechen.
- Keine Flüssigkeiten in den Pumpenantrieb gelangen lassen.

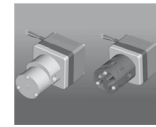
**Garantie**  
Jede neue, von Fluid-o-Tech gefertigte Einheit, hat beim Verlassen des Werks eine Garantie, die gewährleistet, dass das Produkt für 18 Monate ab dem auf dem Etikett der Pumpe aufgedruckten Herstellungsdatum frei von Bearbeitungs- und Materialfehlern ist, plus weitere 6 Monate, die die Lager- und Transportzeit abdecken, oder eine maximale Zeit von 24 Monaten ab dem Kaufdatum bis zur ersten Benutzung des Produkts. Dieser Zeitraum kann keinesfalls 24 Monate ab dem Datum der Originalrechnung überschreiten. Fluid-o-Tech wird einen Teil oder das gesamte Produkt, das nicht der Garantie entspricht, nach eigenem

Erlassen reparieren oder ersetzen. Aufgrund dieser Garantie beschränkt sich die Verantwortlichkeit von Fluid-o-Tech auf die Reparatur oder Auswechslung des fehlerhaften Teils, das uns zeitlich zurückgestellt wird, und unter der Voraussetzung, dass unsere Untersuchung ergibt, dass der Teil oder die Teile bereits beim Verkauf defekt waren.  
Die Garantie greift in den folgenden Fällen nicht:  
• Die Montage-/Bedienungsanweisungen wurden ignoriert.  
• Die Einheit wurde von einer anderen Person als einem Fluid-o-Tech Techniker (oder von Fluid-o-Tech autorisiert)  
• Die Pumpe ist trocken oder im Kavitationsbetrieb betrieben worden.  
• Im Pumpeninneren wurden fremde Feststoffteilchen gefunden.  
• Die maximale Betriebsdruck wurde überschritten.  
• Die Pumpe wurde für eine Anwendung eingesetzt, für die sie nicht konzipiert wurde, in der die Betriebsvoraussetzungen bzw. die gepumpte Flüssigkeit nicht mit der Pumpe selbst kompatibel waren, weshalb diese Anwendung folglich nicht speziell von Fluid-o-Tech genehmigt war.  
• Dass der Betriebsdruck bei Pumpen mit Bypass-Ventil 1 Bar unter dem Eichwert des Ventils liegt.  
Die Garantie deckt nicht den normalen Verschleiß.

Die in der Garantiezeit erfolgte Einstellung oder Auswechslung der fehlerhaften Teile verlängert keinesfalls die ursprüngliche Laufzeit der Garantie. Der Käufer/Benutzer ist für die ordnungsgemäße Entsorgung oder das Wiederverwerten des Produkts am Ende seiner Verwendung oder Nutzungsdauer verantwortlich. Bitte kontaktieren Sie den Fluid-o-Tech Kundendienst für weitere Informationen über die richtige Entsorgungsmethode.



## BEDIENUNGSANLEITUNG



### PUMPEN-MOTOR-EINHEIT SERIE FG

Diese integrierte Pumpen-Motor-Einheit besteht aus einer Fluid-o-Tech Zahradpumpe mit Magnetkupplung und einem Motor BLDC 24V. Die Einheiten werden in 2 verschiedenen Versionen angeboten: mit oder ohne integrierter elektronischer Steuerung. Was die Eigenschaften

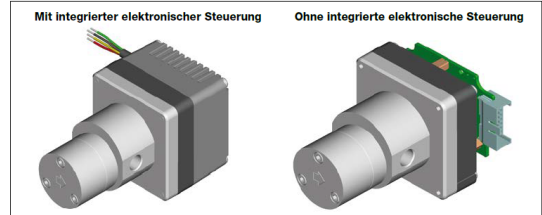
der Version ohne integrierte Steuerung angeht wird auf den Abschnitt "PIN FUNCTION: VERSION OHNE INTEGRIERTE STEUERUNG" verwiesen. Diese Version setzt voraus, dass der Kunde einen zugeordneten Controller implementiert, der das Drehfeld verwalten kann.

### BETRIEBSTECHNISCHE FUNKTIONSBEDINGUNGEN

Nenn Drehmoment	100 mNm @ 3500 rpm
Geschwindigkeitsbereich	from 300 to 5000 rpm
Drehrichtung	Uhrzeigerichtung* / gegen Uhrzeigerichtung*
Min Umgebungstemperatur	5° C/41 F
Max Umgebungstemperatur	40° C/104 F beim maximalen Drehmoment (70° C/158 F at 70 mNm torque)
Max Flüssigkeitstemperatur	55° C/131 F beim maximalen Drehmoment (95° C/203 F at the lower torque)
Schutzgrad der Einheit	IP52 nur für die Version mit elektronischer Steuerung
Isolationsklasse	Motor: B, Spulenkabel: H
Max Relative Feuchtigkeit	90% ohne Kondenswasser
Aufwärmungstemperatur	-20° C + 85° C/- 4 F + 185 F

\*gegen Uhrzeigerichtung nur für die Version ohne elektronische Steuerung verfügbar

### DIE BEIDEN VERSIONEN



KATALOG - FG 08 - 11/2020 Ed.

Fluid-o-Tech behält sich das Recht vor, die in vorliegenden Katalog angegebenen Spezifikationen jederzeit und unangekündigt zu verändern.

