

# Pflichtenheft

## Wetterstation mit Solar Energie

Windisch, 6. 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. Regnet es nicht genug, müssen Pflanzen bewässert werden. Trifft auf ein Ort nur wenig Sonnenlicht, so sollten dort nicht die Pflanzen, welche viel Sonnenlicht brauchen, angebaut werden. Windet es zu stark, können Pflanzen beschädigt oder gar zerstört werden. Ist es Tagsüber heiss, so benötigen die Pflanzen mehr Wasser. Hiesige Bauern besitzen den Luxus von guten Wettervorhersagen 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.

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

Die Auftragsbeschreibung muss überarbeitet werden.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Technischer Teil</b>	<b>1</b>
1.1	Grundkonzept . . . . .	2
1.1.1	Micro Controller Unit (MCU) . . . . .	3
1.1.2	Sensoren . . . . .	4
1.1.3	Kommunikationsmodul . . . . .	6
1.1.4	Datenspeicherung . . . . .	7
1.1.5	RTC . . . . .	7
1.1.6	Energieversorgung . . . . .	7
1.2	Verifikationskonzept . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Organisatorischer Teil</b>	<b>9</b>
2.1	Ziele . . . . .	10
2.2	Kommunikation . . . . .	12
2.3	Risikoanalyse . . . . .	13
2.4	Budget . . . . .	14
2.5	Zeitplan Projektverlauf . . . . .	15
2.6	Einverständniserklärung . . . . .	17
<b>A</b>	<b>Lastenheft</b>	<b>18</b>
<b>B</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>19</b>
<b>C</b>	<b>Dokumentenmatrix</b>	<b>20</b>
<b>D</b>	<b>Todo-Notes</b>	<b>21</b>

# 1 Technischer Teil

Font anpassen

## 1.1 Grundkonzept

Das gesamte Grundkonzept muss ZWINGEND überarbeitet werden.

