

# Schankanlage der Zukunft

Automatisierung eines Durchlaufkühlers mit SPS



## Diplomarbeit Elektrotechnik

L-TEL-18-DI-A / 2021

Mathias Tschinder

10. Oktober 2021

Die Verfasserinnen und Verfasser bestätigen mit ihrer Unterschrift, dass die vorliegende Arbeit selbstständig, ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als die angegebenen Hilfsmittel angefertigt wurde.

Die aus fremden Quellen (einschliesslich elektronischer Quellen) direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht vorgelegt worden.

Unterschriften:

Ort, Datum:

Luzern, 10. Oktober 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Mathias Tschinder', written in a cursive style.

Tschinder Mathias

# INHALTSVERZEICHNIS

1.1	Abbildungsverzeichnis	5
1.2	Management Summary	6
2	<i>Beruflicher Werdegang</i>	7
3	<i>Einleitung</i>	8
3.1	Vorwort	8
3.2	Ausgangslage	8
3.3	Bewertung der Diplomarbeit	9
4	<i>Projektinitialisierung</i>	10
4.1	Die Idee	10
4.2	Aufgabenstellung	11
4.3	Zielscheibe	12
4.4	Genehmigung des Projektes	13
4.5	Abschluss Projektinitialisierung	13
5	<i>Projektplanung</i>	14
5.1	Projektstrukturplanung	15
5.2	Projektablaufplanung	16
5.3	Abschluss Projektplanung	17
6	<i>Projektrealisierung</i>	18
6.1	Ideenfindung	18
6.2	Ideenbewertung	19
6.3	Variantenbildung	19
6.3.1	Variante 1 - Raspberry Pi	19
6.3.2	Variante 2 - Siemens SPS	20
6.3.3	Variante 3 – Mitsubishi SPS	20
6.4	Variantenauswahl	21
6.4.1	Die Bewertung der Varianten	23
6.5	Übersichtschema	26
6.6	Materialbeschaffung	27
6.7	Entwicklung und Aufbau	30
6.7.1	Zustandsdiagramme	37
6.8	Programm Schema	38
6.8.1	Die Steuerung wurde in drei teilen entwickelt	39
6.8.2	Endergebnis	47
6.9	Test Fehlerbehebung	50
6.10	Experten Interview	53

6.11	Abschluss Projektrealisierung	54
<b>7</b>	<b>Projektabschluss</b>	<b>55</b>
7.1	Evaluation der Projektergebnisse	55
7.1.1	Zielscheibe	55
7.2	Diagramm Temperatur	56
7.2.1	Terminplanung Soll ist vergleich	57
7.3	Reflexion und Erkenntnisse	58
7.4	Präsentation vorbereiten	59
7.5	Abschluss des Projekts	59
7.6	Danksagung	59
<b>8</b>	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>60</b>
<b>9</b>	<b>Diverses</b>	<b>60</b>
9.1	Projektüberwachung	60
9.2	Anhang	64
9.2.1	Richtlinien Diplomarbeit	64
9.2.2	Bewertungsraster Diplomarbeit	66
9.2.3	Einreichung der Idee	67
9.2.4	Vorbereitungsauftrag	68
9.2.5	Genehmigung	71
9.2.6	Aufgabenstellung	73
9.2.7	Pflichtenheft	75
9.2.8	Temperatursteuerung	80
9.2.9	Analogwertverarbeitung und Licht bzw. Radiosteuerung	81
9.2.10	Zustandsdiagramm	82

## 1.1 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 logo TEKO.....	8
Abbildung 2 Zielscheibe.....	12
Abbildung 3 Projektablaufplan_Quelle_MS-Projekt.....	16
Abbildung 4 Ideen Mind-Map (Quelle MindManager).....	18
Abbildung 5 Nutzwertanalyse.....	25
Abbildung 6 Schema der Anlage (Quelle MS Visio).....	27
Abbildung 7 Bretter Zuschnitt.....	30
Abbildung 8 Sockel verleimen.....	30
Abbildung 9 Fertigstellung Holzkonstruktion.....	31
Abbildung 10 Lieferung der Anlage.....	31
Abbildung 11 Abflämmen der obersten Schicht.....	32
Abbildung 12 Lackieren der Bauteile.....	32
Abbildung 13 Lackierung der kleinteile.....	33
Abbildung 14 Trocknung der Anlage.....	33
Abbildung 15 Kühler Demontage.....	34
Abbildung 16 Kühler gereinigt.....	34
Abbildung 17 Anlagen Verständnis erarbeiten.....	35
Abbildung 18 Analyse mit SPS.....	35
Abbildung 19 Testaufbau SPS.....	36
Abbildung 20 Testaufbau HMI.....	36
Abbildung 21 LOGO Schema (Quelle LOGO 8.3).....	38
Abbildung 22 Parametrierung – über HMI einstellbare Zustände.....	40
Abbildung 23 Lager HMI.....	40
Abbildung 24 Endschalter Lager.....	40
Abbildung 25 HMI Analgen Übersicht.....	41
Abbildung 26 Gewichtssensoren und Transmitter.....	41
Abbildung 27 Programm laden.....	42
Abbildung 28 Drucksensor CO <sub>2</sub> .....	43
Abbildung 29 wäge Zelle.....	43
Abbildung 30 Anlage ohne Abdeckungen.....	44
Abbildung 31 Anlage im Rohform.....	44
Abbildung 32 Lautsprecher Test.....	45
Abbildung 33 Eingebauter Lautsprecher.....	45
Abbildung 34 Ausschnitt Tropftasse.....	46
Abbildung 35 Fertiger Einbau Tropftasse.....	46
Abbildung 36 Montage Bierleitungen.....	47
Abbildung 37 Fertige Anlage.....	47
Abbildung 38 Rechte Seitenansicht.....	48
Abbildung 39 Linke Seitenansicht.....	48
Abbildung 40 Frontseite.....	49
Abbildung 41 Rückseite.....	49
Abbildung 42 Testdiagramm.....	56
Abbildung 43 Soll-Ist-Vergleich.....	57

## 1.2 MANAGEMENT SUMMARY

Als Auftraggeberin hatte ich meine Mutter, Karin Tschinder welche gelernte Köchin ist und hat ihr Handwerk in der Schweiz erlernt. Schon seit längerer Zeit hatte sie den Wunsch, auf selbstständiger Basis einen Gastronomiebetrieb zu eröffnen. Aus vielen kleinen Ideen hat sich eine konkrete Idee entwickelt. Da ich ein Thema für die Diplomarbeit suchte und ich meine Mutter bei ihrem Wunsch nach Selbstständigkeit unterstützen wollte, habe ich ihre Idee zu meinem Projekt gemacht. Ich habe für sie eine teilautomatisierte Schankanlage geplant. Um die Bedienung möglichst einfach so zu halten, wird die gesamte Anlage über ein Touchdisplay gesteuert, welches mit einer SPS verbunden ist.

Diese Systemkonfiguration, bestehend aus Touchdisplay und SPS, erlaubt beispielsweise, abhängig von der Jahreszeit die Temperatur der Getränke richtig einzustellen. Es gibt drei Temperaturzustände der Anlage: Sommer, Winter und Zwischensaison. Diese werden über das HMI gesteuert. Die Temperatursteuerung erfolgt über einen Zweipunktregler. Als weitere Zusatzfunktion wird zur Anlagenüberwachung mittels Gewichtssensoren festgestellt, wieviel Bier noch in den Fässern ist. Dieser Füllstand kann über das Touchdisplay abgerufen werden. Die CO<sub>2</sub>-Flasche wird mittels Drucksensor überwacht.

Die Entscheidung, welche Systeme für die Umsetzung geeignet sind, resultierte aus einer Analyse von drei verschiedenen Varianten. Anhand eines einfachen Schulnotensystems habe ich diese Varianten gegeneinander verglichen. Variante 1 war die Steuerung mittels eines Raspberry Pi's. Variante 2 verwendete eine Siemens SPS und Variante 3 nutze eine Mitsubishi SPS.

Die Analyse beinhaltet Punkte wie: Funktionsumfang, Leistungsfähigkeit, etc. und ergab, dass das Projekt mittels Siemens SPS logo realisiert wird. Das ausgewählte Touchpad, Simatic S7 Comfort Panel, ist grundsätzlich für die Grossindustrie ausgelegt, bietet aber viele nützliche Funktionen. Die Siemens SPS ist beispielsweise ein geschlossenes System, dies ermöglicht eine einfache Bedienung, welche für mich von Anfang an am Vordergrund stand. Weiter ist es aufgrund der Verbreitung der Siemens Logo einfacher bei Störungen Support zu finden.

Die teilautomatisierte Schankanlage wurde in zahlreichen Testläufen geprüft. Ziel war es, dass die einzelnen Komponenten auch bei starker Belastung fehlerfrei funktionieren und korrekt miteinander arbeiten. Nach dem Ende der Umsetzung und Testphase beziehungsweise letzten Feineinstellungen, ist die Schankanlage zu 100 % funktionsfähig und bereits regelmässig im Einsatz.

## 2 BERUFLICHER WERDEGANG

---

Den Grundstein meiner beruflichen Laufbahn habe ich in Kärnten / Österreich gelegt. Nach dem Pflichtschulabschluss habe ich mich dazu entschlossen, dass ich einen handwerklichen Beruf erlernen will. Ich habe mir viele Gedanken gemacht und mir sämtliche Informationen über die unterschiedlichen Berufsbilder eingeholt. Ziemlich rasch habe ich das Berufsbild des Elektroinstallationsstechnikers für mich entdeckt. Als Elektroinstallationsstechniker genießt man eine vielseitige Ausbildung in sämtlichen Bereichen der Elektroinstallation.

Meine Lehrzeit verbrachte ich im Unternehmen Elektro Christl. Während meiner Ausbildungsphase lag mein Schwerpunkt bei allgemeinen Elektroinstallationsarbeiten wie zum Beispiel der Wartung und Reparatur unterschiedlichster Geräte (Kühlschrank, Boiler, Waschmaschinen). Ebenso war ich für das Erkennen von diversen Mängeln und die Störungsbearbeitung zuständig. Die dreijährige Lehre habe ich im September 2013 mit gutem Erfolg bestanden.

Nach meinem Präsenzdienst beim Österreichischen Bundesheer, wo ich als Baupionier eingesetzt wurde, arbeitete ich beim Unternehmen All Elektrik Rausch. Dort sammelte ich erste Erfahrungen mit Elektroinstallationsarbeiten in diversen Tunneln.

Im Januar 2015 begann ein komplett neuer Abschnitt für mich. Mein beruflicher Weg führte mich in die Schweiz. Zu Beginn war ich bei der Telecom der Schweizerischen Bundesbahnen angestellt. Nach drei Jahren bei der Telecom arbeitete ich zunächst als Elektronetzwerkspezialist und seit Oktober 2018 als Fachspezialist Ausführung bei der SBB.

In den drei Jahren bei der Telecom der SBB habe ich ein neues WDM (Wavelength Division Multiplexing) Netz aufgebaut. Die SBB bot mir die grossartige Möglichkeit, in unterschiedlichen Bereichen tätig zu sein. Somit bin ich mit vielen Prozessen, welche wichtiger Bestandteil von funktionierenden Anlagen sind, betraut. Weiter konnte ich auch meine Ideen, wie zum Beispiel die Digitalisierung der Bahn, voranbringen.

Mein Verantwortungsbereich wuchs stetig an. Derzeit bin ich als Bauphasenplaner bzw. Fachbauleiter im Bereich Sicherungsanlagen und Zugsignalisierungen bei der SBB tätig. Ich bin für die Kontrolle und Planung der Baufortschritte und eine konstant hohe zuständig. Im Rahmen der Auftragsüberwachung bin ich für die Dokumentation, Termin- und Kostenkontrolle und auch für das zeitgerechte Umsetzen von Massnahmen bei Abweichungen zuständig. Ich bin in ständigem Kontakt mit Behörden, führe Verhandlungen und gewährleiste ein Vorankommen der Arbeit.

Mein derzeitiges Projekt ist am Gotthard Basis Tunnel. Aufgrund des komplexen Umfeldes im erweiterten Geschwindigkeitsbereich bin ich in stetiger Zusammenarbeit mit Fachexperten.

Trotz oder gerade wegen meiner umfangreichen Arbeit, habe ich mich im Oktober 2018 dazu entschlossen an der TEKO Luzern meinen Wissenshorizont zu erweitern bzw. zu vertiefen.

## 3 EINLEITUNG

---



Abbildung 1 logo TEKO

### 3.1 VORWORT

Die Elektrotechnik ist eine Wissenschaft, die sich stetig weiterentwickelt. Während in der Vergangenheit die Geschwindigkeit der Weiterentwicklung noch eher gemächlich war, ist es heutzutage wesentlich herausfordernder mit dem hohen Grad der Modernisierung Schritt zu halten. Laufend kommen neue innovative Produkte auf den Markt. Kaum sind diese eingesetzt, wird an einem noch besseren, effizienteren Produkt gearbeitet. Der erste Meilenstein wurde bereits 1835 mit dem ersten elektromagnetischen Relais gelegt. Der erste Transistor wurde im Jahr 1947 gefertigt. Bereits 1958 kam die erste binäre Steuerung auf den Markt. Die US-Amerikanischen Ingenieure Richard E. Morley und Odo J. Struger brachten mit der Modicon 084 1969 die erste speicherprogrammierbare Steuerung auf den Markt. Ab den 1970er Jahren wurde immer mehr Wert auf die neue Technologie gesetzt. Alte Systeme wurden weitgehend verdrängt. Die Forschung und Entwicklung im Fachgebiet Elektrotechnik ist an die Schnelligkeit der heutigen Zeit angepasst. Die modernen Anlagen von heute bieten fast unbegrenzte Möglichkeiten. Seit Industrie 4.0 wird es immer mehr zum Standard die Anlagen auch mit dem Internet zu vernetzen, um noch mehr Kontrolle über die einzelnen Arbeitsschritte zu haben.

### 3.2 AUSGANGSLAGE

Zu Beginn des sechsten Semesters habe ich den Auftrag zur Themensuche für die Diplomarbeit erhalten. Bis zum 07. Juni 2021 war es notwendig das gewünschte Projektthema bekanntzugeben. Da die Projektarbeit und das Schreiben der Diplomarbeit sehr umfangreich sind, stellte ich mir die Fragen – wie diese Arbeit auszusehen hat und was sie beinhalten soll. Zur Orientierung und Hilfestellung für die Projektarbeit wurde ein Leitfaden der TEKO zur Verfügung gestellt. Ebenso habe ich sehr viele wertvolle Tipps im TEKO Intranet gefunden, die mich auf dem Weg zum erfolgreichen Abschluss unterstützen.

Das geeignete Projektthema soll sämtliche Fähigkeiten, die ich während meiner Studienzeit in den letzten vier Jahren erlernt habe, vereinen und veranschaulichen wie breit mein Wissensspektrum in den unterschiedlichen Bereichen der Elektrotechnik ist.

Während den vergangenen Semestern an der TEKO habe ich sehr viel theoretisches Wissen in unterschiedlichsten Fächern erlangt. Schwerpunkte waren beispielsweise Mathematik und Elektrotechnik. Dies hat uns einen Weg gezeigt, wie wir mit Herausforderungen lösungsorientiert umgehen sollen. Im Zuge des praktischen Teils meiner Projektarbeit gilt es nun, das theoretische Fachwissen umzusetzen. Des Weiteren gilt es gut organisiert und strukturiert an die Arbeit heranzugehen. Dies wurde mir im Rahmen des Unterrichtsfachs «Projektmanagement» nähergebracht. Die Basis der Diplomarbeit ist der Projektstrukturplan. Darauf aufbauend, wird die Arbeit Schritt für Schritt bis zur Finalisierung geplant und umgesetzt wird.

### 3.3 BEWERTUNG DER DIPLOMARBEIT

Die Bewertungskriterien der Diplomarbeit lauten wie folgt:

- Einhaltung der Grundsätze des Projektmanagements (Initialisierung, Planung, Realisierung, Abschluss)
- Definition und Inhalt der selbst definierten Aufgabe in Bezug auf Kreativität, Umfang und Komplexität
- Dokumentation der Lösung der selbst definierten Aufgabe in Bezug auf Vollständigkeit, Verständlichkeit sowie Nachvollziehbarkeit
- Gesamteindruck der Projektdokumentation (Aufbau, Gestaltung, Rechtschreibung, Verständlichkeit)

Die Arbeit wurde zur besseren Nachvollziehbarkeit durch den Diplomlehrer begleitet und wird auch durch diesen bewertet. Auf folgende Bewertungskriterien achtet der Diplomlehrer noch zusätzlich:

- Konsequente Einhaltung des vom Auftraggeber genehmigten und unterzeichneten Pflichtenhefts
- Einhaltung der Rahmenbedingungen aus dem Dokument «Auftrag zur Konkretisierung des Themas für die Diplomarbeit»

## 4 PROJEKTINITIALISIERUNG

---

Während der Phase der Initialisierung wird der Grundstein für die Projektarbeit gelegt. Aufbauend auf dieser Phase finden alle weiteren Abläufe statt.

Im ersten Schritt muss ein passendes Thema gefunden und beschrieben werden. Die definierte Idee wird dem Diplomlehrer vorgelegt. Seitens des Diplomlehrers wird geprüft, ob die Idee umsetzbar ist. Sofern diese den Vorgaben der TEKO entspricht, werden Aufgaben definiert. Die Aufgaben sind die Grundlage für die gesamte Vorgehensweise während den weiteren Projektphasen.

Mit der Zielscheibe wird verdeutlicht, was der Kunde erwartet und welchen Sinn und Zweck die gesamte Projektarbeit hat. Anhand der Erfolgskriterien kann gemessen werden, ob die vordefinierten Ziele erreicht wurden.

Sofern die Zielscheibe vollständig ausformuliert ist und den Vorgaben des Auftraggebers entspricht, wird diese vom Diplomlehrer genehmigt.

### 4.1 DIE IDEE

Entscheidend für die Ideenfindung war es, ein Thema aufzuspüren, welches für mich interessant ist und in der Ausarbeitung Abwechslung bietet. Persönliches Interesse steht im Einklang mit guter Qualität. Sind alle Komponenten erfüllt, steht einem zufriedenstellenden Endergebnis nichts mehr im Wege.

Seitens der TEKO wird empfohlen eine Projektarbeit, die im direkten Zusammenhang mit dem eigenen Beruf steht, auszuarbeiten. Zunächst war das auch der Plan. Ich informierte mich vorerst also über die Möglichkeiten der SBB für Diplomprojekte. Nach vielen Erwägungen fielte ich schliesslich meinen Entscheid für ein geeignetes Projekt. Kurz darauf, kam jedoch die ernüchternde Erkenntnis, dass dieses Projekt bereits vergeben war. Daraufhin begann eine schwierige Suche nach einem neuen Projekt.

Während eines Erholungsurlaubes in Österreich, kam die zündende Idee. Im Austausch mit meiner aktuellen Auftraggeberin erfuhr ich, dass sie schon seit längerer Zeit eine Gaststätte, beziehungsweise einen Catering Service, eröffnen will. Sie verfügt über sehr viel Kenntnisse in der Gastronomie, da sie selbst schon seit mehreren Jahren in diesem Bereich tätig ist. In den ländlichen Regionen von Kärnten ist es üblich, dass viele Veranstaltungen an öffentlichen Plätzen mit wenig Infrastruktur stattfinden. An diesen Veranstaltungen möchte auch meine Auftraggeberin ihre Dienste als Caterer anbieten. Wie jede Gaststätte benötigt sie dafür jedoch eine Schankanlage. Die aktuell verwendeten Schankanlagen sind meist sehr teuer und einfach gehalten, ebenso sind sie fix an einen Ort gebunden. Benötigt man eine Schankanlage die mobil ist, gibt es meist eine abgespeckte Variante, die fast immer aus einem Durchlaufkühler mit Zapfhahn besteht. Aus diesen Punkten ergab sich die Idee einer einfachen, leichten, praktischen und vor allem autonomen Lösung für eine mobile Gaststätte.

Idee war es, die mobile Schankanlage auch teilautomatisiert zu gestalten und der Auftraggeberin damit einen Wettbewerbsvorteil zu bieten. Gleichzeitig sollte die Anlage aber auch einfach zu bedienen sein. Sämtliche Ideen wurden in einem Mindmap festgehalten. Nachdem ich einige Gesprächen geführt und die technischen Möglichkeiten abgeklärt hatte, stand das Projektthema «teilautomatisierte Schankanlage» fest. Das Projekt sollte kosteneffizient und vor allem individuell in der Benutzung, im Design und in ihrer technischen Leistung sein.

In den folgenden Punkten wird nun näher auf die einzelnen Phasen in Bezug auf mein Projekt eingegangen.

## 4.2 AUFGABENSTELLUNG

Während der gesamten Studienzeit an der TEKO wird darauf hingearbeitet, dass in der erlernten Studienrichtung bereits erlangte Fachwissen anzuwenden und zu vertiefen. Um einen erfolgreichen Abschluss zu erlangen, wird ein besonderes Augenmerk auf die Phasen des Projektmanagements und der Umsetzung von vorgegebenen Rahmenbedingungen gelegt. Am wesentlichsten ist es, das eigentliche Ziel nicht aus den Augen zu verlieren. Für die Diplomarbeit wird folgende Aufgabenstellung vorgegeben:

- Übersichtliche und logische Gliederung der Diplomarbeit anhand der Richtlinien
- Mehrwert für die Auftraggeberin/den Auftraggeber muss gegeben sein
- Diplomarbeitpräsentation, leicht verständlich und logisch nachvollziehbar auch für Aussenstehende
- Kurze Onlinepublikation in einfacher verständlicher Form

Um diese Ziele zu erfüllen wird das folgende formelle Vorgehen während der Diplomarbeit empfohlen bzw. gefordert:

- Ausführliche Dokumentation der notwendigen Schritte die zum Endergebnis führen
- Ausarbeitung von Varianten, Analyse und Bewertung der unterschiedlichen Varianten
- Wöchentlichen Statusberichte an den Diplomlehrer

Sowohl die Zielerreichung also auch das methodische Vorgehen werden durch Fachexperten nach Abschluss der Arbeit mittels eines Bewertungsformulars beurteilt.

Der Diplomlehrer orientiert sich am genehmigten Pflichtenheft und dem Dokument «Auftrag zur Konkretisierung des Themas für die Diplomarbeit» welche die Rahmenbedingungen vorgeben.

Sämtliche Dokumente befinden sich im Anhang dieser Diplomarbeit (Absatz 9.2.4 und Absatz 9.2.7).

