

Abschlusspräsentation Projektarbeit

Prototypenbau Siebträger-Espressomaschine

End Bulliqi, Daniel Hellwig, Michael Bischof
Stand: 13.02.2025

HM

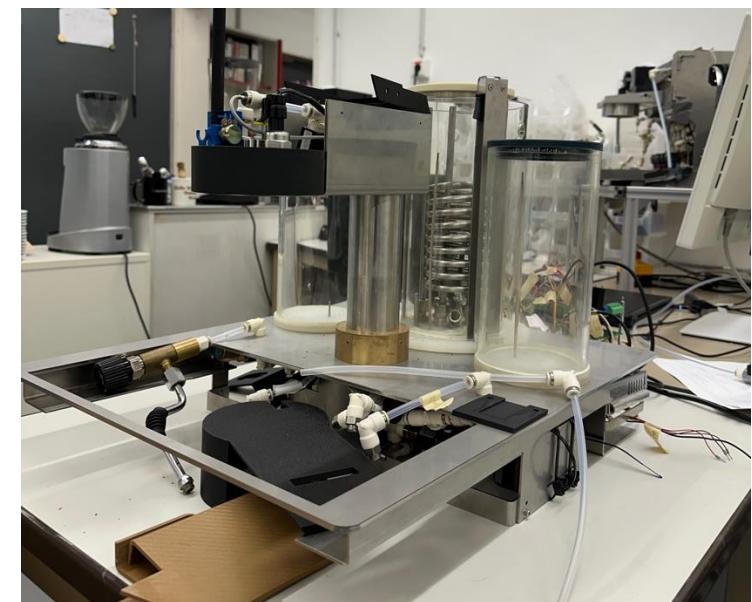
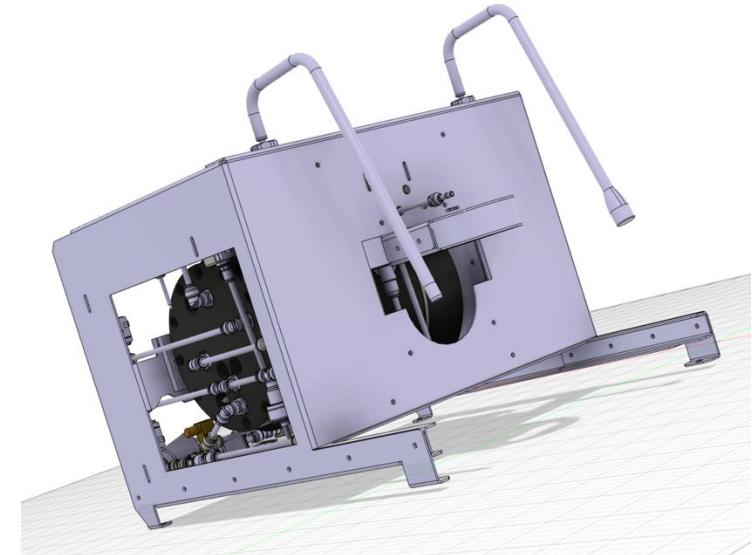
Agenda

- 1) Vorstellung des Projekts
- 2) Onboarding
- 3) Ist-Zustand des Projekts zu Beginn
- 4) Aufgabenstellung, Zielvereinbarung, Dokumentation der ToDo 's
 - 1) Weiterführung der Inbetriebnahme Glasboilermaschine Wintersemester 2024/25
 - 2) Demontage und Teiledokumentation der Labormaschine Wintersemester 2024/25
- 5) Ist-Zustand des Projekts am Ende der Projektarbeit
- 6) Offene Arbeitspunkte
- 7) lessons learned

1. Vorstellung des Projekts

Entwicklung von Espressomaschine

- Soll den veränderlichen Geschmack von Kaffee aufgrund von Druck und Temperatur des Wassers reproduzierbar machen
- erarbeitet durch Projekt- und Abschlussarbeiten an der HM
- Entwicklung der Maschine unter LbA Armin Rohnen seit 2017
- modularer Aufbau: Möglichkeit eines Aufbaus mit zwei Boilern und drei Tanks
- Aufbau unterteilt in Baugruppen, Komponenten und Einzelteile
- [Weitere Infos](#)



