



Hochschule
München
University of
Applied Sciences

Hochschule München

Fakultät für Maschinenbau, Fahrzeugtechnik, Flugzeugtechnik

Verbundlabor Fahrzeugtechnik, Akustik und Dynamik

Bachelorarbeit

Wintersemester 2020 / 2021

**Entwicklung und Inbetriebnahme des hydraulischen Aufbaus
einer labortechnischen Espressomaschine**

***Development and commissioning of the hydraulic installation
of a laboratory espresso machine***

Verfasser: Florian Johann Michal
Matrikelnummer: 00592417
Studiengang: Maschinenbau Bachelor

Betreuer: Dipl.-Ing. Armin Rohnen LbA

Abgabe: 18.01.2021

Abstract

Die vorliegende Bachelorarbeit ist Teil des Forschungsprojekts „Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee – Entwicklung Espressomaschine“ des Dynamiklabors der Hochschule für Angewandte Wissenschaften München.

Durch Neu- und Weiterentwicklung wurden Baugruppen des hydraulischen Aufbaus für vier Maschinenvarianten konstruiert. Dies wurde so umgesetzt, dass unterschiedliche Versionen, beispielsweise der Tropfschale oder des Boilergrundkörpers, möglichst viele Gleichteile enthalten. Die an die Entwicklung anschließende Inbetriebnahme erläutert wichtige Details zur Handhabung einiger Bauteile, sodass mit dem physikalischen Aufbau der Espressomaschine begonnen werden kann. Ferner wurde zur Reduzierung der Bauteile ein Biegewerkzeug für die Kunststoffschläuche konzipiert.

Diese Abschlussarbeit richtet sich an Projektgruppen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge und Einzelpersonen, die an diesem Forschungsprojekt teilnehmen oder sich darüber hinaus dafür interessieren.

The presented bachelor thesis is part of the laboratory of dynamics' research project "Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee – Entwicklung Espressomaschine" (Technical Influenceability of Coffee Taste – Development Espresso Machine) at the University of Applied Sciences Munich.

Assemblies of the hydraulic installation have been designed for four espresso machine layouts, by new and further development. This was realized in a way, to get as many equal parts as possible for the different versions of e.g. the drip tray or the boiler's basic body. The commissioning which follows the development describes important handling details of some components in order to make it possible to begin with the physical building of the espresso machine. A tool for bending plastic hoses has furthermore been conceived to reduce the amount of parts.

This thesis is addressed at project groups of engineering study courses and individuals who take part in this research project or show interest for it beyond that.

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.

Mundraching, den 18.01.2021

Unterschrift: Florian Michael

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	4
Nomenklatur.....	5
1. Einleitung.....	5
2. Variantenmanagement.....	6
3. Entwicklung und Konstruktion	8
3.1 <i>Vorgehensmodell</i>	8
3.2 <i>Boiler</i>	9
3.2.1 Benötigte Teile.....	9
3.2.2 Änderungen an den Zeichnungen.....	10
3.2.3 Angebotserstellung	13
3.2.4 Schneidringverschraubung	13
3.2.5 Offene Arbeiten.....	15
3.3 <i>Tropfschale</i>	17
3.3.1 Randbedingungen und Funktionsanalyse.....	17
3.3.2 Konzepte und Umsetzung der Schnittstellen	19
3.3.2.1 Konzept „Selbstschließende Einheit“	19
3.3.2.2 Konzept „Rückschlagventil“	19
3.3.2.3 Konzept „Gerinne“	20
3.3.2.4 Sammelblock Variante „Labor“	21
3.3.2.5 Sammelblock Variante „Home“	22
3.3.2.6 Tropfschalenhalterung.....	23
3.3.2.7 Nachweis Halter per FEM.....	24
3.3.3 Blechbiegekonstruktion der Tropfschale.....	26
3.4 <i>Schlauchbiegewerkzeug</i>	28
3.4.1 Anforderungen.....	29
3.4.2 Gesamtkonzept.....	30
3.4.3 Offene Arbeiten.....	31

4. Inbetriebnahme	32
4.1 <i>Vorgehen</i>	33
4.2 <i>Offene Arbeiten</i>	33
5. Montageanleitung	34
6. Fazit	36
Literaturverzeichnis	37
Abbildungsverzeichnis	39
Tabellenverzeichnis	41
Anhang	42
A1. <i>Bonded Seal</i>	42
A2. <i>Schneidringverschraubung GEV</i>	43
A3. <i>Heizungsregler</i>	44
A4. <i>HP Fusion Jet mit PA12</i>	45
A5. <i>Kerb Konus ENSAT® SBD Zollgewinde</i>	47
A6. <i>Hydraulikplan „Labor“ und „Home“</i>	48
A7. <i>Schweißanleitung der Tropfschale</i>	49
A8. <i>Stückliste Aufbau „Labor“</i>	50
A9. <i>Technische Zeichnungen Tropfschale</i>	52
A10. <i>Technische Zeichnungen Boiler</i>	59

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
CAD	Computer Aided Design
Fa.	Firma
GESV	Gerade Einschraub-Schottverschraubung
GEV	Gerade Einschraubverschraubung
HF	Fluorwasserstoff
MJF	Multi Jet Fusion
MVM	Münchener Vorgehensmodell
PA12	Polyamid 12
PEP	Produktentwicklungsprozess
PFA	Perfluoralkoxy-Copolymer
St.	Stück
SSR	Solid State Relay
STEP	Standard for the exchange of product model data
versch.	verschiedene

Nomenklatur

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
F_H	Kraft auf Halter	N (Newton)
F_{ges}	Gesamtkraft	N (Newton)
m	Gewicht	kg (Kilogramm)
R_e	Streckgrenze	MPa (Megapascal)
σ_{max}	Maximalspannung	MPa (Megapascal)
S	Sicherheit	/ (einheitslos)

1. Einleitung

Diese Abschlussarbeit ist Teil des Forschungsprojekts „Technische Beeinflussbarkeit der Geschmacksache Kaffee – Entwicklung Espressomaschine“ und befasst sich mit der Weiterführung der Entwicklung einer labortechnischen Espressomaschine und dessen Inbetriebnahme. Diese erfolgt im Verbundlabor Fahrzeugtechnik, Akustik und Dynamik der Hochschule für angewandte Wissenschaften München.

Die hier vorliegende Dokumentation ist auf Basis vorangegangener Entwicklungsschritte entstanden, weshalb sich diese Bachelorarbeit in den gesamten Produktentwicklungsprozess (PEP) des Forschungsprojekts eingliedert. Als Ausgangspunkt dienen die Gesamtkonstruktionen von zwei Maschinenvarianten, die während einer Projektarbeit im Sommersemester 2020 erstellt wurden und den hydraulischen Aufbau sowie den Grundrahmen weitestgehend abbilden.

Zu Beginn dieser Arbeit wurden Aufgabenpakete festgelegt, deren Ziele jedoch während des Projektverlaufs immer wieder angepasst werden mussten. Durch anfangs nicht vorhersehbare Hindernisse und noch nicht abgeschlossene Arbeiten folgten mehrfache Überarbeitungen des Projektplans. Somit beinhaltet die Inbetriebnahme, die in etwa 50 Prozent dieser Arbeit ausmachen sollte, nur Hinweise zur Montage und ein Konzept für die Montageanleitung. Dafür wurden Entwicklungsthemen in deutlich größerem Umfang bearbeitet als ursprünglich festgelegt. So kam die Bestellung von Prototypen der Boiler zu den Aufgabenpaketen hinzu und die Konstruktion der Tropfschale wurde nicht nur vorläufig ausgelegt, sondern final mit Lieferanten auf die Herstellbarkeit geprüft und ein Angebot hierfür eingeholt. Einzig die Konzipierung des Schlauchbiegewerkzeugs verblieb von den Änderungen des Projektverlaufs unbeeinflusst.

Im Folgenden werden nun die Ergebnisse und das Vorgehen der eben erwähnten Aufgabenpaketen erläutert. Alle aufgetretenen Probleme sowie Lösungen hierfür, Ausblicke und verworfene Ideen werden in den entsprechenden Kapiteln dargelegt.

2. Variantenmanagement

Bei dem Forschungsprojekt werden vier Espressomaschinentypen entwickelt. Dessen Bezeichnungen sind „Barista“, „Labor“, „Home“ und „Style“. Die Variante „Barista“ ist für eine Anwendung in der Gastronomie mit einem hohen Aufkommen an benötigten Espressi gedacht, wohingegen die Maschine „Home“ in privaten Haushalten zum Einsatz kommen wird. Wie der Name schon andeutet richtet man sich bei der „Style“ besonders nach dem Design, wobei der Glasboiler das Hauptaugenmerk ist. Die Variante „Labor“ ist die Basis aller Maschinen und dient in erster Linie nur zu Entwicklungszwecken. Somit wird die Inbetriebnahme dieser zuerst vonstattengehen. Dies wird weitere Erkenntnisse bringen, wie das Aufzeigen von Montageabläufen, oder die Bestätigung der Realisierbarkeit von entwickelten Baugruppen.

Tabelle 1 stellt den Stand der vier Maschinen zum Ende des Sommersemesters 2020 dar, um den Ausgangspunkt für diese Abschlussarbeit zu verdeutlichen. Darauf folgende Abbildung 1 und Abbildung 2 zeigen die Konstruktionsstände der Varianten „Labor“ und „Home“ vor und nach dieser Arbeit¹. Dies soll eine erste Vorstellung der Espressomaschinen geben und keine detaillierte Ansicht widerspiegeln. Die anderen beiden Maschinentypen („Style“, „Barista“) spielen an dieser Stelle keine Rolle und sind daher nicht abgebildet. Folgende Kapitel erklären schließlich, wie anhand der einzelnen Arbeitsschritte die aktuellen Konstruktionen zustande kommen.

Tabelle 1: Status Maschinenvarianten (Stand Sommersemester 2020)

Variante	Barista	Home	Labor	Style
Konzept	erledigt	erledigt	erledigt	erledigt
Entwicklung	offen	in Arbeit	in Arbeit	in Arbeit
Inbetriebnahme	offen	offen	offen	offen
Produktion	offen	offen	offen	offen

¹ Die Konstruktionen des Wintersemesters 20/21 stellen eine Gesamtkonstruktion dar, die die Baugruppen „Tassenwärmer“ und „SSR-Abdeckung“ aus der Bachelorarbeit „Mechatronische Entwicklung und Inbetriebnahme einer labortechnischen Espressomaschine“ (Weber 2021) beinhalten.

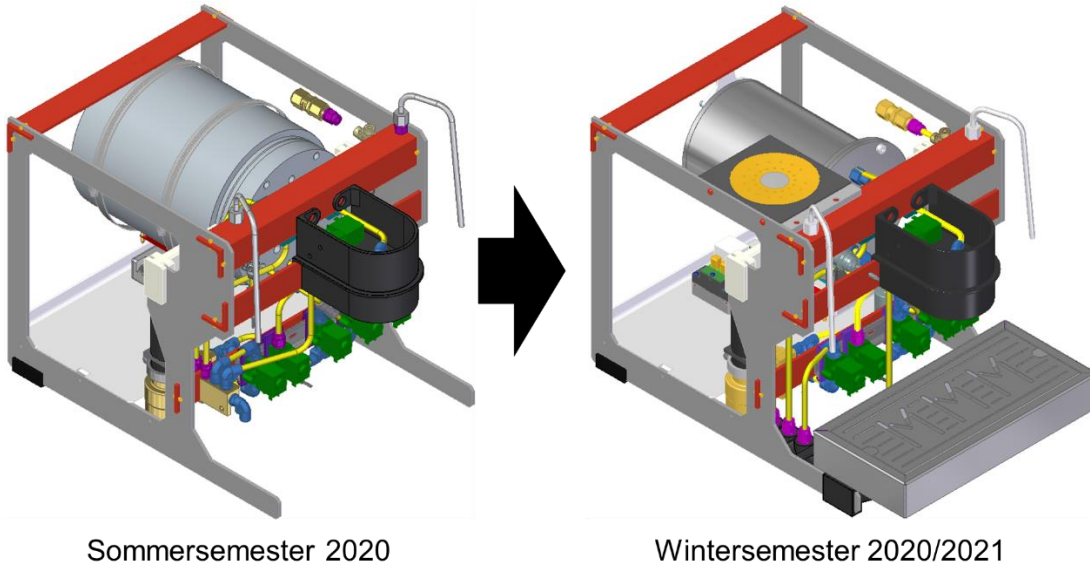


Abbildung 1: Konstruktionsstände Variante "Labor"

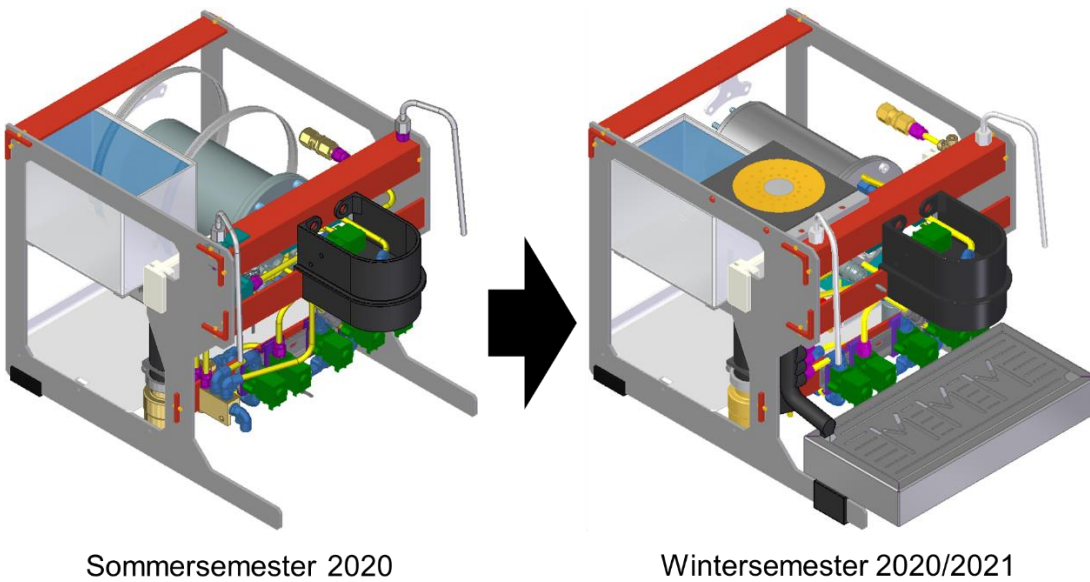


Abbildung 2: Konstruktionsstände Variante "Home"

3. Entwicklung und Konstruktion

In diesem Kapitel sind die bei dieser Abschlussarbeit durchgeführten Entwicklungs- und Konstruktionsarbeiten erläutert. Einzelne Aspekte beziehen sich auf vorhergehende Arbeiten, dessen Dokumentationen im HM-Moodle-Kurs des Forschungsprojekts vorliegen. Daher wird für weitere Informationen, die nicht Teil der Arbeit sind, auf diese Berichte verwiesen.

3.1 Vorgehensmodell

Für einen strukturierten Produktentwicklungsprozess ist es wichtig sich an einem Vorgehensmodell zu orientieren. In dieser Arbeit wurde das Münchener Vorgehensmodell (MVM) angewendet, da durch den hohen Vernetzungsgrad der Arbeitsschritte (siehe Abbildung 3) eine große Flexibilität bei der Anwendung ermöglicht wird.

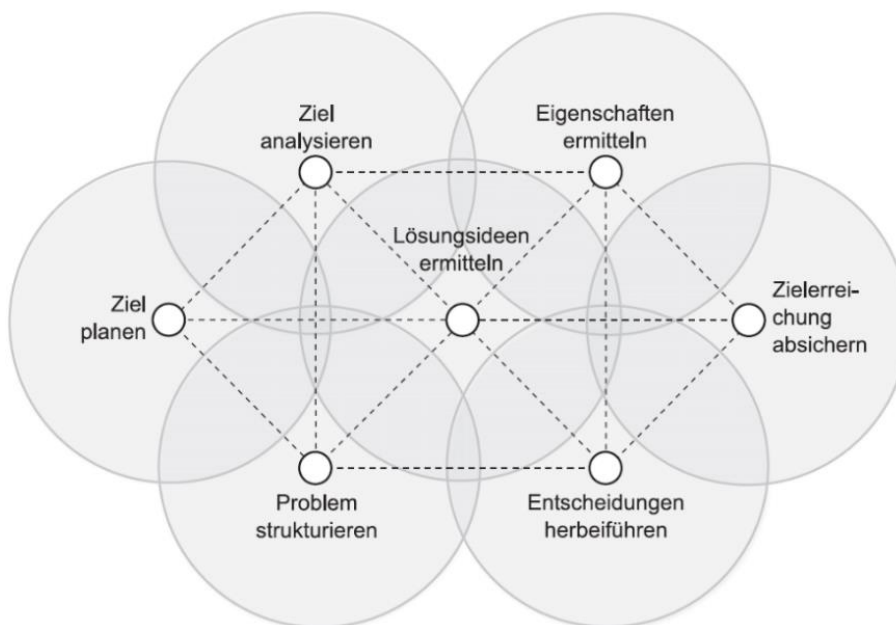


Abbildung 3: Vorgehensmodell MVM (Quelle: Lindemann 2009, S. 47)

Wenngleich hierfür ein Standardvorgehen existiert, bietet das Modell viele Freiheitsgrade, die Iterationen beliebiger Arbeitsschritte und sogar eine rekursive Anwendung einzelner Schritte ermöglichen. Somit kann das MVM auch für Teilaufgaben separat angewendet werden, ohne das Vorgehen der obersten Ebene zu beeinflussen. Dies war besonders für die Konstruktion der Tropfschale (siehe Kapitel 3.3) von Bedeutung, da hier ein Produkt für drei Maschinenvarianten entwickelt wurde. (Lindemann 2009, S. 46-54)

3.2 Boiler

Im Rahmen der Projektarbeiten „Weiterführung der Konstruktion einer Siebträger-Espressomaschine“ und „Entwicklung einer labortechnischen Espressomaschine“ im Sommersemester 2020 wurden Technische Zeichnungen von Edelstahlboilern in drei verschiedenen Größen angefertigt. Da bereits ein Kontakt zur Firma GIORGI SrL bestand, wurden die Zeichnungen an diese übermittelt. Anschließend erstellten Sie firmeneigene Zeichnungen (siehe Anhang A10), welche die fertigungstechnischen Anforderungen und Realisierungsmöglichkeiten, wie beispielsweise Rohrdurchmesser oder Schweißnahtlagen, beachten.

Das Arbeitspaket „Boiler“ begann mit der Prüfung der Formelemente und Bemaßungen, sodass diese mit den für das Projekt erforderlichen übereinstimmen. Zur Freigabe bedurfte es jedoch noch einiger Anpassungen, die mit der Kontaktperson der Firma GIORGI SrL kommuniziert wurden. Im Folgenden sind die Ergebnisse und Konstruktionsanforderungen aufgeführt, welche aus den Absprachen resultierten.

3.2.1 Benötigte Teile

Die angefragten Bauteile bilden drei Boiler-Varianten mit unterschiedlichen Volumen.

Die Version für 1,8 Liter umfasst einen Grundkörper und einen Deckel. Gleiches gilt für die Variante zur Befüllung mit 3,6 Liter. Der Boiler, der 7,2 Liter Wasser erhitzen soll, besteht aus dem Deckel der 3,6 Liter-Variante in doppelter Ausführung und einem Tubus, der im Gegensatz zu den anderen über keine Bodenplatte, dafür aber über einen zusätzlichen, angeschweißten Flansch verfügt. Einige der Bohrungen von einem der Deckel werden wieder verschlossen, da sie nicht benötigt werden. Dies ermöglicht die Realisierung der beiden Deckel für den 7,2 Liter-Boiler als Gleichteil.

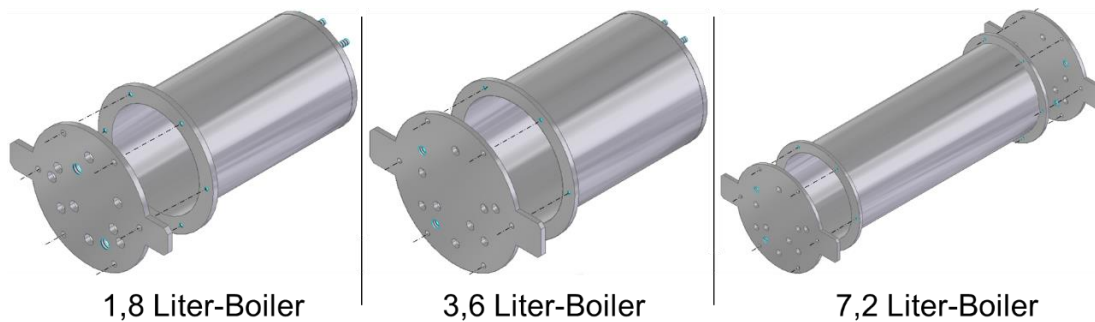


Abbildung 4: Boileraufbau der drei Varianten

In Abbildung 4 sind die drei Varianten dargestellt, sodass der eben beschriebene Aufbau nachvollzogen werden kann. Die Fixierung der Teile erfolgt durch sechs M6-Zylinderkopfschrauben je Deckel. Durch die Strichpunkt-Linien ist der Zusammenbau vereinfacht dargestellt.

Weitere Bauteile, die im Boiler verbaut werden, sind hier nicht aufgeführt. Es wird auf die Dokumentation der Projektarbeiten aus dem Sommersemester 2020 (Ahlgrim et al. 2020) verwiesen, in welcher der genaue Aufbau der Boiler beschrieben ist.

3.2.2 Änderungen an den Zeichnungen

Da in den ursprünglichen Technischen Zeichnungen keine Gewinde markiert waren, mussten diese für die Sensoren ergänzt werden. Für andere Bauteile, wie die Wasserwendel oder die Boilerbefüllung, sind Schneidringverschraubungen vorgesehen, welche zu einem späteren Zeitpunkt in Kapitel 3.2.4 beschrieben sind. Hierbei sind auch Gewinde vonnöten, welche jedoch in der Hochschule selbst geschnitten werden. Daher ist in den Zeichnungen nur der Kernlochdurchmesser angegeben. Zu beachten ist, dass der Deckel mit einem Laser geschnitten wird, welcher eine Toleranz von 0,1 mm aufweist. Für den Zusammenbau des Boilers wurden die Durchgangsbohrungen auf den für M6 Schrauben passend Durchmesser von 6,6 mm vergrößert (Wikipedia 2020, Metrisches ISO-Gewinde). Im Folgenden zeigt Tabelle 2 die Bohrdurchmesser und Gewindegrößen (Wikipedia 2020, Whitworth-Gewinde) am Beispiel des 3,6 Liter Boilers, welcher der Firma GIORGI Srl zur Fertigung freigegeben wurde. Der Unterschied zum Deckel der 1,8 Liter Variante liegt nur in der Position der Bohrungen, nicht in deren Größe oder Anzahl.

Tabelle 2: Bohrungsbezeichnungen und deren Funktion

Bez.	Durchmesser	Art	Funktion	Nachbearbeitung
A	∅ 6,6	Durchgangsloch M6	Deckel-anschraubung	/
B	∅ 11,4	Kernloch G1/4	Schneidring-verschraubung	Gewinde schneiden
C	∅ 11	Durchgangsloch M10	Heizelement-verschraubung	/
D	G 1/4	Gewinde	Sensor-einschraubung	/

Abbildung 5 stellt die Bezeichnung der Bohrungen dar, welche in Tabelle 2 und in den Zeichnungen von Fa. GIORGI Srl verwendet wurden.

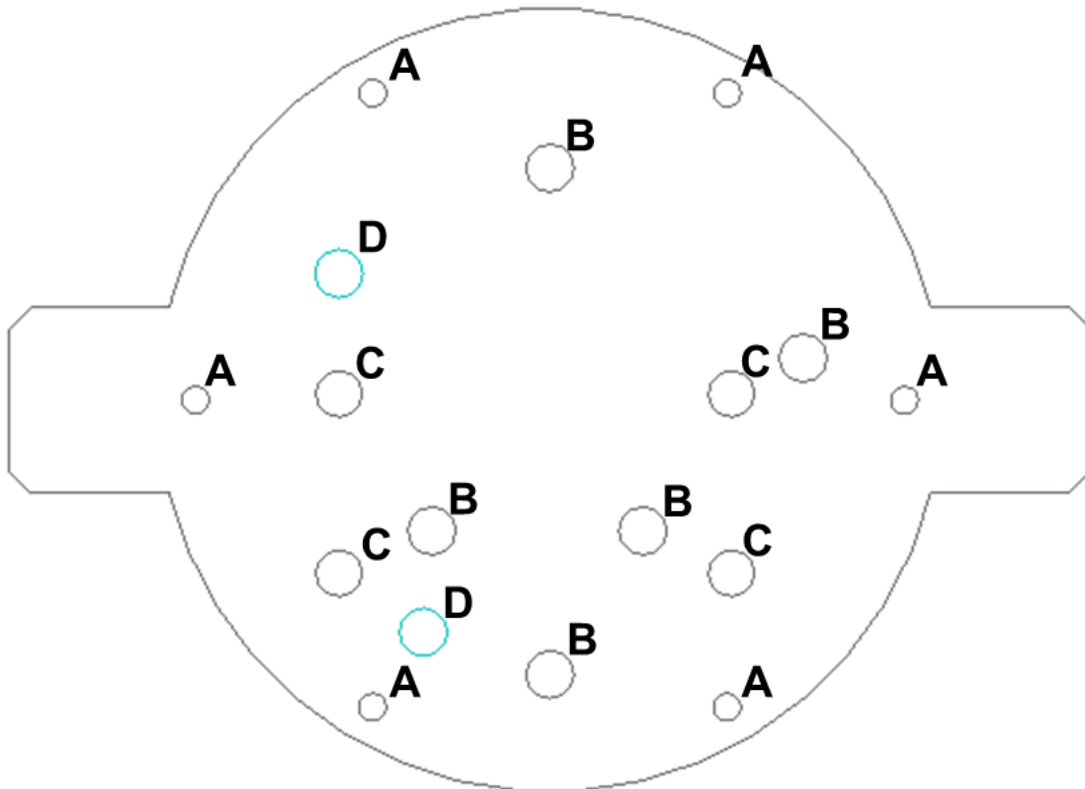


Abbildung 5: Boilerdeckel mit Bohrungsbezeichnungen

Zur Montage des Boilers in der Maschine ragt am Deckel jeweils rechts und links eine Art Flügel heraus, welche durch 3D-gedruckte Halterungen fixiert werden (siehe Abbildung 6). Da der Deckel, wie schon erwähnt, per Laser geschnitten wird, können diese einfach „stehen gelassen“ werden. Die Bemaßung dieser musste in den Technischen Zeichnungen noch ergänzt werden.

