



Hochschule Fulda
University of Applied Sciences



Bachelorarbeit

im Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik - Schwerpunkt
Automatisierungstechnik

zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Engineering (B.Eng.)

- Thema:** Optimierung der Schwallwasseranlage auf NI LabVIEW einschließlich ihrer Visualisierung, Parameterüberwachung und Implementierung sowie die Auslegung aller notwendigen Komponenten für eine zusätzliche Tauchfunktion
- Autor:** Tarik Özyer <tarik.oezyer@et.hs-fulda.de>
MatNr. 235405
- Version vom:** 7. April 2017
- 1. Betreuer:** Prof. Dr.-Ing. Bolli Björnsson
2. Betreuer: Roland Schreiner

Sperrvermerk

Die vorgelegte Bachelorarbeit basiert auf internen, vertraulichen Daten und Informationen des Unternehmens EDAG Engineering GmbH. In diese Arbeit dürfen Dritte, mit Ausnahme der Gutachter und befugten Mitgliedern des Prüfungsausschusses, ohne ausdrückliche Zustimmung des Unternehmens und des Verfassers keine Einsicht nehmen. Eine Vervielfältigung und Veröffentlichung der Arbeit ohne ausdrückliche Genehmigung – auch auszugsweise – ist nicht erlaubt.

Datum: _____ Unterschrift: _____

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Abschlussarbeit selbstständig und nur unter Verwendung der von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst zu haben. Sowohl inhaltlich als auch wörtlich entnommene Inhalte wurden als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in dieser oder vergleichbarer Form noch keinem anderem Prüfungsgremium vorgelegen.

Datum: _____ Unterschrift: _____

Danksagung

Hiermit möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Björnsson für die Betreuung während der Bachelorarbeit von Seiten der Hochschule bedanken.

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer Roland Schreiner für die freundliche und konstruktive Unterstützung zur jeglichen Phase dieser Arbeit. Des Weiteren möchte ich mich bei Andreas Büchner für zahlreiche technische Hilfestellungen danken.

Abschließend möchte ich meiner Frau und meiner Familie meinen innigsten Dank für die tatkräftige Unterstützung aussprechen, auf die ich immer zählen konnte und hoffe, auch in Zukunft weiterhin auf sie zählen zu dürfen.

Zusammenfassung

Die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Titel „Optimierung der Schwallwasseranlage auf NI LabVIEW einschließlich ihrer Visualisierung, Parameterüberwachung und Implementierung sowie die Auslegung aller notwendigen Komponenten für eine zusätzliche Tauchfunktion“ wurde bei dem Konzern EDAG Engineering GmbH in Fulda durchgeführt und stellt den Abschluss meines dualen Bachelorstudiums in Elektro- und Informationstechnik, Vertiefung Automatisierungstechnik, an der Hochschule Fulda dar.

Alle elektrischen und mechanischen Komponenten in Kraftfahrzeugen müssen verschiedene Prüfungen absolvieren, um eingesetzt werden zu können. Dabei haben Mitglieder verschiedener Automobilherstellern ein genormtes Verfahren ausgearbeitet, wie die Prüfungen durchzuführen sind und welche Anforderungen erfüllt werden müssen. Um eine Vergleichbarkeit der Herangehensweisen zu gewährleisten, wurde die Schwallwasserprüfung ebenfalls normiert.

Die Aufgabe der Bachelorarbeit besteht darin, die vorhandene Schwallwasseranlage zu optimieren. Hierbei wird ein Hardware- und ein Softwareentwurf vorgestellt. Die veraltete Logosteuerung wird dabei mit einem National Instruments USB 6501 ersetzt. Die Software dazu ist die graphische Programmieroberfläche LabVIEW.

Im Anschluss werden die Komponenten für eine zusätzliche Tauchfunktion ausgelegt, um eine weitere Prüfung mit der Anlage durchführen zu können. Das Tauchen der Komponenten in ein Wasserbecken ist eine Prüfung für sich und wird abgesondert durchgeführt. Diese Prüfung soll nun nicht mehr abgesondert sondern zusätzlich mit der Schwallwasseranlage erfolgen.

Inhaltsverzeichnis

Sperrvermerk	II
Eidesstattliche Erklärung	III
Danksagung	IV
Zusammenfassung	V
1. Einleitung	1
1.1. Hintergrund und Motivation	1
1.2. EDAG Engineering GmbH	2
1.3. Zielsetzung	2
1.4. Aufbau der Arbeit	2
2. Grundlagen	4
2.1. Schwallwasserprüfung	4
2.2. LabVIEW	6
3. Hardwarekonzept	9
3.1. Die bestehende Hardware	9
3.2. Verwendete Hardware	11
3.3. Umbau der Anlage	13
4. Softwarekonzept	15
4.1. Die bestehende Software	15
4.2. Anforderungen an die Software	15
4.3. Lösung	17
5. Auslegung der Komponenten für eine zusätzliche Tauchfunktion	27
5.1. Pneumatik	28
5.1.1. Zylinder	29
5.1.2. Pneumatikventile	31

Inhaltsverzeichnis

5.2. Anforderung an das System	31
5.2.1. mechanische Anforderungen	31
5.2.2. pneumatische Anforderungen	34
5.2.3. pneumatischer Kreis	35
5.3. Auslegung des Systems	36
6. Fazit und Ausblick	37
Abbildungsverzeichnis	38
Literaturverzeichnis	39
A. Anhang	41
A.1. Schaltplan	42
A.2. Prüfprotokoll	44
A.3. Quellcode/Blockdiagramm	44

1. Einleitung

1.1. Hintergrund und Motivation

Mit wachsender Technik spielt auch im Bereich der Automotive die Elektrotechnik eine immer größere Rolle. Die in Kraftfahrzeugen enthaltenen elektrischen und elektronischen Komponenten steigen rasant an. Dazu müssen diese Komponenten immer mehr Anforderungen erfüllen, denn die an Hersteller und ihre Produkte gesetzten Erwartungen steigen. Die Unternehmen stehen auch durch die Konkurrenzverhältnisse unter zusätzlichem Druck ihre bestehenden Komponenten zeitgemäß und effizient zu optimieren. Obwohl etwa Kraftfahrzeuge strengen Prüfverfahren unterliegen, müssen sie sich im Alltag bewähren und nicht selten haben Verbraucher bzw. Hersteller mit neuen Problematiken technischer Art umzugehen. Dazu gehören Temperaturänderungen, Steinschläge, Staub und Vibrationen. Die elektrischen und elektronischen, sowie mechanischen Komponenten müssen so ausgelegt werden, dass sie gegen all diese Problematiken geschützt und weiterhin funktionstüchtig sind.

Um eine einheitliche Strukturierung der Anforderungen, Prüfbedingungen und Prüfungsabläufen der Komponenten zu gewährleisten, wurde auf Vorlage der LV 124 eine Norm von Vertretern der verschiedenen Automobilhersteller erarbeitet. Die Prüfungen sollen von akkreditierten unabhängigen Instituten absolviert und dokumentiert werden. [1]

Eine wichtige Prüfung dabei ist der Temperaturschock mit Schwallwasser. Die Fahrt durch Pfützen ist unvermeidbar. Dabei kommen die Komponenten schockartig mit verschmutztem Wasser in Verbindung und werden durch das Wasser abgekühlt. Die Schwallwasserprüfung soll dieses Geschehen simulieren und die Komponenten auf Dichtigkeit prüfen.

1.2. EDAG Engineering GmbH

Die EDAG Engineering GmbH ist einer der größten unabhängigen Entwickler der führenden Automobilmarken der Welt. Die Geschichte EDAG begann am 01. Februar 1969 und entwickelte sich über die Jahre zu einem Großunternehmen mit ca. 8000 Mitarbeitern. Die EDAG Engineering GmbH ist in vielen Bereichen als Ingenieursdienstleister tätig. Eine wichtige Abteilung dabei ist das Prüflaboratorium ATC (accredited test center). Die Abteilung ATC, in der sich die zu optimierende Anlage befindet, beschäftigt sich mit Erstmusterprüfungen, Bauteilprüfung, Serienüberwachung und Werkstoffberatung. Im Jahre 2012 wurde das akkreditierte Prüflaboratorium eröffnet. Das Labor fungiert innerhalb der EDAG Group als Dienstleister. Einige Tätigkeitsfelder sind Elektrik, Mechanik, Optik, Korrosion, Dauerprüfung, Vibration, Brennverhalten, Dauerprüfung, Analytik. Eine Anlage, welche Schwallwasserprüfungen durchführt, ist ebenfalls im Labor enthalten. Im Rahmen dieser Arbeit soll diese Anlage optimiert werden. [2]

1.3. Zielsetzung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es ein Hardware- und ein Softwarekonzept zu entwickeln, in der die Schwallwasseranlage verbessert und variabler gestaltet wird. Eine Überlegung dabei ist, die Logosteuerung mit eine von National Instruments basierten Lösung zu ersetzen. Des Weiteren beschreibt die Bachelorarbeit die Implementierung der Messinstrumente in die Software. Anschließend sollen die Komponenten für eine weitere Tauchfunktion ausgelegt werden.

1.4. Aufbau der Arbeit

Die Bachelorarbeit wurde in fünf Kapitel unterteilt. Zu Beginn der Arbeit werden die Hintergründe verdeutlicht und auf die Beweggründe und Motive näher eingegangen. Anschließend folgt die Zielsetzung in der das Thema vorgestellt wird.

Im zweiten Kapitel der Arbeit werden die technischen Grundlagen zu der Schwallwasserprüfung erläutert. Anschließend wird die Funktionsweise von Labview anhand einiger Beispiele dargelegt.

Das dritte Kapitel repräsentiert den Hauptabschnitt der Arbeit. Zunächst wird das Hardwarekonzept dargestellt. Hier werden der Aufbau und die verwendeten Komponenten genauer beschrieben. Anschließend wird das Softwarekonzept vorgestellt. Schließlich

wird in die LabVIEW Programmierung eingewiesen.

Ein weiterer Bestandteil der Arbeit ist das vierte Kapitel, in der die Komponentenauslegung für eine zusätzliche Tauchfunktion erfolgt.

Im letzten Teil wird ein Fazit und ein Ausblick mit weiterführenden Möglichkeiten gegeben.

2. Grundlagen

2.1. Schwallwasserprüfung

Die Schwallwasserprüfung simuliert die Belastbarkeit der Komponenten beim Durchfahren einer Pfütze. Dabei soll der schockartige Kontakt mit Regenwasser simuliert und die Komponenten auf Dichtigkeit überprüft werden. Die Prüfungen der elektrischen und elektronischen Komponenten finden in einem Labor statt. Es können verschiedene Flüssigkeiten als Schwallmedium eingesetzt werden, um das Regenwasser möglichst genau zu simulieren. Die am häufigsten verwendeten Substanzen sind Trinkwasser, Salzwasser oder auch ein Gemisch aus Staub und Wasser.

Prüfaufbau

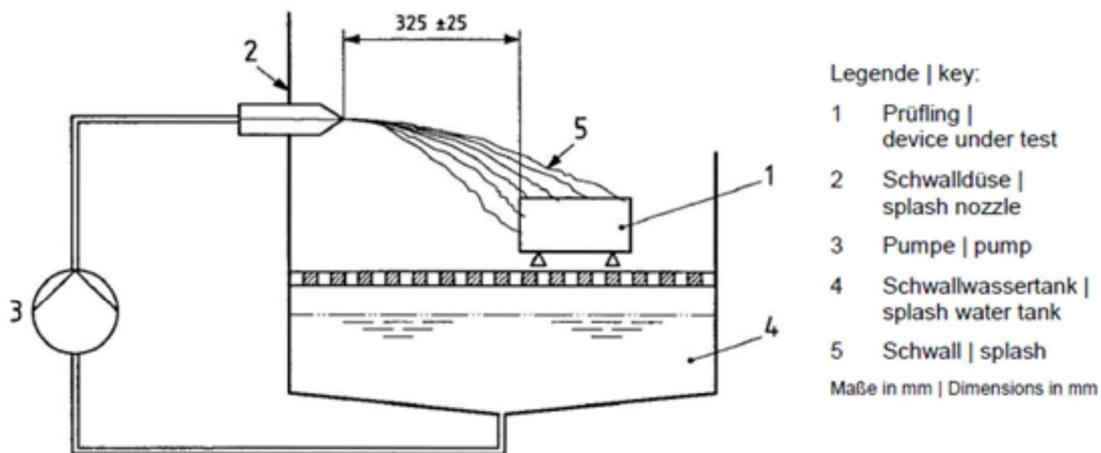


Abbildung 2.1.: Schwallwasserprüfung gemäß ISO 16750-4 [1]

Die Abbildung 2.1 zeigt den groben Aufbau der Anlage. Das Schwallmedium befindet sich in einem Wassertank, welcher eine gewisse Temperatur nach den Prüfbedingungen einhalten muss. In der Regel soll das Schwallmedium auf 0°C bis 4°C abgekühlt werden. Der Prüfling befindet sich in einer Kammer, welche ebenfalls eine bestimmte Temperatur

einhalten soll. Hierbei beträgt die Solltemperatur ca. 90°C . Der Prüfling darf minimal einen Abstand von 300 mm und maximal einen Abstand von 350 mm zu den Düsen haben. Schließlich gelangt das Schwallmedium mit einer Pumpe durch die Schwalldüsen an den Prüfling.

