

Saisonale Energiespeicher

Effiziente Methodik zur Dimensionierung
der Energieversorgung
für Gebäude, Areal und Städte

Michael Mollet

MSE FHNW Building Technologies

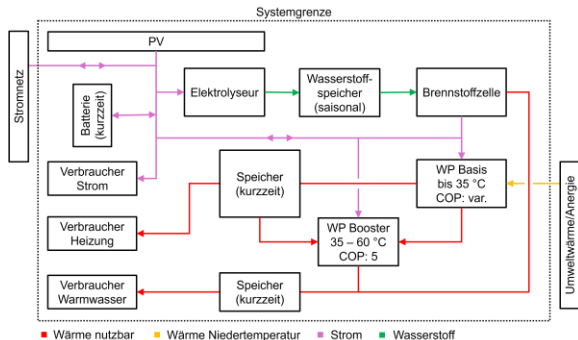
Institut für Nachhaltigkeit und Energie am Bau (INEB)

Prof. Dr. Natasa Vulic

Expertin

Prof. Dr. Achim Geissler

Betreuer



Ziel:

Optimierung der Energieversorgung von Gebäuden mit Langzeitspeicher

Herausforderungen:

Präziser Output ->

Minimale Rechenzeit ->

Qualität Input ->

Lösungen:

Optimierung in **stündlicher Auflösung** (MILP [1])

Design Days (typische Tage)

Automatisierte Gebäudesimulation (CESAR-P [2])

Produkt:

Python Programm (verfügbar via GitLab INEB)

Schweizweit anwendbar auf einzelne oder mehrere Gebäude

Rechenzeit im einstelligen Minutenbereich

[1] P. Gabrielli, „Optimal design of multi-energy systems: From technology modeling to system optimization“, Doctoral Thesis, ETH Zurich, 2019. doi: 10.3929/ethz-b-000408363.

<https://www.research-collection.ethz.ch/entities/publication/eaea8891-03c2-4b6e-ab92-5a784a1cabad>

[2] K. Orehounig, L. Fierz, J. Allan, S. Eggimann, N. Vulic, und A. Bojarski, CESAR-P. Python. EMPA, Schweiz. [Online]. Verfügbar unter: <https://github.com/hues-platform/cesar-p-core/tree/CESAR-P-V2.4.0>; <https://joss.theoj.org/papers/10.21105/joss.04261>

Mixed Integer and Linear Programming (MILP):

Entscheidungsvariablen (z.B. Speicherstand Batterie, Produktion PV)

*

Restriktionen (z.B. Strombilanz: Produktion = Bedarf)

=

Gleichungssystem

Open-source Solver (SCIP):

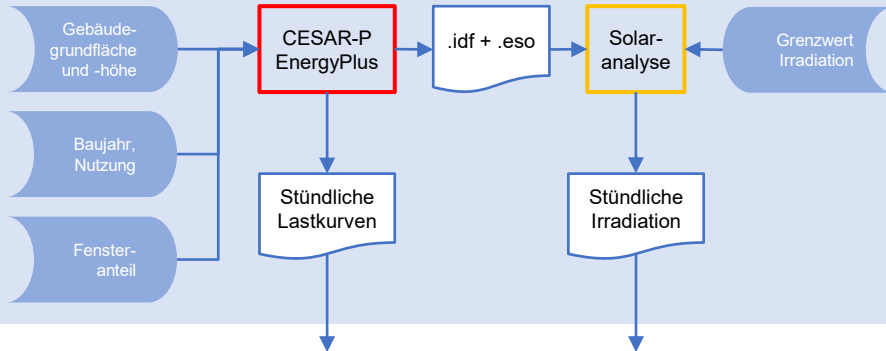
- Minimierung der jährlichen Kosten (CAPEX + OPEX)
- **optionaler Bedingung des Autarkiegrades**
- Minimierung der Emissionen wäre eine Möglichkeit

Flussdiagramm der Software

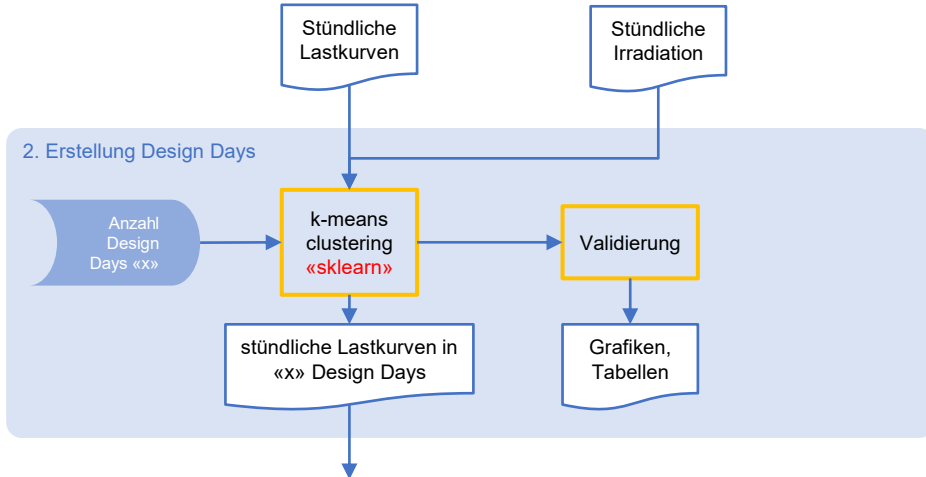
Rot = best. Scripts/Tools, Gelb = neue Scripts

