



Hochschule für angewandte Wissenschaften München
Fakultät für Maschinenbau, Fahrzeugtechnik, Flugzeugtechnik
Verbundlabor Fahrzeugtechnik, Akustik und Dynamik

BACHELOR-THESIS

Mechatronische Entwicklung und Inbetriebnahme einer
labortechnischen Espressomaschine

Mechatrical development and commissioning of a
laboratory espresso machine

Bearbeiter: Fabian Weber
Matrikelnummer: 01564617
Studiengang: Maschinenbau Bachelor
Betreuer: Dipl.-Ing Armin Rohnen, LbA
Eingereicht am: 18.01.2021

Kurzfassung/ Abstract

Die vorliegende Bachelorarbeit befasst sich mit der mechanischen sowie elektronischen Inbetriebnahme einer labortechnischen Espressomaschine. Sie ist dabei als weiterführende Dokumentation aufbauend auf den Arbeiten „Labortechnische Espressomaschine“ (Stach, 2018), sowie „Konstruktion einer Siebträger-Espressomaschine / Entwicklung einer labortechnischen Espressomaschine“ (Weber, et al., 2020) zu sehen.

Es wird eine Espressomaschine entwickelt, bei der die Einflüsse auf den Geschmack von Kaffee erforscht sowie weiter, innovative Ideen erprobt werden können.

Nach Abschluss der Forschung soll aus den gewonnenen Erkenntnissen ein serienfähiges Produkt entwickelt werden. Ziel dieser Arbeit ist es den ersten Prototypen des Grundrahmens möglichst nah an die Funktionsfähigkeit zu führen und damit eine Grundlage für weitere Entwicklungsschritte zu bieten. Weiterführend befasst sich diese Arbeit mit der Entwicklung eines zugehörigen Tassenwärmers sowie der Abdeckung einer Heizelement-Steuerung zum Schutz vor einem Kurzschluss.

The following Bachelor-Thesis deals with the mechanical and electrical commissioning of a laboratory espresso machine. It serves as a further reading document to the thesis „Labortechnische Espressomaschine“ (Stach, 2018) and „Konstruktion einer Siebträger-Espressomaschine / Entwicklung einer labortechnischen Espressomaschine“ (Weber, et al., 2020).

The thesis documents the development of an espresso machine, with focus on the impact of technical aspects to the taste of coffee and further innovative ideas.

The research results should lead to a product ready for serial production.

Objectiv for this thesis is to get the first prototyp as close as possible to a functioning machine.

Further this thesis contains the development of a heating element for preheating coffee and espresso cups. And an enclosure to ensure safe handling with the control element of the water heating rods inside the boiler.

Scope

Diese Abschlussarbeit richtet sich an alle, die mit der Entwicklung der labortechnischen Espressomaschinen beauftragt sind.

Sie stellt dabei die Dokumentation des aktuellen Standes zum Ende des Wintersemester 20/21 dar und dient als Hilfestellung für weitere Entwicklungsprozesse.

This thesis is adressed to all instruced with the development of the laboratory espresso maschine.

It represents the state of development at the end of winter semester 20/21 and should be used as assistance for the further development process.

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.

Tutzing, den 10.01.2021



Fabian Weber

Inhalt

Kurzfassung/ Abstract	2
Scope.....	3
Abkürzungsverzeichnis	6
1. Einleitung und Aufgabenstellung	7
2. Vorgehen beim Entwicklungsprozess mit Hilfe der VDI2221	8
3. Mechanische Inbetriebnahme Grundrahmen	10
3.1 Seitenwand-20200831-01-01	10
3.2 Flachstab-20200831-01-03	12
3.3 L-Profil-20200831-01-02	12
3.4 Bodenblech-20200831-01-04.....	12
3.5 Zusammenfassung und Ausblick der Inbetriebnahme Mechanik	13
4. Elektrische Inbetriebnahme des Grundrahmens	15
4.1 Festlegen der Anforderungen.....	15
4.2 Konzipieren.....	16
4.3 Entwerfen.....	17
4.4 Ausarbeiten.....	18
5. Tassenwärmer.....	22
5.1 Patent WMF EP1878369A1	23
5.2 Rahmenbedingungen und Anforderungen.....	24
5.3 Konzipieren.....	24
5.4 Herstellverfahren	25
5.5 Änderungen im Konstruktionsverlauf.....	26
5.6 Ausarbeitung.....	27
5.7 Implementierung in das bestehende System.....	32
5.8 FEM-Analyse	34
6. Fazit	38
Literaturverzeichnis	39
Abbildungsverzeichnis.....	40
Tabellenverzeichnis.....	40
Anhang.....	41

Abkürzungsverzeichnis

N/A	-	not available
STEP	-	Standard for the Exchange of Product model data
PA12	-	Polyamid 12
PCB	-	Printed Circuit Board
N	-	Newton
CAD	-	Computer Aided Design
Mm	-	Millimeter
MPa	-	Mega Pascal
S_F	-	Sicherheit gegen Bruch

1. Einleitung und Aufgabenstellung

Da in dieser Arbeit auf den Entwicklungsprozess der vorangegangenen Vorgänge eingegangen wird, werden zunächst die relevanten Ergebnisse kurz zusammengefasst.

Im Entwicklungsprozess werden vier verschiedene Varianten der Espressomaschine aufgebaut. Vorerst wird hier die Variante „Labor“ betrachtet. Mithilfe des zugehörigen Hydraulikplan wurden die Magnetventile im Raum, mit möglichst geringen Leitungslängen platziert und außen herum eine Rahmenkonstruktion erstellt. Dabei wurde darauf geachtet, dass die verschiedenen Varianten mit möglichst wenig Umbaumaßnahmen ebenfalls umgesetzt werden können. Zudem wurde eine gute Zugänglichkeit zu den Verschleißteilen ermöglicht. Insbesondere können die Magnetventile über Hutschienenadapter ohne die Verwendung von Werkzeug herausgenommen werden.

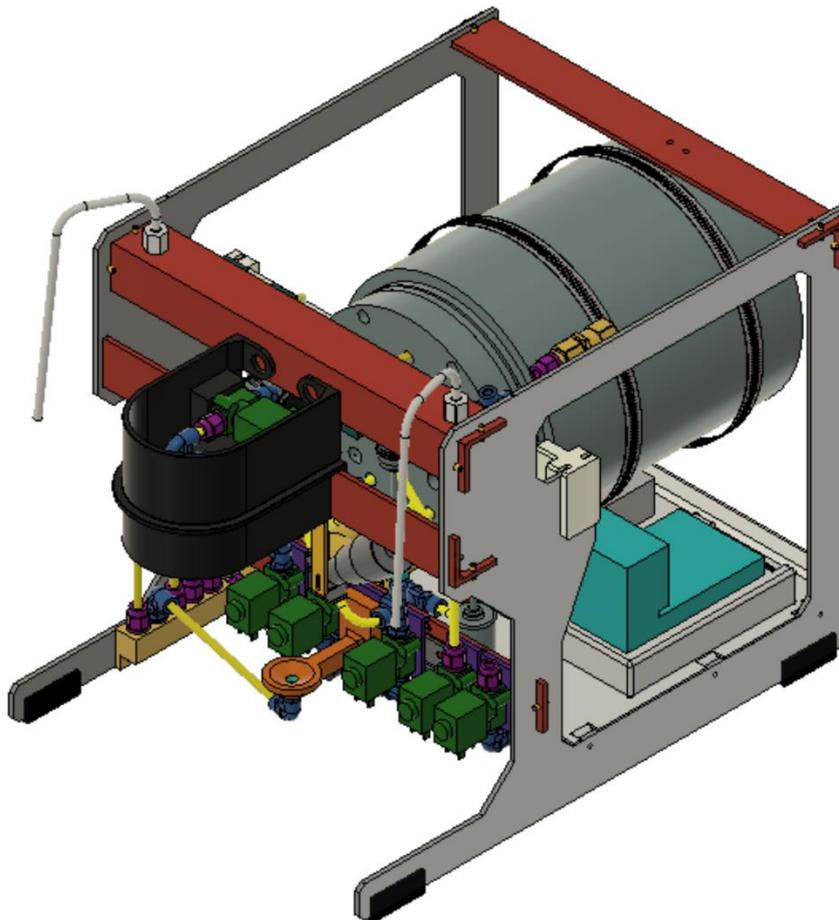


Abbildung 1: Gesamtaufbau Espressomaschine Stand SoSe2020

Um dem System eine Basis zur Montage und zum Test der Komponenten zu bieten, ist es die Aufgabe dieser Abschlussarbeit, während der Inbetriebnahme des mechanischen Aufbaus mögliche Fehler in der Konstruktion und Fertigung zu erkennen und auszubessern.

Zudem wird das Gesamtsystem um einen optionalen dampfbetriebenen Tassenwärmer erweitert. In der elektronischen Inbetriebnahme sollten die Positionen der Steuerungselemente, der Netzteile und der Magnetventile endgültig festgelegt werden, um daraus einen Kabelbaum zu entwickeln. Da sich jedoch vorherige Entwicklungsarbeiten verzögert haben wurde das Aufgabenpaket der elektronischen Inbetriebnahme im Laufe des Projekts geändert. Im Rahmen der elektrischen Inbetriebnahme wurde demnach eine Abdeckung für eine SSR-Relay entwickelt, um eine Gefahrenquelle zu beheben.

2. Vorgehen beim Entwicklungsprozess mit Hilfe der VDI2221

Um das Vorgehen im Entwicklungsprozess möglichst strukturiert und klar zu gestalten, wurde die VDI Richtlinie 2221 „Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte“ zur Hilfe genommen. Hierbei „spielen strategische, ökonomische und organisatorische Überlegungen [...] [eine] wesentliche Rolle“ (Kirchner, 2020, S. 76f). Die Richtlinie teilt die Phasen der Produktentwicklung in Planung, Konzeption, Entwurf und Ausarbeitung auf (vgl. ebd.).

Da die Grenzen dieser Phasen produktabhängig sind, können sie nicht allgemein definiert werden. Der Arbeitsablauf ist zudem kein rein sequenzieller Prozess, da wiederholend Analyse und Syntheseschritte vorgenommen werden (vgl. Kirchner, 2020, S. 79). Dies wird in Abbildung 2 verdeutlicht. Dennoch wird der Erfolg der einzelnen Arbeitsschritte durch das Festhalten der Ergebnisse klar definiert.

Aus diesem Grund wird die VDI Richtlinie als Hilfestellung in den folgenden Entwicklungstätigkeiten verwendet, wenn auch hier nicht in allen Einzelheiten dargestellt.

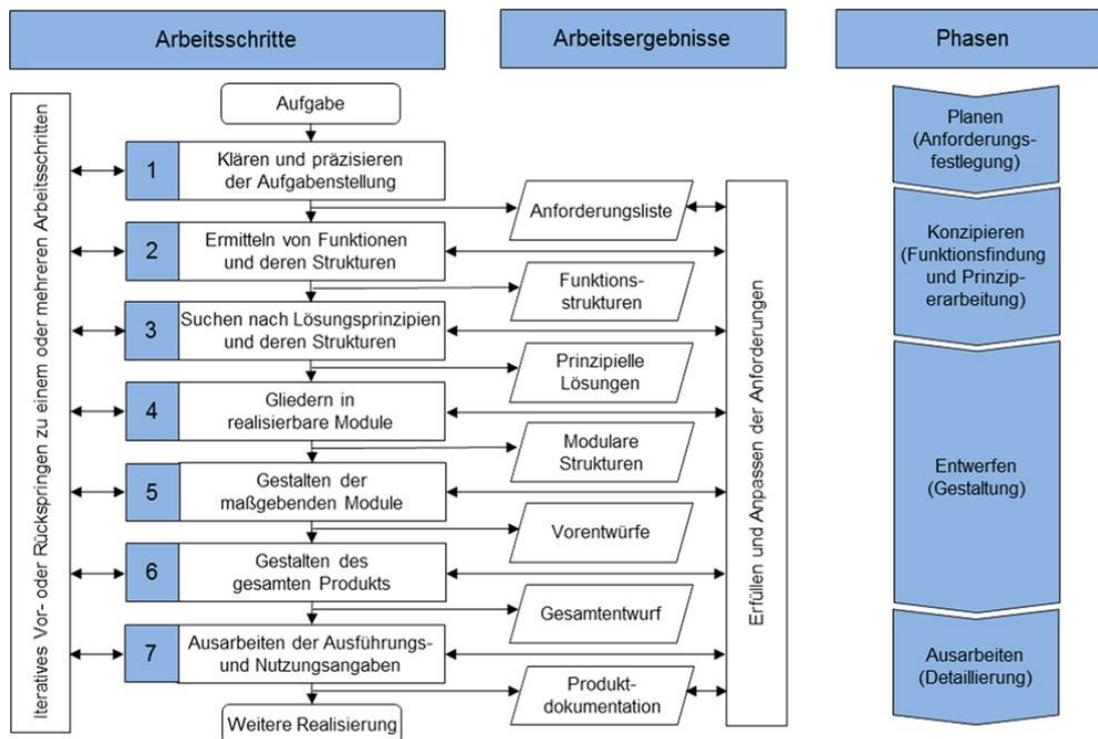


Abbildung 2: Vorgehensweise nach der VDI-Richtlinie 2221 Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte (Reuter., 2013)

3. Mechanische Inbetriebnahme Grundrahmen

Vom mechanischen Aufbau der espressomaschine wurden die Positionen 1-4 (Tabelle 1: Grundrahmen Stückliste [Auszug]) bei der Firma Maschinenbau Feld¹ bestellt. Diese dienen dem Grundaufbau und sind für alle nachfolgenden mechanischen und elektronischen Inbetriebnahme-Aktionen notwendig.

Tabelle 1: Grundrahmen Stückliste [Auszug]

Grundrahmen (20200831-01)								
1	2	3	4	5	6	7	9	10
Pos.	Teile-Nr.	Bezeichnung	Lieferant	Bestellnr.	Einzelpreis	Anzahl	Werkstoff	Bemerkung
1	20200831-01-01	Seitenwand	Feld	N/A	92,50€	2	X5CrNi18-10	-
2	20200831-01-02	L-Profil gleichschenkelig	Feld	N/A	20,50€	3	X5CrNi18-10	L EN 10 056-1 - 40 x 40 x 4
3	20200831-01-03	Flachstab	Feld	N/A	18,30€	1	X5CrNi18-10	EN 10 058 - 40 x 4 x 500 F
4	20200831-01-04	Bodenblech	Feld	N/A	53,00€	1	X5CrNi18-10	Biegeteil

3.1 Seitenwand-20200831-01-01

Die Seitenwände mit den Ausschnitten für die Aufnahme der L- und Flachstabprofile werden im Laserstrahlschneidverfahren aus dem Edelstahl X5CrNi18-10 hergestellt. Durch diesen Herstellprozess können komplexe Geometrien einfach verwirklicht werden. Man unterscheidet dabei zwischen dem Laserstrahlbrennschneiden, Laserstrahlschmelzschneiden und dem Laserstrahlsublimierschneiden. Alle drei Verfahren funktionieren unterschiedlich, haben jedoch gemeinsam, dass sie das Material lokal erhitzen und so den Schnitt erzeugen (vgl. Finus 2018).

¹ Maschinenbau Feld GmbH: Im Auel 34, 53783 Eitorf, Deutschland

Die gelieferten Seitenwände sind von den Außenmaßen sowie den Maßen der Ausschnitte im tolerierten Bereich, weisen jedoch vereinzelt Abweichungen zu den zur Verfügung gestellten Zeichnungen und STEP Dateien auf.

Die Ausschnitte im Seitenblech (siehe Abbildung 3) enthalten einen Grat, welcher die vorgesehene Funktion behindert. Dieser ist nach Angaben von Hr. Becker von Maschinenbau Feld durch das Herstellverfahren unvermeidbar. Bei kleinen² Ausschnitten besteht die Gefahr, dass sich das Material während des Schneidprozesses aufstellt und so den dicht über das Material fahrenden Laserkopf beschädigt. Dies ist für alle weiterführende Konstruktionsarbeiten in Betracht zu ziehen.

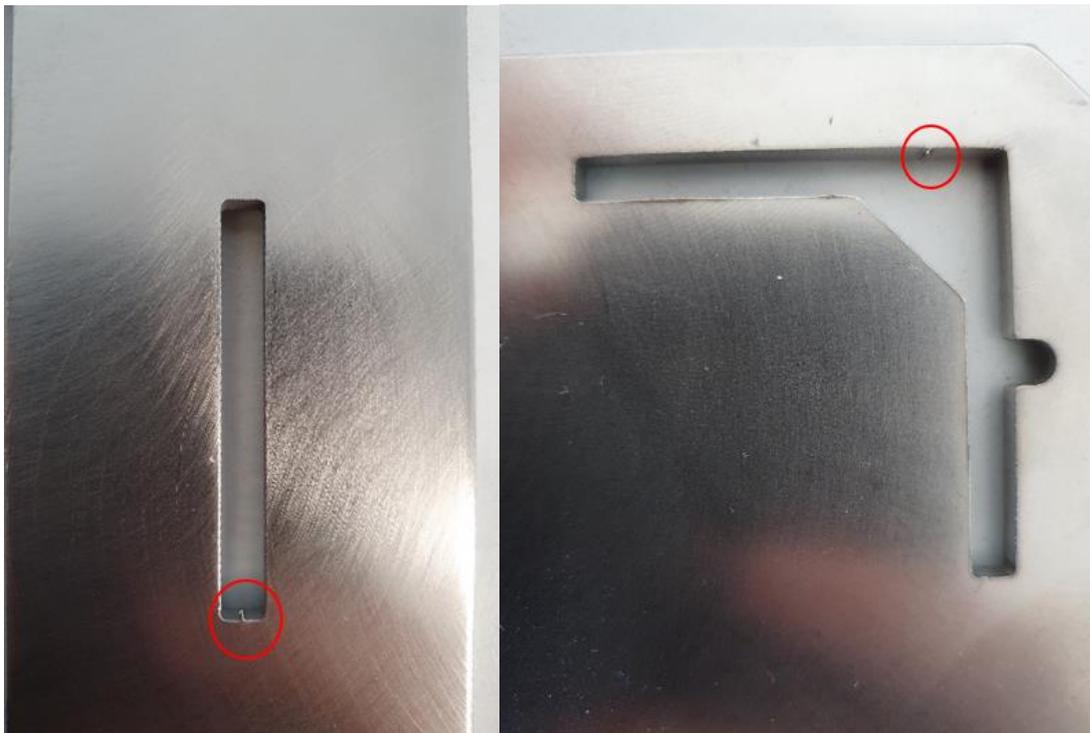


Abbildung 3: Ausschnitte in den Seitenwänden

Die entstanden Grate konnten per Hand nachbearbeitet werden. Es sollte jedoch bei den nächsten Bestellungen darauf geachtet werden, dass sich der Grat an einem Ort befindet, an dem die Funktionalität des Bauteiles nicht beeinträchtigt wird. Falls dies nicht möglich ist sollte über eine geringfügige Änderung der Seitenwand nachgedacht werden.

