

Pflichtenheft

Wetterstation mit Solar Energie

Windisch, 13. März 2019

Hochschule	Hochschule für Technik - FHNW
Studiengang	Elektro- und Informationstechnik
Auftraggeber	Prof. Dr. Taoufik Nouri
Experte	Patrick Strittmatter
Betreuer	Prof. Dr. Taoufik Nouri
Autoren	Mischa Knupfer, Andres Minder
Version	1.0

Auftragsbeschreibung

Das Wetter spielt eine wichtige Rolle in der Agronomie. Aufgrund von Wetter- und Klimadaten können optimale Standorte für Pflanzen eruiert und Massnahmen zu deren Schutz getroffen werden. Hiesige Bauern besitzen den Luxus von guten Wettervorhersagen und Klimadaten dank dem Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz). Dieser Luxus ist in anderen Ländern noch nicht gegeben. Prof. Dr. Taoufik Nouri ist aufgefallen, dass in tropischen Gegenden wie Südamerika oder teile Afrikas dieser Luxus ebenso fehlt.

Aus diesem Grund soll eine kostengünstige, erweiterbare und mobile Wetterstation gebaut werden, welche diese Bauern unterstützt. Diese Wetterstation muss die Regenmenge, die Windstärke, die Lufttemperatur und die Sonnenstunden messen können. Ausserdem sollte die Wetterstation mittels Photovoltaik unterstützt werden, sowie die erhobenen Daten via SMS abrufbar sein.

In einem ersten Projekt wurde die Sensorik zur Messung der Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Regenmenge, Windstärke und Windrichtung implementiert, jedoch nicht vollständig verifiziert. Ausserdem wurde eine RTC implementiert, welche Zeitstempel liefert, um die erhobenen Daten zu datieren. Auf einer μ SD-Karte können Daten gespeichert und über eine serielle Schnittstelle ausgegeben werden. Das ganze wird über eine MCU gesteuert.

Im Nachfolgenden Dokument werden unter anderem die Ziele dieses Projekts definiert, sowie das Gesamtkonzept näher erläutert.

Inhaltsverzeichnis

1	Technischer Teil	1
1.1	Gesamtkonzept	2
1.1.1	Kommunikationsmodul	2
1.1.2	Energieversorgung	4
1.2	Verifikationskonzept	4
1.2.1	Validierung der Sensorik	5
1.2.2	Validierung der Kommunikationsmodule	5
1.2.3	Validierung des RTC	5
1.2.4	Validierung der Datenspeicherung	5
1.2.5	Validierung der Energieversorgung	5
2	Organisatorischer Teil	7
2.1	Arbeitsstruktur	8
2.2	Kommunikation	8
2.3	Budget	9
2.4	Ziele	10
2.5	Risikoanalyse	12
2.6	Zeitplan Projektverlauf	13
2.7	Einverständniserklärung	14
A	Lastenheft	15
B	Aufgabenstellung	16
C	Todo-Notes	17

