

Hochschule München  
University of Applied Sciences

Fakultät 03  
Maschinenbau, Fahrzeugtechnik, Flugzeugtechnik

# **Abschlusspräsentation Projektgruppe**

## **1-Zylinder Glasboilermaschine**

### **Arbeitspaket Inbetriebnahme**

Florian Buchholz, Felix Forster, Ferdinand Harbauer  
Stand: 24.07.202



# Agenda

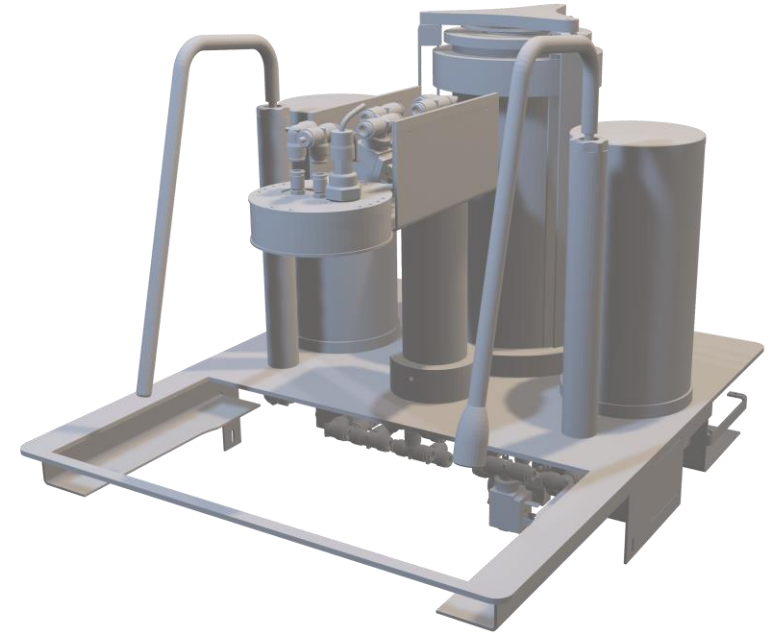
1. Vorstellung des Projekts
2. Onboarding (Überblick Wiki: Arbeitspunkte, Dokumentation, CAD, ToDo-Liste)
3. Ist-Zustand der Maschine am Anfang der Projektarbeit
4. Aufgabenstellung, Zielvereinbarung, Dokumentation der ToDo's
5. Ist-Zustand der Maschine am Ende der Projektarbeit
6. offene Arbeitspunkte
7. lessons learned

# 1. Vorstellung des Projekts

- Entwicklung einer Espressomaschine, Boiler und Tanks aus Glas
- 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
- [mehr Infos](#)

## Funktionsweise

- mittiger Glasboiler mit innenliegendem Heizwendel zur sichtbaren Wassererhitzung und Dampferzeugung
- 2 äußere Tanks zur sichtbaren Speicherung des Wassers
  - direkt oder über Festwasseranschluss befüllbar
- Kaffeezubereitung über Siebträger in Brühgruppe
- 2 Lanzen für Teewasser- und Dampfbezug
- Hydraulik, Sensorik und Aktorik in Unterbau verbaut



## 2. Onboarding – Wiki

Im Folgenden werden die wichtigsten Seiten im Wiki aufgeführt:

### Startseite

- *generelle Information zur technischen Beeinflussbarkeit von Kaffee*

### Projekt Glasboilermaschine (wichtigste Seite)

- *Startseite des Projekts, Überblick*
- *Dokumentation vorangehender Projekt- und Abschlussarbeiten*
- ***ToDo Liste 1 – Zylinder***
  - + *Teilenummernlisten (Auflisten der Einzelteile nach Baugruppen, Lieferantenlisten, etc.)*
  - + *Hydraulikplan*
  - + *CAD-Dateien (Fusion + .stp)*
  - + *Montageanleitungen*
  - + *Mängelliste (offene ToDos + CAD Änderungen)*

## 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
- Tipp (aus unseren lessons learned):
  - Zeit im Blick haben, ~15 Wochen Projektdauer vergehen schnell
  - mit Herrn Rohnen über notwendige Bestellung absprechen (z.B. Kabel aufstocken, Abtropfwanne, Lanzentürme, ...)