² Größe der Ausschnitte müssen mit dem Lieferanten geklärt werden

Zudem enthalten die Seitenwände nicht die in der Zeichnung festgelegten M4 Gewindebohrungen. Diese müssen vor dem Einsetzen des Bodenblechs nachgearbeitet werden.

3.2 Flachstab-20200831-01-03

Beim Flachstab konnten keine Abweichungen zu den Zeichnungen festgestellt werden.

3.3 L-Profil-20200831-01-02

Die L-Profile wurden ohne die zur Befestigung benötigten Löcher geliefert. Zusätzlich wichen die Toleranzen von den in der Konstruktion geplanten ab. Dabei sollte laut Hersteller für die warmgewalzten, nicht nachbehandelten, L EN 10 056-1 Profile eine Abweichung in der Schenkellänge von $\pm 1 \text{ mm}$ in der Konstruktion berücksichtigt werden. Bei einer Anpassung des Rahmens sollte eine Toleranzerhöhung im System stattfinden.

3.4 Bodenblech-20200831-01-04

Das Bodenblech konnte vom Hersteller nicht so angefertigt werden wie im Modell geplant. Daher wurde eine Konstruktionsalternative erstellt, welche Änderungen in der Seitenwand und im Bodenblech vorsieht. Diese Änderung bezieht sich auf zusätzliche Löcher in den Seitenwänden für die Befestigung mittels Spannstiften. Sowie eine Neukonstruktion des Bodenblechs, bei welchem neben der Herstellbarkeit durch die Firma Feld Maschinenbau, auch auf eine leichte Montage und geringe Fertigungskosten geachtet wurde.

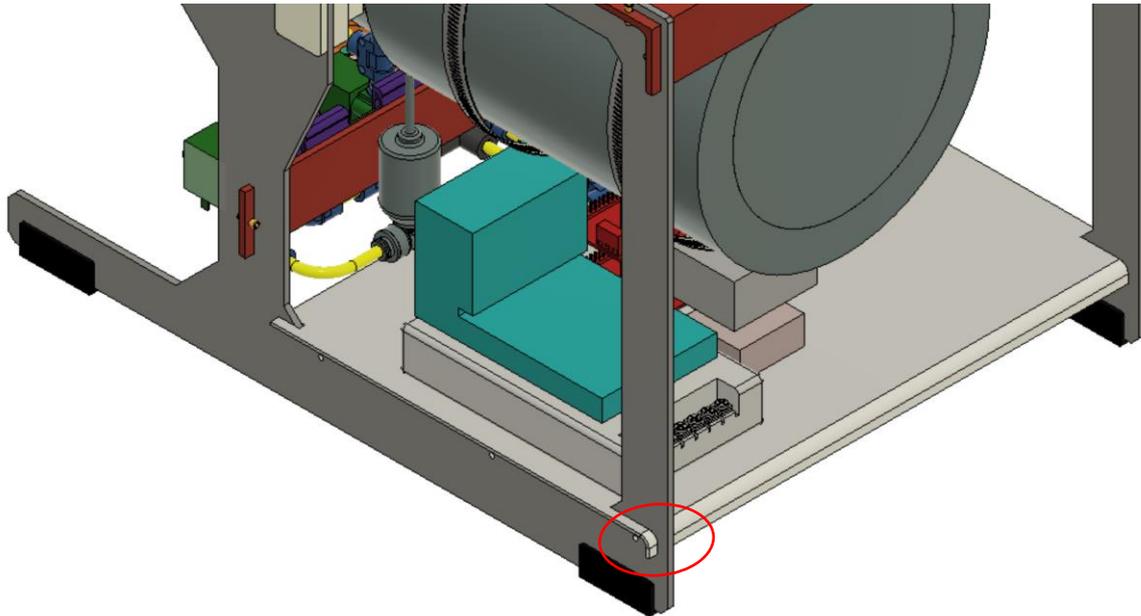


Abbildung 4: Bodenblech neue Variante

Die gebogene Kante im Blech (Abbildung 4) kann zur Senkung der Produktionskosten zusätzlich weggelassen werden. Das neue Bodenblech dient lediglich als Konzept und muss vor dem Bestellen hinsichtlich Toleranzen überprüft werden. Ob das gelieferte Bodenblech für den Prototypen so bearbeitet werden kann, dass eine Montage möglich ist, muss geprüft werden. Bei der durchzuführenden Nachbearbeitung des Bodenblechs handelt es sich primär um das Biegen der Schrauben Aufnahmepunkte wie in Weber, et al.,2020 beschrieben.

3.5 Zusammenfassung und Ausblick der Inbetriebnahme Mechanik

Alles in allem konnten die gelieferten Teile so angepasst und/ oder nachbearbeitet werden, dass sie für einen ersten Prototypen genutzt werden können. Jedoch sollte bei erneutem Bestellen der Rahmenteile darauf geachtet werden, dass die bei den Einzelteilen erwähnten Änderungen berücksichtigt werden. Die Firma Feld bot ebenfalls eine Gutschrift über die nicht erbrachten Leistungen in den Rahmenteilen an, welche für die weitere Produktion genutzt werden kann. Die nachfolgende Abbildung 5 zeigt den vorläufig montierten Grundrahmen mit den vorgenommenen Änderungen.

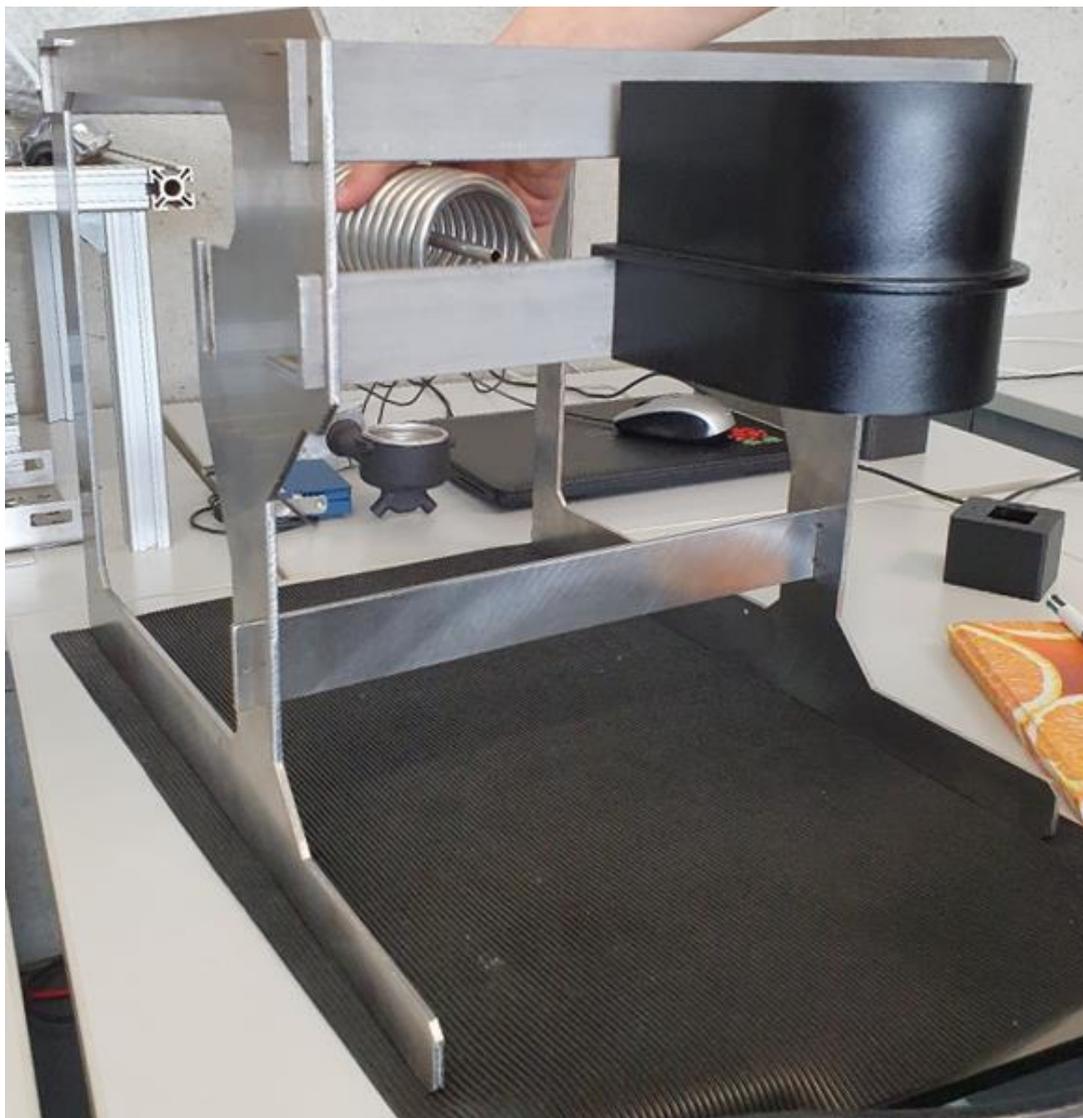


Abbildung 5: Baugruppe Grundrahmen - 20200831-01

4. Elektrische Inbetriebnahme des Grundrahmens

Die elektrische Inbetriebnahme kann größtenteils erst nach der vollständigen Inbetriebnahme des hydraulischen Aufbaus erfolgen. Vor allem für die Entwicklung des Kabelbaums müssen die endgültigen Positionen der Komponenten feststehen. Unter anderem sollte bei der elektrischen Inbetriebnahme auch Rücksicht auf den Stromschlagschutz genommen werden. In diesem Sinne muss für die Steuerungsplatine der Heizelemente eine Abdeckung entwickelt werden, welche im Folgenden beschrieben wird.

4.1 Festlegen der Anforderungen

Die Anforderungen für die SSR-Abdeckung wurden zuvor geklärt und sind in folgender Übersicht zusammengefasst.

Tabelle 2: Anforderungsliste SSR Abdeckung

Hochschule für angewandte Wissenschaften München		Anforderungsliste SSR-Abdeckung	08.12.2020 Labortechnische Espressomaschine	
Verbundlabor Fahrzeugtechnik, Akustik und Dynamik				
Nr.	Art.	Anforderung	Wert	Einheit
1	F	Konstruktion aus Kunststoff	PA12	HP Fusion
2	F	Schutz vor versehentlichem Kurzschließen	-	-
3	F	Massekontakt von SSR-Relais durch Gehäuse nicht unterdrückt	-	-
4	F	Zugänglichkeit aller verwendeten Anschlüsse	-	-
5	F	Aufnahme einer Steuerungsplatine über dem Trafo	-	-
6	F	Durchführung für benötigte Kabel	-	-
7	F	Keinen Einschluss des Trafos	-	-
8	F	Spiel im inneren für Kabel	-	-
9	F	Fertigungsverfahren Fusion Multi Jet	-	-

Die Steuerungsplatine enthält keine offenen Lötstellen, welche vom Gehäuse geschützt werden müssen.

4.2 Konzipieren

Grund der Entwicklung dieser Abdeckung ist es, ein Kurzschließen der Anschlüsse 1 bis 4 untereinander, oder mit anderen Elektronikbauteilen, zu verhindern.

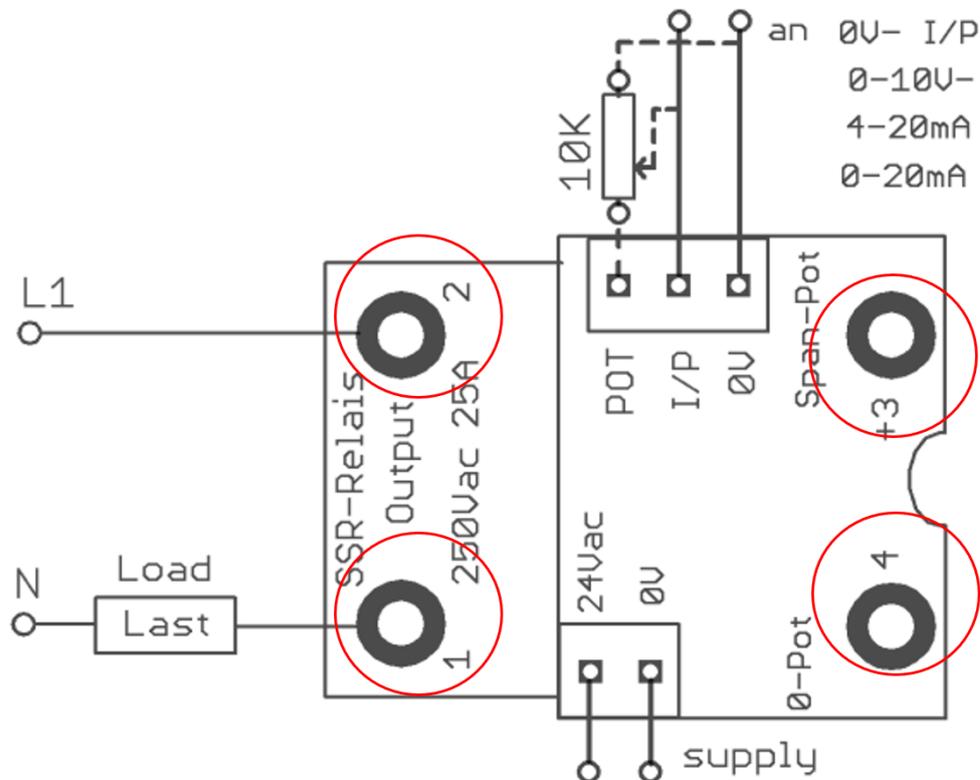


Abbildung 6: Schaltbild SSR-Relay

Da die Steuerplatine oberhalb des SSR Relay montiert werden sollte, war es nicht möglich ein einteiliges Konzept zu entwerfen, welches alle Anforderungen erfüllt.

Daher wurde sich für ein zweiteiliges Konzept entschieden, mit Trennebene auf Höhe der Appoldt Pa100 Platine (Anhang 7). Dabei wird bei der Montage sichergestellt, dass alle Schrauben und Kabelverbinder erreicht werden können.

Da die Steuerplatine keine vom Kurzschluss gefährdeten Stellen aufweist, kann auf eine Abdeckung dieser vollständig verzichtet werden.

4.3 Entwerfen

Zur Konstruktion der SSR-Abdeckung wird zunächst ein CAD-Modell der verwendeten Bauteile erstellt.

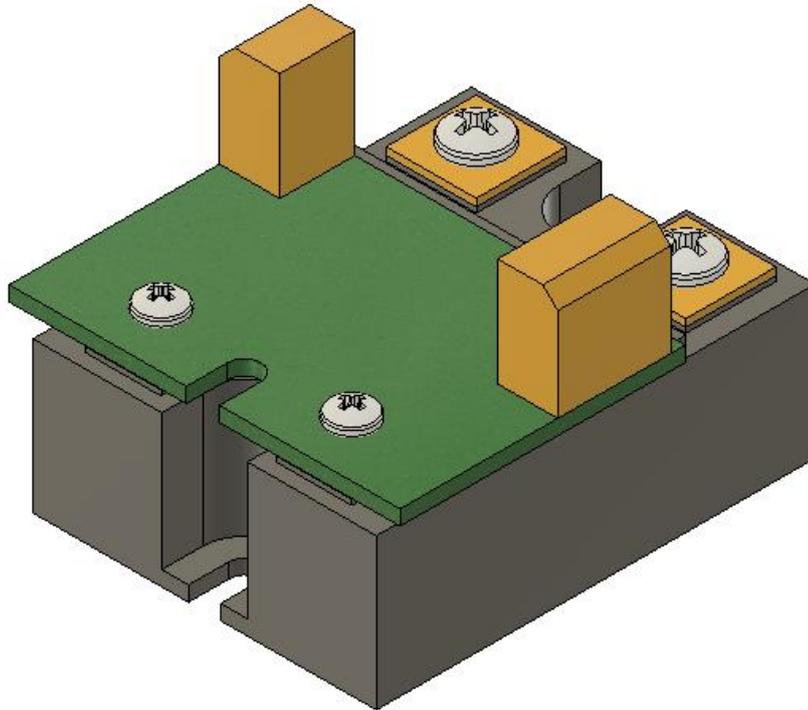


Abbildung 7: Appoldt PA100 Leistungsregler inkl. KSi480

Da kein Modell vom Hersteller zur Verfügung stand, wurden dem Datenblatt für die Abdeckung wichtige Maße (Anhang 8: KSi480 SSR) entnommen. Alle weiteren Maße können nicht als gesichert angenommen werden. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Konstruktion der SSR-Abdeckung.

Die Trafoplatine konnte als 3D Modell aus Autodesk Eagle³ übernommen werden. Ursprung dieses Modells ist eine dem Entwicklungsprozess vorausgegangene Arbeit (Krzavic, 2020).