## 4.3 ZIELSCHEIBE

**Richtziel:** Die Schankanlage der Zukunft überwacht intelligent praktisch

1. In der Kalenderwoche 38 liegt eine Dokumentation als PDF-Datei mit folgendem Inhalt vor:
  - 1.1. Projektauftrag und Zielscheibe
  - 1.2. Projektstrukturplanung mit dazugehöriger Ablauf- und Ressourcenplanung
  - 1.3. Kompletter Entwicklungsbericht der Aufgabe, inklusive Testbericht, Fehlerdokumentation und eine grafische Dokumentation der Software
  - 1.4. Evaluation der Projektergebnisse, Reflexion und Erkenntnisse
2. Eine Steuerung wurde mit folgenden Funktionen entwickelt
  - 2.1. Temperatur Steuerung des Kühlers
  - 2.2. Auftreten von optischen Meldungen
  - 2.3. Bedienpanel vorhanden welches Grafisch die Anlage zeigt
  - 2.4. Füllstandüberwachung der Fässer
  - 2.5. Anzeige der CO2 Flasche
3. Die Schankanlage soll folgende eigenschafften besitzen
  - 3.1. 2 Hähne mit welche Biergezapft werden kann
  - 3.2. Ein Lager mit Fässern
  - 3.3. Der Preissollte unter € 3.000, -- sein

– Karin Tschinder, Gasthaus Tschinder

Endergebnisse

Sinn und Zweck

- Erlerntes aus der TEKO praxisorientiert anwenden und vertiefen
- Grundlagenwissen vom Projektmanagement vertiefen
- Förderung der Fach-, Methoden- und Sozialkompetenz
- Anwendung und Übung mit komplexen Steuerungen

Kunde

Erfolgskriterien

1. Der Abgabetermin kann ohne Verzögerung eingehalten werden. Das Dokument beinhaltet die geforderten Punkte und ist für Drittpersonen mit höchstens drei Rückfragen verständlich formuliert.
  - 1.1. Der Projektauftrag ist vollständig ausgefüllt und die Ziele sind vom Auftraggeber genehmigt.
  - 1.2. Der Soll/Ist-Vergleich der Projektüberwachung zeigt höchstens drei Abweichungen auf.
  - 1.3. Die Testspezifikationen können zu 85% eingehalten werden.
  - 1.4. Es können mindestens zwei Verbesserungsmassnahmen für zukünftige Projekte abgeleitet werden.
2. Eine fachkundige Person beurteilt die Schaltung als kreativ und innovativ.
  - 2.1. Die Werte der Temperatur stimmen mit der Steuerung überein.
  - 2.2. Bei Fehler werden diese Auf dem HMI angezeigt
  - 2.3. Die Anzeige des Panels enthält ein Übersichtsbild der Anlage.
  - 2.4. Der Füllstand stimmt mit dem Realenfüllstand überein
  - 2.5. Die CO2 Flasche zeigt auf dem HMI die Rest BAR an
3. Schankanlage
  - 3.1. Die Zapfhähne müssen beide Funktionieren und kühles Bier liefern
  - 3.2. Das Lager soll überwacht werden und bei Zuwenig Inhalt eine Fehlermeldung absetzen
  - 3.3. Die Kosten sollen in der Arbeit ersichtlich sein und die 3000€ nicht überschreiten

Abbildung 2 Zielscheibe

## 4.4 GENEHMIGUNG DES PROJEKTES

Den ersten Auftrag für die Diplomarbeit habe ich am 21.06.2021 erhalten. Ein Monat später war die Abgabe zur Erstellung des Pflichtenheftes vorgesehen. Das fertig ausgearbeitete Pflichtenheft samt Korrekturen habe ich am 18.08.2021 per Mail eingereicht.

Die Genehmigung der Zielscheibe für die Diplomarbeit erhielt ich am 20.08.2021 von meinem Diplomlehrer Herrn Urs Gloggner.

Im Abschnitt 9.2.5 des Anhangs befindet sich das Genehmigungsmail.

## 4.5 ABSCHLUSS PROJEKTINITIALISIERUNG

Die Projektinitialisierung stand ganz im Zeichen der Projektidee. Es war notwendig eine Projektidee auszuarbeiten und klar zu definieren, welche Ziele es zu erreichen gilt, um einen erfolgreichen Projektabschluss zu erzielen. Wichtiger Bestandteil der Initialisierungsphase war es auch, im stetigen Kontakt mit der Auftraggeberin ihre Wünsche und Ziele mit einzubringen. Damit das Gesamtbild rund und schlüssig ist, war es notwendig sich anhand der Aufgabenstellung und der vorgegeben Richtlinien, Schritt für Schritt an den ersten Meilenstein heranzuarbeiten.

Am Ende der Projektinitialisierung ist eine klar definierte Zielscheibe für die Diplomarbeit entstanden. Anhand der Aufgabenstellung, der Richtlinien und des ausgearbeiteten und genehmigten Pflichtenheftes, wurden und die nächsten Phasen erarbeitet.

## 5 PROJEKTPLANUNG

---

Auf die Phase der Projektinitialisierung folgt die Projektplanung. Im Rahmen der Projektplanung werden die zuvor ausgearbeiteten Betrachtungspunkte konkreter behandelt. Für eine erfolgreiche Zielerreichung ist es notwendig, dass ein Projekt gut durchgeplant und strukturiert ist. Nur eine gute Projektorganisation macht es möglich ein effektives und effizientes Arbeiten während der Projektarbeit zu gewährleisten.

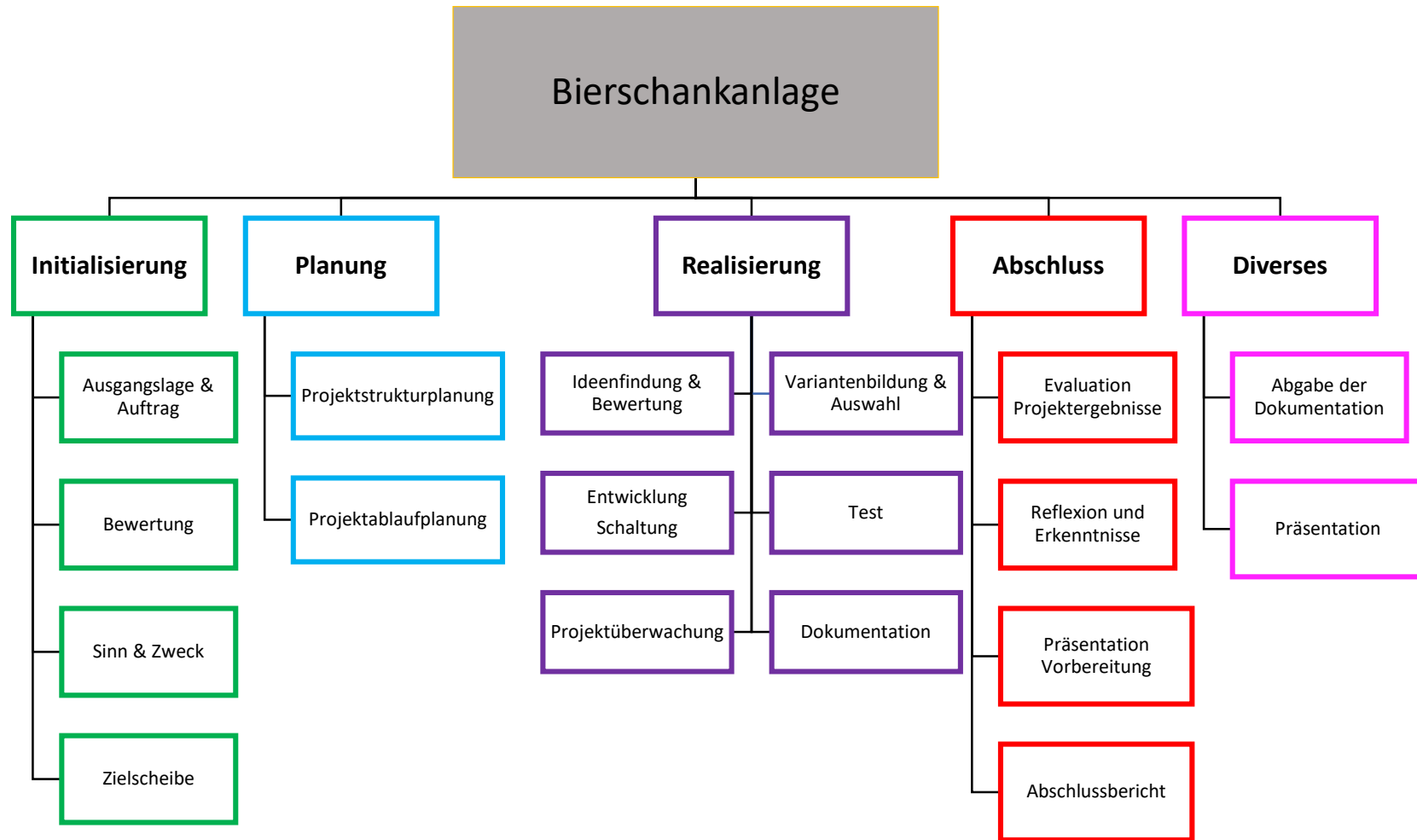
Es gibt unterschiedliche Formen der Projektplanung. Für mich war es wichtig, die Übersicht zu behalten. Daher habe ich mich bei der Projektplanung auf einen Projektstrukturplan und eine übersichtlich aufgeschlüsselte Projektablaufplanung fokussiert.

Den Projektstrukturplan und die Projektablaufplanung wurden im MS Project erstellt.

MS Project ist eine Software, welche von Microsoft zur Verfügung gestellt wird. Mit Hilfe dieser Software ist es möglich, komplexe Projekte detailliert zu planen. Aufgrund der übersichtlichen Darstellung unterstützt MS Project beim Koordinieren, Überwachen und Auswerten von Projekten. MS Project ist in viele unterschiedliche Module aufgeteilt. Die Hauptmodule betreffen Projektarbeiten, Projektteams, Zeitpläne und Finanzen.

## 5.1 PROJEKTSTRUKTURPLANUNG

Während der Phase der Projektinitialisierung haben sich unterschiedliche Arbeitspakete ergeben. Im Projektstrukturplan können die Pakete visualisiert werden, ebenso ergibt sich die Möglichkeit die fünf grossen Aufgaben in viele kleine Teilaufgaben zu unterteilen. Durch die kleinen Teilaufgaben können während der gesamten Projektphase, die Zwischenziele zur Erreichung des Gesamtziels, im Auge behalten werden.



## 5.2 PROJEKTABLAUFPLANUNG

Im Vergleich zum Projektstrukturplan ist die Projektablaufplanung bereits um einiges genauer. Der Projektablaufplan basiert jedoch auf dem Projektstrukturplan. Die einzelnen Meilensteine wurde aufgrund des Projektstrukturplanes ausgearbeitet, diesen wurden zeitliche Ziele gesetzt. Beim Projektablaufplan sind die Meilensteine klar definiert und in einzelne Aufgaben gegliedert.

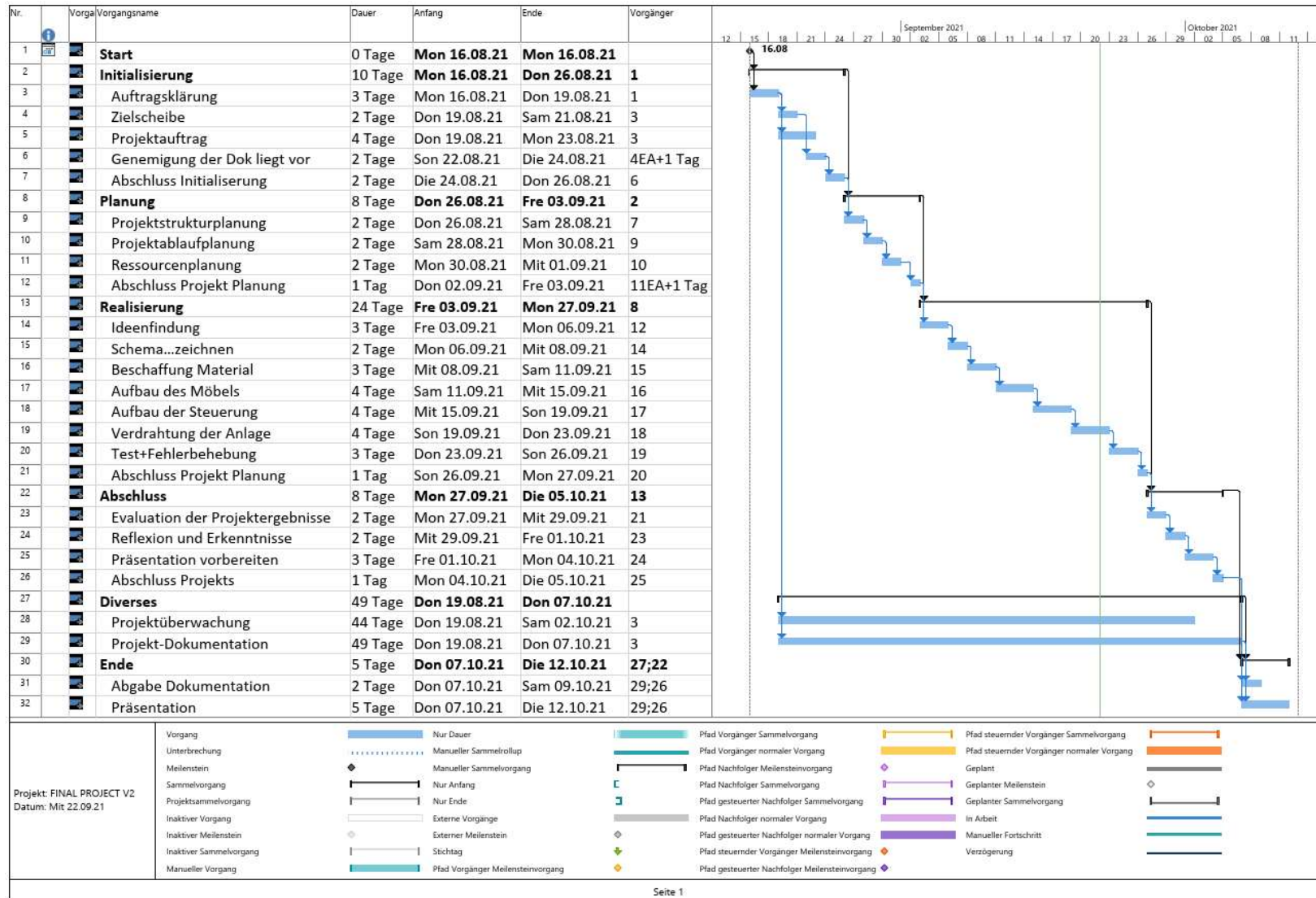


Abbildung 3 Projektablaufplan\_Quelle\_MS-Projekt

### 5.3 ABSCHLUSS PROJEKTPLANUNG

Die Projektplanung hatte als Hauptaugenmerk die Ausarbeitung einzelner Meilensteine samt Zwischenzielen. Um das Endziel nicht aus den Augen zu verlieren, wurde eine konkrete Projektablaufplanung erstellt, aus welcher die Meilensteine, die Zwischenschritte und der Zeitaufwand auf einem Blick ersichtlich sind.

Besonders wichtig in der Projektplanung war es, trotz Zeitvorgabe realistische Zeitziele zu wählen. Da es bei zu strikter Planung, im Falle unerwarteter Ausfälle oder Probleme, schwieriger ist die nächste Stufe zu erreichen. Der gesamte Plan würde sich verschieben und das Risiko den Überblick zu verlieren, vergrößert sich.

## 6 PROJEKTREALISIERUNG

Nach der Projektinitialisierung folgt die Projektrealisierung. Die Realisierungsphase stellt den zeitintensivsten Teil des Projekts dar. In dieser Phase werden die geplanten Vorgänge umgesetzt, daher wird diese Phase auch als Durchführungsphase bezeichnet.

### 6.1 IDEENFINDUNG

Im Rahmen der Ideenfindung, wird festgehalten, wie die definierten Endergebnisse erreicht werden sollten. Um meine Ideen zu visualisieren habe ich mit der Mindmap Methode gearbeitet.

In diesem Projekt galt es im Wesentlichen die zentrale Steuereinheit der Bierschankanlage auszuwählen. Einerseits kann die Anlage mit Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS), welche in sich geschlossene Systeme sind und mit Inputs und Outputs arbeiten ausgestattet sein oder andererseits über Microcontroller gesteuert werden, welche ebenfalls geschlossene Systeme sind und gleich arbeiten wie SPS. Zusätzlich kann Raspberry Pi für sämtliche andere IT-Anwendungen verwendet werden, wie zum Beispiel Webanwendungen, Alarmanlagen oder Hausautomatisierungen. Die auf dem Markt konkurrierenden Komponenten jeder Kategorie wurden auf den Nebenästen des Mindmaps festgehalten.

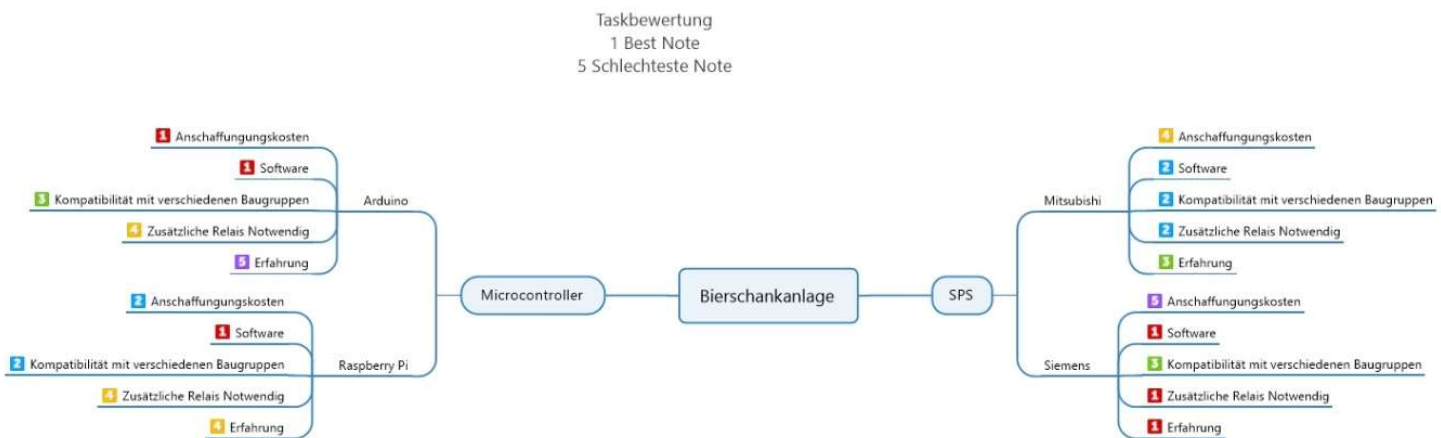


Abbildung 4 Ideen Mind-Map (Quelle MindManager)

## 6.2 IDEENBEWERTUNG

Anhand eines einfachen Bewertungsschemas wurde eine Vorauswahl der Komponenten getroffen, welche ich für die Erreichung meiner gesetzten Ziele realistischerweise verwenden könnte. Das Bewertungsschema basiert auf einem Notensystem. Dabei ist 1 die Bestnote und 5 die schlechteste Note. Die für die Auswahl zentralen Kriterien waren dabei:

- Anschaffungskosten
- Software (Benutzerfreundlichkeit, Wartung)
- Kompatibilität mit verschiedenen Baugruppen
- Zusätzliche Relais notwendig?
- Persönliche Erfahrung mit der Komponente

Da Raspberry Pi über ein eignes Betriebssystem verfügt, welches Programme und Videos ausgeführt werden können und die Raspberry Pi im Vergleich zu Arduino (Java programmiert) ein Einplatinencomputer mit einem eigenen Arbeitsspeicher ist, wurde Arduino in meiner Bewertung nicht berücksichtigt. Damit haben also drei Komponenten die Vorauswahl überstanden. Diese drei Varianten zur Steuerung der Schankanlage werden nachfolgend genauer analysiert und verglichen.

## 6.3 VARIANTENBILDUNG

### 6.3.1 VARIANTE 1 - RASPBERRY PI

Die Variante 1 besteht aus einem Raspberry Pi. Die Steuerung der Anlage erfolgt über den eingebauten Input/Output Pins (IO Pins). Da die IO Pins Analogwerte nicht verarbeiten können, wird für diesen Zweck ein Zusatzmodul benötigt. Dieses wird über die Inter-Integrated-Circuit (I<sup>2</sup>C) angeschlossen. Des Weiteren benötigt die Steuerungen zwingend noch ein Zusatzrelais damit die hohen Lasten geschaltet werden können. Der Raspberry Pi verfügt über 27 General Purpose Input/Output Kontakte (GPIO Kontakte), welche zur Relaischaltung genutzt werden können. Die Anlage sollte mittels Touchdisplay, welches neben den Zapfhähnen montiert wird, bedient werden.

#### **Vorteile:**

- die Kosten für der Raspberry Pi Steuerung sind sehr gering
- Wachsende Community, erfreut sich steigender Beliebtheit

#### **Nachteile:**

- Die Handhabung des Touchdisplays ist aufgrund des Betriebssystems, welches auf Linux basiert, komplexer
- Nicht primär für den Einsatz im Industrieumfeld ausgelegt (Zusatzboards für Relaiskontakte, Temperaturbereiche etc.)
- Erweiterung des Systems ist aufgrund der Kapazität nur schwer möglich
- Es gibt nicht viele Firmen, die den Support für dieses System anbieten – im Störfall ist es daher schwierig das System wieder in Betrieb zu nehmen bzw. Anpassungen vorzunehmen

### 6.3.2 VARIANTE 2 - SIEMENS SPS

Aufgrund eines eingeschränkten Budgets wurde in dieser Variante ausschliesslich die Siemens Logo in den Fokus genommen.

Die Siemens Logo ist eine kleine speicherprogrammierbare Steuerung, welche nur über eingeschränkte Ressourcen verfügt. Positiv an der Siemens Logo ist auf jeden Fall, dass sie sowohl analoge als auch digitale Signale verarbeiten kann, welche für die Steuerung von Bedeutung sind. Weiter ist positiv zu erwähnen, dass bei bestehender Internetverbindung mittels App, Daten in Echtzeit an den Kunden gesendet werden können. Auch in dieser Variante, sollte die Bedienung über ein Touchdisplay erfolgen. Von der Siemens Logo gibt es jedoch nur das LOGO TDE, dies hat allerdings nur begrenzte Möglichkeiten, was die Anzeige betrifft. Bei meiner Variante würde ich daher mit dem Siemens 7 Zoll Komfort Panel arbeiten, dies wurde mir von der Firma Schurter AG für CHF 100,-- (EUR 93,17) zum Kauf angeboten. Da das System aber hohen Verfügbarkeitsanforderung genüge leisten soll, würden alle Signale über Erweiterungsmodule eingelesen oder ausgegeben. Über die Verfügbarkeitsanforderung definiert man, die Ausfallzeit der Anlage. Bei etwaigen Ausfällen muss somit nur das kaputte Modul, welches rot leuchtet, ersetzt werden.