2. Onboarding - Ablauf

Um den Einstieg in das Projekt zu vereinfachen, wurde sich dazu entschlossen, die Abschlusspräsentation so zu gestalten, dass sie als Onboarding Präsentation für die nachfolgende Gruppe verwendet werden kann. Folgende Punkte sind für einen reibungslosen Ablauf des Projekts wichtig:

zu Anfang des Projekts

- Einlesen in das Projekt und die Funktionsweise einer Espressomaschine
- Überblick über das Wiki verschaffen (folgende Folie) „Wo ist was?“
- offene Punkte für eine Zielvereinbarung sammeln
- Arbeitspakete auf die Gruppenmitglieder verteilen
- in der Wiki ToDo Liste zugehörige Studierende eintragen, die diesen Eintrag pflegen
- Wiedervorlagedaten und Status aktuell halten
- Projektplanungs-Diagramm erstellen und im Blick haben

der Alltag im Projekt

- 2 wöchentliche RS mit Projektleiter, dafür Rückmeldung an ihn:
- Stundenerfassung
- Agenda für den kommenden Termin • Protokoll der RS, nach Korrektur einpflegen ins Wiki
- wöchentliche teaminterne Rücksprachen, mit Rückmeldung an Herrn Rohnen
- eigene Wochenplanung:
Einteilung der Stunden zur Erbringung von 10h wöchentlich (sinnvoll: 1 Tag pro Woche)
- dazu Dokument `Projektplanungshilfe` verwenden
- mit Herrn Rohnen über notwendige Bestellungen absprechen (z.B. Kabel aufstocken, Montageteile,...)

3. Ist-Zustand des Projekts zu Beginn

Glasboilermaschine:

- Lanzen

Lanzenkonzept funktioniert nicht. Lanzen können nicht montiert werden -> Teile fehlen und konstruktive Änderungen erforderlich

- Montageanleitung

Existiert bereits im internen Wiki, es fehlt lediglich der Teil der Lanzen. Möglicherweise Korrektur von Abschnitten notwendig

- Teilemanagement

Teiledatenbank existiert im internen Wiki, neue Bauteile werden im Laufe des Projekts eingepflegt

- Elektronik, Netzteil, NOT-AUS

Fehlendes Signal am Flowmeter; Durchflussrate kann nicht bestimmt werden. Ausstehende Montage des Netzteil der Glasboilermaschine am Anbindungsrahmen

- Glasboiler

Undichtigkeiten verhindern die vollkommende Inbetriebnahme

3. Ist-Zustand des Projekts zu Beginn

Labormaschine:

- Alter Konstruktionsstand:
 - Funktionsfähig ; Design- und Entwicklungsstand obsolet
- Neuer Konstruktionsstand:
 - Konstruktionsphase abgeschlossen - Montageanleitung vorhanden
 - Bauteile und Komponenten nicht erfasst und nicht bestellt

4. Aufgabenstellung, Zielvereinbarung

	4.1 Weiterführung der Inbetriebnahme Glasboilermaschine Wintersemester 2024/25	4.2 Demontage und Teiledokumentation Labormaschine Wintersemester 2024/25
Zielvereinbarung	<ul style="list-style-type: none">• Aufheizversuch mit Druckbeaufschlagung von 1500 mbar• Händischer Betrieb über die Betriebssoftware	<ul style="list-style-type: none">• Bereitstellung aller Teile für den Prototypenbau der Labormaschine• vollständige Teiledatenbank inkl. Kostenerfassung.
Aufteilung der Arbeitspakete:	<ol style="list-style-type: none">1. Teilemanagement (D. Hellwig)2. Lanzen (D. Hellwig)3. Montageanleitung (D. Hellwig)4. Glasboiler (E. Bulliqi)5. Elektronik, Netzteil, NOT-Aus (E. Bulliqi)6. Dichtheitsprüfung (E. Bulliqi)7. Funktionstests (E. Bulliqi)	<ol style="list-style-type: none">1. Teilemanagement (M. Bischof)2. Faltrahmen (M. Bischof)3. 3,6 Liter Stahlboiler (M. Bischof)4. Hydraulik (M. Bischof)5. Brühgruppe (E. Bulliqi)6. Montageanleitung (D. Hellwig)

