

Studiengang Sustainable Energy Competence (SENCE)

STUDIENARBEIT

Forschungsprojekt 1

**Potentialanalyse und Energiekonzept für eine Quartiersentwicklung
am Beispiel des Neubaugebietes „Spinelli“ in Mannheim**

Robert Otto und Felix Mayer



Vorgelegt durch: Robert Otto Felix Mayer
Adresse: Klopstockstr. 33b Schwabstr. 2
70193 Stuttgart 70197 Stuttgart

Datum: 04.06.2018

Erstprüfer: Dr. Dirk Pietruschka
Geschäftsführer des IAF der
Hochschule für Technik Stuttgart
Institut für angewandte Forschung
Schellingstraße 24
70174 Stuttgart

Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christina Simon Phillip
Hochschule für Technik Stuttgart
Institut für angewandte Forschung
Schellingstraße 24
70174 Stuttgart

Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt und dabei nur die in der Arbeit ausdrücklich genannten Hilfsmittel und Quellen verwendet habe.

Stuttgart, 04.06.2018



Zusammenfassung

Der Mensch ist für den Klimawandel verantwortlich. Der zwischenstaatliche Ausschuss für Klimänderungen (engl. IPCC) beschreibt im Synthesebericht 2014, dass der Mensch mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % der Verursacher des Klimawandels ist. Die Folgen sind irreversible Zerstörungen im Ökosystem sowie soziale und wirtschaftliche Veränderungen. Im Synthesebericht wird betont, dass die Mittel um die weltweite Erwärmung gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter auf 2 °C zu beschränken, vorhanden sind. Außerdem stellt der wirtschaftliche Aufwand, der jetzt betrieben werden muss nur einen Bruchteil dar, gegenüber dem Aufwand, der durch die Klimaschäden entstehen wird. Deshalb sollte man sich schon heute mit den Problemen von morgen befassen.

Diese Arbeit befasst sich mit der Potenzialanalyse und der Konzeptfindung zur nachhaltigen und zukunftsfähigen Energieversorgung eines Neubauquartiers. Untersucht werden hierbei die standortbedingten Potentiale und daraus resultierende Energiekonzepte.

Das betrachtete Areal befindet sich auf der ehemaligen US-Army-Kaserne Spinelli, welche mit Fernwärme versorgt wurde. Es handelt sich um eine Konversionsfläche mit etwa 80 ha. Auf 24 ha sollen in den nächsten Jahren ca. 2.000 Wohneinheiten entstehen. Die Neugestaltung des Areals ermöglicht eine Diskussion über die zukünftige Energieversorgung der Neubauten, sowie die energetische Sanierung der Bestandsgebäude.

Die Fernwärme in Mannheim wird aus einem Großkraftwerk ausgekoppelt, welches Strom aus importierter Steinkohle erzeugt. Die Nutzung von Abwärme ist effizient, die Verbrennung von Kohle zur Stromgewinnung jedoch nicht mehr zeitgemäß. In dieser Arbeit werden alternative Energieversorgungskonzepte untersucht, welche mit den klimapolitischen Zielen der Bundesregierung vereinbar sind.

Die Projektarbeit ist in fünf Kapitel nach dem wissenschaftlichen Stil aufgliedert. In der Einleitung wird die Problemstellung sowie die Zielsetzung definiert. Die Grundlagen weisen einen Exkurs in die aktuellen Rahmenbedingungen für die energetische Quartiersplanung auf. Hierbei wird auf die Energieeinsparverordnung eingegangen sowie die Bedeutung des Primärenergiefaktors für die Bewertung der Endenergie von Gebäuden. Des Weiteren werden Rahmenbedingungen aus Gesetzen vorgestellt, die für die momentane Quartiersentwicklung relevant sind. Dabei handelt es sich um das Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz sowie dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz mit dem Absatz des im Sommer 2017 verabschiedeten Gesetzes zum Mieterstrom. Nachfolgend wird erläutert welche Verfahren derzeit für die Energiebedarfsberechnung genutzt werden. Dabei wird auf Verfahren zur Aufschlüsselung der Energiebedarfe in kleinere Zeitschritte eingegangen. Die Einspeicherung von Energie spielt mit der Verwendung von fluktuierenden erneuerbaren Energien eine immer größere Rolle. Daher wird auch auf derzeitige Trend- und Hoffnungstechnologien für die Energieeinspeicherung eingegangen. Da die Mobilität in naher Zukunft mit der Energiekonzeptionierung immer mehr konvergiert, wurde diese auch untersucht und in der späteren Simulation berücksichtigt.