<b>Fluid-o-Tech srl</b> Via Leonardo da Vinci, 40 00094 Corsico, Milano, Italy Tel. +39 02 9666 0101 Fax +39 02 9666 0960 info@fluidotech.it	<b>Fluid-o-Tech Int'l Inc.</b> 611 Avenue St. Plainville CT 06460 Tel. +1 860 270 0170 Fax +1 860 270 0193 info@fluid-o-tech.com	<b>Fluid-o-Tech Int'l Inc. Japan</b> 2nd Floor, 4-3-8, Ekono Todomei, Todoroki, Setagaya, Tokyo 158-0082 Tel. +81 03 29 6422 8192 Fax +81 03 29 6422 8113 info@fluidotech.jp	<b>Fluid-o-Tech Asia (Shanghai) Co., Ltd.</b> 201 Factory Building (F1), No. 259, Zhongyuan Road, Fenggan District, Shanghai City, P.R. 201450 China Tel. +86 21 67 100 828 Fax +86 21 67 100 805 info@fluidotech-asia.com
---	---	---	---

www.fluidotech.com

### Version mit integrierter elektronischer Steuerung

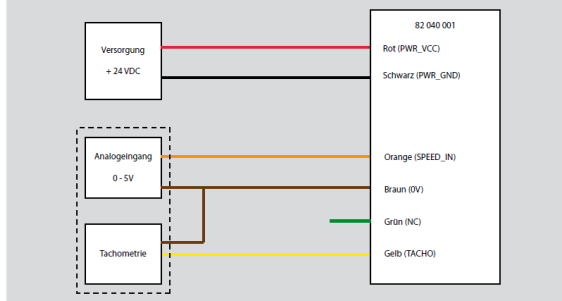
#### PIN FUNCTION

KABELFARBE	SYMBOL	BESCHREIBUNG
Rot	PWR_VCC	Versorgung (+24V)
Schwarz	PWR_GND	Erde (0V)
Orange	SPEED_IN	Drehzahlsteuerung Analogeingang 0-5V
		Eingangsspannung
		Ausgang (rpm)
Braun	0V	0V Drehzahlsteuerung
Gelb	TACHO_OUT (SPEED_OUT*)	Ausgangsspannung: 0-5V (CC) Strom im Ausgang: max. 5mA (CC) Ausgangsfrequenz: max. 2,7 KHz Rechteckwelle
Grün	RICHTUNG	Eingangsspannung (CC) Vd<2: Uhrzeigerichtung (Pumpenseite) Vd>4: gegen Uhrzeigerichtung (Pumpenseite)

**WICHTIGER HINWEIS:** PWR GND und 0V niemals zusammen anschließen, andernfalls könnte die integrierte elektronische Steuerkarte schwer beschädigt werden.  
\*SPEED\_IN [rpm] = Frequenz [Hz] \* 60/32 (Logik TTL, push-pull driver seriellmäßig mit einem Widerstand von 390 Ω)

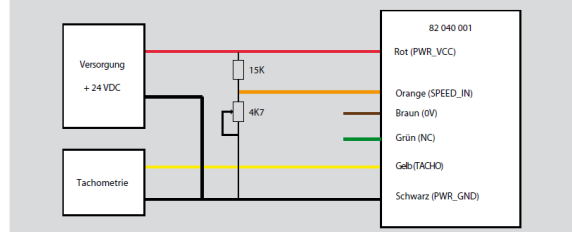
#### ELEKTRISCHER ANSCHLUSS

Die beiden Referenzanschlüsse 0V (PWR GND und 0V) immer getrennt halten



### MÖGLICHE ALTERNATIVANSCHLÜSSE

Die Drehzahlsteuerung 0V (braun) nicht anschließen (in diesem Fall kann die Linearität der Drehzahl vs. αh Steuerung > 5% sein)



#### MOTOREIGENSCHAFTEN

ABSOLUTE HÖCHSTLEISTUNG					
SYMBOL	PARAMETER	MIN.	TYP. WERT	MAX.	EINHEIT
V PWR_VCC	Versorgung (+24V DC)	-35	24	35	V
I VCC	Strom PWR_VCC	0	2	4	A
V SPEED_IN	Drehzahlsteuerung Analogeingang	-5	5	15	V

FUNKTIONSBEREICH					
SYMBOL	PARAMETER	MIN.	TYP. WERT	MAX.	EINHEIT
V PWR_VCC	Versorgung (+24V DC)	20	24	29	V
I VCC	Strom PWR_VCC	-	-	3.5	A
SPEED	Drehzahl im Ausgang	300	-	5000	rpm
TORQUE	Drehmoment im Ausgang	0	-	100	mNm

EIGENSCHAFTEN CC BEI 24V, UMGEBUNGSTEMPERATUR = 25 °C					
SYMBOL	PARAMETER	MIN.	TYP. WERT	MAX.	EINHEIT
Rin	Eingangsimpedanz	-	162	-	K Ω
Voh	Ausgangsspannung hohe Stufe	3.8	4.4	-	V
Vol	Ausgangsspannung niedrige Stufe	-	0.1	0.44	V
Io	Ausgangsstrom	-	-	20	mA
IVCC	Versorgungsstrom	-	60	-	mA

**Wärmeschutz**

Der Motor verfügt über einen im Antrieb integrierten internen Wärmeschutz. Board. Die thermische Obergrenze beträgt 120 °C/248 F und wenn dieser Wert erreicht ist, wird der Motor automatisch gestoppt. An das System neu starten, das Drehzahlengangsingnal muss auf 0 gesetzt werden und die Die Innentemperatur muss unter 110°C/230 F liegen.

