

Konzeptbeschreibung

Modulare Siebträger-Espressomaschine mit Borosilikat-Glasboiler für den Gastro-Betrieb

01.12.2023

Felix Kistler

Applied Research in Engineering Sciences

Hochschule München - Munich University of Applied Sciences

Fakultät 03 - Verbundlabor Fahrzeugtechnik, Akustik und Dynamik

felix.kistler@hm.edu

Matrikel-Nr. 315635

Dieses Dokument beschreibt das Konzept einer Siebträger-Espressomaschine mit Borosilikat-Glasboiler für den gastronomischen Betrieb. Die Home-Variante der Siebträger-Espressomaschine mit einem Borosilikat-Glasboiler wird für die Gastro-Variante auf zwei oder mehr Boiler aufskaliert. Im weiteren Verlauf wird die Home-Variante mit einem Boiler als 1-Zylinder- und die Gastro-Variante mit zwei Boilern als 2-Zylinder-Maschine bezeichnet.

Ziel ist es, die 1-Zylinder- und 2-Zylinder-Maschine mit Herstellkosten im mittleren vierstelligen Bereich zu entwickeln. Es ist dabei konsequent auf Vereinfachung, Material und Bauteilersparnis sowie Gewichtsoptimierung zu achten.

Als „vorne“ ist die Seite mit der Brühgruppe definiert. Der Koordinatenursprung befindet sich bei der 1-Zylinder-Maschine am Mittelpunkt des Brühturms auf der Oberfläche der Bodenplatte. Bei den mehrgruppigen Maschinen befindet sich der Koordinatenursprung am Mittelpunkt des linken Brühturms auf der Oberfläche der Bodenplatte.

Alle Maschinen werden als Zweikreisssystem mit unbeheizter Brühgruppe, Wassermischer und leistungsgeregelter Getriebepumpe gestaltet.

1.1 Technische Anforderungen 2-Zylinder-Maschine

Für sowohl die 1-Zylinder- als auch die 2-Zylinder-Maschine ist die Fertigung in Serie in kleinen Stückzahlen (max. 50 Stück/Jahr) geplant. Um die Wirtschaftlichkeit beider Maschinen-Varianten zu gewährleisten, müssen niedrige Herstellkosten realisiert werden. Es wurden Zielvereinbarungen für die Herstellkosten in Losgröße 10 für die 1-Zylinder- und 2-Zylinder-Maschine getroffen, die es einzuhalten gilt.

In beiden Maschinen sollen möglichst viele Gleichteile verbaut werden. Dadurch sollen bei Konstruktionsteilen höhere Fertigungsvolumen und bei Zukaufteilen größere Abnahmemengen realisiert werden, wodurch bessere Einkaufspreise erzielt werden können. Beide Maschinen sollen über einen modularen Aufbau verfügen, sodass einzelne Baugruppen baugleich ausgeführt sind und nach dem Baukasten-Prinzip im Ganzen ausgetauscht werden können. Dieser modulare Aufbau soll in einem Teilenummerkonzept definiert werden. Mit der Umsetzung der Modulstruktur soll das Skalieren der Maschine auf drei Boiler und Brühgruppen möglich sein.

Für die mechatronischen Komponenten sowie die Verbindungselemente sollen allgemein verfügbare, handelsübliche Zukaufteile verwendet werden. Alle Konstruktionsteile sollen über Fertigungsverfahren hergestellt werden, für die keine Werkzeugkosten anfallen. Für jedes Konstruktionsteil muss eine Auswahl an geeigneten Fertigungsverfahren getroffen und anschließend abgewogen werden, welches Verfahren bei geringsten Herstellkosten die beste Qualität liefert. Für Metallteile kommen Fertigungsverfahren wie Blechschneiden und -biegen sowie die CNC-Bearbeitung in Frage. Kunststoffteile können über CNC-Bearbeitung oder über additive Fertigungsverfahren hergestellt werden. Bauteile sollen so konstruiert werden, dass diese aus handelsüblichen Halbzeugen gefertigt werden können. An diesen sollen ausschließlich geringfügige mechanische Änderungen durchgeführt werden, um den Fertigungsaufwand niedrig zu halten. Auch der entstehende Materialverbrauch durch das jeweilige Fertigungsverfahren muss minimiert werden, um Herstellkosten zu senken. Neben den Fertigungskosten müssen die Montagekosten so gering wie möglich gehalten werden, wodurch bei der Konstruktion auf einfacher Montierbarkeit der Bauteile geachtet werden muss. Als Zielvereinbarung für die Montage gilt, dass eine Person eine 1-Zylinder-Maschine innerhalb von vier Stunden komplett montieren kann. Ausgewählte Baugruppen wie Boiler und Tanks sollen vormontiert werden, um bei Bedarf die schnelle Montage der gesamten Maschine gewährleisten zu können. Die Zeit zur Vormontage einzelner Baugruppen ist einzurechnen.