Bei der Schwallwasserprüfung müssen bestimmte Anforderungen und Prüfbedingungen erfüllt werden. Einige davon sind:

- Betriebsart des Prüflings
- Durchführung der Prüfung
- Zyklusdauer
- Prüftemperatur
- Prüfmedium zum Beschwallen
- Schwallwassertemperatur
- Schwalldüse
- Schwallzeit
- Wasserdurchfluss
- Abstand Düse zum Prüfling
- Anzahl der Zyklen
- Anzahl der Prüflinge

Die Parameterüberwachung erfolgt während der gesamten Prüfung. Darüber hinaus müssen die Prüfparameter erfüllt werden und der Prüfling muss sowohl während als auch nach Abschluss der Prüfung voll funktionsfähig sein. Die Kammer, in der sich der Prüfling befindet, darf erst nach Abschluss der gesamten Testphase geöffnet werden. [1]

2.2. LabVIEW

Mitte der 80er-Jahre entwickelte National Instrument das Softwarepaket LabVIEW. Das Akronym steht für **L**aboratory **V**irtual **E**ngineering **W**orkbench. Die erste Version wurde 1986 entwickelt. Anfangs diente die Entwicklungsumgebung nur zu messtechnischen Zwecken. Über die Jahre hinaus entwickelte sich das Programm zu einer universellen grafischen Programmiersprache, welche nun stark verbreitet ist. Heutzutage wird es nicht nur in der Messtechnik, sondern auch in der Regel- und Automatisierungstechnik verwendet. Die Programmierung orientiert sich an Datenflussdiagrammen. Daher können VI (Virtual Instrument), sprich die Programme, mit grafischen Lösungsansätzen realisiert werden. Ein wesentlicher Vorteil gegenüber textbasierten Programmiersprachen ist die relativ kurze Einarbeitungszeit. Des Weiteren können in LabVIEW Daten in andere konventionelle Programmiersprachen exportiert oder auch Daten anderer Sprachen eingebettet werden. Eine ähnliche Funktion wie textbasierte Sprachen hat der Compiler, der Übersetzer. Der grafische Code wird in einen Maschinencode übersetzt. Dadurch ist die Geschwindigkeit der Programmausführung nicht langsamer als bei anderen Sprachen. [3]

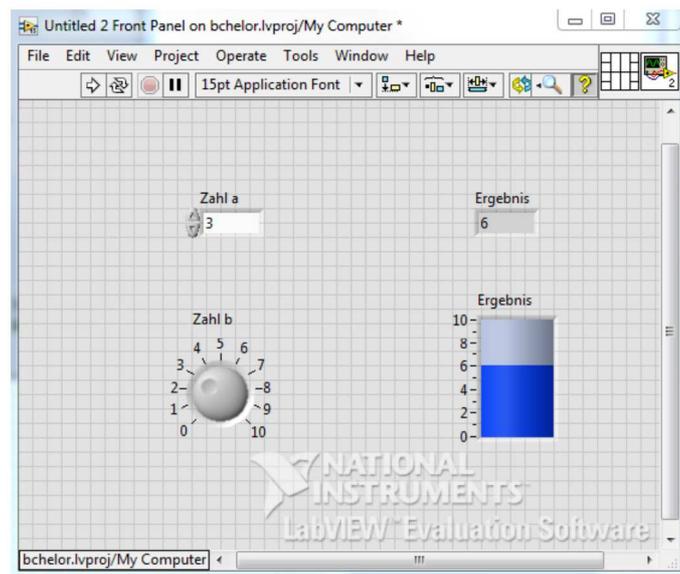


Abbildung 2.2.: Frontpanel

LabVIEW unterteilt sich in zwei Ebenen. Es gibt ein Frontpanel und ein Blockdiagramm. Das Frontpanel bildet die Benutzeroberfläche. Zur Simulation von Knöpfen,

Schaltern oder auch Tastaturen gibt es im Frontpanel Bedienelemente, die dort platziert werden können. Ebenso wie Bedienelemente sind auch Anzeigeelemente, die ebenfalls im Frontpanel platziert werden können, vorzufinden. Einige Anzeigeelemente sind Temperaturanzeigen, Füllstandsanzeigen oder auch Textanzeigen. In Abbildung 2.2 ist ein Beispiel mit Bedien- und Anzeigeelementen dargestellt. Hier werden zwei Zahlen miteinander addiert. Dabei gibt es zwei verschiedene Bedienelemente. Zahl a kann beliebig groß gewählt werden, indem man entweder die Zahl eintippt oder auch mit einem Klick auf die Pfeile die Zahl erhöht oder auch reduziert. Die Zahl b stellt einen Knopf mit einem Anzeigebereich von null bis zehn dar. Zudem gibt es zwei verschiedene Anzeigeelemente, die das Ergebnis anzeigen. Zum einen als ganz normales Textfeld und zum anderen als ein Füllstandsdiagramm.

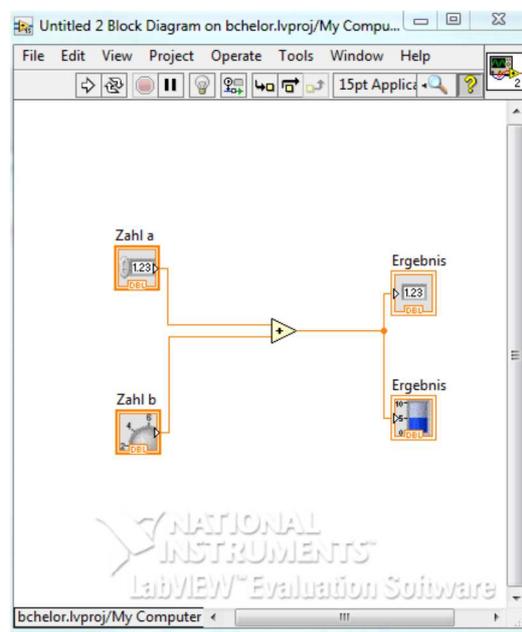


Abbildung 2.3.: Blockdiagramm

Die zweite Ebene bildet das Blockdiagramm. Es ist der Quellcode des Programms und wird in grafischer Form programmiert. Die wichtigsten Elemente im Blockdiagramm sind Knoten, Anschlüsse und Verbindungslinien. Bildet man ein Bedienelement im Frontpanel, entsteht automatisch im Blockdiagramm ein Anschluss. Diesen Anschluss kann man beliebig mit Knoten oder anderen Elementen verbinden. Eine der vielen Funktionen der Anschlüsse, auch Terminals genannt, ist die Weiterleitung der Ergebnisse. Dabei kommt es auf die Verbindungslinien an, wo sie hinführen. Jede Datenquelle hat auch eine Senke,

die mit Verbindungslinien zusammengeführt wird. Die Verbindungslinien gibt es in verschiedenen Varianten mit verschiedenen Farben. Je nach Anschlussart wählt LabVIEW die richtige Farbe automatisch aus. Neben den Verbindungslinien und Anschlüssen nehmen Knoten ebenfalls eine wichtige Rolle ein. Knoten sind ausführende Elemente, die Ein- und Ausgänge haben. Wie auch in konventionellen Sprachen gibt es hier Rechenoperatoren und vieles mehr. [3]

In Abbildung 2.3 ist die zweite Ebene, das Blockdiagramm zu dem in Abbildung 2.2 erstellten Frontpanel dargestellt. Es wurden automatisch Terminals zu den Anzeige- und Bedienelementen erzeugt. Die Bedienelemente, die beiden Zahlen a und b, werden in den Additionsoperator zusammengeführt. Der Ausgang des Additionsoperators führt wiederum zu den Terminals der Anzeigeelemente. Die Anschlüsse der Knoten und Terminals werden mit Verbindungslinien verbunden.

LabVIEW verfügt auch über Ablaufsteuerungen. Die wichtigsten Ablaufsteuerungen bilden die Sequenzen, Fallunterscheidungen und Schleifen. Des Weiteren kann jedes Programm (VI) als Unterprogramm (SubVI) in anderen Projekten eingefügt werden. Dafür müssen die Eingänge und Ausgänge im Unterprogramm festgelegt werden. Im Hauptprogramm erscheinen die Unterprogramme als Terminals, die mit Ein- und Ausgängen verbunden werden können. Darüber hinaus verfügt LabVIEW Express-VIs. Diese sind vorgefertigte VIs, in der nur die Konfiguration der Parameter notwendig ist. Beispielsweise kann ein Signal in einem Signalfussgraph simuliert werden.

Die Datenerfassung erfolgt über den Treiber NI-DAQmx. Dabei können über virtuelle Kanäle Daten eingelesen oder auch für Steuerungs- und Regelanwendungen Daten zur Verfügung gestellt werden.

Mit dem NI-VISA können Daten von anderen Messgeräten über eine USB-Schnittstelle eingebettet werden. [4]

3. Hardwarekonzept

3.1. Die bestehende Hardware

Die Abbildung 2.1 in Kapitel 2.1 zeigt den groben Aufbau der Anlage. Die Anlage besteht aus einem Wassertank, der mit Schwallwasser gefüllt ist. Zusätzlich befindet sich noch ein Rührer im Wassertank. Da das Wasser mit feinem Staub gemischt wird, sorgt der Rührer dafür, dass der Staub sich gleichmäßig im Wasser verteilt. Zudem gibt es noch einen Kühler, der das Wasser kühlt. Die Regelung der Temperatur erfolgt mit einem von JUMO hergestellten Regler Itron 32. Der Regler ist frei programmierbar.



Abbildung 3.1.: JUMO-Regler [5]

Zum Konfigurieren gibt es drei Tasten. Es gibt einen Analogeingang und einen Analogausgang. Als Eingang wurde der Temperaturfühler, der sich im Wassertank befindet, definiert. Die Temperaturen werden eingelesen, geregelt und durch die Ausgänge an die Steuerung weitergesendet. Außerdem gibt es ein Temperaturmessgerät von Ahlborn, das Temperaturen einliest und über eine serielle Schnittstelle an einen Rechner übergibt. Die

Daten werden mittels einer Software gespeichert und in einem Diagramm angezeigt.

Zudem gibt es eine Pumpe, welche entweder das Schwallwasser zu den Düsen der Kammer führt oder nur spült. Die Düsen sorgen dafür, dass das Wasser mit einer bestimmten Geschwindigkeit die Proben in der Kammer erreicht. In der Kammer befindet sich die Probe, die mit Schwallwasser bespritzt wird. Darüber hinaus gibt es einen Wärmeschrank, der dafür sorgt, dass die Kammer eine bestimmte Temperatur erreicht um den Anforderungen der Tests nachzukommen. Ein integrierter Regler regelt die Temperatur. Auch hier gibt es einen Temperaturfühler, der sich in der Kammer befindet und an den Regler angeschlossen ist.

Die Steuerung der Anlage erfolgt über Siemens LOGO 0BA4. Die LOGO ist eine speicherprogrammierbare Steuerung, die sich im Schaltschrank befindet. Es gibt zehn Schalter für diverse Ausführungen, die sich auf der Frontseite des Schaltschranks befinden, die als digitale Eingänge dienen. Zusätzlich gibt es vier Eingänge aus den Buchsen, die sich ebenfalls auf der Schaltschrankseite befinden. An zwei der Buchsen sind beispielsweise die Ausgänge des JUMO-Reglers angeschlossen. Die Ausgänge der Siemens LOGO führen zu den Schützen und Ventilen. Dementsprechend schalten die Schützen die Motoren und Steckdosen.

3.2. Verwendete Hardware

Der Temperaturregler Itron 32 bleibt bestehen, da er als Hardwareschutz dienen soll, zudem erfolgt die Regelung nun über LabVIEW. Zusätzlich bleiben der Wassertank, die Kammer und die Pumpe bestehen.

