

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis.....	11
Verzeichnis der Formelzeichen	13
Kapitel 1 Einleitung	15
1.1 Ausgangslage.....	15
1.1.1 Die Energiefrage im 21. Jahrhundert.....	15
1.1.2 Folgen des hohen Energieverbrauchs und der Rohstoffknappheit...	16
1.1.3 Energieverbrauchsstruktur.....	18
1.2 Stand der Forschung.....	21
1.3 Ziel der Arbeit	23
1.4 Methodik und Gliederung	24
Kapitel 2 Das gründerzeitliche Etagenhaus in Hamburg	25
2.1 Geschichtliche und kulturhistorische Einordnung.....	25
2.1.1 Gründerzeit	25
2.1.2 Stilentwicklung	29
2.2 Entwicklung und Merkmale des gründerzeitlichen Etagenhauses	32
2.2.1 Abschnitt I 1871-1881	34
2.2.2 Abschnitt II 1882-1992.....	35
2.2.3 Abschnitt III 1893-1901	37
2.2.4 Abschnitt IV 1902-1914.....	38
2.2.5 Baukonstruktion und Materialien.....	40
2.2.6 Zusammenfassung der Unterschiede und Gemeinsamkeiten	42
2.3 Statistische Untersuchung zu Bautätigkeit und Bestand	44
2.3.1 Bautätigkeit und Baualtersklasse.....	46
2.3.2 Heutige Bestandssituation	48
2.3.3 Merkmale des gründerzeitlichen Etagenhausbestandes	50
2.4 Bewertung der Untersuchungsergebnisse	51

Kapitel 3 Auswahl des Untersuchungsgegenstandes	53
3.1 Das Gebäude „Kleine Freiheit 46-52“	53
3.1.1 Lage	54
3.1.2 Gebäudekonzeption	55
3.1.3 Konstruktion	59
3.1.4 Haustechnik	61
3.1.5 Bauschäden	63
3.1.6 Typologische Einordnung	64
Kapitel 4 Untersuchungsgang	67
4.1 Verfahrensschritte	68
4.2 Energetische Bilanz	70
4.2.1 Berechnungsmöglichkeiten	71
4.2.2 Auswahl des Berechnungsverfahrens	75
4.2.3 Berechnungsablauf und verwendete Software	77
4.3 Wirtschaftlichkeitsberechnung	78
4.3.1 Formen der Wirtschaftlichkeitsberechnung	79
4.3.2 Beschreibung des verwendeten Berechnungsverfahrens	82
4.3.3 Berechnungsmethodik	82
4.4 Ökologische Bilanz	87
4.4.1 Methodik der Ökobilanzierung	88
4.4.2 Verfahren zur Bewertung von Ökobilanzen	92
4.4.3 Datenbanken und Software zur Ökobilanzerstellung	96
4.4.4 Vorgehensweise im Rahmen des Untersuchungsganges	97
4.5 Kombination von Wirtschaftlichkeit und Ökologie	101
Kapitel 5 Berechnung des Ist-Zustands	103
5.1 Eingabedaten	103
5.1.1 Bautechnik	103
5.1.2 Anlagentechnik	107
5.1.3 Datenvalidierung	108
5.2 Randbedingungen	110
5.2.1 Heizwärmebedarfsberechnung	110
5.2.2 Endenergiebedarfsberechnung	111
5.2.3 Wirtschaftlichkeitsberechnung	112
5.2.4 Ökologische Bilanz	115
5.3 Berechnungsergebnisse	117
5.3.1 Vergleich von realem Verbrauch und berechnetem Bedarf	118
5.3.2 Energetische Bilanz	120
5.3.3 Wirtschaftlichkeitsberechnung	123
5.3.4 Ökologische Bilanz	124

Kapitel 6 Anlagentechnik	127
6.1 Übersicht	127
6.2 Untersuchte Heiz- und Warmwassersysteme	131
6.2.1 Referenzanlage Gas-Etagenheizung	131
6.2.2 Referenzanlage Öl-Zentralheizung	131
6.2.3 Basisvariante Gas-Brennwert-Zentralheizung	131
6.2.4 Basisvariante Öl-Brennwert-Zentralheizung	132
6.2.5 Basisvariante Pellet-Zentralheizung	132
6.2.6 Basisvariante Wärmepumpen-Zentralheizung	132
6.2.7 Kombination Wärmepumpe und Gas-Brennwert-Zentralheizung ...	133
6.2.8 Kombination Wärmepumpe und Pellet-Zentralheizung	133
6.2.9 Kombination Wärmepumpe regenerativ und Pellet-Zentralheizung	133
6.2.10 Basisvariante Fernwärme-Zentralheizung	133
6.3 Solarthermische Anlagen	133
6.4 Lüftungsanlage	135
6.5 Fotovoltaik	135
6.6 Investitionskosten	136
6.7 Berechnungsergebnisse	137
6.7.1 Kosten	137
6.7.2 KEA	140
6.7.3 GWP und AP	142
6.7.4 Bewertung	143
6.7.5 Fotovoltaikanlage	145
6.7.6 Fazit und Systemauswahl	146
6.7.7 Sensitivitätsanalyse	148
Kapitel 7 Bautechnik	151
7.1 Übersicht	151
7.2 Untersuchte bautechnische Optimierungslösungen	153
7.2.1 Hofseitige Außenwände	153
7.2.2 Straßenseitige Außenwände	155
7.2.3 Fenster	157
7.2.4 Erdgeschossfußboden	158
7.2.5 Oberste Geschossdecke	159
7.2.6 Lichtschacht	160
7.2.7 Treppenhaus	160
7.3 Investitionskosten	161
7.4 Berechnungsergebnisse	163
7.4.1 Kosten	163
7.4.2 KEA	166
7.4.3 GWP und AP	167

7.4.4	Bewertung.....	169
7.4.5	Aufwandszahlentwicklung nach 20 Jahren	172
7.4.6	Fazit.....	175
Kapitel 8	Maßnahmenkombinationen	177
8.1	Ausgewählte Varianten.....	177
8.2	Berechnungsergebnisse.....	179
8.2.1	Kosten.....	179
8.2.2	KEA.....	180
8.2.3	GWP und AP.....	181
8.2.4	Bewertung.....	183
8.2.5	Vergleich mit verschiedenen Energiestandards.....	184
8.2.6	Fazit.....	186
Kapitel 9	Zusammenfassung und Schlussbetrachtung.....	189
9.1	Typologische Untersuchung	189
9.2	Potential der Optimierungsmaßnahmen.....	190
9.2.1	Anlagentechnik	190
9.2.2	Bautechnik	192
9.2.3	Maßnahmenkombinationen	193
	Quellenverzeichnis	195
	Anhang	209