Damit bei maximalem Füllvolumen nicht das gesamte, über den Hebelarm resultierende Drehmoment, über die Flügel an den Grundrahmen der Maschine übertragen wird, sind an der Bodenplatte drei Gewindebolzen angeschweißt (siehe Abbildung 6). Über einen 3D-gedruckten Halter werden diese verschraubt und bilden so die hintere Verbindung zum Rahmen. Diese Bolzen wurden nach Absprache mit der Fa. GIORGI SrL hinzugefügt.

Die finalen Zeichnungen der drei Varianten sind im Anhang A10 zu finden.

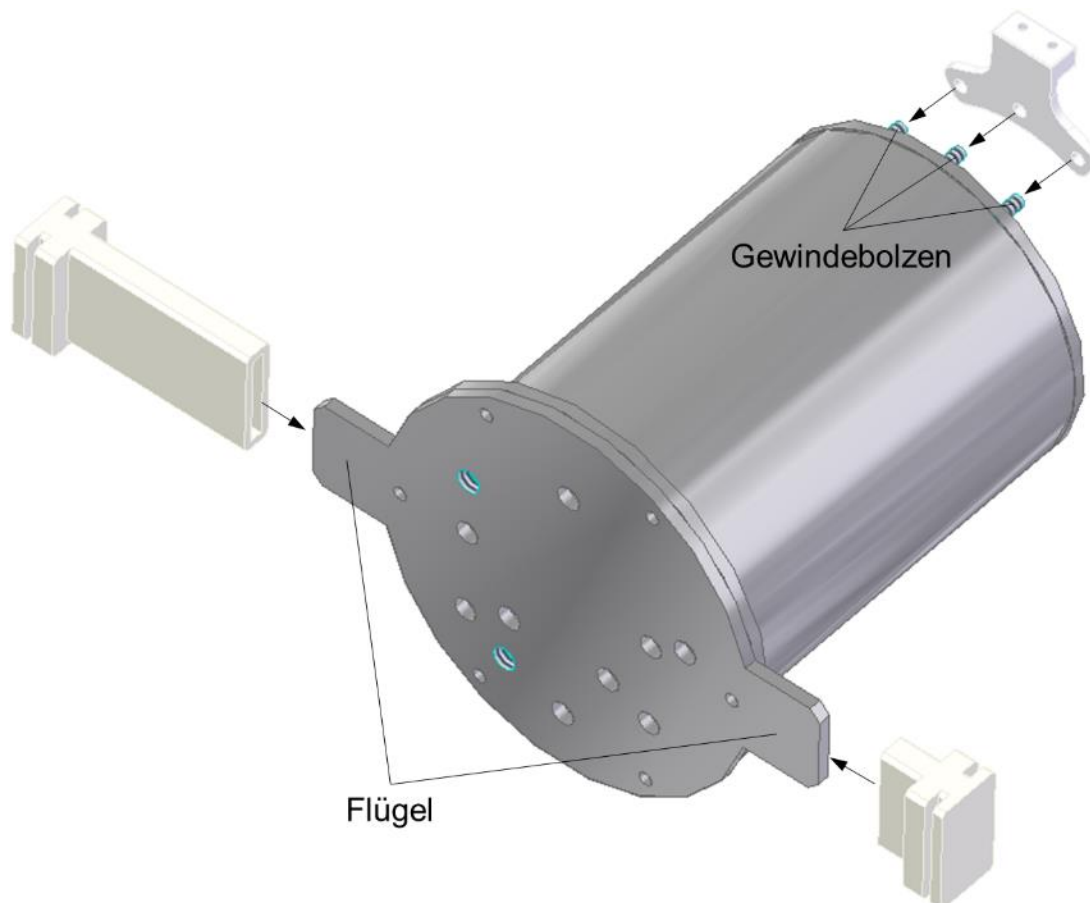


Abbildung 6: Schnittstellen Boiler - Grundrahmen

3.2.3 Angebotserstellung

Nachdem die Technischen Zeichnungen geprüft, verbessert und freigegeben wurden, konnte ein Angebot für drei Prototypen erstellt werden. Dabei handelt es sich um zwei Anfertigungen des 3,6 Liter Boilers und eine des 1,8 Liter Boilers. Als Basis diente die Annahme, dass bei einer späteren Produktion je Variante 50 Boiler pro Jahr bestellt werden. Angefragt wurden die Preise für die Stückzahlen 1 St., 10 St. und 100 St. Das erhaltene Angebot gilt jedoch bis zu 200 Einheiten, wodurch sich kein Mengenrabatt ergibt.

Ein besonderes Augenmerk liegt auf den Frachtkosten, welche circa die Hälfte des Gesamtpreises ausmachen und explizit bei Fa. GIORGI angefragt werden mussten, da sonst ein Angebot ohne Lieferkosten ausgestellt worden wäre. Für eine weitere Bestellung wird empfohlen Lieferdienste zu vergleichen und einen günstigeren zu finden.

Die beiden 3,6 Liter und der 1,8 Liter Boiler sind bereits im Verbundlabor Fahrzeugtechnik, Akustik und Dynamik der Hochschule München vorhanden.

3.2.4 Schneidringverschraubung

Wie in der Dokumentation vom Sommersemester 2020 beschrieben, befinden sich im Boiler einige Bauteile, die mit anderen, außenliegenden verbunden werden. Dies umfasst Sensoren, Heizelemente, Rohrleitungen und einfache Anschlüsse (Entwässerung). Die Sensoren werden in den Deckel eingeschraubt und die Heizelemente mit Bonded Seals (siehe Anhang A1) als Dichtelemente am Deckel angeschraubt. Hierbei werden aufgelötete Nippel von außen mit Muttern gekontert. Für die Wasserwendel war vergleichbar zum Heizelement auch ein aufgelöteter Nippel vorgesehen. (Ahlgrim et al. 2020) Da der Lötprozess durch den Wärmeeintrag jedoch eine Gefügeänderung hervorruft ist die Sicherheit der Wasserwendel bei 12 bar Innendruck (nach Pumpe) nicht mehr gewährleistet. Als Lösung wird eine Schneidringverschraubung nach DIN 2353 und DIN EN ISO 8434 - 1 verbaut, welche ohne Hitzeeinwirkung eine dichte Verbindung herstellt. Solch eine Schnittstelle ist auch für die Boilerbefüllung und den Dampfauslass festgelegt und nur für Metallrohre geeignet, da andere durch den Schneidring beschädigt werden würden. Das Material der Verschraubung muss für den Kontakt mit

Lebensmitteln zugelassen sein, weshalb ausschließlich Produkte aus Edelstahl gesucht wurden.

Die Verschraubung muss für ein Rohr mit Außendurchmesser 8 mm geeignet sein (Durchmesser Wasserwendel). Da der Kunststoffschlauch, der am Boiler angeschlossen wird, nicht direkt mit der Schneidringverschraubung verbunden werden kann, wird ein Adapterstück von Zollgewinde auf einen ELSA-Anschluss eingesetzt. Dieses wird als Gerade Aufschraub-Verschraubung realisiert, da die gewinkelte Version hiervon mit der Isolierung auf den Außenflächen des Boilers kollidieren würde. Eine Aufschraubung wird aus dem Grund benötigt, da im Boilerdeckel ein Gewinde geschnitten ist, in welches die Schneidringverschraubung mit integriertem Dichtring eingesetzt wird. Von außen wird anschließend die Aufschraub-Verschraubung fixiert. Ein selbstdichtendes, konisches Gewinde wird nicht verwendet, da die Einschraubung bis zum Anschlag in den Deckel geschraubt werden muss, um eine ausreichende Gewindelänge für das Adapterstück zur Verfügung zu stellen. In Abbildung 7 ist die Abfolge der Bauteile für die Montage dargestellt.

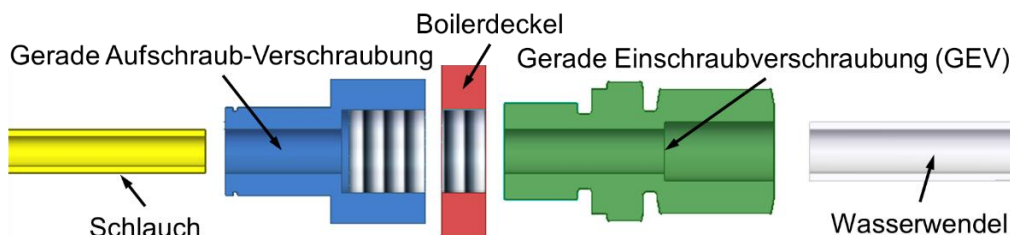


Abbildung 7: Montageabfolge der Schneidringverschraubung

Die verschiedenen Möglichkeiten der Schneidringverschraubung sind die Ausführung als Gerade Einschraubverschraubung (GEV), oder die als Gerade Einschraub-Schottverschraubung (GESV). Nachdem letztere zu lang ist, wird eine GEV (siehe Anhang A2) genutzt. Die Gewindegröße ist auf G1/4 festgelegt, da das Kernloch bereits im Boilerdeckel gebohrt ist. Ein metrisches M14 Gewinde ist nicht möglich, da die Gerade Aufschraub-Verschraubung der Firma AVS-Römer nur in den Größen G1/4 oder G1/8 erhältlich ist (AVS Römer 2018, S. 41). In Abbildung 8 ist das finale Konzept dargestellt.

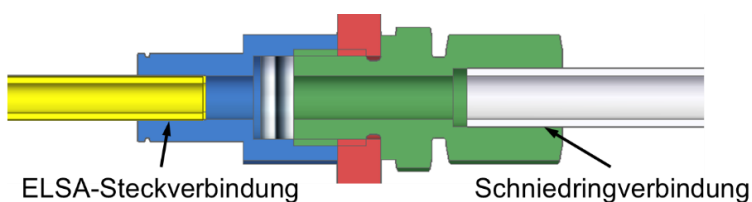


Abbildung 8: Aufbau der Wasserwendeldurchführung

3.2.5 Offene Arbeiten

Da die Heizelemente zusammen mit der Wasserwendel eine kompakte Einheit ergibt, muss man experimentell feststellen, ob durch Ungenauigkeiten bei der Fertigung noch eine Montage am Boilerdeckel möglich ist. Hierbei muss auch geprüft werden, ob oder um wie viel der gerade Auslauf der Wasserwendel gekürzt werden muss. Diese Problematik ergibt sich durch die vorherige Annahme, dass ein Nippel auf die Rohrleitung aufgelötet wird, was einen längeren Auslauf benötigt. Ebenso kann es dazu kommen, dass durch die Schneidringverschraubung die Wasserwendel etwas in das Boilerinnere verschoben wird, da die Verschraubung wesentlich mehr Platz benötigt als ein einfacher Nippel (siehe Abbildung 9). Dies kann dazu führen, dass die Heizelemente nicht mehr angeschraubt werden können (siehe Abbildung 10), oder dass die Heizelemente an den Boilerboden anstoßen und der Deckel nicht mehr auf den Boilergrundkörper geschraubt werden kann.

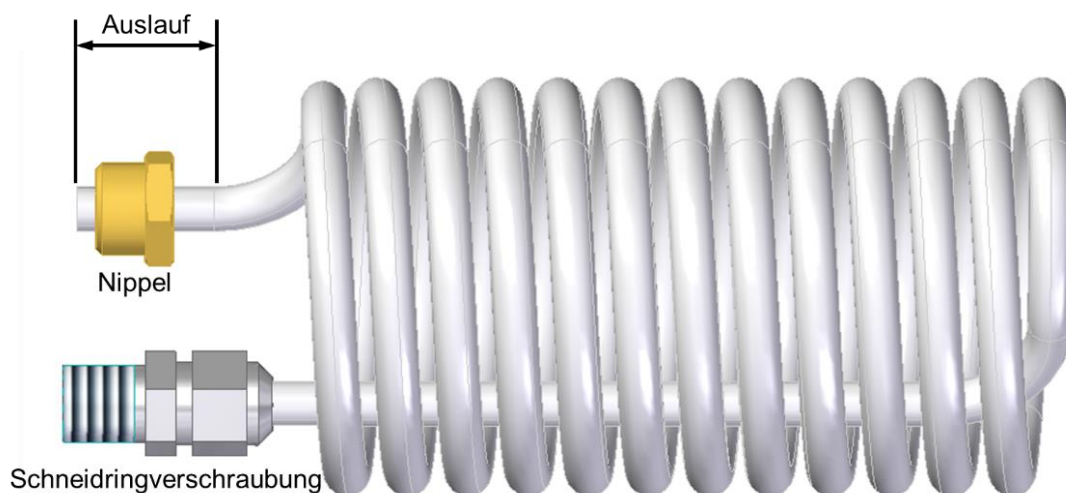


Abbildung 9: Vergleich Nippel und Schneidringverschraubung

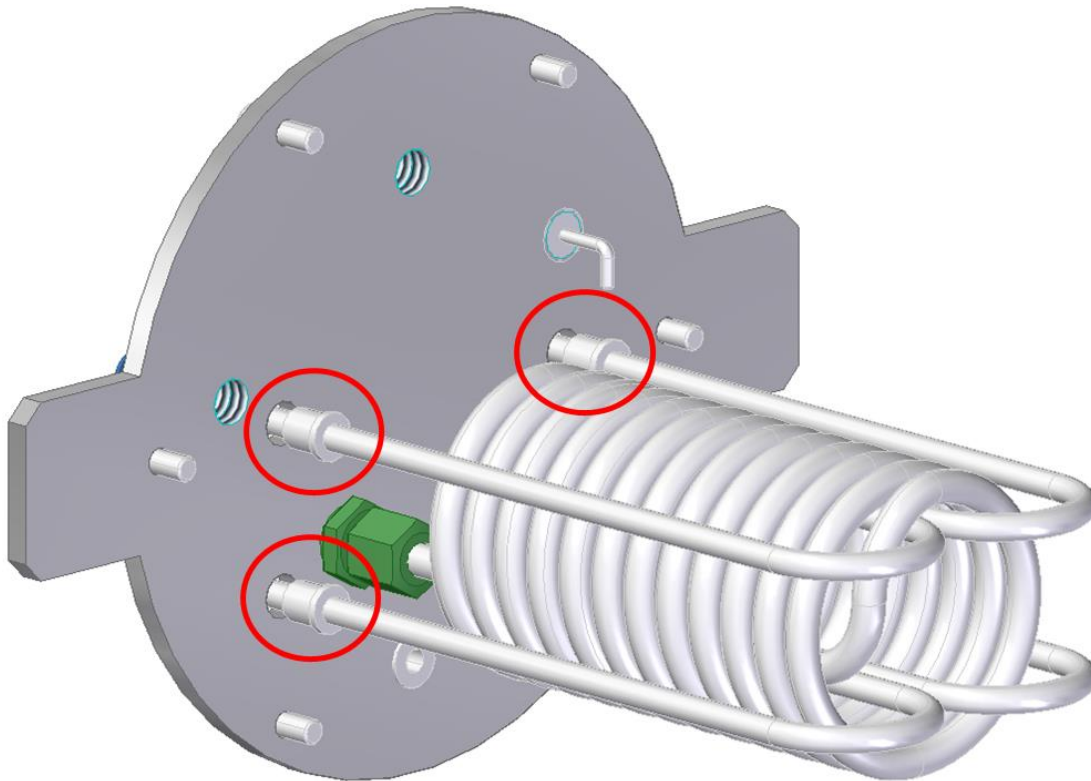


Abbildung 10: Problematik beim Anschrauben der Heizelemente

Da die Prototypen des 1,8 und 3,6 Liter Boiler bereits im Labor vorhanden sind, müssen die Flügel am Boilerdeckel und die Gewindebolzen am Boilerboden vermessen werden. Dies dient dazu, die drei 3D-gedruckten Halterungen direkt auf deren Maße anzupassen, sodass der Boiler spielfrei im Grundrahmen der Espressoemaschine montiert werden kann.

3.3 Tropfschale

Für eine Siebträger-Espressoemaschine wird neben dem Boiler, der Brüheinheit und weiteren Baugruppen auch eine Tropfschale benötigt, die jegliche Flüssigkeiten auffängt, die aus der Brühgruppe austreten. Diese und weitere Funktionen sowie deren Sicherstellung durch eine geeignete Konstruktion werden im Nachfolgenden beschrieben.

3.3.1 Randbedingungen und Funktionsanalyse

Bei diesem Forschungsprojekt werden vier Espressoemaschinenvarianten entwickelt. Hierbei ist es sinnvoll, möglichst viele Gleichteile zu verwenden, um die Komplexität der Entwicklung zu senken. Dies bringt jedoch auch Herausforderungen mit sich, da sich die Varianten „Labor“, „Home“ und „Style“ in ihrem Konzept für die Tropfschale unterscheiden. Die Variante „Barista“ wurde bei der Konstruktion nicht beachtet, da aufgrund erheblicher Unterschiede in der Maschinengröße ein Gleichteil nicht realisierbar wäre.

Um einen Anhaltspunkt zu erhalten, welche Voraussetzungen gelten, wurde eine Funktionsanalyse (siehe Abbildung 11) erstellt, die den Stoff- und Energieumsatz des Systems darstellt.

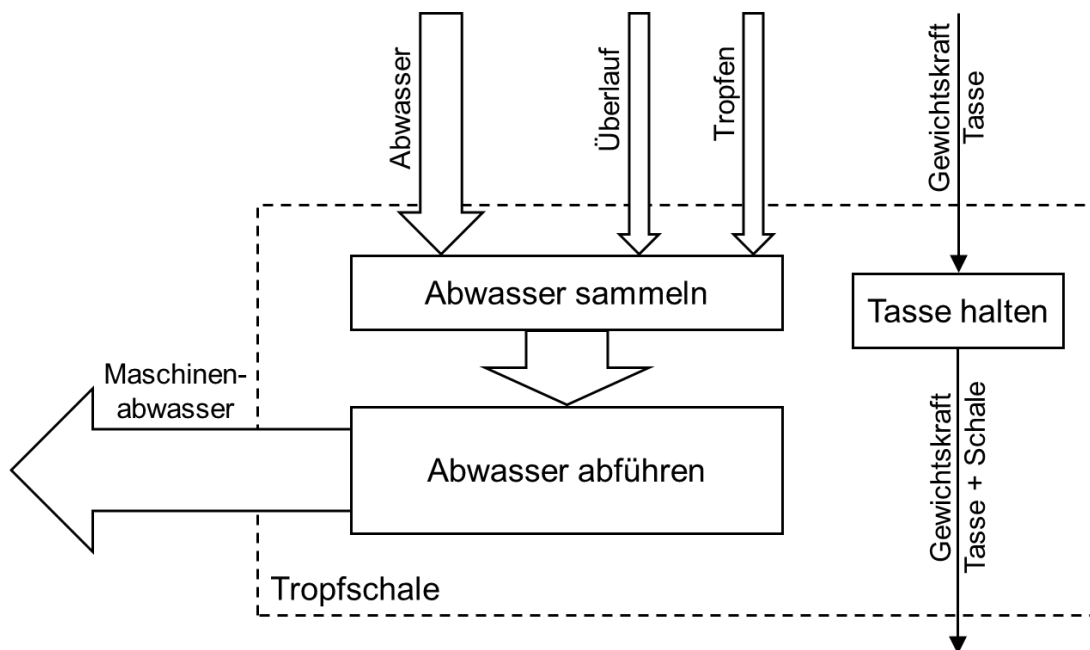


Abbildung 11: Funktionsanalyse des Systems "Tropfschale"

Auf Basis der Funktionsanalyse wurden Randbedingungen definiert und deren Unterschiede identifiziert.

Bei der Variante „Labor“ wird die Tropfschale nur zum Abstellen der Tassen und zum Auffangen von Flüssigkeiten aus der Brühgruppe genutzt. Diese werden zusammen mit anderen Abwasserleitungen durch einen externen Anschluss abgeführt. Gleiches Verfahren wird bei der Variante „Style“ angewendet, mit dem Unterschied, dass die Tropfschale zu Reinigungszwecken nicht herausnehmbar ist, da sie fest mit der Arbeitsplatte am Aufstellort verbunden ist. Bei der Variante „Home“ wird das gesamte Abwasser in der Tropfschale gespeichert und muss manuell ausgehängt und entleert werden. Wichtig ist eine einfache Handhabung, weshalb keine Verschraubungen für das Herausnehmen gelöst werden dürfen. Trotzdem muss sichergestellt sein, dass keine Leckagen auftreten. Diese können besonders am Sammelblock auftreten, welcher alle Schmutzwasserleitungen zusammenführen soll und gemeinsam mit der Tropfschale entwickelt wurde. Tabelle 3 fasst die Randbedingungen für die drei betrachteten Varianten zusammen.

Tabelle 3: Randbedingungen der Tropfschale bei versch. Varianten

Var.	Herausnehmbar	Abwasser auffangen	Abwasser ableiten	Verschraubung zu Sammelblock möglich
Labor	ja	ja	ja	nein
Home	ja	ja	nein (manuell)	nein
Style	nein	ja	ja	ja

3.3.2 Konzepte und Umsetzung der Schnittstellen

Die eben genannten Randbedingungen schließen einen exakt gleichen Aufbau für alle drei Varianten aus. Da der Sammelblock jedoch nicht fest verbunden ist, kann durch die Anpassung dessen die Tropfschale als Gleichteil realisiert werden. Dies hat den Vorteil, dass der Sammelblock als 3D-Druck-Teil ausgelegt wird, welches wesentlich günstiger ist als die geschweißte Biegeblechkonstruktion der Tropfschale. Problematisch ist allerdings die leckagefreie Verbindung der beiden Bauteile, für die Konzepte erarbeitet wurden.

3.3.2.1 Konzept „Selbstschließende Einheit“

Das Konzept einer selbstabschließenden Einheit nach Herausziehen eines Stutzens (siehe Abbildung 12) wurde nicht realisiert, da die Fertigung zu teuer wäre und Kaufteile von anderen Kaffeemaschinenherstellern nicht eingebaut werden dürfen.

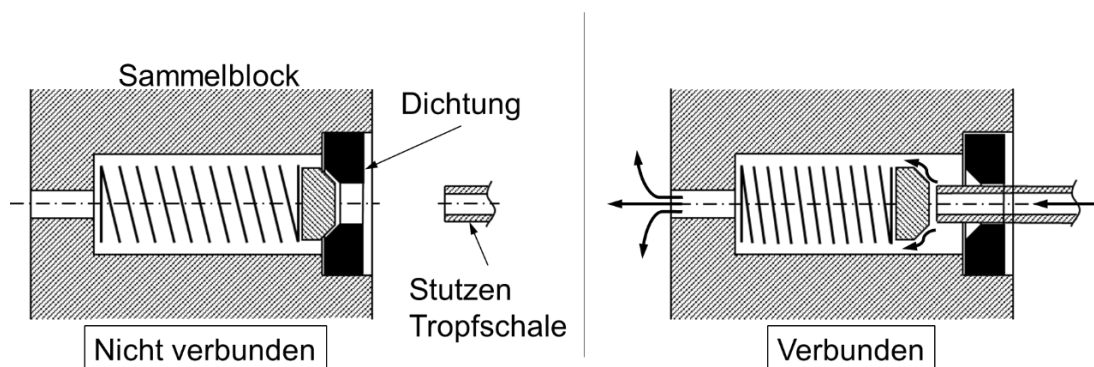


Abbildung 12: Konzept "Selbstschließende Einheit"

3.3.2.2 Konzept „Rückschlagventil“

Die Verwendung eines Rückschlagventils mit aufgestecktem Schlauch wäre auch zu komplex, da der Druck durch die darüberliegende Wassersäule nicht ausreicht, um das Ventil zu öffnen. (siehe Abbildung 13)

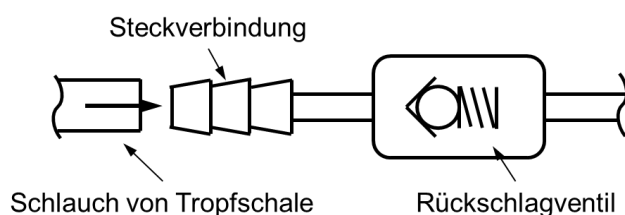


Abbildung 13: Konzept "Rückschlagventil"

3.3.2.3 Konzept „Gerinne“

Die einzig verbleibende Möglichkeit ist ein Gerinne, sodass das Abwasser kontinuierlich ablaufen kann. Hierbei ist die Gefahr einer Leckage aufgrund der nicht abdichtenden Schnittstelle am größten, weshalb Lösungen zum Verhindern eines Flüssigkeitsaustritts erarbeitet wurden.

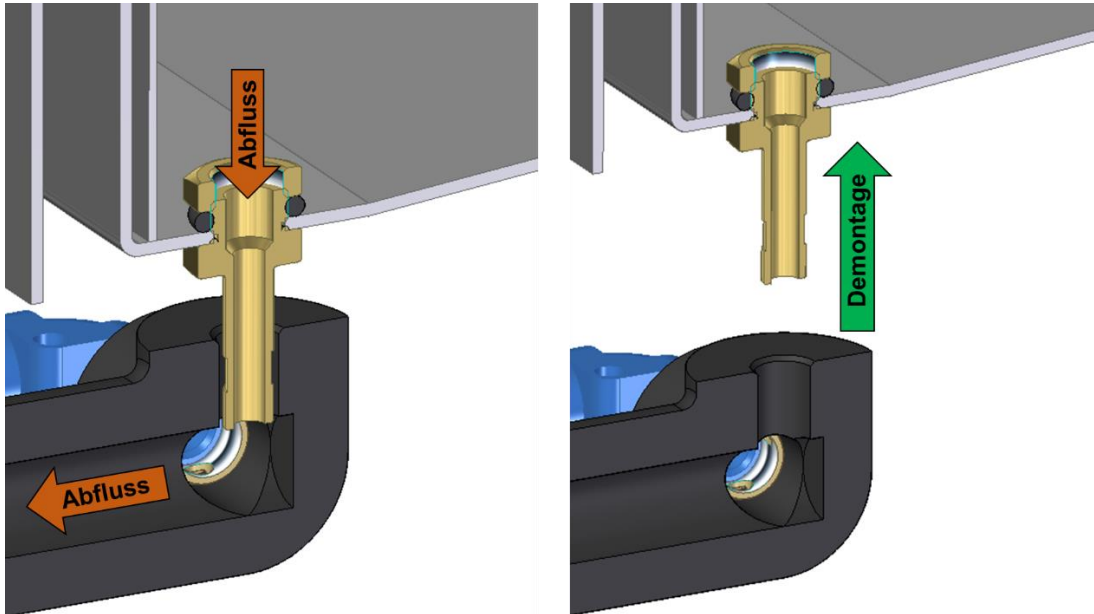


Abbildung 14: Konzept "Gerinne Labor / Style"

Für die Varianten „Labor“ und „Style“ liegt die Tropfschale über dem Sammelblock und leitet das Abwasser über einen Stutzen vertikal und somit leakagefrei, in diesen hinein (siehe Abbildung 14). Dies bedeutet, dass die Tropfschale nur noch nach oben herausgenommen werden kann. Im Gegensatz hierzu wird sie bei der Variante „Home“ nach vorne herausgezogen, da darüberliegend der Sammelblock angebracht ist und sich im hinteren Bereich über eine Aussparung im Gitter entleert (siehe Abbildung 15). Dieser Unterschied erfordert einen Tropfschalenhalter, welcher beide Varianten unterstützt.