NI USB 6501

Die LOGO-Steuerung wird durch einen USB-6501 von National Instruments ersetzt. Das USB-6501 ist ein Digital-I/O-Modul mit 24 Eingängen. Die Hauptanwendungsgebiete sind Datenerfassung, Steuerungs- und Regelungstechnik. Die Kommunikation mit der



Abbildung 3.2.: USB-6501 [6]

Software und die Stromversorgung erfolgt über eine Hochgeschwindigkeits-Busschnittstelle USB 2.0. Dabei ist die Programmierumgebung LabVIEW. Als digitale Ausgänge werden bei einem Low-Pegel 0V-0,8V und bei einem High-Pegel 2V-5V als Steuer(TTL)-Signale verschickt. [6]

Panel PC 2100

Um das Programm laufen zu lassen, braucht die Anlage einen Rechner. Dazu wurde ein Panel-PC ausgesucht, welcher den Anforderungen entspricht. Ein Panel-PC ist ein Industrie-PC, welcher meist in den Schaltschränken verwendet wird. Häufig wird er in der Fertigungs- und Prozessautomatisierung verwendet. Der Panel-PC soll auf die Schaltschrankseite platziert werden, um eine einfache und benutzerfreundliche Zugänglichkeit zu gewährleisten. Dazu wurden verschiedene Angebote mit verschiedenen Displaygrö-

ßen und Leistungen bewertet. Dabei wurde der Panel-PC 2100 mit 7 Zoll von B&R Automation ausgesucht und eingebaut. Der Panel PC 2100 hat einen Multitouchpanel,



PC 2100.jpg

Abbildung 3.3.: Panel PC 2100 [7]

welcher einfach zu bedienen ist. Um Fehlbedienung zu vermeiden, gibt es eine Zwei-Hand-Steuerung mit der er abgesichert werden kann. Das Betriebssystem ist Windows Embedded 7, welches vollkommen ausreichend für die Anwendung ist. Darüber hinaus gibt es zwei USB und zwei Ethernet Schnittstellen. Der PC wird über 24 VDC versorgt. [7]

Relaiskarte

Da das TTL-Signal der NI-USB-6501 nicht ausreicht, um ein Schütz zu schalten, wird hier eine Optokoppler- und Relaiskarte(OR8) von BMCM verwendet. Durch die OR8 können digitale Zustände gesteuert und überwacht werden. Es gibt jeweils acht Ein- und Ausgänge. Da acht Ausgänge nicht ausreichen, werden hier zwei Relaiskarten verwendet. Die Eingänge wandeln digitale Eingänge in TTL-Signale um. Die Ausgänge schalten mit Steuerleitungen die Relais bis zu 6A. Die Zustände der Ein- und Ausgänge werden durch Leuchtdioden angezeigt. Die Versorgungsspannung der Relaiskarte ist im Bereich 9V-40V. Zusätzlich sind Aufnahmen zur Hutschienenmontage vorhanden. Die Kommunikation zwischen der Relaiskarte und USB 6501 erfolgt über einen 25-poligen Sub-D Stecker. Auf der Relaiskarte ist ein Anschluss für einen 25-poligen Sub-D Stecker vorhanden. [8]

3.3. Umbau der Anlage

Nachdem alle Komponenten ausgesucht, bestellt und angekommen sind, hat der Umbau der Anlage begonnen. Die Abbildung 3.4 dient zur Verdeutlichung zum groben Aufbau der Anlage.

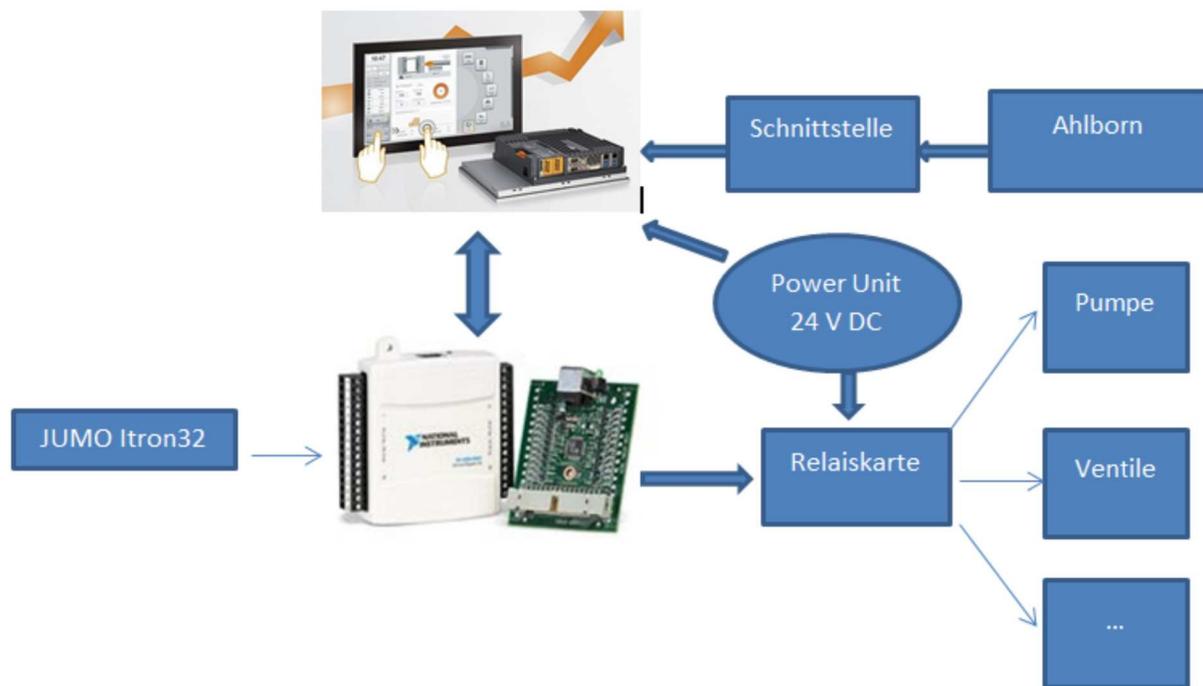


Abbildung 3.4.: Hardwareaufbau

Zunächst gibt es ein 24V Netzteil, das die Relaiskarten und den Panel-PC versorgt. Dazu wurde ein AC/DC-Schienen-Netzteil von Mean Well verwendet. Der AC - Eingangsspannungsbereich ist durch einen Schalter zwischen 88 V bis 132 V AC und 176 V bis 264 V AC auswählbar. Des Weiteren wird ein Panel-PC verwendet, um die Software abspielen zu lassen. Die Ansteuerung erfolgt mit dem NI-USB 6501. Dieser kommuniziert mit einem USB-Kabel mit dem Panel PC. Da das TTL-Signal nicht ausreicht, um die Komponenten zu schalten, wird eine Relaiskarte verwendet. Die wiederum die Komponenten schaltet.

Das NI USB 6501 hat zusätzlich noch zwei Eingänge. Es werden zwei JUMO Itron 32 Temperaturregler zum Hardwareschutz verwendet. Falls in der Software Probleme

3. Hardwarekonzept

auftreten, sollen die Regler als zusätzlicher Schutz dienen. Der eine Regler wird für den Schwallwassertank und der andere für die Kammer verwendet.



Abbildung 3.5.: Almemo 5690 [9]

Die Temperaturen werden mit PT100-Fühlern gemessen und zum einen an das Messgerät von Ahlborn zum anderen an die beiden Regler von JUMO weitergeleitet. Bei Unterkühlung des Tanks oder Überheizung der Kammer, die durch einen Fehler in der Software auftreten können, kommen die beiden Regler zum Einsatz und schalten die beiden Komponenten und die Software aus. Als Temperaturmessgerät wird ein Almemo 5690 von Ahlborn verwendet, das ein PC-Interface hat. Dieser hat acht Messeingänge und zwei Ausgänge. Die Kommunikation erfolgt mit einem USB-Datenkabel von Ahlborn.



Abbildung 3.6.: Datenkabel [10]

4. Softwarekonzept

4.1. Die bestehende Software

Die Anlage läuft mit einer Siemens LOGO 0BA4. Es ist eine speicherprogrammierbare Steuerung. Die Programmiersprache zu der Hardware ist Logo. Die Einarbeitung und die Erlernbarkeit des Programms erfolgt in kurzer Zeit. Wichtige Bestandteile des Programms sind Primitive, Prozeduren und Objekte. Primitive sind Befehle und Funktionen, die schon in der Sprache enthalten sind. Einige dieser Funktionen sind die Grundverknüpfungsglieder der booleschen Algebra. Des Weiteren sind Sonderfunktionen, wie Ein- und Ausschaltverzögerungen integriert. Eine Prozedur ist im Vergleich zu anderen Programmiersprachen eine Funktion. Jedes LOGO-Programm besteht aus mindestens einer oder mehreren Prozeduren. Es gibt keine Variablen, stattdessen kommen Objekte zum Einsatz. Diese kann man jedoch nicht mit einer objektorientierten Sprache vergleichen. Die Objekte dienen zur Übersichtlichkeit. [11]

Die Eingänge des Programms werden mit Tastern und Schaltern realisiert. Beim Betätigen der Tasten oder Schalter wird ein Signal an das System gesendet. Im Programm werden diese Signale bearbeitet und an die Ausgänge weitergeleitet. Die LOGO 0BA4 besitzt daher keine Bedienoberfläche. [11]

4.2. Anforderungen an die Software

Die Ansteuerung der Anlage soll nun nicht mehr mit LOGO, sondern mit LabVIEW erfolgen. Durch die grafische Bedienoberfläche sollen die verschiedenen Funktionen dargestellt werden. Folgende Anforderungen sollen dabei erfüllt werden:

Automatischer Programmablauf

Die erste Anforderung ist eine Unterscheidung zwischen einem manuellen und einem automatischen Programmablauf im Programm zu treffen. Im automatischen Programmablauf soll nach Betätigen eines Tasters auf der Bedienoberfläche und nach Eingabe

der Parameter ein Zustandsautomat zum Einsatz kommen. Die zu einstellenden Parameter sind Zyklenzahl und die Zeiten für die verschiedenen Zustände. Zusätzlich soll eine Grafik implementiert werden, welche die Dauer der Zustände anzeigt. Die Parametereingabe soll über variable Bedienelemente realisiert werden.

Manueller Programmablauf

Im manuellen Programmablauf sollen verschiedene Taster zum Ein- und Ausschalten verschiedener Funktionen dargestellt werden. Es sollen Taster für

- Schwallwasser
- Spülung
- Wärmekammer
- Frischwasser

eingebaut werden. Ferner soll ein Bedienelement implementiert werden, mit welchem man die Dauer des jeweiligen Zustands einstellen kann.

Temperaturanzeige

Weiterhin soll eine Temperaturanzeige eingefügt werden. Die Temperaturmessung erfolgt über ein separates Messgerät. Die Daten werden über eine serielle Schnittstelle eingelesen. Die momentane Temperatur soll über eine Anzeige dargestellt werden. Darüber hinaus sollen die Temperaturen in einem Diagramm angezeigt werden.

Visuelle Darstellung

Schließlich sollen die verschiedenen Zustände visuell dargestellt werden. Dazu soll der Aufbau genauestens gezeigt und die Abläufe visualisiert werden.

4.3. Lösung

Zunächst hat man sich in LabVIEW eingearbeitet. Dazu hat man verschiedene Übungen abgearbeitet, um das Verständnis der grafischen Programmiersprache zu verinnerlichen. Nach dem man das Prinzip verstanden hat, hat man begonnen die einzelnen Anforderungen zu erfüllen.

Bei der Programmierung wurden beide Ebenen, sowohl das Frontpanel als auch das Blockdiagramm gleichzeitig bearbeitet. Zu Beginn wurde ein Tab Control, eine Reitersteuerung, in die Benutzeroberfläche eingefügt. Die einzelnen Anforderungen wurden in jeweils einem Reiter bearbeitet. Das heißt es gibt fünf Reiter, die mit Temperaturanzeige, Temperaturüberwachung, manuellem Programmablauf und automatischem Programmablauf und visueller Darstellung belegt werden. Auf der Benutzeroberfläche sind die Reitersteuerung, die LED-Anzeige und ein Stopp-Schalter vorhanden. Die eigentliche Programmierung erfolgt jedoch im Blockdiagramm. Der Aufbau wird anhand folgendem Beispiel genauer erklärt. Die Abbildung 4.1 zeigt den groben Aufbau der Programmie-

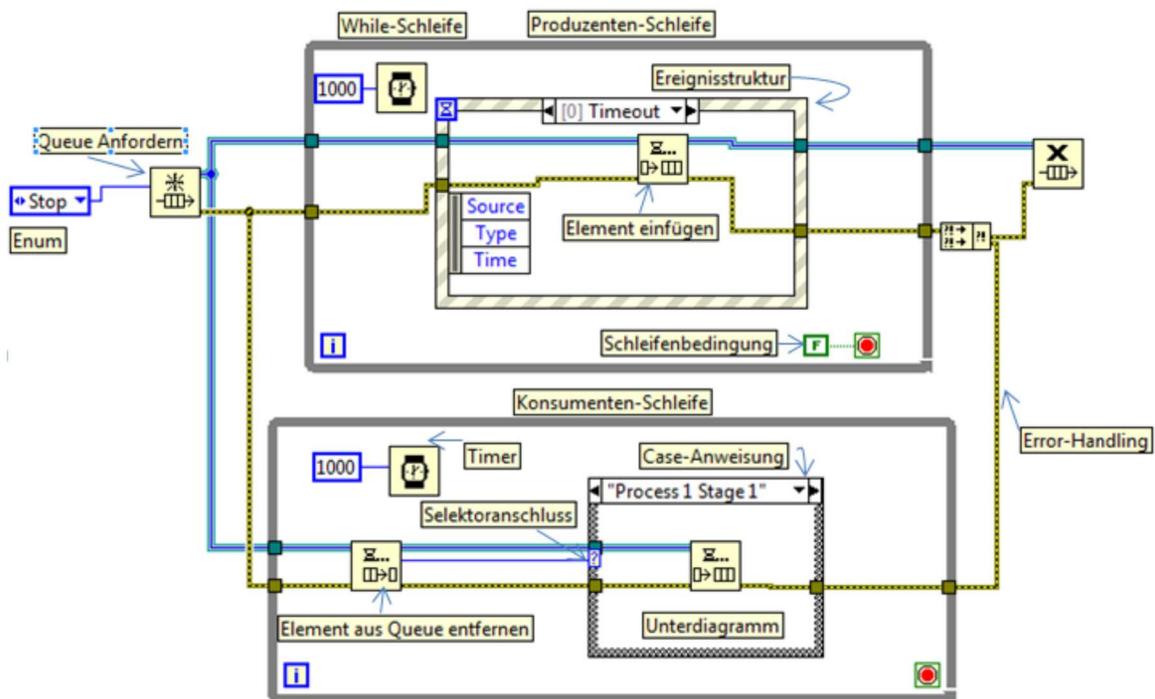


Abbildung 4.1.: Blockdiagramm

rung und sollen im folgendem genauer beschrieben werden. Der Enum ist ein Aufzählungstyp, der die verschiedenen Zustände beinhaltet.

