

# Leitfaden zum Technischen Monitoring von öffentlichen Gebäuden zur Betrieboptimierung und Effizienzsteigerung



**In Kooperation zwischen:**

**Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und  
Wohnen (SenStadtWohn) und  
Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin  
(HTW Berlin)**

## **Impressum**

### **Herausgeber**

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen  
Referat Z MI  
Württembergische Straße 6  
10707 Berlin

### **Inhalte und Bearbeitung**

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin  
Prof. Dr.-Ing. Olaf Zeidler  
B.Eng. Hamit-Batuhan Özbek

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen  
M. Eng. Manuel Bagans  
Dipl.-Ing. Wolfram Müller  
Dipl.-Ing. Kathrin Richter-Kowalewski

**Redaktionsstand:** 20.09.2018

Dieser Leitfaden wurde unter Beteiligung von Vertretern anderer Senatsverwaltungen und der Bezirksämter erarbeitet.

### **Kritik und Anregungen** bitte weiterleiten an:

Wolfram Müller (Z MI 32)  
[wolfram.mueller@sensw.berlin.de](mailto:wolfram.mueller@sensw.berlin.de)  
Tel. (030) 9(0)139-4321  
Fax. (030) 9(0)139-4291

### **Information im Internet**

<http://lueftung-in-schulen.htw-berlin.de>  
<http://gebaeudeautomation.htw-berlin.de>

## Inhaltsverzeichnis

IMPRESSUM.....	I
INHALTSVERZEICHNIS .....	II
VORWORT .....	1
1 EINLEITUNG.....	2
1.1 PROBLEMSTELLUNG .....	3
1.2 ZIELE UND ZIELGRUPPEN.....	4
2 NORMEN UND RICHTLINIEN .....	5
3 GRUNDLAGEN DES TECHNISCHEN MONITORINGS .....	6
3.1 ARTEN DES TECHNISCHEN MONITORINGS .....	7
3.1.1 Energiemonitoring (EMon) .....	8
3.1.2 Anlagenmonitoring (AMon).....	10
3.1.3 Gebäude- und Behaglichkeitsmonitoring (GBMon).....	12
3.2 BETRIEBSWEISEN DES TECHNISCHEN MONITORINGS .....	13
3.2.1 Einregulierungsmonitoring (ERMon) .....	13
3.2.2 Langzeitmonitoring (LZMon).....	14
3.3 SCHNITTSTELLEN ZUR GEBÄUDEAUTOMATION.....	15
3.4 KATEGORIEN UND MERKMALE DES TECHNISCHEN MONITORINGS .....	16
4 VORBEREITUNG UND ORGANISATION EINES TMON-PROJEKTES.....	17
4.1 EINSATZBEREICH UND BEDARFSANFORDERUNG .....	17
4.2 VARIANTEN ZUR DURCHFÜHRUNG DES TMON .....	18
4.3 INGENIEUR- BZW. FACHPLANERVERTRÄGE.....	20
4.4 HINWEISE ZUR QUALIFIKATION DES PERSONALS .....	20
5 LEBENSZYKLUSPROZESS UND LEISTUNGSIHALTE NACH HOAI.....	21
5.1 ENTWICKLUNGS- UND PLANUNGSPHASE .....	22
5.2 REALISIERUNGSPHASE.....	23
5.3 NUTZUNGSPHASE.....	28
5.3.1 TMon im Einregulierungsbetrieb – Erste Nutzungsphase.....	28
5.3.2 TMon im Regelbetrieb.....	30
5.4 VERWERTUNGSPHASE.....	31
6 BEREICHE DES TECHNISCHEN MONITORINGS.....	32
6.1 GEBÄUDE- UND ANLAGENBEZOGENE PRÜFGRÖßEN .....	33

## Leitfaden zum Technischen Monitoring

6.1.1	Wetterstation .....	33
6.1.2	Prüfungsumfang Gesamtgebäude.....	34
6.1.3	Prüfungsumfang Gasversorgung .....	37
6.1.4	Prüfungsumfang Wasserversorgung .....	37
6.1.5	Prüfungsumfang elektrische Energieversorgung .....	37
6.1.6	Prüfungsumfang Raumklima (GBMon) .....	38
6.1.7	Prüfungsumfang Raumluftechnische Anlagen.....	40
6.1.8	Prüfungsumfang Heizungsanlagen.....	43
6.1.9	Prüfungsumfang Blockheizkraftwerk.....	45
6.1.10	Prüfungsumfang Wärmepumpe.....	47
6.2	VERGLEICHSKENNWERTE IM BESTAND.....	49
7	IT-SICHERHEIT .....	50
8	FINANZIERUNG DES TECHNISCHEN MONITORINGS .....	51
8.1	KOSTENZUORDNUNG UND HONORARERMITTLUNG .....	51
8.2	KOSTEN-NUTZEN-ANALYSE.....	52
9	ERFAHRUNGSBERICHTE .....	53
10	ZUSAMMENFASSUNG .....	57
11	BEGRIFFSDEFINITIONEN .....	58
12	LITERATURVERZEICHNIS.....	61
13	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	64
14	TABELLENVERZEICHNIS .....	65
15	ANHANG A ARBEITSHILFE: INHALTE DES TMON-KONZEPTES .....	66
16	ANHANG B MONITORING-BERICHT .....	68

# **Leitfaden zum Technischen Monitoring von öffentlichen Gebäuden zur Betriebsoptimierung und Effizienzsteigerung**

## **Vorwort**

Der vorliegende Leitfaden wurde im Rahmen der Kooperation zwischen der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (SenStadtWohn) und der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW Berlin) erarbeitet.

Aufgrund des zunehmenden Anteils der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) in neu gebauten oder sanierten (öffentlichen) Gebäuden werden hohe Erwartungen an eine komfortable und effiziente Betriebsweise gestellt. Dagegen kann beobachtet werden, dass die TGA in der ersten Nutzungsphase des neuen Gebäudes ihre volle Leistungsfähigkeit nicht erreicht. In dem Fall drängt sich das sogenannte „Technische Monitoring“ auf, in der die TGA über die ersten 2 bis 3 Jahre systematisch überwacht und eingeregelt wird. Nur so können die einzelnen, teilweise aufwändigen, technischen Lösungen auf einander abgestimmt und die erwarteten Effizienzgewinne erzielt werden. Unter dem Aspekt des nachhaltigen Bauens erweist sich das Monitoring als notwendig, wie dies auch die neue VDI 6041 und die AMEV für Technisches Monitoring bestätigen.

Es soll untersucht werden, wie der Abgleich von Planungsvorgaben und Nutzungsanforderungen in der betrieblichen Praxis optimal abgestimmt werden kann. Dabei sind organisatorische und technische Fragen zum Monitoring zu betrachten und die Schnittstellen zwischen dem Bauen und Betreiben zu bestimmen. Im Rahmen des Monitorings ist die Wirtschaftlichkeit der TGA zu erreichen.

Ziel des vorliegenden Leitfadens ist die Darstellung der regulären Implementierung des Monitorings nach Inbetriebnahme eines Gebäudes bereits in der Phase der Planung inklusive Finanzierung(sbedarf). Auch andere Fachleute haben dies längst als erforderlich erkannt (s. VDI). Die HOAI als grundlegender Bestandteil des öffentlichen Bauens sieht noch keine Notwendigkeit, die Vergütung für das Technische Monitoring zu regeln.

## 1 Einleitung

Die im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlichte Neufassung der europäischen Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2010/31/EU) verschärft gegenüber der seit 2002 vorliegenden ersten Fassung die Umsetzungsaufträge an die Mitgliedstaaten. Dabei werden unter anderem die Anforderungen an die bereits eingeführten, verbindlichen Energieausweise erhöht und Niedrigstenergiegebäude<sup>1</sup> als Standard für alle behördlichen Neubauten ab 2019 gefordert. Dementsprechend sind auch die Anforderungen an Objekte und Einrichtungen des Bundes bzw. der Länder gestiegen. [1] Fokussiert durch die energiepolitischen Ziele Europas bzw. der Bundesregierung (Energiekonzept 2010) und der in diesem Zusammenhang erlassenen Gesetze und Verordnungen gewinnen die Themengebiete Energieeffizienz und Nachhaltigkeit zunehmend an Bedeutung. Vorgaben der Energieeinsparverordnung (EnEV), des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) und andere gesetzliche Vorgaben führen zu einem hohen Anteil von technischen Maßnahmen in Gebäuden. Auf Grund der vielen Vorgaben ist meist ein monovalenter Einsatz gebäudetechnischer Anlagen nicht mehr möglich. Vielmehr gibt es komplexe bivalente oder multivalente Systeme, die ohne besondere Maßnahmen nach der Inbetriebnahme nicht das effiziente Verhalten zeigen, welches theoretisch bestimmt wurde. [2]

Die Kernaufgaben des Planens, Bauens und Bewirtschaftens von Gebäuden sollten, unter Berücksichtigung der übergeordneten Normen und Richtlinien, das Erfüllen von Nutzeranforderungen und Nutzererwartungen sein. Mit dem Einsatz eines Technischen Monitorings können durch eine systematische Auswertung bzw. Beobachtung ausgewählter Prüfgrößen, Optimierungspotentiale ermittelt und ein planmäßiger Gebäudebetrieb sichergestellt werden.

---

<sup>1</sup> Nach EU-Richtlinie 2010/31/EU: Gebäude mit sehr hoher Gesamtenergieeffizienz. Der bei fast Null liegende oder sehr geringe Energiebedarf sollte zum wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen – einschließlich Energie aus erneuerbaren Quellen, die am Standort oder in der Nähe erzeugt wird – gedeckt werden.

## 1.1 Problemstellung

Aus den voranschreitenden technologischen Entwicklungen und der zukunftsorientierten bzw. nachhaltigen Optimierung der Bauprozesse resultieren für Gebäude zunehmend hohe Technisierungsgrade. Auf Grund der gesetzlichen Rahmenbedingungen und der gestiegenen Nutzeranforderungen wird insbesondere die technische Gebäudeausrüstung immer komplexer gestaltet.

Private und öffentliche Baumaßnahmen der Vergangenheit und Forschungsvorhaben zum energieoptimierten Bauen verdeutlichen, dass gerade in der ersten Nutzungsphase des Gebäudes kein funktionsgerechter Betrieb erreicht wird. Die technischen Anlagen laufen oftmals fehlerbehaftet und entsprechen nicht der im Erstellungsprozess zugesagten Qualität. Auf Grund von Zeitmangel bei der Errichtung, fehlender Kenntnisse über Anlagensysteme oder einer unvollständigen Übergabe der Gewerke werden die Anlagen oft in der Basiskonfiguration betrieben. Es erfolgt keine Anpassung an reale Betriebsverhältnisse oder tatsächliche bzw. veränderte Nutzungsbedingungen. Die Folge sind diverse Nachteile wie steigende Betriebskosten und eine erhöhte Nutzerunzufriedenheit. Da die am Bauvorhaben beteiligten Firmen und Fachplaner nach der Abnahme keine Zuständigkeiten mehr haben, sind Planungsfehler schwer nachzuweisen. [3, 4]

Das Technische Monitoring soll als ein Werkzeug der Qualitätssicherung diesem entgegenwirken und einen wirtschaftlichen, energieeffizienten, funktions- und bedarfsgerechten Gebäudebetrieb ermöglichen. Dabei werden frühzeitig Schnittstellen zur Planungs- und Bauphase geschaffen. Die laufende Registrierung und Auswertung von Messdaten ermöglicht es, einen Überblick über die Betriebssituation, den Medienverbrauch und den Anlagenzustand zu erhalten. Die technischen Anlagen werden hierzu bereits in der Inbetriebnahme- und ersten Nutzungsphase über ein Einregulierungsmonitoring auf ihre bestimmungsgemäße Funktion überprüft. Für den weiteren Gebäudebetrieb setzt danach das Langzeitmonitoring ein. Anhand der Auswertungen werden Fehlfunktionen frühzeitig erkannt und anschließend notwendige Einstellungen und Anpassungen vorgenommen. Der Einsatz eines Technischen Monitorings wird sowohl bei Neubauten als auch im Bestand als sinnvoll erachtet.

## **1.2 Ziele und Zielgruppen**

Der vorliegende Leitfaden beschreibt die wesentlichen Anforderungen zum Technischen Monitoring in öffentlichen Gebäuden und gibt praktische Hinweise für die Erstellung und Umsetzung von Monitoring-Konzepten. Dabei werden organisatorische und technische Grundlagen aufgezeigt und sämtliche Schnittstellen zu den Planungs- und Bauphasen beschrieben. Auf Basis der Automationskonzepte aus dem GA-Leitfaden und den Planungsvorgaben („GA-Referenzmodell (Berlin) – Planungsvorgaben“) werden die praktischen Umsetzungsmöglichkeiten des Technischen Monitorings erläutert.

Monitoring bildet die Grundlage zur Überwachung von Funktionen und Betriebsweisen der Gebäude- bzw. Anlagentechnik und dient zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen. Der Leitfaden soll dazu beitragen, die technischen Anlagen der öffentlichen Gebäude funktionsgerecht zu betreiben und den Energieeinsatz auf den notwendigen Bedarf zu begrenzen. Den Projektverantwortlichen werden hierzu Ziele und Nutzen des Technischen Monitorings aufgezeigt. Es werden Empfehlungen zur Erstellung eines einheitlichen Monitoring-Konzeptes gegeben und die Auswertung anlagenbezogener Prüfgrößen beschrieben. Darüber hinaus werden Vorgaben zur Ausschreibung, Beauftragung, Finanzierung und Durchführung des Technischen Monitorings dargestellt.

Der Leitfaden richtet sich an Betreiber, Bauherren und Planer, die an der Errichtung und Bewirtschaftung öffentlicher Gebäude beteiligt sind. Es soll eine Standardisierung des Gebäudebetriebes und eine Vereinheitlichung des Monitoring-Prozesses von öffentlichen Gebäuden Berlins ermöglicht werden. Primäre Ziele sind das Erreichen einer möglichst optimalen Betriebsweise gebäudetechnischer Anlagen, das Detektieren von vermeintlich hohen Verbräuchen und damit die Einsparung von Energiekosten und die Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen.



## 2 Normen und Richtlinien

Für die Erarbeitung des Leitfadens zum Technischen Monitoring dienten insbesondere folgende Normen, Richtlinien und Empfehlungen als fachliche Grundlage:

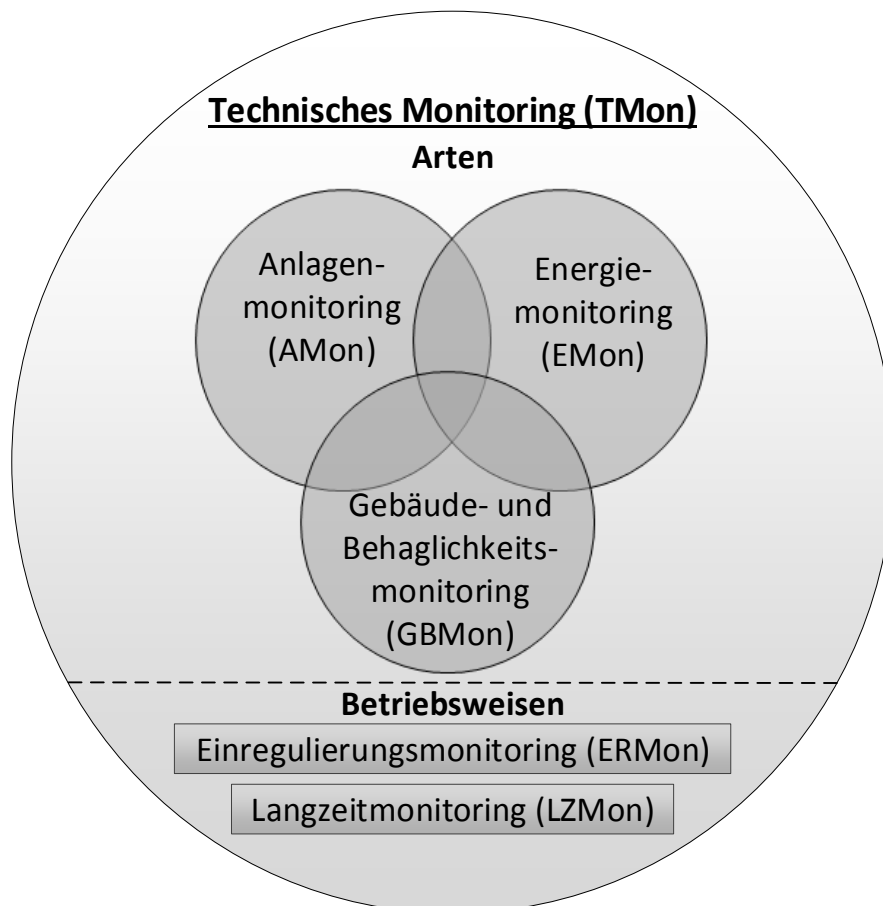
**Tabelle 1: Wichtige Normen, Richtlinien und Empfehlungen zum TMon**

VDI 6041	Facility-Management - Technisches Monitoring von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen
AMEV	Technisches Monitoring 2017 – Technisches Monitoring als Instrument zur Qualitätssicherung
AMEV	Hinweise zum Energiemanagement in öffentlichen Gebäuden
Bauminister-konferenz	Abschlussbericht - Hinweise zum Energiemanagement, -monitoring und Contracting [7]

### 3 Grundlagen des Technischen Monitorings

Technisches Monitoring, als Oberbegriff für alle Arten der systematischen Erfassung, Kontrolle und Auswertung von Energie-, Prozess- und Zustandsgrößen, kann in Abhängigkeit der bestehenden spezifischen Anforderungen in unterschiedliche Formen unterteilt werden. Zur Sicherstellung einer optimierten Betriebsführung werden technische Vorgänge bzw. Prozesse zielgerichtet überwacht und bewertet. Auf Basis einer detaillierten Zieldefinition bzw. Leistungsbeschreibung mit den im Vordergrund stehenden Ansprüchen lässt sich die Art und der Umfang des zu betreibenden Monitorings ableiten. [5]

Der Abbildung 1 ist die Gliederung des Technischen Monitorings nach VDI 6041 zu entnehmen. Dabei wird zwischen drei wesentlichen Monitoringarten unterschieden (Anlagen-, Energie- sowie Gebäude- und Behaglichkeitsmonitoring). Diese werden abhängig vom Lebenszyklus eines Gebäudes einer bestimmten Betriebsweise unterzogen (Einregulierungs- oder Langzeitmonitoring). Die einzelnen Monitoringarten können sich in bestimmten Funktionen überschneiden (z.B. bei den erfassten Messdaten).



**Abbildung 1: Gliederung des Technischen Monitorings [3]**

### **3.1 Arten des Technischen Monitorings**

Technisches Monitoring (TMon) wird nach VDI 6041 in drei Bereiche unterteilt:

- Energiemonitoring (EMon)
- Anlagenmonitoring (AMon)
- Gebäude- und Behaglichkeitsmonitoring (GBMon)

Beim Energiemonitoring erfolgt die Berechnung, Auswertung und Visualisierung von gebäude- bzw. anlagentechnischen Energie- und Mediendaten.

Der Schwerpunkt des Anlagenmonitorings liegt bei der Analyse von Anlagenzuständen und Betriebsweisen.

Die Raumkonditionierung und bauphysikalische Überwachung erfolgen im Gebäude- und Behaglichkeitsmonitoring.

