

Recherche

Wetterstation mit Solar Energie

Windisch, 10. Oktober 2018

Hochschule	Hochschule für Technik - FHNW
Studiengang	Elektro- und Informationstechnik
Autor	Andres Minder
Betreuer	Prof. Dr. Taoufik Nouri
Auftraggeber	Prof. Dr. Taoufik Nouri
Version	1.0

Inhaltsverzeichnis

1	Niederschlag	1
1.1	Regenmelder	1
1.2	Niederschlagsmesssensor	1
1.2.1	Disdrometer	2
1.2.2	Kippwaage	2
1.2.3	Wägeprinzip	2
2	Temperatursensor	2
2.1	LM35D	2
3	All-In-One	3
4	Datenspeicherung	3
A	Technische Daten des WS100 Disdrometers	4
B	Datenblatt Ammonit S73100	7
C	Datenblatt All-In-One	10

1 Niederschlag

Es gibt sehr viele verschiedene Möglichkeiten den Niederschlag zu messen. Aus Rücksicht zum Projekt 5 und deren Umsetzbarkeit wäre es am schlauesten die Niederschlagsmessung (elektrisch mit geloggten Daten) als Wunschziel zu definieren. Ein analoges Messverfahren mit einem Füllbecher zur optischen Betrachtung vor Ort wäre also eine Alternative. Anderenfalls könnten, falls alle Sensordaten auf einer Webpage geloggt werden würden, die Niederschlagsdaten von einer offiziellen Wetterseite bezogen werden. Wichtig zur weiteren Betrachtung sind die benötigten/unterstützten Schnittstellen/Protokolle RS-585 und SDI-12. Diese sind für den Datenaustausch der Loggeinheit und des Sensors wichtig.

1.1 Regenmelder

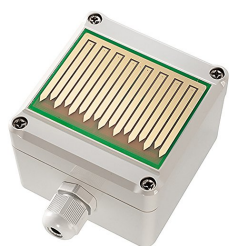


Abbildung 1.1: Regenmelder

Es gibt Regenmelder, welche einfach nur den Regen detektieren. Dafür können kapazitive Regensensoren verwendet werden, welche herausfinden ob es regnet oder nicht. Diese müssen seitlich montiert werden, dass das Wasser abläuft und sie müssen zwingend beheizt sein damit der Sensor wieder trocknen kann.

1.2 Niederschlagsmesssensor

Mit diesem Instrument kann der Niederschlag gemessen werden, welcher in einem bestimmten Zeitintervall gefallen ist (Regen, Schnee wenn dieser zu seinem Wasseräquivalent geschmolzen ist und allenfalls Hagel). Dabei gibt es für dieses Projekt verschiedene Verfahren zur Messung, welche in Frage kommen könnten¹:

1. Disdrometer
2. Kippwaage
3. Wägeprinzip

	Mess-Genauigkeit	Wartungshäufigkeit	Einfluss von Wind auf die Messung	Abtastrate	Total Cost of ownership
Kippwaage	☂☂	☂	☂☂	☂☂	☂
Wäge-Prinzip	☂☂	☂☂☂	☂☂	☂☂☂☂	☂☂
Disdrometer	☂☂☂	☂☂	☂☂	☂☂☂	☂

Abbildung 1.2: Vergleich der Verfahren

¹wurden direkt priorisiert

1.2.1 Disdrometer

Ein Disdrometer misst im Gegensatz zu den anderen beiden Messverfahren nicht nur die Niederschlagsmenge, sondern auch die Niederschlagsart. Die Messung erfolgt zeit kontinuierlich. Für das Projekt würde also zum Beispiel der *WS100* der Firma Lufft in Frage kommen. Allerdings ist der Preis unbekannt und müsste bei der Firma nachgefragt werden².

1.2.2 Kippwaage

Das Grundprinzip ist eine Waage mit zwei Behältern im Innern und oben einen trichterförmigen Eingang. Ist ein Behälter gefüllt, dann kippt das System und entleert sich direkt. Über einen Datenlogger wird die Anzahl Kippbewegungen geloggt, wobei das Signal von einem Reed-Kontakt generiert wird. Das Problem ist, dass dieser Sensor wartungsintensiv ist. Zudem muss wegen Verschmutzungen darauf geachtet werden, wo er positioniert wird.

