

Systematische Entwicklung und Bewertung von Geschäftsmodellen für Niedertemperatur-Nahwärmenetze der 5. Generation

(Masterarbeit)

Autor: Jaouad Bada
Erstprüfer: Univ.-Prof. Dr.-Ing Aaron Praktiknjo
Betreuung: Lars Nolting, M. Sc.

Kurzfassung

Im Rahmen der Wärmewende in Deutschland wird die Dekarbonisierung des Wärmesektors als Zielvorhaben für die Reduzierung der CO₂-Emissionen im Wärmesektor verfolgt. Mit der Dekarbonisierung des Wärmemarktes sollen u. a. auf der Verbrennung von fossilen Energieträgern basierenden Wärmeerzeugungstechnologien durch alternativen und energieeffizienter Wärmeversorgungskonzepte wie das Niedertemperatur-Nahwärmenetz der fünften Generation (NT-NWN 5G) substituiert werden. Das NT-NWN 5G kann aufgrund der ausgereiften Technik der Elementes des NT-NWN 5G technisch umgesetzt werden. Es stellt sich jedoch Frage nach der wirtschaftlichen Realisierung der Versorgung von Wärme, Kälte und Strom durch das NT-NWN 5G. Zur Beantwortung dieser Frage wurden in dieser Masterarbeit zunächst Geschäftsmodelle anhand der Methode der Geschäftsmodelldimensionen nach Schallmo systematisch entwickelt. Die 18 generierten Geschäftsmodelle (GM) werden anhand der Kapitalwertmethode und auf Basis der Wärme-, Kälte- und Strombedarfe der drei Modellquartieren und drei Reallaborquartieren auf ihre Wirtschaftlichkeit aus Investorensicht bewertet. Im Zuge dieser Wirtschaftsbewertung wurde auch eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, um den Einfluss von geschäftsmodellbezogenen Parametern auf die Wirtschaftlichkeit zu untersuchen. Die Wirtschaftlichkeitsbewertung der GMs aus Kundensicht erfolgt durch zwei Vollkostenvergleiche. Beim ersten Vollkostenvergleich auf Grundlagen der Bedarfsdaten für Wärme, Kälte und Strom (W, K und S) von elf Gebäudetypen (Unterscheidung nach Art und Bedarfshöhen) wurden die Vollkosten der GMs untereinander sowohl mit den Vollkosten von zwei Referenzenergiesysteme als auch mit dem zur Gebäudeart passenden Vollkostendurchschnitt verglichen. Beim zweiten Vollkostenvergleich wurden die Vollkostenentwicklungen über die Laufzeit von 25 Jahren der GMs untereinander und mit den beiden Referenzsystemen verglichen. In den Wirtschaftlichkeitsbewertungen der GMs aus Kunden- und Investorensicht wurden die drei Szenarien (Szenario 1 „Referenz“, Szenario 2 „Elektrifikation“ und Szenario 3 „Technologie-Mix“) berücksichtigt. Bei der Wirtschaftlichkeitsbewertung aus Investorensicht ergab, dass zwölf von 18 GM positive Kapitalwerte aufwiesen (GM mit Preismodell (PM) T 1: 11,60 Mio. €, GM mit PM T 2: 2 Mio. €, GM mit PM T 3: 12,20 Mio. €) und als wirtschaftlich beurteilt werden kann. Hierbei wurde ebenfalls herausgefunden, dass die Höhe der Erlöse von der Höhe der Bedarfe an W, K und S abhängen und das Szenario 2 mit den hohen jährlichen Gaspreissteigerungen sich negativ auf die Höhe der Kapitalwerte auswirkte.

Die Sensitivitätsanalyse hat ergeben, dass die Preise für Wärme (KAR: - 0,82 bis 0,82), Kälte (KAR: - 0,89 bis 0,89) und Strom (KAR: - 1,25 bis 1,25) sowie der Zins (KAR: 0,8 bis - 0,45), die höchsten Einflüsse auf die Wirtschaftlichkeit haben. Beim ersten Vollkostenvergleich wurde die Erkenntnis gewonnen, dass die Gebäudetyp mit den niedrigsten Bedarfen (KfW-55-

