

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	1
1.1	Klimapolitische Notwendigkeit .....	1
1.2	Ziele .....	3
1.3	Hypothese .....	7
1.4	Zielsetzung .....	9
1.5	Auswahl des zu untersuchenden Referenzgebäudes .....	9
1.6	Ablauf .....	12
1.7	Mögliche Kriterien zur Beurteilung von Maßnahmen zur energetischen Verbesserung des Baubestandes und Ausschlüsse .....	14
1.8	Inhalt der Arbeit .....	16
1.9	Zielgruppen .....	17
<b>2</b>	<b>Der Gebäudebestand der BRD und das Referenz-Bestandsgebäude</b> ..	18
2.1	Der Gebäudebestand der BRD .....	18
2.1.1	Übersicht der Gebäudetypologien .....	18
2.1.2	Baualtersklassen .....	20
2.2	Das Referenzgebäude .....	23
2.2.1	Baubeschreibung .....	23
2.2.2	Nutzung .....	24
2.2.3	Konstruktion .....	24
2.2.4	Haustechnik .....	26
2.2.5	Fotos und Plandarstellungen .....	28
2.2.6	Der errechnete Endenergieverbrauch .....	36
2.2.7	Die erfassten Endenergieverbrauche 1981 bis 1992 .....	42
<b>3</b>	<b>Grundlagen</b> .....	43
3.1	Die Elementmethode .....	44
3.2	Die Kosten-Datenquellen .....	47
3.2.1	Bürointerne Nachkalkulation .....	48
3.2.2	Die Baukosten für Instandsetzung, Sanierung, Modernisierung und Umnutzung .....	50
3.2.3	Plümecke .....	51
3.2.4	Standardleistungsbuch Bau (Z) .....	52
3.2.5	Dynamische Baudaten Standardleistungsbuch .....	53
3.2.6	Das Baupreislexikon .....	54
3.2.7	Bauteilkatalog – Das Verfahren RBK, Teil 2 (Leistungsbeschreibungen) .....	54
3.2.8	Baupreissammlung sirAdos .....	55
3.2.9	Baupreise.de .....	56
3.2.10	Baupreissammlung Heinze .....	56
3.3	Berechnung der Primär- und Endenergieverbrauche .....	57
3.4	Wirtschaftlichkeitsberechnungen .....	58
3.4.1	Baukosten .....	59

## Inhalt

3.4.2	Kostensparnis .....	63
3.4.3	Verzinsung .....	64
3.4.4	Die Energiekosten .....	68
3.4.5	Die Renditeberechnung .....	85
3.4.6	Einfluss der Förderung auf die Wirtschaftlichkeit .....	93
3.5	Förderprogramme Stand August 2008.....	94
3.5.1	Förderprogramme der EU .....	96
3.5.2	Förderprogramme des Bundes.....	96
3.5.3	Förderprogramme der Länder .....	120
<b>4</b>	<b>Maßnahmen.....</b>	<b>150</b>
4.1	Gliederung und Aufbau der Maßnahmenbeschreibungen.....	157
4.1.1	Allgemeine Bauteilbeschreibung.....	157
4.1.2	Üblicher Aufbau und Konstruktion .....	158
4.1.3	Übliche Bauschäden.....	158
4.1.4	Lebensalter der betroffenen Bauteile .....	158
4.1.5	Konstruktive Eigenarten .....	159
4.1.6	Übliche Ausführungen für Ertüchtigungen .....	159
4.1.7	Ausführungsarten .....	160
4.1.8	Leitelement einer Ausführungsart .....	160
4.2	Kellerboden.....	161
4.2.1	Allgemeine Bauteilbeschreibung.....	161
4.2.2	Übliche Aufbauten und Konstruktionen .....	162
4.2.3	Übliche Bauschäden.....	163
4.2.4	Lebensalter der betroffenen Bauteile .....	164
4.2.5	Konstruktive Eigenarten .....	165
4.2.6	Übliche Ausführung für Ertüchtigung.....	165
4.2.7	Ausführungsart einer Wärmedämmung mit expandiertem Polystyrolschaum .....	166
4.2.8	Leitelement EPS, WLG 040, d = 20 mm .....	167
4.3	Fenster.....	170
4.3.1	Allgemeine Bauteilbeschreibung.....	170
4.3.2	Üblicher Aufbau und Konstruktion .....	170
4.3.3	Übliche Bauschäden.....	172
4.3.4	Lebensalter der betroffenen Bauteile .....	174
4.3.5	Konstruktive Eigenarten .....	175
4.3.6	Übliche Konstruktionen für Ertüchtigungen.....	175
4.3.7	Ausführungsart einer Fenstererneuerung mit einem Einfachfenster aus Kiefer.....	176
4.3.8	Leitelement Kieferfenster, $U_f = 1,4 \text{ W/m}^2\text{k}$ , $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ , $\text{PSI} = 0,067$ , $U_w = 1,36 \text{ W/m}^2\text{K}$ .....	179
4.4	Außentüren.....	183
4.4.1	Allgemeine Bauteilbeschreibung.....	183
4.4.2	Üblicher Aufbau und Konstruktion .....	184
4.4.3	Übliche Bauschäden.....	185
4.4.4	Lebensalter der betroffenen Bauteile .....	185