**Leistung & max. Strom bei einer Temperatur von 25°C (Umgebung und Flüssigkeit)**  
Bei Dauerbetrieb (> 30 min kontinuierlich) ist die maximale Eingangsleistung der Einheit bei jeder Drehzahl 60 Watt (max 2,5A). Bei Aussetzbetrieb (Modallität ON-OFF) ist der maximale Augenblickswert im Eingang des Motors 84 Watt (max 3,5 A). Dies muss für jede Drehzahl als der oberster Grenzwert angesehen werden. Die Eingangsleistung muss in folgenden Fällen eingeschränkt werden:

- Die Umgebungstemperatur ist > di 25°C
- Die Flüssigkeitstemperatur ist > di 25°C
- Bei fehlender Lüftung

Es wird die Durchführung eines Tests empfohlen, um den Temperaturstoß in den tatsächlichen Betriebsbedingungen zu überprüfen (Anwendung, Layout, Betriebsbedingungen).

**Schutz gegen Unter-/Überspannung**

Der Motor hat einen internen Unterspannungsschutz, der auf 15,5V eingestellt ist. Wird diese Grenze erreicht, bleibt der Motor automatisch stehen. Um das System wieder anzulassen muss die Versorgungsspannung über 16,5 V sein und das Eingangssignal der Drehzahl muss auf 0 eingestellt werden. Der Motor hat einen internen Überspannungsschutz, der auf 30V eingestellt ist. Wird

diese Grenze erreicht, bleibt der Motor automatisch stehen. Um das System wieder anzulassen muss die Versorgungsspannung unter 29V sein und das Eingangssignal der Drehzahl muss auf 0 eingestellt werden.

**Leerlaufschutz Motor**

Der Motor hat einen Leerlaufschutz. Der Motor bleibt automatisch stehen, wenn er sich 1 Sekunde lang nicht drehen kann. Um das System wieder anzulassen muss das Eingangssignal der Drehzahl auf 0 gesetzt werden.

**MOTOR-STARTUP- UND NEUSTART-VERFAHREN**

**Initialisierungszeit**

Auf nachstehender Übersicht:  
- CH1 (gelb) steht für die Stromversorgung (0 bis 24V)  
- CH3 (violett) steht für die Initialisierungszeit (0V) der internen Systemschleife (startbereit).  
Die Initialisierungszeit des Mikrocontrollers beträgt 65ms. Diese Zeit umfasst den Zeitraum mit Spannungsversorgung an der Platine. Die Initialisierungszeit gilt nur für den "Kaltstart" => Spannungsversorgung unter 9V.

**Neustartverfahren**

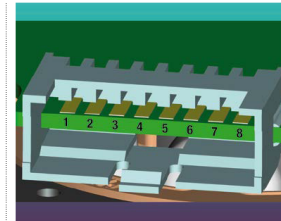
Bei einer Störungsmeldung (Temperatur, Spannung, Kammer) ist ein Neustartverfahren erforderlich. Für einen Neustart muss der physikalische Fehler behoben werden:  
- Spannung zwischen 16,5V und 29V  
- Innentemperatur unter 90°C  
- Motor muss frei drehen.  
Danach die "Geschwindigkeit" während der 10 ms zur Wiederherstellung des Systems auf 0V stellen.

**Version ohne integrierte elektronische Steuerung**

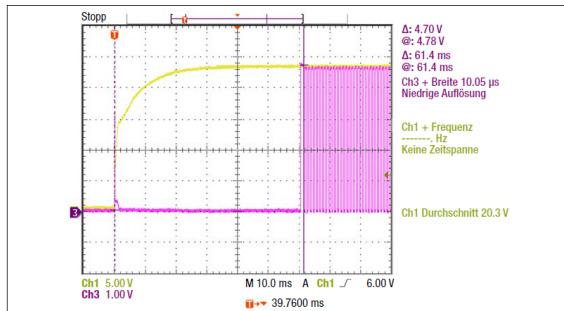
**PIN FUNCTION**

		MOTORANTRIEB						
		HALL			PHASE		DREHUNG	
		H1	H2	H3	L1	L2	L3	CW
0	1	0			+	-	↓	
0	1	1	-		+	-		
0	0	1			-	+		
1	0	1			-	+		
1	0	0	+		-	-		
1	1	0	+		-	-		

8-POLIGER ROTOR	
REF	ANSCHLUSS*
1	Versorgung Hall (4,5 - 18V) - Max Strom: 20mA Ausgang: NPN, Kollektor offen
2	GND
3	Ausgang Hall 3
4	Ausgang Hall 2
5	Ausgang Hall 1
6	Spule 3 R = 0.65 Ω +/- 10%
7	Spule 2 R = 0.65 Ω +/- 10%
8	Spule 1 R = 0.65 Ω +/- 10%



\* Steuerkarte mit Cover Tyco mit 8 Bahnen (1-964575) mit Steckverbinder 2,5 mm 8 Positionen kompatibel, Code Tyco 1-969194-8 oder 3-829668-8



**ABSOLUTE HÖCHSTWERTE**

SYMBOL	PARAMETER	MIN.	MAX.	MASSEINHEIT
Vcoil	Spannung an der Spule	-50	50	V
Icoil	Leistung des Stator	-	5	Arme
VDD_Hall (1)	Kammerversorgungsspannung	-	18	V
Ia_Hall (1)	Kammerversorgungsstrom Schutzvorrichtung	-	50	mA

Achtung: Belastungen, die die genannten Grenzwerte überschreiten, verursachen bleibende Geräteschäden. Bei langfristigen Ausreizen der maximalen Betriebsbedingungen kann die Zuverlässigkeit des Geräts beeinträchtigt werden. Die maximalen Grenzwerte sind absolute Werte: auch das Überschreiten eines einzigen dieser Werte kann irreversible Schäden verursachen.  
(1) Herausgabedatum des Herstellers.

