

Die automatische Bewässerungsanlage



Diplomarbeit von Gianluca Salzillo

Schweizerische Fachschule TEKO Zürich

Elektrotechniker HF

2018 - 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Management Summary	4
1.1	Einleitung	4
1.2	Kosten und Realisierung	4
1.3	Ausbau und Erweiterungsmöglichkeiten	4
2	Lebenslauf	5
3	Qualifikationsprofil Elektrotechniker HF	6
3.1	Menschen führen Prozess 1	6
3.2	Menschen führen Prozess 1	6
3.3	Entscheidungen fällen Prozess 2	6
3.4	Projekte planen und leiten Prozess 3	6
3.5	Sich sprachlich verständigen Prozess 4	6
3.6	Unternehmensprozesse mitgestalten Prozess 6	7
3.7	Umfeld berücksichtigen Prozess 8	7
3.8	Sich persönlich weiter entwickeln Prozess 10	7
3.9	Programme entwickeln Prozess 12	7
3.10	In Betrieb setzten Prozess 14	7
3.11	Elektrotechnische Anlagen unterhalten Prozess 15	8
3.12	Testeinrichtungen konzipieren und herstellen Prozess 16	8
4	Themeneingabe	9
5	Aufgabenstellung	11
5.1	Pflichtenheft	11
5.1.1	Einleitung	11
5.1.2	Team und Schnittstellen	11
5.1.3	Beschreibung	11
5.1.4	Bereits bestehende Systeme und Ressourcen	12
5.1.5	Zusatz Optionen und mögliche Erweiterungen	12
5.1.6	Lieferbedingungen und Erstinbetriebnahme	12
5.1.7	Ziel der Anlage	12
5.1.8	Genutzte Programme	13
5.2	Zieldefinition	14
5.2.1	Zielermitteln/ Analysierung	14
5.3	Ziele klassifizieren	15
5.3.1	Stufenweise Gewichtung	17
6	Terminplan	18
6.1	Meilensteinplan	19
7	Projektrisiken	20
7.1	Zweck und Ziel dieser Risikoanalyse	20
7.2	Analyse der potenziellen Probleme und Störungen	20
7.3	Lieferverspätung der Bauteile	20
7.3.1	Beschreibung / Grund	20
7.3.2	Auswirkung	20
7.3.3	Lösung	20
7.4	Fehlerhafte Bauteile	21
7.4.1	Beschreibung / Grund	21
7.4.2	Auswirkung	21
7.4.3	Lösung	21

7.5	Software/ Programmierkomplkationen.....	21
7.5.1	Beschreibung / Grund.....	21
7.5.2	Auswirkung.....	21
7.5.3	Lösung.....	21
7.6	Gesundheitlicher Ausfall.....	22
7.6.1	Beschreibung / Grund.....	22
7.6.2	Auswirkung.....	22
7.6.3	Lösung.....	22
7.7	Finanzielles Risiko.....	22
7.7.1	Beschreibung / Grund.....	22
7.7.2	Auswirkung.....	22
7.7.3	Lösung.....	22
8	Lösung der Aufgabe.....	23
8.1	Fundduino oder Raspbarry PI.....	23
8.2	Lösungsweg.....	24
8.2.1	Flussdiagramm.....	24
8.2.2	Flussdiagramm Handy- App.....	25
8.3	Arbeitsschritte.....	26
8.3.1	Sensoren einbinden.....	26
8.3.2	Auto-/Manuelbetrieb.....	27
8.3.3	RTC Integrierung.....	28
8.3.4	Programmcode für die Handy-App.....	29
8.3.5	Gartenarbeiten.....	30
8.3.6	Schaltkasten Aufbau.....	31
8.3.7	Inbetriebnahme.....	32
8.4	Aufbau.....	33
8.4.1	Elektrischer Aufbau.....	33
8.4.2	Aufbau vor Ort.....	34
8.4.3	Aufbau der Handy-App.....	35
8.5	Problemstellungen.....	36
8.5.1	Ungenauere Messwerte des wasserdichten Ultraschallsensors.....	36
8.5.2	Auto-/ manuell Umschaltung.....	37
8.5.3	RTC verarbeiten.....	37
9	Materialliste und Kosten.....	38
9.1.1	Auswahl der Pumpe.....	40
10	Quellenverzeichnis.....	41
10.1	Abbildungsverzeichnis.....	41
10.2	Tabellenverzeichnis.....	42
11	Reflexion.....	43
12	Schluss.....	44
12.1	Eigenständigkeits-Erklärung.....	44
12.2	Danksagung.....	44
13	Anhang.....	45

1 Management Summary

1.1 Einleitung

Die Idee für das Thema meiner Diplomarbeit kam mir durch den Wunsch nach mehr Komfort im Garten. Aus diesem Grund habe ich eine automatische Bewässerungsanlage entwickelt, die nachhaltig und effizient funktioniert. Mit gesammeltem Regenwasser und solarbetriebenen Strom können die Gartenbeete bewässert werden. Das System wird durch eine integrierte Zeitschaltuhr, einen Feuchtigkeitssensor und einen Ultraschall-Distanzsensor gesteuert. Dabei dient der Ultraschallsensor ausschliesslich dem Trockenlaufschutz der Pumpe.

Aber was wäre Komfort ohne unsere Smartphones? Durch eine Handy-App kann die Pumpe einfach und bequem vom Wohnzimmer aus ein- und ausgeschaltet werden. Jedoch ist es auch ohne Smartphone möglich, die Steuerung manuell vor Ort zu bedienen. Mit einem Taster kann der Betrieb von automatisch zu manuell hin und her gewechselt werden. Ebenfalls wurden optische Signale wie Leds und LCD-Display installiert, welche es ermöglichen, den Status der Anlage einfach zu erkennen.

1.2 Kosten und Realisierung

Die einmaligen Materialkosten belaufen sich auf ca. CHF 1'300.00. Dieser Betrag deckt alle Kosten für die oben beschriebene Standardausführung.

Für die Instandsetzung der Anlage im eigenen Garten kann der erstellte Programmcode übernommen werden. Für die Installation werden ca. 2 -4 Tage benötigt unter der Voraussetzung, dass das benötigte Material vorhanden ist. Danach kann der Komfort im eigenen Garten genossen werden.

1.3 Ausbau und Erweiterungsmöglichkeiten

Diese Bewässerungsanlage auszubauen und zu erweitern ist überhaupt kein Problem. Der Microcomputer besitzt mehrere Reserve-Ausgänge, die z.B. weitere Pumpen und Sensoren steuern können. Durch diese Reserve-Ausgänge hat man die Möglichkeit die Anlage auch im Nachhinein auszubauen, ohne die Steuerung komplett auswechseln zu müssen.

Weitere Erweiterungen können durch eine Internetanbindung vorgenommen werden. Dadurch besteht die Möglichkeit, Wetterprognosen einzubinden oder Messdaten auf ein Smartphone zu senden.

2 Lebenslauf



Persönliche Daten

Name	Gianluca Salzillo
Geburtsdatum	02.10.1997
Adresse	Neuhofstrasse 41 8315 Lindau
Telefon	+41 76 406 26 73
E-Mail	g.salzillo@hotmail.ch

Berufliche Tätigkeiten

12.2020 –	Bauleitendermonteur Etavis AG Kloten <ul style="list-style-type: none">• Leiten von Baustellen• Betreuung von Lernenden
08.2017 – 11.2020	Elektroinstallateur EFZ Etavis AG Kloten <ul style="list-style-type: none">• Kleinbaustellen• Service• Betreuung von Lernenden
07.2013 – 07.2017	Lehre Elektroinstallateur EFZ Etavis AG Kloten

3 Qualifikationsprofil Elektrotechniker HF

3.1 Menschen führen Prozess 1

Als angehender Techniker musste ich in meinem Betrieb lernen Lehrlinge gezielt einzusetzen. Dazu bin ich im ständigen Austausch mit den Lernenden, aber auch mit den Monteuren, die sie begleiten, um zu erkennen, ob beide profitieren oder ob jemand vielleicht überfordert ist.

3.2 Menschen führen Prozess 1

Bei meiner letzten Baustelle waren wir ein Team aus 5-9 Leuten. Wie bei vielen anderen Projekten war es auch wieder sehr stressig, um zum Schluss hin termingerechte fertig zu werden. Für mich war es aber wichtig, dass unter dem Stress die Qualität nicht leidet. Deshalb entschied ich, dass jeder Arbeiter sein persönliches kleines Projekt haben sollte. Ich wollte nicht, dass jemand mit der Arbeit X beginnt, später zur Arbeit Y wechselt und ein anderer die Arbeit X fertig machen muss. Falls jemand trotzdem mehr Hilfe benötigte, konnte er bei den Kollegen um Hilfe bitten, aber die Verantwortung blieb bei ihm.

Diese Art und Weise - die Arbeiten zu verteilen - hat mich sehr entlastet und ich werde es in zukünftigen Projekten wieder anwenden.

3.3 Entscheidungen fällen Prozess 2

In der Elektrobranche sind technische Entscheidungen nicht von Personen oder Firmen abhängig. Alle Entscheidungen werden durch Vorschriften und Normen bestimmt. Aber es gibt immer wieder spezielle Begebenheiten, bei denen ich zuerst Abklärungen vornehmen muss, wo ich gewisse Informationen nachlese oder recherchiere, bevor wir weiterarbeiten dürfen. Alltägliche, sich dauernd wiederholende Prozesse werden mit der Zeit automatisch verinnerlicht, und bedürfen somit weniger vorgehender Abwägungen.

3.4 Projekte planen und leiten Prozess 3

Bei wöchentlichen Bausitzungen versuche ich mit Hilfe meiner eigenen Erfahrungen und Kompetenzen Lösungen vorzuschlagen, und gewisse Vorschläge zu diskutieren.

3.5 Sich sprachlich verständigen Prozess 4

In meiner Funktion als Leiter eines Teams bin ich für Abklärungen zuständig. Ich treffe mich öfters mit Bauherren, Planern und Ingenieuren für örtliche Abklärungen, um wichtige Informationen einzuholen, die ich meinem Team weitergeben kann. Mit Notizen und Skizzen halte ich fest, was besprochen wurde, damit keine wichtigen Details vergessen gehen. Bei der Arbeitsverteilung schaue ich die Arbeit gleich vor Ort zusammen mit den Monteuren an. So kann ich Missverständnisse vermeiden, und die abgeklärten Informationen können gleich vor Ort weitergegeben werden.

3.6 Unternehmensprozesse mitgestalten

Prozess 6

Auf der Baustelle liegt es in der Verantwortung des Bauleiters, dass sich das Team an die betrieblichen, Vorschriften hält. Den ganzen Tag Kontrolleur zu spielen, macht in meinen Augen wenig Sinn. Bemerke ich, dass eine Vorschrift nicht eingehalten wird, weise ich den Arbeiter anständig, aber bestimmt darauf hin.

3.7 Umfeld berücksichtigen

Prozess 8

Als Bauleiter bin ich dafür verantwortlich, dass immer genügend Material auf der Baustelle vorhanden ist. Wenn wir bei unseren Lieferanten das Material bis 09:00 Uhr bestellen, wird es bis am Nachmittag desselben Tages noch auf die Baustelle geliefert. Es macht keinen Sinn, dass der Lieferant wegen Kleinigkeiten zweimal am Tag zur Baustelle fährt, obwohl wir für den nächsten Tag eine grosse Lieferung erwarten.

Darum ist es wichtig, dass ich die Bestellungen vorausschauend plane. Ich versuche die Bestellungen so zu planen, dass es grosse Bestellmengen gibt und wir somit als Kundenfirma mehr Rabatt erzielen und der Lieferant nicht mehrmals pro Tag anliefern muss.

3.8 Sich persönlich weiter entwickeln

Prozess 10

In der Elektrobranche treffen wir immer wieder auf neue Technologien, Vorschriften und Normen. Darum ist es meinem Arbeitgeber wichtig, dass ich mehrmals pro Jahr Kurse besuche, um mich weiterzubilden und mich updaten zu können.

Mir ist es ein persönliches Anliegen mein Wissenshorizont auf den neusten Stand zu bringen und zu erweitern. Dies trägt einen wichtigen Teil dazu bei, dass ich bei der Arbeit kompetent und fachwissend auftreten kann.

3.9 Programme entwickeln

Prozess 12

Ein grosses Grundwissen im Programmieren habe ich mir in der Ausbildung als Elektrotechniker HF in der Schule angeeignet. Durch die verschiedenen gelernten Programmiersprachen kann ich grundlegende Schaltungen in der Softwaretechnik erkennen und erweitern. Durch das Schreiben dieser Diplomarbeit konnte ich mein Wissen über das Programmieren ebenfalls erweitern.

3.10 In Betrieb setzten

Prozess 14

Während der Schlussphase bei einem Projekt bin ich oft an Inbetriebnahmen anzutreffen. Ich bin verantwortlich, dass die Hardware der Anlage technisch funktioniert, und dass alle Sicherheitsaspekte eingehalten werden. Ich unterstütze den Hersteller bei der Einstellung seiner Komponenten, oder helfe ihm bei der Fehlersuche.

Bei der Fehlersuche ist es von Vorteil, wenn der Hersteller und ich zusammenarbeiten. Er kennt seine Maschine und ich weiss, wie sie installiert wurde. So tragen wir mit unterschiedlichen Kompetenzen dazu bei, dass die Inbetriebnahme erfolgreich abgeschlossen werden kann.

3.11 Elektrotechnische Anlagen unterhalten

Prozess 15

Unterhaltsarbeiten erledigen wir eher selten. Jedoch konnte ich schon Schaltschränke von einer Fördertechnikanlage wieder herrichten. Bei diesen Unterhaltsarbeiten waren alle Schränke voll mit Staub aus der Fabrik, was für die Lebensdauer der Elektronik nicht besonders förderlich ist. Ebenfalls stellte sich heraus, dass die Schemaunterlagen schon lange nicht mehr revidiert wurden. Nach dem Säubern musste ich alle Erweiterungen, die in den letzten Jahren gemacht wurden, von Hand ermitteln und mit Hilfe eines Notizblockes das Schema neu zeichnen.

Es war ein grosser Aufwand, doch der Kunde war darüber sehr erfreut und war bereit, den grossen Aufwand zu entschädigen.

3.12 Testeinrichtungen konzipieren und herstellen

Prozess 16

Nach der Erstinbetriebsetzung muss ich die Anlage messen und die Daten in einem Protokoll festhalten. Durch das Ausfüllen des Protokolls sichere ich mich ab und beweise somit, dass eine seriöse Arbeit geleistet wurde. Das Messen in der Praxis erfordert viel Erfahrung, da die Anlagen nach Inbetriebnahme oft nicht mehr abgeschaltet werden können. Dabei droht die Gefahr, durch drehende Teile oder einen Stromschlag verletzt zu werden. Aus diesem Grund kann nicht immer nach Lehrbuch vorgegangen werden.

Die Erfahrung zeigt, dass vor jeder Messung einer Neuanlage die Begebenheit aufs Neue zu analysieren ist, um Fehler und Unfälle zu vermeiden.

4 Themeneingabe

Schweizerische
Fachschiule

TEKO

Vorlage Themeneingabe

Fachrichtung	Elektrotechnik
Klasse	TEL 18
Name	Gianluca
Vorname	Salzillo
E-Mail	g.salzillo@hotmail.ch

Vorschlag Diplomarbeit

Diplomwunsch	<p><i>Titel des Themas, Fachgebiet?</i></p> <p>Eine automatisierte ökologische Gartenbeet-Bewässerungsanlage entwerfen, planen und installieren.</p>
Themabeschreibung	<p><i>Beschreiben Sie ihr Thema!</i></p> <p>Meine Diplomarbeit soll eine vollautomatisierte, solarbetriebene Bewässerungsanlage werden. Ich will das gesammelte Regenwasser mit Hilfe einer Durchlaufpumpe zu unseren Gartenbeeten befördern, um dort das Gemüse mit einem Sprühregen zu bewässern. Das Ganze soll automatisiert gesteuert sein. Meine Aufgabe ist es, ein Programm zu schreiben, das die Pumpe steuert und das ganze Bewässerungssystem überwacht. Das heißt, Sensoren in der Erde geben Befehle, ob die Beete bewässert werden sollen oder nicht. Zudem wird der Füllstand in der Regenwassertonne überwacht, damit die Pumpe nicht leerläuft. Da ich im Garten keinen Stromanschluss habe, will ich diese Anlage mit Solarenergie betreiben. Die Panels sollen an sonnigen Tagen eine Autobatterie laden, damit meine Steuerung auch an Tagen mit schlechtem Wetter mit genügend Energie versorgt wird. Meine Steuerung will ich auf einen Raspberry Pi programmieren. Ich will zudem eine Handy App erstellen, mit der ich die Pumpe ein- und ausschalten kann, und die mir Informationen zu den Sensoren im Boden und zu dem zum Füllstand der Tonne gibt.</p> <p><i>Welches Ziel will ich erreichen?</i></p> <p>Mein Ziel ist es, das Programm der Steuerung so aufzustellen, dass sie über die Sensorik funktioniert, aber auch über die Handy App. Ebenfalls will ich genügend Energie erzeugen, damit meine Steuerung immer funktioniert und dass ich eine genügend große Pumpe einbauen kann, die die vorgegebene Leitungsstrecke mit genügendem Druck bewältigt.</p> <p><i>Weshalb mache ich diese Aufgabenstellung zum Thema?</i></p> <p>Da ich in der Programmierung noch nicht wirklich viel Erfahrung habe, sehe ich diese Aufgabe als guten Einstieg. Ich habe mir im letzten Semester einige Grundlage in der Mikrocomputertechnik angeeignet, die ich in dieser Arbeit anwenden und erweitern kann. Zudem sehe ich eine Herausforderung in diesem Projekt: Zum einen, dass ich meine Ziele in der Programmierung erreiche. Zum andern aber auch, dass die komplette Anlage von den Solarpanels bis zur Besprühung der Pflanzen zusammen funktioniert und harmonisiert.</p>
Kunde	<p><i>Für wen arbeite ich?</i></p> <p>Ich mache diese Arbeit für mich privat.</p> <p><i>Wer ist der Nutzer meiner Arbeit?</i></p> <p>Einen großen Nutzen davon haben wir als Familie. Wir müssen im Sommer keine schweren Gießkannen mehr schleppen.</p> <p><i>Möglicher Auftraggeber?</i></p> <p>Einen möglichen Auftraggeber kann ich mir nicht vorstellen, da es solche ähnlichen Anlagen fix fertig zu kaufen gibt. Aber ich kann mir durchaus vorstellen, dass mein Großvater an meiner Anlage interessiert sein könnte, da er in seinem Schrebergarten auch solche großen Regentonnen verwendet.</p>
Erfolgskriterien	<p><i>Woran erkenne ich am Ende, ob ich erfolgreich gearbeitet habe?</i></p> <p>Bei einer solchen Arbeit, die man physisch erarbeitet, sieht man den Erfolg ziemlich klar. Für mich persönlich bedeutet Erfolg, dass meine Anlage zielgerecht funktioniert.</p>
Wunsch Diplomcoach	<p><i>Besteht ein Wunsch für einen bestimmten Diplomcoach, dann hier eintragen</i></p> <p>Christian Meier</p>

Wunsch Diplomexperte	Besteht ein Wunsch für einen bestimmten Diplomexperte, dann hier eintragen	
Wird vom Abteilungsvorstand ausgefüllt:		
Bewilligt	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<i>Variante für Bereichsteilung der Wettermosaiken unternehmen</i>
	<input type="checkbox"/> Nein, Begründung:	
	<i>28.5.21</i>	<i>A. Regler</i>
	Datum	Unterschrift Abteilungsvorstand
		<i>A. Regler</i>
		Unterschrift Schulleitung

Abbildung 1: Themeneingabe

5 Aufgabenstellung

5.1 Pflichtenheft

5.1.1 Einleitung

Das Projekt umfasst eine Bewässerungsanlage für den Gemüsegarten, die vollautomatisch funktioniert. Die Anlage soll solarbetrieben werden und das verwendete Wasser soll aus der Regentonne stammen. Zudem sollen spezielle Bewässerungsschläuche in den Gartenbeeten verbaut werden.