Die in VDI 6041 erfassten Monitoring-Formen werden in den nachfolgenden Abschnitten konkretisiert. [3]

### 3.1.1 Energiemonitoring (EMon)

Energiemonitoring beschreibt im Wesentlichen die fortlaufende Auswertung und Darstellung von Energie- und Medienverbräuchen mit dem Ziel einer energetischen Betriebsoptimierung und Qualitätssicherung. Die technischen Anlagen werden zu Gunsten einer effizienten und kostensparenden Betriebsweise an den Leistungsbedarf und die realen Nutzungszeiten angepasst. Durch diese Anpassung können mit Hilfe des EMon Einsparpotentiale zwischen 5 % und 30 % erschlossen werden. Daher ist der Einsatz nicht nur in Neubauten, sondern auch bei grundlegenden Sanierungen von Bestandsobjekten zu berücksichtigen. [6]

Ein kontinuierlicher Überwachungsprozess der erfassten Messdaten ermöglicht es, Sollwertüberschreitungen, Unregelmäßigkeiten im Anlagenbetrieb oder Abweichungen von prognostizierten bzw. geplanten Werten (z.B. Energiedaten, -kennzahlen) zu erkennen. Nach VDI 6041 umfasst die Messausstattung Gas- / Öl-, Wärme- / Kälte-, Strom- und Wasserzähler. Bei anderen Energieträgern kann der Verbrauch über die Masse oder das Volumen ermittelt werden. Die Bestandteile des EMon sind der Abbildung 2 zu entnehmen. Werden die Messdaten des Monitoringsystems zu Abrechnungszwecken verwendet, müssen die Zähleinrichtungen geeicht und in regelmäßigen Abständen gewartet werden. Nach GEFMA 124-1<sup>2</sup> wird mit einem EMon die tatsächliche Umsetzung der Festlegungen aus dem Energiekonzept bewertet. [3, 7]

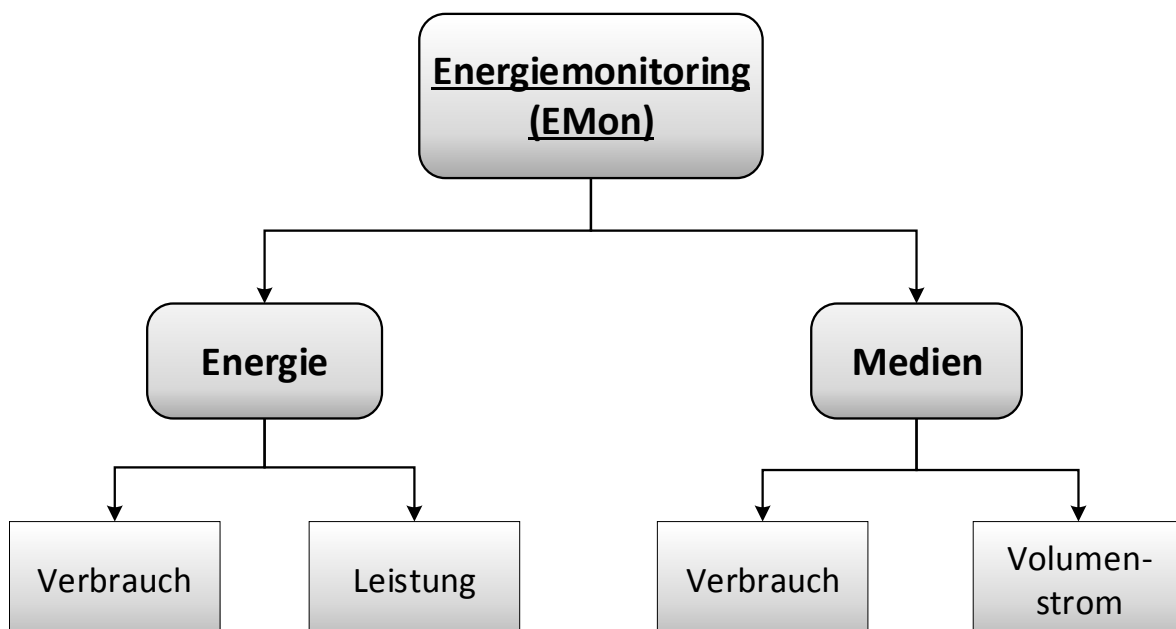


Abbildung 2: Bestandteile des EMon [3]

<sup>2</sup> German Facility Management Association – Energiemanagement: Grundlagen und Leistungsbild

Dabei bildet das EMon im Energiemanagement eine Grundvoraussetzung für das Energiecontrolling, bei dem im Idealfall eine automatisierte Datenerfassung und -speicherung die Verbrauchsdaten bereitstellt und diese anwendungsorientiert strukturiert (Energieträger, Nutzungsbereich, Verbrauchsparameter etc.). Des Weiteren lässt sich das Energiemonitoring in ein Energiedatenmanagement nach DIN EN ISO 50001 integrieren. Übliche Auswertungsformen sind:

### **Liegenschaftsanalyse**

Um den energetischen Zustand einer Liegenschaft bewerten zu können und Einsparpotentiale bzw. Optimierungsmaßnahmen zu ermitteln, werden bei dieser Form der Auswertung Objekte auf Basis ihrer Energiedaten (Heizenergie-, Warmwasser-, Strom- und Gasverbräuche) gegenübergestellt.

### **Nutzeranalyse**

In der Nutzeranalyse werden die Heizenergie- und Warmwasserverbräuche einzelner Nutzer miteinander verglichen. Hierdurch können Abweichungen vom Normalverbrauch und auffällige Messwerte identifiziert und analysiert werden. Die Richtlinie VDI 3807 beschreibt das Verfahren zur Bestimmung von Verbrauchskennwerten für Gebäude.

### **Analyse von Zeitreihen**

Verbrauchskennwerte werden auf Gebäudeebene über einen längeren Zeitraum, beispielsweise in Mehrjahresdarstellung, visualisiert. Hierdurch können die Wirksamkeit von Modernisierungs- und Sanierungsmaßnahmen bewertet und mögliche Fehlfunktionen erkannt werden.

### **Prognose von Verbrauchsanteilen bei Nutzerwechsel**

Diese Art der Auswertung ermöglicht bei einem Nutzerwechsel, den tatsächlichen Kosten entsprechende Prognosen für Vorauszahlungen zeitnah und mit einer hohen Genauigkeit zu erstellen.

Unter der Voraussetzung, dass sowohl die technische Gebäudeausrüstung einer Liegenschaft als auch die Nutzer und deren Verbrauchsverhalten in etwa konstant sind, können mit Verbrauchswerten vergangener Perioden oder Jahre Abschätzungen des zukünftigen Verbrauchs ermittelt werden, obwohl die Abrechnungsperiode noch nicht beendet ist und keine Angaben über den Gesamtverbrauch vorliegen. [3, 6]

### 3.1.2 Anlagenmonitoring (AMon)

Eine weitere Variante des Technischen Monitorings ist das sogenannte Anlagenmonitoring, bei dem im Gegensatz zum EMon, die Betrachtung der Anlagenzustände und Betriebsweisen im Vordergrund stehen. Anwendungsabhängig können einzelne technische Systemkomponenten differenziert erfasst und in den Monitoring-Prozess einbezogen werden. Zur Sicherstellung eines zuverlässigen und energieeffizienten Anlagenbetriebs wird durch ein breites Spektrum an Messsystemen (wie Gebäudeautomation, fest installierte, mobile oder manuelle Messmethoden) die Funktionsprüfung und gegebenenfalls eine Betriebsoptimierung angestrebt (bspw. bedarfsgerechte Wartungszyklen). Hierzu werden, wie in Abbildung 3 dargestellt, die Informationen diverser Größen wie Schaltzustände, Betriebszeiten, Temperaturen, Volumenströme usw. verarbeitet. [3]

Mit einem erfolgreichen AMon und den hierbei erfassten Daten können Störungen und Fehlerzustände der Anlagentechnik, die sich auf den Energie- und Medienverbrauch auswirken, analysiert und reduziert werden. In der VDI 6041 werden verschiedene Auswerteformen festgehalten:

#### Überwachung und Fehlerdiagnose

Für die Überwachung und Fehlerdiagnose kann eine klassische Grenzwertüberwachung eingesetzt werden. Gebäude- und Anlagensimulationen bzw. die Darstellung von Prozessen als Referenzmodelle ermöglichen eine detailliertere Analyse.

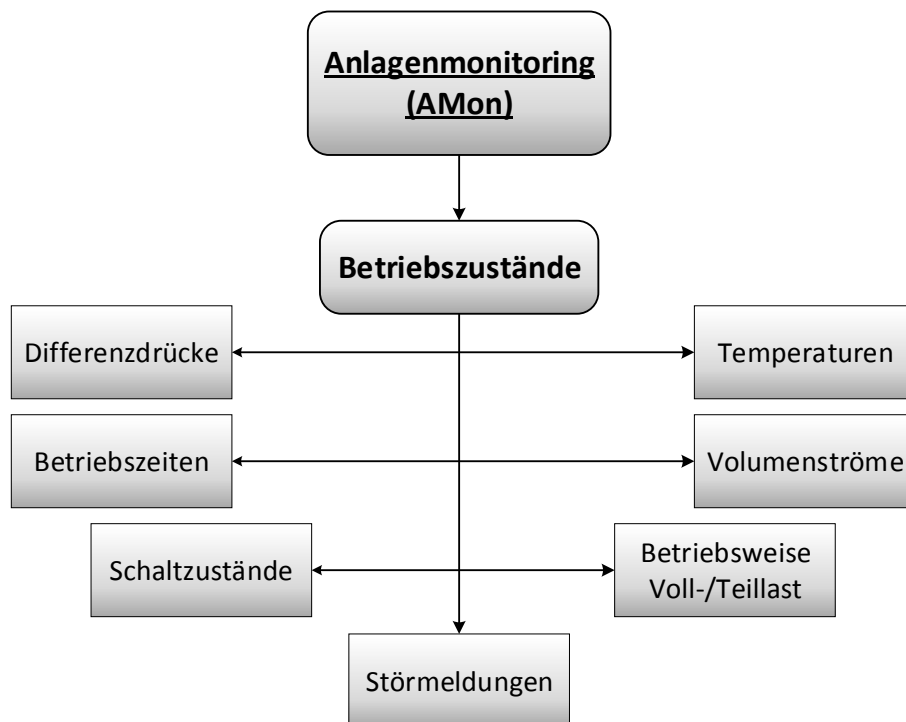


Abbildung 3: Komponenten im AMon [3]

### **Kennwerte**

Kennwerte wie Nutzungsgrade oder Leistungszahlen sind durch wenige Messpunkte zu ermitteln und gewährleisten eine Beurteilung der Energieeffizienz von gebäudetechnischen Anlagen.

### **Grafische Methoden**

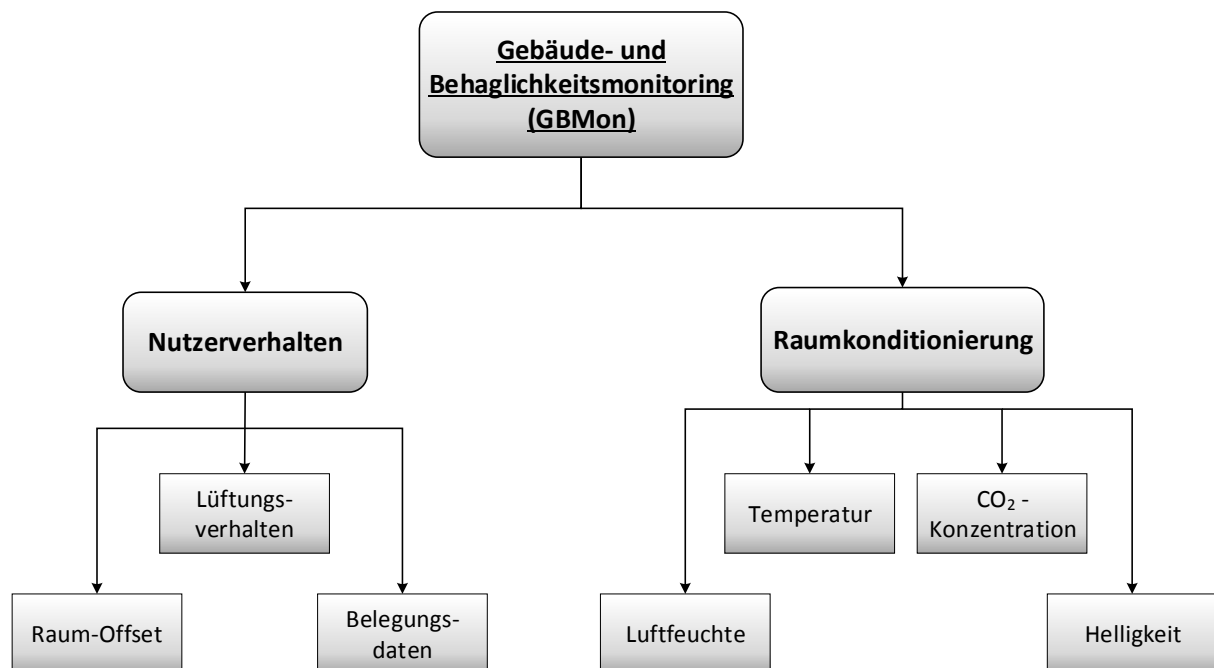
Eingewiesenes technisches Personal kann durch grafische Darstellungen, wie z.B. Histogramme oder Scatterplots, über Abweichungen im Anlagenbetrieb informiert werden. Die schnelle Fourier-Transformation (Fast Fourier Transform - FFT) gibt Aufschluss über das Taktverhalten von Anlagen. [3]

### 3.1.3 Gebäude- und Behaglichkeitsmonitoring (GBMon)

Im Gebäude- und Behaglichkeitsmonitoring liegt der Fokus auf der Erfassung und Auswertung der physikalischen Zustände des Gebäudes, der Raumkonditionierung sowie des Nutzerverhaltens. Eingesetzt wird das GBMon vorrangig in der bauphysikalischen Überwachung der (historischen) Gebäudesubstanz und Denkmalpflege.

Es werden die Parameter der Raumkonditionierung wie Temperatur, Helligkeit, Feuchte und Kohlenstoffdioxid-Konzentration sowie das Nutzerverhalten mit gewähltem Offset der Raumtemperatur <sup>3</sup>, das Lüftungsverhalten (z.B. durch Fensterkontakte) und die Belegungsdaten (z.B. über Anwesenheitssensoren) aufgenommen, zusammengefasst und ausgewertet (s. Abbildung 4). Abgesehen von der messtechnischen Erfassung der Daten können auch über nicht automatisierte Methoden wie Nutzerbefragungen etc. spezifische Merkmale, Daten und Eigenschaften der Raumkonditionierung und des Nutzerverhaltens erfasst werden.

Auf Grund der unterschiedlichen Anforderungen an das Gebäude oder das Raumklima ist beim Gebäude- und Behaglichkeitsmonitoring eine individuelle und bedarfsgerechte Planung notwendig. [3]



**Abbildung 4: Komponenten im GBMon [3]**

<sup>3</sup> Der Offset der Raumtemperatur bezeichnet die Änderung des Sollwerts vom Referenzsollwert der Raumtemperatur, welche der Nutzer individuell z. B. um  $\pm 3$  K anpassen kann.



## 3.2 Betriebsweisen des Technischen Monitorings

Monitoringsysteme werden bezüglich ihrer Betriebsweise in das Einregulierungsmonitoring (ERMon) und das Langzeitmonitoring (LZMon) unterteilt. Die Abbildung 5 veranschaulicht hierzu die Einordnung der Prozesse in den Lebenszyklus eines Gebäudes.

### 3.2.1 Einregulierungsmonitoring (ERMon)

Das Einregulierungsmonitoring beginnt mit der Abnahme / Inbetriebnahme eines Objektes und erstreckt sich mindestens über einen Zeitraum von 1 bis 2 Jahren (erste Nutzungsphase). Dementsprechend bildet das ERMon den ersten Schritt einer kontinuierlichen Überwachung und Optimierung technischer Anlagen im Gebäudebetrieb. Um im regulären Betrieb eines Objektes Abweichungen vom Soll-Zustand zu erkennen und einen effizienten technischen Monitoringprozess gestalten zu können, werden im Vorfeld als Bestandteil der Inbetriebnahme- und Einregulierungsphase sämtliche Messstellen, Betriebsdaten und Leistungsparameter, unter dem Einfluss der Regelung und des Nutzerverhaltens, als Bezugs- und Vergleichsgröße aufgenommen.

Ziel ist es, durch eine intensive Einregulierungsphase und detaillierte Analysen zum Energieverbrauch sowie zur Funktion, zur Leistung und zum Nutzerbedarf das Betriebsoptimum der Gebäude- und Anlagentechnik zu erreichen und Kenn- und Sollwerte für den Dauerbetrieb zu ermitteln. Die Technik wird über das reale Nutzungsprofil bedarfsgerecht auf die erforderlichen Werte und Betriebsparameter einreguliert / eingestellt (z.B. Nutzungs- / Schaltzeichen).

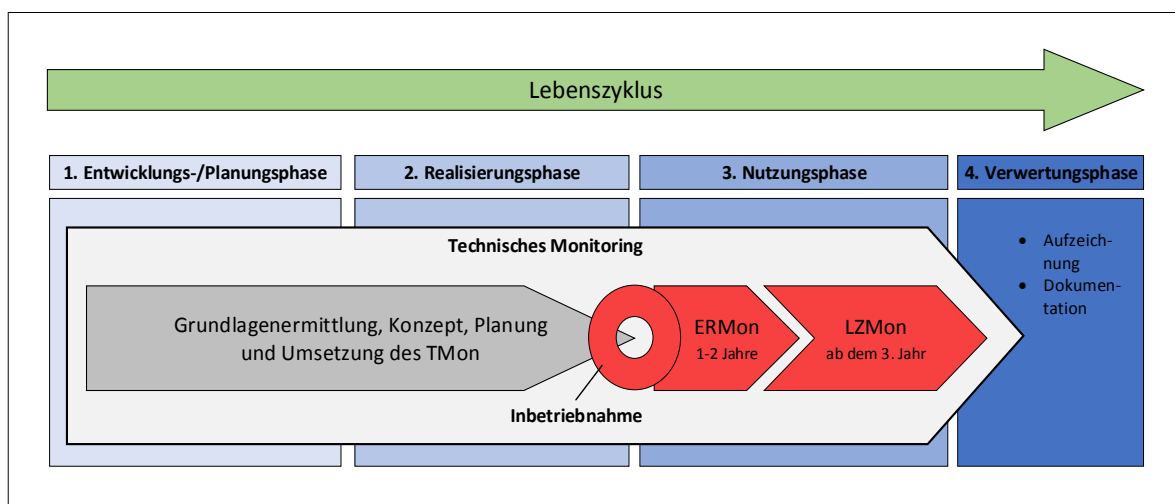


Abbildung 5: Technisches Monitoring im Lebenszyklus eines Gebäudes [3]

Außer den Energieverbrauchsdaten sind hierzu weitere Parameter, wie Temperaturen, Drücke oder Schaltzeichen notwendig. Voraussetzung für ein ERMon ist die rechtzeitige und ordnungsgemäße Übergabe aller notwendigen Dokumentationen und Unterlagen (Abnahmeprotokolle, Funktionsprüfungen, Vollständigkeitsprüfungen, Leistungsmessungen, Mängellisten nach der VOB).

Während des ERMon werden folgende Kennwerte und Performance Indicators ermittelt:

- Spezifische Kennwerte für den End- und Nutzenergieverbrauch
- Aufwandszahl und / oder Nutzungsgrad (bezogen auf End- und Primärenergie) für jeden einzelnen Erzeuger
- Gesamtaufwandszahlen und / oder Nutzungsgrade (bezogen auf End- und Primärenergie)
- Taktung / Schalzhäufigkeit

Die Ergebnisse, gemessen unter realen Bedingungen mit Nutzereinfluss im laufenden Gebäudebetrieb, sind Vergleichsgrößen für die weitere Überwachung und dienen als Grundlage für das nachfolgende Langzeitmonitoring. [3, 7]

### **3.2.2 Langzeitmonitoring (LZMon)**

Ein Langzeitmonitoring erfolgt in der Regel ab dem 3. Jahr nach der Inbetriebnahme und im Anschluss an das ERMon, wobei es routiniert und weniger aufwändig ist. Der Prozess zieht sich über die gesamte Nutzungsphase eines Gebäudes (Regelbetrieb), mit dem Ziel, das Betriebsoptimum (Kenn- und Sollwerte aus dem ERMon) aufrecht zu erhalten und einen fehlerfreien, effizienten Anlagenbetrieb sicherzustellen. Der im ERMon ermittelte Ausgangsstatus wird beibehalten, falls notwendig werden Anpassungen vorgenommen und entsprechende Gegenmaßnahmen zeitnah (Nachregulierung, Instandhaltung, Behebung von Fehlern und Ausfällen) veranlasst. Es erfolgt eine betriebsbegleitende Effizienz- und Verbrauchsüberwachung. Bei signifikanten Änderungen der Anlagentechnik oder der Nutzungsbedingungen ist ein neues ERMon empfehlenswert. Im LZMon sind langfristige und zeitlich begrenzte Messungen / Auswertungen möglich. [3, 7]

### **3.3 Schnittstellen zur Gebäudeautomation**

Die Gebäudeautomation (GA) hat unter den Aspekten der Digitalisierung, des energieoptimierten Bauens und der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zunehmend an Bedeutung gewonnen. GA-Systeme sind daher auch verstärkt in öffentlichen Einrichtungen etabliert und fester Bestandteil der technischen Gebäudeausrüstung und des Energie- und Facility-Managements.

Anwendungsabhängig und unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte kann das Technische Monitoring innerhalb der Gebäudeautomation als separates System die Daten aus der Gebäudeautomation übernehmen (ggf. mit weiteren Messpunkten) oder unabhängig mit eigener Messtechnik durchgeführt werden. Grundsätzlich wird für das TMon eine Datenerfassung und -übertragung (notwendige Betriebsparameter, Daten- / Messpunkte etc.) auf Basis der Gebäudeautomation empfohlen. Dabei sind die Datenschnittstellen genau festzulegen. Eine automatische Berichterstattung, der Export benötigter Daten und die Auswahl geeigneter Messintervalle sind ebenfalls über GA-Systeme sicherzustellen.

