

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VIII
Gleichungsverzeichnis	X
Abkürzungsverzeichnis	XIII
Symbolverzeichnis	XIV
1. Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Ausgangssituation	1
1.2 Zielsetzung der Untersuchung.....	3
1.3 Aufbau der Arbeit.....	5
2. Technische Grundlagen zur energetischen Sanierung von Wohngebäuden	7
2.1 Thermisches Verhalten von Fassaden.....	7
2.1.1 Wärmeleitung	7
2.1.2 Wärmeübergang an Innenflächen.....	10
2.1.3 Wärmeübergang an Aussenflächen.....	12
2.2 Thermisches Verhalten von Dächern und Kellern	18
2.2.1 Dämmung des Kellers.....	18
2.2.2 Dämmung des Daches.....	19
2.3 Thermische Modellierung von Fenstern	20
2.4 Thermische Modellierung von Heizungsanlagen von der Erzeugung bis zur Verteilung.....	24
3. Methodik und Datenbasis für ein energetisches Sanierungsmodell	29
3.1 Grundlegende Anforderungen an die Methode und das Sanierungsmodell	29
3.2 Stand der Wissenschaft.....	31
3.3 Methodische Grundlagen zur Modellierung des Zeitpunkts der Sanierung	35
3.3.1 Definition der Lebensdauer.....	35
3.3.2 Das Renovierungsintervall und die technische Lebensdauer.....	37
3.4 Simulationsrechnungen zur Analyse von energetischen Sanierungen.....	39
3.4.1 Auswahl des methodischen Ansatzes	39
3.4.2 Betrachtete Effekte.....	41
3.4.3 Berechnungsansatz	42

3.5 Anforderungen an ein energetisches Sanierungsmodell	42
3.6 Eingrenzung der Analyse	45
3.7 Aufbau der Gebäudedatenbasis	46
3.7.1 Wohngebäude nach Größen- und Baualtersklassen	46
3.7.2 Wohngebäude im unsanierten Zustand	50
3.8 Heizungsdatenbasis	53
3.9 Rahmendaten	54
3.10 Szenarien und Zeithorizont	55
3.10.1 Zeithorizont	55
3.10.2 Szenarien	55
4. Die energetische Auswertung der Wohngebäudebestände der EU in der Vergangenheit	57
4.1 Ansätze zur Energiebilanzierung	57
4.2 Auswertung der gebäude- und wärmetechnischen Grunddaten	61
4.2.1 Verfügbare Daten und Auswertung	61
4.2.2 Vereinfachtes Auswertungsverfahren	66
4.3 Energiereduktion durch energetische Sanierung	78
5. Modellierung von Alterungsprozessen eines Einzelgebäudes	85
5.1 Abbildung des Alterungsprozesses	85
5.2 Verteilung der Ausfallwahrscheinlichkeiten im Alterungsprozess	87
5.5 Ausfallfreie Zeit	90
5.6 Vertrauensbereich	90
5.7 Änderung von Nutzungsanforderungen	92
6. Berechnung der Sanierungsparameter	93
6.1 Soll-Sanierungsrate	93
6.2 Bestimmung der Soll-Sanierungsrate der Baualtersklassen für ein bestimmtes Bauteil und für ein bestimmtes Jahr	98
6.3 Bestimmung der Gesamt-Soll-Sanierungsrate für alle Altersklassen und alle Bauteile	102
6.4 Soll-Energieeinsparung	104
6.4.1 Bestimmung der Soll-Energieeinsparung exemplarisch für ein bestimmtes Bauteil und ein bestimmtes Baujahr	104
6.4.2 Berechnung der Soll-Energieeinsparungen über die Altersklassen für ein bestimmtes Bauteil	106
6.4.3 Ermittlung der Gesamt-Soll-Energieeinsparungen für alle Altersklassen und Bauteile	108
6.5 Ist-Sanierungsrate	111
6.6 Ist-Energieeinsparung	113

6.7 Ableitung des Produkts der Ist-Sanierungsraten und Ist-Energieeinsparungen	114
6.8 Bewertung der Effizienz der Sanierungen mit Hilfe der Potenzialausnutzung	120
7. Entwicklung eines Sanierungsmodells	123
7.1 Modellansatz und Struktur des Modells	123
7.1.1 Modellansatz	123
7.1.2 Struktur des Modells	126
7.2 EU-Richtlinien für den europäischen Gebäudesektor	129
7.3 Wohnwirtschaftliche Parameter	132
7.3.1 Entwicklung der Wohnbevölkerung	132
7.3.2 Anzahl der Haushalte	134
7.3.3 Zukünftiger Wohnflächenbedarf	136
7.3.4 Neubaurate	140
7.4 Untersuchte Szenarien	144
7.5 Energieträgerstruktur	145
8. Klimaschutzpolitik in der Europäischen Union	149
8.1 Internationale Klimaschutzpolitik	149
8.2 Europäische Klimaschutzpolitik	150
8.3 Nationale Klimaschutzpolitik der Mitgliedsstaaten	152
8.3.1 Österreich	154
8.3.2 Belgien	156
8.3.3 Dänemark	158
8.3.4 Finnland	160
8.3.5 Frankreich	161
8.3.6 Deutschland	162
8.3.7 Griechenland	164
8.3.8 Irland	165
8.3.9 Italien	166
8.3.10 Luxemburg	168
8.3.11 Niederlande	168
8.3.12 Portugal	170
8.3.13 Spanien	171
8.3.14 Schweden	172
8.3.15 Großbritannien	174

9. Szenarien für den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen im Wohngebäudebereich der EU-15 bis 2030.....	177
9.1 Entwicklung von Energieverbrauch und CO₂-Emission im Referenzszenarios	177
9.2 CO₂-Minderung im Rahmen von Reduktionsszenarien	179
9.2.1 Szenario "EU-Gebäude- und Effizienzrichtlinie"	179
9.2.2 Szenario „Forcierte energetische Sanierung und verstärkter Einsatz von Erneuerbaren“	188
9.2.3 Vergleich der Szenarien.....	191
10. Zusammenfassung und kritische Würdigung.....	197
Glossar	203
Literaturverzeichnis	209
Anhang	226
Sachwortverzeichnis	279
Danksagung	281