

NILM4Balance Innosuisse Projekt

Tech-Lunch 18. März 2021

iHome|Lab

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE
LUZERN**

Technik & Architektur
FH Zentralschweiz



Living in the future. Today.

- Projektübersicht Innosuisse NILM4Bal
 - Motivation
 - Inhalt
 - Ergebnisse
 - Nutzen
- Identifikation und Disaggregation (NILM)
 - Identifikation und Leistungsabschätzung Photovoltaik
 - Identifikation und Leistungsabschätzung Wärmepumpe
 - Disaggregation Wärmepumpen
- Thermische Modelle / Wärmelastvorhersage

Motivation – Glättung von Lastspitzen

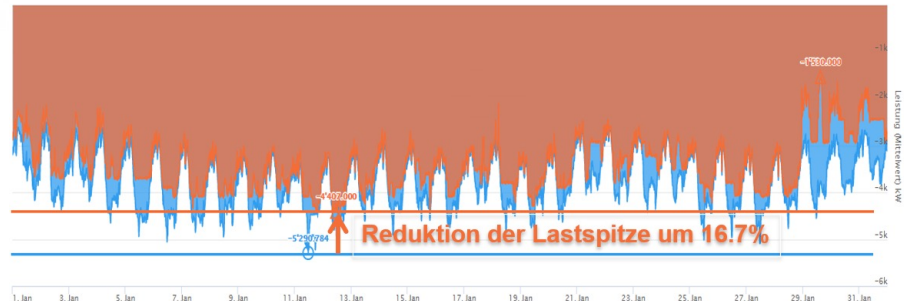
Betragsermittlung

| Komponenten | Periode | Menge Einheit | Dauer | Ansatz [CHF] | Betrag [CHF] |
|---|---------------------|-------------------|-------|--------------|------------------|
| Netznutzung NVM | | | | | |
| Normallast T1 | 01.01.21 - 31.01.21 | 1'026'251 kWh | | 0.0097 | 9'954.63 |
| Schwachlast T2 | 01.01.21 - 31.01.21 | 1'645'273 kWh | | 0.0061 | 10'036.17 |
| Blind Verrechnung | 01.01.21 - 31.01.21 | 0 kVarh | | 0.035 | 0.00 |
| Monatsmaximum | 01.01.21 - 31.01.21 | 4'407.0 kW | 1 Mt. | 6.90 | 30'408.30 |
| Grundpreis je Netzübergabestelle gemessen | 01.01.21 - 31.01.21 | 4 | 1 Mt. | 170.00 | 680.00 |
| Total Netznutzung | | | | | 51'079.10 |

Monatsmaximum mit einem Netzkostenanteil von 59.5%

| | | |
|--------------------------------|-------|-----------|
| Total Objekt exkl. MWST | | 51'079.10 |
| MWST Total | 7.7 % | |
| Total Objekt inkl. MWST | | |