Die Hauptaufgabe dieses Projektes wird aber sein, eine Steuerung zu entwerfen, die das Gemüse automatisch bewässert und auch die Anlage überwacht.

5.1.2 Team und Schnittstellen

Funktion	Name	Telefon	E-Mail	Aufgabe
Projektleiter	Gianluca Salzillo	076 406 26 73	g.salzillo@hotmail.ch	Projekt zu planen und führen
Softwareingenieur	Gianluca Salzillo	076 406 26 73	g.salzillo@hotmail.ch	Entwicklung der Software
Installateur	Gianluca Salzillo	076 406 26 73	g.salzillo@hotmail.ch	Vor Ort Anlage aufstellen und in Betrieb nehmen
Coach	Christian Meier	-	christian.meier@edu.teko.ch	Projekt im Hintergrund begleiten und coachen
Diplomexperte	Martin Meier	-	martin.meier@edu.teko.ch	Bewertung der Diplomarbeit

Tabelle 1: Team und Schnittstellen des Projektes

5.1.3 Beschreibung

Es soll eine Steuerungsbox entworfen werden, bei der man zwischen automatischem und manuellem Betrieb wählen kann.

Im Normalfall soll die Anlage im Sommer im Autobetrieb laufen. Dieser wird von einem Feuchtigkeitssensor in der Erde und einem Ultraschalldistanzsensor über der Regentonne gesteuert. Zudem sollte das System nur spät am Abend oder früh am Morgen bewässern, da bei hohen sommerlichen Temperaturen das Wasser auf der Erde verdunsten würde.

Im manuellen Betrieb sollte die Pumpe über einen oder zwei Taster ein- und ausgeschaltet werden können, sofern der Wasserstand in der Regentonne in Ordnung ist. Durch eine grüne und rote Led-Lampe an der Steuerungsbox ist ersichtlich, ob die Pumpe in Betrieb ist oder nicht. Eine orange Led-Lampe soll darauf hinweisen, dass der Boden im Garten zu feucht ist oder der Wasserstand in den Regentonnen zu tief ist. Ebenfalls wird ein kleines LCD-Display in die Box eingebaut, das den Betrieb, die Feuchtigkeit, den Wasserstand sowie die Zeit anzeigt.

Als Einspeisung der Anlage dient eine 12-Volt Autobatterie, die durch ein Solarpanel aufgeladen wird. Durch einen Laderegler wird die Batterie situationsabhängig entladen oder aufgeladen.

5.1.4 Bereits bestehende Systeme und Ressourcen

Im Projekt wird eine komplett neue Anlage entworfen. Als bestehende Ressourcen stehen lediglich der Gemüsegarten, eine Regentonne und ein Mikrocomputer «Funduino Mega» zur Verfügung.

Die Software muss komplett neu entworfen und geschrieben werden. Hardwaretechnisch müssen alle benötigten Komponenten neu angeschafft werden.

5.1.5 Zusatz Optionen und mögliche Erweiterungen

Die Bewässerungsanlage hat Erweiterungspotential. Zum Beispiel kann sie durch eine zusätzliche Pumpe erweitert werden, die Wasser aus einer weiter entfernten Regentonne in die Haupttonne befördert, sobald sich in dieser kein Wasser mehr befindet.

Auch die Software hat Potenzial erweitert zu werden. Das System kann durch eine Anbindung an das Internet, mit einer Wettervorhersage ausgestattet werden. Die Handy-App könnte Informationen via Internet empfangen und man könnte die App mit weiteren Funktionen ausstatten.

5.1.6 Lieferbedingungen und Erstinbetriebnahme

Vorab wurde mit dem Kunden vereinbart, dass die Erstinbetriebnahme in der KW 38 stattfindet. Der genaue Tag und Zeitpunkt werden in einem zweiten Schritt bestimmt. Zu dieser Erstinbetriebnahme wird ein sachlich dokumentiertes Protokoll erstellt. In der darauffolgenden Woche wird dem Kunden die Anlage gezeigt und er wird für die Bedienung geschult. Erst dann kann die Bewässerungsanlage dem Kunden übergeben und in Betrieb genommen werden.

Sämtliche Komponenten müssen sinngemäss installiert sein und dementsprechend auch funktionieren.

Falls es zu Komplikationen kommen sollte, muss dies vorgängig kommuniziert werden und im Inbetriebnahme Protokoll festgehalten werden.

5.1.7 Ziel der Anlage

Das klare Ziel ist, den Alltag der Familie Salzillo mit einer Bewässerungsanlage zu erleichtern, die ohne weitere Kosten auskommt. Dies wird erreicht, indem Wasser an Regentagen gesammelt wird und der Strom von der Sonne erzeugt wird. Zudem soll das System so aufgebaut werden, dass es den ganzen Sommer durch selbstständig den Garten bewässert. Für Ausnahmefälle wird der manuelle Betrieb und die Bedienung mit dem Handy eingerichtet.

5.1.8 Genutzte Programme

Programm:	Verwendungszweck:	Version:
Arduino	Programmcode verfassen	V 1.8.16
Lucid.app	Flussdiagramm erstellen	Web-Software
appinventor.mit.edu	Entwicklung der Handy-App	Web-Software
Fritzing	Elektroschema erstellen	V0.9.4.64
Microsoft Word	Dokumentation verfassen	V2102
Microsoft Excel	Tabellen erstellen	V2102
Microsoft PowerPoint	Präsentation erstellen	V2102
Microsoft OneNote	Notizen und Skizzen erstellen	V2102
Microsoft Outlook	Kommunikation	V2102
Microsoft Teams	Kommunikation	V2102

Tabelle 2: Genutzte Programme

5.2 Zieldefinition

Durch meine unten gesetzten Ziele habe ich die Möglichkeit, meinen Soll-Zustand am Ende zu erreichen. Sie zeigen mir den richtigen Weg, um dort hinzugelangen. Somit lassen sich auch die Ergebnisse messen und ich habe für mich eine eigene Erfolgskontrolle.

5.2.1 Zielermitteln/ Analysierung

Nr.	Zieloption	Formulierung
1	Kann	Materialkosten tief behalten
2	Muss	Material und Komponenten rechtzeitig organisieren (möglicher Lieferverzug)
3	Muss	Feuchtigkeits- und Ultraschallsensor in die Arduino Umgebung einbinden
4	Muss	Umschaltung des Hand-/ Autobetrieb mittels Taster Steuerung
5	Muss	Die Real Time Clock so in die Software integrieren damit die Steuerung zeitlich geregelt werden kann.
6	Muss	Eine Handy-App entwerfen, um aus der Ferne zu intervenieren.
7	Kann	Die Handy-App so ausbauen, dass allfällige Messwerte und Störungen darauf angezeigt werden.
8	Kann	Eine Anbindung ans Internet für eine mögliche Steuerung durch die Wettervorhersage.
9	Muss	Steuerung zuerst Software technisch erstellen.
10	Muss	Aufbau der Anlage nach erfolgreicher Softwareentwicklung
11	Muss	Einen sauberen und fachgerechten Aufbau des Schaltkastens.
12	Kann	Zusätzliche Pumpe steuern, die das Wasser einer entfernteren Regentonne in die Haupttonne befördert.
13	Kann	Personelle Unterstützung anfordern für den Einbau der Wasserschläuche und Elektrorohre.
14	Muss	Durch die erstellte Steuerung Frischwasser sparen.
15	Muss	Nur Solarstrom verwenden.
16	Muss	Genügend Strom und Leistung produzieren, um die Steuerung und Pumpe zu speisen. (auch an bewölkten Tagen)

Tabelle 3: Liste der einzelnen Ziele

5.3 Ziele klassifizieren

Um einen besseren Ausblick auf mein Projekt zu haben, teile ich vorerst meine ermittelten Ziele in Systemziele und Vorgehensziele auf. Die Ziele die etwas zur Fertigstellung der Lösung beitragen, bezeichne ich für mich als Systemziele. Alle anderen Ziele, die mit dem Ablauf oder mit den Etappenzielen zu tun haben, definiere ich als Vorgehensziele.

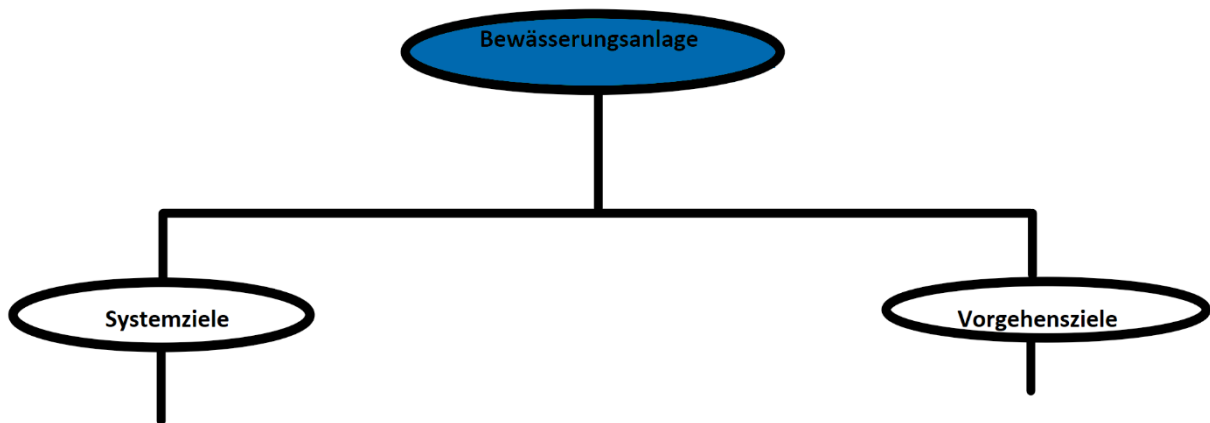


Abbildung 2: Trennung zwischen Systemzielen und Vorgehenszielen

Da es bei den Systemzielen mehrere verschiedene Themen gibt, teile ich diese ein weiteres Mal auf. Ich unterscheide zwischen den wirtschaftlichen-, den Leistungs-, sowie den personellen Zielen.

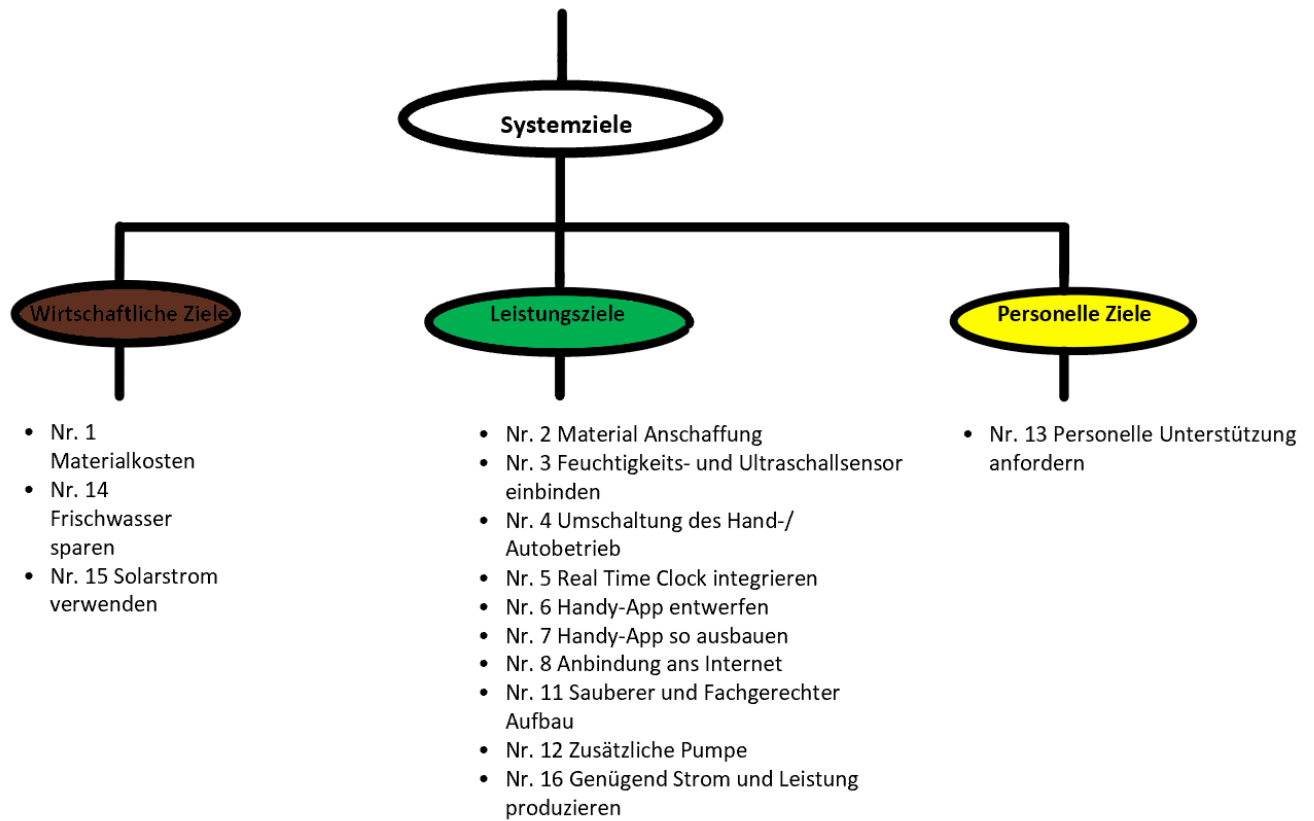


Abbildung 3: Aufteilung zwischen wirtschaftlichen-, Leistungs- und personellen Zielen

5.3.1 Stufenweise Gewichtung

Um den Überblick über meine gesamte Arbeit zu haben, habe ich diese nach «meine Muss»- und «meine Kann» Ziele gewichtet. Danach habe ich mir Gedanken gemacht, was ich wie lösen muss, damit ich am Schluss eine funktionstüchtige Anlage besitze. Durch diese Zerlegung meiner Ziele habe ich die Bedeutsamkeit erkannt, und konnte sie so prozentual einteilen.