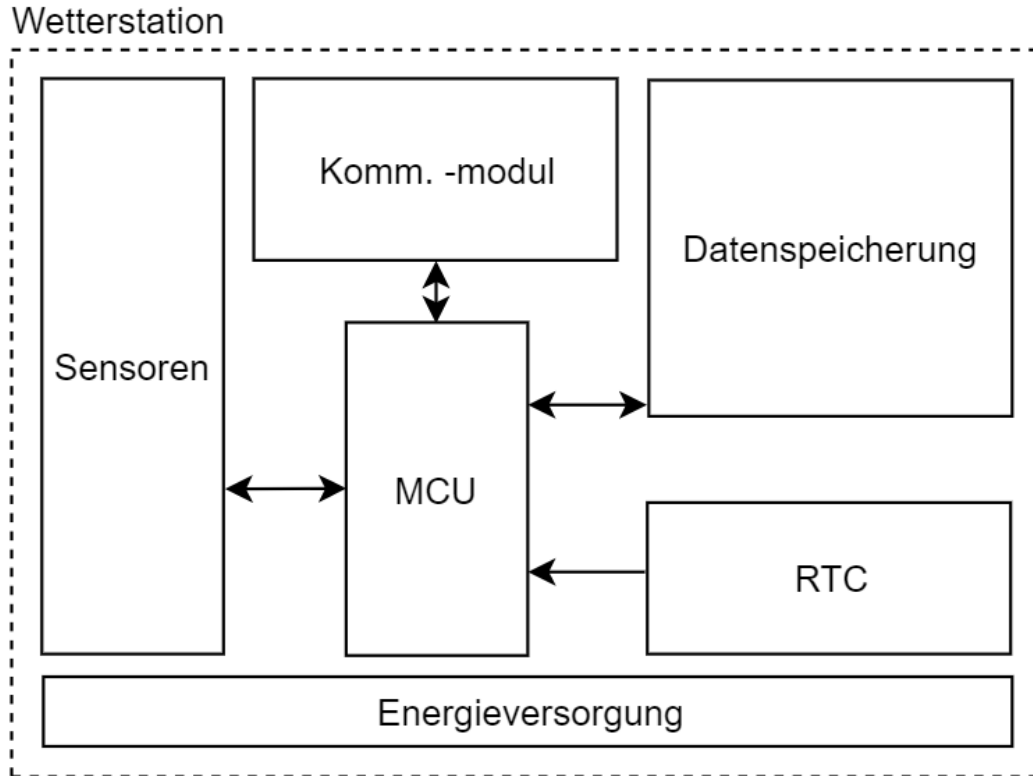


Abbildung 1.1: Grundkonzept

### 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 gesamte Grundkonzept ist, wie in der Abbildung 1.1 grafisch dargestellt, modular aufgebaut. Auf alle einzelnen Module wird folgend spezifischer eingegangen und die Konzeptvariationen vorgestellt. Dafür sind zusätzlich noch Vor- & Nachteile für die Varianten aufgelistet.

### 1.1.1 Micro Controller Unit (MCU)

#### Variante 1:

Für die *MCU* wird ein Microcontroller mit bereits vorhandener Peripherie verwendet, welcher ähnlich wie der in Abbildung 1.2 ersichtliche Arduino Mega aufgebaut sein wird.

#### Variante 2:

Es wird ein separates Printed Circuit Board (PCB) für die *MCU* designed.

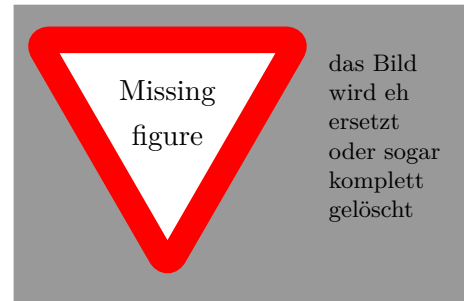


Abbildung 1.2: Arduino Mega [?]

Tabelle 1.1: Vor- & Nachteile

	Vorteile	Nachteile
<b>Variante 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In-system Programmierung über USB Typ B möglich</li> <li>• USB-Schnittstelle für eine Datenkommunikation mit PC</li> <li>• Erweiterbar über bereits existierende Anschlüsse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etwas teurer (ca. 20.- CHF)</li> </ul>
<b>Variante 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine unnötige Peripherie</li> <li>• Dimensionierungsänderungen möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusätzliches Gerät (z.B. AVR Dragon) für eine in-system Programmierung notwendig</li> <li>• Zeitintensive Entwicklung</li> </ul>

### 1.1.2 Sensoren

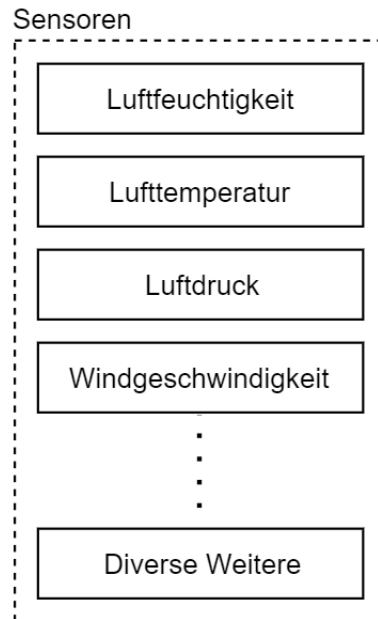


Abbildung 1.3: Sensoren

In dem Block *Sensoren* werden alle Messeinheiten untergebracht. Die Idee dieses Blockes besteht darin, dass dieser adaptiv ist und somit leicht erweitert werden kann (Abbildung 1.3). Jeder Sensor ist nach dem Prinzip, wie in der Abbildung 1.4 gezeigt, aufgebaut. Es wird dann von der Seite des *MCUs* aus mit dem Datenlogger kommuniziert.