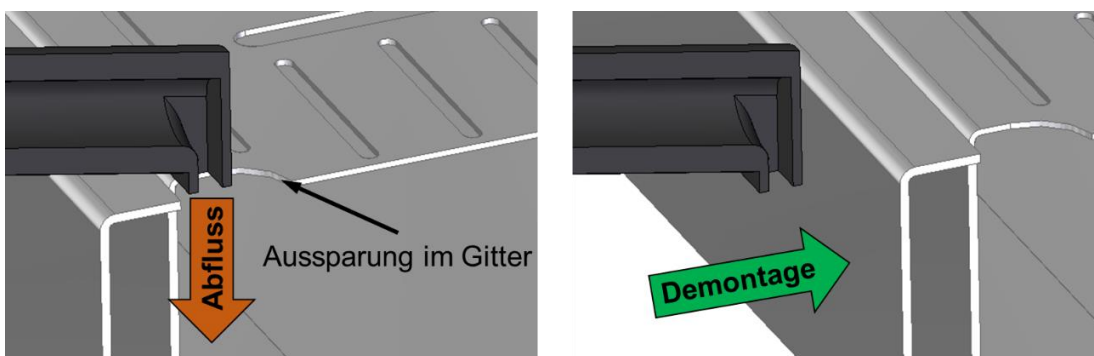


Abbildung 15: Konzept "Gerinne Home"

3.3.2.4 Sammelblock Variante „Labor“

Der Sammelblock der Variante „Labor“ ist ein aus dem Material PA12 per HP Multi Jet Fusion (MJF) 3D-gedrucktes Bauteil, wodurch sich eine Vielzahl an Gestaltungsmöglichkeiten realisieren lassen. Er ist so konzipiert, dass am vorderen Ende seitlich der Überlauf der Brühgruppe, welcher auch zur Reinigung dient, hineinfließt. Das Abwasser der Tropfschale kommt von oben hinzu. Wie im Konzept „Gerinne“ (siehe Kapitel 3.3.2.3) beschrieben, ist dies eine lose Verbindung. Im Gegensatz hierzu werden die verbleibenden Abwasserleitungen fest verschraubt. Dies benötigt jeweils einen Gewindeeinsatz als Adapterstück für das Zollgewinde mit dem 3D-Druck-Teil, da diese nicht direkt verbunden werden können. Die geraden und gewinkelten Verschraubungen verfügen auf der sammelblockabgewandten Seite über einen ELSA-Anschluss, an dem die Schläuche angesteckt werden. Am hinteren Ende des Sammelblocks wird schließlich die externe Leitung angeschlossen, um das Abwasser von der Maschine abzuführen. Aktuell ist auch hier der gleiche Gewindeeinsatz vom Typ ENSAT® - SBD mit Zollgewindegröße G 1/8 vorgesehen. Im Anhang A5 ist das zugehörige Datenblatt zu finden, allerdings sind nur metrische Gewinde mit Bemaßung angegeben. Die hier benötigten Whitworthgewinde sind nur auf Anfrage erhältlich und haben kein eigenes Datenblatt mit Bemaßungen. Abbildung 16 zeigt die Konstruktion des Sammelblocks der Variante „Labor“ inklusive der „Peripheriebauteile“ und Anbringung am Rahmen.

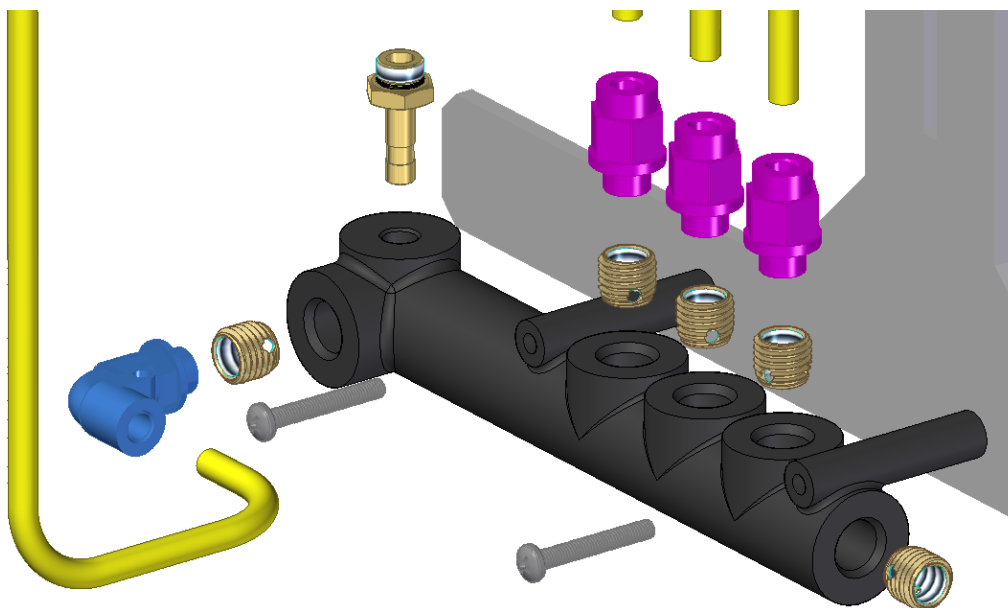


Abbildung 16: Sammelblock Labor mit Peripherie, Explosionsdarstellung

3.3.2.5 Sammelblock Variante „Home“

Für die Konstruktion des Sammelblocks wurde bei der Variante „Home“ das gleiche Konzept (siehe Kapitel 3.3.2.3) verwendet. Der Grundkörper wird 3D-gedruckt (MJF) und die Abwasserleitungen mit Gewindeeinsätzen fest verschraubt. Da die Tropfschale alle abzuführenden Flüssigkeiten auffängt, entfällt der Anschluss der externen Abwasserleitung und die Form des Blocks muss grundlegend geändert werden. Wie im Konzept „Gerinne Home“ bereits dargestellt, ist die Öffnung als Schnittstelle zur Tropfschale direkt oberhalb einer Aussparung im Gitter, die auch als Griffstelle zum Herausnehmen dessen fungiert (siehe Kapitel 3.3.3). Die Anbringung am Rahmen wird über einen kleinen Halter an der Querstrebe, an dem auch die Hutschiene befestigt ist, realisiert. Abbildung 17 stellt die Konstruktion und die Anschlüsse dar.

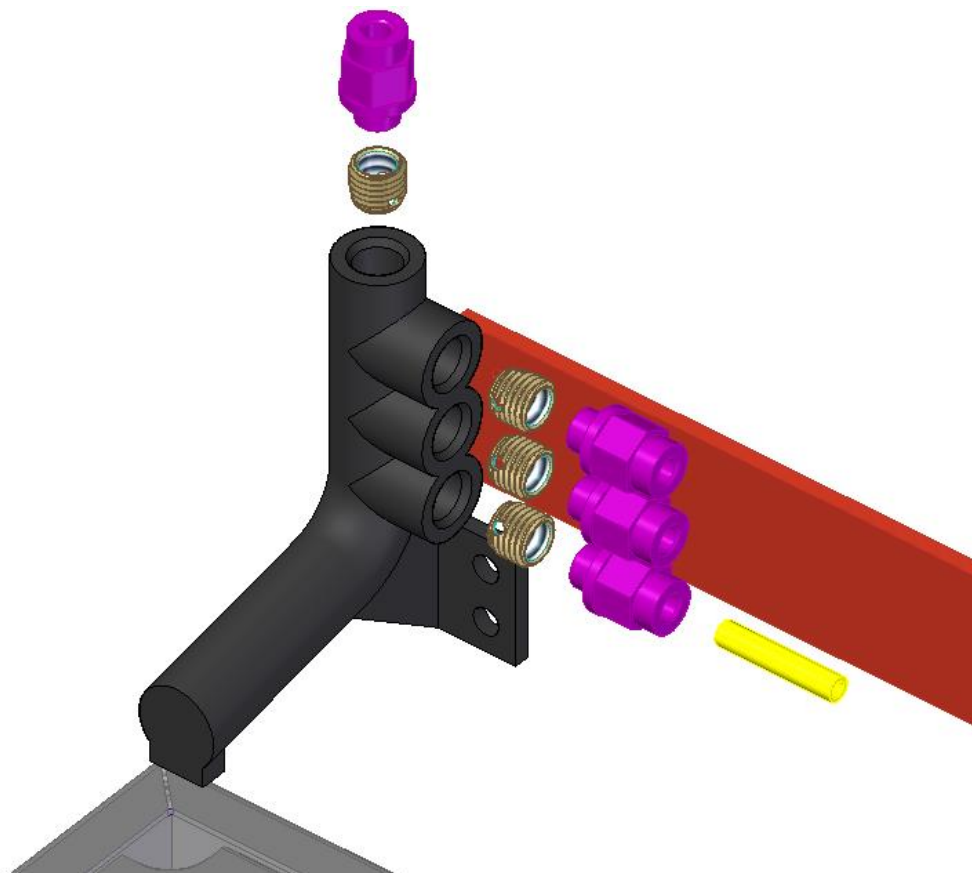


Abbildung 17: Sammelblock „Home“ mit Peripherie, Explosionsdarstellung

Um Kosten und Entwicklungsaufwand zu sparen, wurde der Sammelblock anfangs als Kaufteil von AVS-Römer eingeplant. Nachdem hierfür aufgrund der zwei verschiedenen Gesamtkonzepte (Sammelblock über und unter Tropfschale) keine Konstruktionen erstellt werden konnten, die beide Varianten unterstützen, wurde die Herstellung als 3D-Druck-Teil beschlossen.

3.3.2.6 Tropfschalenhalterung

Der Halter ist ein 3D-Druck-Teil (MJF) und bietet somit viele Freiheiten bei der Gestaltung. Dies ist auch nötig, da er gleichzeitig die Tropfschale hält, sicherstellt, dass diese auf zwei verschiedenen Möglichkeiten herausnehmbar ist und als vorderer Aufstellfuß der Maschine fungiert. Da die Tropfschale bündig mit dem Grundrahmen seitlich abschließt, können die beiden Halter keine Gleichteile sein, da die Auflagefläche nicht zentriert über dem Rahmenteil liegt. (siehe Abbildung 18)

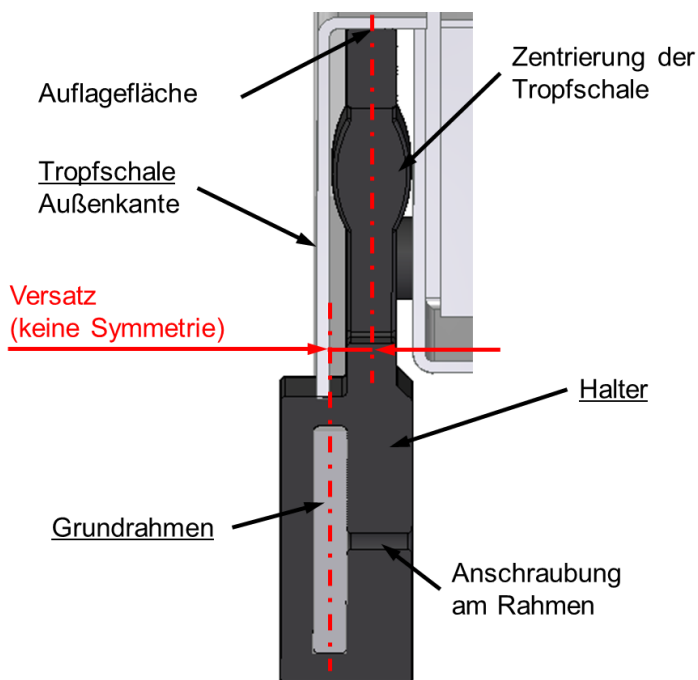


Abbildung 18: Halter links (Schnitt in Frontansicht)

Die Form des Halters ist so gewählt, dass die Tropfschale bei allen Varianten im eingelegten Zustand keine seitliche Bewegungsfreiheit hat. Beim Modell „Labor“ wird sie im Wartungsfall nach oben herausgezogen. Für das Modell „Home“ ist eine stufenförmige Bewegung (siehe Abbildung 19) nötig. Die zwei Absätze verhindern ein Herausfallen nach vorne.

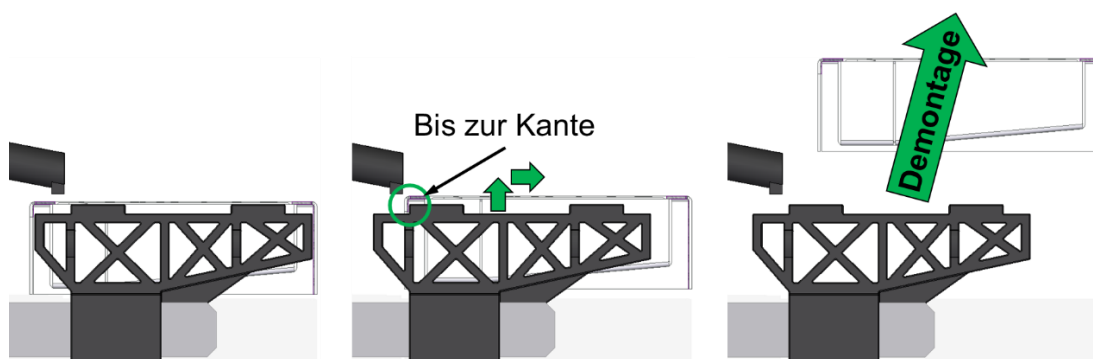


Abbildung 19: Demontage der Tropfschale bei Variante „Home“

3.3.2.7 Nachweis Halter per FEM

Um die Festigkeit des Halters für die Tropfschale nachzuweisen, wurde eine FEM-Analyse durchgeführt.

Als vereinfachter Lastfall wird angenommen, dass man sich mit einer Kraft von $F_{ges} = 250 \text{ N}$ auf der Tropfschale abstützt, was einem Gewicht von ca. $m = 25 \text{ kg}$ entspricht. Da die Tropfschale von zwei Haltern getragen wird, halbiert man die Kraft zu $F_H = 125 \text{ N}$. Die Krafteinleitung erfolgt über die beiden, erhöhten Auflageflächen, welche in Abbildung 20 blau markiert sind.

Die Randbedingungen sind gesperrte Translationen an der Bodenfläche (rot) und eine Fixierung der Auflagefläche am Grundrahmen (gelb).

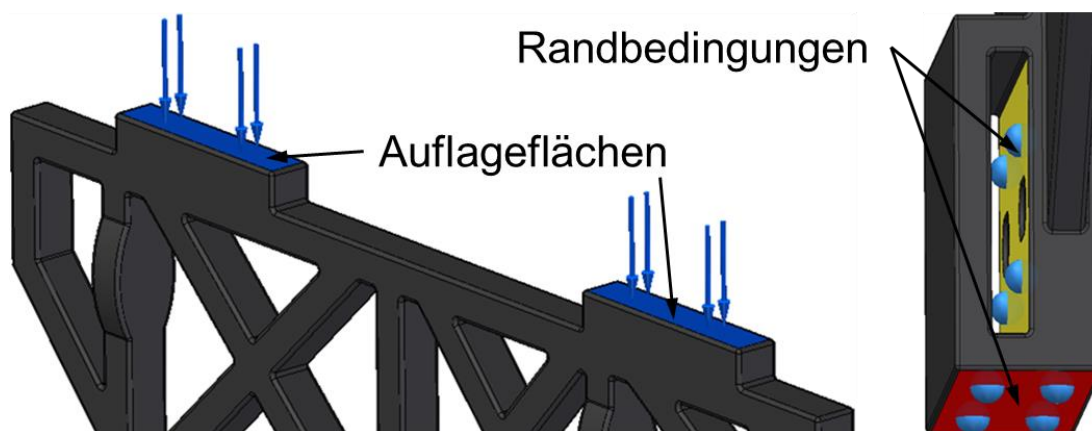


Abbildung 20: Lastannahme und Randbedingungen

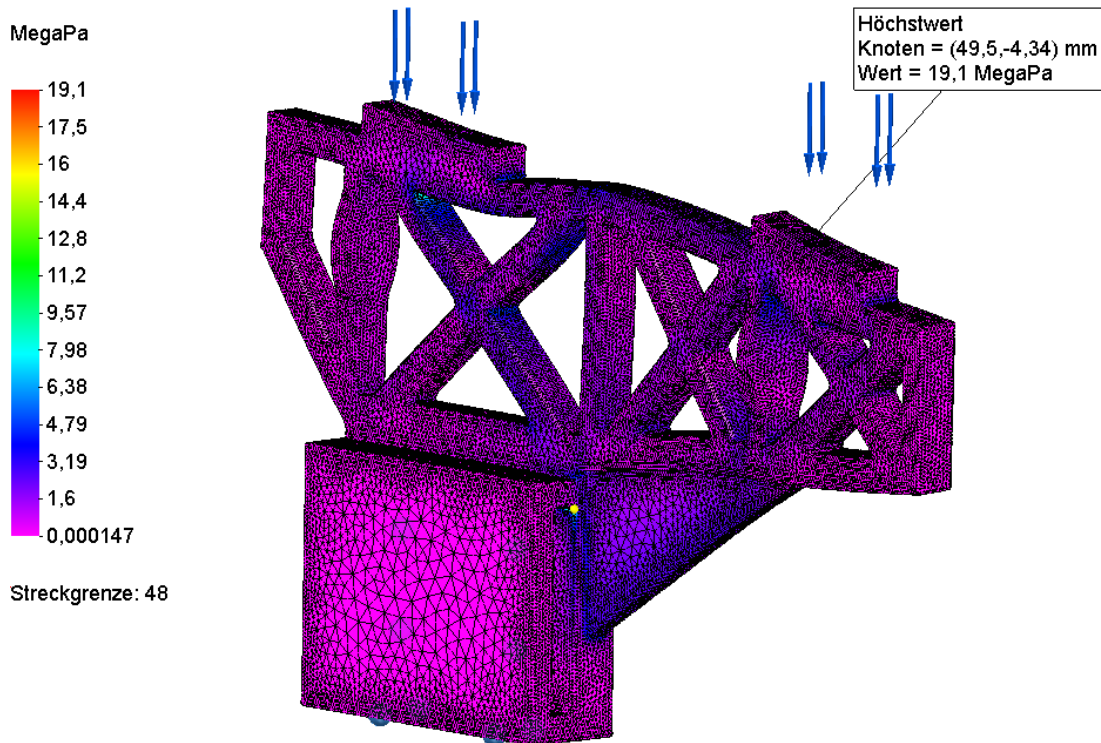
Die Vernetzung des Modells sind Tetraederelemente² mit quadratischer Ansatzfunktion und Kantengröße von $k = 0,55 \text{ mm}$. Die Berechnung erfolgte mit Solid Edge per Finite Elemente Solver NX Nastran.

Abbildung 21 zeigt die Ergebnisse mit 10-fach verstärkter Verformung zur besseren Auswertung.

Dividiert man die Streckspannung von PA12 (Datenblatt, siehe Anhang A4), mit Betrag $R_e = 48 \text{ MPa}$, durch die maximal auftretende Spannung, so ergibt sich eine Sicherheit von $S = 2,5$. (Wittel et al. 2016)

$$S = \frac{R_e}{\sigma_{max}} = \frac{48 \text{ MPa}}{19,1 \text{ MPa}} \quad (1)$$

² Bei Bauteilen mit Rundungen sind nur Tetraederelemente sinnvoll, da die Rundungen bei Hexaederelementen zu deutlichen Spannungsabweichungen, aufgrund der schlechten Approximation der Form, führen.



20200831-01-11 Fuss mit Tropfschalenaufnahme links.par, Statische Berechnung 6, Nylon, allgemein
 Spannung - Elemente
 Kontur: Von Mises
 Verformung: Gesamtverschiebung
 Datum: Dienstag, 5. Januar 2021 11:30



Abbildung 21: Ergebnisse der FEM

Betrachtet man die Stelle, an der die maximale Spannung auftritt (Abbildung 22), so erkennt man diese an einen scharfen Übergang, welcher aufgrund der Vernetzung des Modells entstand. Beim originalen Teil werden die Radien jedoch deutlich runder, wodurch die Spannung geringer wird. Nachdem die Sicherheit jedoch auch mit dieser Kerbe den Mindestwert von $S = 1,3$ deutlich übersteigt, ist der Halter kein kritisches Bauteil.

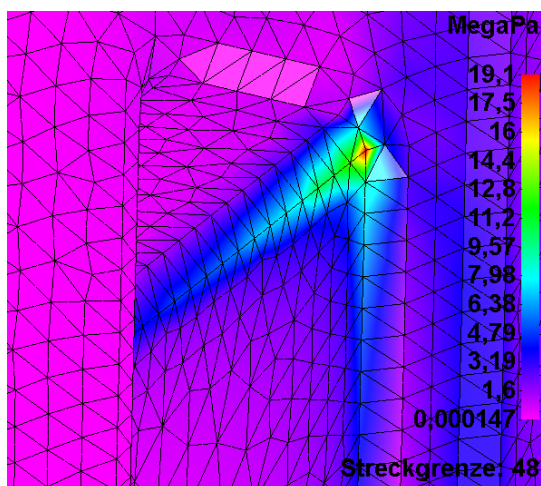


Abbildung 22: Spannungsspitze

3.3.3 Blechbiegekonstruktion der Tropfschale

In Absprache mit zwei Herstellern³ wurde eine Konstruktion der Tropfschale bis zum bestellfähigen Zustand entwickelt und konstruiert. Diese kann 1,2 Liter und somit das Wasservolumen des Boilers der Variante „Home“ komplett aufnehmen. Es handelt sich um eine Schweißbaugruppe, welche aus einer Wanne (fängt Abwasser auf), einem Gitter (zum Abstellen der Tassen) und einem Rahmen (Auflagefläche für Halterung) zusammengesetzt wird. Für den Prototypen werden die Schweißarbeiten im hierfür vorgesehenem Labor der Hochschule München durchgeführt. Dies kann für die Serienfertigung der Espressomaschinen jedoch auch von Firma Maschinenbau Feld GmbH erfolgen. Mithilfe dessen Website (Maschinenbau Feld GmbH 2020, URL: <www.feld-eitorf.de>) konnten die Rahmenbauteile und das Gitter hinsichtlich der Fertigbarkeit geprüft werden. Nachdem die Wanne mehrfach gebogen werden muss und somit eine komplexere Form hat, wurde die Bestätigung der Fertigbarkeit direkt durch die Firma eingeholt. Abbildung 23 stellt die zusammengesetzte und verschweißte Tropfschale der Variante „Labor“ und Abbildung 24 die der Variante „Home“ dar. Die einzelnen Technischen Zeichnungen wurden für die Firma Robert Plersch Edelstahltechnik GmbH (Robert Plersch Edelstahltechnik GmbH 2021) erstellt (siehe Anhang A9). Hierzu wurde Literatur speziell zum normgerechten, technischen Zeichnen mit Form-, Lage- und Allgemeintoleranzen sowie Oberflächenangaben herangezogen (Hoischen und Fritz 2016). Ebenso im Anhang befinden sich Darstellungen, die die Lage und die Form der erforderlichen Schweißnäht abbilden (siehe Anhang A7).

