



Leibniz Universität Hannover

Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät

Institut für Wirtschaftsinformatik

Analyse des Energiesystemsensors NESSI am Beispiel des energetischen Quartierskonzepts „Klima. Freundlich. Empelde.“ der Stadt Ronnenberg

Bachelorarbeit:

zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of Science (B. Sc.)“ im Studiengang Wirtschaftsingenieur der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, Fakultät für Maschinenbau und der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität Hannover

vorgelegt von:

Jonas Seeberg

Prüfer:

Prof. Dr. Michael H. Breitner

Betreuerin:

M. Sc. Sarah Eckhoff

Hannover, den 12.09.2022

Inhaltsverzeichnis

| | |
|-----------------------------------------------------|-----|
| Kurzfassung | I |
| Abkürzungsverzeichnis | IV |
| Symbolverzeichnis | V |
| Abbildungsverzeichnis | VI |
| Tabellenverzeichnis | VII |
| Formelverzeichnis | IX |
| 1. Einleitung..... | 1 |
| 2. Theoretischer Hintergrund..... | 2 |
| 2.1. Quartierskonzept..... | 2 |
| 2.2. Fördermöglichkeiten | 3 |
| 2.2.1. KfW 432 „Energetische Stadtsanierung“ | 3 |
| 2.2.2. Erneuerbare-Energien-Gesetz | 4 |
| 2.2.3. Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz | 5 |
| 2.2.4. Gebäudeenergiegesetz..... | 6 |
| 2.2.5. Bundesförderung für effiziente Gebäude | 7 |
| 2.3. NESSI..... | 9 |
| 2.4. Energiesystemkomponenten | 11 |
| 2.4.1. Erneuerbare Energien..... | 12 |
| 2.4.2. Photovoltaik | 13 |
| 2.4.3. Solarthermie..... | 16 |
| 2.4.4. Wärmepumpe | 17 |
| 2.4.5. Blockheizkraftwerk | 19 |
| 2.4.6. Heizkessel | 22 |
| 2.4.7. Nahwärmenetze | 23 |
| 2.4.8. Elektrische Speicher | 24 |
| 2.4.9. Thermische Speicher | 25 |
| 2.5. Vorstellung des Projektquartiers..... | 25 |
| 2.6. Szenarien der Klimaschutzagentur..... | 28 |
| 2.6.1. TREND-Szenario | 28 |
| 2.6.2. KLIMASCHUTZ-Szenario..... | 29 |
| 2.6.3. Vergleich der Szenarien..... | 30 |
| 3. Analyse | 31 |
| 3.1. PV-Potenzialanalyse | 31 |
| 3.2. Solarthermie-Potenzialanalyse..... | 37 |
| 3.3. Quartierssimulation E60..... | 40 |

| | |
|-------------------------------------------------|----|
| 3.4. Ausblick Sanierung | 50 |
| 3.4.1. Sanierung E60..... | 51 |
| 3.4.2. Sanierung des Quartiers Empelde | 51 |
| 3.5. Handlungsempfehlungen Empelde | 54 |
| 4. Limitationen Quartierssimulation NESSI | 54 |
| 5. Ausblick..... | 56 |
| 6. Fazit | 58 |
| Literatur..... | 60 |
| Anhang | 65 |
| Ehrenwörtliche Erklärung..... | 75 |

1. Einleitung

Am 12. Dezember 2015 wurde auf der internationalen Klimakonferenz das Pariser Klimaschutz-Abkommen unterzeichnet. Durch die Einigung von 197 Nation wurde verdeutlicht, wie ernst der Klimawandel genommen wird. Das Klimaschutzabkommen hat als Ziel, die Erderwärmung auf unter 2°C, bestenfalls auf unter 1,5°C zu begrenzen. Dies soll durch weltweite Treibhausgasneutralität in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts geschehen. Neutralität wird dann erreicht, wenn alle ausgestoßenen Emissionen gebunden werden. Fünf Jahre nach der Unterzeichnung, wurde eine erste Bilanz gezogen. Die Erderwärmung stieg nach der Unterzeichnung um 1,2°C, womit der Zielwert fast erreicht ist. Langfristig steigt die Erderwärmung, nach aktuellem Stand, um 3°C. Damit sind die derzeitigen Bemühungen nicht ausreichend, um den Zielwert zu erreichen. Allerdings hat die Unterzeichnung dazu geführt, dass international Maßnahmen eingeleitet werden, um die Klimaneutralität zu erreichen [1].