- 0% - 4% = Kann-Ziel
- 5% - 9% = relevantes Ziel
- 10% + = Muss Ziel

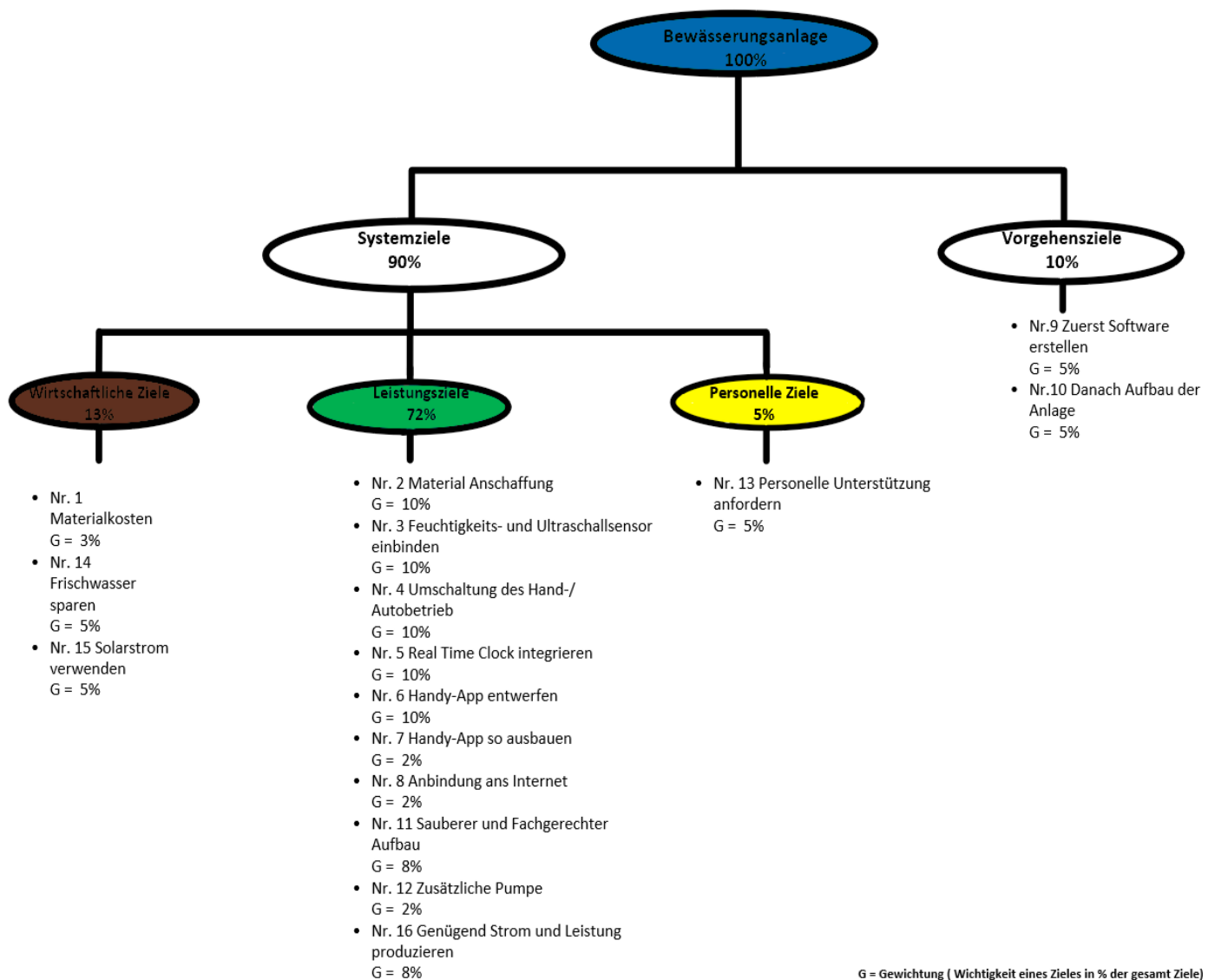


Abbildung 4: Ziele gewichtet

6 Terminplan

Projektplan:		Automatisierte Bewässerung						
		Projektleiter	Gianluca	Start	28.06.2021	● 73%	Monat KW	
			Salzillo	Status	27.10.2021			
P	A	Aufgabe	Verantw.	Start	effektiv in Tage	IST	%	SOLL
	A	Projektablaufplanung Gesamtprojekt		28.06.2021	87	26.10.2021	● 73%	15.11.2021
1.1	2	Planung	offen	28.06.2021	10	09.07.2021	● 100%	09.07.2021
1.1.1	1	j Diplom-Startmeeting	offen	28.06.2021	1	28.06.2021	● 100%	28.06.2021
1.1.2	1	j Pflichtenheft erstellen	offen	30.06.2021	8	09.07.2021	● 100%	09.07.2021
1.1.3	1	j Meilensteinplan erstellen	offen	30.06.2021	8	09.07.2021	● 100%	09.07.2021
1.1.4	1	j Risikoanalyse erstellen	offen	30.06.2021	8	09.07.2021	● 100%	09.07.2021
1.1.5	1	j Projektterminplan erstellen	offen	30.06.2021	8	09.07.2021	● 100%	09.07.2021
1.2	2	Visualisierung und E-Schema der Anlage	offen	12.07.2021	53	22.09.2021	● 100%	08.08.2021
1.2.1	3	j E-Schema zeichnen	offen	12.07.2021	30	20.08.2021	● 100%	20.08.2021
1.2.2	3	j Aufbau mit Fritzing	offen	12.07.2021	3	14.07.2021	● 100%	14.07.2021
1.2.2	3	j Bauteile Beschaffung	offen	12.07.2021	53	22.09.2021	● 100%	15.10.2021
2	1	Aufbau und Inbetriebnahme der Anlage	offen	01.08.2021	58	27.09.2021	● 100%	27.09.2021
2.1	2	Programmcode entwickeln	offen	01.08.2021	8	17.09.2021	● 100%	27.08.2021
2.1.1	3	j Sensoren in Programm einfügen	offen	01.08.2021	20	27.08.2021	● 100%	27.08.2021
2.1.2	3	j Auto- Manuellbetrieb in das Programm einfügen	offen	01.08.2021	20	27.08.2021	● 100%	27.08.2021
2.1.3	3	j Handy app, RTC und Display in Programm einfügen	offen	01.08.2021	35	17.09.2021	● 100%	27.08.2021
2.2	2	Physischer Aufbau	offen	27.08.2021	20	27.09.2021	● 100%	23.09.2021
2.2.1	3	j Bau des Steuerungskasten	offen	21.09.2021	5	27.09.2021	● 100%	26.09.2021
2.2.2	3	j verlegen der Wasserrohre	offen	27.08.2021	7	06.09.2021	● 100%	06.09.2021
2.2.3	3	j Aufbau vor Ort im Garten	offen	27.08.2021	20	23.09.2021	● 100%	10.09.2021
2.2.4	3	j Solarpanels montieren/ Inbetrieb nehmen	offen	03.09.2021	1	03.09.2021	● 100%	10.09.2021
2.3	2	Inbetriebnahme	offen	27.09.2021	8	15.10.2021	● 100%	06.10.2021
2.3.1	3	j erst IBN mit Protokoll	offen	27.09.2021	8	06.10.2021	● 100%	06.10.2021
2.3.2	3	j Schulung + Einführung mit Kunde	offen	06.10.2021	8	15.10.2021	● 100%	13.10.2021
2.3.3	3	j IBS mit Kunde	offen	13.10.2021	1	13.10.2021	● 100%	13.10.2021
3	1	Dokumentation	offen	30.06.2021	86	26.10.2021	● 100%	27.10.2021
3.2.1	3	j Hauptteil	offen	30.06.2021	81	20.10.2021	● 100%	15.10.2021
3.2.2	3	j Korrektur lesen	offen	15.10.2021	6	22.10.2021	● 100%	22.10.2021
3.2.3	3	j Dokumentation Puffer	offen	20.10.2021	5	26.10.2021	● 100%	26.10.2021
3.2.4	3	j Korrigieren und fertigstellen	offen	25.10.2021	1	25.10.2021	● 100%	26.10.2021
4	1	Präsentation	offen	28.10.2021			● 0%	15.11.2021
4.1	2	j PowerPoint erstellen	offen	28.10.2021			● 0%	15.11.2021
4.2	2	j das Vorträgen üben	offen	28.10.2021			● 0%	15.11.2021
5	1	Webseite	offen	13.10.2021	8	22.10.2021	● 100%	22.10.2021
5.1	2	j Webseite erstellen	offen	13.10.2021	8	22.10.2021	● 100%	22.10.2021

Abbildung 5: Ausschnitt aus dem Terminplan

6.1 Meilensteinplan

In diesem Meilensteinplan werden die grösseren Etappenziele aufgezeigt.

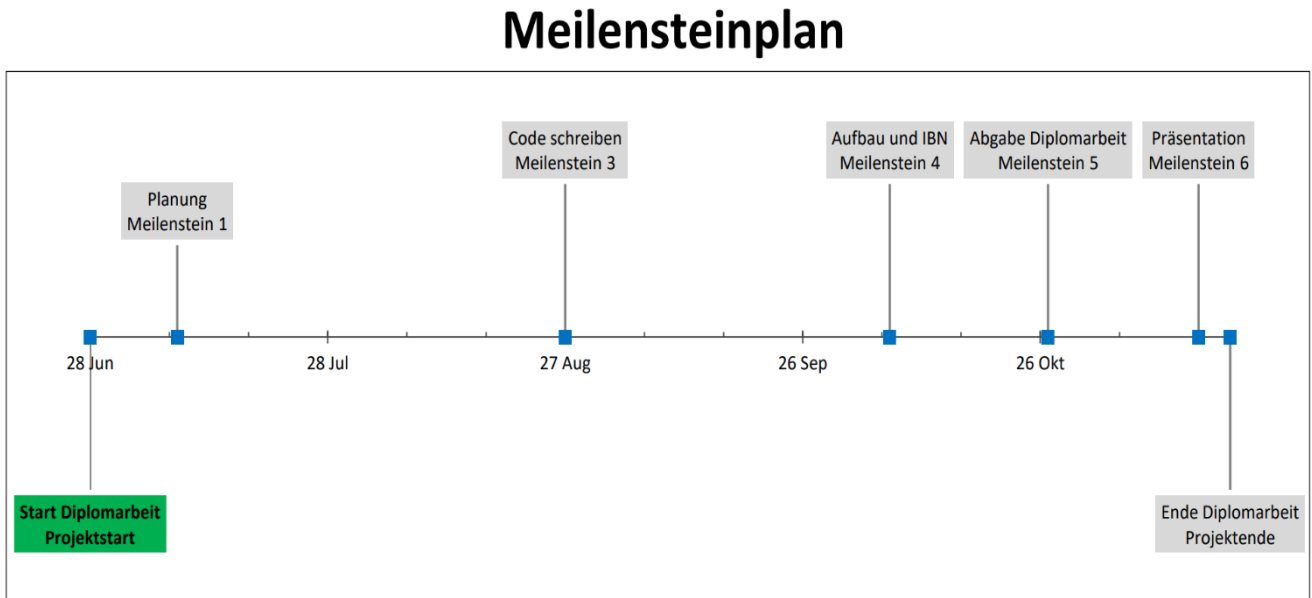


Abbildung 6: Meilensteinplan

7 Projektrisiken

7.1 Zweck und Ziel dieser Risikoanalyse

In diesem Dokument werden sämtliche Risiken und Chancen analysiert, die dieses Projekt beeinflussen oder begünstigen könnten. Das heisst, jedes Risiko wird untersucht auf mögliche Störungen resp. Verzugsfaktoren am Projekt. Zudem werden die Risiken definiert und gewichtet, um das Gefahrenpotenzial abzuschätzen.

Wo Risiken sind, sind auch Chancen. So wird auch auf Chancen eingegangen, die durch Risiken entstehen.

7.2 Analyse der potenziellen Probleme und Störungen

Wahrscheinlichkeit, dass es eintreten wird:	Wahrscheinlichkeit (X)	1-10			
Wie gravierend wäre das für das Projekt:	Tragweite (Y)	1-10			
Farbliche Kennzeichnung der Gewichtung:	Ampel (X*Y)	<table border="1"> <tr><td>50-100</td></tr> <tr><td>20-50</td></tr> <tr><td>0-20</td></tr> </table>	50-100	20-50	0-20
50-100					
20-50					
0-20					

7.3 Lieferverspätung der Bauteile

Lfd. Nummer	1	Verantwortlich	Hersteller/ Lieferant		
Wahrscheinlichkeit	<6>	Tragweite	<9>	Ampel	<54>

Tabelle 4 : Risiko Lieferverspätung der Bauteile

7.3.1 Beschreibung / Grund

Eine Lieferverspätung von Bauteilen kann sehr gravierende Auswirkungen auf das Projekt haben. Das Projekt ist abhängig von diversen neuen Komponenten.

Ein Grund für eine hohe Wahrscheinlichkeit ist zum einen, dass viele Elektronikbauteile aus China importiert werden. Zum anderen ist die Wirtschaft immer noch durch das Corona-Virus beeinträchtigt.

7.3.2 Auswirkung

Dies kann zur Verzögerung des Endtermins oder zu einer nicht fertig gestellten Anlage führen.

7.3.3 Lösung

Um dieses Problem zu umgehen ist es sinnvoll, für dieses Projekt so viel wie möglich im Voraus zu bestellen oder primär auf Produkte zu setzen, die aus der Schweiz stammen.

Falls es aber doch zu einem Lieferengpass kommen sollte, muss schnell nach einem Alternativprodukt gesucht werden, das entweder im Laden persönlich abgeholt werden kann, oder eine kurze Lieferzeit hat.

7.4 Fehlerhafte Bauteile

Lfd. Nummer	2	Verantwortlich	Hersteller/ Lieferant		
Wahrscheinlichkeit	<4>	Tragweite	<9>	Ampel	<36>

Tabella 5: Risiko Fehlerhafte Bauteile

7.4.1 Beschreibung / Grund

Fehlerhafte Bauteile sind leider nicht selten. Gerade bei elektronischen Bauteilen kommt es immer wieder vor, dass gewisse Bauteile defekt sind, oder beim Transport beschädigt werden.

7.4.2 Auswirkung

Dies hat zur Folge, dass viel Zeit beim Erstellen der Schaltung verloren geht, da man davon ausgeht, dass die Bauteile funktionieren.

7.4.3 Lösung

Um einen solchen Zeitverlust zu umgehen, sollte die Elektronik zuerst getestet werden. Dies wird mit einer Sichtkontrolle gemacht, bevor sie in die Schaltung eingebaut wird.

Eine weitere Kontrolle kann darin bestehen, dass das Bauteil zum Test in eine simple Schaltung eingesetzt wird, bei der man davon ausgehen kann, dass die funktioniert.

7.5 Software/ Programmierkomplikationen

Lfd. Nummer	3	Verantwortlich	Programmierer Salzillo Gianluca		
Wahrscheinlichkeit	<5>	Tragweite	<9>	Ampel	<45>

Tabella 6: Risiko Software/ Programmierkomplikationen

7.5.1 Beschreibung / Grund

Bei diesem Projekt hängt sehr viel von der Programmierung ab. Es kann durchaus sein, dass bis zum gewünschten Termin gewisse Funktionen nicht in die Software eingebunden werden können, oder dass gewisse Handlungen ein viel grösseres Programmierwissen erfordern.

7.5.2 Auswirkung

Eine Komplikation kann dazu führen, dass die Bewässerungsanlage nicht wie gewünscht funktioniert, oder dass gewisse Funktionen, die vom Kunden gewünscht wurden, nicht realisiert werden können.

7.5.3 Lösung

Leider gibt es keine fertige Lösung, um dieses Problem zu umgehen. Jedoch kann man sich durch Alternativfunktionen oder Produktänderungen absichern, falls etwas nicht wie gewünscht funktionieren würde.

7.6 Gesundheitlicher Ausfall

Lfd. Nummer	4	Verantwortlich	Salzillo Gianluca		
Wahrscheinlichkeit	<5>	Tragweite	<5>	Ampel	<25>

Tabella 7: Risiko Gesundheitlicher Ausfall

7.6.1 Beschreibung / Grund

Wie bei jedem Projekt ist der Terminplan sehr knapp bemessen und jeder gesundheitliche Ausfall wirft einem im Zeitplan zurück.

7.6.2 Auswirkung

Ein Ausfall kann dazu führen, dass einige Termine nicht pünktlich eingehalten werden können.

7.6.3 Lösung

Um den Terminplan dennoch einhalten zu können, sollte man sich von Anfang an bewusst sein, dass es einen kurzzeitlichen Ausfall geben kann. Dies soll auch beim Erstellen vom Terminplan mit kalkuliert werden. Genau aus diesem Grund ist es auch sehr wichtig, den Terminplan einzuhalten auch wenn man denkt, dass noch genügend Zeit ist und gewisse Arbeiten zu einem späteren Zeitpunkt erledigt werden können.

7.7 Finanzielles Risiko

Lfd. Nummer	5	Verantwortlich	Projektleiter Salzillo Gianluca		
Wahrscheinlichkeit	<2>	Tragweite	<5>	Ampel	<10>

Tabella 8: Risiko Finanzen

7.7.1 Beschreibung / Grund

Ein weiteres Risiko besteht darin, dass das Budget überschritten wird, da noch einiges eingekauft werden muss. Ein weiterer Grund für das Überschreiten kann sein, dass aus lieferzeitlichen Gründen, das teurere Produkt gekauft werden muss, oder dass gewisse Bauteile doppelt eingekauft werden müssen, da sie einen Defekt haben. Ebenfalls könnte der Budgetplan falsch oder zu knapp bemessen sein.

7.7.2 Auswirkung

Eine falsche Kalkulation oder eine Überschreitung der Kosten sollte keine grosse Auswirkung auf das Projekt haben. Die Kosten sind im Allgemeinen nicht sehr gross und daher zahlbar und das Projekt kann trotzdem durchgeführt werden.

7.7.3 Lösung

Nichtsdestotrotz will man die Kosten tief halten, um im Budgetplan zu bleiben. Damit dies umgesetzt werden kann, ist eine sorgfältige Planung des Projekts von grosser Bedeutung. Vorgängig muss man sich über die Kosten informieren und bestellt oder kauft die Bauteile früh genug

8 Lösung der Aufgabe

8.1 Funduino oder Raspberry PI

Geplant war, das Projekt mit einem Raspberry PI zu programmieren. Doch schnell stellte sich heraus, dass der Raspberry PI kein geeigneter Microcomputer für meine Anwendung ist. Mit seinen USB, HDMI und Ethernet Schnittstellen, die ich alle nicht zwingend benötige, sind die Anschaffungskosten sehr hoch. Dazu kam, dass ich kaum Erfahrungen - weder in der Schule noch Privat - mit dem Raspberry PI hatte und ich doch einiges an Zeit benötigen würde, bis ich mich mit dem System vertraut gemacht hätte.

Durch einige Recherchen zum Bau einer eigenen Steuerung, erschien mir der bereits vorhandene Funduino Mega immer geeigneter. Man findet zu jeglichen Themen Informationen und stösst schnell auf die passende Hardware. Er besitzt alle Ein- und Ausgänge, die für Befehle und Kommunikation benötigt werden. Somit begann ich, mein Projekt auf dem Funduino Mega zu planen und aufzubauen.

Vor- und Nachteile der beiden in Betracht gezogenen Microcomputern:



Funduino Mega 2560	Raspberry PI Model B
 <p>Abbildung 7: Funduino Mega 2560 (Quelle: https://arduino-projekte.com)</p>	 <p>Abbildung 8: Raspberry PI Model B (Quelle: https://www.digitec.ch)</p>
<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bereits vorhanden (keine Anschaffungskosten) • einige kleine Anwendungen bereits in der Schule entwickelt • viele kompatible externe Hardware • wäre mit dem Raspberry PI kompatibel für möglichen Ausbau • besitzt sehr viele Ein- und Ausgänge 	<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • HDMI und Ethernet fähig • Viele Schnittstellen • Für komplexere Anwendungen geeignet • wäre mit dem Funduino kompatibel für möglichen Ausbau
<p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine eigenen Möglichkeiten für eine Internetanbindung • Abgangsdrähte sind nur gesteckt 	<p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hohe Anschaffungskosten • Für mich neue Programmierumgebung • So gut wie keine Erfahrung vorhanden

Tabelle 9: Vor- und Nachteile von Funduino und Raspberry PI

8.2 Lösungsweg

8.2.1 Flussdiagramm

Bei diesem Flussdiagramm wird dem Betrachter der Aufbau und der Ablauf der Software klar aufgezeigt. Durch diese Darstellung kann der Betrachter, aber auch der Programmierer erkennen, welcher Arbeitsschritt von welchem Wert abhängig ist.