³ „Maschinenbau Feld GmbH“ und „Robert Plersch Edelstahltechnik GmbH“

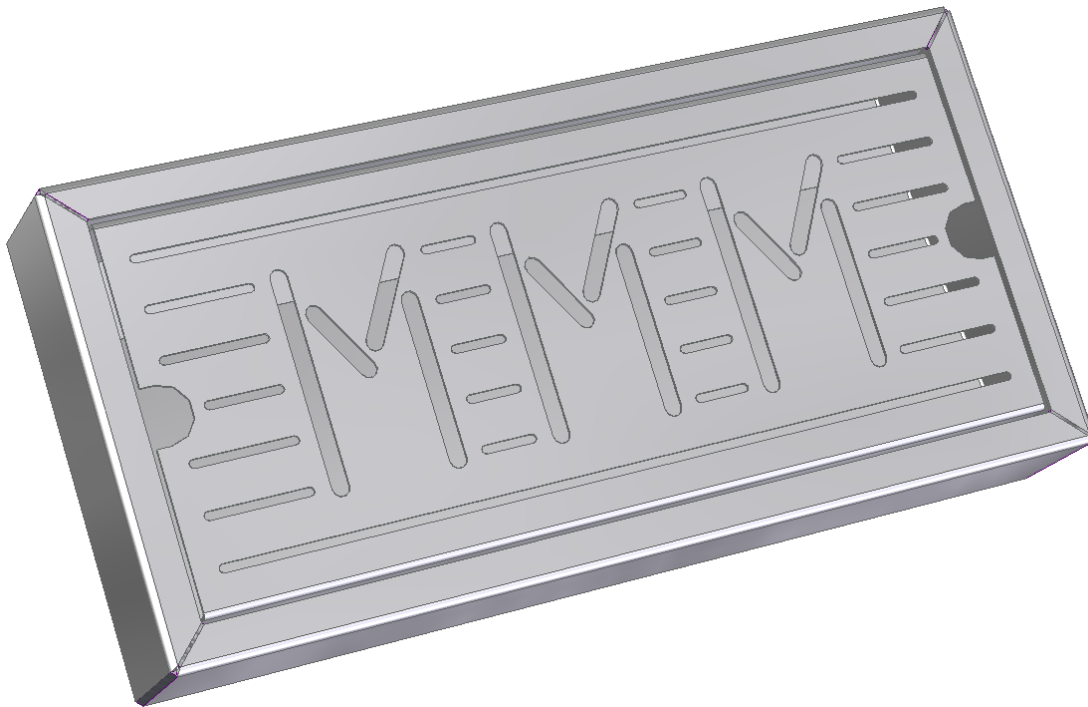


Abbildung 23: Tropfschale der Variante „Labor“

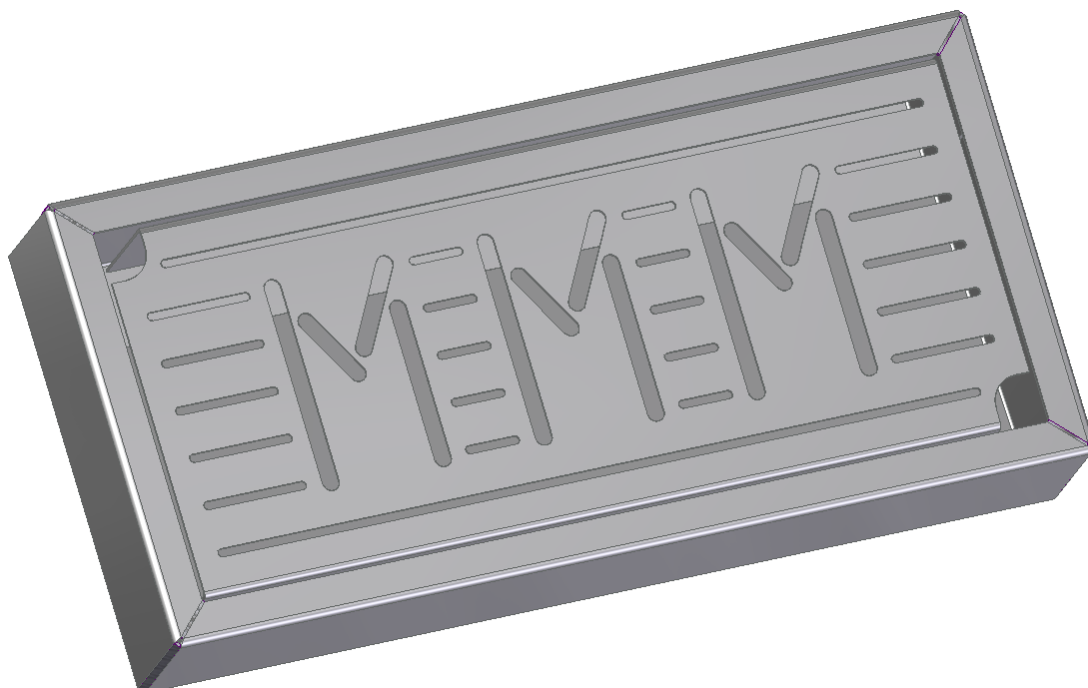


Abbildung 24: Tropfschale der Variante „Home“

Die drei M's sind die Abkürzung für „Münchener Maschinen Manufaktur“ und sollen den Markennamen deutlich sichtbar darstellen.

3.4 Schlauchbiegewerkzeug

In den verschiedenen Varianten der Espressoemaschinen wird eine Vielzahl an Schläuchen benötigt. Da Bauteile wie Ventile, Sensoren oder die Pumpe nicht immer kollinear verbaut werden können, sind entweder Winkelstücke oder gebogene Schläuche notwendig. Nachdem das Material der Schläuche PFA ist, muss, um ein Knicken beim Biegen zu verhindern, eine thermoplastische Verformung mithilfe eines speziellen Werkzeugs durchgeführt werden. Dies ist im preislichen und praktischen Sinne günstiger als das Kaufen von Winkel-Steck-Verbindungen, die darüber hinaus auch nur als Version mit 90°-Winkel verfügbar sind (AVS Römer 2018, S. 36). Abbildung 25 zeigt, gelb markiert, den im Labor vorliegenden Schlauch, für den das Biegewerkzeug zu entwickeln ist.

Kunststoff-Schlauch, flexibel												Abbildung		
Produkt Gruppe 18		T _{min} -200 °C T _{max} +260 °C		Perfluoralkoxy-Copolymer PFA										
Außen-/Innen-ø D/d	Toleranz		Biege-Radius min [mm]	Zulässiger Betriebsüberdruck in bar bei Temperatur						Pack-Einheit [m]	Typ	Bestellnummer	Preis /100 m	
	ø D	Wandst. s		20 °C	50 °C	75 °C	100 °C	150 °C	200 °C					250 °C
4 / 2			16	27	23,0	20,5	18,0	14,0	10,5	7,5	50	PFA-4/2-natur	296006	a. A.
6 / 4			36	18	15,5	13,5	12,0	9,5	7,0	5,0	50	PFA-6/4-natur	296007	a. A.
8 / 6	±0,1	±0,1	64	13,5	11,5	10,0	9,0	7,0	5,0	3,5	50	PFA-8/6-natur	296008	a. A.
10 / 8			100	10,8	9,0	8,0	7,0	5,5	4,0	3,0	50	PFA-10/8-natur	296009	a. A.
12 / 10			144	9	7,5	6,5	6,0	4,5	3,5	2,5	50	PFA-12/10-natur	296011	a. A.

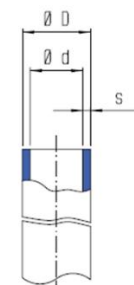


Abbildung 25: Angaben zum Schlauch (Quelle: AVS Römer 2018, S. 91)

3.4.1 Anforderungen

Die wichtigste Anforderung ist das Aufbringen der benötigten Temperatur. Diese wird versuchstechnisch ermittelt und muss nicht zwingend höher als die Schmelztemperatur von 305° C liegen, da sich bereits im darunterliegenden entropieelastischen Bereich ein zähflüssiger Zustand einstellt. Allgemein müssen die Regelungen für die thermoplastische Verarbeitung nach DIN EN ISO 12086 beachtet werden, die unter anderem eine gute Belüftung des Bearbeitungsraums vorschreibt. Dies ist besonders in diesem Fall wichtig, da bei höheren Verarbeitungstemperaturen in geringen Mengen Flusssäure freigesetzt werden kann, weshalb auch korrosionsbeständige Formen verwendet werden müssen. (Kaiser 2016, S. 415-428) Der hierfür geplante Werkstoff Aluminium könnte somit für die Anwendung nicht geeignet sein, da die Oxidschicht einen längeren Kontakt mit Flusssäure (HF) nicht standhält. (Ostermann 2007, S. 235)

Kaiser (2016, S. 416) zufolge ist es besonders wichtig den Kunststoff nicht zu stark zu erhitzen:

„PTFE und die anderen Fluorkunststoffe zersetzen sich beim Erwärmen auf über 400 °C rasch unter Bildung stark aggressiver, giftiger Gase (PTFE-Zersetzung hauptsächlich durch Depolymerisation, bei PVDF vor allem Abspaltung von Flusssäure, HF; ähnlich wie Chlorwasserstoff, HCl, bei PVC)“

Damit ein Knicken des Schlauchs verhindert wird, muss dieser an vier rechtwinklig zueinander ausgerichteten Seiten anliegen, sodass zwei parallele Flächen formgebend sind, und die anderen Beiden eine radiale Erweiterung verhindern. (siehe Abbildung 26)

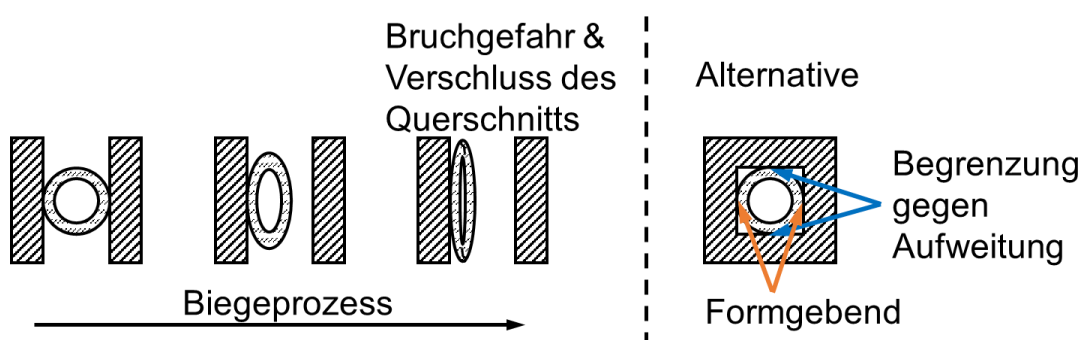


Abbildung 26: Knicken des Schlauchs

3.4.2 Gesamtkonzept

Auf Basis der Anforderung wird anschließend das erarbeitete Gesamtkonzept erläutert.

Die Form, in der der Schlauch verformt wird, besteht aus zwei Hälften. Eine enthält eine Kavität, in die der Schlauch eingelegt wird. Die Andere ist der Deckel, welcher als einfache Platte die vierte Begrenzung darstellt und dadurch ein Knicken verhindert. (siehe Abbildung 27)

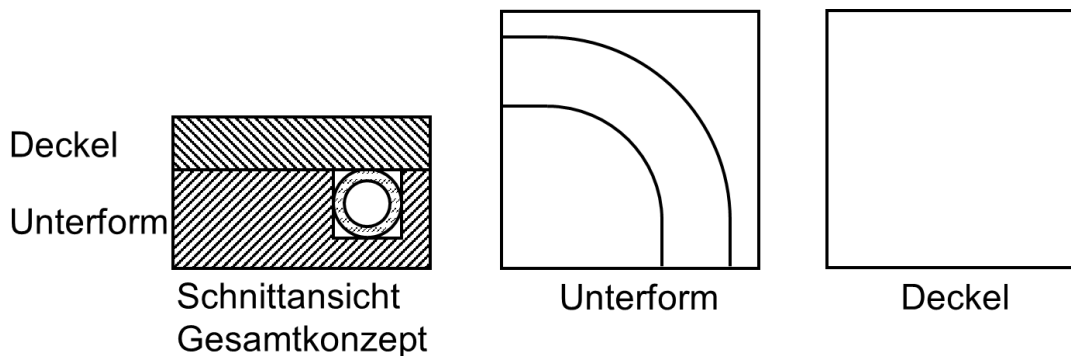


Abbildung 27: Konzeptioneller Aufbau

Beide Formhälften müssen erhitzt werden, sodass eine thermoplastische Verformung abläuft. Hierfür befindet sich schon ein Heizungsregler im Verbundlabor für Fahrzeugtechnik, Akustik und Dynamik der Hochschule München, dessen Datenblatt im Anhang A3 zu finden ist. Dieser steuert ein angeschlossenes Solid State Relay (SSR). Für den elektrischen Aufbau wurde ein Konzept erstellt, welches als Schaltplan in Abbildung 28 dargestellt ist.

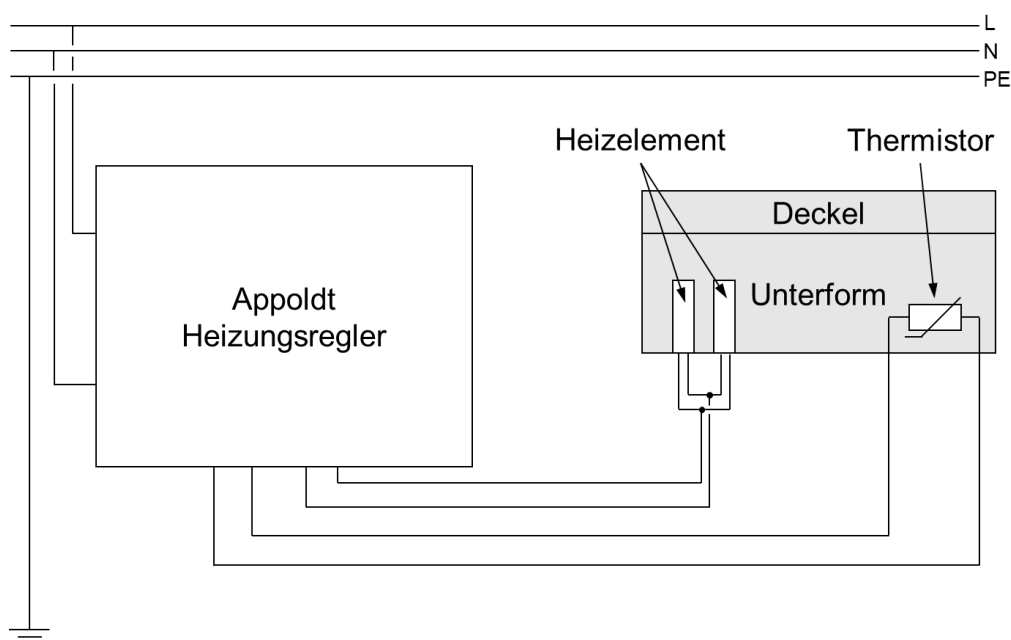


Abbildung 28: Elektrischer Schaltplan Biegewerkzeug

3.4.3 Offene Arbeiten

Bislang fehlen geeignete Heizelemente, zu dessen Bestellung zuvor die erforderliche Heizleistung des Werkzeugs berechnet werden muss. Diese ist abhängig von der Gestaltung und dem Material der Formhälften, weshalb hierfür eine genaue Konstruktion benötigt wird. Weitere Entwicklungsschritte werden mit Probeläufen realisiert, sodass das Biegewerkzeug genau auf die Eigenschaften von den zu verarbeitenden Schläuchen eingestellt werden kann.

4. Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme befasst sich in dieser Arbeit ausschließlich mit dem hydraulischen Aufbau der Maschinenvariante „Labor“, da parallel zu dieser Arbeit die Inbetriebnahme des Grundrahmens erfolgte. Der hydraulische Aufbau fasst alle Komponenten zusammen, die in direktem Zusammenhang mit den sich in der Maschine befindenden Flüssigkeiten stehen. Hierbei können beispielsweise Magnetventile, Sensoren und Schlauchleitungen genannt werden. Generell sind alle Bauteile dem hydraulischen Aufbau zuzuordnen, die im Hydraulikplan eingezeichnet sind. Im Anhang A6 wird der für die Variante „Labor“ geltende Hydraulikplan dargestellt und dient als Orientierungshilfe für die Inbetriebnahme. Abbildung 29 zeigt die CAD-Konstruktion des hydraulischen Aufbaus, der wie dargestellt im Verbundlabor für Fahrzeugtechnik, Akustik und Dynamik der Hochschule München in Betrieb genommen werden soll.

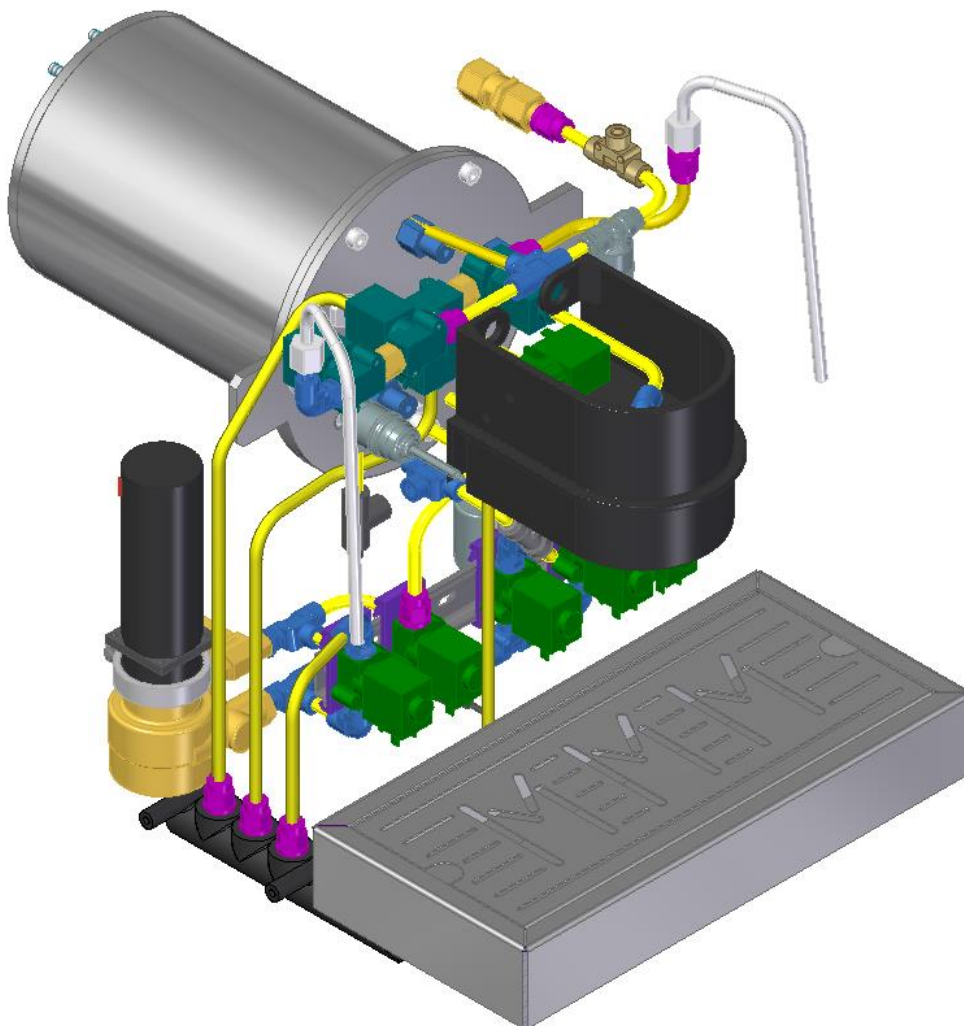


Abbildung 29: Hydraulischer Aufbau der Maschinenvariante „Labor“

4.1 Vorgehen

Zu Beginn wurden mithilfe der aktuellen Stückliste die benötigten Teile gesucht und erfasst, welche noch nicht im Labor vorhanden sind. Für diese Teile wird bereits eine Bestellung bearbeitet. Die erstellte Liste ist im Anhang A8 zu finden und wird als Excel-Tabelle im Abgabeordner zur Verfügung gestellt.

4.2 Offene Arbeiten

Um die nachfolgend beschriebenen Tätigkeiten besser nachvollziehen zu können, wird auf die Konstruktion der Maschine verwiesen, die als STEP-Datei im Abgabeordner zu finden ist.

Für die Montage der Magnetventile ist eine Hutschiene vorhanden, die zugeschnitten werden muss, sowie zugehörige Halter. Diese benötigen jedoch noch Bohrungen, sodass die Magnetventile angeschraubt werden können.

Der Boiler ist vorhanden, sodass Sensoren und sonstige Bauteile montierbar sind. Anschließend muss die Isolierung aufgeklebt werden.

Die Schläuche können verarbeitet werden, allerdings wird empfohlen zu warten, bis die Verbindungselemente wie Winkel und T-Stücke vorhanden sind, sodass die Schläuche in die tatsächlich benötigte Länge zugeschnitten werden. Zu beachten ist, dass die Winkelstücke nur eine vorläufige Lösung sind, bis mithilfe des Schlauchbiegewerkzeugs (siehe Kapitel 3.4) gebogene Schläuche eingesetzt werden können.

Allgemein gilt, dass die Maschine nach dem Konzept des Hydraulikplans aufgebaut werden soll. Die Konstruktion hilft dabei, die Bauteile richtig zu platzieren und anzuschließen. Da der Großteil der Sensoren und sonstige Bauteile wie Magnet-, Antivakuums- und Überdruckventil bereitstehen, können hier Baugruppen zusammengefügt und am Rahmen angebracht werden.

5. Montageanleitung

Zur Erstellung des ersten Teils der Montageanleitung wurde das CAD-Programm „Solid Edge ST9“ verwendet. Für eine neutrale Darstellung, die auch im Schwarz-Weiß-Druck die Lesbarkeit sicherstellt, wurde die Ansichtsformatierung „Sichtbare Kanten“ mit der zusätzlichen Funktion „Einfarbige Kanten“ ausgewählt. Somit werden alle, sich im Vordergrund befindende Kanten, in schwarz dargestellt. Abbildung 30 zeigt die Ansichtseinstellung, die für die Montageanleitung gewählt wurde.

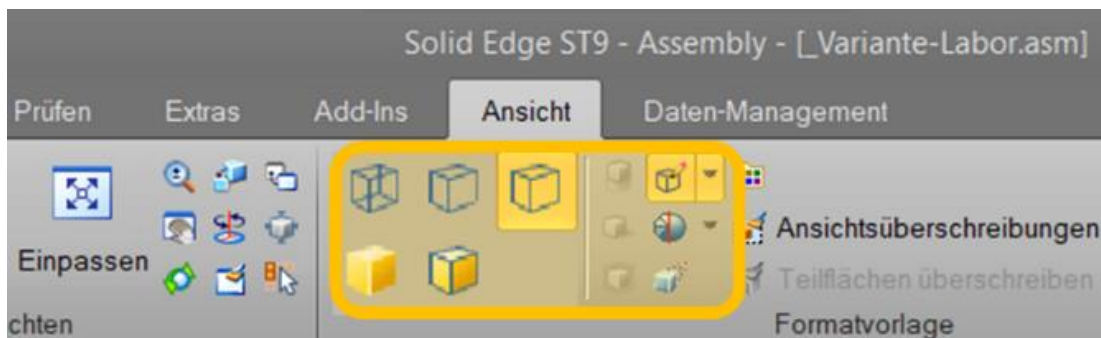


Abbildung 30: Verortung der Ansichtseinstellungen bei "Solid Edge ST9"

Zu Beginn jedes Abschnitts wird die zusammengesetzte Baugruppe abgebildet. Anschließend folgt je Arbeitsschritt eine kurze Beschreibung dessen, eine Auflistung der benötigten Teile und zwei oder mehrere Bilder zum Zusammenbau. Dabei wird durch Verschieben der Einzelteile ein nicht montierter Zustand im CAD-Programm simuliert, welcher danach mit Pfeilen oder sonstigen Darstellungshilfsmittel die notwendigen Abläufe kennzeichnet. Das letzte Bild ist jeweils der Endzustand, nach dem auf der Seite beschrieben Montageschritt. Abbildung 31 verdeutlicht das Beschriebene.

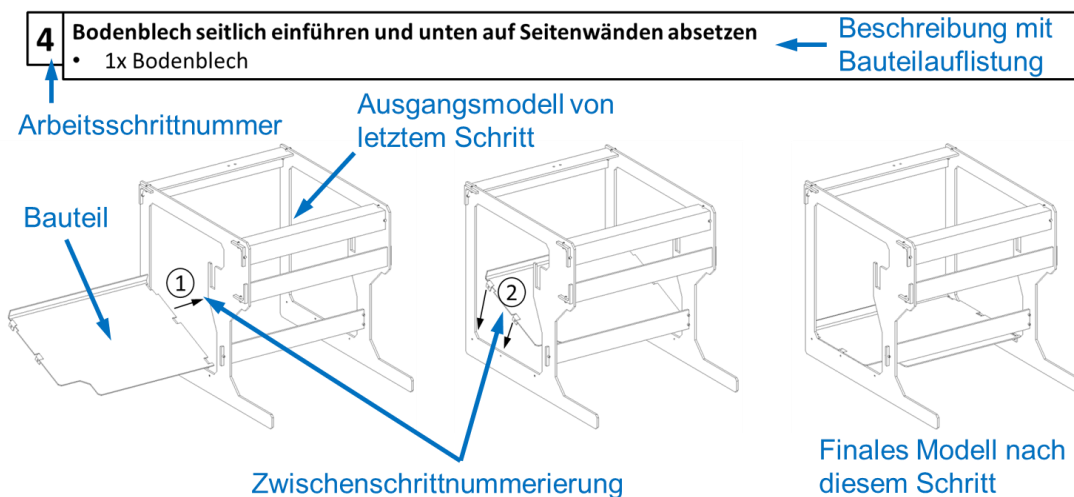


Abbildung 31: Darstellung eines Arbeitsschritts in der Montageanleitung

Es empfiehlt sich die Anleitung parallel zur Inbetriebnahme zu erstellen, da diese das Vorgehen, neben der Dokumentation, verdeutlicht und man die Gewissheit hat, dass der geplante Montageablauf auch tatsächlich umsetzbar ist.

Der aktuelle Stand der Montageanleitung befindet sich im Abgabeordner dieser Arbeit.

6. Fazit

Die Abschlussarbeit zum Thema „Entwicklung und Inbetriebnahme des hydraulischen Aufbaus einer labortechnischen Espressomaschine“ behandelt hauptsächlich Entwicklungsarbeiten und bestand zu großen Teilen aus dem Finden von Konzepten, dem Prüfen und Anpassen von Baugruppen und der Absprache mit Lieferanten. Wenngleich der Teil „Inbetriebnahme“ im Titel als gleichwertig zur „Entwicklung“ verstanden werden kann, wurden doch deutlich mehr Arbeiten zu letzterem Thema durchgeführt. Dies lag an, zu den ursprünglich geplanten, hinzukommenden Aufgabenpaketen und fehlender Bauteile im Labor, wodurch der Aufbau der Maschine und dessen Inbetriebnahme im Anschluss an diese Arbeit folgen wird. Alle hierfür benötigten Bauteile wurden bestellt und Hinweise zum Vorgehen dokumentiert.

Obwohl die Arbeitsreihenfolge mehrfach umgelagert und der Umfang der Aufgabenpakete angepasst wurde, konnte die Bearbeitungszeit dennoch ausgeschöpft werden, um beispielsweise die Tropfschale auszulegen, zu entwickeln und final mit Lieferanten abzustimmen. Auch der Kontakt zur Firma, die die Boiler der Espressomaschinen herstellt, endete mit der Lieferung von drei Prototypen. Durch das Konzipieren eines Schlauchbiegewerkzeugs und das Definieren von Anforderungen und Sicherheitshinweisen können parallel zur Inbetriebnahme auch Entwicklungsarbeiten weitergeführt werden.

Auch wenn die anfangs festgelegten Schwerpunkt umdefiniert wurden, resultierte ein Projektfortschritt, auf den nachfolgende Projektgruppen oder Abschlussarbeiten aufbauen können.