Verteilnetzbetreiber (VNB): Lastmanagement



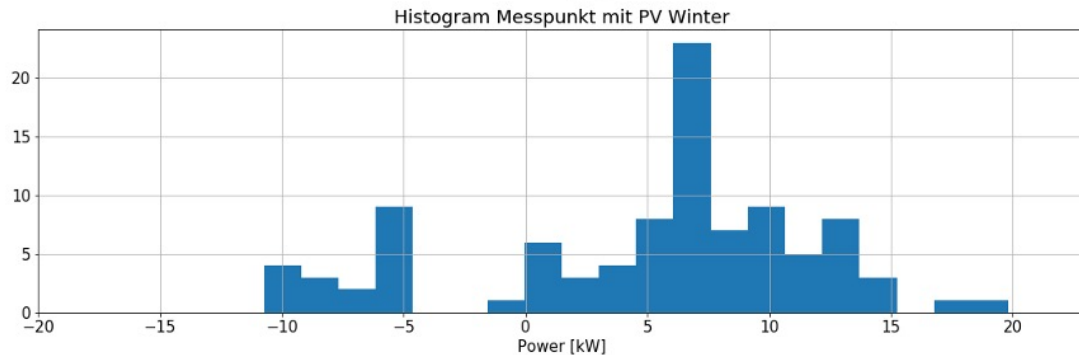
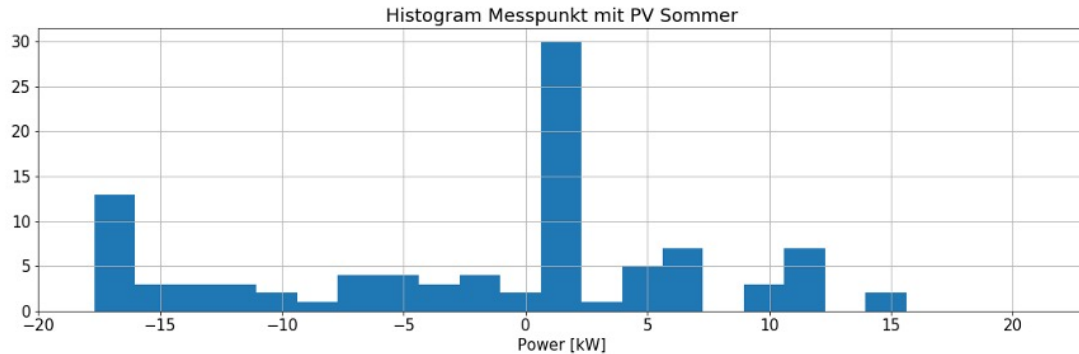
- Reduktion der monatlichen Lastspitze um 884 kW
Der VNB spart CHF 6'100 pro Monat, entspricht CHF 73'200 im Jahr
- Hausbesitzer erhält eine Entschädigung vom VNB
- Neue Tarifmodelle für «schaltbare» Verbraucher / Kunden

- Grosse Verbraucher wie Wärmepumpen wurden anhand von Smartmeter-Daten mittels Machine Learning Algorithmen und mathematischer Simulation automatisch identifiziert und auf ihr Lastverschiebepotential hin analysiert.
- Die dazu notwendigen Algorithmen wurden in einem Pilotbetrieb entwickelt, getestet und optimiert.
- Die optimierten Algorithmen wurden mittels eines Webservice in die Infrastruktur der Umsetzungspartners ASGAL Informatik GmbH integriert und mit Echtzeitdaten getestet.

- Automatische Identifizierung (Disaggregation) von Wärmepumpen und PV-Anlagen
- Ermittlung der Leistungsaufnahme
- Ermittlung der Einschaltzeitpunkte
- Ermittlung des täglichen Energieverbrauchs
- Stundenaufgelöste Vorhersage des vom Heizbedarf stammenden Energieverbrauches für variable Trainings- und Prädiktionsdauer
- Möglichkeit zur Abschätzung des Einflusses unterschiedlich langer Ausschaltdauern auf die Entwicklung des Energieverbrauches im Gebäude
- Algorithmus zur 24h aggregierten Vorhersage des Wärmebedarfs aufgrund von Wettervorhersagen
- Integration der Algorithmen in lauffähige Testumgebung beim Industriepartner
- Prognose PV-Produktion

- Die Ergebnisse ermöglichen die automatische Nutzbarmachung der in Haushalten und Betrieben bereits vorhandenen verschiebbaren Verbraucher (Wärmepumpen) für ein intelligentes Lastmanagement.
- Damit können die verschiebbaren Verbraucher für eine wirtschaftlich sinnvolle Lastverschiebung verwertbar gemacht werden, indem je nach Netzauslastung Lastspitzen geglättet (Peak Shaving) oder die Verbraucher als Energiespeicher genutzt werden.
- Ermöglicht effizienteren Betrieb des Verteilnetzes
- Einsparung von Netzausbaukosten
- Reduzierung Netzausbau verringert auch die negativen ökologischen und sozialen Auswirkungen

