

LANGFRISTIGE PROGNOSE FÜR DEN WÄRMEBEDARF EINES NAHWÄRMENETZES UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DEMOGRAFISCHER ENTWICKLUNGEN

Lukas GNAM¹, Christian PFEIFFER², Markus PUCHEGGER³

Motivation

Die Energiewende ist in vollem Gange und führt dazu, dass die bestehenden Infrastrukturen hinsichtlich Bereitstellung und Umwandlung jedweder Art von Energie sich in einem grundlegenden Transitionsprozess wiederfinden. Der vermehrte Einsatz von Technologien zur Bereitstellung erneuerbarer Energie gepaart mit dem immer weiter steigenden Energiebedarf führt dazu, dass die Investitionsplanung für ein zukunftsfittes und effizient gestaltetes Energiesystem eine immer größer werdende Rolle einnimmt. Um Maßnahmen für die Veränderung bestehender Energienetze bestmöglich und langfristig vorausplanend durchführen zu können, ist es von essentieller Bedeutung die zukünftige Energiebedarfssituation zu kennen. Als integraler Bestandteil für eine solche Prognose dient die Entwicklung der Bevölkerungszahlen, die sowohl einen direkten (z.B. Heizen) als auch einen indirekten Einfluss (z.B. mehr Gewerbe- und Industriebetriebe) auf den Energiebedarf hat. Nebenher ist das Wissen über die zukünftige demografische Entwicklung eine bedeutende Entscheidungsgrundlage für die Infrastrukturplanung (z.B. Raumplanung, Stadtentwicklungskonzepte, etc.), welche einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Versorgungsinfrastrukturen haben.

Ziel dieser Arbeit ist es daher ein Modell zur Prognose des zukünftigen Fernwärmebedarfs basierend auf einer Abschätzung der zukünftigen Bevölkerungsstruktur zu entwickeln. Die Wärmebedarfsprognose wird gemeinsam mit der Betrachtung zweier unterschiedlichen Szenarien für die Klimaentwicklung für die Jahre 2030 und 2050 [1] durchgeführt. Ein simplifiziertes Fernwärmemodell einer österreichischen Kleinstadt dient in dieser Arbeit als Modellregion für die Evaluierung dieser Prognosemodelle. Es wird gezeigt welche Auswirkungen der sich verändernde Fernwärmebedarf auf die bestehende Energieinfrastruktur hat und gezeigt, welche Veränderungen notwendig sind um sich bestmöglich auf zukünftige Herausforderungen vorbereiten zu können.

Prognosemodell

Neben anderen gängigen Methoden zur Prognose des Wärmebedarfs, wie beispielsweise k-nearest Neighbour und Support Vektor Machines [1], sind autoregressive Modelle eine Alternative zur prädiktiven Regelung der Wärmebereitstellung. Als Grundlage für die Vorhersage des Fernwärmebedarfs der betrachteten Modellregion dient in der vorliegenden Arbeit ein nichtlineares autoregressives Modell mit exogenen Einflussfaktoren (NARX-Modell), dessen nichtlineare Funktion durch ein neuronales Netz approximiert wird [3]. Aufbauend auf vorhergehenden Arbeiten, deren Fokus auf der Eignung eines neuronalen Netzes für ein NARX-Modell lag, fließen in dieser Arbeit Außentemperatur, Luftfeuchtigkeit sowie Wochentag der Messung als relevante exogene Einflussfaktoren in das Prognosemodell ein [4].

In dieser Arbeit wird das bestehende Prognosemodell durch die Einbindung der zukünftigen Bevölkerungsentwicklung in die Vorhersage des Fernwärmebedarfs erweitert [5]. Anhand der Bevölkerungsprognose für die betrachtete Modellregion werden die Anzahl der Gebäude (Gewerbe, Industrie und Wohneinheiten) mittels nichtlinearer Regression in die Jahre 2030 und 2050 extrapoliert. Die extrapolierten Werte haben direkten Einfluss auf den Fernwärmebedarf der betrachteten Zeiträume. Außerdem werden zwei Klimaszenarien („Klimaschutz“ und „Business-as-Usual“) in der Prognose

¹ Forschung Burgenland GmbH, Campus 1, 7000 Eisenstadt, +43 5 7705-5475, lukas.gnam@forschung-burgenland.at

² Forschung Burgenland GmbH, Campus 1, 7000 Eisenstadt, +43 5 7705-5433, christian.pfeiffer@forschung-burgenland.at

³ Forschung Burgenland GmbH, Campus 1, 7000 Eisenstadt, +43 5 7705-5434, markus.puchegger@forschung-burgenland.at

berücksichtigt und deren Einfluss auf den Fernwärmebedarf evaluiert. Zusätzlich zu den Bedarfsprognosen wird mittels eines gemischt-ganzzahligen Optimierungsproblems untersucht, wie sich der geänderte Fernwärmebedarf auf das bestehende Versorgungsnetz der Modellregion auswirkt.