1 Technischer Teil

1.1 Gesamtkonzept

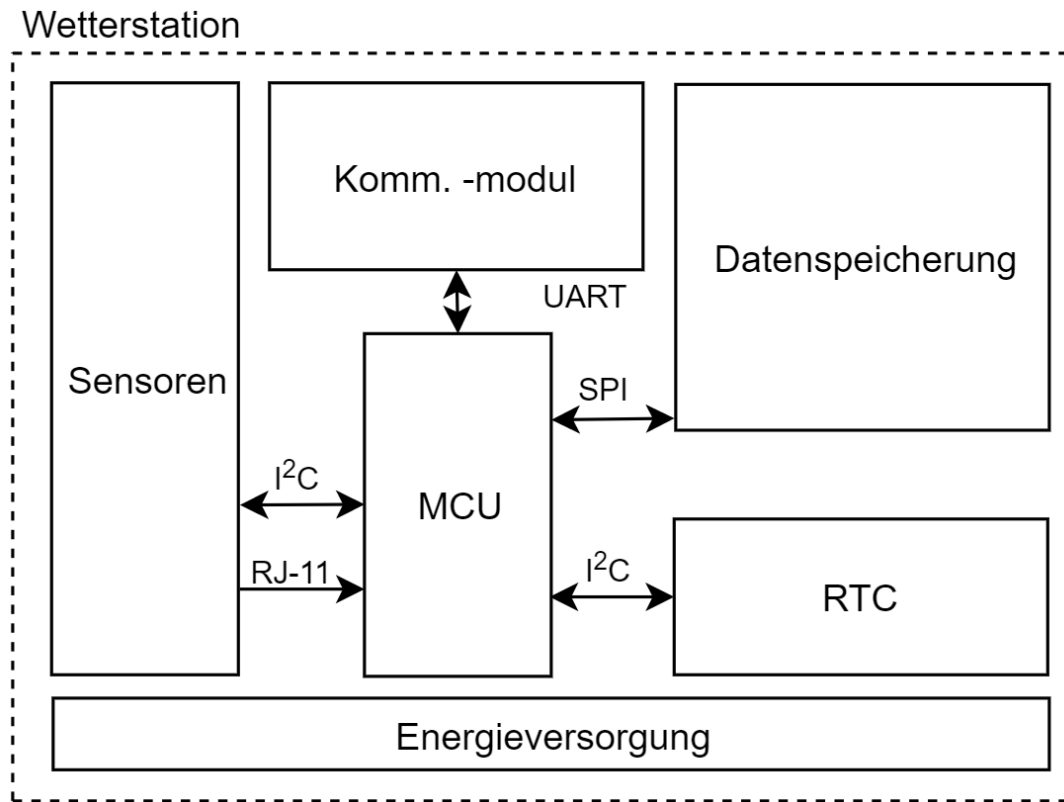


Abbildung 1.1: Grundkonzept

Übersicht:

Als Zentralrecheneinheit wird eine *Micro-Controller-Unit (MCU)* verwendet. Dieser ist dafür verantwortlich, dass die Daten richtig verarbeitet und an das dementsprechende Modul weitergeleitet werden. Die Messdaten werden in digitaler Form vom Modul *Sensoren* an die *MCU* übertragen. Dieser fügt mit dem *Real-Time-Clock (RTC)* einen Timestamp hinzu, wobei anschließend die Daten in der *Datenspeicherung* nichtflüchtig gespeichert werden. Über das *Kommunikationsmodul* können dann die Daten von Nutznießern abgefragt werden.

Das Gesamtkonzept ist, wie in der Abbildung 1.1 grafisch dargestellt, modular aufgebaut. Auf die in diesem Projekt relevanten einzelnen Module wird folgend spezifischer eingegangen.

In einem früheren Projekt wurde bereits die Sensorik zur Ermittlung der Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Regenmenge online erworben und implementiert. Im Projekt 6 wird die Sensorik zur Ermittlung der Sonnenstunden implementiert, sowie die gesamte Sensorik verifiziert und gegebenenfalls optimiert. Nachfolgend wird die Art und Weise erläutert, wie die Messdaten ermittelt werden.

1.1.1 Kommunikationsmodul

Abbildung 1.2 zeigt die verschiedenen Schnittstellen, über welche Daten mit der Umgebung (User) und *MCU* ausgetauscht werden können. Im Rahmen des Projekts 5 wurde das USB-

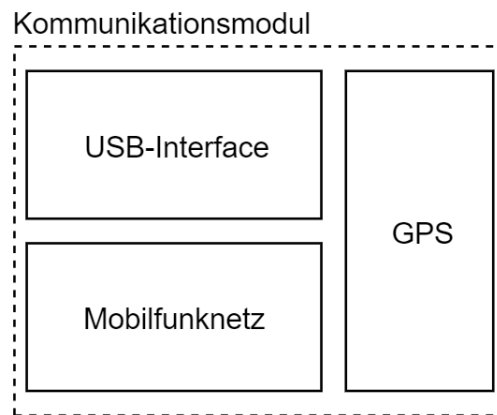


Abbildung 1.2: Kommunikationsmodul

Interface umgesetzt. Mobilfunknetz und GPS sind Teil des Projekts 6.

USB-Interface: Über dieses Interface kann mit dem System kommuniziert und interagiert werden. Ein serielles Terminal-Emulationsprogramm (wie z.B. PuTTY) wird dazu benötigt.

Mobilfunknetz: Die Einbindung der Wetterstation wird über diesen Block implementiert. Dazu wird ein GSM-Modul benötigt.

