

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	5
Vorwort zur 2. Auflage.....	7
Autoren .....	8
Geleitwort .....	9
Begriffsübersicht .....	10
Abkürzungen.....	10
<b>1      Einleitung .....</b>	<b>17</b>
<b>2      Gute Technologie – gute Gebäude? .....</b>	<b>19</b>
<b>3      Qualitätsmanagement für Gebäude .....</b>	<b>23</b>
3.1   Qualität und Qualitätsmanagement .....	23
3.2   Qualitätsmanagement für die Technische Gebäudeausrüstung .....	24
3.2.1   Planung .....	24
3.2.2   Beispiele für Forderungen an gebäudetechnische Anlagen .....	26
3.2.2.1   GEG 2024 und DIN V 18599 .....	26
3.2.2.2   DIN EN 15232 Einfluss der Gebäudeautomation auf die Energieeffizienz .....	27
3.2.2.3   DIN EN ISO 16484 Systeme der Gebäudeautomation .....	28
3.2.2.4   VOB Teil C .....	29
3.2.3   Errichtung, Abnahme und Inbetriebnahme .....	30
3.2.3.1   Abnahme von Bauleistungen .....	30
3.2.3.2   Inbetriebnahme .....	31
3.2.4   Betrieb .....	32
3.2.4.1   Energetische Inspektionen .....	32
3.2.4.2   EPBD – Energy Performance of Buildings Directive .....	33
3.2.4.3   Gebäudemangement nach DIN 32736 .....	33
3.2.4.4   Energiemanagement nach GEFMA 124 .....	33
3.2.5   Defizite im Qualitätsmanagement für technische Anlagen .....	34
3.3   Funktionsbeschreibungen: Spezifikation funktionaler Forderungen an technische Anlagen .....	34
3.3.1   Anlagenschemen, Funktionslisten, Texte .....	35
3.3.2   Zustandsautomaten .....	36
3.3.3   Dokumentenformate .....	39
3.3.4   Funktionsbeschreibungen in der Praxis .....	39
3.3.5   Mindestanforderungen des Technischen Monitorings an Funktionsbeschreibungen .....	40

3.4	Prüfmethoden für technische Anlagen .....	41
3.4.1	Sichtprüfungen .....	41
3.4.2	Beprobungen .....	43
3.4.3	Messungen, Leistungs- und Funktionsprüfungen .....	44
3.4.4	Prüfsituationen .....	45
3.5	Prüfen mit Modellen .....	45
3.5.1	Modellbegriff .....	45
3.5.2	Prozesshistorische Modelle .....	47
3.5.3	Empirische Modellierung .....	48
3.5.4	Technisch-physikalische Modellierung .....	49
3.5.5	Zustandsautomaten zur Betriebsüberwachung .....	53
3.6	Qualitätsregelkreise für Gebäude .....	55
<b>4</b>	<b>Technisches Monitoring nach AMEV 178 .....</b>	<b>59</b>
4.1	Grundleistungen Technisches Monitoring .....	60
4.1.1	Leistungen in Leistungsphase 3 (Entwurfsplanung) .....	61
4.1.1.1	Sichtung der Unterlagen .....	61
4.1.1.2	Ableiten der relevanten Prüfgrößen .....	62
4.1.1.3	Mess- und Zählerkonzepte .....	64
4.1.1.4	Vorgaben für die Datenbereitstellung und Datenübergabe .....	64
4.1.1.5	Erstellung eines Ablaufplans .....	65
4.1.1.6	Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten des TMon-Dienstleisters .....	66
4.1.1.7	Erstellung des Monitoring-Konzepts .....	66
4.1.2	Leistungen in Leistungsphase 5 (Ausführungsplanung) .....	67
4.1.2.1	Fortschreibung und Detaillierung des Monitoring-Konzepts .....	67
4.1.2.2	Anforderungen des TMon an die Durchführung der Inbetriebnahme .....	68
4.1.2.3	Unterstützung der Fachplaner hinsichtlich Leistungsbeschreibungen .....	69
4.1.2.4	Übergabe des aktualisierten Monitoring-Konzepts .....	69
4.1.3	Leistungen in Leistungsphase 8 (Objektüberwachung) .....	69
4.1.3.1	Nachführung des TMon-Konzepts .....	69
4.1.3.2	Vorbereitung des Probebetriebs .....	70
4.1.3.3	Erstellung eines Monitoring-Berichts .....	72
4.1.3.4	Erstellung eines Abschlussberichts .....	73
4.1.4	Leistungen in Leistungsphase 9 (Objektbetreuung) .....	73
4.1.4.1	Nachführen des Monitoring-Konzepts .....	73
4.1.4.2	Regelmäßige Erstellung von Monitoring-Berichten .....	73
4.1.4.3	Erstellung eines Abschlussberichts .....	74
4.2	Weitere mögliche Leistungen des Technischen Monitorings .....	75
4.2.1	Workshops .....	75
4.2.2	Vorbereitung der Leistungen des TMon und stufenweise Beauftragung .....	76
4.2.3	Datenprüfungen .....	76
4.2.3.1	Datenqualität .....	77
4.2.3.2	Prüfung des Anlagenkennzeichnungsschlüssels .....	77
4.2.4	Prüfung der Gebäudeautomation vor den Probebetrieben .....	77