Ergebnisse

Den Ergebnissen der Wärmebedarfsprognose geht eine leicht rückläufige Entwicklung der Bevölkerungszahlen voraus, die aufgrund anhaltender Abwanderungen aus der Modellregion zustande kommen. Demgegenüber setzt sich der Trend zu kleineren Haushalten weiter fort. Dies führt in den betrachteten Szenarien insgesamt zu einer wachsenden Zahl an Wohneinheiten. Das gegenständliche Modell reagiert dabei elastisch auf die Gesamtanzahl der Gebäude in der Modellregion. Die regionale Erwärmung gemäß den Klimaszenarien führt zwar per se zu einem reduzierten Wärmebedarf, jedoch lassen die Szenarien unter der Annahme leicht steigender Industriedichte und Anzahl an Wohneinheiten auf einen insgesamt steigenden Wärmebedarf für die Jahre 2030 und 2050 schließen. Die Modellrechnungen zeigen, dass zwar die Wärmeversorgung der Modellregion mit der bestehenden Infrastruktur bis ins Jahr 2030 gesichert ist, darüber hinausgehend jedoch Erweiterungen erforderlich sind. Dies betrifft sowohl die Wärmeerzeugung, als auch den Einsatz von Wärmespeichern, die nachhaltig zu einer Effizienzsteigerung und Kostensenkung im ganzen Netz beitragen und die Integration fluktuierend erzeugender erneuerbarer Ressourcen erleichtern können.

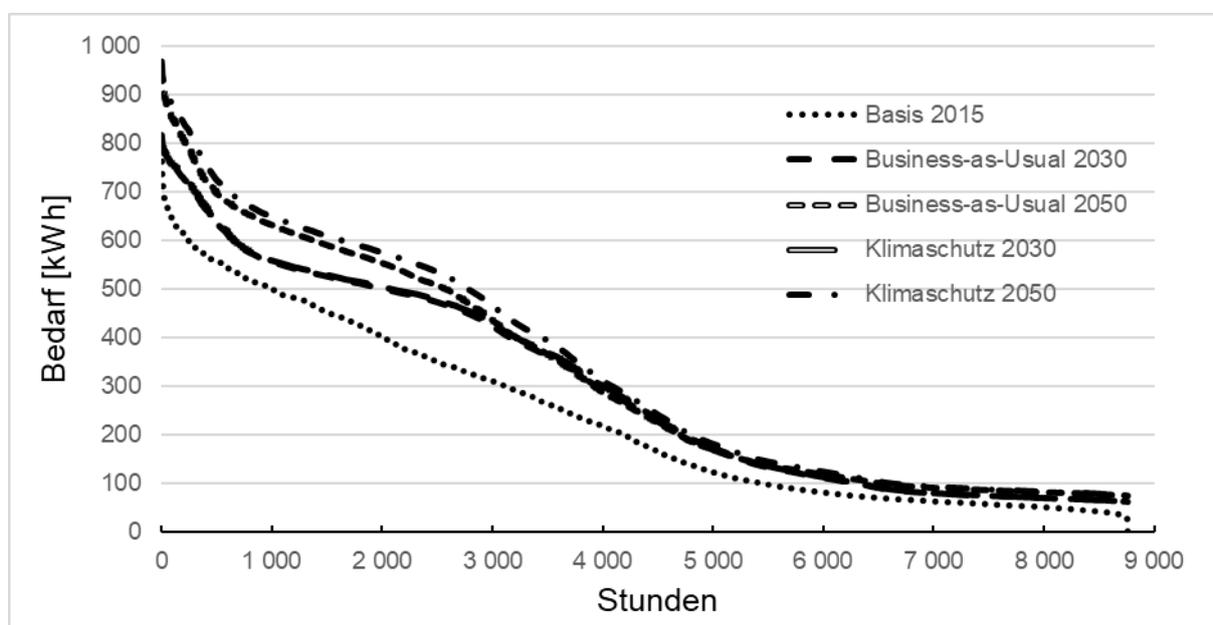


Abbildung 1: Ergebnisse der Wärmebedarfsprognosen für 2030 und 2050 basierend auf zwei unterschiedlichen Klimaszenarien.

Referenzen

- [1] Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, „Endbericht ÖKS 15 Klimaszenarien für Österreich“, 2016.
- [2] G. Steindl, C. Pfeiffer, „Comparison of Black Box Models für Load Profile Generation of District Heating Networks“, Proceedings of 12th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Dubrovnik, 04.-08.10.2017.
- [3] L.G.B. Ruiz et al., „An Application of Non-Linear Autoregressive Neural Networks to Predict Energy Consumption in Public Buildings“. Energies 9, 2016, p. 684.
- [4] G. Steindl. et al., „Künstliche Neuronale NARX-Modelle zur Wärmelastprognose von Nahwärmenetzen“. Science.Research.Pannonia. 16, 2017, pp. 161-168.
- [5] Hanika et al., „Kleinräumige Bevölkerungsprognose für Österreich 2018 bis 2040 mit einer Projektion bis 2060 und einer Modellfortbeschreibung bis 2075 (ÖROK Prognose)“. Wien: ÖROK, 2019.