

Kompetenzstärkung bei Energie

Die Etablierung von OpenSource Software und Hardware ermöglicht neue Lösungsansätze. In diesem Artikel wird eine etablierte Tool Chain vorgestellt, welche ein schnelles Prototyping ermöglicht. Aufbauend auf dieser Tool Chain lassen sich Applikationen realisieren wie Energie Monitoring, Eigenverbrauchssteuerungen und Prognosevisualisierung.

Betrachtet man neben den Energiekomponenten, das Energiesystem, so basieren viele Überlegungen auf einer Zeitreihenrechnung. Beispiel hierfür ist eine Messreihe der Aussentemperatur. Bei gegebener Innen- und Aussentemperatur und dem Wandaufbau, beschrieben durch den U-Wert, können die Transmissionsverluste berechnet werden.

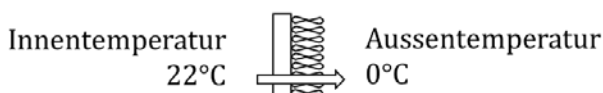


Abbildung 1 Einfache Modellvorstellung

Durch eine Jahrestemperaturmessreihe kann der Wärmestrom zu jedem Zeitpunkt berechnet werden. Aufsummiert unter Berücksichtigung des Zeitabstands der Messwerte, ergibt den Jahresenergiebedarf, die gesuchte Lösung. Für eine Zeitreihenrechnung bietet sich infolge der einfachen Verfügbarkeit, ein Tabellenkalkulationsprogramm. Diese Rechnung kann nun beliebig verfeinert werden. Es können weitere «Tabellenblätter» angelegt werden für unterschiedliche Szenarios, wodurch eine optimale Lösung erarbeitet werden kann.

	A	B	C	D	E
1	Zeit	Innentemperatur	Aussentemperatur	U-Wert	Wärmestrom
2	01.01.2017 00:00	22.0	0.0	1.0	0.1
3	01.01.2017 01:00	22.0	0.0	0.5	0.1
4	01.01.2017 02:00	22.0	0.0	1.0	0.1
8759	31.12.2017 21:00	23.0	-0.7	0.1	2.3
8760	31.12.2017 22:00	23.0	-0.5	0.1	2.3
8761	31.12.2017 23:00	23.0	-0.8	0.1	2.3
8762				Jahresenergie	19'272
8763					

Abbildung 2 Tabellenkalkulation für Zeitreihenrechnung bei Energiekonzeptionen

Möchte man viele Parameter variieren und automatisiert eine Optimierung durchführen, so stossen Tabellenkalkulationsprogramme an ihr Limit, vor allem leidet die Übersichtlichkeit und somit eine Fehlererkennung und Behebung. Dies

erkennt man an einer Vielzahl von Anwendungen im Bereich Energie.

Eine Lösung hierfür ist der Umstieg auf kommerzielle Softwarelösungen oder mächtigere Berechnungstools. Hierfür gibt es viele Lösungsansätze, wie z.B. MATLAB, TRNSYS, usw. Nachteil von kommerziellen oder leistungsstarken Tools ist:

1. Installation und Kosten für Lizenzgebühren.
2. Erlernen einer Programmiersprache.

Beide Punkte waren in der Vergangenheit eine enorme Hürde und limitierten die Möglichkeiten in der Zeitreihenrechnung bei Energieanwendungen.

In jüngster Vergangenheit erscheint kaum mehr eine Publikation ohne den Begriff «Digital». Abgesehen vom Hype um diesen Begriff gibt es auch einen substantiellen Kern welcher neue Möglichkeiten für Optimierungsaufgaben bei Energiekonzepten bringt. Ein bewährter Ansatz für Berechnungen in anderen Bereichen ist Python, welches auch für Berechnungen im Energiebereich hervorragend geeignet ist. Als OpenSource im Web kostenfrei verfügbar ist das Ziel dieser Hochsprache, gute Lesbarkeit und einfache und effiziente Schreibweise. In unserem Fall wäre hinter der Variabel «T» die Messreihe mit den Aussentemperaturen. Der Code lautet:

```
uWert = 0.1
szenarien = array ((4,5,6,7))
for i in range(szenarien.size):
    p = T·uWert·szenarien[i]
    ergebnisSzenarien[i] = sum(p)*deltaT
```

