

# Pflichtenheft

## Wetterstation mit Solar Energie

Windisch, 13. März 2019

|                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| <b>Hochschule</b>   | Hochschule für Technik - FHNW    |
| <b>Studiengang</b>  | Elektro- und Informationstechnik |
| <b>Auftraggeber</b> | Prof. Dr. Taoufik Nouri          |
| <b>Experte</b>      | Patrick Strittmatter             |
| <b>Betreuer</b>     | Prof. Dr. Taoufik Nouri          |
| <b>Autoren</b>      | Mischa Knupfer, Andres Minder    |
| <b>Version</b>      | 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. Nouri Taoufik 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 soll die Regenmenge, die Windstärke, die Lufttemperatur und die Sonnenstunden messen können. Ausserdem soll die Wetterstation mittels Photovoltaik unterstützt werden, und erhobene 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  $\mu$ 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.

Auftragsbeschreibung kontrollieren und Verbesserungsvorschläge machen.

## Inhaltsverzeichnis

|          |                                   |           |
|----------|-----------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Technischer Teil</b>           | <b>1</b>  |
| 1.1      | Gesamtkonzept . . . . .           | 2         |
| 1.1.1    | Kommunikationsmodul . . . . .     | 2         |
| 1.1.2    | Energieversorgung . . . . .       | 3         |
| 1.2      | Verifikationskonzept . . . . .    | 4         |
| <b>2</b> | <b>Organisatorischer Teil</b>     | <b>5</b>  |
| 2.1      | Ziele . . . . .                   | 6         |
| 2.2      | Kommunikation . . . . .           | 8         |
| 2.3      | Risikoanalyse . . . . .           | 9         |
| 2.4      | Budget . . . . .                  | 10        |
| 2.5      | Zeitplan Projektverlauf . . . . . | 11        |
| 2.6      | Einverständniserklärung . . . . . | 13        |
| <b>A</b> | <b>Lastenheft</b>                 | <b>14</b> |
| <b>B</b> | <b>Aufgabenstellung</b>           | <b>15</b> |
| <b>C</b> | <b>Dokumentenmatrix</b>           | <b>16</b> |
| <b>D</b> | <b>Todo-Notes</b>                 | <b>17</b> |

