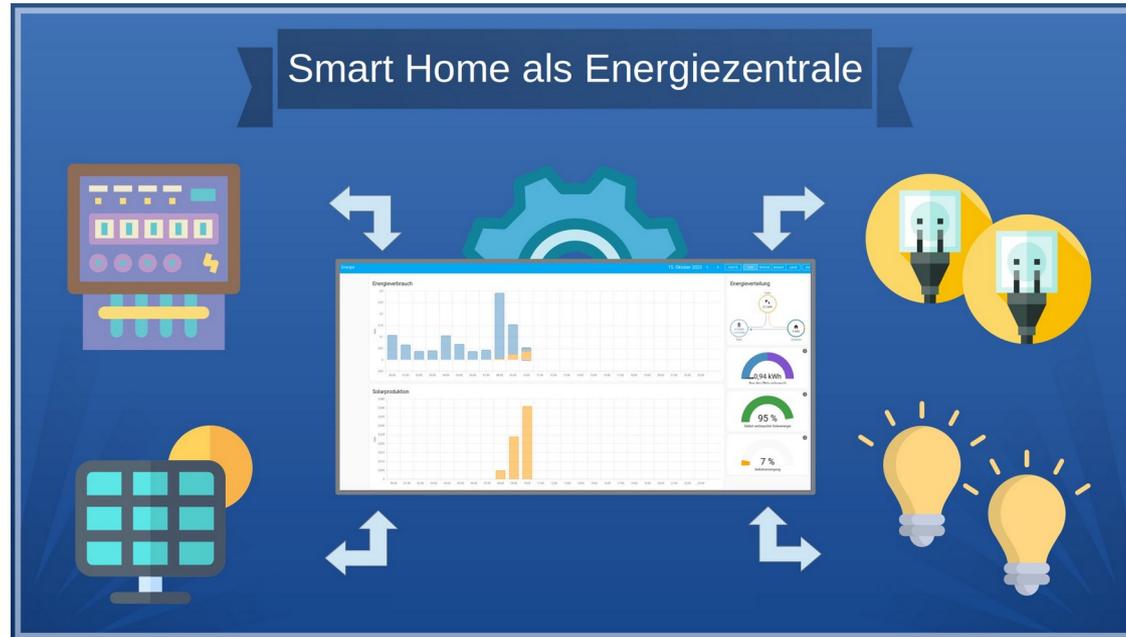


Smart Home



Energie selbst messen und darstellen

Dezember 2023 - Ersteller: andimoto (www.github.com/andimoto)

Makerspace Esslingen



Inhalte

- Warnung: Elektroinstallationen und 5 Sicherheitsregeln
- Grundlagen zu Leistung und Energie (230V)
- Einfache Messung – Messsteckdose, WLAN Steckdose
- Energieverbrauch typischer Haushaltsgeräte
- Messungen im Detail
- Dauerhafte Messungen umsetzen
- Demo & Simulation eines Sensors





!!! Warnung !!!



Elektrischer Strom ist lebensgefährlich! Zum Arbeiten an elektrischen Anlagen sind **Fachkenntnisse** und eine **spezielle Ausbildung** erforderlich.

Dieser Vortrag soll lediglich Möglichkeiten aufzeigen, den eigenen Energieverbrauch zu messen und darzustellen. Hierzu können unter anderem auch Eingriffe am Stromkreis notwendig sein. Für Sach- oder Personenschäden wird keinerlei Haftung übernommen.





!!! Warnung !!!



5 Sicherheitsregeln

- **1. Freischalten**
 - Anlage all-polig vom Stromnetz trennen
- **2. Gegen Wiedereinschalten sichern**
 - Entfernen nur mit Werkzeug möglich
- **3. Spannungsfreiheit feststellen**
 - mit zweipoligem Spannungsprüfer (Multimeter wird nicht empfohlen)
- **4. Erden und Kurzschließen**
 - bei Anlagen über 1kV!
- **5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile absichern**



Warum das Ganze?

- Wissen, welches Verbrauchsverhalten man hat und wo man eventuell Energie sparen kann
- Wissen, wann man am besten Energieintensive Geräte betreiben kann
- Auslegen einer Solaranlage oder eines Balkonkraftwerks



Grundlagen Leistung

- Elektrische Leistung (**P**) ist das Produkt aus Spannung (**V**) und Strom (**I**)

Spannung * Strom	Leistung (P)
5V * 0.2A	1W
25V * 4A	100W
230V * 0.43A	100W
230V * 10A	2300W (2,3kW)

- Geräte haben eine elektrische Leistungsaufnahme während ihrer Aktivität (nicht konstant)
- Die Leistung eines Geräts wird meist angegeben (Typenschild)



Grundlagen Energie

- Energie ist die Arbeit die innerhalb einer Zeitspanne verrichtet wird
- Energie wird als Wattstunde angegeben und ist das Produkt aus Leistung und Zeit

Leistung * Zeit	Energie
$1W * 1h$	1Wh
$100W * 0.5h$	50Wh
$(230V * 1A) * 1h$	230Wh
$2300W * 0.1h$	230Wh



Grundlagen Energie

Was ist nötig um 1kWh zu erzeugen?

- 10 Stunden Fahrrad fahren ¹
- 1h 40min eines 600W Balkonkraftwerks ²
- 3,6s eines 1MW Windrads (1MW = 1000kW) ³
- 100ml Kraftstoff (Diesel) ⁴
- 0,077m³ (77cm³) Gas (H-Gas) ⁵

1 Buch: Erneuerbare Energien zum Verstehen und Mitreden
2 optimale Ausrichtung, volle Einstrahlung
3 Windpark Drackenstein (Göppingen) hat 16,5MW Leistung (Wiki)
4 Heizwert Diesel -> 9,7kWh/L (Wikipedia)
5 Heizwert Gas -> bis zu 13kWh/m³



Leistung und Energie messen

- Einfach und günstig: Energiekostenmessgerät
- Digital und (mittlerweile) günstig: WLAN Steckdosen
- Stromzähler für Verteiler oder Strommesszange



Steckdosen



Einfaches
Steckdosenmessgerät

- kein WLAN
- Spannung
- Strom
- Leistung
- Energie
- Kosten



WLAN Steckdosen

- Netzwerk (mit beliebigen Protokollen)
- Spannung
- Strom
- Leistung
- Energie
- Schaltbar