Wobei nun eine beliebig grosse Zahl von Szenarien berechnet werden können. Im obigen Fall wäre dies z.B. die Wandfläche in vier Szenarien mit 4 m², 5 m², 6 m², 7 m². Eine Vielzahl von Bibliotheken (Libraries) unterstützen professionelle Anwendungen im Web-Bereich, GIS, Simulationen, usw. In unserem Fall genügen die Bibliotheken «numpy» für die Berechnung und «matplotlib» für die Darstellung der Ergebnisse, wie z.B. in Abbildung 3 dargestellt

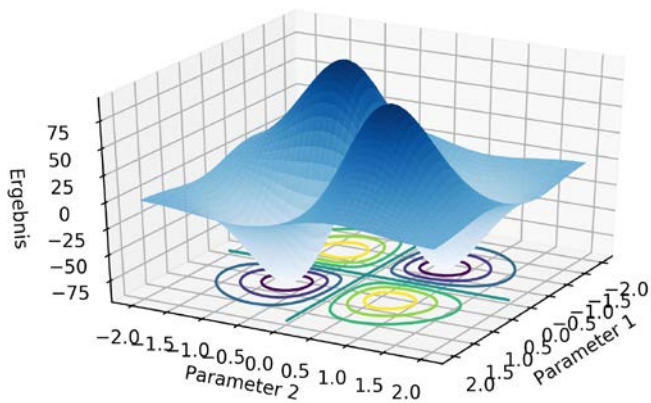


Abbildung 3 Eine von vielen Darstellungsformen für Ergebnisse in Python

Python, in Anlehnung an die Komiker Gruppe «Monty Python» ist einfach und mächtig zugleich und in kurzer Zeit erlernbar. Entworfen vor 20 Jahren ist Python seit einem Jahrzehnt eine etablierte Sprache in der Industrie und an Universitäten, vor allem im nordamerikanischen Raum.

Von Software zur Hardware

Grundlage für Berechnungen und Optimierungen bilden aufgezeichnete Messwerte. Bei diesen Daten gibt es zwei Herausforderungen:

1. Es sind Unmengen von Daten vorhanden.
2. Es sind keine Daten vorhanden.

Der Umgang mit grossen Datenbergen ist im ersten Schritt ein Umformatieren und Plausibilisieren der Daten. Anschliessend sollen Informationen aus den Daten extrahiert und Vorhersagen über zukünftige Ereignisse gemacht werden. Maschinelles Lernen ("machine learning") ist eine Data Science Disziplin, die Werkzeuge und Verfahren zu diesem Zweck zur Verfügung stellt. Hier unterstützt Python mit der Bibliothek «scikit-learn» und bietet mächtige Algorithmen mit einem einheitlichen Interface zum maschinellen Lernen sowie Tools zur professionellen Darstellung der Ergebnisse.

Zu 2: Der Grund, dass keine Daten vorhanden sind liegt oft darin, dass zur Erfassung teure Messinfrastruktur benötigt wird. Die zunehmende «Digitalisierung» trägt zur Lösung dieses Problems durch das Aufkommen von günstigen (<40 CHF) Einplatinen-PCs bei. Anfänglich als Gadget belächelt, werden sie zunehmen auch in industrienahen Anwendungen eingesetzt. Ihre Stärke ist jedoch ein schnelles **Prototyping**: ausreichendstarke Hardware

bei niederen Kosten und einer grossen Community welche eine Vielzahl Lösungsansätze veröffentlicht, z.B. in Foren oder Tutorials. Ebenfalls entstanden in den letzten Jahren kostengünstige Lösungen für Strahlungsmessung mittels Pyranometer mit hoher Genauigkeit, sowie Leistungs- und Energiemessgeräte. Die digitale Kommunikation der Komponenten ermöglicht die Erstellung von eigenständigen Anwendungen wie Eigenverbrauchsteuerung, Energie oder Effizienz Monitoring, Prognose, usw.



Abbildung 4 Beispiel kostengünstiger (CHF 600) und hochgenaue Messhardware für Aussentemperatur, Strahlung, Elektrische Daten für PV-Überwachung und Eigenverbrauchssteuerung und Visualisierung

Im Falle des Raspberry Pi3 als Einplatinen-PC ist ein WLAN verfügbar. D.h. auf dem Klein-PC werden die Energiedaten erhoben, analysiert und über einen Server visualisiert. Über die WLAN Verbindung können die Daten lokal z.B. auf einem Smart Phone visualisiert werden. Auch hier kann auf das OpenSource Framework «Django» von Python zurückgegriffen werden.

Die Kompetenzen für Energieanalyse und Prototyping werden im CAS Energie digital an der NTB in Buchs vermittelt. Der Kurs startet Ende Februar 2018. Weiterführende

Informationen www.ntb.ch/energiemaster

1.12.2017 Markus Markstaler.