

# Pflichtenheft

## Wetterstation mit Solar Energie

Windisch, 16. Oktober 2018

<b>Hochschule</b>	Hochschule für Technik - FHNW
<b>Studiengang</b>	Elektro- und Informationstechnik
<b>Autor/-en</b>	Mischa Knupfer, Andres Minder
<b>Betreuer</b>	Prof. Dr. Taoufik Nouri
<b>Auftraggeber</b>	Prof. Dr. Taoufik Nouri
<b>Version</b>	1.0

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ziele P5/P6</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundkonzept</b>	<b>3</b>
2.1	Micro Controller Unit (MCU) . . . . .	4
2.2	Sensoren . . . . .	5
2.2.1	Temperatursensor . . . . .	6
2.2.2	Luftfeuchtigkeitssensor . . . . .	6
2.2.3	Luftdrucksensor . . . . .	6
2.2.4	Windstärke- und Windrichtungssensor . . . . .	6
2.2.5	Niederschlagsensor . . . . .	7
2.3	Kommunikationsmodul . . . . .	7
2.4	Datenspeicherung . . . . .	8
2.5	RTC . . . . .	8
2.6	Speisung . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Verifikationskonzept</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Zeitplan Projektverlauf</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Risikoanalyse</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Kommunikation</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b>	<b>14</b>
<b>A</b>	<b>Auftragsbeschreibung</b>	<b>15</b>

# 1 Ziele P5/P6

Die Ziele sind strikt aufgeteilt in die zwei Projekte 5 und 6. Darin enthalten sind die jeweiligen zu erreichenden Muss- und Wunschziele mit ihren quantifizierten Spezifikationen. Diese sind wichtig, da Ortsabhängig unterschiedliche Normwerte gelten und sich dieses Projekt grundsätzlich auf die Schweiz fokussiert.

**Tabelle 1.1:** Ziele P5

	Ziel	Messbereiche	Genauigkeiten	Einheiten
<b>Mussziele P5</b>				
Sensoren	Lufttemperaturmessung	[-20;30]	$\pm 0,5$	C
		[30;100]	$\pm 1$	C
	Rel. Luftfeuchtmessung	[0;50]	$\pm 3$	%
		[50;80]	$\pm 2$	%
		[80;100]	$\pm 3$	%
	Luftdruckmessung	[0;1000]	$\pm 2$	mBar
	Windgeschwindigkeitsmessung	[0,5;11]	$\pm 1$	m/s
Datenspeicherung	Datenabfrage via PuTTY	$\geq 9600$		Bd/s
RTC	Implementation	Echtzeit	$\pm 1$	s/Jahr
<b>Wunschziele P5</b>				
Sensoren	Windrichtungsmessung	[0;360]	$\pm 20$	° rad
	Niederschlagsart	Regen	100	%
		Hagel	100	%
		Schnee	100	%
	Niederschlagsmenge	Wasser	$\pm 100$	mL/m <sup>2</sup>

Tabelle 1.2: Ziele P6

	Ziel	Messbereiche	Genauigkeiten	Einheiten
<b>Mussziele P6</b>				
Speisung	Akkukapazität			
	Ladeschaltung Akku			
	Ladeschaltung Photovoltaik			
Kommunikationsmodul	GPS			
	Mobilfunk (SMS)			
<b>Wunschziele P6</b>				
Kommunikationsmodul	Mobilfunk (Website)			
Speisung	Netzadapter			