1.2.3 Wägeprinzip

Das Wägeprinzip erfordert einen zu großen zylinderförmigen Behälter. Dieser würde die Wetterstation schwerer und unhandlicher machen.

2 Temperatursensor

Auf ist die Auswahl für weitere Temperatursensoren gross:

<http://www.ti.com/de-de/sensors/temperature-sensors/overview.html#>

2.1 LM35D

Die Ausgangsspannung des Temperatursensors LM35D ist linear proportional zur Temperatur in °C. Damit bietet der IC der Produktreihe LM35 mit einer Genauigkeit von $\pm 0.5^\circ\text{C}$ einen Vorteil gegenüber linearen, in Kelvin kalibrierten Temperatursensoren, da der Benutzer keine hohe Konstantspannung vom Ausgang abziehen muss, um eine praktische °C-Skala zu erhalten. Dieser Sensor erfordert weder externes Kalibrieren noch externes Trimmen, um Messungen mit einer Genauigkeit von typ. $\pm 1/4^\circ\text{C}$ bei Raumtemperatur und $\pm 3/4^\circ\text{C}$ über den gesamten Temperaturbereich von -55°C bis 150°C zu gewährleisten. Die niedrige Ausgangsimpedanz, der lineare Ausgang und die präzise inhärente Kalibrierung des Temperatursensors vereinfachen die Verbindung mit Auslese- und Steuerkreisen. Dieser Baustein wird mit einer einfachen Stromversorgung oder mit einer positiven und negativen Stromversorgungseinheit verwendet. Da der Sensor nur $60\mu\text{A}$ aufnimmt, beträgt die Eigenerwärmung bei ruhender Luft unter 0.1°C .

Nur bedingt ESD-sicher! Baustein muss bei Lagerung oder Handhabung kurzgeschlossen sein oder in leitfähigem Schaumstoff befinden, um Schäden an den sich MOS-Gates durch elektrostatische Entladung zu verhindern

Tabelle 2.1: Add caption

Anbieter	Supply	Preis/stk
Farnell	4-30V	2,17CHF

²Datenblatt der technischen Daten ist im Anhang hinterlegt

3 All-In-One

Von der Lufft WS-Serie gibt es kompakte Wetterstationen, welche für den Solarbetrieb geeignet sind. Das Datenblatt mit den wichtigsten Kenndaten und Informationen ist im Anhang hinterlegt.

4 Datenspeicherung

Da eine grosse Datenmenge zusammenkommen kann, welche gespeichert werden muss, ist es sinnvoll eine μ SD-Karte zu nehmen. Diese muss dann vom Arduino Mega aus beschrieben und gelesen werden können. Die Kosten dafür sind sehr gering gehalten, da der Storage Adapter nur wenige CHF kostet (<5CHF) und auch die μ SD-Karte sehr günstig zu beziehen ist (ca. 20CHF für 64GB). Die Beschreibung der μ SD-Karte würde allerdings dann ein Textfile generieren, welches mit einem Adapter für den PC selbst direkt ausgegeben werden kann. Somit sind generell jegliche Loggdaten der Wetterstation nichtflüchtig speicherbar.



Abbildung 4.1: Je nachdem abhängig, was der Storage Adapter unterstützt.

A Technische Daten des WS100 Disdrometers



Wartungsfreie und extrem schnelle Messung verschiedener Niederschlagsarten wie Regen, Schnee, Eisregen und Hagel sowie der Niederschlagsintensität durch das innovative Lufft Radar-Verfahren.

- **Messparameter**
Regen/Niederschlagsmenge, Regen/Niederschlagsart (Regen, Schnee, Schneeregen, Eisregen, Hagel)
- **Messtechnologie**
24GHz Doppler-Radar
- **Produkt-Highlights**
Sehr schnelle Ansprechzeit, wartungsfreies Messverfahren, Present-Weather-Detektor
- **Schnittstellen**
RS-485, halbduplex 2-Draht, SDI-12, Impulsausgang/UMB-Protokoll, Modbus
- **Artikelnummer**
8367.U03, 8367.U04

Der innovative Lufft WS100 ist unser wartungsfreier Radar-Niederschlagssensor mit schaltbarer Beheizung. Mit Hilfe eines 24-GHz-Doppler-Radars misst er die Niederschlagsmenge aller Formen kondensierten Wassers ab der ersten Sekunde. Dazu zählen Regen, Schnee, Eisregen, Schneeregen und Hagel. Dabei sind seine Einsatzmöglichkeiten kaum begrenzt. Ob in der Hydrologie und Wasserwirtschaft, Agra- und Umweltwissenschaft, Gebäudeautomation, Meteorologie oder bei der Flughafen- und Verkehrssteuerung: Der automatische Regenmesser misst Niederschlag beinahe überall auf der Welt.