Da die zwei Betriebsarten den Hauptteil der Software ausmachen, habe ich das Diagramm in zwei Arten unterteilt. So habe ich eine klare Sicht auf die zwei Zustände und kann die nötige Abhängigkeit erkennen.

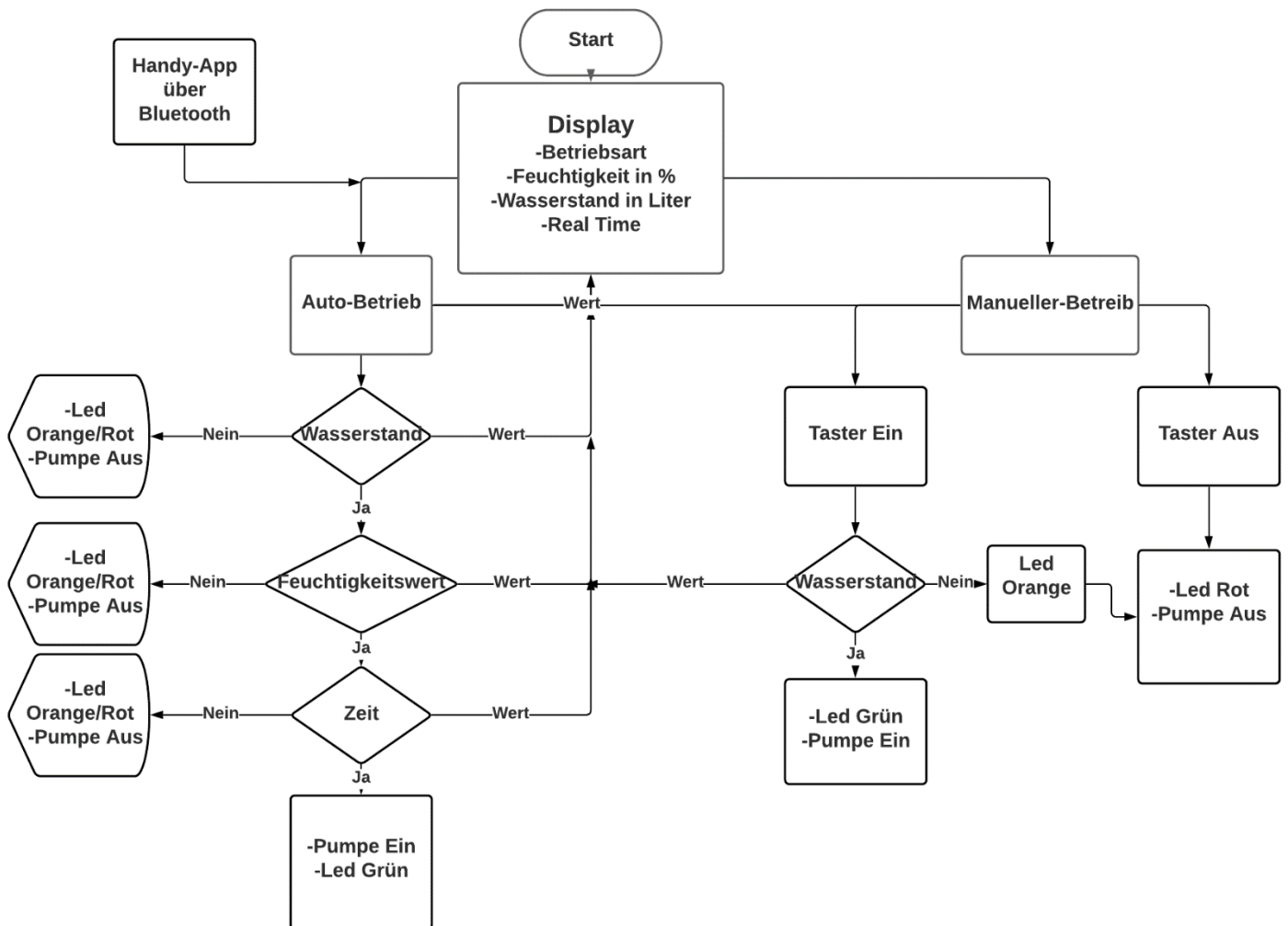


Abbildung 9: Flussdiagramm der Software

8.2.2 Flussdiagramm Handy- App

Dieses Flussdiagramm zeigt die Funktionsweise der Applikation spezifisch auf. So bekommt man eine Einsicht darin, was hinter der Handy- App steckt.

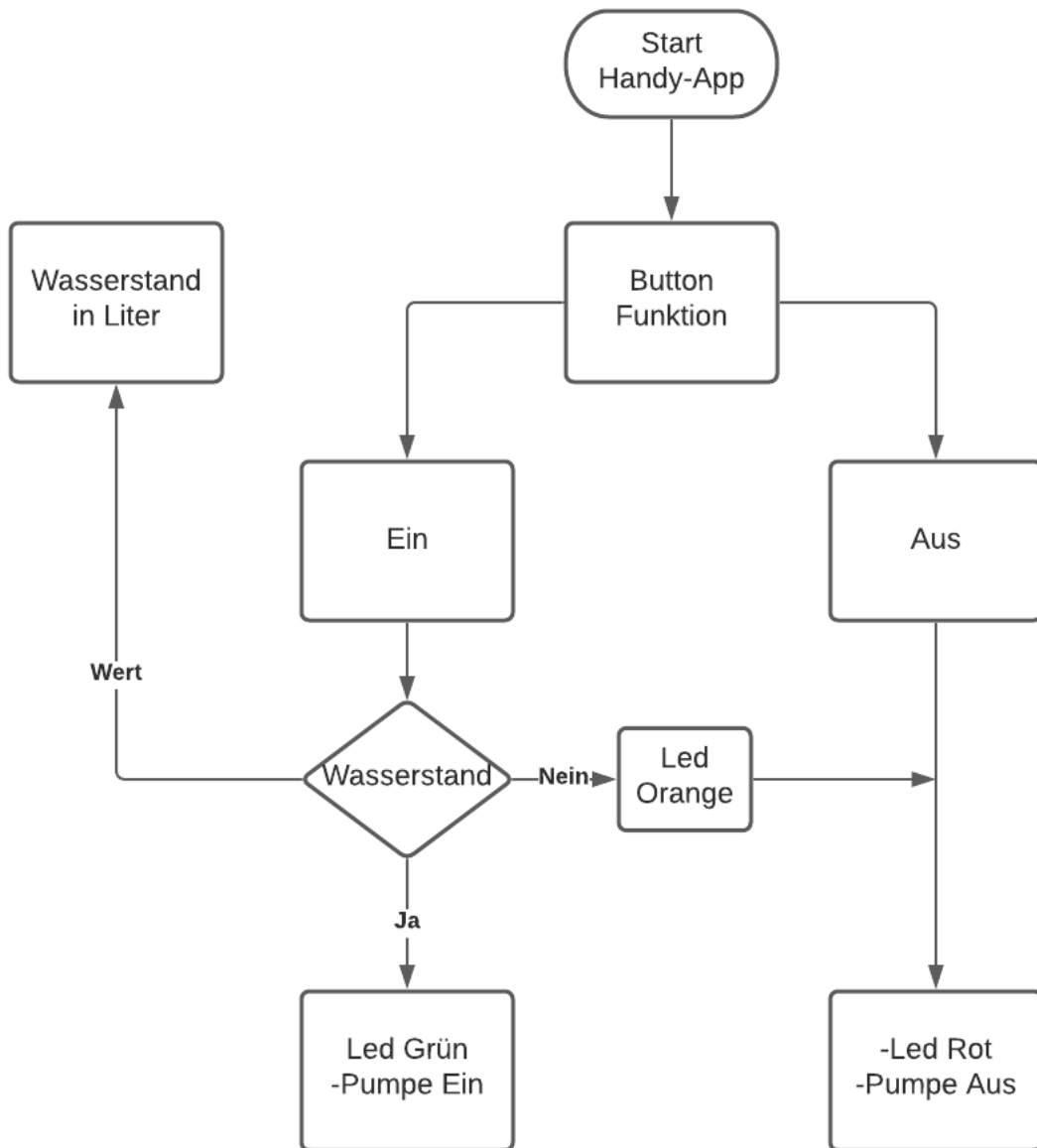


Abbildung 10: Flussdiagramm der Handy-App

8.3 Arbeitsschritte

Als Start in die praktische Arbeit begann ich mit dem Erstellen der Software. Dank des Flussdiagramms hatte ich einen Leitfaden für mein Vorgehen.

8.3.1 Sensoren einbinden

Zu Beginn war mein Ziel, dass der witterungsfähige Feuchtigkeitssensor und der Ultraschallsensor ausgewertet werden könnten. Für den Feuchtigkeitssensor benötigte ich zwei analoge Eingänge, einen für die Feuchtigkeits- und einen für die Temperaturmessung. Damit ich die erhaltenen Werte auch korrekt interpretieren konnte, musste ich erst die Feuchtigkeit in Prozente umrechnen. Dies tat ich, indem ich den Sensor in ein Glas Wasser stellte und beschloss, dass dieser aktuelle Wert «645» meine 100% Feuchtigkeit ist. Somit kam ich auf die Rechnung, den Messwert 645 durch 100 zu teilen, um die 1% (6.45) zu erhalten, welche den Wert des trockenen Bodens bezeichnet. Damit ich jederzeit die aktuelle Bodenfeuchtigkeit in Prozent erhalte, rechnete ich den einkommenden Messwert durch die 1% (6.45).

Ich beschloss, dass wenn der Messwert über 50% steigt, der Bewässerungsvorgang gestoppt wird. Fällt er jedoch wieder unter die 50%, arbeitet die Pumpe weiter. Für das Erhalten der Temperatur in °Celsius ging ich gleich vor. Ich verglich den Wert 150 mit der aktuellen Raumtemperatur (20°C) und errechnete so den Wert für 100°C. Somit entstand die Rechnung, den aktuellen Messwert der Temperatur durch 1%, also 7,5 zu teilen. Ich entschied, dass erst ab 16°C Bodentemperatur bewässert werden darf. Das bedeutet, ab einem aktuellen Wert von 120.

Bei der Distanzmessung brauchte es ebenso eine Umrechnung, um den Wert in Zentimeter zu erhalten. Der Sensor misst die Zeit, bis die ausgesetzten Ultraschallwellen wieder zurück beim Sensor sind. Anhand der gemessenen Zeit, definiert der Sensor die Distanz. Da ich aber nur die Strecke bis zum Hindernis benötigte teilte ich die Echo Zeit durch zwei. Um von diesem Zahlenwert die Distanz in Zentimeter zubekommen, brauchte es eine Multiplikation der Schallgeschwindigkeit pro Millisekunde.

```
31 messwert_Feucht=analogRead(A0);
32 Feucht_prozent= (messwert_Feucht/6.14);
33
34 Serial.print("Feuchtigkeits-Messwert:");
35 Serial.println(Feucht_prozent);
36
37
38 messwert_Temp=analogRead(A1);
39 Temp_celsius= (messwert_Temp/6.39);
40
41 Serial.print("Temperatur-Messwert:");
42 Serial.println(Temp_celsius);
43 delay(1000);
44
45 digitalWrite(trigger, LOW);
46 delay(5);
47 digitalWrite(trigger, HIGH);
48 delay(10);
49 digitalWrite(trigger, LOW);
50 dauer = pulseIn(echo, HIGH);
51 entfernung = (dauer/2) * 0.03432;
52
```

Abbildung 11: Ausschnitt aus dem Programmcode Feuchtigkeitssensor- und Ultraschallsensor

8.3.2 Auto-/Manuelbetrieb

In diesem Schritt baute ich die Taster Umschaltung «Auto-Manuellbetrieb» ein, und den Ein- und Ausschalttaster im Manuellbetrieb. Bei diesem Vorgang gab es mehrere Probleme, die ich aber weiter unten im Kapitel Problemstellungen weiter erläutern werde.

Die Endlösung der Umschaltung erfolgte durch eine Statusabfrage des Tasters. Durch diese Variante kann ich beliebig oft auf den Taster drücken und es wird immer funktionieren. Die Ein- und Ausschaltung von Hand löste ich genau gleich wie die Umschaltung, jedoch platzierte ich die Statusabfrage in der if-Schleife des Manuellbetriebs.

```
102
103   TasterstatusA = digitalRead(Taster1);
104   if(TasterstatusA != letzterStatusA)
105   {
106     if (TasterstatusA == 1)
107     {
108       TasterZaehlerA++;
109     }
110
111   else
112   {
113     digitalWrite(Blau, HIGH);
114     lcd.setCursor(3,0);
115     lcd.print("Auto-Betrieb");
```

Abbildung 12: Ausschnitt aus dem Programmcode
Umschaltung zum Automatischen Betrieb

```
digitalWrite(Blau, LOW);
lcd.setCursor(3,0);
lcd.print("Manuel-Betrieb");
TasterstatusM = digitalRead(Taster2);
if(TasterstatusM != letzterStatus)
{
  if (TasterstatusM == 1)
  {
    TasterZaehler++;
  }

  else
  {
    digitalWrite(Pumpe, HIGH);
    digitalWrite(Gruen, HIGH);
    digitalWrite(Rot, LOW);
    digitalWrite(Gelb, LOW);
```

Abbildung 13: Ausschnitt aus dem Programmcode
Umschaltung zum Manuelbetrieb

8.3.3 RTC Integrierung

Damit der Funduino mit der Echtzeit arbeiten kann, benötigt er eine externe Real Time Clock. Dieses Modul wird mit einer 3 Volt Knopfatterie gestützt, um keine Daten bei einem Spannungsunterbruch zu verlieren.



Abbildung 14: Real Time Clock
(Quelle: <https://www.brack.ch>)

Den Code, um das RTC auszulesen, habe ich aus einer bereits bestehenden Bibliothek importiert. Nun konnte ich mit dieser Basis die Schaltuhr erstellen.

Die auf dem Display ersichtliche Zeit wird im Programmcode mit der «Aktuellezeit» benannt.

Die Daten für die Schaltuhr sind zuerst in der «Arbeitszeit» gespeichert und später für die Weiterverarbeitung als Integer in der «Pumpzeit». Nun arbeitet der Funduino mit dem Zahlenwert der «Pumpzeit» somit kann der Zahlenwert in die if-Schleife integriert werden. In der if-Schleife ist dann definiert bei welcher Zeit, respektive bei welchem Zahlenwert, die Pumpe ein- bzw. ausgeschaltet wird.

```
if( entfernung <70 && messwert_Feucht<322.5 && messwert_Temp >= 140 && Pumpzeit>= 0600 && Pumpzeit<= 1000
{
  // Ein
  digitalWrite(Pumpe,HIGH);
  digitalWrite(Gruen, HIGH);
  digitalWrite(Gelb,LOW);
  digitalWrite(Rot,LOW);
}
```

Abbildung 15: Ausschnitt aus dem Programmcode Pump Zeit Angabe

```
237   char Aktuellezeit [20];
238   char Arbeitszeit[20];
239
240   snprintf_P(Aktuellezeit,
241             sizeof(Aktuellezeit),
242             PSTR("%02u.%02u.%04u %02u:%02u:%02u"),
243
244             dt.Day(),
245             dt.Month(),
246             dt.Year(),
247             dt.Hour(),
248             dt.Minute(),
249             dt.Second() );
250
251   snprintf_P(Arbeitszeit,
252             sizeof(Arbeitszeit),
253             PSTR("%02u%02u"),
254
255             dt.Hour(),
256             dt.Minute(),
257             dt.Second() );
258
259   int Pumpzeit = atoi(Arbeitszeit);|
260   Serial.print(Pumpzeit);
```

Abbildung 16: Ausschnitt aus dem Programmcode Zeitschaltuhr

8.3.4 Programmcode für die Handy-App

Das Erstellen einer Applikation für ein Smartphone war für mich Neuland. Ich investierte einige Zeit in die Recherche, um das nötige Wissen in diesem Thema zu erlangen.

Nach dem Fertigstellen der Handy-App machte ich mich an den Programmcode. Den Basiscode für die App kopierte ich aus dem Internet. Dieser Basiscode funktionierte mit der Kontrollstruktur der «if-Schleife». Jedoch mit dieser Ausführung funktionierte dann der Rest meiner Steuerung nicht mehr richtig. Ich änderte die «if-Schleife» zu einer «switch-case» Struktur um. Mit dieser Struktur erreichte ich, dass die Handy-App jederzeit in das ganze Programm intervenieren kann.

In der «switch» Zeile wird erkannt, ob via Bluetooth der Wert 1, 0, oder gar kein Wert ankommt. Anhand dieser drei Wertezustände, springt das Programm in den jeweiligen «case» oder «default». Jeder «case» gibt andere Befehle. Zum Beispiel gibt der «case» mit der Eins den Befehl, dass die Pumpe eingeschaltet wird und der «case» mit der Null, dass die Pumpe ausgeschaltet wird. Wird aber weder eine Eins noch eine Null gesendet, springt das Programm in den Abschnitt des «default». Dort durchläuft das Programm die Abfrage, ob es im Auto- oder Manuellbetrieb weiterlaufen soll.

```
438     default:
439
440     lcd.setCursor(0,1);
441     lcd.print(Aktuellezeit);
442
443
444     TasterstatusA = digitalRead(Taster1);
445     if(TasterstatusA != letzterStatusA)
446     {
447         if (TasterstatusA == 1)
448         {
449             TasterZaehlerA++;
450         }
451
452     else
453     {
454         lcd.setCursor(3,0);
455         lcd.print("Auto-Betrieb");
456
```

Abbildung 17: default Abfrage

```
256
257     Einkommender_Wert = Serial.read();
258     switch(Einkommender_Wert)
259     {
260         case '1':
261             digitalWrite(Pumpe,HIGH);
262             digitalWrite(Gruen,HIGH);
263             digitalWrite(Rot,LOW);
264             lcd.setCursor(3,0);
265             lcd.print("Bluetooth Ein");
266             break;
267
268         case '0':
269             digitalWrite(Pumpe,LOW);
270             digitalWrite(Rot,HIGH);
271             digitalWrite(Gruen,LOW);
272             lcd.setCursor(3,0);
273             lcd.print("Bluetooth Aus");
274             break;
```

Abbildung 18: switch und case Abfrage

8.3.5 Gartenarbeiten

Als der ganze Programmcode einwandfrei funktionierte, machte ich mich an die Gartenarbeit. Mit dem Verlegen aller Wasserschläuche und Elektrorohren war ich mehrere Stunden beschäftigt.