Photovoltaik Identifikation und Leistungsabschätzung



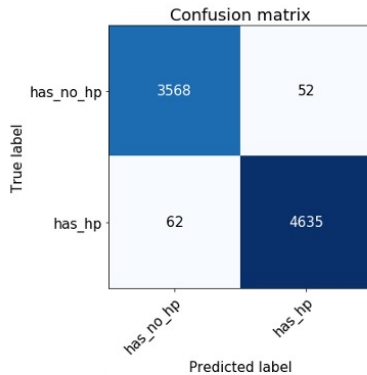
Verteilung Messpunkt mit PVA (oben: Sommer, unten: Winter)

Wärmepumpe Identifikation und Leistungsabschätzung

RandomForestClassifier

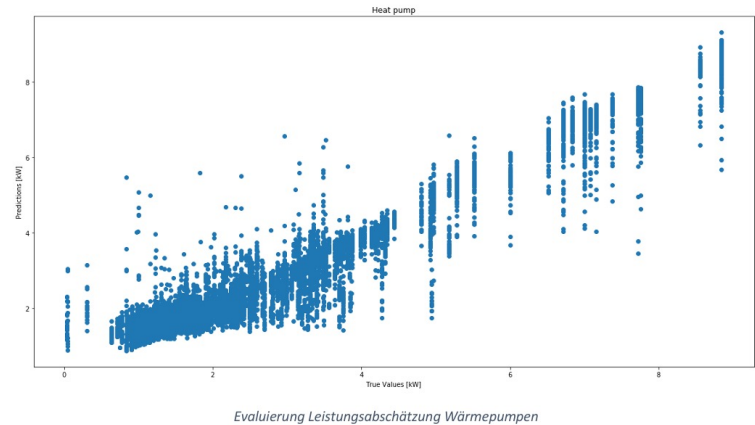
Validierung Wärmepumpen Identifikation

| | Validierung |
|-----------|-------------|
| Precision | 98.1 % |
| Recall | 98.3 % |



Confusion-Matrix über die Testdaten

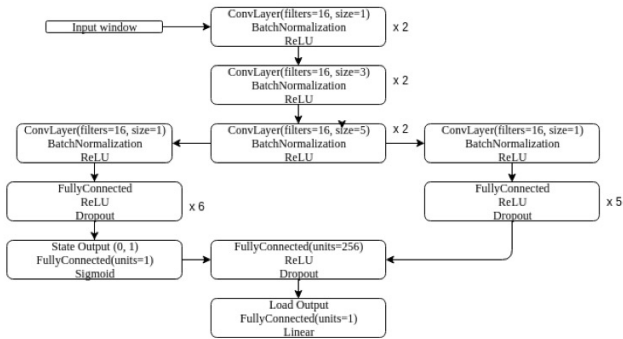
RandomForestRegressor



Implementation in Verarbeitungs-Pipeline

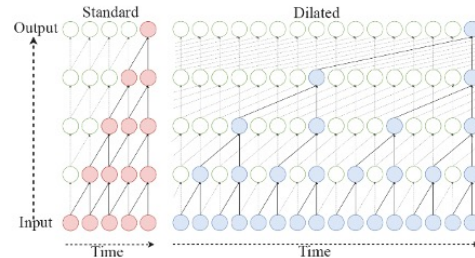
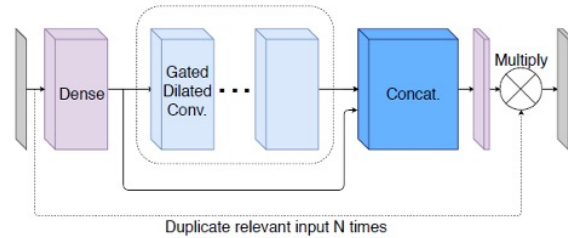
Disaggregation Wärmepumpe