## 2 Grundkonzept

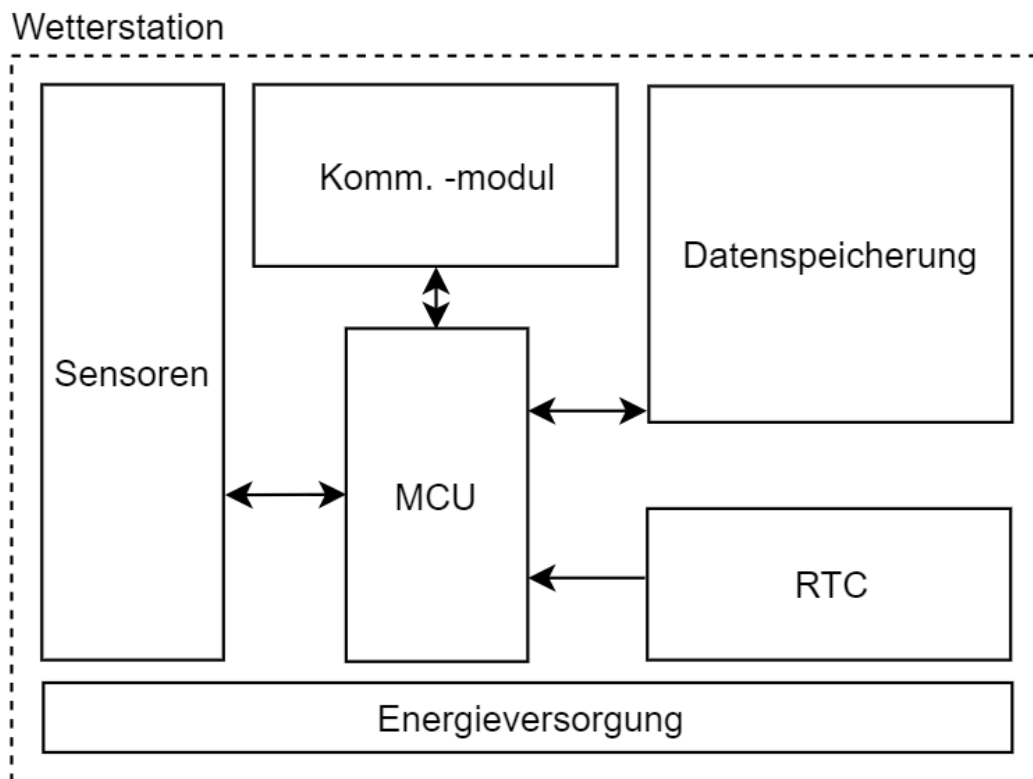


Abbildung 2.1: Grundkonzept

### 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 2.1 graphisch 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.

## 2.1 Micro Controller Unit (MCU)

### Variante 1:

Für den *MCU* wird ein ATmega2560 8-bit Microcontroller auf einem Arduino Mega Board implementiert verwendet. Dieser hat 256 KB Flash Memory<sup>1</sup> und 8 KB SRAM, was genügend Kapazität für die Implementation der Ablaufsteuerung der Wetterstation bietet. Er oszilliert mit 16 MHz.

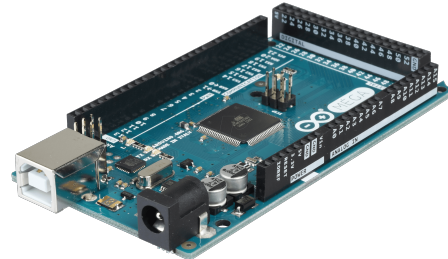


Abbildung 2.2: Arduino Mega [1]

### Variante 2:

Es wird ein separates Printed Circuit Board (PCB) für die MCU designed. Dafür wird der gleiche Microcontroller wie bei Variante 1 verwendet.

Tabelle 2.1: Vor- & Nachteile

	Vorteile	Nachteile
Variante 1	<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> </ul>	
Variante 2		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zusätzlicher ICSP-Header für eine in-system Programmierung mit einem zusätzlichen Gerät (z.B. AVR Dragon)</li> <li>• benötigt UART-to-USB Chip</li> </ul>

