Inhalt

Vorwort 5

1 Einleitung 13

2 Energiepreisentwicklung 15

2.1 Energiepreisentwicklung von 2021 bis 2025 15

2.2 Energieeinsparung als wirtschaftliche und ökologische Notwendigkeit 16

3 Gesetzliche Rahmenbedingungen 19

3.1 Historische Entwicklung des energiesparenden Bauens 19

3.2 Gebäudeenergiegesetz 20

3.3 EU-Gebäuderichtlinie 21

3.4 Wärmeplanungsgesetz 22

3.5 Gefahrstoffverordnung 23

4 Wohngebäudebestand (Ein- und Mehrfamilienhäuser) 27

4.1 Gründerzeit (1900 bis 1919) und Fachwerkhäuser 28

4.1.1 Allgemeine Charakteristika 28

4.1.2 Fassade 28

4.1.3 Kellerdecke 30

4.1.4 Außenwand 30

4.1.5 Dach und oberste Geschossdecke 31

4.1.6 Fenster 33

4.1.7 Technische Gebäudeausrüstung 33

4.2 Zwischenkriegszeit (1919 bis 1948) 35

4.2.1 Allgemeine Charakteristika 35

4.2.2 Fassade 36

4.2.3 Kellerdecke 36

4.2.4 Außenwand 36

4.2.5 Dach und oberste Geschossdecke 36

4.2.6 Fenster 37

4.2.7 Technische Gebäudeausrüstung 37

4.3 Gebäude der Nachkriegszeit (1949 bis 1978) 37

4.3.1 Allgemeine Charakteristika 37

4.3.2 Fassade 41

4.3.3 Kellerdecke 41

4.3.4 Außenwand 42

4.3.5 Dach und oberste Geschossdecke 45

4.3.6 Fenster 45

4.3.7 Technische Gebäudeausrüstung 45

4.4 Ölkrise (1978 bis 2002) 47

4.4.1 Allgemeine Charakteristika 47

4.4.2 Fassade 49

4.4.3 Kellerdecke 51

4.4.4 Außenwand 51

Bibliografische Informationen
http://d-nb.info/1362696617

digitalisiert durch DEUTSCHE NATIONAL BIBLIOTHEK

4.4.5 Dach und oberste Geschossdecke ... 51
4.4.6 Fenster ... 51
4.4.7 Technische Gebäudeausrüstung ... 52

4.5 Klimadebatte (2002 bis 2015, 2024) ... 55
4.5.1 Allgemeine Charakteristika ... 55
4.5.2 Bauweisen zur Minimierung des Energieverbrauchs ... 56
4.5.3 Luftdichtheit der Gebäudehülle ... 57
4.5.4 Dreifachverglasung ... 57
4.5.5 Wohnraumlüftung ... 58
4.5.6 Erneuerbare Energien ... 58

4.6 Ausblick: Energiewende (2024 bis 2045) ... 59
4.6.1 Allgemeine Charakteristika ... 59
4.6.2 Transformation des Bauwesens im Zeichen der Energiewende ... 60

5 Handlungs- und lösungsorientierte Sanierungskonzeption ... 63

5.1 Bauen im Bestand ... 63
5.1.1 Planung und Analyse als Grundlage ... 63
5.1.2 Herausforderungen und Einschränkungen ... 65
5.1.3 Energetische Modernisierung und Nachhaltigkeit ... 65

5.2 Suffizienz, Konsistenz und Effizienz im Kontext von Ökonomie und Ökologie ... 66
5.2.1 Nachhaltigkeitsprinzipien in der Planung nach HOAI: Suffizienz, Konsistenz und Effizienz ... 66
5.2.2 Planung eines klimaneutralen Gebäudebestands auf Basis der HOAI-Leistungsphasen ... 66
5.2.3 Energiesparende Sanierung ... 68
5.2.4 Ressourcenschonende Sanierungen ... 69

5.3 Sanierung von Gebäudehülle und Anlagentechnik ... 71
5.3.1 Gebäudehülle ... 71
5.3.2 Anlagentechnik ... 71

5.4 Einzelmaßnahme versus Sanierung in einem Zug ... 72
5.4.1 Schrittweise Einzelmaßnahmen ... 72
5.4.2 Komplettsanierung in einem Zug ... 73