Allgemein

Abmessungen	Ø 150 mm, Höhe: 190 mm
Passender Mastumfang	60 - 76 mm
Gewicht	~ 0,6 kg

Elektrische Parameter

Spannungsversorgung	10...28 VDC
Leistungsaufnahme ohne Heizung / im Eco-Mode 1	1 VA/0,4 VA (Low Power-Modus)
Heizleistung	9 VA

Betriebsparameter

zul. Temperatur	-40...60 °C
zul. Feuchte	0...100 %
Schutzart	IP66
zul. max. Windgeschwindigkeit	75 m/s

Datenübertragung

Schnittstellen / Protokolle	RS-485, halbduplex 2-Draht, SDI-12, Impulsausgang/UMB-Protokoll, Modbus
Kabellänge (anschließbar)	10 m
Sendefrequenz	24 GHz

Niederschlag

Messfläche	9 cm ²
Niederschlagstypen	Regen, Schnee, Schneeregen, Eisregen, Hagel, Nieselregen; kein Niederschlag (SYNOP 4677)
Prinzip	Doppler-Radar
Genauigkeit	±0,16 mm oder ±10% vom Messwert für flüssigen Niederschlag*
*)	Unter Laborbedingungen mittels Lufft-Prüfsystem: Referenz-Tropfen-Simulator mit 2,8 mm Tropfendurchmesser und einstellbarer Intensität von 10 bis 200 mm/h.
Auflösung Niederschlag flüssig	0,01 / 0,1 / 0,2 / 0,5 / 1,0 mm (Impulsausgang)

Messbereiche

Tropfengröße	0,3...5,0 mm
Tropfenverteilung	11 Tropfengrößenklassen mit einer Bandbreite von 0,5 mm
Niederschlagsintensität	0,01...200 mm/h
Partikelgeschwindigkeit	0,9...15,5 m/s
Fester Niederschlag (z.B. Hagel)	5,1...~30 mm

B Datenblatt Ammonit S73100

Precipitation Sensor Young

S73100 / S73100H / S73000

Order-No: S73100 - Sensor without heating
 S73100H - Sensor with heating
 S73000 - Bird protection

Description

The YOUNG Tipping Bucket Rain Gauge meets the specifications of the World Meteorological Organization (WMO).

The design uses a proven tipping bucket mechanism for simple and effective rainfall measurement. The bucket geometry and material are specially selected for maximum water release, thereby reducing contamination and errors. Catchment area of 200 cm² and measurement resolution of 0.1 mm meet the recommendations of the WMO. Leveling screws and bulls-eye level are built in for easy and precise adjustment in the field. Measured precipitation is discharged through a collection tube for verification of total rainfall.

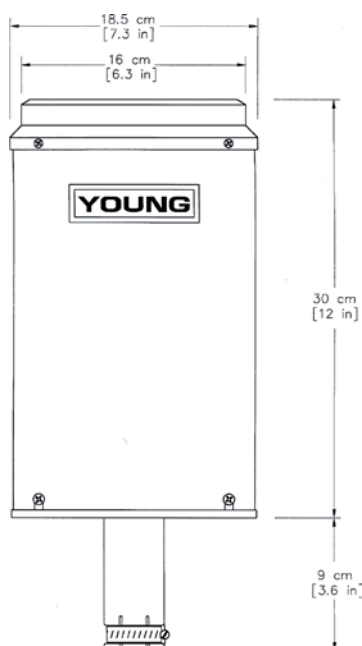
Model S73100H is heated for operation in cold temperatures. An unheated version, S73100, is available for use in moderate climates. To discourage birds from perching on the funnel rim, accessory bird wire assembly may be attached to the gauge.

Location of rain gauge

Precipitation measurement is greatly affected by location of the rain gauge. Select a location that is naturally protected from gusts and crosswinds. Avoid a site prone to contamination from debris such as falling leaves, dirt, etc...



Dimensional drawing



Installation

The Model 52202H is fully calibrated at the factory. The movable bucket is retained to prevent damage during shipment. On installation, the following procedure should be followed.