**BETRIEBSBEREICH**

SYMBOL	PARAMETER	MIN.	TYP. WERT	MAX.	MASSEINHEIT
Vcoil	Spannung an der Spule	-50	24	50	V
Icoil	Leistung des Stator	-	3.5 (2)	5	Arme
Iterminal (1)(3)	Anschlussklemmenstrom	-	-	2	Arme
VO_Hall (1)	Ausgangsspannung	-0.7	-	18	V
IQ_Hall (1)	Ausgangsstrom	0	-	20	mA
Rcoil	Stator Phasenwiderstand	0.585	0.65	0.715	Ohm

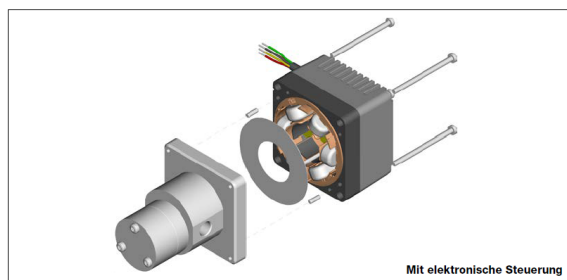
Anmerkungen: (1) Herausgabedatum des Herstellers  
(2) Der typische Wert bezieht sich auf die nominalen Arbeitsbedingungen  
(3) Merkmale in Anhang dieses Dokuments

**BETRIEBSBEDINGUNGEN**

Sicherstellen, dass das Pumpenmaterial mit der Flüssigkeit kompatibel ist. Die Fluid-o-Tech-Pumpen sind für die Verarbeitung von sauberem Wasser mit Umgebungstemperatur entwickelt. Jede andere Flüssigkeit bzw. Betriebsbedingung müssen vom Kunden geprüft und abgenommen sowie von Fluid-o-Tech überprüft werden. Es wird nachdrücklich empfohlen, vor allem bei der Ansaugung, eine Leitung zu verwenden, deren Innendurchmesser der Pumpenleistung angemessen ist, um eine Kavitation und daraus folgende Schäden an der Pumpe zu vermeiden. Der maximale Vorlaufdruck darf keinesfalls 12 Bar überschreiten. Die Rohrleitung muss auf der Vorlaufseite folglich einem Druck von 12 Bar standhalten können. Es wird ein Sicherheitsfaktor von mindestens 1,5 empfohlen. Ferner wird die Installation eines der Pumpe vorgeschalteten Filters empfohlen, der größere Teilchen als 10 µm abfangen kann, die zu einer schnellen Abnutzung der Innenteile führen könnten. Außerdem sollte seine Fläche so beschaffen sein, dass sie keine Hydraulikverluste im Kreis verursacht. Auch ist es wichtig, die Filterkartusche regelmäßig zu kontrollieren. Um den Filter unter Kontrolle zu halten empfiehlt es sich, ein Vakuum-Manometer nach dem Filter zu installieren. Mit einem Vakuumanstieg über 0,1 Bar muss die Kartusche gereinigt oder ersetzt werden. Für eine lange Haltbarkeit der Pumpe darf die zu pumpende Flüssigkeit keinerlei Feststoffteilchen enthalten. Obgleich die Zahradpumpen mit Magnetcupplung selbstansaugend sind, sollten sie unter dem Pegel betrieben werden. Tatsächlich verursacht der Trockenbetrieb einen vorzeitigen Verschleiß der Pumpeninnenteile. Ein schmutziger Filter oder eine unzureichende Wassermenge in der Ansaugung könnte eine Kavitation verursachen sowie einen vorzeitigen Verschleiß der Innenteile der Pumpe.

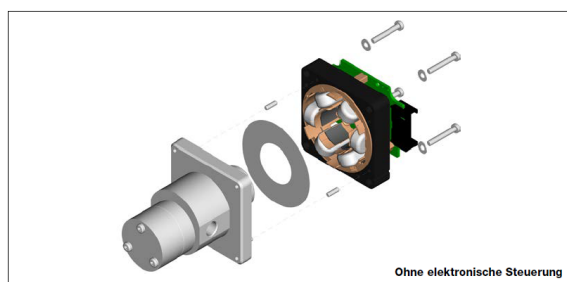
Sollte das Wasserversorgungsnetz einem geringen Druck oder fehlenden Durchsatz ausgesetzt sein, muss ein Druckwächter vor die Pumpe montiert werden, um den Motor in diesem Zustand ausschalten zu können. Ferner muss das System mit Sicherheitsvorrichtungen wie einem Bypass-Ventil oder einem am Motor angeschlossenen Druckwächter vor einem zufälligen übermäßigen Druck geschützt werden. Die Magnetventile sollten nicht im Kreislauf installiert werden. Falls jedoch erforderlich, ist das Magnetventil nach der Pumpe zu installieren. Der Innendurchmesser der Magnetventilleitung muss nach dem Pumpendurchsatz bemessen sein. Die Installation des Magnetventils vor der Pumpe ist immer zu vermeiden. Um Drucksitzen zu vermeiden ist es notwendig, das Magnetventil erst schließen zu lassen, wenn die Pumpe still steht und anschließend einen Moment nach der Ausschaltung des Motors zu warten, damit dieser vollständig angehalten werden kann. Wird die Pumpe mit einem Sicherheitsventil (Bypass) geliefert, wird dieses bei einem zufälligen übermäßigen Druck den Druck dank eines internen Umlaufes der Flüssigkeit begrenzen. Das Sicherheitsventil ist kein Durchflussregler und darf auch nicht als ein solcher verwendet werden. Wird es als ein solcher benutzt, wird die übermäßige Flüssigkeit in der Pumpe wieder durch das Sicherheitsventil geführt und die Pumpe könnte beschädigt werden. Der maximale Differenzdruck muss mindestens 1 Bar unter dem Eichwert des Sicherheitsventils liegen, sodass der Umlauf der Flüssigkeit und der folgende Leistungsverlust und am Ende ein Defekt vermieden werden. Dank der Magnetcupplung benötigt die Pumpe zur Vermeidung von Leckagen keine Gleitringdichtung. Dadurch werden die üblichen Probleme vermieden, die mit dem Gebrauch von Gleitringdichtungen verbunden sind. Der maximale Druck schwankt mit dem Pumpenmodell und der Drehzahl. Mit der Abnahme des Differenzdrucks nimmt der Durchsatz zu.