#### **Vorteile:**

- Ausfallzeiten sehr kurz
- Bedienung ist durch ein geschlossenes System viel einfacher
- Ferndiagnose bei Internetverbindung möglich
- Millionenfach in der Industrie angewendet => industrietauglich
- Da die Logo Bestandteil der Lehrabschlussprüfung ist, hat man viel bessere Chancen auf guten Support.

#### **Nachteile**

- Die Kosten sind im Vergleich zu den beiden anderen Produkten am höchsten

### 6.3.3 VARIANTE 3 – MITSUBISHI SPS

Die Variante 3 funktioniert mit einem AL2-24MR-D – Alpha XL. Diese Steuerung verfügt ebenso über analoge und digitale Eingänge wie Variante 2. Die dafür notwendige Software ist die AL-PCS win. Diese ist der Siemens Logo Software verblüffend ähnlich. Diese SPS verfügt im Vergleich über nur sehr wenige Erweiterungsmöglichkeiten, daher müssen die internen Kontakte genützt werden. Leider ist es nicht möglich ein Human-Machine-Interface (HMI) direkt an der Steuerung anzuschliessen. Daher wäre es notwendig Schalter zu verwenden. Eine vereinfachte Fernabfrage bietet das Global System for Mobile Communication Modul (GSM Modul).

#### **Vorteile**

- Diese Lösung liegt im mittleren Preisbereich
- Aufgrund des geschlossenen Systems ist die Bedienung einfach

#### **Nachteile**

- Wenige Firmen haben Erfahrung mit diesem Produkt und der Support damit nicht garantiert

## 6.4 VARIANTENAUSWAHL

### **Entscheidung der Variante**

Für die Entscheidung wurde eine Nutzwertanalyse gemacht. Im Rahmen der Nutzwertanalyse wird mit Hilfe von unterschiedlichen Kriterien und Gewichtungen ein Wert errechnet. Diese Art von Analyse wird meistens 2-mal durchgeführt, jeweils mit unterschiedlichen Gewichtungen. Wenn die Ergebnisse der Nutzwertanalyse nicht eindeutig genug sind, müssen weitere, vertiefende Analysen durchgeführt werden.

Ich habe mich für folgende Kriterien entschieden:

### **Bedienbarkeit**

Die Bedienbarkeit der Anlage muss möglichst einfach sein, da es von unterschiedlichen Personen bedient werden soll. Der Fokus wurde vor allem daraufgelegt, eine Inbetriebnahme auch ohne Vorkenntnisse zu ermöglichen.

### **Kosten**

Der Kostenfaktor war ein wesentlicher Punkt, da die Auftraggeberin mir einen finanziellen Rahmen in Höhe von EUR 3.000, -- vorgegeben hat.

### **Ausfallzeit**

Die Ausfallzeit muss gering (kleiner 1h pro Monat) sein, da bei einem Ausfall der Schankanlage keine Umsätze generiert werden können und die Zufriedenheit der Kunden bzw. Gäste mit dem Service stark sinkt.

### **Erweiterbarkeit**

Die Erweiterbarkeit sollte gegeben sein, da es möglich ist, dass die Schankanlage in Zukunft stationär eingebaut oder die Anlage vergrößert werden soll. Falls es zu einer solchen Erweiterung kommt, sollte diese von einer möglichst breiten Anzahl von Fachpersonen umgesetzt werden können. Die Erweiterungsoptionen sollten also möglichst leicht nachvollziehbar sein.

Erweiterungsmöglichkeiten wären zum Beispiel ein Anschluss für einen weiteren Kühler oder weitere Zapfhähne.

### **Funktionen**

Die Standardfunktionen, welche dem Anforderungsprofil der Zielscheibe entsprechen müssen, sollen zwingend gegeben sein. Bei diesem Punkt geht es auch darum zu bewerten, welche Zusatzfunktionen möglich sind.

### **Life Cycle**

Der Life Cycle ist immer ein wichtiges Thema bei technischen Produkten. Es geht dabei vor allem darum, in welchem Zyklus vorhandene Geräte ausgetauscht werden müssen und wann diverse Produkte eventuell nicht mehr am Markt verfügbar sind.

### **Unterhalt**

Notwendige Wartungsarbeiten sollten sich in einem beschränkten Rahmen halten, damit die Schankanlage keine Qualität einbüsst und auch nach mehrmaliger Verwendung noch immer

einwandfrei, wie am ersten Tag, funktioniert. Bei Störungsfällen sollte die Anlage zudem von möglichst vielen Fachpersonen repariert werden können.

### **Software-Bedienbarkeit**

Die verwendete Software sollte möglichst verbreitet und leicht bedienbar sein. Auch hier sollte die Anzahl Fachpersonen, welche bei Problem helfen können, möglichst hoch sein.

### **Erste Analyse:**

Die Gewichtung wurde auf 100% festgelegt.

Höchste Priorität setzte ich bei der ersten Analyse auf die Bedienbarkeit und die Ausfallszeit, da diese essenziell für den Erfolg der gesamten Anlage sind. Ein Ausfall der Schankanlage kann viele Folgen, vor allem in finanzieller Hinsicht, mit sich ziehen. Wenn kein Ausschank möglich ist, kann kein Gewinn erzielt werden. Ebenso kann es sich negativ auf den Ruf des Cateringunternehmens auswirken.

Pro Tag bringt die Anlage im Schnitt EUR 100,--, wenn diese nicht funktionsfähig ist, muss eine weitere Schankanlage gemietet werden. Die Mietkosten belaufen sich auf weitere EUR 100,--, dadurch würden erhebliche Mehrkosten anfallen und sich ein Einsatz fast nicht mehr lohnen.

Weniger wichtig wurde der Life Cycle und der Unterhalt bewertet. Diese zwei Kriterien spielen zwar auf weite Sicht sehr wohl eine Rolle, sind aber am Anfang noch nicht so relevant.

### **Zweite Analyse:**

Die Gewichtung wurde im Zuge der zweiten Analyse neu verteilt.

Die Ausfallszeit wurde noch stärker gewichtet als in Analyse 1, da aus den bereits genannten Gründen ein hohes Risiko der Kundenunzufriedenheit besteht und dies weite Kreise ziehen kann. Die negativen Informationen, welche in den Umlauf kommen, können einem neuen Unternehmen massiv schaden. Das zweite Kriterium, welches höher gewichtet wurde sind in diesem Fall die Kosten. Grund dafür ist es, dass dieses Projekt mit einer finanziellen Obergrenze von 3000€ auskommen muss. Die Gewichtung für Funktion und Life Cycle wurde herabgesetzt. Anfangs wird es nur eine Anlage geben, aufgrund der Erweiterungsmöglichkeiten kann die Anlage künftig leicht modernisiert werden, als Alternative kann auch eine weitere Schankanlage aufgebaut werden.

## 6.4.1 DIE BEWERTUNG DER VARIANTEN

### Variante 1 – Raspberry Pi

#### Die Bedienbarkeit

Da es kein geschlossenes System ist, wird die Bedienbarkeit wesentlich erschwert. Durch diese Erschwernis entstehen Möglichkeiten der Fehlbedienung, man kann zum Beispiel ein Menü öffnen, welches ohne Vorkenntnisse nicht mehr weiterbearbeitet werden kann.

#### Kosten

Die Kosten des Raspberry Pi gegenüber den Konkurrenten sind sehr klein und belaufen sich auf ca. € 125. Dieser Preis ist sehr gut und kann nur schwer unterboten werden.

#### Ausfallzeit

Bei einem Ausfall der Technik muss nicht nur eine Komponente ausgewechselt werden, es ist ebenso Fachwissen notwendig, welches nicht Grundvoraussetzung für die Benützbarkeit ist.

#### Erweiterbarkeit

Die Erweiterbarkeit ist einerseits zwar gegeben, wird aber andererseits durch die wenigen Fachkräfte sehr stark eingeschränkt.

#### Funktionen

Die Funktionen, welche der Raspberry Pi bietet, sind eigentlich unbegrenzt und man könnte sie vielseitig erweitern, jedoch fehlen auch hierfür die Fachkräfte. Trotzdem ist der Raspberry Pi in diesem Fall klarer Testsieger in dieser Kategorie.

#### Life Cycle

Der Life Cycle gestaltet sich schwierig, da gerade in diesem Produktsegment der Wandel am grössten ist. Viele Komponenten sind nicht rückwärtskompatibel.

#### Unterhalt

Der Unterhalt gestaltet sich schwierig, da für die Upgrades, die das Produkt benötigt, immer ein Experte benötigt wird.

#### Software-Bedienbarkeit

Eine generische Anwendungssoftware gibt es in diesem Sinn nicht. Es ist fast immer notwendig in Python ein eigenes Programm zu schreiben. Daher gibt es auch keine Supportmöglichkeiten von aussen. Ebenso ist die Einfachheit der Bedienung vom jeweiligen Programmierer abhängig.

### Variante 2 – Siemens SPS

#### Die Bedienbarkeit

Die Bedienbarkeit ist sehr gut da es ein geschlossenes System ist, welches auch viel sicherer ist. Bei Fehlbedienungen bleibt man im gleichen Menü, die Fehlerquote ist daher wesentlich geringer.

#### Kosten

Die Kosten sind sehr hoch da die Variante so berechnet wurde, dass alle In- und Outputs über separate Zusatzmodule gemacht werden. Dies erleichtert die Störungsfindung.

### **Ausfallzeit**

Die Ausfallzeit wird sehr gering sein, da die Software und die Intelligenz von den Inputs getrennt sind. Dies bietet den grossen Vorteil, dass bei einem Kurzschluss nur ein Zusatzmodul betroffen ist und dies ohne Software-Anpassung 1:1 ersetzt werden kann.

### **Erweiterbarkeit**

Die Erweiterbarkeit ist sehr gut. Zum Beispiel kann, sofern eine Internetschnittstelle vorhanden ist, eine App programmiert werden. Weiter könnte man diverse In- und Outputs hinzufügen. Jedoch ist zu erwähnen, dass die Anlage bei analog Inputs schon fast ausgeschöpft ist.

### **Funktionen**

Die wichtigsten Funktionen sind erfüllt. Es könnten aber wesentlich mehr sein, wenn man dies mit einem Raspberry Pi vergleicht.

### **Life Cycle**

Die zeitliche Beständigkeit sollte bei Siemens gegeben sein, da fast alle Produkte bisher auch rückwärtskompatibel waren und gängige lange Lebenszyklen von Industrieprodukten erfüllen müssen.

### **Unterhalt**

Der Unterhalt einer SPS ist nicht sehr aufwendig. Bei notwendigen Upgrades hilft die Software dieses Produktes sehr. Ebenso bestehen Support-Möglichkeiten.

### **Software-Bedienbarkeit**

Die Software ist sehr benutzerfreundlich und kann durch die meisten Elektronik-Firmen bedient und supportet werden.

## **Variante 3 – Mitsubishi SPS**

### **Die Bedienbarkeit**

Die Bedienbarkeit der SPS ist einfach, aber die Darstellung der Analogwerte ist sehr herausfordernd, da es nur über einen SMS-Dienst funktioniert.

### **Kosten**

Die Kosten wären im überschaubaren Bereich.

### **Ausfallzeit**

Bei einem Ausfall der Technik muss man nicht nur eine Komponente austauschen, was Fachwissen über das Programm von Mitsubishi erfordert. Darüber verfügen jedoch nicht sehr viele Personen. Der Vorteil ist, dass es ein geschlossenes System ist und es daher grundsätzlich weniger störungsanfällig ist.

### **Erweiterbarkeit**

Die Erweiterbarkeit ist möglich aber leider nur sehr begrenzt, da es in der Anzahl von In- und Outputs, die man an die SPS anschliessen kann, sehr stark limitiert ist.

### **Funktionen**

Die Funktionen sind eher beschränkt. Es gibt kein Touchdisplay und das Steuerungssystem ist allgemein eher limitiert bezüglich der In- und Outputs.

## Life Cycle

Die zeitliche Beständigkeit sollte bei Mitsubishi gegeben sein, da fast alle Produkte bisher auch rückwärtskompatibel sind.

## Unterhalt

Der Unterhalt ist nicht sehr aufwändig, aber es braucht meist eine spezielle Software, die nicht viele Unternehmen besitzen.

## Software-Bedienbarkeit

Die Software ähnelt sehr stark der Logo Software und ist daher sehr intuitiv.

## Entscheidung

Aufgrund der oben genannten Argumente ergaben sich die in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellten Nutzwerte für die unterschiedlichen Komponenten. Die Siemens SPS geht in beiden Bewertungsszenarien als das am besten geeigneten System hervor.

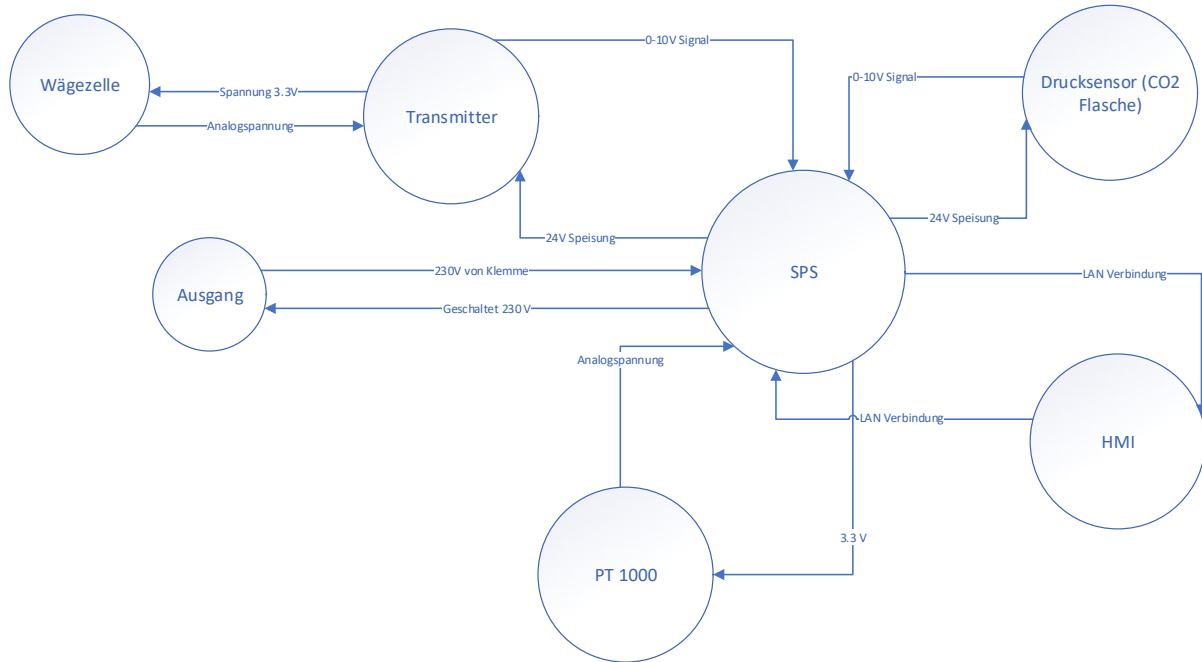
Nutzwertanalyse							
Kriterium	Gewichtung	V1 Raspberry Pi		V2 Siemens		V3 Mitsubishi	
		TN (%)	GTN	TN (%)	GTN	TN (%)	GTN
Bedienbarkeit	20	25	500	92	1840	15	300
Kosten	18	92	1656	20	360	80	1440
Ausfallzeit	20	10	200	85	1700	50	1000
Erweiterbarkeit	10	100	1000	70	700	72	720
Funktionen	7.5	80	600	45	337.5	60	450
Life Cycle (out of Service einzelner Kom	7	25	175	60	420	50	350
Unterhalt	9	15	135	63	567	60	540
Software (Bedienbarkeit und kosten)	8.5	50	425	44	374	52	442
<b>Gesamtnutzen</b>	<b>100</b>	<b>4691</b>		<b>6298.5</b>		<b>5242</b>	
Rang		3		1		2	
Kriterium	Gewichtung	V1 Raspberry Pi		V2 Siemens		V3 Mitsubishi	
		TN (%)	GTN	TN (%)	GTN	TN (%)	GTN
Bedienbarkeit	18	25	450	92	1656	15	270
Kosten	24	92	2208	20	480	80	1920
Ausfallzeit	25	10	250	85	2125	50	1250
Erweiterbarkeit	10	100	1000	70	700	72	720
Funktionen	6	80	480	45	270	60	360
Life Cycle (out of Service einzelner Kom	4	25	100	60	240	50	200
Unterhalt	7	15	105	63	441	60	420
Software (Bedienbarkeit und kosten)	6	50	300	44	264	52	312
<b>Gesamtnutzen</b>	<b>100</b>	<b>4893</b>		<b>6176</b>		<b>5452</b>	

Abbildung 5 Nutzwertanalyse

## 6.5 ÜBERSICHTSCHEMA

Die SPS ist die Zentrale und alle Komponenten werden an sie angeschlossen. Jegliche Steuerungsfunktionen werden auf ihr programmiert. Die Schnittstelle zum HMI wird über LAN gemacht. Dies wird dann über das Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) programmiert. Die 0-10 V Eingänge werden über analoge Zusatzmodule eingelesen. Die Pt 1000 Temperatursensoren werden über spezielle AMRTD Baugruppen in die SPS übertragen. Die AMRTD Baugruppe hat intern einen Wandler, welche die Sensoren so direkt in die SPS einlesen können.

Um die physische Anordnung der Komponenten zu visualisieren, wurde im nächsten Schritt ein Schema gezeichnet.



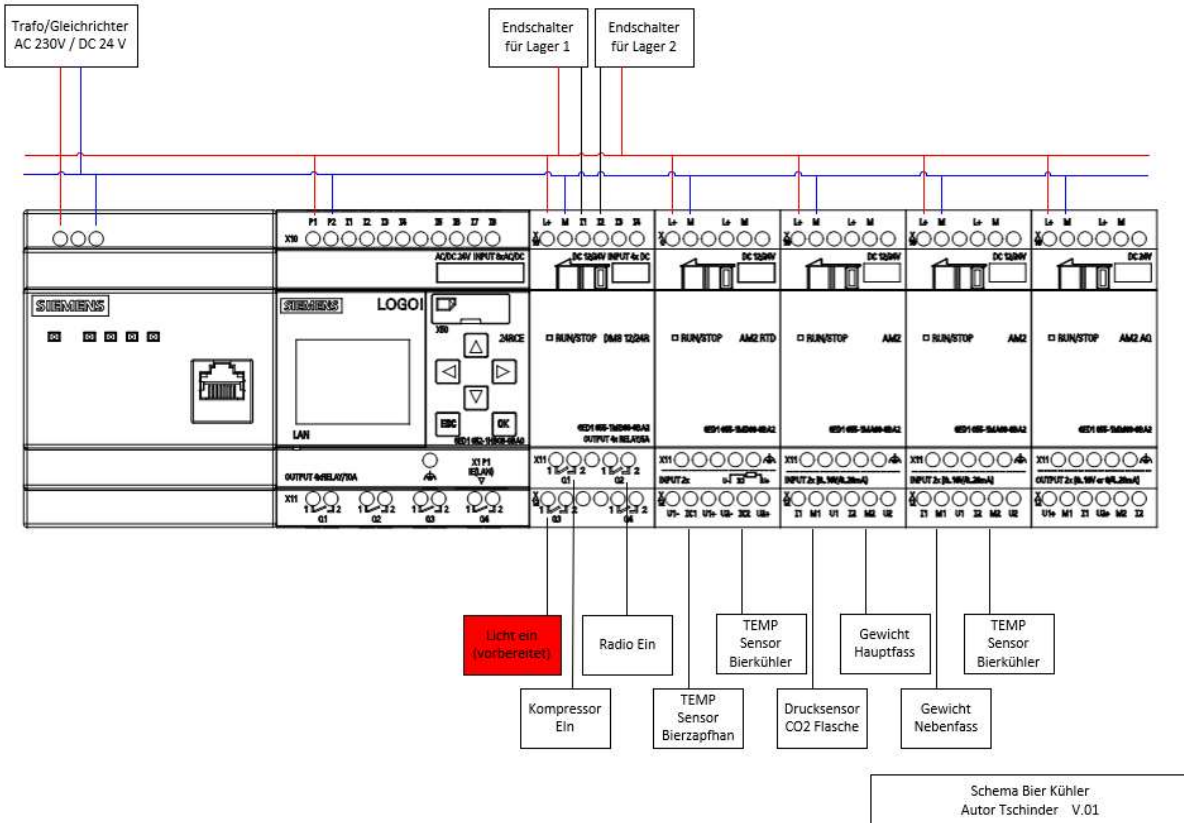


Abbildung 6 Schema der Anlage (Quelle MS Visio)

## 6.6 MATERIALBESCHAFFUNG

Das Grundgerüst und die Verkleidung der Bierschankanlage sollten aus Holz entstehen. Nach einem ausführlichen Gespräch mit einem befreundeten Schreiner fiel die Auswahl beim Holz auf Fichte.

Im Vergleich zur Holzbeschaffung war die Beschaffung der technischen Komponenten um einiges schwieriger. Zunächst musste genügend Wissen über die Materie erlangt werden, um rauszufinden, welche Komponenten für das Vorhaben notwendig waren.

Es war besonders wichtig auf die unterschiedlichen Lieferzeiten zu achten, da der Zeithorizont sehr beschränkt war. Digitec hatte beispielsweise Schwierigkeiten die gewünschte Anlagekomponente fristgerecht zu liefern.

