

EE-Ernte online: Internet-basierte Kontrolle und Auswertung einer Kleinwindenergieanlage



Abbildung 1: Die drei EE-Anlagen auf dem Dach der Lise-Meitner-Schule. Im Vordergrund die beiden Solaranlagen, links hinten der H-Rotor. Ganz hinten die Wetterstation mit dem Anemometer.

Wettbewerbsbeitrag: Internetseite – Homepage der Klima AG

<http://klima-ag.tk>

Beschreibung: Jeder der ein Solarmodul oder ein Windrad auf dem Dach hat, möchte wissen ob diese Anlage ordnungsgemäß funktioniert und wie viel elektrische Energie sie produziert. Wir haben eine low-cost online Datenerfassung gebaut, mit der man die Windenergieanlage unserer Schule überwachen kann.

Klima AG des Schülerforschungszentrums Berlin an der Lise-Meitner Schule (OSZ):

Jurek Weber, 9. Klasse
Jan Kropidlowski, 11. Klasse
Manuel Wilke, 11. Klasse
Hr. Dr. Boris Reusch

Die Geschichte des Klimaschutzes und der Klima AG an der Lise-Meitner Schule:

Aktivitäten in Sachen Klimaschutz gibt es an der Lise-Meitner-Schule schon lange: Wir haben auf unserem Schuldach drei Anlagen für erneuerbare Energien, im Unterricht lernt und experimentiert man zu Wind- und Sonnenenergie und wir haben schon vor Jahren an Energiesparprojekten wie



Abbildung 2: Nach dem Sturmtief Xaver am 6.12.2013 ist ein Solarmodul aus der Verankerung gerissen.

Fifty-Fifty und Klimaschutzschulen erfolgreich teilgenommen.

Die Klima AG hat sich im Frühjahr 2013 gegründet, um diese Traditionen wieder verstärkt zu beleben. Unser Ziel ist unter anderem die Pflege und Wartung der zwei bestehenden [Solaranlagen](#) (Inselanlage mit 100Wp von 2003 und netzspeisende Anlage mit 1kWp von 2006) sowie der [Kleinwindenergieanlage \(KWEA\)](#) von 2010.

Wir haben festgestellt, dass sich oft niemand an der Schule richtig dafür zuständig fühlt, obwohl es viel Spaß macht an den Anlagen etwas Praktisches über erneuerbare Energien zu lernen. Also wollen wir den Sinn und Nutzen dieser Anlagen für den Unterricht, die Schulgemeinschaft und die ganze

Gesellschaft deutlicher machen.



Abbildung 3: Solarenergie kann auch bestens im Winter funktionieren - vorausgesetzt man fegt den Schnee weg (Januar 2014)

Seit Gründung des Schülerforschungszentrums Berlin (SFZ) steht die Klima AG auch für Schülerinnen und Schüler aus ganz Berlin offen, wenn es um Forschungsprojekte zu erneuerbaren Energien geht.

Geschichte der Kleinwindenergieanlage (KWEA):

Im Jahr 2010 wurde auf dem Dach unserer Schule feierlich eine Kleinwindenergieanlage in Betrieb genommen. Sie sollte als Inselanlage eine große Batterie speisen und als Anschauungs- und Forschungsobjekt für den Physikunterricht und die Berufsausbildung dienen.

Vom Hersteller als 300W Leistung Anlage bezeichnet, stellte sich aber bald heraus, dass es eine Vielzahl von Schwierigkeiten gab: Anfangs noch eher technische Probleme, danach wurde klar, dass die Windverhältnisse auf dem Dach zu gering sind, um die genannte Leistung zu erreichen. Die erste Batterie, die immerhin ca. 500 EUR gekostet hatte, war nach wenigen Jahren durch mehrfache Tiefentladung trotz großem Engagements der ganzen Schule (sogar eine Webcam war mittlerweile installiert worden) schon unbrauchbar.

Zu den gewünschten Lehrzwecken gab es noch eine weitere Problematik bezüglich der Messtechnik:

Die elektrischen Daten der Windanlage wie Spannung des Generators, Stromstärke, Leistung und der Ladezustand der Batterie wurden zwar ständig von einem PC aufgezeichnet. Dieser PC war aber nicht mit dem Internet verbunden, so dass man auf das Dach "klettern" musste um die Daten zu überprüfen und sichern.

Unsere Herausforderung war es nun mit der Datenerfassung die gesamte KWEA wieder fit zu machen und sprichwörtlich "vom Dach" ins Bewusstsein der Schulgemeinde und natürlich auch ins Internet zu "holen".