³ Autodesk Eagle: PCB layout und design tool

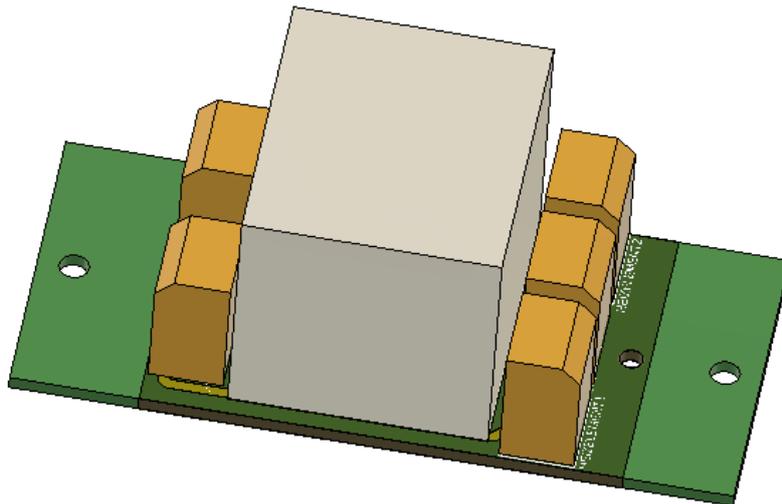


Abbildung 8: Trafoplatine

Nachdem die vorhandenen Komponenten erstellt bzw. in CAD übernommen wurden konnten sie im Raum platziert werden. Die Abdeckung wurde anschließend um den Aufbau entworfen. Das Konzept mit der geringsten Komplexität wurde weiterverfolgt. Die anderen Konzepte die hierbei entstanden werden nicht näher erläutert. Die definierten Aufnahmepunkte der Trafoplatine sind im Anhang (Anhang 1: Aufnahmepunkte Trafoplatine) abgebildet.

4.4 Ausarbeiten

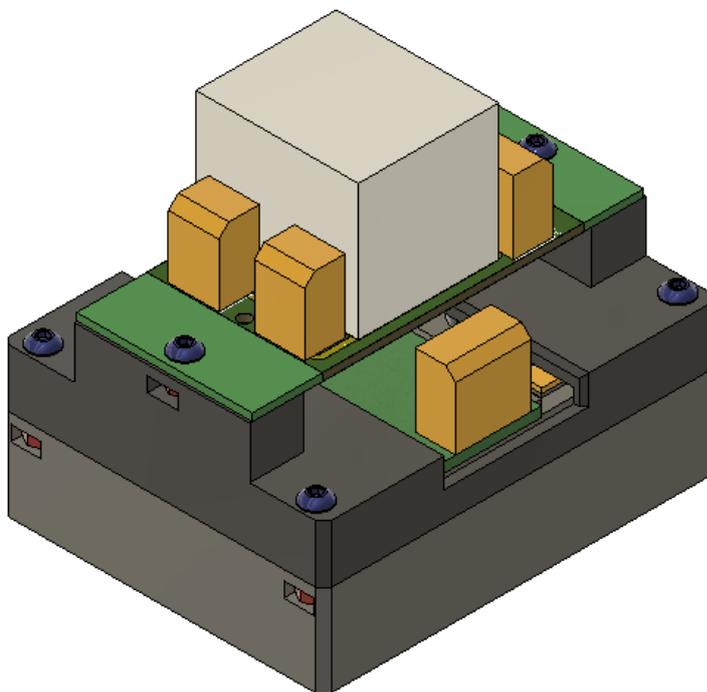


Abbildung 9: Trafoabdeckung

Die SSR-Abdeckung besteht aus zwei Teilen, welche über M3 Schraubverbindungen kombiniert werden können. Bei den in Abbildung 9 dargestellten gelben Blöcken handelt es sich um Kabel Schraubverbindungen, deren Zugänglichkeit durch die Abdeckung nicht beeinträchtigt wird.

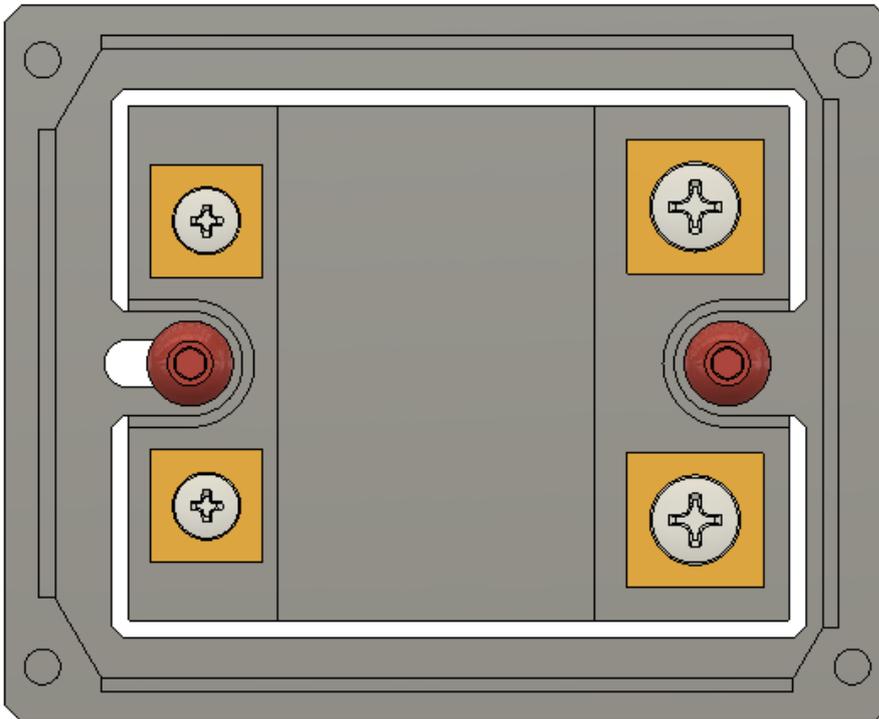


Abbildung 10: Draufsicht Trafoabdeckung (Schnitt Trennebene)

Die Montage an den Grundrahmen der Espressoemaschine erfolgt über zwei M4x14 Schrauben, welche zum einen durch die bestehenden Aufnahme Punkte des SSR Relais sowie zum anderen durch die Unterschale der SSR-Abdeckung gesteckt werden.

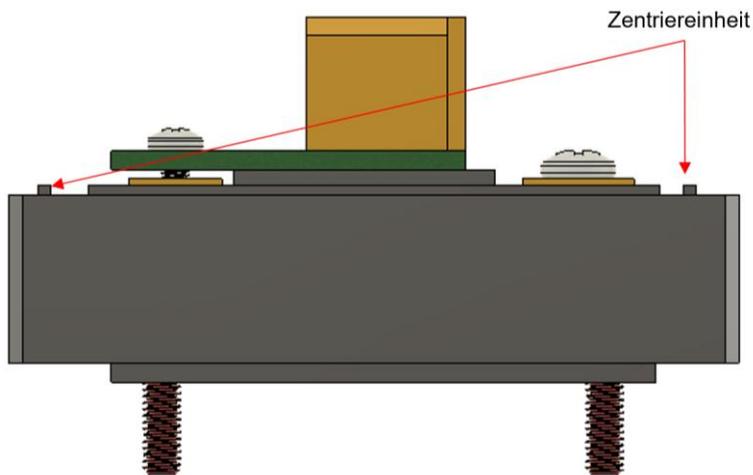


Abbildung 11: Seitenansicht Trafoabdeckung

In Abbildung 11: Seitenansicht Trafoabdeckung zeigt sich, dass der Boden des SSR Relais unter der Abdeckung übersteht. Somit kann die Erdung des SSR Relais weiterhin über die Bodenplatte verwendet werden.

Zusätzlich verfügt die Unterschale über eine umlaufende Zentriereinheit, welche die Montage der Oberschale vereinfacht (siehe Abbildung 11: Seitenansicht Trafoabdeckung)

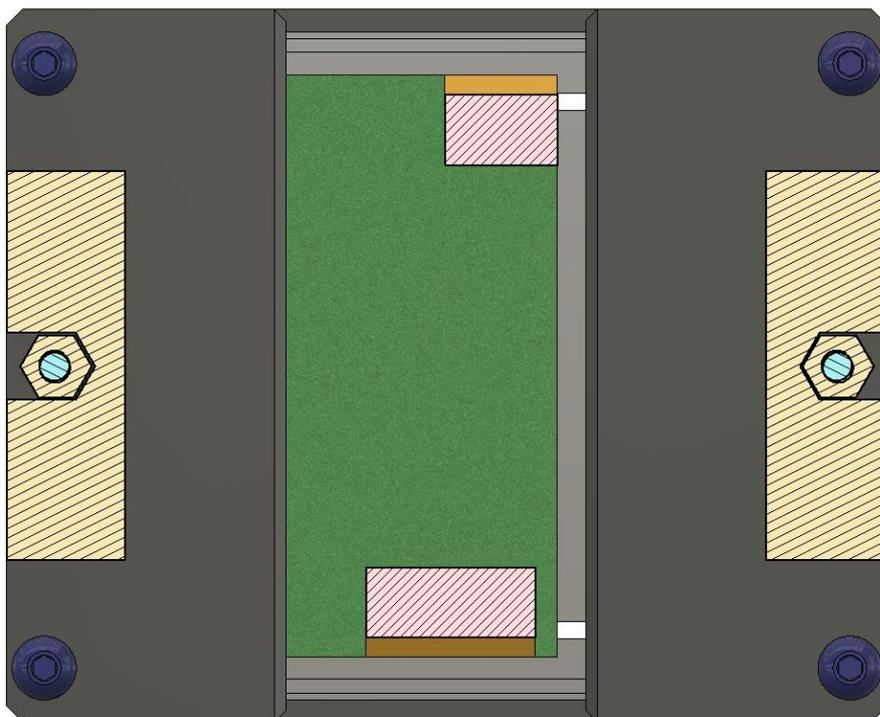


Abbildung 12: Draufsicht Trafoabdeckung (Schnitt Aufnahme Mutter)

Um ein möglichst einfaches Verfahren zur Befestigung ohne Kunststoff Gewindeinsatz zu ermöglichen, werden seitlich in das Gehäuse Muttern eingelegt. Der Verdrehenschutz dieser erfolgt über die Außenkante des Ausschnittes.

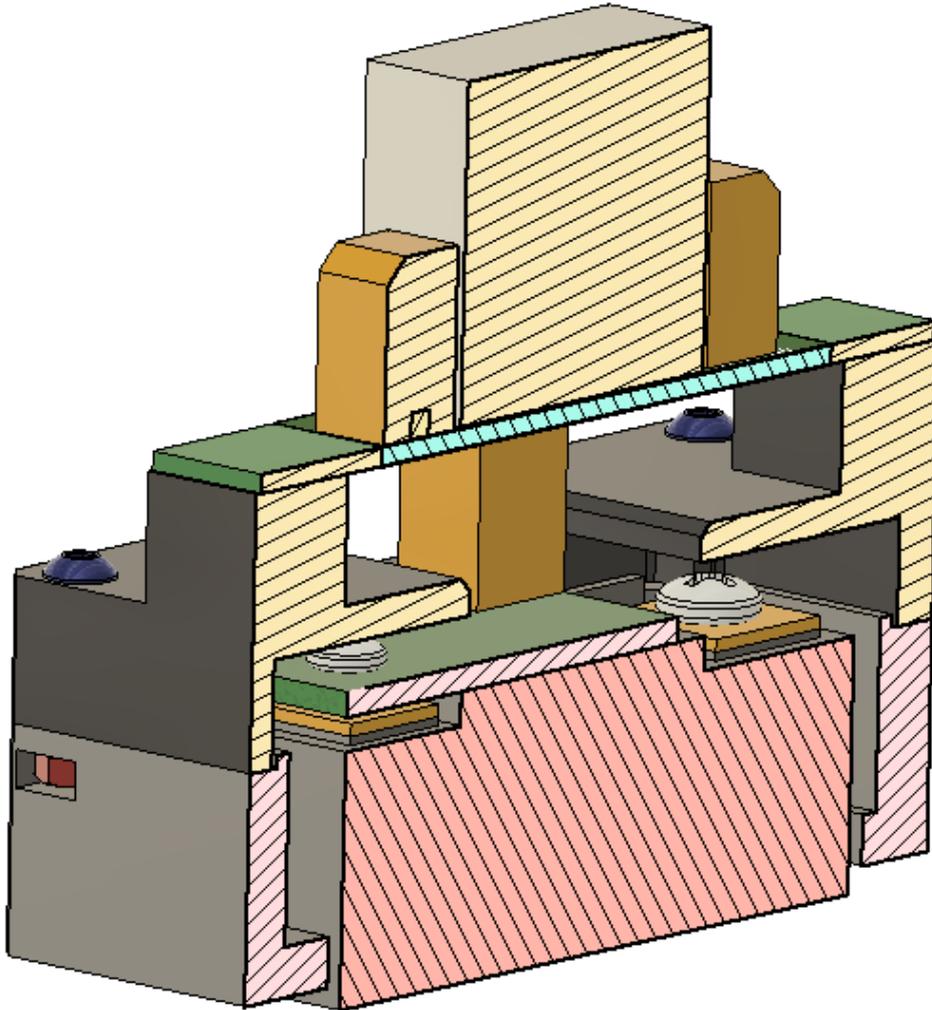


Abbildung 13: Schnitt durch Mittelpunkt Trafoabdeckung

Das Innere der Abdeckung wurde so konstruiert, dass Platz für Kabel vorgesehen ist und eine Abdeckung der Anschlüsse 1 - 4 erfolgt, wie in Abbildung 13 zu erkennen ist.

5. Tassenwärmer

„Kaffee in kalten Porzellantassen serviert, hat Qualitätseinbußen in Bezug auf den Kaffeegenuss zur Folge. Je kleiner der Bezug (Espresso/Ristretto) umso wichtiger ist es eine vorgewärmte Tasse zu verwenden.“ (Jura, 2021)

Es gibt verschiedene Arten eine Tasse vorzuheizen. Häufig wird ein separates Gerät verwendet, das gleich eine Vielzahl an Tassen vorheizt. Diese ist jedoch für den Privatgebrauch denkbar ungeeignet. Als Alternative wird oft die durch das Erhitzen des unisolierten Boilers entstehende Abwärme oberhalb der Maschine genutzt. Da alle Varianten der hier entwickelten Espressomaschine, so auch die Variante Labor einen isolierten Boiler besitzen, ist die Nutzung der Abwärme zur Erwärmung der Tassen keine Option. Ein weiteres Mittel zum Vorheizen der Tassen ist die Verwendung von Dampf. Dieser Dampf wird meist in einer separaten Vorrichtung verwendet, so auch von WMF im Patent EP1878369A1. Da die Abwärme des Boilers, wie oben erwähnt möglichst gering sein soll, wird für die hier entwickelte Espressomaschine ein Dampfsystem verwendet. Im Folgenden wird das System sowie die bei dieser Arbeit ermittelten Lösungsansätze und Konstruktionen beschrieben. Im weiteren Produktentwicklungsprozess müssen diese auf eine Verletzung von Patentrechten überprüft werden.

5.1 Patent WMF EP1878369A1

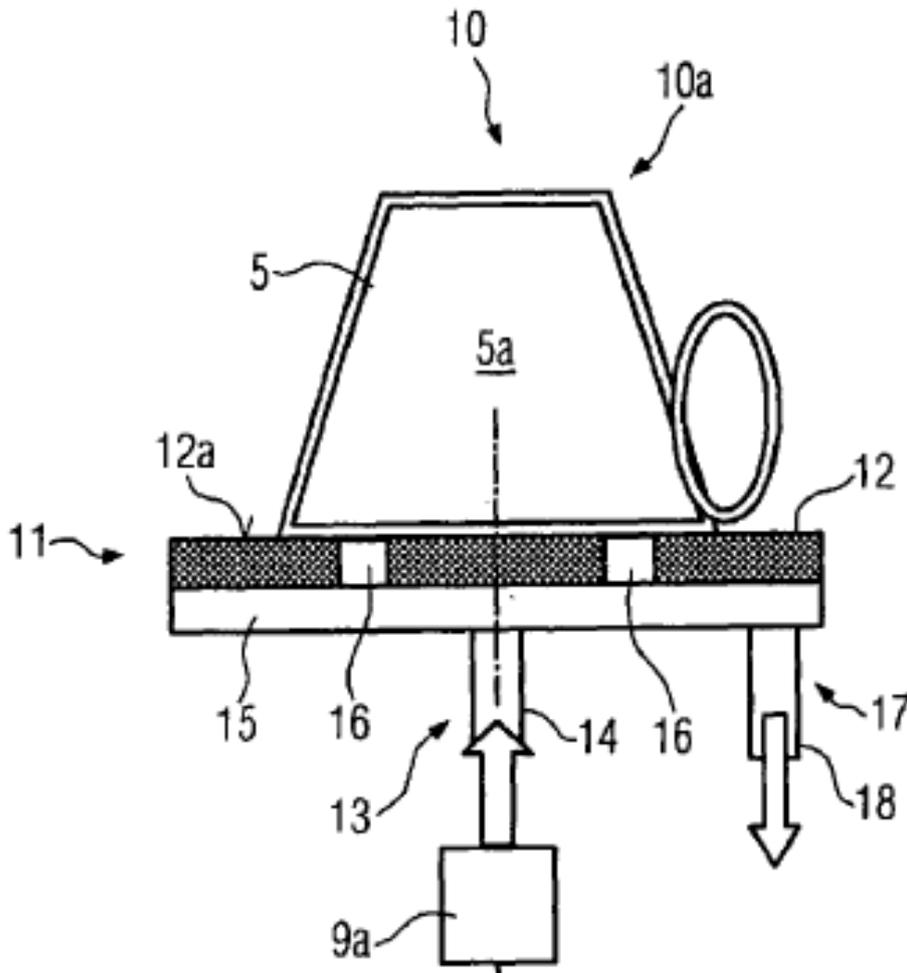


Abbildung 14: [Ausschnitt] Patent WMF EP1878369A1

Im Patent von WMF wird die Tasse auf eine Dichtfläche (12) gestellt. Anschließend strömt Wasserdampf geradlinig durch einen Ventilstößel (14) über eine Kondensat-Abtropfeinrichtung in die Tasse (11). Daraufhin läuft das Kondensat zurück in den Dampfverteerraum (15) und dann in den Ablauf (18). Um Patentrechte nicht zu verletzen muss das im Rahmen der labortechnischen Espressoemaschine entwickelte System eine andere, als die eben beschriebene Lösung zum Erwärmen der Tassen finden.