4.4.5	Konstruktive Eigenarten .....	186
4.4.6	Übliche Konstruktionen für Ertüchtigungen.....	186
4.4.7	Ausführungsart .....	187
4.4.8	Element: Einbau einer Lippendichtung .....	188
4.5	Außenwandbekleidung außen, luftberührt.....	204
4.5.1	Allgemeine Bauteilbeschreibung.....	204
4.5.2	Üblicher Aufbau und Konstruktion .....	205
4.5.3	Übliche Bauschäden.....	205
4.5.4	Lebensalter der betroffenen Bauteile .....	208
4.5.5	Konstruktive Eigenarten .....	210
4.5.6	Übliche Ausführungen für Ertüchtigungen .....	212
4.5.7	Ausführungsart einer Wärmedämmung mit Dämmputz .....	212
4.5.8	Leitelement Wärmedämmputz, WLG 070, d = 20 mm .....	214
4.6	Außenwandbekleidung innen .....	232
4.6.1	Allgemeine Bauteilbeschreibung.....	232
4.6.2	Üblicher Aufbau und Konstruktion .....	233
4.6.3	Übliche Bauschäden.....	234
4.6.4	Lebensalter der betroffenen Bauteile .....	234
4.6.5	Konstruktive Eigenarten .....	235
4.6.6	Übliche Konstruktionen für Ertüchtigungen.....	236
4.6.7	Ausführungsart einer Wärmedämmung auf Unterkonstruktion .....	236
4.6.8	Leitelement Innendämmung, Gipskarton auf Unterkonstruktion, Mineralwolle, WLG 040, d = 20 mm.....	237
4.7	Außenwandbekleidung außen, erdberührt.....	249
4.7.1	Allgemeine Bauteilbeschreibung.....	249
4.7.2	Üblicher Aufbau und Konstruktion .....	250
4.7.3	Übliche Bauschäden.....	250
4.7.4	Lebensalter der betroffenen Bauteile .....	253
4.7.5	Konstruktive Eigenarten .....	253
4.7.6	Übliche Ausführungen für Ertüchtigungen .....	254
4.7.7	Ausführungsarten .....	255
4.7.8	Leitelement Perimeterdämmung, WLG 035, d = 100 mm.....	255
4.8	Rollladenarbeiten .....	258
4.8.1	Allgemeine Bauteilbeschreibung.....	258
4.8.2	Üblicher Aufbau und Konstruktion .....	258
4.8.3	Übliche Bauschäden.....	260
4.8.4	Lebensalter der betroffenen Bauteile .....	262
4.8.5	Konstruktive Eigenarten .....	262
4.8.6	Übliche Ausführungen für Ertüchtigungen .....	262
4.8.7	Ausführungsart Erneuerung Rollladen, Dämmen des Rollladenkastens .....	263