<sup>1</sup>abzüglich 8 KB des Bootloaders

## 2.2 Sensoren

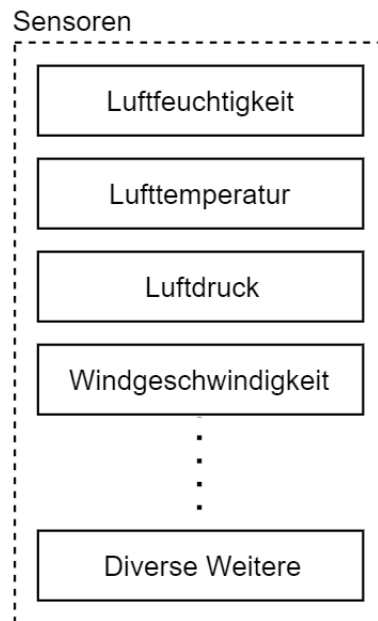


Abbildung 2.3: Sensoren

In dem Block *Sensoren* werden alle Messeinheiten untergebracht. Die Idee dieses Blockes ist es, dass er adaptiv ist und somit leicht erweitert werden kann (Abbildung 2.3). Jeder Sensor ist nach dem Prinzip, wie in der Abbildung 2.4 gezeigt, aufgebaut. Es wird dann von der Seite des *MCU*'s mit dem Datenlogger kommuniziert.

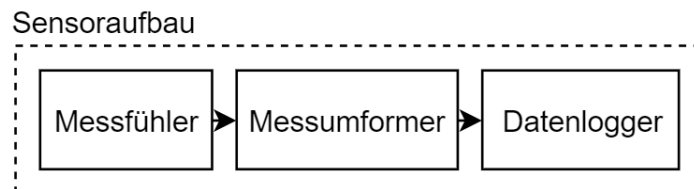


Abbildung 2.4: Sensoraufbau

### Variante 1:

Es werden nur die Messfühler gekauft.

### 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>2</sup>.

---

<sup>2</sup>abhängig von den einzelnen Sensoren

### Variante 3

Eine Mischung aus der Variante 2 & 3.

**Tabelle 2.2:** Vor- & Nachteile

	Vorteile	Nachteile
Variante 1	<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 teils nur als komplette Sensorik erhältlich sind</li> </ul>
Variante 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wartungsfrei</li> <li>• kompatibel für Solarbetrieb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teuer</li> </ul>
Variante 3		

#### 2.2.1 Temperatursensor

#### 2.2.2 Luftfeuchtigkeitssensor

Die Bestimmung der relativen Luftfeuchtigkeit spielt eine markante Rolle in der Meteorologie. Dieser Wert sagt aus, wie sehr die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist und wird mit anderen Faktoren benutzt um zuverlässige lokale Wetterprognosen zu erstellen. Die Normwerte für die Schweiz liegen ungefähr zwischen 58 und 92 Prozent relativer Luftfeuchtigkeit [2].

Um diesen Wert zu messen, wird ein kapazitiver Absorptionshygrometer verwendet. Diese sind weit verbreitet, besitzen eine passable Genauigkeit (1-3 % relative Luftfeuchte), sind Robust, wartungsarm und kostengünstig.

#### 2.2.3 Luftdrucksensor

Der Luftdruck spielt bei der Erkennung von Hoch- und Tiefdruckgebieten eine wichtige Rolle in der Meteorologie. Dieser wird ebenso verwendet um zuverlässige lokale Wetterprognosen zu erstellen. Die Normwerte für die Schweiz liegen ungefähr zwischen 640 und 1000 hPa [3].

Um diesen Wert zu messen, wird ein Absolutdrucksensor benötigt, welcher den Absolutwert des aufgenommenen Drucks durch Vergleich mit Vakuum als Referenzpunkt ermittelt. Dieses Verfahren ist die einzige Möglichkeit um den atmosphärischen Luftdruck selbst zu messen [4].

#### 2.2.4 Windstärke- und Windrichtungssensor

Die Windstärke (Windgeschwindigkeit) und Windrichtung haben einen Einfluss auf das Wetter und sind aus diesem Grund ebenso von Bedeutung für die Meteorologie. Ausserdem indizieren hohe Windstärke Stürme, weshalb vor allem die Windstärkemessung für Unwetterwarnungen von hoher Bedeutung ist. Die Normwerte für die Schweiz liegen ungefähr zwischen 0.5 und 11  $\frac{m}{s}$  [5]. Wobei bereits Extremwerte mit bis zu 53  $\frac{m}{s}$  im Flachland und bis zu 75  $\frac{m}{s}$  in den Bergen detektiert wurden [6].