Blau = Inputs, Weiss = Outputs

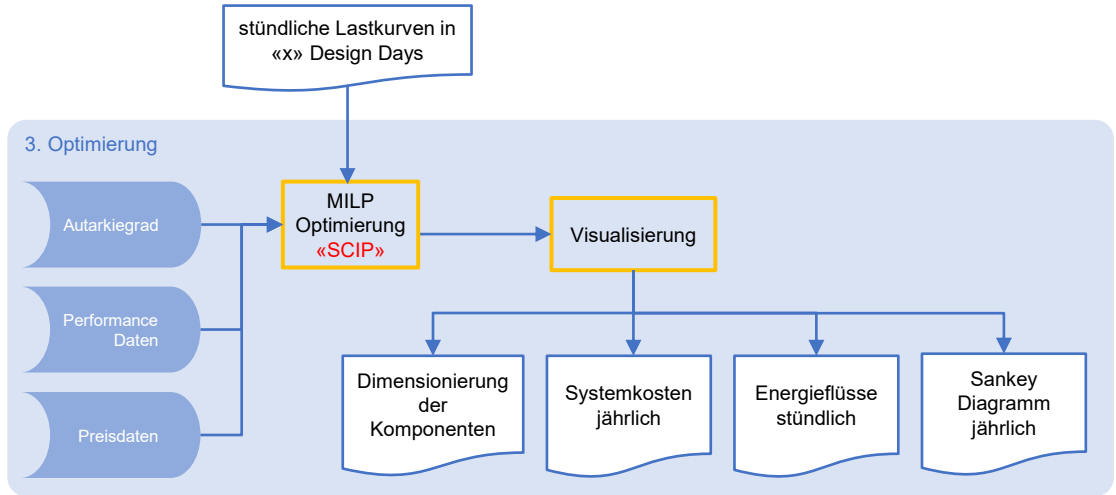
1. Generierung Lastkurven



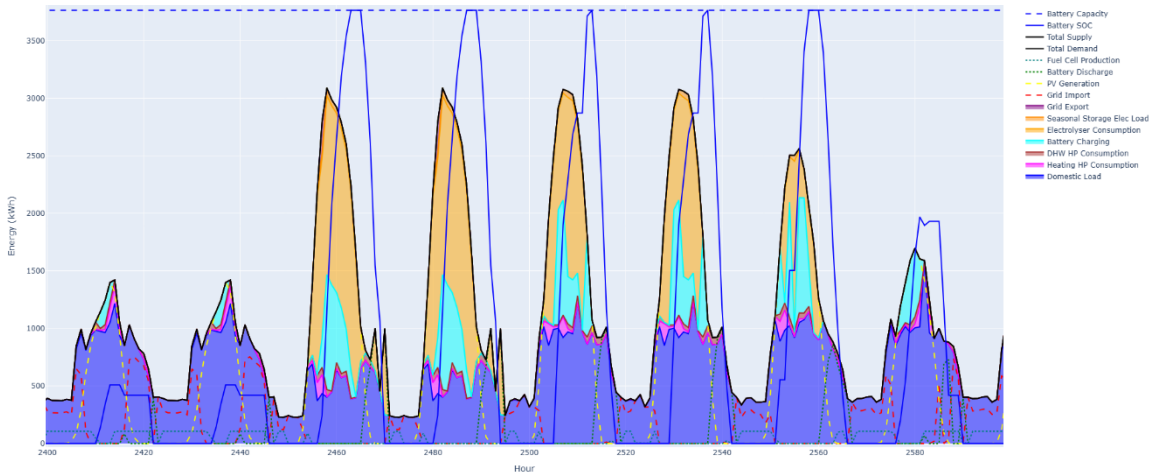
Flussdiagramm der Software



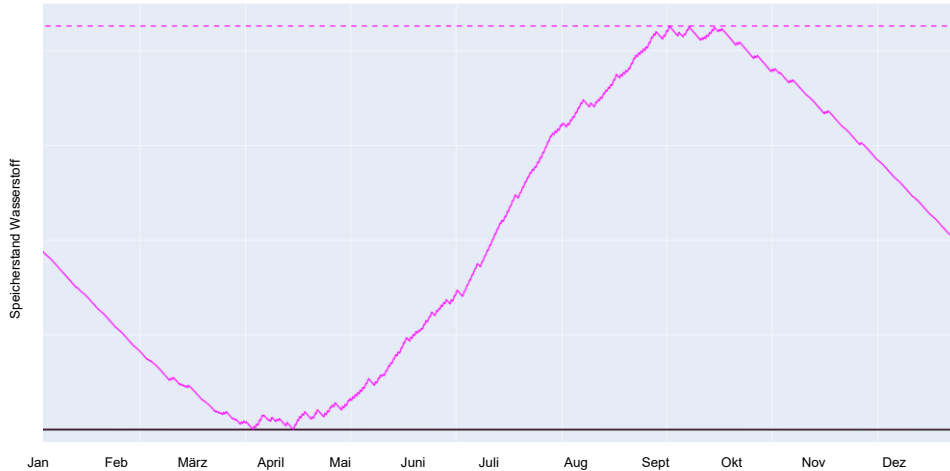
Flussdiagramm der Software



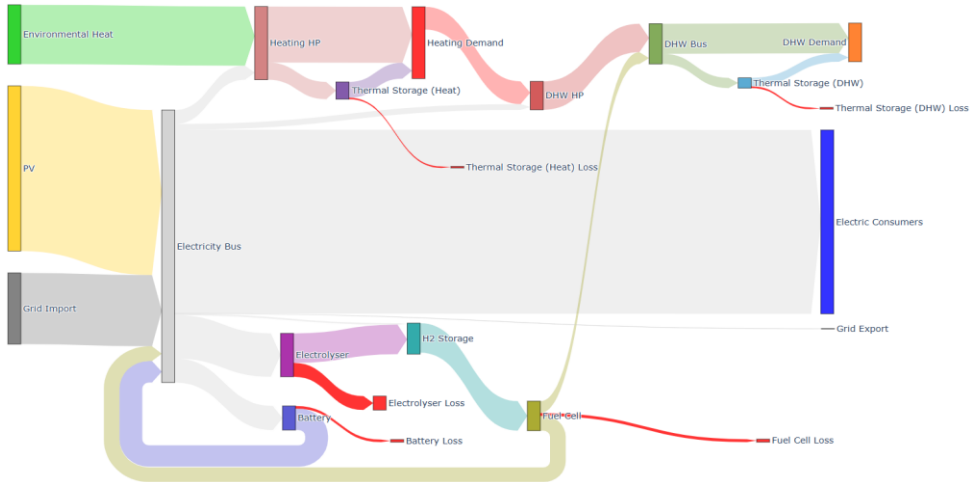
Output: Stündliche Energiebilanzen (Beispiel Fallstudie)



Stündliche Wasserstoffbilanz



Output: Sankey Diagramm Energieflüsse



Ziel:

Optimierung der Energieversorgung von Gebäuden mit Langzeitspeicher

Herausforderungen:

Präziser Output ->

Minimale Rechenzeit ->

Qualität Input ->

Lösungen:

Optimierung in **stündlicher Auflösung** (MILP [1])

Design Days (typische Tage)

Automatisierte Gebäudesimulation (CESAR-P [2])

Produkt:

Python Programm (verfügbar via GitLab INEB)

Schweizweite anwendbar auf einzelne oder mehrere Gebäude

Rechenzeit im einstelligen Minutenbereich

[1] P. Gabrielli, „Optimal design of multi-energy systems: From technology modeling to system optimization“, Doctoral Thesis, ETH Zurich, 2019. doi: 10.3929/ethz-b-000408363.