4.1.1 AP: Teilemanagement Glasboiler - [Link](#)

In diesem Arbeitspaket wurden folgende Tätigkeiten durchgeführt:

- Distanzhülse wurde aktualisiert Teile NR: 71
- -> Datum, Lieferant, Preise
- Federführung wurde hinzugefügt Teile NR: 250
- VB-NR. 298 entfernt, da diese nicht mehr benötigt wird
- Bezeichnung von Teile Nr. 118 aktualisiert von 108 x 4,5 mm auf 107 x 3 mm

4.1.2 AP: Lanzen

Ergebnisse aus diesem Arbeitspaket finden Anwendung an sowohl Glasboiler- als auch Labormaschine. Folgende Tätigkeiten wurden durchgeführt.

Glasboiler: [Link](#)

- Festigkeitsnachweise geführt siehe Wiki
 - > Distanzhülse konstruiert und anschließend 3D-gedruckt
- Lanzen sind montiert, und bleiben in Ihrer Position stehen. Montage bitte aus der Montageanleitung im Wiki entnehmen
- Vorsicht bei Konstruktion von Gewinden als Volumenmodell
 - > Konstruktionstool genau überprüfen
- Falls Gewinde zu groß, obwohl exakt konstruiert wurde, hilft es die "Scale"- Funktion zu nutzen und das Gewinde stück für stück zu verkleinern

Labormaschine: [Link](#)

- Die Lanzen sind Gleichteile, jedoch muss die Montage an der Labormaschine noch überprüft werden

4.1.3 AP: Montageanleitung - [Link](#)

Im Wiki sind für die Nachfolgergruppe Hinweise zu den erforderlichen Anpassungen hinterlegt. Dazu gehören:

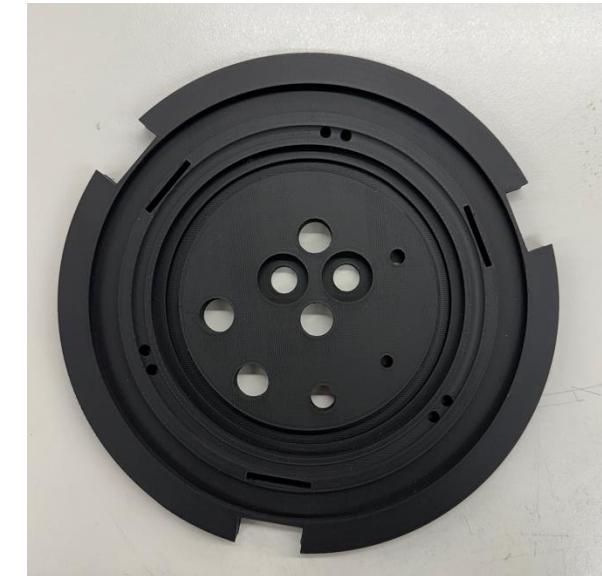
- Erstellung Bereich Lanzen
- Boilerdeckel anpassen
- Boilerboden anpassen
- Ab Seite 161 Nummerierung der Magnetventile hinzufügen
- Basisboard Schaltplan austauschen
- Positionstausch der Magnetventile Y110 und Y109

4.1.4 AP: Glasboiler - Link

„Eine Undichtigkeit an der Dichtfuge des Boilerboden bedingt eine konstruktive Umgestaltung der Dichtfuge durch die Gruppe Detailentwicklung. Ein Wechsel des verbauten Boilerboden soll das Problem der Undichtigkeit beheben.“

In diesem Arbeitspaket wurden folgende Tätigkeiten durchgeführt.