Da vor allem die 1-Zylinder-Maschine im oberen Preissegment angesiedelt ist, muss bei der Fertigung von Konstruktionsteilen im Sichtbereich neben den Montage- und Herstellkosten auch die entstehende Optik und Haptik des Bauteils durch das jeweilige Fertigungsverfahren mit einbezogen werden. Einzelne, ausgewählte Konstruktionsteile im Sichtbereich sollen in Konfigurationen mit unterschiedlichen Materialien verfügbar sein, um dem Nutzer die Möglichkeit zur Individualisierung seiner Maschine zu bieten.

1.2 Glasboiler

Die 2-Zylinder-Maschine verfügt über zwei Boiler, die auf der hinteren Hälfte der Bodenplatte symmetrisch positioniert werden. Beide Glasboiler bestehen aus doppelwandigem Borosilikatglas mit einem individuellen Gesamtvolumen von 2,4 Liter bei 1,6 Liter Wasserfüllung, die beide jeweils über ein leistungsgeregeltes Heizelement mit 1000 W Heizleistung betrieben werden. In dieser Ausführung wird eine Aufheizzeit von 720 Sekunden erwartet. Alle Leitungsanschlüsse verlaufen von unten durch den Boilerboden. Die Dampfentnahme wird über je ein Steigrohr innerhalb der beiden Boiler realisiert. Die Dampfblasen der Boiler sind durch die Steigrohre aneinandergeschlossen. Der nach oben hin offene Zwischenraum zwischen innerem und äußeren Glaszylinder ist mit 25 mm starkem, hochtemperaturbeständigem Armaflex isoliert.

Für die 2-Zylinder-Maschine wird der Boiler der 1-Zylinder-Maschine dupliziert, sodass die Boiler in beiden Maschinen identisch ausgeführt sind. Lediglich die Boiler-Hydraulik im Unterbau unterscheidet sich zwischen 1-Zylinder- und 2-Zylinder-Maschine.

Durch die fertigungsbedingt hohen Toleranzen der Borosilikat-Glasrohre in Kombination mit den Leistungstoleranzen der Heizelemente können die Boiler nicht aneinandergeschlossen werden. Die beiden Heizelemente können dadurch nicht in Parallelschaltung betrieben werden. Beide Boiler müssen dadurch über einen eigenen Befüll-, Entschichtungs- und Entleerungskreislauf verfügen, der von je einer Pumpe angetrieben wird. Die Betriebssoftware muss in der Serie über einen Kalibrierprozess den jeweils langsamer aufheizenden Boiler identifizieren. Die Heizelement-Steuerung des langsameren Boilers erfolgt dann über eine Boilerdruckregelung. Für den Betrieb des zweiten Boiler ist ein Temperaturfolgerer vorgesehen. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass beide Boiler auf den gewünschten Betriebsdruck von 1300 mbar geregelt werden, ohne dass sich größere Druck- und Temperaturunterschiede einstellen. Eine weitere Möglichkeit zur Identifizierung des langsamer aufheizenden Boilers könnte die Messung des individuellen Innenwiderstands beider Heizelemente sein. Dies muss jedoch erst in der Praxis erprobt werden.