---

4.3	Die Rolle der Automatisierungstechnik .....	77
4.3.1	Datenerfassung über die Gebäudeautomation .....	78
4.3.2	Zeitschritte der Datenerfassung .....	80
4.3.3	Frequenz der Datenübergabe .....	80
4.3.4	Das Internet of Things und die Datenverfügbarkeit in der Cloud .....	80
4.4	Technisches Monitoring im Gebäudebestand .....	81
4.4.1	Anpassungen Leistungsphasen 3 und 5 .....	81
4.4.2	Anpassungen Leistungsphase 8 .....	82
4.4.3	Anwendungsmöglichkeiten im Gebäudebestand .....	82
<b>5</b>	<b>Projektbeispiele .....</b>	<b>83</b>
5.1	Methodik .....	83
5.2	Heizkreis .....	87
5.2.1	Spezifikation von Prüfgrößen .....	87
5.2.2	Spezifikation der funktionalen Anforderungen .....	88
5.2.3	Prüfung der Betriebsdaten .....	89
5.3	Lüftungsanlage .....	90
5.3.1	Spezifikation von Prüfgrößen .....	90
5.3.2	Spezifikation der funktionalen Anforderungen .....	91
5.3.3	Prüfung von Betriebsdaten .....	93
5.4	Gebäude .....	94
5.5	Sonderthema für das TMon – Korrosionsüberwachung .....	95
5.5.1	Hintergrund .....	95
5.5.2	Korrosionsmonitoring .....	97
5.5.3	Korrosionsschutz durch Technisches Monitoring während der Inbetriebnahme .....	99
5.5.4	Technisches Monitoring, Digitalisierung und Künstliche Intelligenz .....	101
5.6	Technisches Monitoring im Bestand .....	102
<b>6</b>	<b>Technisches Monitoring und Technisches Inbetriebnahmemangement .....</b>	<b>105</b>
6.1	VDI 6041 – Facility Management – Technisches Monitoring von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen .....	105
6.2	DIN EN ISO 16484 .....	106
6.3	VDI 3814 .....	106
6.4	AHO Schriftenreihe 19 .....	107
6.5	AMEV 170 Inbetriebnahmemangement .....	108
6.6	VDI 6039 Inbetriebnahmemangement für Gebäude .....	108
6.7	REHVA Guidebook 29-2019 .....	109
6.8	DGNB .....	110
6.8.1	Technisches Monitoring in der DGNB-Zertifizierung .....	112
6.9	BNB .....	113
6.9.1	Technisches Monitoring in der BNB-Zertifizierung .....	114
6.10	LEED .....	114
6.10.1	Technisches Monitoring in der LEED-Zertifizierung .....	115