- Sukzessive Demontage der gesamten Labormaschine analog Montageanleitung
- strukturierte Lagerung von Baugruppen und Komponenten
- Mechanische Nachbearbeitung des neuen Boilerboden
- Wiederholte Montage der Labormaschine



4.1.5 AP: Elektronik, Netzteil, NOT-Aus - [Link](#)

„Aus [154] wurde übermittelt, dass das Flowmeter kein Signal liefert. Es muss eine Fehleranalyse durchgeführt werden. Das Netzteil soll in die Labormaschine integriert werden.“

In diesem Arbeitspaket wurden folgende Punkte abgearbeitet:

- Beheben des Flowmeter-Signalmangels durch Austausch von Kabelendhülsen an der Platinenseite und Verkrimpen des Masse-Kabelschuh
- Prüfen der Montierbarkeit des Netzteils am Anbindungsrahmen – fehlerhafte Konstruktion Anbindungsrahmen; Aufnahme in Mängelliste (lfd-Nr. 77)
- Fixieren des Netzteils an den Anbindungsrahmen über Workaround (Klebeverbindung)
- Herstellen kompletter Verkabelung inkl. NOT-Aus

4.1.6 AP: Funktionstests - Link

Zur Überprüfung der Funktion der Glasboilermaschine nach Montage wurden folgende Funktionstests über die MATLAB-APP durchgeführt.

- Magnetventilansteuerung ✓
Überprüfen von Funktionalität und korrektem Einbau der Magnetventile an der Elektronik
- Pumpenansteuerung ✓
Prüfen der Funktionalität durch variable Änderung der Pumpenleistung
- Füllstandssensorik Glastanks und Boiler ✓
Manuelles Befüllen der Tanks; Verifizierung der Sensorik über Software anhand gewonnener Daten
- Dichtheitsprüfung der Magnetventile ✓
- Überprüfung der Verrohrungslogik ✓
Testen der Wasserführung durch gezieltes Schalten von Magnetventilen aus dem Hydraulikplan bzw. Prozessschaubild
- Dichtheitsprüfung beim Kaffeebezug ✗
- Aufheizversuch ✗
Ansteuern Heizwendel und Auslösen des Kaffeebezugs, um heißes Wasser aus der Brühgruppe zu lassen

4.1.7 AP: Dichtheitsprüfung / Undichtigkeiten Boiler - [Link](#)

Folgende Schritte wurden im Rahmen der Dichtheitsprüfung erneut durchgeführt:

- Kontrolle von Undichtigkeiten an Verschraubungen in Bodengruppe und Boilerdeckel durch Pumpe und Adapter – Wechsel der Dichtungen in der Nut, statt 108x3mm 107x3mm; bessere Passgenauigkeit
- Einsatz von Distanzquadern zum Stabilisieren der Boiler-Position – enormes Spiel zur Boilerführungskante
- Nacharbeit undichter Stellen im Boiler während der Durchführung von Funktionstests: Temperatursensor; Niveausonde
- Aufnahme von Problemstellen in die Mängelliste (lfd-Nr. 70)



4.2.1 – 4.2.4 AP von Michael Bischof

Folgende Punkte wurden bearbeitet:

➤ **Teilemanagement** - [Link](#)

- Maschine in Baugruppen und Komponenten unterteilt; Alle Bauteile erfasst
- Strukturierte Teiledatenbank im Wiki angelegt

➤ **Faltrahmen** - [Link](#)

- Halteblech und Seitenblech wurden gemäß der Schnittstellendefinition [98] angepasst
- Aussparung für Siebträgerflügel integriert
- Aufgrund von Fertigungsschwierigkeiten wurden die Biegelaschen angepasst -> Bestellung der Faltbleche veranlasst

➤ **3,6-Liter Stahlboiler** - [Link](#)

- Teile dieser Baugruppe erfasst und identifiziert
- Boilerhalterung (3D-Druckteile) angefertigt

➤ **Hydraulik** - [Link](#)

- Teile in die Datenbank aufgenommen
- Bauteile in altem Konstruktionsstand vorhanden -> noch verbaut

4.2.5 AP: Brühgruppe- [Link](#)

Folgende Schritte wurden durchgeführt:

- Kommunikation mit Detailentwicklung zwecks Fertigstellung Siebträgeraufnahme
- Bestellung Siebträgeraufnahme bei Instawerk
- 3D-Fertigung von Brühgruppeneinsatz und Wasserverteiler
- Lagerung der Bauteile im Labor

4.2.6 AP: Montageanleitung - [Link](#)

Aufbauend auf der Montageanleitung der Glasboilermaschine muss ein neues Dokument angesetzt werden:

Es können Gleichteile übernommen werden, dazu gehört:

- Brühgruppe aus der Gesamtanleitung der Glasboiler Maschine
- Lanzen
- Montage des Stahlboilers mithilfe der alten Montageanleitung hinzugefügen

5. Ist-Zustand des Projekts am Ende der Projektarbeit

Glasboilermaschine

Im Folgenden wird der Zustand der Maschine beschrieben, wie er am Ende der Projektarbeit vorliegt.