1.3 Pumpe

Jeder Boiler der 2-Zylinder-Maschine verfügt über einen eigenen Befüll-, Entschichtungs- und Entleerungskreislauf, der von einer eigenen Pumpe angetrieben wird. Somit verfügt die 2-gruppige Gastro-Variante über zwei Pumpen. Als Pumpe ist eine drehzahlgeregelte Getriebepumpe der Baureihe FG300 mit 4 mm Zahnrädern des Herstellers fluid-o-tech vorgesehen. Eine Versorgungsspannung von 0,3 – 5 V ergeben 300 bis 5000 Umdrehungen pro Minute bei einer Fördermenge von 0,3 ml je Umdrehung.

1.4 Wasserversorgung

Die Wasserversorgung der 1-Zylinder- und 2-Zylinder-Maschine erfolgt über mehrere Wassertanks, die sowohl über den Festwasseranschluss als auch manuell befüllt werden können. Jeder Wassertank besteht aus einem abnehmbaren Tankdeckel, einem Borosilikat-Glasrohr und einem Tankboden.

Die 1-Zylinder-Maschine verfügt über zwei Tanks und die 2-Zylinder-Maschine verfügt über drei Tanks. Die Tanks sind immer über eine Rohrleitung miteinander verbunden, sodass der Wasserstand in allen Tanks gleich ist. Die Tanks werden auf der Bodenplatte symmetrisch auf einer horizontalen Linie vor den Boilern positioniert. Wie bei der 1-Zylinder-Maschine werden für die Tanks Borosilikat-Glasrohre mit einem Außendurchmesser von 105 mm und einer Höhe von 210 mm verwendet, was in einem Füllvolumen von 1,2 Litern je Tank resultiert. Die Teile Tankdeckel, Glasrohr und Tankboden sind über alle Maschinenvarianten als Gleichteil ausgeführt, sodass die Baugruppe Tank identisch in allen Maschinenvarianten verbaut werden kann. Die Füllstandsdetektion erfolgt über Niveausonden von AVS Römer mit einer Länge von 65 mm für den Minimalfüllstand und 230 mm für den Maximalfüllstand. Die Niveausonden befinden sich im linken und rechten Tank und werden über einen M5-Gewindeinsatz in den Tankboden eingeschraubt. Bei dem mittleren Tank der 2-Zylinder-Maschine wird die für die Niveausonde vorgesehene Bohrung im Tankboden mithilfe eines Blindstopfens verschlossen.

1.5 Magnetventile

Das Maschinenkonzept sieht die Verwendung von 11 Magnetventilen in der 1-Zylinder-Maschine und 17 Magnetventilen in der 2-Zylinder-Maschine vor. Hierfür sind die 2-2- und 3-2-Wege-Magnetventile vom Typ EAV Baureihe 800 des Herstellers AVS Römer vorgesehen. Die Magnetventile bestehen aus einem Ventilkörper und einer Magnetspule, die jeweils separat erhältlich sind und mit einer Spannung von 24 V DC betrieben werden. Die Positionierungen der Magnetventile sind den Hydraulikplänen zu entnehmen.

Die Magnetventile der 1-gruppigen Home-Variante werden mit dem Buchstaben Y und einer 100er Nummer bezeichnet:

- Y101 2-2-Wege-Ventil Festwasserventil
- Y102 2-2-Wege Ventil Zulaufventil
- Y103 2-2-Wege Ventil Entschichtungsventil
- Y104 2-2-Wege Ventil Boilerbefüllung
- Y105 2-2-Wege Ventil Entwässerungsventil
- Y106 2-2-Wege Ventil Bezugsventil
- Y107 3-2-Wege Ventil Mischventil
- Y109 3-2-Wege Ventil Umschaltventil
- Y110 2-2-Wege Ventil Rückspülventil
- Y112 2-2-Wege Ventil Entwässerung Teewasser
- Y113 3-2-Wege Ventil Dampfahn

Die Magnetventile der 2-gruppigen Gastro-Variante werden mit dem Buchstaben Y und einer 200er Nummer bezeichnet:

- Y201 2-2-Wege-Ventil Festwasserventil
- Y202 2-2-Wege Ventil Zulaufventil
- Y203 2-2-Wege Ventil Entschichtungsventil 1
- Y204 2-2-Wege Ventil Boilerbefüllung 1