GPS: Dieser Block sorgt für die Standortbestimmung. Dafür wird ein GPS-Modul auf dem PCB integriert.

1.1.2 Energieversorgung

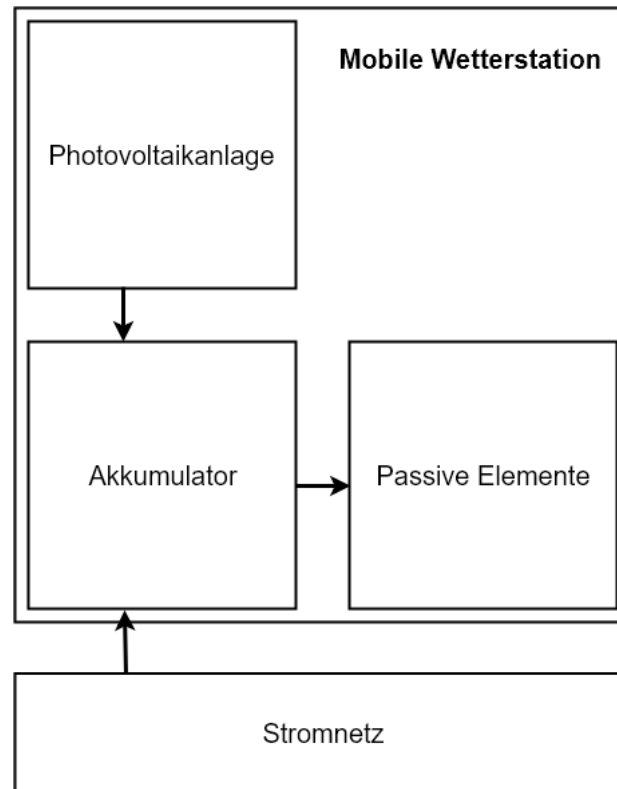


Abbildung 1.3: Energieversorgung des Systems mit Systemgrenze

In Abbildung 1.3 ist die Systemgrenze der mobilen Wetterstation ersichtlich. Innerhalb der Systemgrenze befinden sich die Photovoltaikanlage, der Akkumulator und die passiven Elemente der mobilen Wetterstation. Ausserhalb der Systemgrenze befindet sich das Stromnetz. Durch die Pfeile wird der Energiefluss aufgezeigt, welcher von der Photovoltaikanlage und vom Stromnetz in den Akkumulator fliesst und von dort aus die passiven Elemente (MCU, Sensorik, RTC, Datenspeicherung, Kommunikationsmodule) der mobilen Wetterstation speist.

Der Akku bildet das Kernstück der Energieversorgung, da dieser die Quelle für die mobile Wetterstation ist. Um diesen vor Schäden zu schützen, ist eine Ladeschaltung notwendig, welche eine Überladungs- und Unterladungsschutz beinhaltet. Die Betriebszeit der mobilen Wetterstation hängt im wesentlichen von der Betriebszeit des Akkumulators ab. Um die Betriebszeit des Akkumulators zu verbessern, soll eine Photovoltaikanlage diesen während des Betriebs laden. Ausserdem soll der Akkumulator ebenso mit einem Stecker über das Schweizer Stromnetz ladbar sein. Falls es dennoch zur kompletten Entladung oder zu einem Defekt des Akkumulators kommt, soll dieser im Idealfall leicht austauschbar sein, was als Wunschziel definiert wurde.

1.2 Verifikationskonzept

Hier wird geschrieben, wie die einzelnen Teile des Projekts verifiziert werden, sowie am Schluss geplant ist, das gesamte Projekt zu verifizieren.

1.2.1 Validierung der Sensorik

In einem vorhergehenden Projekt wurde die Sensorik , bis auf den Sensor für die Sonnenstundenzählung, implementiert, jedoch nicht validiert. Dies soll in diesem Projekt nachgeholt werden.

Validierung des BME280

Mit dem BME280 wird die Lufttemperatur, die Luftfeuchtigkeit und der Luftdruck gemessen.

Muss ergänzt werden.

Validierung des Anemometers

Mit dem Anemometer wird die Windgeschwindigkeit gemessen und die Stärke nach Beaufort-Skala eingestuft.

Muss ergänzt werden.

Validierung der Windfahne

Die Windfahne ermittelt die Windrichtung.