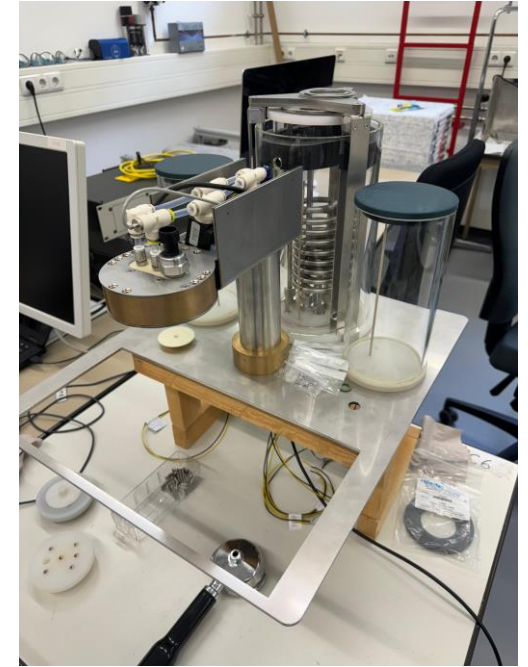
*der Alltag im Projekt*

- 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 8-10h wöchentlich (sinnvoll: 1 Tag pro Woche)
- dazu Dokument `Projektplanungshilfe` verwenden

### 3. Ist-Zustand der Maschine am Anfang der Projektarbeit

Im Folgenden wird der Zustand der Maschine beschrieben, wie er am Anfang der Projektarbeit vorlag.

- Oberbau:
  - komplett, Glasboiler, Glastanks und Brühlturm (in Teilen validiert und mit Montageanleitung dokumentiert)
  - Positioniert auf Holzgestell
- Unterbau:
  - Bodenplatte mit Hydraulik (montiert, aber weder validiert noch dokumentiert)



## 4. Aufgabenstellung, Zielvereinbarung

### Übergeordnetes Ziel:

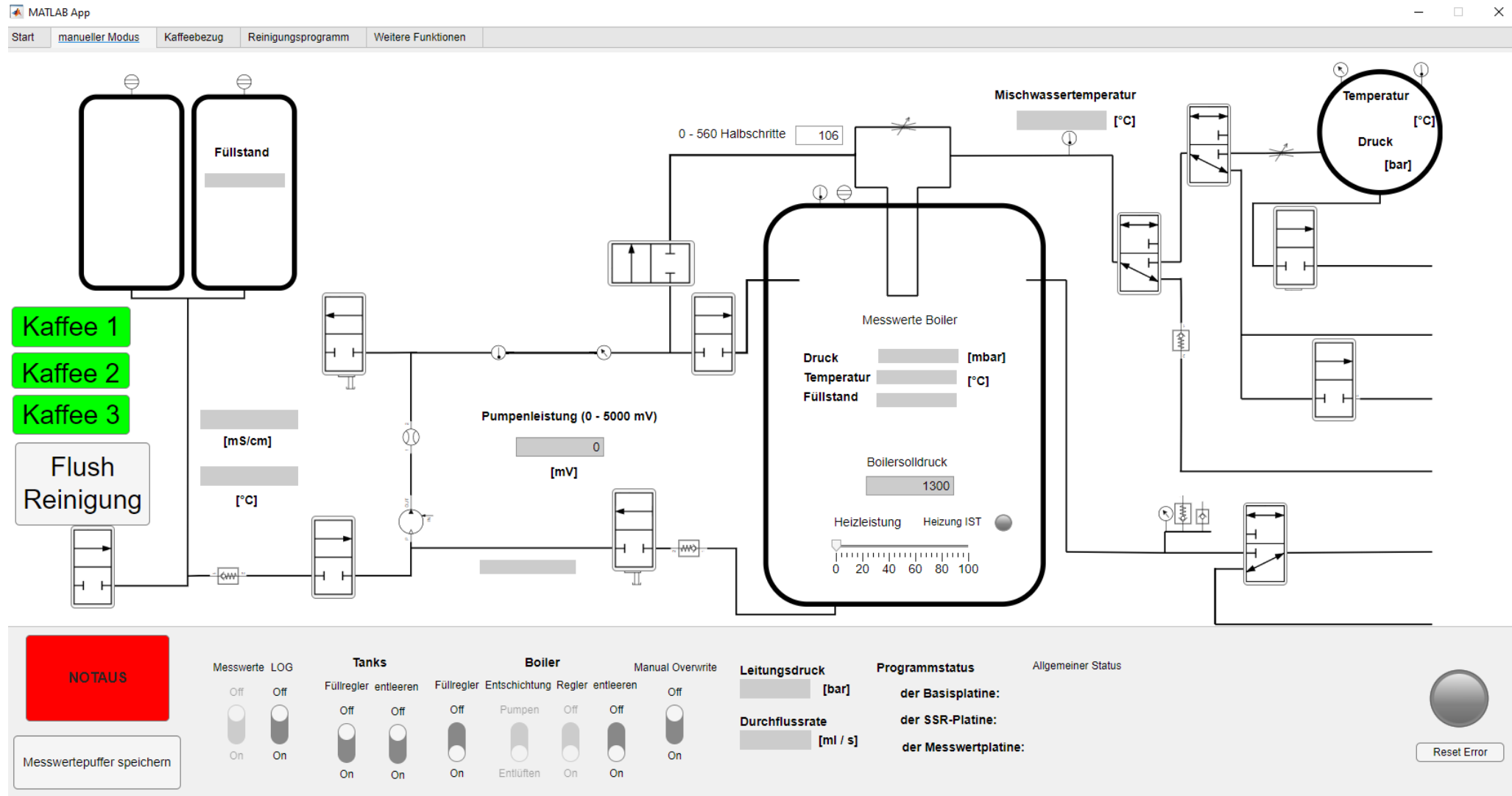
„Am Ende der Bearbeitungszeit sollte die Maschine fähig sein zu blubbern.“ ~ A. Rohnen