Die Programmierung basiert auf Grundlage der Queue. Die Queue ermöglicht den Datenaustausch zwischen zwei oder mehreren Stellen im Blockdiagramm. Dabei gibt es folgende Funktionen, die untereinander Daten austauschen:

- Queue anfordern
- Element in Queue einfügen
- Element aus Queue entfernen

Des Weiteren gibt es zwei While-Schleifen (Wiederholungsschleifen) die durch die Queue miteinander kommunizieren. In der Produzenten-Schleife befindet sich eine Ereignisstruktur. Die Ereignisstruktur ermöglicht auf Aktivitäten der Benutzeroberfläche in kurzer Zeit zu reagieren. Da auf der Benutzeroberfläche häufig Parameter eingegeben, beziehungsweise während des Programmablauf geändert werden müssen, ist der Einsatz der Ereignisstruktur genau passend. In der Ereignisstruktur sind folgende Ereignisse enthalten:

- Timeout
- Schalter für automatischen Programmablauf
- Schalter für Schwallwasser
- Schalter für Frischwasser
- Schalter für Wärmeschrank
- Schalter für Spülen
- Schalter für Stopp

Der Timeout-Zustand ist der Ruhezustand. Für die restlichen Bedienelemente wurde das Ereignis Wertänderung definiert. Das heißt, beim Betätigen der Schalter wird in den Zustand gesprungen und abgearbeitet. Dabei werden die Ereignisse in die Queues hineingeschrieben und im weiteren Verlauf abgearbeitet. Die Verwertung des Codes in dem jeweiligen Zustand erfolgt in der Konsumenten-Schleife. Die Konsumenten-Schleife enthält die Funktion Element aus der Queue entfernen. Damit wird der in der Konsumenten-Schleife in die Queue hineingeschriebene Zustand ausgelesen und zu dem Selektoreingang

der Case-Anweisung weitergegeben. Je nachdem welcher Zustand sich in der Queue befindet, wird der Code für diesen Zustand in der Case-Anweisung ausgeführt.

Ebenfalls befindet sich ein Timer in beiden Schleifen. Dieser wartet 1000 Millisekunden bis die Schleife nochmals ausgeführt werden soll. Zusätzlich wurde ein Zustandsautomat für den automatischen Programmablauf in die Programmierung im Blockdiagramm implementiert.

Auf dieser Basis wurden die einzelnen Anforderungen nach und nach erfüllt und zu einem Gesamtprogramm entwickelt. Die einzelnen Reiter auf der Bedienoberfläche werden im Folgenden genauer behandelt.

Visuelle Darstellung

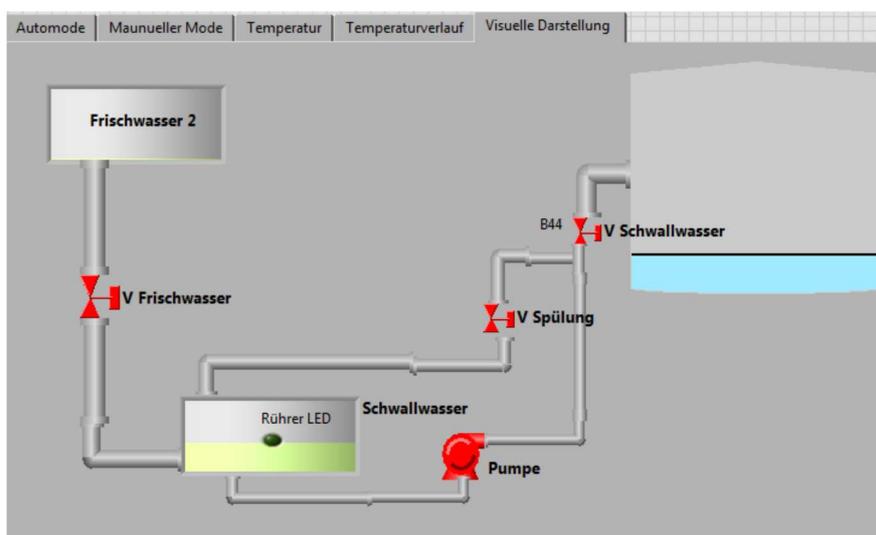


Abbildung 4.2.: Visuelle Darstellung

Die Abbildung 4.2 zeigt den visuellen Aufbau der Anlage. Es gibt einen Tank, welcher mit Schwallwasser befüllt ist. Von dem Wassertank führt eine Leitung zu der Pumpe. Von der Pumpe gelangt das Wasser entweder zur Kammer oder wieder in den Wassertank zurück. Dabei kommt es darauf an, welches Magnetventil leitend ist. Des Weiteren gibt es eine Frischwasserzufuhr, welche auch mit einem Magnetventil gesteuert wird. Zusätzlich gibt es einen sich im Wassertank befindenden Rührer. Wird ein Schalter im manuellen Mode betätigt oder befindet sich das Programm in automatischem Mode in einem bestimmten Zustand, werden die Verläufe visuell angezeigt. Wird beispielsweise der Schalter für die Spülung gedrückt, entsteht folgendes Bild:

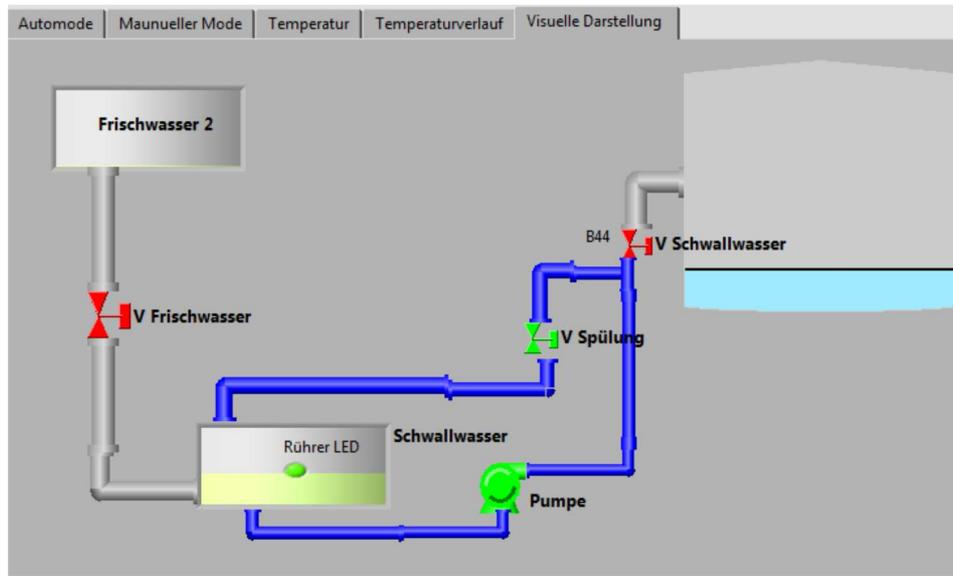


Abbildung 4.3.: Spülkreislauf

Hier wird der Kreislauf für die Spülung gezeigt. Die Pumpe und das Magnetventil der Spülung sind hier leitend. Die leitenden Elemente leuchten in der visuellen Darstellung grün und der Wasserverlauf blau auf. Zusätzlich befindet sich noch ein Rührer in dem Wassertank, der mit einer LED visualisiert wird. Der Rührer ist bei Programmstart immer an und leuchtet bis Programmende immer grün auf. [12]
 Des Weiteren befindet sich noch eine LED-Anzeige auf der Benutzeroberfläche. Durch die LED-Anzeige weiß der Benutzer in welchem Zustand sich das Programm in automatischem Ablauf befindet oder welcher Schalter im manuellen Mode gedrückt wurde.



Abbildung 4.4.: LED-Anzeige

Befindet sich das Programm im jeweiligen Zustand, leuchtet die LED grün auf. Dabei leuchtet die LED für Automode im automatischen Ablauf durchgehend. Zusätzlich leuchtet noch eine der drei LEDs von t1, t2 oder t3. Im manuellen Mode leuchtet immer nur die LED, bei dem der Schalter betätigt wird.

Manueller Programmablauf

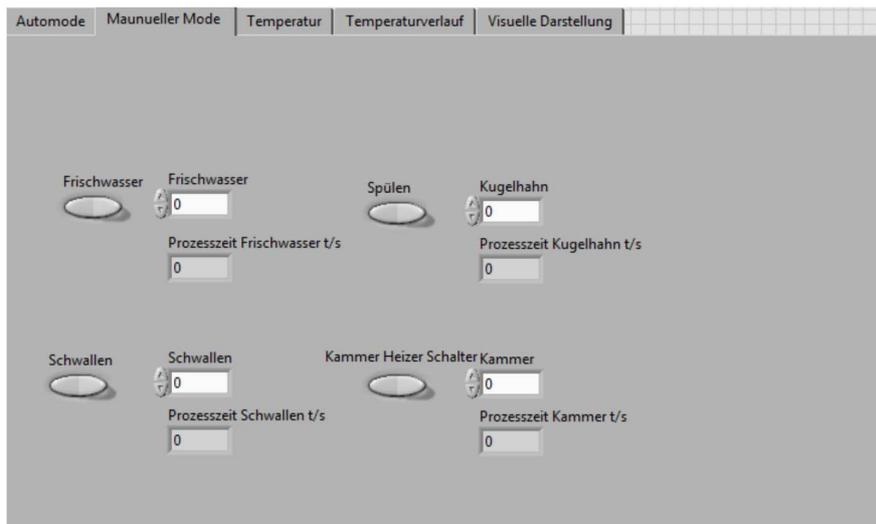


Abbildung 4.5.: Manueller Programmablauf

In Abbildung 4.5 ist der Reiter mit dem manuellen Programmablauf zu sehen. Hier werden vier Schalter für das Schwallen, die Spülung, die Frischwasserzufuhr und für den Wärmeschrank realisiert. Außerdem sind Bedien- und Anzeigeelemente hinter jedem Schalter vorhanden. Durch die Bedienelemente werden die Sekunden eingegeben, wie lange sich das Programm in diesem Zustand befinden soll. Wird nichts eingetragen, läuft das Programm so lange in diesem Zustand bis der Schalter wieder betätigt wird. Es können nicht zwei Schalter auf einmal betätigt werden, da es sonst zu Kollisionen kommen würde. Jedoch können die Schalter nacheinander gedrückt werden. In diesem Fall wird der Programmcode für den erst betätigten Schalter ausgeführt. Ist die Zeit abgelaufen, wird der Code für den zweiten Schalter ausgeführt. Wird ein Schalter gedrückt, entsteht ebenfalls eine Verbindung zur visuellen Darstellung.

Temperaturanzeige

Die Temperaturüberwachung bildet den nächsten Reiter. Hier sollen die in der Kammer und im Tank gemessenen Werte angezeigt und geregelt werden. Es gibt folglich zwei Temperaturfühler, die über ein Ahlborn-Messgerät die Temperaturen messen und die Daten in das Programm implementieren. Die Implementierung erfolgt über serielle Datenübertragung. Dazu wurde der Treiber für das USB-Gerät installiert. Danach wurde das USB Kabel angeschlossen und der richtige Com-Anschluss im Gerätemanager ausgewählt. Um nun mit dem Gerät zu kommunizieren, hat man die VISA Instrumentenpalette in LabVIEW verwendet. Nachdem man die VISA Instrumente konfiguriert hat, konnte man eine Zeichenfolge einlesen. Die Temperaturen hat man aus der Zeichenfolge ausgeschnitten und an das Programm weitergegeben.

In Abbildung 4.6 sind die beiden Temperaturanzeigen zu sehen.

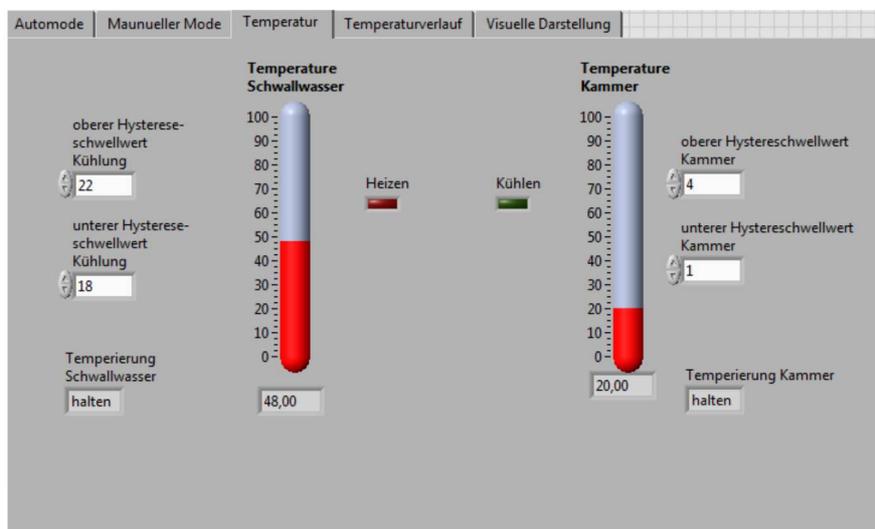


Abbildung 4.6.: Temperaturanzeige und Regelung

Die Temperatur wird über einen Thermostat und eine digitale Anzeige angezeigt. Die Regelung erfolgt über die beiden Hystereseschwellwerte. Man kann einen oberen und einen unteren Schwellwert eingeben. Liegt die Temperatur oberhalb dieses Bereiches, geht beim Schwallwassertank die Kühlung an. Liegt die Temperatur in der Kammer unterhalb des eingestellten Bereiches, geht die Heizung an und erhitzt die Kammer auf den gewünschten Wert. Danach werden die Aggregate abgeschaltet bis die Temperaturen wieder außerhalb des gewünschten Bereiches liegen.