Muss ergänzt werden.

Validierung des Ombrometers

Das Ombrometer misst die Niederschlagsmenge nach dem Kipplöffelprinzip.

Muss ergänzt werden.

Validierung der Sonnenstundenzählung

Muss ergänzt werden.

1.2.2 Validierung der Kommunikationsmodule

Muss ergänzt werden.

1.2.3 Validierung des RTC

Muss ergänzt werden oder rausgenommen.

1.2.4 Validierung der Datenspeicherung

Muss ergänzt werden oder rausgenommen.

1.2.5 Validierung der Energieversorgung

Damit die Energieversorgung als funktionsfähig eingestuft werden kann, muss das Verhalten der Ladeschaltung mit dem Überladungs- und Unterladungsschutz getestet werden.

In einem ersten Schritt soll die Ladefunktion mit Überladungsschutz bei der Speisung mittels Stromnetz getestet werden. Dazu wird ein Versuchsaufbau im Labor aufgebaut, wobei das Laden des Akkumulators beobachtet wird.

In einem zweiten Schritt soll der Unterladungsschutz in einem weiteren Laborversuch getestet werden. Dazu wird eine Last an den Akkumulator gelegt und die Entladung beobachtet.

In einem dritten Schritt soll die Ladefunktion mit Überladungsschutz bei der Speisung mittels Photovoltaikanlage getestet werden. Dies muss unter freiem Himmel geschehen damit das reale Verhalten der Photovoltaikanlage betrachtet werden kann. Auch hier wird wieder das Ladeverhalten des Akkumulators betrachtet, wobei dies erst ohne und danach mit Last erfolgt.

2 Organisatorischer Teil

2.1 Arbeitsstruktur

Dieses Projekt umfasst viele unterschiedliche Komponenten von Firm- und Hardware. Selbst die Hardware befasst sich mit der analogen (z.B. Energieversorgung), wie auch mit der digitalen Domäne (z.B. Datenverwaltung). Auch die Firmware ist sehr Hardware bezogen, weshalb es sich nicht lohnt die Arbeitsverteilung klar zu strukturieren. Das Ziel ist also hauptsächlich, dass beide Parteien des Projektteams mit den unterschiedlichen Domänen konfrontiert werden. Daraus resultiert eine recht sporadische Arbeitsverteilung. Um aber Ansprechpartner für die Aufgabengebiete zu gewährleisten, werden die Verantwortlichkeiten von Teilgebieten auf beide Parteien verteilt.

Tabelle 2.1

Wer	Verantwortlichkeitsgebiete
Mischa Knpfer	Pflichtenheft
	Energieversorgung
	Gehäuse
	Sensoren
Andres Minder	Fachbericht
	Kommunikationsmodul
	Printherstellung
	Firmware

Nach Tabelle 2.1 teilen sich die Gebiete grob in das *Äussere* und *Innere* der Wetterstation auf¹.

Lesen und korrigieren/verbessern

2.2 Kommunikation

Die Kommunikation erfolgt grundsätzlich per E-Mail, ausser für Notfälle. Dafür sind die Telefonnummern aller Projektinstanzen noch zusätzlich in diesem Dokument hinterlegt (siehe Tabelle 2.2).

Tabelle 2.2: Kontaktinformationen

Projektinstanz	Name	E-Mail	Telefon
Auftraggeber/ Projektbetreuer	Prof. Dr. Taoufik Nouri	taoufik.nouri@fhnw.ch	+41 79 218 38 55
Experte	Patrick Strittmatter	patrick.strittmatter@actemium.ch	+41 79 879 65 20
Projektteam	Mischa Knpfer	mischa.knpfer@students.fhnw.ch	+41 78 761 83 73
Projektteam	Andres Minder	andres.minder@students.fhnw.ch	+41 79 810 82 13

¹rsp. in das von Aussen nach Innen wirkende und umgekehrt

Im Verlaufe dieses Projektes wird alle zwei Wochen eine Sitzung mit Herrn Prof. Dr. Taoufik Nouri und dem Projektteam abgehalten. Darin werden aktuelle Angelegenheiten diskutiert und jegliche pendente Themen angesprochen. Für aufgetretene Probleme wird konstruktiv nach Lösungen für das weitere Vorgehen gesucht.

