

# 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    Gebäudemanagement 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 Inbetriebnahmemanagement .....</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 Inbetriebnahmemanagement .....	108
6.6	VDI 6039 Inbetriebnahmemanagement 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 Lufterhitzer	141
11.2.8	Prüfumfang Teilklimaanlage mit Wärmerückgewinnung, Lufterhitzer/ -kühler und Mischluftbetrieb	142
11.2.9	Prüfumfang Vollklimaanlage mit Wärmerückgewinnung mit Bypass, Lufterhitzer/ -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 Inbetriebnahmemanagement .....	155
11.3.1	Checkliste Bedarfsplanung .....	155
11.3.2	Gewerkeübergreifende Anlagenliste .....	158
Literatur- und Quellenverzeichnis .....		159
Stichwortverzeichnis .....		165