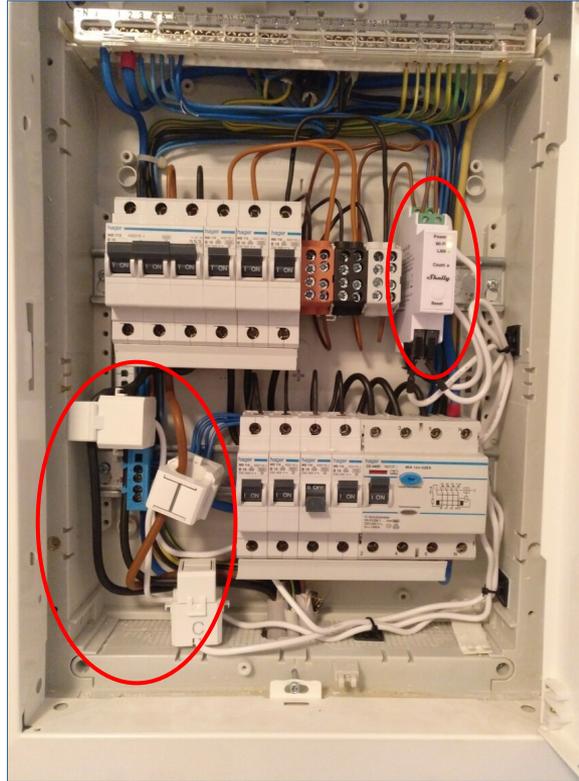


Weitere Strommessgeräte



Digitaler Stromzähler

- kein WLAN
- Spannung
- Strom
- Leistung
- Energie
- Auslesen per Lichtimpuls möglich



Stromzähler mit Messklammern

- WLAN/Bluetooth (Protokolle)
- Spannung
- Strom
- Leistung
- Energie



Stromzange

- Strom
- Spannung (mit Messspitzen)

WLAN Steckdosen

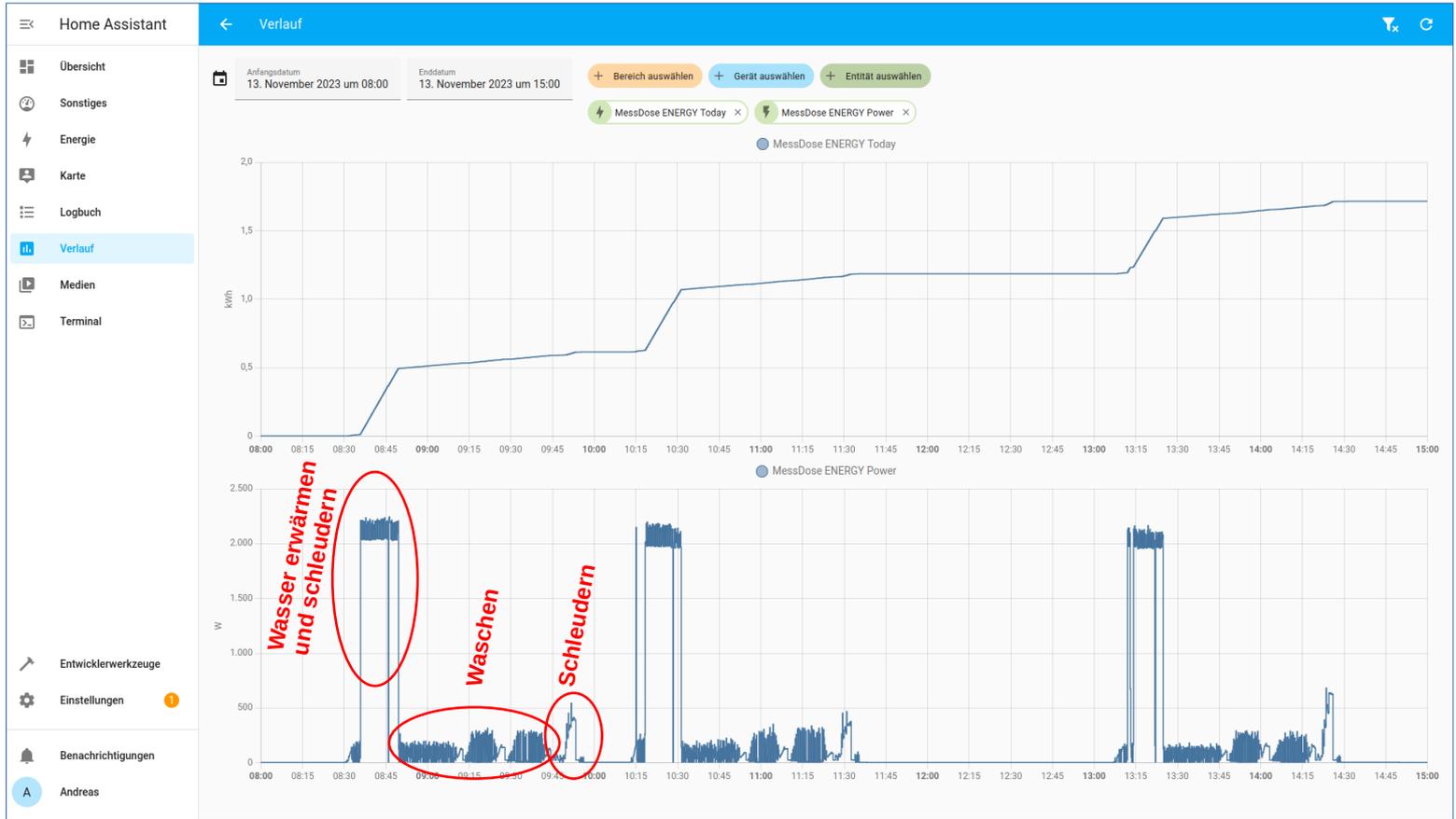
- Mit WLAN und schaltbar
- Bieten verschiedenste Protokolle (MQTT, etc)
- Anbindung an verschiedene Sprachassistenten
- Oft wird ein ESP Chip verwendet
- Alternative Software vorhanden: [Tasmota](#)



Verbrauch von Haushaltsgeräten

6h Radfahren
1h Sonne (600W)