**EIN- UND AUSBAU DER EINHEIT ZUM AUSWECHSELN DER PUMPE ODER DES MOTORS**



Mit elektronische Steuerung

- 1) Die 4 Schrauben auf der Rückseite des Motors lösen
- 2) Motor von der Pumpe trennen
- 3) Pumpe oder Motor wie erforderlich auswechseln
- 4) Kunststoffumgum das Metallgehäuse des Magneten herum anordnen
- 5) Die 2 Pin in den beiden Bohrungen des viereckigen Flansches platzieren
- 6) Pumpe und Motor einbauen, indem die 2 Pin in die Bohrungen des Motors eingefügt werden
- 7) Die 4 Schrauben mit 1 Nm +/- 0,2 festziehen

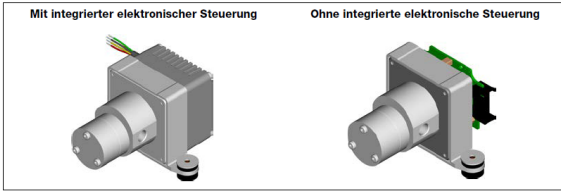


Ohne elektronische Steuerung

- 1) Die 4 Schrauben auf der Rückseite des Motors lösen
- 2) Motor von der Pumpe trennen
- 3) Pumpe oder Motor wie erforderlich auswechseln
- 4) Kunststoffumgum das Metallgehäuse des Magneten herum platzieren
- 5) Die 2 Pin in den beiden Bohrungen des viereckigen Flansches platzieren
- 6) Pumpe und Motor einbauen, indem die 2 Pin in die Bohrungen des Motors eingefügt werden
- 7) Die 4 Schrauben mit 1 Nm +/- 0,2 festziehen

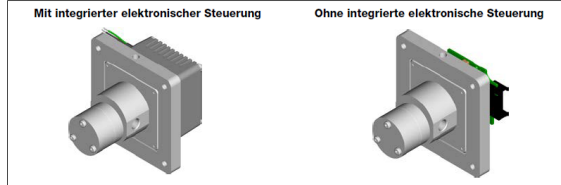
**MONTAGE ALS "C" HALTERUNG (94-83-02)**

Die Halterung auf dem Stator positionieren (schwarze Sektion 12 mm) und die Einheit durch das Festziehen der 2 FüÙe mit 2 Schrauben M4 fixieren.



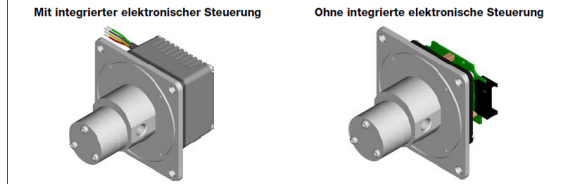
**"FRAME" MOUNTING (94-83-01)**

Den Rahmen mit 2 Schrauben M5 auf den 2 Seiten auf dem Stator fixieren (schwarze Sektion 12 mm). Zum Fixieren der Einheit mit den Schrauben M4 sind die 4 Bohrungen mit einem Durchmesser von 5 mm auf den Ecken des Rahmens zu benutzen



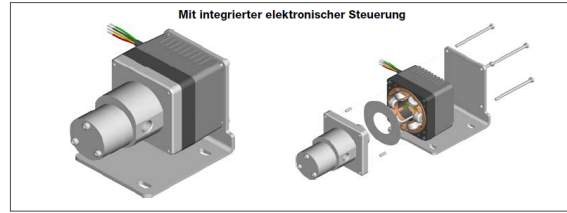
**MONTAGE AN DER "WAND" (60-08-02)**

Der Wandflansch ist in die Pumpe integriert. Die Abmessungen des O-Rings sind: Di 69,57 T 1,78



**MONTAGE ALS "L" (94-08-04)**

Bitte schlagen Sie hierfür den Abschnitt "Ein- und Ausbau der Einheit zum Auswechseln der Pumpe oder des Motors" nach. Es wird darauf hingewiesen, die vorhandenen Schrauben durch Stahnschrauben **M3+50 Klasse A2-70 zu ersetzen.**