Die Gebäudeautomation ist integraler Bestandteil des Technischen Monitorings und dementsprechend bei der Planung mit zu berücksichtigen. Mit Hilfe eines detaillierten Messkonzeptes inklusive zugehöriger Zählerstruktur und dem Monitoring-Steckbrief aus der VDI 6041 können die grundlegenden Forderungen an GA-Systeme aufgestellt werden. [3]

Für die Gebäudeautomation hat die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (SenStadtWohn) im Rahmen einer Kooperation mit der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW Berlin) den „Leitfaden zur Gebäudeautomation in öffentlichen Gebäuden zur energetischen Optimierung und Effizienzsteigerung gebäudetechnischer Anlagen“ veröffentlicht. Zusätzlich werden mit Hilfe der Planungsvorgaben („GA-Referenzmodell (Berlin) - Planungsvorgaben“) die wesentlichen Anforderungen an die Gebäudeautomation und einzelne Komponenten dargestellt und Empfehlungen zur technischen und praktischen Umsetzung beschrieben. Dabei sind für den Monitoringprozess die dargestellten Zählerkonzepte, Schnittstellendefinitionen und anlagen-spezifische GA-Muster und Funktionslisten zu berücksichtigen. [4, 8]

### 3.4 Kategorien und Merkmale des Technischen Monitorings

TMon lässt sich je nach Anwendungsfall in unterschiedlicher Intensität betreiben. Es erfolgt eine Unterteilung in drei Kategorien, wobei der Ausführungsgrad der einzelnen Merkmale von niedrig (III) bis hoch (I) variiert. Die Kategorien orientieren sich an den Energieeffizienzklassen A, B und C von GA-Systemen (DIN EN 15232:2012-09).

Die Effizienzklasse bzw. TMon-Kategorie steigt mit der Menge an Informationen von dem Gebäude, dem Raum und der technischen Anlagen. [16] Für die Objekte des Landes Berlin ist ein Technisches Monitoring nach Kategorie I vorzusehen (s. Tabelle 2). Bei einzelnen Punkten sind aus wirtschaftlichen Gründen (Nutzen / Aufwand) Abweichungen entsprechend der VDI 6041 möglich. [3]

**Tabelle 2: Kategorien und Merkmale von TMon-Systemen [3]**

Merkmal	Kategorie I – hoch * (entspricht DIN EN 15232, GA-Systemeffizienz Klasse A)
Datenerfassung	Art: automatisiert, z.B. Fernübertragung, Bussysteme oder Prozessinformationssystem Intervall: hohe zeitliche Auflösung, z.B. minuten- oder sekundengenau
Energiemessung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptzähler</li> <li>• Unterzähler</li> <li>• Wichtige Aggregate</li> <li>• Alle Energieformen</li> </ul>
Zustände	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ist-Zustände</li> <li>• Stellgrößen</li> <li>• Alarmer</li> </ul>
Bedarfserfassung	Wichtigste Informationen der Hauptanlagen (Nicht zonenbezogen) [* hier ist Kategorie II – mittel – ausreichend]
Änderungsaufzeichnung	Systematische Aufzeichnung von <ul style="list-style-type: none"> <li>• Änderungen mit Zeit</li> <li>• Personenkennung</li> <li>• Altem / neuem Wert</li> <li>• Allen Werten summarisch auf individuellen Nutzer bezogen</li> </ul>
Persönlicher Zugriff	Individueller Schlüssel für jeden Nutzer
Fernzugriff auf das Monitoringsystem	Fernzugriff auf alle Daten einschließlich Alarmer mit sehr kleiner zeitlicher Verzögerung.
Datennormierung	Automatisch
Datensicherheit	Sicherung über festgelegte Zeit (z.B. 48 Stunden) bei Netzausfall oder Neustart automatische Datenübertragung und Synchronisation
Datenqualität	Erfassung der vollständigen Signalqualität <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfügbarkeit des Signals</li> <li>• Innerhalb- oder außerhalb der Kennwerte</li> <li>• Kommunikation</li> </ul>
Auswertung	Es sind aufwändige statistische Untersuchungen / Analysen möglich, z.B. automatische Fehlererkennung und eine Auswertung der Energie- und Ressourcenverbräuche. Die Auswertung berücksichtigt die (wichtigsten) automatisch eingestellten Zeiten. Auswertung kann automatisch berücksichtigen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmierung</li> <li>• Zeitprogramme</li> </ul>
Schnittstelle / Datenausgabe	Es sind aufwändige, statistische Untersuchungen möglich. Daten können auch direkt für die GA genutzt werden. Neben Verbrauchserfassung z.B. auch Lastgänge oder Energiebilanzen möglich.
Potenziale	Aufgrund der Vielzahl der Daten können praktisch alle Einspar- und Optimierungspotenziale ausgeschöpft werden.
IT-Lösungen	Zwingend erforderlich für Datentransfer, Aufbereitung, Auswertung und Übergabe an GA.

## **4 Vorbereitung und Organisation eines TMon-Projektes**

In diesem Kapitel werden die Rahmenbedingungen und Themenfelder, die im Vorfeld des eigentlichen TMon-Projektes zu klären sind, dargestellt.

### **4.1 Einsatzbereich und Bedarfsanforderung**

Zurzeit gibt es im Land Berlin für den Einsatz des Technischen Monitorings keine Vorgaben oder Einschränkungen in Abhängigkeit der Bausumme oder des vorhandenen bzw. zu erwartenden Energieverbrauchs. Es ist vorgesehen, das Technische Monitoring zum integralen Bestandteil jeder Planungsphase zu machen. Der Anwendungsbereich umfasst Neubauten und den Bestand. Bei Erweiterungs-, Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen ist die Durchführung eines TMon ebenfalls zu prüfen. Die Entscheidung wird unter Berücksichtigung der übergeordneten Zielstellung (Energieeinsparung) getroffen. Aufwand und Nutzen müssen in einer wirtschaftlichen Relation zueinander stehen.

Für die Grundsatzentscheidung über den Einsatz und den Umfang des Technischen Monitorings ist daher eine Bedarfsanforderung aufzustellen. Der Bauherr kann sich hierzu durch einen TMon-Dienstleister beraten lassen und die Bedarfsanforderung unter Berücksichtigung nachfolgender Punkte erarbeiten:

- Ziele des TMon (Sinnhaftigkeit und Nutzen)
- Geplanter Umfang (Gebäude und Anlagen)
- Ausführung des TMon (TMon-Arten, Kategorien und Merkmale)
- Notwendige Zertifizierungen (erforderliche Prüfgrößen, Kennzahlen etc.)
- Kosten-Nutzen-Analyse [3]

## 4.2 Varianten zur Durchführung des TMon

Für die Durchführung des Technischen Monitorings im Land Berlin gibt es drei Möglichkeiten (s. Abbildung 6):

1. Internes Personal

Sofern Personal-Kapazitäten mit entsprechenden Fachkenntnissen vorhanden sind, können die Aufgaben des TMon durch das eigene Personal wahrgenommen werden (z.B. Facility-Manager, Energiebeauftragte der Bezirke oder fachkundiges Personal).

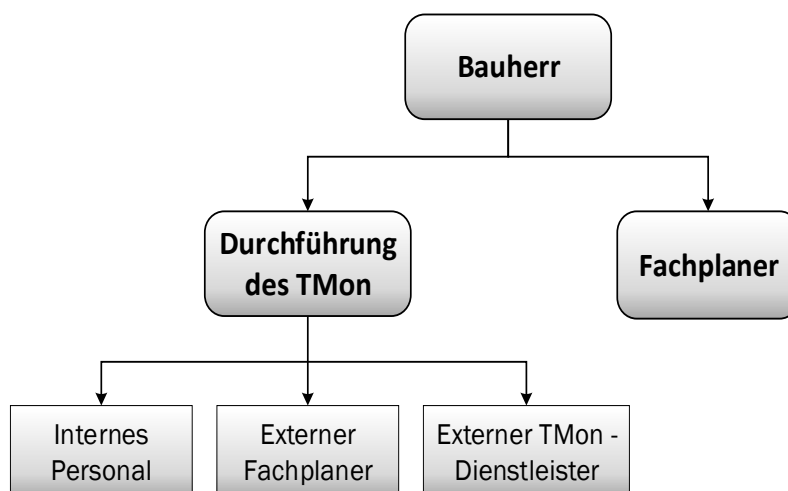
2. Externer Fachplaner als Dienstleister

Die bereits in den Planungsprozess eingebundenen Ingenieurbüros können, bei Nachweis spezieller Kompetenzen, Kenntnisse oder Referenzprojekte (im Bereich des Energiemanagements bzw. des Technischen Monitorings), die Leistungen des TMon übernehmen. Der TMon-Dienstleister ist in diesem Fall nicht unabhängig, sondern einer der Fachplaner.

3. Externer TMon-Dienstleister

Das Technische Monitoring wird durch Dritte, die über spezielle Kenntnisse und Erfahrungen auf diesem Fachgebiet verfügen und nicht unmittelbar am Planungsprozess beteiligt sind, durchgeführt (TMon-Dienstleister ist unabhängig von den beteiligten Fachplanern und Errichtern).

Da die vorhandenen Personalkapazitäten und die spezifischen Fachkenntnisse der Mitarbeitenden des Landes Berlin nicht übergreifend einheitlich sind, liegt es im Ermessen der Bezirke, eine Entscheidung hinsichtlich der Art der Durchführung des Technischen Monitorings zu treffen.



**Abbildung 6: TMon und Prozessbeteiligte [4]**

Um die Auswahl zu vereinfachen und den Zuständigen der Bezirke eine Beurteilung zu erleichtern, sind in der Tabelle 3 festgelegte Entscheidungskriterien mit einer allgemeinen Bewertung dargestellt. Für den Variantenvergleich werden interne Personal-Kapazitäten zunächst vorausgesetzt.

Die Durchführung des Technischen Monitorings durch einen externen, vom Planungsprozess unabhängigen Dienstleister zur Qualitätssicherung ist im ERMon zu bevorzugen (3. Variante).

Im regulären Gebäudebetrieb bzw. ab dem Langzeitmonitoring, in dem es darum geht, das Betriebsoptimum der Gebäude- und Anlagentechnik zu erhalten, wird die Durchführung durch interne Mitarbeiter empfohlen (1. Variante). Das Langzeitmonitoring wird an das Energiemanagement gekoppelt und im Zusammenhang mit diesem realisiert. Hierfür müssen Personalkapazitäten vorhanden sein, andernfalls können auch die Leistungen des LZMon extern vergeben werden.

**Tabelle 3: Entscheidungskriterien für die Art der Durchführung**

Kriterien	Möglichkeiten der Durchführung des TMon		
	Internes Personal	Externer Fachplaner	Externer TMon-Dienstleister
<b>Know-How</b>	Vorhandene Personalkapazitäten und spezifische Fachkenntnisse der Bezirke nicht einheitlich. Erforderliche Qualifikationen des Personals s. Kapitel 4.4.	Externe Fachplaner müssen neben herkömmlichen Anforderungen zusätzlich Monitoring-Kenntnisse nachweisen. Als Folge wird der Wettbewerb für Ing.-Büros eingeschränkt.	Es ist davon auszugehen, dass Monitoring -Dienstleister auch das entsprechende Know-How bereitstellen. Erfahrungen und Referenzprojekte sind nachzuweisen.
<b>Qualitätssicherung / Kontrolle</b>	Qualität der Fachplanung unabhängig prüfbar.	Qualität der Fachplanung nicht unabhängig prüfbar	Qualität der Fachplanung unabhängig prüfbar.
<b>Schnittstellen</b>	Schnittstellen zu Fachplanern und Errichterfirmen.	Schnittstellen zu Bauherrn und Errichterfirmen.	Schnittstellen zu Fachplanern, Bauherrn und Errichterfirmen.
<b>Abstimmungsaufwand</b>	Abstimmungen mit Fachplanern und Errichtern notwendig.	Abstimmungen mit Bauherrn und Errichtern notwendig.	Abstimmung mit Bauherrn, Fachplanern und Errichtern notwendig.
<b>Beauftragungsaufwand</b>	Keine Ausschreibung / Beauftragung notwendig.	Fachplaner bereits in Planung eingebunden, muss um den Leistungsumfang des TMon zusätzlich beauftragt werden.	Muss neben den Fachplanern separat beauftragt werden.
<b>Zeitaufwand</b>	Geringster Zeitaufwand auf Grund der reduzierten Schnittstellen und geringerem Abstimmungsaufwand.	Geringster Zeitaufwand auf Grund der reduzierten Schnittstellen und dem geringeren Abstimmungs- und Beauftragungsaufwand.	Höchster Zeitaufwand auf Grund mehrerer Schnittstellen und dem zusätzlichen Beauftragungs- und Abstimmungsaufwand. Dadurch sind längere Bearbeitungszeiten bzw. Terminschienen erforderlich.

### **4.3 Ingenieur- bzw. Fachplanerverträge**

Sollen die Leistungen des Technischen Monitorings durch einen Dritten erbracht werden, ist auf eine rechtzeitige Ausschreibung, Vergabe und Beauftragung durch den Bauherrn zu achten. Der Umfang des Monitorings ist eindeutig zu definieren und die Aufgaben des TMon-Dienstleisters sind zu den Leistungen anderer Projektbeteiligter genau abzugrenzen. Grundleistungen, welche der Fachplaner bzw. Errichter zu erbringen hat, sind nicht in den Leistungsumfang des TMon-Dienstleisters aufzunehmen, um Doppelbeauftragungen zu vermeiden.

Da die Ingenieurleistungen für das TMon nicht durch die HOAI erfasst werden, sind die Aufwendungen der Fachplaner, die zur Umsetzung des Technischen Monitorings notwendig sind (Besondere Leistungen), rechtzeitig in die Fachplanerverträge mit aufzunehmen. Dies gilt auch für Baumaßnahmen, die durch Generalunternehmer oder Ähnliche abgewickelt werden. Zu diesem Zweck kann der vorliegende Leitfaden den Vergabeunterlagen bzw. den Ingenieurverträgen beigefügt werden. Die projektspezifische Erstellung eines Lastenheftes bzw. eines modularen Leistungskataloges wird ebenfalls empfohlen. Die Projektbeteiligten werden damit vor der Angebotserstellung über das zu erbringende Leistungsbild informiert.

### **4.4 Hinweise zur Qualifikation des Personals**

Um das Technische Monitoring planen und durchführen zu können, ist der Nachweis eines abgeschlossenen Studiums der Technischen Gebäudeausrüstung oder einer gleichwertigen fachspezifischen Berufsqualifikation zu erbringen.

Die Einrichtung, Analyse und Auswertung gebäude- und anlagentechnischer Prozess- sowie Zustandsgrößen setzt fundierte Fachkenntnisse in der Versorgungstechnik (HLK), Gebäudeautomation und MSR-Technik voraus. Die Anforderungen sollen sowohl beim internen Personal als auch bei externen Fachplanern oder Dienstleistern, die das Technische Monitoring durchführen, sichergestellt werden.

Weitere Eignungskriterien:

- Verständnis für gewerkeübergreifende Zusammenhänge
- Kenntnisse in den Bereichen Facility- und Energiemanagement

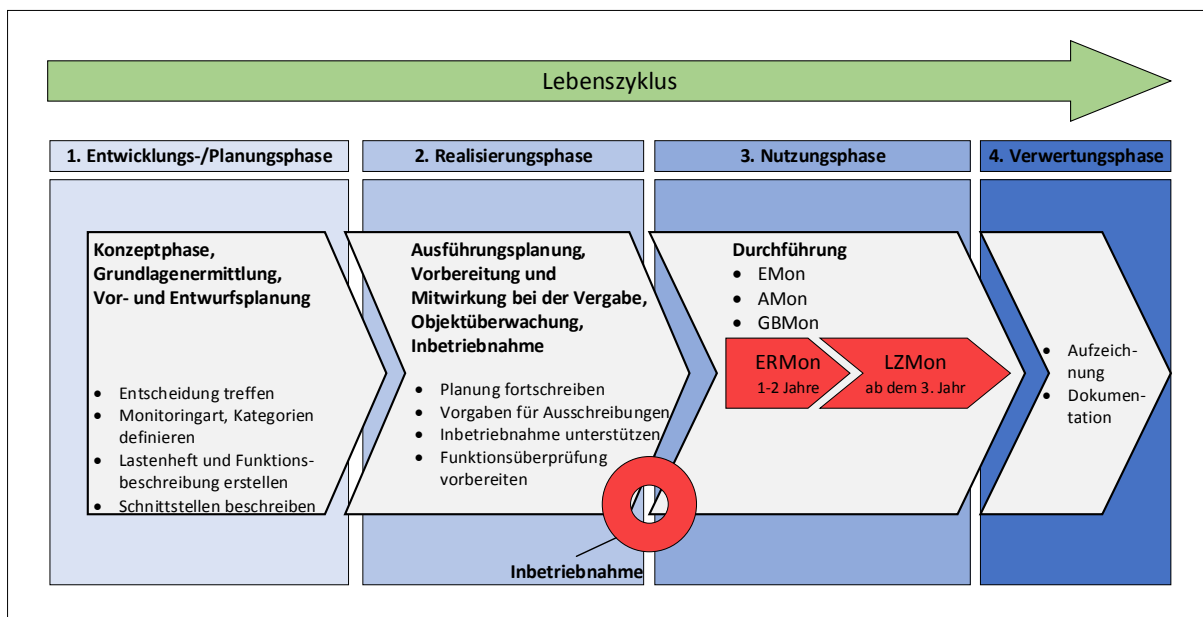


## 5 Lebenszyklusprozess und Leistungsinhalte nach HOAI

Die Leistungen des Technischen Monitorings werden, wie in Abbildung 7 dargestellt, über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes betrachtet. Der Lebenszyklus unterteilt sich in vier grundlegende Abschnitte, denen wiederum die Leistungsphasen der HOAI zuzuordnen sind. TMon bei Baumaßnahmen beginnt grundsätzlich in der Entwurfsplanung, spätestens jedoch mit der Ausführungsplanung. Anschließend verläuft das TMon über die gesamte Planungs- und Realisierungsphase bis in die Nutzungsphase des Gebäudes. In der Verwertungsphase ist das Aufgabenspektrum gering. Die Schwerpunkte des TMon liegen bei der Inbetriebnahme und in den ersten beiden Betriebsjahren. [4]

Zum besseren Verständnis werden im nachfolgenden Kapitel die Leistungsinhalte des Technischen Monitorings in Anlehnung an die einzelnen Leistungsphasen der HOAI beschrieben. Diesbezüglich wurde angenommen, dass das TMon, wie bereits in Kapitel 4.2 empfohlen, bis zum Ende der Einregulierungsphase durch einen externen Dienstleister und ab dem Langzeitmonitoring durch das interne Personal durchgeführt wird. Bei einer Bearbeitung des TMon durch andere Stellen, sind die nachfolgend beschriebenen Aufgaben und Leistungsinhalte entsprechend umzusetzen.

- Entwicklungs- und Planungsphase – Leistungsphase (LP 0, HOAI LP 1-4)
- Realisierungsphase (HOAI LP 5-8)
- Nutzungsphase (HOAI LP 9)
- Verwertungsphase [3]



**Abbildung 7: Prozessdarstellung des Technischen Monitorings [3]**

## 5.1 Entwicklungs- und Planungsphase

Die erste und damit grundlegende Phase im Lebenszyklus eines Gebäudes ist die Entwicklungs- und Planungsphase. In dieser Phase werden ausgehend von der Intention, ein Gebäude zu errichten, die bauordnungsrechtlichen Voraussetzungen geklärt, die technische Realisierbarkeit geprüft, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen durchgeführt und Finanzierungsbeispiele entworfen. Auf Basis dieser Ergebnisse bzw. parallel dazu werden die Grundbausteine, Rahmenbedingungen und Anforderungen des Technischen Monitorings geklärt und innerhalb eines Konzeptes ausgearbeitet. Im Verlauf der Phase 1 wird die Planung und Projektierung des TMon kontinuierlich präzisiert.