Folgende Komponenten waren notwendig:

1. Netzwerkschicht von LOGO
2. Siemens LOGO 8.3
3. LOGO DM8 24R
4. LOGO AM2 RTD
5. LOGO AM2
6. LOGO AM2
7. LOGO AM2

Aus der Tabelle kann man entnehmen, wo die notwendigen Materialien gefunden wurden und zu welchem Preis diese beschafft werden konnten:

Pos	Artikel	Lieferant	Kosten
1	Siemens HMI 7 Zoll Comfort Panel + 24 Volt Netzteil	Schurter AG (Gebraucht erworben)	EUR 93.05
2	Siemens Logo	Digitec	EUR 718.88
3	Holzplatten für das Möbel inkl. aller Scharniere und Rollen	Schreinerei Manfred	EUR 780.00
4	Logo Switch	Brack	EUR 116.31
5	Holzlack Kabelkanal und diverses Kleinmaterial	Hagebaumarkt	EUR 199.26
6	weiteres diverses Kleinmaterial	Hagebaumarkt	EUR 61.42
7	Plastik Abdeckung der Steuerung	Hagebaumarkt	EUR 61.77
8	Wasser Installation Material für den Gläserpüler	Hagebaumarkt	EUR 34.61
9	Radio und Musikboxen	Car Hi-Fi Tarman	EUR 168.80
10	Durchlaufkühler und diverses Schankmaterial	Gesponsert Hirter Brauerei	EUR 0.00
11	Ersatzmaterial LOGO (Erweiterungsmodule)	Gesponsert Schurter (Altmaterial)	EUR 0.00
	Summe		EUR 2'234.10

Tabelle 1 Komponenten der Bierschankanlage inkl. Beschaffungsort und Preis

### Beschreibung der einzelnen Positionen:

#### POS 1

Um Kosten zu sparen, wurde ein gebrauchtes HMI gekauft. Die Kostenersparnis liegt bei rund € 1.000.

#### POS 2 / 4

Aufgrund einiger Zusatzfunktionen und zur leichteren Problembehandlung, wurde die Siemens Logo Switch mit Zusatzmodulen für die Steuerung gekauft. Um Kosten zu reduzieren, wurde die Logo separat zum Netzwerkmodul gekauft.

#### POS 3 / 5

Die Holzplatten wurden direkt bei der Schreinerei gekauft und gemäss des Planentwurfes, auf die perfekte Länge zugeschnitten. Um Geld zu sparen wurden der Grossteil der notwendigen Holzarbeiten selbst gemacht. Da das Holz nicht im Rohzustand gelassen werden konnte, ist es mit Holzlack versiegelt geworden

Einiges an Grundmaterial war bereits vorhanden. Investitionen in einen Kabelkanal, Drähte, Abflammgerät etc. waren dennoch notwendig.

#### Pos 7

Die Plastikabdeckung diente dazu, die technische Seite optisch zu verschönern. Wie auf der <<Abbildung 31>> ersichtlich, verschwinden sämtliche Kabel und Verdrahtungen hinter dieser Abdeckung.

#### Pos 8 / 10

Die Tropftrasse samt Gläserpüler, sowie auch der Durchlaufkühler und diverses Schankmaterial (z.B. die Zapfhähne), bekam ich von der Privatbrauerei Hirt zur Verfügung gestellt. Der Durchlaufkühler war defekt, dieser wurde gereinigt und komplett neu aufgebaut.

Für den Ab- und Zufluss mussten diverse Materialien wie zum Beispiel Schläuche gekauft werden.

**Pos 9**

Für das Soundsystem wurde ein einfaches Autoradio inkl. Boxen mit Grundfunktionen, wie zum Beispiel Bluetooth, gekauft. Mittels Bluetooth kann man sein Handy einfach mit der Schankanlage verbinden und die gewünschte Musik abspielen.

Das Autoradio mit den Boxen bietet weiter auch Vorteile bei der Verdrahtung, da sie intern ein Relais besitzt und daher direkt über ein I/O-Modul geschaltet werden kann.

**Pos 11**

Die Firma Schurter hat Bauteile aussortiert und zur Verfügung gestellt. Somit ist auch für Ersatzteile gesorgt, falls es zu Schäden an der technischen Ausstattung der Schankanlage kommt.

## 6.7 ENTWICKLUNG UND AUFBAU



Abbildung 7 Bretter Zuschnitt

Zu Beginn der Projektarbeit war es notwendig sich eingehend mit diversen Holzarten zu befassen und sich mit einem Schreiner auszutauschen.

Fichte eignet sich sehr gut für Projekte wie dieses, da sie leicht zu bearbeiten ist. Im Verhältnis zu anderen Hölzern ist sie sehr leicht und verhältnismässig günstig und deshalb auch beliebt im Möbelbau.

Nach Auswahl des geeigneten Holzes wurden im nächsten Schritt die Bretter zugeschnitten. Unterstützt wurde ich beim Zuschnitt von einem Schreiner.

Mit wetterbeständigem Leim wurden die einzelnen Platten miteinander verbunden.



Abbildung 8 Sockel verleimen



Um dem schweren Möbel die nötige Mobilität zu verleihen, wurde die gesamte Schankanlage auf 6 Rollen gestellt, welche das Gesamtgewicht tragen und ein leichtes Umplatzieren der Schankanlage (auch wenn sie mit Fässern bestückt ist) ermöglicht.

Abbildung 9 Fertigstellung Holzkonstruktion

Die Schankanlage wurde von der Schreinerei in meine Werkstatt überstellt. Hier sind zum ersten Mal alle Einzelteile dorthin gestellt worden, wo sie sich auch nach Fertigstellung befinden werden.

Die Vision war es, die Zapfhähne aus dem Baumstamm heraus ragen zu lassen. Der Baumstamm für die Zapfhähne stammt von einem Apfelbaum.

Rechts daneben befindet sich die



Abbildung 10 Lieferung der Anlage



Im nächsten Arbeitsschritt ging es heiss her, um der Schankanlage einen individuellen Touch zu verleihen.

Die Naturoptik war zwar auch sehr schön, aber für eine Schankanlage ungeeignet. Das Möbel ist rustikaler gestaltet worden. Für diesen Zweck ist ein Abflamngerät verwendet worden.

Die Schwierigkeit beim Abflammen war es, eine gleichmässige Optik hinzubekommen. Daher war es besonders wichtig auf die Maserung des Holzes zu achten, da man nur eine schöne und gleichmässige Optik erzielt, wenn man im Verlauf der Maserung arbeitet.

Abbildung 11 Abflammen der obersten Schicht

Um die Schankanlage im nächsten Schritt zu versiegeln und sie wind- und wetterbeständig zu machen, ist sie mehrmals mit einem Holzlack lackiert worden.

Durch die Verwendung von Holzlack werden die Oberflächen vor dem Eindringen von Feuchtigkeit geschützt. Ebenso wird dadurch zukünftigen Rissen im Holz vorgebeugt.



Abbildung 12 Lackieren der Bauteile



Auch die kleinen Einzelteile, wie die Umrandung für das Display wurden an die gesamte Optik angepasst und versiegelt.

Beim Baumstamm für die Zapfhähne war abflämmen nicht notwendig, dieser wurde nur mit Lack behandelt.

Damit man zur Rückseite der Zapfhähne und an die Leitungen gelangt, wurde der Stamm ausgehöhlt und oben nur ein Deckel aufgesetzt.

Abbildung 13 Lackierung der kleinteile

Während der Lackierarbeiten und den resultierenden Trocknungsphasen, war Zeit sich mit dem Herzstück der Schankanlage, dem Durchlaufkühler, zu beschäftigen.

Dieser wurde grosszügigerweise von der Privatbrauerei Hirt zur Verfügung gestellt.

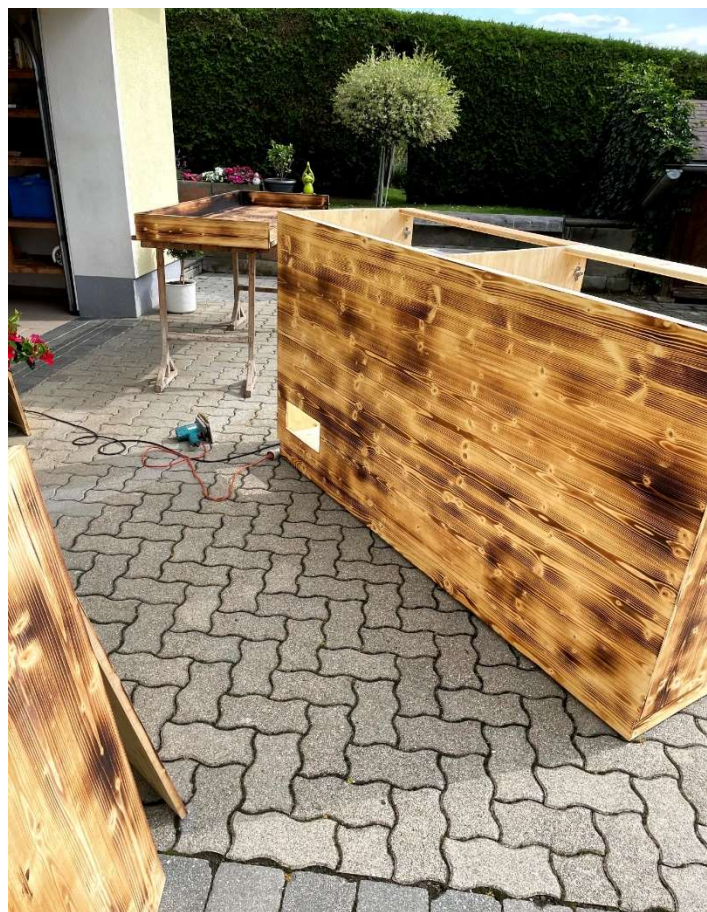


Abbildung 14 Trocknung der Anlage



Der Durchlaufkühler wurde von der Brauerei ausrangiert, da dieser nicht mehr für den herkömmlichen Gebrauch zu verwenden war.

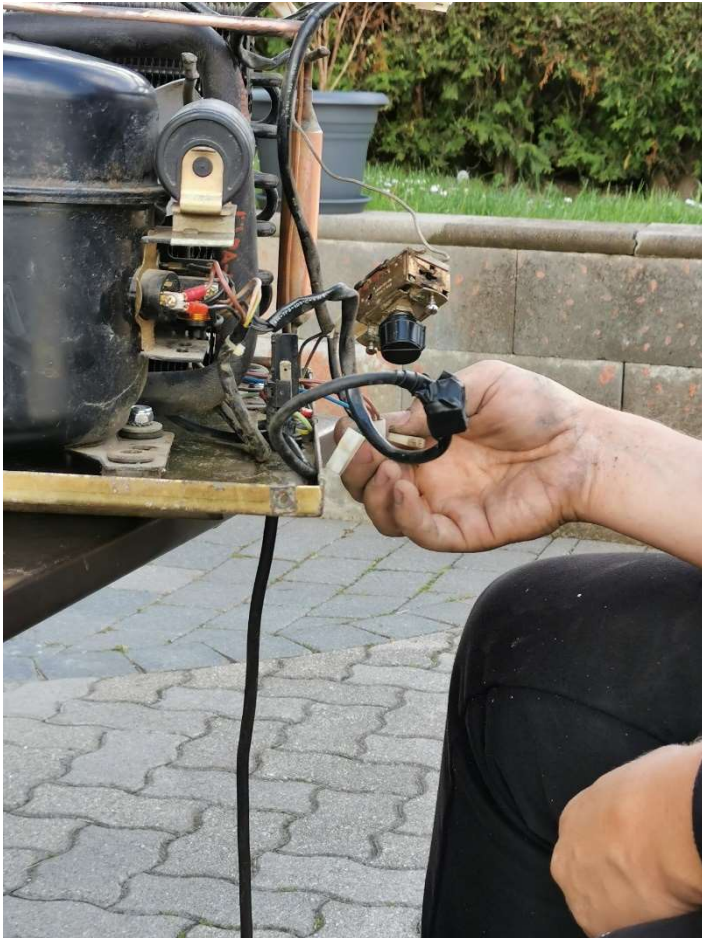
Im ersten Schritt ist der Kühler in sämtliche Einzelteile zerlegt worden.

Desweiteren war es notwendig den Durchlaufkühler gründlich zu reinigen und kleine Bauteile zu ersetzen.

Als der Kühler endlich vollkommen gereinigt war, begann die Analysephase der Schaltung.



Abbildung 16 Kühler gereinigt



Zunächst wurde die Funktion der Anlage analysiert. Leider war kein aktuelles Schema mehr vorhanden, daher musste dies händisch erstellt werden.

Einige Kabel und Verdrahtungen mussten ausgetauscht werden, da diese sehr stark beschädigt waren.

Abbildung 17 Anlagen Verständnis erarbeiten

Nachdem das Innenleben des Kühlers wieder auf Vordermann gebracht wurde, musste der Kühler mittels SPS mit dem HMI verbunden werden.



Abbildung 18 Analyse mit SPS



Abbildung 19 Testaufbau SPS

Und darin lag eine der ersten erheblichen Schwierigkeiten.

Sehr zeitaufwändig gestalteten sich in diesem Arbeitsschritt die vielen Testläufe, bis das System so funktionierte, wie es sollte.

Besondere Schwierigkeiten bereiteten die Lizenzen.

Zum Programmieren des HMI benötigt man eine WIN CC Advance Lizenz und eine gültige TIA Portal Lizenz, welche nur über Siemens erhältlich sind.

Es waren einige Telefonate, auch mit der Firma Siemens notwendig, bis es endlich funktioniert hat und sich das HMI mit Logo verbinden liess.

Auf diesem Bild erkennt man die erste Variante der Anzeige auf dem HMI.

Dies wurde im Nachhinein noch mehrmals bearbeitet.

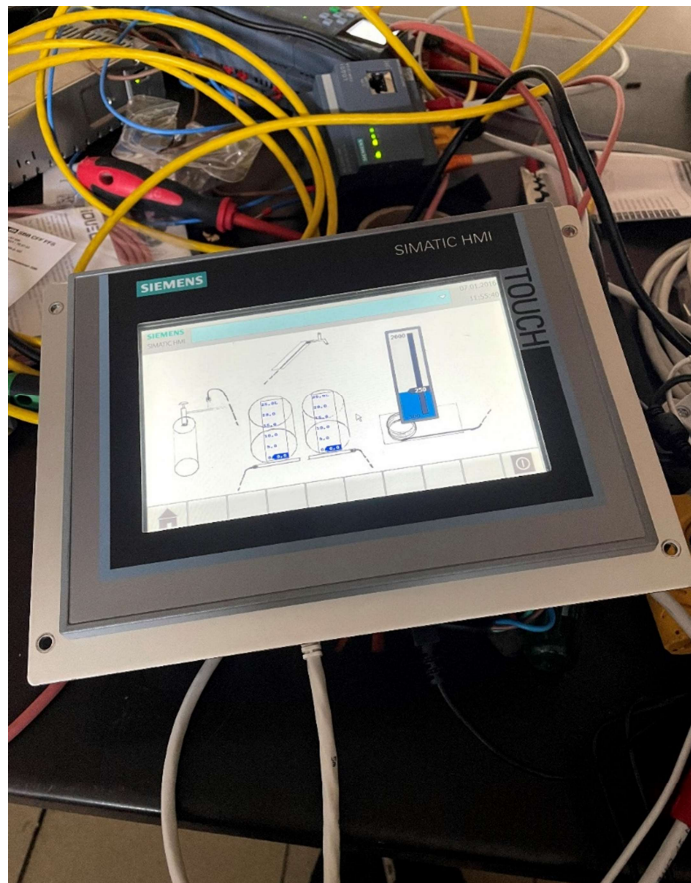
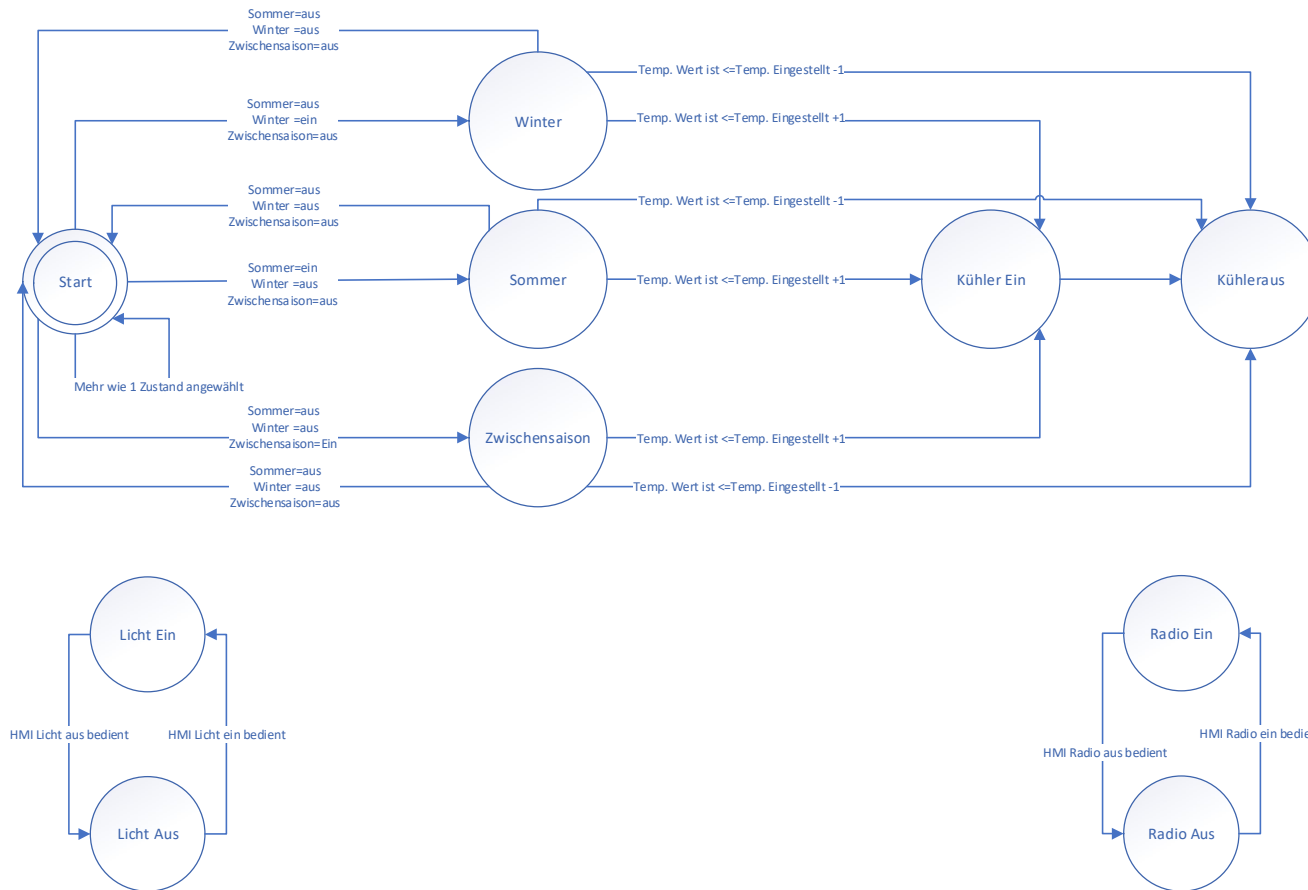


Abbildung 20 Testaufbau HMI

### 6.7.1 ZUSTANDSDIAGRAMME

Die Zustandsdiagramme wurden gemacht, um den Programmcode zu erstellen. Dabei ist wichtig das alle Bedienungen am HMI gemacht wurden. Ausserdem wurde eine Verriegelung eingebaut das keine Fehlbedienung gemacht werden kann. Wenn mehr, als ein Zustand am HMI bedient wird darf der Kühler nicht anlaufen.

Abbildung 21 beschreibt das Zustandsdiagramm der Temperaturregelung des Kühlers basierend auf der Jahreszeit, weiters dient das Zustandsdiagramm zum Ein- und Ausschalten des Lichtes sowie des Radios. Im Anhang ist eine grössere Version bei 9.2.10.+



## 6.8 PROGRAMM SCHEMA

Das Programm ist auf einem USB-Stick gespeichert, welcher sich direkt bei der Anlage befindet. Das Programm ist in zwei Teile aufgeteilt. Im oberen Teil ist die Temperatursteuerung des Kühlers, im unteren Teil sind die Analog- und Netzwerkeingänge, welche mit dem HMI verbunden sind. Das Programm befindet sich zusätzlich im Anhang 9.2.8 und 9.2.9 und ist dort grösser und somit auch besser lesbar.