1. Loosen 3 screws that retain housing to base assembly. Carefully lift housing free of base.
2. Remove shipping retainer from bucket. Verify that bucket tips freely.
3. Attach sensor wires and heater wires (when used) to terminals as shown in wiring diagram.
4. Adjust leveling screws until bulls-eye level is centered.
5. Replace housing. If heated, heater wires (gray) must be attached to terminals C & D before housing is fully engaged. Retighten screws.

Maintenance

The rain gauge should be inspected periodically. Accumulated dirt and debris should be cleaned from funnel, screen and bucket assembly. Electrical connections should be inspected and cleaned. Leveling screws may be readjusted at this time. Periodic recalibration may be desirable to ensure measurement accuracy.

Precipitation Sensor Young

S73100 / S73100H / S73000

Specifications

Charateristic	Description / Value
Collector surface	200 cm ²
Resolution	0.1 mm per tipping-bucket pulse
Accuracy	2 % up to 25 mm/hr
Measuring range	max. 11 mm/min.
Measuring principle	tipping-bucket
Electrical output	Magnetic reed switch (N.O.), rating 24 VAC/DC, 500 mA
Ambient temperature	-20 ... +50 °C (with heating)
Heating	18 W, 24 VAC
Mounting	Clamp for 1" iron pipe (o.d. 1.24") or 3 bolts on 160 mm dia. circle
Dimensions	Ø 180 x 300 mm (390 mm with mounting base)
Manufacturer	Young
Accessories	Module M83200 or M83570

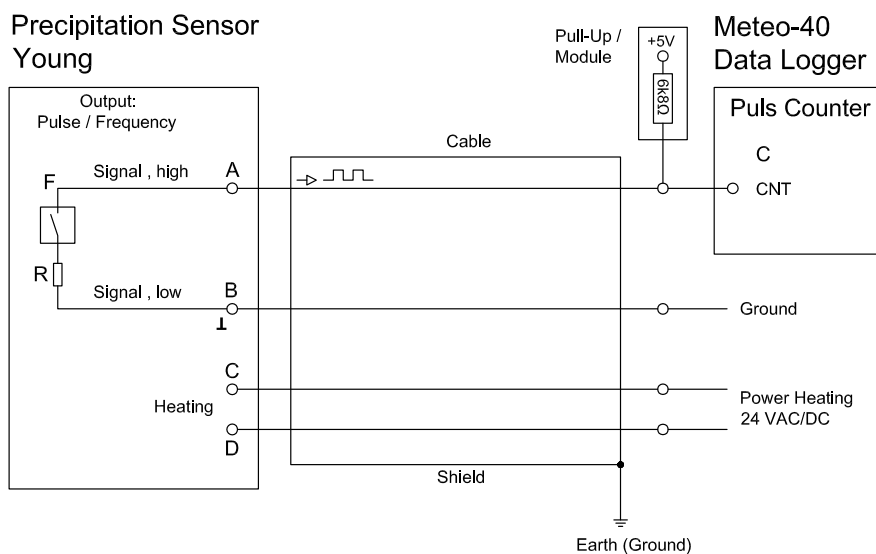
Sensor connection to Ammonit Meteo-40 data logger

Sensor	Plug Pin No.	Ammonit Cable Wire Colour	Meteo-40 Counter	Supply Sensor
Precipitation Pulse output	A	white	CNT, 6k8 (Switch: 5 V via 6k8 to CNT, Pull-up resistor)	
	B	black		Main Ground
Heating	C	orange, orange		24 VAC/DC
	D	violet, violet		

Cable type without heating: LiYCY 2 x 0.25 mm²

Connect the shield logger-sided to Ground [GND]

Sensor connection diagram to Ammonit Meteo-40 data logger



C Datenblatt All-In-One



All-in-one-Wettersensoren von Lufft

- **Messparameter**
Wind, Temperatur, relative Luftfeuchte, Luftdruck, Globalstrahlung, Niederschlag, elektronischer Kompass
- **Messtechnologie**
Ultraschall, NTC, Kapazitiv, Druck, Thermosäule, Kippwaage, Doppler
- **Produkt Highlights**
Kompakter Wettersensor, geringe Stromaufnahme
- **Schnittstellen**
SDI-12, RS-485

Versionsabhängig bietet die neue Gerätefamilie folgende Messkomponenten:

- Ultraschall-Anemometer mit elektronischem Kompass
- Temperatursensor
- kapazitiver Sensor für die relative Luftfeuchte
- barometrischer Drucksensor
- Sensor für die Globalstrahlung (CMP3)
- Sensor für flüssigen Niederschlag (Kipp-Waagen-System)
- Sensor für flüssigen und festen Niederschlag (Doppler-Radar)

Die seriellen Schnittstellen SDI-12 und wahlweise RS-485 mit mehreren Ausgabe-Protokollen machen die Geräte schnittstellenkompatibel für alle OTT-Datenlogger, ADCON-RTUs, handelsüblichen HydroMet-Datenlogger und SPS-Systeme. Konfigurierbare Stromspar-Modi halten den Stromverbrauch niedrig. Heizung und Ventilator sind

zuschaltbar. Dadurch ist das Gerät für hydro-meteorologische Anwendungen mit Solarversorgung ebenso einsetzbar wie für Anwendungen mit Netzversorgung für den beheizten Winter-Betrieb.

Ansprechschwelle	0,3 m/s
------------------	---------

Kompass	
Messverfahren	integrierter elektronischer
Messbereich	0 ... 359°
Auflösung	1°
Genauigkeit	±10°
Messrate	5 Minuten

Lufttemperatur	
Messverfahren	NTC
Messbereich	-50 ... +60 °C
Auflösung	0,1 °C (-20 ... +50 °C), sonst 0,2 °C
Genauigkeit	0,2 °C (-20 ... +50 °C), sonst ±0,5 °C

Taupunkttemperatur	
Messverfahren	passiv, berechnet aus Lufttemperatur und Luftfeuchte
Messbereich	-50 ... +60 °C
Auflösung	0,1 °C
Genauigkeit	±0,7 °C

Luftfeuchte	
Messverfahren	kapazitiv
Messbereich	0 ... 100 % rF
Auflösung	0,1 % rF
Genauigkeit	±2 % rF

Luftdruck	
Messverfahren	MEMS-Sensor, kapazitiv
Messbereich	300 ... 1200 hPa
Auflösung	0,1 hPa
Genauigkeit	±0,5 hPa (0 ... +40 °C)

Globalstrahlung	
Messverfahren	Thermopile Pyranometer CMP3, Second class
Messbereich	300 ... 2800 nm
Auflösung	0 ... 1400 W/m ²
Genauigkeit	1 W/m ²
Temperaturfehler	±5 % (-10 ... +40 °C)

Niederschlag (flüssig)	
Messverfahren	Kippwaage

Auffangöffnung	200 cm ²
Messbereich	0 ... 200 mm/h
Auflösung	±2 %
Genauigkeit	

Elektrische Daten	
Schnittstellen	SDI-12, RS-485 , einstellbar über Config-Tool
Spannungsversorgung	10 ... 28 V
Heizung	24 VDC/20 Watt

Umgebungsbedingungen	
Temp-Einsatzbereich	-50 ... +60 °C
Lagertemperatur	-50 ... +70 °C
Feuchte	0 ... 100 % rF

Windgeschwindigkeit	
Messverfahren	4 Ultraschall-Sensoren mit 10 Hz
Allgemeine Daten	
Maße (h x Ø)	194 ... 445 mm (Version) x 150 mm
Gewicht	0,8 bis 1,7 kg (Version)
Befestigung	Ø 2" oder 60 ... 76 mm
Material	Kunststoff (PC) und Edelstahl-Montage-Klemme
Farbe	weiß
Schutzart	IP66

Normen	
EMV-Richtlinie	2004/108/EG
Störaussendung	EN 55011:2009, EN 61000-6-3
Störfestigkeit	EN 61000-6-6 und EN 61000-4-2/3/4/5/6/8
Messbereich	0 ... 60 m/s (WS601: 0 ... 30 m/s)
Auflösung	0,1 m/s
Genauigkeit	±0,3 m/s oder ±3 % (0 bis 35 m/s)
±5 % (35-60 m/s) RMS	
Ansprechschwelle	0,3 m/s

Windrichtung	
Messverfahren	4 Ultraschall-Sensoren mit 10 Hz
Messbereich	0 ... 359,9°
Auflösung	0,1°
Genauigkeit	±3°(größer 1 m/s) RMS
RoHS-Richtlinie	2011/65/EU