Die Sitzungseinladungen sind vom Projektteam aus zu verschicken, sowie auch die Sitzungen zu protokollieren. Jedes Protokoll wird innerhalb einer Woche nach der Sitzung per E-Mail vom Projektteam aus an alle Instanzen des Projektes gemäß Tabelle 2.2 mit einer Aktionsliste² verschickt. Im darauffolgenden Protokoll wird die Annahme aller nötigen Instanzen dokumentiert.

Zwischen dem Projektteam und dem Experten wird keine weitere Kommunikation außer das Mitteilen der relevanten Dokumenten³, zwei Sitzungen (April & Juli) und der Verteidigung am Schluss der Bachelor-Thesis erfolgen.

2.3 Budget

Von Herrn Prof. Dr. Taoufik Nouri wurde kein ausdrücklich einzuhaltendes Budget vorgegeben, weshalb eine Budgetierung für die Entwicklung dieses Projekts nicht nötig ist. Zudem ist in dem im Anhang B hinterlegten Dokument unter *Bemerkungen* beschrieben, dass Anschaffungen von Hardware außerhalb der FHNW zuerst mit Herrn Prof. Dr. Taoufik Nouri besprochen werden muss. Somit bleibt es ihm vorbehalten, wann Bauteile zu hohe Kosten tragen.

Lesen und korrigieren/verbessern

²eine Liste mit Angaben, wer was in welchem Zeitraum zu erledigen hat

³Pflichtenheft, Sitzungsprotokolle und Fachbericht

2.4 Ziele

Die Tabelle 2.3 zeigt die diskreten Ziele dieses Projektes. Darin enthalten sind die jeweiligen zu erreichenden Muss-, Nicht- und Wunschziele mit ihren quantifizierten Spezifikationen.

Tabelle 2.3: Ziele

	Ziel	Spezifikation	Genauigkeit	Einheit
Mussziele				
Speisung	Akkukapazität (Li-Ionen Akku)	$4'000 \leq 6'000$		mAh
	Akkulaufzeit	≥ 100		h
	Ladeschaltung Akku			
	Ladeschaltung Photovoltaik			
Kommunikationsmodule	GPS-Modul	< 5		Hz
	GSM-Modul			
Sensoren	Sonnenstunden (Lichtstromdichte)	$0.1 - 90'000$		lx
Nichtziele				
Wunschziele				
Kommunikationsmodule	Einbindung in IoT	Bluetooth WLAN		
Speisung	Akku leicht austauschbar			
	Mittels USB ladbar	USB 2.0 (Mini-B Micro-B)		
	Mittels DC-Ladekabel ladbar	5.5 / 2.1mm DC-Stecker		

Es müssen noch Einträge in die Tabelle genommen werden. Sowie die Spezifikationen und weiteren Teile inkludieren. Ladeschaltung Akku Unterladungs- & Überladungsschutz spezifizieren. Ladeschaltung Photovoltaik Ladestrom definieren.

Anmerkungen Ziele: Akkukapazität: kleine Berechnung wieviel kapazität notwendig damit Wetterstation eine definierte zeit lang hält... evtl obere Grenze weglassen, da hier eine mindestlaufzeit kritisch ist - keine maximallaufzeit. Akkulaufzeit und Akkukapazität kommen schlussendlich aufs gleiche raus... entweder oder - vielleicht eher die laufzeit bestimmen und kapazität rausnehmen damit dies später etwas detaillierter angeschaut werden kann... Ladeschaltung Akku: charge cut-off voltage: 4.2, discharge cut-off voltage: 3.0 Photovoltaik-Ladeschaltung: Strompeak definieren damit Batterie geladen werden kann (Standard Charge: $0.5 \cdot C_5 A$, Max const charg current: 4400mA) GPS-Modul: Vellicht d Spezifikation vo 5 Hz entschärfe. Mir chönnes im schlimmschte Fall immerno Intervallmässig abrüefe... Vellicht grad en Intervall definiere? SStandortupdates all 10 Minuteödr so... GSM-Modul: Do vellicht d SMS-Zahl definiere? 1 SMS het glaub was an die 140 Zeiche odr so... weisch drmit d Köschte nit explodierte ... Sonnenstunden: kei plan, isch glaub scho easy Nichtziele... weiss grad nit was...vellicht totali Wartigsfreiheit

2.5 Risikoanalyse

In einem Projekt können immer wieder Probleme auftreten. In diesem Kapitel wird sich mit diesem Thema auseinandergesetzt und gezeigt, mit welchen Methoden auf die unterschiedlichen Eventualitäten reagiert werden kann. Nachfolgend sind mögliche Risiken tabellarisch aufgelistet, sowie Maßnahmen um diese zu vermindern.