Der Temperaturverlauf wird in einem separaten Reiter angezeigt. Hier kann man die Einstellung für die Achsen beliebig vornehmen. Die 24-Stunden-Anzeige wird bevorzugt. Dadurch werden die Temperaturen der letzten 24 Stunden angezeigt. Die Daten werden auch in einer Datei gespeichert und exportiert. Abbildung 4.7 zeigt den Graphen für den Temperaturverlauf. Dadurch, dass Dauerprüfungen über ein paar Tage durchgeführt werden, ist das Speichern der Daten enorm wichtig. Mit den Daten kann man die normgerechte Durchführung der Prüfung nachweisen.

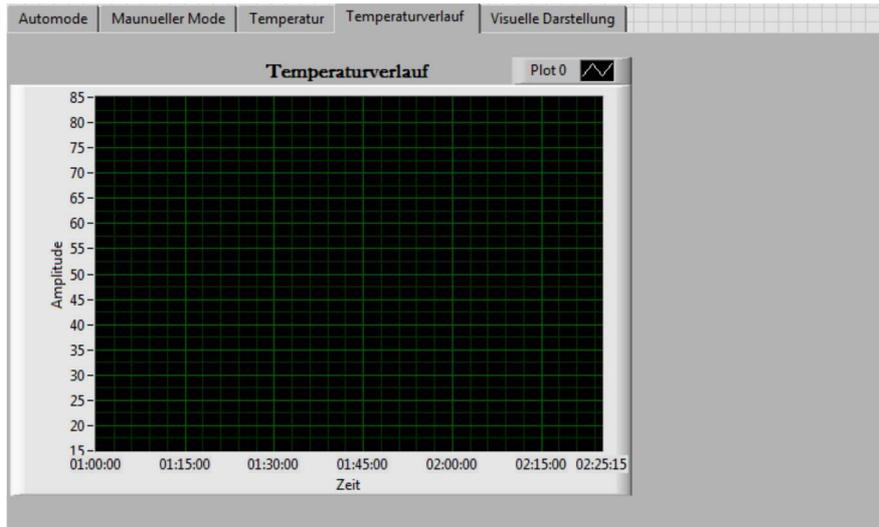


Abbildung 4.7.: Temperaturverlauf

Automode

Der wichtigste Reiter ist der Reiter für den automatischen Programmablauf, ergo für den Automode. Dieser ist ein Zustandsautomat, in welchem verschiedene Zustände herrschenden und der über Tage hinaus läuft. Zur Verdeutlichung wird zunächst die Benutzeroberfläche gezeigt. Hier sind ein Taster, Bedienelemente, Anzeigeelemente und

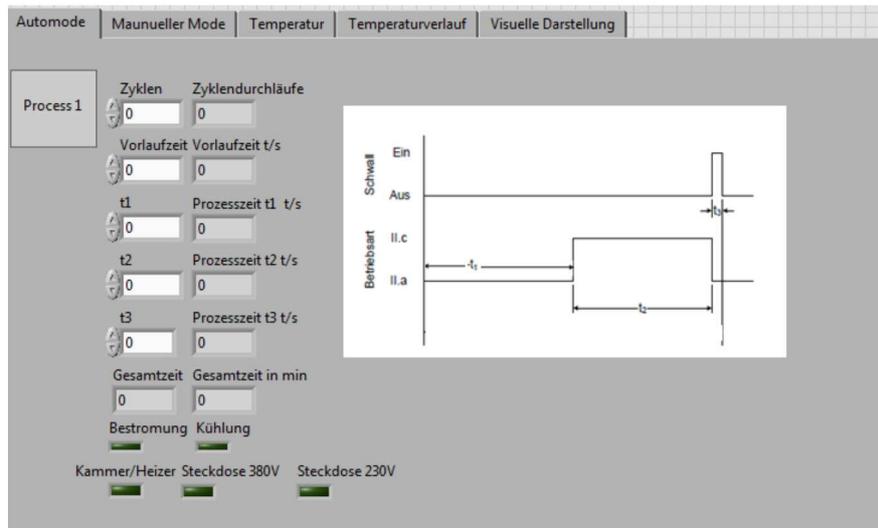


Abbildung 4.8.: Automatischer Programmablauf

eine Grafik eingebaut. Die Grafik zeigt wie lang die Zustände sind und was in jedem Zustand geschieht. Zunächst einmal soll der Benutzer vor Programmstart die einzelnen Bedienelemente ausfüllen. Der Ablauf wird anhand der in Abbildung 4.9 gezeigten Flussdiagramms genauer erläutert.

Die Zyklen geben die Anzahl der Abläufe an. Nachdem alle Zustände abgearbeitet wurden, beginnt der Ablauf wieder von vorn bis die eingegebene Zyklenzahl erreicht wird. Der Ablauf startet beim Betätigen der Process-Taste. Nur beim ersten Ablauf wird der Zustand Vorlaufzeit erreicht. Die Kammer soll auf eine bestimmte Temperatur, bevor der eigentliche Ablauf beginnt, geheizt werden. Dies erfolgt in der Vorlaufzeit. Die Vorlaufzeit wird so eingestellt, dass die Kammer die gewünschte Temperatur erreicht. Nachdem die eingegebene Zeit erreicht wurde, springt das Programm in den Zustand t1. In diesem Zustand erfolgt zunächst nichts außer dass alle Paar Minuten gespült wird. Der Spülvorgang muss stattfinden, da nach dem Beschwallen der Probe das Schwallwasser

sich noch in den Leitungen befindet. Hierbei ist zu beachten, dass die Temperaturen im Wassertank unterhalb des eingegebenen Bereiches, entsprechend der festgelegten Vorgaben der Prüfbedingungen, sein müssen. Durch den Spülvorgang hat das in den Leitungen enthaltene Schwallwasser immer die geforderte Temperatur.

Nachdem die Zeit abgelaufen ist, springt das Programm in Zustand t2. Auch in diesem Zustand finden regelmäßig Spülvorgänge statt. Darüber hinaus erfolgt hier die Bestromung. Die in der Kammer enthaltenen Proben werden bestromt. Die Bestromung der Proben erfolgt separat mit einem anderen Teststand. In diesem Zustand wird die Freigabe für die Bestromung weitergegeben. Hierbei werden die beiden Steckdosen aktiviert. Nach Ende der Zeit geht die Bestromung aus und die Steckdosen werden deaktiviert. Im letzten Zustand wird geschwallt. Das Schwallwasser gelangt über die Pumpe und das Ventil zu den Düsen in der Kammer.

Ist die Zeit abgelaufen und die Zyklenzahl noch nicht erreicht, beginnt der Ablauf wieder bei t1 bis die Zyklenzahl erreicht wird. Die Temperaturregelung für die Kammer und das Schwallwasser erfolgt parallel zum automatischen Programmablauf. Der Rührer läuft ebenfalls parallel, da der Rührer bei Programmstart immer eingeschaltet ist.

Die geschilderten Vorgänge sind der Verständlichkeit halber in Abbildung 4.9 als Flussdiagramm visualisiert.

Da die Erklärung des Quellcodes den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, wurde hier nur auf die Benutzeroberfläche eingegangen. Der Quellcode/Blockdiagramm wurde in den Anhang beigefügt.

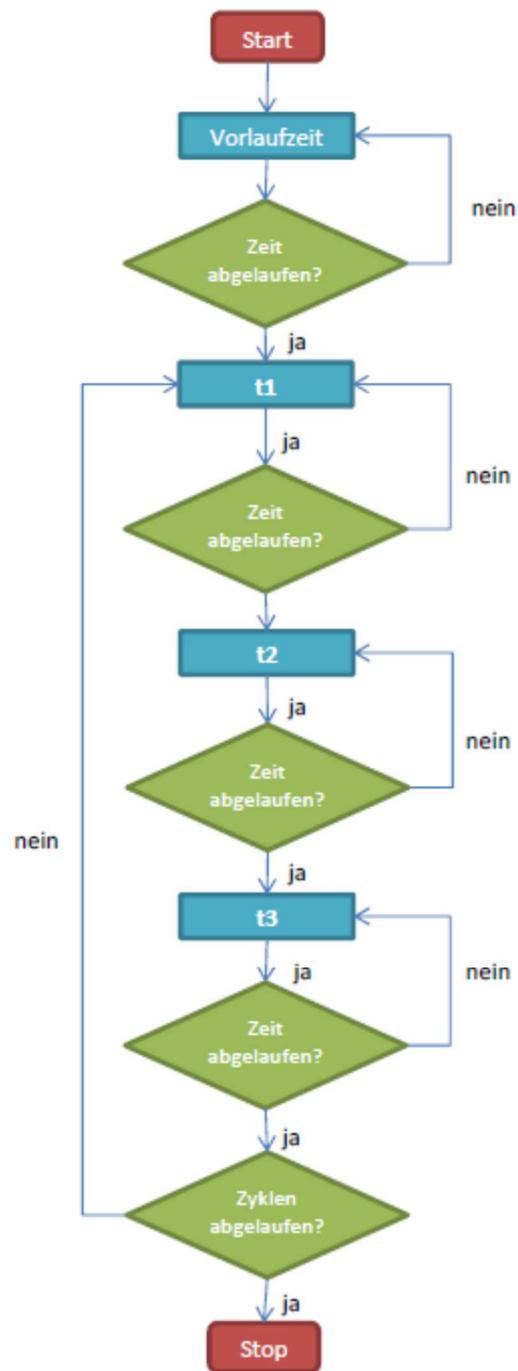


Abbildung 4.9.: Flussdiagramm

5. Auslegung der Komponenten für eine zusätzliche Tauchfunktion

Die Anlage soll mit einer Tauchfunktion erweitert werden. Dabei soll die in der Kammer enthaltene Probe nach jedem Zyklus einmal in ein Becken mit Wasser getaucht werden. Nach jedem Tauchvorgang soll das Wasser komplett geleert und wieder mit Wasser aufgefüllt werden. Anschließend soll die Tauchfunktion der Probe mit einem Pneumatikantrieb realisiert werden.

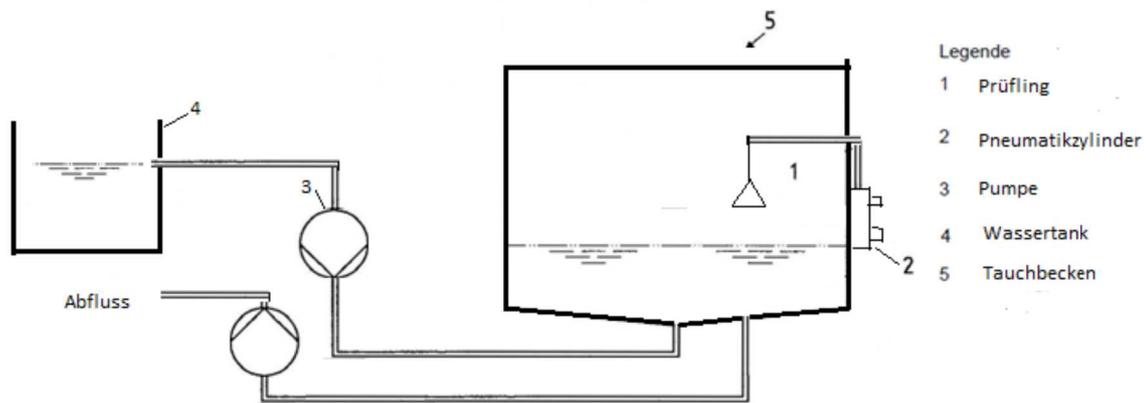


Abbildung 5.1.: Aufbau einer pneumatischen Anlage

In Abbildung 5.1 ist der Aufbau der Tauchfunktion dargestellt. Dabei befindet sich das Tauchbecken in der Kammer. Die Probe wird an einem Hebelarm befestigt, der wiederum an einem Zylinder mit Pneumatikantrieb. Durch den Zylinder soll der Prüfling nach jedem Schwallzyklus in das Tauchbecken mit Wasser eingetaucht und wieder hoch gefahren werden. Das Wasser, welches sich im Becken befindet, soll nach jedem Eintauchen ausgetauscht werden. Dazu werden zwei Pumpen verwendet. Eine Pumpe führt Wasser hinzu und die andere hinaus.