5.2 Rahmenbedingungen und Anforderungen

Der Tassenwärmer soll die Patentrechte der Firma WMF nicht verletzen und dabei Verbesserungen am System vornehmen. Zusätzlich sollen alle Standarttassen verwendet werden können. Das Medium bleibt ebenfalls Wasserdampf. Die Grundstruktur soll aus PA12 im SLS Verfahren gefertigt werden, um damit durch die geringeren Fertigungsrestriktionen organische und innovative Formen nicht zu beschränken.

5.3 Konzipieren

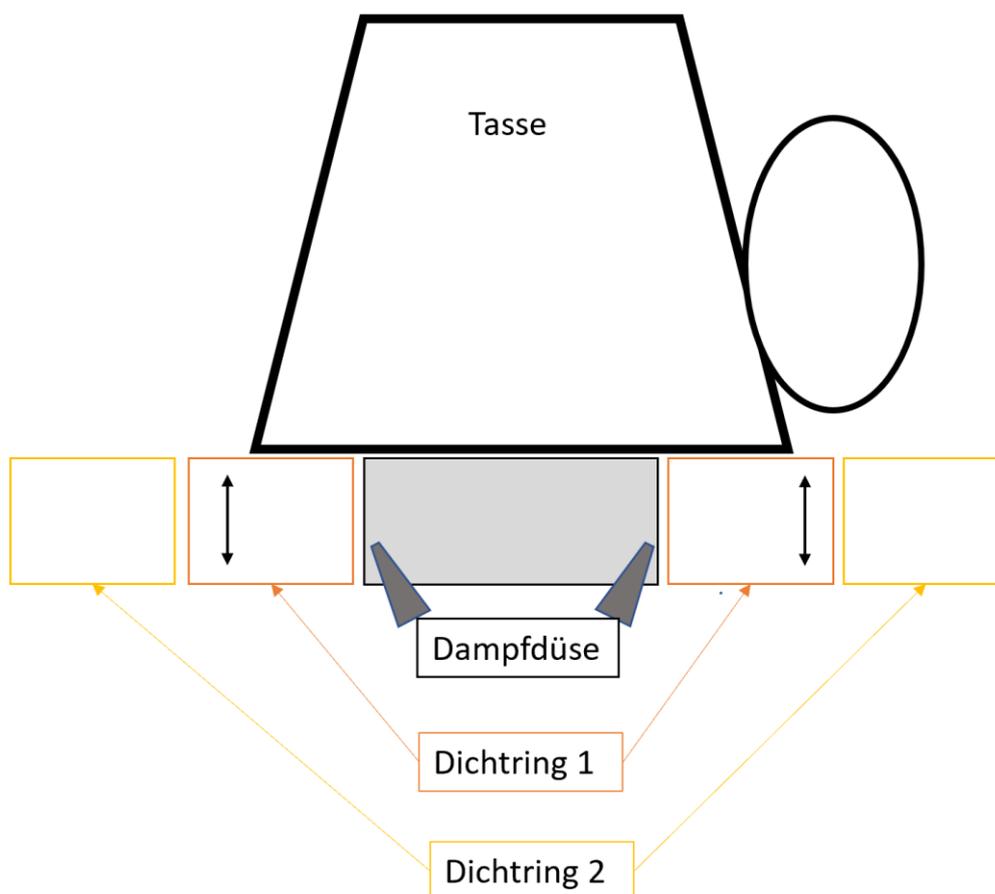


Abbildung 15: Konzept Tassenwärmer

Das aus dem Patent von WMF abgeleitete Konzept besteht aus zwei beweglich Ringen, die je nach Tassengröße nach unten verschoben werden. Durch die Verschiebung der Ringe wird das Magnetventil elektronisch aktiviert und leitet daraufhin Dampf in die Mitte der Tasse ein. Da die Dampfdüse

zudem erst nach Verschiebung des inneren Rings freigelegt wird besteht keine Gefahr bei elektronischen Fehlern einen heißen Dampfstrahl in die Umgebung abzugeben. Damit besteht eine doppelte Absicherung für den Dampfbezug.

5.4 Herstellverfahren

Der Tassenwärmer wird zu größten Teilen im SLS-Verfahren⁴ aus PA12 hergestellt. Der Druck erfolgt Schicht für Schicht durch das Pulversintern.

„Eine Walze scannt [dabei] den Drucktisch, um eine dünne Schicht graues Polyamidpulver aufzubringen, [...] dann schweißt der Laser unseres 3D-Druckers die Pulverkörner, die Ihr Objekt durch Erwärmen bilden, ohne zu fusionieren. Der Vorgang wird wiederholt, bis ein Pulverblock erhalten wird, in dem sich Ihr Objekt befindet.“ (sculpteo, Grauer Kunststoff (PA12) Materialhandbuch, 2021)

Für die Verwendung im Tassenwärmer soll eine möglichst glatte Oberfläche verwendet werden, da eine gleitende Wirkung zwischen den Teilen benötigt wird. Aus diesem Grund wird die Oberfläche „Poliert“ empfohlen.

„Polyamid-Druckteile sind wasserdicht, aber nicht völlig wasserdicht, so dass sie nicht dauerhaft mit einer Flüssigkeit in Kontakt kommen sollten.“ (vgl. ebd.)

Die Verwendung im Tassenwärmer ist daher aufgrund der Wasserdichtigkeit nur bedingt empfehlenswert. Der tatsächliche Umgang mit Wasser muss im Falle des Tassenwärmers getestet werden, da die Beaufschlagung mit Wasser nicht dauerhaft erfolgt. Zudem weist das Material eine Temperaturbeständigkeit bis 120° auf und ist dabei Lebensmittelverträglich (vgl. amt, 2020).

Das Material wird mit einer Schichtdicke von 100 µm aufgetragen und erreicht dabei eine Genauigkeit von ± 0,3 mm (sculpteo, 2021). Die Zugfestigkeit liegt bei 45 N/mm² (vgl.ebd.).

⁴ SLS-Verfahren: Selective Laser Sintering Additives Fertigungsverfahren welches mittels Laser Pulver Schichtweise ausschmilzt.

Bei den Leitungen für den Dampfbezug im Tassenwärmer muss die Designrichtlinie: „[...] Durchmesser der Leitung zur Länge 1:1, d.h. ist die Bohrung 3mm, sollte die Länge mindestens 3mm sein.“ (Sven Ullenbruch – Anhang 10) beachtet werden.

Zudem sollte eine Wandstärke von 2 mm für unelastische Teile nicht unterschritten werden. Alle weiteren Richtlinien sind für den Tassenwärmer nur bedingt von Bedeutung.

5.5 Änderungen im Konstruktionsverlauf

Die zwei größten Änderungen im Konstruktionsverlauf bezogen sich auf die Anzahl der Ringe zur Tassenauflage und die Kondensatleitung. Eine zweigeteilte Tassenauflage erhöht die Anzahl der bewegten Teile und so auch die Anzahl der Reibflächen. Die Kondensatleitung weist aufgrund der geschwungenen Form ein erhöhtes Risiko auf, dass das im Herstellverfahren verwendete Pulver nicht aus der Leitung entfernt werden kann (Abbildung 16). Zudem kann mit den vorgegebenen Toleranzen ein Kondensatablauf über den Spalt zwischen den zwei Ringen in den Verteil- und Ablaufblock nicht garantiert werden (Abbildung 17). Daher wird im weiteren Verlauf nur noch ein Ring mit Löchern für den Kondensatablauf verwendet, wie in Abbildung 18 zu sehen ist.

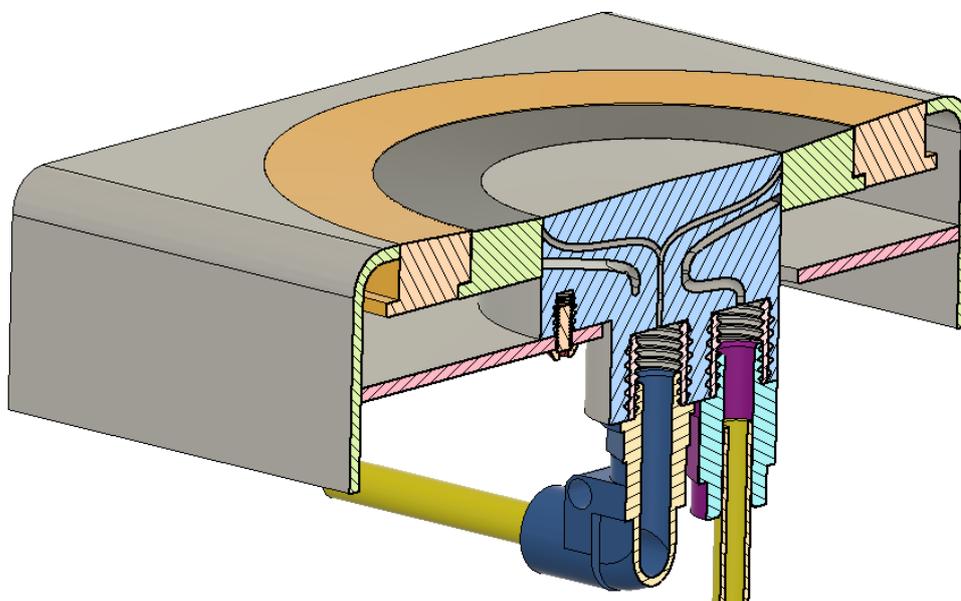


Abbildung 16: Schnittansicht Tassenwärmer V1

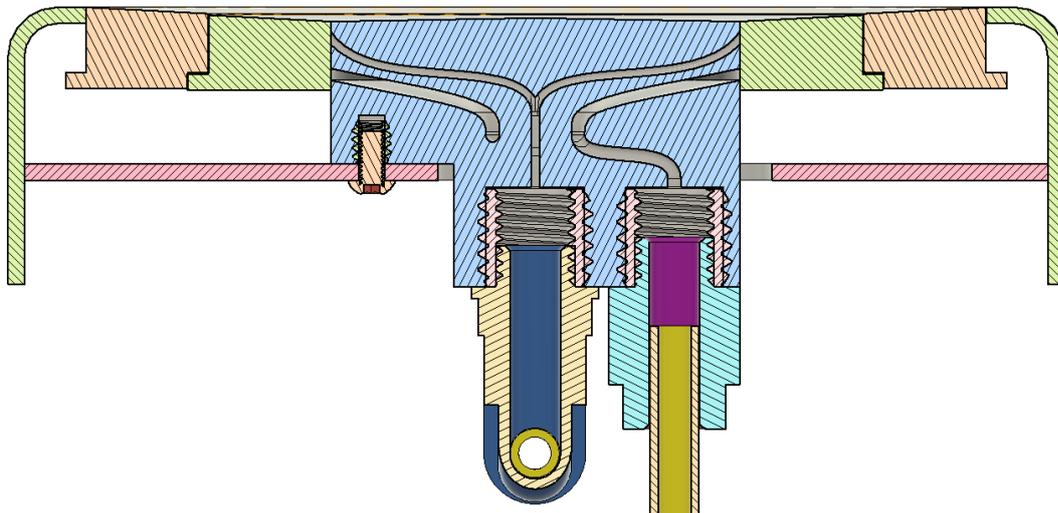


Abbildung 17: Schnittansicht gerade Tassenwärmer V1

5.6 Ausarbeitung

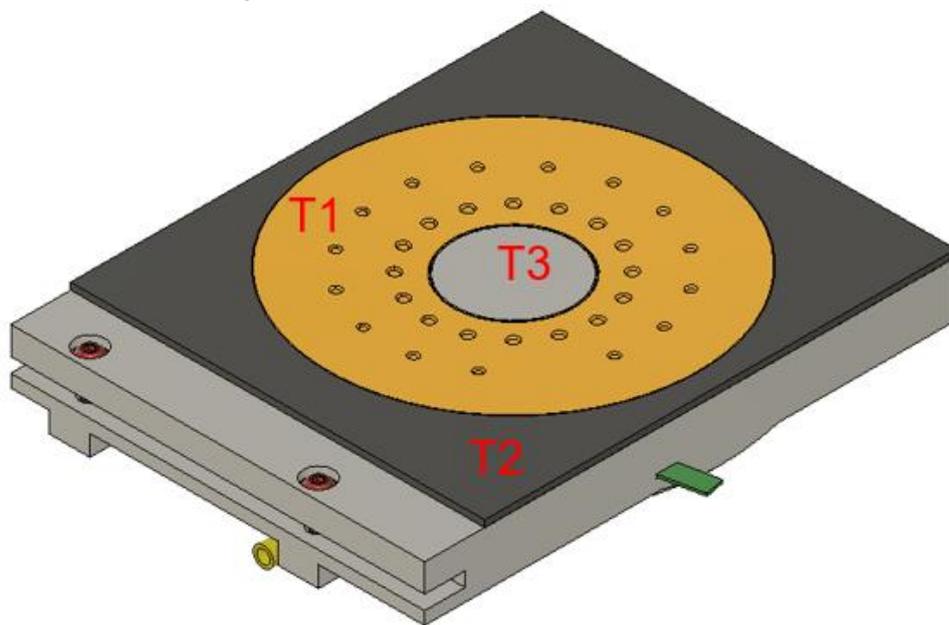


Abbildung 18: Gesamtansicht Tassenwärmer

Der Tassenwärmer besteht aus einem dreiteiligen Aufbau: Der Tassendichtfläche (T1), der Edelstahl Abdeckung (T2) und dem Dampfverteiler (T3). Die vorzuwärmende Tasse wird mit Öffnung nach unten auf die Tassendichtfläche aufgesetzt und heruntergedrückt. Dabei bewegt sich die Dichtfläche um 3.5 mm nach unten und gibt die Dampfverteildüse frei. Zusätzlich wird in der ausgelenkten Position ein Folientaster aktiviert. Dieser

gibt ein Signal aus, welches zur Aktivierung des Magnetventils führt. Das Magnetventil schaltet die Dampfzufuhr von der Dampfblase im Boiler frei und bedampft die Tasse von innen.

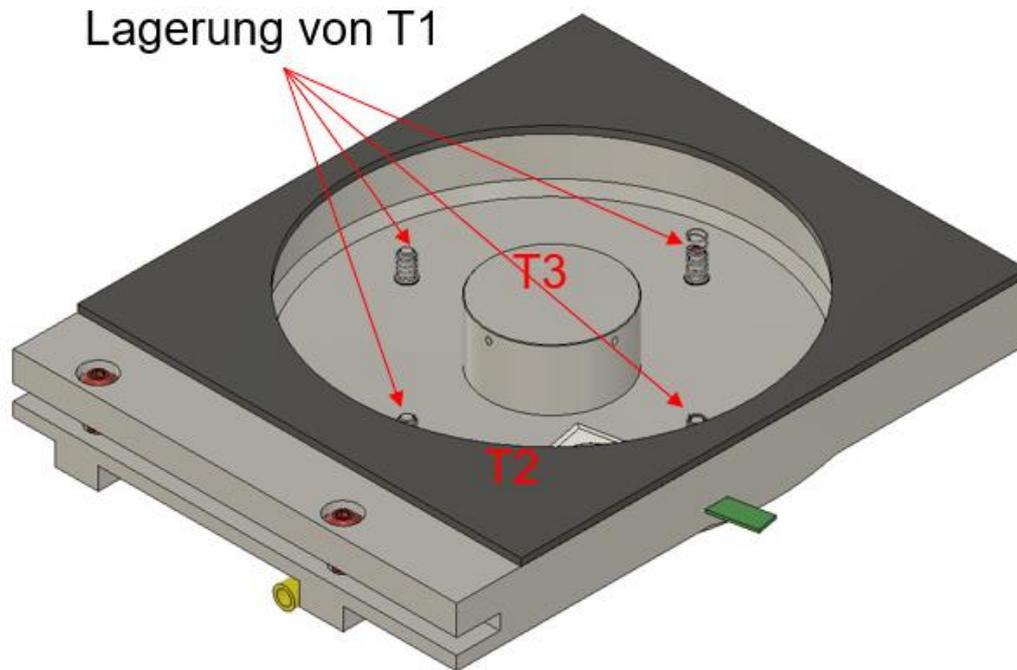


Abbildung 19: Lagerung Tassendichtfläche

Die Tassendichtfläche (T1) wird über vier Pins und die Mittelsäule von T3 gelagert. Die Pins sind dabei mit Federn besetzt, die einen Gegendruck zur Belastung durch die Tasse aufbringen. Der Gegendruck stellt dabei eine Sicherheitsrelevante Einrichtung dar, da somit ein versehentliches Auslösen des Dampfstrahls verhindert wird.

Die Federn sind dabei so ausgelegt, dass sie zusammen bei voller Belastung eine Kraft von 20 N aufbringen. Dabei werden sie ca. 3,5 mm komprimiert. Sie sind zusätzlich um je 1N vorgespannt um eine Rückstellung der Tassendichtfläche (T1) zu gewährleisten. Die Edelstahlabdeckung dient dabei als Anschlag nach oben (vgl. Abbildung 20: Schnitt Kondensatablauf Tassenwärmer).