# 1 Technischer Teil

Font anpassen

## 1.1 Gesamtkonzept

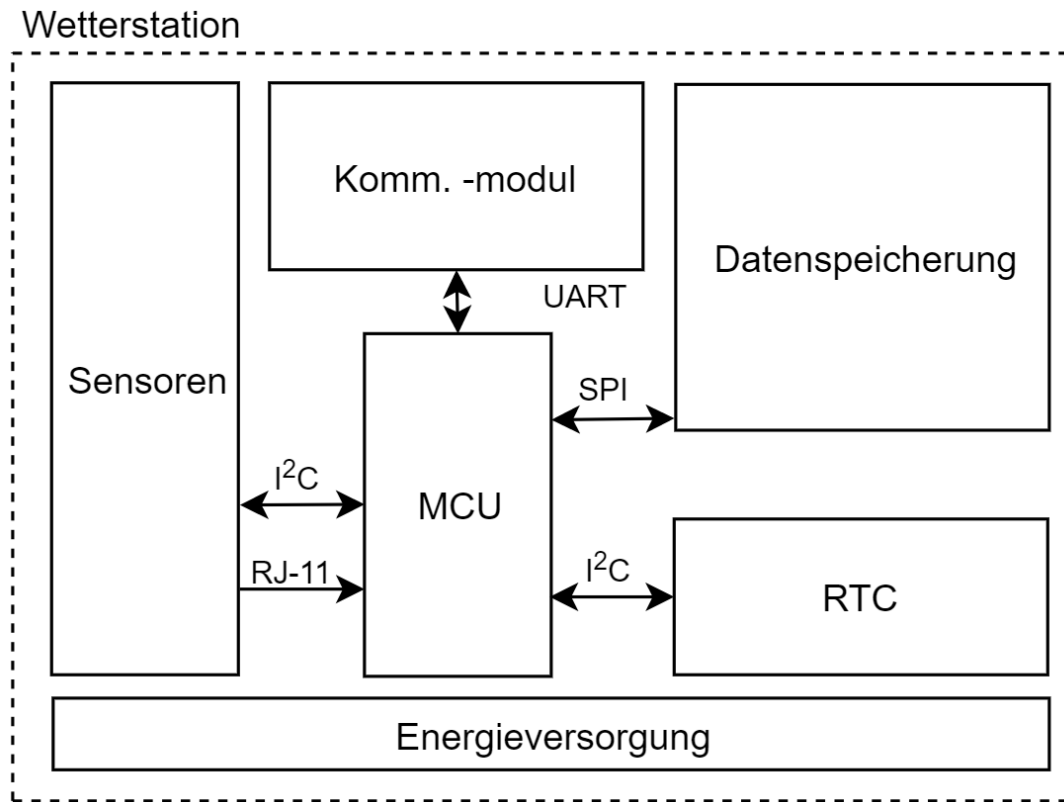


Abbildung 1.1: Grundkonzept

### 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-

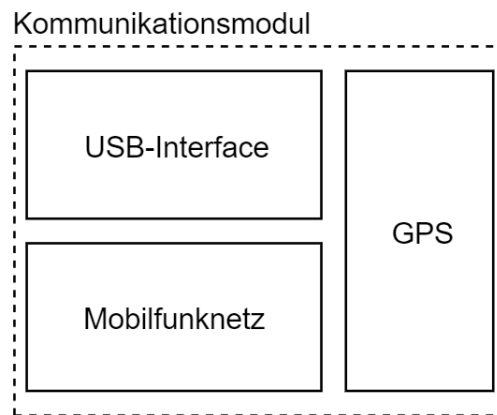


Abbildung 1.2: Kommunikationsmodul

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

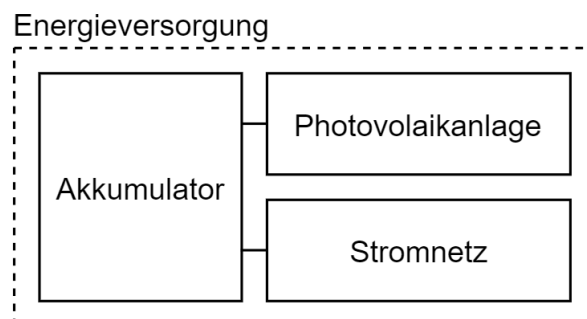


Abbildung 1.3: Energieversorgung

Für die Speisung wird ein Akku verwendet. Gemäss Abbildung 1.3 soll dieser durch eine Photovoltaikanlage geladen werden. Als Wunschziel soll der Akku austauschbar sein.

## 1.2 Verifikationskonzept

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

## 2 Organisatorischer Teil

---

Falls möglich, hier die Schriftgröße ändern. Sieht sonst etwas spärlich aus.



## 2.1 Ziele

Die Tabelle 2.1 zeigt die diskreten Ziele dieses Projektes. Darin enthalten sind die jeweiligen zu erreichenden Muss-, Nicht- und Wunschziele mit ihren quantifizierten Spezifikationen.

**Tabelle 2.1:** Ziele

|                      | Ziel                             | Spezifikation               | Genauigkeit | Einheit |
|----------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------|---------|
| <b>Mussziele</b>     |                                  |                             |             |         |
| Speisung             | Akkukapazität (Li-Ionen Akku)    | $4'000 \leq 6'000$          |             | mAh     |
|                      | Akkulaufzeit                     | $\geq 100$                  |             | h       |
|                      | Ladeschaltung Akku               |                             |             |         |
|                      | Ladeschaltung Photovoltaik       |                             |             |         |
| Kommunikationsmodule | GPS-Modul                        | $< 5$                       |             | Hz      |
|                      | GSM-Modul                        |                             |             |         |
| Sensoren             | Sonnenstunden (Lichtstromdichte) | $0.1 - 90'000$              |             | lx      |
| <b>Nichtziele</b>    |                                  |                             |             |         |
|                      |                                  |                             |             |         |
| <b>Wunschziele</b>   |                                  |                             |             |         |
| 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

## 2.2 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/<br>Projektbetreuer | Prof. Dr. Taoufik Nouri | <a href="mailto:taoufik.nouri@fhnw.ch">taoufik.nouri@fhnw.ch</a>                       | +41 79 218 38 55 |
| Experte                          | Patrick Strittmatter    | <a href="mailto:patrick.strittmatter@actemium.ch">patrick.strittmatter@actemium.ch</a> | +41 79 879 65 20 |
| Projektteam                      | Mischa Knupfer          | <a href="mailto:mischa.knupfer@students.fhnw.ch">mischa.knupfer@students.fhnw.ch</a>   | +41 78 761 83 73 |
| Projektteam                      | Andres Minder           | <a href="mailto:andres.minder@students.fhnw.ch">andres.minder@students.fhnw.ch</a>     | +41 79 810 82 13 |

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 Aktionsliste<sup>1</sup> 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 Dokumenten<sup>2</sup>, zwei Sitzungen (April & Juli) und der Verteidigung am Schluss der Bachelor-Thesis erfolgen.