Nach der Verlegung der Rohre, montierte ich das Solarpanel auf der Pergola und zog alle Kabel in die Elektrorohre ein. Zusätzlich musste ich einen Durchbruch bohren für die Elektrorohreinführung im Gartenhaus.



Abbildung 19: Montiertes Solarpanel auf Pergola



Abbildung 20: Montierte Konstruktion des Ultraschallsensors

Mit der Platzierung der Durchlaufpumpe in der Nähe der Regentonne und der Montage der Konstruktion für den Ultraschallsensor führte ich die Gartenarbeit weiter. Für mich war wichtig, dass der Sensor optimal platziert wird.

Einerseits, damit die Signale nicht von der Regentonnenwand verfälscht werden und andererseits, dass trotz Konstruktion weiterhin eine Giesskanne in der Tonne befüllt werden kann.



Abbildung 21: wasserdichte Dose für den Ultraschallsensor

8.3.6 Schaltkasten Aufbau

Mit dem Bau und dem Verdrahten des Schaltkastens erledigte ich eine der letzten praktischen Arbeiten meines Projektes.

Die Platzierung der elektronischen Komponenten wollte ich so praktisch und zugänglich wie möglich wählen, um später eine saubere und übersichtliche Verdrahtung vornehmen zu können.

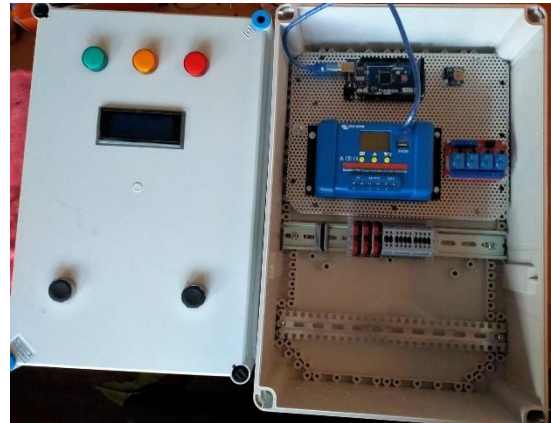


Abbildung 22: Bestückte Steuerungsbox

Durch die Größe des Schaltkastens und der verschiedenfarbigen Drähte konnte die Übersicht mit der Verdrahtung sehr gut eingehalten werden. Dies hat den Vorteil, bei allfälligen Störungen rasch den Überblick zu erhalten.

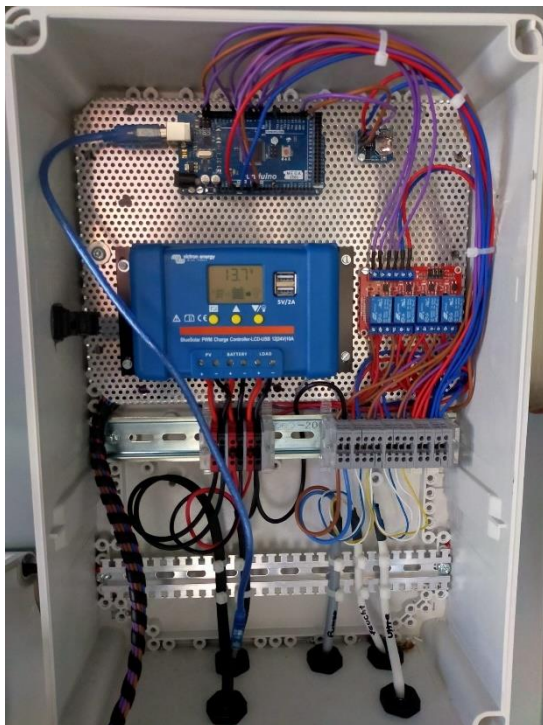


Abbildung 23: Fertig verdrahtete Steuerungsbox

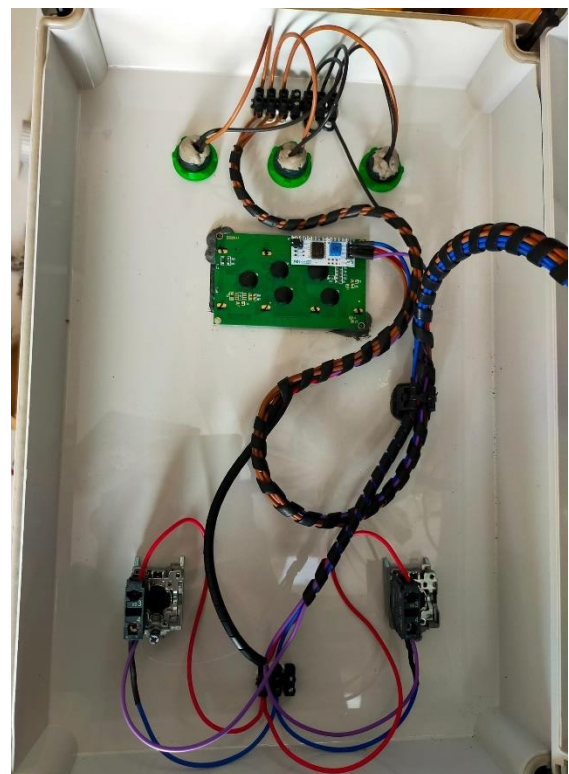


Abbildung 24: Fertig verdrahteter Deckel der Steuerungsbox

8.3.7 Inbetriebnahme

Nach erfolgreicher Installation der Anlage machte ich die erste Inbetriebnahme. Schnell merkte ich, dass noch einige Parameter und Montagen angepasst werden mussten.

Zuerst musste der wasserdichte Ultraschallsensor über der Regentonne mehr zur Mitte verschoben werden, da das Echo des Sensors an der Wand der Tonne abprallte und somit den Messwert der Distanz verfälschte.

Ebenso musste ich den Richtwert der trockenen Erde anpassen, da sie um einiges feuchter ist, wenn sie gewässert werden soll, als ich angenommen hatte. Ich habe mit 50% Bodenfeuchtigkeit gerechnet, jedoch sollte ich mit mindestens 70% rechnen, so dass die Erde immer genug feucht ist, um die Pflanzen ideal zu wässern.

Ansonsten konnte alles getestet werden und die Inbetriebnahme wurde erfolgreich beendet. Sämtliche Daten und Anpassungen wurden im Inbetriebnahme Protokoll festgehalten.



Abbildung 25: In Betrieb gesetzte Steuerung

8.4 Aufbau

8.4.1 Elektrischer Aufbau

In der folgenden Abbildung wurde der komplette Aufbau der elektronischen Bauteile dargestellt. Durch diese Aufzeichnung kann man klar erkennen welcher Ein-/ Ausgang vom Funduino genutzt wird.

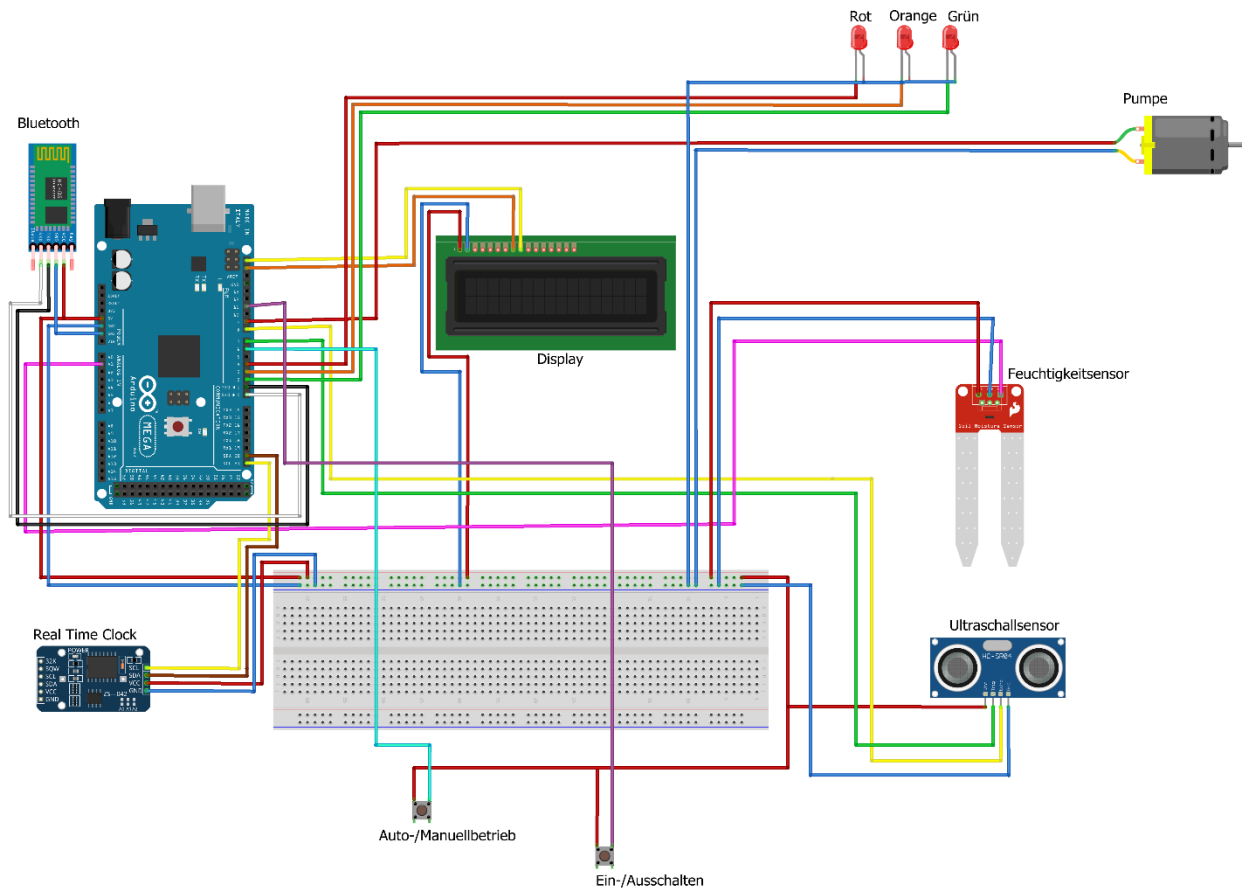


Abbildung 26: Prinzip Schema der Steuerung

fritzing

8.4.2 Aufbau vor Ort

Anhand der folgenden Skizzen wurde die Anlage vor Ort installiert. Alle Elektrorohre ausser das, welches zum Solarpanel geht, wurden unterirdisch verbaut. Das Rohr, welches zum Panel geht, wurde über das Dach installiert, auf die andere Seite des Hauses.

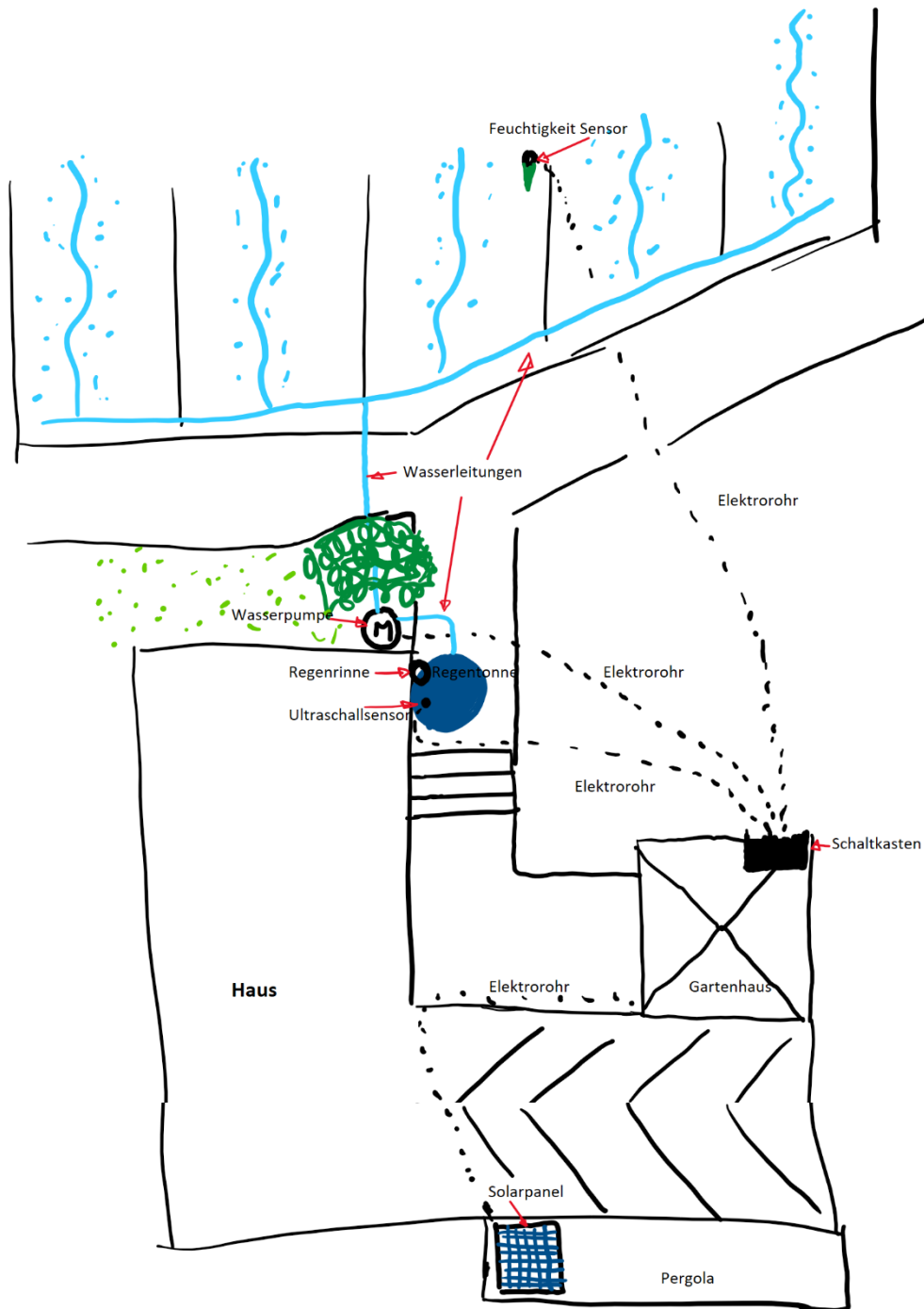


Abbildung 27: Skizzierter Lageplan

Auf dieser Detailzeichnung ist die Konstruktion des Ultraschallsensor ersichtlich.

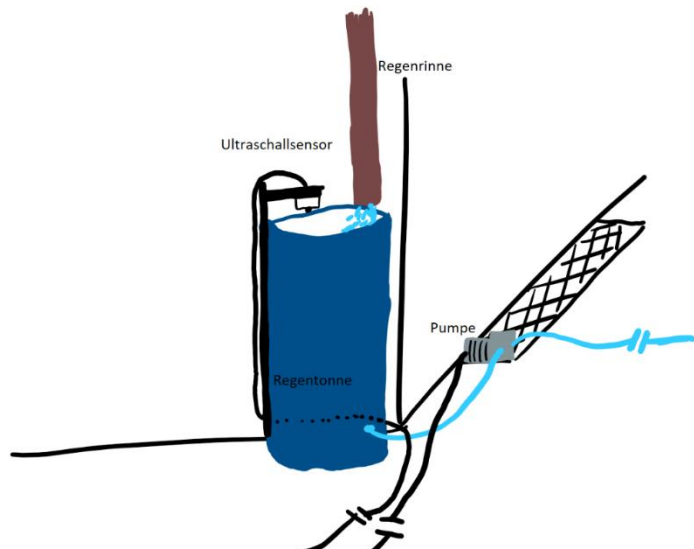


Abbildung 28: Skizzierter Aufbau für die Montage des Ultraschallsensors

8.4.3 Aufbau der Handy-App

Da ich mit dem Funduino Mega keine Internetanbindung habe, war für mich klar, dass ich die Verbindung zwischen Smartphone und Steuerung über Bluetooth herstellen werde. Dies wird durch den externen Sender HC-05 ermöglicht. Der HC-05 sendet und empfängt Daten vom Smartphone und gibt diese Befehle an den Funduino weiter.

Doch eine solche Kommunikation kann nur stattfinden, wenn auch die richtige App verwendet wird. Durch ein YouTube-Video erhielt ich Informationen und Ideen, wie und wo ich eine solche Applikation erstellen konnte. So gelang ich auf die gratis Web-Seite «MIT App Inventor». Die Webseite ermöglicht es, das komplette Design selbst zu gestalten und die Funktion jedes Buttons zu definieren.

In meinem Fall wollte ich die Gestaltung der App so einfach wie möglich halten, da der Fokus darauf lag, mit der Bluetooth Steuerung den Auto-Betrieb zu übersteuern.



Abbildung 29: Bluetooth-Sender HC-05
(Quelle: <https://www.amazon.de>)

Der Aufbau der App sieht wie folgt aus:

Zuoberst befindet sich der ListPicker1, der für die Verbindung zwischen Sender und Handy benötigt wird.

Danach folgen zwei grosse Buttons für das Ein- und Ausschalten der Pumpe.