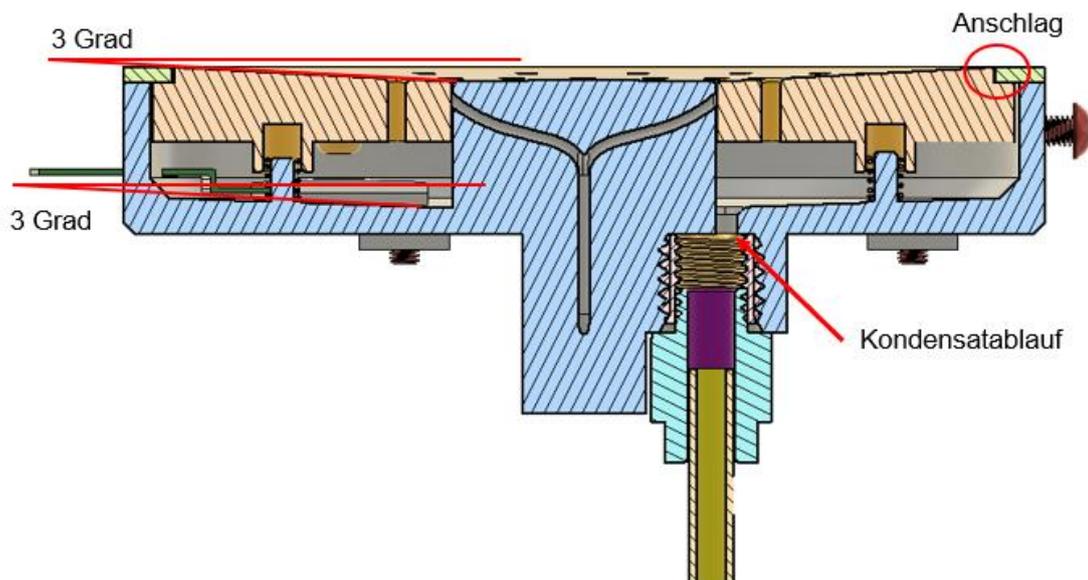


Abbildung 20: Schnitt Kondensatablauf Tassenwärmer

Die Tassendichtfläche ist mit einer Schräge von 3 Grad ausgelegt, um ein Abfließen des Kondensats hin zur Mitte und zu den Löchern in der Dichtfläche zu gewährleisten. Die Auffangschale ist dabei ebenfalls mit einem Winkel von 3 Grad ausgestattet und führt das Kondensat in den Kondensatablauf (Abbildung 20)

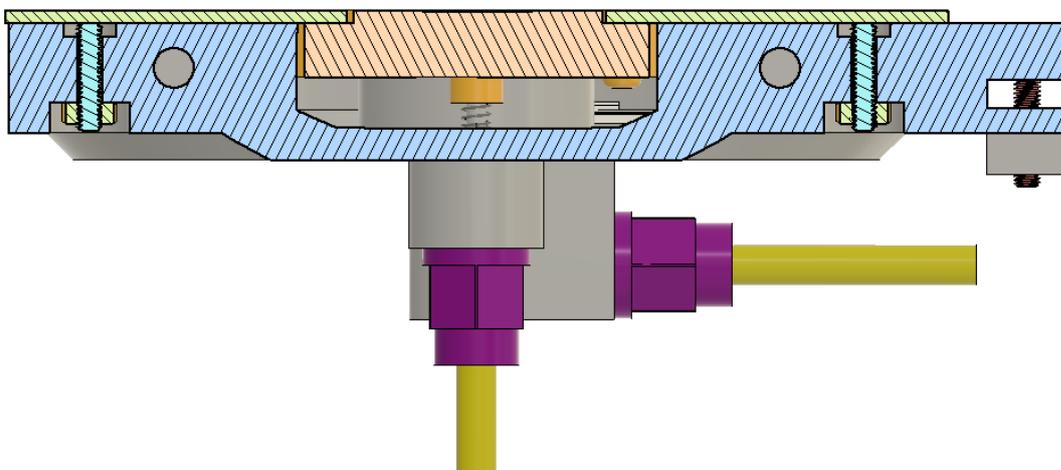


Abbildung 21: Verschraubung Edelstahl Abdeckung

An die Edelstahlabdeckung werden vier Bolzen mittels Bolzenschweißverfahren angebracht. Die Bolzen werden rückseitig mit M4

Muttern verschraubt. Die Öffnung um die Mutter bietet dabei genug Platz einen Steckschlüsseleinsatz der Schlüsselweite 7 zum Verschrauben anzusetzen.

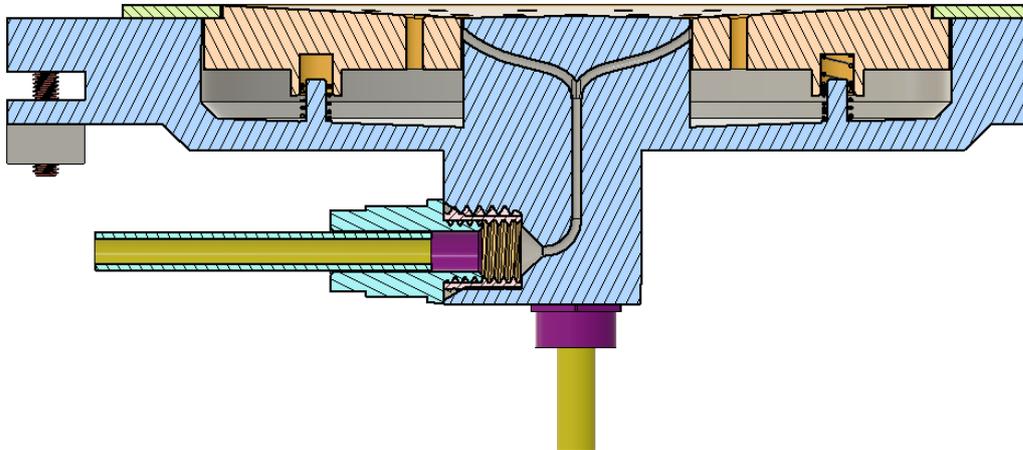


Abbildung 22: Schnitt Dampfverteilung Tassenwärmer

Die Verschraubung der geraden Einschraubverschraubung (Abbildung 22) erfolgt über einen Kunststoff Gewindeeinsatz der Firma Kerb Konus (Anhang 6: Gewindeeinsätze). Die Dampfverteilung weist eine Länge größer dem Durchmesser auf und ist somit im SLS Verfahren fertigbar (5.4 Herstellverfahren).

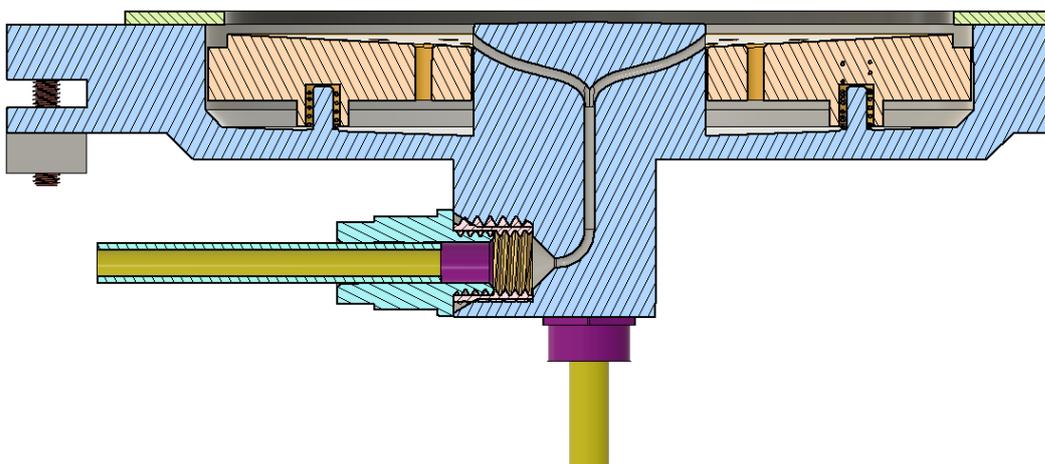


Abbildung 23 Schnitt Dampfverteilung Tassenwärmer aktiviert:

In der aktivierten Position (Abbildung 23) kann erkannt werden, dass die Dampfverteilung erst nach der Komprimierung der Federn freigegeben wird. Die Federn werden dabei von einem Dorn innen und einer Hülle außen geführt. Der Dorn dient dabei ebenfalls als Anschlag.

Die Dampfleitung wird über eine gerade Einschraubverschraubung angeschlossen. Dadurch kann gegenüber der Winkelverschraubung, wie in Abbildung 16 zu sehen, in der Höhe Platz gespart werden. Dies stellte sich bei der Implementierung in das bestehende System (5.7) als nützlich heraus.

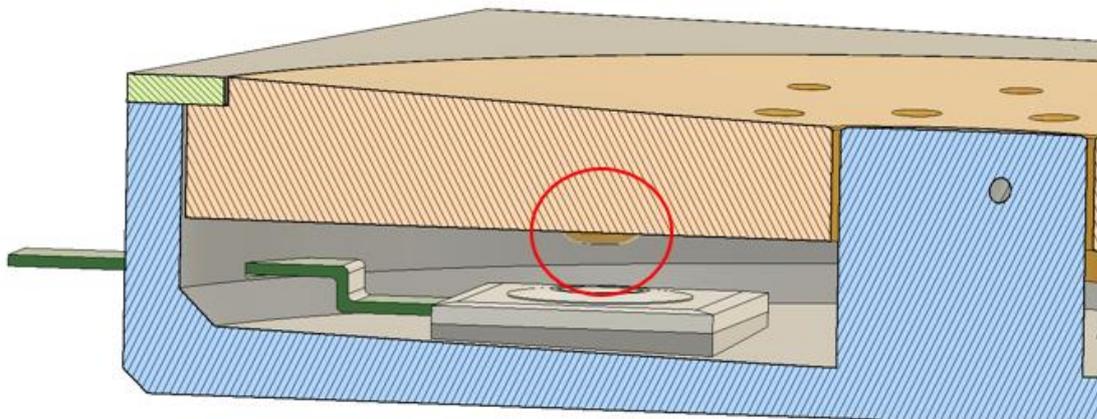


Abbildung 24: Folientaster Tassenwärmer

Der Folientaster wird durch einen Pin an der Unterseite des Tassendichtrings aktiviert. Er befindet sich erhöht und wird in die Kondensat-Sammelstelle geklebt. Die Anordnung der Löcher im Tassendichtring ist an dieser Stelle, wie in Abbildung 18 zu sehen unterbrochen. Durch die Erhöhung und das fehlende Loch im Tassendichtring wird die ständige Beaufschlagung mit Kondensat unterbunden.

5.7 Implementierung in das bestehende System

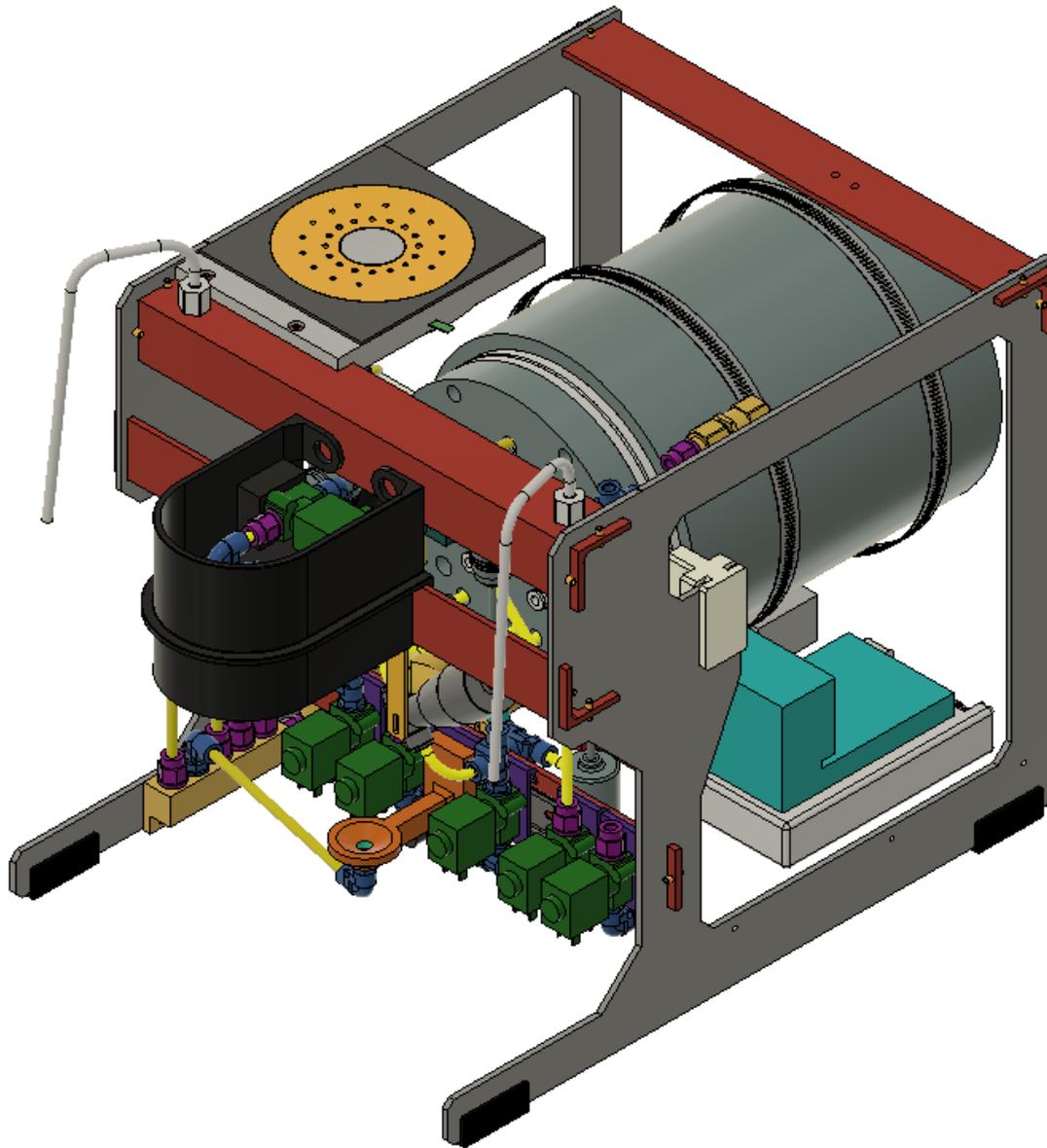


Abbildung 25: Gesamtsystem mit Tassenwärmer

Der Tassenwärmer wird oberhalb der Brühgruppe in der Espressoemaschine verbaut. Er wird dabei sowohl an das L-Profil des Grundrahmens als auch an der Seitenwand verschraubt. Die Verschraubung erfolgt mittels vier M4 Schrauben, die mit Gewindeeinsätzen im Kunststoff gekontert werden.

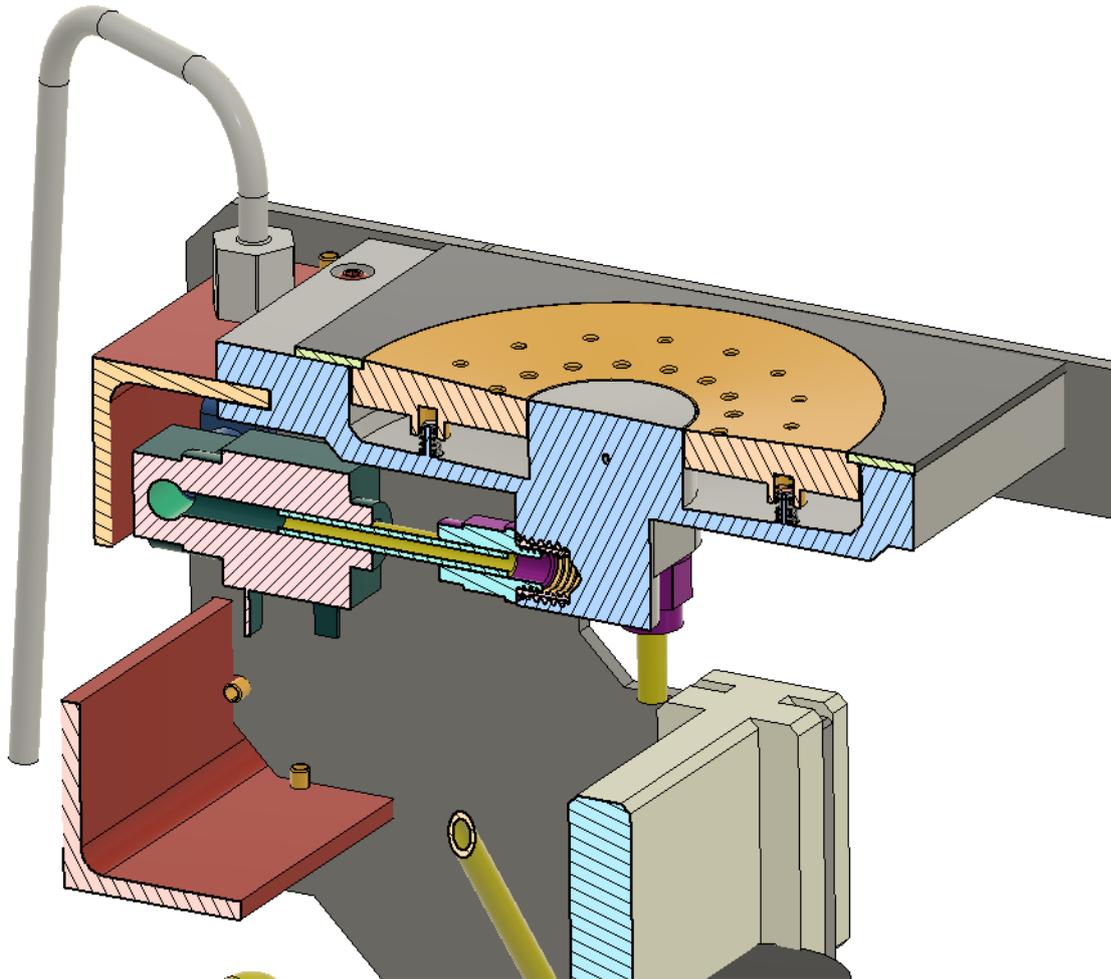


Abbildung 26: Schnitt Tassenwärmer im Gesamtsystem

Der Tassenwärmer ist im Gesamtsystem so angebracht, dass er direkt vom Magnetventil Y10 (Anhang 9: Hydraulikplan Variante Labor) gespeist wird. Die Oberkante der Edelstahlabdeckung (T2 Abbildung 18: Gesamtansicht Tassenwärmer) liegt dabei auf der gleichen Höhe wie die Seitenwand des Grundrahmens. Dadurch kann der Tassenwärmer direkt in die Abdeckung der Espressoemaschine eingehen.