<sup>1</sup>eine Liste mit Angaben, wer was in welchem Zeitraum zu erledigen hat

<sup>2</sup>Pflichtenheft, Sitzungsprotokolle und Fachbericht

## 2.3 Risikoanalyse

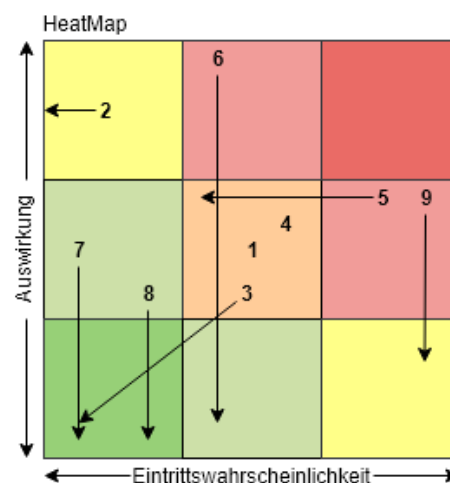
In einem Projekt können immer wieder Probleme auftreten. In diesem Kapitel wird sich mit diesem Thema auseinandergesetzt und gezeigt, mit welchen Methoden auf die unterschiedlichen Eventualitäten reagiert werden kann. Nachfolgend sind mögliche Risiken tabellarisch aufgelistet, sowie Maßnahmen um diese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

**Tabelle 2.3:** 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              |

Vielleicht die Risiken und Massnahmen anpassen.

Tabelle 2.3 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

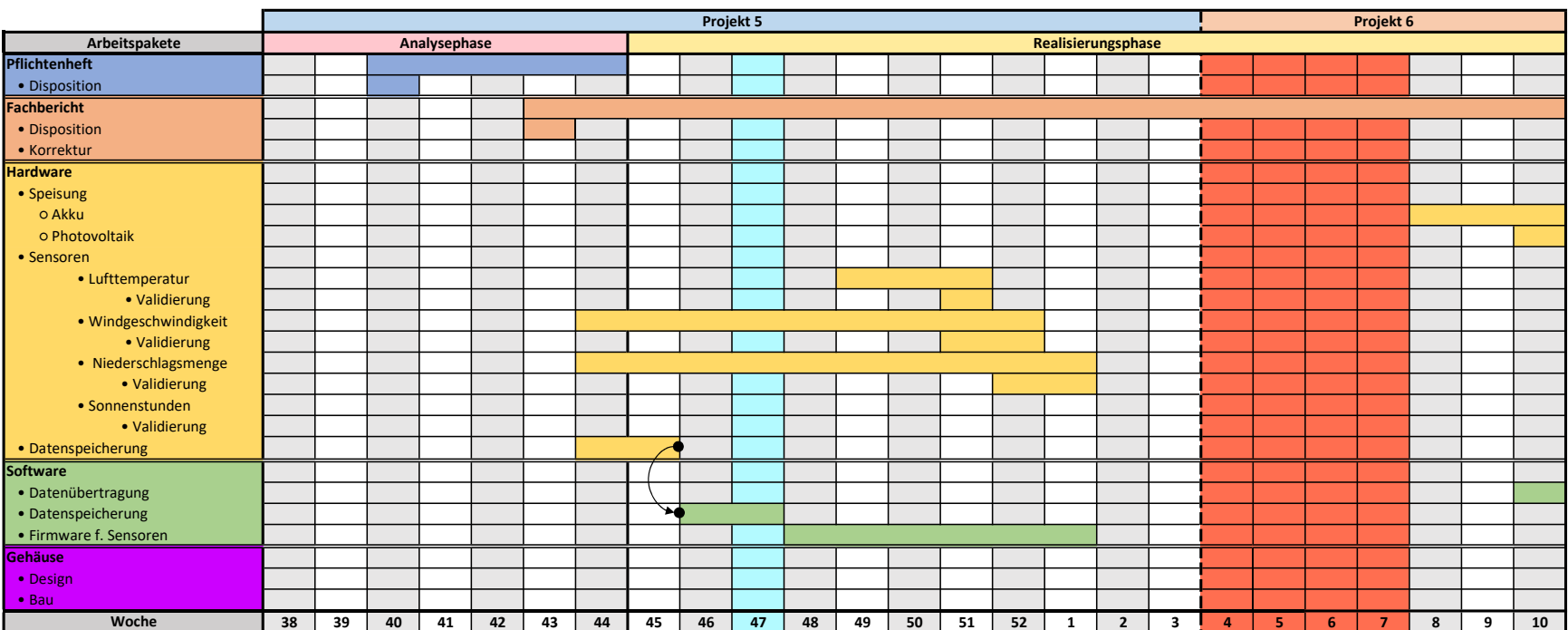
Abbildung 2.1 gibt einen Überblick über mögliche Risiken und deren Potenzial, wobei die Nummern gemäss Tabelle 2.3 definiert sind. Es ist ersichtlich, dass einige Massnahmen gewisse Risiken stark minimieren. Die grössten Risiken sind der Ausfall wegen Krankheit und fachliche sowie terminliche Überforderung. Auf diese Risiken soll während des Projekts speziell geachtet werden, um eine frühzeitige Erkennung zu gewährleisten.