### Zielvereinbarung

### Einteilung in die Arbeitspakete

1. Software (F. Buchholz)
2. Erstellung Montageanleitung gesamt (F. Forster)
3. Verkabelung Unterbau (F. Harbauer)
4. Montageanleitung Brühlturm aktualisieren (F. Harbauer)
5. Elektronik, Netzteil, NOT-AUS (F. Harbauer)
6. Dichtheitsprüfung (F. Forster, F. Buchholz)
7. Unterbau Verrohrung (M. Richter)
8. Funktionstests (alle)

## 4.1 Software – Link



## 4.1 Software – Link

Zu diesem Arbeitspunkt wurde Folgendes erarbeitet

- Umgestaltung der GUI (Anpassung auf Glasboilerespressomaschine)
  - dynamische Schalterpositionen
  - Umsetzung der Grundfunktionalitäten
    - Boiler- und Tankbefüllung (geregelt)
    - Bezug kalter Kaffee

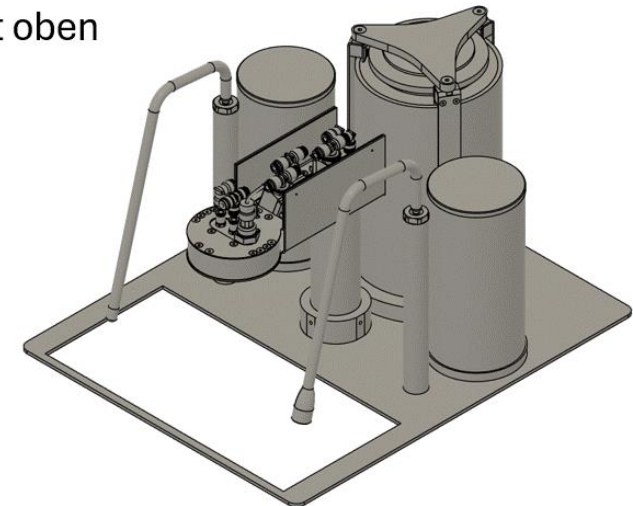
## 4.2 Erstellung einer gesamthaften Montageanleitung – Link

Zur Erarbeitung der Gesamtanleitung wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