Waschmaschine
12 Jahre alt
bei 40°C
ca. 1:20h
pro Waschgang
ca 0.5-0.6kWh



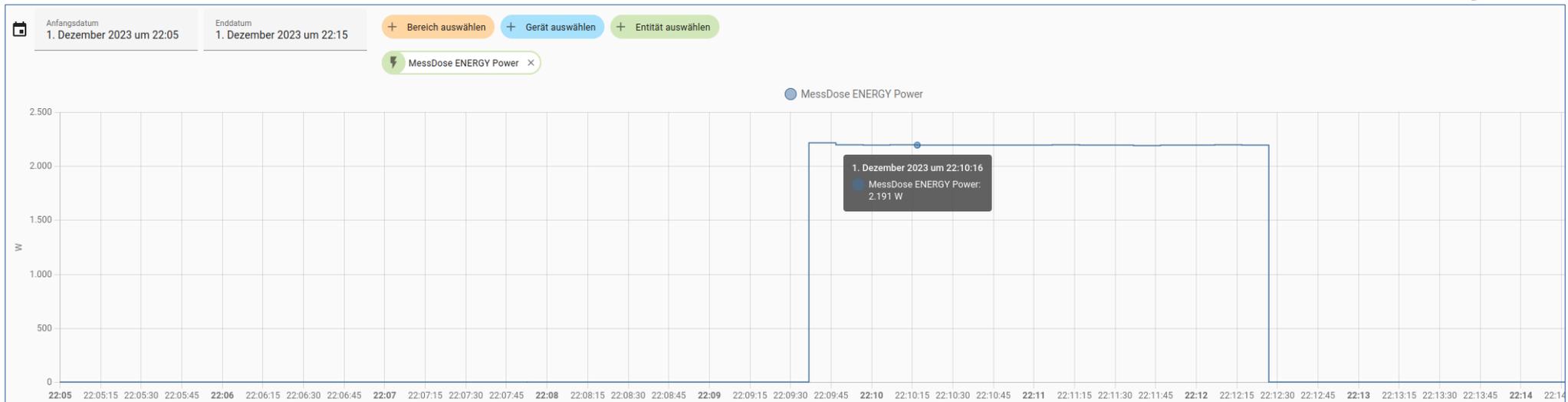
Verbrauch von Haushaltsgeräten

Wasserkocher (1 Liter / 20°C)

ca. 2 min (0.033h)

Verbrauch ca. $2200\text{W} * 0.033\text{h} = 72\text{Wh}$

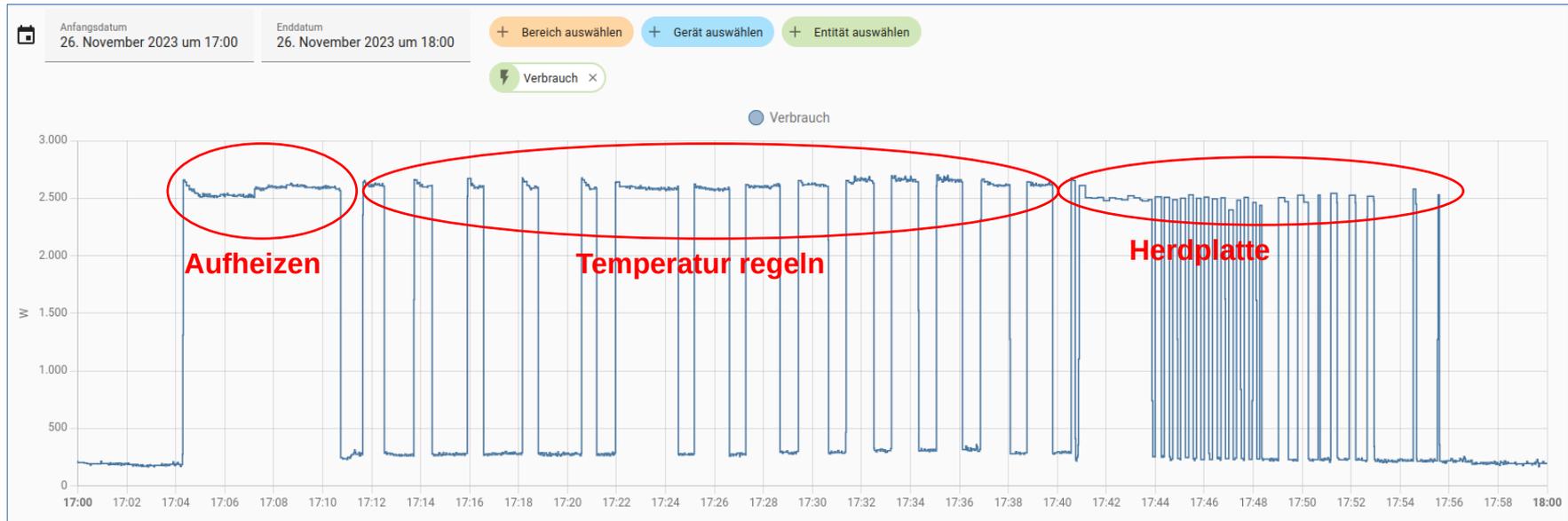
45min Radfahren
8min Sonne (600W)



Verbrauch von Haushaltsgeräten

Backofen und Herd (20Jahre? Cerankochfeld)
Leistungsspitze ca. 2300W
Verbrauch ca. 1.3kWh

13h Radfahren
2h10 Sonne (600W)



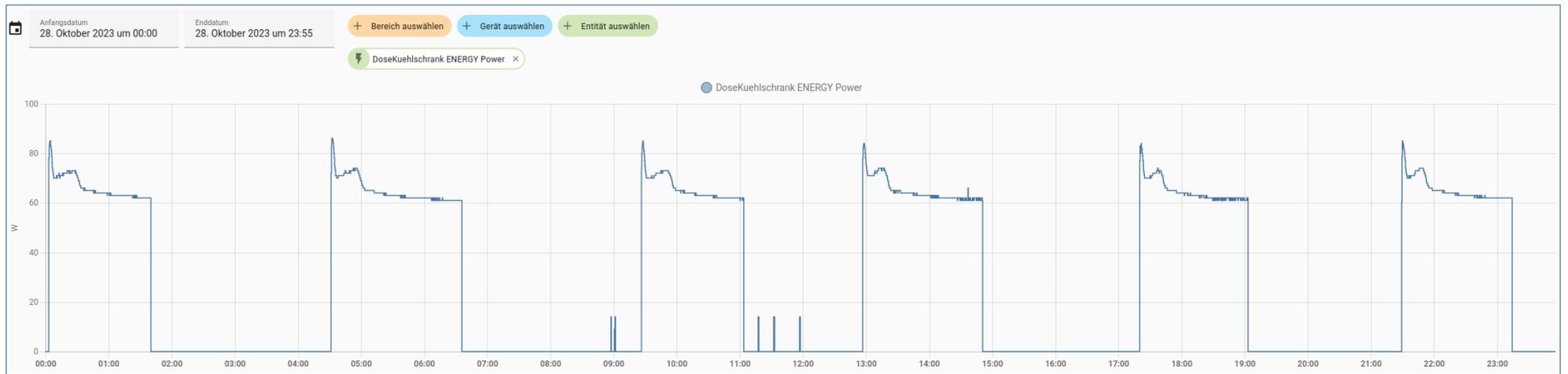
Verbrauch von Haushaltsgeräten

Kühlschrank (12Jahre alt)