- Sukzessiver Zusammenbau mit Montagehilfe
- Alle Hydraulik Leitungen und Verkabelungen sind angeschlossen, Verklebung des Netzteils an Anbindungsrahmen
- Montage von Dampf- und Teewasserlanze
- Undichtigkeiten an Verbindungen des Boilerboden
- Funktionstests können bedingt durchgeführt werden, aufgrund der anhaltenden Undichtigkeit



5. Ist-Zustand des Projekts am Ende der Projektarbeit

Labormaschine:

- Alter Konstruktionsstand:
 - Keine Veränderungen vorgenommen – Labormaschine befindet sich noch im montierten Zustand
- Neuer Konstruktionsstand:
 - Alle Bauteile des Konstruktionsstands erfasst -> Teiledatenbank erstellt
 - einzelne Bestellungen ausgelöst / Teile schon vorhanden
 - CAD-Dateien und Montageanleitung nach Veränderung angepasst

6. offene Arbeitspunkte

Glasboilermaschine:

- Montageanleitung
 - Erweiterung der bestehenden Montageanleitung um: siehe Wiki
- Lanzen
 - Es muss geprüft werden ob eine andere Federführung in dem Distanzstück auf der Seite der Wasserlanze notwendig ist, oder ob auf der Seite eine zusätzliche Beilagscheibe zur Vergrößerung der Federkraft ausreicht
- Glasboiler:
 - Nochmalige Konstruktionsänderung am Boilerboden für den vorhandenen 1-Zylinder Glasboiler Prototypen. Es treten Undichtigkeiten bei den Einschraubungen auf.
 - Konstruktion einer Montagehilfe ausstehend, die die montierten Lanzen berücksichtigt
- Brühgruppe:
 - Anpassung des Brühgruppeneinsatzes anstelle M5 ELSA Anschlüsse G 1/8" ELSA verwenden. Undichtigkeiten erkannt bei Durchführung der Funktionstests. Evtl. Drucksensor auch betroffen.
- Unterbau:
 - Druckmessstrang liegt lose im Unterbau, fehlende Fixierung und ausstehende Montage der Getriebepumpe am Anbindungsrahmen. (Mängelliste: lfd-Nr. 73, 77)
 - Montierstelle des Netzteils am Anbindungsrahmen nicht kompatibel mit dem Netzteil; Aussparung am Anbindungsrahmen für größeres Netzteil ausgelegt (Mängelliste: lfd-Nr. 78)
 - knapper Überlapp zwischen Anbindungsrahmen und Abtropfwanne. Der Anbindungsrahmen ist nicht für die Wannengröße ausgelegt (Mängelliste: lfd-Nr. 76)
- Software und Funktionstests:
 - Schaltlogik Magnetventil Y103 verkehrt herum in MATLAB-Oberfläche eingebettet (Mängelliste: lfd-Nr. 75)
 - Erstellung einer Checkliste als Hilfe für die Durchführung von Funktionstests

6. offene Arbeitspunkte

Labormaschine:

- Teilemanagement
 - Gehäuse, Abtropfwanne, Abtropfblech
 - Genaue Anzahl der Nieten (soll bei einer zukünftigen Montage in Erfahrung gebracht werden)
 - Alter Konstruktionsstand soll sukzessiv demontiert und in den neuen Konstruktionsstand übernommen werden
- Faltrahmen
 - Notwendigkeit der Haltebleche für Magnetventile soll diskutiert werden
 - Konstruktive Änderungen nur in den einzelnen CAD-Datei vorhanden -> müssen in Gesamtansicht integriert werden
- 3,6-Liter Stahlboiler
 - Baugruppe Stahlboiler soll nicht demontiert werden!
- Hydraulik
 - Hydraulikbauteile sollen dem alten Konstruktionsstand entnommen werden
 - Überprüfen ob Winkeltemperatursensor (Teile-Nr. 116) durch ELSA-T- Steckanschlusses (Ähnlich Teile-Nr. 106) und einem Plug-In-Temperaturfühler ersetzt werden kann
 - Vereinheitlichung der PFA-Rohr längen -> Zusammenfassen der Teile in der Teiledatenbank
- Montageanleitung
 - Anfertigen einer Montageanleitung analog Glasboilermaschine

7. lessons learned

➤ **Kommunikation:**

- Anforderungen klären, Unklarheiten ausräumen, Fragen stellen
- aktive Kommunikation mit Betreuer erforderlich

➤ **Projektorganisation:**

- konsequent 2-wöchig im Voraus planen -> Die Dauer zur Bearbeitung von Aufgaben ist für jeden individuell
- Meilensteine vereinbaren, dazu Projektplan / GANTT pflegen und verfolgen, Puffer einbauen
- Abweichungen festhalten und offen kommunizieren; mögliche Lösungen finden zum Einholen von Zeit
- Neue Dokumente für die Wiki-Freigabe rechtzeitig einschicken; kein eigenständiger Upload ohne Freigabe seitens Projektleitung

➤ **Operativ:**

- CAD:
 - CAD-Assemblies sind als STP-Dateien schwer zu bearbeiten -> CAD-Datei separat abspeichern
 - Genaue Benennung von Teilen in CAD-Assembly erspart Zeit
- Teiledatenbank:
 - Verknüpfung zwischen Teileeintrag und Teiledokumente (zB Zeichnungen, Angebote, ect.) beschleunigen Identifikationsprozess

Evaluierung der Zielvereinbarung und Abschlussbemerkung Glasboiler

Am Ende des Projekts soll der Boiler aufgeheizt werden und dabei einem Druck von 1500 mbar standhalten. Anschließend soll über die Betriebssoftware der Dampfhahn geöffnet werden. Alle Betriebsparameter der Maschine sollen an der Betriebssoftware angezeigt werden und ein händischer Betrieb der Maschine über die Betriebssoftware soll möglich sein.

Um die Dampf- und Teewasserlanze zu installieren, werden Lanzenadapter benötigt. Hierfür soll ein Abgleich zwischen Realteil und Konstruktionszeichnung für Klarheit sorgen. Falls es sich um einen Konstruktionsfehler handelt, wird die Detailentwicklung zum Entwurf neuer Lanzenadapter zu Hilfe gezogen. Der Konstruktionsfortschritt wird im Wiki dokumentiert. Anschließend werden die Adapter bestellt oder über die hochschulinterne Fertigung angefragt. Am Ende müssen die Lanzen mithilfe der neuen Teile montiert werden.

Es existiert eine vollständige Stückliste der Glasboilermaschine [133]. Durch die Umgestaltung des Boilerbodens und –deckel, sowie der Lanzen müssen die jeweiligen Komponenteneinträge geändert, bzw. ergänzt werden.

Durch die konstruktive Änderung des Boilerdeckels- und bodens, sowie der Anpassung der Lanzenadapter muss die bestehende Montageanleitung [117, 154] mit den neuen Informationen überarbeitet werden.

Ein akuter Fehler hinsichtlich des Signals, des im Borosilikat-Glasboiler Espressomaschinen befindlichen Flowmeter muss in erster Linie ausgemacht und behoben werden. Aus [154] wurde übermittelt, dass das Flowmeter kein Signal liefert. Durch eventuelle Parallelitäten zu einem vorher aufgetretenen Fehler bei der Labormaschine, wird mithilfe der Abschlussarbeit von Noureddine Ait Ouhamou [114] ein erster Ansatz verfolgt. Das Netzteil soll in die Maschine eingebaut werden

