

**EIN BEITRAG ZUR  
SYSTEMATISCHEN INSTANDHALTUNG VON GEBÄUDEN**

Vom Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie  
der Technischen Universität Darmstadt  
zur Erlangung des akademischen Grades  
eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)  
genehmigte Dissertation

von  
Dipl.-Ing. Jörg Klingenberger  
aus Miltenberg

Darmstadt, im März 2007

D 17

***ULB Darmstadt***



**16665169**

---

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>XI</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>XVII</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Ausgangssituation und Anlass der Arbeit</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Ziel der Arbeit</b>	<b>7</b>
<b>1.3 Aufbau und Abgrenzung der Arbeit</b>	<b>8</b>
<b>2 Grundlagen der Instandhaltung</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Vorbemerkungen</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Begriffe Projekt – Projektmanagement – Objekt</b>	<b>13</b>
2.2.1 Projekt	13
2.2.2 Projektmanagement – Projektleitung – Projektsteuerung	14
2.2.3 Objekt – Gebäude	17
<b>2.3 Begriff der Instandhaltung</b>	<b>19</b>
2.3.1 Definition von Instandhaltung und Instandhaltungsobjekt	19
2.3.2 Modell der Abnutzung des Instandhaltungsobjekts	23
2.3.3 Grundmaßnahmen der Instandhaltung	24
2.3.3.1 Inspektion	24
2.3.3.2 Wartung	25
2.3.3.3 Instandsetzung	26
2.3.3.4 Verbesserung	28
<b>2.4 Abgrenzung Instandhaltung – bauliche Veränderungen</b>	<b>30</b>
2.4.1 Modernisierung	30
2.4.2 Umbau	31
2.4.3 Erweiterungsbau	32
2.4.4 Sanierung – Revitalisierung	32
2.4.5 Rekonstruktion – Wiederaufbau	33

---

<b>2.5 Facility Management im Lebenszyklus von Gebäuden</b>	<b>34</b>
2.5.1 Gebäudelebensspanne – Immobilienlebenszyklus	34
2.5.2 Lebensphasen eines Gebäudes	36
2.5.2.1 Vorbereitungsphase	36
2.5.2.2 Erstellungsphase	38
2.5.2.3 Nutzungsphase	39
2.5.2.4 Phasen der baulichen Veränderung	40
2.5.2.5 Abbruchphase	40
2.5.3 Gebäudemanagement – Facility Management	41
2.5.4 Integrales Polyzyklenmodell	47
<b>2.6 Instandhaltungsbeteiligte</b>	<b>49</b>
2.6.1 Nutzer – Mieter – Eigentümer – Betreiber	49
2.6.2 Facility Manager – Objektmanager – Dienstleister	52
2.6.3 Bauherr	53
2.6.4 Objektplaner – Fachplaner – Berater	55
2.6.5 Ausführende Unternehmen – Lieferanten	57
<b>2.7 Zusammenfassung</b>	<b>58</b>
<b>3 Objekte zur Instandhaltung</b>	<b>61</b>
<b>3.1 Vorbemerkungen</b>	<b>62</b>
<b>3.2 Gebäudebestand in Deutschland</b>	<b>63</b>
3.2.1 Globalstruktur des Bestands	63
3.2.2 Bestand an Wohngebäuden	64
3.2.3 Leerstand von Wohnraum	66
<b>3.3 Identifizierung von Instandhaltungsobjekten mittels</b>	
<b>Gebäudedekomposition</b>	<b>69</b>
3.3.1 Anforderungen	69
3.3.2 Struktur	69
3.3.3 Basisgliederungen	73
<b>3.4 Alterungsverhalten und Lebensdauer von Instandhaltungsobjekten</b>	<b>77</b>
3.4.1 Kategorien der Obsoleszens	77
3.4.2 Einflüsse auf das materielle Alterungsverhalten – technische Lebensdauer	78
3.4.3 Prinzipien des materiellen Alterungsverhaltens	82

3.4.4	Immaterielle Einflüsse auf die Lebensdauer – tatsächliche und wirtschaftliche Lebensdauer _____	86
3.4.5	Lebensdauerdaten – Intervallkataloge für Instandhaltungen _____	89
<b>3.5</b>	<b>Bestandsaufnahme _____</b>	<b>92</b>
3.5.1	Kategorien einer Bestandsaufnahme _____	92
3.5.2	Ablauf einer Bestandsaufnahme _____	93
3.5.3	Einflüsse auf eine Bestandsaufnahme _____	95
<b>3.6</b>	<b>Fallstudien zur Obsoleszens von Instandhaltungsobjekten _____</b>	<b>97</b>
3.6.1	Instandhaltung und bauliche Veränderung von Wohngebäuden _____	98
3.6.1.1	Maßnahmenhäufigkeiten und Kosten _____	99
3.6.1.2	Maßnahmenarten _____	108
3.6.2	Instandsetzung eines Bürogebäudes _____	111
3.6.2.1	Textile Bodenbeläge _____	112
3.6.2.2	Wandanstriche _____	117
3.6.3	Schlussfolgerungen _____	121
<b>3.7</b>	<b>Zusammenfassung _____</b>	<b>123</b>
<b>4</b>	<b>Entscheidungshilfe zur Bestimmung von Strategien der Instandhaltung _____</b>	<b>125</b>
<b>4.1</b>	<b>Vorbemerkungen _____</b>	<b>126</b>
<b>4.2</b>	<b>Anforderungen an den Gebäudezustand _____</b>	<b>127</b>
4.2.1	Kategorie 1: langfristig bestehenden Standard halten – neuesten Standard realisieren _____	127
4.2.2	Kategorie 2: mittelfristig Nutzung gewährleisten _____	128
4.2.3	Kategorie 3: kurzfristig Nutzung sicherstellen _____	128
<b>4.3</b>	<b>Ziele der Instandhaltung _____</b>	<b>129</b>
4.3.1	Übersicht und Struktur potentieller Instandhaltungsziele _____	129
4.3.2	Erläuterung der Instandhaltungsziele und Zielkriterien _____	131
4.3.2.1	Erfüllung der technischen Anforderungen _____	131
4.3.2.2	Erfüllung der ökonomischen Anforderungen _____	132
4.3.2.3	Erfüllung der ökologischen Anforderungen _____	134
4.3.2.4	Erfüllung der soziokulturellen Anforderungen _____	134
4.3.3	Bestimmen individueller Instandhaltungsziele _____	135