Leistungsspitze ca. 80W

Verbrauch ca. 600-700Wh / Tag

7h Radfahren
1h10 Sonne (600W)



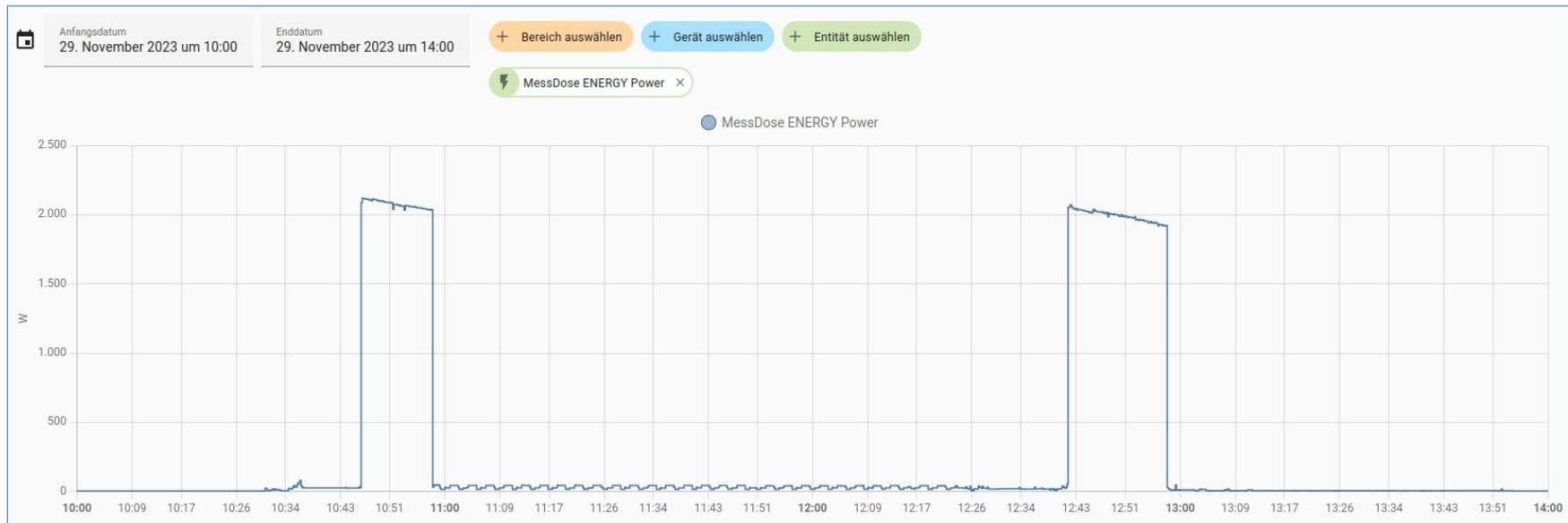
Verbrauch von Haushaltsgeräten

Spülmaschine Eco Modus 50°C

Leistungsspitze ca. 2100W

Verbrauch ca. 1kWh (Winter! - im Sommer 0,6kWh)

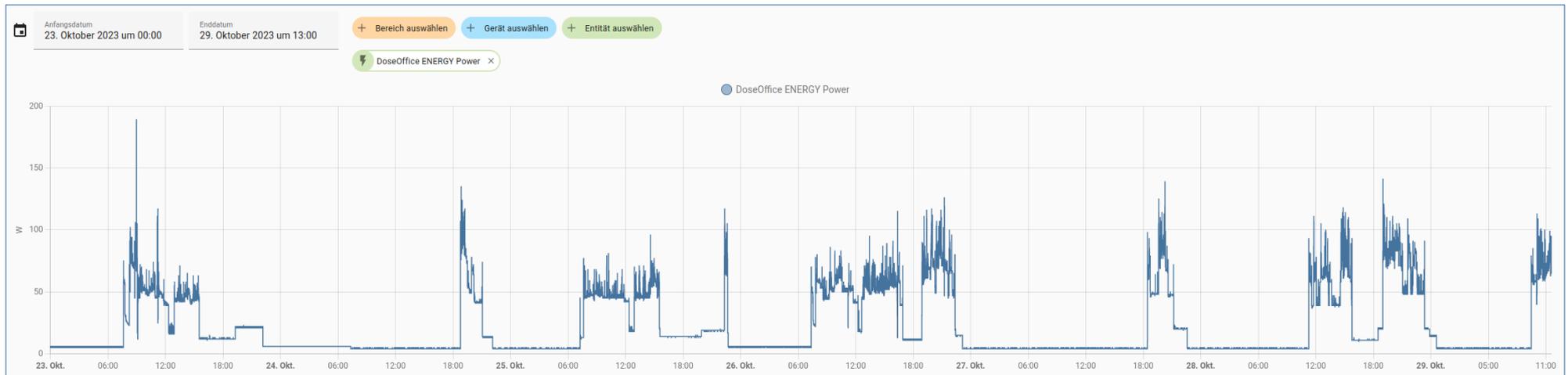
10h Radfahren
1h40 Sonne (600W)



Verbrauch von Haushaltsgeräten

Home Office – 1 Woche (8h Laptop & Bildschirm)
Leistungsschnitt ca. 50-80W Spitze ca. 100W - 200W
Verbrauch ca. 500Wh* / Tag

5h Radfahren
50min Sonne (600W)



* hier ist auch „Freizeit“-Verbrauch dargestellt!