Literaturverzeichnis

- Ahlgrim, Til/Ankner, Lukas/Blädel, Tobias/Bolat, Yasin/Michal, Florian/Weber, Fabian (2020). Abschlussdokumentation SoSe2020. Kalte Siebträger, kalte Brühgruppe, Stahlboiler, Borosilikatglasboiler, Grundrahmen. München, Hochschule für angewandte Wissenschaften München.
- Appoldt GmbH (Hrsg.) (2019). SSR-1~DIMMER <125A PLATINE. Online verfügbar unter <https://www.appoldt.com/downloads/seite-2.52.pdf> (abgerufen am 05.01.2021).
- AVS Römer (Hrsg.) (2018). Produkt-Katalog inklusive NSF 2018. Online verfügbar unter <https://www.avs-roemer.de/de/unternehmen/qualitaet/kataloge/katalog-2019-01-de.pdf> (abgerufen am 03.01.2021).
- Dichtelemente arcus GmbH (2012). Bonded Seal Form BS - Werkstoff NBR. Online verfügbar unter https://static.o-ring.de/data/bs_bs_NBR_XXX_XXX_1.pdf?1413969541366 (abgerufen am 18.01.2021).
- Hoischen, Hans/Fritz, Andreas (Hg.) (2016). Technisches Zeichnen. Grundlagen, Normen, Beispiele, darstellende Geometrie : Lehr-, Übungs- und Nachschlagewerk für Schule, Fortbildung, Studium und Praxis, mit mehr als 100 Tabellen und weit über 1.000 Zeichnungen. 35. Aufl. Berlin, Cornelsen.
- HP Development Company (Hrsg.) (2017). HP 3D High Reusability PA 12. Online verfügbar unter <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/5154612/Material%20documentation/MJF%20PA12/HP%20Strong%20and%20Flexible%20Data%20Sheet.pdf> (abgerufen am 05.01.2021).
- Kaiser, Wolfgang (2016). Kunststoffchemie für Ingenieure. Von der Synthese bis zur Anwendung. 4. Aufl. München, Hanser.
- Kerb-Konus-Vertriebs-GmbH (Hrsg.) (2021). Dünnwand-Gewinde-Einsatz. selbstschneidend, Schneidbohrung. Online verfügbar unter <https://www.kerbkonus.de/proddb/pdf/frame.php?pdf=de.ds.30.3470&lang=de> (abgerufen am 06.01.2021).

- Lindemann, Udo (2009). Methodische Entwicklung technischer Produkte, 46–54. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-01423-9>.
- Maschinenbau Feld GmbH (Hrsg.) (2020). L-Profil aus Edelstahlblech geschliffen K320, V4A, Stärke 1,5 mm. Online verfügbar unter <https://www.feld-eitorf.de/l-profil-aus-edelstahlblech-geschliffen-k320-v4a-staerke-1-5-mm> (abgerufen am 02.01.2021).
- Ostermann, Friedrich (2007). Anwendungstechnologie Aluminium. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Robert Piersch Edelstahltechnik GmbH (Hrsg.) (2021). Produkte. Blechtechnik in Edelstahl, Stahl und Aluminium. Online verfügbar unter <https://www.piersch.de/produkte/> (abgerufen am 06.01.2021).
- Rohnen, Armin (2020). Hydraulikplan Labor, Home. Moodle-Dokument. München, Hochschule für angewandte Wissenschaften München. (abgerufen am 05.01.2021).
- Volz Gruppe (Hrsg.) (2018). Datenblatt GEV R WD. Online verfügbar unter https://cdn.tracepartsonline.net/PartsDefs/Production/VOLZ_904573921/90-05062018-041926/Documents/Datenblatt_GEV_R_WD.pdf (abgerufen am 05.01.2021).
- Weber, Fabian (2021). Mechatronische Entwicklung und Inbetriebnahme einer labortechnischen Espressomaschine. Bachelorthesis. München, Hochschule für angewandte Wissenschaften München.
- Wikipedia (Hrsg.) (2020a). Metrisches ISO-Gewinde. Online verfügbar unter https://de.wikipedia.org/wiki/Metrisches_ISO-Gewinde (abgerufen am 08.01.2021).
- Wikipedia (Hrsg.) (2020b). Whitworth-Gewinde. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Whitworth-Gewinde> (abgerufen am 08.01.2021).
- Wittel, Herbert/Jannasch, Dieter/Voßiek, Joachim (2016). Roloff/Matek Maschinenelemente Formelsammlung. Wiesbaden, Springer Fachmedien Wiesbaden.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Konstruktionsstände Variante "Labor"	7
Abbildung 2: Konstruktionsstände Variante "Home"	7
Abbildung 3: Vorgehensmodell MVM (Quelle: Lindemann 2009, S. 47)	8
Abbildung 4: Boileraufbau der drei Varianten	10
Abbildung 5: Boilerdeckel mit Bohrungsbezeichnungen	11
Abbildung 6: Schnittstellen Boiler - Grundrahmen	12
Abbildung 7: Montageabfolge der Schneidringverschraubung	14
Abbildung 8: Aufbau der Wasserwendeldurchführung.....	14
Abbildung 9: Vergleich Nippel und Schneidringverschraubung	15
Abbildung 10: Problemetik beim Anschrauben der Heizelemente	16
Abbildung 11: Funktionsanalyse des Systems "Tropfschale"	17
Abbildung 12: Konzept "Selbstschießende Einheit"	19
Abbildung 13: Konzept "Rückschlagventil"	19
Abbildung 14: Konzept "Gerinne Labor / Style"	20
Abbildung 15: Konzept "Gerinne Home"	20
Abbildung 16: Sammelblock Labor mit Peripherie, Explosionsdarstellung ...	21
Abbildung 17: Sammelblock „Home“ mit Peripherie, Explosionsdarstellung	22
Abbildung 18: Halter links (Schnitt in Frontansicht)	23
Abbildung 19: Demontage der Tropfschale bei Variante „Home“	23
Abbildung 20: Lastannahme und Randbedingungen	24
Abbildung 21: Ergebnisse der FEM	25
Abbildung 22: Spannungsspitze	25
Abbildung 23: Tropfschale der Variante „Labor“	27
Abbildung 24: Tropfschale der Variante „Home“	27
Abbildung 25: Angaben zum Schlauch (Quelle: AVS Römer 2018, S. 91) ...	28
Abbildung 26: Knicken des Schlauchs.....	29
Abbildung 27: Konzeptioneller Aufbau.....	30
Abbildung 28: Elektrischer Schaltplan Biegewerkzeug	30
Abbildung 29: Hydraulischer Aufbau der Maschinenvariante „Labor“	32
Abbildung 30: Verortung der Ansichtseinstellungen bei "Solid Edge ST9" ...	34
Abbildung 31: Darstellung eines Arbeitsschritts in der Montageanleitung	34
Abbildung 32: Bonded Seal (Quelle: Dichtelemente arcus GmbH 2012).....	42

Abbildung 33: Schneidringverschraubung GEV (Quelle: Volz Gruppe 2018)	43
Abbildung 34: Heizungsregler (Quelle: Appoldt GmbH 2019).....	44
Abbildung 35: PA12 (Quelle: HP Development Company 2017, S. 1) Teil 1	45
Abbildung 36: PA12 (Quelle: HP Development Company 2017, S. 2) Teil 2	46
Abbildung 37: Kerb Konus (Kerb-Konus-Vertriebs-GmbH 2021).....	47
Abbildung 38: Hydraulikplan „Labor“ und „Home“ (Rohnen 2020).....	48
Abbildung 39: Schweißnähte an Rahmen und Wanne	49
Abbildung 40: Schweißnähte zum Verbinden von Wanne und Rahmen	49
Abbildung 41: Technische Zeichnung "Wanne Var. Labor"	53
Abbildung 42: Technische Zeichnung "Fronthalter"	54
Abbildung 43: Technische Zeichnung "Seitenhalter"	55
Abbildung 44: Technische Zeichnung "Heckhalter"	56
Abbildung 45: Technische Zeichnung "Gitter MMM"	57
Abbildung 46: Technische Zeichnung "Wanne Var. Home"	58
Abbildung 47: Technische Zeichnung "Deckel 1,8 l Boiler"	60
Abbildung 48: Technische Zeichnung "Deckel 3,6 l Boiler"	60
Abbildung 49: Technische Zeichnung "Körper 1,8 l Boiler"	60
Abbildung 50: Technische Zeichnung "Körper 3,6 l Boiler"	60
Abbildung 51: Technische Zeichnung "Körper 7,2 l Boiler"	60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Status Maschinenvarianten (Stand Sommersemester 2020)	6
Tabelle 2: Bohrungsbezeichnungen und deren Funktion	11
Tabelle 3: Randbedingungen der Tropfschale bei versch. Varianten	18
Tabelle 4: Stückliste hydraulischer Aufbau „Labor“ Teil 1.....	50
Tabelle 5: Stückliste hydraulischer Aufbau „Labor“ Teil 2.....	51

Anhang

A1. Bonded Seal



Betriebsparameter	
Druck (p) bar	< 25MPa (250)
Geschwindigkeit (v) m/s	
Temperatur (t) C°	-40 bis 140 vernetzungsabhängig
Medien: Wasser, Dampf, Alkohol, Säuren, Luft, Alkali und Äther	
Nicht geeignet für: Öle, Fette und Kohlenwasserstoffe	
Betriebsparameter medienabhängig	
Oberflächengüte	
Rauhtiefen	von bis
Ra	<3,2µm
Rmax	<15 µm
Werkstoff	
Ethylen-Propylen-Diekauschuk	EPDM
Metall	

Bonded Seal Form BS – Werkstoff EPDM

Die Schraubendichtung BS besteht aus einem Versteifungsring aus Metall (auch in AISI-304 sowie AISI-316) und einer am Innendurchmesser anvulkanisierten Dichtlippe aus Gummi.

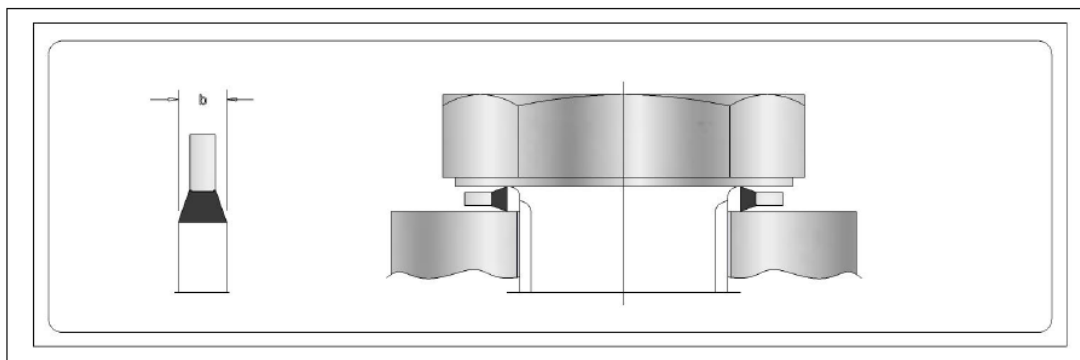
Merkmale:

- Sehr gute Dichteigenschaften
- Verhindert das Austreten von Medien von Innen
- Zusätzlicher Schutz gegen Schmutz von Außen
- Wirtschaftlich
- Wiederverwendbar
- Einfache Montage

Haupteinsatzbereiche sind statische Abdichtungen, die ein Austreten des Mediums von innen verhindern sollen. Z.B. Maschinenbau, Apparatebau.

Durch das Übermaß der Dichtlippen, welche beim Einbau gegen die umgebenden Dichtflächen gepresst werden, wird der Austritt von Medien aus dem Innenraum sowohl unter Druck als auch im Ruhezustand verhindert.

Neben allen gängigen Standardabmessungen, die ab Lager lieferbar sind, können auch Sondergrößen kurzfristig aus diversen Werkstoffen hergestellt werden.



Die von uns genannten Parameter, Werkstoffempfehlungen und Einbauvorschläge basieren auf Erfahrungswerten. Es bedarf zu ihrer Anwendung in jedem Fall praktischer Versuche im Betrieb des Kunden. Aufgrund der Vielzahl der Verwendungsmöglichkeiten unserer Waren können wir im Einzelfall keine Gewähr für die Richtigkeit unserer Empfehlungen übernehmen. Stand: 22.10.2014

Abbildung 32: Bonded Seal (Quelle: Dichtelemente arcus GmbH 2012)

A2. Schneidringverschraubung GEV

Datenblatt / Data Sheet

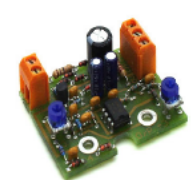
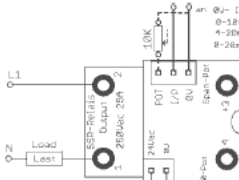


GEV-R WD - Gerade Einschraubverschraubung / Male Stud Connector



1.4571 Edelstahl - Stainless Steel

GEV-R WD																		
BSPP-AG weichdichtend - Schneidringanschluss / BSPP-m soft sealing - Cutting Ring Connection																		
<ul style="list-style-type: none"> • Gerade Einschraubverschraubung mit 24° Konus • LL-, L- und S-Reihe • Abdichtung durch Viton Weichdichtung DIN 3869 • Gewinde: M / BSPP • DIN 2353 / ISO 8434-1 / ISO 1179-2 																		
		<ul style="list-style-type: none"> • straight connector with 24° cone end • LL-, L- and S-series • sealing by viton elastic softseal DIN 3869 • thread: M / BSPP • DIN 2353 / ISO 8434-1 / ISO 1179-2 																
GEV-R WD																		
Baureihe	series	D1	T1	T2	M _A * (T2)	D2	L1	L2	L3	i1	S1	S2	PN	Gewicht Stutzen weight fitting	Gesamtgewicht total weight	Bezeichnung Name	Artikel Nr. Article No.	Artikel-Nr. Komplettteil Article No. complete part
		mm			Nm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	bar	g	g			
LL	4	M8x1	G1/8	18	3	26	20	9,5	6,5	14	10	100	12	17	17	GEV 04LL R1/8 WD	209576	123836
	6	M10x1	G1/8	18	4	28	22	8,5	8	14	12	100	14	21	21	GEV 06LL R1/8 WD	209580	123837
	6	M12x1,5	G1/8	18	4	31,5	23,5	8,5	8	14	14	500	16	29	29	GEV 06L R1/8 WD	106610	102235
	6	M12x1,5	G1/4	35	4	37	29	10	12	19	14	500	32	45	45	GEV 06L R1/4 WD	125929	102227
	6	M12x1,5	G3/8	70	4	38,5	30,5	11,5	12	22	14	500	45	58	58	GEV 06L R3/8 WD	125930	102233
	6	M12x1,5	G1/2	90	4	41	33	12	14	27	14	500	72	85	85	GEV 06L R1/2 WD	209486	102224
	8	M14x1,5	G1/8	18	4	32,5	24,5	9,5	8	14	17	500	18	37	37	GEV 08L R1/8 WD	126319	102295
	8	M14x1,5	G1/4	35	6	37	29	10	12	19	17	500	31	50	50	GEV 08L R1/4 WD	106668	102303
	8	M14x1,5	G3/8	70	6	38,5	30,5	11,5	12	22	17	500	49	68	68	GEV 08L R3/8 WD	106665	102301
	8	M14x1,5	G1/2	90	6	41	33	12	14	27	17	500	73	92	92	GEV 08L R1/2 WD	213436	102292
L	8	M14x1,5	G3/4	180	6	44	36	13	16	32	17	400	103	122	122	GEV 08L R3/4 WD	245293	102298
	10	M16x1,5	G1/8	18	4	33,5	25,5	10,5	8	17	19	500	24	47	47	GEV 10L R1/8 WD	209507	102359
	10	M16x1,5	G1/4	35	6	38	30	11	12	19	19	500	34	57	57	GEV 10L R1/4 WD	106734	102368
	10	M16x1,5	G3/8	70	8	39,5	31,5	12,5	12	22	19	500	48	71	71	GEV 10L R3/8 WD	209508	102366
	10	M16x1,5	G1/2	90	8	42	34	13	14	27	19	500	78	102	102	GEV 10L R1/2 WD	209509	102356
	10	M16x1,5	G3/4	180	8	45	37	14	16	32	19	400	104	127	127	GEV 10L R3/4 WD	209510	102362
	12	M18x1,5	G1/8	18	4	34,5	26,5	11,5	8	19	22	400	29	60	60	GEV 12L R1/8 WD	209511	102430
	12	M18x1,5	G1/4	35	6	39	31	12	12	19	22	400	36	67	67	GEV 12L R1/4 WD	106791	102427
	12	M18x1,5	G3/8	70	9	39,5	31,5	12,5	12	22	22	400	47	78	78	GEV 12L R3/8 WD	106802	102439
	12	M18x1,5	G1/2	90	10	42	34	13	14	27	22	400	75	106	106	GEV 12L R1/2 WD	106787	102424
	12	M18x1,5	G3/4	180	10	45	37	14	16	32	22	400	104	135	135	GEV 12L R3/4 WD	209512	102433
	15	M22x1,5	G1/8	18	4	34,5	26	12,5	6,5	27	27	400	53	102	102	GEV 15L R1/8 WD	245476	102523
	15	M22x1,5	G1/4	35	7	40	31,5	12,5	12	22	27	400	46	96	96	GEV 15L R1/4 WD	209514	102520
	15	M22x1,5	G3/8	70	9	41	32,5	13,5	12	24	27	400	58	107	107	GEV 15L R3/8 WD	106888	102533
	15	M22x1,5	G1/2	90	12	43,5	35	14	14	27	27	400	76	126	126	GEV 15L R1/2 WD	106893	102538
	15	M22x1,5	G3/4	180	12	46,5	38	15	16	32	27	400	129	178	178	GEV 15L R3/4 WD	209515	102528
	15	M22x1,5	G1	310	12	53,5	45	20	18	41	27	315	233	282	282	GEV 15L R1 WD	223706	102525
	* Einschraubgewinde geschmiert und in Stahl verschraubt / Thread lubricated and mounted in steel																	
	Technische Änderungen vorbehalten / Subject to technical alteration																	

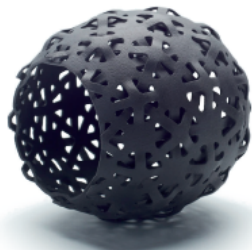
A3. Heizungsregler

<p>APPOLDT GMBH 1-18 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>Relaisauswahl < 125A Random / Momentanschaltend</p>		
<p># Heizungsregelung</p> <p># Motordrehzahlregelung Gebälseregelung mit Spaltpolmotoren von „Torin-Sifan „ oder Kohlebürsten - Motoren</p> <p># Traforegelung</p> <p>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.</p> <p>Achtung : Es können max. 2-3 PA100V von 1Trafo/Netzteil Nr: 5100 mit 24Vac versorgt werden !!</p> <p>Option : Softstart verzögerung ca. 0,5 sec. Steht als Vorschaltziske zur Verfügung.</p> <p>Zubehör-Set: 2063</p> <p>Fingersichere Klarsichtabdeckung auf dem SSR-Relais. Darauf ist mit Distanzhülsen die PA-Platine befestigt.</p> <p>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.</p> <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>1.)Generation 3: Platine kann direkt verschraubt werden. (auf Input)</p> <p>2.) Gener.4: Inputschrauben liegen tiefer!! Platine wird mit Abstandschrauben-Set Typ: AB1 Art.Nr: 2061 auf Input geschraubt !</p> <p>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 Vorschaltziske zur Verfügung.</p> <p>Zubehör-Set: 2063</p> <p>Fingersichere Klarsichtabdeckung auf dem SSR-Relais. Darauf ist mit Distanzhülsen die PA-Platine befestigt.</p> <p>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.</p> <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>	<p>PA 100 V</p>	<p>PA100-60</p>	<p>PA100V</p>	<p>PA-0-20</p>	<p>PA-4-20</p>	<p>PA100-T</p>	<p>PA-100V-Set</p>	<p>PA-Set 0-20</p>	<p>PA-Set4-20</p>
<p>Bestell Nr. / Cat. no.</p>	<p>2000</p>	<p>2032</p>	<p>2000.5</p>	<p>2090</p>	<p>2092</p>	<p>2000-T</p>	<p>2000-Set</p>	<p>2091</p>	<p>2093</p>
<p>Eingangsdaten / Input data</p>							<p>0-10V</p>	<p>0-20mA</p>	<p>4-20mA</p>
<p>Eingangsspeuersignal analog / control voltage dc</p>	<p>0-10V</p>	<p>0-10V</p>	<p>0-5V</p>	<p>0-20mA</p>	<p>4-20mA</p>	<p>0-10V</p>			
<p>Alternativ</p>	<p>10K -Poti an "0V 0V-POT" ; Abgriff auf I/P</p>								
<p>Versorgungsspannung / Auxiliary supply + -10%</p>	<p>24 V ac/ 40 mA aus gleicher Phase wie die Last !</p>								
<p>Netzteil siehe Seite 2.45</p>	<p>max. 2-3 PA parallel schalten !</p>								
<p>Frequenz / Frequency (Power supply)</p>	<p>47-53 Hz</p>	<p>57-63Hz</p>	<p>47-53Hz</p>						
<p>TYP: Solid-State-Relais Standard</p>							<p>D2425-10</p>	<p>Option</p>	<p>D4850-10 ... bis 125A</p>
<p>Ausgangsdaten / Output data SSR-Relais</p>							<p>Thyristor-Ausgang / SCR-Output</p>		
<p>Ausgangsspannung /Switching voltage max.</p>							<p>280Vac</p>	<p>480Vac</p>	<p>480Vac</p>
<p>Dauerstrom / Continious current max.</p>							<p>0,04-25A</p>	<p>0,04-50A</p>	<p>125A</p>
<p>Allgemeine Daten/General data</p>									
<p>Montage</p>							<p>Auf Alu-Fuß für TS35 verschraubt !</p>		
<p>Abmessungen BxH/Size WxH</p>	<p>52mm x 38mm</p>						<p>45mm x 58mm</p>		
<p>Zubehör / Accessories</p>	<p>Siehe Seite 2.45</p>								
<p>Abstandschrauben-Set für SSR Generation: 4</p>	<p>AB1 Art.Nr: 2061</p>						<p>AB1 Art.Nr: 2061</p>		
<p>Klarsichtabdeckung / Protection cover</p>	<p>Best. Nr: 2062</p>						<p>2062</p>		
<p>Abdeckung (Set) PA sitzt auf der Abdeckung</p>	<p>Best. Nr: 2063 -Set mit Schrauben u.15mm langen Hülsen ;</p>						<p>2063</p>		
<p>Draht - Wendelpoti 10-Gang,10K,</p>	<p>10K hohe Präzision , Metallachse 6,35mm ,10-Gang Best.Nr: 2102</p>								
<p>Standardpoti 10K , 1 Umdrehung ,</p>	<p>Best.Nr: 2102-P (68E9610)</p>								
<p>Skala</p>	<p>Skala : 1-10 , 270° ,Best. Nr: 2102-S (20H450)</p>								
<p>Potiknopf</p>	<p>Knopf Art.Nr: 2102-K (26H608) + Frontkappe 26H820)</p>								
<p>Kühlkörper / Heatsink</p>	<p>mit Fuß für TS 35 / DIN-Rail-mount Siehe Seite 2.41</p>								
<p>Trafo : 5100</p> 	<p>Netzteil / Trafo / Power supply Art.Nr: 5100 230Vac / 24V ac / 80mA s.Seite 2.45 / 2.55</p>								

A4. HP Fusion Jet mit PA12

HP 3D High Reusability PA 12

Engineering-grade thermoplastics, optimized for 3D printing efficiency



Picture taken after graphite post-processing

Fine detail and high dimensional accuracy

Get precise small features and detail such as small fine holes, walls and shafts with dimensional accuracy thanks to HP's unique Multi-Agent printing process



Picture taken after dye post-processing

Produce strong quality parts

Robust thermoplastic that optimizes part quality with cost, producing strong structures



Picture taken after dye post-processing

Produce complex parts and lattice structures

Ideal for complex assemblies, housings, enclosures and connectors

Reduce Total Cost of Ownership and produce quality parts with HP 3D High Reusability PA12, a strong, multi-purpose thermoplastic that enables industry-leading surplus powder reusability.¹

Lowest Cost-Per-Part²

- Optimize cost and part quality,² with a cost-efficient material that offers industry-leading reusability.¹
- No need to throw away reused powder anymore.³
- Produce quality parts batch-after-batch reusing surplus powder time after time.¹
- Achieve minimal powder wastage between production cycles.
- No need to track powder history. Stable performance with only 20% refresh rate.¹

Optimized for HP Multi Jet Fusion: the best balance between strength and reusability

- A strong thermoplastic for functional prototyping and final parts.
- Optimized for HP's Multi Jet Fusion platform to increase printer safety and deliver truly functional parts.
- Produce high-density parts, with balanced property profiles.
- Excellent chemical resistance to oils, greases, aliphatic hydrocarbons and alkalis.
- Optimal for post finishing processes.

For more information, please visit hp.com/go/3DMaterials

Abbildung 35: PA12 (Quelle: HP Development Company 2017, S. 1) Teil 1

Technical specifications

Category	Measurement	Value	Method
General Properties	Powder melting point (DSC)	187 °C/369 °F	ASTM D3418
	Particle size	60 µm	ASTM 03451
	Bulk density of powder	0.425 g/cm ³	ASTM D1895
	Density of parts	1.01 g/cm ³	ASTM D792
Mechanical Properties	Tensile Strength, Max Load ⁴ - XY	48 MPa/6960 psi	ASTM D638
	Tensile Strength, Max Load ⁴ - Z	48 MPa/6960 psi	ASTM D638
	Tensile Modulus ⁴ - XY	1700 MPa/245 ksi	ASTM D638
	Tensile Modulus ⁴ - Z	1800 MPa/260 ksi	ASTM D638
	Elongation at Break ⁴ - XY	20%	ASTM D638
	Elongation at Break ⁴ - Z	15%	ASTM D638
Thermal Properties	Heat Deflection Temperature (@ 0.45 MPa) - Z	175 °C/350 °F	ASTM D648
	Heat Deflection Temperature (@ 1.82 MPa) - Z	95 °C/205 °F	ASTM D648

Ordering Information

Product name	HP 3D High Reusability PA 12
Product Number	V1R10A
Weight	13 kg
Compatibility	HP Jet Fusion 3D 4200/3200 Printing Solution
Dimensions	Box: 600 x 333 x 301.8 mm

Eco Highlights

- Powders and agents are not classified as hazardous⁵
- Enclosed printing system and automated powder management, including post-processing, for a cleaner and more comfortable environment⁶
- Minimum waste thanks to high reusability of powder¹

Find out more about HP sustainable solutions at hp.com/ecosolutions

1. HP MJF Solution with HP High Reusability PA 12 has the highest post-production surplus powder reusability with 80% reusability vs any other powder based 3DP technology using PA 12 material. Stable performance with only 20% powder refresh rate.
2. Based on internal testing and public data, HP Jet Fusion 3D printing solution average printing cost-per-part is half the cost of comparable FDM & SLS printer solutions from \$100,000 USD to \$300,000 USD, when averaged together and not taken individually, on market as of April 2016. Cost analysis based on: standard solution configuration price, supplies price, and maintenance costs recommended by manufacturer. Cost criteria: printing 1 build chamber per day/ 5 days per week over 1 year of 30-gram parts at 10% packing density using the powder reusability ratio recommended by manufacturer.
3. Per packing densities >20%.
4. Test results realized under the ASTM D638, specimens type V.
5. The HP powder and agents do not meet the criteria for classification as hazardous according to Regulation (EC) 1272/2008 as amended.
6. The term "cleaner" does not refer to any indoor air quality requirements and/or consider related air quality regulations or testing that may be applicable.