<b>4.4 Strategien der Instandhaltung</b>	<b>138</b>
4.4.1 Charakteristik einer Instandhaltungsstrategie	138
4.4.2 Übersicht der maßnahmenbezogenen Instandhaltungsstrategien	138
4.4.3 Untersuchung der präventiven Instandhaltungsstrategien	141
4.4.3.1 Strategie der vorausbestimmten Instandhaltung	141
4.4.3.2 Strategie der voraussagenden Instandhaltung	144
4.4.3.3 Strategie der zustandsbestimmten Instandhaltung	145
4.4.4 Untersuchung der korrektiven Instandhaltungsstrategien	147
4.4.4.1 Strategie der ausfallbedingten Instandhaltung	148
4.4.4.2 Strategie der aufgeschobenen Instandhaltung	149
4.4.5 Instandhaltungsstrategien und Instandhaltungsmaßnahmen	150
<b>4.5 Prinzipien zur Strategieentscheidung</b>	<b>151</b>
4.5.1 Übersicht	151
4.5.1.1 Verfügbarkeitsorientiertes Entscheidungsprinzip	151
4.5.1.2 Nutzungsbezogenes Entscheidungsprinzip	152
4.5.1.3 Nutzerzufriedenheitsbezogenes Entscheidungsprinzip	152
4.5.1.4 Risikobasiertes Entscheidungsprinzip	152
4.5.2 Bestimmung von Entscheidungsprinzipien	153
4.5.2.1 Gebäude der Anforderungskategorie 1: langfristig bestehenden Standard halten – neuesten Standard realisieren	153
4.5.2.2 Gebäude der Anforderungskategorie 2: mittelfristig Nutzung gewährleisten	155
4.5.2.3 Gebäude der Anforderungskategorie 3: kurzfristig Nutzung sicherstellen	157
4.5.3 Struktur der Entscheidungsprinzipien	159
4.5.3.1 Verfügbarkeitsorientiertes Entscheidungsprinzip	159
4.5.3.2 Nutzungsbezogenes Entscheidungsprinzip	159
4.5.3.3 Nutzerzufriedenheitsbezogenes Entscheidungsprinzip	160
4.5.3.4 Risikobasiertes Entscheidungsprinzip	162
<b>4.6 Exemplarische Anwendung der Entscheidungshilfe</b>	<b>165</b>
4.6.1 Instandhaltungsobjektübergreifende Grundlagen	165
4.6.1.1 Definieren eines Untersuchungsgebäudes	165
4.6.1.2 Beschreiben der Art und Intensität der Gebäudenutzung	165
4.6.1.3 Festlegen der Anforderungen an den Gebäudezustand	165

---

4.6.2	Beispiel Instandhaltungsobjekt Bodenbelag	166
4.6.2.1	Bestimmen der relevanten Instandhaltungsziele	166
4.6.2.2	Bestimmen des Prinzips zur Strategieentscheidung	167
4.6.2.3	Vorschlagen einer Instandhaltungsstrategie	169
4.6.3	Beispiel Instandhaltungsobjekt Fenster	170
4.6.3.1	Bestimmen der relevanten Instandhaltungsziele	170
4.6.3.2	Bestimmen des Prinzips zur Strategieentscheidung	172
4.6.3.3	Vorschlagen einer Instandhaltungsstrategie	173
4.6.4	Beispiel Instandhaltungsobjekt tragbarer Feuerlöscher	175
4.6.4.1	Bestimmen der relevanten Instandhaltungsziele	176
4.6.4.2	Bestimmen des Prinzips zur Strategieentscheidung	177
4.6.4.3	Vorschlagen einer Instandhaltungsstrategie	178
4.6.5	Beispiel Instandhaltungsobjekt Beleuchtung	179
4.6.5.1	Bestimmen der relevanten Instandhaltungsziele	179
4.6.5.2	Bestimmen des Prinzips zur Strategieentscheidung	180
4.6.5.3	Vorschlagen einer Instandhaltungsstrategie	182
<b>4.7</b>	<b>Zusammenfassung und Bewertung der Entscheidungshilfe</b>	<b>184</b>
<b>5</b>	<b>Fazit</b>	<b>187</b>
<b>5.1</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse</b>	<b>188</b>
<b>5.2</b>	<b>Integration der Entscheidungshilfe</b>	<b>196</b>
<b>5.3</b>	<b>Ausblick</b>	<b>198</b>
<b>Quellenverzeichnis</b>		<b>199</b>