Um die Windstärke zu messen, wird ein Schalenanemometer verwendet, da diese nicht nach der Windrichtung ausgerichtet werden müssen und nicht so viel Strom benötigen wie auf Ultraschall basierende Sensoren. Die Windrichtung selbst kann mit einer Windfahne detektiert werden, wobei hier die Umsetzung der Richtung in ein digitales Signal weitere Recherche benötigt.



### 2.2.5 Niederschlagsensor

## 2.3 Kommunikationsmodul

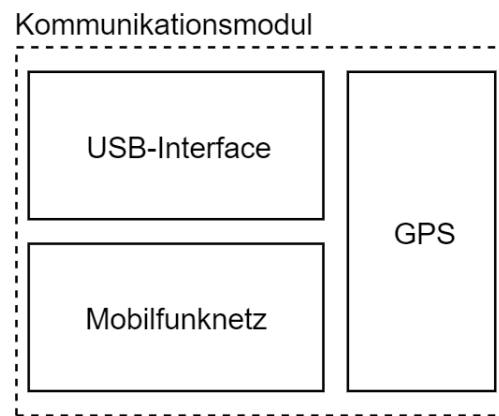


Abbildung 2.5: Kommunikationsmodul

## 2.4 Datenspeicherung

### Variante 1:

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

### Variante 2:

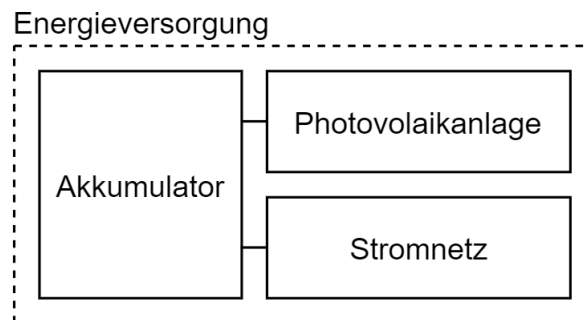
Es werden zur Datenspeicherung EEPROM's benutzt.

**Tabelle 2.3:** Vor- & Nachteile

	Vorteile	Nachteile
Variante 1	<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>
Variante 2		<ul style="list-style-type: none"> <li>• kleiner Speicherplatz</li> <li>• benötigt level-shifting</li> </ul>