## Inhalt

4.8.8	Leitelement Erneuern des Rollladenpanzers, Antrieb und Welle. Dämmung des Rollladenkastens.....	264
4.9	Deckenbeläge.....	268
4.9.1	Allgemeine Bauteilbeschreibung.....	268
4.9.2	Üblicher Aufbau und Konstruktion .....	268
4.9.3	Bauschäden .....	270
4.9.4	Lebensalter der betroffenen Bauteile .....	271
4.9.5	Konstruktive Eigenarten .....	271
4.9.6	Übliche Konstruktionen für Ertüchtigungen.....	271
4.9.7	Ausführungsart Polystyrol-Hartschaum, WLG 040, d = 20 mm .....	275
4.9.8	Leitelement Polystyrol-Hartschaum, WLG 040, d = 20 mm .....	275
4.10	Dächer – Flachdach.....	287
4.10.1	Allgemeine Bauteilbeschreibung.....	287
4.10.2	Üblicher Aufbau und Konstruktion .....	287
4.10.3	Bauschäden .....	288
4.10.4	Lebensalter der betroffenen Bauteile .....	289
4.10.5	Konstruktive Eigenarten .....	290
4.10.6	Übliche Konstruktionen zur Ertüchtigung .....	290
4.10.7	Ausführungsart eines bekliesten Flachdaches.....	291
4.10.8	Leitelement expandierter Polystyrolpartikelschaum, WLG 045,D = 100 mm, bekliest .....	292
4.11	Steildach.....	305
4.11.1	Allgemeine Bauteilbeschreibung.....	305
4.11.2	Üblicher Aufbau und Konstruktion .....	305
4.11.3	Übliche Bauschäden.....	306
4.11.4	Lebensalter der betroffenen Bauteile .....	308
4.11.5	Konstruktive Eigenarten .....	308
4.11.6	Übliche Konstruktionen der Ertüchtigung.....	310
4.11.7	Ausführungsart einer Wärmedämmung auf den Sparren, Holzfaserdämmung, WLG 060, d = 20 bis 300 mm .....	310
4.11.8	Leitelement einer Wärmedämmung auf den Sparren, Holzfaserdämmung, WLG 060, d = 80 mm .....	311
4.12	Technische Anlagen.....	332
4.12.1	Allgemeine Bauteilbeschreibung.....	332
4.12.2	Übliche Ausführung .....	333
4.12.3	Technische Unzulänglichkeiten und Mängel.....	333
4.12.4	Lebensalter der betroffenen Bauteile .....	333
4.12.5	Konstruktive Eigenarten der Ertüchtigung.....	335
4.12.6	Übliche Modernisierungen technischer Anlagen.....	336
4.12.7	Leitelemente.....	337
<b>5</b>	<b>Auswertung.....</b>	<b>386</b>
5.1	Allgemeine Erläuterungen.....	386

5.1.1	Tabellarische Zusammenstellung .....	388
5.1.2	Rentenbarwerte, Ausprägung, Schichtdicke .....	390
5.1.3	Rendite .....	391
5.1.4	Rentenbarwerte, Energiepreissteigerungsrate, Schichtdicke .....	392
5.1.5	Rentenbarwerte, Energiepreissteigerungsrate, Jahre ..	393
5.1.6	CO <sub>2</sub> -Einsparung, Ausprägung, Dämmschichtstärke.....	394
5.2	Kellerboden.....	395
5.2.1	Tabellarische Zusammenstellung .....	396
5.2.2	Rentenbarwerte, Ausprägung, Schichtdicke .....	398
5.2.3	Rendite .....	399
5.2.4	Rentenbarwerte, Energiepreissteigerungsrate, Schichtdicke .....	400
5.2.5	Rentenbarwerte, Energiepreissteigerungsrate, Jahre ..	401
5.2.6	CO <sub>2</sub> -Einsparung, Ausprägung, Dämmschichtstärke.....	402
5.3	Fenster.....	403
5.3.1	Tabellarische Zusammenstellung .....	404
5.3.2	Rentenbarwerte, Ausprägung, Material .....	406
5.3.3	Rendite .....	407
5.3.4	Rentenbarwerte, Energiepreissteigerungsrate, Material .....	408
5.3.5	Rentenbarwerte, Energiepreissteigerungsrate, Jahre ..	409
5.3.6	CO <sub>2</sub> -Einsparung, Ausprägung, Dämmschichtstärke.....	410
5.4	Außentüren.....	411
5.5	Außenwand außen, luftberührt.....	415
5.5.1	Ausführungsart einer Wärmedämmung mit mineralischem Wärmedämmputz.....	415
5.5.2	Ausführungsart eines Wärmedämmverbundsystems mit Polystyrol-Hartschaumplatten .....	423
5.5.3	Ausführungsart einer Wärmedämmung auf Unterkonstruktion mit Mineralwolle (Holzschalung) ....	435
5.6	Außenwandbekleidung innen .....	449
5.6.1	Ausführungsart einer mineralischen Wärmedämmung auf Unterkonstruktion.....	449
5.6.2	Ausführungsart einer Verbund-Innendämmung mit Polystyrol-Hartschaumplatten (Gipskarton).....	459
5.6.3	Ausführungsart eines mineralischen Wärmedämm- putzes .....	467
5.7	Außenwand außen, erdberührt.....	477
5.7.1	Tabellarische Zusammenstellung .....	478
5.7.2	Rentenbarwerte, Ausprägung, Schichtdicke .....	480
5.7.3	Rentenbarwerte, Energiepreissteigerungsrate, Jahre ..	481
5.8	Decken.....	483
5.8.1	Ausführungsart einer Dämmung auf den Bodenbelag mit Polystyrol-Hartschaumplatten .....	483