Learn more at hp.com/go/3DMaterials

© Copyright 2016 HP Development Company, L.P. The information contained herein is subject to change without notice. The only warranties for HP products and services are set forth in the express warranty statements accompanying such products and services. Nothing herein should be construed as constituting an additional warranty. HP shall not be liable for technical or editorial errors or omissions contained herein.
4AA6-4895ENA, February 2017

This is an HP Indigo digital print.



Abbildung 36: PA12 (Quelle: HP Development Company 2017, S. 2) Teil 2

A5. Kerb Konus ENSAT® SBD Zollgewinde

... Technologien für sicheren Halt

		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 Außengewinde 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	Innen-gewinde	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, einsatzgehärtet, verzinkt, blau passiviert: Ensat®-SBD 347 000 050.110					
Kurze Bauform	Werknorm 347					
Lange Bauform	Werknorm 348					
Werkstoffe	Stahl, einsatzgehärtet, verzinkt, blau passiviert Stahl, einsatzgehärtet, 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					

Abbildung 37: Kerb Konus (Kerb-Konus-Vertriebs-GmbH 2021)

A7. Schweißanleitung der Tropfschale

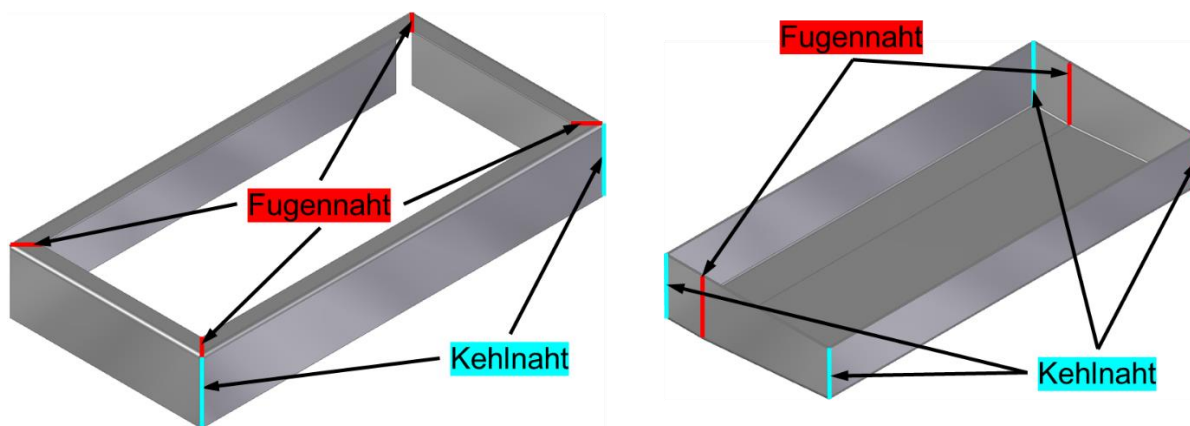


Abbildung 39: Schweißnähte an Rahmen und Wanne

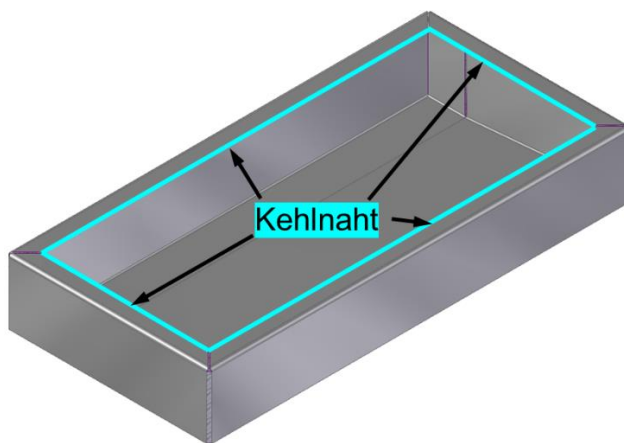


Abbildung 40: Schweißnähte zum Verbinden von Wanne und Rahmen

A8. Stückliste Aufbau „Labor“

Grün markierte Bauteile sind im Labor vorhanden, rot markierte nicht. In gelb sind Teile gekennzeichnet, die sich noch in der Entwicklung befinden oder nicht final definiert sind.

Tabelle 4: Stückliste hydraulischer Aufbau „Labor“ Teil 1

Stückliste Form B (DIN 6771-2)									
Nach Hoischen, Technisches Zeichnen, 35. Auflage, S.152								15.09.2020	
								erstellt von Fabian Weber, Florian Michal	
A4-Format quer nach DIN EN ISO 216 (Spaltenbezeichnungen abweichend zur Norm)									
Funktioneller Aufbau (20200831-02)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos.	Teile-Nr.	Bezeichnung	Lieferant	Bestellnummer	Einzelpreis	Anzahl	Gesamtpreis	Werkstoff	Bemerkung
1	20200831-02-01	Brühgruppe	-	-	-	1	-	PA12	-
2	20200831-02-02	Dichtring	-	-	-	1	-	-	-
3	20200831-02-03	Boiler 3,6 l	GIORGI	-	-	1	-	-	-
4	20200831-02-04	Pumpe	NEUERT	-	-	1	-	-	Lieferant abweichend
5	20200831-02-05	DC-Motor	-	-	-	1	-	-	-
6	20200831-02-06	Motorflansch	-	-	-	1	-	-	-
7	20200831-02-07	Schraube Flansch	-	-	-	1	-	-	-
8	20200831-02-08	Dampflanze	-	-	-	1	-	-	-
9	20200831-02-09	Teewasserauslass	-	-	-	1	-	-	-
10	20200831-02-10	Durchflusssensor Digmesa nano brass	AVS-RÖMER	-	-	1	-	-	9NB-01xx/01x
11	20200831-02-11	Temperatursensor	AVS-RÖMER	M02171	-	2	-	-	ITS-955P3-6PF-X04-NTC10-S85
12	20200831-02-12	Dosierventil, Typ EFC	AVS-RÖMER	690527	-	1	-	-	EFC-958-P305-6FF-024-10
13	20200831-02-13	Drucksensor, Typ IPS	AVS-RÖMER	390551	-	2	-	-	IPS-958P3-6FF-16
14	20200831-02-14	Leitfähigkeitssensor, Typ ICS	AVS-RÖMER	390602	-	1	-	-	ICS-958P3-6FF
15	20200831-02-15	Festdrossel	AVS-RÖMER	635619	-	1	-	-	FFO-947P3-6FF-D6-0.80-S8
16	20200831-02-16	Überdruckventil	LF	1515002	-	1	-	-	-
17	20200831-02-17	Antivakuumsventil	AVS-RÖMER	634938	-	1	-	-	VRN-954-P340-6FF
18	20200831-02-18	2/2-Wege-Ventil	-	-	-	6	-	-	-

Tabelle 5: Stückliste hydraulischer Aufbau „Labor“ Teil 2

19	20200831-02-19	3/2-Wege-Ventil	-	-	-	4	-	-	-
20	20200831-02-20	Hutschiene TS-35	-	-	-	1	-	Stahl	EN 50 022 - 35 x 7,5
21	20200831-02-21	Hutschienenadapter	-	-	-	5	-	-	-
22	20200831-02-22	Doppel-Reduziernippel	AVS-RÖMER	250455	-	1	-	Messing vernickelt	251M-1/8-3/8
23	20200831-02-23	Reduziernippel	AVS-RÖMER	250855	-	1	-	Messing vernickelt	253M-3/8-1/8
24	20200831-02-24	Doppel-Nippel, lösbar	AVS-RÖMER	319903	-	2	-	Messing vernickelt	230M-1/8K
25	20200831-02-25	Reduziermuffe	AVS-RÖMER	256923	-	1	-	Messing vernickelt	255X4-1/8-3/8
26	20200831-02-26	Gerade Einschraub- Verschraubung	AVS-RÖMER	367053	-	14	-	PPSU	951P3-6FF-1/8
27	20200831-02-27	Winkel-Einschraub- Verschraubung, drehbar	AVS-RÖMER	367061	-	11	-	PPSU	930P3-6FF-1/8
28	20200831-02-28	L-Einschraub- Verschraubung, drehbar	AVS-RÖMER	367073	-	3	-	PPSU	922P3-6FF-1/8
29	20200831-02-29	T-Einschraub- Verschraubung, drehbar	AVS-RÖMER	367067	-	1	-	PPSU	921P3-6FF-1/8
		Winkel-Steck-Verbindung	AVS-RÖMER	367090		ca. 20			
30	20200831-02-30	T-Steck-Verbindung	AVS-RÖMER	367095	-	2	-	PPSU	954P3-6FF
31	20200831-02-31	Abwasser-Sammelblock	-	-	-	1	-	Messing	noch nicht fertig konstruiert
32	20200831-02-32	Schlauch D6	AVS-RÖMER	-	-	1	-	PTFE	Zuschnitt und Biegung
33	20200831-02-33	Netzteil	-	-	-	1	-	-	LRS-150-24
34	20200831-02-34	Prozessorplatine	-	-	-	1	-	-	Änderungen vorbehalten
35	20200831-02-35	Leistungs-SSR	-	-	-	1	-	-	Änderungen vorbehalten
36	20200831-02-36	SSR-Platine	-	-	-	2	-	-	Änderungen vorbehalten
37	20200831-02-37	Abstandshülse	-	-	-	12	-	-	noch nicht definiert

A9. Technische Zeichnungen Tropfschale

Im Folgenden sind die technischen Zeichnungen dargestellt, die für die Firma Robert Piersch Edelstahltechnik GmbH angefertigt wurden.

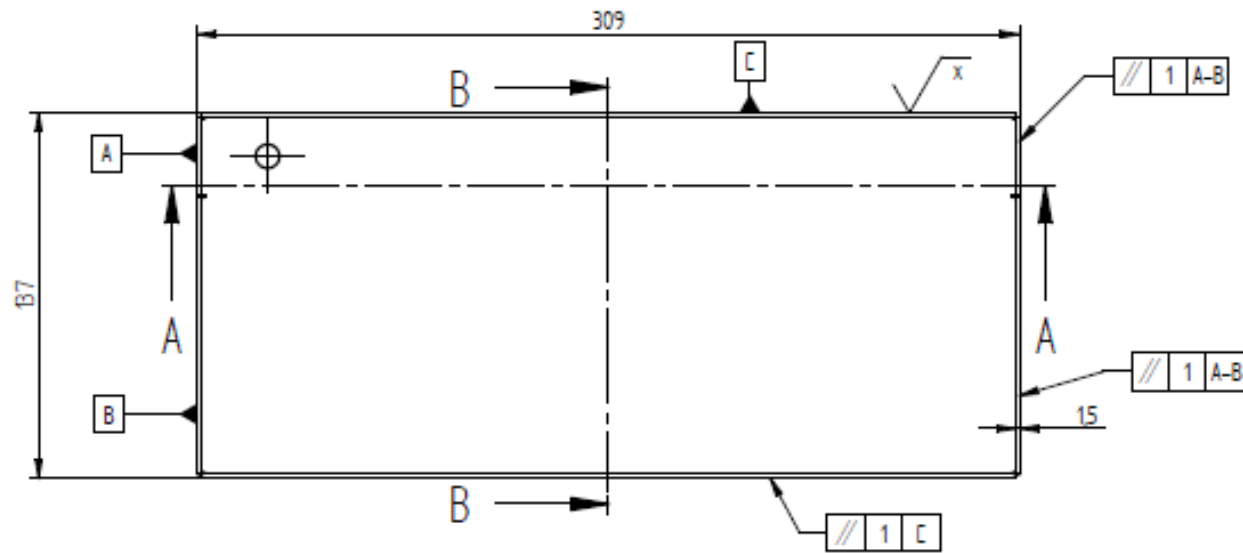
Die originalen Dateien sind im Abgabeordner zu finden.

Technische Zeichnungen:

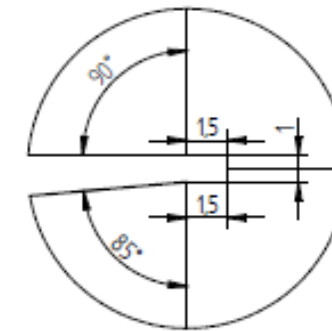
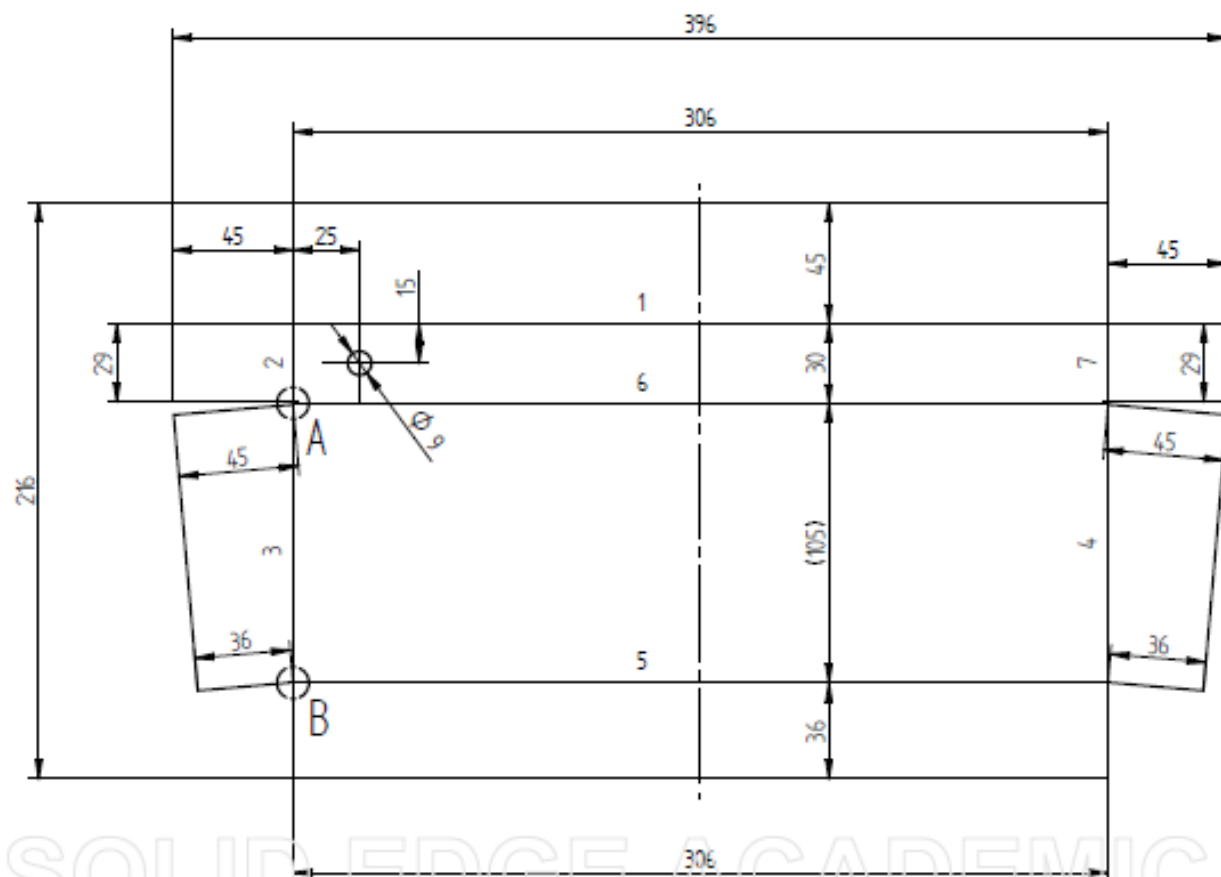
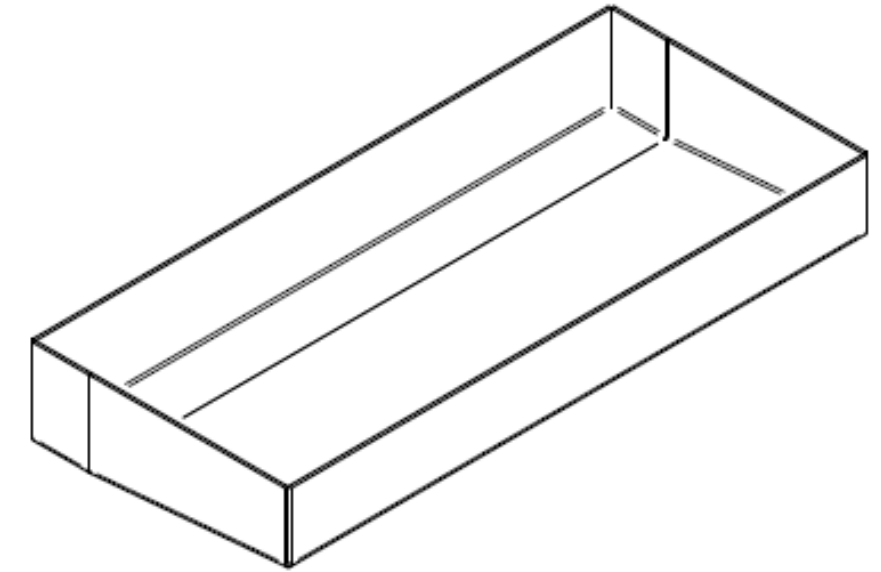
- Wanne Var. Labor Abbildung 41
- Fronthalter Abbildung 42
- Seitenhalter Abbildung 43
- Heckhalter Abbildung 44
- Gitter MMM Abbildung 45
- Wanne Var. Home Abbildung 46



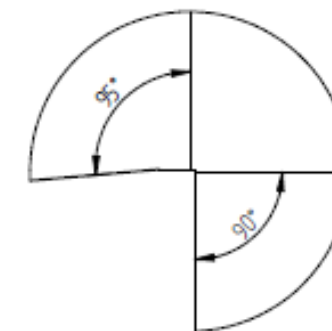
Schnitt A-A



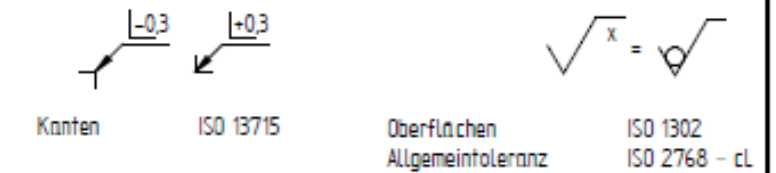
Schnitt B-B



Einzelheit A



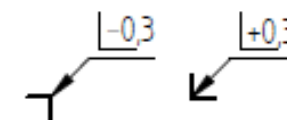
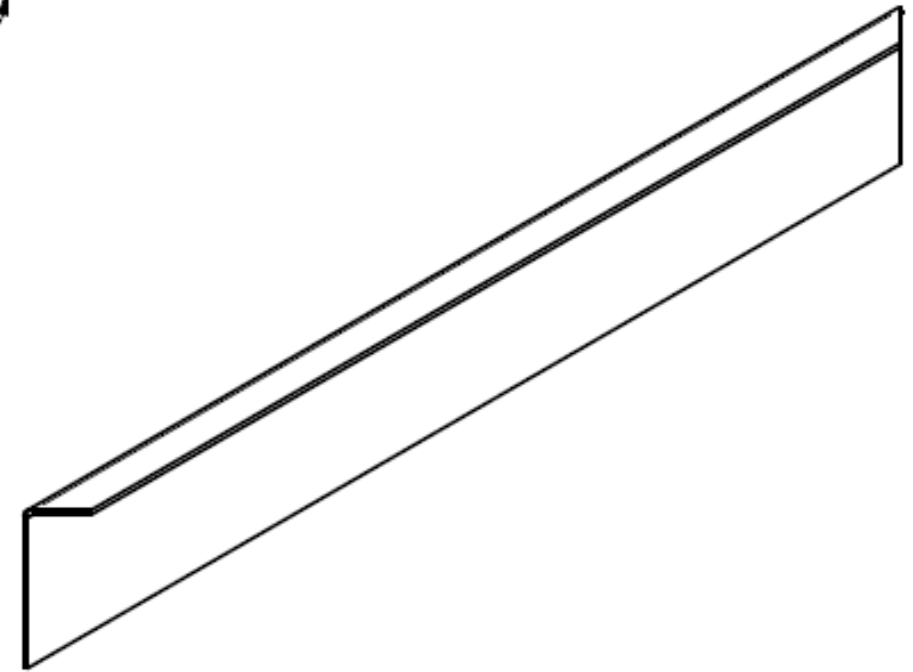
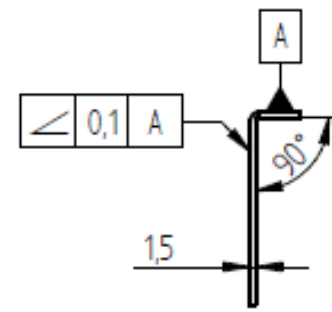
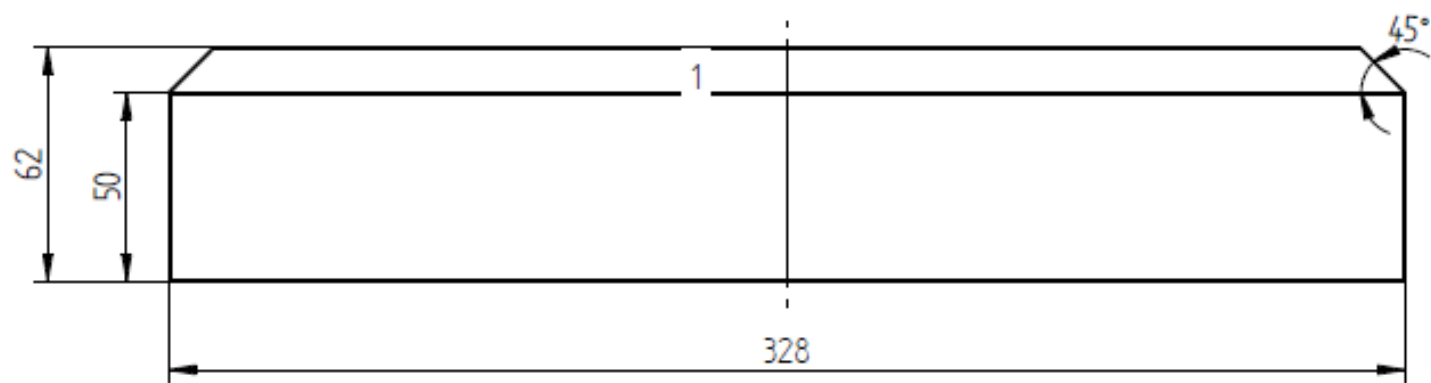
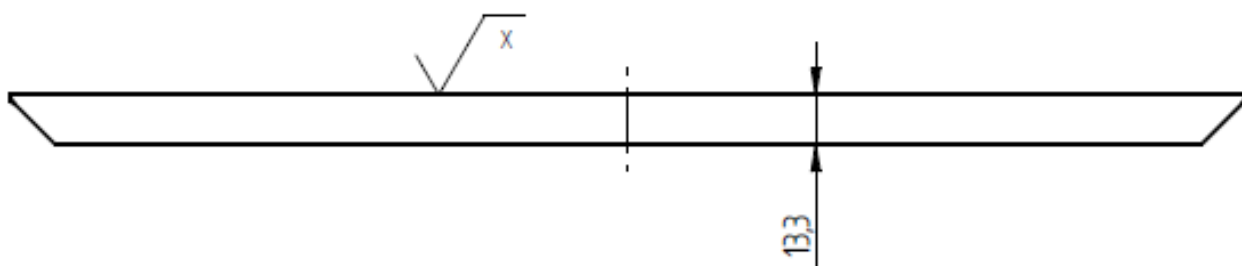
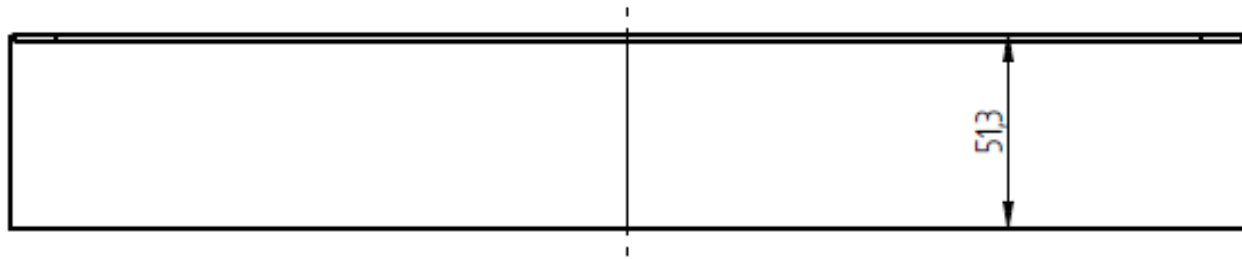
Einzelheit B



Sequenz	Feature	Radius	Winkel	Richtung	Eingeschlossener Winkel
1	Biegung 1	1,000 mm	90,00 Grad	Up	90,00 Grad
2	Biegung 2	1,000 mm	90,00 Grad	Up	90,00 Grad
3	Biegung 4	1,000 mm	90,00 Grad	Up	90,00 Grad
4	Biegung 5	1,000 mm	90,00 Grad	Up	90,00 Grad
5	Biegung 6	1,000 mm	85,00 Grad	Up	95,00 Grad
6	Biegung 7	1,000 mm	5,00 Grad	Up	175,00 Grad
7	Biegung 3	1,000 mm	90,00 Grad	Up	90,00 Grad

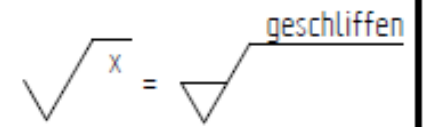
NAME		DATE	Solid Edge		
DRAWN	F. Michl	30.11.2020	TITLE		
CHECKED			SIZE		A2
ENG APPR			DWS NO		01
MGR APPR			Material: X5CrNi18-10		REV 01
HM Hochschule München University of Applied Sciences		SCALE: 12	WEIGHT: 0,61 kg	SHEET 1 OF 1	