<b>7</b>	<b>Technisches Inbetriebnahmemanagement nach AMEV 178 .....</b>	<b>117</b>
7.1	Phasen-Modell für die Inbetriebnahmen .....	118
7.2	Zentrale Dokumente des Technischen Inbetriebnahmemanagements .....	119
7.2.1	IAÜ-Checkliste als Bedarfsplanung für die Inbetriebnahme .....	119
7.2.2	Gewerkeübergreifende Anlagenliste .....	120
7.2.3	Gewerkeübergreifender Schnittstellenkatalog .....	120
7.2.4	Bauzeitenplan für die Inbetriebnahme .....	120
7.2.5	Prüfplan .....	121
7.2.6	Liste aller Protokolle und Checklisten .....	121
7.2.7	Termine für Sachverständige und Einweisungen .....	121
7.3	TIBM als Teil der Werkleistung bzw. Fachplanung .....	122
7.4	Inbetriebnahmemonitoring (IBMon) als Teil des TMon .....	122
<b>8</b>	<b>Kurzanleitung AMEV 178 .....</b>	<b>123</b>
8.1	Bedarfsplanung Technisches Monitoring und Inbetriebnahmemanagement ...	123
<b>9</b>	<b>Erfahrungen und Empfehlungen für TMon-Projekte .....</b>	<b>125</b>
9.1	Tipps für die Praxis .....	125
9.2	Kosten und Nutzen .....	126
<b>10</b>	<b>Ausblick: Qualitätsmanagement und Baukultur .....</b>	<b>129</b>
10.1	Digitales Qualitätsmanagement und Software .....	129
10.2	Qualität und Baukultur .....	130
<b>11</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>133</b>
11.1	LV-Texte für Leistungen des Technischen Monitorings .....	133
11.2	Anlagenlisten mit empfohlener Mindestinstrumentierung .....	134
11.2.1	Prüfumfang Gesamtgebäude .....	134
11.2.2	Prüfumfang Gasbrennwertkessel .....	136
11.2.3	Prüfumfang Wärmepumpe .....	137
11.2.4	Prüfumfang Blockheizkraftwerk .....	138
11.2.5	Prüfumfang Heizkreis .....	139
11.2.6	Prüfumfang Kühlkreis .....	140
11.2.7	Prüfumfang Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Luftheritzer .....	141
11.2.8	Prüfumfang Teilklimaanlage mit Wärmerückgewinnung, Luftheritzer/-kühler und Mischluftbetrieb .....	142
11.2.9	Prüfumfang Vollklimaanlage mit Wärmerückgewinnung mit Bypass, Luftheritzer/-kühler, Befeuchter und Nacherhitzer .....	144
11.2.10	Prüfumfang Rückkühlwerk .....	146
11.2.11	Prüfumfang Kompressionskältemaschine .....	147
11.2.12	Prüfumfang Absorptionskältemaschine .....	148
11.2.13	Prüfumfang Geothermieanlage .....	149
11.2.14	Prüfumfang Solarthermieanlage .....	150
11.2.15	Prüfumfang (Puffer-)Speicher .....	151

11.2.16	Prüfumfang Photovoltaikanlage .....	152
11.2.17	Prüfumfang Nah- und Fernwärmeübergabestation .....	153
11.2.18	Prüfumfang Raumklima (Gebäude- und Behaglichkeitsmonitoring) .....	154
11.3	Arbeitshilfen für das Technische Inbetriebnahmemangement .....	155
11.3.1	Checkliste Bedarfsplanung .....	155
11.3.2	Gewerkeübergreifende Anlagenliste .....	158
	Literatur- und Quellenverzeichnis .....	159
	Stichwortverzeichnis .....	165