# Inhalt

5.8.2	Ausführungsart einer Dämmung im Zwischenbalkenbereich mit Mineralwolle .....	497
5.8.3	Ausführungsart einer Dämmung der Deckenbekleidungen mit einer Wärmedämmung auf/zwischen einer Unterkonstruktion mit Mineralwolle.....	507
5.8.4	Ausführungsart einer Dämmung der Deckenbekleidung einer Wärmedämmverbundplatte mit Mineralwolle .....	515
5.9	Dach.....	525
5.9.1	Ausführungsart einer Wärmedämmung auf den Sparren .....	525
5.9.2	Ausführungsart einer Wärmedämmung von außen im Zwischensparren-Bereich mit Holzfasern .....	541
5.9.3	Ausführungsart einer Wärmedämmung von innen im Zwischensparren-Bereich mit Holzfasern .....	557
5.9.4	Ausführungsart einer Wärmedämmung unter den Sparren mit Polystyrolschaum.....	557
5.9.5	Ausführungsart einer Kombination einer Wärmedämmung auf und zwischen den Sparren mit Holzfasern .....	565
5.10	Heizungsanlagen .....	581
5.10.1	Niedertemperatur-Gaskessel.....	581
5.10.2	Gas-Brennwertkessel .....	587
5.10.3	Öl-Brennwertkessel.....	593
5.10.4	Pelletheizung .....	599
5.10.5	Wärmepumpe mit Erdsonde (Betrieb mit Strom) .....	604
5.10.6	Wärmepumpe mit Erdsonde (Betrieb mit Gas/Heizöl)..	609
5.10.7	Elektro-Feststoffheizung .....	615
5.10.8	Mini-BHKW .....	621
5.10.9	Variantenvergleich .....	625
5.11.	Rangfolge.....	634
<b>6</b>	<b>Maßnahmenkombination .....</b>	<b>709</b>
6.1	Maßnahmenkombination 1 .....	710
6.2	Maßnahmenkombination 2 .....	718
6.2.1	Maßnahmenkombination 2.1.....	718
6.2.2	Maßnahmenkombination 2.2.....	726
6.3	Maßnahmenkombination 3.....	734
6.3.1	Maßnahmenkombination 3.1.....	734
6.3.2	Maßnahmenkombination 3.2.....	741
6.4	Maßnahmenkombination 4.....	749
6.4.1	Maßnahmenkombination 4.1.....	749
6.4.2	Maßnahmenkombination 4.2.....	756
6.5	Maßnahmenkombination 5.....	764
6.5.1	Maßnahmenkombination 5.1.....	764
6.5.2	Maßnahmenkombination 5.2.....	772

6.6	Zusammenfassung und Gegenüberstellung der Maßnahmenkombinationen 1 bis 5.....	780
<b>7</b>	<b>Schluss</b> .....	<b>782</b>
7.1	Der Eigennutz .....	782
	7.1.1 Ohne öffentliche Förderung .....	782
	7.1.2 Mit öffentlicher Förderung.....	784
7.2	Der Gemeinnutz in Form der CO <sub>2</sub> -Einsparung .....	788
7.3	Der Gemeinnutzen in Form des bauwirtschaftlichen Potenzials .....	791
7.4	Der Eigen- und Gemeinnutz im Vergleich.....	792
7.5	Zusammenfassung der Ergebnisse und Empfehlungen zur wirtschaftlichen Modernisierung von Altbauten .....	795
7.6	Die Ergebnisse der Einzelmaßnahmen in der Übersicht .....	796
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>809</b>