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Kanten

ISO 13715



Oberflächen
Allgemeintoleranz

ISO 1302
ISO 2768 - cL

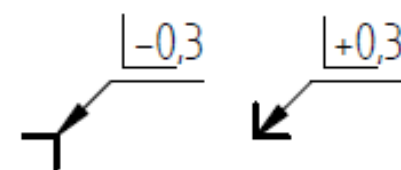
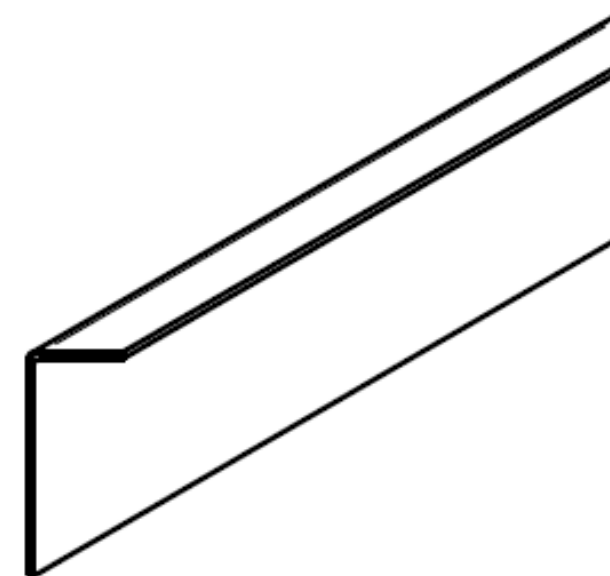
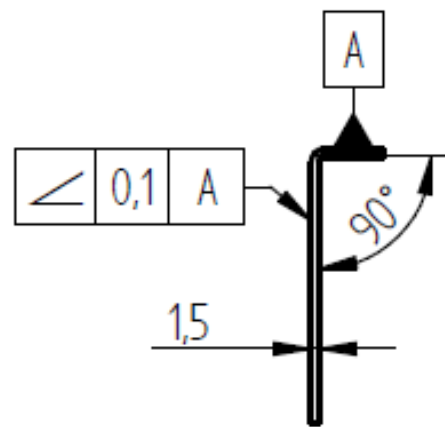
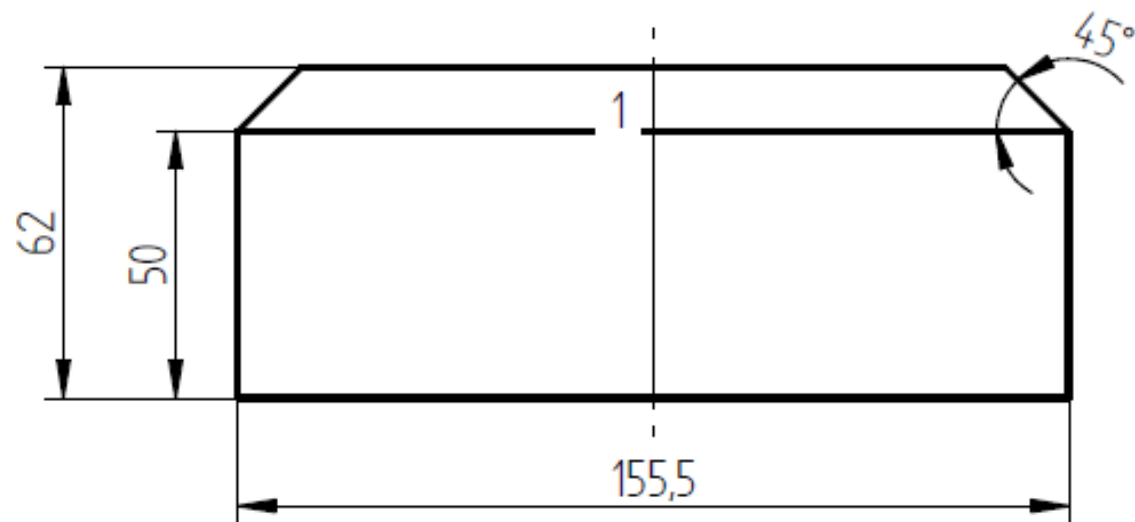
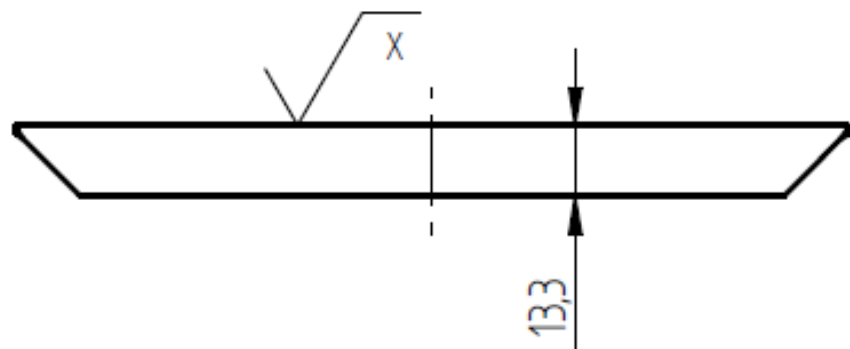
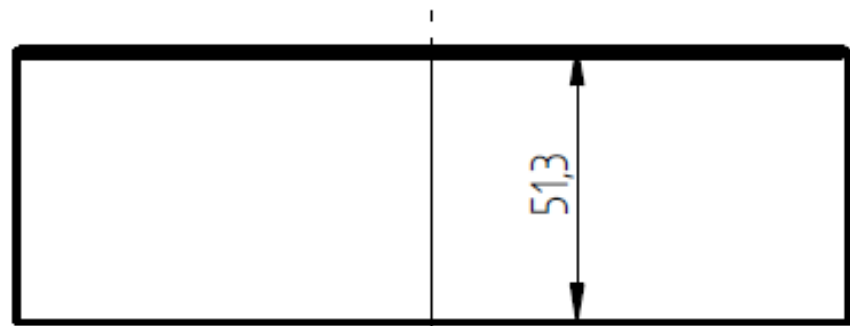
Sequenz	Feature	Radius	Winkel	Richtung	Eingeschlossener Winkel
1	Biegung 2	1,000 mm	90,00 Grad	Down	90,00 Grad

NAME		DATE	Solid Edge	
DRAWN	F. Michal	16.12.2020		
CHECKED			TITLE Fronthalter	
ENG APPR				
MGR APPR				



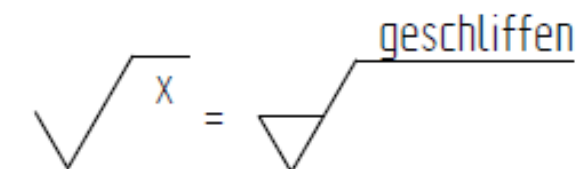
SIZE A3	DWG NO 02	REV 01
Material: X5CrNi18-10		
SCALE: 1:2	WEIGHT: 0,24 kg	SHEET 1 OF 1

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Kanten

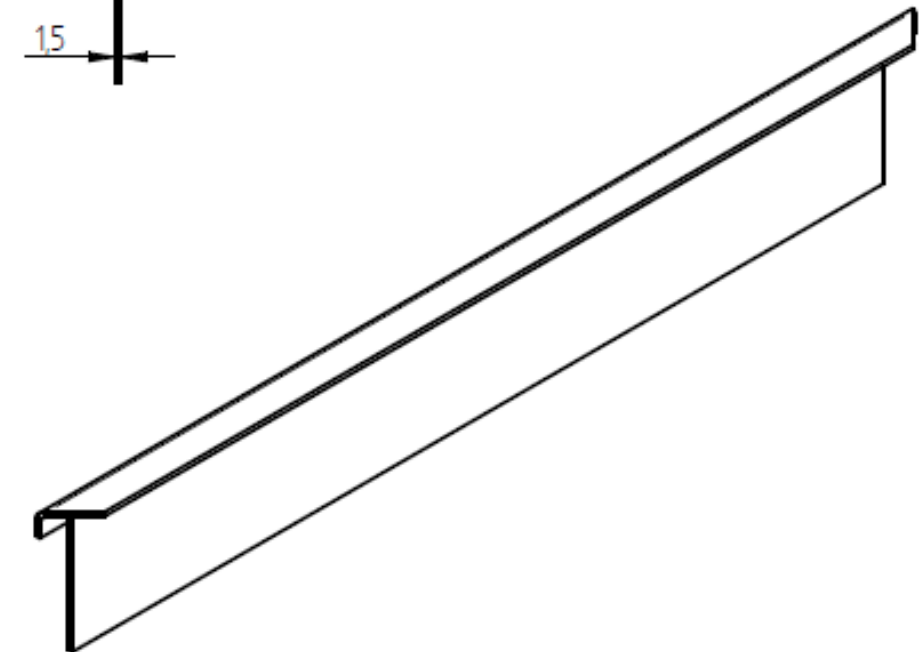
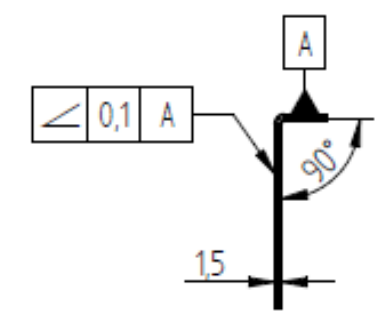
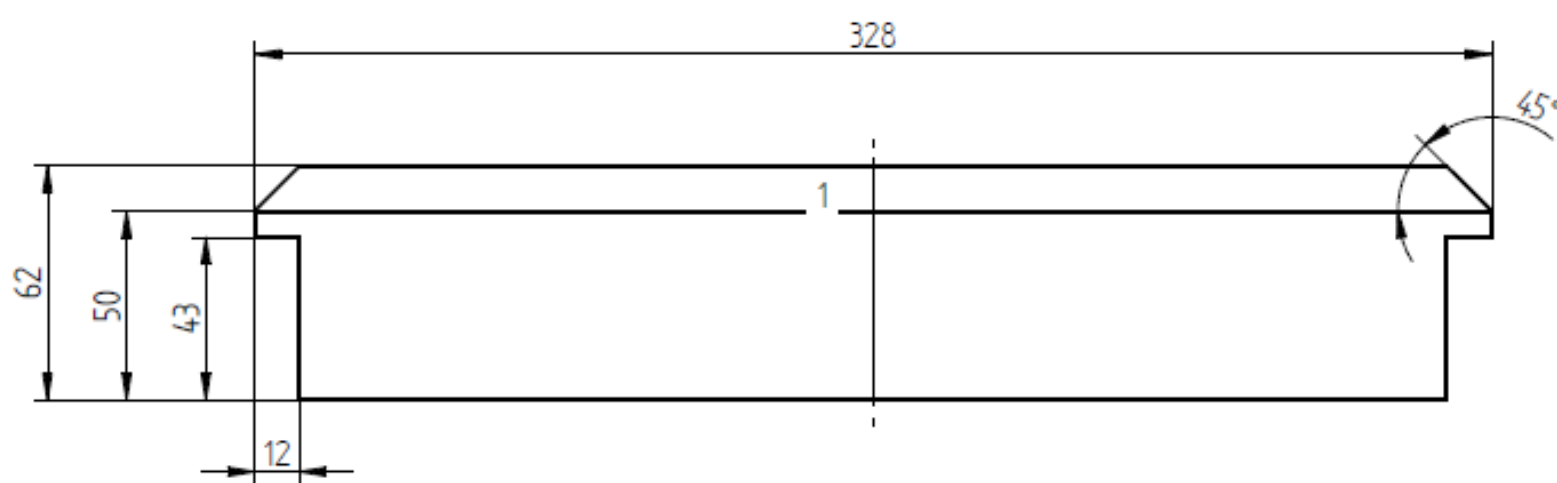
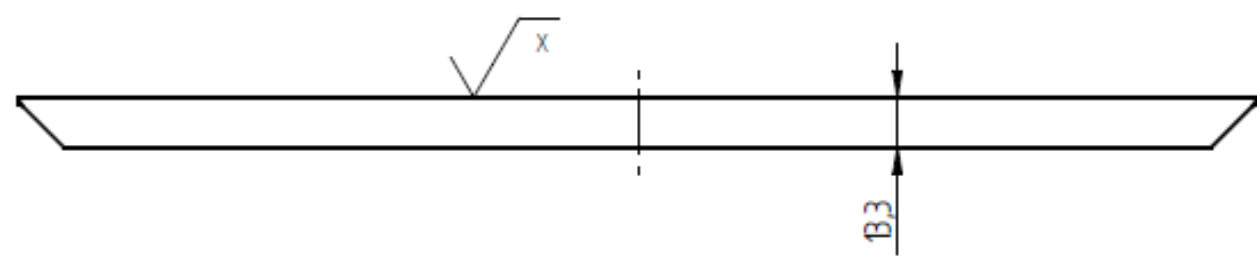
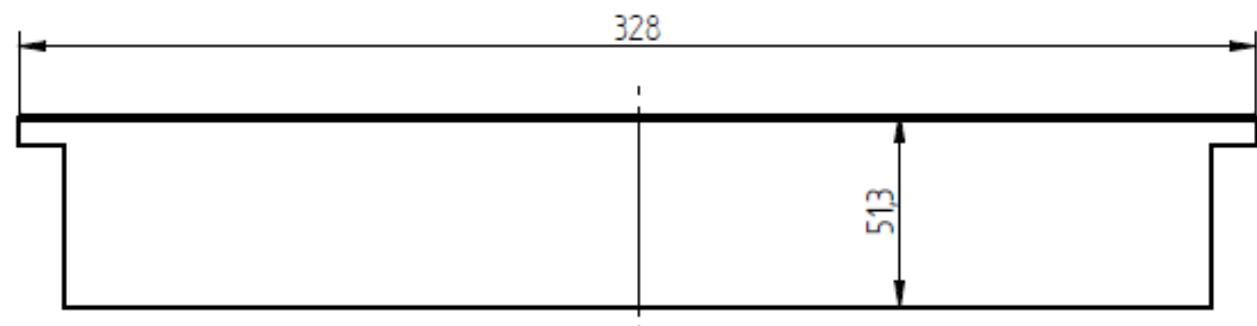
ISO 13715



Oberflächen
Allgemeintoleranz

ISO 1302
ISO 2768 - cL

Sequenz	Feature	Radius	Winkel	Richtung	Eingeschlossener Winkel
1	Biegung 2	1,000 mm	90,00 Grad	Down	90,00 Grad
	NAME	DATE	<div style="text-align: center;"> <h2>Solid Edge</h2> </div>		
DRAWN	F. Michal	16.12.2020			
CHECKED					
ENG APPR					
MGR APPR					
TITLE			Seitenhalter		
SIZE	DWG NO			REV	
A4	03			01	
Material: X5CrNi18-10					
SCALE: 1:2		WEIGHT: 0,11 kg		SHEET 1 OF 1	



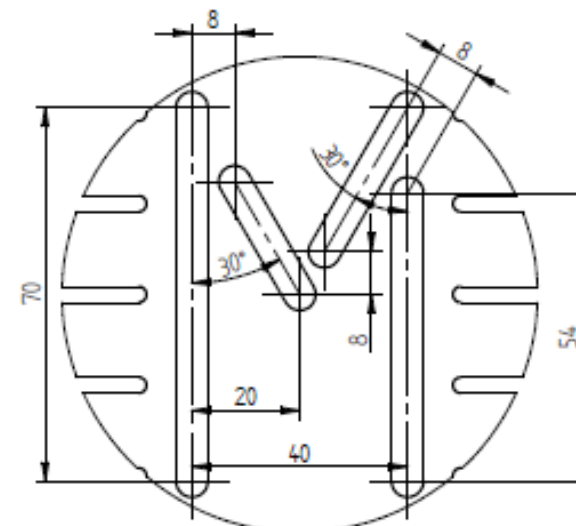
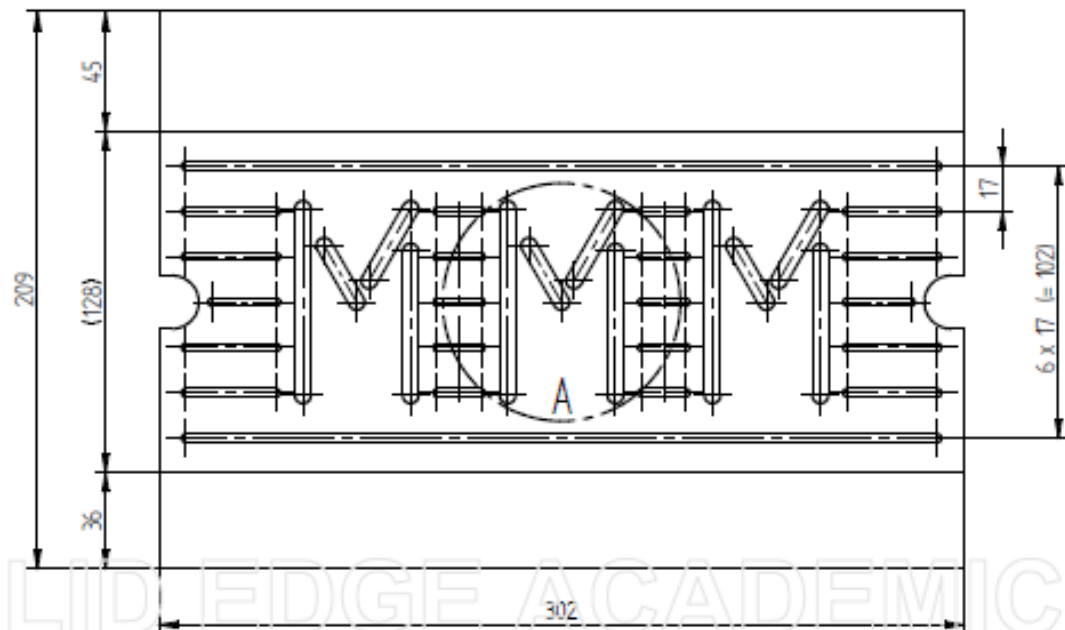
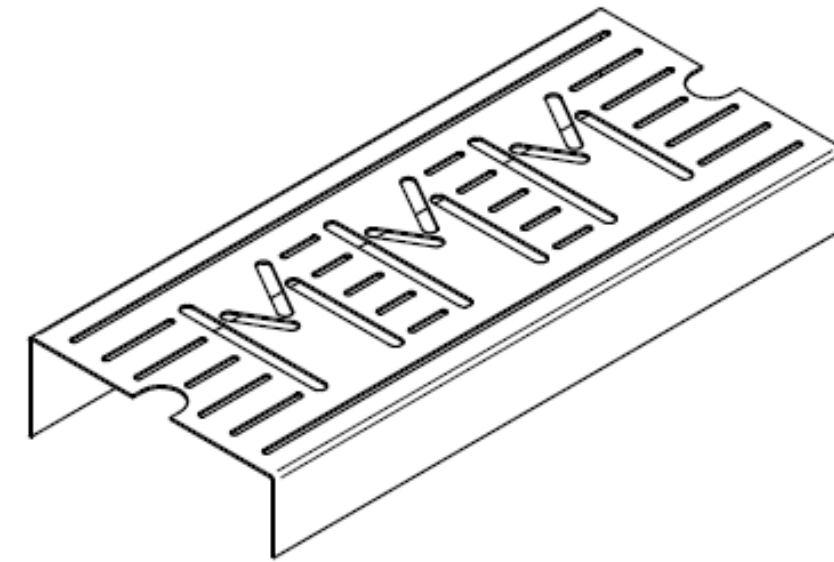
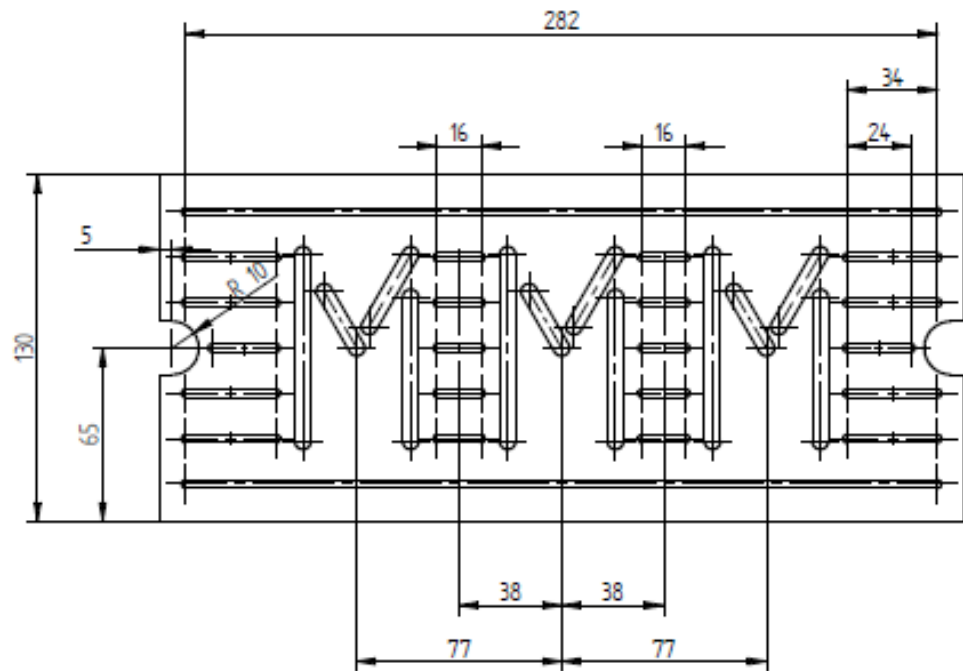
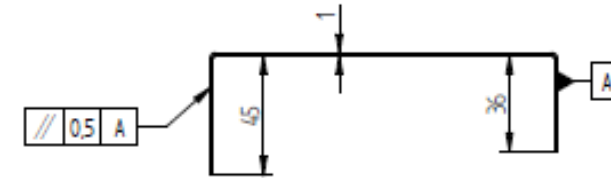
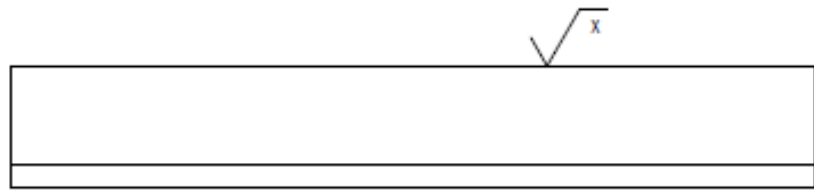
\sqrt{x} $\begin{matrix} -0,3 \\ +0,3 \end{matrix}$ \sqrt{x} = \sqrt{x} geschliffen
 Kanten ISO 13715 Oberflächen Allgmeintoleranz ISO 1302 ISO 2768 - cL

Sequenz	Feature	Radius	Winkel	Richtung	Eingeschlossener Winkel
1	Biegung 2	1,000 mm	90,00 Grad	Down	90,00 Grad

NAME		DATE	Solid Edge		
DRAWN	F. Michal	16.12.2020	TITLE		
CHECKED			Heckhalter		
ENG APPR					
MGR APPR					

HM Hochschule München University of Applied Sciences	SIZE A3	DWG NO 04	REV 01
	Material: X5CrNi18-10		
SCALE: 1:2	WEIGHT: 0,23 kg	SHEET 1 OF 1	

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



$\sqrt{x} \begin{matrix} -0.3 \\ +0.3 \end{matrix}$ Kanten ISO 13715
 \sqrt{x} Oberflächen Allgemeintoleranz ISO 1302 ISO 2768 - cL
 \sqrt{x} = geschliffen

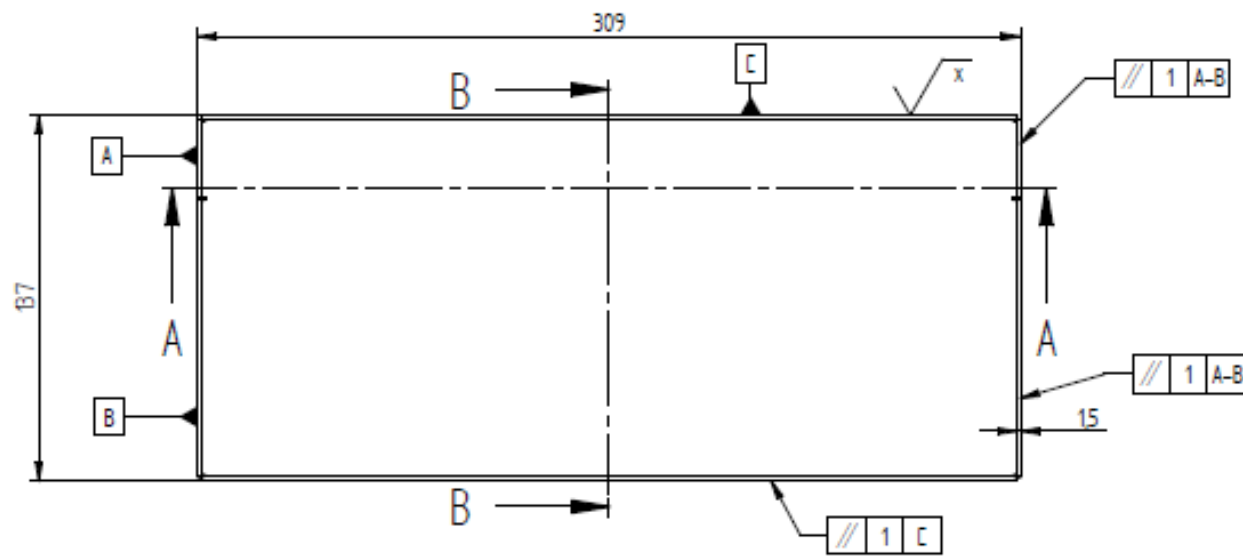
Sequenz	Feature	Radius	Winkel	Richtung	Eingeschlossener Winkel
1	Biegung 1	1000 mm	90,00 Grad	Down	90,00 Grad
2	Biegung 2	1000 mm	90,00 Grad	Down	90,00 Grad

NAME	DATE	Solid Edge
DRAWN F. Michal	18.12.2020	
CHECKED		
ENG APPR		
MGR APPR		TITLE
		Gitter MMM
Hochschule München University of Applied Sciences	SIZE A2	DWG NO 05
	Material: X5CrNi18-10	
	SCALE: 1:2	WEIGHT: 0,44 kg
SHEET 1 OF 1		