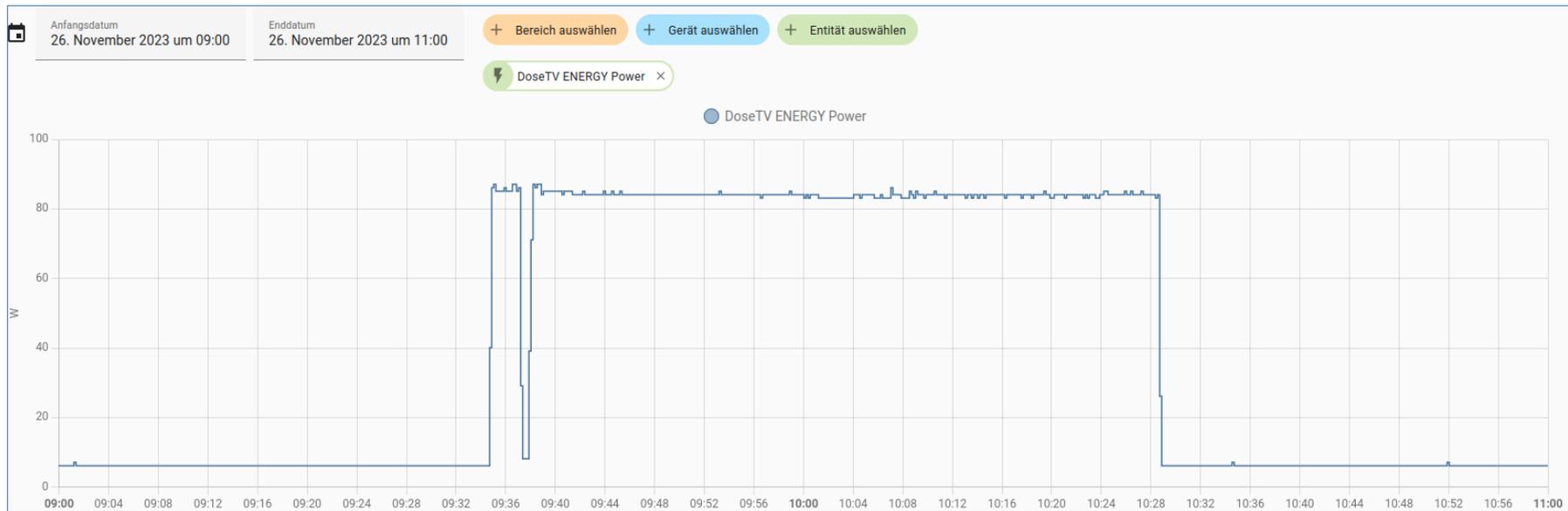
Verbrauch von Haushaltsgeräten

TV ca. 1h

Leistungsspitze ca. 80W

Verbrauch ca. 80Wh

48min Radfahren
8min Sonne (600W)



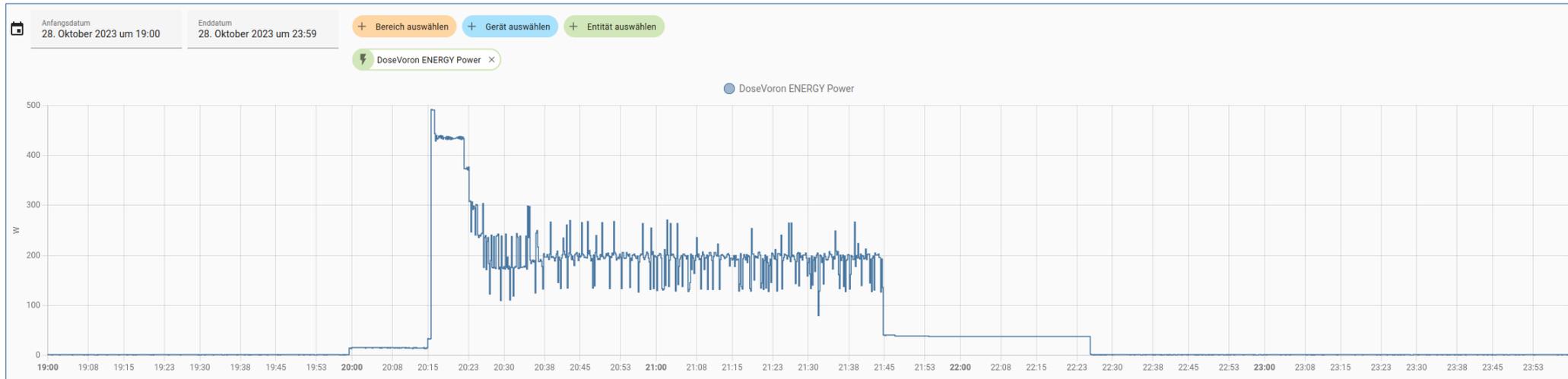
Verbrauch von Haushaltsgeräten

großer 3D Drucker ca. 1h30

Leistungsspitze ca. 480W

Verbrauch ca. 325Wh (8min Heizphase@400W: 52Wh)

3h15 Radfahren
33min Sonne (600W)



Langzeitmessung

- Smarte WLAN Steckdosen
 - Shelly Plug, Nous, etc
 - Tasmota (alternative Firmware)
 - FritzBox & DECT
- Protokolle
 - MQTT
 - RestAPI
- Raspberry Pi
 - Home Assistant
 - Graphana mit MQTT Server & DB
 - etc



 TASMOTA

 MQTT



Langzeitmessung – WLAN Steckdosen

- Shelly Plug
 - Webserver
 - Cloud
 - Anmeldung nötig
 - MQTT
 - Broker (Server) nötig
 - Werte über RestAPI holen
 - z.B. `curl http://xxx.xxx.xxx.xxx/meter/0/power`
 - Langzeitmessung z.B. Script-gesteuert



 TASMOTA





Langzeitmessung – Smarte Steckdosen

- Tasmota (Firmware)
 - auf [vielen Geräten installierbar](#)
 - dank ESP Chips
 - fertige Tasmota Geräte verfügbar (z.B. Nous A1T)
 - Kalibrierung nötig!
 - Webserver
 - MQTT
 - Broker (Server) nötig
 - einfache Lösung
 - Werte über RestAPI holen
 - z.B. `curl http://server/cm?cmd=status%208 | jq | grep „Current“`
 - Langzeitmessung z.B. Script-gesteuert (ohne Smart Home Zentrale möglich)



 TASMOTA

 MQTT



Langzeitmessung – Smarte Steckdosen

- Fritz!DECT 200/210

- FritzBox nötig
- DECT Verbindung über FritzBox
- keine Protokolle MQTT
- FritzBox Integration in Home Assistant möglich
- Auswertung (nur) über FritzBox Webserver
- out-of-the-box