Die Anwendung dieser Grundlagen findet im Kapitel der Methodik statt. Zu Beginn wird auf den Energiebedarf des geplanten Quartiers eingegangen, darunter die

unterschiedlichen Segmente wie Nutzerstrom, Strombedarf der Mobilität, Heizwärme-, Trinkwarmwasser- und Kältebedarf. Für die Simulation werden diese Daten dynamisiert. Nachfolgend wird auf die standortbedingten Potentiale eingegangen. Hierbei wird differenziert zwischen Potentialen, die der Stromerzeugung sowie der Wärmegewinnung dienen.

Aus diesen Potentialen leiten sich vier Varianten ab, welche aufeinander aufbauen. Diese werden im Kapitel „Simulation“ untersucht und ausgewertet.

In der Variante 1 wird eine Solarthermieanlage betrachtet, die überschüssige Wärme in einem Langzeitwärmespeicher einspeist. Die Dachfläche ist jedoch zu gering und der benötigte Wärmespeicher zu groß. Zudem muss der Strombedarf komplett aus dem Netz gedeckt werden, welcher physikalisch bedingt Kohlestrom ist.

Um den Strombedarf zu decken wird in Variante 2 die Dachfläche mit einer Photovoltaikanlage genutzt. Überschüsse werden in einem Batteriespeicher zwischengespeichert um den Eigennutzungsgrad zu erhöhen. Die Dachfläche ist jedoch, wie in Variante 1, zu gering um den Strombedarf zu decken. Durch den hohen Strombedarf ist der Eigennutzungsgrad schon ohne Batteriespeicher bei etwa 70 %, der Speicher hat nur noch geringe Auswirkungen.

In der Variante 3 wird die Photovoltaikanlage in Verbindung mit einer Wärmepumpe untersucht. Die Wärmepumpe deckt den Wärmebedarf und speichert Stromüberschüsse durch „power to heat“ (P2H). Die Ausgangswärme wird aus einem kalten Nahwärmenetz bezogen, welches durch Abwasserwärme, Prozessabwärme, Erdwärme und aus der Luft regeneriert wird. Diese Variante deckt den Wärmebedarf des Quartiers, kann jedoch nur etwa die Hälfte des Strombedarfs der Wärmepumpe durch Photovoltaikstrom decken. Die andere Hälfte, sowie ein Großteil des Nutzerstrombedarfs muss aus dem Netz bezogen werden.

Um die Abhängigkeit des Kohlestroms in Mannheim zu minimieren, wird in Variante 4 die Variante 3 durch ein BHKW ergänzt. Somit kann auf den Strom aus dem Netz größtenteils verzichtet werden. Mit dieser Variante kann die Eigenbedarfsdeckung des Stroms zu etwa 70 % ermöglicht werden.

In der Betrachtung des Primärenergiefaktors und der CO₂-Bilanz, schneidet die Variante 3 am besten ab. Grund dafür sind die standardisierten Ausgangswerte mit denen gerechnet wird. Die Stromeinspeisung ins Netz und der Strombezug besitzen die gleiche CO₂-Äquivalenz. Dies ist allerdings für den Standort nicht zutreffend. Im Fall von Variante 4 hat der BHKW- und PV-Strom geringere Umweltauswirkungen als der bezogene Kohlestrom. Dies kann mit den standardisierten Verfahren nicht dargestellt werden, da der StromMix von Deutschland angenommen werden muss. Aus diesem Grund wurde für die Versorgung durch Fernwärme und Netzstrom eine CO₂-Bilanz erstellt. Diese schneidet deutlich schlechter ab als alle betrachteten Varianten.

Die Zielvariante (Variante 4) wird zum Ende des Kapitels „Simulation“ auf Wirtschaftlichkeit geprüft. Das Ergebnis zeigt, dass die Energiepreise günstiger sind als der Bezug von Fernwärme und Netzstrom.

Im Fazit wird abschließend auf die einzelnen Varianten eingegangen und die Ergebnisse diskutiert. Die Ergebnisse weisen aufgrund des frühen Planungsstandes des Quartiers keine exakten und belastbaren Werte auf. Es ist jedoch eine klare Tendenz zu erkennen, dass Variante 4 mit der größten Eigenversorgung eine günstige und umweltfreundliche Alternative zur kohlebetriebenen Fernwärme aufweist. Das Konzept trägt zudem zur Dezentralisierung und somit zur Entlastung des Stromnetzes bei.