



LEIBNIZ UNIVERSITÄT HANNOVER  
WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT  
INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSINFORMATIK

**Chancen und Herausforderungen für deutsche  
Unternehmen bei der Errichtung dezentraler  
Energiesysteme: Fallstudie eines mittelständischen  
Unternehmens**

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

Björn Drangmeister

Prüfer:  
Prof. Dr. Michael H. Breitner

Betreuer:  
M. Sc. Sarah Eckhoff  
M. Sc. Maria Hart

Hannover, den 22. August 2022

---

# Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Kurzfassung</b>  | <b>I</b>  |
| <b>Abkürzungsverzeichnis</b>                                | <b>IV</b> |
| <b>Abbildungsverzeichnis</b>                                | <b>V</b>  |
| <b>Tabellenverzeichnis</b>                                  | <b>VI</b> |
| <b>1 Einleitung</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2 Grundlagen</b>   | <b>3</b>  |
| 2.1 NESSI . . . . .   | 3         |
| 2.2 Technische Konzepte . . . . .                           | 5         |
| 2.2.1 Photovoltaik . . . . .                                | 6         |
| 2.2.2 Solarthermie . . . . .                                | 8         |
| 2.2.3 Wärmepumpen . . . . .                                 | 10        |
| 2.2.4 Blockheizkraftwerke . . . . .                         | 12        |
| 2.2.5 Speicher . . . . .                                    | 14        |
| 2.3 Gesetzliche Rahmenbedingungen und Förderungen . . . . . | 16        |
| 2.3.1 Gesetze . . . . .                                     | 16        |
| 2.3.2 Förderungen und Kredite . . . . .                     | 20        |
| 2.4 Energiepreisentwicklung . . . . .                       | 24        |
| <b>3 Fallstudie</b>   | <b>27</b> |
| <b>4 Chancen und Herausforderungen</b>                      | <b>59</b> |
| 4.1 Chancen . . . . .                                       | 59        |
| 4.2 Herausforderungen . . . . .                             | 61        |
| <b>5 Limitation und Ausblick</b>                            | <b>63</b> |
| 5.1 Limitationen . . . . .                                  | 63        |
| 5.2 Ausblick . . . . .                                      | 65        |
| 5.3 Verbesserungsmöglichkeiten für NESSI . . . . .          | 68        |
| <b>6 Fazit</b>  | <b>74</b> |

---

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>Literatur</b>                     | <b>76</b> |
| <b>A Anhang</b>                      | <b>88</b> |
| A.1 Photovoltaik . . . . .           | 88        |
| A.2 BHKW . . . . .                   | 89        |
| A.3 EEG-Einspeisevergütung . . . . . | 90        |
| A.4 Lastprofil . . . . .             | 91        |
| <b>Ehrenwörtliche Erklärung</b>      | <b>94</b> |

# 1 Einleitung

Im Dezember 2015 wurde das Pariser Klimaabkommen von 190 Nationen unterzeichnet, zu denen auch Deutschland gehört. In diesem wird festgehalten, die globale Erderwärmung auf weit unter 2 °C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Das Ziel liegt bei 1,5 °C, um somit die Folgen und die Risiken des Klimawandels möglichst niedrig zu halten. Im Jahr 2020 aktualisierten die Europäische Union sowie ihre Mitgliedstaaten die Ziele des Übereinkommens und verpflichteten sich damit dazu, die Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55 % gegenüber 1990 zu reduzieren [1]. Bis 2050 soll Deutschland dann fast vollständig treibhausgasneutral sein [2].

Einer der bedeutendsten Maßnahmen, um diese Zielsetzung zu erreichen, ist der Ausstieg aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe für die Energieerzeugung. Daher hat Deutschland beschlossen bis spätestens 2038 Kohlekraftwerke sukzessive abzuschalten [3], [4]. Gleichzeitig werden bis Ende 2022 die letzten Atomkraftwerke vom Netz genommen [5]. Um das daraus entstehende Energiedefizit trotz des steigenden Strombedarfs in den nächsten Jahrzehnten zu decken, setzt die Bundesrepublik auf den Ausbau erneuerbarer Energien [4], [6]. Damit reagiert dieses Land auch auf das Problem der vorhersehbaren Verknappung fossiler Energieträger und der damit verbundenen Preissteigerung [7]. Hinzu kommen der Krieg in der Ukraine sowie die damit verbundene Drosselung der Gaslieferung sowie weiterer fossiler Brennstoffe, wie Kohle und Öl. Daher hat der Aufbau einer resilienten, aus erneuerbaren Energien bestehenden Energieversorgung für Deutschland aktuell eine besondere Bedeutung.