Quelle: AVM

Langzeitmessung – im Verteilerkasten

- Shelly (Pro) 3EM - 3-Phasenmessung
 - Messung durch Stromwandler
 - Relativ einfache Installation
 - !Achtung! Elektriker nötig
 - Webserver / Cloud
 - MQTT
 - Keine Strombegrenzung
 - Weil Stromwandler (Feldmessung)
- Alternative: OWON – 3-Phasenmessung



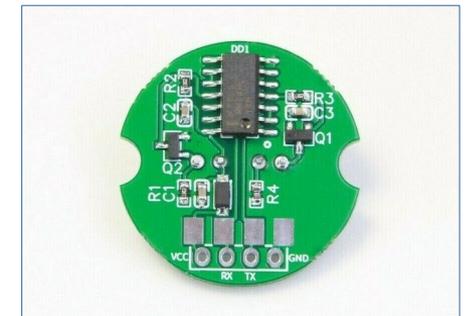
Langzeitmessung – im Verteilerkasten

- Direkte Strommessung
 - Muss in die Zuleitung installiert werden
 - !Achtung! Elektriker nötig (!!aufwendiger!!)
 - Webserver / Cloud / MQTT ??
 - Netzwerk / Modbus, etc
 - Vorsicht! Querschnitt und maximalen Strom beachten!!
 - Vorsicht! Viele Billiganbieter



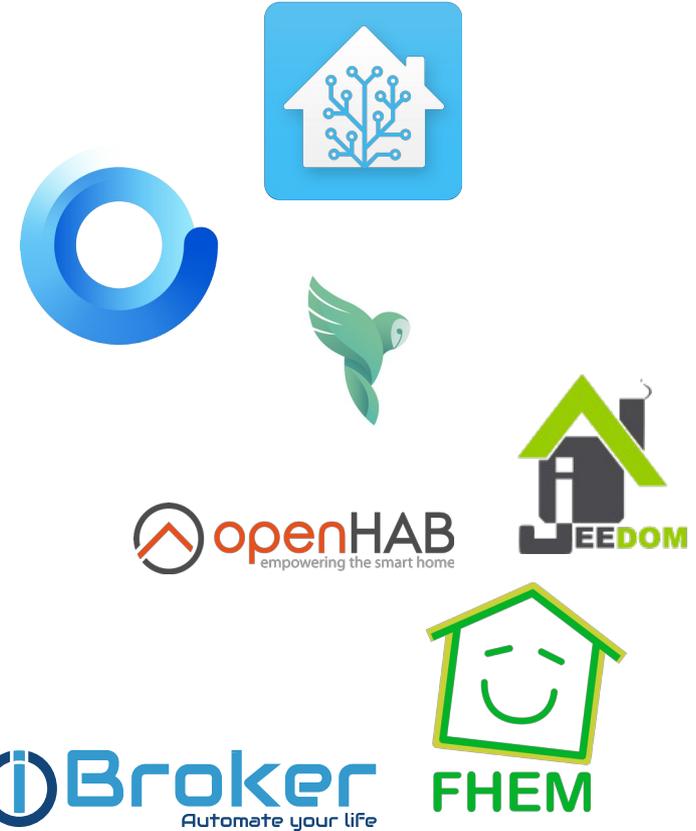
Langzeitmessung – im Verteilerkasten

- Auslesen des Stromzählers
 - Smart-Meter-Reader / IR Reader
 - Einfache Installation
 - nur bei neuen Smart Meter
 - Webserver / Cloud / Tasmota
 - MQTT, USB, RS232
 - relativ günstig 10€-50€
- **Volkszähler**, bitshake, uvm