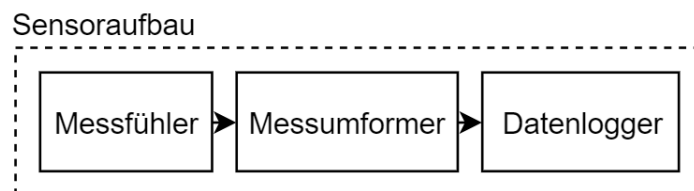


Abbildung 1.4: Sensoraufbau

#### Variante 1:

Bis auf die Fühler werden die Sensoren selbst entwickelt. Dafür werden die Sensoren für die Windstärke, Lufttemperatur, Regenmenge und Sonnenstunden gebaut.

**Windstärke:** Die einfachste Möglichkeit ist die Windstärke über ein Schalenanemometer zu bestimmen. Mittels Reed-Kontakt oder Lichtschranke wird die Drehfrequenz bestimmt und daraus eine Windstärkenstufe nach der Beaufort-Skala zugeordnet.

**Lufttemperatur:** Auf einem PCB wird ein IC-Bauteil zur Lufttemperaturmessung implementiert. Über einen Messumformer nach Abbildung 1.4 wird das Signal zur Interpretation/Auslesung für den Datenlogger aufbereitet.

**Regenmenge:** Für die Bestimmung der Regenmenge hat sich das Kipplöffelprinzip als äußerst effizient bewiesen. Über einen Reed-Kontakt wird die Kippfrequenz bestimmt, und daraus kann auf die Regenmenge zurück geschlossen werden.

**Sonnenstunden:** Die Sonnenstunden benötigen keinen separaten Sensor. Es ist möglich, die Länge und Intensität der Bestrahlung über die Photovoltaik zu bestimmen. Dafür muss lediglich das von der Photovoltaik zugeführte Stromsignal abgegriffen werden.

#### **Variante 2:**

Die Sensoren werden als intelligente Wettersensorik gekauft. Diese sind, je nach Typ, in verschiedenen Variationen mit unterschiedlichen Messparametern und -technologien ausgestattet. Zudem kompatibel für den Solarbetrieb in allen Klimazonen und Wartungsfrei<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>abhängig von den einzelnen Sensoren



### Variante 3

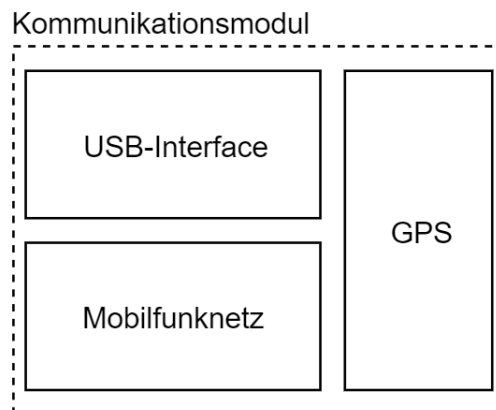
Eine Mischung aus den Varianten 1 & 2.

**Tabelle 1.2:** Vor- & Nachteile

	Vorteile	Nachteile
<b>Variante 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Günstig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sehr arbeitsaufwändig</li> <li>• Eingeschränkt, da einzelne Messfühler erhältlich sind</li> <li>• sehr Zeitaufwendig</li> </ul>
<b>Variante 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wartungsfreie Varianten</li> <li>• Kompatibel für Solarbetrieb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Investitionskosten</li> <li>• Machbarkeitsanalyse erforderlich</li> </ul>
<b>Variante 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Je nach Kombination</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Je nach Kombination</li> </ul>

Tabelle 1.2 zeigt Vor- und Nachteile für die erwähnten Varianten.

#### 1.1.3 Kommunikationsmodul



**Abbildung 1.5:** Kommunikationsmodul

Abbildung 1.5 zeigt die verschiedenen Schnittstellen, über welche Daten mit der Umgebung (User) und *MCU* ausgetauscht werden können. Im Rahmen des Projekts 5 wird nur das USB-Interface umgesetzt. Mobilfunknetz und GPS sind Teil des Projekts 6.

**USB-Interface:** Über dieses Interface kann mit dem System kommuniziert und interagiert werden.

**Mobilfunknetz:** Die Einbindung der Wetterstation wird über diesen Block implementiert.

**GPS:** Dieser Block sorgt für die Standortbestimmung.

#### 1.1.4 Datenspeicherung

##### Variante 1:

Die Datenspeicherung erfolgt auf einer  $\mu$ SD-Karte. Diese kann in ein Breakoutboard eingeschoben werden.