5.1. Pneumatik

Pneumatik kommt aus dem Griechischem und wird mit Atem und Wind in Verbindung gesetzt. In der Technik wird dieses Phänomen mit Druckluft realisiert. Man spricht auch von druckluftbetriebenen Systemen. Pneumatische Anlagen kommen oft in der Automatisierungstechnik zum Einsatz. Dabei sieht eine moderne Anlage folgendermaßen aus:

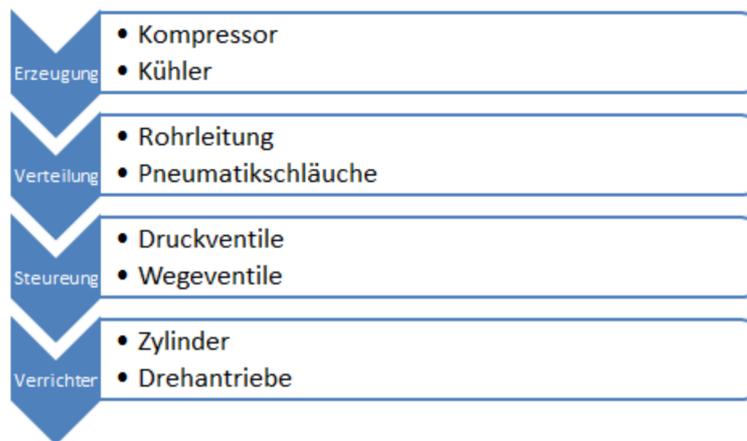


Abbildung 5.2.: Funktionsweise einer pneumatischen Anlage

Zunächst wird Druckluft erzeugt oder bereitgestellt. Das am häufigsten verwendete Mittel ist der Kompressor. Nachdem Druckluft erzeugt wurde, muss sie transportiert und verteilt werden. Dies geschieht durch Rohrleitungen oder Pneumatikschläuche. Die Steuerung erfolgt mit Druckventilen oder Wegeventilen. Ein weiteres Mittel sind Sperrventile. Das Verrichten von Arbeit geschieht mit Zylinder und Drehantrieben. Druckluft ist das gängigste Medium, durch welches Arbeit verrichtet wird und bei der Bewegungen ausgeführt werden können. Dabei wird die Energie, die in Druckluft enthalten ist, in Bewegungsenergie umgewandelt. Der Antrieb einer pneumatischen Anlage erfolgt meist mit einem Zylinder. Die Zylinder sind robust und in verschiedensten Varianten erhältlich. Weitere Vorteile sind:

- Luft ist unbegrenzt verfügbar
- einfacher Transport über weite Strecken mit Rohrleitungen
- Speicherfähigkeit in Druckluftbehältern

- keine Explosionsgefahr
- einfacher und preiswerter Aufbau
- hohe Geschwindigkeit kurze Schaltzeit
- überlastsicher [13]

5.1.1. Zylinder

Als Aktoren kommen Druckluftzylinder zum Einsatz. Ein Zylinder erzeugt lineare Bewegung. Dabei wird die Energie, die in Druckluft enthalten ist, in mechanische Energie umgewandelt. Darüber hinaus gibt es verschiedene Varianten von Zylindern die in der Pneumatik angewendet werden.

Einfachwirkende Zylinder

Bei einfachwirkenden Zylindern ist die Kolbenstange in der Mitte befestigt. Dieser Zylinder arbeitet nur in eine Richtung. Dabei kommt es drauf an, wie der Zylinder ausgelegt ist. Er kann entweder im Vorhub oder im Rückhub arbeiten. Indessen wird die Kolbenstange aus- oder eingefahren. Eine Belastung in die Gegenrichtung darf nicht stattfinden.



Abbildung 5.3.: Einfachwirkender Zylinder [14]

Es gibt verschiedene Zylindervarianten mit verschiedenen Kolbenstangen wie, Rechteck-, Vier- oder Sechskantkolbenstange. Im Vergleich zu doppelwirkenden Zylindern benötigt der einfachwirkende Zylinder für eine Bewegung nur die halbe Luftmenge. Der Rückhub erfolgt jedoch mechanisch. Der Zylinder wird mit Steuerventilen gesteuert. Abbildung 5.4 zeigt die Ansteuerung eines einfachwirkenden Zylinders. Die Ansteuerung erfolgt über ein Wegeventil. Liegt keine Spannung an, so wird die Kammer entlüftet und die Kolbenstange bleibt unangetastet. Wenn nun eine Spannung anliegt, schaltet das Wegeventil und

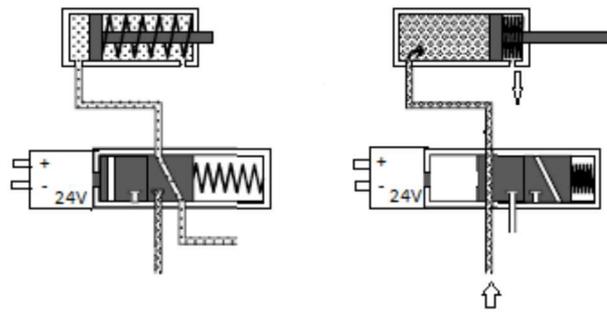


Abbildung 5.4.: Ansteuerung einfachwirkender Zylinder [15]

Druckluft wird zugeführt. Dies führt dazu, dass sich die Kolbenstange bewegt. Wenn nun keine Spannung anliegt, bleibt die Kolbenstange auf der Position bis die Magnetspule bestromt wurde stehen. Die Kammer wird dabei entlüftet und bei mechanischer Betätigung kann die Kolbenstange wieder auf die Ausgangsposition zurückgestellt werden. [15]

Doppelwirkende Zylinder

Anders als bei einfachwirkenden Zylindern gibt es bei doppelwirkenden Zylindern zwei Druckluftanschlüsse und sie sind immer als Kolbenzylinder ausgeführt. Dieser Zylinder arbeitet in beide Richtungen.

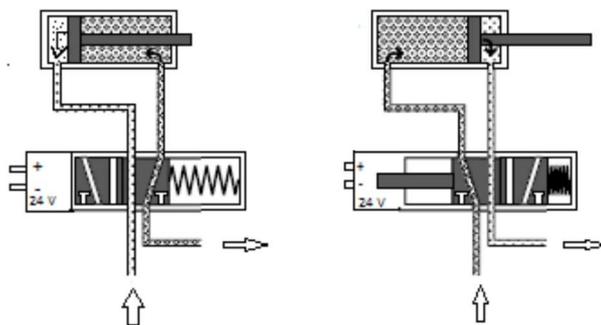


Abbildung 5.5.: Doppelwirkender Zylinder [15]

Abbildung 5.5 zeigt den Aufbau eines doppelwirkenden Zylinders mit einem Steuerventil. Liegt keine Spannung an der Magnetspule an, so wird die linke Kammer belüftet

und die rechte Kammer entlüftet. Wird Spannung angelegt, fährt die Kolbenstange aus. Dabei wird die linke Kammer entlüftet und die rechte belüftet. Wird die Magnetspule nicht mehr bestromt, erfolgt der umgekehrte Luftvorgang und die Kolbenstange fährt wieder bis zur Ausgangsposition zurück. [15]

5.1.2. Pneumatikventile

Pneumatische Anlagen werden mit Ventilen gesteuert. Dabei bestimmen Ventile den Weg der Druckluft, die mit Pfeilen gekennzeichnet werden. Es gibt verschiedene Ausführungen um Ventile zu steuern:

- manuell
- mechanisch
- pneumatisch
- elektrisch
- magnetisch

Durch Betätigung der Ventile werden Zylinder ein- und ausgefahren oder die Druckluftversorgung zugeschaltet beziehungsweise abgesperrt. Dabei gibt es viele Varianten von elektrischen Wegeventilen. Ein 2/2-Wege-Ventil hat beispielsweise zwei Schaltstellungen und zwei Anschlüsse. Ein 5/3-Wege-Ventil hat drei Schaltstellungen und fünf Anschlüsse. Die erste Zahl gibt immer die Anzahl der Anschlüsse und die zweite Zahl die Anzahl der Schaltstellungen an. [15]

5.2. Anforderung an das System

5.2.1. mechanische Anforderungen

äußere Bedingungen

Der Zylinder soll senkrecht hinter die Kammer befestigt werden. Dabei wird ein Schlitz an die Rückseite der Kammer gesägt, damit der Hebelarm hoch- und hinuntergefahren werden kann. Der Hebelarm wird an den Zylinder angeschlossen. Die Anlage befindet sich in einem Testraum mit ganz normalen Raumbedingungen. Es gibt daher keine wetterbedingten Einflüsse.

Verfahrweg

Der Zylinder mit einem Hebelarm soll die Probe in ein Becken mit Wasser eintauchen und wieder auf die Ausgangsposition zurückfahren. Der Verfahrweg des Zylinders beträgt dabei 500 mm. Der Prüfling hat maximal einen Verfahrweg von 450 mm. Der Hebelarm wird an den Kolbenstange des Zylinders befestigt und hat eine Länge von 500 mm.

Verfahrzeit

Die Verfahrzeit kann variabel gestaltet werden. Dabei sollen 6 Sekunden als Richtwert dienen.

Kraft

Um die Anforderungen zu erfüllen, muss der Zylinder eine gewisse Kraft ausüben können. Dabei spielen die Masse und der zusätzlich waagrecht liegende Hebelarm eine wichtige Rolle.

Für das Zurücklegen des Verfahrwegs muss der Antrieb eine ausreichend hohe Zugkraft ausüben, um die Anforderungen zu erfüllen. In dem folgenden Abschnitt wird die hierfür erforderliche Zugkraft berechnet.

Zunächst muss die resultierende Beschleunigung des Systems bestimmt werden. Dies ist die Beschleunigung mit der der Hebelarm beschleunigt wird. Definierte Größen sind hierbei der Verfahrweg $s = 0,5m$, die maximale Geschwindigkeit $v_{max} = 200\frac{mm}{s}$ und die Verfahrzeit $t_{ges} = 4s$.

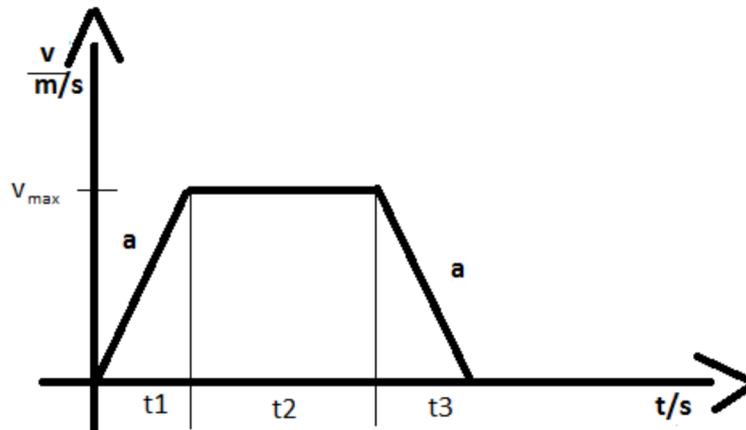


Abbildung 5.6.: Trapezprofil des Verfahrenvorgangs

$$s = v_{max} * (t_2 - t_1) + v_{max} * (t_3 - t_2) \quad (5.1)$$

$$s = \cancel{v_{max} * t_2} - v_{max} * t_1 + v_{max} * t_3 - \cancel{v_{max} * t_2}$$

$$v_{max} * t_1 = v_{max} * t_3$$

$$t_1 = \frac{v_{max} * t_1 - s}{v_{max}}$$

$$t_1 = \frac{0,20 \frac{m}{s} * 4s - 0,5m}{0,20 \frac{m}{s}}$$

$$t_1 = 1,5s$$

$$a_1 = \frac{v_{max}}{t_1} \quad (5.2)$$

$$a_1 = \frac{0,20 \frac{m}{s}}{1,5m}$$

$$a_1 = 0,133 \frac{m}{s^2}$$

Mithilfe der resultierenden Beschleunigung kann die resultierende Kraft bestimmt werden.

$$\text{resultierende Kraft:} \quad F_{res} = m * a_{res} \quad (5.3)$$

Da die Probe an einem Hebelarm angebracht wird, ist die Berechnung der Kraft am Hebelarm ebenfalls erforderlich.

$$\text{Hebelkraft:} \quad F_H = m * g * s \quad (5.4)$$

Über die Kräftebilanz kann die Beschleunigung berechnet werden, die der Antrieb aufbringen muss, um die resultierende Beschleunigung zu erreichen.

$$F_{res} = F_Z - F_H \quad (5.5)$$

$$m * a_{res} = m * a - m * g * s$$

$$a = a_{res} + g * s \quad (5.6)$$

$$a = 0,133 \frac{m}{s^2} + 9,81 \frac{m}{s^2} * 0,5m$$

$$a = 5,038 \frac{m}{s^2}$$

Aus der notwendigen Beschleunigung des Antriebes kann die benötigte Zugkraft berechnet werden.

$$\begin{aligned} \text{Zugkraft:} \quad F_Z &= m * a & (5.7) \\ &= 100kg * 5,038 \frac{m}{s^2} \\ &= 503,8N \end{aligned}$$

5.2.2. pneumatische Anforderungen

Versorgung

Der Zylinder soll mit Druckluft versorgt werden.

Ansteuerung

Der Zylinder soll mit einem Wegeventil angesteuert werden. Die Ansteuerung des Wegeventils soll über Labview erfolgen.

5.2.3. pneumatischer Kreis

Die Abbildung 5.7 zeigt den pneumatischen Kreis. Der Kompressor erzeugt Druckluft und verteilt diese mit Pneumatikschläuchen an das Wegeventil. Das Wegeventil gibt die Richtung des Druckluftes vor. Die Druckluft gelangt über die Rohrleitungen an den Zylinder, der wiederum Arbeit verrichtet.