### LP 3 – Entwurfsplanung

- Entwicklung des Monitoring-Konzeptes  
(Im Anhang A ist eine Arbeitshilfe zum Inhalt und Aufbau des Monitoring-Konzeptes abgelegt.)
- Sichtung der Planungsunterlagen.
- TMon nach Art und Umfang (EMon, AMon, GBMon, ERMon, LZMon) festlegen.
- Die vom Technischen Monitoring umfassten Bereiche inkl. der Auswertungsformen (Bewertungsmethodik, zu nutzende graphische Darstellungen etc.) sind entsprechend dem Kapitel 8 darzustellen. Für die zu untersuchenden Gebäude und Anlagen sind anschließend die spezifischen Prüfgrößen (inkl. zugehöriger Zielwerte) an Hand der Fachplanungen zu ergänzen bzw. mit den Fachplanern abzustimmen. Dies gilt auch für Prüfgrößen und Kennzahlen, die für Zertifizierungen benötigt werden. Die Projektziele (inkl. messbarer Erfolgskriterien) werden im Monitoring-Konzept fixiert.
  - ➔ Die technischen Anlagen werden mit der wesentlichen Funktionsbeschreibung und allen Verknüpfungen im Monitoring-Konzept beschrieben.
  - ➔ Anschließend werden im Monitoring-Konzept die Mess- und Zählerkonzepte der einzelnen Gewerke und die Vorgaben für die Datenerfassung, -bereitstellung, -übergabe definiert (z.B. auch Übergabeformate). Die Anforderungen und GA-Muster aus dem GA-Leitfaden bzw. den Planervorgaben sind zu berücksichtigen (s. Leitfaden zur Gebäudeautomation; GA-Referenzmodell (Berlin) – Planungsvorgaben). Die genaue Ausführung der Schnittstellen zur GA sind zu erläutern. Auflistung aller weiteren Schnittstellen.
- Für die gesamten Projektphasen des Technischen Monitorings wird ein Ablaufplan erstellt und im Monitoring-Konzept hinterlegt. Der Ablaufplan beschreibt dabei die einzelnen Leistungen des Monitorings (insbesondere die Anzahl, Zeitpunkte und Dauer der Probetriebe sowie notwendige Zuarbeiten der Projektbeteiligten).

**Fortsetzung Seite 23**

### **LP 3 – Entwurfsplanung (Fortsetzung)**

- Die Fachplanungen müssen bei Einwänden des TMon-Dienstleisters in gemeinsamer Rücksprache überarbeitet werden.
- Es werden der Leistungsumfang, die Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten für die einzelnen Phasen des Technischen Monitorings mit den Projektbeteiligten festgelegt und abgestimmt.
- Der TMon-Dienstleister entwickelt eine Gewerkebeziehungsmatrix<sup>4</sup> und darauf aufbauend einen Schnittstellenkatalog<sup>5</sup> (nach VDI 6039).
- Übergabe der gesamten Unterlagen und des Monitoring-Konzeptes an die Fachplaner bzw. alle Prozessbeteiligten. Diese berücksichtigen die Anforderungen in den Fachplanungen. [3, 4]

## **5.2 Realisierungsphase**

Die Phase II „Realisierung“ beginnt mit Erteilung der Baugenehmigung. Die Planungsunterlagen werden fortgeschrieben und die Bauleistungen ausgeschrieben und vergeben. Ein professionelles Baumanagement betrachtet in dieser Phase auch mögliche Einsparpotentiale und das Themengebiet der Energieeffizienz (verbrauchsabhängiger Größen). Im Rahmen der Inbetriebnahme beginnt in diesem Teil des Lebenszyklus das operative Monitoring.

### **LP 5 – Ausführungsplanung**

- Fortschreibung des Monitoring-Konzeptes
- Sichtung der Planungsunterlagen.
- Prüfung der LP 5 auf Übernahme der Vorgaben und Anforderungen aus LP 3.
- Anpassung des Monitoring-Konzepts durch den TMon-Dienstleister.
- Detailplanung und Ausgestaltung des TMon.
- TMon wird nach Art und Umfang (EMon, AMon, GBMon, ERMOn, LZMon) konkretisiert. Änderungen der Performanceziele, der Prüfgrößen, der Zielwerte der Mess- und Auswertungskonzepte etc. werden eingearbeitet.

**Fortsetzung Seite 24**

---

<sup>4</sup> Nach VDI 6039: Die Gewerkebeziehungsmatrix veranschaulicht, inwieweit die einzelnen Gewerke zueinander in Verbindung stehen. Im weiteren Projektverlauf wird diese Matrix verfeinert und fortgeschrieben.

<sup>5</sup> Nach VDI 6039: Der Schnittstellenkatalog ist eine Fortschreibung / Detaillierung der Gewerkebeziehungsmatrix und regelt unter anderem Zuständigkeiten. Der Schnittstellenkatalog beschreibt die Schnittstellen, die Gewerkebeziehungsmatrix benennt nur, dass es Schnittstellen gibt.

### **LP 5 – Ausführungsplanung (Fortsetzung)**

- Präzisierung der Projektziele (messbare Erfolgskriterien) im Monitoring-Konzept.
- Der Ablaufplan wird überarbeitet.
- Sämtliche Neuerungen, Aktualisierungen und Anpassungen werden nachgeführt und an die Fachplaner kommuniziert.
- Die Fachplanungen müssen bei Einwänden des TMon-Dienstleisters in gemeinsamer Rücksprache überarbeitet werden.
- Das aktualisierte Monitoring-Konzept wird den Fachplanern übergeben und von diesen in die Leistungsverzeichnisse integriert.
- Durch den TMon-Dienstleister werden die notwendigen Vorgaben zur Durchführung des Technischen Monitorings und die Textbeschreibungen insbesondere zur Berücksichtigung in den Leistungsbeschreibungen zusammengetragen. Zum Beispiel: Klärung der Gewerke übergreifenden Zusammenführung der Messdaten, die Datenbereitstellung und Datenübergabe aus der Gebäudeautomation oder anderen Messsystemen etc.
- Es werden alle Anforderungen an die Inbetriebnahmen, die Funktionsprüfungen und die Probetriebe ausgearbeitet.
  - ➔ Probetriebe und Funktionsmessungen, die nicht in den Nebenleistungen erfasst sind, werden nach VOB/C als „Besondere Leistungen“ ausgeschrieben.
- Es werden die Anforderungen an Mess- und Zähleinrichtungen in Bezug auf die Nachweisführung während der Inbetriebnahmephase und des Probetriebes geplant. Dabei geht es um den Nachweis der geschuldeten Leistung und der Einhaltung der Sollwerte (Beachtung der Schnittstellen zur GA).
- Nachführung der Gewerkebeziehungsmatrix bzw. des Schnittstellenkatalogs.
- Zusammenstellen von Checklisten und Prüfprotokollen zur Unterstützung und Dokumentation von erbrachten Funktionsnachweisen und Leistungsmessungen.
- Übergabe der gesamten Unterlagen und des aktualisierten Monitoring-Konzeptes an die Fachplaner bzw. alle Prozessbeteiligten.
- Die gesamten Anforderungen / Vorgaben werden durch die Fachplaner im Vergabeprozess berücksichtigt. [4]

### **LP 6/7 - Vorbereitung und Mitwirkung bei der Vergabe**

- Die Fachplaner übernehmen die bereits erstellten Vorgaben / Anforderungen des TMon-Dienstleisters in die jeweiligen Leistungsverzeichnisse.
  - ➔ Für die Auftragnehmer wird die Erreichung der Zielwerte ein Teil der geschuldeten Werkleistung (VOB-Vertrag).
  - ➔ Die Nachweise sind entsprechend dem Monitoring-Konzept bereitzustellen.
- Die Leistungsverzeichnisse werden vor der Ausschreibung durch den TMon-Dienstleister auf die Übernahme der Vorgaben geprüft.
- Unterstützung der Fachplaner bei funktionalen Leistungsbeschreibungen (z.B. Funktionsprüfungen, Abgleiche etc.)
- Bedarfsabhängig ist es möglich, dass der TMon-Dienstleister auch beim Vergabeprozess, z.B. der Angebotsprüfung oder durch Teilnahme an Vergabegesprächen, mitwirkt. [4]

### **LP 8 - Objektüberwachung**

- Anpassung des Monitoring-Konzeptes
- Anpassung des Ablaufplanes
- Die Probetriebe werden vor Abnahme und Übergabe durchgeführt. Dabei sind die anerkannten Regeln der Technik und das Monitoring-Konzept zu beachten.
- Der Probetrieb als Endprüfungsphase einer Anlage dient der Überprüfung von Funktionen (z.B. automatisierte MSR-Funktionen).
  - ➔ Der Probetrieb umfasst einen zeitlich begrenzten Betrieb und gewährleistet die Ermittlung von Zuständen und Kennwerten. Diese werden mit den geplanten bzw. zugesagten Größen verglichen und ggf. optimiert.
  - ➔ Die in den Leistungsverzeichnissen der Fachplaner eingearbeiteten Anforderungen und Vorgaben werden kontrolliert.
  - ➔ Sofern möglich, ist die Umsetzung aller TMon-Vorgaben zu überprüfen.
  - ➔ Manuelle Eingriffe in den Gebäude- und Anlagenbetrieb erfolgen im Probetrieb nicht.
- Das Technische Monitoring soll auf die allgemeinen Abläufe (Inbetriebnahme, Abnahme, Übergabe und Einregulierung) abgestimmt werden und diese unterstützen (z.B. Funktions- und Betriebsweise der Anlagen an Hand der Messgrößen prüfen). Eine sinnvolle Zusammenlegung der Abläufe wird bevorzugt, der TMon-Prozess darf jedoch nicht eingeschränkt werden.

**Fortsetzung Seite 26**

**LP 8 – Objektüberwachung (Fortsetzung)**

- Um spezielle Anlagenfunktionen zu testen, können im Probetrieb besondere Lastsituationen oder Fehlerszenarien gefahren werden:  
Z.B. eine erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration in einem Raum oder ein zeitweise erhöhter Sollwert für eine Zulufttemperatur; diese müssen vorab im Monitoring-Konzept beschrieben werden.
- In Probetrieben werden die Zielwerte auf Basis der Betriebsdaten aus dem Gebäude geprüft. Die Anlagenerrichter müssen hierzu die Daten für die Zeiträume der vereinbarten Probetriebe bereitstellen.
- Der TMon-Dienstleister prüft stichprobenartig die Werk- und Montageplanung bezüglich der bestehenden Anforderungen und ist über Änderungen, die auftreten und den TMon Prozess beeinflussen, rechtzeitig zu informieren. Änderungen, die sich durch Freigaben der Fachplaner ergeben, sind ebenfalls ins Monitoring-Konzept einzupflegen.
- Abweichungen / Mängel werden dem Fachplaner und Bauherrn angezeigt und über diese mit dem Errichter kommuniziert.
- Der Ablaufplan für die Probetriebe wird vor der Inbetriebnahme mit den Fachplanern und den beteiligten Errichterrfirmen abgestimmt und präzisiert (Voraussetzungen, Termine, Teilnehmer etc.).
  - ➔ Das Monitoring-Konzept wird entsprechend angepasst.
- Vor den Probetrieben sind für alle Prüfgrößen die Ziel- / Vergleichskennwerte und besondere Lastzustände zu definieren.
- Vor den Probetrieben ist die funktionsgerechte Datenkommunikation, -erfassung und -übergabe nachzuweisen. Unter Berücksichtigung der Anforderungen aus dem Monitoring-Konzept (Übergabeformate, Form, Bezeichnung etc.) werden hierzu vor dem Probetrieb die geforderten Messgrößen / Betriebsdaten durch den Errichter an den TMon-Dienstleister übergeben.
- Im Probetrieb sind die Messdaten zu speichern und anschließend dem Monitoring-Dienstleister, entsprechend der Vorgaben, zuzuarbeiten.
- Der TMon-Dienstleister wertet die erhaltenen Betriebsdaten hinsichtlich der Erreichung von Zielwerten / Performancezielen innerhalb des Prüfzeitraumes aus und erstellt einen Monitoring-Bericht.
  - ➔ Im Monitoring-Bericht wird jede Zielgröße spezifisch bewertet. Alle Monitoring-Berichte sind einheitlich zu erstellen (s. Anhang B).
  - ➔ In diesem Zusammenhang bzw. spätestens mit der Abnahme werden auch die Funktionsbeschreibungen der technischen Anlagen überprüft (Regelfunktionen, Messstellen, Messgenauigkeiten etc.).

**Fortsetzung Seite 27**

### **LP 8 – Objektüberwachung (Fortsetzung)**

- Dokumentation aller Prüfgrößen mit entsprechenden Zielwerten und gemessenen Istwerten.
- Mängel, Abweichungen oder fehlerhafte Betriebsdaten werden dokumentiert. Dabei werden mögliche Ursachen, Hinweise zur Behebung und offensichtliche Fehlfunktionen mit angemerkt (z.B. fehlerhafte Parametrierung, falscher Zielwert etc.)  
→ Der Monitoring-Dienstleister erstellt für jede Zielgröße eine Bewertung.
- Sämtliche Mängel werden dem Fachplaner und Bauherrn zugetragen und über diese mit dem Errichter kommuniziert. Die Mängel sind dem Errichter gegenüber anzuzeigen.
- Sind innerhalb des Probetriebs die Zielwerte gemäß dem Monitoring-Konzept nicht zu erreichen, ist der Probebetrieb zu wiederholen. Zur Optimierung kann der TMon-Dienstleister mitwirken. Kann der Probebetrieb nicht vor Abnahme erfolgen, wird dieser in der Einregulierungsphase unter realen Lastbedingungen durchgeführt.  
→ Die fehlenden Probebetriebe werden daher als Mangel festgehalten und gemäß den vertraglichen Vereinbarungen wiederholt.
- Checklisten und Prüfprotokolle sind, sofern vorhanden, durch die Firmen / Errichter auszufüllen.
- Bedarfsabhängige Begleitung und Beratung bei den Inbetriebnahmen, den Probebetrieben und den Abnahmen durch den TMon-Dienstleister.
- Mitwirkung an der Konzeption der Gewerke übergreifenden Funktions- und Leistungstests bzw. Lastentests zu unterschiedlichen Betriebsbedingungen (Volllast-, Teillast-, -Notbetrieb bzw. Sommer- / Winterbetrieb).
- Bei Bedarf wird für den Probebetrieb als Zusammenfassung ein Abschlussbericht mit allen Ergebnissen erstellt und eine Abschlussbesprechung mit dem Auftraggeber durchgeführt. [3, 4]

## 5.3 Nutzungsphase

Die dritte und bedeutendste Phase im Lebenszyklus eines Gebäudes ist die Nutzungsphase. In Bezug zum Technischen Monitoring lässt sich die Nutzungsphase in zwei Perioden einteilen. In den ersten beiden Betriebsjahren spricht man von der ersten Nutzungsphase und ab dem dritten Jahr vom Regelbetrieb.

Der Schwerpunkt und die Hauptaufgaben des TMon liegen in der Nutzungsphase, da die einzelnen Monitoringarten hier dem Einregulierungs- und Langzeitmonitoring unterzogen werden.

### 5.3.1 TMon im Einregulierungsbetrieb – Erste Nutzungsphase

#### **LP 9 – Objektbetreuung und Dokumentation**

Beginn des Einregulierungsmonitorings

Bezogen auf die Prozessdarstellung des Technischen Monitorings (s. Seite 21 Abbildung 7) beginnt mit Abschluss der Inbetriebnahme / Abnahme das Einregulierungsmonitoring (erste Nutzungsphase). In dieser Phase wird unter realen Lastbedingungen die bestimmungsgemäße Funktion der Gebäude- und Anlagentechnik über einen Zeitraum von 2 Jahren kontrolliert. Ziel ist es, die Anlagen für den Dauerbetrieb (bei realen Betriebsverhältnissen) auf das Betriebsoptimum einzuregulieren. Hierzu können aktive Eingriffe und Nutzungsanpassungen notwendig sein. Die genauen Inhalte des Einregulierungsmonitoring sind in Kapitel 3.2.1 dargestellt.

- Der TMon-Dienstleister unterstützt den Betreiber während der ersten Nutzungsphase / Einregulierungsphase beim Gebäudebetrieb, beim Energiemanagement und ggf. beim Wartungs- und Instandhaltungsmanagement.
- Sichtung des Monitoring-Konzeptes, der Monitoring-Berichte und der Planungsunterlagen (ggf. Checklisten, Funktionsprüfungen und Protokolle der Probetriebe).
- Die Berichtszyklen sind neu zu definieren:
  1. Betriebsjahr: monatlich
  2. Betriebsjahr: quartalsweiseDie Berichtszyklen sind abhängig von der Komplexität projektspezifisch anzupassen.

**Fortsetzung Seite 29**



**LP 9 – Objektbetreuung und Dokumentation (Fortsetzung)**

- Analyse und Bewertung aller Betriebsdaten / Prüfgrößen / Messpunkte entsprechend dem Monitoring-Konzept.
- Kennzahlen der Anlagen, die über längere Zeiträume ermittelt werden und deren Überprüfung im Probetrieb nicht möglich war, sind aufzunehmen (Leistungsparameter, Nutzungsgrade, Betriebsstunden).
- Die Auswertungen / Ergebnisse, Änderungen von Zielwerten / Bezugsgrößen und vorhandene Mängel / Abweichungen sind in den Monitoring-Berichten systematisch und zyklusorientiert zu dokumentieren. Dabei werden mögliche Ursachen und Hinweise zur Behebung und offensichtliche Fehlfunktionen mit angemerkt (z.B. fehlerhafte Parametrierung, falscher Zielwert etc.).
  - ➔ Der Monitoring-Dienstleister erstellt für jede Zielgröße eine Bewertung.
- Das Monitoring-Konzept ist entsprechend der Änderungen / Erkenntnisse und weiterer Kennzahlen, die im Rahmen des Einregulierungsmonitoring gewonnen werden, zu aktualisieren.
- Die Monitoring-Berichte und das aktualisierte Monitoring-Konzept werden dem Betreiber, Bauherrn und Errichter übergeben.
- Der TMon-Dienstleister erstellt zum Ende des Einregulierungsmonitoring einen Abschlussbericht mit Aussagen zur Zielerreichung (Performanceziele, Sollwerte, Kenndaten etc.), der festgestellten Mängel, sämtlichen Änderungen / Anpassungen und Optimierungsmaßnahmen.
- Beim Übergang vom ERMon zum LZMon findet ein gemeinsamer Übergabetermin statt, bei dem der Betreiber in die Bedienung und Funktion der Anlagentechnik und des Technischen Monitorings mit allen Details und notwendigen Unterlagen einzuweisen ist. Dabei sind die Zusammenhänge der technischen Gebäudeausrüstung und zu berücksichtigende Besonderheiten umfangreich zu erläutern.
- Abhängig vom Umfang des Technischen Monitorings kann dieser Prozess mehrere Tage in Anspruch nehmen. Daher ist es sinnvoll, dass der Betreiber bereits während der Einregulierungsphase den TMon-Dienstleister intensiv begleitet.
- Die Ergebnisse der Übergabe / Einweisung werden mit Datum, Name und Unterschrift der eingewiesenen Personen dokumentiert und protokolliert.
- Anschließend geht das Einregulierungsmonitoring in das routiniertere und im Umfang angepasste Langzeitmonitoring über. [4]

### 5.3.2 TMon im Regelbetrieb

#### **Langzeitmonitoring**

##### Beginn des Langzeitmonitorings

Mit erfolgreichem Abschluss des Einregulierungsmonitoring beginnt im Regelbetrieb ab dem 3. Betriebsjahr das Langzeitmonitoring. Als Bestandteil der Betreiberaufgaben erstreckt sich das LZMon über die gesamte Nutzungsphase eines Gebäudes mit dem Ziel, das einregulierte Betriebsoptimum der Gebäude- und Anlagentechnik aufrechtzuerhalten bzw. die Anforderungen aus dem Monitoring-Konzept langfristig zu erfüllen. Sind keine Personalkapazitäten zur eigenständigen / internen Durchführung des LZMon vorhanden, ist der TMon-Dienstleister auch für diese Phase zu beauftragen.

Aktive Eingriffe zur Erhaltung des Soll-Zustandes oder Anpassungen auf Grund von z.B. Nutzungsänderungen können auch im Regelbetrieb notwendig sein. Die genauen Inhalte des Langzeitmonitorings sind in Kapitel 3.2.2 dargestellt.

- Das LZMon überschneidet sich mit den Aufgaben des regulären Energiemanagements. Eine gemeinsame Betrachtung ist daher sinnvoll und notwendig.
- Sichtung des Monitoring-Konzeptes, der Monitoring-Berichte, des Abschlussberichtes (inkl. der Abnahme-, Übergabe- und Einweisungsunterlagen).
- Das LZMon wird langfristig und im Vergleich zum ERMon weniger aufwändig gestaltet, daher sind zunächst die Berichtszyklen anzupassen:  
Ab 3. Betriebsjahr: halbjährlich / jährlich  
Die Berichtszyklen sind abhängig von der Komplexität projektspezifisch anzupassen.
- Alle im Monitoring-Konzept definierten Betriebsdaten / Prüfgrößen werden erfasst und gespeichert. Es werden jedoch nur die wichtigsten Daten visualisiert.
- Im Fehlerfall, bei Anpassungsarbeiten oder für genauere Analysen stehen sämtlichen Datenpunkte / Prüfgrößen abrufbar bereit.
- Die Prüfgrößen werden entsprechend dem Monitoring-Konzept in einem wesentlich reduzierten Umfang analysiert und bewertet.
- Eingriffe in den Gebäude- und Anlagenbetrieb wie Nachregulierungen oder Instandhaltungsmaßnahmen sind in den Monitoring-Berichten zu dokumentieren.

