

Bachelorstudiengang

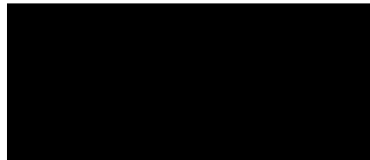
KlimaEngineering

Wintersemester 2016/17

## **Versorgungsstrategien für schwer sanierbare und denkmalgeschützte Gebäude Am Beispiel des Schlossareals Rottwerndorf**

Eingereicht von:

Bertram Merkel



Bearbeitungszeitraum

von:

04.10.2016

bis:

04.01.2017

Betreuer:

Dipl.-Ing. Martin Kusic

Hochschule für Technik Stuttgart

Co-Betreuer:

Professor Markus Binder

Hochschule für Technik Stuttgart

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Beschreibung des Areal</b> .....	<b>7</b>
2.1.	Schloss .....	9
2.2.	Rittergut mit Haupt- und Nebengebäude .....	11
2.3.	Alte Schlosstmühle.....	13
2.4.	Bäckereigebäude .....	13
2.5.	Brotverkaufshäuschen .....	14
2.6.	Bauernhäuser .....	14
2.7.	Geplanter Neubau – „Weiße Häuser“ .....	14
<b>3.</b>	<b>Allgemeine Rahmenbedingungen</b> .....	<b>16</b>
3.1.	Arten erneuerbarer Energieerzeugung .....	16
3.1.1.	Sonderthema Wasserkraft .....	17
3.2.	Gesetzliche Bestimmungen.....	20
3.2.1.	Energieeinsparverordnung (EnEV) .....	20
3.2.2.	Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG).....	22
3.2.3.	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2017) .....	22
3.2.4.	Denkmalschutz.....	23
3.2.5.	Plusenergiehaus.....	23
3.3.	Zur Verfügung stehende Möglichkeiten .....	24
<b>4.</b>	<b>Energetische Analyse im Bestand</b> .....	<b>25</b>
4.1.	Klimaanalyse.....	25
4.2.	Heizwärmebedarf im Bestand .....	27
4.2.1.	Heizwärmebedarfsermittlung mit EnEV-XL 5.1 .....	27
4.2.2.	Heizwärmebedarfsermittlung mit IDA ICE .....	28
4.3.	Trinkwasserwärmebedarf im Bestand .....	29
4.4.	Strombedarfsermittlung im Bestand .....	30
4.5.	Energetische Gesamtbetrachtung im Bestand .....	32
<b>5.</b>	<b>Energetische Analyse nach Revitalisierung</b> .....	<b>33</b>
5.1.	Randbedingungen der Berechnung.....	33
5.1.1.	Eingesetztes Werkzeug .....	33
5.1.2.	Angesetzte Gebäudehüllen sowie Nutzungsszenarien .....	33
5.2.	Ergebnisse der Simulationen: Gesamtwärmebedarf.....	36
5.3.	Ergebnisse der Simulationen: Strombedarf .....	39