**ZERTIFIZIERUNGEN**

Es sind NSF zertifizierte FG-Einheiten für den Gebrauch mit Lebensmittel Flüssigkeiten erhältlich. Für das Verzeichnis aller zertifizierten Modelle wird auf die offizielle NSF-Webseite verwiesen (Link steht auf der Webseite [www.fluidotech.it](http://www.fluidotech.it) zur Verfügung). Die Pumpen-/ Motoreinheiten werden als Maschinen betrachtet und folglich mit der "CE"-Kennzeichnung geliefert:

- Richtlinie 2014/30/EG des Europäischen Parlaments und Rats vom 26. Feb. 2014, über die elektromagnetische Verträglichkeit - EMC.
- Richtlinie 2014/35/EG des Europäischen Parlaments und Rats vom 26. Feb. 2014, über die Bereitstellung elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen auf dem Markt - DBT, für die Gruppen, deren Versorgungsspannung über 75V liegt, oder die Richtlinie 2006/42/EG, Maschinen-Richtlinie, für die Gruppen, deren

Versorgungsspannung unterhalb von 75V liegt.

- Richtlinie 2014/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rats, vom 23. März 1994, bezüglich Geräten und Schutzvorrichtungen, die für den Gebrauch in explosionsgefährdeten Umgebungen bestimmt sind - ATEX.
- Richtlinie 2011/65/ EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 08. Juni 2011 und delegierte Richtlinie 2015/863 der Europäischen Kommission vom 31. März 2015 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten - RoHS.

Es kann eine Fluid-o-Tech -Konformitätserklärung angefordert werden, um die Übereinstimmung mit den o.g. Richtlinien zu bescheinigen.

\*Die Versionen ohne integrierte elektronische Steuerung sind nur NSF und CE zertifiziert

**Wichtige Informationen:**  
Vor der Benutzung der Einheit ist die Bedienungsanleitung sorgfältig zu lesen.

**Warnhinweise:**

- Für Lebensmittelanwendungen muss die Pumpe (auch wenn NSF zertifiziert) durch Wasserumlauf bei einer Temperatur von 80 °C für mindestens 20 Minuten sterilisiert werden. Das für diesen Vorgang verwendete

Wasser darf nicht wiederbenutzt werden, weder während der Entkeimung noch danach, sondern muss abgelassen werden.

- Die magnetische Kupplung sichert keinen definitiven Wert des Freibedruckes. Nötigenfalls den Hydraulikkreis vor eventuellen Druckstößen aus der Pumpe schützen. Grundsätzlich ist, dass eine Pumpe mit Umgehungsleitung oder ein Sicherheitsventil benutzt wird, das nach der Pumpe zu montieren ist.



+41 55 440 88 60  
info@blexon.com  
www.blexon.com

## Angebot 42247

Erstellt am: 04.08.2022

Ihre Auftragsnummer:

Voraussichtlicher Liefertermin (ab Werk): 16.08.2022

Die Liefertermine werden bei Blexon immer aktuell anhand der verfügbaren Kapazitäten und Maschinenauslastungen berechnet. Aus diesem Grund sind nur die Liefertermine im Onlineshop zum Zeitpunkt der Bestellung verbindlich.

Rechnungsadresse:

Hochschule München  
Abteilung Finanzen und Controlling  
Lothstraße 34  
80335 München

Lieferadresse:

Hochschule München Org. FK03  
Amin Rohnen  
Heßstr. 91 - Zentrallager  
80797 München

Pos	Menge	Vorschau	Beschreibung	Preis/Stk	Gesamtpreis (EUR)
10	1		Blexon Id: 396415 20220804_Anbindungsrahmen Edelstahl (1.4301) F2B 2.0mm	190.77	190.77
20	1		Blexon Id: 396411 20220804_Versteifungsblech_Unterbau Edelstahl (1.4301) F2B 2.0mm	109.04	109.04
30	1		Blexon Id: 396367 20220804_Bodenplatte Edelstahl (1.4301) F2B 4.0mm	85.26	85.26
40	2		Blexon Id: 5788 Einrichtkosten pro Rohmaterial	25.00	50.00
50	1		Blexon Id: 25082 Verpackung & Versand Post	14.95	14.95
				MwSt (19.00%)	85.50
				Total	535.52

Vielen Dank für Ihre Anfrage.

Sehr gerne führen wir diesen Auftrag für Sie aus. Bitte beachten Sie, dass dieses Dokument nicht verbindlich ist. Eine Bestellung muss immer im Onlineshop erfolgen. Es gelten die Preise und Daten im Onlineshop zum Zeitpunkt der Bestellung.





+41 55 440 88 60  
info@blexon.com  
www.blexon.com

## Angebot 42248

Erstellt am: 04.08.2022  
Ihre Auftragsnummer:  
Voraussichtlicher Liefertermin (ab Werk): 16.08.2022  
Die Liefertermine werden bei Blexon immer aktuell anhand der verfügbaren Kapazitäten und Maschinenauslastungen berechnet. Aus diesem Grund sind nur die Liefertermine im Onlineshop zum Zeitpunkt der Bestellung verbindlich.