CNN



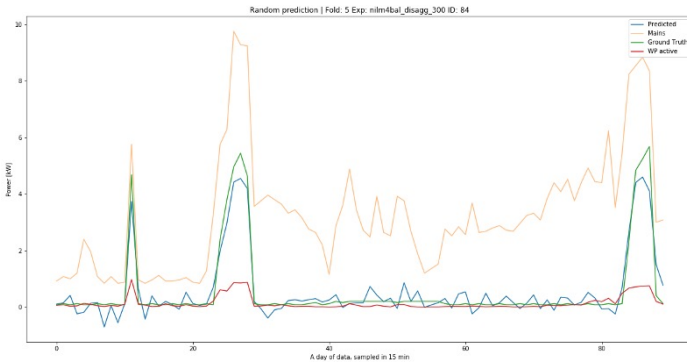
CNN Architektur

WaveNILM

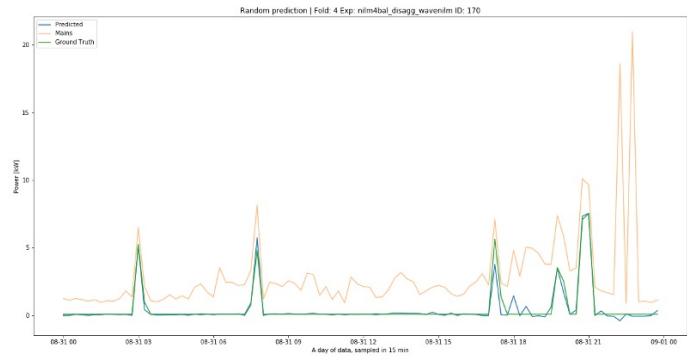


Disaggregation Wärmepumpe

CNN



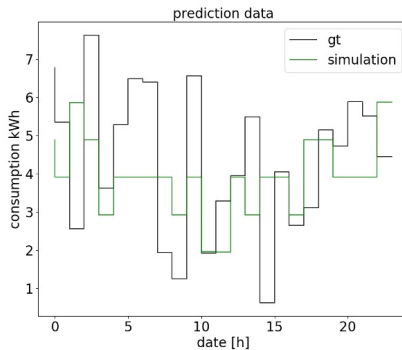
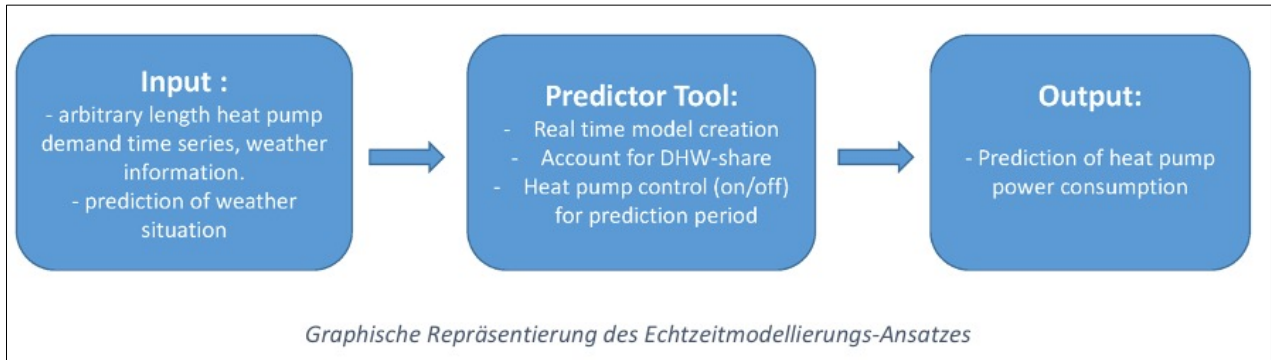
WaveNILM



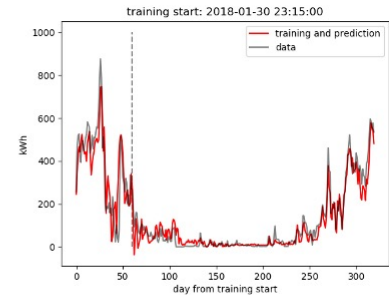
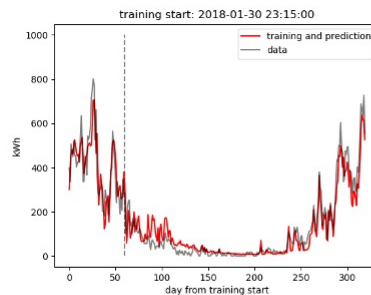
Vergleich WaveNILM und CNN

| Experiment | n-Fold Cross-Validation | MAE [kW] | RATEE | n-Samples (ca.) | Duration |
|------------|-------------------------|----------|-------|-----------------|----------|
| WaveNILM | 5 | 0.99 | 0.341 | 5'000 | 15m |
| CNN | 5 | 1.15 | 0.549 | 5'000 | 10m |