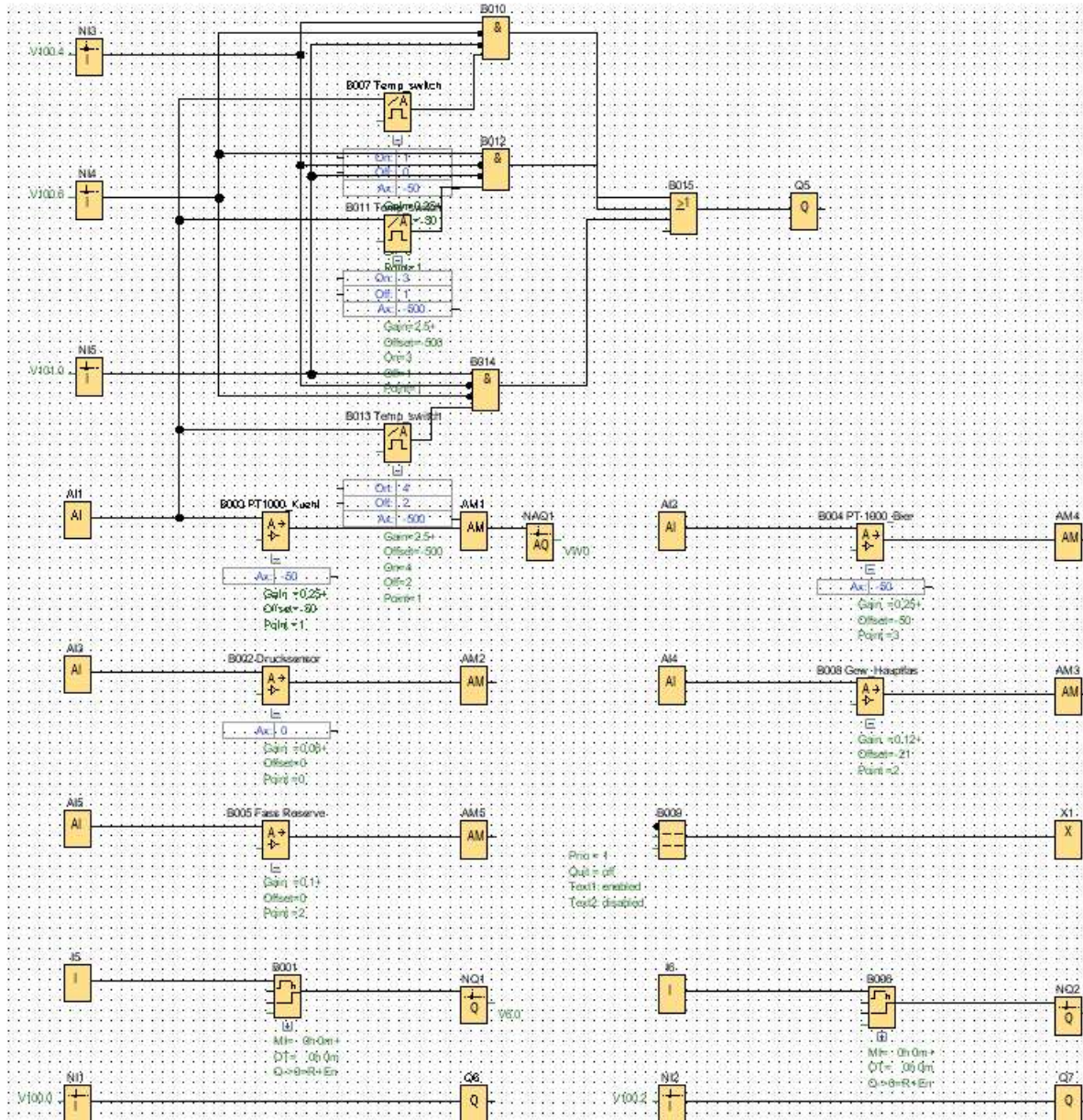


Abbildung 21 LOGO Schema (Quelle LOGO 8.3)

### 6.8.1 DIE STEUERUNG WURDE IN DREI TEILEN ENTWICKELT

#### Eingang und Verarbeitungsbausteine

AI1	TEMP (PT1000) KÜHLER
AI2	TEMP (PT1000) ZAPFHAN
AI3	CO2 DRUCKSENSOR
AI4	GEWICHT HAUPTFASS
AI5	GEWICHT RESERVEFASS
I5	ENDSCHALTER LAGER 1
I6	ENDSCHALTER LAGER 2
B002	ANALOGWERT WANDLER
B003	ANALOGWERT WANDLER
B004	ANALOGWERT WANDLER
B005	ANALOGWERT WANDLER
B007	TEMPERATUR REGLER
B008	ANALOGWERT WANDLER
B011	TEMPERATUR REGLER
B013	TEMPERATUR REGLER

#### Ausgänge

Q5	KÜHLER EIN
Q6	RADIO EIN
Q7	LICHT EIN

#### Netzwerkausgänge

N1	HMI RADIO EIN
N2	HMI LICHT EIN
N3	HMI SOMMER
N4	HMI ZWISCHENSAISON
N5	HMI WINTER

#### Teil 1

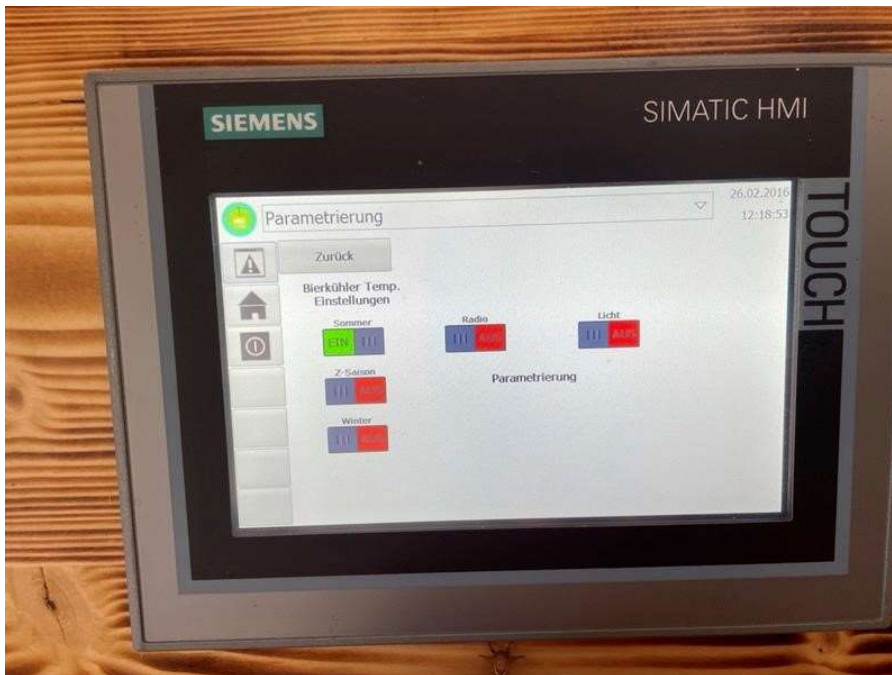
Die Analogwerte wurden in die Anlage eingelesen. In einem Versuchsaufbau wurden diese geprüft und kontrolliert.

#### Teil 2

Um die Steuerung zu entwickeln, wurden analoge Schwellwertschalter eingefügt. Diese können auf verschiedene Temperaturstufen eingestellt werden.

#### Teil 3

Die unterschiedlichen Temperaturen wurden gegenseitig verriegelt, damit ausgeschlossen werden kann, dass mehrere gleichzeitig aktiviert werden. Ausserdem wurden die verschiedenen Funktionen im HMI programmiert. Der Displayhintergrund wurde durch ein Anlagenschema vervollständigt, aus diesem Schema können alle Analogwerte entnommen werden. Das HMI wurde in verschiedene Untermenüs aufgeteilt (Anlage, Parametrierung, Lager, Systeminformationen).



Auf diesem Bild sieht man die Parametrierung der Anlage. In diesem Menü kann man die Anlage in den gewünschten Zustand schalten (Bsp. Radio ein/aus etc.). Links sieht man die Temperatureinstellung des Kühlers, in der Mitte das Radio

Abbildung 22 Parametrierung – über HMI einstellbare Zustände

Auf diesem Bild sieht man das Menü Lager, wenn ein Fass im Lager ist, wird der Kreis rot. Das Lager beinhaltet 2 Fässer, welche über einen Endschalter überwacht sind. Diese können sehr einfach abgeschlossen werden, falls die Anlage transportiert wird.

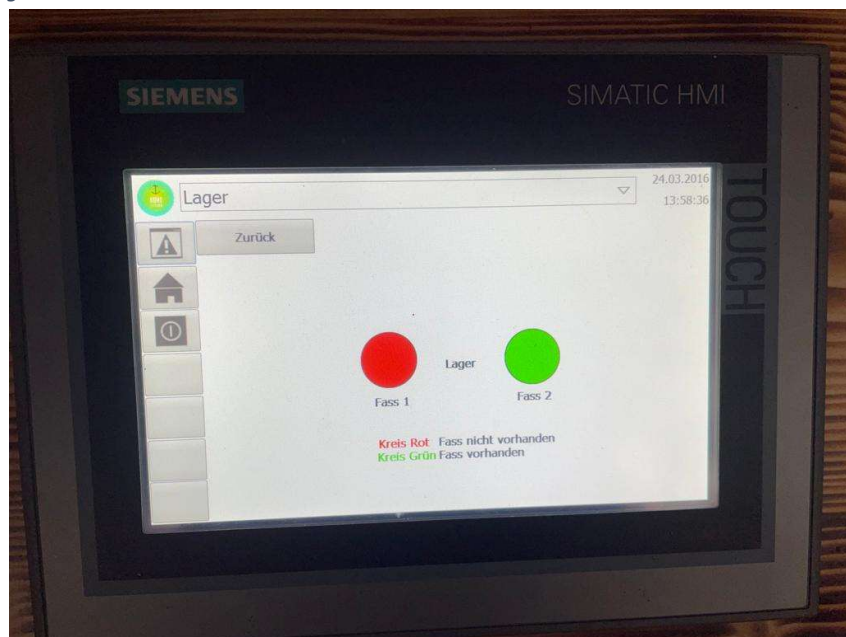
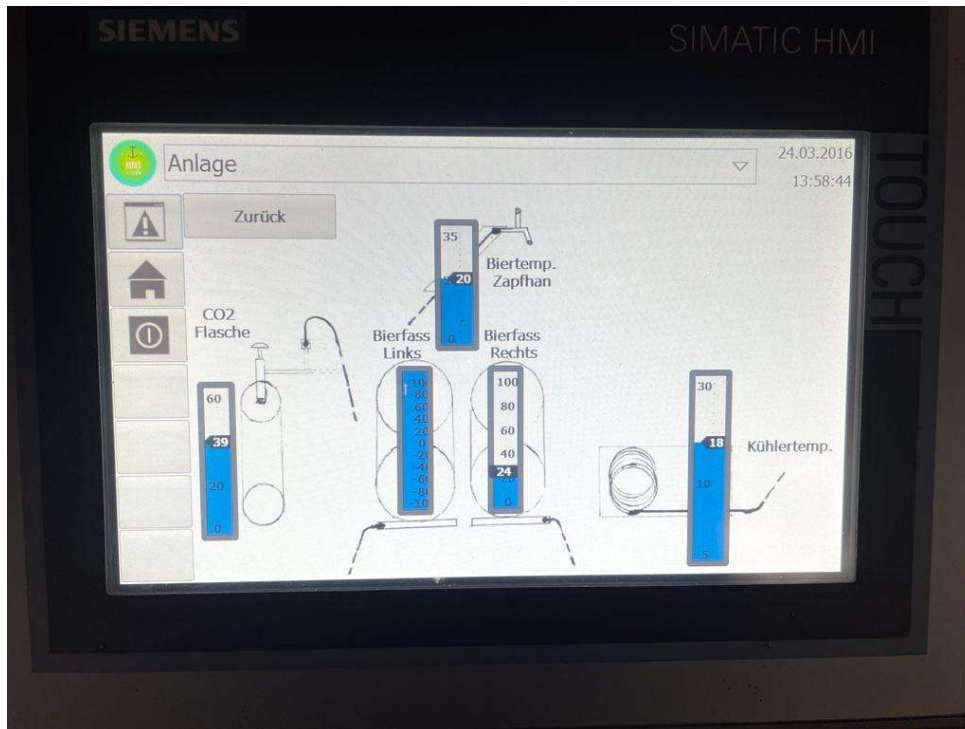


Abbildung 23 Lager HMI



Abbildung 24 Endschalter Lager



Dieses Bild zeigt das Menü «Anlage» auf welchem man eine Übersicht über die Temperaturen und Füllstände hat. Links ist die CO<sub>2</sub> Flasche, mittig unten die beiden Fässer. Oben die Zapfhantemperatur, rechts die Temperatur im Kühler.

Abbildung 25 HMI Anlagen Übersicht



Damit am HMI eine korrekte Anzeige der Füllstände erzielt werden kann, wurde mit Gewichtssensoren gearbeitet. Die Signale der Sensoren werden mittels Übersetzer mit einem 0-10 Volt Signal zur SPS weitergeleitet.

Abbildung 26 Gewichtssensoren und Transmitter

Die Anlage wurde mit einem RJ45 Kabel konfiguriert, welches man auf der Abbildung 27 sieht. Damit die gesamte Elektronik nicht ungesichert in der Schankanlage liegt, ist eine Hutprofilschiene verwendet worden.

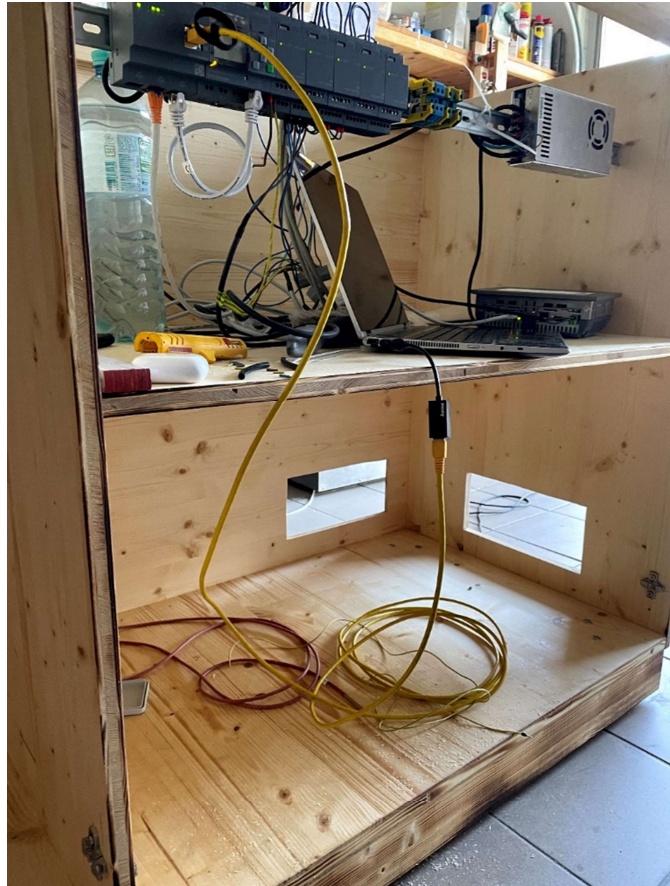


Abbildung 27 Programm laden



Wie auch die Gewichtssensoren wird der Drucksensor mit einem Signal von 0-10 Volt zur SPS weitergeleitet.

Abbildung 28 Drucksensor CO<sub>2</sub>

Damit die Fässer richtig am Gewichtssensor platziert werden, ist ein zusätzliches Brett eingebaut worden, welches mit Eisenschienen das Verrutschen oder das falsche Positionieren der Bierfässer verhindert.

Um festzustellen von welchem Gewicht bei einem Bierfass ausgegangen werden muss, sind jeweils Einwaagen mit einem leeren und einem vollen Fass gemacht worden. So konnte auch leicht festgestellt werden, wieviel Eigengewicht ein Bierfass hat.



Abbildung 29 wäge Zelle



Abbildung 30 Anlage ohne Abdeckungen

Im oberen Bild ist die Schankanlage, noch ohne die Abdeckung für den Technikbereich, zu sehen. Links sieht man den Platz für die Kohlensäure und davor zwei Stellplätze für die Bierfässer. Auf der Kühlerseite wurden die Türen und das Seitenteil mit Lüftungsschnitten versehen. Unten kann man die Schankanlage nochmal mit der Abdeckung im Elektronikbereich und mit Bierfässern



Abbildung 31 Anlage im Rohform



Während dem Arbeiten und des ersten Testlaufes entstand die Idee, dass es von Vorteil wäre, wenn die Schankanlage auch über ein kleines Soundsystem verfügen würde.

Zu diesem Zweck wurde ein gebrauchtes Autoradio gekauft, welches über technische Funktionen wie zum Beispiel Bluetooth Verbindung und USB verfügt.

Das Radio wurde ebenfalls in die graue-Abdeckungsplatte eingebaut.

Abbildung 32 Lautsprecher Test

An beiden Seiten der Schankanlage wurden die Boxen eingebaut.



Abbildung 33 Eingebauter Lautsprecher



Die ursprüngliche Idee war, eine gewöhnliche Tropftasse auf die Schankanlage zustellen.

Unter dem Hygiene Aspekt war dies aber nicht genug, da es wichtig ist die Gläser zwischendurch zu reinigen, auch wenn diese wieder von derselben Person verwendet werden.

Abbildung 34 Ausschnitt Tropftasse

Die Privatbrauerei Hirt konnte auch hier weiterhelfen. Neben Kühler, Zapfhähnen und diversem Schankmaterial stellten diese auch eine Tropftasse samt Gläserreiniger zur Verfügung.

An der Tropftasse sind zwei Schläuche angebracht, für Zu- und Abwasser.



Abbildung 35 Fertiger Einbau Tropftasse

## 6.8.2 ENDERGEBNIS



Im linken Bereich befindet sich das Lager, es bietet die Möglichkeit dort zwei Fässer unterzustellen. Dabei macht es keinen Unterschied, ob es sich um ein 25l oder 50l Fass handelt.

Die CO<sub>2</sub> Flasche wurde mit einer Kette fixiert, damit sie nicht umkippen kann.

Abbildung 36 Montage Bierleitungen



Abbildung 37 Fertige Anlage

Die gesamte Elektronik befindet sich hinter der Abdeckung, diese kann bei Bedarf jederzeit leicht entfernt werden. Es wurden Ausschnitte für die Siemens Logo, zur leichteren Fehlererkennung und für das Radio gemacht. Rechts oben ist eine Lüftung für den Transformator eingebaut.



Auf dieser Seite befindet sich der Durchlaufkühler, daher wurde auch für die notwendige Lüftung gesorgt.

Darüber wurde einer der zwei Lautsprecher für die zusätzliche Funktion des Radios eingesetzt.

Abbildung 38 Rechte Seitenansicht

Auf der anderen Seite wurde ebenso ein Musikklautsprecher eingebaut.



Abbildung 39 Linke Seitenansicht



Abbildung 40 Frontseite



Abbildung 41 Rückseite

## 6.9 TEST FEHLERBEHEBUNG

Um diverse Tests durchzuführen und etwaige Fehler zu beheben, wurde eine übersichtliche Exceltabelle mit unterschiedlichen Testszenarien erstellt. Alle Szenarien wurden abgearbeitet und etwaige Korrekturen vorgenommen

Test Nr.	Test Bereich	Was wir erwartet	Was ist passiert	Status	Weiters Vorgehen
1	Elektrisch	Verdrahtung wird gemäss Anlagenschema überprüft	Das Schema stimmt überein	I.O	Keine
2	Elektrisch	Signal Ai1 (Tempo Bierkühler) wird mit einem Thermometer überprüft	Die Temperaturen stimmen überein	I.O	Keine
2	Elektrisch	Signal Ai2 (Tempo Zapfhahn) wird mit einem Alkohol Temperaturmesser überprüft	Da der Fühler nur angelegt wird gibt es Schwankungen mit der Biertemperatur +-10%	I.O	Keine
3	Elektrisch	Signal Ai3 (Drucksensor) wird mit dem Messgerät überprüft, ob die Max werte eingehalten werden 0...10V	Das Messgerät zeigt einen Wert in dem Bereich an 6.68V (41 Bar)	I.O	Keine
	Elektrisch	Signal Ai4 (Gewicht Hauptfass) wird mit dem Messgerät überprüft, ob die Max werte eingehalten werden 0...10V	Das Messgerät zeigt einen Wert in dem Bereich an 1.348V (Fass lehr)	I.O	Keine
	Elektrisch	Signal Ai5 (Gewicht Nebenfass) wird mit dem Messgerät überprüft, ob die Max werte eingehalten werden 0...10V	Das Messgerät zeigt einen Wert in dem Bereich an 2.251 V (10L)	I.O	Keine
4	Elektrisch	Der Drucksensor wird auf dem HMI	Die Werte stimmen mit einer Toleranz von +-10%	I.O	Keine
6	Elektrisch	Gewichtssensor Hauptfass wird mit einem Vollen und leeren Fass belaste und überprüft, ob es auf dem HMI korrekt angezeigt wird	Die Werte stimmen mit einer Toleranz von +-10%	Abweichung aber akzeptabel	Keine
8	Elektrisch	Gewichtssensor Nebenfass wird mit einem Vollen und leeren Fass belaste und überprüft, ob es auf dem HMI korrekt angezeigt wird	Die Werte stimmen mit einer Toleranz von +-10%	Abweichung aber akzeptabel	Keine
9	Programm	Wird beim HMI ein Fehler angezeigt	Kein Fehler vorhanden	I.O	Keine

10	Programm	Wird bei der LOGO ein Fehler angezeigt	Kein Fehler vorhanden	I.O	Keine
11	Programm	funktioniert die Verbindung LOGO HMI	Das HMI konnte eine Verbindung mit der LOGO herstellen	I.O	Keine
12	Programm	Sind beim HMI die verschiedenen Menüs aufrufbar	Das Wechseln zwischen den Menüs war kein Problem	I.O	Keine
13	Programm	der Button Sommer startet die Anlage und passt die Werte auf die in der LOGO programmierten Parameter an	In der LOGO sieht man das der Block aktiv wird und der Kühler startet seine Regelung	I.O	Keine
14	Programm	der Button Winter startet die Anlage und passt die Werte auf die in der LOGO programmierten Parameter an	In der LOGO sieht man das der Block aktiv wird und der Kühler startet seine Regelung	I.O	Keine
15	Programm	der Button Zwischensaison startet die Anlage und passt die Werte auf die in der LOGO programmierten Parameter an	In der LOGO sieht man das der Block aktiv wird und der Kühler startet seine Regelung	I.O	Keine
16	Programm	Der Button Radio schaltet auf der Logo den Kontakt Q6	Der Radio wird eingeschaltet	I.O	Keine
17	Programm	Der Button Licht schaltet auf der Logo den Kontakt Q7 Da kein Licht im Moment eingebaut ist wir dies mit dem Messgerät überprüft	Das Messgerät zeigt einen Durchgang beim Kontakt Q7	I.O	Keine
18	Hardware	Bierschlauch von Fass zu Kühler ist dicht ordentlich angeschlossen und schon verlegt	keine Blasenbildung und Schlauchschellen wurden verwendet	I.O	Keine
19	Hardware	Bierschlauch vom Kühler zum Zapfhahn ist dicht ordentlich angeschlossen und schön verlegt	keine Blasenbildung und Schlauchschellen wurden verwendet	I.O	Keine
20	Hardware	Die Anlage kann Bier und Schaum separat erzeugen	Zapfhähne werden nach vornegezogen werden und Bier kommt, wenn er nach hinten gedrückt wird kommt Schaum	I.O	Keine
21	Hardware	Es werden immer 5 Biere innerhalb von 3 min gezapft die Biere dürfen dabei zwischen dem ersten und dem letzten eine maximale Abweichung von 15% haben	Daten gemäss separatem Diagramm	I.O	Keine
22	Hardware	Biertemperatur bei 25 Grad Aussentemperatur wird 7 Grad gemäss Sommerparameter heruntergekühlt.	Daten gemäss separatem Diagramm	I.O	Keine

23	Hardware	Biertemperatur bei 12 Grad Aussentemperatur wird 9 Grad gemäss Zwischensaisonparameter heruntergekühlt.	Test konnte nicht durchgeführt werden da die aussen Temp. zu hoch war wird im Herbst nachgeholt	Nicht I. O	Test wird nachgeholt
24	Hardware	Biertemperatur bei -2 Grad Aussentemperatur wird 12 Grad gemäss Winterparameter heruntergekühlt.	Test konnte nicht durchgeführt werden da die aussen Temp zu hoch war wird im Winter nachgeholt	Nicht I. O	Test wird nachgeholt
26	Hardware	10 Testpersonen empfinden die CO2 Einstellung der Anlage als Richtig	die Konsumenten waren zufrieden mit dem CO2 Gehalt	I.O	Keine

Die Abweichungen bei den Fässern liegen in etwa bei 10 %, wenn die Fässer leer sind. Laut Auftraggeberin und Experten reicht diese Präzision für diesen Verwendungsfall aus.

Die beiden Tests, die derzeit noch mit «Nicht i.O.» vermerkt sind, konnten aufgrund der klimatischen Bedingungen noch nicht getestet werden. Sie werden im Laufe des Jahres noch nachgeholt.