Smart Home Zentralen im Überblick

- Home Assistant
- Gladys Assistant
- nymea
- jeedom
- OpenHAB
- FHEM
- ioBroker

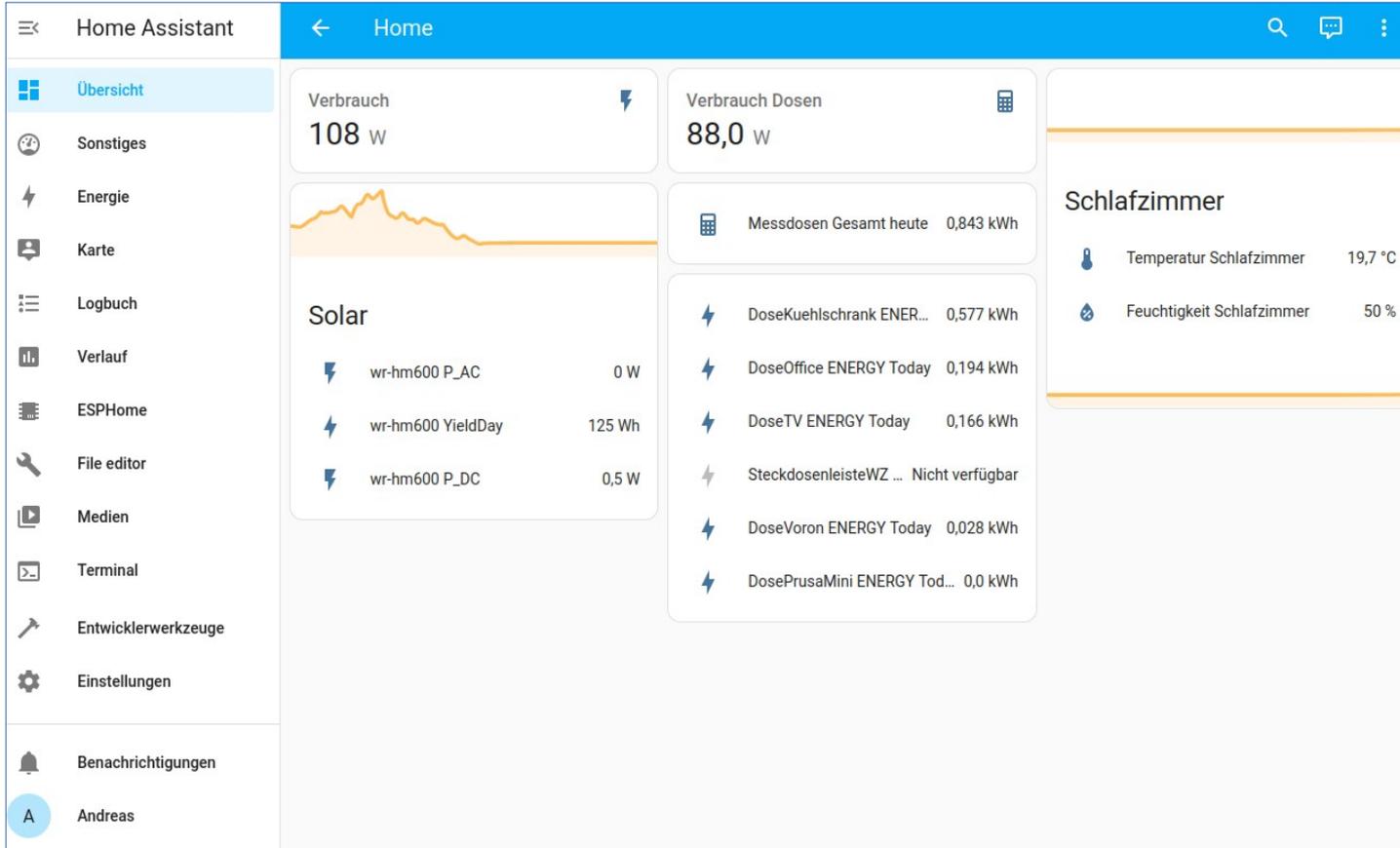


Smart Home Zentrale

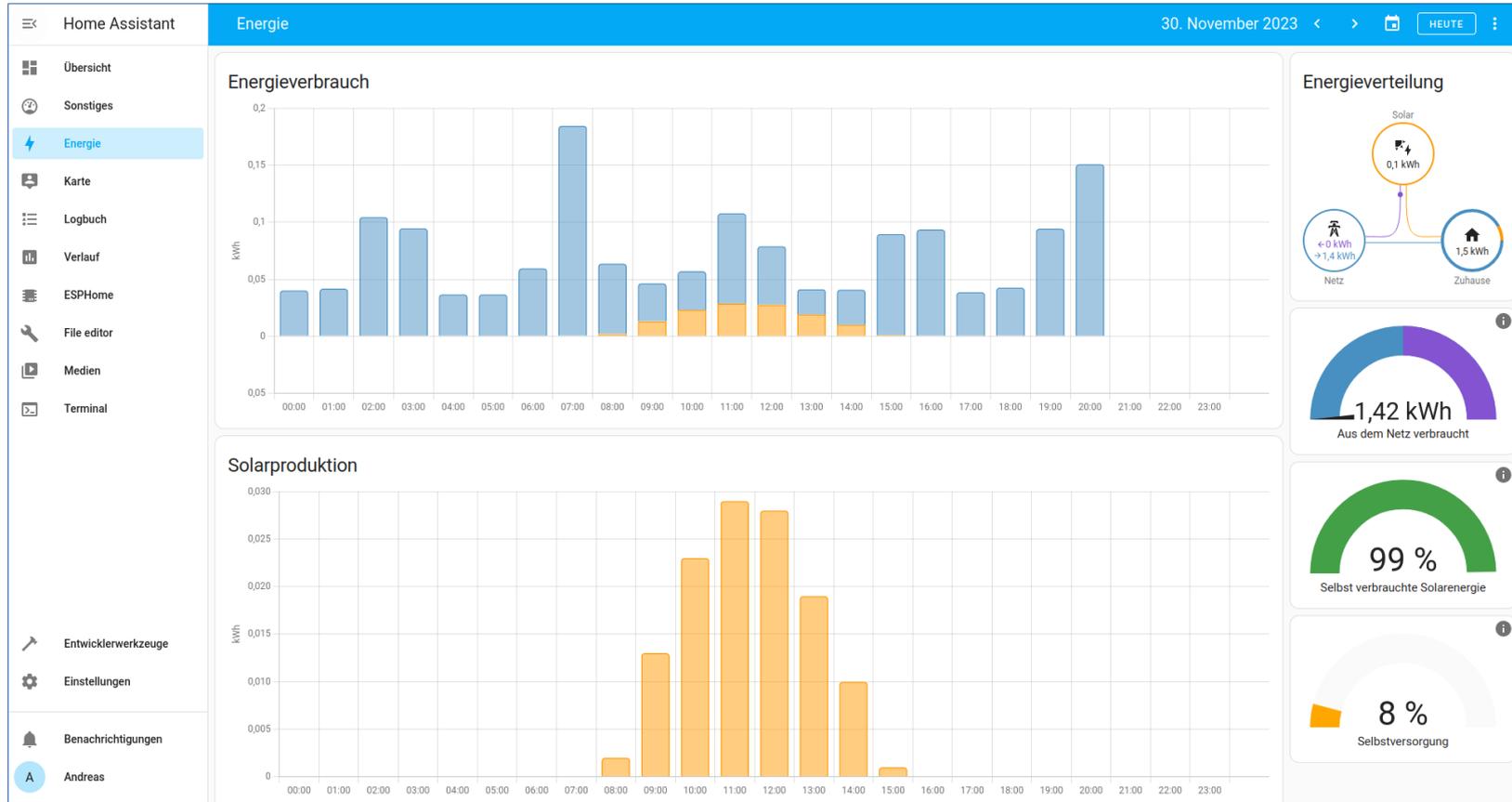


- Home Assistant
 - großes open-source Projekt
 - auf vielen Plattformen installierbar (RPi, Linux, Windows, MacOS)
 - viele Geräte können eingebunden werden
 - geschlossene Systeme können eingebunden werden
 - viele Automatisierungsmöglichkeiten
 - viele Konfigurationsmöglichkeiten
 - viele Plugins
 - Langzeit-Darstellungen und Berechnungen für Verbrauch und Produktion

Smart Home Zentrale



Smart Home Zentrale



Smart Home Zentrale

Home Assistant Energie 30. November 2023 HEUTE

8 %
Selbstversorgung

Quellen

Quelle	Energie	Kosten
wr-hm600 YieldDay	0,13 kWh	
Solar gesamt	0,13 kWh	
Pro3EM total active energy	1,42 kWh	0,54 €
Pro3EM total active returned energy	-0 kWh	-0,00 €
Netz gesamt	1,42 kWh	0,54 €

Einzelne Geräte überwachen

Gerät	Energie (kWh)
DoseKuehlschrank ENERGY Today	0,55
DoseOffice ENERGY Today	0,18
DoseTV ENERGY Today	0,17
DoseWohnzimmer ENERGY Today	0,05
DoseVoron ENERGY Today	0,03
DosePrusaMini ENERGY Today	0,01
MessDose ENERGY Today	0,00