5.8 FEM-Analyse

Die Betätigungskraft des Tassenwärmers wurde auf 20 N ausgelegt. Da aber bei falscher Anwendung oder versehentlichem Aufstützen auf die Maschine auch höhere Kräfte wirken können, muss der Tassenwärmer auch für eine solche Belastung ausgelegt werden. Bei der Simulation wird eine Stützkraft von 500 N angenommen.

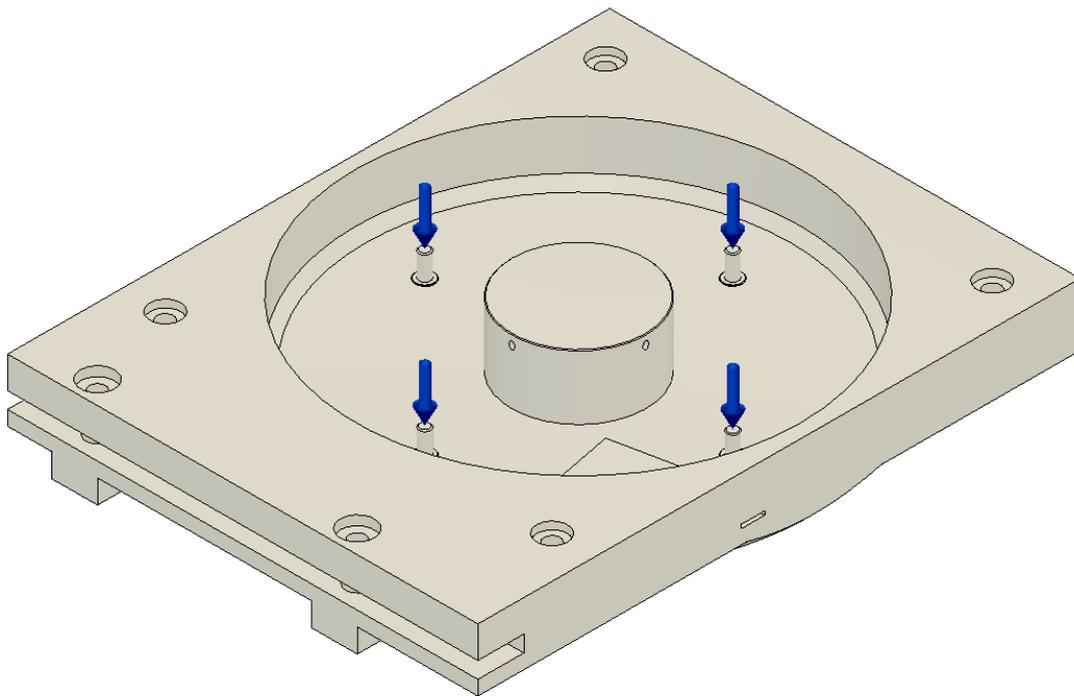


Abbildung 27: Kraftannahme Tassenwärmer

Die Lagerung erfolgt zum einen über die Montage am L-Profil zum anderen über die Seitenwand. Dadurch können die anliegenden Flächen als reibschlüssig verbunden angenommen werden.

Die Vernetzung des Tassenwärmers erfolgt über eine quadratische Ansatzfunktion und Tetraeder als Elementen. Dabei entstehen 16463 Knoten und 74163 Elemente.

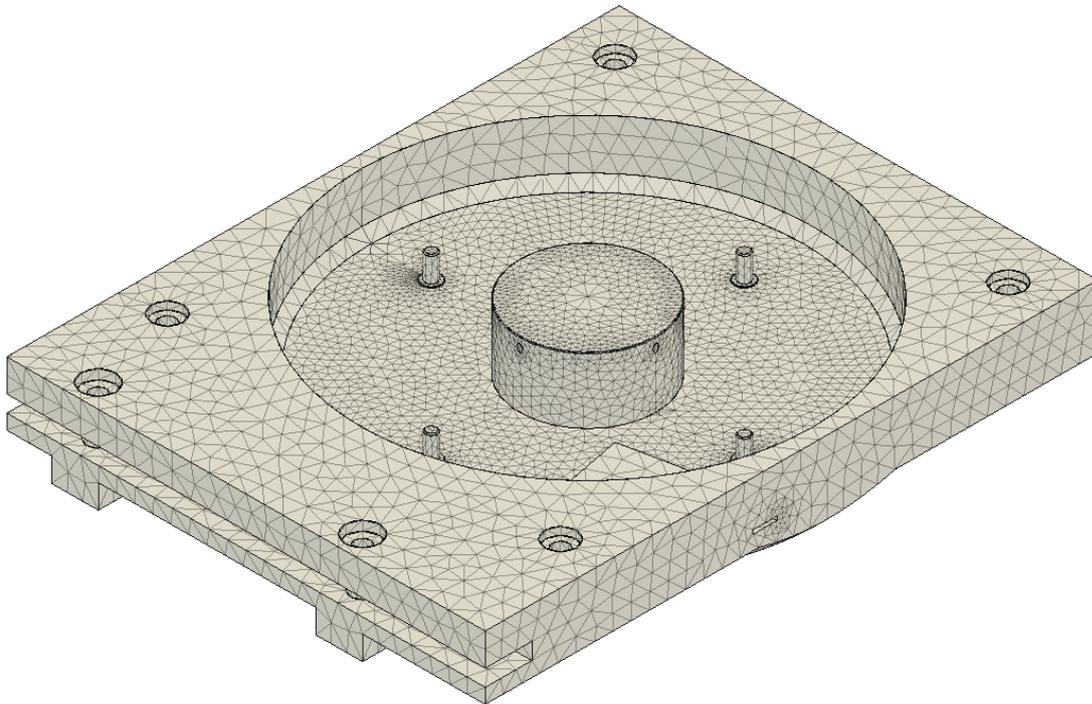


Abbildung 28: Vernetzung Tassenwärmer

Es wird in der Simulation nur die Dampfverteileinrichtung verwendet, da diese die komplette Kraft auf den Rahmen überträgt. Andere Teile wie die Edelstahlabdeckung und die Tassendichtfläche übertragen die Kraft direkt an die Dampfverteileinrichtung und sind daher in der Lastannahme keine kritischen Teile. Die Last wird in der Annahme mittig auf je einen Dorn aufgebracht, da dieser als Anschlag für die Tassendichtfläche dient.

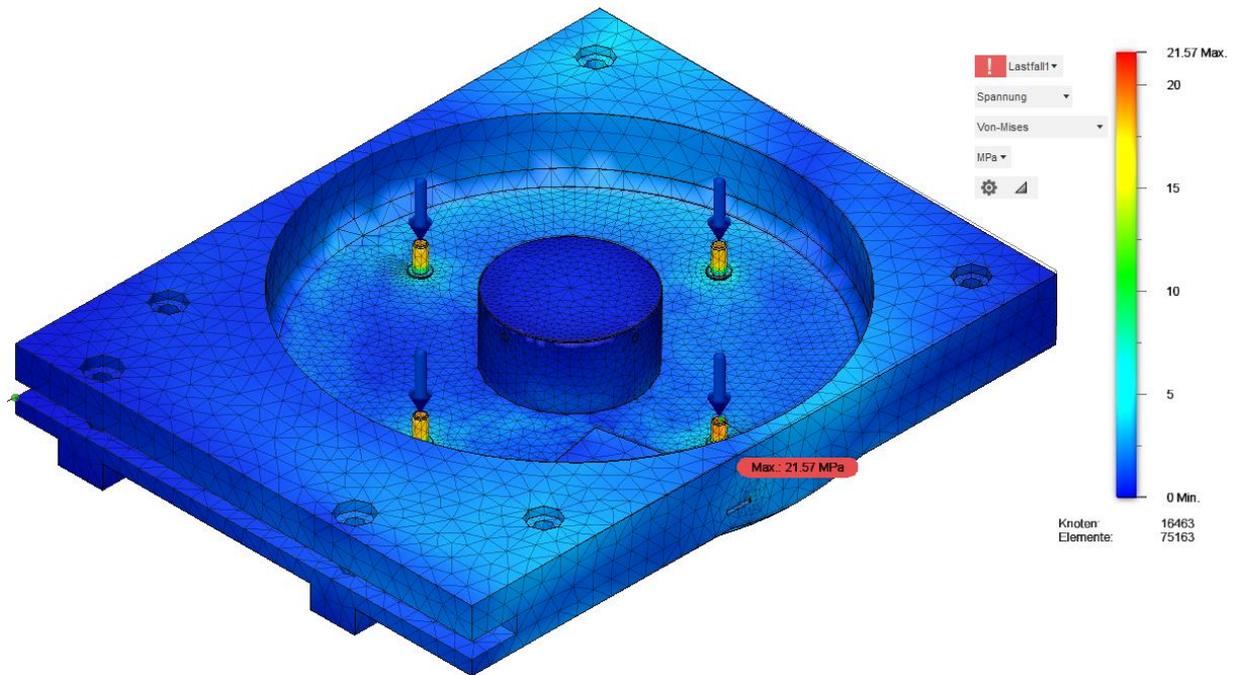


Abbildung 29: Spannungsanalyse Tassenwärmer bei 50kg Belastung

Die Maximale Spannung liegt im Anschlag auf dem Dorn bei 21,57 MPa. Die maximal zulässige Spannung liegt wie in 5.4 erläutert bei 45 MPa. Damit entsteht, bei einer Belastung von 500 N eine Sicherheit von:

$$S_F = \frac{45 \text{ MPa}}{21,57 \text{ MPa}} = 2,09 \quad (1)$$

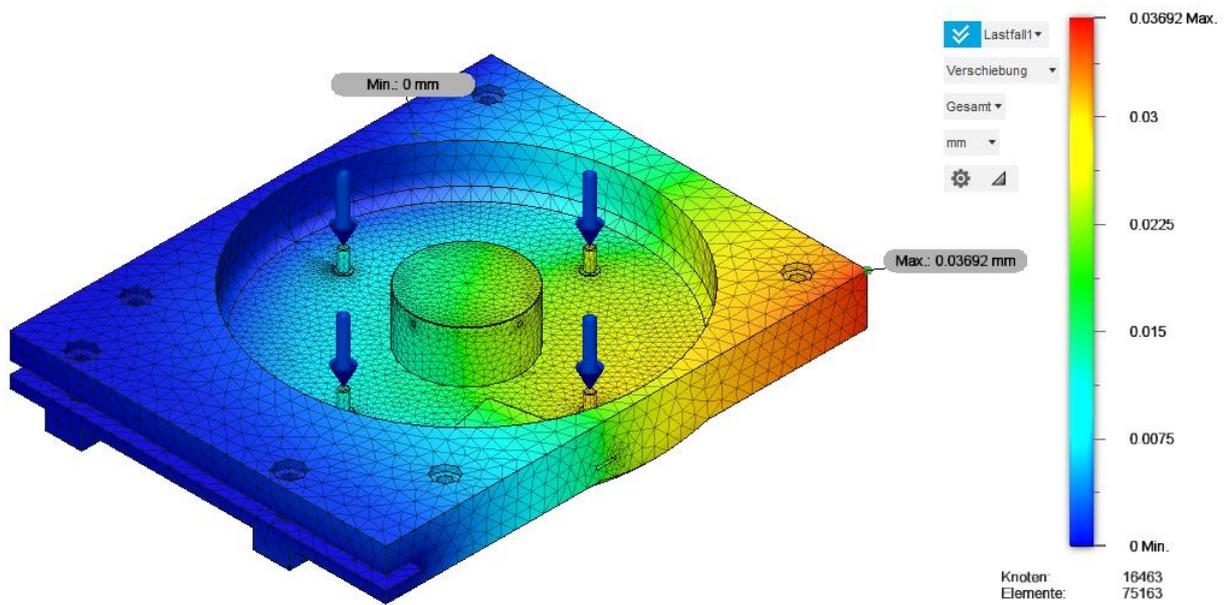


Abbildung 30: Verschiebungsanalyse bei 20 N Belastung

Bei einer der Betriebsbelastung von 20 N ergibt sich für die maximale Verschiebung ein Wert von ca. 0,04 mm und eine maximale Spannung von 0,86 MPa.

6. Fazit

Bei der Inbetriebnahme des Grundrahmens konnte die Grundstruktur aufgebaut, jedoch aufgrund fehlender Teile nicht komplett abgeschlossen werden. In den weiteren Arbeiten sollten die Spannstifte eingepresst sowie die Boiler angebracht werden. Anschließend kann die hydraulische Inbetriebnahme erfolgen, bei der auch die Positionen der restlichen Teile geklärt werden.

Es fiel auf, dass das Grundkonzept des Grundrahmens einen stabilen und wertigen Eindruck macht.

Bei der elektrischen Inbetriebnahme konnte der Stromschlagschutz gesichert werden. Dabei entstand eine Abdeckung für das SSR-Relay der Heizelemente-Steuerung. Die weiteren Arbeiten der elektrischen Inbetriebnahme werden nach der hydraulischen Inbetriebnahme stattfinden und umfassen die Kabelbaumentwicklung sowie die weitere Überprüfung auf mögliche Gefahrenstellen für Kurzschlüsse im System.

Die Entwicklung des Tassenwärmers ist so weit fortgeschritten, dass ein erster Prototyp bestellt werden kann. Bei der Erprobung des Systems sollte besonders auf die Funktionserfüllung durch die Materialeigenschaften (Wasserdichtigkeit) geachtet werden. Falls das Material die Anforderungen nicht erfüllt muss auf ein Vergleichbares umgestiegen werden.

Obwohl die Schwerpunkte dieser Arbeit sich im Laufe des Projektes umgelagert haben und verschiedene Aufgaben adaptiert wurden, konnte ein guter Entwicklungsfortschritt festgehalten werden. Die Arbeit bietet eine gute Grundlage für nachfolgende Projektgruppen ein serienfähiges Produkt zu entwickeln.

Literaturverzeichnis

- amt. (2020). *Postpro3d delivers end-use parts that pass health and safety regulations.* amt.
- Bommer. (2006). *FTWS-01*. Richard Wöhr GmbH.
- F.Weber-F.Michal-T.Blädl-T.Ahlgrim-L.Ankner-Y.Bolat. (2020). *Weiterführung der Konstruktion einer Siebträger-Espressomaschine / Entwicklung einer labortechnischen Espressomaschine.*
- Finus, M. F. (04. 01 2018). *Bleche laserschneiden - wie es funktioniert.* <https://www.blechnet.com/bleche-laserschneiden--wie-es-funktioniert-a-781958/>: blechnetcom. Von <https://www.blechnet.com/bleche-laserschneiden--wie-es-funktioniert-a-781958/> abgerufen
- Frank, G. (2006). *Deutschland Patentnr. EP 1 878 369 A1.*
- GmbH, A. (13. 12 2020). *SSR-1 Dimmer.* Von <https://www.appoldt.com/downloads/seite-2.52.pdf> abgerufen
- Jura. (05. 01 2021). *Jura.* Von <https://de.jura.com/de/kaffeewelt/barista-tipps/warme-tassen-steigern-den-kaffeegenuss> abgerufen
- Kerb-Konus-Vertiebs.GmbH. (08. 01 2020). *Dünnwand-Gewinde-Einsatz. selbstschneidend.* Von <https://www.kerbkonus.de/proddb/pdf/frame.php?pdf=de.ds.30.3470&lang=de> abgerufen
- Kirchner, E. (2020). *Werkzeuge und Methoden der Produktentwicklung.* Springer.
- Reuter., M. (2013). *Technischer und wirtschaftlicher Vergleich von Herstellungsverfahren bei der Entwicklung von Kunststoffhohlkörpern in Automobilanwendungen.* Dissertation - Universität Duisburg-Essen.
- Rohnen, A. (2020). *Hydraulikplan Labot, Home.* München Hochschule für angewandte Wissenschaften: Moodle Dokument.
- sculpteo. (15. 01 2021). *Grauer Kunststoff (PA12) Materialhandbuch.* Von <https://www.sculpteo.com/de/materialien/sls-materialien/grau-kunststoff-material/> abgerufen
- sculpteo. (05. 01 2021). *sculpteo a brand of BASF.* Von <https://www.sculpteo.com/de/materialien/multijetfusion-technologie/multi-jet-fusion-schwarzer-kunststoff/> abgerufen
- Stach, K. (2018). *Labortechnische Espressomaschine Bachelor Thesis.*

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gesamtaufbau Espressomaschine Stand SoSe2020	7
Abbildung 2: Vorgehensweise nach der VDI-Richtlinie 2221 Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte (Reuter., 2013)	9
Abbildung 3: Ausschnitte in den Seitenwänden	11
Abbildung 4: Bodenblech neue Variante	13
Abbildung 5: Baugruppe Grundrahmen - 20200831-01	14
Abbildung 6: Schaltbild SSR-Relay	16
Abbildung 7: Appoldt PA100 Leistungsregler inkl. KSi480	17
Abbildung 8: Trafoplatine	18
Abbildung 9: Trafoabdeckung	18
Abbildung 10: Draufsicht Trafoabdeckung (Schnitt Trennebene)	19
Abbildung 11: Seitenansicht Trafoabdeckung	20
Abbildung 12: Draufsicht Trafoabdeckung (Schnitt Aufnahme Mutter)	20
Abbildung 13: Schnitt durch Mittelpunkt Trafoabdeckung	21
Abbildung 14: [Ausschnitt] Patent WMF EP1878369A1	23
Abbildung 15: Konzept Tassenwärmer	24
Abbildung 16: Schnittansicht Tassenwärmer V1	26
Abbildung 17: Schnittansicht gerade Tassenwärmer V1	27
Abbildung 18: Gesamtansicht Tassenwärmer	27
Abbildung 19: Lagerung Tassendichtfläche	28
Abbildung 20: Verschraubung Edelstahl Abdeckung	29
Abbildung 21: Schnitt Kondensatablauf Tassenwärmer	29
Abbildung 22: Schnitt Dampfverteilung Tassenwärmer	30
Abbildung 23 Schnitt Dampfverteilung Tassenwärmer aktiviert:	30
Abbildung 24: Folientaster Tassenwärmer	31
Abbildung 25: Gesamtsystem mit Tassenwärmer	32
Abbildung 26: Schnitt Tassenwärmer im Gesamtsystem	33
Abbildung 27: Kraftannahme Tassenwärmer	34
Abbildung 28: Vernetzung Tassenwärmer	35
Abbildung 29: Spannungsanalyse Tassenwärmer bei 50kg Belastung	36
Abbildung 30: Verschiebungsanalyse bei 20 N Belastung	37