**Fortsetzung Seite 31**

#### **Langzeitmonitoring (Fortsetzung)**

- Die Auswertungen / Ergebnisse, Änderungen von Zielwerten / Bezugsgrößen und vorhandene Mängel / Abweichungen sind in den Monitoring-Berichten systematisch und zyklusorientiert zu dokumentieren und an alle Prozessbeteiligte zu kommunizieren. Dabei werden mögliche Ursachen, Hinweise zur Behebung und offensichtliche Fehlfunktionen mit angemerkt (z.B. fehlerhafte Parametrierung, falscher Zielwert etc.)  
→ Der Monitoring-Dienstleister erstellt für jede Zielgröße eine Bewertung.
- Das Monitoring-Konzept ist entsprechend der Änderungen und Erkenntnisse durchgehend anzupassen.
- Bei umfangreichen Modernisierungs- / Sanierungsmaßnahmen, welche gravierende Eingriffe in den Gebäude- und Anlagenbestand zur Folge haben oder die Nutzungsbedingungen maßgeblich verändern, bedarf es eines neuen ERMon. [4]

## **5.4 Verwertungsphase**

Die Verwertung eines Gebäudes beginnt mit dem Ende der Nutzungsphase. In dieser letzten Phase des Lebenszyklus werden für die weitere Verwertung diverse Optionen erörtert und gegeneinander abgewogen (Abriss, Veräußerung, Umbau, Revitalisierung bzw. Modernisierung). Die Ergebnisse des Technischen Monitorings (archivierte Berichte, Aufzeichnungen und Dokumentationen) können in diesem Zusammenhang eine wichtige Hilfestellung bieten und im Entscheidungsprozess eine Beurteilung der weiteren Verwertung erleichtern. [3]

## 6 Bereiche des Technischen Monitorings

Bei allen Monitoringarten werden vorgegebene Zielgrößen mit gemessenen oder berechneten Istwerten verglichen. Die sorgfältige Festlegung der Zielgrößen ist durch die Planer und Betreiber vorzunehmen. Für die zu untersuchenden Gebäude und Anlagen müssen diese spezifischen Prüfgrößen zunächst festgelegt werden. Der Umfang benötigter Datenpunkte ist abhängig vom Ausstattungsumfang, der Anlagengröße und der gewünschten Monitoringart. Einige Datenpunkte werden in der Regel bereits von den Herstellern eingebaut und können für das TMon genutzt werden. Dies betrifft insbesondere die Sensorik zur Aufnahme von Istwerten der Regelgrößen. Physikalische Größen, die messtechnisch nicht zu erfassen sind, werden aus anderen Daten bzw. Größen als virtuelle Datenpunkte rechnerisch ermittelt. In Monitoring-Systemen werden hierzu unterschiedliche Messwerte miteinander verknüpft. Bei weitergehenden Betrachtungen und insbesondere beim Energieverbrauch werden aus den Messwerten auch spezifische Kennzahlen gebildet, dabei kann die Ermittlung von Basisdaten, wie z.B. der Raumfläche oder Personenanzahl notwendig sein. [9, 10, 11]

Die Soll- und Istwerte der Datenpunkte werden an die Gebäudeleittechnik (GLT) bzw. ein Monitoring-System übergeben und in einer Datenbank hinterlegt. Es wird darauf hingewiesen, dass im Land Berlin ein zentrales Energiecontrolling-System betrieben wird, in das die relevanten Medienzähler / Energieverbrauchsdaten zur Verbrauchsüberwachung und -auswertung eingebunden werden können. Das Monitoring-System kann durch Vergleich der Messgrößen und vorgegebener Zielwerte die korrekte Funktionsweise überwachen und Optimierungspotentiale aufdecken. So kann zum Beispiel die spezifische Ventilatorleistung über das Verhältnis aus aufgenommener elektrischer Energie und gefördertem Volumenstrom überwacht werden.

Beispiele für automatische Meldungen, die durch das Monitoring-System ausgegeben werden können:

- Störmeldungen
- Dauerhafte Regelabweichungen (Ist  $\neq$  Soll)
- Instandhaltungshinweise (z.B. Filterwechsel)

In der Praxis kann das Technische Monitoring sowohl gebäudescharf als auch anlagenbezogen durchgeführt werden. Im Rahmen des Leitfadens werden der Umfang, die Tiefe und der Anwendungsbereich nicht eingegrenzt. Die Entscheidung wird unter Berücksichtigung der übergeordneten Zielstellung (Energieeinsparung) durch die Bezirke getroffen. Aufwand und Nutzen müssen in einer wirtschaftlichen Relation zueinander stehen.

## 6.1 Gebäude- und anlagenbezogene Prüfgrößen

In den nachfolgenden Tabellen sind die zu berücksichtigenden Prüfgrößen für typische Anlagen und Komponenten definiert. Gebäude und Anlagen, die einem Technischen Monitoring unterzogen werden, müssen die aufgeführten Daten bzw. Messwerte als Momentanwerte im Regelfall in 15-Minuten-Schritten erfassen, bearbeiten und auswerten. Über das Monitoring-System kann der Messzyklus / -rhythmus je nach Prüfgröße und Erfordernis individuell festgelegt werden. Die Datenspeicherung erfolgt für einen Zeitraum von 6 Jahren. Der Prüfungsumfang ist um weitere für die Datenanalyse sinnvolle Größen zu erweitern. Auch für nicht dargestellte technische Anlagen sind bedarfsabhängig Prüfgrößen zusammenzustellen. Die Bereitstellung der Bezugsgröße durch das jeweilige Fachgewerk bzw. den Hersteller / Errichter ist ebenfalls tabellarisch veranschaulicht. [4]

*Anm.: In dem GA-Referenzmodell (Berlin) – Planungsvorgaben (Kapitel 6 GA-Muster für die Gebäudeautomation) sind alle über die Gebäudeautomation bereitgestellten Datenpunkte aufgelistet. Diese sind in den Tabellen weitestgehend berücksichtigt.*

### 6.1.1 Wetterstation

Die seitens der Gebäudeautomation vorgesehene Wetterstation stellt alle erfassten Daten für die gesamte Anlagentechnik eines Gebäudes zur Verfügung (Heizungsregelung, Informationen der Luftbedingungen für RLT-Anlagen, Beleuchtung, Verschattung / Windgeschwindigkeit). Gegebenenfalls können mehrere Liegenschaften auf die Daten einer Wetterstation zugreifen.

**Tabelle 4: Prüfgrößen Wetterstation [11]**

Prüfgröße	Zielwert	Messung	Einheit	Anmerkung	AMon	EMon	GBMon
Windgeschwindigkeit	-	Messung	m/s	Je Gebäude	X	X	X
Lichtmessung	-	Messung	Lux	Je Gebäude	X	X	X
Außenluftfeuchte	-	Messung	%	Momentanwert ggf. zusätzlich für die Regelung notwendige Umrechnungen, z.B. als gleitender Mittelwert	X	X	X
Außenlufttemperatur	-	Messung	°C	Momentanwert ggf. zusätzlich für die Regelung notwendige Umrechnungen, z.B. als gleitender Mittelwert		X	X

### 6.1.2 Prüfungsumfang Gesamtgebäude

**Tabelle 5: Prüfgrößen des Gesamtgebäudes [4]**

Prüfgröße	Zielwert	Messung	Einheit	Anmerkung	AMon	EMon	GBMon
<b>Elektr. Energieaufnahme aus dem Netz</b>	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	Messung je Einspeisung	X	X	
	Spitzenlast	15-minütiger Leistungsmittelw.	kW	Messung je Einspeisung			
<b>Einspeisung elektr. Energie in das Netz</b>	Mindestwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	Messung je Einspeisung	X	X	
<b>Verbrauch elektr. Energie gesamt</b>	Maximalwert pro Jahr	Berechnung	kWh	Summe aller Einzelerfassungen	X	X	
a) Verbrauch ohne elektr. Energie Nutzer	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	(optional)	X	X	
b) Verbrauch elektr. Energie Nutzer	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	(optional)	X	X	
<b>Erzeugung elektr. Energie gesamt</b>	Mindestwert pro Jahr	Berechnung	kWh	Summe aller Einzelerfassungen	X	X	
a) aus KWK	Zielwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	(optional) je Einheit	X	X	
b) aus PV	Mindestwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	(optional) je Einheit (unbereinigt / solarstrahlungsbereinigt)	X	X	
c) aus sonstigen Anlagen	Zielwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	(optional) je Einheit	X	X	
<b>Wärmeaufnahme aus einem Netz (Fern- und Nahwärme)</b>	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	witterungsbereinigt	X	X	
	Spitzenlast pro Jahr	Mittl. 15-minütige Last	kW	Erfassung an der Übergabestation			
<b>Wärmeeinspeisung in ein Netz</b>	Mindestwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	witterungsbereinigt	X	X	
<b>Wärmeverbrauch gesamt</b>	Maximalwert pro Jahr	Berechnung	kWh	Summe aller Einzelerfassungen, witterungsbereinigt	X	X	
a) Beheizung	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	(optional) je Einheit, witterungsbereinigt	X	X	
b) TWW	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	(optional) je Einheit	X	X	
c) Nutzer und Prozesse	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	(optional) je Einheit	X	X	
<b>Wärmeerzeugung gesamt</b>	Mindestwert pro Jahr	Berechnung	kWh	Summe aller Einzelerfassungen	X	X	
a) Erzeuger 1	Mindestwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	(optional) je Einheit	X	X	
b) Erzeuger n	Mindestwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	(optional) je Einheit	X	X	
<b>Kälteaufnahme aus einem Netz</b>	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	-	X	X	
<b>Kälteeinspeisung in ein Netz</b>	Mindestwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	-	X	X	
<b>Kälteverbrauch gesamt</b>	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	(optional) je Einheit, witterungsbereinigt	X	X	
a) Raumkühlung	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	(optional) je Einheit	X	X	
b) Prozesskälte	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	(optional) je Einheit	X	X	

## Leitfaden zum Technischen Monitoring

<b>Kälteerzeugung gesamt</b>	Mindestwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	(optional) je Einheit	<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>Brennstoffverbrauch Gesamt</b>	Maximalwert pro Jahr	-	-	Summe Einzelerfassungen, witterungsbereinigt	<b>X</b>	<b>X</b>	
a) Gas	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	m <sup>3</sup>	witterungsbereinigt für Heizzwecke, gesonderte Erfassung separater Verbraucher	<b>X</b>	<b>X</b>	
b) Heizöl	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	l	witterungsbereinigt	<b>X</b>	<b>X</b>	
c) Holz / Pellets	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	kg	witterungsbereinigt	<b>X</b>	<b>X</b>	
d) Sonstiges	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	-	witterungsbereinigt	<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>Trinkwasserverbrauch</b>	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	m <sup>3</sup>	-	<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>Außenlufttemperatur</b>	-	Messung	°C	Momentanwert ggf. zusätzlich für die Regelung notwendige Umrechnungen, z.B. als gleitender Mittelwert		<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Außenluftfeuchte</b>	-	Messung	%	Momentanwert ggf. zusätzlich für die Regelung notwendige Umrechnungen, z.B. als gleitender Mittelwert		<b>X</b>	<b>X</b>

**Tabelle 6: Bereitstellung der Bezugsgrößen Gesamtgebäude**

Prüfgröße	Zielwert	Bereitstellung der Bezugs-/Prüfgröße im Neubau
<b>Elektr. Energieaufnahme aus dem Netz</b>	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Elektrotechnik</li> <li>• Energieversorgungsunternehmen</li> </ul>
	Spitzenlast	
<b>Einspeisung elektr. Energie in das Netz</b>	Mindestwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Elektrotechnik</li> <li>• Energieversorgungsunternehmen</li> </ul>
<b>Verbrauch elektr. Energie gesamt</b>	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Elektrotechnik</li> </ul>
a) Verbrauch ohne elektr. Energie Nutzer	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Elektrotechnik</li> </ul>
b) Verbrauch elektr. Energie Nutzer	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Elektrotechnik</li> </ul>
<b>Erzeugung elektr. Energie gesamt</b>	Mindestwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Elektrotechnik</li> </ul>
a) aus KWK	Zielwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Elektrotechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
b) aus PV	Mindestwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Elektrotechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
c) aus sonstigen Anlagen	Zielwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Elektrotechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Wärmeaufnahme aus einem Netz (Fern- und Nahwärme)</b>	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> <li>• Energieversorgungsunternehmen</li> </ul>
	Spitzenlast pro Jahr	
<b>Wärmeeinspeisung in ein Netz</b>	Mindestwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> <li>• Energieversorgungsunternehmen</li> </ul>
<b>Wärmeverbrauch gesamt</b>	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
a) Beheizung	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
b) TWW	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
c) Nutzer und Prozesse	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Wärmeerzeugung gesamt</b>	Mindestwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
a) Erzeuger 1	Mindestwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
b) Erzeuger n	Mindestwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Kälteaufnahme aus einem Netz</b>	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> <li>• Energieversorgungsunternehmen</li> </ul>
<b>Kälteeinspeisung in ein Netz</b>	Mindestwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> <li>• Energieversorgungsunternehmen</li> </ul>
<b>Kälteverbrauch gesamt</b>	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
a) Raumkühlung	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
b) Prozesskälte	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Kälteerzeugung gesamt</b>	Mindestwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Brennstoffverbrauch Gesamt</b>	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
a) Gas	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
b) Heizöl	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
c) Holz / Pellets	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
d) Sonstiges	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Trinkwasserverbrauch</b>	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Außenlufttemperatur</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Außenluftfeuchte</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>



### **6.1.3 Prüfungsumfang Gasversorgung**

Die Prüfgrößen für die Gasversorgung sind im Kapitel 6.1.2 „Prüfungsumfang Gesamtgebäude“ bzw. in den Tabellen der einzelnen Anlagen aufgeführt.

### **6.1.4 Prüfungsumfang Wasserversorgung**

Die Prüfgrößen für die Wasserversorgung sind im Kapitel 6.1.2 „Prüfungsumfang Gesamtgebäude“ bzw. in den Tabellen der einzelnen Anlagen aufgeführt.

### **6.1.5 Prüfungsumfang elektrische Energieversorgung**

Die Prüfgrößen für die elektrische Energieversorgung sind im Kapitel 6.1.2 „Prüfungsumfang Gesamtgebäude“ bzw. in den Tabellen der einzelnen Anlagen aufgeführt.

**6.1.6 Prüfungsumfang Raumklima (GBMon)****Tabelle 7: Prüfgrößen Raumklima [4, 11]**

Prüfgröße	Zielwert	Messung	Einheit	Anmerkung	AMon	EMon	GBMon
<b>Raumlufttemperatur</b>	Konzeptabhängig: - Min- / Maxwerte - zulässige Über- / Unterschreitungsstd.	Messung	°C h/a	Stichprobenartige mobile Messung, falls keine Messung über GA vorhanden	X	X	X
<b>Raumluftfeuchte</b>	Konzeptabhängig: - Min- / Maxwerte - zulässige Über- / Unterschreitungsstd.	Messung	% h/a	Stichprobenartige mobile Messung, falls keine Messung über GA vorhanden	X	X	X
<b>CO<sub>2</sub> - Konzentration</b>	Maximalwert	Messung	ppm	Nur bei Einzelraum- regelung und vor- handener Erfassung über die GA	X	X	X
<b>Präsenz im Raum</b>	-	Messung	0/1	Nur bei Einzelraum- regelung und vor- handener Erfassung über die GA	X	X	X
<b>Fensterkontakt</b>	-	Messung	0/1	Nur bei Einzelraum- regelung und vor- handener Erfassung über die GA	X	X	X
<b>Sonnenschutz</b>	Stellung/Sollwert	Messung	0/1	Nur bei Einzelraum- regelung und vor- handener Erfassung über die GA	X	X	X
<b>Beleuchtung</b>	-	Messung	Lux 0/1	Messung Lichtstärke in der Leuchte oder Beleuchtung ein/aus	X	X	X
<b>Lichtmessung</b>	Sollwert und Toleranz	Messung	Lux	Momentanwert	X	X	X
<b>Raumsolltemperatur Standard-Vorgabe</b>	-	Datenpunkt der Einzelraumregel.	°C	Nur bei Einzelraum- regelung und vor- handener Erfassung über die GA	X	X	X
<b>Motorisch öffnbare Fenster</b>	-	Messung	0/1	Nur bei Einzelraum- regelung und vor- handener Erfassung über die GA	X	X	X
<b>Position individueller Sollwertsteller</b>	-	Datenpunkt der Einzelraumregel.	K	Nur bei Einzelraum- regelung und vor- handener Erfassung über die GA	X	X	X
<b>Außenlufttemperatur</b>	-	Messung	°C	Momentanwert ggf. zusätzlich für die Regelung notwen- dige Umrechnungen, z.B. als gleitender Mittelwert		X	X
<b>Außenluftfeuchte</b>	-	Messung	%	Momentanwert ggf. zusätzlich für die Regelung notwen- dige Umrechnungen, z.B. als gleitender Mittelwert		X	X

**Tabelle 8: Bereitstellung der Bezugsgrößen Raumklima**

<b>Prüfgröße</b>	<b>Zielwert</b>	<b>Bereitstellung der Bezugs-/Prüfgröße im Neubau</b>
<b>Raumlufttemperatur</b>	Konzeptabhängig: - Min- / Maxwerte - zulässige Über- / Unterschreitungsstd.	• Fachplaner Versorgungstechnik
<b>Raumluftfeuchte</b>	Konzeptabhängig: - Min- / Maxwerte - zulässige Über- / Unterschreitungsstd.	• Fachplaner Versorgungstechnik
<b>CO<sub>2</sub> - Konzentration</b>	Maximalwert	• Fachplaner Versorgungstechnik
<b>Präsenz im Raum</b>	-	• Fachplaner MSR/GA
<b>Fensterkontakt</b>	-	• Fachplaner MSR/GA
<b>Sonnenschutz</b>	Stellung/Sollwert	• Fachplaner MSR/GA
<b>Beleuchtung</b>	-	• Fachplaner MSR/GA
<b>Lichtmessung</b>	Sollwert und Toleranz	• Fachplaner MSR/GA
<b>Raumsolltemperatur Standard-Vorgabe</b>	-	• Fachplaner MSR/GA
<b>Motorisch öffnbare Fenster</b>	-	• Fachplaner MSR/GA
<b>Position individueller Sollwertsteller</b>	-	• Fachplaner MSR/GA • Fachplaner Versorgungstechnik
<b>Außenlufttemperatur</b>	-	• Fachplaner Versorgungstechnik
<b>Außenluftfeuchte</b>	-	• Fachplaner Versorgungstechnik

### 6.1.7 Prüfungsumfang Raumluftechnische Anlagen

**Tabelle 9: Prüfgrößen RLT-Anlage [4, 9, 10, 11]**

Prüfgröße	Zielwert	Messung	Einheit	Anmerkung	AMon	EMon	GBMon
Stromverbrauch	Maximalwert	Zählerstand	kWh	Bewertung als Monats- oder Jahreswerte	X	X	
Elektrische Leistungsaufnahme	Maximalwert	Messung	kW	-	X	X	
Volumenstrom (Luft)	Sollwert und Toleranz	Messung	m <sup>3</sup> /h	-	X	X	
Volumenstrom (Wasser)	Sollwert und Toleranz	Messung	m <sup>3</sup> /h	-	X	X	
Spezifische Ventilatorleistung	Mindestwert	Berechnung	W/m <sup>3</sup> /s	Bewertung nach Klassifizierung DIN 13779		X	
Laufüberwachung	Sollwert	Messung	U/min	-	X		
Druckwächter	Sollwert	Messung	Pa	-	X		
Betriebsstunden	Maximalwert	Zählerstand	h	-	X	X	
Zulufttemperatur	Sollwert	Messung	°C	Zielwert ggf. als Kennlinie	X	X	X
Ablufttemperatur	Sollwert	Messung	°C	-	X	X	X
Fortlufttemperatur	Sollwert	Messung	°C	-	X	X	
Außenlufttemperatur	-	Messung	°C	Momentanwert ggf. zusätzlich für die Regelung notwendige Umrechnungen z.B. als gleitender Mittelwert		X	X
Außenluftfeuchte	-	Messung	%	Momentanwert ggf. zusätzlich für die Regelung notwendige Umrechnungen, z.B. als gleitender Mittelwert		X	X
Frostschutz	Minimalwert	Messung	°C	-	X		
Klappenstellung	Sollwert	Messung	-	Vorgabe durch Raumregelung	X		
Ventilstellung	Sollwert	Messung	-	Vorgabe durch Raumregelung	X		
Brandschutzklappe	-	Messung	0/1	-	X		
Vorlauftemperatur	-	Messung	°C	-	X	X	
Rücklauftemperatur	Sollwert	Messung	°C	-	X	X	
Heizungspumpe	-	Messung	0/1	-	X		
Raumlufttemperatur	Konzeptabhängig: - Min/Maxwerte - zulässige Über-/ Unterschreitung	Messung	°C h/a	-	X	X	X
Raumluftfeuchte	Konzeptabhängig: - Min/Maxwerte - zulässige Über-/ Unterschreitung	Messung	% h/a	-	X	X	X