## 6.10 EXPERTEN INTERVIEW

Der interviewte Experte ist Herr Wilfried Uhr. Wilfried ist schon seit Jahren ein Freund der Familie und selbst Gaststättenbesitzer. Der Experte wurde vor allem für die Einstellungen an Zapfhähnen und der CO<sub>2</sub> Flasche hinzugezogen, da er aufgrund jahrelanger Berufserfahrung über das notwendige Know-how in diesem Bereich verfügt. Des Weiteren hat er auch sehr viele Kontaktpersonen bei diversen Brauereien und Lieferanten in der Umgebung.

*Frage 1:* Stimmen die Werte am Touchdisplay mit den tatsächlichen Werten überein?

*Wilfried:* Es gibt geringfügige Abweichungen, die gemessen wurden. Jedoch bewegt sich die Differenz in einem Toleranzbereich und ist darauf zurückzuführen, dass oft noch Bier in den Leitungen beziehungsweise der Schankanlage bleibt. Bei einem kontinuierlichen Ausschank ohne lange Stehzeiten bleibt die Temperatur gleichmässig und entspricht der Anzeige.

*Frage 2:* Werden Fehler oder Störungen am HMI angezeigt?

*Wilfried:* Ja! Es ist sofort zu erkennen, wenn sich der Füllstand im Bierfass verändert bzw. zu Ende neigt.

*Frage 3:* Enthält das Panel ein Übersichtsbild?

*Wilfried:* Ja, es ist ein Übersichtsbild vorhanden und dieses ist leicht verständlich und schlüssig. Man benötigt keine grossartigen Fachkenntnisse, um es zu verstehen.

*Frage 4:* Stimmt der angezeigte Füllstand mit dem realen Füllstand der Fässer überein?

*Wilfried:* Es gibt geringe Abweichungen, die sich aber auch im Normalbereich befinden. Es ist möglich, dass das Fass nicht zu 100 % an gleicher Stelle wie bei der Einwaage befindet, ausserdem könnte es auch beim Befüllen zu minimalen Schwankungen gekommen sein.

*Frage 5:* Wird der Stand der CO<sub>2</sub>-Flasche am HMI Display angezeigt?

*Wilfried:* Ja, es wird der Druck angezeigt, beziehungsweise hängt auch direkt bei der CO<sub>2</sub>-Flasche ein Drucksensor dran.

*Frage 6:* Sind beide Zapfhähne funktionsfähig?

*Wilfried:* Ja! Es funktionieren beide Zapfhähne, es ist auch möglich parallel aus beiden Zapfhähnen Bier zu lassen. Das Bier kommt gekühlt in perfekter Temperatur bei den Gästen an.

*Frage 7:* Bist du generell mit den Funktionen der Schankanlage zufrieden und möchtest du noch etwas zu dieser Projektidee sagen?

*Wilfried:* Ja, sehr gerne möchte ich noch ein paar Worte im Allgemeinen über die Schankanlage verlieren.

Besonders angetan bin ich vom Design der Schankanlage. Durch das Abflämmen wurde eine spezielle Optik erzielt. Ich kann mir sehr gut vorstellen, dass diese Schankanlage zum Beispiel in einer Almhütte steht und dort für Aufsehen sorgt. Da in Kärnten generell sehr viel Hüttentourismus (Sommer wie Winter) ist, könnte ich mir auch sehr gut vorstellen, dass Käufer gefunden werden.

Als besonderes Highlight empfinde ich das eingebaute Radio, da zu jedem gutem Fest stets Musik gehört. Das Tanzen ist auf allen Festen, Kirchtagen oder sonstigen Feierlichkeiten neben dem Biergenuss, gutem Essen und Unterhaltung im Vordergrund.

Ich habe mich bei Willi für seine Unterstützung bedankt und war zufrieden mit seinem positiven Feedback.

## 6.11 ABSCHLUSS PROJEKTREALISIERUNG

Nachdem in der ersten Phase eine Projektidee und Ziele definiert wurden, wurde im zweiten Schritt ein Zeitplan zur Umsetzung der Ziele unter Einhaltung der Vorgaben und Richtlinien erstellt.

Die Projektrealisierung war die aufwändigste Phase des gesamten Projektes, da hier alle zuvor ausgearbeiteten Planungsschritte zusammenfließen, ausgearbeitet und letztlich auch dokumentiert wurden.

Grundlage der Projektrealisierungsphase war es, die unterschiedlichen Varianten, welche für das System möglich wären, auszuarbeiten. Die Varianten wurden anhand eines eigenen Beurteilungssystems bewertet. In die Entscheidung mit eingeflossen ist vor allem auch der technische Wissensstand der Auftraggeberin. Da es ihr wichtig war, dass das Endprodukt einfach in der Handhabung ist.

Nach der Entscheidung, welches Steuerungssystem sich am besten eignet, wurde ein Schema erstellt, um im nächsten Schritt die Materialbeschaffung zu planen. Eine genaue Aufstellung der einzelnen Positionen war besonders wichtig, damit das vorgegebene Budget nicht überschritten wurde.

Im Rahmen der Entwicklung und des Aufbaus waren sehr viele Schritte zu beachten. Die umfangreiche Fotodokumentation zeigt jeden einzelnen Schritt von der Schreinerei, diversen Holzarbeiten, Analyse, Reinigung und Umbau des Durchlaufkühlers, Arbeiten an der Siemens Logo, HMI und das Programmschema. Weitere Fotos befassen sich mit den Gewichtssensoren, den Verkabelungen und dem letzten Feinschliff, samt Einbau der Zusatzfunktionen.

Nach Fertigstellung der Schankanlage wurden zahlreiche Tests zur Fehlerbehebung durchgeführt und somit der Feinschliff erledigt.

## 7 PROJEKTABSCHLUSS

### 7.1 EVALUATION DER PROJEKTERGEBNISSE

Bei der Evaluation der Projektergebnisse werden die Ziele mit den Anforderungen verglichen und dabei geschaut, ob sie erreicht wurden. Ausserdem wurde die Planung analysiert und geschaut bei welchen Punkten man bei künftigen Projekten mehr oder weniger Zeit einrechnen sollte.

#### 7.1.1 ZIELSCHEIBE

Endergebnisse	Erfolgskriterien	Bewertung
<b>In der Kalenderwoche 38 liegt eine Dokumentation als PDF-Datei mit folgendem Inhalt vor:</b>	<b>Der Abgabetermin kann ohne Verzögerung eingehalten werden. Das Dokument beinhaltet die geforderten Punkte und ist für Drittpersonen mit höchstens drei Rückfragen verständlich formuliert.</b>	
Projektauftrag und Zielscheibe	Der Projektauftrag ist vollständig ausgefüllt und die Ziele sind vom Auftraggeber genehmigt.	Ziel erreicht
Projektstrukturplanung mit dazugehöriger Ablauf- und Ressourcenplanung	Der Soll/Ist-Vergleich der Projektüberwachung zeigt höchstens drei Abweichungen auf.	Ziel erreicht
Kompletter Entwicklungsbericht der Aufgabe, inklusive Testbericht, Fehlerdokumentation und eine grafische Dokumentation der Software	Die Testspezifikationen können zu 85% eingehalten werden.	Ziel erreicht
Evaluation der Projektergebnisse, Reflexion und Erkenntnisse	Es können mindestens zwei Verbesserungsmassnahmen für zukünftige Projekte abgeleitet werden.	Ziel erreicht
<b>Eine Steuerung wurde mit folgenden Funktionen entwickelt</b>	<b>Eine fachkundige Person beurteilt die Schaltung als kreativ und innovativ.</b>	
Temperatur Steuerung des Kühlers	Die Werte der Temperatur stimmen mit der Steuerung überein.	Ziel erreicht im Toleranzbereich
Auftreten von optischen Meldungen	Bei Fehlern werden diese auf dem HMI angezeigt	Ziel erreicht
Bedienpanel vorhanden welches Grafisch die Anlage zeigt	Die Anzeige des Panels enthält ein Übersichtsbild der Anlage.	Ziel erreicht
Füllstandüberwachung der Fässer	Der Füllstand stimmt mit dem realen Füllstand überein	Ziel erreicht im Toleranzbereich
Anzeige der CO <sub>2</sub> Flasche	Die CO <sub>2</sub> Flasche zeigt auf dem HMI den Restdruck an	Ziel erreicht
<b>Die Schankanlage soll folgende eigenschafften besitzen</b>	<b>Schankanlage</b>	
2 Hähne mit welchen Bier gezapft werden kann	Die Zapfhähne müssen beide funktionieren und kühles Bier liefern	Ziel erreicht
Ein Lager mit Fässern	Das Lager soll überwacht werden und bei zu wenig Inhalt eine Fehlermeldung absetzen	Ziel erreicht
Der Preis sollte unter € 3.000, -- sein	Die Kosten sollen in der Arbeit ersichtlich sein und die 3000€ nicht überschreiten	Ziel erreicht

Dem Experten ist beim Testlauf aufgefallen, dass zwischen angezeigter und gemessener Biertemperatur eine Abweichung besteht. Da dies aber nur mit einem Anlegefühler gemessen wurde, ist diese Abweichung im Toleranzbereich. Bei grösseren Durchflussmengen wäre dieser Wert um einiges genauer.

Ebenso gibt es beim Füllstand der Fässer Abweichungen. Da es sich aber nur um wenige Liter handelt, kann auch dies vernachlässigt werden.

## 7.2 DIAGRAMM TEMPERATUR

Es wurde ein Test mit sechs Testreihen zu je sieben Bier durchgeführt. Bei jedem Bier wurde die Temperatur gemessen und notiert. Die Testung hat ergeben, dass jeweils das erste Bier, nach längerem Stillstand der Schankanlage abweicht, ab dem zweiten Bier waren die Temperaturen wieder konstant.

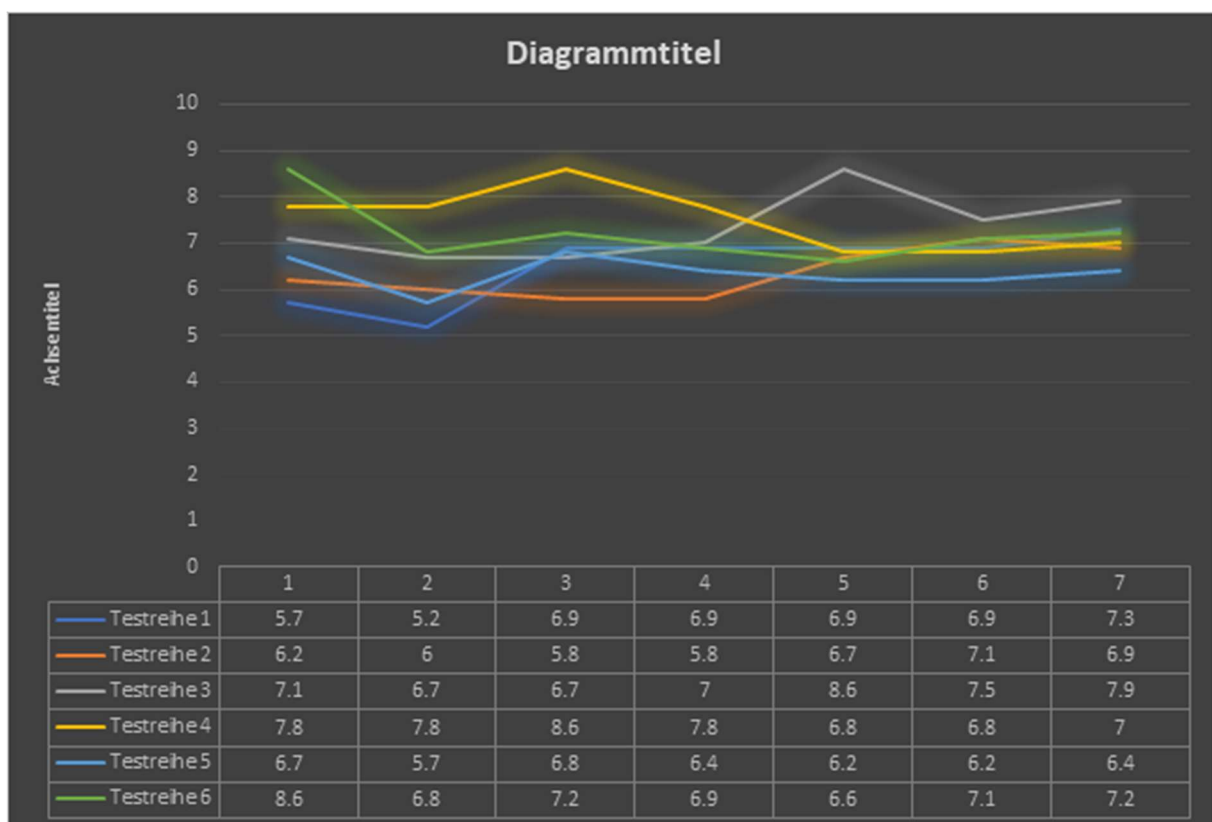


Abbildung 42 Testdiagramm

### 7.2.1 TERMINPLANUNG SOLL IST VERGLEICH

Bei dem rot umrandeten Teil ist die Zeit leider nicht aufgegangen aber dank Nachtschichten konnten ich den zeitlichen Rückstand wieder aufholen. Die weiteren Projektschritte konnte daher wie geplant durchgeführt werden.



Abbildung 43 Soll-Ist-Vergleich

### 7.3 REFLEXION UND ERKENNTNISSE

Rückblickend auf das Projekt kann ich sagen, dass ich sehr viel über die Wichtigkeit von Organisation und Struktur gelernt habe. Mir wurde bewusst, wie wichtig es ist zeitgerecht Informationen einzuholen und anhand von strikten Aufgabenstellungen und Richtlinien Ideen umzusetzen. Besonders geholfen hat mir die Zielscheibe, welche ganz am Anfang des Projektes ausgearbeitet wurde. Immer wieder habe ich mir meine Ziele vor Augen gehalten und mit meinen Meilensteinen aus dem Projektstruktur- bzw. dem Projektablaufplan verglichen. Durch diesen Prozess wusste ich immer genau, wo ich stand, ob ich noch in meinem Zeitplan liege und was in den nächsten Tagen notwendig ist, um wieder ein Arbeitspaket abzuschliessen.

Die genaue Planungsphase war vor allem deshalb sehr wichtig, da ich ständig zwischen meinem Wohnort in der Schweiz und dem Standort meines Projektes in Kärnten hin und her pendeln musste. Es war notwendig rechtzeitig die Termine für die Wochenenden in Kärnten zu planen. Da ich während der gesamten Zeit des Projektes zwischen beiden Orten pendeln musste, war es auch äusserst wichtig die Materialbestellungen dementsprechend anzupassen.

Wenn ich schon bei Bestellung gesehen habe, dass die Lieferzeit vermutlich mit einem Wochenende zusammenfällt, an dem ich das Stück in Kärnten benötigte, so habe ich vorsorglich das jeweilige Bauteil bereits nach Kärnten bestellt.

Ganz am Anfang, bei einem meiner ersten Aufenthalte in Kärnten war es nämlich so, dass ich wichtige Werkzeuge und bereits bestellte Materialien, die ich für das Projekte benötigte in der Schweiz hatte. Dadurch kam es in diesem Punkt zu Verzögerungen und ich musste eine andere Arbeit vorziehen. Aus dieser Fehlplanung habe ich gelernt, mir vorab Gedanken zu machen, welche Schritte in der Projektablaufplanung als nächstes kommen und was notwendig ist, um diese Schritte abzuschliessen. Ich erstellte ToDo-Listen und Notizen für Werkzeuge und Materialien, die ich dringend beim Projekt für ein Vorankommen benötigte.

Bestellte ich allerdings Material, für welches es notwendig war, vorab technische Fragen abzuklären, wie es beispielsweise mit der Siemens Logo war, so bestellte ich diese zunächst zu mir in die Schweiz. Somit konnte ich auch in den Phasen, in denen ich zuhause in Luzern war, weiter am Projekt arbeiten.

Was sehr herausfordernd war, war das ich diverse Programmierungen zwar vornehmen konnte, ob diese aber im Zusammenspiel mit der Schankanlage, beziehungsweise mit dem Durchlaufkühler, auch funktionieren, konnte ich oft erst Wochen später austesten.

Durch die wöchentlichen Statusberichte und das Feedback des Diplomlehrers, war es bei Rückschlägen oder Problemen wesentlich leichter wieder auf Kurs zu kommen und den Fokus wieder auf die Diplomarbeit und die nächsten Meilensteine zu legen. Für mich persönlich kann ich aus diesem Projekt mitnehmen, dass es wichtig ist zielorientiert und somit lösungsorientiert zu arbeiten. Den Fokus auf Probleme zu legen, wäre ein falscher Ansatz – wenn Probleme beziehungsweise Schwierigkeiten auftreten, muss an einer Lösung gearbeitet werden. Diese Erkenntnis nehme ich auch in meinen Beruf und mein privates Umfeld mit.

## 7.4 PRÄSENTATION VORBEREITEN

Nachdem die gesamte Projektdokumentation fertiggestellt wurde, wurde eine Präsentation im Power Point erstellt. In der Power Point Präsentation werden noch einmal die wichtigsten Informationen kurz zusammengefasst und übersichtlich auf den einzelnen Folien präsentiert. Mir ist es besonders wichtig, dass die Folien mit wenig Text befüllt sind, da die Zuhörer durch das Lesen langer Textpassagen von der eigentlichen Präsentation abgelenkt wären.

## 7.5 ABSCHLUSS DES PROJEKTS

Zum Abschluss meines Projektes «Schankanlage der Zukunft» kann ich sagen, dass ich mit dem Ergebnis sehr zufrieden bin. Es hat sich ausgezahlt in akribischer Feinarbeit ein Ziel auszuarbeiten und sich Schritt für Schritt den gesetzten Zielen zu nähern.

Es waren sehr viele gefahrene Kilometer notwendig, um das Projekt schlussendlich fertig zu machen. Ich verbrachte zahlreiche Stunden in Zügen und arbeitete fast täglich an der Planung der nächsten Schritte. Es war sehr aufwändig, sämtliche Faktoren, die für einen erfolgreichen Projektabschluss notwendig waren zu beachten.

Dass sich all dieser Aufwand ausgezahlt hat, habe ich beim letzten grossen Testlauf mit Familie und Freunden gesehen. Ich war sehr stolz und erklärte mehrere Male die Funktionen und die Arbeitsschritte die notwendig waren, um kühles Bier aus den Zapfhähnen fliessen lassen zu können.

Meine Schankanlage, welche ich noch offiziell meiner Mutter als Auftraggeberin übergeben werde, ist bereits jetzt zuhause in Kärnten ein Highlight und ich bin mir sicher, dass sie auf vielen Festlichkeiten zum Einsatz kommen wird.

## 7.6 DANKSAGUNG

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen Menschen bedanken, die mich bei Erstellung meiner Diplomarbeit unterstützt haben.

Zuerst gebührt mein Dank Urs Gloggner und meinem langjährigen Freund Wilfried Uhr, welche mich durch die ganze Diplomarbeit unterstützt und motiviert haben.

Ausserdem möchte ich mich noch bei meinen Eltern bedanken, welche meine Auftraggeber sind und dieses Projekt erst ermöglicht haben.

Ein weiteres Dankeschön gilt den beiden Sponsoren, der Privatbrauerei Hirt und der Schurter AG, welche mir ermöglicht haben, gebrauchtes Material kostengünstig oder sogar kostenlos zu beziehen.

Des Weiteren möchte ich mich bei der SBB bedanken welche mir die Chance gegeben haben die Ausbildung zu machen und besonderer Dank gilt noch Mathias Niffeler Mathias Pfister und Ramona Kogler, welche mir bei der Korrekturlesung der Arbeit sehr geholfen haben.

Abschliessend möchte ich mich noch bei der Teko für die gute Ausbildung in den letzten 3 Jahren bedanken. Ohne die gute Arbeit jedes einzelnen Dozenten wäre die Diplomarbeit so nicht möglich gewesen.

## 8 QUELLENVERZEICHNIS

Quelle	Link
Logo Handbuch	<a href="https://cache.industry.siemens.com/dl/files/909/21221909/att_91335/v1/Logo_d.pdf">https://cache.industry.siemens.com/dl/files/909/21221909/att_91335/v1/Logo_d.pdf</a>
Schankanlagen Bau	<a href="http://getraenkezapfanlagen.net">Zapfanlagen &amp; Bierkühler (getraenkezapfanlagen.net)</a>
HMI Programm	<a href="#">SIMATIC HMI TP700 Confort - 6AV2124-0GC01-0AX0 - Industry Support Siemens</a>

## 9 DIVERSES

### 9.1 PROJEKTÜBERWACHUNG

Kalenderwoche 33

Projekt: **Schankanlage der Zukunft**

Stautsbericht: **KW 33**

<b>Projektleiter</b> <b>Mathias Tschinder</b>	<b>Projektziele</b> <b>Die Schaltanlage der Zukunft überwacht intelligent praktisch</b>	<b>Verteiler</b> • Urs Gloggner • Karin Tschinder
<b>Gesamt-Beurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b> ■ ■ ■	<b>Projektklima</b> ■ ■ ■
	<b>Termine</b> □ ■ ■	<b>Risiken</b> ■ ■ ■
	<b>Ressourcen</b> □ ■ ■	
<b>Tendenz</b>	↖	↖
	↖	↖
	↖	↖
<b>Aktueller Projektstand</b> • Projekt Initialisierung • Änderung des Pflichtenheftes • Starten mit der Dokumentation	<b>Was läuft gut?</b> • Zielscheibe und Pflichtenheft warten noch auf Bestätigung sind aber gemacht <b>Was läuft nicht gut?</b> • Aufgrund des grossen Arbeitsvolumen im Betrieb und der Verschiedenen Prüfungen welche wir noch haben ist die Zeit leider stark eingeschränkt-	
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> • Probiere einen Tag Urlaub zu bekommen und dort die Verlorene Zeit wieder einzuarbeiten.		