Baustandard) niedrigsten und verhältnismäßigen Vollkosten aufwiesen. Der zweite Vollkostenvergleich verdeutlichte, dass durch die jährlichen Gas- und Strompreissteigerungsraten aus dem Szenario 2 und 3 die GMs wirtschaftlicher als das Referenzenergiesystem mit dem Brennwertkessel sind. Durch diese Umstände wäre eine wirtschaftliche Substitution der Referenzenergiesysteme mit dem Brennwertkessel durch eine NT-NWN 5G möglich. Durch den Vergleich der quantitativen Ergebnisse aus den Wirtschaftlichkeitsbewertungen (Kunden- und Investorensicht) und durch die qualitative Beurteilung der 18 GMs wurde die Schlusserkenntnis erlangt, dass das Geschäftsmodell 1 von den 18 GMs die optimalste (wirtschaftlich, gleichzeitig risikoarm und kundenfreundlich) GM-Wahl für den wirtschaftlichen Betrieb eines NT-NWN 5G ist. Das GM 1 zeichnet sich durch eine hohe Versorgungssicherheit, Preisstabilität, Kundenakzeptanz aus. Im GM 1 verfügt ein Stadtwerk über die Funktion eines Energieversorger und eines Netzbetreiber und ist Eigentümer der gebäudeinternen Energiesysteme. Diese Tatsache sorgt für eine hohe Versorgungssicherheit, da die Energieerzeugung und die Netzbetriebsführung sowie die gebäudeinterne Energiesysteme von einer Instanz verwaltet wird. Da das Stadtwerk als alleiniger Versorger auftritt, sorgt dieser Umstand für eine Preisstabilität. Durch die Möglichkeit der Einspeisevergütung wird die Kundenakzeptanz gegenüber diesem GM gesteigert. In beiden Wirtschaftlichkeitsbewertungen zählt das GM 1 zu den wirtschaftlichsten GMs. (Bormann; Dunkelberg et al. 2018; Buffa et al. 2019; KfW 2021; Wirtz et al. 2020a; Wirtz et al. 2020b; Berger und Richter 2019; Pfnür et al. 2016; Becker und Peppmeier 2018; Busse von Colbe und Witte 2018; EON Future Energy Consumer Needs and Behavior RWTH Aachen 2021a)

Abstract

As part of the heat transition in Germany, the decarbonization of the heating sector is being pursued as a target project for reducing CO₂ emissions in the heating sector. With the decarbonization of the heating market, heat generation technologies based on the combustion of fossil fuels are to be substituted by alternative and energy-efficient heat supply concepts such as the 5th generation district heat and cold (5GDHC). The 5GDHC can be technically implemented due to the mature technology of the elements of the 5GDHC. However, there is a question about the economic realization of the supply of heating, cooling and electricity by the 5GDHC. To answer this question, business models were first systematically developed in this master thesis using Schallmo's method of business model dimensions. The 18 generated business models (BM) are evaluated using the net present value method and based on the heating, cooling and electricity requirements of the three model quarters and three real-lab quarters are evaluated for their economic viability from the investor's point of view. In the course of this economic evaluation, a sensitivity analysis was also carried out to investigate the influence of business model-related parameters on the economic viability. The economic evaluation of the BMs from the customer's point of view is carried out by means of two full cost comparisons. In the first full cost comparison based on demand data for heating, cooling and electricity (W, K and S) of eleven building types (differentiated by type and demand levels), the full costs of the BMs were compared with each other, both with the full costs of two reference energy systems and with the full cost average matching the building type. In the second full cost comparison, the full cost trends over the 25-year lifetime of the CTMs were compared with each other and with the two reference systems. The three scenarios (Scenario 1 "Reference", Scenario 2 "Electrification" and Scenario 3 "Technology Mix") were taken into account in the economic evaluations of the BMs from the customer and investor perspectives. The economic evaluation from the investor's point of view showed that twelve out of 18 BM had positive net present values (BM with price model (PM) T 1: 11.60 million €, BM with PM T 2: 2 million €, BM with

PM T 3: 12.20 million €) and can be judged as economic. It was also found out that the amount of the revenues depends on the amount of the requirements of W, K and S and that scenario 2 with the high annual gas price increases had a negative effect on the amount of the net present values.

The sensitivity analysis showed that the prices for heating (Capital change rate (CCR): - 0.82 to 0.82), cooling (CCR: - 0.89 to 0.89) and electricity (CCR: - 1.25 to 1.25) as well as the interest (CCR: 0.8 to - 0.45), have the highest influence on the profitability. In the first full cost comparison, it was found that the building type with the lowest demand (KfW-55 building standard) had the lowest and proportionate full costs. The second full cost comparison showed that due to the annual gas and electricity price increase rates from scenario 2 and 3, the BMs are more economical than the reference energy system with the condensing boiler. Through these circumstances, an economic substitution of the referenced energy systems with the condensing boiler by a 5GDHC would be possible. By comparing the quantitative results from the economic evaluations (customer and investor perspective) and by the qualitative evaluation of the 18 GMs, the conclusion was reached that business model 1 is the most optimal (economic, at the same time low-risk and customer-friendly) GM choice for the economic operation of a 5GDHC from the 18 BMs. BM 1 is characterized by high security of supply, price stability, customer acceptance. In GM 1, a municipal utility has the function of an energy supplier and a network operator and is the owner of the building's internal energy systems. This fact ensures a high level of supply security, since energy generation and network operation as well as the building-internal energy systems are managed by one entity. Since the municipal utility acts as the sole supplier, this circumstance ensures price stability. The possibility of feed-in tariffs increases customer acceptance of this BM. In both economic evaluations, the BM 1 is one of the most economical BMs. (Bormann; Dunkelberg et al. 2018; Buffa et al. 2019; KfW 2021; Wirtz et al. 2020a; Wirtz et al. 2020b; Berger and Richter 2019; Pfnür et al. 2016; Becker and Peppmeier 2018; Busse von Colbe and Witte 2018; EON Future Energy Consumer Needs and Behavior RWTH Aachen 2021a).