Thermische Modelle / Wärmelastvorhersage



Vergleich von Simulation (grün) und Grundruthdaten (schwarz) einer 24-h Vorhersage des Energieverbrauchs einer Wärmepumpe.



Exemplarische Darstellung des Vergleiches der verwendeten Modelle auf dem Trainingsset.

Integration der Projektergebnisse in NILM Service (<https://asgal.ch>)

NILM Service: Gerätetypen und Disaggregation



HOME

VISUALISIERUNG

MESSWESEN ▾

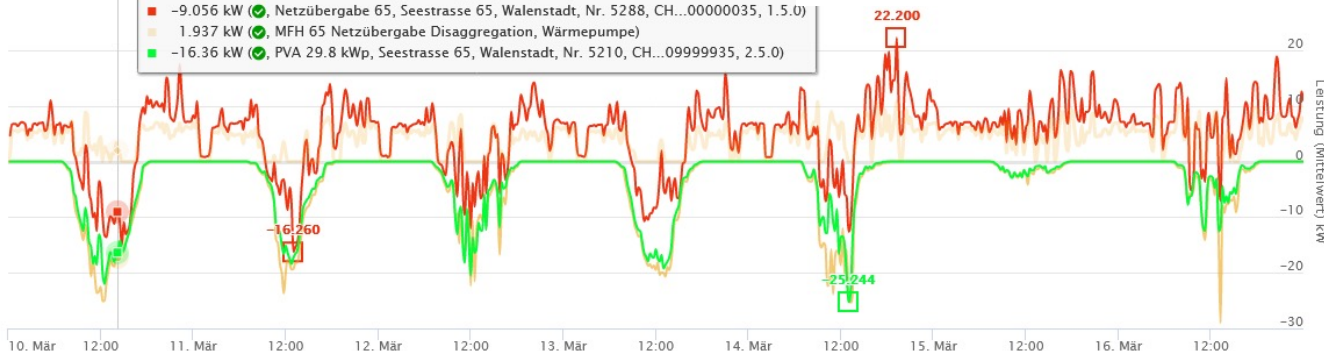
ABRECHNUNG ▾

AUSTAUSCH ▾

Mittwoch, 10. März, 14:15-14:29

10.03.2021 - 16.03.2021

- 17.206 kW (PVA, MFH 65 Netzübergabe Disaggregation, PVA)
- 9.056 kW (Netzübergabe 65, Seestrasse 65, Walenstadt, Nr. 5288, CH...00000035, 1.5.0)
- 1.937 kW (MFH 65 Netzübergabe Disaggregation, Wärmepumpe)
- 16.36 kW (PVA 29.8 kWp, Seestrasse 65, Walenstadt, Nr. 5210, CH...09999935, 2.5.0)



Erkannte Gerätetypen

| <input type="checkbox"/> | Gerätetyp | Leistung | Gewissheit | Abweichung |
|--------------------------|------------|-------------|------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | PVA | 23'683 Watt | 1.000 | 5.944 |
| <input type="checkbox"/> | Wärmepumpe | 10'037 Watt | 0.988 | 0.654 |

Bestehende Gerätetypen

| Gerätetyp | Maximale Leistung |
|------------|-------------------|
| Wärmepumpe | 12'000 Watt |
| PVA | 29'800 Watt |

Vielen Dank!

Guido Kniesel

Senior Wissenschaftlicher Mitarbeiter

<https://ihomelab.ch>

E-Mail: guido.kniesel@hslu.ch

LinkedIn: <https://linkedin.com/in/guidokniesel>