## Leitfaden zum Technischen Monitoring

<b>CO<sub>2</sub>-Konzentration</b>	Maximalwert	Messung	ppm	-	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Präsenz im Raum</b>	-	Messung	0/1	-	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Fensterkontakt</b>	-	Messung	0/1	-	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Raumsolltemperatur Standard-Vorgabe</b>	-	Datenpunkt Einzelraumregelung	°C	-	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Position individueller Sollwertsteller</b>	-	Datenpunkt Einzelraumregelung	K	-	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

**Tabelle 10: Bereitstellung der Bezugsgrößen RLT-Anlagen**

<b>Prüfgröße</b>	<b>Zielwert</b>	<b>Bereitstellung der Bezugs-/Prüfgröße im Neubau</b>
<b>Stromverbrauch</b>	Maximalwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Elektrotechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Elektrische Leistungsaufnahme</b>	Maximalwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Elektrotechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Volumenstrom (Luft)</b>	Sollwert und Toleranz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Volumenstrom (Wasser)</b>	Sollwert und Toleranz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Spezifische Ventilatorleistung</b>	Mindestwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Elektrotechnik</li> <li>• Fachplaner MSR/GA</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Laufüberwachung</b>	Sollwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner MSR/GA</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Druckwächter</b>	Sollwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner MSR/GA</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Betriebsstunden</b>	Maximalwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner MSR/GA</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Zulufttemperatur</b>	Sollwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Ablufttemperatur</b>	Sollwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Fortlufttemperatur</b>	Sollwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Außenlufttemperatur</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Außenluftfeuchte</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Frostschutz</b>	Minimalwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Klappenstellung</b>	Sollwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner MSR/GA</li> </ul>
<b>Ventilstellung</b>	Sollwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner MSR/GA</li> </ul>
<b>Brandschutzklappe</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner MSR/GA</li> </ul>
<b>Vorlauftemperatur</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Rücklauftemperatur</b>	Sollwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Heizungspumpe</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Raumlufttemperatur</b>	Konzeptabhängig: - Min/Maxwerte - zulässige Über-/ Unterschreitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Raumluftfeuchte</b>	Konzeptabhängig: - Min/Maxwerte - zulässige Über-/ Unterschreitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>CO<sub>2</sub>-Konzentration</b>	Maximalwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Präsenz im Raum</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner MSR/GA</li> </ul>
<b>Fensterkontakt</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner MSR/GA</li> </ul>
<b>Raumsolltemperatur Standard-Vorgabe</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Position individueller Sollwertsteller</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner MSR/GA</li> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>

### 6.1.8 Prüfungsumfang Heizungsanlagen

**Tabelle 11: Prüfgrößen Heizkreis und Gasbrennwertkessel [4]**

Prüfgröße	Zielwert	Messung	Einheit	Anmerkung	AMon	EMon	GBMon
<b>Prüfungsumfang Heizkreis</b>							
Betriebsmeldung der Umwälzpumpe	Freigabe	-	-	Prüfung von Dauerläufen bzw. fehlender Heizgrenze	X		
Vorlauftemperatur (Sollwert)	Sollwert und Toleranz	Zählerstand	°C	Zielwert ggf. als Kennlinie mit Toleranz	X	X	
Rücklauftemperatur (Sollwert)	Sollwert und Toleranz	Zählerstand	°C	Zielwert ggf. als Kennlinie mit Toleranz	X	X	
Übertragene Wärmemenge	Maximalwert	Zählerstand	kWh	optional	X	X	X
Außenlufttemperatur	-	Messung	°C	Momentanwert ggf. zusätzlich für die Regelung notwendige Umrechnungen, z.B. als gleitender Mittelwert		X	X
<b>Prüfungsumfang Gasbrennwertkessel</b>							
Gasverbrauch	Maximalwert	Zählerstand	m³/a	Bewertung als Monats- oder Jahreswerte	X	X	
Erzeugte Wärmemenge	Maximalwert	Zählerstand	kWh	Bewertung als Monats- oder Jahreswerte	X	X	X
Nutzungsgrad therm. (Mindestwert)	Mindestwert	Berechnung	-	Bewertung pro Tag	X	X	
Betriebsstunden	-	Zählerstand	h		X	X	
Betriebsstarts	-	Zählerstand	Anzahl		X	X	
Betriebsstarts je Betriebsstunde alt. Betriebsdauer je Betriebsstart	Maximalwert alt. Minimalwert	Berechnung	-	Bewertung pro Tag	X	X	
Vorlauftemperatur	Sollwert und Toleranz	Messung	°C	Bewertung pro Tag	X	X	
Rücklauftemperatur	Sollwert und Toleranz	Messung	°C	Bewertung pro Tag	X	X	
Abgastemperatur	Maximalwert	Messung	°C	Bewertung pro Tag	X	X	
Kondensatmenge	Mindestwert	Zählerstand	l	Bewertung pro Tag [l/kWh]	X	X	
Außenlufttemperatur	-	Messung	°C	Momentanwert ggf. zusätzlich für die Regelung notwendige Umrechnungen, z.B. als gleitender Mittelwert		X	X

**Tabelle 12: Bereitstellung der Bezugsgrößen Heizkreis und Gasbrennwertkessel**

Prüfgröße	Zielwert	Bereitstellung der Bezugs-/Prüfgröße im Neubau
<b>Heizkreis</b>		
Betriebsmeldung der Umwälzpumpe	Freigabe	• Fachplaner MSR/GA
Vorlauftemperatur (Sollwert)	Sollwert und Toleranz	• Fachplaner Versorgungstechnik
Rücklauftemperatur (Sollwert)	Sollwert und Toleranz	• Fachplaner Versorgungstechnik
Übertragene Wärmemenge	Maximalwert	• Fachplaner Versorgungstechnik
Außenlufttemperatur	-	• Fachplaner Versorgungstechnik
<b>Gasbrennwertkessel</b>		
Gasverbrauch	Maximalwert	• Fachplaner Versorgungstechnik • Hersteller / Errichter
Erzeugte Wärmemenge	Maximalwert	• Fachplaner Versorgungstechnik • Hersteller / Errichter
Nutzungsgrad therm. (Mindestwert)	Mindestwert	• Fachplaner Versorgungstechnik • Hersteller / Errichter
Betriebsstunden	-	• Fachplaner MSR/GA
Betriebsstarts	-	• Fachplaner MSR/GA
Betriebsstarts je Betriebsstunde alt. Betriebsdauer je Betriebsstart	Maximalwert alt. Minimalwert	• Fachplaner MSR/GA
Vorlauftemperatur	Sollwert und Toleranz	• Fachplaner Versorgungstechnik
Rücklauftemperatur	Sollwert und Toleranz	• Fachplaner Versorgungstechnik
Abgastemperatur	Maximalwert	• Fachplaner Versorgungstechnik
Kondensatmenge	Mindestwert	• Fachplaner Versorgungstechnik
Außenlufttemperatur	-	• Fachplaner Versorgungstechnik



### 6.1.9 Prüfungsumfang Blockheizkraftwerk

**Tabelle 13: Prüfgrößen BHKW [4]**

Prüfgröße	Zielwert	Messung	Einheit	Anmerkung	AMon	EMon	GBMon
Gasverbrauch	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	m <sup>3</sup> /a	Bewertung als Monats- oder Jahreswerte	X	X	
Erzeugte elektr. Energie	Zielwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	Bewertung als Monats- oder Jahreswerte	X	X	X
Erzeugte Wärmemenge	Zielwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	Bewertung als Monats- oder Jahreswerte	X	X	X
Nutzungsgrad elektr. (Mindestwert)	Mindestwert	Berechnung	-	Bewertung als Tageswerte	X	X	
Nutzungsgrad therm. (Mindestwert)	Mindestwert	Berechnung	-	Bewertung als Tageswerte	X	X	
Nutzungsgrad ges. (Mindestwert)	Mindestwert	Berechnung	-	Bewertung als Tageswerte	X	X	
Betriebsstunden	-	Zählerstand	h	-	X	X	
Betriebsstarts	-	Zählerstand	Anzahl	-	X	X	
Betriebsstarts je Betriebsstunde alt. Betriebsdauer je Betriebsstart	Maximalwert alt. Minimalwert	Berechnung	-	Bewertung pro Tag	X	X	
Vorlauftemperatur (Sollwert)	Sollwert und Toleranz	Messung	°C	Zielwert ggf. als Kennlinie mit Toleranz	X	X	
Rücklauftemperatur (Sollwert)	Sollwert und Toleranz	Messung	°C	Zielwert ggf. als Kennlinie mit Toleranz	X	X	
Außenlufttemperatur	-	Messung	°C	Momentanwert ggf. zusätzlich für die Regelung notwendige Umrechnungen z.B. als gleitender Mittelwert		X	X

**Tabelle 14: Bereitstellung der Bezugsgrößen BHKW**

<b>Prüfgröße</b>	<b>Zielwert</b>	<b>Bereitstellung der Bezugs-/Prüfgröße im Neubau</b>
<b>Gasverbrauch</b>	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Erzeugte elektr. Energie</b>	Zielwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Elektrotechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Erzeugte Wärmemenge</b>	Zielwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Nutzungsgrad elektr. (Mindestwert)</b>	Mindestwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Elektrotechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Nutzungsgrad therm. (Mindestwert)</b>	Mindestwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Nutzungsgrad ges. (Mindestwert)</b>	Mindestwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Elektrotechnik</li> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Betriebsstunden</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner MSR/GA</li> </ul>
<b>Betriebsstarts</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner MSR/GA</li> </ul>
<b>Betriebsstarts je Betriebsstunde alt. Betriebsdauer je Betriebsstart</b>	Maximalwert alt. Minimalwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner MSR/GA</li> </ul>
<b>Vorlauftemperatur (Sollwert)</b>	Sollwert und Toleranz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Rücklauftemperatur (Sollwert)</b>	Sollwert und Toleranz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Außenlufttemperatur</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>

### 6.1.10 Prüfungsumfang Wärmepumpe

**Tabelle 15: Prüfgrößen Wärmepumpe [4]**

Prüfgröße	Zielwert	Messung	Einheit	Anmerkung	AMon	EMon	GBMon
Verbrauch elektr. Energie	Maximalwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	Bewertung als Monats- oder Jahreswerte	X	X	
Erzeugte Wärmemenge	Zielwert pro Jahr	Zählerstand	kWh	Bewertung als Monats- oder Jahreswerte	X	X	X
Nutzungsgrad	Mindestwert	Berechnung	%	Bewertung als Tageswerte	X	X	
Jahresarbeitszahl	Mindestwert	Berechnung	-	Bewertung als Jahreswert	X	X	
Betriebsstarts pro Periode	Maximalwert	Zählerstand	Anzahl	-	X	X	
Vorlauftemperatur primärseitig	Sollwert und Toleranz	Messung	°C	Zielwert ggf. als Kennlinie mit Toleranz	X	X	
Rücklauftemperatur primärseitig	Sollwert und Toleranz	Messung	°C	Zielwert ggf. als Kennlinie mit Toleranz	X	X	
Volumenstrom primärseitig	Sollwert und Toleranz	Messung	m <sup>3</sup> /h	-	X	X	
Vorlauftemperatur sekundärseitig	Sollwert und Toleranz	Messung	°C	Zielwert ggf. als Kennlinie mit Toleranz	X	X	
Rücklauftemperatur sekundärseitig	Sollwert und Toleranz	Messung	°C	Zielwert ggf. als Kennlinie mit Toleranz	X	X	
Volumenstrom sekundärseitig	Sollwert und Toleranz	Messung	m <sup>3</sup> /h	-	X	X	X
Außenlufttemperatur	-	Messung	°C	Momentanwert ggf. zusätzlich für die Regelung notwendige Umrechnungen z.B. als gleitender Mittelwert		X	X

**Tabelle 16: Bereitstellung der Bezugsgrößen Wärmepumpe**

<b>Prüfgröße</b>	<b>Zielwert</b>	<b>Bereitstellung der Bezugs-/Prüfgröße im Neubau</b>
<b>Verbrauch elektr. Energie</b>	Maximalwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Elektrotechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Erzeugte Wärmemenge</b>	Zielwert pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Nutzungsgrad</b>	Mindestwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Jahresarbeitszahl</b>	Mindestwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> <li>• Hersteller / Errichter</li> </ul>
<b>Betriebsstarts pro Periode</b>	Maximalwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner MSR/GA</li> </ul>
<b>Vorlauftemperatur primärseitig</b>	Sollwert und Toleranz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Rücklauftemperatur primärseitig</b>	Sollwert und Toleranz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Volumenstrom primärseitig</b>	Sollwert und Toleranz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Vorlauftemperatur sekundärseitig</b>	Sollwert und Toleranz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Rücklauftemperatur sekundärseitig</b>	Sollwert und Toleranz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Volumenstrom sekundärseitig</b>	Sollwert und Toleranz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>
<b>Außenlufttemperatur</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachplaner Versorgungstechnik</li> </ul>

## 6.2 Vergleichskennwerte im Bestand

Bei Bestandsgebäuden und -anlagen sind die Vergleichskennwerte durch die Betreiber zur Verfügung zu stellen. Je nach Aufwand und Nutzen müssen die Daten durch interne oder externe Planer ermittelt werden. Für die Festlegung von Bezugsgrößen bzw. Orientierungsdaten bestehen abhängig von der Monitoringart folgende Möglichkeiten:

**Tabelle 17: Ermittlung von Bezugsgrößen und Orientierungsdaten [12]**

1.	Planungs- und Revisionsunterlagen, aus denen die bestimmungsgemäße Funktion und Vergleichskennwerte hervorgehen (Dokumentation, Regelungskonzept, Herstellerunterlagen etc.).
2.	Vorjahreswerte oder Mittelwert aus den Verbräuchen der vergangenen Jahre für jedes Gebäude (Jahres-, ggf. Monatswerte z.B. aus Abrechnungsunterlagen).
3.	Spezifische Kennwerte für Gebäudearten (z.B. Grundschulen, Verwaltungen etc.) durch Mittelung von Verbrauchswerten innerhalb einer Verwaltung.
4.	Spezifische Kennwerte für Gebäudearten aus der Fachliteratur (z.B. Bekanntmachung zur EnEV „Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand“; Veröffentlichungen des Landes Baden-Württemberg „Betriebskosten und Verbräuche / Kennwerte von Hochbauten“).
5.	Theoretische Berechnung von Energiebedarfswerten nach DIN V 18599 oder anderen Verfahren bis zur dynamischen Gebäudesimulation.
6.	Berechnung über Leistungswerte: Für Heizenergie über Wärmebedarf und Vollbenutzungsstunden, für Strom aus elektrischer Anschlussleistung, Gleichzeitigkeitsfaktoren und Benutzungsstunden.

## 7 IT-Sicherheit

„IT-Sicherheit umschreibt die Probleme und Gegenmaßnahmen, die sich bei der Verwendung moderner Informations- und Kommunikationssysteme durch die Einflussnahme Unbefugter ergeben (z.B. Eindringen in Computersysteme, Manipulation von Daten etc.)“. [15]

Da das Technische Monitoring die Daten und Informationen aus der Gebäudeautomation übernimmt, diese aufbereitet und auf ein lokal bzw. extern gelegenes TMon-System überträgt, ist die Nutzung digitaler Infrastrukturen bzw. die Einbindung in vorhandene Informations- und Kommunikationssysteme notwendig. Die technischen Systeme bzw. Prozesse werden zunehmend digitalisiert und vernetzt, sodass zukunftssichere IT-Lösungen aufgestellt werden müssen. Für die IT-Sicherheit ergeben sich dabei besondere Herausforderungen, denn Sicherheitslücken in der IT können zu Cyber-Angriffen unterschiedlicher Ausprägung führen und die System- und Anlagenverfügbarkeit gefährden. Das Eindringen bzw. die Einflussnahme unbefugter Dritter soll durch die IT-Sicherheit verhindert werden. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) verweist mit seinen Lageberichten und Technischen Richtlinien auf die Gefährdungslage der IT-Sicherheit und fordert hier eine engere Kooperation von Bund und Ländern. Zu diesem Thema befinden sich auf der Internetseite des BSI diverse Publikationen. [14]

Im Rahmen dieses Leitfadens werden keine Vorgaben bezüglich der IT-Sicherheit, der Art der Datenverarbeitung, -sicherung, -übertragung und -speicherung aufgestellt. Für das Technische Monitoring müssen diese Themen in Absprache mit dem GA-Fachplaner und den IT-Sicherheitsbeauftragten geklärt und im Monitoring-Konzept festgehalten werden. Während der Planungs- und Bauphase ist ein durchgehender Informationsaustausch notwendig. Da das Thema auch auf die Gebäudeautomation und andere Gewerke zutrifft, ist eine gemeinsame Betrachtung sinnvoll<sup>6</sup>. Die Aufgabe des TMon-Dienstleisters ist es, im Vorfeld eine Risikoanalyse<sup>7</sup> durchzuführen, die Möglichkeiten der technischen Systeme seines Zuständigkeitsbereiches zu prüfen und die Anforderungen bzw. Rahmenbedingungen entsprechend zu definieren. Darauf aufbauend werden mit dem IT-Sicherheitsbeauftragten und dem GA-Fachplaner Konzepte und Lösungen für die IT-Sicherheit und die IT-Struktur entwickelt.

---

<sup>6</sup> Nach dem GA-Leitfaden wird in der Planung ein IT-Sicherheitskonzept erstellt. Vorgaben für die IT-Sicherheit sind auch im GA-Referenzmodell (Berlin)- Planungsvorgaben vorhanden. Der TMon-Dienstleister kann diese Informationsquellen nutzen.

<sup>7</sup> Risikoanalyse: Welche Daten/Anlagen sind vorhanden? Inwieweit handelt es sich um sensible Daten (Priorisierung der Daten)? Welche Auswirkungen können mögliche Cyber-Angriffe haben?

## 8 Finanzierung des Technischen Monitorings

### 8.1 Kostenzuordnung und Honorarermittlung

Das Technische Monitoring erstreckt sich über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes. Die Kosten entstehen vom Projektstart aus über die Planungs- und Realisierungsphase bis zum Ende der Nutzungsphase. Entsprechend sind die Kosten zuzuordnen und die Finanzierung ist zu klären. Alle Kosten bis zum Einregulierungsmonitoring sind den Bau- und Projektkosten (DIN 276 – Kostengruppe 740 Gutachten und Beratung) zuzuordnen. Die Kosten für das LZMon sind bei den Nutzungs- und Betriebskosten zu veranschlagen (s. Abbildung 8).

Das Honorar für den TMon-Dienstleister ist frei vereinbar, da es dafür keine Regelung gibt. Die Abrechnung kann pauschal oder auf Stundenbasis nach tatsächlichem Aufwand erfolgen. In jedem Fall sind eine detaillierte Aufgabenstellung und ein modulares Leistungsbild / Lastenheft nötig. Externe Dritte, die die TMon-Dienstleistung übernehmen, sind entsprechend zu beauftragen.