- Überarbeitung der vorhandenen Montageanleitung
  - Aktualisierung Abschnitt Brühlturm
  - Aktualisierung Teilenummern und Komponenten/Baugruppen
- Erstellung des Abschnitts Hydraulik
  - Montage der einzelnen Baugruppen
  - Zusammenbau der Baugruppen und Montage im Unterbau
- Erstellung des Abschnitts Dichtheitsprüfung
- Erstellung des Abschnitts Verkabelung

Die Gesamtanleitung ist im Wiki hochgeladen. [Link](#)

Ansicht oben



## 4.3 Verkabelung – Link

Über den Bearbeitungszeitraum der Projektarbeit wurden folgende Punkte abgearbeitet:

- sämtliche Verkabelungen an Sensoren, Aktoren (Druck- und Temperatursensoren, Leitfähigkeits- und Durchflusssensor, Pumpe und Dosierventil, Magnetventile) hergestellt
- ggf. vorhandene Kabel verlängert.
- Verkabelung aller Bauteile der Maschine mit den Platinen

Um im nächsten Schritt die Platinen auch an ihrem vorgesehen Platz befestigt werden können, ist eine Revision der Kabellängen erforderlich.

## 4.4 Aktualisierung Montageanleitung Brühlturm – Link

Die Montageanleitung des Brühlturms von der Projektgruppe des vergangenen Semesters wurde um folgende Elemente ergänzt bzw. aktualisiert:

- Brühgruppeneinsatz nun 3D Druck Teil
  - Gründe für den Wechsel
    - leichtere Anpassungsmöglichkeit durch schnellere Herstellungszeit
    - Verwendung eines biopolymer-Filaments anstatt des „Ewigkeitskunststoffs“ PVDF möglich
    - Anpassung so, dass 20g Kaffee in den Siebträger passen
    - bessere mechanische Eigenschaften (höhere Dichte) erlauben das direkte Einschneiden von Gewinden in das Material → Herausfallen bestimmter Gewindeeinsätze:
- Einschneiden der 4x M4-Gewinde anstatt der Gewindeeinsätze in den Brühgruppeneinsatz
- Einfügen des Dichtrings zwischen Drucksensor und Brühgruppeneinsatz
- Einschneiden des M5-Gewindes anstatt der Gewindeeinsätze im Wasserverteiler

## 4.5 Elektronik – Link

In diesem Arbeitspunkt wurden folgende Punkte abgearbeitet:

- Not- Aus Schaltung eingebaut
  - Schalter mit Mechanismus Variante „2 Öffner“
  - Konstruktion des Gehäuses
- Schaltpläne aktualisiert
  - verfügbar unter Link
- komplette Verkabelung hergestellt
  - Flowmeter noch nicht funktionsfähig

## 4.6 Dichtheitsprüfung – Link

Folgende Schritte wurden im Rahmen der Dichtheitsprüfung überprüft/durchgeführt:

- Kontrolle des Ausgangszustandes durch Pumpe und Adapter – Undichtigkeit an Verschraubung in Bodengruppe
- Weitere Undichtigkeit am Boilerdeckel – Neukonstruktion
- Weitere Undichtigkeit Bodengruppe – Neukonstruktion verschiedener TPU-Dichtringe, Verklebung Glaszylinder in Bodengruppe

Das erreichte Ergebnis ist ausreichend für die Durchführung der Funktionstests.

Eine 100-prozentige Dichtigkeit ist mit steigendem Druck jedoch nicht gegeben.

Diese ist für die Serienlösung weiterhin anzustreben.

## 4.7 Unterbau Verrohrung – Link

In diesem Arbeitspunkt sind folgende Punkte abgearbeitet worden:

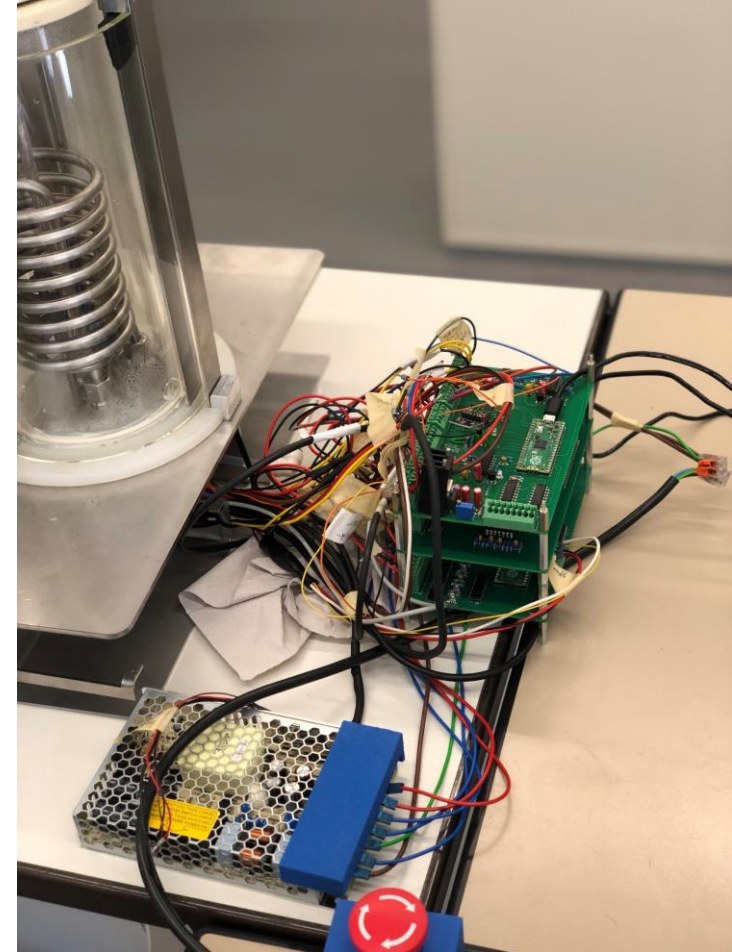
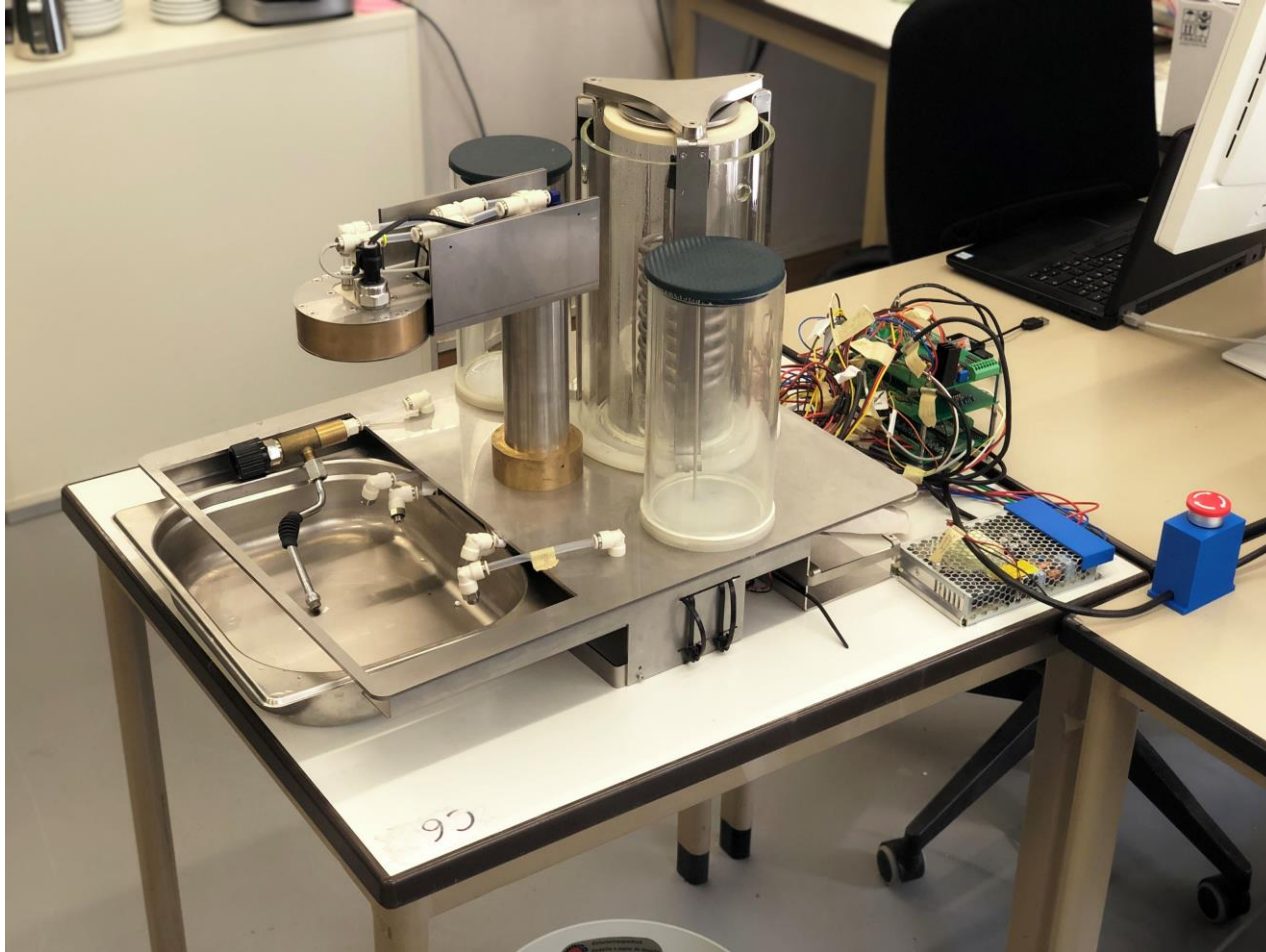
- Abgleich Hydraulikplan – Ist-Zustand – CAD (Unstimmigkeiten s. Folie 17)
- Fertigung einer ersten Version einer Montagehilfe zum Stürzen der Maschine bei Montage aus Styropor Platten
- korrekte Verrohrung von Tanks und Boiler zu Hydraulik hergestellt