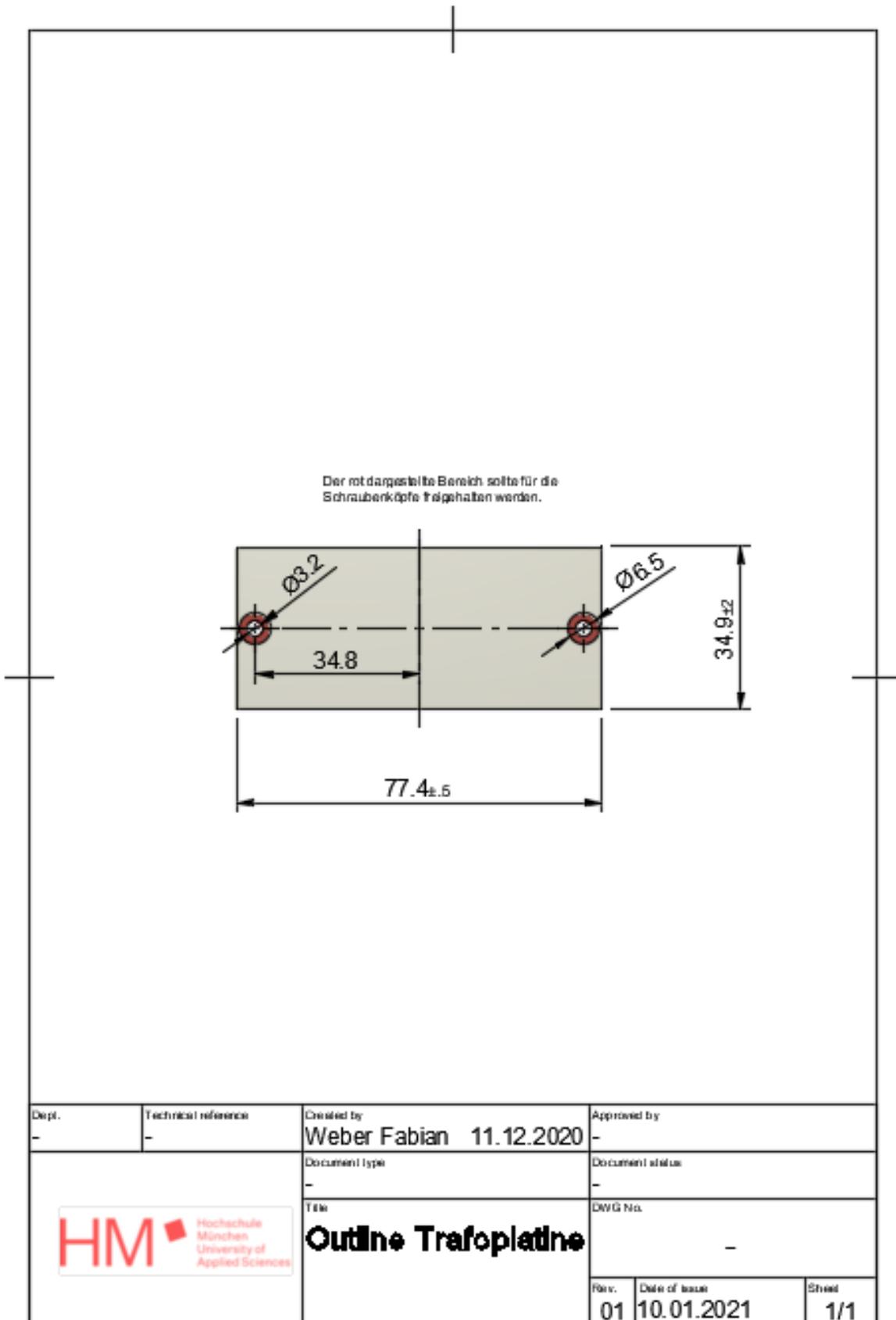
Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Grundrahmen Stückliste [Auszug]	10
Tabelle 2: Anforderungsliste SSR Abdeckung	15

Anhang

Anhangsverzeichnis:

<i>Anhang 1: Aufnahmepunkte Trafoplatine</i>	42
<i>Anhang 2: Stückliste Tassenwärme</i>	43
<i>Anhang 3: Stückliste Grundrahmen</i>	44
<i>Anhang 4: Stückliste SSR-Abdeckung</i>	45
<i>Anhang 5: Folientaster</i>	46
<i>Anhang 6: Gewindeeinsätze</i>	47
<i>Anhang 7: Appoldt PA100</i>	48
<i>Anhang 8: KSI480 SSR</i>	51
<i>Anhang 9: Hydraulikplan Variante Labor</i>	52
<i>Anhang 10: Email Sven Ullenbruch</i>	53



Anhang 1: Aufnahmepunkte Trafoplatine

Stückliste Form B (DIN 6771-2)

Nach Hoischen, Technisches Zeichnen, 35. Auflage, S.152

10.01.2021

erstellt von Fabian Weber

A4-Format quer nach DIN EN ISO 216

(Spaltenbezeichnungen abweichend zur Norm)

Tassenwärmer (20210104-15)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos.	Teile-Nr.	Bezeichnung	Lieferant	Bestellnummer	Einzelpreis	Anzahl	Gesamtpreis	Werkstoff	Bemerkung
1	20210104-15-01	Tassendichtfläche	-	-	-	1	-	PA12	3D-Druck-Teil
2	20210104-15-02	Edelstahlabdeckung	-	-	-	1	-	X5CrNi 18-10	-
3	20210104-15-03	Dampfverteiler	-	-	-	1	-	Pa12	3D-Druck-Teil
4	20210104-15-04	Feder	Sodemann	C01800180440S	4,83 €	4	19,32 €	Edelstahl A2	C01800180440S
5	20210104-15-05	G1/8 Gewindeeinsatz	Kerb Konus	-	-	4	-	Edelstahl A2	auf Anfrage
6	20210104-15-06	Schweiß-Gewindebolzen	-	-	-	4	-	-	zu definieren
7	20210104-15-07	M4 Mutter	-	-	-	4	-	Edelstahl A2	DIN 934
8	20210104-15-08	M4x22 Schraube	-	-	-	2	-	Edelstahl A2	ISO 7380-1
9	20210104-15-09	M4x10 Schraube	-	-	-	2	-	Edelstahl A2	ISO 7380-1
10	20210104-15-10	FolienTaster	Richard Wöhr	FTWS-01	-	1	-	-	-
11	20200831-02-26	Gerade Einschraub-Verschraubung	AVS-RÖMER	367053	-	2	-	PPSU	951P3-6FF-1/8

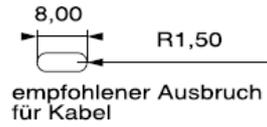
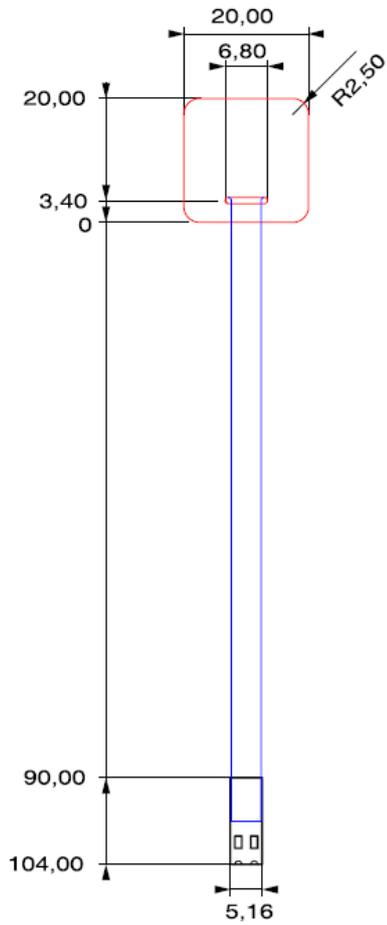
Anhang 2: Stückliste Tassenwärme

Stückliste Form B (DIN 6771-2)									15.01.2021
Nach Hoischen, Technisches Zeichnen, 35. Auflage, S.152									erstellt von Fabian Weber, Florian Michal
A4-Format quer nach DIN EN ISO 216 (Spaltenbezeichnungen abweichend zur Norm)									
Grundrahmen (20200831-01)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos.	Teile-Nr.	Bezeichnung	Lieferant	Bestellnummer	Einzelpreis	Anzahl	Gesamtpreis	Werkstoff	Bemerkung
1	20200831-01-01	Seitenwand	Feld	N/A	92,50 €	2	185,00 €	X5CrNi18-10	-
2	20200831-01-02	L-Profil gleichschenkelig	Feld	N/A	20,50 €	3	61,50 €	X5CrNi18-10	L EN 10 056-1 - 40 x 40 x 4
3	20200831-01-03	Flachstab	Feld	N/A	18,30 €	1	18,30 €	X5CrNi18-10	EN 10 058 - 40 x 4 x 500 F
4	20200831-01-04	Bodenblech	Feld	N/A	53,00 €	1	53,00 €	X5CrNi18-10	Biegeteil
5	20200831-01-05	Boilerhalterung rechts	-	-	-	1	-	PA12	3D-Druck-Teil
6	20200831-01-06	Boilerhalterung links	-	-	-	1	-	PA12	3D-Druck-Teil
7	20200831-01-07	Boilerhalterung hinten	-	-	-	1	-	PA12	3D-Druck-Teil
8	20200831-01-08	Fuß	-	-	-	2	-	PA12	3D-Druck-Teil
9	20200831-01-09	Spannstift	-	-	-	24	-	X10CrNi18-8	DIN 1481 - 4 x 12
10	20200831-01-10	Dosierventil Halter	-	-	-	1	-	-	noch nicht fertig konstruiert
11	20200831-01-11	Clip	-	-	-	1	-	-	noch nicht fertig konstruiert
12	20200831-01-12	Motorhalterung	-	-	-	1	-	X5CrNi18-10	noch nicht fertig konstruiert

Anhang 3: Stückliste Grundrahmen

Stückliste Form B (DIN 6771-2)									10.01.2021
Nach Hoischen, Technisches Zeichnen, 35. Auflage, S.152									erstellt von Fabian Weber
A4-Format quer nach DIN EN ISO 216 (Spaltenbezeichnungen abweichend zur Norm)									
SSR-Abdeckung (20210104-03)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos.	Teile-Nr.	Bezeichnung	Lieferant	Bestellnummer	Einzelpreis	Anzahl	Gesamtpreis	Werkstoff	Bemerkung
1	20210104-03-01	Trafoabdeckung-Unterschale	-	-	-	1	-	PA12	3D-Druck-Teil
2	20210104-03-02	Trafoabdeckung-Oberschlae	-	-	-	1	-	PA12	3D-Druck-Teil
3	20210104-03-03	Sterungsplatine	-	-	-	1	-	-	-
4	20210104-03-04	Appold inkl SSR Relay	-	-	-	1	-	-	PA100 Leistungsregler/KSI480
5	20210104-03-05	M3x16 Schraube	-	-	-	4	-	Edelstahl A2	ISO 7380-1
6	20210104-03-06	M3x6 Schraube	-	-	-	2	-	Edelstahl A2	ISO 7380-1
7	20210104-03-07	M4x14 Schraube	-	-	-	2	-	Edelstahl A2	ISO 7380-1
8	20210104-03-08	M3 Mutter	-	-	-	6	-	Edelstahl A2	DIN 934

Anhang 4: Stückliste SSR-Abdeckung



Eigenschaften:

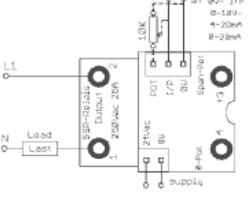
Folientastatur FTWS-01

- Frontfolie und Schaltungsträger aus Polyester
- Schnappscheibe vergoldet (1 Mio. Schaltspiele bauteiltypisch)
- Betriebstemperatur 0°C bis 45°C
- Transporttemperatur -30°C bis 70°C
- Betätigungskraft ca. 3 N
- Schaltspannung min, 100mV max, 42V
- Schaltstrom min, 0,5mA max, 100mA
- Schaltleistung max, 0,6W
- Leitungswiderstand ca. 20 - 40Ω
- Kontaktierung RM 2,54mm □ 0,635
- Tastfläche rund geprägt
- Tastaturdicke 0,80mm

Kundenspezifische Modifikation auf Anfrage möglich,

 RICHARD WÖHR GMBH	Datum	Name	Maßstab: 1:1,00
	Bearb.	30.06.06	Bommer
	Gepr.		
	Art.Nr.: FTWS-01		Blatt
		ZCHG.-Nr.:	1 / 1

	Dünnwand-Gewinde-Einsatz selbstschneidend, Schneidbohrung		Ensat®-SBD Werknorm 347 / 348			
Anwendung Gewinde-Einsatz Ensat® mit drei Schneidbohrungen in speziell dünnwandiger Ausführung. Geeignet vor allem für Kunststoffe mit dünner Restwandung für leichte Konstruktionen.						
Mit dieser Ausführung ist vor allem die Verarbeitung auf Gewindeschneidmaschinen möglich, da die Steigungen von Außen- und Innengewinde identisch sind. Für die Verarbeitung der Dünnwand-Einsätze in Metallen ist			immer die Zugfestigkeit bzw. die Härte des Grundwerkstoffes ausschlaggebend. In kritischen Fällen wird Schmierung mit geeigneten Mitteln empfohlen, um Bruch der Dünnwand-Einsätze zu verhindern.			
Maße in mm						
Artikelnummer	Innengewinde	Außengewinde		Länge	Aufnahmeloch-durchmesser für Kunststoffe (Richtwerte)	Mindest-Bohrlochtiefe bei Sacklöchern
	A	E	P	B	L	T
347 000 035 ...	M 3,5	5	0,6	5	4,6 bis 4,7	7
348 000 035 ...	M 3,5	5	0,6	8	4,6 bis 4,7	10
347 000 040 ...	M 4	6	0,7	6	5,4 bis 5,6	8
348 000 040 ...	M 4	6	0,7	8	5,4 bis 5,6	10
347 000 050 ...	M 5	6,5	0,8	7	6,0 bis 6,1	9
348 000 050 ...	M 5	6,5	0,8	10	6,0 bis 6,1	13
347 000 060 ...	M 6	8	1	8	7,4 bis 7,6	10
348 000 060 ...	M 6	8	1	12	7,4 bis 7,6	15
347 000 080 ...	M 8	10	1,25	9	9,3 bis 9,5	11
348 000 080 ...	M 8	10	1,25	14	9,3 bis 9,5	17
347 000 100 ...	M 10	12	1,5	10	11,1 bis 11,3	13
348 000 100 ...	M 10	12	1,5	18	11,1 bis 11,3	22
347 000 120 ...	M 12	14	1,75	12	13,1 bis 13,3	15
348 000 120 ...	M 12	14	1,75	22	13,1 bis 13,3	26
Beispiel für das Finden der Artikelnummer	Selbstschneidender Dünnwand-Gewinde-Einsatz Ensat®-SBD der Werknormreihe 347 0 mit Innengewinde A = M5 aus Stahl, einsetzgehärtet, verzinkt, blau passiviert: Ensat®-SBD 347 000 050.110					
Kurze Bauform	Werknorm 347					
Lange Bauform	Werknorm 348					
Werkstoffe	Stahl, einsetzgehärtet, verzinkt, blau passiviert Stahl, einsetzgehärtet, Zink-Nickel, transparent passiviert Edelstahl 1.4305 (M3,5 – M8) Messing		Artikel-Nr. (vierte Zifferngruppe) 110 Artikel-Nr. (vierte Zifferngruppe) 143 Artikel-Nr. (vierte Zifferngruppe) 500 Artikel-Nr. (vierte Zifferngruppe) 800			
	Andere Werkstoffe, Ausführungen und Veredelungsarten auf Anfrage.					
Toleranz	ISO 2768-m					
Gewinde	Innengewinde A: nach ISO 6H Außengewinde E: Sondergewinde mit abgeflachtem Gewindegrund, nach KKV-Vorgabe Innengewinde UNC, UNF, Whitworth auf Anfrage					