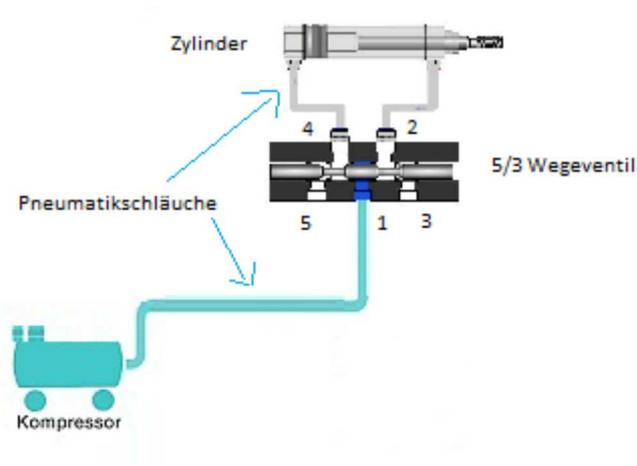


Abbildung 5.7.: pneumatischer Aufbau

5.3. Auslegung des Systems

Für das System wurde ein doppelwirkender Zylinder DSBC-40-500-PPSA-N3 von Festo ausgewählt.



Abbildung 5.8.: Normzylinder [16]

Die theoretische Kraft bei 6 bar und beträgt bei Vorlauf 754 N und bei Rücklauf 633 N. Dies reicht aus, um die erforderliche Masse von 100 kg mit einem Hebelarm hoch- und hinunterzufahren. Der Kolben-Durchmesser beträgt 40 mm und der Hub, wie gefordert, 500 mm. Der Zylinder hat zusätzlich noch eine einstellende pneumatische Endlagendämpfung.



Abbildung 5.9.: 5/3-Wegeventil [17]

Des Weiteren wurde ein Ventil BM-01-530-HN von airtec ausgesucht. Dieses hat einen G1/8 Anschluss und einen Arbeitsdruck von 3 bis 8 bar. Das Ventil wird elektrisch mit 24 V DC angesteuert.

6. Fazit und Ausblick

Eine sich stetig ändernde Technik führt dazu, die Anlage zu modernisieren und zu erweitern. Dabei ist der Tausch einiger Komponenten erforderlich und die verursachten Kosten sind als Investition in die Forschung anzusehen. Diese werden sich dank der neu erprobten technischen Raffinessen langfristig rechnen, sodass die Optimierung durch diese Amortisation finanziell getragen werden kann zweitrangig. Die Umbaumaßnahmen ermöglichen eine enorme Platz- und Zeiteinsparung.

Bei dem vorliegenden Projekt wurden zwei Konzepte entwickelt die eng miteinander verzahnt sind. Durch das Hardwarekonzept gibt es eine Platzersparnis. Der verwendete Panel-PC hat einen Multitouchpanel und einen 7 Zoll Display. Dieser ersetzt den extern verwendeten Rechner, der für die Erfassung der Messwerte zuständig war. Dies erfolgt nicht mehr mit einer separaten Software, sondern mit LabVIEW. Die verwendete Software ermöglicht dem Nutzer eine variable Eingabe der Parameter. Des Weiteren werden alle an die Software gestellten Anforderungen, wie z.B. die visuelle Darstellung, erfüllt. Durch den Panel-PC und LabVIEW hat der Benutzer nur eine Bedienoberfläche. Die Erfassung der Messwerte hat nicht mehr mit einem externen Rechner zu erfolgen. Somit gibt es zusätzlich eine Zeiteinsparung.

Die Anbindung einer weiteren Auseinandersetzung ist - je nach Umfang und Komplexität der zu untersuchenden Fragestellung - als Bachelor- oder Masterarbeit möglich. Hierbei könnten die für die Tauchfunktion ausgelegten Komponenten eingesetzt sowie die vorgestellte Anlage diskutiert und weiter um- bzw. ausgebaut werden. Die Steuerung der Tauchfunktion sollte zusätzlich noch in das bestehende Programm eingebunden werden.

Abbildungsverzeichnis

2.1. Schwallwasserprüfung gemäß ISO 16750-4 [1]	4
2.2. Frontpanel	6
2.3. Blockdiagramm	7
3.1. JUMO-Regler [5]	9
3.2. USB-6501 [6]	11
3.3. Panel PC 2100 [7]	12
3.4. Hardwareaufbau	13
3.5. Almemo 5690 [9]	14
3.6. Datenkabel [10]	14
4.1. Blockdiagramm	17
4.2. Visuelle Darstellung	19
4.3. Spülkreislauf	20
4.4. LED-Anzeige	20
4.5. Manueller Programmablauf	21
4.6. Temperaturanzeige und Regelung	22
4.7. Temperaturverlauf	23
4.8. Automatischer Programmablauf	24
4.9. Flussdiagramm	26
5.1. Aufbau einer pneumatischen Anlage	27
5.2. Funktionsweise einer pneumatischen Anlage	28
5.3. Einfachwirkender Zylinder [14]	29
5.4. Ansteuerung einfachwirkender Zylinder [15]	30
5.5. Doppelwirkender Zylinder [15]	30
5.6. Trapezprofil des Verfahrenvorgangs	33
5.7. pneumatischer Aufbau	35
5.8. Normzylinder [16]	36
5.9. 5/3-Wegeventil [17]	36

Literatur

- [1] Volkswagen Aktiengesellschaft, Hrsg., *vw80000_2013_de*, Konzernnorm, 28. Feb. 2013. Adresse: <https://www.uvo.gov.sk/vyhľadavanie-dokumentov/document/123213/profil/14873/Predmet/147563/guid/4046b60c-f535-4e38-b240-53ad20c2aacd/id/130743>. (besucht am 09.01.2017).
- [2] (2017). EDAG im Überblick. de, EDAG Engineering GmbH, Adresse: <http://www.edag.de/de/edag/edag-im-ueberblick.html> (besucht am 06.01.2017).
- [3] W. Georgi und E. Metin, *Einführung in LabVIEW, Mit ... 146 Aufgaben ; [Studentenversion inklusive]*, ger, 4., neu bearb. Aufl., [Nachdr.] München: Fachbuchverl. Leipzig im Carl-Hanser-Verl., 2011, 512 S., Metin, Ergun (VerfasserIn), ISBN: 978-3-446-41560-7. Adresse: http://www.gbv.de/dms/faz-rez/FTUM200905162269313_8.pdf.
- [4] B. Mütterlein, *Handbuch für die Programmierung mit LabVIEW, [mit Studentenversion LabVIEW 8]*, ger, 2. Aufl. Heidelberg: Spektrum Akad. Verl., 2009, 516 S., ISBN: 978-3-8274-2337-5.
- [5] JUMO. (). JUMO iTRON - Kompaktregler (702040). de. Copyright: JUMO, Adresse: <http://www.jumo.de/produkte/temperatur/temperatur/regler-elektronisch/einkanalregler/702040/jumo-itron---kompaktregler-702040.html?parentId=2919> (besucht am 13.01.2017).
- [6] National Instruments, Hrsg. (22.11.2005). NI USB-6501 (24 Kanäle, 8,5 mA) - National Instruments. de scheme=rfc3066, Adresse: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/de/nid/201630> (besucht am 15.01.2017).
- [7] Bernecker + Rainer Industrie Elektronik Ges.m.b.H., Hrsg. (). Panel PC 2100 Multitouch, Adresse: <https://www.br-automation.com/de-at/produkte/industrie-pcs/panel-pc-2100-multitouch/> (besucht am 12.02.2017).
- [8] BMC Messsysteme GmbH, Hrsg. (). OR8 - PC Messtechnik "made in Germany" von BMC Messsysteme GmbH (bmcm), Adresse: <http://www.bmcm.de/index.php/de/optokoppler/or8.html> (besucht am 14.02.2017).

- [9] Instruments Direct Services Limited, Hrsg. (). ALMEMO® 5690-1M09TG1, Adresse: <https://www.industrydirect.co.uk/product/almemo-5690-1m09tg1/> (besucht am 17.02.2017).
- [10] Ahlborn. (). USB und Netzwerkkabel. Ahlborn Meß- und Regelungstechnik GmbH, Hrsg., Adresse: http://www.ahlborn.com/de_DE/produkte/usb-und-netzwerkkabel (besucht am 23.02.2017).
- [11] Siemens AG, Hrsg., *LOGO!*, 6.2003. Adresse: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82563/v1/Logo_d.pdf (besucht am 17.01.2017).
- [12] Hans Schneider, Lutz Gläser, Ines Wehner, „LabVIEW-Steuerung eines verfahrenstechnischen Modells Begleitband zum National Instruments Kongress VIP 2012“, in, S. 411–416. Adresse: <http://www.ipi-live.de/publications/>.
- [13] H.-W. Grollius, *Grundlagen der Pneumatik*. München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2009, 14 S. DOI: 10.3139/9783446420960. Adresse: http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/095000_ausschnitt_web.pdf (besucht am 28.02.2017).
- [14] Hit Karlsruhe, Hrsg. (14.02.2008). Einfachwirkender Zylinder, Adresse: http://www.hit-karlsruhe.de/hit-mic/projekte/WS_07_FT_Schaltvorgang_Kupplung/vorteilnachteil.html (besucht am 02.03.2017).
- [15] *Grundlagen der Automatisierungstechnik, Fachbuch*, 25 S. Adresse: http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/nwt/unterrichtseinheiten/einheiten/automat_pics/5pneumatik.pdf (besucht am 01.03.2017).
- [16] Festo AG & Co. KG, Hrsg. (). Normzylinder nach ISO 15552, Adresse: https://www.festo.com/cat/xdki/products_PP_ISO6431VDMA (besucht am 05.03.2017).
- [17] AIRTEC Pneumatic GmbH, Hrsg., *Elektrisch betätigte Ventile*. Adresse: http://www.airtec.de/tl_files/products/Pneumatikprogramm/elektrisch_betaetigte_ventile/pdf-de/BM-01.pdf (besucht am 03.03.2017).