5.5 Serielle Sanierung ... 74

5.6 Sektorenkopplung ... 76

6 Energiebilanz ... 79

6.1 Gebäudeanamnese und Gebäudediagnostik ... 79
6.1.1 Prozess der Gebäudeanamnese ... 80
6.1.2 Digitales Aufmaß ... 80

6.2 Methodik und Systematik der Energiebilanz nach DIN V 18599 ... 81
6.2.1 Checkliste zur Gebäudedatenerfassung für ein energetisches Sanierungskonzept ... 81
6.2.2 Zoneneinteilung und Festlegung der thermischen Hüllfläche ... 86
6.2.3 Energetische Bilanzierung ... 86
6.2.4 Nutzungsrandbedingungen für Einfamilienhäuser ... 87
6.2.5 Berechnung der thermischen Hüllfläche ... 87
6.2.6 Anpassung der thermischen Hüllfläche ... 88

6.3 Dynamische Gebäudesimulation ... 90

6.4 Fachplanungsleistungen ... 91
6.4.1 Sanierung nach dem Lowtech-Prinzip ... 91
6.4.2 Digitale Werkzeuge für eine optimierte Fachplanung ... 92
6.4.3 Heizlastberechnung nach DIN EN 12831-1 ... 93
6.4.4 Hydraulischer Abgleich ... 95
6.4.5 Wärmepumpenauslegung ... 97
6.4.6 PV-Anlagen-Auslegung ... 98

6.4.7 Lüftungsplanung nach DIN 1946-6 ... 100
6.4.8 Ökobilanzierung ... 101
6.4.8.1 Grundlagen und Methodik der Ökobilanzierung ... 101
6.4.8.2 Ökobilanzierung im Kontext der Gebäudesanierung ... 101
6.4.8.3 Checkliste für die Planung der Ökobilanzierung ... 106

7 Sanierungslösungen für Baukonstruktionen ... 109

7.1 (Steil-)Dach ... 111
7.1.1 Aufsparrendämmung ... 111
7.1.2 Checkliste effektive Dachsanierung ... 114

7.2 Dachgeschoss ... 115
7.2.1 Oberste Geschossdecke ... 115
7.2.2 Unbeheiztes Dachgeschoss ... 116
7.2.3 Beheiztes Dachgeschoss ... 117

7.3 Fenstererneuerung ... 118
7.3.1 Bedeutung von fachgerecht eingebauten Fenstern für die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ... 118
7.3.2 Differenzierung zwischen Neubau und Sanierung bei fachgerechtem Einbau von Fenstern ... 119
7.3.3 Unterschiede zwischen Massiv- und Leichtbauweise ... 121
7.3.4 Relevante Schnittstellen zwischen Fenster und Außenwand ... 121
7.3.5 Koordination der Gewerke durch die Bauleitung ... 123
7.3.6 Bauphysikalische Betrachtung des Lüftungskonzepts nach der Fenstersanierung ... 129

7.4 Fassade ... 130
7.4.1 Historische Fassaden ... 130
7.4.2 Lochfassade und WDVS ... 131
7.4.3 Innendämmung ... 135
7.4.4 Vorgehängte hinterlüftete Fassade ... 141

7.5 Keller- und Sockeldämmung ... 143
7.5.1 Bedeutung der Keller- und Sockeldämmung ... 143
7.5.2 Arten der Keller- und Sockeldämmung ... 144

8 Sanierungslösungen Gebäudetechnik ... 147

8.1 Überblick ... 147

8.2 Fossile Energieträger und grüne Quote ... 149

8.3 Integration erneuerbarer Energien in die Gebäudetechnik ... 150
8.3.1 Herausforderungen bei der Erzeugung erneuerbarer Energien und ihre Lösung ... 150
8.3.2 Technische Lösungen zur Integration erneuerbarer Energien in die energetische Sanierung ... 152
8.3.3 Energiesouveränität, Resilienz, Versorgungssicherheit und Innovationen ... 152
8.3.4 Energiespeicherung ... 153

8.4 Lüftungstechnik ... 155
8.4.1 Lüftung mit Wärmerückgewinnung ... 155
8.4.2 Fachplanung und Integration in Sanierungskonzepte ... 158
8.4.3 Lösungsansätze für die Sanierung ... 158
8.4.4 Zukunft der Lüftungstechnik ... 159

8.5 Gebäudeautomation, Green IT und künstliche Intelligenz ... 159
8.5.1 Gebäudeautomation als Schlüssel zur effizienten Gebäudesteuerung ... 159
8.5.2 Künstliche Intelligenz als Basis intelligenter Energiekonzepte ... 160
8.5.3 Fachplanung und Integrationsstrategien ... 161
8.5.4 Künftige Entwicklungen ... 162