## 4.8 Funktionstests – Link

Zur Gewährleistung der Funktionalität und Erreichung der Zielvereinbarung sind folgende Funktionstests durchgeführt worden:

1. Dichtigkeitsbeobachtung ~✖  
*während den Tests wird auf etwaige Leckagen im Aufbau geachtet, Leckage bei Teebezug und bei Boilerdeckel unter Temperatur*
2. Füllstandssensorik Glastanks ✓  
*manuelles Befüllen der Tanks, Verifizierung der Sensoren mit Software.*
3. Boilerbefüllung ✓  
*Befüllen des Glasboilers mithilfe der Software zur Ansteuerung der Pumpen- und Magnetventile*
4. Überprüfen aller Magnetventile ✓  
*Verifizieren der Funktionalität aller Ventile, korrekter Einbau (Dichtigkeit nur in eine Richtung)*
5. behelfsmäßiger Dampf- und Teewasserbezug ✖
6. Kaffeebezug mit kaltem Wasser ✓
7. Aufheizversuch ✓  
*Ansteuern Heizwendel und Auslösen des Kaffeebezugs, um heißes Wasser aus der Brühgruppe zu lassen*

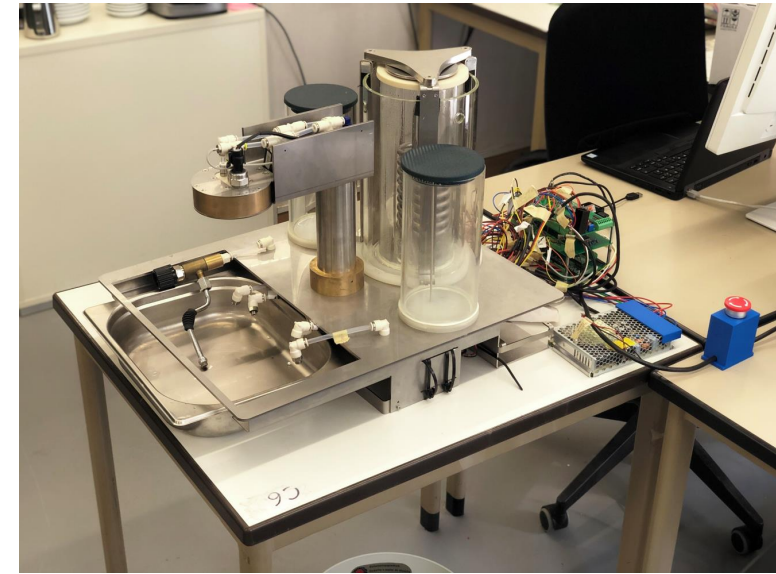
## 5. Ist-Zustand der Maschine am Ende der Projektarbeit