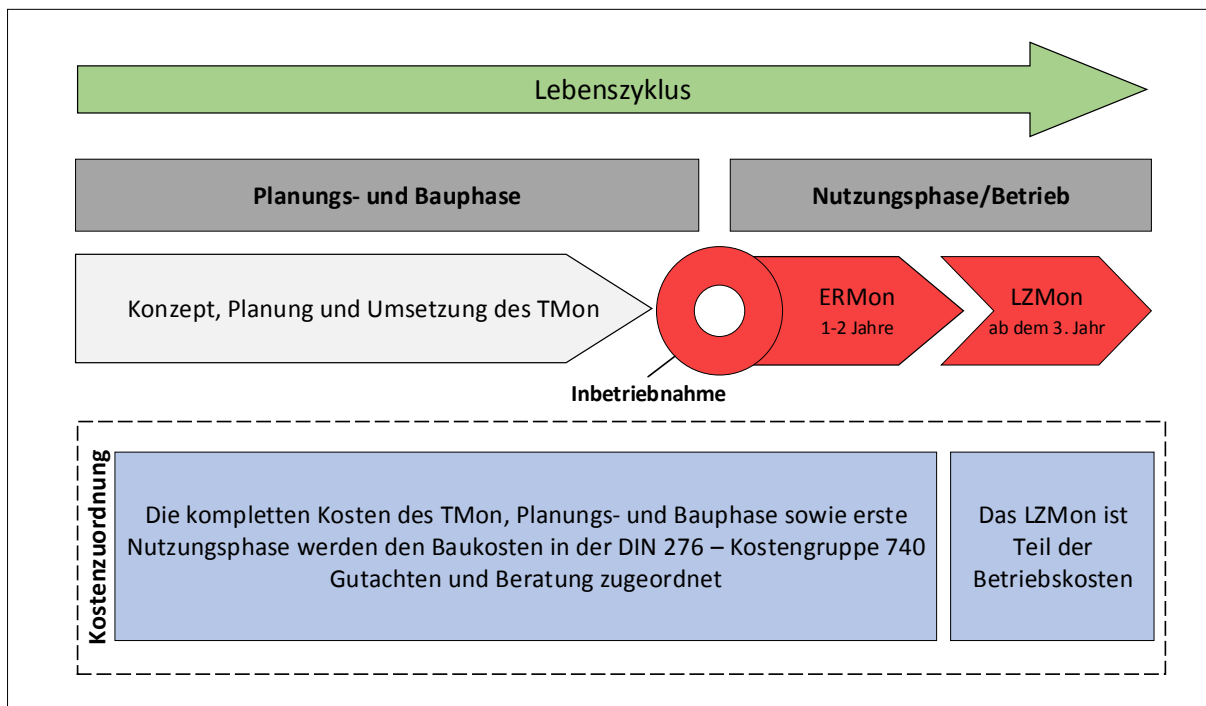


Abbildung 8: Prozessdarstellung und Kostenzuordnung des TMon

## 8.2 Kosten-Nutzen-Analyse

Die Aufstellung einer Kosten-Nutzen-Analyse erfolgt mittels Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zur Entscheidungsunterstützung bereits vor Beginn eines TMon-Projektes im Rahmen der Bedarfsanforderung. Eines der primären Ziele des TMon ist es, die Gesamtwirtschaftlichkeit der Gebäude- und Anlagentechnik zu erhöhen. Da sich das Aufgabengebiet jedoch neu entwickelt und das TMon als Dienstleistung noch nicht etabliert ist, liegen bisher keine belastbaren Informationen bezüglich der Wirtschaftlichkeit vor. Nach AMEV (Technisches Monitoring 2017) betragen die Baunebenkosten für das TMon bei einer vollständigen Beauftragung externer Dritter (einschließlich der ersten beiden Betriebsjahre) weniger als 0,5 % der Gesamtbaukosten. Andere wissenschaftliche Untersuchungen beziffern die Aufwendungen auf ca. 0,2 % bis 0,4 %. Diesem Aufwand stehen jedoch diverse finanzielle, funktionelle und sonstige Nutzen gegenüber (s. Tabelle 18).

Durch die Betriebskosteneinsparungen refinanzieren sich die Aufwendungen für das TMon bereits in wenigen Jahren. Konkrete Aussagen zur Amortisationszeit können mit Abschluss der ersten Projekte getroffen werden. Für den regelmäßigen Einsatz des Technischen Monitorings sind damit die Voraussetzungen gegeben. Die nachfolgende Tabelle beinhaltet wichtige, strategische Größen zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit. [4, 13]

**Tabelle 18: Bewertungsgrößen für die Kosten-Nutzen-Analyse [3, 13]**

Größe	Bemerkung
<b>Aufwand</b>	
Baukosten	Technisches System zur Datenerfassung und Auswertung (Soft- und Hardware). Erhöhte Baukosten und besondere Leistungen für verschiedene Gewerke (GA, IT, Fachplaner etc.).
Baunebenkosten	Planungskosten für das TMon und besondere Leistungen für die Fachplaner.
Betriebskosten	Kosten, die über die gesamte Nutzungsphase des Gebäudes entstehen.
Wartungs- / Instandhaltungskosten	Regelmäßige Wartung, Prüfung des Systems (Soft- und Hardware) und Kosten für die Instandhaltung.
<b>Finanzieller Nutzen</b>	
Betriebs- und Energiekosten	Verbrauchs- und Kostenreduzierung durch frühzeitige Identifikation zu hoher Verbräuche (5 % bis 30 %) und optimierter Gebäude- und Anlagenbetrieb.
Wartungs- und Instandhaltungskosten	Maßnahmen erfolgen rechtzeitig und bedarfsgerecht. Reduzierung der Reaktions- und Reparaturzeiten bzw. Folgeschäden durch eine frühzeitige Fehleridentifizierung.
Laufzeitverlängerung der technischen Anlagen (Vorsorgefunktion und vorbeugende Instandhaltung)	Wird sichergestellt durch die frühzeitige Erkennung und Behebung von Störungen und Fehlfunktionen. Vermeidung von Folgeschäden.
<b>Sonstiger bzw. Nicht-Monetärer Nutzen</b>	
Nutzerzufriedenheit und -akzeptanz	Ergibt sich aus dem bestimmungsgemäßen Gebäude- und Anlagenbetrieb und der frühzeitigen Fehlererkennung. Wetterabhängige Anpassung und Beobachtung des Raumklimas.
Nachweis für vertraglich zugesicherte Eigenschaften technischer Systeme	Kontrolle und Auswertung spezifischer Prüfgrößen.



## 9 Erfahrungsberichte

### Erfahrungen aus Baden-Württemberg

*„Einführung des Technischen Monitorings für Baumaßnahmen ab 2,0 Mio. Euro [...].“*

Als Vorbild gilt Baden-Württemberg, das 2015 durch Ministerialbeschluss das Technische Monitoring im Landesbau für Baumaßnahmen ab Gesamtbaukosten von 2,0 Mio. Euro eingeführt hat. Ab der gleichen Kostenschwelle werden Sanierungs- / Modernisierungsmaßnahmen, aber auch Maßnahmen mit einem hohen technischen Anteil oder komplexer Anlagentechnik, den Prozessen eines Technischen Monitorings unterzogen.

*„Beauftragung eines externen, vom Planungsprozess unabhängigen, Dienstleisters bis zum Einregulierungsmonitoring.“*

In Baden-Württemberg wird mit dem Technischen Monitoring bis zur Einregulierungsphase vorzugsweise ein Dritter als Dienstleister beauftragt, der nicht unmittelbar am Projekt beteiligt ist. Dieser führt das Technische Monitoring ab der Inbetriebnahme und während der ersten 2 Jahre nach Übergabe durch. Der Personaleinsatz für das Technische Monitoring in der Betriebsüberwachung ist abhängig von der Komplexität der Gebäude- und Anlagentechnik sowie der Möglichkeit einer Fernüberwachung. In der Regel kann diese Leistung jedoch von einer einzelnen Person in der Betriebsleitung erbracht werden. Darüber hinaus sind zusätzliche Leistungen in geringerem Umfang von Mitarbeitern in den Abteilungen für Technisches Gebäudemanagement der Ämter erforderlich.

*„Die Gesamtbaukosten erhöhen sich um ca. 0,3 % bis 0,5 %.“*

Bei den Investitionskosten wird mit keinem bzw. nur marginal höherem Aufwand für die Ausstattung gerechnet. Der überwiegende Teil der Sensorik sowie Zähl- und Messeinrichtungen für die Automation der technischen Anlagen sind im Neubau auch ohne ein Technisches Monitoring erforderlich. Die Gebäudeautomation bildet hierfür die Grundlage. Bei vollständiger Beauftragung (Inbetriebnahme und Monitoring) von freiberuflich Tätigen bis einschließlich der ersten beiden Jahre nach Übergabe erhöhen sich die Baunebenkosten um ca. 0,3 bis 0,5 Prozent der Gesamtbaukosten. Die Auswertung der Messwerte erfolgt durch den jeweiligen Monitoring-Dienstleister. Dieser unterbreitet dem Bauherren (Vermögen und Bau Baden-Württemberg) Vorschläge zur Optimierung der technischen Anlagen. Die Umsetzung der Optimierungsvorschläge obliegt dem Betreiber und der Landesbauverwaltung. Die Zusammenführung der Daten erfolgt, wenn vorhanden, über die Gebäudeleittechnik. Dort werden vom Betreiber im Auftrag des Monitoring-Dienstleisters Trendaufzeichnungen angelegt, welche der Monitoring-Dienstleister mit seinem System auswertet.

Ist keine Gebäudeleittechnik vorhanden, obliegt die Organisation der Fernüberwachung dem Monitoring-Dienstleister mittels Aufschaltung der Anlagen auf sein System. Bis Ende 2023 ist die Einführung einer umfassenden FM-Software im Landesbetrieb geplant, die dann auch die Weiterverarbeitung (Nutzung) der Monitoringdaten integrieren kann. Die Art und Weise der Berichterstattung sowie der Berichtszyklus hängen von der Komplexität der zu überwachenden Anlagen ab und werden projektspezifisch festgelegt. Dabei sind eine vierteljährliche / halbjährliche oder jährliche Berichterstattung in Papierform an die Landesbauverwaltung und den Betreiber der technischen Anlagen üblich.

***„Das TMon ermöglicht die Überprüfung geschuldeter Leistungen und eine schnelle Reaktion bei Abweichungen vom Soll-Zustand.“***

Das Technische Gebäudemanagement der Landesbauverwaltung hat als eine Art des Monitorings das Pilotprojekt der automatisierten Verbrauchserfassung auf Grundlage einer zentralen internetbasierten Datenbank zur zeitnahen Auswertung der Wärme- und Stromverbräuche entwickelt. Für die Nutzer und Betreiber der Gebäude werden nun der direkte Zugriff auf aktuelle Verbräuche, Lastgänge oder Verbrauchsentwicklungen über den Tagesablauf und natürlich verschiedene Auswertungen wie Jahresverbrauch, Gradtagbereinigung, spezifische Kennwerte etc. möglich sein. Somit lassen sich die Auswirkungen von Energiesparmaßnahmen sofort erkennen und bewerten. Im Sinne der Qualitätssicherung ermöglicht das Technische Monitoring die Überprüfung der geschuldeten Leistungen des Auftragnehmers wie z. B. Erkennen von Fehlern der Anlagenfunktion im Zusammenspiel der einzelnen Komponenten, Wärmerückgewinnungsgrade von WRG-Anlagen, Leistungszahlen von Wärmepumpen und Laufzeiten von BHKW's. Bei Abweichungen gegenüber den Vorgaben ermöglichen die Trendaufzeichnungen eine schnelle Reaktion.

***„Einführung der AMEV – Technisches Monitoring 2017 – durch das Ministerium für Finanzen Baden-Württemberg.“***

Das Ministerium für Finanzen BW hat Ende 2017 die AMEV-Empfehlung Nr. 135 „Technisches Monitoring als Instrument zur Qualitätssicherung (Technisches Monitoring 2017)“ eingeführt. Diese ersetzt den Leitfaden aus BW, der allerdings in wesentlichen Teilen in die AMEV-Empfehlung eingeflossen ist. Ein einheitliches Verwaltungshandeln wird so sichergestellt. Der Leistungskatalog wurde unter der Prämisse erstellt, dass Grundleistungen, welche der Fachplaner / Anlagenbauer zu erbringen hat, nicht Teil des Leistungskataloges sind und somit Doppelbeauftragungen vermieden werden. In der AMEV-Empfehlung Nr. 135 ist eine Textvorlage für die Ausschreibung der Monitoring-Leistungen dargestellt. Die Vorlage für die Leistungen der TGA-Fachplaner ist in Anlage 2 beschrieben.

*Nach einem Interview mit Baudirektor Thomas Daul,  
Landesbetrieb Vermögen und Bau Baden-Württemberg, Betriebsleitung*

## **Erfahrungen aus dem Bezirksamt Mitte**

**D**ie Leistungsphase 9 der HOAI – Objektbetreuung und Dokumentation umfasst kein Technisches Monitoring. Aus diesem Grund gibt es bisher auch keine verbindliche Verfahrensregelung ein Technisches Monitoring zu beauftragen. Üblicherweise wird die Leistungsphase 9 bei Baumaßnahmen beauftragt. Es wurde festgestellt, dass teilweise Firmen die LP 9 nicht anbieten. Generell kommt das Technische Monitoring in dem Planungs- und Umsetzungsprozess von Baumaßnahmen zu kurz. Es werden nach Jahren immer wieder auch sanierte technische Anlagen gefunden, die nicht einreguliert sind und energetisch ineffizient betrieben werden.

Im Rahmen von Energieeinsparprojekten (z.B. Energieeinsparcontracting) sorgt das wirtschaftliche Interesse der Contractoren für größtenteils effizient betriebene Anlagen. Liegenschaften aus Energie-sparpartnerschaften sind erfahrungsgemäß nach Ende der Vertragslaufzeit gut dokumentiert, gut ein-reguliert und auf einem ordentlichen technischen Stand. Die installierte Gebäudeleittechnik ist ein wir-kungsvolles Instrument der Betriebsführung. In Zusammenspiel mit einer Energiemanagementsoftware wird so der Grundstein für ein Technisches Monitoring gelegt.

Im Bezirksamt Mitte von Berlin wird die Betriebsführung bei einer Energiesparpartnerschaft durch einen Contractor und nach Vertragsende jedoch durch eigenes Personal umgesetzt. Im Zeitalter des Fachkräftemangels ist es schwierig, qualifiziertes Personal zu gewinnen. Nichtsdestotrotz ist es uns gelungen, geeignetes Personal zu akquirieren. Eine wirtschaftliche Gegenüberstellung ergab, dass die Betriebsführung mit eigenem Personal das größte Nutzen-Kosten-Verhältnis aufweist. Ein zusätzliches Argument ist auch, dass das Knowhow im eigenen Bezirksamt verbleibt. So erfolgt die Betriebsführung im Bezirksamt Mitte mit Hilfe von 2 bis 3 qualifizierten Ingenieuren. Durch das Forcieren und Festlegen von GLT-Standards (BACnet) und die Erweiterung dieser auf weitere Liegenschaften und Neubauten, soll es möglich sein, das Monitoring erfolgreich auszuweiten.

Da es durch eigenes Personal nicht möglich ist, ein Technisches Monitoring gerade während der Inbetriebnahmephase durchzuführen, wird die Meinung geteilt, dass das Land Berlin die Ausschreibung der „Leistungsphase 10“ (Inbetriebnahmemonitoring) zusammen mit einem Messstellen- sowie Monitoring-Konzept als verbindliche Regel im Rahmen der ABau (Anweisung Bau) aufnehmen soll. Diese Anregung stellt einen Konsens vom Arbeitskreis der Energiebeauftragten dar.

*Lars Ehrhardt,*

*Bezirksamt Mitte von Berlin, Serviceeinheit Facility Management*

## **Erfahrungen aus dem Bezirksamt Pankow**

**D**er Erfahrungsbericht für ein Technisches Monitoring basiert auf durchgeführten Maßnahmen und das anschließende umfangreiche Monitoring. Im Regelfall sind öffentliche Gebäude auf Grund ihrer Funktion große Gebäude mit vielfältigen Nutzungen. Die im Bezirk Pankow vorhandenen Erfahrungen beziehen sich auf ein Gebäude, in welchem eine Grundschule untergebracht ist.

### 1. Grund eines umfassenden Monitorings

Um die Umsetzung der Planungsziele zu untersuchen, ist gerade bei großen Maßnahmen, ein Monitoring zwingend notwendig. Hier ist der Soll- / Ist-Vergleich zwischen Planungsanforderungen und tatsächlichen Werten notwendig. Gerade bei Baumaßnahmen mit einem hohen Anteil an technischen Einrichtungen ist die Phase der Einregulierung nur mit einem Monitoring vollständig durchzuführen. Planungs- und Ausführungsmängel werden bei einem Abgleich der Soll- / Ist-Werte festgestellt und können in einer frühen Phase behoben werden.

### 2. Planung des Monitorings

Schon in einer frühen Phase der Planung sollen an Hand der Aufgabenstellung für die Regelungstechnik im Gebäude die Messpunkte und die sinnvollen Messgrößen festgelegt werden. Unsere Erfahrungen sind, dass bei der Regelungstechnik zu wenig Messpunkte und Steuergruppen eingeplant werden, die dann einen erhöhten Aufwand bei dem Monitoring bedeuten und Probleme bei der Einregulierung des regulären Gebäudebetriebes bedeuten.

### 3. Umgang mit den Ergebnissen

Ein gründliches Monitoring ist eine Leistungsüberprüfung der bestehenden Anlagen und eröffnet die Möglichkeit gezielte Maßnahmen einzuleiten, z.B. optimaler Heizbetrieb, Überprüfung von Luftmengen und Luftgeschwindigkeiten usw. Hier sind Spareffekte dauerhaft zu erzielen.

### 4. Finanzierung

Im Bezirksamt Pankow wurde bis jetzt das Monitoring, wenn es durchgeführt wurde, aus bezirklichen Mittel oder aus Mitteln der geförderten Maßnahme bezahlt. Hier ist, gerade für große Maßnahmen, eine Finanzierung aus dem Budget der Maßnahme zu prüfen.

*Jürgen Bornschein*

*Bezirksamt Pankow von Berlin, Fachbereich Hochbau*

## 10 Zusammenfassung

Mit dem „Leitfaden zum Technischen Monitoring von öffentlichen Gebäuden zur Betriebsoptimierung und Effizienzsteigerung“ wird eine weitere Handlungsempfehlung zur Sicherstellung einer zukunftsorientierten und nachhaltigen Gebäude- und Anlagentechnik veröffentlicht. An die Einrichtungen des Bundes und der Länder und insbesondere an die technische Gebäudeausrüstung werden auf Grund der energiepolitischen Gesetze und Verordnungen zunehmend hohe Anforderungen gestellt. Das Technische Monitoring dient als ein Instrument der Qualitätssicherung und soll durch eine zielgerichtete Überwachung und Bewertung technischer Vorgänge und Prozesse einen energieeffizienten und bestimmungsgemäßen Gebäude- und Anlagenbetrieb ermöglichen. Durch die Veröffentlichung der DIN VDI 6041 und der AMEV-Empfehlung Technisches Monitoring 2017 wird auf die Notwendigkeit des Technischen Monitorings hingewiesen und die Bedeutung dieser Thematik verdeutlicht.

Der Leitfaden konkretisiert das Technische Monitoring für öffentliche Gebäude in Berlin und gibt praktische Hinweise für die Planung und Umsetzung. Dabei werden die Vorbereitung, Organisation und Durchführung eines TMon-Projektes erläutert. Es werden die Leistungsinhalte des Technischen Monitorings in Anlehnung an die einzelnen Leistungsphasen der HOAI beschrieben und dabei sämtliche Schnittstellen zur Planungs- und Bauphase geklärt. Anschließend werden die spezifischen Prüfgrößen und Datenpunkte tabellarisch zusammengestellt und die finanziellen Aspekte zum Technischen Monitoring dargelegt. Der Leitfaden verdeutlicht, dass für die Durchführung des Technischen Monitorings bereits in der Planungsphase eine intensive Kommunikation und regelmäßige Absprachen zwischen dem TMon-Dienstleister und allen Projektbeteiligten erforderlich sind. Da die spezifischen Datenpunkte der einzelnen Gewerke in das Monitoring-System integriert werden und viele Anlagenteile zusammenwirken, ist es von besonderer Bedeutung, die Schnittstellen genau zu definieren. Im Leitfaden wird dargestellt, dass der finanzielle Aufwand für das Technische Monitoring in einem angemessenen Verhältnis zum Nutzen steht und so in der Betriebsphase des Gebäudes keine unnötig hohen Energieverbräuche und damit Betriebskosten entstehen. Der Leitfaden wird dazu beitragen, die technischen und organisatorischen Aspekte des Technischen Monitorings auf die Prozesse und Strukturen des Landes Berlin zu übertragen und den Hauptverwaltungen und Bezirksämtern eine einheitliche Handlungsempfehlung bereitstellen. Die Einführung eines Technischen Monitorings ist ein wichtiger Schritt für das energieoptimierte Bauen und Betreiben und stellt eine Voraussetzung für das gemäß Berliner Energiewendegesetz geforderte kontinuierliche Energiemanagement dar. Somit trägt das Technische Monitoring auch zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und damit zur Erreichung der Klimaschutzziele des Landes Berlin bei.

## **11 Begriffsdefinitionen**

### **Ablaufplan**

Im Ablaufplan wird die logische Reihenfolge der einzelnen Phasen, Arbeitspakete, Aktivitäten und Maßnahmen eines TMon-Projektes dokumentiert. Dabei werden die Leistungen des Monitorings, insbesondere die Anzahl, Zeitpunkte und Dauer der Probebetriebe sowie die notwendigen Zuarbeiten der Projektbeteiligten beschrieben. Der Ablaufplan wird auf die allgemeinen Projektabläufe abgestimmt und ist Teil des Monitoring-Konzeptes.