Text nochmals durchgehen und korrigieren.

## 2.4 Budget

Es müssen die verwendeten Teile des P5 aufgeschrieben und deren Kosten aufgezeigt werden. Zusätzlich muss erwähnt werden, dass die Arbeit von uns Projektteilnehmern nicht inkludiert ist. Dazu gehören noch die allenfalls benötigten Bauteile. Auch wenn dies nur eine ungefähre Schätzung ist sollten diese Kosten vermerkt werden.

## 2.5 Zeitplan Projektverlauf





Der Zeitplan muss auf das P6 angepasst werden. Die Arbeitspakete etwas besser spezifizieren. Und allenfalls noch etwas zur Zeitplanung des Projekts schreiben.

## 2.6 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

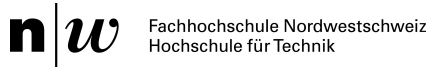
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Andres Minder



## A Lastenheft



### Ausschreibung Studierendenprojekt P5/P6 Studiengang Elektro- und Informationstechnik

|  |
|--|
| <b>Titel:</b>  |
| Wetterstation mit Solar Energie  |
| <b>Betreuer:</b>   |
| Prof. Dr. Taoufik Nouri (Institut für Mobile und Verteilte Systeme)  |
| <b>Auftraggeber:</b>   |
| Prof. Dr. Taoufik Nouri (Institut für Mobile und Verteilte Systeme)  |
| <b>Aufgabenbeschreibung:</b>   |
| <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"> <li>1. Diese Wetterstation misst Regen, Wind- Geschwindigkeit, -Richtung, Temperatur, Sonnenlicht, Feuchtigkeit, Zeit usw.</li> <li>2. Sie ist dotiert mit verschiedener Kommunikation Module wie GPS, SIM Karte.</li> <li>3. Sie ist fern abfragbar durch Handy</li> <li>4. Sie speichert regelmässig die verschiedenen Parameter (Journal).</li> <li>5. Sie ist komplett automatisiert z.B. Regenwasser wird automatisch ausgeleert.</li> </ol> <p>Schlüsselwörter: Energie, Mikrokontroller, Programmierung, Elektronik</p> |

## B Aufgabenstellung



### EIT XX: Wetterstation mit Solar Energie

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

**Betreuer:** Prof. Dr. Taoufik Nouri [Taoufik.Nouri@Nouri.ch](mailto:Taoufik.Nouri@Nouri.ch)

**Auftraggeber:** Prof. Dr. Taoufik Nouri [Taoufik.Nouri@Nouri.ch](mailto:Taoufik.Nouri@Nouri.ch)

**Experte:** Patrick Strittmatter [patrick.strittmatter@actemium.ch](mailto: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 Dokumentenmatrix

Dokumentenmatrix muss noch geschrieben werden.

## D Todo-Notes

|   |    |
|---|----|
| Auftragsbeschreibung kontrollieren und Verbesserungsvorschläge machen. . . . .  | 2  |
| Font anpassen . . . . .   | 1  |
| Hier wird geschrieben, wie die einzelnen Teile des Projekts verifiziert werden, sowie am Schluss geplant ist, das gesamte Projekt zu verifizieren. . . . .  | 4  |
| Falls möglich, hier die Schriftgrösse ändern. Sieht sonst etwas spärlich aus. . . . .   | 5  |
| 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. . . . .  | 6  |
| 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 . . . . . | 7  |
| Vielleicht die Risiken und Maßnahmen anpassen. . . . .  | 9  |
| Text nochmals durchgehen und korrigieren. . . . .   | 9  |
| Es müssen die verwendeten Teile des P5 aufgeschrieben und deren Kosten aufgezeigt werden. Zusätzlich muss erwähnt werden, dass die Arbeit von uns Projektteilnehmern nicht inkludiert ist. Dazu gehören noch die allenfalls benötigten Bauteile. Auch wenn dies nur eine ungefähre Schätzung ist sollten diese Kosten vermerkt werden. . . . .  | 10 |
| Der Zeitplan muss auf das P6 angepasst werden. Die Arbeitspakete etwas besser spezifizieren. Und allenfalls noch etwas zur Zeitplanung des Projekts schreiben. . . . .  | 13 |
| Dokumentenmatrix muss noch geschrieben werden. . . . .  | 16 |