Tabelle 2.4: Risiken und Massnahmen

Risiken			Massnahmen
Nr.	Kategorien	Identifikation	
1	Student	Ausfall wegen Krankheit	Keine spezielle Massnahme
2		Studiumsabbruch	Niemand hat dies vor
3		Konflikte im Team	Klare Kommunikation
4		Fachliche Überforderung	Hilfe suchen bei Dozenten
5		Terminliche Überforderung	Vorausschauende Zeitplanung
6	Daten	Notebook kaputt	Backup, Ersatznotebook
7		versehentliches löschen	Backup
8	Sonstiges	Teile werden nicht geliefert	Woanders bestellen/Express Lieferung
9		Kein eigener Arbeitsplatz	Platz im Studentenlabor

Tabelle 2.4 zeigt eine nummerierte Auflisten von möglichen Risiken und Massnahmen um diese zu vermindern. Eine Heat Map wird erstellt, welche die Risiken nach Auswirkung und Eintrittswahrscheinlichkeit graphisch darstellt. Mit einem Pfeil wird die neue Position des Risikos mit greifender Massnahme angedeutet. So soll ein Überblick über mögliche Risiken und deren Potenzial gegeben werden.

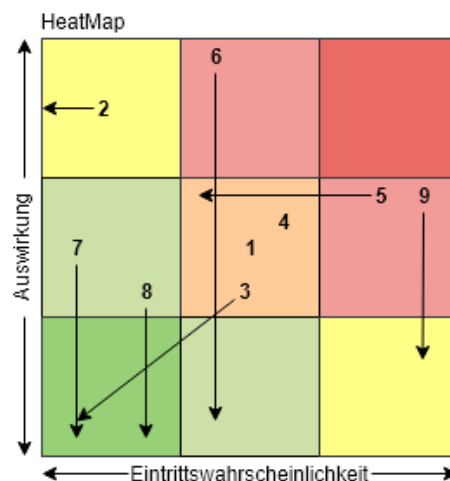
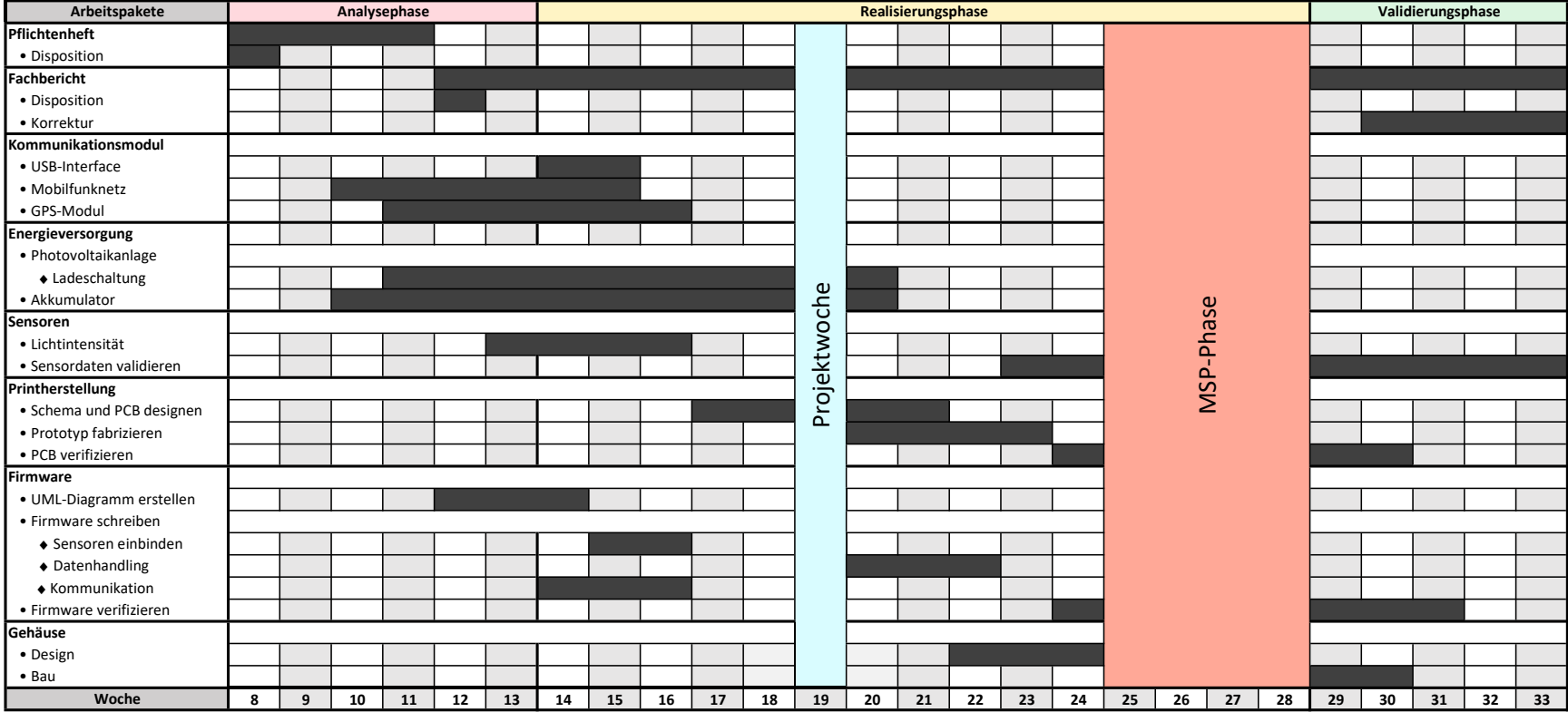