### **Anlagenmonitoring**

Erfassung, Berechnung, Auswertung und Visualisierung von Anlagen- und Betriebszuständen technischer Anlagen zur Sicherstellung eines zuverlässigen und energieeffizienten Anlagenbetriebs. Das Anlagenmonitoring bildet die Grundlage für die Funktionsprüfung, -überwachung und Betriebsoptimierung. [3, 4]

### **Betriebsdaten**

Daten, Messwerte und Statusinformationen der Gebäude- und Anlagentechnik, die für ein Technisches Monitoring im Betrieb erfasst werden.

### **Einregulierungsmonitoring (ERMon)**

Das ERMon beschreibt die Durchführung des Technischen Monitorings in der ersten Nutzungsphase. Es beginnt mit Abschluss der Inbetriebnahme / Abnahme und erstreckt sich über einen Zeitraum von 1 bis 2 Betriebsjahren. Ziel ist es, die Funktion und Leistung der Gebäude- und Anlagentechnik unter realen Betriebsverhältnissen auf das Betriebsoptimum einzustellen, den Energiebedarf zu analysieren und Kenn- und Sollwerte für den Dauerbetrieb zu ermitteln.

### **Energiemonitoring (EMon)**

Erfassung, Berechnung, Auswertung und Visualisierung von gebäude- bzw. anlagentechnischen Energie- und Mediendaten. Auf Basis des Energiemonitorings können Optimierungsmaßnahmen z.B. im Anlagenbetrieb, beim Nutzerverhalten oder im Gebäude ausgeführt werden.

### **Gebäudeautomation (GA)**

Unter Gebäudeautomation werden die Einrichtungen, Software und Dienstleistungen für die automatische Steuerung und Regelung, Überwachung und Optimierung sowie für die Bedienung und das Management zum energieeffizienten, wirtschaftlichen und sicheren Betrieb der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) verstanden. [16]

### **Gebäude- und Behaglichkeitsmonitoring (GBMon)**

Erfassung, Berechnung, Auswertung und Visualisierung der Raumkonditionierung, der physikalischen Zustände des Gebäudes und des Nutzerverhaltens.

### **Histogramm**

Ein Histogramm ist eine graphische Methode zur Darstellung von Häufigkeitsverteilungen, in Form eines Säulendiagrammes, welches den Häufigkeiten der Messwerte / Daten entspricht. Für die Erstellung eines Histogramms werden die Daten in Klassen / Gruppen eingeteilt. Dabei werden nebeneinander liegende Rechtecke von der Breite der jeweiligen Klasse gezeichnet. Die Flächeninhalte sind gleich der (relativen oder absoluten) Klassenhäufigkeit. Die Höhe der Rechtecke entspricht der (relativen oder absoluten) Häufigkeitsdichte.

### **Langzeitmonitoring (LZMon)**

Das LZMon beschreibt die Durchführung des Technischen Monitorings im Regelbetrieb. Es beginnt mit Abschluss der Einregulierungsphase (ab dem 3. Betriebsjahr) und erstreckt sich über die gesamte Nutzungsphase eines Gebäudes. Ziel ist es, das Betriebsoptimum der Gebäude- und Anlagentechnik (Kenn- und Sollwerte aus dem ERMon) beizubehalten.

### **Monitoring-Bericht**

Die Ergebnisse des Technischen Monitorings werden in Berichten erfasst und im TMon-Konzept dokumentiert. Die Festlegung der Berichtszyklen ist von der jeweiligen Monitoringphase abhängig.

### **Monitoring-Konzept**

Eine Zusammenstellung sämtlicher Unterlagen, Aufzeichnungen, Festlegungen, die den Prozess des Technischen Monitorings beschreiben und die Durchführung und Ziele dessen dokumentieren. Das Monitoring-Konzept wird mit Beginn der Planungsphase erstellt und kontinuierlich über die gesamte Nutzungsphase des Gebäudes fortgeschrieben.

### **Messkonzept**

Konzept zur Messung von physikalischen Zustandsgrößen der Gebäude- und Anlagentechnik bzw. aller notwendigen (messbaren) Prüfgrößen.

### **Prüfgröße**

Messbare Zustandsgröße des Gebäudes oder der technischen Anlagen, die für den Monitoringprozess ermittelt und im realen Betrieb an Hand eines zuvor definierten Ziel- bzw. Sollwertes bewertet wird. Die Festlegung der Prüfgrößen und der zugehörigen Zielwerte bilden die Grundlage für alle Monitoringarten, da an Hand dieser die geforderten Qualitäten überprüft werden.

### **Scatterplot**

Ein Scatterplot bzw. ein Streudiagramm (oder Punktdiagramm) ist eine graphische Methode zur Darstellung von Daten / Werten zweier statistischer Merkmale in einem kartesischen Koordinatensystem, um etwaige Zusammenhänge bzw. Korrelationen zwischen den Größen zu verdeutlichen.

### **Technisches Monitoring (TMon)**

Obergriff für alle Arten der systematischen Erfassung, Kontrolle und Auswertung von Energie-, Prozess- und Zustandsgrößen. TMon dient als ein Werkzeug der Qualitätssicherung und ermöglicht einen wirtschaftlichen, energieeffizienten, funktions- und bedarfsgerechten Gebäude- und Anlagenbetrieb.

### **Zählerkonzept**

Konzept zur Erfassung von Energie- und Mediendaten unterschiedlicher Energieträger.



## 12 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung: Gesamtenergieeffizienz - Richtlinie (2010/31/EU) - Neufassung 2010.  
URL [http://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/DE/Europa/Gesamtenergieeffizienz/energieeffizienz\\_node.html](http://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/DE/Europa/Gesamtenergieeffizienz/energieeffizienz_node.html) -  
Überprüfungsdatum 2018-04-17
- [2] Krödel, Michael: Die EnEV 2014 und deren Bedeutung für die Gebäudeautomation. 1. Aufl. Norderstedt: BoD – Books on Demand Verlag, 2015.  
ISBN: 978-3-7347-7312-9
- [3] Verein Deutscher Ingenieure e. V: VDI 6041: 2017-07  
Facility-Management - Technisches Monitoring von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen.  
URL <https://www.beuth.de/de/technische-regel/vdi-6041/267500673> –  
Überprüfungsdatum 2018-05-21
- [4] Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen: Technisches Monitoring als Instrument zur Qualitätssicherung (Technisches Monitoring 2017).  
URL <http://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Planen/Monitoring/TechnischesM/> –  
Überprüfungsdatum 2018-05-21
- [5] Verein Deutscher Ingenieure e. V: VDI 6039: 2011-06  
Facility-Management – Inbetriebnahmemanagement für Gebäude - Methoden und Vorgehensweise für gebäudetechnische Anlagen.  
URL <https://www.beuth.de/de/technische-regel/vdi-6039/142074819> –  
Überprüfungsdatum 2018-05-09
- [6] Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen: Hinweise zum Planen und Bauen von Wärmeversorgungsanlagen für öffentliche Gebäude (Heizanlagenbau 2016).  
URL <http://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Planen/Maschinenbau-und-Versorgungstechnik/Heizungsanlagenbau%202005/> -  
Überprüfungsdatum 2018-05-09

## Leitfaden zum Technischen Monitoring

- [7] Bauministerkonferenz – Fachkommission Bau- und Kostenplanung: Abschlussbericht – Hinweise zum Energiemanagement, -monitoring und Contracting (2017).  
URL <https://www.is-ergebau.de/verzeichnis.aspx?id=21912&o=7590512005429021912> -  
Überprüfungsdatum 2018-07-18
- [8] Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen: Hinweise für Planung, Ausführung und Betrieb der Gebäudeautomation in öffentlichen Gebäuden (Gebäudeautomation 2005).  
URL <http://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Planen/Gebaeudeautomation/GA%202005/> -  
Überprüfungsdatum 2018-05-21
- [9] Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen: Hinweise zur Planung und Ausführung von Raumluftechnischen Anlagen in öffentlichen Gebäuden (RLT-Anlagenbau 2011).  
URL <http://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Planen/Maschinenbau-und-Versorgungstechnik/RLT%20-%20Anlagenbau%202011/> -  
Überprüfungsdatum 2018-05-21
- [10] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen: Leitfaden zur Gebäudeautomation in öffentlichen Gebäuden zur energetischen Optimierung und Effizienzsteigerung gebäudetechnischer Anlagen (2016).  
URL [https://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/nachhaltiges\\_bauen/de/technische-gebaeudeausruestung/gebaeudeautomation/index.shtml](https://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/nachhaltiges_bauen/de/technische-gebaeudeausruestung/gebaeudeautomation/index.shtml) -  
Überprüfungsdatum 2018-09-10
- [11] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen: GA-Referenzmodell (Berlin) Planungsvorgaben (2016).  
URL [https://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/nachhaltiges\\_bauen/de/technische-gebaeudeausruestung/gebaeudeautomation/index.shtml](https://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/nachhaltiges_bauen/de/technische-gebaeudeausruestung/gebaeudeautomation/index.shtml) -  
Überprüfungsdatum 2018-09-10
- [12] Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen: Hinweise zum Energiemanagement in öffentlichen Gebäuden (Energie 2010).  
URL <https://www.amev-online.de/AMEVInhalt/Betriebsfuehrung/Energie%20und%20Medien/Energie%202010/> -  
Überprüfungsdatum 2018-05-21

- [13] Technische Universität Braunschweig – Institut für Gebäude- und Solartechnik:  
Monitoring für Bundesbauten - Endbericht (2016).  
URL [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/5EnergieKlimaBauen/2015/monitoring-bundesbauten/01\\_start.html?nn=436654&notFirst=true&docId=1384592](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/5EnergieKlimaBauen/2015/monitoring-bundesbauten/01_start.html?nn=436654&notFirst=true&docId=1384592) -  
Überprüfungsdatum 2018-08-07
- [14] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik: Die Lage der IT -Sicherheit in Deutschland 2017.  
URL [https://www.bsi.bund.de/DE/Publikationen/Lageberichte/lageberichte\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Publikationen/Lageberichte/lageberichte_node.html) -  
Überprüfungsdatum 2018-06-28
- [15] Poguntke, Werner: Basiswissen IT-Sicherheit: Das Wichtigste für den Schutz von Systemen und Daten. 3.Aufl. Dortmund: W3L-Verl.,2013.  
ISBN 9783868340419 (Informatik)
- [16] Palmer, Sebastian: Grundlagen der Gebäudeautomation für die Klima- und Lüftungstechnik. 1. Aufl. Berlin, Karlsruhe: VDE Verlag, cci Dialog, 2017.  
ISBN: 978-3-922420-37-8

## **13 Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Gliederung des Technischen Monitorings [3] .....	6
Abbildung 2: Bestandteile des EMon [3] .....	8
Abbildung 3: Komponenten im AMon [3] .....	10
Abbildung 4: Komponenten im GBMon [3] .....	12
Abbildung 5: Technisches Monitoring im Lebenszyklus eines Gebäudes [3] .....	13
Abbildung 6: TMon und Prozessbeteiligte [4].....	18
Abbildung 7: Prozessdarstellung des Technischen Monitorings [3] .....	21
Abbildung 8: Prozessdarstellung und Kostenzuordnung des TMon .....	51

## 14 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wichtige Normen, Richtlinien und Empfehlungen zum TMon .....	5
Tabelle 2: Kategorien und Merkmale von TMon-Systemen [3] .....	16
Tabelle 3: Entscheidungskriterien für die Art der Durchführung .....	19
Tabelle 4: Prüfgrößen Wetterstation [11].....	33
Tabelle 5: Prüfgrößen des Gesamtgebäudes [4] .....	34
Tabelle 6: Bereitstellung der Bezugsgrößen Gesamtgebäude .....	36
Tabelle 7: Prüfgrößen Raumklima [4, 11] .....	38
Tabelle 8: Bereitstellung der Bezugsgrößen Raumklima .....	39
Tabelle 9: Prüfgrößen RLT-Anlage [4, 9, 10, 11].....	40
Tabelle 10: Bereitstellung der Bezugsgrößen RLT-Anlagen .....	42
Tabelle 11: Prüfgrößen Heizkreis und Gasbrennwertkessel [4].....	43
Tabelle 12: Bereitstellung der Bezugsgrößen Heizkreis und Gasbrennwertkessel.....	44
Tabelle 13: Prüfgrößen BHKW [4] .....	45
Tabelle 14: Bereitstellung der Bezugsgrößen BHKW .....	46
Tabelle 15: Prüfgrößen Wärmepumpe [4] .....	47
Tabelle 16: Bereitstellung der Bezugsgrößen Wärmepumpe .....	48
Tabelle 17: Ermittlung von Bezugsgrößen und Orientierungsdaten [12].....	49
Tabelle 18: Bewertungsgrößen für die Kosten-Nutzen-Analyse [3, 13] .....	52
Tabelle 19: Inhalte des Monitoring-Konzeptes [4, 13] .....	66

## 15 Anhang A Arbeitshilfe: Inhalte des TMon-Konzeptes

**Tabelle 19: Inhalte des Monitoring-Konzeptes [4, 13]**

<b>1.0</b>	<b>Allgemein</b> <i>Allgemeines zum Technischen Monitoring, Organisation und Inhalt</i>
1.1	Einsatz des Technischen Monitorings <i>Leistungsbeschreibung und Zieldefinition; Anforderungen an das Technische Monitoring; notwendige Zertifizierungen für das Gebäude und die Anlagen (z.B. Energieausweise, Nachweise etc.); Performanceziele; Nutzeranforderungen; im Vordergrund stehende Ansprüche etc.</i>
1.2	Art und Umfang des Technischen Monitorings <i>Liste der vom Monitoring erfassten Gebäude- und Anlagentechnik; Festlegung der Durchführung des EMons, AMons, GBMons, ERMons, LZMons; Beschreibung der Kategorien, Merkmale und Abweichungen entsprechend Tabelle 2</i>
1.3	Ablaufplan <i>Beschreibung der einzelnen Leistungen, Arbeitspakete, Aufgabenfelder des TMon-Dienstleisters und der Projektbeteiligten; notwendige Zuarbeiten der Projektbeteiligten inkl. der Bearbeitungszeitpunkte; vorgesehene Probebetriebe mit Anzahl, Zeitpunkt und Dauer</i>
1.4	Monitoring-Steckbrief (nur bei Bedarf, s. VDI 6041)
<b>2.0</b>	<b>Schnittstellen zu technischen Einrichtungen und Anforderungen</b>
2.1	Technische Anforderungen und Schnittstellen Gewerkebeziehungsmatrix und Schnittstellenkatalog (nach VDI 6039)
2.1.1	Gebäudeautomation – Anforderungen und Schnittstellenbeschreibung <i>Erforderliche Datenpunkte; GA-Struktur; GA-Muster; Automationsschemen und -konzepte; Funktionslisten; Datenerfassung und -übertragung; Datenexport; Datenspeicherung; Mess- und Zählerkonzepte; Messintervalle; graphische Darstellungen etc.</i>
2.1.2	IT-Infrastruktur – Anforderungen und Schnittstellenbeschreibung <i>IT-Netz; objektbezogene IT; standortübergreifende IT; Datenübertragung und -speicherung; IT- bzw. Datensicherheit etc.</i>
2.1.3	Sonstige Anforderungen und Schnittstellenbeschreibungen
<b>3.0</b>	<b>Bereiche des Monitorings</b>
3.1	Aufgaben- und Gebäudefunktionsbeschreibung Gebäude XY <i>Verknüpfungen; Regelfunktionen; besondere Lastsituationen</i>
3.1.1	Gebäudeschema <i>Graphische Darstellungen und Zeichnungen mit allen notwendigen Details (Anlagen, Messstellen etc.)</i>
3.1.2	Prüfgrößen <i>Spezifische Prüfgrößen und Messstellen mit zugehörigen Ziel- und Sollwerten; messbare Erfolgskriterien; Kennzahlen;</i>

	<i>Berechnungsgrundlagen für rechnerisch zu ermittelnde Größen; Bewertungsmethodik / Auswertungsformen etc.</i>
3.2	Aufgaben- und Anlagenfunktionsbeschreibung Anlage XY <i>Verknüpfungen, Regelfunktionen, besondere Lastsituationen</i>
3.2.1	Anlagenschema <i>Graphische Darstellungen und Zeichnungen mit allen notwendigen Details (Anlagen, Messstellen etc.)</i>
3.2.2	Prüfgrößen <i>Spezifische Prüfgrößen und Messstellen mit zugehörigen Ziel- und Sollwerten; messbare Erfolgskriterien; Kennzahlen; Berechnungsgrundlagen für rechnerisch zu ermittelnde Größen; Festlegung der Bewertungsmethodik / Auswertungsform und zu nutzenden graphischen Darstellung für den Soll-Ist-Vergleich</i>
<b>4.0</b>	<b>Operatives Technisches Monitoring</b>
4.1	Inbetriebnahme / Probetrieb <i>Beschreibung des Probetriebes; Prüfungsumfang; Berichtszyklen; zu übergebende Betriebsdaten; besonderer Lastsituationen; Fehlerszenarien; Termine; Teilnehmer etc.</i>
4.1.1	Anforderungen und Voraussetzungen für die Durchführung des Probetriebes <i>Vorlage der Planungsunterlagen und Funktionsbeschreibungen; Übergabe der Betriebsdaten; Klärung der Nachweisführung und Datenübergabe; Darstellung der Checklisten und Funktionsprüfungen</i>
4.1.2	Monitoring-Berichte (s. Anhang B)
4.2	Erste Nutzungsphase – Eingregulierungsmonitoring <i>Beschreibung des ERMon; Prüfungsumfang; Berichtszyklen; Kennzahlen die im Rahmen des ERMon ermittelt werden etc.</i>
4.2.1	Monitoring-Berichte
4.2.2	Abschlussbericht
4.2.3	Einweisungs- / Übergabeunterlagen <i>Erläuterung der technischen Systeme und Zusammenhänge; zu berücksichtigende Besonderheiten in der Bedienung und Funktion inkl. notwendiger Unterlagen; Dokumentation und Protokollierung der Einweisung</i>
4.3	Regelbetrieb – Langzeitmonitoring <i>Beschreibung des LZMon; Prüfungsumfang; Berichtszyklen; Kennzahlen; Änderungen gegenüber dem ERMon, Schnittstellen zum Energiemanagement etc.</i>
4.3.1	Monitoring-Berichte

Das fertiggestellte Monitoring-Konzept wird in der spezifischen Projektdatenbank abgelegt.

## 16 Anhang B Monitoring-Bericht

In Monitoring-Berichten werden die Ergebnisse und Auswertungen des Technischen Monitorings zyklusorientiert dokumentiert. Dabei werden die aufgestellten Prüfgrößen systematisch anhand der Soll- und Istwerte auf die Zielerreichung hin analysiert und mit allen notwendigen Informationen hinterlegt. Für die Beteiligten dient der Bericht als Protokoll bzw. schriftliche Zusammenfassung des Monitoringprozesses. Die Berichte werden im Monitoring-Konzept hinterlegt, sodass eine gesamtheitliche Betrachtung des Technischen Monitorings möglich ist. Inhaltlich müssen Monitoring-Berichte folgende Punkte aufweisen:

- Allgemeine Angaben: Durchführendes Ing. Büro / Einrichtung / Abteilung, Name des TMon-Dienstleisters, Datum, Teilnehmer, Prüfzeitraum, Prüfablauf, zu prüfende Objekte und Anlagen, Prüfumfang, Phase des TMon (Probetrieb, Einregulierungs- oder Langzeitmonitoring), Berichtszyklen etc.
- Prüfung und Auswertung der Funktionsbeschreibungen technischer Anlagen (Regelfunktionen, Messstellen, Messgenauigkeiten etc.) und sofern vorhanden der Checklisten und Prüfprotokolle (mindestens einmal zum Probetrieb bzw. zur Abnahme, anschließend bedarfsabhängig).
- Tabellarische Darstellung der Prüfgrößen für das Gebäude und die technischen Anlagen inklusive der Zielgrößen und ermittelter Istwerte zu einem bestimmten Zeitpunkt bzw. Zeitraum. Die Zielwerte der Planungsphase werden im realen Gebäude- und Anlagenbetrieb überprüft. Die Quelle / Herkunft der Bezugsgrößen bzw. Sollwerte muss nachvollziehbar sein (Zuarbeit durch Fachplaner, Berechnung, Herstellerangaben, vorgegebenes Performanceziel etc.).
- Jede Prüfgröße wird spezifisch und eindeutig auf die Erreichung bzw. Nicht-Erreichung des Zielwertes, innerhalb des Prüfzeitraumes, bewertet. Die Auswertungen und Ergebnisse werden dokumentiert.
- Qualitätsdefizite, Mängel, Abweichungen, Änderungen von Bezugsgrößen etc. werden festgehalten und zusätzlich mit Hilfe der graphischen Darstellungen aus dem Monitoring-Systems visualisiert. Ergänzend werden mögliche Ursachen, Hinweise zur Behebung und offensichtliche Fehlfunktionen angegeben. [4]