## 2.5 RTC

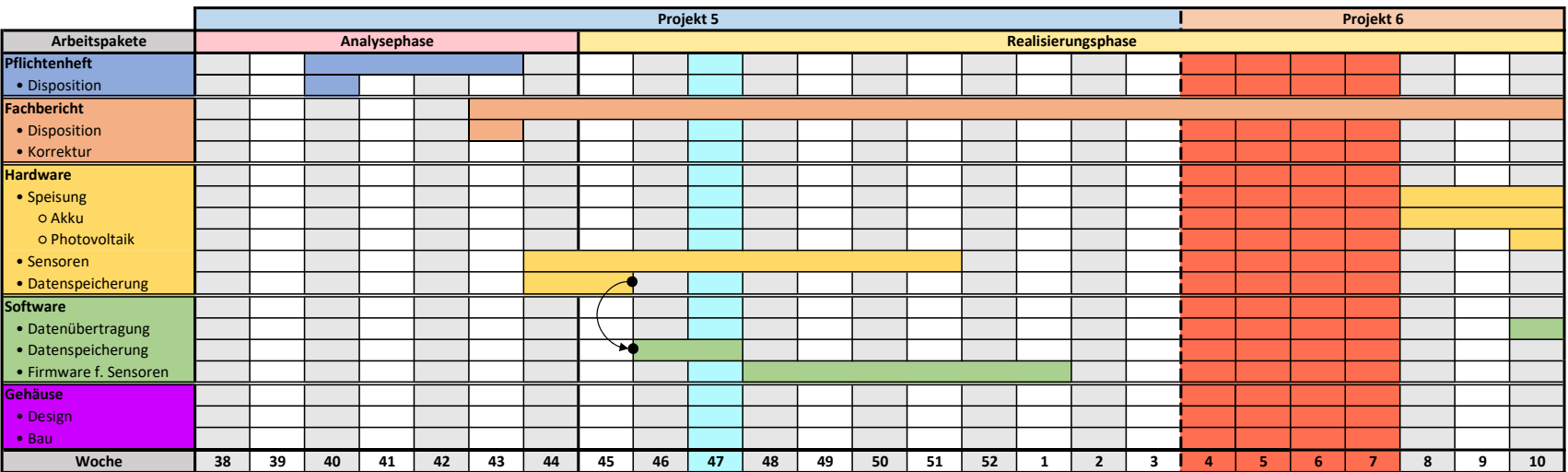
## 2.6 Speisung



**Abbildung 2.6:** Energieversorgung

### **3 Verifikationskonzept**

## 4 Zeitplan Projektverlauf



	Projekt 5																Projekt 6									
Arbeitspakete	Analysephase								Realisierungsphase																	
<b>Pflichtenheft</b> • Disposition																										
<b>Fachbericht</b> • Disposition • Korrektur																										
<b>Hardware</b> • Speisung o Akku o Photovoltaik • Sensoren • Datenspeicherung																										
<b>Software</b> • Datenübertragung • Datenspeicherung • Firmware f. Sensoren																										
<b>Gehäuse</b> • Design • Bau																										
Woche	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

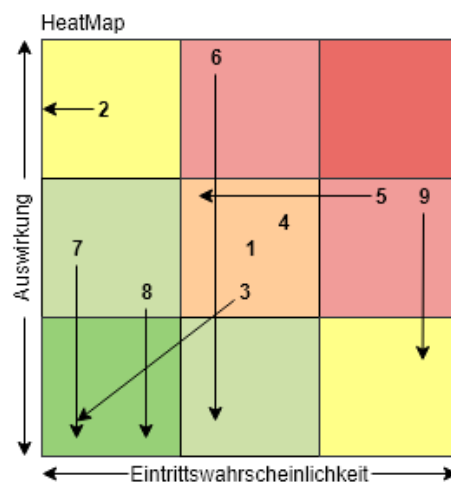
## 5 Risikoanalyse

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 5.1:** 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 5.1 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 5.1:** Heat Map

Abbildung 5.1 gibt einen Überblick über mögliche Risiken und deren Potenzial, wobei die Nummern gemäss Tabelle 5.1 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.

## 6 Kommunikation

Die Kommunikation erfolgt grundsätzlich per E-Mail, ausser für Notfälle. Dafür sind die Telefonnummern noch zusätzlich in diesem Dokument hinterlegt (siehe Tabelle 6.1).

**Tabelle 6.1:** 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
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 6.1 mit einer Aktionsliste<sup>3</sup> verschickt. Im darauffolgenden Protokoll wird die Annahme aller Instanzen dokumentiert.

---

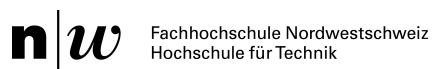
<sup>3</sup>eine Liste mit Angaben, wer was in welchem Zeitraum zu erledigen hat

## 7 Literatur

- [1] Reichelt Elektronik. Arduino mega.
- [2] MeteoSchweiz. Standardnormwerte 1961-1990: Relative luftfeuchtigkeit 2m, 2016.
- [3] MeteoSchweiz. Normwerte 1981-2010: Luftdruck auf stationshöhe, 2016.
- [4] Wikipedia. Drucksensor. Online, 2018.
- [5] MeteoSchweiz. Normwerte 1981-2010: Windgeschwindigkeit skalar, 2018.
- [6] MeteoSchweiz. Rekorde und extreme, 2018.



## A Auftragsbeschreibung



### 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>