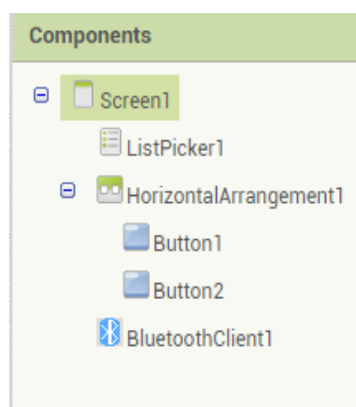


Abbildung 30: Liste der Komponenten der Handy-App

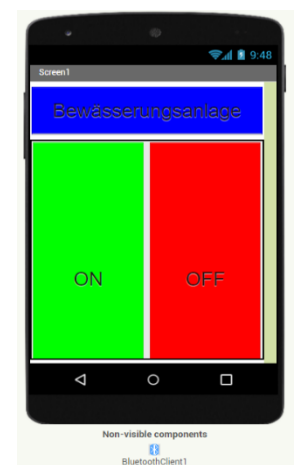


Abbildung 31: Vorschau des Designs

Nach dem Designen folgt der Abschnitt mit der Funktionsbestimmung. Dies wird mit puzzelförmigen Teilen dargestellt. Mit dieser etwas ungewöhnlichen Art und Weise hatte ich meine Anfangs-schwierigkeiten, jedoch kriegt man am Schluss eine klare Übersicht der Funktion.

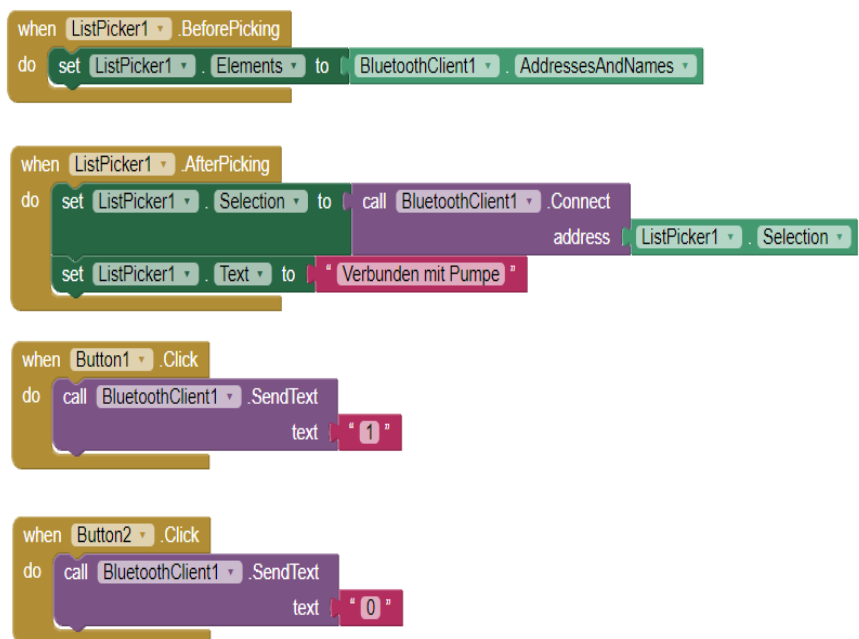


Abbildung 32: Aufzeichnung der Funktion

8.5 Problemstellungen

8.5.1 Ungenaue Messwerte des wasserdichten Ultraschallsensors

Problembeschreibung:

Am Anfang des Projektes arbeitete ich mit dem Ultraschallsensor aus dem Funduino-Kit der Schule. Damit hat alles einwandfrei funktioniert. Als ich den Sensor durch den neu gekauften wasserdichten Sensor austauschte, funktionierte die Ausgabe der Messwerte überhaupt nicht mehr. Ich konnte die Distanz verändern, doch der Sensor gab irgendwelche fremden Distanzen an und wechselte ständig zwischen den Werten hin und her. Zum Beispiel bei einer Distanz von 20cm hat der Sensor 5cm, 13cm, 18cm und danach wieder 7cm gemessen.

Lösungsweg:

Durch langes erfolgloses Forschen was der Fehler sein könnte, kam mir plötzlich die Idee, die «delay» Zeit im Programmcode zu erhöhen. Ich dachte mir, dass der Sensor vielleicht das Echo zu schnell wieder empfängt. Tatsächlich funktionierte es wie erwünscht. Ich passte die Zeit zwischen Trigger Low und Trigger High auf die maximalen 200 Millisekunden an, ebenso von High zu Low. Nun ermittelte auch dieser Sensor alle Distanzen genau.

8.5.2 Auto-/ manuell Umschaltung

Problembeschreibung:

Ich entschied mich, für die Umschaltung eine Taster-Funktion zu erstellen. Dies ermöglichte mir, immer Zugriff auf den Zustand und die Funktion im Programmcode zu haben. Bei einer Schalter-Funktion wäre dies nicht der Fall gewesen.

Doch die Taster Steuerung brachte das Problem mit sich, dass die Pumpe bei jeder Programmabfrage ein- und dann wieder ausschaltete. Das heisst, die Umschaltung funktionierte nur so lange, bis das Programm am Ende des Codes ankam, dann stellte die Pumpe aus und bei wiederholten Abfragen stellte sie wieder ein.

Lösungsweg:

Durch das Recherchieren von verschiedenen Lösungen kam mir die Idee, eine numerische Statusabfrage zu machen, anstatt wie vorher mit falsch oder richtig. Ich definierte den «TasterStatusA» ungleich dem «letztenStatusA» Ist der «TasterStatusA» gleich eins, dann wird um eins hochgezählt.

Wenn er aber nicht eins ist, dann läuft der automatische Betrieb. Ist aber nun der «TasterStatusA» durch zwei teilbar und ergibt null, dann wird in den manuellen Betrieb umgeschaltet. So erhielt ich die perfekte Lösung für meine Anwendung.

8.5.3 RTC verarbeiten

Problembeschreibung:

Ein sehr langanhaltendes Problem war es, die Ausgabe des RTC so umzuwandeln, dass ich mit dem Wert weiterarbeiten konnte. Für die normale Zeitausgabe reichte mir der Datentyp «char». Doch um mit dem Zeitwert weiterzuarbeiten, brauchte ich den Wert in der Form eines «Integers».

Ich versuchte vergeblich mehrere Methoden für die Umwandlung aus. Ich probierte vom «char» direkt zum «Integer», vom «char» zu einem «String» und dann in den «Integer» oder den «char» direkt zu verarbeiten, doch ich scheiterte bei allen Varianten.

Lösungsweg:

Grund für das Scheitern der Umwandlung waren die Sonderzeichen wie Slash und Doppelpunkt. Als ich die Zeitausgabe duplizierte und alle Sonderzeichen wegliess, funktionierte die Umwandlung mit der «atoi Methode» einwandfrei. Nun hatte ich meine gewünschte Integer Form für die Einstellung der Zeitschaltuhr.

9 Materialliste und Kosten

	Material	Typ	Bild	Soll Kosten	Ist Kosten	Bemerkung
1	Micro-computer	Funduino Mega 2560	 <small>Abbildung 33: Funduino Mega 2560 (Quelle: https://arduino-projekte.com.)</small>	CHF 56.00	CHF 0.00	vorhanden
2	Relais	DEBO RELAIS 4CH	 <small>Abbildung 34: DEBO Relais (Quelle: https://www.reichelt.com)</small>	CHF 4.55	CHF 4.55	gekauft
3	Real Time Clock	RTC Modul DS1307	 <small>Abbildung 35: RTC (Quelle: https://www.brack.ch)</small>	CHF 13.45	CHF 13.45	gekauft
4	Display	LCD IIC I2C 2004 204 20 x 4	 <small>Abbildung 36: Display (Quelle: https://ch.rs-online.com)</small>	CHF 24.19	CHF 24.19	gekauft
5	Ultraschall-modul	JSN-SR04T	 <small>Abbildung 37: Wasserdichter Ultraschallsensor (Quelle: https://www.bastelgarage.ch)</small>	CHF 19.90	CHF 19.90	gekauft
6	Feuchtigkeits-sensor	SMT50	 <small>Abbildung 38: Feuchtigkeitssensor (Quelle: https://avs-beregnung.de)</small>	€ 69.00	CHF 73.95	gekauft
7	2x Taster	Schneider Electric Taster XB4BA25	 <small>Abbildung 39: Einbautaster (Quelle: https://ch.rs-online.com)</small>	CHF je 21.70	CHF 0.00	gesponsert
8	3x Led-Signallampen	F6917 V / R / J	 <small>Abbildung 40: Led (Quelle: https://www.digitec.ch)</small>	CHF je 19.90	CHF 0.00	gesponsert
9	Steuerkasten PVC		 <small>Abbildung 41. Steuerbox (Quelle: www.amazon.de)</small>	CHF ca. 100.00	CHF 0.00	gesponsert
10	Drähte Rot / Schwarz/ Braun/ Violette/ Blau	1mm2 / 4mm2	 <small>Abbildung 42: Verdrahtungsdrähte (Quelle: www.amazon.de)</small>	CHF ca. 0.37 pro Meter	CHF 0.00	gesponsert






11	Kabel	G51 2x2x0.8	 <small>Abbildung 43: Kabel G51 (Quelle: www.ewl- instakit.de)</small>	CHF ca. 1.28 pro Meter	CHF 0.00	gesponsert
12	Kabel	2x 2,5mm2	 <small>Abbildung 44: Kabel 2x2.5mm2 (Quelle: www.ewl- instakit.de)</small>	CHF ca. 3.09 pro Meter	CHF 0.00	gesponsert
13	Elektrohr Schwarz	KRFGW M20 / M25	 <small>Abbildung 45: Elektrohr (Quelle: ch.rs-online.com)</small>	CHF ca. 1.20 pro Meter	CHF 0.00	gesponsert
14	Pumpe	Shurflo Junior 2095-204-112	 <small>Abbildung 46: Pumpe Shurflo Junior (Quelle: www.maurelma.ch)</small>	CHF 148.00	CHF 148.00	gekauft
15	Solarpanel	VOLTIMA Sconio SSM120	 <small>Abbildung 47: Solarpanel (Quelle: swissbatt24.ch)</small>	CHF 129.00	CHF 129.00	gekauft
16	Laderegler	Victron BlueSolar 10A PWM	 <small>Abbildung 48: Laderegler (Quelle: swissbatt24.ch)</small>	CHF 51.00	CHF 51.00	gekauft
17	Batterie	Bosch S4 013 95Ah	 <small>Abbildung 49: Batterie (Quelle: swissbatt24.ch)</small>	CHF 158.00	CHF 0.00	gesponsert
18	Bewässerungs- system	Bewässerungs- set	 <small>Abbildung 50: Bewässerungssystem (Quelle: dvs-beregnung.de)</small>	€ 83.01	CHF 88.97	gekauft
19	Box für Pumpe und Batterie	Rako-Box	 <small>Abbildung 51: Rako-Box (Quelle: www.abi.ch)</small>	CHF je 34.00	CHF 68.00	gekauft
20	Kostensumme			CHF 1'221.86	CHF 616.06	CHF 605.80 durch Sponsoren eingespart

Tabelle 10: Materialliste

9.1.1 Auswahl der Pumpe

Für die Auswahl der passenden Pumpe, standen die vier unten aufgelisteten Pumpen in der engeren Wahl.

Ich entschied mich für die Shurflo Junior Durchlaufpumpe. Für diese Wahl waren folgende Gründe:

- geringer Stromverbrauch
- passende Pumpleistung für meine Anlage
- kurze Lieferzeit
- angemessener Preis für diese Leistungen.

Der einzige Nachteil der Pumpe ist, dass sie nur für Trinkwasser geeignet ist. Damit ich sie aber trotzdem einsetzen konnte, schützte ich sie mit einem Sieb vor dem Ansaugschlauch.





	Typ	Spannung	Strom	Druck	l/min	Kosten	Bemerkung
 Abbildung 52: Shurflo Junior (Quelle: www.maurelma.ch)	Shurflo Junior 2095-204-112	12 Volt	3,9 A	Max 2.1 bar	7 l/min	CHF 148.00	Preis Leistung gut, schnelle Lieferzeit (Liefertermin max. 5 Arbeitstage)
 Abbildung 53: Shurflo 2088 (Quelle: www.maurelma.ch)	Shurflo 2088- 403-144	12 Volt	-	Max. 3.0 bar	10.8 l/min	CHF 194.00	Hohe Anschaffungskosten, Strom Aufnahme unbekannt, schlechter Beschrieb
 Abbildung 54: Soft LS 4142 (Quelle: www.maurelma.ch)	Druckpumpe Soft LS 4142	12 Volt	3.5 A	Max. 2,1 bar	11.3 l/min	CHF 168.00	Preis Leistung sehr gut, lange Lieferzeit (Kein Liefertermin vorhanden)
 Abbildung 55: Bacoeng (Quelle: techstudio.ch)	Tauchpumpe Bacoeng dc 12v	12 Volt	10A	-	-	CHF 153.00	Hoher Stromverbrauch, keine klaren Angaben zur Wasserbe- förderungsmenge

Tabelle 11: Pumpen-Auswahl

10 Quellenverzeichnis

- Eigenständigkeits-Erklärung Quelle: Projektarbeit von Dozenten Steffan Kessler an der TEKO Zürich

10.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Themeneingabe.....	10
Abbildung 2: Trennung zwischen Systemzielen und Vorgehenszielen.....	15
Abbildung 3: Aufteilung zwischen wirtschaftlichen-, Leistungs- und personellen Zielen	16
Abbildung 4: Ziele gewichtet	17
Abbildung 5: Ausschnitt aus dem Terminplan.....	18
Abbildung 6: Meilensteinplan.....	19
Abbildung 7: Funduino Mega 2560 (Quelle: https://arduino-projekte.com).....	23
Abbildung 8: Raspbary PI Model B (Quelle: https://www.digitec.ch).....	23
Abbildung 9: Flussdiagramm der Software	24
Abbildung 10: Flussdiagramm der Handy-App.....	25
Abbildung 11: Ausschnitt aus dem Programmcode Feuchtigkeits- und Ultraschallsensor.....	26
Abbildung 12: Ausschnitt aus dem Programmcode Umschaltung zum Automatischen Betrieb ..	27
Abbildung 13: Ausschnitt aus dem Programmcode Umschaltung zum Manuelbetrieb	27
Abbildung 14: Real Time Clock (Quelle: https://www.brack.ch).....	28
Abbildung 15: Ausschnitt aus dem Programmcode Pump Zeit Angabe.....	28
Abbildung 16: Ausschnitt aus dem Programmcode Zeitschaltuhr	28
Abbildung 17: default Abfrage.....	29
Abbildung 18: switch und case Abfrage	29
Abbildung 19: Montiertes Solarpanel auf Pergola	30
Abbildung 20: Montierte Konstruktion des Ultraschallsensors.....	30
Abbildung 21: wasserdichte Dose für den Ultraschallsensor	30
Abbildung 22: Bestückte Steuerungsbox.....	31
Abbildung 23: Fertig verdrahtete Steuerungsbox	31
Abbildung 24: Fertig verdrahteter Deckel der Steuerungsbox.....	31
Abbildung 25: In Betrieb gesetzte Steuerung.....	32
Abbildung 26: Prinzip Schema der Steuerung	33
Abbildung 27: Skizzierter Lageplan.....	34
Abbildung 28: Skizzierter Aufbau für die Montage des Ultraschallsensors	35
Abbildung 29: Bluetooth-Sender HC-05 (Quelle: https://www.amazon.de)	35
Abbildung 30: Liste der Komponenten der Handy-App	35
Abbildung 31: Vorschau des Designs.....	35
Abbildung 32: Aufzeichnung der Funktion	36
Abbildung 33: Funduino Mega 2560 (Quelle: https://arduino-projekte.com).....	38
Abbildung 34: DEBO Relais (Quelle: https://www.reichelt.com)	38
Abbildung 35: RTC (Quelle: https://www.brack.ch)	38
Abbildung 36: Display (Quelle: https://ch.rs-online.com).....	38
Abbildung 37: Wasserdichter Ultraschallsensor (Quelle: https://www.bastelgarage.ch)	38
Abbildung 38: Feuchtigkeitssensor (Quelle: https://dvs-beregnung.de)	38
Abbildung 39: Einbautaster (Quelle: https://ch.rs-online.com).....	38
Abbildung 40: Led (Quelle: https://www.digitec.ch).....	38
Abbildung 41. Steuerbox (Quelle: www.amazon.de)	38
Abbildung 42: Verdrahtungsdrähte (Quelle: www.amazon.de).....	38

Abbildung 43: Kabel G51 (Quelle: www.ewl-instakit.de)	39
Abbildung 44: Kabel 2x2.5mm2 (Quelle: www.ewl-instakit.de)	39
Abbildung 45: Elektrorohr (Quelle: ch.rs-online.com)	39
Abbildung 46: Pumpe Shurflo Junior (Quelle: www.maurelma.ch)	39
Abbildung 47: Solarpanel (Quelle: swissbatt24.ch)	39
Abbildung 48: Laderegler (Quelle: swissbatt24.ch)	39
Abbildung 49: Batterie (Quelle: swissbatt24.ch)	39
Abbildung 50: Bewässerungssystem (Quelle: dvs-beregnung.de)	39
Abbildung 51: Rako-Box (Quelle: www.obi.ch)	39
Abbildung 52: Shurflo Junior (Quelle: www.maurelma.ch)	40
Abbildung 53: Shurflo 2088 (Quelle: www.maurelma.ch)	40
Abbildung 54: Soft LS 4142 (Quelle: www.maurelma.ch)	40
Abbildung 55: Bacoeng (Quelle: techstudio.ch)	40

10.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Team und Schnittstellen des Projektes	11
Tabelle 2: Genutzte Programme	13
Tabelle 3: Liste der einzelnen Ziele	14
Tabelle 4 : Risiko Lieferverspätung der Bauteile	20
Tabelle 5: Risiko Fehlerhafte Bauteile	21
Tabelle 6: Risiko Software/ Programmierkomplikationen	21
Tabelle 7: Risiko Gesundheitlicher Ausfall	22
Tabelle 8: Risiko Finanzen	22
Tabelle 9: Vor- und Nachteile von Funduino und Raspbary Pi	23
Tabelle 10: Materialliste	39
Tabelle 11: Pumpen-Auswahl	40

11 Reflexion

Mit dieser Diplomarbeit bilde ich den Abschluss meines dreijährigen Studiums zum Elektrotechniker HF an der TEKO. Das erlernte Fachwissen, konnte ich in dieser herausfordernden Arbeit gezielt einsetzen und anwenden.