Entwicklerwerkzeuge Einstellungen Benachrichtigungen Andreas



Smart Home Zentrale

The screenshot shows the Home Assistant interface with the 'Energie' (Energy) dashboard selected. The left sidebar contains navigation options: Übersicht, Sonstiges, Energie, Karte, Logbuch, Verlauf, ESPHome, File editor, Medien, Terminal, Entwicklerwerkzeuge, Einstellungen, Benachrichtigungen, and Andreas. The main content area features a top notification bar and several monitoring cards:

- Stromnetz**: Configures energy consumption and production. Includes cards for 'Netzverbrauch' (Pro3EM total active energy), 'Zurück zum Netz' (Pro3EM total active returned energy), and 'Kohlenstoff-Fußabdruck des Netzes' (ELECTRICITY MAPS INTEGRATION HINZUFÜGEN).
- Sonnenkollektoren**: Monitors solar modules. Includes 'Solarproduktion' (wr-hm600 YieldDay) and a 'SOLARPRODUKTION HINZUFÜGEN' button.
- Batteriespeicher zu Hause**: Configures battery systems. Includes a 'BATTERIESYSTEM HINZUFÜGEN' button.
- Gasverbrauch**: Monitors gas usage. Includes a 'GASQUELLE HINZUFÜGEN' button.
- Wasserverbrauch**: Monitors water usage. Includes a 'WASSERQUELLE HINZUFÜGEN' button.
- Einzelne Geräte**: Monitors individual devices. Includes a list of devices: DoseOffice ENERGY Today, DoseTV ENERGY Today, and DoseWohnzimmer ENERGY Today.



Home Assistant - Beispiel



- Plugin Mosquitto Broker nötig um MQTT zu empfangen
- MQTT im Messgerät einstellen
 - Server und Ports
 - User und Passwort = Home Assistant User Login
 - Frequenz der Nachrichten
- MQTT Nachrichten sollten eingehen
- Topic in Verbrauch, Produktion oder Dashboard eintragen
- Statistiken für Verbrauch und Produktion werden automatisch berechnet

Home Assistant - Demo



ESPHome

- Demo mit Home Assistant Docker Container unter Linux
 - Leider keine Addons -> kein MQTT/Mosquitto
 - Addons nur auf nativen Instanzen vorhanden (RPi, etc)
- Simulation eines Sensors (Strom) mit [esphome](#)
- **esphome** kann einfach in Home Assistant eingebunden werden
 - esphome Geräte werden automatisch erkannt
- Demo mit Simulation von Stromsensoren bzw. Energiesensoren
 - esp8266 nodemcu nötig (ca. 2-5€)
 - verschiedene ESP MCUs oder auch RP2040 möglich (ESP32, etc)
 - ESP MCUs haben WLAN integriert
 - So kann man die Smart Home Zentrale testen ohne Messgeräte zu kaufen



Home Assistant - Demo



ESPHome

- [esphome Umgebung installieren](#)
 - geht direkt in Home Assistant als Plugin
 - Docker Container
 - Commandline (Linux): ***pip install esphome***
- yaml Datei als Konfiguration für den Sensor erstellen
 - Konfiguration kann auch im HA-Plugin geschrieben werden
- mit ***esphome run datei.yaml*** Firmware bauen und auf esp8266 schreiben
 - ESP muss mit USB am Home Assistant oder am Host angeschlossen sein
 - nach dem ersten Programmieren funktionieren Updates auch per WLAN (OTA-Updates)
 - esphome bietet auch direkt Logs an (über CLI)



Home Assistant - Demo



Beispiel YAML: dummySensor.yaml

```
esphome:
  name: dummy
esp8266:
  board: esp01_1m
  framework:
    version: recommended
# Enable logging
logger:
# Enable Home Assistant API
api:
  password: ""
ota:
  password: ""
wifi:
  ssid: "SSID"
  password: "superGeheim"
# Enable fallback hotspot (captive portal) in case wifi connection fails
ap:
  ssid: "dummyWLAN"
  password: "password-von-dummy"
captive_portal:
web_server:
  port: 80

globals:
  - id: wh_sol
    type: float
    initial_value: "0.0"
  - id: wh_consum
    type: float
    initial_value: "0.0"

sensor:
  - platform: template
    name: "DummySolar"
    device_class: "energy"
    unit_of_measurement: "Wh"
    state_class: "total"
    lambda: |-
      id(wh_sol) = id(wh_sol) + 1.0;
      return id(wh_sol);
    update_interval: 10s
  - platform: template
    name: "DummyConsum"
    device_class: "energy"
    unit_of_measurement: "Wh"
    state_class: "total"
    lambda: |-
      id(wh_consum) = id(wh_consum) + 1.0;
      return id(wh_consum);
    update_interval: 5s
```

← Netzwerkname

← MCU Board

← WLAN Config

← Webserver aktivieren

← Globale Variable als Zähler für Solar

← Globale Variable als Zähler für Verbrauch

← Volage für Sensor

← Sensorname

← Geräteklasse, Einheit, Zustandsklasse

← Lambda Funktion: wird in Source Code eingebaut

← Sendeintervall

← nächster Sensor



Wissenswertes

- **esphome.io**
 - Alle Arten von Sensoren können selbst gebaut werden
 - Bsp: [Temperatur- und Feuchtigkeitssensor](#) mit DHT22
- **AhoyDTU** und **OpenDTU**
 - DIY Funkeinheiten für Hoymiles Wechselrichter
 - Basieren auf ESP32 und Funkmodul
 - Teile sehr günstig, auch fertig verfügbar
- **Stromgedacht** - <https://www.stromgedacht.de/>
 - Smart-Phone App der TransnetBW
 - Sendet Push-Benachrichtigungen (geringes Aufkommen ;) , man wird nicht belästigt)
 - wenn Strom verbraucht werden kann oder sollte – Viel Windenergie vorhanden
 - wenn Strom gespart werden sollte – Wenig Erneuerbare
 - Hilft CO2 zu sparen
- Home Assistant – gut zu wissen!
 - nur Energiestatistiken werden komplett gespeichert
 - Sensordaten werden nur 10 Tage gespeichert (Änderung nicht empfohlen wg. Performance)
 - Da regelmäßig Daten geschrieben werden, wird eine SSD empfohlen (bei Raspberry)



Viel Spaß beim Messen!!

www.makerspace-esslingen.de

Makerspace Esslingen