## 5. Ist-Zustand der Maschine am Ende der Projektarbeit

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

- **Oberbau**
  - Glasboiler
    - TPU Dichtringe konstruiert, 3D gedruckt, mit Bodengruppe verklebt
    - Dichtheitsprüfung
      - Boiler wasserundicht bei hoher Temperatur
      - Neukonstruktion des Verspannsystems des Deckels erforderlich (undicht)
    - Montageanleitung Brühurm aktualisiert
  - Brühurm
    - Brühgruppe ausgewechselt
    - Drucksensor eingeklebt
    - Montageanleitung aktualisiert
  - Glastanks
    - eine Seite neu verklebt



## 5. Ist-Zustand der Maschine am Ende der Projektarbeit

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

- **Unterbau**

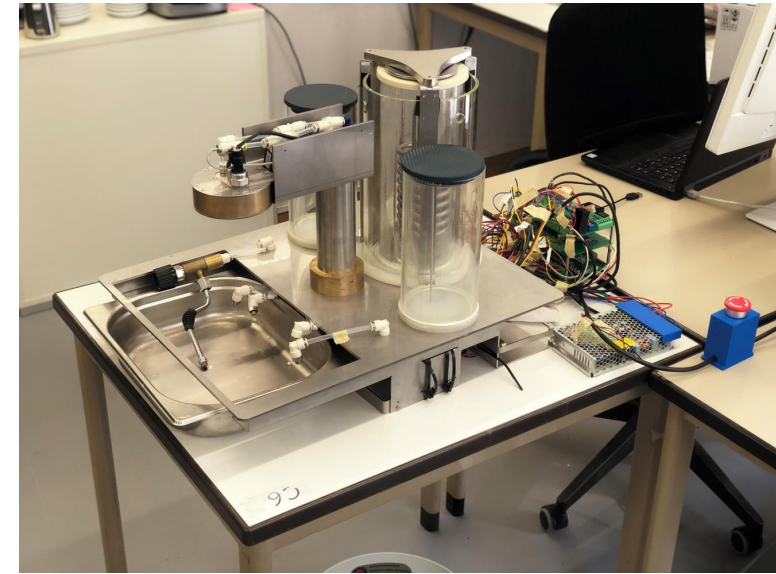
- Versteifungsblech gekürzt
- Hydraulikplan mit Ist-Zustand abgeglichen
- Ist-Zustand mit CAD abgeglichen, Unstimmigkeiten ([Link](#))
- Montageanleitung Hydraulik erstellt ([Link](#))
- Elektronik
  - Kabel so verlängert, dass die Platinen außerhalb platziert werden können
  - Not-Aus Schalter bestellt, eingehaust und angeschlossen

- **Software**

- Grundfunktionen(Ventile, Heizung, Mischer, Füllstandssensoren) implementiert und getestet
- Umgestaltung der GUI mit dynamischen Schalterstellungen

- **Gesamt**

- sukzessiver Zusammenbau mit Montagehilfe (ausgeschnittene Styropor Platten)
- alle Hydraulik Leitungen und Verkabelungen angeschlossen



## 6. offene Arbeitspunkte

### Software / Elektronik

- Kennlinien: Messwerte sind aufgenommen, Einbindung noch offen
- Überprüfung der Füllstandsregelung und der Abpumproutinen mit funktionierender Pumpenansteuerung
- Automatischer Kaffeebezug
- Heizleistungsregelung nach Messwerten
- DAC tauschen