<b>6.</b>	<b>Potenzial erneuerbarer Energieerzeugung .....</b>	<b>40</b>
6.1.	Photovoltaik .....	40
6.2.	Solarthermie.....	41
6.3.	Wasserkraft.....	43
6.3.1.	Randbedingungen der Berechnung .....	44
6.3.2.	Ergebnisse der Berechnung .....	45
6.4.	Gesamtbetrachtung des erneuerbaren Potenzials .....	46
<b>7.</b>	<b>Versorgungskonzepte .....</b>	<b>47</b>
7.1.	Untersuchung Nahwärmenetz .....	47
7.1.1.	Vorgehen & gewählte Randbedingungen.....	48
7.1.2.	Untersuchte Varianten und Ergebnisse.....	49
7.2.	Wärmeversorgungskonzepte .....	50
7.2.1.	Konzept 1 (Basiskonzept): Gasbrennwerttherme mit Wärmenetz auf hohem Temperaturniveau .....	51
7.2.2.	Konzept 2: Einzel-Luft-Wasser-Wärmepumpen .....	52
7.2.3.	Konzept 3: Wärmenetz mit ganzjährig hohem Temperaturniveau ....	53
7.2.4.	Konzept 4: Wärmenetz mit niedrigem Temperaturniveau & Mikro-Wärmepumpen.....	54
7.2.5.	Konzept 5: Wärmenetz mit halbjährig hohem Temperaturniveau & Elektro-Durchlauferhitzern .....	56
7.3.	Stromversorgungskonzepte .....	57
7.3.1.	Stromversorgung der Gebäude .....	57
7.3.2.	Stromversorgung der Wärmeerzeuger.....	57
7.3.3.	Verbleibende Überschüsse & zusätzliche Bedarfe.....	59
<b>8.</b>	<b>Primärenergetischer Vergleich der Konzepte .....</b>	<b>62</b>
<b>9.</b>	<b>Übertragbarkeit auf vergleichbare Areale .....</b>	<b>64</b>
<b>10.</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>69</b>
<b>11.</b>	<b>Fazit &amp; Ausblick .....</b>	<b>71</b>
<b>12.</b>	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>77</b>
<b>13.</b>	<b>Diagrammverzeichnis.....</b>	<b>78</b>
<b>14.</b>	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>79</b>
<b>15.</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>81</b>
<b>16.</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>82</b>
<b>17.</b>	<b>Eidesstattliche Versicherung.....</b>	<b>107</b>

## **Kurzfassung**

Die vorliegende Bachelorarbeit untersucht Sanierungs- und Versorgungsstrategien für denkmalgeschützte Gebäude. Hintergrund sind Bestrebungen der Bundesregierung, die Treibhausgasemissionen zu senken, um die Erderwärmung begrenzen zu können. Dieses Vorhaben betrifft alle Bereiche des Lebens. An den Gebäudebereich, auch an Bestandsgebäude, werden dabei hohe Anforderungen gestellt.

Ein Areal mit sechs denkmalgeschützten Gebäuden und einem geplanten Neubau dient als Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit. Nach einer Analyse des Areals und der Rahmenbedingungen werden die zu deckenden Bedarfe vor und nach einer Sanierung für Wärme und Strom ermittelt. Das schließt die Erarbeitung eines Sanierungskonzepts im Rahmen des Denkmalschutzes, gesetzlicher Bestimmungen sowie örtlicher Gegebenheiten ein. Um die errechneten Bedarfe decken zu können, werden verschiedene Versorgungskonzepte erarbeitet und aus energetischer und ökologischer Sicht bewertet. Neben den Erzeugern werden besonders Möglichkeiten der Integration eines Nahwärmenetzes untersucht. Den Abschluss bildet eine Untersuchung, unter welchen Umständen sich die gewonnenen Ergebnisse und angewendeten Methoden dieser Arbeit auf andere Areale mit ähnlicher Beschaffenheit übertragen lassen.

## **Abstract**

This bachelor thesis examines different reorganisation and supply strategies for listed buildings. The Federal Government of Germany puts a lot of effort in reducing greenhouse gas emissions in order to minimize the effects of global warming. This intent is relevant to all aspects of our daily life, but particularly relevant to the building sector. Existing buildings are not exempt from this plan.

Object of investigation is an area currently built with six listed buildings. A new residential building is also planned. In the first two chapters of this thesis, the area, buildings and frame conditions are being analysed. Demands for heating, warm drinking water and power were calculated before and after rehabilitation measures. This includes the development of a rehabilitation concept within the framework of protection of historical monuments, legal requirements and local conditions.

In order to cover the calculated demands, different supply concepts were developed and evaluated from an energy and ecological point of view. In addition to the producers, the possibilities of integrating a local heating network were investigated. The conclusion is an examination on how the results and applied methods of this thesis can be transferred to other similar areas.