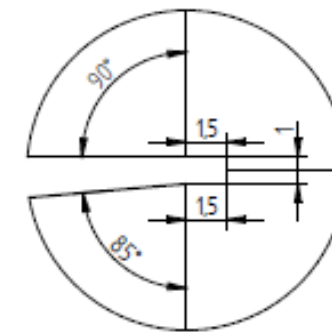
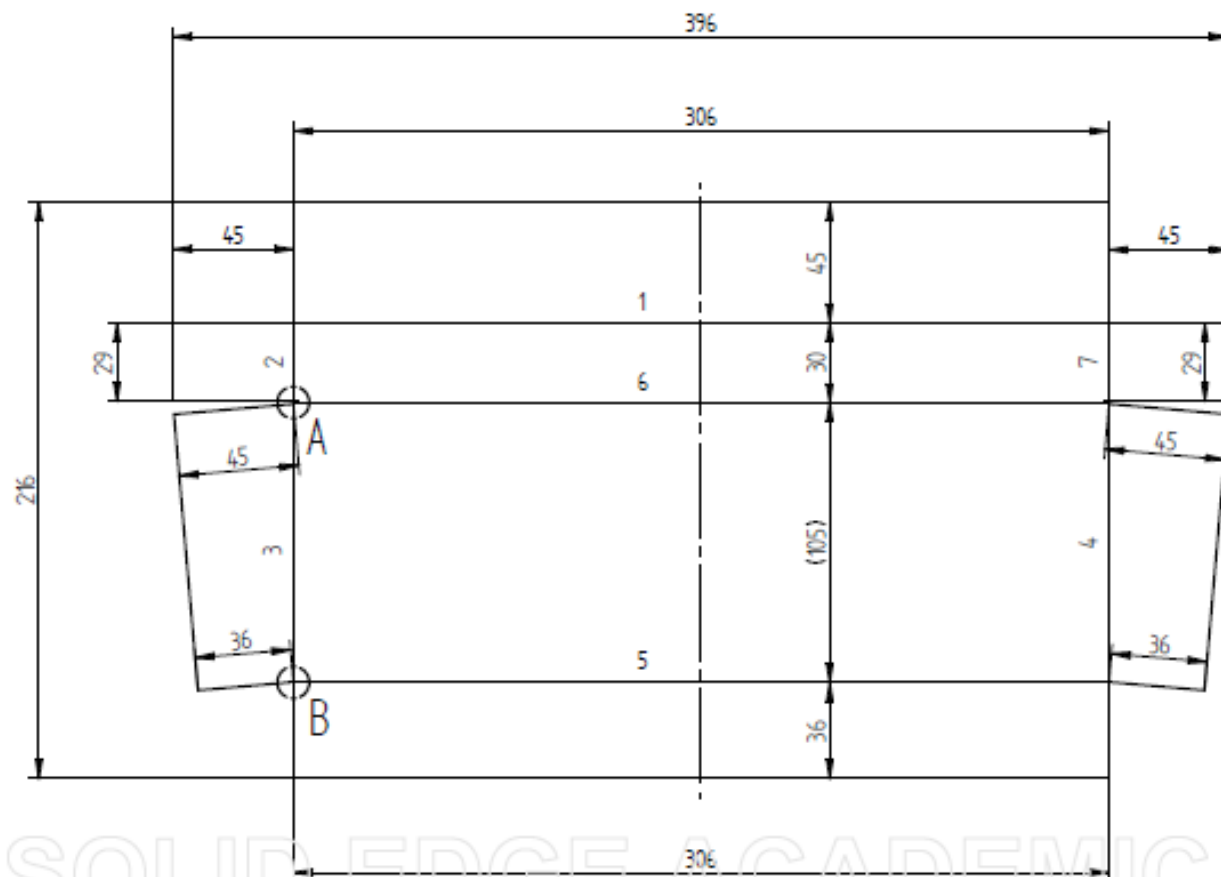
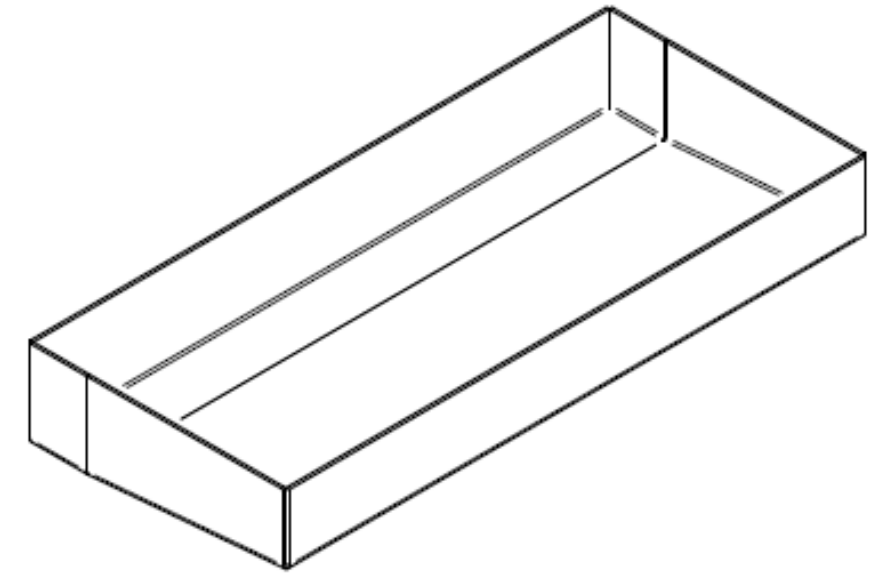
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



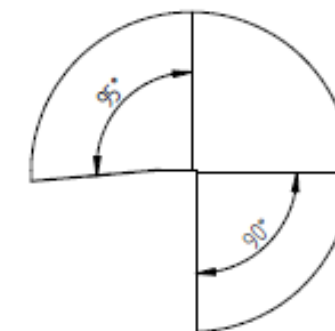
Schnitt A-A



Schnitt B-B



Einzelheit A



Einzelheit B

Kanten	ISO 13715	ISO 1302
		Allgemeintoleranz
		ISO 2768 - cL

Sequenz	Feature	Radius	Winkel	Richtung	Eingeschlossener Winkel
1	Biegung 1	1,000 mm	90,00 Grad	Up	90,00 Grad
2	Biegung 2	1,000 mm	90,00 Grad	Up	90,00 Grad
3	Biegung 4	1,000 mm	90,00 Grad	Up	90,00 Grad
4	Biegung 5	1,000 mm	90,00 Grad	Up	90,00 Grad
5	Biegung 6	1,000 mm	85,00 Grad	Up	95,00 Grad
6	Biegung 7	1,000 mm	5,00 Grad	Up	175,00 Grad
7	Biegung 3	1,000 mm	90,00 Grad	Up	90,00 Grad

NAME		DATE		Solid Edge	
DRAWN	F. Michl	30.11.2020			
CHECKED					
ENG APPR					
MGR APPR					
SIZE		DWG NO		REV	
A2		06		01	
Material: X5CrNi18-10					
SCALE: 1:2		WEIGHT: 0,61 kg		SHEET 1 OF 1	

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

A10. Technische Zeichnungen Boiler

Im Folgenden sind die technischen Zeichnungen dargestellt, die von der Firma Giorgi SrL angefertigt wurden.

Die originalen Dateien sind im Abgabeordner zu finden.

Technische Zeichnungen:

- Deckel 1,8 Liter Boiler Abbildung 47
- Deckel 3,6 Liter Boiler Abbildung 48
- Körper 1,8 Liter Boiler Abbildung 49
- Körper 3,6 Liter Boiler Abbildung 50
- Körper 7,2 Liter Boiler Abbildung 51

8 7 6 5 4 3 2 1

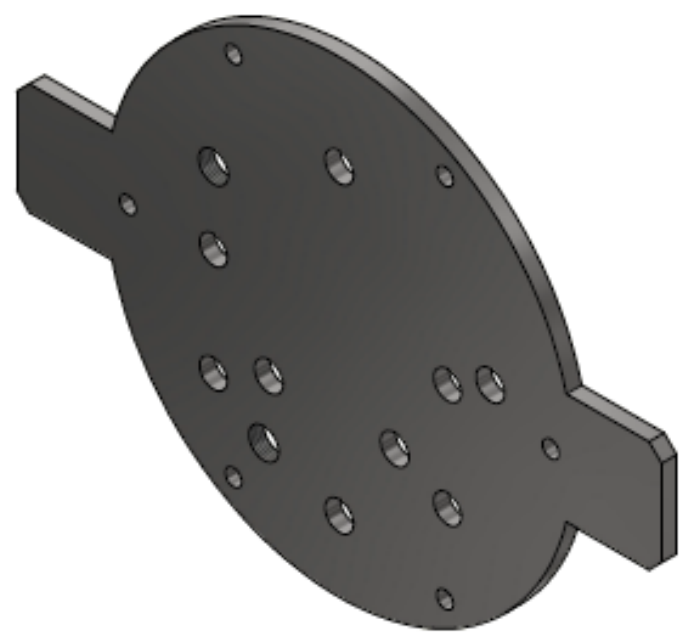
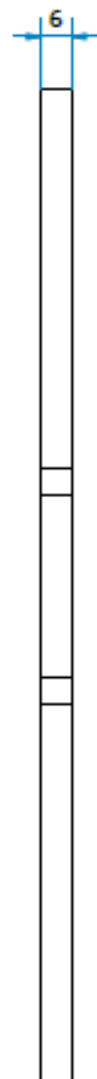
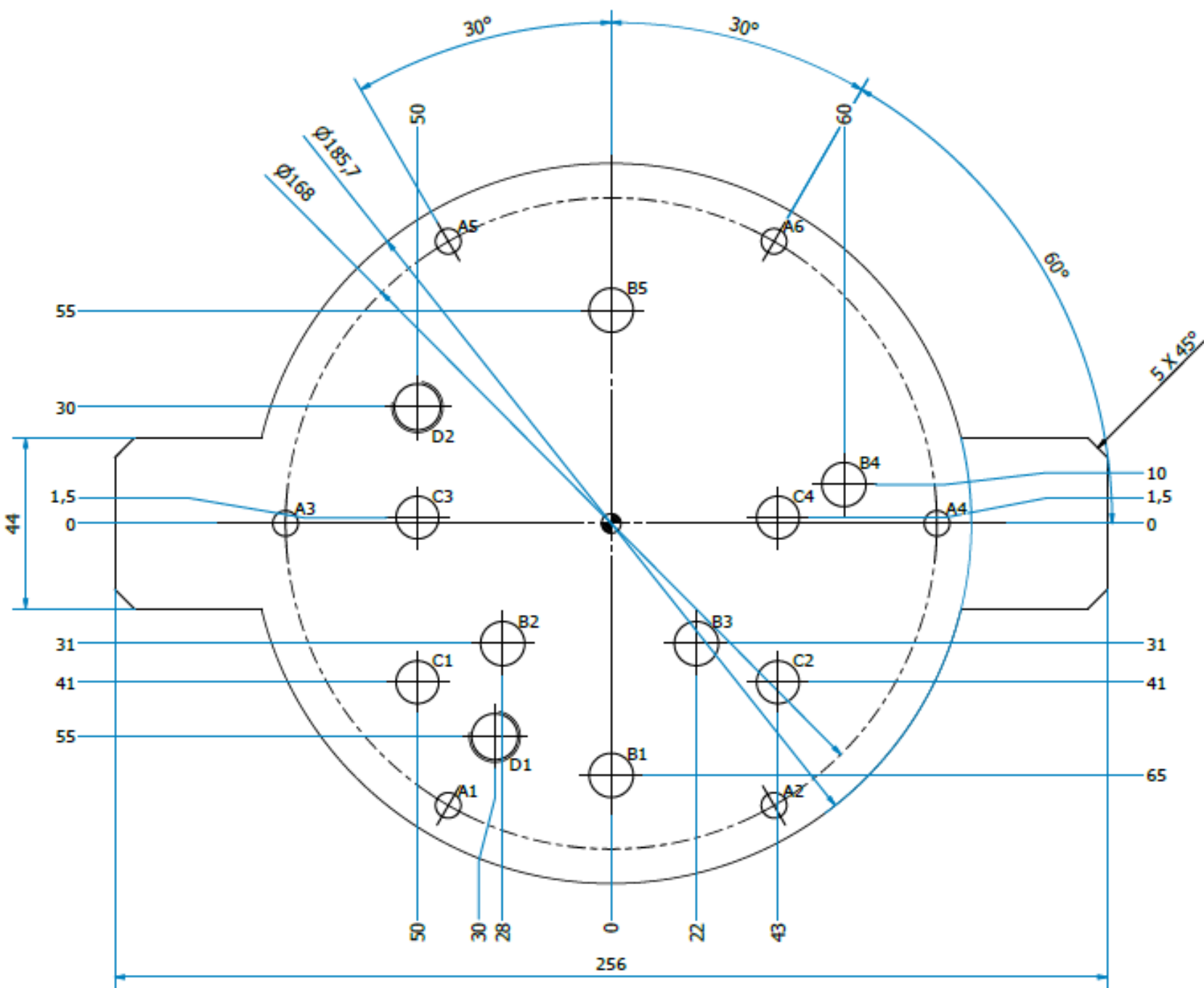


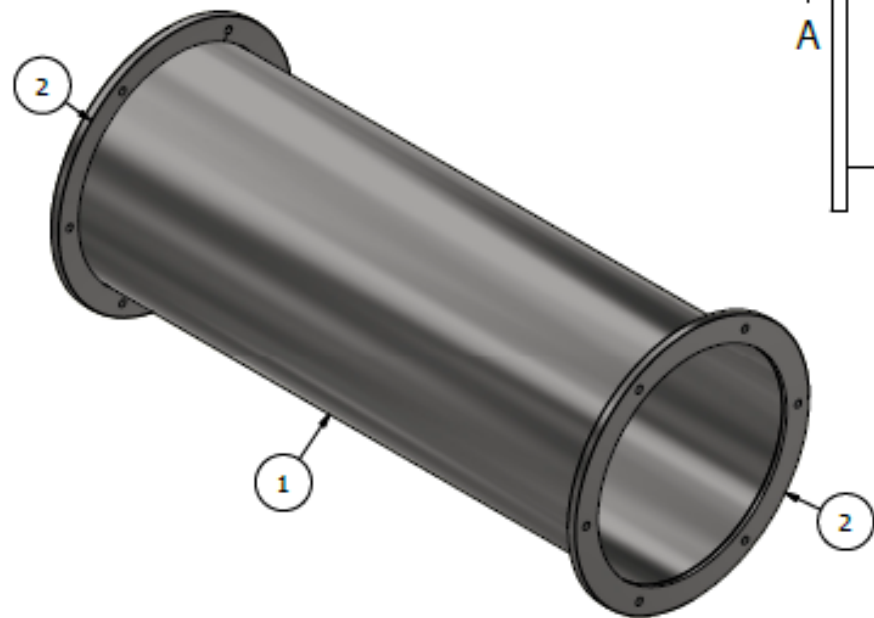
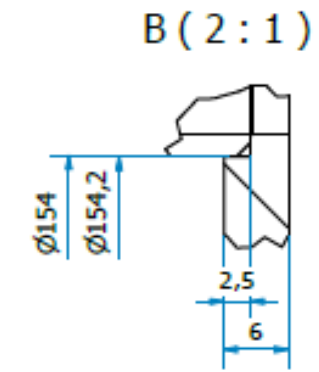
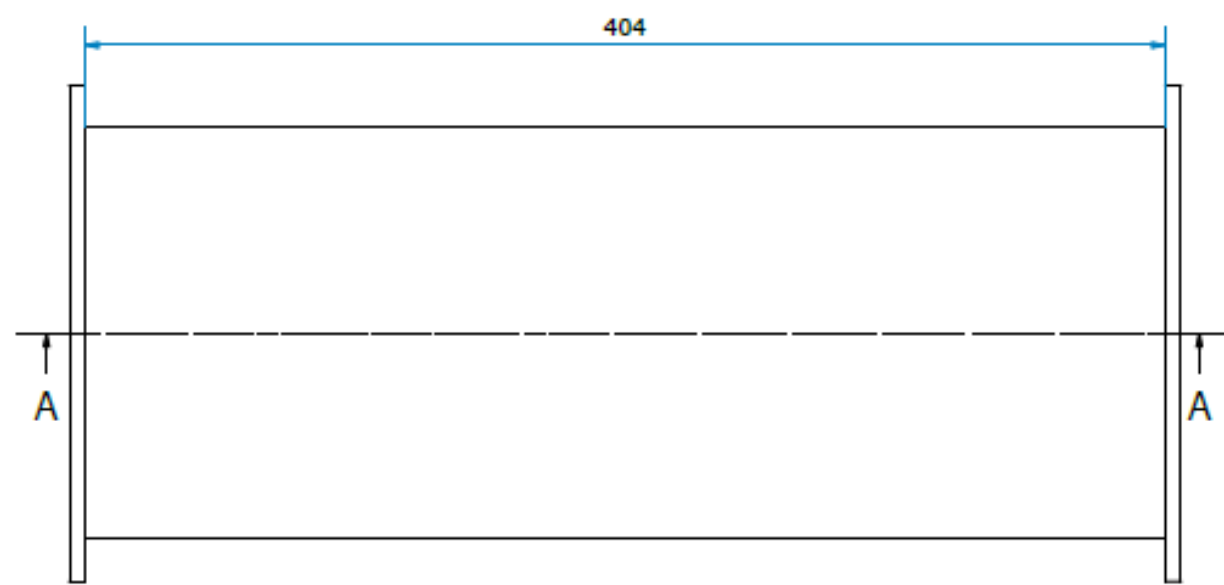
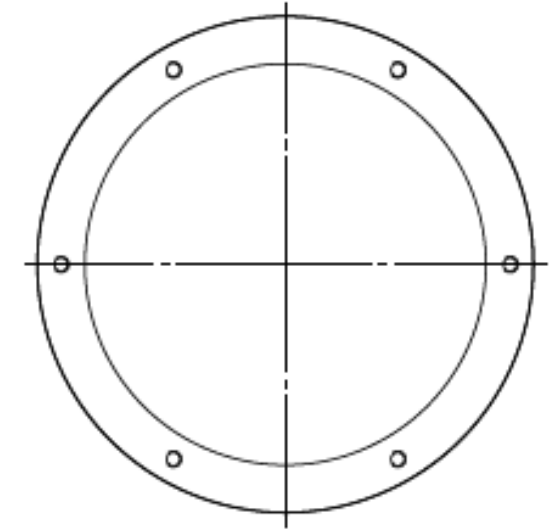
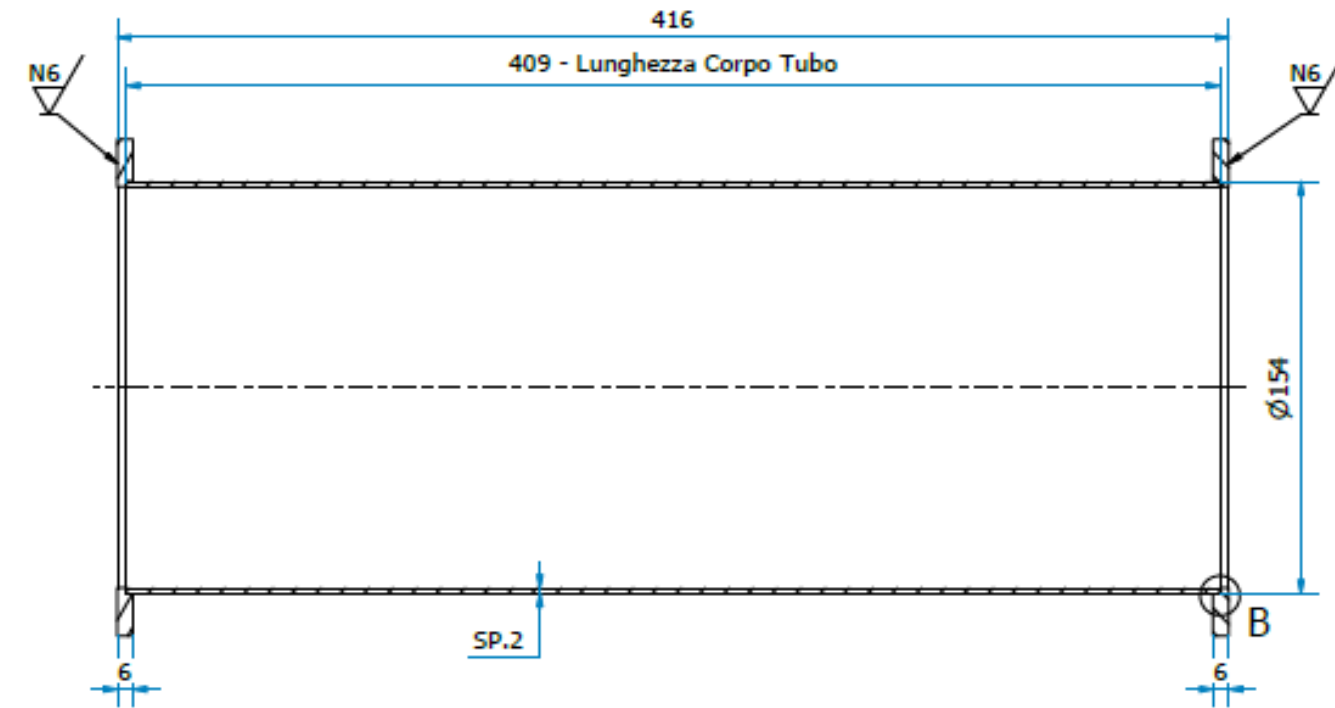
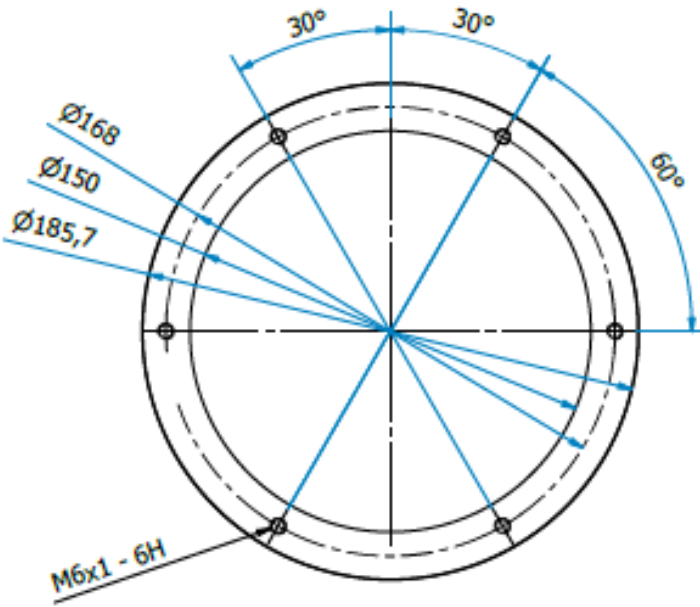
TABELLA FORO	
FORO	DESCRIZIONE
A1	Ø6,6 PASS.
A2	Ø6,6 PASS.
A3	Ø6,6 PASS.
A4	Ø6,6 PASS.
A5	Ø6,6 PASS.
A6	Ø6,6 PASS.
B1	Ø11,4 PASS.
B2	Ø11,4 PASS.
B3	Ø11,4 PASS.
B4	Ø11,4 PASS.
B5	Ø11,4 PASS.
C1	Ø11 PASS.
C2	Ø11 PASS.
C3	Ø11 PASS.
C4	Ø11 PASS.
D1	G 1/4 -
D2	G 1/4 -

LINEARI	±0,1	±0,2	±0,3	±0,4	±0,5	±0,6	±0,8	±1,0	±1,2	±1,5	±2,0	±3,0	±4,0	±5,0	±6,0	±8,0	±10
ANGOLARI	±10'	±15'	±20'	±30'	±45'	±1'	±1,5'	±2'	±3'	±4,5'	±6'	±9'	±13,5'	±18'	±27'	±36'	±54'
SMUSI	±0,1	±0,2	±0,3	±0,4	±0,5	±0,6	±0,8	±1,0	±1,2	±1,5	±2,0	±3,0	±4,0	±5,0	±6,0	±8,0	±10
RACCORDI	±0,1	±0,2	±0,3	±0,4	±0,5	±0,6	±0,8	±1,0	±1,2	±1,5	±2,0	±3,0	±4,0	±5,0	±6,0	±8,0	±10

Laser Cut Drilling

<p>GIORGI TECNOLOGIE MECCANICHE dal 1863</p>	MATERIALE INOX AISI 316L	
	TRATTAMENTO	
DESCRIZIONE Coperchio D.185.7 SP.6	TOLLERANZA Media	SCALA 1:1
CLIENTE Armini	PROGETTISTA Marco Vecchioni	DATA 19/10/2020
A termino di legge ci riserviamo la proprietà del presente disegno con divieto di riproduzione totale o parziale.		CODICE P - Cope

8 7 6 5 4 3 2 1



LINEARI	100-120	120-140	140-160	160-180	180-200	200-220	220-240	240-260	260-280	280-300	300-320	320-340	340-360	360-380	380-400	400-420	420-440	440-460	460-480	480-500
ANGOLARI	100-120	120-140	140-160	160-180	180-200	200-220	220-240	240-260	260-280	280-300	300-320	320-340	340-360	360-380	380-400	400-420	420-440	440-460	460-480	480-500
SMISURI	100-120	120-140	140-160	160-180	180-200	200-220	220-240	240-260	260-280	280-300	300-320	320-340	340-360	360-380	380-400	400-420	420-440	440-460	460-480	480-500
ACCORRI	100-120	120-140	140-160	160-180	180-200	200-220	220-240	240-260	260-280	280-300	300-320	320-340	340-360	360-380	380-400	400-420	420-440	440-460	460-480	480-500

DATI PROGETTO DIRETTIVA PED 2014/68/EU	
VOLUME	7,6 l
TS	130.5°C
P.V.S.	1.8 Bar
PT	2.7 Bar
FLUIDO	H2O

ELENCO PARTI				
NUM	QTÀ	CODICE	DESCRIZIONE	MATERIALE
1	1		Corpo Tubo D.154x2 L=409	INOX AISI 316L
2	2		Anello D.146 SP.6	INOX AISI 316L
			MATERIALE	
			TRATTAMENTO	Decapaggio
			TOLLERANZA	Media
			DESCRIZIONE	SCALA 1:2 A2
			CLIENTE	DATA 22/09/2020
			PROGETTISTA	CODICE P9011046
A termini di legge ci riserviamo la proprietà del presente disegno con divieto di riproduzione totale o parziale.				



GIORGI
TECNOLOGIE MECCANICHE
PRODOTTO

GIORGI s.r.l. Via A. Gagarin 9/11 02029, Tolentino (MC) +39 0733 974015

DESCRIZIONE
Caldia D.154 3.6l

CLIENTE
Armimi

PROGETTISTA
L.Biagioli