Projekt-Statusbericht, Stefan Thöni, Josef Räber

Kalenderwoche 34

Projekt: **Schankanlage der Zukunft**

Stautsbericht: **KW 34**

<b>Projektleiter</b>  Mathias Tschinder	<b>Projektziele</b>  Die Schankanlage der Zukunft überwacht intelligent praktisch	<b>Verteiler</b> • Urs Gloggner • Karin Tschinder			
<b>Gesamt-Beurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b> ■ ■ ■	<b>Projektklima</b> ■ ■ ■	<b>Termine</b> ■ ■ ■	<b>Risiken</b> ■ ■ ■	<b>Ressourcen</b> ■ ■ ■
<b>Tendenz</b>	↖	↖	↑	↖	↖
<b>Aktueller Projektstand</b> • Varianten Bildung • Nutzwertanalyse		<b>Was läuft gut?</b> • Zielscheibe und Pflichtenheft wurde bestätigt <b>Was läuft nicht gut?</b> • Dank der grossen Produktvielfalt ist es nicht einfach das richtige zu finden und dies dann in die Varianten zu packen.			
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> • Favorisierte Variante ausarbeiten und die Materialbestellung					

Projekt-Statusbericht: Stefan Thöni, Josef Räber

Kalenderwoche 35:

Projekt: **Schankanlage der Zukunft**

Stautsbericht: **KW 35**










<b>Projektleiter</b>  Mathias Tschinder	<b>Projektziele</b>  Die Schankanlage der Zukunft überwacht intelligent praktisch	<b>Verteiler</b> • Urs Gloggner • Karin Tschinder			
<b>Gesamt-Beurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b> ■ ■ ■	<b>Projektklima</b> ■ ■ ■	<b>Termine</b> ■ ■ ■	<b>Risiken</b> ■ ■ ■	<b>Ressourcen</b> ■ ■ ■
<b>Tendenz</b>	↖	↖	↑	↖	↖
<b>Aktueller Projektstand</b> • Schema gezeichnet • Material bestellt		<b>Was läuft gut?</b> • Material wurde bestellt <b>Was läuft nicht gut?</b> • Material dauert bei gewissen Produkten länger • Aufbau des Möbel ist doch Zeitintensiver als erwartet			
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> • Probiere durch Ausfall des Trainings die Zeit zu kompensieren • Dokumentation wird im Moment vernachlässigt					

Projekt-Statusbericht: Stefan Thöni, Josef Räber

Kalenderwoche 36

**Projekt: Schankanlage der Zukunft**

**Stautsbericht: KW 36**

<b>Projektleiter</b>  Mathias Tschinder	<b>Projektziele</b>  Die Schaltanlage der Zukunft überwacht intelligent praktisch	<b>Verteiler</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Urs Gloggner</li> <li>• Karin Tschinder</li> </ul>			
<b>Gesamt-Beurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b> 	<b>Projektklima</b> 	<b>Termine</b> 	<b>Risiken</b> 	<b>Ressourcen</b> 
<b>Tendenz</b>					
<b>Aktueller Projektstand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material erhalten</li> <li>• Aufbau begonnen</li> </ul>			<b>Was läuft gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Holzmöbel montiert</li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbindung HMI LOGO</li> <li>• Lack trocknet sehr Langsam</li> </ul>		
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probiere durch Ausfall des Trainings die Zeit zu kompensieren (wieder)</li> <li>• Dokumentation wird im Moment vernachlässigt (bleibt)</li> </ul>					

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber

Kalenderwoche 37

**Projekt: Schankanlage der Zukunft**

**Staatsbericht: KW 37**

<b>Projektleiter</b>  Mathias Tschinder	<b>Projektziele</b>  Die Schankanlage der Zukunft überwacht intelligent praktisch	<b>Verteiler</b> • Urs Gloggner • Karin Tschinder			
<b>Gesamt-Beurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b> ■ ■ ■ ↑	<b>Projektklima</b> ■ ■ ■ ↖	<b>Termine</b> □ ■ ■ ↑	<b>Risiken</b> □ ■ ■ ↑	<b>Ressourcen</b> □ ■ ■ ↑
<b>Aktueller Projektstand</b> • Im Projektaufbau		<b>Was läuft gut?</b> • Analogwerte eingelesen • HMI kann die Werte anzeigen <b>Was läuft nicht gut?</b> • Die Zeit bleibt kritisch			
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> • Probiere durch Ausfall des Trainings die Zeit zu kompensieren (wieder) • Dokumentation wird in die Nachtschicht verschoben					

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber

Kalenderwoche 38:

**Projekt: Schankanlage der Zukunft**

**Staatsbericht: KW 38**

<b>Projektleiter</b>  Mathias Tschinder	<b>Projektziele</b>  Die Schankanlage der Zukunft überwacht intelligent praktisch	<b>Verteiler</b> • Urs Gloggner • Karin Tschinder			
<b>Gesamt-Beurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b> ■ ■ ■ ↑	<b>Projektklima</b> ■ ■ ■ ↖	<b>Termine</b> □ ■ ■ ↑	<b>Risiken</b> □ ■ ■ ↖	<b>Ressourcen</b> □ ■ ■ ↖
<b>Aktueller Projektstand</b> • Projekt wird getestet		<b>Was läuft gut?</b> • Analogentests gestartet • HMI programmiert <b>Was läuft nicht gut?</b> • Die Zeit bleibt kritisch			
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> • Probiere durch Ausfall des Trainings die Zeit zu kompensieren (wieder) • Dokumentation wird in die Nachtschicht verschoben					

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber

## 9.2 ANHANG

### 9.2.1 RICHTLINIEN DIPLOMARBEIT



#### Richtlinien Diplomarbeit

alle Studienrichtungen

##### Ziel und Zweck

Mit der Diplomarbeit zeigst Du, dass Du eine Aufgabenstellung innerhalb einer vorgeschriebenen Zeitspanne selbstständig, umfassend und zweckmässig lösen sowie sauber dokumentieren und präsentieren kannst.

##### Daten

Orientierung Diplomarbeit	KW 20, 2021 durch Abteilungsvorstand
Themenabgabe	Montag, 7. Juni 2021, 18.00 Uhr
Start Diplomarbeit	Montag, 16. August 2021
Abgabe Diplomarbeit	Montag, 11. Oktober 2021, 16.00 Uhr
Präsentationen	KW 43
Diplomfeier	Freitag, 10. Dezember 2021, 19.00 Uhr

##### Ablauf

###### 1. Orientierung

Zu Beginn des letzten Semesters orientiert Dich der Abteilungsvorstand oder die Schulleitung über die Diplomarbeit, die einzuhaltenden Termine sowie erste Vorbereitungsarbeiten.

###### 2. Themensuche

Anschliessend an die Orientierung suchst Du ein Thema, welches Du in Deiner Diplomarbeit behandeln willst. Geeignet sind Themen aus Deiner Berufsumfeld mit direktem Bezug zur Studienrichtung. In der Regel ist die Diplomarbeit eine Einzelarbeit, umfangreiche Diplomarbeiten können auch zu zweit erarbeitet werden.

###### 3. Themeneingabe

Du reichst Dein Thema gemäss der Vorlage «Themeneingabe» via Dateilupload im Extranet unter «Praktika» ein.

###### 4. Themenabstimmung

In Absprache mit Abteilungsvorstand und Fachdozierenden wird das Thema beurteilt und wenn notwendig präzisiert bzw. abgegrenzt.

###### 5. Start Diplomarbeit

Wir bestätigen Dir Dein gewähltes Diplomthema und den Namen der Dich betreuenden Person am Startdatum der Diplomarbeit. Datum, Zeit und Ort der Diplomarbeitpräsentation teilen wir Dir während der Erstellung der Diplomarbeit mit.

###### 6. Betreuung

Vereinbare zu Beginn der Diplomarbeit mit der betreuenden Person zwei Vorzelgetermine. Den ersten Termin vereinbarst Du am Anfang, damit die Zielvorgaben abgestimmt und die Aufgabenstellung besprochen werden können. Ein zweiter Vorzelgetermin nach der Hälfte der zur Verfügung stehenden Zeit dient dazu, den Stand der Arbeit zu kontrollieren und eventuelle Korrekturen anzubringen.

Besprechungspunkte:

- Standortbestimmung in Bezug auf die Zielsetzung
- Aufzeigen allfällig aufgetretener Probleme mit Lösungsvorschlägen
- Aufbau und Struktur der Dokumentation
- Fragen zur Vorbereitung der Präsentation und Onlinepublikation

###### 7. Abgabe Diplomarbeit

- Je ein elektronisches Exemplar in einer pdf-Datei an das TEKO-Sekretariat via Upload im Extranet unter «Praktika» und – wenn verlangt – an die betreuende Person via E-Mail.
- Sofern die betreuende Person dies für die Korrektur verlangt: ein Exemplar gebunden im Format A4.

Der Dateiname des pdf-Dokuments muss wie folgt aufgebaut sein: DA\_Jahr\_Name\_Vorname\_Klasse.pdf.

###### 8. Onlinepublikation

Zur Diplomarbeit gehört auch eine Onlinepublikation der Diplomarbeit. Diese wird auf einer von der TEKO zur Verfügung gestellten Plattform realisiert und dient dazu, Deine Arbeit einem breiten Publikum nachhaltig zugänglich zu machen. Die Vorstellung der Onlinepublikation ist fester Bestandteil der Diplomarbeitpräsentation. Den Zugang zur Plattform werden wir Dir im Verlauf der Diplomarbeit via Mail bekanntgeben.

Die Publikation umfasst folgende Inhalte: Kurzbeschreibung des Ergebnisses resp. des Produktes, Nutzen / Mehrwert für den Auftraggeber, Veranschaulichung mittels frei wählbarer Elemente (z.B. Fotos, Filme...).

### 9. Schlussbesprechung und Präsentation

Den Abschluss der Diplomarbeit bildet die Präsentation in Anwesenheit der betreuenden Person und des neutralen Experten. Du hast 15 Minuten Zeit für die Präsentation Deiner Arbeit und 5 Minuten für die Beantwortung von Fragen der Experten. Der Inhalt der Präsentation richtet sich nach den in der Aufgabenstellung definierten Vorgaben bzw. nach den mit der betreuenden Person besprochenen Punkten.

### Vertrauliche Daten in der Diplomarbeit

Vertrauliche Diplomarbeiten musst Du durch die Schulleitung schriftlich bewilligen lassen. Auf der Titelseite muss klar der Vermerk «vertraulich» sichtbar sein. Bei vertraulichen Arbeiten erhältst Du die physischen Exemplare Deiner Diplomarbeit nach der Rekursfrist zurück. Für die Onlinepublikation kannst Du selbst bestimmen, welche Inhalte Du zugänglich machen willst, oder ob Deine Publikation offline bleiben soll. Die TEKO geht keine Vertraulichkeitsvereinbarungen irgendwelcher Art ein.

### Form, Aufwand

Die Diplomarbeit verfasst Du mit einem Textverarbeitungsprogramm im Format A4, einseitig beschrieben, fortlaufend nummeriert, gebunden oder in einem Ordner (wenn verlangt). Rechne mit ca. 150 – 250 Stunden Arbeitsaufwand. Die Arbeit umfasst eine schriftliche Dokumentation und je nach Aufgabenstellung bzw. Fachrichtung einen zeichnerisch-konstruktiven und/oder experimentellen Teil (z.B. Modell, Prototyp, Labor-Aufbau etc.).

Sofern Arbeitsunterlagen aus Deiner Unternehmung verwendet werden, stelle sicher, dass Du dazu das Einverständnis besitzt. Benützte Quellen sind lückenlos aufzuführen.

### Gliederung der Diplomarbeit

Im Rahmen des Studiums hast Du ein breites Grundlagenwissen im Projektmanagement aufgebaut und in Projekt- und Semesterarbeiten angewendet. Die Dokumentation der Diplomarbeit orientiert sich an genau diesen Grundsätzen. Die Arbeit soll beim Leser den Eindruck einer sinnvollen und geschlossenen Arbeit hinterlassen. Es muss ein «roter Faden» ersichtlich sein. Der chronologische Ablauf soll folgende Struktur aufweisen:

- Deckblatt: Titel der Diplomarbeit, Name der Schule, Name des Diplomanden, Ausbildung und Jahr, wenn vertraulich: Vermerk "vertraulich" auf der Titelseite
- Inhaltsverzeichnis
- Management Summary, max. 2 A4-Seiten
- Kurzer beruflicher Lebenslauf
- Aussagekräftiges Qualifikationsprofil (sofern verlangt, max. 2 A4-Seiten). Die Form ist grundsätzlich frei wählbar. Jedoch muss der Bezug zur Studienrichtung basierend auf dem Rahmenlehrplan klar erkennbar sein.
- Aufgabenstellung / Pflichtenheft / Zieldefinition
- Terminplan (so/ist)
- Lösung der Aufgabe: Berichte / Programme / Ablaufpläne / Lösungswege / Entwürfe / Zeichnungen / Modelle / usw.
- Vollständige Quellenangaben und Literaturverzeichnis
- Reflexion Weg zum Ziel sowie "Lessons learned"
- Persönliches Schlusswort, Verdankungen und Eigenständigkeits-Erklärung

### Bewertung der Diplomarbeit

Deine BetreuerIn bewertet Deine Diplomarbeit anhand eines vorgegebenen Beurteilungsrasters (Schwierigkeitsgrad, Projektinitialisierung und -planung, Realisierung, Dokumentation, Präsentation, Onlinepublikation) in Abstimmung mit dem/der Experten/In. Bei Diplomarbeiten, welche im Auftrag eines Betriebes gemacht werden, fließt die Bewertung der betrieblichen Fachperson in angemessener Form in die Gesamtbewertung ein. Bei Gruppenarbeiten kann jeder Diplomand einzeln bewertet werden. Die Schlussnote wird auf eine Zehntelsnote gerundet.

### Diplomierung

Die Diplomarbeit ist bestanden, wenn Du mindestens die Note 4.0 erreicht hast. Zur Erlangung des Diploms musst Du zudem sämtliche finanziellen Verpflichtungen gegenüber der TEKO erfüllt haben. Bei Nichtbestehen kann die Diplomarbeit einmalig mit neuem Thema wiederholt werden. Du bist selber für die Einhaltung sämtlicher Termine verantwortlich. Massgebend ist das Datum des Uploads oder E-Mail Versands. Zu spät eintreffende Arbeiten gelten als nicht eingereicht.

### Fristerstreckung

Eine Fristerstreckung des Abgabetermins der Diplomarbeit kann nur bei nachgewiesener Krankheit mit Arztzeugnis oder Militärdienst mit Marschbefehl geltend gemacht werden.

### Verwertungsrecht

Diplomarbeiten, welche im Besitze der TEKO bleiben, sind für folgende Verwendungen vorgesehen: Ausstellungen, Orientierungen, Anerkennungsverfahren und als Rekursbeweise.

### Beschwerden und Rekurs

Gegen promotionsrelevante Noten können Sie innert 14 Tagen seit Bekanntgabe mit schriftlicher Begründung Rekurs erheben. Erste Rekursinstanz ist die Schulleitung.

## 9.2.2 BEWERTUNGSRASTER DIPLOMARBEIT



## BEURTEILUNG DIPLOMARBEIT

Name des Diplomanden: \_\_\_\_\_

Abteilung/Klasse: \_\_\_\_\_

Bemerkungen	Abzug
<b>1. Schwierigkeitsgrad</b>	
Höhe des Schwierigkeitsgrades	
<b>2. Projektinitialisierung und -planung</b>	
2.1 Themenbeschreibung	
2.2 Pflichtenheft / Aufgabenabgrenzung / PSP	
2.3 Zielformulierung / Erfolgskriterien	
2.4 Ablaufplanung	
Mangelpunkte:	
<b>3. Realisierung</b>	
3.1 Analyse, Informationssammlung	
3.2 Lösungsweg / Variantenfindung	
3.3 Begründung der Varianten resp. Lösung	
3.4 Berechnungen / Wirtschaftlichkeit	
3.5 Kontrolle Zielerreichung	
3.6 Reflektion (lessons learnt)	
Mangelpunkte:	
<b>4. Dokumentation</b>	
4.1 Gliederung, Aufbau	
4.2 Darstellung	
4.3 Verständlichkeit	
4.4 Anhang (Quellenangaben etc.)	
4.5 Inhaltliche Vollständigkeit	
Mangelpunkte:	
<b>5. Begleitung / Präsentation</b>	
5.1 Arbeitsweise (Termine, etc.)	
5.2 Auftreten, Rhetorik, Verständlichkeit	
5.3 Inhalt	
5.4 Beantwortung der Fragen	
5.5 Zeitverwaltung	
Mangelpunkte:	
<b>6. Onlinepublikation</b>	
5.1 Inhalt	
5.2 Verständlichkeit	
5.3 Ausgestaltung	
Mangelpunkte:	
<b>TOTAL Abzug:</b>	
Kompetenzprofil	
Diplomnote	

Name und Unterschrift des Diplomlehrers: \_\_\_\_\_

Name und Unterschrift des Diplomexperten: \_\_\_\_\_

Ort, Datum: \_\_\_\_\_

## 9.2.3 EINREICHUNG DER IDEE

**THEMENEINGABE DIPLOMARBEIT**

Name, Vorname \_\_\_\_\_ Tschinder Mathias

Adresse, Ort \_\_\_\_\_ Moosmattstrasse 54 6005 Luzern

Klasse \_\_\_\_\_ L-Tel-18-di-a

Firma, Ort \_\_\_\_\_ Gasthaus Tschinder, Kärnten (AUT)

**Thema-Vorschlag****Titel der Arbeit** \_\_\_\_\_ Schankanlage der ZukunftAnalyse der Ausgangslage  
(Was ist los?)

Heutzutage wird bei einer Schankanlage die moderne Technik in der Gastronomie noch nicht viel eingesetzt. Da meist die Kosten einer solchen Anlage zu hoch sind und der Nutzen zu gering, Da meine Mutter ein Wirtshaus eröffnen will wollte ich das Gegenteil beweisen.

Zielsetzung  
(Was soll erreicht werden?)

Eine Bierzapfanlage unter 3000€ welche folgenden Eigenschaften erfüllt.

- 2 Hähne zum Zapfen
- Einen Durchlaufkühler welcher die Temperatur eingestellt werden kann
- Eine Anzeige welcher den Füllstand anzeigt (Bierfass und Gasflasche)
- Eine Anzeige wie der Lagerbestand ist

Umsetzung und Aufbau  
(Wie soll das erreicht werden?)

Die Idee ist die Steuerung über eine SPS zu machen da mit dem Sensor einlesen die Informationen auf ein Display überträgt. Der Durchlaufkühler wird versucht gebraucht zu erwerben da nur so das Budget eingehalten werden kann. Der Gebrauchte Bierkühler wird umgebaut und automatisiert sodass er die Ziele von oben erreicht werden kann. Der Lagerbestand soll mit einem Gewichtssensor überwacht werden wie auch die Aktiven Fässer. Die CO2 Gasflasche soll mit einem Drucksensor überwacht werden.

 Anhang / Beilage zur Themeneingabe \_\_\_\_\_ Seiten*Entscheidung Schulleitung:*Thema Nr.: \_\_\_\_\_  
Datum: \_\_\_\_\_Zuständiger Diplomelehrer: \_\_\_\_\_  
Visum Abt.vorstand/Schulleitung: \_\_\_\_\_

## 9.2.4 VORBEREITUNGSauftrag



Auftrag zur Konkretisierung des Themas für die Diplomarbeit

Liebe\*r Diplomand\*in

Vor ca. einem Monat hast du deinen Vorschlag für die Diplomarbeit beim TEKO-Sekretariat eingereicht. Von der Höheren Fachschule TEKO wurde ich als Diplomlehrer mit der Betreuung deiner Diplomarbeit beauftragt.

Damit du optimal in die Realisierung deiner Diplomarbeit starten kannst und ich dich darin optimal begleiten kann, muss im Vorfeld der folgende Auftrag bis spätestens 30. Juli 2021 erledigt und das Ergebnis per E-Mail an [urs.gloggner@edu.teko.ch](mailto:urs.gloggner@edu.teko.ch) zugestellt werden:

**Auftrag:**

- Erstelle für deine Diplomarbeit ein Pflichtenheft mit folgenden Inhalten:

Inhalt	Beschreibung
1. Einleitung	<p>In der Einleitung ist die Ausgangslage der Diplomarbeit mit folgenden Inhalten zu beschreiben:</p> <p>Bei Arbeiten im Auftrag einer Unternehmung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kurzvorstellung der Firma inkl. Kerngeschäft (max. 10 Sätze)</li> <li>– Überleitung mit der Antwort auf die Frage: Woraus ist die Idee für das Thema der Diplomarbeit entstanden?</li> </ul> <p>Bei Themen ausserhalb eines Betriebes (z.B. für private oder gemeinnützige Zwecke):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kurzbeschreibung, was auf dem Markt bereits vorhanden ist und als Grundlage verwendet wird.</li> <li>– Überleitung mit der Antwort auf die Frage: Weshalb soll die Arbeit realisiert werden? Inwiefern unterscheidet sich das Ergebnis Ihrer Arbeit von bereits vorhandenen Produkten auf dem Markt?</li> </ul>
2. Fachexperte	<p>Bei Arbeiten im Auftrag einer Unternehmung ist eine Person aus dem Betrieb erforderlich, welche die technischen Anforderungen an die Arbeitsergebnisse definiert, das Pflichtenheft genehmigt und die Arbeit in Bezug auf die Lösung aufgrund der Vorgaben (Bewertungsraster) der TEKO bewertet.</p> <p>Bei Arbeiten ausserhalb eines Betriebes muss diese Rolle eine Person übernehmen, welche in diesem Arbeitsgebiet über Expertenwissen verfügt.</p> <p>Vom Fachexperten müssen folgende Informationen vorhanden sein:</p> <p>Vorname, Name, Beruf, Rolle/Funktion, Adresse, E-Mail, Telefon</p>
3. Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Richtziel</li> <li>– Ziele (Endergebnisse / Erfolgskriterien) inkl. detaillierte Beschreibung der Funktionalitäten sowie der technischen Anforderungen</li> <li>– schematische Skizzen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• System, Teilsystem und Umsystem</li> <li>• Schnittstellen</li> <li>• etc.</li> </ul> </li> <li>– weitere Angaben, welche die Arbeit in technischer resp. methodischer und didaktischer Hinsicht konkretisieren resp. von der Firma vorgegeben sind</li> <li>– Für die Erstellung des Pflichtenheftes dürfen sofern vorhanden firmenspezifische Vorlagen verwendet werden.</li> </ul>

### Begleitung während der Diplomarbeit

Die Abgabe der Aufgabenstellung durch den Diplomelehrer sowie Entgegennahme des vom Fachexperten unterschriebenen Pflichtenheftes erfolgt am **16. August 2021** per Mail.

Allfällige Fragen rund um die Diplomarbeit werden gerne online mittels **TEAMS** am **16. August 2021** zwischen **17:00 – 17:30 Uhr** beantwortet.

Der erste Vorzeigetermin findet am **Montag, 30. August 2021** von **16.00 bis ca. 18.30 Uhr** online mittels **TEAMS** gemäss folgendem Plan statt:

16.00 – 16.15 Uhr	Gladek Cyrill
16.20 – 16.40 Uhr	Göze Semi
16.45 – 17.00 Uhr	Hofstetter Marco
17.05 – 17.25 Uhr	Steiner Philipp
17.30 – 17.45 Uhr	Tschinder Mathias
17.50 – 18.05 Uhr	Vogel Patrick
18.10 – 18.25 Uhr	Volio Marin

Im Rahmen dieses Vorzeigetermins werden die folgenden Punkte innerhalb des vorgegebenen Zeitfensters besprochen:

Besprechungspunkt	Wer	Zeitdauer
1. Ziele mit konkreten Endergebnissen und Erfolgskriterien	Diplomand	4'
2. Projektstruktur- sowie Projektablaufplanung inkl. Meilensteine	Diplomand	4'
3. Aufzeigen allfälliger aufgetretenen Probleme (technische, logistische, theoretische etc.) mit Lösungsvorschlägen	Diplomand	4'
4. Fragen und Verschiedenes	Diplomand und Diplomelehrer	3'

Damit die Zeiten eingehalten werden können, ist eine seriöse Vorbereitung zwingend erforderlich.