Der Energiesektor verursacht ungefähr zwei Drittel der Treibhausgase. Damit dieser Anteil sinkt, ist ein Ausstieg aus der Versorgung mit fossiler Energien erforderlich [2]. Deutschland hat bereits beschlossen bis spätestens Ende 2038 aus der Kohleverstromung auszusteigen [3].

Durch den Ausstieg aus der Versorgung mit fossilen Energieträgern stellt sich jedoch die Frage, wie die energetische Versorgungsstruktur langfristig aufgebaut werden sollte. Eine mögliche Strategie ist das Aufstellen energetischer Quartierskonzepte, um auf Quartiersebene energieeffizientere Versorgungsstrukturen zu erreichen.

Ziel dieser Arbeit ist es zu analysieren welchen Nutzen das Energiesimulationssystem NESSI für die Erstellung von energetischen Quartierskonzepten haben kann. Dabei werden Emissionsveränderungen, Autarkiegrade sowie die Wirtschaftlichkeit verschiedener Maßnahmen überprüft.

6. Fazit

Ziel dieser Arbeit war es zu analysieren welchen Nutzen das Energiesimulationssystem NESSI für die Erstellung von energetischen Quartierskonzepten hat. Berücksichtigt wurden die Emissionsveränderungen, Autarkiegrade sowie die Wirtschaftlichkeit verschiedener Maßnahmen.

Für die Analyse wurden die technischen Komponenten und das betrachtete Projektquartier des Stadtteils Empelde vorgestellt. Anhand der Daten des Projektquartiers wurde zuerst eine Potenzialanalyse für Photovoltaik-Anlagen und danach eine Potenzialanalyse für Solarthermie-Anlagen durchgeführt, die vorher von der Klimaschutzagentur durchgeführt wurde. Dadurch wurde bewiesen, dass NESSI in der Lage ist, diese Ergebnisse zu reproduzieren. Zusätzlich ist es durch NESSI möglich gewesen, die Potenzialanalysen wirtschaftlich zu bewerten.

Danach wurden mehrere Einfamilienhäuser aus den 1960er Jahren zu einem Quartier zusammengefasst. An diesem Quartier wurden verschiedene energetische Versorgungsstrategien simuliert. Die Ergebnisse der Simulationen lieferten sowohl Aufschluss über die Wirtschaftlichkeit, die Autarkiequote sowie über die Emissionsveränderungen der Maßnahmen. Bei einer Simulation mit Wärmepumpe, PV, BHKW und Speichern wurde eine Autarkiequote von 94% erreicht, die mit einer Einsparung von 3.502.661 € nach 30 Jahren wirtschaftlich rentabel und mit einer Emissionseinsparung von 179.655 kgCO₂-Äq./kWh zudem umweltschonend ist.

Dadurch konnten Vorschläge für Maßnahmen ausgearbeitet werden, die sowohl das Klima schützen, als auch wirtschaftliche Interessen berücksichtigen. Zusätzlich wurde ein kurzer Ausblick gegeben, welchen Einfluss die Sanierung von Gebäuden auf die energieeffiziente Versorgung haben kann.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Simulationen konnten Handlungsempfehlungen formuliert werden, die im Quartier Empelde umgesetzt werden können. Zudem wurden Limitationen aufgezeigt, die bei den Simulationen mit dem Energiesimulationssystem NESSI auftraten. Dadurch war es möglich einen Ausblick auf Aspekte zu geben, die NESSI mit einer stetigen Weiterentwicklung leisten kann.

Abschließend lässt sich die Forschungsfrage wie folgt beantworten. NESSI kann von großem Nutzen für die Entwicklung von Quartierskonzepten sein. Dabei ist NESSI

insbesondere hilfreich bei der Simulation von verschiedenen energetischen Versorgungskonzepten. Durch die Möglichkeit Simulationen zu vergleichen, ist es auf einen Blick möglich die Wirtschaftlichkeit, Autarkiequote und Emissionsveränderung verschiedener Konzepte zu vergleichen. Dadurch kann NESSI als Entscheidungsgrundlage für die Planung und Erstellung von Quartierskonzepten dienen.