##### Variante 2:

Es werden zur Datenspeicherung EEPROM's benutzt.

**Tabelle 1.3:** Vor- & Nachteile

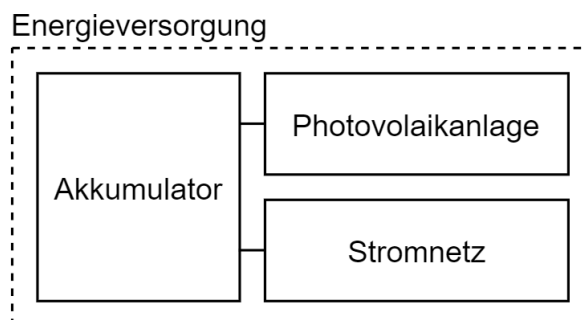
	Vorteile	Nachteile
<b>Variante 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internes level-shifting</li> <li>• Grosser Speicherplatz</li> <li>• Daten können notfalls auch direkt von der <math>\mu</math>SD-Karte entnommen werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es wird ein zusätzliches Breakoutboard verwendet</li> </ul>
<b>Variante 2</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleiner Speicherplatz</li> <li>• Benötigt level-shifting</li> </ul>

Tabelle 1.3 zeigt Vor- und Nachteile für die erwähnten Varianten.

#### 1.1.5 RTC

Es wird eine RTC implementiert, welche aktuelle Zeitstempel für erhobene Datensätze ermittelt.

#### 1.1.6 Energieversorgung



**Abbildung 1.6:** Energieversorgung

Für die Speisung wird ein Akku verwendet. Gemäss Abbildung 1.6 soll dieser durch eine Photovoltaikanlage geladen werden. Als Wunschziel soll der Akku austauschbar ist.

## 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 des Projekts 6, rsp. jene der Bachelor-Thesis. 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.

## 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	<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>2</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>3</sup>, zwei Sitzungen (April & Juli) und der Verteidigung am Schluss der Bachelor-Thesis erfolgen.

<sup>2</sup>eine Liste mit Angaben, wer was in welchem Zeitraum zu erledigen hat

<sup>3</sup>Pflichtenheft, Sitzungsprotokolle und Fachbericht

## 2.3 Risikoanalyse

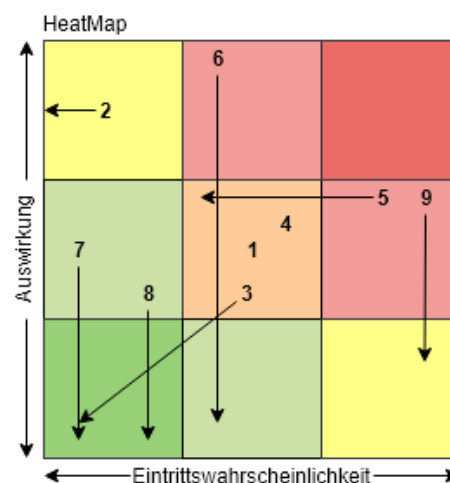
In einem Projekt können immer wieder Probleme auftreten. In diesem Kapitel wird sich mit diesem Thema auseinandergesetzt und gezeigt, mit welchen Methoden auf die unterschiedlichen Eventualitäten reagiert werden kann. Nachfolgend sind mögliche Risiken tabellarisch aufgelistet, sowie Maßnahmen um diese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