Der zweite Vorzeigetermin findet am Montag, 20. September 2021 von 16.00 bis ca. 18.30 Uhr wiederum online mittels TEAMS statt:

16.00 – 16.15 Uhr	Gladek Cyrill
16.20 – 16.40 Uhr	Göze Semi
16.45 – 17.00 Uhr	Hofstetter Marco
17.05 – 17.25 Uhr	Steiner Philipp
17.30 – 17.45 Uhr	Tschinder Mathias
17.50 – 18.05 Uhr	Vogel Patrick
18.10 – 18.25 Uhr	Volic Marin

Besprechungspunkt	Wer	Zeitdauer
1. Standortbestimmung in Bezug auf die genehmigten Ziele inkl. allfällige Ziellanpassungen	Diplomand	5'
2. Aufbau und Struktur der Dokumentation	Diplomand	5'
3. Fragen und Verschiedenes inkl. Abgabe des spezifischen Beurteilungsformulars für den Fachbetreuer	Diplomand	5'

Falls Fragen zu den Inhalten dieses Dokumentes auftreten, so stehe ich dir unter der E-Mail - Adresse [urs.gloggner@edu.teko.ch](mailto:urs.gloggner@edu.teko.ch) oder telefonisch unter +41-79-211 02 33 zur Verfügung.

Ich wünsche allen eine gute Vorbereitung, damit ihr im August optimal mit der Diplomarbeit starten könnt.

mit besten Grüßen

Urs Gloggner  
 Diplomlehrer und Experte

## 9.2.5 GENEHMIGUNG

**Von:** Mathias Tschinder <[mathias.tschinder@edu.teko.ch](mailto:mathias.tschinder@edu.teko.ch)>

**Gesendet:** Dienstag, 27. Juli 2021 17:18

**An:** Urs Gloggner <[urs.gloggner@edu.teko.ch](mailto:urs.gloggner@edu.teko.ch)>

**Betreff:** Pflichtenheft

Guten Tag Herr Gloggner

Im Anhang mein Pflichtenheft.

Könnten Sie mir noch den Erhalt dieses Pflichtenheftes bestätigen?

Besten Dank

Bei Fragen stehe ich Ihnen gerne zu Verfügung.

Freundliche Grüsse

Mathias Tschinder

079 932 03 86

**Von:** Urs Gloggner <[urs.gloggner@edu.teko.ch](mailto:urs.gloggner@edu.teko.ch)>

**Gesendet:** Dienstag, 3. August 2021 07:38

**An:** Mathias Tschinder <[mathias.tschinder@edu.teko.ch](mailto:mathias.tschinder@edu.teko.ch)>

**Betreff:** AW: Pflichtenheft

Guten Morgen Mathias

Besten Dank für die Zustellung des Pflichtenheft innerhalb der gesetzten Frist.

Beste Grüsse und ein erfolgreicher Tag

Urs

**Von:** Urs Gloggner <[urs.gloggner@edu.teko.ch](mailto:urs.gloggner@edu.teko.ch)>

**Gesendet:** Dienstag, 17. August 2021 20:43

**An:** Mathias Tschinder <[mathias.tschinder@edu.teko.ch](mailto:mathias.tschinder@edu.teko.ch)>

**Betreff:** WG: Diplomarbeit 2021: Unterschriebenes Pflichtenheft vom Fachexperten

Guten Abend Mathias

Wie gestern besprochen gebe ich dir ein Feedback bzgl. den Anpassungen der Zielscheibe für deine Diplomarbeit:

- 1) Beim 3. Endergebnis auf eine 1:1 Beziehung der Endergebnisse und Erfolgskriterien achten und nicht vermischen z.B. Endergebnis 4 hat kein Erfolgskriterium - ist beim 3. Endergebnis ersichtlich...
- 2) Die Quadranten "Kunde" sowie "Sinn und Zweck" sind nicht beschrieben.
- 3) Bei allfälliger entwickelter Software sind entsprechende grafische Diagramme (z.B. Zustandsdiagramm, Aktivitätsdiagramm,...) mitzuliefern resp. sind ein Bestandteil der Dokumentation. Dies kann ebenfalls als Endergebnis aufgeführt werden.

Soweit für den Moment - Danke für deine Präzisierung bis am 20.08.21.

Bei Fragen stehe ich dir zur Verfügung.

Beste Grüsse

Urs Gloggner

Diplomlehrer und Experte

Teko Luzern

**Von:** Mathias Tschinder <[mathias.tschinder@edu.teko.ch](mailto:mathias.tschinder@edu.teko.ch)>

**Gesendet:** Mittwoch, 18. August 2021 18:20

**An:** Urs Gloggner <[urs.gloggner@edu.teko.ch](mailto:urs.gloggner@edu.teko.ch)>

**Betreff:** AW: Diplomarbeit 2021: Unterschriebenes Pflichtenheft vom Fachexperten

Guten Abend

Danke Urs für dein Feedback im Anhang die überarbeitete Version

Beste Grüsse

Mathias

**Von:** Urs Gloggner <[urs.gloggner@edu.teko.ch](mailto:urs.gloggner@edu.teko.ch)>

**Gesendet:** Freitag, 20. August 2021 06:17

**An:** Mathias Tschinder <[mathias.tschinder@edu.teko.ch](mailto:mathias.tschinder@edu.teko.ch)>

**Betreff:** AW: Diplomarbeit 2021: Unterschriebenes Pflichtenheft vom Fachexperten

Guten Morgen Mathias

Deine Zielscheibe für die Diplomarbeit ist genehmigt - besten Dank für die Nachbesserung.

Beste Grüsse und ein guter Wochenabschluss

Urs Gloggner

Diplomlehrer und Experte

TEKO Luzern

+41-79 211 02 33

## 9.2.6 AUFGABENSTELLUNG



# *Diplomarbeit*

für Herrn	<b><i>Tschinder Mathias</i></b>
Abteilung	<b><i>Elektrotechnik</i></b>
Fachgebiet	<b><i>Automatisierung</i></b>
Thema	<b><i>Schankanlage der Zukunft</i></b>

Fachlehrer	Gloggner Urs
Prüfungsexperte	Räber Joe
Ausgabedatum	16. August 2021
Abgabedatum	11. Oktober 2021

## Aufgabenstellung

Mit der Diplomarbeit werden Sie das während dem gesamten Studium aufgebaute Grundlagenwissen an einer praxisorientierten Aufgabe in Ihrer Studienrichtung anwenden und vertiefen. Dabei geht es für Sie im Wesentlichen um die konsequente Zielorientierung, die Anwendung der Phasen des Projektmanagements sowie die konsequente Umsetzung von definierten Rahmenbedingungen.

Im Rahmen der Vorbereitungsarbeiten wurden Sie eingehend über diese Rahmenbedingungen sowie die Durchführung der Diplomarbeit informiert. Bei der Realisierung der Diplomarbeit müssen Sie nun den folgenden Punkten besondere Beachtung schenken:

- Die einzelnen Schritte, welche als Summe zum Ergebnis geführt haben, müssen beschrieben sein.
- Wurden im Rahmen der Lösungsfindung verschiedene Varianten entworfen und geprüft, muss die Evaluation der gewählten Variante mittels einer dazu geeigneten Methode dokumentiert und begründet sein.
- Bei der Dokumentation der Diplomarbeit ist auf einen logischen Aufbau, eine saubere Gliederung sowie auf gute Verständlichkeit zu achten. Details sind in den Richtlinien zur Diplomarbeit beschrieben.
- Der Value-add (Mehrwert) des Ergebnisses für den Auftraggeber muss aus der Dokumentation klar erkennbar und nachvollziehbar sein.
- Für die optimale Begleitung muss dem Diplomlehrer ein wöchentlicher Statusbericht (gemäss Vorlage Extranet TEKO) zugestellt werden. Dies ermöglicht dem Diplomlehrer den Verlauf unmittelbar mitverfolgen zu können und bei Bedarf gezielt zu reagieren.
- Der Fachexperte muss die Diplomarbeit gemäss den Kriterien auf dem durch den Diplomlehrer abgegebenen Bewertungsformular beurteilen. Der Fachexperte sendet das Formular bis spätestens eine Woche nach Abgabe der Diplomarbeit an den Diplomlehrer.
- Die Präsentation der Diplomarbeit muss so ausgestaltet sein, dass eine aussenstehende, fachunabhängige Person innerhalb von 15 Minuten die folgenden Punkte erkennen und bewerten kann:
  - Auftrag sowie Sinn und Zweck
  - Endergebnisse und Erfolgskriterien
  - besondere Herausforderungen auf dem Weg zum Ziel inkl. gewählte Lösungsansätze mit Begründung, jedoch ohne sich in Details zu verlieren
  - Demo des Produktes, Prototyps etc.
  - Reflexion: Zielerreichung, Weg zum Ziel, lessons learnt
- Im Anschluss an die Präsentation des Ergebnisses muss innerhalb von 5 Minuten die Onlinepublikation der Diplomarbeit vorgestellt werden. Die Onlinepublikation wird bewertet und muss so ausgestaltet sein, dass Aussenstehende in einer attraktiven, kreativen und leicht verständlichen Form sich über die erarbeitete Diplomarbeit informieren können.

Die Begleitung und die Bewertung der Diplomarbeit durch den Diplomlehrer richten sich konsequent nach dem vom Auftraggeber genehmigten und unterzeichneten Pflichtenheft, den im Dokument "Auftrag zur Konkretisierung des Themas für die Diplomarbeit" definierten Rahmenbedingungen sowie dem durch den Diplomlehrer abgegebenen Notenraster.

## 9.2.7 PFLICHTENHEFT

### PFLICHTENHEFT

Technikerarbeit 2020 / 2021

Automatisierung eines Durchlaufkühlers

Mit Hilfe einer dafür geeigneten Steuerung

## 1. Einleitung

Das Gasthaus Tschinder soll eine traditionelle österreichische Gaststätte werden. Sie wird neben traditionellen österreichischen Speisen auch viele schweizerische Spezialitäten anbieten. Die Wirtin, Frau Karin Tschinder, ist Schweizerin und hat auch dort ihr Handwerk in der Küche gelernt. Die Haupteinnahmequelle des Gasthauses soll künftig aus dem Catering kommen. Damit sich das Gasthaus Tschinder in diesem Bereich von der Konkurrenz abheben kann, haben ich mir etwas Besonderes einfallen lassen.

## 2. Die Idee – das Projekt

Durch die Gasthauseröffnung meiner Mutter, für welches sie eine Schankanlage benötigte, entstand die Idee einer automatisierten Schankanlage. Bei einem Marktcheck fiel mir auf, dass es keine preiswerte Lösung für die Anforderungen einer kleinen automatisierten Schankanlage gibt. Aus diesem Grund entstand die Idee eine gebrauchte Schankanlage mit Hilfe eine kostengünstig zu modernisieren und automatisieren.

## 3. Ausgangslage

Meine Rechercharbeiten haben ergeben, dass es möglich ist gewöhnliche Zapfanlagen mit Durchlaufkühler bereits ab einem Preis von € 2.500, – zu erwerben. Diese angebotenen Zapfanlagen sind jedoch sehr einfach gehalten. Es gibt nur wenige unterschiedliche Einstellungsmöglichkeiten. In den meisten Fällen waren die Einstellungen auf die Temperatur beschränkt.

Für überwachte Schankanlagen muss man schon etwas tiefer in die Tasche greifen. Der Preis für eine überwachte Schankanlage, die mit Durchlaufkühler, Steuerung und dem notwendigen Rohmaterial ausgestattet ist, wird mit einem Preis ab € 12.500, – angeboten. Zu beachten ist, dass zumeist die Möblierung, Montage usw. noch zusätzlich bezahlt werden müssen.

Meine geplante Schankanlage soll daher kosteneffizient sein und auf die Anforderungen einer modernen Kleingastronomie angepasst werden.

## 4. Realisierung meiner Idee

Ich habe mir selbst eine Kostenobergrenze gesetzt, diese ist etwa 3-4-mal so niedrig als die am Markt angebotenen, überwachten Schankanlagen.

Um eine preiswerte Schankanlage nach meinen Vorstellungen zu bauen, habe ich mich intensiv mit den dafür notwendigen handwerklichen und technischen Fragen auseinandergesetzt, um zu einem überzeugenden Ergebnis zu kommen.

Damit ich meine Idee umsetzen kann, muss ich sehr viel in Eigenregie erledigen, dies gibt mir aber auch die notwendige Flexibilität bei der Arbeit und ermöglicht mir, die technischen Anforderungen der Schankanlage auf meine Vorstellungen anzupassen.

Der Vorteil gegenüber meiner Konkurrenz ist es, dass ich durch den Einsatz meiner eigenen Arbeitskraft unabhängig von anderen Unternehmen (wie z.B. Schreiner, Elektriker, Service Techniker für Schankanlagen etc.) bin. Schon rein durch diesen Aspekt, werden Kosten eingespart.

## **5. Fachexperte**

Da die Arbeit sehr viele unterschiedliche Facetten hat, ist es für mich schwer möglich, einen Fachexperten, welcher mich auf meinem Weg zum Endprodukt begleitet zu finden.

Ich erhalte jedoch Unterstützung von einem befreundeten Wirt und einem Bierbrauer, welche mich in Sachen Durchlaufkühler und diverse Einstellungen an der Zapfanlage mit Informationen unterstützen. Ebenso habe ich die Unterstützung eines Schreiners, welcher mir mit Rat und Tat für das geplante Möbelstück zur Seite steht.

## **6. Richtziel**

Intelligent, autonom, mobil und trotzdem leistbar

## 7. Zielscheibe

**Richtziel:** Die Schankanlage der Zukunft überwacht intelligent praktisch

1. In der Kalendernote 38 liegt eine Dokumentation als PDF-Datei mit folgenden Inhalt vor
  - 1.1. Projektauftrag und Zielscheibe
  - 1.2. Projektstrukturplanung mit dazugehöriger Ablauf- und Ressourcenplanung
  - 1.3. Korrigierter Entwicklungsbericht der Aufgabe, inklusive Testbericht, Fehlerdokumentation und eine grafische Dokumentation der Software
  - 1.4. Evaluation der Projektergebnisse, Reflexion und Erkenntnisse
2. Eine Steuerung wurde mit folgenden Funktionen entwickelt
  - 2.1. Temperatur Steuerung des Kührers
  - 2.2. Auflisten von optischen Meldungen
  - 2.3. Bedienpanel vorhanden welches Grafisch die Anlage zeigt
  - 2.4. Füllstandüberwachung der Fässer
  - 2.5. Anzeige der CO2 Flasche
3. Die Schankanlage soll folgende Eigenschaften besitzen
  - 3.1. 2 Hähne mit welche Biergeschafft werden kann
  - 3.2. Ein Lager mit Fässern
  - 3.3. Der Preissetze unter € 3.000,- sein

### Endergebnisse

#### Sinn und Zweck

- Erfahren aus der TEKO praxisorientiert anwenden und vertiefen
- Grundlagenwissen vom Projektmanagement vertiefen
- Förderung der Fach-, Methoden- und Sozialkompetenz
- Anwendung und Übung mit komplexen Steuerungen

- Karin Tschinder,曹家 Haus Tschinder

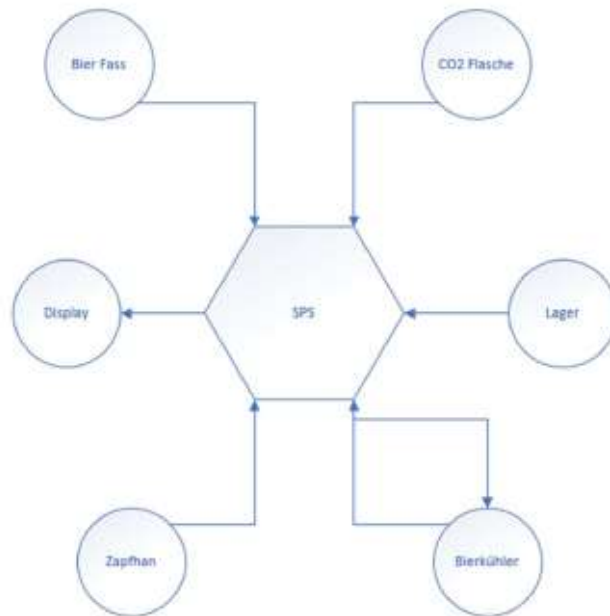


#### Kunde

#### Erfolgskriterien

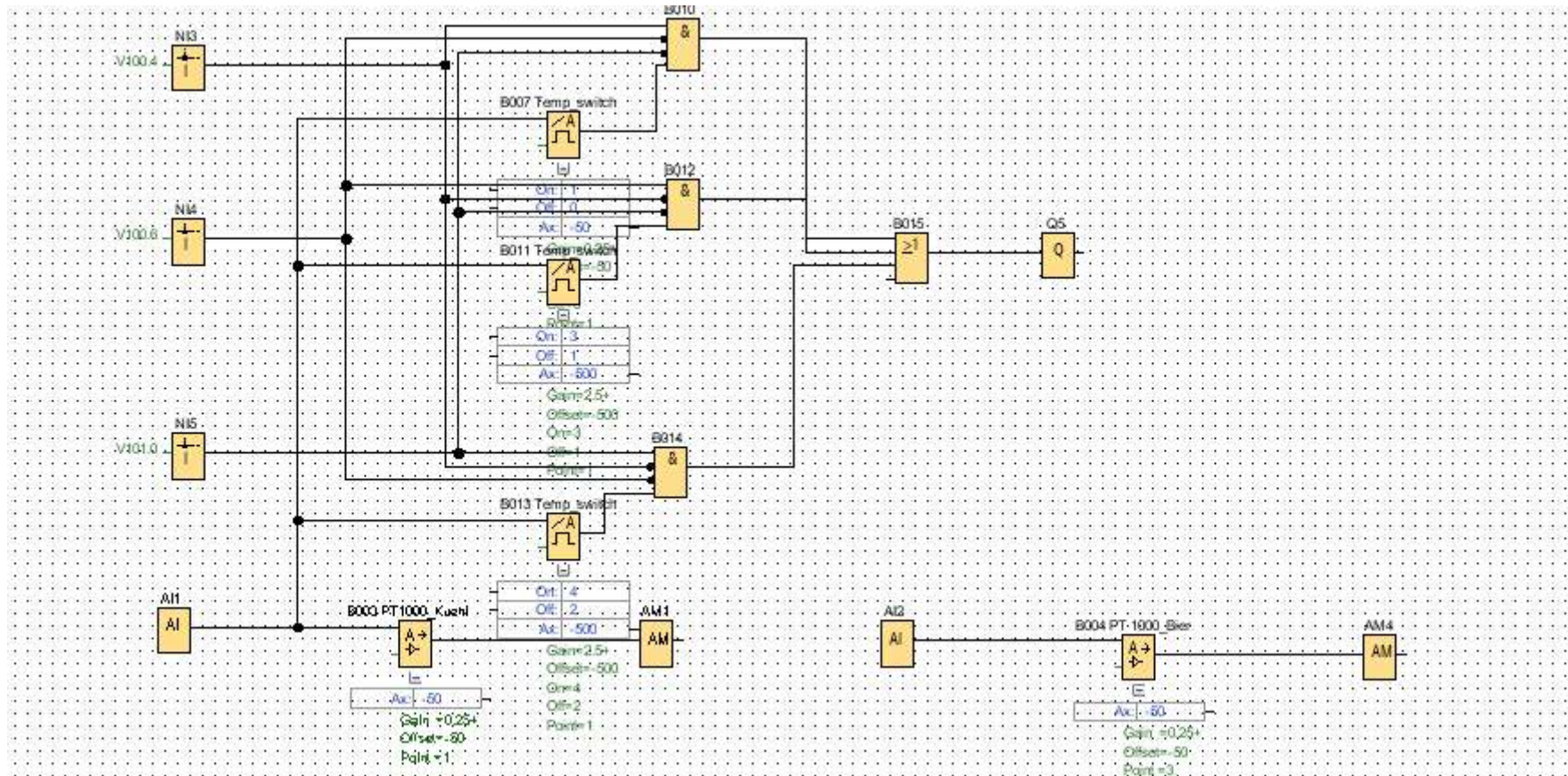
1. Der Abgabetermin kann ohne Verzögerung eingehalten werden. Das Dokument beinhaltet die geforderten Punkte und ist für Drittpersonen mit höchstens drei Rückfragen verständlich formuliert.
  - 1.1. Der Projektauftrag ist vollständig ausgefüllt und die Ziele sind vom Auftraggeber genehmigt
  - 1.2. Der Soll-Ist-Vergleich der Projektüberwachung zeigt höchstens drei Abweichungen auf.
  - 1.3. Die Testspezifikationen können zu 85% eingehalten werden.
  - 1.4. Es können mindestens zwei Verbesserungsvorschläge für zukünftige Projekte abgeleitet werden.
2. Eine fachkundige Person beurteilt die Schätzung als kreativ und innovativ.
  - 2.1. Die Werte der Temperatur stimmen mit der Steuerung überein
  - 2.2. Bei Fehler werden diese auf dem HMI angezeigt
  - 2.3. Die Anzeige des Panels enthält ein Übersichtsdiagramm der Anlage.
  - 2.4. Der Füllstand stimmt mit dem Realenfüllstand überein
  - 2.5. Die CO2 Flasche zeigt auf dem HMI die Rest BAR an
3. Schankanlage
  - 3.1. Die Zapfhähne miszen beide Funktionen und kühles Bier liefern
  - 3.2. Das Lager soll überwacht werden und bei Zuwenig Inhalt eine Fehlermeldung absetzen
  - 3.3. Die Kosten sollen in der Arbeit ersichtlich sein und die 3000€ nicht überschreiten

## 8. Schema der Anlage



Da die Anlage mobil sein soll muss, sie autonom und ohne ein zusätzliches Netzwerk funktionieren. Die Schankanlage soll alle wichtigen Informationen wie zum Beispiel Füllstand, Temperatur etc. an das Display senden, welches man leicht bedienen kann.

### 9.2.8 TEMPERATURSTEUERUNG





9.2.10 ZUSTANDSDIAGRAMM