Dazu haben wir zuerst einmal im Frühjahr 2014 eine kleinere Batterie gekauft, einen (Blei-Vlies-Akku für 125 EUR). Dann hat uns der Informatiklehrer Herr Hoffmann geholfen, die Daten des Ladereglers im Internet abrufbar zu machen und sogar als Diagramme mit einer Auswertefunktion darzustellen www.osz-lise-meitner.eu/windkraft



Abbildung 4: Im Lüftungshaus auf dem Dach werden Daten erfasst und gespeichert: Links der PC, in der Mitte an der Wand der Laderegler für die Batterie und rechts die nicht funktionierende WAGO SPS

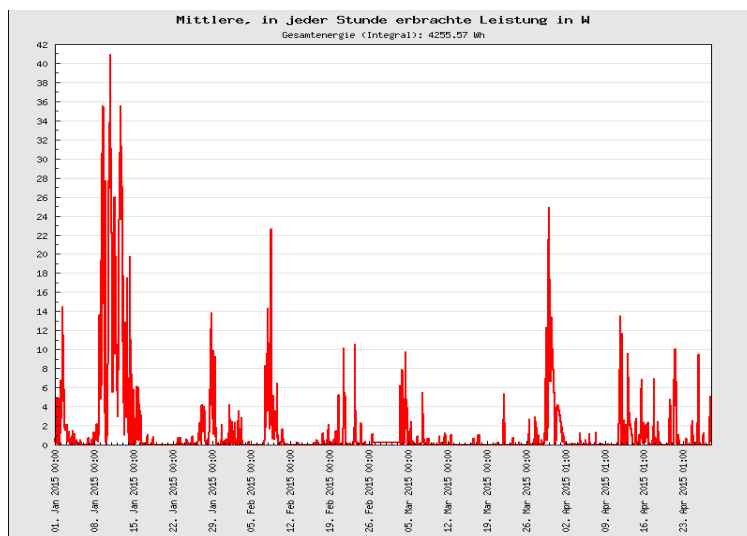


Abbildung 5: Alle Daten zu Energieerzeugung sind seit Herbst 2014 im Internet abrufbar. Hier ist die Energieproduktion von Jan. bis April 2015 dargestellt. Man erkennt die starken Schwankungen.

Also blieben vor allem noch zwei Probleme:

Der PC, der die Ladereglerdaten aufzeichnet, war und ist ein echter Stromfresser! Er setzt ständig eine Leistung von ca. 50W um, das ist viel mehr als die Windanlage im Durchschnitt bringen kann (derzeit eher 1W!).

Die Windgeschwindigkeit sollte eigentlich von einer SPS auf eine SD-Speicherkarte geschrieben werden, wurde immer noch nicht korrekt erfasst.

Neueste Entwicklungen und Wettbewerbsbeitrag 2015:

Zu diesem Zeitpunkt im Spätherbst 2014 kam **Jurek**, ein aufgeweckter Neuntklässler, zum SFZ. Er wollte mit Gleichgesinnten ein spannendes Projekt aus dem Bereich von Informatik, Elektronik und Physik bearbeiten. Jurek hatte eine ausgesprochene Abneigung gegen Windows-PCs- er hatte sofort den brennenden Wunsch dieses stromfressende Ungetüm zu ersetzen. Er dachte außerdem an eine einfache Möglichkeit, die Windgeschwindigkeit und alle Daten ständig ONLINE zu erfassen. Seine Idee war, einen Raspberry-Pi Computer (R-Pi) zu nutzen, einen preisgünstigen Minicomputer, der mit Linux läuft. Zum Glück fanden sich gleich zwei begabte Mitstreiter: **Manuel**, der gerade sein Jugend forscht Projekt zur Verschutzung von Solaranlagen vorantrieb, und **Jan**, der mit seinen umfangreichen Kenntnissen aus Elektrotechnik und Informatik, der ideale Seniorberater des Projekts wurde.

Der R-Pi hat keine analogen, sondern nur digitale Messeingänge, deshalb war die erste Aufgabe, einen passenden A/D-Wandler zu finden, ihn auf eine Platine zu setzen und korrekt an den R-Pi anzuschließen. Dank Jan und seinen genialen Lötfähigkeiten wählten wir eine sehr platzsparende Lösung!