Abbildung 2.1: Heat Map

Abbildung 2.1 gibt einen Überblick über mögliche Risiken und deren Potenzial, wobei die Nummern gemäss Tabelle 2.4 definiert sind. Es ist ersichtlich, dass einige Massnahmen gewisse Risiken stark minimieren. Die grössten Risiken sind der Ausfall wegen Krankheit und fachliche sowie terminliche Überforderung. Auf diese Risiken soll während des Projekts speziell geachtet werden, um eine frühzeitige Erkennung zu gewährleisten.

2.6 Zeitplan Projektverlauf



2.7 Einverständniserklärung

Die unterzeichnenden Projektinstanzen bestätigen hiermit, dass sie dieses Dokument gelesen haben und die Rahmenbedingungen somit akzeptieren.

Projektinstanz:

Ort, Datum:

Unterschrift:

Auftraggeber/Betreuer

Prof. Dr. Taoufik Nouri

Experte

Patrick Strittmatter

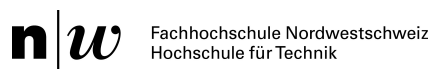
Projektteammitglied

Mischa Knupfer

Projektteammitglied

Andres Minder

A Lastenheft



Ausschreibung Studierendenprojekt P5/P6 Studiengang Elektro- und Informationstechnik

Titel:
Wetterstation mit Solar Energie
Betreuer:
Prof. Dr. Taoufik Nouri (Institut für Mobile und Verteilte Systeme)
Auftraggeber:
Prof. Dr. Taoufik Nouri (Institut für Mobile und Verteilte Systeme)
Aufgabenbeschreibung:
<p>Ausgangslage:</p> <p>Wetterstation sind viele verlangt besonders im Gebiete ohne Strom. Wir schlagen solche Möglichkeit zu realisieren.</p> <p>Zielsetzung:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diese Wetterstation misst Regen, Wind- Geschwindigkeit, -Richtung, Temperatur, Sonnenlicht, Feuchtigkeit, Zeit usw. 2. Sie ist dotiert mit verschiedener Kommunikation Module wie GPS, SIM Karte. 3. Sie ist fern abfragbar durch Handy 4. Sie speichert regelmässig die verschiedenen Parameter (Journal). 5. Sie ist komplett automatisiert z.B. Regenwasser wird automatisch ausgeleert. <p>Schlüsselwörter: Energie, Mikrokontroller, Programmierung, Elektronik</p>