Y205 2-2-Wege Ventil Entwässerungsventil 1
Y206 2-2-Wege Ventil Kaffeebezug Brühgruppe 1
Y207 3-2-Wege Ventil Mischventil Brühgruppe 1
Y210 2-2-Wege Ventil Rückspülventil Brühgruppe 1
Y213 3-2-Wege Ventil Dampfhahn
Y214 2-2-Wege Ventil Entschichtungsventil 2
Y215 2-2-Wege Ventil Boilerbefüllung 2
Y216 2-2-Wege Ventil Entwässerungsventil 2
Y217 2-2-Wege Ventil Bezugsventil Brühgruppe 2
Y218 3-2-Wege Ventil Mischventil Brühgruppe 2
Y219 3-2-Wege Ventil Umschaltventil
Y220 2-2-Wege Ventil Rückspülventil Brühgruppe 2
Y222 2-2-Wege Ventil Entwässerung Teewasser

Im Falle der Entwicklung einer 3-gruppigen Gastro-Variante werden die Magnetventile mit 300er Y-Nummern bezeichnet. Bei der Benennung ist darauf zu achten, dass die Zahlenendungen über die Maschinenvarianten hinweg gleichbleiben. So soll das Magnetventil mit der 01er Endung in allen Maschinenvarianten das Festwasserventil bezeichnen.

1.6 Systemelektronik

Für die modularisierte Systemelektronik, Sensorik, Aktorik und Regelungstechnik erfolgt eine separate Entwicklung, welche im Elektronikkonzept [104] detailliert beschrieben ist.

1.7 Brühgruppe

Als Brühgruppe wird maschinenübergreifend die kalte Brühgruppe verwendet. Diese besteht aus einer metallischen Siebträgeraufnahme aus Messing und einem Kunststoffkern aus lebensmittelzertifiziertem PVDF. Die Siebträgeraufnahme ist so gestaltet, dass sowohl handelsübliche E61-Siebträger als auch Nicht-E61-Siebträger verwendet werden können. Der Siebträger wird ausgehend von 6 Uhr im Uhrzeigersinn um 45 Grad versetzt in die Siebträgeraufnahme eingesetzt und gegen den Uhrzeigersinn auf 6 Uhr festgezogen. Die unterschiedliche Flankenhöhe von E61- und nicht-E61-Siebträgern wird dabei ausschließlich über die Dicke der verbauten Dichtung kompensiert.

Der Kunststoffkern besteht aus den Bauteilen Brühgruppeneinsatz und Wasserverteiler. Der Wasserverteiler wird über ein eingeschnittenes M12-Gewinde von unten in den Brühgruppeneinsatz eingeschraubt. Eine angebrachte Fase verhindert das Überdrehen des Wasserverteilers. An der Unterseite des Wasserverteilers wird das Duschesieb befestigt. Der Drucksensor der Brühgruppe wird über ein eingeschnittenes G1/4“-Gewinde in den Brühgruppeneinsatz eingeschraubt und mit lebensmittelzertifiziertem Klebstoff gesichert. Hierfür ist der Klebstoff LOCTITE EA 9480 vorgesehen.

Die Bauteile Siebträgeraufnahme, Brühgruppeneinsatz und Wasserverteiler werden über CNC-Bearbeitung gefertigt. Siebträgeraufnahme und Brühgruppeneinsatz werden mit dem Halte- und Versteifungsblech verschraubt. Halte- und Versteifungsblech sind Teil der Brühgruppenhalterung und bilden mit der Säule und dem oberen und unteren Verbindungsstück den Brühlturm.

1.8 Brühltürme

Die 2-Zylinder-Maschine soll über zwei Brühgruppen verfügen, die individuell voneinander betrieben werden. Daher werden zwei Brühltürme benötigt, die zwischen den Tanks, dem Abtropfbereich und den Lanzen symmetrisch auf der Bodenplatte angeordnet werden. Die linke Brühgruppe soll ausschließlich für den Kaffeebezug bestimmt sein. Die rechte Brühgruppe wird sowohl für den Kaffee- als auch Teewasserbezug verwendet. Da beide Brühgruppen unterschiedliche Funktionalitäten aufweisen, können die Brühltürme nicht baugleich ausgeführt werden, sondern unterscheiden sich in den verwendeten Komponenten und der Leitungsführung.