Die konstruktive Umgestaltung der fehlerhaften Dichtringnut im Boilerboden soll bewältigt werden. Die Maße für die Nut werden durch einen vorhandenen Dichtring bestimmt. Anschließend wird in Zusammenarbeit mit der Projektgruppe 3-D Druck der Boden gefertigt. Der alte Boilerboden und Zylinder müssen demontiert werden. Anschließend kann dann der neue, jetzt passende, Boilerboden mit dem Zylinder an der Maschine montiert werden. Durch die Druckbeaufschlagung und der Hebelwirkung des Verspannmechanismus hebt der Boilerdeckel unter Druck ab und wird undicht. Das soll durch ein Versteifungsblech und Umdrehen der Tellerfeder behoben werden, wobei die Positionierung der Zentrierstifte überarbeitet werden muss. Das Versteifungsblech sowie das Umdrehen der Tellerfeder bzw. die Montage der Verspannung wird durch die Projektgruppe Prototypenbau verwirklicht.

Evaluierung der Zielvereinbarung und Abschlussbemerkung Glasboiler

- Nach der Montage des neuen Boilers (überarbeiteter Boilerboden und Deckel) wird dieser auf seine Dichtheit überprüft.
- Aufgrund der Erneuerung der Boiler-Einheit, müssen folgende Funktionstests erneut durchgeführt werden: - Magnetventil Dichtheitstest - Test Teewasserbezug - Test Dampfbezug Gegen Ende des Projekts wird der Aufheizversuch des Borosilikat-Glasboiler- Espressomaschine durchgeführt.

Abschlussbemerkung:

Die **Zielvereinbarung** konnte aufgrund von Undichtigkeiten im Boiler **nicht erreicht** werden ; die Überarbeitung der Montageanleitung wird im folgenden Semester übernommen

Evaluierung der Zielvereinbarung und Abschlussbemerkung Labormaschine

Zielvereinbarung: Bereitstellung aller Teile (sofern zeitlich möglich) für den Prototypenbau der Labormaschine sowie vollständige Teiledatenbank inkl. Kostenerfassung.

- Labormaschine in Baugruppen gliedern und in eine strukturierte Teiledatenbank einpflegen. Identische Teile bei Glasboiler- und Labormaschine besitzen gleiche Teilenummern. Bestellungen wurden ausgelöst. Alter Konstruktionsstand blieb nach Rücksprache mit Herr Rohnen im Montierten Zustand: Soll als Anschauungsmaterial für den Neuaufbau der Labormaschine dienen
- Fertigbarkeit des Faltrahmens analysiert und nach einigen Konstruktionsänderungen bestätigt. Bestellung wurde ausgelöst.
- Stahlboiler in seinem Zustand beibehalten. Boilerhalterung gedruckt. Einträge in die Datenbank angelegt.
- Geforderte Hydraulikbauteile übernommen. Hydraulikkomponente erfasst und inklusive Bestell-Nr. und Preis in die Datenbank übernommen. 24V Kunststoffventile werden verwendet. Ersatz für Winkeltemperatursensor wurde nicht überprüft.
- Es ist eine Montageanleitung für die Labormaschine vorgesehen. Es kann sich am Aufbau und Stil der bereits existierenden Montageanleitung [117] orientiert werden. Gegebenenfalls können einzelne Passagen, wie zum Beispiel der Montageprozess des Stahlboilers, übernommen werden, falls diese identisch sein sollten. Da der Erstellungsprozess einer praktischen und nützlichen Montageanleitung nur sinnvoll ist, wenn alle benötigten Teile vor Ort sind, soll diese ToDo eine niedrige Priorität erhalten. Trotzdem kann mit der Vorbereitung und der Definition einer Struktur begonnen werden.
- Die aktuelle Brühgruppe wird im Rahmen der Demontage ersetzt. Konstruktiv sollen die Brühgruppen der Labor- und der Borosilikat-Espressomaschine identisch sein. Aus diesem Grund wird die Bestellung einer weiteren Brühgruppe veranlasst. Eventuelle konstruktive Änderungen der Stärke des Siebträgers müssen beachtet werden.

Abschlussbemerkung:

Die **Zielvereinbarung** konnte **nicht vollständig erreicht** werden; die Erstellung einer Montageanleitung wird im folgenden Semester übernommen