<p>1-18 APPOLDT GMBH Ingenieurbüro D-40231 Düsseldorf Am Schurfwinkel 2A</p>	<p>PA100 - Phasenanschnitt – Leistungsregler - Dimmer – Softstartmodul / Phase-Angle-Control für SSR-Relais “ Momentanschaltend / Random“ SSR Einphasentyp 1~</p>								
<p># Heizungsregelung # Motordrehzahlregelung Gebläseregelung mit Spaltpolmotoren von „Torin-Sifan „ oder Kohlebürsten - Motoren # Traforegelung Leistungsregelung: 0...100% bis 125 A. Dieser PA100V auf Standard SSR-Halbleiterrelais (-10) ermöglicht bei variablem Analogeingangssignal ...dann auf der Lastseite einen Phasenanschnittbetrieb zwischen 0-180 Grad zur Regelung . (stufenlos) von ohmschen und mit geringen Einschränkungen auch induktive Lasten. Achtung : Es können max. 2-3 PA100V von 1Trafo/Netzteil Nr: 5100 mit 24Vac versorgt werden !! Option : Softstart verzögerung ca. 0,5 sec. Steht als Vorschaltsskizze zur Verfügung. Zubehör-Set: 2063 Fingersichere Klarsichtabdeckung auf dem SSR-Relais. Darauf ist mit Distanzhülsen die PA-Platine befestigt. Typ:2000 /2032 ist für Poti-Ansteuerung oder 0-10Vdc/0-5V (0V I/P) geeignet ! Typ : 2092 für 4-20mA auf 0V / I/P. Option : 2 Potis 20-Gang auf der LP um den 0-Punkt und Endpunkt genau einzustellen !! Art.Nr: 2000-T</p>	<p>PA 100 V Steuerplatine für 0-10V Control-U PA Steuerplatine für 4-20mA 0-20mA Control-I</p> <p>mit Analogeingang für stufenlose Ansteuerung eines momentan- sofortschaltenden SSR-Relais. Ausschaltung: im Nulldurchgang</p> 			<p>Relaiswahl < 125A Random / Momentanschaltend</p>  <p>Generation: 3 1.) Generation 3: Platine kann direkt verschraubt werden. (auf Input) 2.) Gener.4 : Inputschrauben liegen tiefer!! Platine wird mit Abstandschrauben-Set Typ: AB1 Art.Nr: 2061 auf Input geschraubt ! 3.) Platine sitzt auf der SSR-Abdeckung mit dem Abdeckungs-Set Typ: 2063 montiert. (lange Hülsen) Art.Nr: 2000-Set / 2091 / 2093</p>					
<p>Option : Softstart verzögerung ca. 0,5 sec. Steht als Vorschaltsskizze zur Verfügung. Zubehör-Set: 2063 Fingersichere Klarsichtabdeckung auf dem SSR-Relais. Darauf ist mit Distanzhülsen die PA-Platine befestigt. Typ:2000 /2032 ist für Poti-Ansteuerung oder 0-10Vdc/0-5V (0V I/P) geeignet ! Typ : 2092 für 4-20mA auf 0V / I/P. Option : 2 Potis 20-Gang auf der LP um den 0-Punkt und Endpunkt genau einzustellen !! Art.Nr: 2000-T</p>	<p>ACHTUNG ! Über den Lastausgang wird nur die Lastphase durchgeschleift !!</p> 			 <p>Foto: ohne Abdeckung</p>					
<p>Typ : / Type</p>	PA 100 V	PA100-60	PA100V	PA-0-20	PA-4-20	PA100-T	PA-100V-Set	PA-Set 0-20	PA-Set4-20
<p>Bestell Nr : / Cat. no.</p>	2000	2032	2000.5	2090	2092	2000-T	2000-Set	2091	2093
<p>Eingangsdaten / Input data</p>									
<p>Eingangssignalsignal analog / control voltage dc</p>	0—10V	0-10V	0-5V	0-20mA	4-20mA	0-10V	0-10V	0-20mA	4-20mA
<p>Alternativ</p>	10K -Poti an "0V 0V-POT" ; Abgriff auf I/P								
<p>Versorgungsspannung / Auxiliary supply +- 10%</p>	24 V ac/ 40 mA		aus gleicher Phase wie die Last !						
<p></p>	Netzteil siehe Seite 2.45 max. 2-3 PA parallelschalten !								
<p>Frequenz / Frequency (Power supply)</p>	47-53 Hz		57-63Hz		47-53Hz				
<p>TYP: Solid-State-Relais Standard</p>							D2425-10	Option	D4850-10 ... bis 125A
<p>Ausgangsdaten / Output data SSR-Relais</p>							Thyristor-Ausgang / SCR-Output		
<p>Ausgangsspannung /Switching voltage max.</p>							280Vac	480Vac	480Vac
<p>Dauerstrom / Continuous current max.</p>							0,04-25A	0,04-50A	125A
<p>Allgemeine Daten/General data</p>									
<p>Montage</p>							Auf Alu-Fuß für TS35 verschraubt !		
<p>Abmessungen BxH /Size WxH</p>	52mm x 38mm						45mm x 58mm		
<p>Zubehör / Accessories</p>	Siehe Seite 2.45								
<p>Abstandschrauben-Set für SSR Generation: 4</p>	AB1 Art.Nr: 2061						AB1 Art.Nr: 2061		
<p>Klarsichtabdeckung / Protection cover</p>	Best. Nr: 2062						2062		
<p>Abdeckung (Set) PA sitzt auf der Abdeckung</p>	Best. Nr: 2063 -Set mit Schrauben u. 15mm langen Hülsen ;						2063		
<p>Draht - Wendelpoti 10-Gang,10K,</p>	10K hohe Präzision , Metallachse 6,35mm, 10-Gang Best.Nr: 2102								
<p>Standardpoti 10K , 1 Umdrehung ,</p>	Best.Nr: 2102-P (68E9610)								
<p>Skala</p>	Skala : 1-10 , 270° Best. Nr: 2102-S (20H450)								
<p>Potiknopf</p>	Knopf Art.Nr: 2102-K (26H608) + Frontkappe 26H820)								
<p>Kühlkörper / Heatsink</p>	mit Fuß für TS 35 / DIN-Rail-mount Siehe Seite 2.41								
<p>Trafo : 5100 </p>	Netzteil / Trafo / Power supply Art.Nr: 5100 230Vac / 24V ac / 80mA s.Seite 2.45 / 2.55								

Solid State Relay KSI480 Series Single Phase AC Output

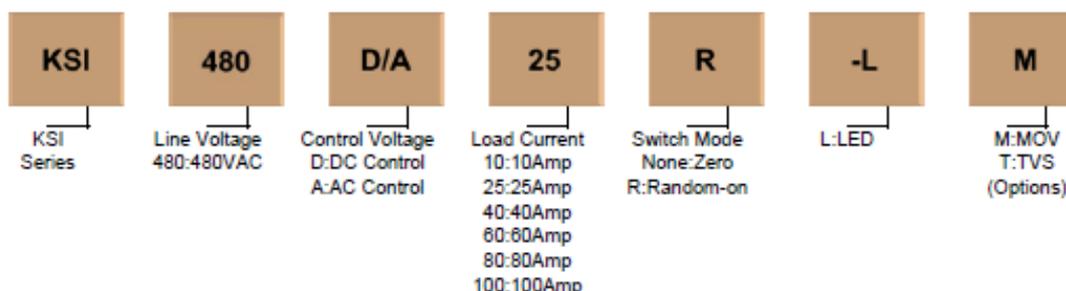


- Zero switching or instant-on
- Ratings from 10A to 100A @ 48-530VAC
- SCR output for heavy industrial loads
- AC or DC input
- DBC substrate for superior thermal performance
- Dielectric strength: $\geq 4000\text{VACrms}$
- LED indication
- Internal RC/MOV and TVS protection circuit as option

Product Description

KSI480 series industrial single phase relay with SCR output is the most widely used in industry application. The relay can be used for resistive, inductive and capacitive loads. The control input voltage is 4-32VDC or 85-280VAC, output current rate 10A, 25A, 40A, 60A, 80A, 100A @ 48-530VAC.

Product Selection



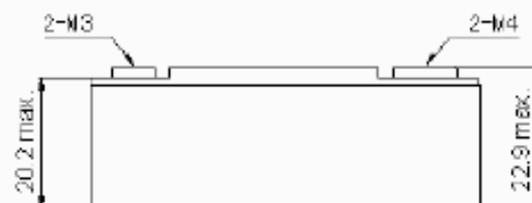
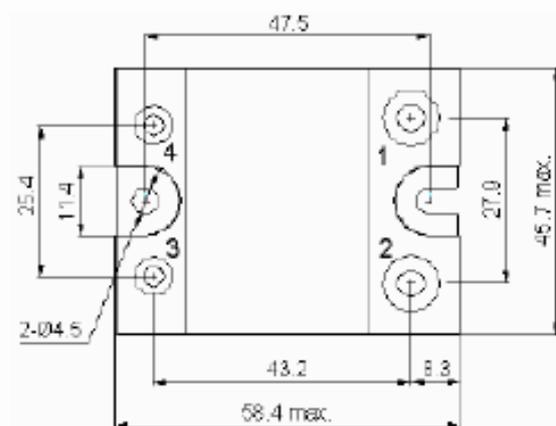
Description	10A	25A	40A	60A	80A	100A
D:3-32VDC	KSI480D10	KSI480D25	KSI480D40	KSI480D60	KSI480D80	KSI480D100
	KSI480D10R	KSI480D25R	KSI480D40R	KSI480D60R	KSI480D80R	KSI480D100R
AC:85-280VAC	KSI480A10	KSI480A25	KSI480A40	KSI480A60	KSI480A80	KSI480A100

Technical Specification

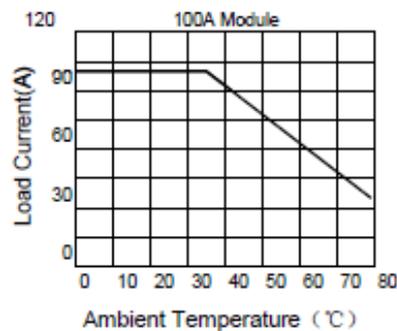
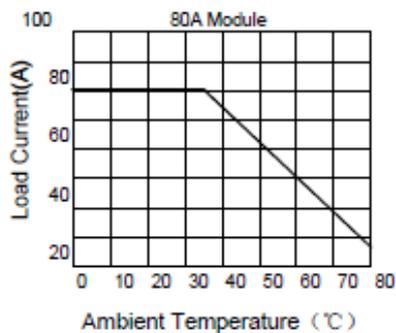
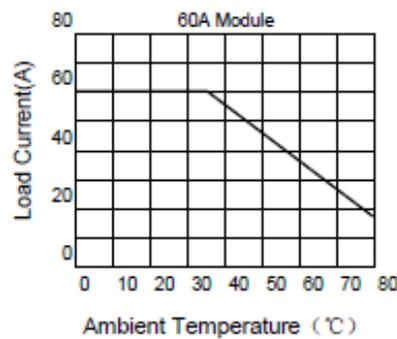
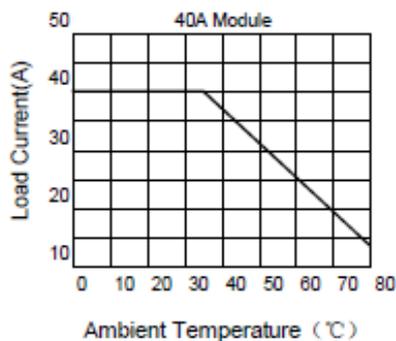
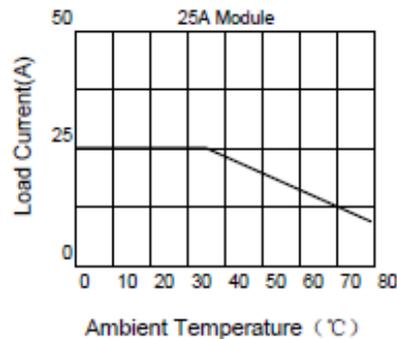
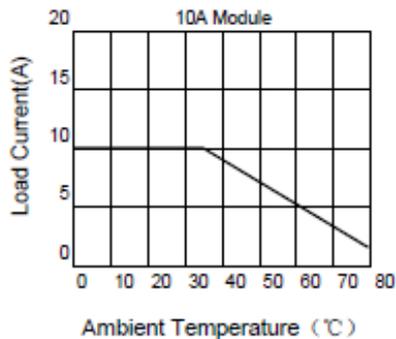
Input Circuit

Control Voltage Range	DC Input	4-32VDC
	AC Input	85-280VAC
Minimum Turn-On Voltage	DC Input	4VDC
	AC Input	85VAC
Minimum Turn-Off Voltage	DC Input	1VDC
	AC Input	10VAC
Maximum Input Current	DC Input	25mA
	AC Input	10mA

Output Circuit		
Load Voltage		48-530VAC
Maximum Turn-On Time	DC Input Random-On	100µs
	DC Input Zero-On	1/2AC Cycle + 1ms
	AC Input	20ms
Maximum Turn-Off Time	DC Input	1/2AC Cycle + 1ms
	AC Input	40ms
Maximum Surge Current [@10ms]	10A	400A
	25A	600A
	40A	640A
	60A	860A
	80A	1280A
	100A	1550A
Transient Overvoltage		1200Vpk
Maximum Off-State Leakage Current [@ Rated Voltage]		3mA
Maximum On-State Voltage Drop [@ Rated Current]		1.35Vrms
Minimum Off-State dv/dt [@ Maximum Rated Voltage]		500V/µs
General Information		
Dielectric Strength, Input/Output/Base [50/60Hz]		4000Vrms min.
Ambient Operating Temperature Range		-30°C ~ +80°C
Ambient Storage Temperature Range		-30°C ~ +100°C
Weight [typical]		85g
Application		
High-low Temperature Chamber, Plastics Machinery, Incubation Machine, Oiling Machine, HVAC, Elevator, Lighting, Fountain Controller.		
Installation		



Thermal Curve



Important Notice

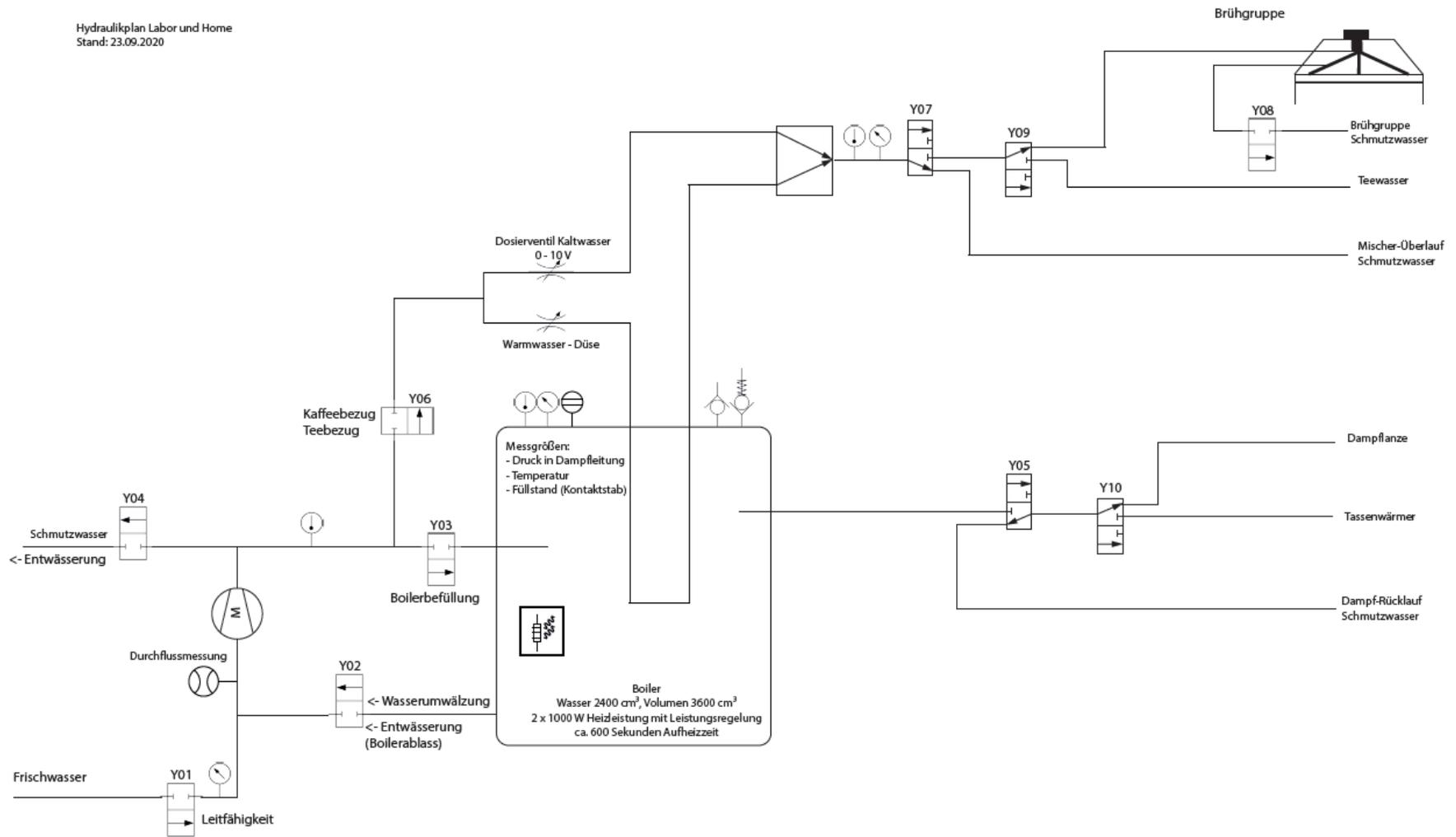
1. When the ambient temperature is over 40°C or many KSI series are installed closely together, the user should take load discount into account according to the thermal curve.
2. If the load current is over 5A, suitable heatsink should be added to the SSR.
3. Plastic cover can be option depends on application to reach IP20.

Product Certification



This product is a supplementary product for the European market and only available through Song Chuan Europe. It is manufactured by Kudom Electronics Technology, China.

SONG CHUAN EUROPE GmbH
Im Petersfeld 5
D-65624 Altendiez
Phone: +49 6432 8006 90
Fax: +49 6432 8006 50
info@songchuan.eu
www.songchuan.eu



Anhang 9: Hydraulikplan Variante Labor



Sven Ullenbruch from Sculpteo <contact@sculpteo.com>
An fabweb97@web.de

↩ Antworten

↩ Allen antworten

→ Weiterleiten



Di 01.12.2020 17:43

 Klicken Sie hier, um Bilder herunterzuladen. Um den Datenschutz zu erhöhen, hat Outlook den automatischen Download von Bildern in dieser Nachricht verhindert.

Guten Tag Herr Weber,

vielen Dank für Ihr Interesse an [Sculpteo.com](https://sculpteo.com).

Soll die Leitung ein bewegliches Bauteil sein oder ist ein Kanal/ Bohrung? Wie es auf dem Screenshot aussieht ist dies ein Kanal und dort gilt die Designrichtlinie Durchmesser der Leitung zur Länge 1:1, d.h. ist die Bohrung 3mm, sollte die Länge mindestens 3mm sein. Wenn Sie die Richtlinien nicht einhalten/ einhalten können, müssen Sie testen, ob die Kanäle frei sind und das Pulver entfernt werden kann.

Beim MJF können Sie keine Spirale ins Pulverbett geben und ein Bauteil um eine Spirale drucken. Im Pulverbett ist ausschließlich ein Material.

Gerne können Sie bei weiteren Fragen auf uns zukommen.

Mit freundlichen Grüßen,
Sven Ullenbruch

Anhang 10: Email Sven Ullenbruch