Leider verlief die Startphase der Diplomarbeit nicht ganz so reibungslos, wie ich mir dies erhofft hätte. Ich hatte Mühe ein niveaugerechtes Thema zu finden und musste so auch die Ablehnung meiner ersten Themeneingabe akzeptieren. Doch durch Gespräche mit dem Schulleiter und mit Freunden von der Arbeit, kam ich auf die Idee eine Bewässerungsanlage zu entwerfen.

Beim Planen und Entwickeln der Diplomarbeit konnte ich mein erlerntes Wissen in vielen Bereichen erweitern. Ebenso erwarb ich enorm wichtige Erfahrungen in der Projektierung und in der Ausführung der Arbeit. Mit Hilfe der Fachliteratur aus dem Projektmanagementunterricht hatte ich das notwendige Fachwissen für die Erstellung eines soliden Projektablaufplanes, an dem ich mich zeitlich wie praktisch immer wieder Richten konnte.

In der Phase des Programmierens stiess ich schnell an meine Grenzen. Das Basiswissen aus dem Unterricht reichte leider nicht sehr weit, es war aber dennoch sehr wichtig für die Grundlagen. Nun musste ich das Wissen mit Internetrecherchen und YouTube-Tutorials erweitern, um an das erwünschte Ziel zu gelangen. Immer wieder kam ich in die knifflige Situation einen kopierten Code so abzuändern oder auszubauen, dass er für meine gewünschte Funktion passte.

Die praktische Installation der Bewässerungsanlage fiel mir leichter, da ich einige Erfahrung aus dem Beruf mitnahm. Der zeitliche Aufwand des Aufbaus zog sich dennoch in die Länge, doch mein Terminplan habe ich für solche Situationen ausgelegt.

Auch wenn ich mit der Arbeit vor einer grossen Herausforderung stand, wurde mir bewusst, dass ich durch diesen Studiengang zum Elektrotechniker wichtige Kompetenzen erlangen konnte. Weiter hat mich gefreut, dass die angeeignete Theorie in der Praxis sehr gut einsetzbar ist.

Rückblickend auf die Diplomarbeit bin ich sehr zufrieden. Ich konnte alle gestellten Ziele erfolgreich erarbeiten und für die Zukunft habe ich die Zuversicht, dass ich mich auf die erlernten Fähigkeiten verlassen kann.

12 Schluss

12.1 Eigenständigkeits-Erklärung

Ich bestätige hiermit, dass ich die vorstehende Diplomarbeit selbstständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und sowohl wörtliche als auch sinngemäss verwendete Textteile, Grafiken oder Bilder kenntlich gemacht haben. Diese Diplomarbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt worden.

Gianluca Salzillo



Lindau, 26.10.2021

12.2 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich während der Diplomarbeit in verschiedener Art und Weise unterstützt haben.

Ich bedanke mich beim Diplomcoach Christian Meier, der meine Diplomarbeit betreut hat. Sein Fachwissen und seine Tipps haben mir mehrmals weitergeholfen.

Ebenfalls möchte ich mich bei meinem Arbeitgeber ETAVIS AG und dem Familienfreund José Busto bedanken, die mir kostenlos Materialien zur Verfügung gestellt haben.

Ausserdem bedanke ich mich bei meinem Bruder Alessio Salzillo, der mich bei der Gartenarbeit unterstützte.

Ein besonderer Dank gilt Prisca Widmer, die das Korrekturlesen meiner Diplomarbeit übernommen hat.

Abschliessend möchte ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken, die mich während der letzten drei Jahre im Studium motiviert und unterstützt haben.

Gianluca Salzillo

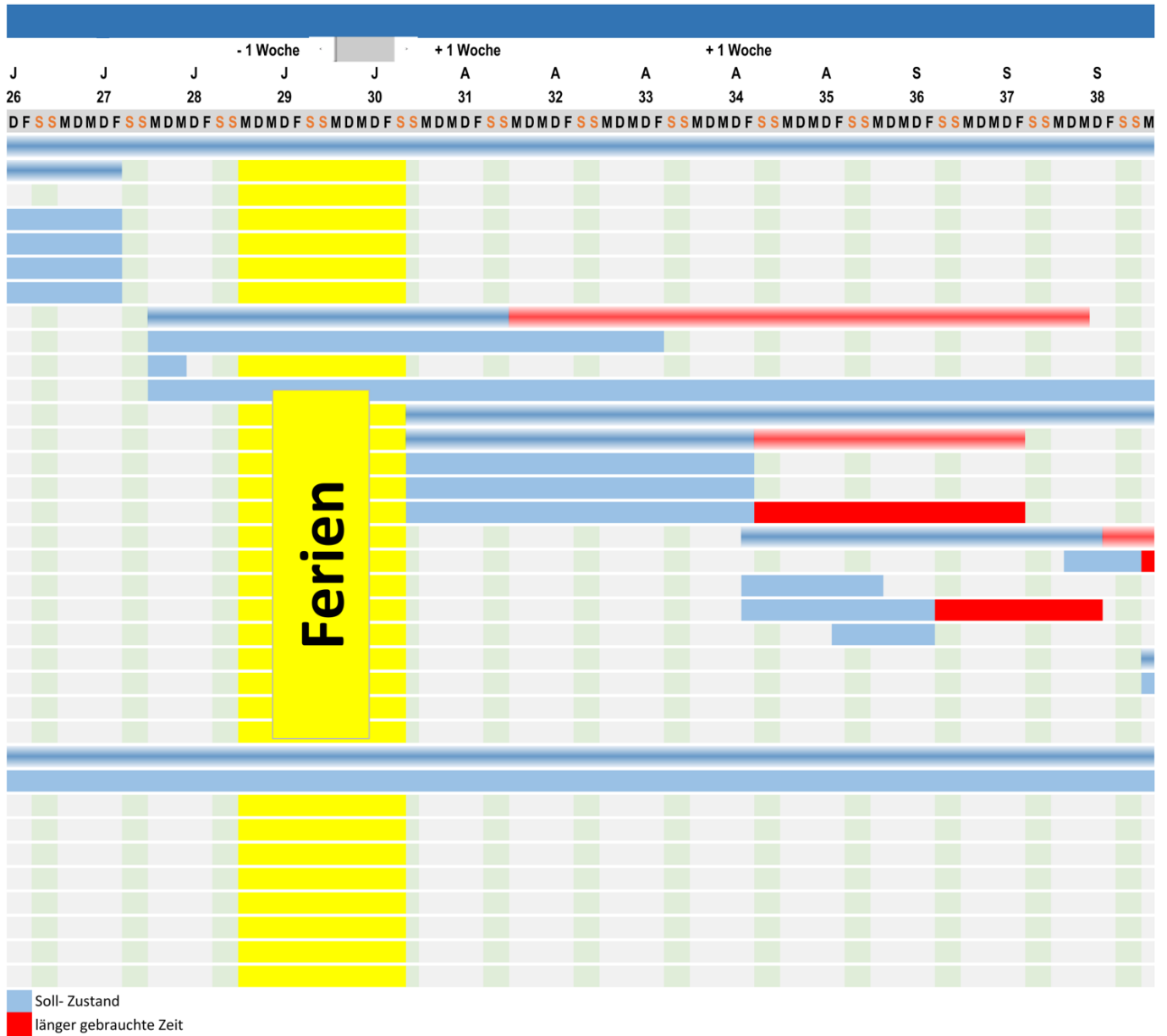


Lindau, 26.10.2021

13 Anhang

Terminplan

Projektplan: Automatisierte Bewässerung									
		Projektleiter	Gianluca Salzillo	Start	28.06.2021		73%	0	
		Status		27.10.2021		Monat			
						KW			
P	A	Aufgabe	Verantw.	Start	effektiv in Tage	IST	%	SOLL	MDM
		Projektablaufplanung Gesamtprojekt		28.06.2021	87	26.10.2021	73%	15.11.2021	
1.1	2	Planung	offen	28.06.2021	10	09.07.2021	100%	09.07.2021	
1.1.1	1	j Diplom-Startmeeting	offen	28.06.2021	1	28.06.2021	100%	28.06.2021	
1.1.2	1	j Pflichtenheft erstellen	offen	30.06.2021	8	09.07.2021	100%	09.07.2021	
1.1.3	1	j Meilensteinplan erstellen	offen	30.06.2021	8	09.07.2021	100%	09.07.2021	
1.1.4	1	j Risikoanalyse erstellen	offen	30.06.2021	8	09.07.2021	100%	09.07.2021	
1.1.5	1	j Projektterminplan erstellen	offen	30.06.2021	8	09.07.2021	100%	09.07.2021	
1.2	2	Visualisierung und E-Schema der Anlage	offen	12.07.2021	53	22.09.2021	100%	08.08.2021	
1.2.1	3	j E-Schema zeichnen	offen	12.07.2021	30	20.08.2021	100%	20.08.2021	
1.2.2	3	j Aufbau mit Fritzing	offen	12.07.2021	3	14.07.2021	100%	14.07.2021	
1.2.2	3	j Bauteile Beschaffung	offen	12.07.2021	53	22.09.2021	100%	15.10.2021	
2	1	Aufbau und Inbetriebnahme der Anlage	offen	01.08.2021	58	27.09.2021	100%	27.09.2021	
2.1	2	Programmcode entwickeln	offen	01.08.2021	8	17.09.2021	100%	27.08.2021	
2.1.1	3	j Sensoren in Programm einfügen	offen	01.08.2021	20	27.08.2021	100%	27.08.2021	
2.1.2	3	j Auto- Manuellbetrieb in das Programm einfügen	offen	01.08.2021	20	27.08.2021	100%	27.08.2021	
2.1.3	3	j Handy app, RTC und Display in Programm einfügen	offen	01.08.2021	35	17.09.2021	100%	27.08.2021	
2.2	2	Physischer Aufbau	offen	27.08.2021	20	27.09.2021	100%	23.09.2021	
2.2.1	3	j Bau des Steuerungskasten	offen	21.09.2021	5	27.09.2021	100%	26.09.2021	
2.2.2	3	j verlegen der Wasserrohre	offen	27.08.2021	7	06.09.2021	100%	06.09.2021	
2.2.3	3	j Aufbau vor Ort im Garten	offen	27.08.2021	20	23.09.2021	100%	10.09.2021	
2.2.4	3	j Solarpanels montieren/ Inbetrieb nehmen	offen	03.09.2021	1	03.09.2021	100%	10.09.2021	
2.3	2	Inbetriebnahme	offen	27.09.2021	8	15.10.2021	100%	06.10.2021	
2.3.1	3	j erst IBN mit Protokol	offen	27.09.2021	8	06.10.2021	100%	06.10.2021	
2.3.2	3	j Schulung + Einführung mit Kunde	offen	06.10.2021	8	15.10.2021	100%	13.10.2021	
2.3.3	3	j IBS mit Kunde	offen	13.10.2021	1	13.10.2021	100%	13.10.2021	
3	1	Dokumentation	offen	30.06.2021	86	26.10.2021	100%	27.10.2021	
3.2.1	3	j Hauptteil	offen	30.06.2021	81	20.10.2021	100%	15.10.2021	
3.2.2	3	j Korrektur lesen	offen	15.10.2021	6	22.10.2021	100%	22.10.2021	
3.2.3	3	j Dokumentation Puffer	offen	20.10.2021	5	26.10.2021	100%	26.10.2021	
3.2.4	3	j Korrigieren und fertigstellen	offen	25.10.2021	1	25.10.2021	100%	26.10.2021	
4	1	Präsentation	offen	28.10.2021			0%	15.11.2021	
4.1	2	j PowerPoint erstellen	offen	28.10.2021			0%	15.11.2021	
4.2	2	j das Vorträgen üben	offen	28.10.2021			0%	15.11.2021	
5	1	Webseite	offen	13.10.2021	8	22.10.2021	100%	22.10.2021	
5.1	2	j Webseite erstellen	offen	13.10.2021	8	22.10.2021	100%	22.10.2021	



Diplomcoach-Meeting 1. Protokoll

Coach: Christian Meier Projektleiter: Gianluca Salzillo	Startmeeting «Die automatische Bewässerungsanlage»	Datum: 28.06.2021 Ort: TEKO Glattbrugg
--	---	---

Folgende Punkte wurden besprochen:

- ✓ **Tipps für kompetente Projektplanung**
- ✓ **Terminplan muss dem Coach bis 10.07.2021 zugestellt werden.**
- ✓ **Erstellen eines Meilenstein Plans**
- ✓ **Pflichtenheft mit Muss-Ziele und Kann-Ziele erstellen**

- ✓ **Besprechung inhaltlichen Aufbaus der Dokumentation**
- ✓ **Management Summery kurz und informativ halten, gut wäre 1 A4 Seite**

- ✓ **Besprechung von der Präsentation**
- ✓ **Film zeigen, falls die Anlage nicht mitgebracht werden kann.**

Diplomcoach-Meeting 2. Protokoll

Coach: Christian Meier Projektleiter: Gianluca Salzillo	Aktuelle Lage «Die automatische Bewässerungsanlage»	Datum: 13.10.2021 Ort: MS Teams
Folgende Punkte wurden besprochen: <ul style="list-style-type: none">✓ Projektleiter schilderte dem Coach die aktuelle Lage✓ Der Coach will die Dokumentation nur in PDF✓ Wenn möglich fertige Anlage an Präsentation mitbringen, für Demonstration.✓ Aufbau der Web-Seite wurde besprochen.✓ Dokumentation in den Anhang der Web-Seite		

Inbetriebnahme Protokoll Bewässerungsanlage

Schweizerische
Fachschnle

TEKO

Datum:	02.20.2021		
Objektadresse:			Auftragsnummer: 0812
Bauherr:	Fam. Salzillo	Installateur:	Gianluca Salzillo
Strasse:	Neuhofstrasse 41	Strasse:	Neuhofstrasse 41
PLZ/Ort:	8315 Lindau	PLZ/Ort:	8315 Lindau
Tel Nr.		Tel Nr.	

1. Gesamtanlage

Beschreibung der Anlage: Schema Nr:	Wasserpumpe	Nr. 2
	Solar-Anlage	Nr. 3
	Steuerschrank/ Sensorik	Nr. 5

2. Pumpe

Fabrikat:	Typ:	Bauart:	Liter/min	Druck:	Artikel-Nr.:
Classicserie	LS204	Membranpumpe	7,0l/min	1,4 Bar	10R-047465
Strom:	Spannung:	Leistung:	Bemerkungen:	<input type="radio"/> Inbetrieb genommen <input type="radio"/> Pumpe funktionstüchtig	
Soll: 7.5A	Soll: 12V	Soll: 90W	Die IST Werte wurde alle überprüft und gemessen. Sichtprüfung wurde gemacht.		
IST: 7.4A	IST: 12V	IST: 90W			
Wassertonne:	Fassungsvermögen:				

3. Solar-Anlage

Fabrikat:	Typ:	Max. Leistung:	Max. Spannung:	Max. Strom	Bemerkungen:
Panel	SZ-120-72M	120 W	Geschlossen: 18,5V	Geschlossen: 6,49A	Hersteller: Solarform
670x1020x35 (mm)			Offen: 22,5V	Offen: 6,98A	
	Typ:	Spannung Panel:	Spannung Batterie:	Max. Leistung:	Bemerkungen:
Laderegler	Charge Conroller	12V	12V	120W bei 12V 240W bei 24V	
	Typ:	Kapazität:	Spannung:	Alter:	Bemerkungen:
Batterie	Bosch	95AH	12V		
	S4-013				

4. Leitungen:

Ort: von/nach	Kabeltyp:	Länge:	Querschnitt:	Verlegeart:
Von Steuerkasten nach Solarpanel (kommt über das Dach)	FLEX LIHH NK OZ 2x4	32m	4mm ²	In Schutzrohr AP
Von Steuerkasten nach Pumpe	FLEX LIHH NK OZ 2x2.5	12m	2.5mm ²	In Schutzrohr
Von Steuerkasten nach Ultraschallsensor bei der Regentonne	G51 2x2x0,8	11m	0,8mm ²	In Schutzrohr
Von Steuerkasten nach Feuchtigkeitssensor im Gartenbeet	G51 2x2x0,8	16m	0,8mm ²	In Schutzrohr
Von Steuerkasten nach Batterie	FLEX LIHH NK 2x4	2m	4mm ²	In Schutzrohr

Inbetriebnahme Protokoll Bewässerungsanlage

Schweizerische
Fachschiule

TEKO

5. Steuerschrank/Sensorik

Bei der **Erstinbetriebnahme** mussten bei beide Sensoren die Werte angepasste werden. Zusätzlich musste der Ultraschallsensor versetzt werden, da er zu nah am Rand der Tonne montiert wurde. Echo prallte an der Wand ab und verfälschte die Messwerte.