B Aufgabenstellung



EIT XX: Wetterstation mit Solar Energie

Studentin: Knupfer Mischa (s) mischa.knupfer@students.fhnw.ch
Minder Andres (s) andres.minder@students.fhnw.ch

Betreuer: Prof. Dr. Taoufik Nouri Taoufik.Nouri@Nouri.ch

Auftraggeber: Prof. Dr. Taoufik Nouri Taoufik.Nouri@Nouri.ch

Experte: Patrick Strittmatter patrick.strittmatter@actemium.ch

Dauer: 18.2.19-16.8.19

Ausgangslage:
Im Projekt 5 wurde ein Teil dieser Arbeit durchgeführt.
S

Ziel der Arbeit:

Die Zeit wird nicht von der Wetterstation gemessen. Sie hat ein internes RTC um Zeitstempel zu generieren für die erhobenen Messdaten.

Die folgende Aufgaben sollten u realisiert werden:

1. Diese Wetterstation misst die Regenmenge, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Lufttemperatur, Bestrahlungsstärke der Sonne, Luftfeuchtigkeit usw.
2. Sie ist dotiert mit verschiedener Kommunikation Module wie GPS, GSM.
3. Sie ist fern abfragbar durch Handy via SMS
4. Sie speichert regelmässig die verschiedenen Parameter (Journal).
5. Sie misst selbstständig, ist jedoch nicht wartungsfrei (z.B. Reinigung bei Verschmutzung).

Technologien/Fachliche Schwerpunkte/Referenzen

Energie, Mikrokontroller, Programmierung, Elektronik

Voraussetzungen: P5, Wetterstation mit Solar Energie (erfüllt)

Bemerkungen:

Hardware wie Photovoltaik Zellen, Batteriespeicher usw, Data Acquisition Module werden zuerst in FHNW gesucht, falls keine gefunden wird dann durch die Kandidatin mit Absprache mit der Auftraggeber bestellt/geliefert/.

Aufwand: P6-2X360 h

Teamgrösse: 2 Studenten

C Todo-Notes

Hier wird geschrieben, wie die einzelnen Teile des Projekts verifiziert werden, sowie am Schluss geplant ist, das gesamte Projekt zu verifizieren.	4
Muss ergänzt werden.	5
Muss ergänzt werden.	5
Muss ergänzt werden.	5
Muss ergänzt werden.	5
Muss ergänzt werden.	5
Muss ergänzt werden.	5
Muss ergänzt werden oder rausgenommen.	5
Muss ergänzt werden oder rausgenommen.	5
Lesen und korrigieren/verbessern	8
Lesen und korrigieren/verbessern	9
Es müssen noch Einträge in die Tabelle genommen werden. Sowie die Spezifikationen und weiteren Teile inkludieren. Ladeschaltung Akku Unterladungs- & Überladungsschutz spezifizieren. Ladeschaltung Photovoltaik Ladestrom definieren.	10
Anmerkungen Ziele: Akkukapazität: kleine Berechnung wieviel kapazität notwendig damit Wetterstation eine definierte zeit lang hält... evtl obere Grenze weglassen, da hier eine mindestlaufzeit kritisch ist - keine maximallaufzeit. Akkulaufzeit und Akkukapazität kommen schlussendlich aufs gleiche raus... entweder oder - vielleicht eher die laufzeit bestimmen und kapazität rausnehmen damit dies später etwas detaillierter angeschaut werden kann... Ladeschaltung Akku: charge cut-off voltage: 4.2, discharge cut-off voltage: 3.0 Photovoltaik-Ladeschaltung: Strompeak definieren damit Batterie geladen werden kann (Standard Charge: $0.5 \cdot C_5 A$, Max const charg current: 4400mA) GPS-Modul: Vellicht d Spezifikation vo 5 Hz entschärfe. Mir chönnes im schlimmschte Fall immerno Intervallmässig abrüefe... Vellicht grad en Intervall definiere? SStandortupdates all 10 Minuteödr so... GSM-Modul: Do vellicht d SMS-Zahl definiere? 1 SMS het glaub was an die 140 Zeiche odr so... weisch drmit d Köschte nit explodierte ... Sonnenstunden: kei plan, isch glaub scho easy Nichtziele... weiss grad nit was...vellicht totali Wartigsfreiheit	11