## 6. offene Arbeitspunkte

### **Konstruktiv** (Aufnahme in die CAD-Dateien)

- Unterbau: Änderungen am Versteifungsblech (Laschen kollidieren mit Hydraulik Komponenten) (Teile-Nr: 93)
- Brühlturm: Dichtring zwischen Drucksensor und Brühgruppe (Teile-Nr: 175)
- Oberbau: Anpassung unterer Boilerboden (Neukonstruktion für Dichtigkeit ohne Basteln) (Teile-Nr: 11)
- Hydraulik (s. .pptx)
  - BG9: Eck-Verbinder o BG10: T-Stück (Unterdruckventil), Eck-Verbinder
  - BG18-I: Druck-Sensor, Umgehung des Multifunktionsventils (im CAD, aber nicht an der Maschine)
  - BG18-II: 2x Eck-Verbinder
    - + Erstellung der Teilenummern für die Verrohrung (BG9 und BG10)
    - + jeweils Abgleich mit der Teilenummernliste!
  - "BG Schmutz", Winkel mit Rohrstück in den Auslauf an Brühlturm (Y107 Ausgang)

## 6. offene Arbeitspunkte

### Exekutiv:

- Erstellung einer Montageanleitung für den Oberbau (Hochzeit von Brühlturm und Glastanks mit Bodenplatte)  
Die gesamthafte Montageanleitung dieser Projektgruppe basiert auf einem vollständig zusammengebauten Oberbau.
- Vereinheitlichung der Rohrlängen der Hydraulik sowie Kabellängen des Unterbaus und deren Dokumentation in der Montageanleitung
- Vereinheitlichung der Teilenummernliste mit der Reihenfolge der Montage in den Anleitungen (bisher Unstimmigkeiten)

## 7. lessons learned

### 1. Kommunikation

- ausführlicher und öfter kommunizieren
- beidseitiges Problem:
  - besseres/ausführlicheres Onboarding beharren, Anforderungen besser klären
  - teaminterne Rücksprachen
- unpassenden Ton in Mails / schlechte Kommunikation frühzeitig ansprechen

### 2. Projektorganisation

- konsequent 2-wöchig im Voraus planen
- Meilensteine vereinbaren, dazu Projektplan im Auge behalten
- Abweichungen festhalten und offen kommunizieren
- überladene Teammitglieder früher entlasten

### 3. Operativ

- Verwendung derselben / vorhandenen Software (Weiterarbeit in Fusion, anstatt in SolidWorks), zeitlicher Mehraufwand zur Konvertierung nicht unbedingt gerechtfertigt
- pragmatische Lösungen sind, vor allem im Prototypenbau, akzeptabel und zielführend

## Evaluierung der Zielvereinbarung und Abschlussbemerkung

- ☑ Am Ende der Bearbeitungszeit der Projektarbeit soll die Glasboiler-Espressomaschine dazu fähig sein, Wasser in den Boiler zu pumpen und dort aufzuheizen, insofern die Dichtigkeit des Boilers sichergestellt werden kann.
- ☑ Dazu sind Ober- und Unterbau miteinander unter Verwendung eines konstruierten Montagerahmens zu verheiraten, die Hydraulik des Unterbaus mit den Behältern und Anschlüssen zu verbinden sowie die Magnetventile zu verkabeln und an den Microcontroller anzuschließen.
- ☑ Es soll mit einer überarbeiteten Version der GUI und des Backends die Steuerung der Maschine mit allen erdachten Funktionalitäten (wie im Anforderungsplan spezifiziert) ermöglicht werden.
- ☑ Jegliche Arbeitsschritte sind in einer Dokumentation festzuhalten.
- ☑ Die Projektgruppe läuft jedoch Gefahr, dass aus vergangenen Projektarbeiten 'Dealbreaker' entstehen können, die den Projektablauf kritisch beeinträchtigen können, und es so gegebenenfalls einer Aufgabenneumverteilung bedarf.
- ☑ Zu den Dealbreakern gehören insbesondere Undichtigkeiten in der Verrohrung, sowie ein mögliches Abheben des Boilerdeckels durch Hebelwirkung der Tellerfeder bei steigendem Boilerdruck.

Trotz aufgetretener Probleme konnte die Zielvereinbarung vollständig erreicht werden.

Die Projektgruppe bedankt sich für die Möglichkeit, an diesem Projekt mitgewirkt haben zu dürfen und für die Unterstützung von Herrn Rohnen! 😊