Die Teile Siebträgeraufnahme, Brühgruppeneinsatz, Wasserverteiler, Halteblech, Verbindungsstück Oben und Unten sowie das Edelstahl-Rohr sollen baugleich in beiden Brühltürmen ausgeführt sein. Die Hydraulik und Leitungsführung in und unter beiden Brühltürmen ist dem Hydraulikplan der 2-Zylinder-Maschine zu entnehmen. Für beide Brühltürme wird eine Mischwasserleitung in den Brühlturm und eine Rückspüleleitung aus dem Brühlturm in die Abtropfschale benötigt.

Der linke Brühlturm ist lediglich für den Kaffeebezug konzipiert. Dadurch entfällt im linken Brühlturm das Umschaltventil, wodurch die dafür vorgesehene Lasche im Versteifungsblech obsolet wird. Sofern der dadurch freiwerdende Bauraum im linken Brühlturm nicht anders genutzt werden soll, kann auch das Versteifungsblech dupliziert und die Lasche freigelassen werden. Der Teewasser-Rücklauf mit zugehörigem Entwässerungsventil Y112 im Unterbau entfällt.

Der rechte Brühlturm hingegen ist mit dem Brühlturm der 1-Zylinder-Maschine identisch, da über diesen sowohl Kaffee- als auch Teebezug möglich sein soll. Dadurch können die Teile Siebträgeraufnahme, Brühgruppeneinsatz, Wasserverteiler, Halteblech, Versteifungsblech, Verbindungsstück Oben und Unten sowie das Edelstahl-Rohr von der 1-Zylinder-Maschine dupliziert werden. Die Anzahl der Magnetventile und sonstiger Bauteile innerhalb des Brühlturms bleibt ebenfalls gleich. Die Bezeichnungen der Magnetventile Y107, Y109 und Y110 werden jedoch zu Y218, Y219 und Y220 geändert. Im Unterbau wird das Entwässerungsventil Y112 im Teewasser-Rücklauf zu Y222.

1.9 Brühgruppenabdeckung

Die Brühgruppenabdeckung ist noch nicht vorhanden und soll von einer studentischen Projektgruppe entwickelt und konstruiert werden. Sie soll am Halte- und Versteifungsblech der freitragenden Brühgruppe montiert werden und die Sicht auf darunterliegende Komponenten wie die Magnetventile und Wasserleitungen verdecken. Die Brühgruppenabdeckung nimmt das User Interface und damit die Bedienelemente der Maschine auf. Zur Wartung und Montage der integrierten und darunterliegenden mechatronischen Komponenten und Wasserleitungen ist auf eine einfache Demontierbarkeit der Abdeckung zu achten. Die Abdeckung soll über ein ästhetisches Design verfügen und über additive Fertigungsverfahren wie das Thermotransfersintern (MJF) aus PA12 gefertigt werden.

1.10 Display und Bedienung

Das User-Interface soll Teil der Brühgruppenabdeckung sein und dem Benutzer einerseits über den Status der Maschine informieren und andererseits die Bedienung der Maschine ermöglichen. Als User-Interface ist ein LCD-Display mit kapazitiver Touchfunktion des Herstellers Waveshare vorgesehen. Die Bedienung der Maschine soll neben den Druck/Drehknöpfen für die Lanzen ausschließlich über das Display erfolgen, sodass zusätzliche Schaltelemente wie Folientaster in der

Brühgruppenabdeckung obsolet werden. Die Maße sowie die Positionierung und der Funktionsumfang des Displays in der Brühgruppenabdeckung müssen noch definiert werden.

Als weiteres Bedienelement neben dem Display besteht das Konzept eines federbelasteten Hebels zur Regelung des Volumenstroms der Pumpe. Dieser Hebel soll neben dem LCD-Display als Bedienelement für den Nutzer fungieren und über ein Potentiometer die Drehzahl der Pumpe einstellen. Das Konzept ist weiter auszuarbeiten und in der Praxis zu erproben.

