

TECHNO-ÖKONOMISCHE ANALYSE DER NUTZUNG VON ABWASSER FÜR DEZENTRALE WÄRMEERZEUGUNG IN GROSSER FERNWÄRME NETZWERKE

Daniel SCHWABENEDER¹ , Georg LETTNER¹

Motivation

Die aktuelle Wärmeversorgung, Versorgungsqualität und Robustheit von Fernwärmesystemen wird durch die Vielseitigkeit und einfache Nutzung fossiler Brennstoffe gewährleistet. Um den gleichen Versorgungsstandard in einem zukünftigen nachhaltigen, vollständig dekarbonisierten Fernwärmesystem aufrechtzuerhalten, ist eine erhöhte Flexibilität des Gesamtsystems und ein intelligentes Zusammenspiel aller seiner Komponenten erforderlich. Darüber hinaus eignen sich Fernwärmenetze hervorragend für Maßnahmen zur Flexibilisierung des Stromsystems durch Sektorkopplungstechnologien wie Wärmepumpen.

Diese Arbeit stellt einen Anwendungsfall des Vorzeigeprojekts ThermaFLEX [1] vor. Projektpartner WIEN ENERGIE plant, mit einer Kompressionswärmepumpe dem Abwasser in einem Kanal Wärme zu entziehen und diesem zuzuführen kontinuierlich in das Fernwärmenetz. Eine techno-ökonomische Analyse der Wärmepumpeninvestition und des optimalen Betriebs auf dem Day-Ahead-Spotmarkt und dem Ausgleichsmarkt für automatische Frequenzwiederherstellungsreserve (aFRR) wird durchgeführt, um die Fragen zu beantworten, ob eine Speicher- und Wärmepumpeninvestition wirtschaftlich machbar ist, und zu identifizieren die optimale Dimensionierung dieser Komponenten.

Methoden

Das Grundkonzept des analysierten Anwendungsfalls ist in Abbildung 1 dargestellt. Das Abwasser wird über einen Speicher zu einem Wärmetauscher umgeleitet. Die Wärmepumpe wird mit Strom betrieben, um Wärme aus dem Wärmetauscher in das Fernwärmenetz einzuspeisen.

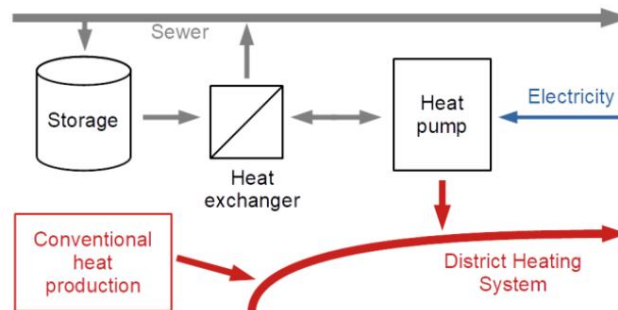


Abbildung 1: Grundkonzept der Wärmerückgewinnung aus Abwasser mit einer Kompressionswärmepumpe.

Um den optimalen Betrieb der Wärmepumpe zu simulieren und die optimale Dimensionierung des Speichers und der Wärmepumpe zu ermitteln, wird ein gemischtes ganzzahliges lineares Programm zur Minimierung der jährlichen Wärmeerzeugungskosten formuliert und gelöst. In einem ersten Schritt wird ausschließlich der Strombezug am Day-Ahead-Spotmarkt betrachtet. In einem zweiten Schritt wird zusätzlich die Bereitstellung von Flexibilität für das Stromsystem durch die Teilnahme am aFRR-Regelenergiemarkt untersucht. Die Optimierungsmodelle werden in Julia [2] mit der Toolbox JuMP [3] implementiert und mit dem Gurobi Solver [4] gelöst.

Ergebnisse und Fazit

Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Investition in eine Wärmepumpe wirtschaftlich kaum tragbar ist. Die Abwasserspeicherung bringt dagegen keinen wirtschaftlichen Nutzen für den Fernwärmenetzbetrieb. Aus technischen Gründen ist es jedoch erforderlich, das Abwasser vor Eintritt in den Wärmetauscher zu filtern und zu reinigen. Die Analyse des Betriebs der Wärmepumpe am Regelenergiemarkt ist noch in Arbeit. Eine weitere Steigerung des wirtschaftlichen Nutzens im Vergleich zur Day-Ahead-Spotmarktoptimierung wird erwartet.