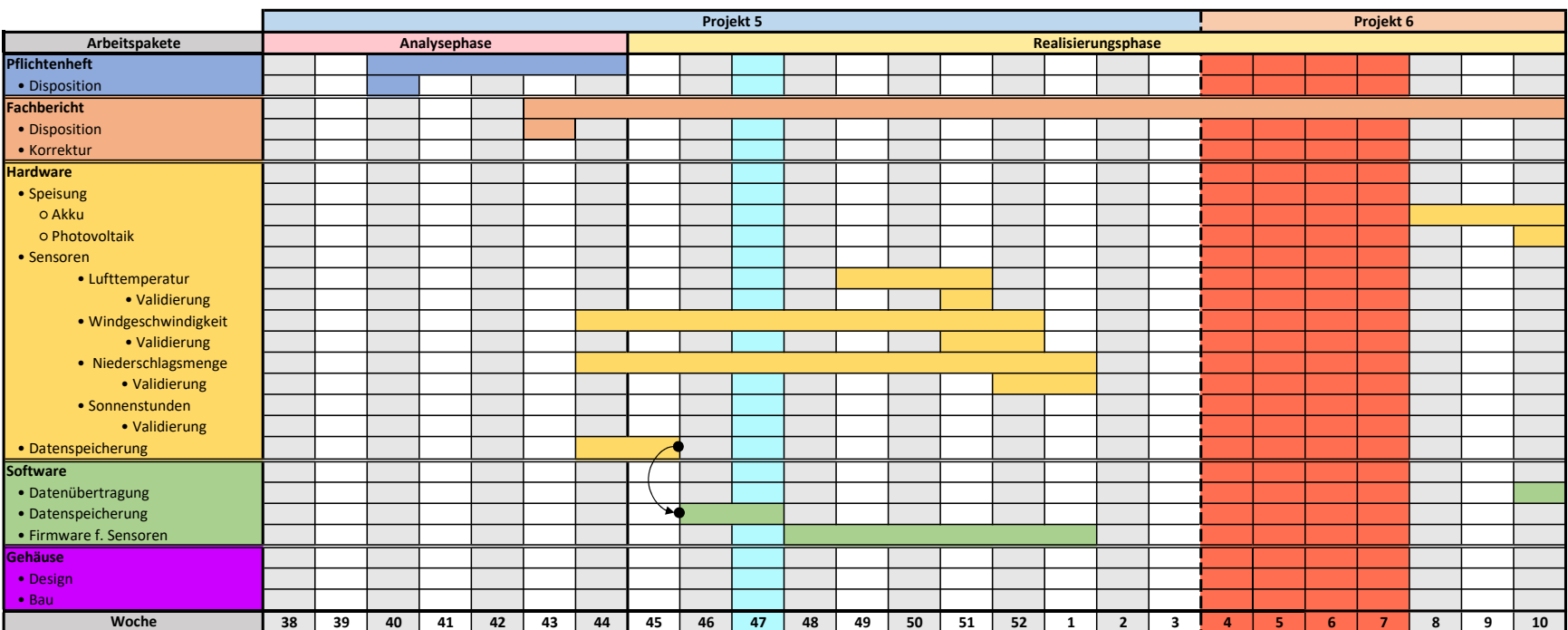
Text nochmals durchgehen und korrigieren.



## 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

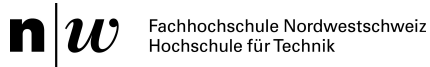
Projektteammitglied

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

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

Die Auftragsbeschreibung muss überarbeitet werden. . . . .	2
Font anpassen . . . . .	1
Das gesamte Grundkonzept muss ZWINGEND überarbeitet werden. . . . .	2
Figure: das Bild wird eh ersetzt oder sogar komplett gelöscht . . . . .	3
Hier wird geschrieben, wie die einzelnen Teile des Projekts verifiziert werden, sowie am Schluss geplant ist, das gesamte Projekt zu verifizieren. . . . .	8
Falls möglich, hier die Schriftgrösse ändern. Sieht sonst etwas spärlich aus. . . . .	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
Vielleicht die Risiken und Maßnahmen anpassen. . . . .	13
Text nochmals durchgehen und korrigieren. . . . .	13
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. . . . .	14
Der Zeitplan muss auf das P6 angepasst werden. Die Arbeitspakete etwas besser spezifizieren. Und allenfalls noch etwas zur Zeitplanung des Projekts schreiben. . . . .	17
Dokumentenmatrix muss noch geschrieben werden. . . . .	20