Rechnungsadresse:  
Hochschule München  
Abteilung Finanzen und Controlling  
Lothstraße 34  
80335 München

Lieferadresse:  
Hochschule München Org. FK03  
Amin Rohnen  
Heißstr. 91 - Zentrallager  
80797 München

Pos	Menge	Vorschau	Beschreibung	Preis/Stk	Gesamtpreis (EUR)
10	10		Blexon Id: 396415 20220804_Anbindungsrahmen Edelstahl (1.4301) F2B 2.0mm	73.65	736.50
20	10		Blexon Id: 396411 20220804_Versteifungsblech_Unterbau Edelstahl (1.4301) F2B 2.0mm	34.37	343.70
30	10		Blexon Id: 396367 20220804_Bodenplatte Edelstahl (1.4301) F2B 4.0mm	65.50	655.00
40	2		Blexon Id: 5788 Einrichtkosten pro Rohmaterial	25.00	50.00
50	1		Blexon Id: 2282 Verpackung & Versand LKW	113.44	113.44
				MwSt (19.00%)	360.74
				Total	2259.38

Vielen Dank für Ihre Anfrage.  
Sehr gerne führen wir diesen Auftrag für Sie aus. Bitte beachten Sie, dass dieses Dokument nicht verbindlich ist. Eine Bestellung muss immer im Onlineshop erfolgen. Es gelten die Preise und Daten im Onlineshop zum Zeitpunkt der Bestellung.



Xometry Europe GmbH  
 Ada-Lovelace-Str. 9,  
 85521 Ottobrunn  
 T: +49 89 38 034 818  
 F: +49 89 93 960 142  
 E: info@xometry.de  
 www.xometry.de

UST-id.Nr.: DE318027176  
 Steuer-Nr.: 143/194/00231  
 Handelsregister: Amtsgericht München / HRB 256172  
 Bank: J.P. Morgan AG  
 IBAN: DE38 5011 0800 6161 5322 02  
 BIC: CHASDEFX

Directors / Geschäftsführer: Albert Belousov, Dmitriy Kafidov

## Angebot E-366225-350054

An: **Erik Reitsam**

Angebotsnummer:

**E-366225-350054**

Rechnun - not assigned -  
 gsadres - not assigned -, - not assigned -  
 se: - not assigned -

Angebotsdatum:

**06.08.2022**

Telefon: +49 1609 5812937

Voraussichtliches

**\* 26.08.2022**

Email: ereitsam@hm.edu

Versanddatum:

(Bei Bestellung bis  
 07.08.2022)

Pos.	Beschreibung	Anzahl	Preis pro Stück	Gesamt
10.	 <p><b>Teilebezeichnung:</b> 20220806_Tankboden.stp  <b>Abgrenzung:</b> 110.4mm x 110.4mm x 11.0mm  <b>Verfahren:</b> CNC-Bearbeitung  <b>Material:</b> PVDF / Polyvinylidene fluoride  <b>Finish:</b> Standard  <b>Einsätze:</b> -  <b>Gewinde und Gewindebohrungen:</b> -  <b>Toleranz:</b> ISO 286 - tolerance grade 12 (Standard)  <b>Oberflächenrauheit:</b> Standard (3.2 um Ra)  <b>Anmerkungen:</b> Scharfe Innenecken mit einem Radius von 1 mm bearbeiten.</p>	1	112.28 €	112.28 €
	Lieferkosten nach: , Germany. (Delivery terms: DAP)			7.80 €
	VAT (19.0%)			22.82 €
	<b>Gesamtbestellwert, netto:</b>			<b>120.08 €</b>
	<b>Gesamtbestellwert, brutto:</b>			<b>142.9 €</b>

Angebotsstatus: **Automatisch kalkuliert**

Angebot öffnen

**Wir wollen Ihnen das beste Angebot machen. Wenn Sie ein niedrigeres Angebot erhalten, schicken Sie es uns und wir werden uns bemühen, es zu unterbieten.**

**Bitte überprüfen Sie dieses Angebot vor der Bestellung auf Richtigkeit**

- Wir haben für Ihren Auftrag einen Preis und ein Lieferfenster kalkuliert, basierend auf der von Ihnen bereitgestellten Geometrie im 3D-Modell, zusammen mit den Toleranzen, Merkmalen und Nachbearbeitungen, die Sie während des Einreichungsprozesses ausgewählt haben und von uns in diesem Angebot ausdrücklich bestätigt werden. Wir extrahieren Merkmale, Toleranzen und andere nicht-geometrische Informationen nicht automatisch aus dem von Ihnen eingereichten 3D-Modell, auch wenn sie darin vorkommen (z.B. Gewinde, Bohrungen usw.). Auch wenn unsere Preise dynamisch in Echtzeit generiert werden, werden wir den Preis in diesem Angebot für sieben (7) Tage ab Generierung einhalten (das voraussichtliche Lieferfenster wird jedoch zum Zeitpunkt der tatsächlichen Bestellung neu berechnet).

- Auch wenn wir Ihnen Unterstützung beim Design für die Herstellung geben, sind Sie letztendlich für die Tauglichkeit Ihres Designs und die damit verbundene Materialauswahl für jeden beabsichtigten Zweck verantwortlich. Sie können uns eine oder mehrere technische Zeichnungen und/oder Spezifikationsblätter bereitstellen. Wir werden unser Bestes tun, um jegliche Inkonsistenzen oder Konflikte in Ihren Materialien vor der Herstellung Ihres Teils zu identifizieren, Sie sind jedoch allein verantwortlich für jegliche Inkonsistenzen zwischen den Materialien, die Sie uns zur Verfügung stellen, und dem, was in diesem Angebot wiedergegeben ist.

Scharfkantige Innenecken werden mit einem Radius von 2 mm bearbeitet, sofern nicht ausdrücklich anders angefordert.