1.11 Milchsäumen und Teewasserbezug

Für das Milchsäumen ist eine Dampfzange bestehend aus einem Zukaufteil des Herstellers Italcoppie aus Edelstahl und einer Eigenkonstruktion vorgesehen. Die Zange für den Teewasserbezug besteht ebenfalls aus einem Zukaufteil des Herstellers Italcoppie sowie einer Eigenkonstruktion. Die Zukaufteile unterscheiden sich lediglich in der verbauten Düse und sind ansonsten baugleich ausgeführt. Die Anbindung beider Zukaufteile an die Eigenkonstruktion erfolgt über ein Adapterstück mit einem M20x1,5 Feingewinde. Die Eigenkonstruktion besteht aus einem Edelstahlrohr mit innerer PFA-Rohrleitung, das nach oben und unten hin mit einem Distanz- und Adapterstück verschraubt wird. Die Dampfzange wird links und die Teezange wird rechts auf der Bodenplatte platziert. Die Befestigung der Zangen an der Bodenplatte erfolgt über eine M14-Mutter. Beide Zangen werden über Magnetventile betätigt. Die Dampfzange soll in Serie über eine Soft-Open-Funktion verfügen, die über ein Dosierventil mit integriertem Schrittmotor realisiert wird. Die Bedienung der beiden Zangen soll über Bedienknöpfe erfolgen, die über eine Druck- und Drehfunktion verfügen. Die Bedienknöpfe sollen seitlich neben den jeweiligen Zangen positioniert werden.

1.12 Abtropfbereich

Für die Abtropfschale der 1-Zylinder-Maschine ist ein Gastro-Normbehälter in der Ausführung GN1/3 mit einer Höhe von 65 mm und einem Fassungsvermögen von 2,6 Litern vorgesehen. Dieser wird verwendet, um die 1-Zylinder-Maschine-Variante ohne festen Abwasseranschluss betreiben zu können. Daher muss die Abtropfschale der 1-Zylinder-Maschine beim Entwässern des Boilers den gesamten Boilerinhalt von 2,4 Litern aufnehmen können.

Die Abtropfschale der 2-Zylinder-Maschine kann dagegen deutlich flacher ausfallen, da die 2-Zylinder-Maschine immer an einem Abwasseranschluss angeschlossen wird. Dadurch muss die Abtropfschale der 2-Zylinder-Maschine nur das im Betrieb anfallende Schmutzwasser beim Kaffeebezug zum Abwasseranschluss ableiten. Infolgedessen ergibt sich im Unterbau der 2-Zylinder-Maschine zusätzlicher Bauraum, der für die Elektronik verwendet werden soll. Auch die Griffe und der Zentriermechanismus der Abtropfschale werden überflüssig, da die Abtropfschale nicht manuell geleert wird und damit nicht herausnehmbar sein muss, was weiteren Bauraum einspart.

Die Abtropfschale der 2-Zylinder-Maschine wird als Blechbiegeteil realisiert, dessen Seitenbleche in den Ecken verschweißt werden. Dieses Blechbiegeteil verfügt über einen zentralen Ablauf, unter dem ein Schmutzwassersammelblock angebracht wird. Der Schmutzwassersammelblock vereint alle Schmutzwasserleitungen sowie den Ablauf der Abtropfschale. Neben dem Ablauf der Abtropfschale werden insgesamt acht Anschlüsse für Schmutzwasserleitungen am Sammelblock benötigt. Bei der Konstruktion des Schmutzwassersammelblocks wird sich an Maschinen anderer Hersteller wie der Gaggia TE orientiert. Die Unterseite der Abtropfschale und die Oberseite des Schmutzwassersammelblocks werden miteinander verspannt und über eine Dichtung abgedichtet, um Verschmutzungen zwischen Abtropfschale und Sammelblock vorzubeugen. Der

Schmutzwassersammelblock soll als 3D-Druck-Teil ausgeführt und über Thermotransfersinterverfahren aus PA12 gefertigt werden. Das Abtropfblech ist als laser- oder wasserstrahlgeschnittenes Blechbiegeteil ausgeführt, welches lose auf der Abtropfschale gelagert wird. Ein Klappern des Abtropfblechs im Betrieb ist zu vermeiden.