Microcomputer Typ:	Funduino Mega 2560	
Display Typ:	Blue LCD IC 20x4	
RTC Typ:	DS1307	
Schaltrelais Typ:	4 Relay Modul	
Bluetooth Sender Typ:	ZS-040	
Feuchtesensor Typ:	SMT50	
Ultraschallsensor Typ:	SRO4M-2	


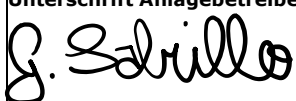
9. Kontrollen während der Inbetriebnahme:

Sichtkontrolle	<input type="checkbox"/>	Funktionskontrolle	<input type="checkbox"/>	Sensor eingestellt	<input type="checkbox"/>	Sensor getestet	<input type="checkbox"/>
Die Sichtkontrolle wurde bei allen Komponenten durchgeführt		Alle Komponenten funktionieren einwandfrei		Die Sensoren wurden nach dem ersten Test alle angepasst.		Die Sensoren wurden in Betrieb genommen und getestet	

10. Instruktion / Dokumentation / Wartung-Überwachung

Instruktion am: 08.10.2021	an	Giacomo Salzillo Alessio Salzillo	Dokumentationsabgabe am: 08.10.2021	an	Giacomo Salzillo
-------------------------------	----	--------------------------------------	--	----	------------------

11. Beilagen:

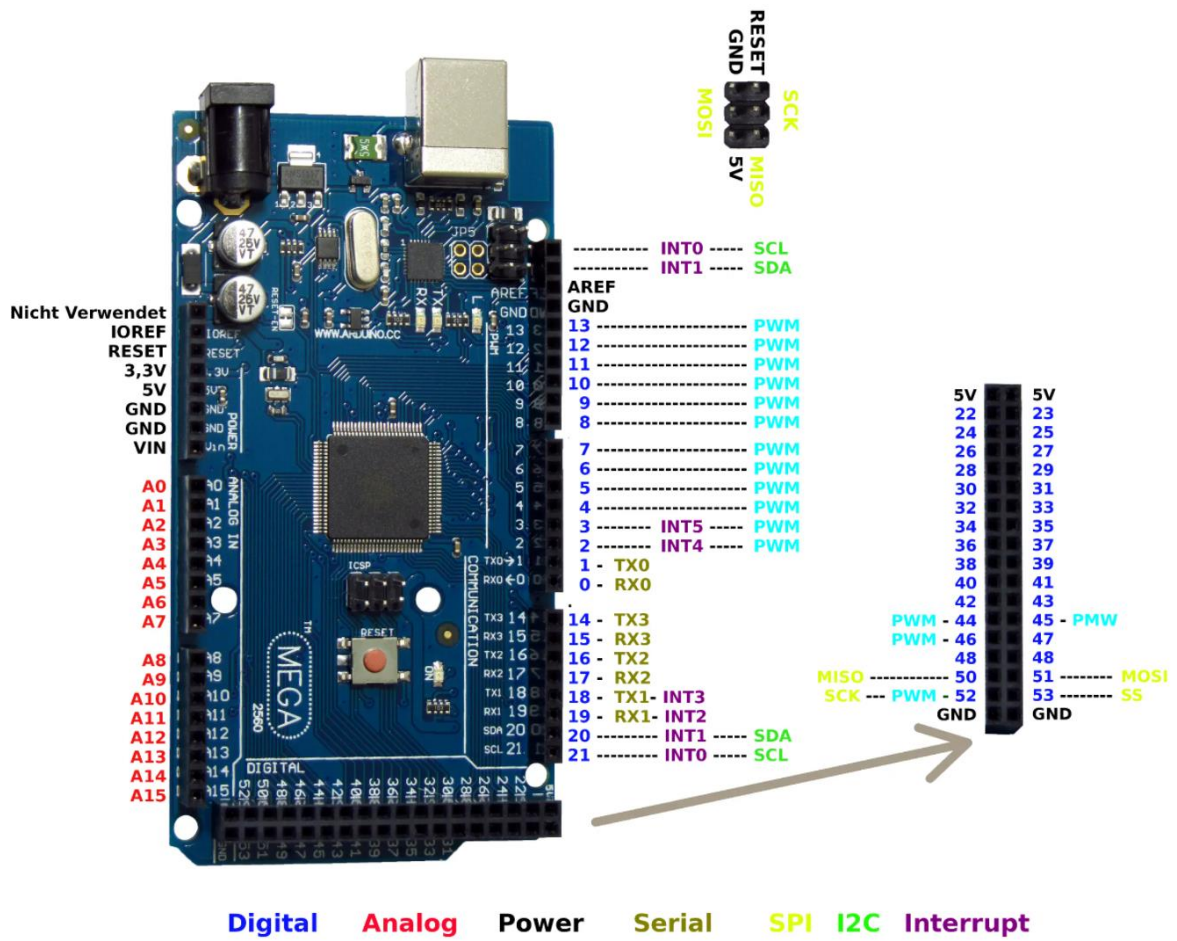
Liste mit Nachbesserungen: keine	Erledigt am: 08.10.2021
Inbetriebnahme durchgeführt am: 08.10.2021	Name: Giacomo Salzillo
Abnahme durchgeführt am: 08.10.2021	Namen: -
Unterschrift Installationsfirma:  Gianluca Salzillo	Unterschrift Anlagebetreiber:  Giacomo Salzillo

Technische Daten: Funduino Mega 2560

Technische Daten:

Microcontroller	ATmega2560
Betriebsspannung	5V
Eingangsspannung (empfohlen)	7-12V
Eingangsspannung (Max.)	6-20V
Digital E/A Pins	54 (davon 15 PWM-Ausgang)
PWM Digital E/A Pins	15
Analog Eingangs Pins	16
DC Strom pro E/A Pin	20 mA
DC Strom für 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB 8 KB werden vom Bootloader verwendet
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
CPU	8-bit
Länge	101.52 mm
Breite	53.3 mm
Gewicht	37 g
Stromverbrauch Normalbetrieb	70,2 mA
Stromverbrauch Schlafmodus	29,4 mA

Datenblatt – Aufbau: Funduino Mega 2560



Datenblatt: Durchlaufpumpe Shurflo Junio 2095-204-112

Eigenschaften

Art Wasserpumpen	Wasserpumpe
Druck max	1,4 bar
Förderhöhe max	2,5 m
Förderleistung max	420 l/h
Stromaufnahme max	3,9
Farbe	schwarz
Gewicht	1,8 kg
Spannung	12 V

1 Programmcode Bewässerungsanlage

2

```
3 #include <Wire.h>
```

```
4 #include <RtcDS1307.h> // Bibliothek für RTC
```

```
5 #include <LiquidCrystal_I2C.h> // Bibliothek für Display
```

6

7

```
8 RtcDS1307<TwoWire> Rtc(Wire);
```

```
9 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
```

10

```
11 // Messung mit dem Feuchtigkeitssensor
```

```
12 int messwert_Feucht =0; // Feuchtigkeitssensor
```

```
13 int messwert_Temp =0; // Feuchtigkeitssensor Temperatur
```

```
14 float Feucht_prozent =0; // berechnung der Feuchtigkeit in %
```

```
15 float Temp_celsius =0; // berechnung der Temperatur in Celsius
```

```
16 int Pumpe=9; // Ausgangsignal zu meiner Pumpe (Digital 9)
```

17

```
18 // Wasserstand messung in der Tonne mit Ultraschallsensor
```

```
19 int trigger=7;
```

```
20 int echo=8;
```

```
21 long dauer=0;
```

```
22 long entfernung=0;
```

```
23 long Volumen=0;
```

```
24 long Wasserposition=0;
```

```
25 int Fuellstand=0;
```

26

27

```
28 // EIN-AUS Taster und Ampelsystem
```

```
29 int Taster1 =5; //Taster-Auto
```

```
30 int Taster2 =6; // Taster-Manuel Ein/Aus
```

31

```
32  int letzterStatusA = 0;
33  int letzterStatus = 0;
34  int TasterZaehlerA = 0;
35  int TasterZaehler = 0;
36  int TasterstatusA =0;
37  int TasterstatusM =0;
38  int Rot = 4;
39  int Gelb = 3;
40  int Gruen = 2;
41
42
43  // Bluetooth
44  char Einkommender_Wert = 0;
45  void setup()
46  {
47  //RTC
48
49  Serial.begin(57600);
50
51  Serial.print("compiled: ");
52  Serial.print(__DATE__);
53  Serial.println(__TIME__);
54  Serial.begin(9600);
55  // Initialisierung
56  pinMode(9,OUTPUT);           // Pumpen Ausgang
57  pinMode(trigger, OUTPUT);    // Trigger-Pin ist der Ausgang
58  pinMode(echo, INPUT);       // Echo-Pin ist der Eingang
59  pinMode(Rot, OUTPUT);
60  pinMode(Gelb, OUTPUT);
61  pinMode(Gruen, OUTPUT);
62  pinMode(Taster1, INPUT);
63  pinMode(Taster2, INPUT);
```

```
64
65     Rtc.Begin();
66     RtcDateTime compiled = RtcDateTime(__DATE__, __TIME__);
67     printDateTime(compiled);
68     Serial.println();
69
70     if (!Rtc.IsDateTimeValid())
71     {
72         if (Rtc.LastError() != 0)
73         {
74             Serial.print("RTC communications error = ");
75             Serial.println(Rtc.LastError());
76         }
77         else
78         {
79             Serial.println("RTC lost confidence in the DateTime!");
80             Rtc.SetDateTime(compiled);
81         }
82     }
83
84     if (!Rtc.GetIsRunning())
85     {
86         Serial.println("RTC was not actively running, starting now");
87         Rtc.SetIsRunning(true);
88     }
89
90     RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();
91     if (now < compiled)
92     {
93         Serial.println("RTC is older than compile time! (Updating DateTime)");
94         Rtc.SetDateTime(compiled);
95     }
```

```
96     else if (now > compiled)
97     {
98         Serial.println("RTC is newer than compile time. (this is expected)");
99     }
100    else if (now == compiled)
101    {
102        Serial.println("RTC is the same as compile time! (not expected but all is fine)");
103    }
104    Rtc.SetSquareWavePin(DS1307SquareWaveOut_Low);
105
106 }
107
108 void loop()
109 {
110     // Messung der Feuchtigkeit und der Temperatur
111
112     messwert_Feucht=analogRead(A0);
113     Feucht_prozent= (messwert_Feucht/6.45);
114
115     messwert_Temp=analogRead(A1);
116     Temp_celsius= (messwert_Temp/6.3);
117     delay(5);
118     // Messung der Distanz
119
120     digitalWrite(trigger, LOW);
121     delay(200);
122     digitalWrite(trigger, HIGH);
123     delay(200);
124     digitalWrite(trigger, LOW);
125     dauer = pulseIn(echo, HIGH);
126     // Umrechnung des Volumens und des Fuellstandes
127
```

```

128   entfernung = (dauer/2) * 0.03432;           // Berechnung in cm.
129   Wasserposition = 98 - entfernung;           // Da ich mit dem Wasserstand rechnen will zähle ich
130   die entfernung von 98 ab.
131   Volumen = (((53*53*3.14159)/4)*Wasserposition)/1000; // Literberrechnung
132   Fuellstand= (Volumen/1.96);                 // Max. Liter in der Tonne 196Liter. 1% davon sind
133   1.96Liter.
134
135   // Ausgaben mit dem LCD Display
136
137   lcd.init();
138   lcd.backlight();
139   lcd.setCursor(0,2);
140   lcd.print(Fuellstand);
141   lcd.setCursor(4,2);
142   lcd.print("%");
143   lcd.setCursor(10,2);
144   lcd.print(Volumen);
145   lcd.setCursor(14,2);
146   lcd.print("L");
147   lcd.setCursor(0,3);
148   lcd.print("Erde");
149   lcd.setCursor(5,3);
150   lcd.print(Feucht_prozent);
151   lcd.setCursor(10,3);
152   lcd.print("%");
153   lcd.setCursor(12,3);
154   lcd.print(Temp_celsius);
155   lcd.setCursor(18,3);
156   lcd.print("C");
157   // RTC
158
159   if (!Rtc.IsDateTimeValid())

```

```

160     {
161         if (Rtc.LastError() != 0)
162         {
163             Serial.print("RTC communications error = ");
164             Serial.println(Rtc.LastError());
165         }
166         else
167         {
168             Serial.println("RTC lost confidence in the DateTime!"); // Batteriestand ist zu tief oder keine
169 Batterie vorhanden
170         }
171     }
172
173     RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();
174
175     printDateTime(now);
176     Serial.println();
177
178     delay(1);
179 }
180
181 #define countof(a) (sizeof(a) / sizeof(a[0]))
182
183 void printDateTime(const RtcDateTime& dt)
184 {
185
186     char Aktuellezeit [20];
187     char Arbeitszeit[20];
188
189     snprintf_P(Aktuellezeit,
190         countof(Aktuellezeit),
191         PSTR("%02u.%02u.%04u %02u:%02u:%02u"),

```

```
192
193     dt.Day(),
194     dt.Month(),
195     dt.Year(),
196     dt.Hour(),
197     dt.Minute(),
198     dt.Second() );
199
200     snprintf_P(Arbeitszeit,
201               countof(Arbeitszeit),
202               PSTR("%02u%02u"),
203
204               dt.Hour(),
205               dt.Minute(),
206               dt.Second() );
207
208     int Pumpzeit = atoi(Arbeitszeit);
209
210     Einkommender_Wert = Serial.read();
211     switch(Einkommender_Wert)
212     {
213     case '1':
214         if( entfernung <70)
215         {
216             digitalWrite(Pumpe,HIGH);
217             digitalWrite(Gruen,HIGH);
218             digitalWrite(Rot,LOW);
219             lcd.setCursor(3,0);
220             lcd.print("Bluetooth Ein");
221         }
222         break;
223
```

```

224     case '0':
225         digitalWrite(Pumpe,LOW);
226         digitalWrite(Rot,HIGH);
227         digitalWrite(Gruen,LOW);
228         lcd.setCursor(3,0);
229         lcd.print("Bluetooth Aus");
230         break;
231
232     default:
233
234         lcd.setCursor(0,1);
235         lcd.print(Aktuellezeit);
236
237
238         TasterstatusA = digitalRead(Taster1);
239         if(TasterstatusA != letzterStatusA)
240             {
241                 if (TasterstatusA == 1)
242                     {
243                         TasterZaehlerA++;
244                     }
245
246                 else
247                     {
248                         lcd.setCursor(3,0);
249                         lcd.print("Auto-Betrieb");
250
251
252                         if( entfernung <70 && messwert_Feucht<322.5 && messwert_Temp >= 140 && Pumpzeit>=
253 0600 && Pumpzeit<= 1000 ||entfernung <80 && messwert_Feucht<322.5 && messwert_Temp >=
254 140 && Pumpzeit>=2000 && Pumpzeit<= 2200 )    // Pumpe läuft da alle Messwerte stimmen
255                     {

```

```
256         // Ein
257         digitalWrite(Pumpe,HIGH);
258         digitalWrite(Gruen, HIGH);
259         digitalWrite(Gelb,LOW);
260         digitalWrite(Rot,LOW);
261     }
262
263     if(entfernung >=70 && messwert_Feucht < 322.5 && messwert_Temp >= 140 ) // Pumpe
264     läuft nicht da zuwenig Wasser in der Tonne ist
265     {
266         // Aus
267         digitalWrite(Pumpe,LOW);
268         digitalWrite(Gelb,HIGH);
269         digitalWrite(Gruen,LOW);
270         digitalWrite(Rot,LOW);
271     }
272
273     if(entfernung <=70 && messwert_Feucht >322.5 && messwert_Temp >= 140 ) // Pumpe
274     läuft nicht da es zu feucht in der Erde ist
275     {
276         // Aus
277         digitalWrite(Pumpe,LOW);
278         digitalWrite(Gelb,HIGH);
279         digitalWrite(Gruen,LOW);
280         digitalWrite(Rot,LOW);
281     }
282
283     if(entfernung <=70 && messwert_Feucht < 322.5 && messwert_Temp < 140 ) // Pumpe
284     läuft nicht da es zu kalt in der Erde ist
285     {
286         // Aus
287         digitalWrite(Pumpe,LOW);
288         digitalWrite(Gelb,HIGH);
```

```
289         digitalWrite(Gruen,LOW);
290         digitalWrite(Rot,LOW);
291     }
292
293 }
294 }
295 if (TasterZaehlerA % 2 == 0)
296
297 {
298
299     lcd.setCursor(3,0);
300     lcd.print("Manuel-Betrieb");
301
302     TasterstatusM = digitalRead(Taster2);
303     if(TasterstatusM != letzterStatus)
304     {
305         if (TasterstatusM == 1)
306         {
307             TasterZaehler++;
308         }
309
310     else
311     {
312         digitalWrite(Pumpe, HIGH);
313         digitalWrite(Gruen, HIGH);
314         digitalWrite(Rot,LOW);
315         digitalWrite(Gelb,LOW);
316     }
317 }
318
319 if (TasterZaehler % 2 == 0)
320 {
```

```
321     digitalWrite(Pumpe, LOW);
322     digitalWrite(Rot,HIGH);
323     digitalWrite(Gruen,LOW);
324     digitalWrite(Gelb,LOW);
325     TasterZaehler = 0;
326 }
327
328 else
329 {
330     digitalWrite(Pumpe, HIGH);
331     digitalWrite(Gruen, HIGH);
332     digitalWrite(Rot,LOW);
333     digitalWrite(Gelb,LOW);
334 }
335     letzterStatus = TasterstatusM;
336
337     delay(5);
338 }
339
340 else
341 {
342
343     lcd.setCursor(3,0);
344     lcd.print("Auto-Betrieb");
345
346     if(entfernung <70 && messwert_Feucht<322.5 && messwert_Temp >= 140&& Pumpzeit>=
347 0600 && Pumpzeit<= 1000 || entfernung <80 && messwert_Feucht<322.5 && messwert_Temp >=
348 140 && Pumpzeit>=2000 && Pumpzeit<= 2200 ) // Pumpe läuft da alle Messwerte stimmen
349     {
350         // Ein
351         digitalWrite(Pumpe,HIGH);
352         digitalWrite(Gruen, HIGH);
```

```
353         digitalWrite(Gelb,LOW);
354         digitalWrite(Rot,LOW);
355
356     }
357
358     if(entfernung >=70 && messwert_Feucht<322.5 && messwert_Temp >= 140 ) // Pumpe
359 läuft nicht da zuwenig Wasser in der Tonne ist
360     {
361         // Aus
362         digitalWrite(Pumpe,LOW);
363         digitalWrite(Gelb,HIGH);
364         digitalWrite(Gruen,LOW);
365         digitalWrite(Rot,LOW);
366     }
367
368     if(entfernung <70 && messwert_Feucht>322.5 && messwert_Temp >= 140) // Pumpe
369 läuft nicht da es zu feucht in der Erde ist
370     {
371         // Aus
372         digitalWrite(Pumpe,LOW);
373         digitalWrite(Gelb,HIGH);
374         digitalWrite(Gruen,LOW);
375         digitalWrite(Rot,LOW);
376     }
377
378     if(entfernung <=70 && messwert_Feucht < 322.5 && messwert_Temp < 140 ) // Pumpe
379 läuft nicht da es zu kalt in der Erde ist
380     {
381         // Aus
382         digitalWrite(Pumpe,LOW);
383         digitalWrite(Gelb,HIGH);
384         digitalWrite(Gruen,LOW);
385         digitalWrite(Rot,LOW);
```

```
386     }
387 }
388     letzterStatusA = TasterstatusA;
389     delay(5);
390     break;
391 }
392 }
```