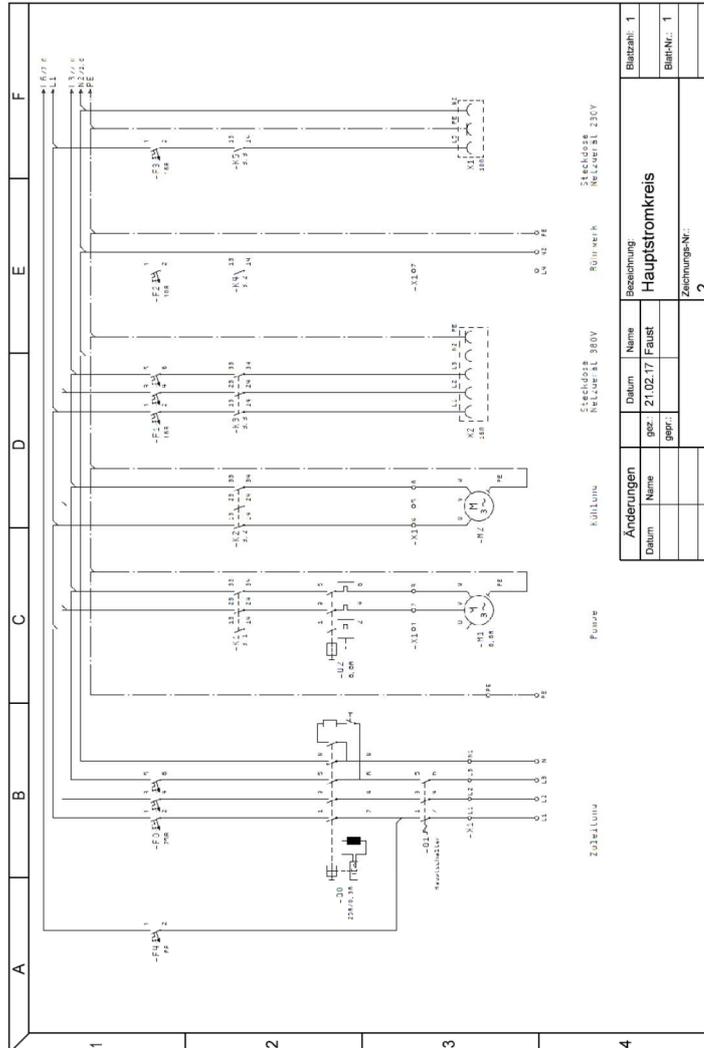
A. Anhang

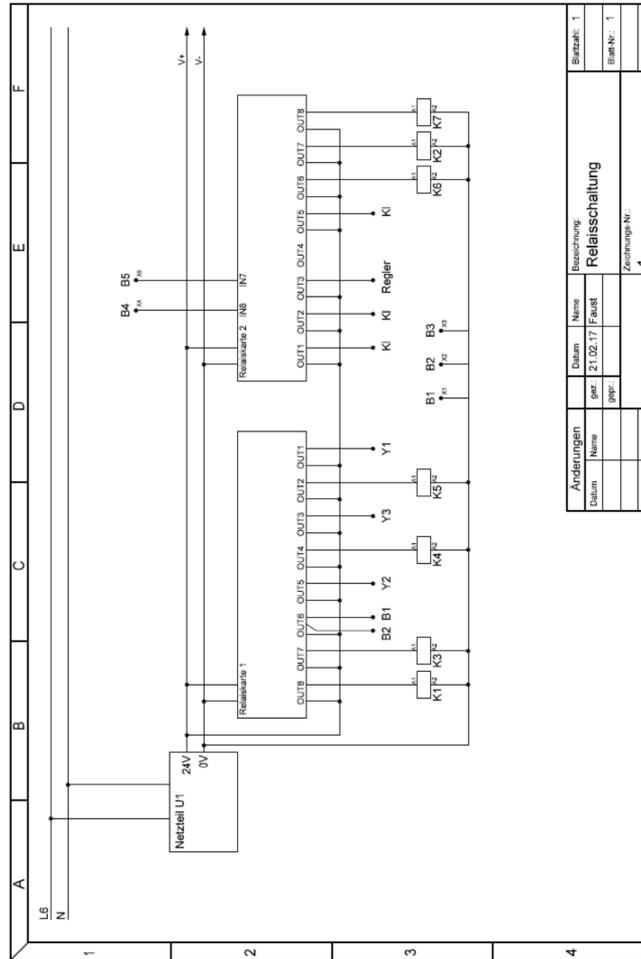
A.1. Schaltplan

A.2. Prüfprotokoll

A.3. Quellcode/Blockdiagramm

A.1. Schaltplan



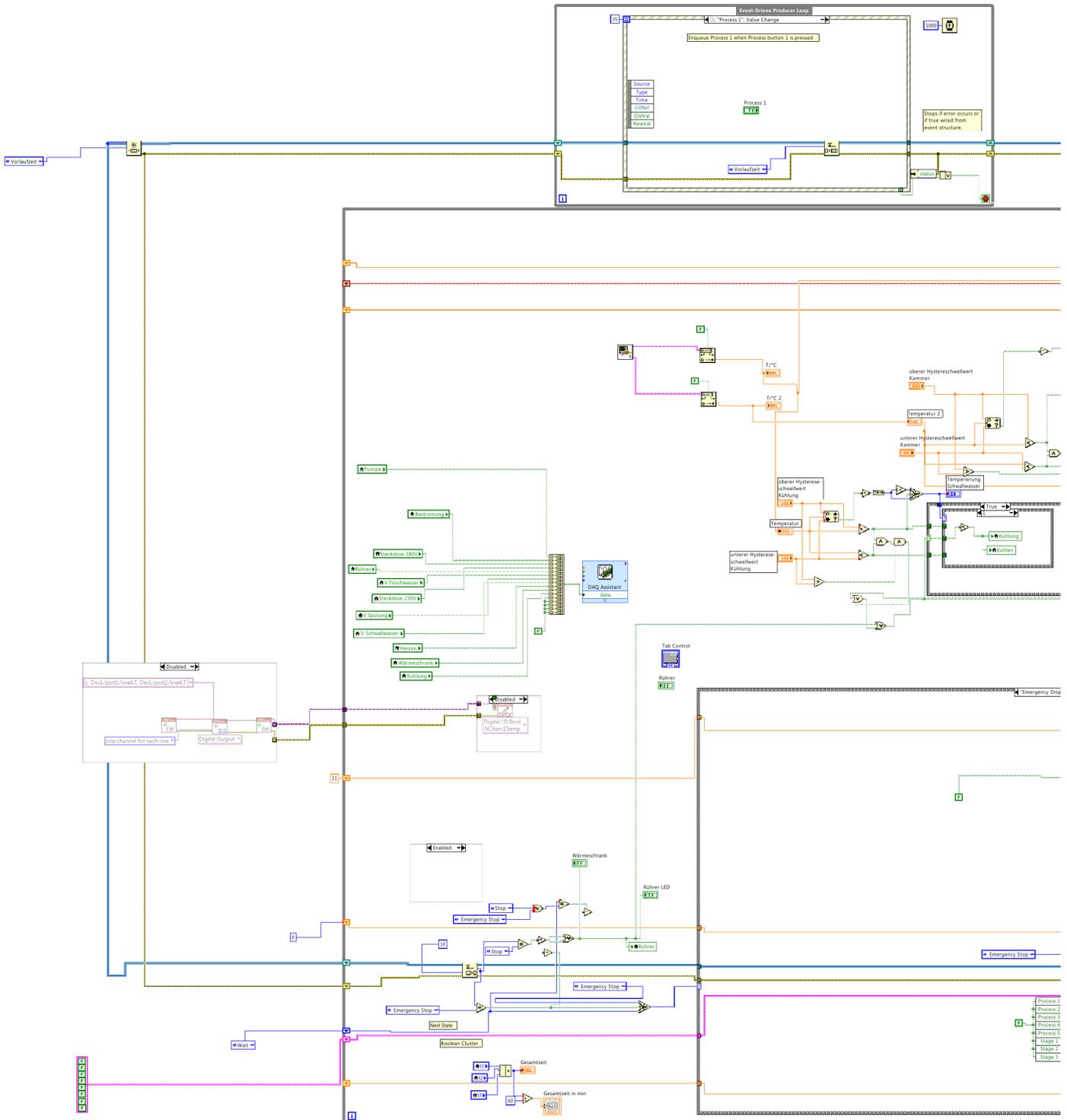


Änderungen		Datum		Name		Bezeichnung		Blattzahl: 1	
Datum	Name	gez.	21.02.17	Funkt.		Relaischaltung		BlattNr.: 1	
gez.						Zeichnungs-Nr.:		1	

A.2. Prüfprotokoll

Prüfprotokoll + Übergabebericht Nr. 1		Auftrag Nr. 001										
Auftraggeber: Accredited Test Center (ATC)		Auftragnehmer: Ausbildungsabteilung EE										
Anlage: Schwellwasseranlage S04		Gebäude: F.E.G.										
Netzspannung: 3/N/PE 230/400V / 50Hz		Netzsystem: <input checked="" type="checkbox"/> TN <input type="checkbox"/> TT <input type="checkbox"/> IT										
Prüfung nach: <input checked="" type="checkbox"/> DGUV3 <input checked="" type="checkbox"/> DIN VDE 0100-600 <input type="checkbox"/> DIN VDE 0113 Teil 1 <input type="checkbox"/> Sonstige:												
Anlass: <input checked="" type="checkbox"/> Neuanlage <input type="checkbox"/> Instandsetzung <input type="checkbox"/> Erweiterung <input type="checkbox"/> Änderung <input type="checkbox"/> Wiederholungsprüfung <input type="checkbox"/> Sonstiger Anlass												
Besichtigung: Schutz gegen direktes Berühren Leiter (Strombelastbarkeit/Spannungsfall) Querschnitt Schutz-, Erd-, Potentialausgleichsleiter Dokumentation Auswahl/Einstellung v. Schutz- u. Überwachungs-Einr. Auswahl der Betriebsmittel Betriebsmittele Kennzeichnung Leitungsverlegung und Kennzeichnung		Notwendige Trenn- u. Schalteinrichtungen Kennzeichnung von N- und PE-Leiter Leitungsanschlüsse Zugänglichkeit der Betriebsmittel										
Bemerkungen:												
Erprobung: Funk-Prüf. der el. Anlage <input checked="" type="checkbox"/> Funk-Pr. Der RCD-/FI-Prüfstat. <input checked="" type="checkbox"/>		Rechtsdrehf. D. Steckd. <input type="checkbox"/> Drehricht. der Motoren <input type="checkbox"/>										
Bemerkungen:												
Übergabebericht:												
Anlagenteil:												
Stromkreis-Nr.:												
Messung Bed.: <input checked="" type="checkbox"/> trocken <input type="checkbox"/> feucht <input type="checkbox"/> nass		Bemerkungen:										
Durchgängigkeit Schutzl. $R_{LO} = 0,14 \Omega$		Durchg. Haupt- und zus. Pot.-Ausgl. = Ω										
Stromkreis	Überstromschutzorgan				Schutzleiter $R_{LO} \leq 1 [A]$	RCD (Fehlerstromschutzschalter)				Isolation		
	Art <small>(Überschalt)</small>	$I_n [A]$ <small>Hersteller</small>	$Z_n [A]$ <small>Hersteller</small>	$Z_n [A]$ <small>Hersteller</small>		$I_{\Delta n} [A]$ <small>Hersteller</small>	$I_{\Delta n} [mA]$ <small>Hersteller</small>	$I_{\Delta n} [mA]$ <small>Hersteller</small>	$I_{\Delta n} [mA]$ <small>Hersteller</small>	Ausl.-Zeit $t_a [ms]$	$R_{iso} [M\Omega]$ <small>Hersteller</small>	$U_{iso} [V]$ <small>Folienempfindlichkeit</small>
Stecker	B	10	--	1,1	0,19	25	30	22,4	0,0	18	>1000	500DC
Verwendete Messgeräte nach DIN VDE 0413 Beming IT 120 B												
Nächster Prüftermin: 03/2019 Prüfergeb. mangelhaft: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein												
Unterschriften:												
Die Anlage entspricht den anerkannten Regeln der Elektrotechnik.						Gem. Übergabeb. El. Anlage übernommen						
Prüfer Ort: <i>Fulda</i> Datum: <i>02.03.2017</i>						Auftraggeber Ort: Datum:						
Unterschrift: <i>Lothar Kerber</i>						Unterschrift:						

A.3. Quellcode/Blockdiagramm



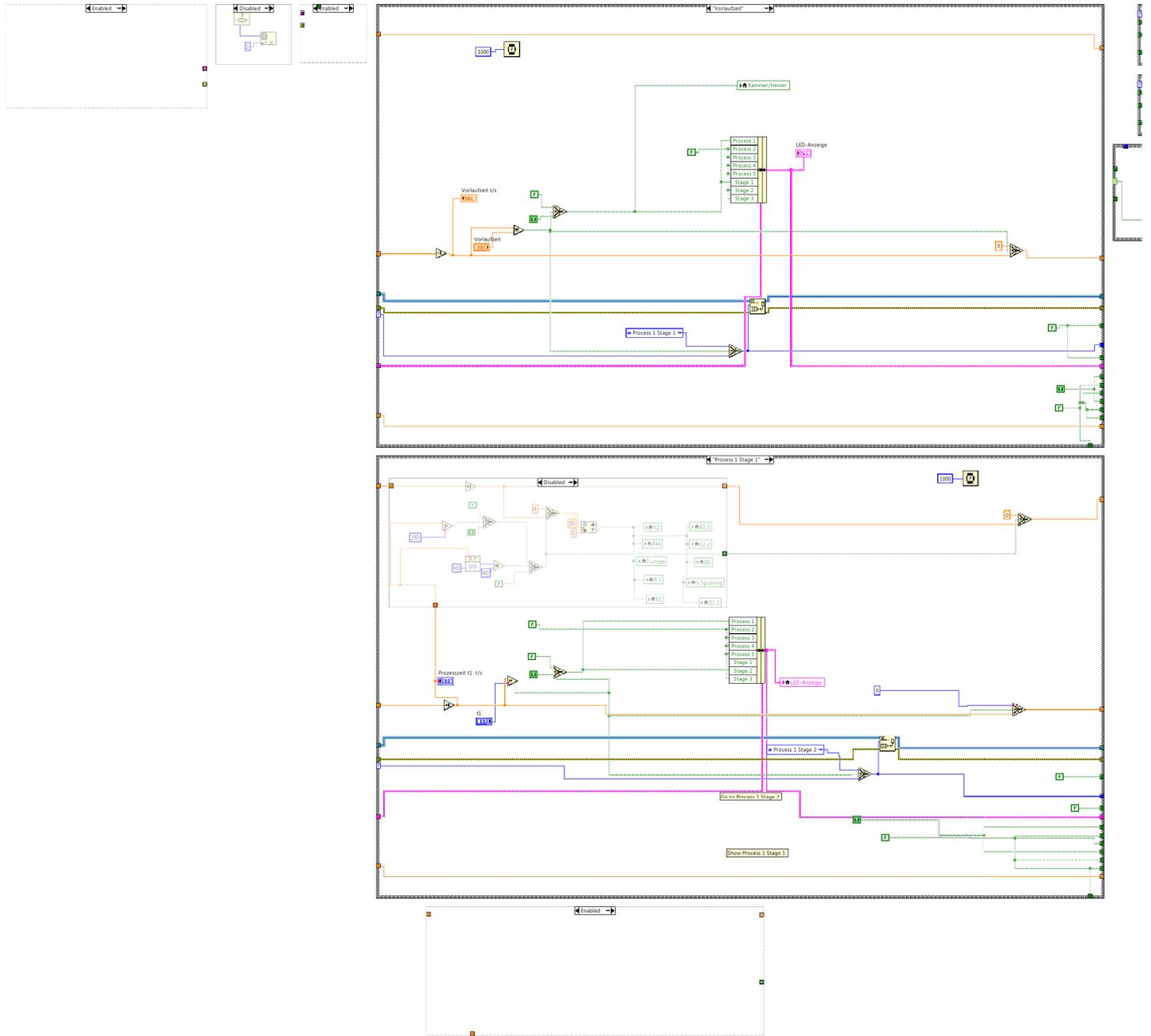


Queue_bachelor.vi

C:\Users\to23417\Desktop\LabVIEW\Queue_bachelor.vi

Last modified on 16.03.2017 at 12:53

Printed on 16.03.2017 at 12:53



Queue_bachelor.vi

C:\Users\to23417\Desktop\LabVIEW\Queue_bachelor.vi

Last modified on 16.03.2017 at 12:53

Printed on 16.03.2017 at 12:53