¹ Arbeitsgruppe Energiewirtschaft / TU Wien, Gußhausstraße 25-29/E370-3, +43-(0)1-58801-370375, {schwabeneder, lettner}@eeg.tuwien.ac.at, www.eeg.tuwien.ac.at

Verweise

- [1] Forschungsinitiative Green Energy Lab, „Green Energy Lab ThermaFLEX“, 2019. [Online]. Verfügbar: <https://www.greenenergylab.at/projekt/thermaflex/>. [Abgerufen am 28.11.2019].
- [2] J. Bezanson, A. Edelman, S. Karpinski und VB Shah, „Julia: A Fresh Approach to Numerical Computing“, SIAM Rezension: 59, p. 65–98, 2017.
- [3] Dunning, J. Huchette und M. Lubin, „JuMP: A Modeling Language for Mathematical Optimization“, SIAM Review: 59, S. 295-320, 2017.
- [4] Gurobi Optimization, LLC, Gurobi Optimizer-Referenzhandbuch, 2019.

INSTANT FEEDBACK FOR ENERGY – BÜRGERINNEN ENTSCHEIDEN FÜR DIE ENERGIEWENDE MITTELS „PERSÖNLICHEM ENERGIE PROFIL (PEP)“

Wolfgang HORN¹, Michael BEDEK², Dietrich ALBERT²

Maßnahmen zur Klimaanpassung und Energiewende wurden bisher primär als technische Lösungen interpretiert, eine Erweiterung dieses Paradigmas ist aber zunehmend festzustellen. In diesem Beitrag gehen wir auf die besondere Rolle der BürgerInnen als AnwenderInnen, NutzerInnen und KundInnen von Energiedienstleistungen ein, mit dem Focus auf deren Transformation im Rahmen der Energiewende: von KonsumentInnen zu Prosumern, zu (Mit-)Entscheidenden seines oder ihres Verhaltens und zu Co-InvestorInnen der neuen Infrastrukturen, ohne die die Energiewende nicht darstellbar ist.

Verhaltensänderungen und Lernunterstützung mittels Realtime-Data und Feedbackschleifen bei den neuen, den BürgerInnen zugedachten Rollen waren auch die zentralen Fragestellungen des vorlaufenden Forschungsprojekts CODALoop (2016-19; Horizon 2020, No 857160), das Grundlagen international geschaffen, aber auch Hindernisse identifiziert hat.

Das geplante Folgeprojekt „Instant for Energy“ (I4E) soll diese Erkenntnisse in eine erste Umsetzungsphase bis 2022 übertragen: Die automatisierte und aktualisierbare Bereitstellung von Echtzeit-Energieverbrauchsdaten würden kombiniert mit einem sozio-psychologisch-kognitivem Modell und „instant Feedback-Loops“ eine innovative integrierte Lösung zu einem Persönlichen Energie Profil (PEP) darstellen (siehe Abbildung 1).

Dabei sollen Echtzeit-Energieverbrauchsdaten in aggregierter Form (Step 1, DSGVO konform), bei freiwillig erklärter Teilnahme (Step 2) auch auf individueller Basis, in das PEP einfließen. Als Zwischenziel definiert ist die Bereitstellung einer Pilotanwendung, die deutlich den Stand der Technik übertrifft und patentierbar ist. Eine derartige Lösung ist derzeit nicht am Markt. Ausgehend von einem TRL von 4 führt das Projekt zu einem TRL von 8.

Das Projektvorhaben zielt also darauf, die Einbindung und aktive Teilnahme der BürgerInnen durch datengestütztes Lernen wesentlich zu verstärken. Diese Teilnahme erfolgt auf drei Ebenen als i) Individual-Nutzer, ii) als Gruppe, Community oder BewohnerIn eines Stadtteils und iii) als Multiplikator wie als Stadt, EVU, Medienunternehmen, Beratungsstelle und dergleichen. Damit wäre I4E bestens geeignet für Kampagnen und Partizipationsprozesse, BürgerInnen als (Mit-)EntscheiderInnen des Verhaltens und als Co-InvestorInnen für die Energiewende zu gewinnen.

Metaziele dabei sind das Wecken von Neugierde für innovative Technologien und das Schaffen von Vertrauen und Akzeptanz. Gerade diese sind von besonderer Wertigkeit bei der Lösung der Fragen wie: i) wer hat unsere Energiedaten?, ii) wie werden sie für Bürger anwendbar?, iii) welche Einstellung habe ich als BürgerIn (im weiteren Sinn als die Community der AktivbürgerInnen)?, und iv) zu welchem Verhalten, Entscheidungen und Investitionen kommittieren wir uns? Dafür stellen wir hier ein Instrument vor, welches über die Energiewende hinaus für effiziente Klimaanpassung Ressourcen mobilisiert. Da die Verhaltens-, Entscheidungs- und Investitionspotentiale der BürgerInnen mit circa 33 Prozent des Gesamtpotentials aller Maßnahmen pro Klimaanpassung und Energiewende zu schätzen sind, ist diese BürgerInnen-Mobilisierung somit ein entscheidender Faktor.