<https://www.research-collection.ethz.ch/entities/publication/eaea8891-03c2-4b6e-ab92-5a784a1cabad>

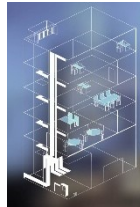
[2] K. Oreounig, L. Fierz, J. Allan, S. Eggimann, N. Vulic, und A. Bojarski, CESAR-P. Python. EMPA, Schweiz. [Online]. Verfügbar unter: <https://github.com/hues-platform/cesar-p-core/tree/CESAR-P-V2.4.0>; <https://joss.theoj.org/papers/10.21105/joss.04261>

Technoökonomische Modellierung an der EEGT-INEB

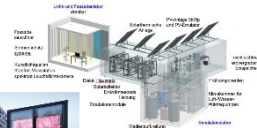
Design und Betrieb nachhaltiger Multi-Energiesysteme

- Planung von **Wärmeversorgungsstrategien** in der Arealentwicklung
- **Fallstudie** zu der **Flexibilität** z.B. mit **Speichern** in **lokalen Energiegemeinschaften**
- **Szenarioanalysen** zur **Dekarbonisierung bestehender Quartiere**

Erneuerbare Energie und Gebäudetechnik (EEGT)



ERL



Prof. Dr. Natasa Vulic, Natasa.Vulic@fhnw.ch