- Sofern nicht anders angegeben, gelten die [Allgemeinen Geschäftsbedingungen](#) der Xometry Europe GmbH

- Teile aus rostanfälligen Materialien können nach unserem Ermessen mit einem Korrosionsschutzmittel auf Ölbasis beschichtet werden. Bitte informieren Sie uns, wenn Sie das Risiko einer möglichen Korrosion während des Transports in Kauf nehmen und Ihre Teile ölfrei erhalten möchten.

Terms Html

Web:  
 Kundendienst:  
 Telefon:

get.xometry.eu  
 enquiry@xometry.de  
 + 49 89 3803 4818



Xometry Europe GmbH  
 Ada-Lovelace-Str. 9,  
 85521 Ottobrunn  
 T: +49 89 38 034 818  
 F: +49 89 93 960 142  
 E: info@xometry.de  
 www.xometry.de

UST-id.Nr.: DE318027176  
 Steuer-Nr.: 143/194/00231  
 Handelsregister: Amtsgericht München / HRB 256172  
 Bank: J.P. Morgan AG  
 IBAN: DE38 5011 0800 6161 5322 02  
 BIC: CHASDEFX

Directors / Geschäftsführer: Albert Belousov, Dmitriy Kafidov

## Angebot E-366225-350054

An: **Erik Reitsam** **Angebotsnummer: E-366225-350054**  
 Rechnun - not assigned - **Angebotsdatum: 06.08.2022**  
 gsadres - not assigned -, - not assigned - **Voraussichtliches**  
 se: - not assigned - **Versanddatum: \* 30.08.2022**  
 Telefon: +49 1609 5812937 (Bei Bestellung bis  
 Email: ereitsam@hm.edu 07.08.2022)

Pos.	Beschreibung	Anzahl	Preis pro Stück	Gesamt
10.	 <p><b>Teilebezeichnung:</b> 20220806_Tankboden.stp  <b>Abgrenzung:</b> 110.4mm × 110.4mm × 11.0mm  <b>Verfahren:</b> CNC-Bearbeitung  <b>Material:</b> PVDF / Polyvinylidene fluoride  <b>Finish:</b> Standard  <b>Einsätze:</b> -  <b>Gewinde und Gewindebohrungen:</b> -  <b>Toleranz:</b> ISO 286 - tolerance grade 12 (Standard)  <b>Oberflächenrauheit:</b> Standard (3.2 um Ra)  <b>Anmerkungen:</b> Scharfe Innenecken mit einem Radius von 1 mm bearbeiten.</p>	10	32.77 €	327.70 €
	Lieferkosten nach: , Germany. (Delivery terms: DAP)			8.60 €
	VAT (19.0%)			63.90 €
<b>Gesamtbestellwert, netto:</b>				<b>336.3 €</b>
<b>Gesamtbestellwert, brutto:</b>				<b>400.2 €</b>

Angebotsstatus: **Automatisch kalkuliert**

Angebot öffnen

**Wir wollen Ihnen das beste Angebot machen. Wenn Sie ein niedrigeres Angebot erhalten, schicken Sie es uns und wir werden uns bemühen, es zu unterbieten.**

**Bitte überprüfen Sie dieses Angebot vor der Bestellung auf Richtigkeit**

- Wir haben für Ihren Auftrag einen Preis und ein Lieferfenster kalkuliert, basierend auf der von Ihnen bereitgestellten Geometrie im 3D-Modell, zusammen mit den Toleranzen, Merkmalen und Nachbearbeitungen, die Sie während des Einreichungsprozesses ausgewählt haben und von uns in diesem Angebot ausdrücklich bestätigt werden. Wir extrahieren Merkmale, Toleranzen und andere nicht-geometrische Informationen nicht automatisch aus dem von Ihnen eingereichten 3D-Modell, auch wenn sie darin vorkommen (z.B. Gewinde, Bohrungen usw.). Auch wenn unsere Preise dynamisch in Echtzeit generiert werden, werden wir den Preis in diesem Angebot für sieben (7) Tage ab Generierung einhalten (das voraussichtliche Lieferfenster wird jedoch zum Zeitpunkt der tatsächlichen Bestellung neu berechnet).

- Auch wenn wir Ihnen Unterstützung beim Design für die Herstellung geben, sind Sie letztendlich für die Tauglichkeit Ihres Designs und die damit verbundene Materialauswahl für jeden beabsichtigten Zweck verantwortlich. Sie können uns eine oder mehrere technische Zeichnungen und/oder Spezifikationsblätter bereitstellen. Wir werden unser Bestes tun, um jegliche Inkonsistenzen oder Konflikte in Ihren Materialien vor der Herstellung Ihres Teils zu identifizieren, Sie sind jedoch allein verantwortlich für jegliche Inkonsistenzen zwischen den Materialien, die Sie uns zur Verfügung stellen, und dem, was in diesem Angebot wiedergegeben ist.

Scharfkantige Innenecken werden mit einem Radius von 2 mm bearbeitet, sofern nicht ausdrücklich anders angefordert.

- Sofern nicht anders angegeben, gelten die [Allgemeinen Geschäftsbedingungen](#) der Xometry Europe GmbH

- Teile aus rostanfälligen Materialien können nach unserem Ermessen mit einem Korrosionsschutzmittel auf Ölbasis beschichtet werden. Bitte informieren Sie uns, wenn Sie das Risiko einer möglichen Korrosion während des Transports in Kauf nehmen und Ihre Teile ölfrei erhalten möchten.

Terms Html

**Web:** [get.xometry.eu](http://get.xometry.eu)  
**Kundendienst:** [enquiry@xometry.de](mailto:enquiry@xometry.de)  
**Telefon:** + 49 89 3803 4818