¹ Horn Consult, Grazer Gasse 4, A-8430 Leibnitz, +43-699-127 95 627, wolfgang_horn@drei.at, <https://www.linkedin.com/in/wolfgang-horn-39063212b/>

² Technische Universität Graz, Plüddemangasse 104, A-8042 Graz, +43 (316) 873 30 630, {michael.bedek, dietrich.albert}@tugraz.at, <http://cognitive-science.at/>

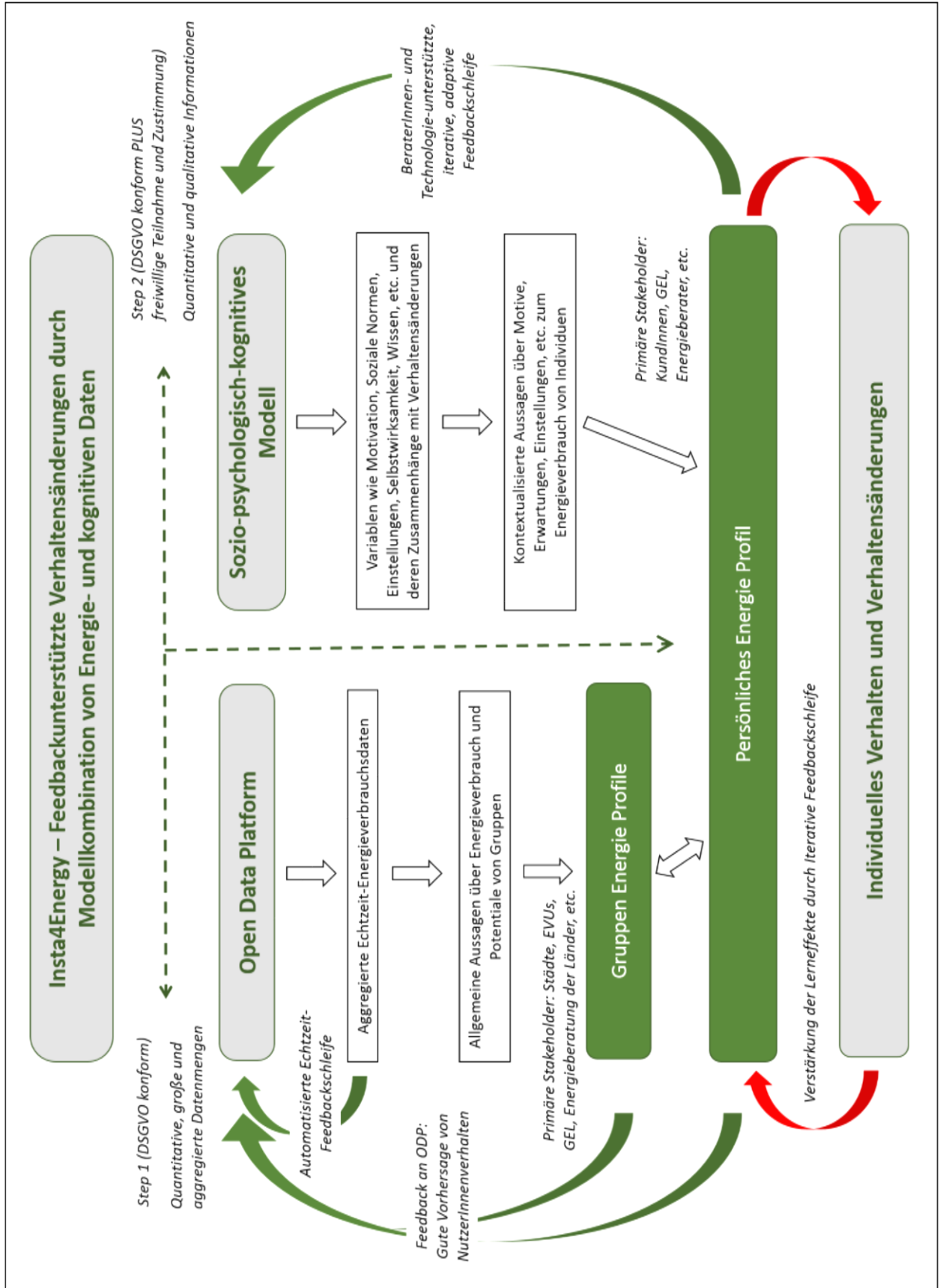


Abbildung 1: Das schematische „Instant for Energy“ (I4E) Modell zur daten- und feedbackunterstützten Verhaltensänderung