Aus diesem Grund beschäftigt sich diese Arbeit mit der Frage, welche Chancen und Herausforderung es bei der Errichtung dezentraler Energiesysteme für deutsche Unternehmen gibt. Dazu wird eine Fallstudie eines mittelständischen Unternehmens mithilfe der Simulationssoftware *Nano Energy System Simulation (NESSI)*, die die ökonomischen und die ökologischen Auswirkungen verschiedener Energiesysteme berechnet, durchgeführt. Außerdem sollen in dieser Arbeit Veränderungsmöglichkeiten für *NESSI* erarbeitet werden, welche die Simulation verbessern oder erleichtern können.

Im folgenden Kapitel wird dazu zunächst die Simulationssoftware *NESSI* beschrieben und ein Überblick über die verschiedenen Komponenten dezentraler Energiesysteme sowie die damit verbundenen gesetzlichen Rahmenbedingungen und Förderungen gegeben. Darüber hinaus wird am Ende des Kapitels auf die Ener-

---

giepreisentwicklung eingegangen. In Kapitel 3 werden das Unternehmen und die Fallstudie vorgestellt. Anschließend werden in Kapitel 4 die Chancen und die Herausforderungen beschrieben sowie diskutiert. In Kapitel 5 werden die Limitationen der Fallstudie erläutert, ein Ausblick für zukünftige Simulationen gegeben und Verbesserungsmöglichkeiten für *NESSI* dargestellt. Abschließend folgt in Kapitel 6 das Fazit.

## 6 Fazit

Durch die Energiewende in Deutschland sowie die aktuelle Energiekrise als Folge des Kriegs in der Ukraine gewinnen dezentrale Energiesysteme immer mehr an Bedeutung. Daher war es das Ziel dieser Arbeit die Chancen und die Herausforderungen bei der Errichtung dezentraler Energiesysteme für deutsche Unternehmen zu untersuchen. Dazu wurde eine Fallstudie für ein mittelständisches Unternehmen mit der Simulationssoftware *NESSI* erstellt, in der verschiedene Energiesysteme verglichen wurden.

Dafür wurden im ersten Schritt dieser Arbeit die grundlegenden Komponenten dezentraler Energiesysteme (PV-Anlagen, Solarthermie, Wärmepumpen, BHKW, Speicher) sowie die damit verbundenen rechtlichen Rahmenbedingungen und Förderungen vorgestellt. Anschließend wurde die Energiepreisentwicklung in Deutschland betrachtet und ein WC- und ein BC-Szenario für die in Kapitel 3 durchgeführte Fallstudie erstellt. In dieser Fallstudie wurden dann verschiedene Komponenten der dezentralen Energieversorgung kombiniert (z.B. Wärmepumpe, PV-Anlage und verschiedene Speicher) und die Auswirkung auf die Emissionen, die jährlichen Gesamtkosten, die AQ und die EVQ verglichen. Anhand dieser Fallstudie wurden nachfolgend in Kapitel 4 die Chancen sowie die Herausforderung diskutiert. Zu diesen Chancen gehört unter anderem die Reduktion der Emissionen, die im besten Fall bis zu 50 % gesenkt werden konnten. Außerdem konnte gezeigt werden, dass eine größere Unabhängigkeit von Energiepreisschwankungen, vor allem bei fossilen Brennstoffen, erzielt werden konnte, indem Strom von einer PV-Anlage direkt vor Ort erzeugt wird. Durch die Kombination aus Wärmepumpe, PV-Anlage und verschiedenen Speichern konnten beispielsweise 40 % der benötigten Energie vor Ort erzeugt sowie 154.844 kWh Erdgas pro Jahr eingespart werden. Gleichzeitig können in dieser Kombination die jährlichen Gesamtkosten je nach Energiepreis zwischen 15 % bis 25 % gesenkt werden. Allerdings entstehen durch die Errichtung dezentraler Energiesysteme auch einige Herausforderungen für das Unternehmen. Dazu gehört unter anderem ein großer bürokratischer Aufwand durch die Planung, die Anmeldung sowie den Betrieb der einzelnen Komponenten.

Kapitel 5 zeigt die Limitationen der Fallstudie auf. Zu diesen gehören die Abweichung des erstellten Stromlastprofils, die Berechnung des Wärmebedarfs, Preisschwankungen von Energiepreisen und Komponenten sowie die steuerliche Behandlung. Des Weiteren enthält dieses Kapitel einen Ausblick auf zukünftige Technologien und Möglichkeiten der Energiesystems simulation. Am Ende werden Verbesse-

rungsvorschläge für *NESSI* beschrieben, die aus den Limitationen abgeleitet bzw. während der Fallstudie erarbeitet wurden.