9 Ganzheitliche Sanierungslösungen zur Erreichung eines klimaneutralen Gebäudebestands ... 163

9.1 Voraussetzungen für die klimaneutrale Transformation des Gebäudebestands ... 163

9.2 Gründerzeit (1900 bis 1918) ... 165
9.2.1 Herausforderungen bei der Sanierung von Gründerzeitbauten ... 165
9.2.2 Fensteraustausch in Gründerzeitgebäuden ... 166
9.2.3 Effektive Energiekonzepte für die technische Gebäudeausrüstung in Gründerzeitgebäuden ... 168

9.3 Zwischenkriegszeit (1919 bis 1945) ... 169
9.3.1 Herausforderungen und bauphysikalische Besonderheiten der Zwischenkriegsarchitektur ... 169
9.3.2 Sanierungsstrategien zur Erreichung der Klimaneutralität von Wohngebäuden der Zwischenkriegszeit ... 170

9.4 Gebäude der Nachkriegszeit (1945 bis 1978) ... 171
9.4.1 Herausforderungen bei der energetischen Sanierung von Nachkriegsbauten ... 172
9.4.2 Ganzheitliche Sanierungsstrategien für klimaneutrale Nachkriegsbauten ... 173
9.4.3 Sanierungsbeispiel: Einfamilienhaus aus den 1960er-Jahren ... 174
9.4.3.1 Maßnahmen an der Gebäudehülle ... 178
9.4.3.2 Maßnahmen an der technischen Gebäudeausrüstung ... 180
9.4.3.3 Wirtschaftlichkeit ... 191
9.4.3.4 Ökobilanzierung ... 192

9.5 Ölkrise (1978 bis 2002) ... 193
9.5.1 Herausforderungen und Potenziale bei der Sanierung von zwischen 1978 und 2002 errichteten Wohngebäuden ... 194
9.5.2 Sanierungsstrategien zur Erreichung der Klimaneutralität ... 195

9.6 Klimadebatte (2002 bis 2015, 2024) ... 200
9.6.1 Energetische Ausgangslage von Wohngebäuden nach 2002 ... 201
9.6.2 Sanierungsschwerpunkte zur Erreichung der Klimaneutralität von ab 2002 errichteten Gebäuden ... 201
9.6.3 Wasserstoff als Baustein der Energiewende – Chancen und Herausforderungen für den Gebäudesektor ... 203
9.6.4 Technische Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit von autarken Energiesystemen ... 203

9.7 Ausblick: Energiewende (2024 bis 2045) ... 204
9.7.1 Zukünftige Ansprüche an Bau und Sanierung von Gebäuden ... 205
9.7.2 Künftige Ansätze zur Erreichung der Klimaneutralität ... 207
9.7.3 Zukunftsorientierte Bauweise als Schlüssel zur Klimaneutralität ... 207

10 Kosten und Kostenrichtwerte ... 209

10.1 Grundlagen und Grundbegriffe der Lebenszykluskostenanalyse ... 209
10.1.1 Investitionen – Ausgaben – Auszahlungen ... 209
10.1.2 Finanzierung ... 209

10.2 Verfahren der Investitionsrechnung ... 210
10.2.1 Statische Verfahren der Investitionsrechnung ... 211
10.2.2 Dynamische Investitionsrechnung ... 211
10.2.3 Zinsrechnung ... 211
10.2.4 Kostenermittlung ... 212
10.2.5 Preissteigerungsraten und der Einfluss geopolitischer Krisen ... 212
10.2.6 Kalkulationszins bei energetischen Sanierungen ... 214
10.2.7 Sensitivitätsanalyse bei energetischen Sanierungen ... 215
10.2.8 Checkliste für die Planung ... 216
10.2.9 Berechnung der Wirtschaftlichkeit am Beispiel einer PV-Anlage ... 217

11 Ausblick: Zukunft des Bauens und Sanierens im Bestand – Gebäudeeffizienz versus Emissionseffizienz 221
11.1 Umbau statt Abriss: Neubewertung der Nachhaltigkeit im Gebäudebestand 221
11.2 Serielle Sanierung als ein Lösungsweg in der neuen Umbaukultur 222
11.3 CO_2-neutrale Baustoffe als Schlüssel zur Klimafreundlichkeit 222
11.4 Zukunft: Kreislaufwirtschaft und klimaneutrales Bauen 223
11.5 Modularer Bau in der Sanierung 224
11.6 Begrünte Dach- und Fassadenflächen: nachhaltige Lösungen für ein besseres Stadtklima 226
11.7 Zukunft des Bauens: Umbaukultur als Leitprinzip 226

12 Anhang 227
12.1 Normen, Rechtsvorschriften und Literatur 227
12.2 Abkürzungen 231
12.3 Stichwortverzeichnis 232