1.13 Grundrahmen und Gehäuse

Der Grundrahmen der 1-Zylinder- und 2-Zylinder-Maschine besteht aus einer Bodenplatte, auf der alle sichtbaren Baugruppen platziert werden, sowie einer Blechkonstruktion unter der Bodenplatte bestehend aus Anbindungsrahmen und Versteifungsblech. Die Blechkonstruktion unter der Bodenplatte wird im weiteren Verlauf als Unterbau bezeichnet und nimmt alle nicht sichtbaren Komponenten wie Magnetventile, Sensoren und Aktoren sowie die Verrohrung, Verkabelung und Elektronik auf.

Der Grundrahmen der 1-Zylinder-Maschine weist nach der aktuellen Konstruktion eine Tiefe von 520 mm, eine Breite von 425 mm und eine Höhe von 92,5 mm auf. Die Tiefe der 1-Zylinder-Maschine von 520 mm ergibt sich aus einer üblichen Arbeitsplattentiefe von 600 mm abzüglich von Wischleiste und Arbeitsplattenrundung. Die Breite der 1-Zylinder-Maschine ist über die Breite der Abtropfschale zuzüglich eines erforderlichen Seitenabstandes definiert.

Beide Maschinen-Varianten sollen in Serie sowohl auf der Arbeitsplatte platziert („On Table“) als auch in die Arbeitsplatte eingelassen („Under Table“) werden können. Für das Einlassen der Maschine in die Arbeitsplatte wird ein entsprechender Ausschnitt in der Arbeitsplatte angebracht und eine darunterliegende Schublade stillgelegt. In diesen Ausschnitt wird der Grundrahmen bestehend aus Bodenplatte und Unterbau eingesetzt und fest verbaut. Die Unterseite der Bodenplatte bildet in diesem Fall die Auflagefläche auf der Arbeitsplatte. Als maximale Einbautiefe wurden 105 mm definiert, die sowohl die 1-Zylinder - als auch die 2-Zylinder-Maschine nicht überschreiten dürfen. Das Maß ergibt sich aus einer durchschnittlichen Schubladentiefe von 105 mm sowie einer minimalen Arbeitsplattendicke von 20 mm abzüglich einer Reserve von 20 mm.

Sofern die Maschine nicht in die Arbeitsplatte eingelassen und fest verbaut werden soll, wird der Grundrahmen in ein Gehäuse gesetzt und kann so auf der Arbeitsplatte platziert werden, ohne dass ein Ausschnitt in der Arbeitsplatte benötigt wird.

Aus den Maßen der 1-Zylinder-Maschine ergeben sich die Maße der 2-Zylinder-Maschine. Durch das Vervielfältigen einzelner Baugruppen wie Boiler, Tanks und Brühlturm wird die Maschine insgesamt breiter. Die Breite der 2-Zylinder-Maschine ergibt sich demnach aus den erforderlichen Abständen einzelner Baugruppen auf der Bodenplatte zueinander sowie zu den Seitenrändern. Die Tiefe und Höhe der 2-Zylinder-Maschine bleiben jedoch zur 1-Zylinder-Maschine identisch. Als Maximalmaße des Grundrahmens der 2-Zylinder-Maschine werden eine Tiefe von 520 mm, eine Breite von 716,5 mm und eine Höhe von 92,5 mm definiert.

1.14 Rohre und Kabel

Für die Verrohrung wird PFA-Schlauch mit 6 mm Außendurchmesser verwendet. Die Rohre sind im Prototypenbau mithilfe von Verbindungselementen von AVS Römer zu verbinden. Für die Serienfertigung soll ein externer Dienstleister gefunden werden, der die Rohre der Leitungsführung entsprechend biegen kann. Auf diese Weise soll die Anzahl der erforderlichen Verbindungselemente reduziert und damit Kosten gespart werden. Die Rohrlängen sind während des Prototypenbaus zu vereinheitlichen. Während des Prototypenbaus ist ein Kabelbaum zu entwickeln.