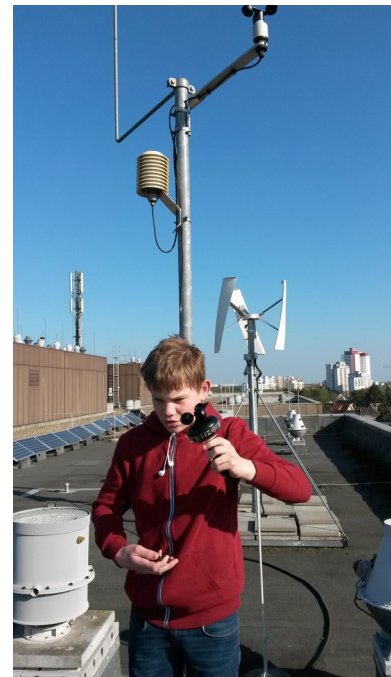


Abbildung 6: Jurek mit dem Hand-Anemometer vor der Wetterstation und der KWEA



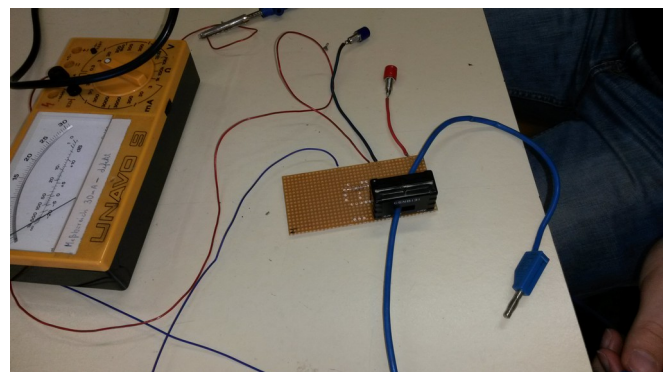
Abbildung 7: Der R-Pi (im transparenten Gehäuse) im Test: Die elektrische Leistungsaufnahme beträgt unter 2 Watt. Das Kfz-Netzteil macht aus 12V die benötigten 5V.

Für die Stromversorgung des R-Pi bauten wir aus Kfz-Zubehör ein günstiges aber stabiles Netzteil. Der R-Pi verbraucht nur ca. 1W und kann von der Batterie der KWEA gespeist werden. Das heißt es gibt zum ersten Mal eine sinnvolle Verwendung für die elektrische Energie der KWEA!

Außerdem ermöglicht das von uns gebaute Netzteil zusammen mit der Spannungsteilerschaltung auf der Platine es, die Akkuspannung, d.h. den

Ladezustand der Batterie ständig zu erfassen.

Als dritte wichtige Messgröße nach Windgeschwindigkeit und Spannung sollte der R-Pi die Stromstärke messen, mit der die Batterie geladen wird bzw. die sie bei Entladung liefert. Dazu wählten wir einen induktiven Sensor. Dann blieb eigentlich nur noch ein „kleines bisschen“ Arbeit mit der Software, dem Server und der Internetseite.



Problem-Lösungs-Matrix zum Betrieb und Kontrolle der Forschungs-KWEA:

Problem	Lösung	Zeitpunkt der Lösung
Der alte Akku ist kaputt.	Ein neuer kleinerer Blei-Vlies-Akku (12V/75Ah) wird gekauft und angeschlossen.	03.2014
Laderegler Daten sind schwer zugänglich und nicht ausgewertet.	Daten werden Online gestellt mit graphischer Darstellung in Diagrammen	09.2014
Das Anemometer mit der WAGO SPS zur Messung der Windgeschwindigkeit funktioniert nicht.	Ein Raspberry-Pi (R-Pi) Minicomputer mit einem MCP3008 A/D Wandler misst die Windgeschwindigkeit, sendet den Wert an einen Server, der ihn online stellt.	03.2015
Der PC für den Laderegler verbraucht mehr Strom als die KWEA erzeugt. Wenn der PC abgeschaltet werden wird, dann sollte der R-Pi...	Der R-Pi soll den PC ersetzen (verbraucht nur 1-2W), zunächst noch Parallelbetrieb. Der R-Pi wird von der Batterie der KWEA betrieben.	03.2015
a) auch die Spannung der Batterie messen	Spannungsteilerschaltung	04.2015
b) und die Stromstärke durch die Batterie	Induktiver Sensor für berührungslose Strommessung	04.2015
Alles soll gespeichert werden und Online abrufbar.	Eigene Internetseite aufgestellt. http://klima-ag.tk	05/2014

To-Do-Liste und Ausblick:

Problem:	(angedachte) Lösung
Es wird klar: Am Standort gibt es zu wenig Wind. Aber ab und zu gibt es richtig viel Wind, dann...	(In drei Jahren beim Umzug der Schule soll auf dem Neubau eine besserer Platz gefunden werden.)
a) ist der Akku gegebenenfalls zu schnell voll, weil keiner aufs Dach steigt und ihn entlädt.	(Transistorschaltung zur Entladung des randvollen Akkus entwerfen)
b) stellt außerdem der Ladestrom von höchstens 7-10A eine Begrenzung der Leistung der KWEA dar.	(Der Ladestrom kann verdoppelt werden, wenn zweiter gleicher Akku parallel geschaltet wird)
Im Sommer gibt es manchmal lange Flauten	(Kombination der KWEA mit einem Solarmodul als „Kombi“-Anlage)

Ansprechpartner:

Dr. Boris Reusch

Email: reu@osz-lise-meitner.eu

Telefon: 01788816441

Schule:

Lise-Meitner-Schule (OSZ)

Rudower Str. 184

12351 Berlin

Telefon: 66 06 89 - 0

Webseite: <http://osz-lise-meitner.eu>

Projektseite:

<http://klima-ag.tk>



Abbildung 8: Das ist unsere Kleinwindenergieanlage. Sie wurde der Schule im Jahr 2010 von ihrem Erfinder Prof. Dr. Siegfried Zastrow gespendet.

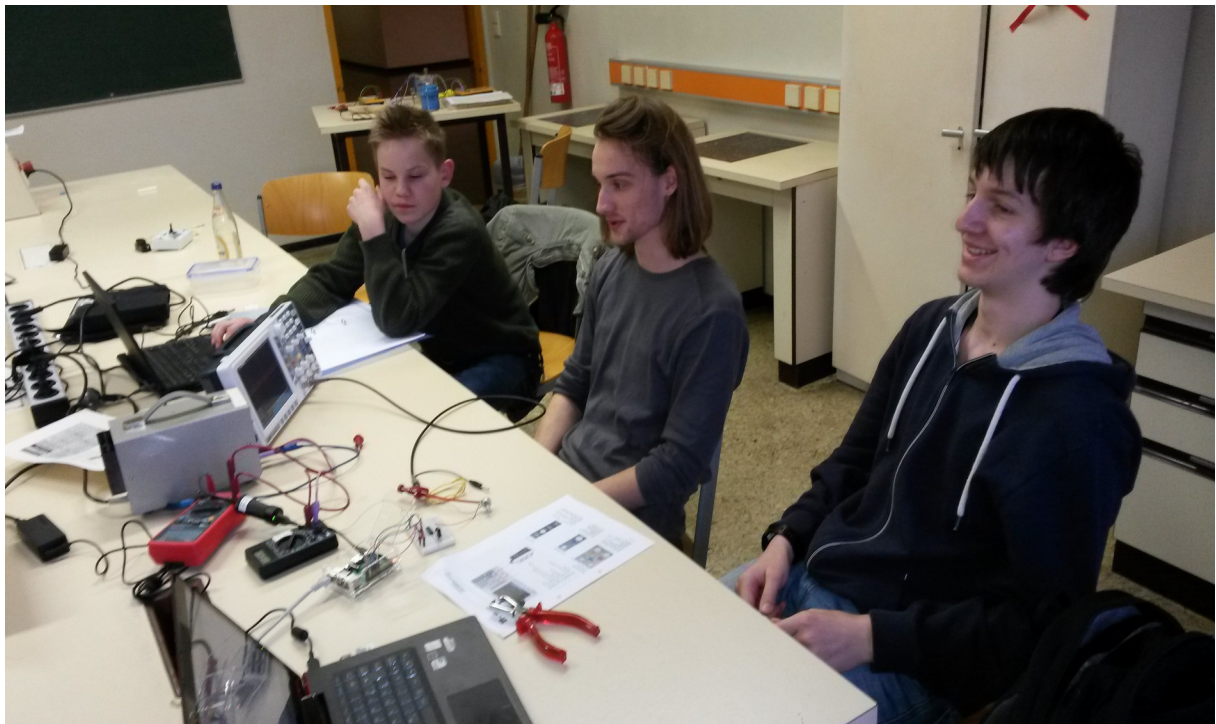


Abbildung 9: Das Team bestehend aus Jurek, Jan und Manuel (von Links) im Raum des SFZs an der Lise-Meitner-Schule.